

PROGETTO PREMIALE CNR

“L’ICT per la salute e la solidarietà sociale (e-SHS)”



ICT per la **salute** e la **solidarietà** sociale

ANALISI DELLO STATO DELL’ARTE

E

REQUISITI TECNICI

(D1)

10 Dicembre 2014

ISTITUTI CNR PARTECIPANTI e AUTORI del DOCUMENTO

ISTITUTO	CONTRIBUTORI
ISTI (Pisa) Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione	Erina Ferro Paolo Barsocchi Ovidio Salvetti Massimo Magrini
IIT (Pisa) Istituto di Informatica e Telematica	Franca Delmastro Ilaria Matteucci
ICAR (Napoli) Istituto di Calcolo e Reti ad Alte Prestazioni	Massimo Esposito Mario Ciampi
IEIT (Torino) Istituto di Elettronica e di Ingegneria dell'Informazione e delle Telecomunicazioni	Giuseppe Pettiti
IREA (Napoli) Istituto per il Rilevamento Elettronico dell'Ambiente	Lorenzo Crocco Francesco Soldovieri Ilaria Catapano
IMATI (Genova) Istituto di Matematica Applicata e Tecnologie Informatiche	Franca Giannini Monica De Martino
IFAC (Firenze) Istituto di Fisica Applicata	Laura Burzagli
IAC (Lecce) Istituto per le Applicazioni del Calcolo	Rosa Capozzi
ISSIA (Bari) Istituto di Studi sui Sistemi Intelligenti per l'Automazione	Giovanni Attolico
ISTC (Roma e Padova) Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione	Gabriella Cortellessa Piero Cosi Fabio Paglieri
IFC (Pisa) Istituto di Fisiologia Clinica	Lorenza Pratali M. Giovanna Trivella

INDICE

1	INTRODUZIONE: IL PROGETTO E-SHS	5
2	I SERVIZI DI MONITORAGGIO: stato dell'arte.....	6
2.1	Il sensore Kinect (ISTI e ISSIA)	6
2.2	Il monitoraggio della qualità del sonno tramite sensori wireless (ISTI).....	8
2.3	Il monitoraggio del sonno e dei parametri fisiologici tramite Bio-Radar (IREA)	8
2.3.1	Il sistema Bioradar sviluppato presso l' IREA	9
2.3.2	REQUISITI TECNICI DEL BIO-RADAR	11
2.4	Il monitoraggio delle attività e del comportamento attraverso sensori visivi (ISSIA).....	12
2.4.1	Monitoraggio dell'attività umana in vari contesti applicativi.	14
2.4.2	Riconoscimento automatico dell'azione e sensori di visione 3D.....	15
2.4.3	Problematiche connesse al riconoscimento d'azione nell'ambito della visione artificiale	19
2.4.4	Considerazioni sul riconoscimento dell'attività umana.....	20
2.5	Le attività riabilitative in ambiente domestico tramite sensori di movimento Kinect (ISTI).....	23
2.6	Le attività riabilitative in ambiente domestico tramite inerziali wireless, smartphone e sensori 2D e 3D (IEIIT)	26
2.6.1	Attività riabilitative per malati di Parkinson	26
2.6.2	Requisiti tecnici	29
2.6.3	Servizi Offerti	29
2.6.4	IL SERVIZIO DI RICONOSCIMENTO DELLO STATO EMOTIVO TRAMITE VOCE (ISTC)	31
2.6.5	Caratteristiche del parlato	31
2.6.6	Utilizzo combinato con altre sorgenti di informazione	33
2.6.7	Metodi di Classificazione	33
2.6.8	Valutazioni self-report.....	34
2.6.9	Misure fisiologiche.....	36
3	I SERVIZI DI e-INCLUSION (IFAC).....	40
3.1	Scenari di utilizzo di reti sociali non dedicate	41
3.2	Intelligenza collettiva	43
4	Le applicazioni di Mobile Social Network (MSN).....	46
4.1	Monitoraggio delle interazioni sociali per prevenire il declino cognitivo (IIT)	47
4.2	Condividere informazioni sulla salute e favorire l'interazione tra caregiver e pazienti [ISTC]	48
5	I SERVIZI DELLA PIATTAFORMA E-SHS	51
5.1	Il servizio di monitoraggio della qualità del sonno (ISTI)	51
5.2	Servizi proattivi di reminder e suggerimenti per lo stato di salute (ISTC).....	52
5.3	Monitoraggio e riabilitazione assistita in remoto (IEIIT).....	53
5.4	Riabilitazione domestica con Kinect (ISTI)	54
5.5	Riconoscimento dello Stato Emotivo (ISTC).....	56
5.6	La condivisione delle informazioni (ISTC).....	58
5.7	Reminders Personalizzati in e-SHS (ISTC).....	59
5.8	Le applicazioni di Mobile Social Network (IIT)	60
5.9	Le campagne di misura con il bio-radar (IREA)	61
5.10	IL MIDDLEWARE DI E-SHS (ISTI).....	61
5.10.1	Funzionalità	61

5.10.2	Architettura del Middleware.....	62
6	LE POLITICHE DI SICUREZZA E PRIVACY (IIT).....	65
6.1	Requisiti e componenti dell' infrastruttura.....	65
6.2	Architettura per la definizione e applicazione delle politiche di sicurezza e privacy.....	67
6.3	Sicurezza per la trasmissione dei dati.....	69
6.4	Requisiti tecnici per la gestione sicurezza dei dati.....	70
7	IL FASCICOLO SANITARIO ELETTRONICO – LINEE GUIDA ED INTEROPERABILITÀ (ICAR).....	72
7.1	INTEROPERABILITÀ DEI SISTEMI DI FSE.....	73
7.1.1	Standard internazionali.....	73
7.1.2	Contesto nazionale.....	73
7.1.3	Quadro normativo e linee guida.....	73
7.2	INTEGRAZIONE DI DATI ACQUISITI DA DISPOSITIVI MOBILI NEL FSE 75	
7.2.1	Formato dei dati.....	75
7.2.2	Interfacciamento con i servizi del FSE.....	76
8	COME TRATTARE I DATI RACCOLTI.....	78
8.1	Metodi di analisi semantica dei Dati (IMATI).....	78
8.1.1	Condivisione dei dati.....	78
8.1.2	Analisi dei Dati.....	79
8.1.3	Requisiti Tecnici (IMATI).....	80
8.2	Il database della fragilità (IAC).....	82
9	COMITATO ETICO e PROCEDURA DI APPROVAZIONE PROTOCOLLI (IFC).....	83
9.1	Note Introduttive.....	83
9.2	I Comitati Etici.....	85
9.2.1	La Realtà Locale.....	85
9.2.2	Esperienza di Presentazione al Comitato Etico Area Vasta Nord Ovest...86	
9.3	La Realtà Europea.....	88
9.3.1	Siti importanti a cui far riferimento.....	88
9.3.2	Ethic Links.....	88
9.4	La Realtà Nazionale.....	89
9.5	Il CNR.....	90
9.5.1	Contatti.....	92
9.6	Note Conclusive.....	92
10	I POSSIBILI ACCORPAMENTI PER TEMATICA DEGLI ISTITUTI CNR COINVOLTI IN E-SHS.....	94
11	APPENDICE (ISSIA).....	95
11.1	VIDEOSORVEGLIANZA.....	95
11.1.1	Monitoraggio dei lavoratori.....	95

1 INTRODUZIONE: IL PROGETTO E-SHS

La realizzazione di una Smart City è un processo molto complesso e di lungo periodo: è necessaria una profonda conoscenza della realtà locale, dei bisogni della collettività e dei singoli individui, delle criticità e dei servizi che devono essere gestiti e garantiti. I servizi di e-health sono un tassello fondamentale verso la realizzazione di una smart city dal punto di vista socio-sanitario. In questo contesto, il progetto e-SHS, non solo si occupa di servizi e-health, in particolare per soggetti fragili, ma propone strumenti innovativi per la loro inclusione sociale e l'incremento della solidarietà sociale.

L'obiettivo principale di e-SHS è la realizzazione di un primo nucleo di una piattaforma per lo sviluppo di servizi personali e personalizzati basati sull'uso di tecnologie ICT innovative e non invasive nel settore della salute e della solidarietà sociale. Il centro del sistema è rappresentato dall'utente-paziente verso il quale sono definiti e sviluppati servizi di monitoraggio e supporto costante nella gestione della propria salute e del proprio stile di vita, al fine di migliorarne la qualità della vita ed aumentarne l'autonomia e l'indipendenza nelle attività quotidiane, sia in ambiente domestico che in ambienti esterni.

Gli utenti verso i quali questo progetto si indirizza sono persone anziane, con problemi di riabilitazione motoria, con parametri vitali da tenere sotto controllo e con disturbi del sonno. Per la sperimentazione saranno coinvolti soggetti volontari.

In particolare, e-SHS include servizi per:

- 1) il monitoraggio di parametri vitali degli utenti
- 2) il supporto all'esecuzione di attività riabilitative in ambiente domestico;
- 3) un supporto per monitorare le interazioni sociali degli utenti e migliorarne l'inclusione sociale nelle attività quotidiane;
- 4) lo sviluppo di reti di supporto sociale che coinvolgono pazienti, familiari, assistenti (i.e., caregivers), allo scopo di promuovere la continuità di assistenza socio-sanitaria in diversi ambienti.

Le competenze presenti nel settore *"ICT for health, care and well-being"* negli 11 istituti del CNR partecipanti al progetto vanno ben oltre quelle che saranno utilizzate in questo progetto. In questo documento si intende presentare le principali attività di ricerca svolte nei singoli istituti ed attinenti al progetto e-SHS, cercando di evidenziare il filo conduttore che porterà alla definizione di un'unica architettura di sistema.

2 I SERVIZI DI MONITORAGGIO: stato dell'arte

Il monitoraggio dell'attività umana è un'importante area della visione artificiale che trova numerose applicazioni in svariati ambiti, dalla domotica alla robotica. Le informazioni sul comportamento umano possono essere molto utili per la valutazione in real-time del benessere della persona ma anche per la previsione del comportamento del soggetto al fine di anticiparne le intenzioni.

Esiste un nutrito panorama di tecniche disponibili per investigare il comportamento umano (sensori di visione, sensori ambientali, bio-radar, i sensori Kinect, etc.), che in questo documento saranno presentate.

Anticipiamo qui una breve descrizione del sensore Kinect, utilizzato sia da ISTI che da ISSIA, per mettere a comune una parte descrittiva di interesse di entrambi questi istituti.

2.1 Il sensore Kinect (ISTI e ISSIA)

Kinect, è un sensore low-cost originariamente destinato ai videogiochi e, pur non potendo essere considerato un dispositivo medicale, ha caratteristiche tali da poterlo considerare molto utile per lo sviluppo di applicazioni di monitoraggio e per il mantenimento delle qualità motorie.

Il sensore Kinect fu annunciato nel 2009, come risultato del progetto dal nome in codice Project Natal. Microsoft Kinect è nato inizialmente come periferica della console di videogiochi XBOX, e solo successivamente ne è stata prodotta una versione per windows. Il dispositivo (versione 1) è in grado di rilevare la posizione tridimensionale di 20 giunture della figura umana, aggiornando le posizioni ogni 1/30 di secondo.

Il dispositivo è sostanzialmente basato su una camera di profondità a luce strutturata, munita di:

- sensori di profondità (costituiti da un proiettore di pattern pseudo-casuali nel range dell'infrarosso e da una telecamera sensibile alla stessa banda),
- una camera RGB (red, green, blue light)
- un micro sensore per il riconoscimento vocale (array di microfoni),
- un accelerometro (Kionix MEM KXSD9) per il controllo dell'inclinazione e la stabilizzazione dell'immagine, con a bordo un'unità di controllo (PS1080) che contiene molte funzionalità di processing, per il tracciamento, la ricostruzione della scena ed il riconoscimento di gesti, che rende il sistema computazionalmente efficiente ed ideale per applicazioni indoor.

Tramite le due componenti proiettore a raggi infrarossi e telecamera sensibile all'infrarosso, Kinect costruisce una mappa di profondità (*depth map*) della scena ripresa. Dalla *depth map* i driver SW riescono poi a segmentare più agilmente la figura umana, "ritagliandola" dallo sfondo. Tramite un meccanismo di alberi di decisione (*decision tree*), i driver di Kinect sono

quindi in grado di rilevare la geometria spaziale dello scheletro. La parte più interessante del dispositivo è comunque quella HW, in grado di costruire la mappa di livelli.

Sebbene nel dettaglio il meccanismo non sia stato ufficialmente rivelato (è coperto da brevetto), analizzando l'HW si può dedurre che il dispositivo funziona con classiche tecniche di analisi di luce strutturata. Infatti, il proiettore all'infrarosso proietta una griglia strutturata di punti (invisibile all'occhio umano), analizzandone l'immagine ripresa con la telecamera corrispondente. Le tecniche utilizzate per la costruzione della mappa di profondità sono, con molta probabilità, quelle di "depth from focus" (con opportuni obiettivi, i punti diventano sempre più sfocati man mano che si allontanano dalla profondità di campo ottimale) e "depth from stereo" (proiettore e camera sono shiftati orizzontalmente, quindi i punti più vicini risultano più spostati).

Con questi meccanismi il dispositivo è in grado di funzionare anche in condizioni di scarsa illuminazione, ed è disturbato solo dalla luce solare diretta o da sorgenti infrarosse di una certa potenza. Fra i difetti di Kinect, si può indicare la latenza fra l'istante del gesto e quello in cui tale gesto viene effettivamente rilevato (circa 100 ms). Tale difetto non è bloccante per i videogame ma può esserlo per altre applicazioni in cui si richiede una perfetta sincronia (es. in presenza di feedback uditivi o visivi).

Al momento della scrittura di questo documento sta comunque per essere commercializzata la versione 2, che presenta numerose migliorie, inclusa una latenza molto più bassa. Di seguito una immagine della nuova versione (kinect2) ed un specchietto comparativo con Kinect1 (Figura 1).



Feature	Kinect for Windows 1	Kinect for Windows 2
Color Camera	640 x 480 @30 fps	1920 x 1080 @30 fps
Depth Camera	320 x 240	512 x 424
Max Depth Distance	~4.5 M	~4.5 M
Min Depth Distance	40 cm in near mode	50 cm
Horizontal Field of View	57 degrees	70 degrees
Vertical Field of View	43 degrees	60 degrees
Tilt Motor	yes	no
Skeleton Joints Defined	20 joints	26 joints
Full Skeletons Tracked	2	6
USB Standard	2.0	3.0
Supported OS	Win 7, Win 8	Win 8
Price	\$299	TBD

Figura 1. kinect2 e comparazione con kinect1

2.2 Il monitoraggio della qualità del sonno tramite sensori wireless (ISTI)

I sensori di pressione sono comunemente utilizzati in letteratura per monitorare il comportamento dei soggetti a letto o seduti su una sedia; i dati relativi potrebbero indicare eventuali condizioni correlabili allo stato dei soggetti. Per questo motivo i sensori di pressione sono ideali per il monitoraggio in modo continuo e discreto delle condizioni delle persone che si trovano nei loro letti per brevi o lunghi periodi, con la possibilità di ipotizzare monitoraggi in remoto e riduzione di assistenza diretta.

In [1], i sensori di pressione sono utilizzati per osservare le varie attività e le posizioni del soggetto in ambienti domestici. In [2], gli autori eseguono l'analisi con sensori di pressione a basso costo per classificare efficacemente la posizione del corpo dei soggetti. Inoltre, accelerometri indossabili triassiali sono utilizzati in [3] per stimare la postura dei soggetti durante il sonno. Questo sistema può valutare la postura, ma non sembrerebbe possibile prospettarne l'utilizzo in contesti di assistenza a lungo termine. In [4], la presenza di una rete di sensori wireless è sfruttata in modo da collezionare i valori di RSS (Receive Signal Strength) tra dispositivi wireless presenti in stanza ed un sensore indossato dall'utente. I valori di RSS sono utilizzati per classificare le posizioni che l'utente assume nel letto, monitorando la posizione del soggetto e rendendo possibile un'ipotetica prevenzione delle piaghe da decubito.

Riferimenti

- [1] Howell Jones, M et al, A Pressure Sensitive Home Environment, Proc of IEEE Workshop on HAVE, pp.10-14, Nov 2006.
- [2] Duncan R. Lowne and Matthew Tarler, "Designing a Low-Cost Mattress Sensor for Automated Body Position Classification", Proc. of the 27th IEEE EMBS, pp.6437-6440, April 2006
- [3] Y. Kishimoto et al, "Estimation of Sleeping Posture for M-Health by a wearable tri-axis accelerometer", Proc. of the 3rd IEEE EMBS, pp. 45- 48, Sept 2006.
- [4] P. Barsocchi, "Position recognition to support bedsores prevention" IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, vol. 17, no. 1, pp. 53–59, 2013

2.3 Il monitoraggio del sonno e dei parametri fisiologici tramite Bio-Radar (IREA)

Lo sviluppo e l'impiego di tecnologie basate sull'utilizzo di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici sono di particolare interesse per il settore "health, care & well being". Tali tecnologie, grazie ad una ridotta invasività e a costi relativamente bassi, potrebbero

offrire notevoli potenzialità nel percorso di cura, dalla prevenzione, alla diagnostica, alla terapia.

In particolare, l'uso di segnali a radiofrequenza, nella banda delle microonde, è alla base di una nuova tipologia di dispositivi radar (BioRadar) finalizzati al monitoraggio senza contatto di segni vitali, quali ad esempio il movimento degli arti, la respirazione ed il battito cardiaco. Tali dispositivi, operando con bassa potenza di picco ed in assenza di contatto tra sonda di misura e soggetto, potrebbero consentire di ridurre l'invasività.

I sistemi BioRadar sono attualmente studiati per applicazioni in diversi contesti, tra cui:

- monitoraggio e diagnosi di disordini del sonno in bambini ed adulti;
- rilevazione dell'apnea infantile, una delle cause di morte improvvisa nel neonato;
- rilevazione di parametri legati allo stato psicologico dei pazienti;
- messa a punto di terapie "patient-specific", come ad esempio la "motion-adaptive cancer radiotherapy".

Inoltre tali sistemi sono potenzialmente adatti ad operare in condizioni in cui le strumentazioni attualmente in uso non possono essere impiegate, come ad esempio nel caso di grandi ustionati o nel caso in cui il contatto del paziente con personale e apparecchiature mediche deve essere minimizzato/evitato. Lo schema concettuale di funzionamento del Bioradar è illustrato in **Figura 2**. Il principio fisico alla base del dispositivo è simile a quello dei radar Doppler ad onda continua (CW Doppler radar). In tali sistemi, l'interazione tra il segnale interrogante (un'onda CW non modulata) ed il movimento del soggetto investigato (nello specifico il movimento del torace dovuto alla respirazione o al battito cardiaco) dà luogo a un segnale modulato in fase a seguito dell'effetto Doppler. L'opportuna elaborazione di questo eco radar consente quindi di estrarre le informazioni di interesse (frequenza respiratoria e/o cardiaca, nonché variazioni di tali attività).

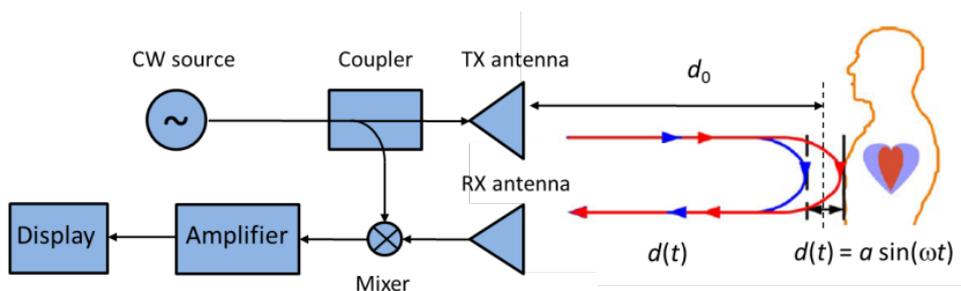


Figura 2. Schema concettuale di funzionamento del Bioradar

2.3.1 Il sistema Bioradar sviluppato presso l'IREA

Negli ultimi anni, il gruppo di Diagnostica Elettromagnetica dell'IREA-CNR ha sviluppato, e testato in condizioni controllate, un sistema Bioradar monocanale ad onda continua, per la misura dell'ampiezza del segnale retro-diffuso, mostrato in Figura 3. Inoltre, sono stati sviluppati approcci ad hoc per l'estrazione dei parametri fisiologici rilevanti (frequenza respiratoria e battito cardiaco) da dati misurati in ambienti indoor. L'architettura del sistema è illustrata in

Figura 4, mentre le principali caratteristiche tecniche dello stesso sono sintetizzate in Tabella 1.



Figura 3. Il Bioradar sviluppato presso il laboratorio di Diagnostica Elettromagnetica dell'IREA

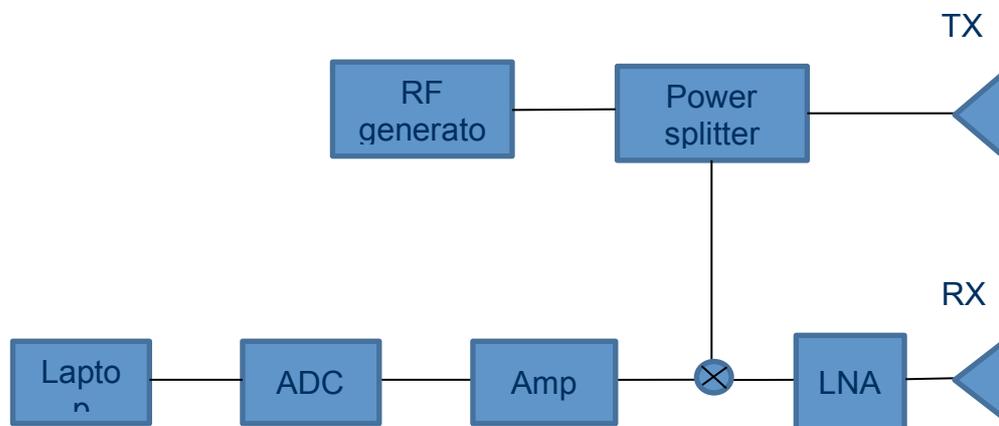


Figura 4. Schema di funzionamento del Bioradar IREA-CNR

-
- Architettura a singolo Canale RX/TX (misura monostatica)
 - Acquisizione a frequenze discrete (per evitare la “null-point detection”)
 - Banda operative di frequenze [1.0, 4.0] GHz
 - Potenza emessa ≈ 10 dBm
 - Antenna a trombino a larga banda (guadagno 10dB)
-

Tabella 1. Sistema Bioradar IREA monocanale – Sintesi della specifiche tecniche

Tali attività sono state in parte sviluppate nell'ambito del progetto AMISS “Active and Passive Microwaves for Security and Subsurface imaging (AMISS)”, Progetto Europeo FP7 nell'ambito delle azioni progettuali Marie Curie – Progetto IRSES project (PIRSES-GA-2010-269157) ed hanno dato luogo alle diverse pubblicazioni elencate nei riferimenti bibliografici di questoparagrafo.

Riferimenti

- [1] M. D'Urso, G. Leone, F. Soldovieri, "A simple strategy for life signs detection via an X-band experimental set-up", PROGRESS IN ELECTROMAGNETICS RESEARCH C, vol. 9, p. 119-129, 2009
- [2] F. Soldovieri, I. Catapano, L. Crocco, L. N. Anishchenko, S.I. Ivashov, "A feasibility study for Life Signs monitoring via a continuous wave radar", International Journal of Antennas and Propagation, Volume 2012, Article ID 420178, 5 pages
- [3] L. N. Anishchenko, S. I. Ivashov, F. Soldovieri, I. Catapano, L. Crocco, "Comparison Study of Two Approaches for Bioradar Data Processing", IET International Radar Conference 2013, pp.1,4, 14-16 April 2013; Xi'an, China
- [4] L. Anishchenko, S. Ivashov, I. Catapano, L. Crocco, G. Gennarelli, F. Soldovieri, "Radar for vital signs characterization: a comparison between two different frequency band systems", 7th International Workshop on Advanced Ground Penetrating Radar Conference Proceedings, Nantes, France, July 2013
- [5] L. Anishchenko, M. Alekhina, A. Tataraidzea, S. Ivashova, A. Bugaeva, F. Soldovieri, "Application of step-frequency radars in medicine", Proc. SPIE 9077, Radar Sensor Technology XVIII, 90771N (May 29, 2014)

2.3.2 REQUISITI TECNICI DEL BIO-RADAR

Casi d'uso

Nell'ambito del progetto e-SHS, sono previsti due casi di applicazione del Bioradar in condizioni controllate per la misura senza contatto della frequenza respiratoria e il monitoraggio del respiro durante il sonno.

La prima campagna di misura sarà effettuata presso il laboratorio di diagnostica Elettromagnetica dell'IREA-CNR, in cui soggetti volontari, non affetti da particolari patologie, saranno monitorati con lo strumento per intervalli tali da poter simulare una condizione di riposo (se non di sonno effettivo).

La seconda campagna di misura potrebbe luogo presso l'Area di Ricerca CNR di Pisa, presso le strutture messe a disposizione del progetto, qualora fosse realizzabile il Living Lab dell'Area CNR di Pisa. Tale campagna potrebbe essere effettuata arruolando sia soggetti volontari non affetti da patologie, sia alcuni pazienti, durante la veglia e durante il sonno.

In entrambe i casi, l'acquisizione dei dati avverrà in modo automatico da parte del Bioradar (non è necessario in linea di principio il controllo da parte di un operatore se non nella fase di avvio della procedura), mentre l'elaborazione dei dati avverrà off-line e sarà svolta presso l'IREA.

A valle della sperimentazione, o nel suo arco, i dati ottenuti saranno messi a disposizione della comunità e-SHS, per finalità di integrazione e di studio clinico.

Funzionalità del servizio associato al sistema

Il principio di funzionamento del bioradar si basa sull'effetto Doppler, per il quale la fase del segnale radar è modulata ad esempio dal movimento degli arti, del torace, e dal battito cardiaco dell'individuo sotto osservazione. Nello specifico del progetto e-SHS questo principio fisico sarà utilizzato per la misura della frequenza respiratoria (sia per soggetti svegli che dormienti) e per monitorare il movimento (cambio di posizione) durante il sonno.

A tal fine, il sistema radar invia un segnale ad onda continua (di bassa potenza) verso il soggetto investigato e misura il segnale retro-diffuso a seguito dell'interazione con esso. Questo segnale viene quindi elaborato per estrarne lo spettrogramma da cui evincere, sulla base dell'informazione a priori circa la frequenza attesa, l'effettiva frequenza respiratoria del soggetto esaminato. Ripetendo l'osservazione in modo continuo nel tempo (e archiviando in corso d'opera il segnale misurato) è possibile effettuare un monitoraggio nel tempo di questo parametro, al fine di evidenziare la presenza eventuale di alterazioni.

Architettura Hardware e Software

Il Bioradar sviluppato presso l'IREA, come descritto precedentemente, è basato su un'architettura monocanale a onda continua, per la misura dell'ampiezza del segnale retro-diffuso. L'architettura del sistema e le sue specifiche tecniche sono state descritte nella sezione 2.2.2 del documento.

Attualmente, è in corso di sviluppo un upgrade del sistema ad architettura bi-canale, che sarà reso disponibile nel corso del progetto. Tale nuova architettura, che sostanzialmente mantiene inalterate le principali caratteristiche tecniche descritte in Tabella 1, consentirà di ottenere una stima più accurata dei parametri di interesse.

Il sistema è controllato tramite un software proprietario che consente l'acquisizione del segnale radar e l'elaborazione dello stesso. I dati elaborati saranno resi disponibili in formato accessibile per la comunità e-SHS.

2.4 Il monitoraggio delle attività e del comportamento attraverso sensori visivi (ISSIA)

I sistemi di visione consentono attualmente di:

- identificare e localizzare una o più persone
- monitorare senza contatto il soggetto e l'ambiente circostante
- analizzare il comportamento dell'utente rispondendo ad esigenze di comfort e sicurezza.

L'analisi e l'elaborazione dei flussi video viene sempre più spesso condotta con l'ausilio di tecniche di classificazione e di apprendimento automatico (*Machine Learning*), il cui ruolo sta diventando predominante nella Visione Artificiale. La grande quantità di informazioni che si possono estrarre da uno o più sensori ottici, infatti, richiede tecniche complesse per permettere di sfruttare la ricchezza delle informazioni estratte dalle sole sequenze video.

L'interpretazione dei comportamenti umani, inoltre, sta ricevendo di recente grande attenzione dalla comunità scientifica [4, 5], sempre più propensa all'uso di dispositivi ottici che sfruttano l'informazione di profondità oltre che di colore (sensori RGB-D) [2, 5, 6, 7, 8]. Ai convenzionali sensori 2D come:

- termocamere (per l'acquisizione di immagini termiche)
- webcam (dal costo contenuto per catturare immagini a colori)

- camere a infrarosso (per il monitoraggio del soggetto anche in condizioni di scarsa visibilità)...

sono ampiamente preferiti i sensori 3D, come il KINECT della Microsoft descritto in precedenza, che permettono l'acquisizione di flussi audio e video fornendo, al contempo, mappe di profondità per la ricostruzione 3D della scena (Figura 5).

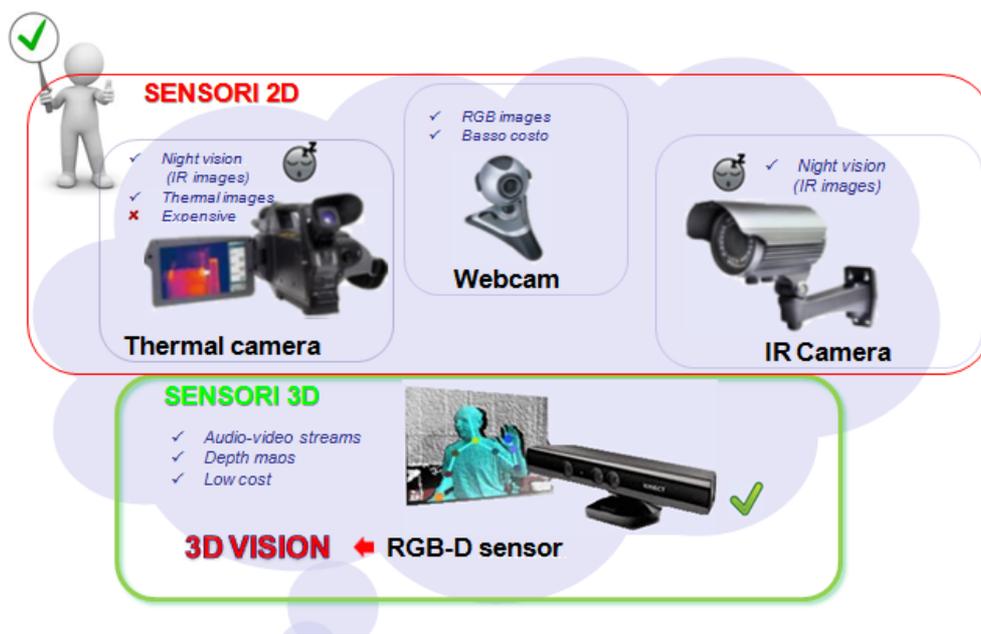


Figura 5. Sensori di visione per il monitoraggio in real-time del comportamento della persona.

La Figura 6 mostra l'evoluzione temporale relativa all'uso di camere di profondità a luce strutturata.

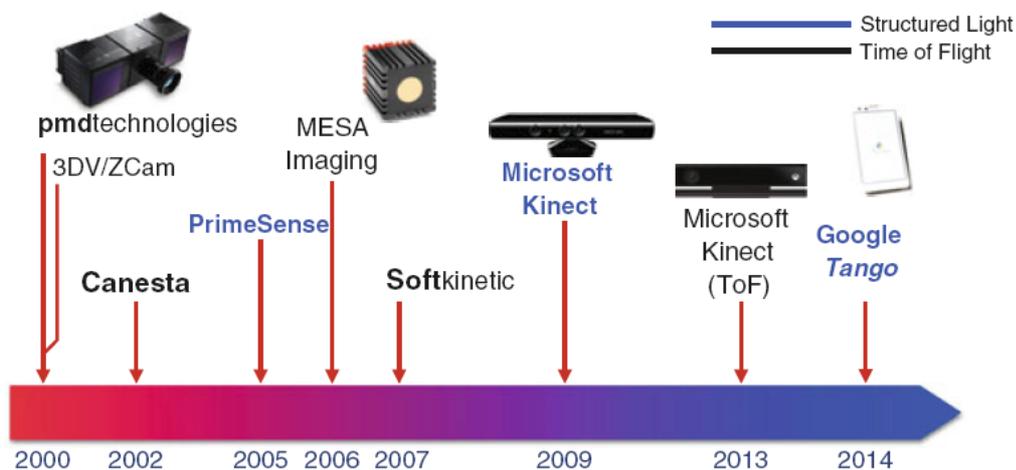


Figura 6. Evoluzione temporale relativa all'uso di camere di profondità a luce strutturata (blu) e a tempo di volo (nero) [10].

2.4.1 Monitoraggio dell'attività umana in vari contesti applicativi.

La ricerca scientifica innovativa nel campo della Visione Artificiale e della *Pattern Recognition* è attualmente indirizzata al riconoscimento automatico dell'attività della persona finalizzata allo studio del comportamento della medesima. In letteratura, infatti, sono presenti diversi lavori in cui emergono sostanzialmente tre domini applicativi per il riconoscimento dell'attività umana basata sulla visione:

- la sorveglianza (in ambienti domestici e/o pubblici),
- l'intrattenimento e l'istruzione,
- la sanità.

In questa sezione ci occuperemo nel dettaglio dei contesti applicativi relativi agli aspetti di monitoraggio della salute e del benessere della persona, avendo ben presente che i risultati ottenuti in altri contesti applicativi possono essere utilizzati e riadattati nell'ambito del progetto e-SHS.

2.4.1.1 Ambiente di vita assistito (AAL) e Domotica

L'*Ambient Assisted Living* (AAL) è un settore attivo della ricerca scientifica che si propone di migliorare l'autonomia e l'indipendenza delle persone (per lo più anziani e disabili) attraverso l'uso di tecnologie domotiche assistenziali sempre più indirizzate al soddisfacimento del comfort di un'utenza ampliata. Negli ultimi anni si è manifestato un interesse crescente per l'analisi del comportamento umano (*human behaviour recognition*) attraverso sistemi basati sulla visione artificiale al fine di comprendere l'interazione uomo-uomo o uomo-ambiente [9]. Il monitoraggio del comportamento umano ha l'obiettivo, infatti, di migliorare la percezione delle condizioni ambientali e delle esigenze delle persone in generale [11], con e senza disabilità, in modo da rendere più semplice ed efficiente la predisposizione di un ambiente confortevole e sicuro.

La Domotica e la definizione di ambienti intelligenti rappresenta il cuore dei sistemi di AAL per l'assistenza in ambienti domestici ed il suo scopo principale è quello di rendere possibile per gli utenti un'interazione quanto più naturale con il proprio ambiente, attraverso la realizzazione di un sistema di dialogo specializzato tra l'utente ed il suo ambiente che sfrutta, ad esempio, proprio la gestualità della persona per il controllo dell'ambiente circostante (Figura 7).

La ricerca nell'ambito delle tecnologie atte a migliorare la qualità di vita negli ambienti antropizzati è, inoltre, attualmente orientata all'analisi comportamentale per la creazione di un ambiente intelligente che non solo si adatti alle esigenze dell'utente ma che riesca anche ad anticiparne intenzioni e comportamenti [12]. Nell'ambito della ricerca sulla "Home Automation", dunque, la tendenza è verso lo studio di metodologie per il tracciamento delle abitudini dell'utente, dei suoi comportamenti giornalieri e degli eventuali trend comportamentali, specie in situazioni nelle quali l'insorgere di eventuali anomalie possano costituire inizio di disagio e, quindi, suggerire azioni di prevenzione verso rischi incipienti [13].

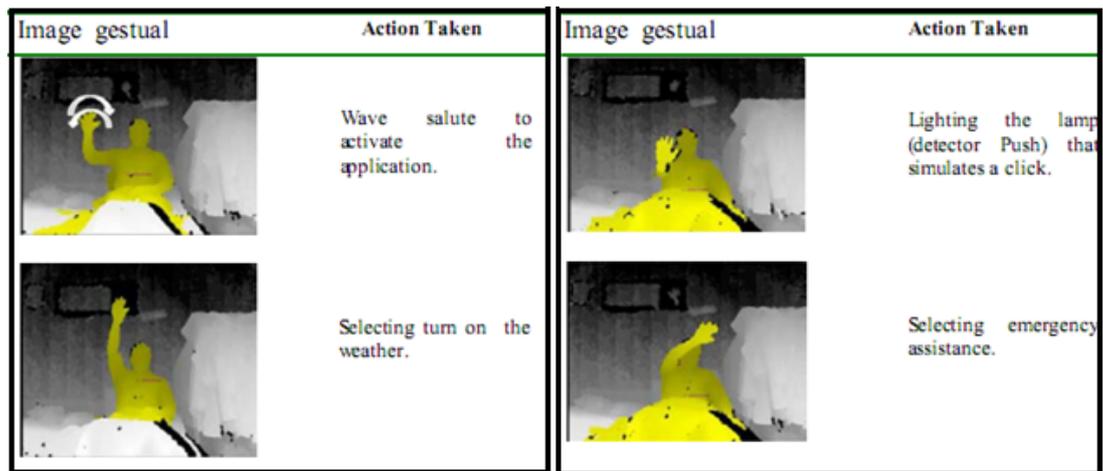


Figura 7. Interazione con l'ambiente attraverso la gestualità catturata con il kinect della Microsoft [3]

In appendice vengono riportati alcuni dettagli su altri contesti applicativi, quali la videosorveglianza ed il monitoraggio dei lavoratori.

2.4.2 Riconoscimento automatico dell'azione e sensori di visione 3D.

Il riconoscimento automatico dell'azione umana basato su tecniche di visione, con l'avvento di nuovi sensori 3D come il kinect, ha riscosso un rinnovato interesse nella comunità scientifica. La possibilità di utilizzare framework open source (Tabella 2) multiplatforma e multi-linguaggio, come l'OpenNI, e le funzionalità software di middleware come il NITE della PrimeSense ha notevolmente semplificato i problemi connessi all'analisi e all'elaborazione dei dati audio/video registrati in una scena 3D, come la possibilità di avere a disposizione la segmentazione nella scena degli utenti presenti nel campo di vista del sensore ed il tracciamento in tempo reale dello scheletro degli stessi.

Il riconoscimento dell'attività umana, o anche di un semplice gesto inteso come movimento che presuppone un'intenzionalità al fine di comunicare qualcosa, è un task complesso di non semplice soluzione che può avere svariate applicazioni:

- in ambito domestico, attraverso una domotica avanzata che si adatta alle esigenze dell'utente e ne anticipa intenzioni e comportamenti,
- in ambito lavorativo, attraverso un sistema intelligente che sia in grado di riconoscere il task che il lavoratore sta eseguendo per offrirne assistenza in caso di bisogno.

#	Techniques	Pros	Cons
1.	OpenNI/NITE	<ol style="list-style-type: none"> 1. Supports both Microsoft Kinect and Xtion Pro LIVE. 2. Several methods ready to use. 3. Very popular, with many applications in various fields. 4. Have skeleton tracking. 5. Available for most languages. 6. Any OS compatible application. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Relatively difficult to install. 2. Calibration Posture is in need.
2.	Libfreenect	<ol style="list-style-type: none"> 1. Several applications. 2. Available for most languages. 3. Any OS compatible application. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Very difficult to install for beginner. 2. No skeleton tracking.
3.	CL NUI	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ability to capture the broad range of body movements. 2. Small jitter due to the camera noise can be filtered with ease. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. It cannot perform motion prediction. 2. No learned soft constraints to handle the case of severe occlusions.
4.	Microsoft Kinect SDK	<ol style="list-style-type: none"> 1. Widely known in the community of robotic systems. 2. Easy to install, fairly widespread. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Poor High level API. 2. Support for Windows only. 3. No skeleton tracking. 4. Available for only C/C++ and C#.
5.	Evoluce SDK	<ol style="list-style-type: none"> 1. Easy to install. 2. Ready to use methods for gesture recognition. 3. Have skeleton tracking. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Support for Window7 only. 2. Calibration Posture is in need. 3. Available for only C/C++ and C#.

Tabella 2. Tabella comparativa delle differenti librerie e soluzioni software per il controllo del sensore Kinect della Microsoft [23].

Per ogni contesto applicativo è necessario studiarne al meglio le peculiarità in modo da produrre sempre qualcosa di nuovo ed efficace. Moltissime applicazioni e dispositivi associati, infatti, si pongono l'obiettivo di catturare movimenti ampi: il gesto viene eseguito con la maggior parte del corpo ed occupa una posizione spaziale rilevante. In altri, invece, i movimenti sono più limitati nello spazio e riguardanti solo alcune parti del corpo, come le mani nel caso del settore artigianale, o presuppongono l'interazione con determinati oggetti di cui è necessario effettuare il riconoscimento al fine di migliorare il rilevamento dell'azione stessa. A seconda degli ambienti e/o dei campi applicativi, dunque, l'attività umana può essere concettualmente suddivisa in quattro categorie in base al livello di complessità considerato [24, 25]:

- gesti: azioni atomiche, ovvero movimenti elementari di parti del corpo della persona che esprimono un significato (sollevare una gamba, stendere un braccio...),
- azioni: attività che contengono una sequenza di diverse azioni elementari o gesti relativi ad una singola persona (camminare, salutare...),
- interazioni: attività umane che evolvono tra uno o più persone e/o oggetti,
- attività di gruppo: attività umane che sono svolte da un gruppo di persone (persone che camminano, gruppo di persone che mangia...), che vanno da semplici azioni ad attività complesse. Chiarire, dunque, la tipologia dell'attività che si intende identificare è fondamentale per la scelta della tecnica da utilizzare.

Dallo stato dell'arte sulle metodologie per il riconoscimento di azioni umane emerge una grande vastità di tecniche per l'estrazione delle informazioni finalizzata al riconoscimento d'azione, dipendenti dalla tipologia del dispositivo utilizzato e dalla categoria di attività considerata.

Nel lavoro di revisione di Shian-Ru Ke et al. [26] viene presentata una rassegna completa dei sistemi di visione per il riconoscimento di attività umane, suddivisa in base al tipo di azione monitorata e di contesto applicativo considerato (

Figura 8).

Aggarwal et al. nella recentissima review sul riconoscimento di attività, basata sui dati 3D provenienti da sensori di motion capture di vario tipo [24], presenta una panoramica degli algoritmi usati (Figura 9) e per ciascuna categoria di azione considerata ne analizza vantaggi e limiti. Nel suo lavoro fornisce una tassonomia delle feature utilizzate per il riconoscimento d'attività usando immagini di profondità (Figura 10) ed una tabella in cui sono elencati i dataset impiegati dai vari ricercatori per il riconoscimento con il kinect (Tabella 3).

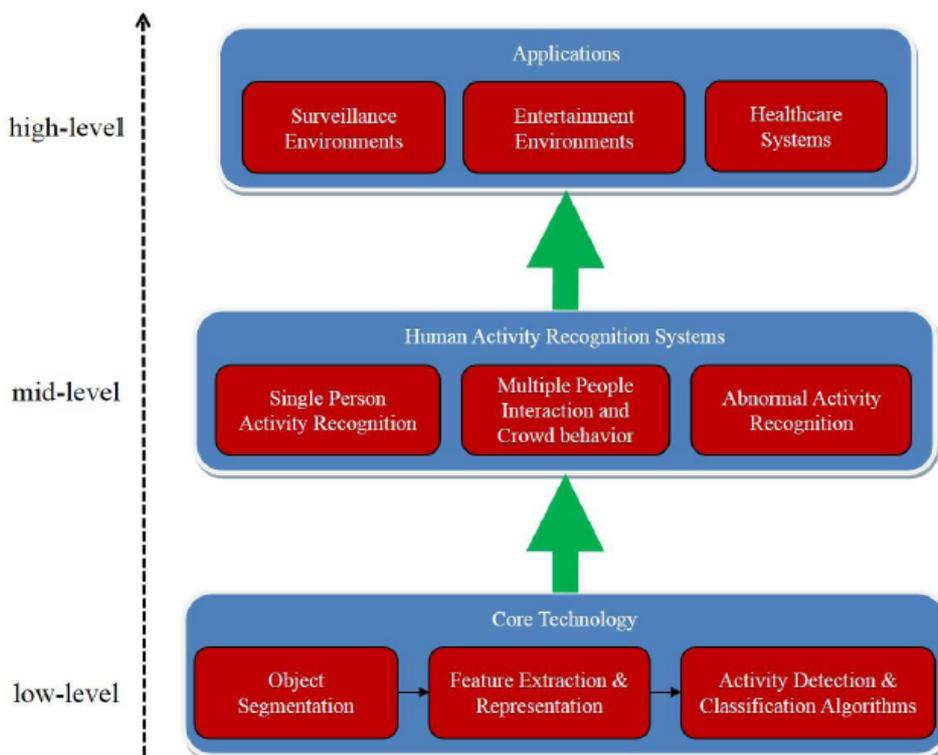


Figura 8. Panoramica di un sistema generale di riconoscimento dell'attività umana [26]

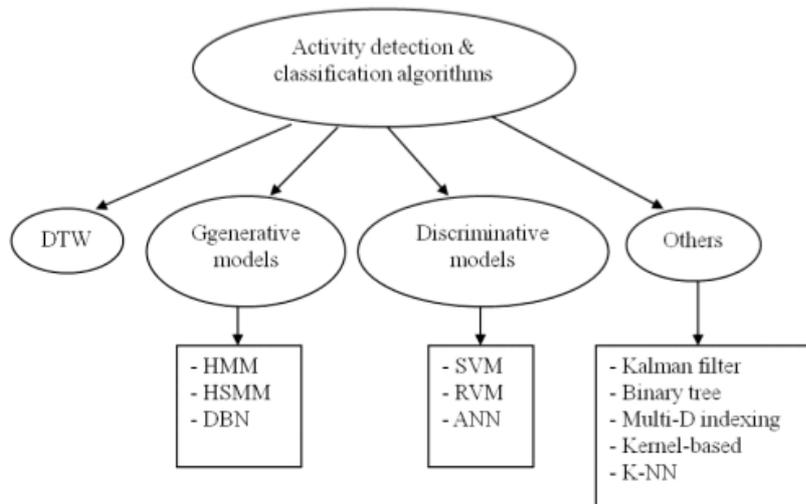


Figura 9. Algoritmi per la rilevazione e la classificazione dell'attività [26]

Features for activity recognition using depth images					
	3D silhouettes	Skeletal joints/body parts	Local spatio-temporal interest features	Local occupancy pattern	3D optical flow
Gaming Action	Li et al.(2010) Yang et al. (2012)	Wang et al. (CVPR2012) Boom et al. (2012) Yang and Tian (2012) Xia et al.(2012)	Xia and Aggarwal (2013)	Wang et al. (ECCV 2012) Vieira et al. (2012)	
Daily Action		Sempena et al. (2011) Masood et al. (2011) Xia et al. (2012)			Ballin et al. (2013)
Daily activity	Jalal et al.(2011) Ni et al. (2010)	Wang et al. (CVPR2012) Zhang and Tian (2012) Sung et al. (2011)	Zhang and Parker (2011) Zhao et al. (2012) Cheng et al. (2012) Ni et al. (2011) Xia and Aggarwal (2013)	Wang et al. (CVPR 2012)	
Upper arm gestures	Wu et al.(2012) Fanello et al. (2013)		Hernandez-Vela et al. (2012)		Holte et al. (2010) Fanello et al. (2013)
Hand gestures	Kurakin et al. (2012)			Kurakin et al. (2012) Wang et al. (ECCV2012)	
Human interaction		Yun et al. (2012)			

Figura 10. Tassonomia e lista di pubblicazioni per ogni tipo di feature considerata [24]

Dataset	Scenario	Class	Data source	Subjects	Samples	Remark
MSRAAction3D [52]	gaming	20	depth + skeleton	10	402	fronto-parallel
HuDaAct [60]	human daily activities	12	color + depth	30	1189	multiple scenes
Cornell Activity Datasets CAD-60 [81]	human daily activities	12	color + depth + skeleton	4	60	5 scenes
Cornell Activity Datasets CAD-120 [81]	human daily activities	10	color + depth + skeleton	4	120	with 10 sub-activity labels and 12 object affordance labels from 4 views
Act42 [15]	human daily activity	14	color + Depth		6844	
ChaLearn Gesture competition ⁸	upper arm gestures	30	color + Depth	20	50,000	
MSRDailyActivity3D [90]	human daily activity	16	RGB + depth + skeleton	10	320	person-object interaction
MSRGesture3D [47]	dynamic American Sign Language (ASL) gestures	12	RGB + depth	10	336	
UTKinectAction [98]	atomic actions	10	RGB + depth + skeleton	10	200	person-object interaction
G3D [9]	gaming	7(20)	RGB + depth + skeleton	10	213	
Falling Event [107]	falling related activity	5	RGB + depth	5	150	
LIRIS [95]	human daily activities	10	grayscale + RGB + depth		828	multiple persons
UMD-Telluride ⁹	kitchen actions	11	RGB + depth	2	22	person-object interaction

⁸ <http://gesture.chalearn.org/data/cgd2011>.

⁹ http://www.umiacs.umd.edu/research/POETICON/telluride_dataset/.

Tabella 3. Dataset per il riconoscimento d'attività con il kinect [24]

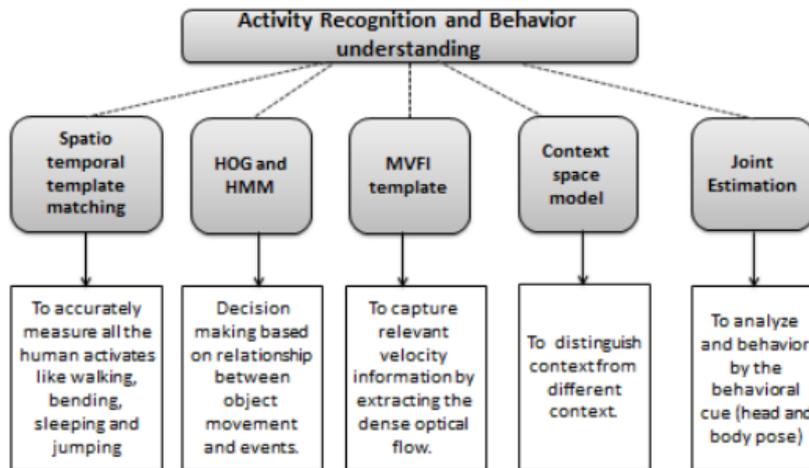


Figura 11. Panoramica sulle tecniche di visione per il riconoscimento di attività e la comprensione del comportamento [15]

A. R. Revathi et al. [15] effettua, in ultimo, un'indagine ad ampio spettro sui metodi di visione di monitoraggio che sono indirizzati al riconoscimento di attività ed alla comprensione del comportamento della persona. Gli autori forniscono una panoramica sulle tecniche di visione indicandone gli sviluppi e le strategie per combinare il monitoraggio dell'attività con l'analisi del comportamento umano (Figura 11).

2.4.3 Problematiche connesse al riconoscimento d'azione nell'ambito della visione artificiale

Riconoscere un'azione/gesto, identificarlo e tracciarlo è un'operazione che presuppone la conoscenza spazio-temporale dell'azione stessa (Figura 12). La segmentazione spazio-temporale dell'azione, infatti, è un aspetto fondamentale e preliminare al riconoscimento dell'azione stessa. Riconoscere l'inizio e la fine di un gesto, o la forma dello stesso, non è un compito semplice avendo ogni persona un proprio modo di eseguire la stessa gestualità/azione. Definito il contesto applicativo nel quale effettuare il monitoraggio dell'attività umana è essenziale, ai fini del riconoscimento dell'attività del soggetto, determinare le caratteristiche più rappresentative per il riconoscimento dell'azione/gesto, ossia la scelta e l'estrazione delle feature, che devono essere invarianti al punto di vista della camera, alla luminosità ed allo scaling delle immagini.

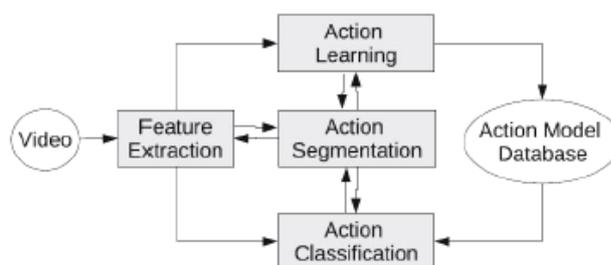


Figura 12. Struttura generale di un sistema di Action Recognition

Alcune problematiche, infine, potrebbero essere connesse alla staticità o meno della scena osservata, per effetto del cambiamento temporale del background o dall'impiego di camere

in movimento (Figura 13), o a problemi di occlusioni totali o parziali che sono inevitabili nel caso di più persone presenti nel campo di vista del sensore.

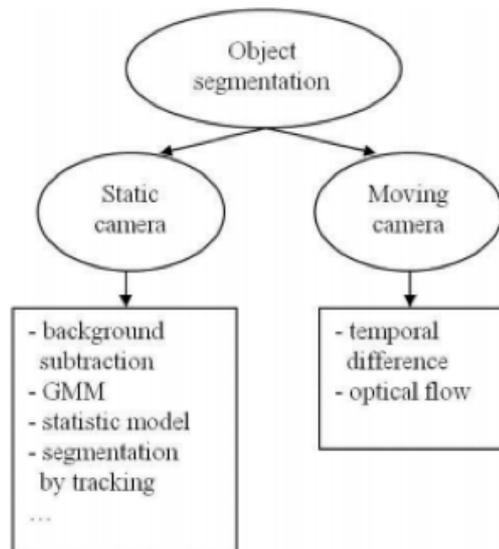


Figura 13. Metodologie utilizzate per la segmentazione di oggetti nel caso di camera fissa o in movimento [26]

2.4.4 Considerazioni sul riconoscimento dell'attività umana

Nonostante i progressi nell'ambito della computer vision, riguardo al riconoscimento dell'attività umana, ci sono ancora alcune problematiche che rendono impegnativa la distribuzione di questo tipo di sistemi di visione intelligente nel mondo reale. Un'importante sfida nel campo della ricerca è come gestire le occlusioni da parte di oggetti o persone presenti nella scena. Altra problematica è il riconoscimento della persona, visto che l'aspetto (appearance) può cambiare a causa di molti fattori come l'abbigliamento oppure oggetti che essa trasporta. Il cambiamento di aspetto dell'azione umana porta i ricercatori a una nuova direzione della ricerca, vale a dire a come descrivere le attività in modo che siano meno sensibili all'appearance, cogliendo le caratteristiche più utili ed uniche di ogni azione.

Il riconoscimento di attività umana, infine, costituisce il fondamento per l'analisi del comportamento del soggetto, che richiede informazioni contestuali aggiuntive come la comprensione del contesto applicativo ("chi", "dove", "cosa", "quando", "perché" e "come") in quanto le stesse attività possono avere diverse interpretazioni del comportamento umano. Lo "stare sdraiati" su un letto o su un divano, ad esempio, può essere interpretato come il "riposare" o "dormire" ma, in luoghi inappropriati come il pavimento del bagno o della cucina, può essere interpretato come una caduta o un segno di ictus. Inoltre, il tempo in cui si svolge un'azione ("quando") e il numero di ripetizioni di una stessa azione può anche contenere dati informativi importanti per la comprensione del comportamento stesso [26].

L'impiego di sensore RGB-D multipli e la modellazione 3D della posizione del corpo, ad ogni modo, costituiscono un buon punto di partenza per la realizzazione di sistemi di visione in grado di esplorare ad ampio raggio, con robustezza ed efficacia, l'attività ed il comportamento umano nei vari contesti applicativi di interesse.

Riferimenti

- [1] Xu, Xin, et al. "Exploring Techniques for Vision Based Human Activity Recognition: Methods, Systems, and Evaluation." *Sensors* 13.2 (2013): 1635-1650.
- [2] Sarvesh Vishwakarma, Anupam Agrawa. "A survey on activity recognition and behavior understanding in video surveillance". *The Visual Computer*. September 2012.
- [3] R. Posada-Gomez et al. "Development of a natural interaction interface for people with disabilities in a home automation control room", *Ambient Intelligence and Smart Environments*, Vol.13: Workshop Proceedings of the 8th International Conference on Intelligent Environments. IOS Press, 2012.
- [4] Salah, Albert Ali, et al. "Human behavior understanding for inducing behavioral change: application perspectives. *Human Behavior Understanding*", Springer Berlin Heidelberg, 2011. 1-15.
- [5] Ong, Wee-Hong, Leon Palafox, and Takafumi Koseki. "Investigation of Feature Extraction for Unsupervised Learning in Human Activity Detection" *Bulletin of Networking, Computing, Systems, and Software* 2.1 (2013): pp-30.
- [6] Chen, Lulu, Hong Wei, and James M. Ferryman. "A Survey of Human Motion Analysis using Depth Imagery." *Pattern Recognition Letters* (2013).
- [7] Shotton, Jamie, et al. "Real-time human pose recognition in parts from single depth images." *Communications of the ACM* 56.1 (2013): 116-124.
- [8] Escalera, Sergio. "Human behavior analysis from depth maps." *Articulated Motion and Deformable Objects*. Springer Berlin Heidelberg, 2012. 282-292.
- [9] Kosmopoulos, Dimitrios I., et al. "Fusion of color and depth video for human behavior recognition in an assistive environment." *Distributed, Ambient, and Pervasive Interactions*. Springer Berlin Heidelberg, 2013. 42-51.
- [10] Shao, Ling, et al. "Computer Vision and Machine Learning with RGB-D Sensors." *Advances in Computer Vision and Pattern Recognition* (2014).
- [11] Popa, Mirela, et al. "Kinect sensing of shopping related actions" *Constructing Ambient Intelligence*. Springer Berlin Heidelberg, 2012. 91-100.
- [12] Makonin, Stephen; Bartram, Lyn; Popowich, Fred. "A Smarter Smart Home: Case Studies of Ambient Intelligence", *Pervasive Computing, IEEE*, Vol.12, Issue 1 (2013), Page(s): 58-66.
- [13] Karg, Michael, and Alexandra Kirsch. "Low cost activity recognition using depth cameras and context dependent spatial regions." *Proceedings of the 2014 international conference on Autonomous agents and multi-agent systems*. International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems, 2014.
- [14] de Campos, Teófilo E. "A survey on computer vision tools for action recognition, crowd surveillance and suspect retrieval." *XXXIV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação – CSBC 2014*.
- [15] R. Revathi, Dhananjay Kumar, "A survey of activity recognition and understanding the behaviour in video surveillance", *Computer Vision and Pattern Recognition*, *arXiv preprint* 2012 (<http://arxiv.org/abs/1207.6774>)

- [16]Thida, Myo, et al. "A Literature Review on Video Analytics of Crowded Scenes." *Intelligent Multimedia Surveillance*. Springer Berlin Heidelberg, 2013, pp.17-36.
- [17]Uribe-Quevedo, Alvaro, Byron Perez-Gutierrez, and Cesar Guerrero-Rincon. "Seated Tracking for Correcting Computer Work Postures." Biomedical Engineering Conference (SBEC), 2013 29th Southern. IEEE, 2013.
- [18]Ray, Soumitry J., and Jochen Teizer. "Real-time construction worker posture analysis for ergonomics training." *Advanced Engineering Informatics* 26.2 (2012), pp. 439-455.
- [19]J. Y. Kim, C. H. Caldas, "Vision-Based Action Recognition in the Internal construction site using interactions between worker actions and construction objects." (2013 Proceedings of the 30th ISARC, Montréal, Canada), pp. 661-668
- [20]Victor Escorcia, et al. "Automated Vision-based Recognition of Construction Worker Actions for Building Interior Construction Operations Using RGBD Cameras". Construction Research Congress, 2012.
- [21]<http://raamac.cee.illinois.edu/detectiontracking#>
- [22]Khosrowpour, Ardalan, et al. "Automated Worker Activity Analysis in Indoor Environments for Direct-Work Rate Improvement from Long Sequences of RGB-D Images." Construction Research Congress 2014@sConstruction in a Global Network. ASCE.
- [23]Chanjira Sinthanayothin, Nonlapas Wongwaen, Wisarut Bholsithi. "Skeleton Tracking using Kinect Sensor & Displaying in 3D Virtual Scene". IJACT: International Journal of Advancements in Computing Technology, Vol. 4, No. 11, pp. 213 - 223, 2012.
- [24]Aggarwal, J. K., and Lu Xia. "Human activity recognition from 3D data: A review." *Pattern Recognition Letters* (2014).
- [25]Aggarwal, J. K., and Michael S. Ryoo. "Human activity analysis: A review." *ACM Computing Surveys (CSUR)* 43.3 (2011): 16.
- [26]Ke, Shian-Ru, et al. "A review on video-based human activity recognition", *Computers* 2.2 (2013), pp. 88-131.

2.5 Le attività riabilitative in ambiente domestico tramite sensori di movimento Kinect (ISTI)

Sistema di riabilitazione da Ictus tramite Kinect

Le intenzioni iniziali di Microsoft, quando è stata presentata la versione destinata ai desktop, erano di favorire lo sviluppo di applicazioni destinate prevalentemente all'entertainment. In realtà molti centri di ricerca hanno subito intuito le potenzialità del mezzo per applicazioni in settori completamente diversi, in particolare in quello dell'health, sviluppando in breve tempo sistemi molto interessanti. A quel punto anche la divisione research di Microsoft ha deciso di impegnarsi in quel settore, con delle applicazioni di sicuro rilievo come Stroke Recovery.

Stroke Recovery con Kinect è un prototipo di sistema di riabilitazione interattivo che aiuta i pazienti con ictus a migliorare il loro funzionamento motorio degli arti superiori nel comfort della propria casa. Utilizzando la tecnologia Microsoft Kinect, il sistema prototipo riconosce e interpreta i gesti dell'utente, valuta i progressi della riabilitazione, e regola il livello di difficoltà per le successive sedute di terapia.

Basato sul kit di sviluppo software di Microsoft Kinect SDK, questo prototipo di sistema utilizza il sensore di profondità per catturare i movimenti di 48 punti scheletrici sul paziente mentre esegue la terapia. Stroke Recovery con Kinect interpreta i dati di movimento fornite dal sensore, consentendo al sistema di misurare e valutare i movimenti del paziente. Queste informazioni consentono al medico di misurare il progresso di riabilitazione del paziente. Il sistema utilizza i punteggi dei pazienti delle sessioni precedenti per regolare il livello di difficoltà per le successive sedute di terapia.



Stroke Recovery con Kinect si compone di tre programmi riabilitativi che il paziente può eseguire ovunque utilizzando un Kinect e un computer con Windows. Il paziente può essere istruito per eseguire uno o tutti i programmi di seguito.

Una versione virtuale del test classico box-and-block (BBT) valuta il coordinamento dei pazienti, destrezza manuale e capacità motorie. Si tratta di un esercizio classico in cui si cercano di prendere dei blocchi uno per uno e metterli in una scatola in una quantità di tempo limitata. Simile a un gioco per computer, Stroke Recovery con Kinect mostra i punteggi dei pazienti non appena hanno finito una sessione, fornendo un feedback positivo immediato quando i punteggi migliorano da sessione a sessione.

Un programma separato mostra una posizione target sul monitor, che il paziente tenta di assumere. La postura di riferimento con il tempo si modifica, mentre il paziente continua a cercare di replicarla. Alla fine il paziente riceve un punteggio Fugl-Meyer di valutazione, basato sul suo successo.

Infine, un gioco di ambientazione “spaziale” permette ai pazienti di esercitare le loro capacità di riflesso guidando un'astronave nello spazio nel tentativo di evitare gli asteroidi in arrivo. Il sistema in questo caso traccia la mano del paziente e la sua traiettoria relativa in relazione con il movimento del gomito e/o della spalla.

Jintronix

Jintronix è una società finanziata da Madrona Venture Group con sede a Seattle che fornisce soluzioni innovative nel campo della terapia fisica. E' il vincitore 2012 del primo premio allo Start-up Festival Internazionale ospitata a Montreal. Questa società che sta radicalmente cambiando i percorsi riabilitativi da ictus o altre lesioni, ha di recente ricevuto l'approvazione dalla US Food and Drug Administration (FDA) per il suo sistema di riabilitazione basato su Kinect. E' stata il primo sistema di questo tipo approvato per l'uso in un contesto sanitario.

Il sistema è stato sviluppato principalmente per le persone con malattie neurologiche, per situazioni post-ictus o trauma cranico (TBI), e per pazienti con problemi ortopedici. Sono previste tre modi di utilizzo del sistema: un modo “integrato” con le terapie tradizionali, seguito direttamente dai terapisti, uno “casalingo”, con esercizi semplificati da eseguire direttamente a casa, ed infine uno “kiosk”, adatto ad essere utilizzato in centri di riabilitazione senza assistenza da parte di operatori.

Il sistema Jintronix riunisce un approccio ludico (gamification) con esercizi comuni di terapia fisica per fornire ai pazienti un'esperienza ottimale di riabilitazione. Pensato per lavorare a fianco di terapia fisica tradizionale, la soluzione Jintronix offre esercizi di gioco simile che accelerano il recupero. I pazienti ricevono un feedback immediato sul loro successo o il fallimento nel seguire la terapia ludico-motoria. Il risultato è un aumento del desiderio del paziente di tenere il passo con il processo di riabilitazione.

Jintronix è in grado di fornire ai medici dati quantitativi di performance che consentono loro di monitorare i pazienti e gli esercizi di aggiornamento.



Virtual Rehab

VirtualRehab è stato sviluppato in collaborazione con specialisti del settore Neuro-riabilitazione per lavorare con pazienti affetti da malattie neurodegenerative, neuromuscolari e del cervello, così come per migliorare la mobilità degli anziani.

Il paziente interagisce con il sistema in un ambiente 3D, dove esegue molteplici combinazioni di movimento senza la necessità di un dispositivo collegato o un controller grazie al Kinect. Allo stesso tempo, i terapeuti possono programmare sessioni di terapia su misura, tenendo conto delle particolari esigenze di ogni paziente. Anche in questo caso, il paradigma usato per motivare i pazienti è quello ludico (gamification), il che significa una migliore aderenza ai trattamenti e risultati più rapidi.



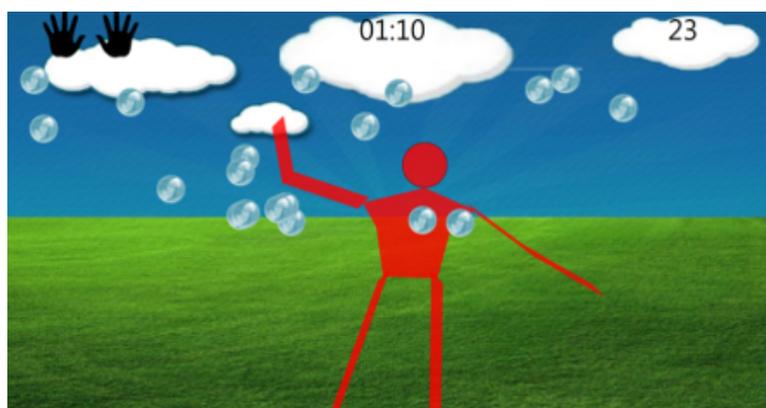
Una delle caratteristiche interessanti del sistema è di poter essere utilizzato direttamente a casa dai pazienti, rimanendo connessi in modo molto stretto con i fisioterapisti tramite un collegamento di rete. Il sistema è quindi quasi totalmente “cloud-based”, facendo utilizzo della tecnologia Microsoft Azure.

Nel novembre 2014 VirtualRehab, oltre alla certificazione americana FDA, ha ricevuto anche quella CE europea che lo classifica come dispositivo medico. E' in uso nell'unità di Neuroriabilitazione dell'Ospedale Nazionale di Neurologia e Neurochirurgia (NHNN) Queen Square di Londra, parte dell' University College London Hospitals NHS Trust, riconosciuto a livello internazionale. L'Unità di neuroriabilitazione a Queen Square è il più grande centro del Regno Unito per pazienti con patologie neurologiche, tra cui ictus, trauma cranico, sclerosi multipla, lesioni del midollo spinale, neuropatie periferiche, paralisi cerebrale e morbo di Parkinson.

Attualmente è quindi il sistema di riabilitazione basato su Kinect che ha, sul campo, ricevuto la più solida validazione clinica.

Fifth element

In questo caso si tratta di un progetto totalmente italiano. Fifth element è un software che offre a bambini con autismo e disturbi pervasivi dello sviluppo ed anche a persone disabili la possibilità di apprendere attraverso giochi piacevoli, stimolando curiosità e interesse. Il progetto è nato nel 2011 da quattro sviluppatori iscritti al programma Microsoft Student Partner, con l'obiettivo di migliorare la vita dei disabili attraverso l'uso della tecnologia. Si basa su di una serie di learning games (giochi di apprendimento) e di servizi remoti di assistenza rivolti, oltre a bambini affetti da autismo, a persone che soffrono di Alzheimer o di Morbo di Parkinson, a persone che necessitano di una riabilitazione sportiva e post-traumatica, vocale e del linguaggio, che hanno subito ictus, cardiopatia, o che hanno da stimolare e migliorare la coordinazione occhio-mano e in prospettiva anche a coloro che soffrono di schizofrenia.



E' un sistema flessibile, capace di adattarsi alle esigenze specifiche dell'utente, anche da remoto. In questo caso si può parlare, infatti, di Remote Therapy, compiuta tramite lo scambio in real-time di materiali audio, video e informazioni 3D sul movimento. Dal 2013 Fifth element è in distribuzione, dopo una fase di sperimentazione e ricerca in alcuni centri di terapia insieme con il Politecnico di Milano, ai centri di terapia (con una versione speciale a uso specifico dei terapisti per la gestione e la pianificazione delle attività dei pazienti) e a un campione di famiglie. Presto sarà scaricabile direttamente dalle famiglie con un abbonamento mensile dal costo molto basso.

2.6 Le attività riabilitative in ambiente domestico tramite inerziali wireless, smartphone e sensori 2D e 3D (IEIT)

2.6.1 Attività riabilitative per malati di Parkinson

L'attività di ricerca del gruppo "Engineering for Health and Wellbeing" dello IEIT sulle tematiche della e-health è nata ed è stata sviluppata nell'ambito del progetto del Ministero della Salute-RICERCA FINALIZZATA 2009 "VRehab-Virtual Reality in the Assessment and TeleRehabilitation of Parkinson's Disease and Post-Stroke Disabilities".

Questo progetto aveva lo scopo di sviluppare una piattaforma integrata hardware e software per il monitoraggio e la riabilitazione assistita in remoto (a domicilio) di pazienti infartuati o parkinsoniani, ma può essere estesa anche ad altre tipologie di attività riabilitativa.

La piattaforma si basa su due approcci tecnologici principali: Computer Vision per l'analisi ed il monitoraggio del movimento di mani, arti e postura del paziente e la tecnologia Wireless Body Sensor Networks per l'analisi ed il monitoraggio del passo e in generale di una misura quantitativa dell'attività motoria del paziente nel tempo.

Requisiti fondamentali nel progetto della piattaforma sono stati: usabilità, applicabilità, basso costo.

La malattia di Parkinson è una malattia degenerativa del sistema nervoso centrale dovuta alla morte delle cellule che sintetizzano e rilasciano dopamina: i sintomi più evidenti sono legati al movimento ed includono tremore, rigidità, instabilità posturale, difficoltà del movimento.

Trattandosi di una malattia degenerativa, l'attenzione si sta focalizzando sulla creazione di sistemi che consentano di monitorare l'evolversi della malattia e soprattutto l'efficacia delle terapie somministrate. Attualmente, lo stato di gravità della malattia viene valutato clinicamente attraverso la scala UPDRS; questa classificazione è molto articolata e prevede la valutazione di diversi parametri tra cui funzioni motorie, espressività, stato mentale del paziente e altro. La sezione su cui viene focalizzata maggiormente l'attenzione nel campo della ricerca è quella motoria (UPDRS-III) dal momento che le difficoltà motorie sono l'aspetto principale e predominante della malattia.

La valutazione dei pazienti secondo la scala UPDRS viene effettuata personalmente dal neurologo che assegna al malato dei punteggi dopo l'esecuzione di alcuni esercizi. Questa attività richiede la presenza del paziente presso la struttura sanitaria e comporta un notevole disagio e costo per il paziente stesso.

La possibilità di poter effettuare lo stesso tipo di valutazione che richiede pochi minuti in ambiente domestico presenta quindi notevoli vantaggi:

- economico-sociali, evitando spostamenti per raggiungere le strutture sanitarie e diminuendone contestualmente l'affollamento
- terapeutici, aumentando il numero di controlli nel tempo è possibile raccogliere maggiori informazioni e avere un quadro clinico più dettagliato
- medici, perché la valutazione dei parametri cinematici eseguita in modo automatico aiuta il personale medico ad una valutazione più oggettiva dello stato del paziente.

Tra diverse tipologie di esercizi motori si è scelto di affrontare la valutazione di esercizi eseguiti con la singola mano in quanto questa attività può essere eseguita in posizione statica e permette un ambiente di lavoro circoscritto e facilmente controllabile.

Sono stati individuati alcuni tipi di esercizi (finger tapping, apertura-chiusura mano, prono-supinazione) per i quali è più facile definire un set di misure cinematiche misurabili in modo oggettivo. Dall'esecuzione di ogni esercizio è necessario ricavare una serie di parametri cinematici come la velocità di esecuzione, l'ampiezza del movimento, l'aritmicità ed evidenziare eventuali incertezze nell'esecuzione.

Per l'intera attività di monitoraggio e valutazione è stata prevista la possibilità di una supervisione in remoto effettuata da personale medico. Tutti i dati concernenti le attività relative alle terapie ed alla riabilitazione ovvero filmati multimediali, misure cinematiche, eventuali punteggi di esercizi svolti, sono trasferiti su un database centrale.

Obiettivo della attività di ricerca è stato quello di realizzare un sistema di riconoscimento e tracciamento della mano in tempo reale.

Nell'ottica di ottenere un sistema low-cost, anche in questo caso è stato adottato come sensore il prodotto commerciale Kinect e, per rendere più robusto ed affidabile il sistema di tracking, si è scelto di dotare il paziente di un guanto colorato leggero che non ostacola i movimenti della mano. Contestualmente è stata attivata la linea di attività sul tracking della mano senza guanto che in tempi successivi potrà semplificare ulteriormente l'esecuzione degli esercizi. Per rendere ancora più usabile il sistema è stato realizzato un software di interfaccia controllabile unicamente con i gesti della mano, riducendo al minimo l'utilizzo diretto del computer (Figura 14).

Dopo una prima fase di messa a punto del sistema dal punto di vista dell'usabilità, si è iniziata una campagna di acquisizione dati svolta sia presso le sedi dell'Associazione Amici Parkinsoniani Piemonte Onlus sia presso l'Istituto Auxologico Italiano nella sede di Piancavallo. Obiettivo della raccolta dati, attualmente ancora in corso, oltre a quello di valutare sul campo le prestazioni della piattaforma in termini di efficienza e affidabilità, è quello di creare una base dati statisticamente rilevante per implementare un classificatore UPDRS (Figura 15).

Contestualmente all'attività di ricerca concernente la terapia del Parkinson e utilizzando la medesima piattaforma tecnologica, su suggerimento dei neurologi e in base alle loro indicazioni, sono stati implementati alcuni esercizi motori a fine riabilitativo (*exer-games*). In tali giochi il paziente è guidato ad effettuare movimenti predefiniti interagendo con lo schermo del PC o con oggetti situati sul piano di lavoro. L'esecuzione dei giochi viene valutata attraverso un algoritmo di scoring che fornisce al personale medico ulteriori informazioni sulla stato di salute del paziente e contemporaneamente fornisce al paziente un feedback per valutare nel tempo l'evolvere della propria condizione fisica.

L'attività di ricerca sul monitoraggio del cammino e delle attività di riabilitazione motoria è stata avviata attraverso una collaborazione di ricerca su fondi Telecomitalia, tuttora in corso. Inizialmente l'attività ha riguardato la caratterizzazione di solette commerciali sensorizzate wireless per l'analisi del cammino, nonché lo sviluppo di algoritmi di monitoraggio della deambulazione.



Figura 14. Un paziente ed il riconoscimento dei movimenti della mano

Dal punto di vista operativo il paziente si pone di fronte allo schermo ed esegue una serie di esercizi guidati dal sistema. Il sistema stesso provvede ad elaborare i parametri cinematici più significativi che verranno utilizzati dal medico per la valutazione.

L'attività si è quindi focalizzata sul monitoraggio della cinematica dei movimenti dell'arto inferiore durante la riabilitazione motoria. Questa attività, tuttora in corso, ha coinvolto anche la Scuola di Medicina Fisica e Riabilitazione dell'Università degli Studi di Torino e il Centro Traumatologico Ortopedico.

L'obiettivo dell'attività riguarda in particolare il monitoraggio domestico, automatico e in tempo reale, dei movimenti angolari del ginocchio e del piede durante l'esecuzione di specifici esercizi riabilitativi tramite un sistema di misura non-invasivo basato su sensori wireless inerziali-magnetici. Sono stati sviluppati algoritmi opportuni per stimare attraverso i segnali dei sensori gli angoli istantanei dei giunti articolari di ginocchio e piede, per verificare la corretta esecuzione degli esercizi riabilitativi. E' stato sviluppato un sistema utente basato

su Tablet che consente al paziente di usufruire di una serie di funzioni (guida video all'esercizio, archiviazione automatica dei dati, feedback visivo dei movimenti dell'arto in tempo reale, videoconferenza col terapista in remoto, etc.). Il sistema utente è stato inoltre integrato in via sperimentale sulla piattaforma di Telecomitalia Fisio@Home. L'attività di ricerca sul monitoraggio automatico e la riabilitazione domestica sta attualmente evolvendo verso sistemi basati sull'integrazione di sensori inerziali e sensori RGB-Depth.

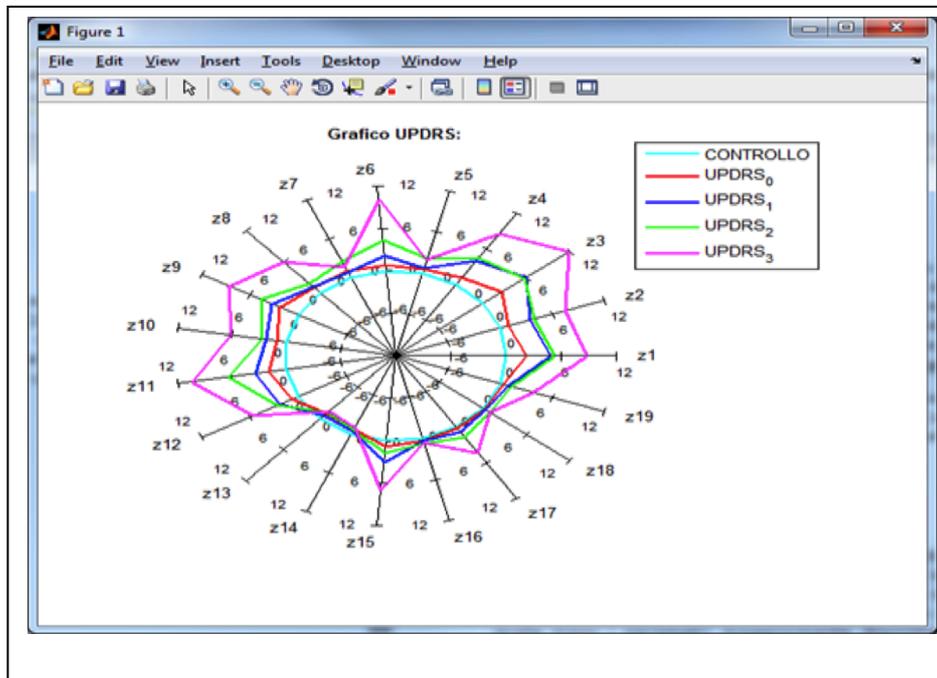


Figura 15. Classificatore UPDRS

2.6.2 Requisiti tecnici

La piattaforma integrata hardware e software sviluppata da IEIT per il monitoraggio e la riabilitazione assistita in remoto, al momento adattata al caso specifico della valutazione degli esercizi motori per pazienti affetti dalla malattia di Parkinson, acquisisce durante il funzionamento una serie di dati legati al movimento del paziente, durante lo svolgimento degli esercizi specifici.

Questi dati devono essere analizzati in modo da estrarre da essi quei parametri che li mettono in relazione con le valutazioni degli esercizi (UPDRS) fornite da personale esperto (p. es. medici neurologi); inoltre i parametri ottenuti saranno l'input di un sistema decisionale esperto che sarà in grado di fornire un feedback sullo stato di salute del paziente sia al paziente stesso sia al medico curante.

2.6.3 Servizi Offerti

- Studio ed implementazione di un sistema di valutazione oggettiva di esercizi motori in particolare effettuati con gli arti superiori. Questa attività viene effettuata nel contesto di un percorso terapeutico o fisioterapico riabilitativo e viene svolta dal paziente/utente in ambito domestico, in base alle indicazioni che devono essere date da personale medico

specializzato. Allo stesso modo le informazioni relative ai risultati degli esercizi, che verranno trasferiti per via telematica al supervisore medico, andranno ad integrare le informazioni necessarie al percorso riabilitativo o terapeutico.

- Studio ed implementazione di sistemi di valutazione di esercizi motori gestuali eseguiti in un contesto ricreativo e ludico (exer-games). Queste attività da effettuare in ambiente domestico, valutate attraverso un meccanismo di scoring, sono destinate a soggetti non necessariamente inseriti in contesti di terapia o riabilitazione, ma servono ad integrare le informazioni relative allo stato di salute e benessere fisico del soggetto.
- Sistemi di monitoraggio e misurazione dell'attività motoria di soggetti nel tempo effettuata tramite Sensori Wireless.

Funzionalità del servizio associato al sistema

La tipologia di esercizi prevista prevede che i soggetti siano posizionati in posizione eretta o seduta di fronte al sistema di acquisizione ed eseguano, guidati dal sistema stesso, una serie di esercizi gestuali effettuati con gli arti superiori in un tempo prestabilito. Il sistema misura i parametri cinematici degli arti in movimento (traiettorie, velocità di esecuzione, ritmicità, eventuali esitazioni etc.) per analizzarli ed eventualmente per fornire uno score che può essere utilizzato dal paziente come autovalutazione degli esercizi eseguiti. I parametri misurati nell'esercizio possono essere trasferiti ad un server remoto a disposizione del personale medico per ottenere informazioni sul singolo paziente o essere aggregati ed utilizzati a fini di rilevamento statistico.

L'utilizzo dei sensori wireless permette, a differenza dei casi precedenti, di effettuare misurazioni di carattere cinematico sull'attività della persona durante un arco di tempo più lungo e senza limitare il soggetto negli spostamenti. Possono anche essere utilizzati all'aperto, predisponendo un opportuno sistema di storage dei dati che potrebbe essere anche un semplice smartphone.

L'analisi dei dati è funzione della tipologia di servizio che può essere configurato come semplice monitoraggio della generica attività motoria nel tempo del soggetto o, per applicazioni particolari, monitoraggio di parametri più complessi, come ad esempio l'andamento nel tempo del movimento relativo di arti (angolo del gomito, del ginocchio) in un contesto di riabilitazione conseguente a traumi.

Architettura Hardware e Software

Essendo destinati ad un utilizzo domestico e diffuso, la soluzione tecnologica adottata per la realizzazione dei sistemi è improntata al paradigma del low-cost. I grandi investimenti fatti nel settore dei videogiochi per la realizzazione di interfacce HMI hanno reso disponibili a prezzi contenuti sensori 3D e telecamere RGB-D fino a qualche anno fa reperibili solo a costi elevati. Le soluzioni tecnologiche per la realizzazione dei sistemi di valutazione motoria prevedono pertanto l'utilizzo di telecamere RGB-D low cost (Kinect o equivalenti) abbinate ad un normale PC domestico.

Analogamente, nell'ambito dei sensori wireless, oltre alla disponibilità di dispositivi dedicati, è possibile sfruttare la grande diffusione di smartphone con accelerometri integrati, ed ultimamente di smartwatch e dispositivi indossabili in genere. Gli smartphone inoltre possono

essere utilizzati come sistemi portabili di raccolta e preprocessing dei dati per poi trasferire le informazioni raccolte su opportuni database centralizzati.

2.6.4 IL SERVIZIO DI RICONOSCIMENTO DELLO STATO EMOTIVO TRAMITE VOCE (ISTC)

Le emozioni sono comunemente descritte come stati transitori caratterizzati da una componente soggettiva esperienziale, risposte fisiologiche e espressioni osservabili. Pur essendo queste componenti correlate, esse presentano essenzialmente natura differente e non esistono delle tecniche di valutazione comuni capaci di cogliere simultaneamente tutti gli aspetti coinvolti. Per questo motivo esistono diverse tecniche per ottenere una valutazione affidabile delle emozioni sentite da un individuo. Di seguito ci si concentrerà su una descrizione delle principali tecniche in letteratura, soffermandoci poi su quelle che si pensa di utilizzare nel progetto e che sono in parte già impiegate presso alcuni degli istituti partecipanti.

Il riconoscimento delle emozioni nel parlato è un campo di ricerca relativamente recente che ha come obiettivo la comprensione dello stato emotivo della persona che pronuncia il discorso oggetto di analisi. L'emozione può essere rilevata analizzando la voce e il tono di chi parla cercando di associare lo stato emotivo alle lievi variazioni acustiche (altezza, tono, ecc.). Questo è un compito molto impegnativo per la variabilità intrinseca dovuta ai parlatori, alle cadenze, agli accenti, alla velocità e ai modi di parlare (*Banse e Scherer, 1996*).

L'insieme delle emozioni che si vuole riconoscere in modo automatico è un aspetto molto importante. I linguisti hanno classificato gli stati emozionali collegati alla vita umana. In letteratura sono presenti diversi insiemi di riferimento (*Schubiger, 1958 - O'Connor e Arnott, 1973*) che contengono 300 stati emotivi. Un numero così alto è difficilmente classificabile; noi ci riferiremo solo alle emozioni primarie (archetipe) che sono Gioia, Rabbia, Paura, Disgusto, Sorpresa e Tristezza (*Cowie et al., 2001*).

2.6.5 Caratteristiche del parlato

L'estrazione di caratteristiche che individuano efficientemente una emozione è di fondamentale importanza per un sistema di riconoscimento del parlato emotivo. E' pratica comune nella elaborazione del parlato dividere temporalmente il segnale in piccoli segmenti. In ogni segmento il segnale può essere considerato stazionario (*Rabiner e Schafer, 1978*). Le caratteristiche prosodiche estratte da ogni segmento come tonalità ed energia sono chiamate caratteristiche locali. Le caratteristiche globali sono calcolate come statistiche su tutta la lunghezza del segnale in esame. Le caratteristiche globali hanno il vantaggio di essere in numero inferiore rispetto a quelle locali e la maggioranza dei ricercatori concorda sul fatto che sono più affidabili per la classificazione delle emozioni (*Ververidis e Kotropoulos, 2005 - Hu et al., 2007 - Shami e Kamel, 2005 - Picard et al., 2001*). D'altro canto hanno lo svantaggio di perdere completamente l'informazione temporale del segnale. Alcuni ricercatori affermano che le caratteristiche globali sono efficienti solo nel riconoscimento di emozioni con alta eccitazione (gioia, rabbia, paura) e meno con altre in cui l'eccitazione è bassa (tristezza) (*Nwe et al., 2003*).

Le caratteristiche possono essere raggruppate in quattro categorie: continue, qualitative, spettrali e basate su TEO (Operatore Energetico Teager) (Figura 16).

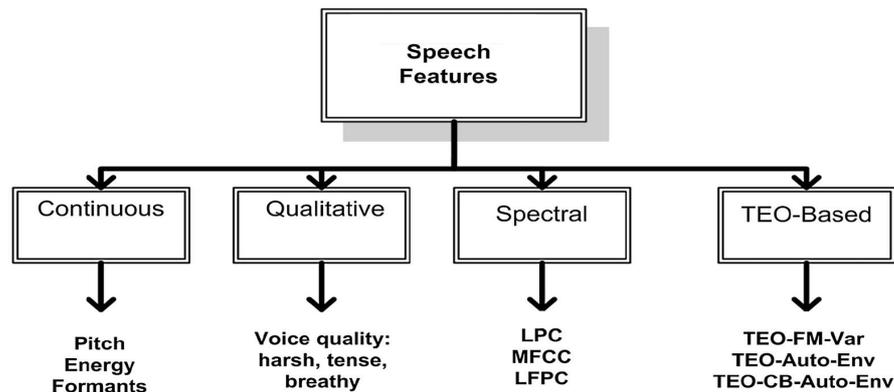


Figura 16. Le categorie delle caratteristiche del parlato

L'immagine è cortesia di (El Ayadi, 2011)

Le caratteristiche prosodiche del continuo contengono molte informazioni sul contenuto emotivo di un discorso (Cowie et al., 2001 - Busso et al., 2009 - Bosh, 2003). Frequenza fondamentale (F0), formanti, energia e durata sono le caratteristiche globali maggiormente utilizzate e molti studi hanno dimostrato la connessione con le emozioni archetipe (Cowie e Douglas-Cowie, 1996 - Murray et al., 1993 - Oster et al., 1986 - Beeke et al., 2009 - Borchert e Dusterhoft, 2005 - Tao et al., 2006). Ad esempio il livello di eccitazione del parlante influenza l'energia globale, la distribuzione dell'energia nello spettro di frequenza, la frequenza e la durata delle pause (Williams e Stevens, 1981). Il compito comunque è tutt'altro che scontato in quanto si riscontrano similitudini nelle caratteristiche di alcune emozioni: gioia, rabbia, paura e sorpresa si assomigliano per quanto riguarda le caratteristiche della frequenza fondamentale (Cahn, 1990).

Un altro aspetto collegato al contenuto emozionale del parlato è la qualità della voce (Davitz, 1964 - Scherer, 1986). Definita con aggettivi quali tesa, dura, sospirante o dimessa essa è determinata da un vasto numero di variabili fonetiche. Possiamo individuare quattro categorie principali: livello della voce (energia, durata e ampiezza del segnale), tonalità della voce, strutture temporali e unità linguistiche (frasi, parole, fonemi). Anche in questo caso la mappatura non è un compito banale che dipende molto dalla soggettività del ricercatore (Gobl e Chasaide, 2003). Alcuni suggeriscono che la voce tesa è associata a rabbia, gioia e paura e una voce dimessa alla tristezza (Scherer, 1986), mentre altri notano una affinità tra voce sospirante e rabbia e tra voce sonora e tristezza (Murray e Arnott, 1993). In aggiunta all'analisi delle caratteristiche acustiche temporali vengono prese in considerazione anche le componenti spettrali del segnale perché è dimostrato che il contenuto emotivo ha un impatto sulla distribuzione dello spettro di energia lungo tutto l'arco delle frequenze presenti in un discorso (Nwe et al., 2003). Ad esempio in presenza di gioia si riscontra alta energia in corrispondenza delle alte frequenze, mentre la tristezza è associata a bassa energia nell'intervallo delle medesime frequenze (Banse e Scherer, 1996 - Kaiser, 1962). Le caratteristiche spettrali possono essere estratte con operatori lineari come LPC (Rabiner e Schafer, 1978), OSALPC (Hernando e Nadeu, 1997), LPCC (Atal, 1974) con operatori logaritmici come LFPC o con operatori basati su scale non lineari come

MFCC (Rabiner e Juang, 1993). Gli operatori relativi alla “cepstrum analysis” (LPCC e MFCC) hanno un ottimo risultato nel riconoscimento dello stress nel segnale parlato.

Una categoria a parte è riservata alle caratteristiche basate su TEO (Teager Energy Operator) nato dagli studi di Teager (Teager, 1990 - Teager e Teager, 1990). Il parlato è prodotto da un flusso di aria non lineare nel sistema vocale e la tensione muscolare del parlatore influenza questo flusso producendo il suono. Le caratteristiche basate su TEO individuano molto bene lo stress nel parlato. In particolare il profilo energetico Teager della tonalità classifica molto bene i seguenti aspetti: sonorità, rabbia, chiarezza, neutralità.

2.6.6 Utilizzo combinato con altre sorgenti di informazione

In molte situazioni indizi non acustici come le espressioni facciali o determinate parole possono essere di grande aiuto nel determinare l'emozione di chi parla. Certe parole pronunciate durante un'interazione possono indicare alti livelli di emozione che sono un indicatore affidabile, ad esempio, di situazioni di allarme oppure dell'insoddisfazione dei clienti in sistemi di interazione. L'utilizzo combinato di analisi delle caratteristiche acustiche con il riconoscimento automatico di parole chiave (word spotting) migliora sensibilmente la percentuale corretta di classificazione dell'emozione (Devillers e Lamel, 2003 - Lee e Pieraccini, 2002).

Dove è possibile disporre di una registrazione video di chi parla, l'analisi delle espressioni facciali è di grande utilità nel riconoscimento delle emozioni (Ekman, 1982 - Otsuka e Ohya, 1997). Alcune emozioni sono più facilmente riconoscibili usando l'audio, altre invece usando registrazioni video (De Silva et al., 1997). In uno studio del 2003 (Go et al., 2003) con le sole caratteristiche audio l'accuratezza di riconoscimento è di 57%-93.3% per gli uomini e di 68%-93.3% per le donne. Con il solo riconoscimento facciale basato su LDA (Linear Discriminant Analysis) si raggiunge il range 70%-90% per gli uomini e 64.4%-95% per le donne. Combinando le due sorgenti di informazione si ottiene il 95% relativamente agli uomini e il 98.3% per le donne come mostrato in

Tabella 4.

	Audio	Video	Combinata
Uomini	57%-93.3%	70%-90%	95%
Donne	68%-93.3%	64.4%-95%	98.3%

Tabella 4. Accuratezza del sistema di riconoscimento delle emozioni utilizzando prima solo caratteristiche acustiche, solo riprese video e poi le informazioni in modo combinato (Go et al., 2003)

2.6.7 Metodi di Classificazione

La fase successiva all'estrazione delle caratteristiche dalle sorgenti di informazione è quella della classificazione delle stesse ovvero la decisione su qual è l'emozione presente nel discorso. Diversi tipi di classificatori vengono usati per questo stadio, i più diffusi sono

quattro: Hidden Markov Model(HMM), Gaussian Mixture Model (GMM), Artificial Neural Network (ANN) e Support Vector Machine (SVM). Ognuno ha vantaggi e limiti. L'accuratezza è il più significativo, ma sono parametri importanti anche il tempo di allenamento necessario e la sensibilità del modello ai dati di inizializzazione. Una stima di tali parametri si può osservare in Tabella 5.

Classificatore	HMM	GMM	ANN	SVM
Accuratezza media	75.5–78.5%	74.8–81.9%	51.19–70%	75.45–81.29%
Tempo medio di allenamento	Piccolo	Piccolissimo	Back-prop: grande	Grande
Sensibilità all'inizializzazione del modello	Alta	Alta	Alta	Bassa

Tabella 5. Performance dei classificatori più popolari utilizzati per il riconoscimento di emozioni nel parlato.

Basandoci sugli studi presenti in letteratura (*Nwe et al., 2003 - Cairns e Hansen, 1994 - Lee e Pieraccini, 2002 - Otsuka e Ohya 1997 - Shuller et al., 2003 - Fu et al., 2008 - Womack e Hansen, 1999 - Ververidis e Kotropoulos, 2005*), si può concludere che HMM è il classificatore più utilizzato, probabilmente perché è largamente usato anche in tutte le altre applicazioni che riguardano il parlato.

2.6.8 Valutazioni self-report

Attraverso le valutazioni self-report viene richiesto all'individuo di riportare sensazioni e sentimenti rispetto ad una situazione esperita attraverso tecniche verbali o non-verbali e questo tipo di valutazioni rappresenta la modalità elettiva per misurare la componente soggettivo-esperienziale delle emozioni. Attraverso le tecniche verbali si chiede alle persone di rispondere a parole descrivendo il proprio stato emotivo. Questa modalità è soggetta a barriere linguistiche, oltre al fatto che spesso le persone si dimostrano restie ad aprirsi e comunicare apertamente i propri stati emotivi. Attraverso le tecniche non verbali si cerca di superare questi limiti chiedendo agli individui di esprimere le proprie emozioni attraverso canali diversi dal linguaggio.

Il modello PAD (Mehrabian 1980, 1995, 1997). PAD è un acronimo per Pleasure, Arousal e Dominance, le tre dimensioni utilizzate per descrivere un'emozione. La Piacevolezza (Pleasure) si riferisce a caratteristiche qualitative dell'esperienza, per Arousal si intende l'attivazione legata ad uno stato di vigilanza, mentre con Dominanza (Dominance) ci si riferisce alla sensazione di controllo esperita dall'individuo su una determinata situazione. Secondo questo modello, al soggetto viene richiesto di descrivere le proprie emozioni tenendo conto di queste dimensioni, (piacevole-non piacevole; arousal-non arousal, controllo-non controllo) e, sulla base delle combinazioni ottenute in queste tre dimensioni, si

possono individuare otto diverse emozioni di base. Per esempio, l'ostilità viene descritta da bassa piacevolezza, alto arousal e alto controllo. Nonostante la validità dell'inquadramento teorico, questo modello richiede uno sforzo notevole da parte delle persone nel riuscire ad inquadrare il proprio stato all'interno di dimensioni astratte. Inoltre, può anche risultare difficile comprendere il significato delle dimensioni stesse, portando a risultati distorti.

Self-Assessment Manikin – SAM (Lang, 1985). Il SAM altro non è che una rappresentazione grafica delle dimensioni descritte dal modello PAD sviluppato da Lang come alternativa alla misura self-report verbale. Nel SAM ogni dimensione viene rappresentata da dei manichini e viene richiesto alla persona di valutare il continuum su una scala likert a 9 punti. Attraverso questa tecnica non è prevista la possibilità di misurare specifiche emozioni, quanto valutare l'intensità delle dimensioni sottostanti ad esse. L'approccio grafico al modello permette l'utilizzo di questo strumento al di là di barriere linguistiche e culturali, sebbene rimanga il limite di non essere in grado di identificare specifiche emozioni, ma soltanto l'intensità di dimensioni sottostanti.

Affective grid (Russel, 1989). Attraverso questo strumento si chiede al soggetto di indicare con una croce all'interno di una griglia il proprio stato emotivo legato ad una specifica esperienza. Il modello include otto dimensioni affettive principali e parte dall'assunto che queste non siano indipendenti, ma rappresentino un modello circomplesso dell'emozione. L'asse orizzontale definisce la dimensione di piacevolezza, mentre l'asse verticale quella di arousal. In questo modo, per esempio, la sensazione di eccitazione risulta da una combinazione di arousal e piacevolezza alti, mentre l'angoscia scaturisce da alto arousal e bassa piacevolezza.

Geneva Emotions Wheel (Scherer, 2005)

Attraverso questo strumento viene chiesto alla persona di indicare l'emozione che sta provando scegliendo l'intensità di singole emozioni o combinazioni di esse, tra 20 distinte famiglie di emozioni. Questi gruppi di emozioni sono organizzati all'interno di una figura a forma di ruota con gli assi che definiscono le due principali dimensioni di valutazione (Piacevolezza e Controllo). Per ogni emozione sono proposti cinque gradi di intensità rappresentati graficamente da cerchi di dimensione crescente. Questo sistema di valutazione prevede anche le opzioni "Nessuna emozione esperita" e Altre emozioni esperite".

Positive Affect and Negative Affect Scales (Watson et al., 1988)

Si tratta di una lista di 20 aggettivi da valutare su una scala likert a 5 punti rispetto al proprio stato emotivo. È strutturato secondo due sottoscale che offrono una misura per le emozioni positive e una per quelle negative. Si tratta di un test piuttosto semplice ma ben costruito e con un buon grado di affidabilità, ed è molto utilizzato per valutare la valenza dello stato emozionale in una certa situazione. Inoltre, attraverso questo strumento è possibile ottenere sia una misura di stato, contingente ad una specifica situazione o esperienza, sia una misura di tratto, generalizzata, relativa ad un lasso di tempo più lungo.

2.6.9 Misure fisiologiche

La componente fisiologica delle emozioni comprende alterazioni neurali, ormonali, viscerali e muscolari e le misure prese in considerazione per rilevare stati fisiologici legati allo stato emotivo si concentrano prevalentemente sulle rilevazioni dell'attività del sistema nervoso autonomo (ANS), del sistema nervoso centrale, (CNS) e del sistema ormonale neurochimico centrale. Nello specifico, si fa riferimento a misure come attività cardiaca, pressione sanguigna, frequenza respiratoria, attività elettrodermica (EDA), temperatura, attività elettromiografica (EMG) o attività elettroencefalografica (EEG). Attraverso questi indici è possibile ottenere misurazioni legate alla intensità dell'emozione (EDA), alla valenza dell'emozione (EMG, pressione sanguigna, ECG), o di entrambe le dimensioni dell'emozione (EEG). Di seguito una breve descrizione delle principali variabili fisiologiche utilizzate per la valutazione degli stati emotivi.

Attività elettrodermica (EDA): attraverso la risposta galvanica cutanea (GSR) è possibile ottenere una misura dell'attività elettrodermica cutanea, ovvero le modificazioni delle proprietà elettriche della pelle (in particolare resistenza cutanea e conduttanza cutanea), solitamente rilevata a livello di alcune zone specifiche del corpo, come ad esempio le dita o il palmo delle mani. Le ricerche psicofisiologiche sulle variazioni GSR hanno evidenziato modificazioni significative di questo parametro associate all'intensità di alcune emozioni. Questa risposta fornisce una misura diretta dell'attivazione simpatica direttamente proporzionale all'intensità dell'emozione esperita. Ciò nonostante, ad oggi vi è carenza di evidenze sperimentali sulla specificità di questo indice per determinate emozioni.

Attività elettromiografia (EMG): l'EMG rappresenta una misura degli impulsi elettrici muscolari e viene rilevata ponendo dei sensori, per esempio su muscoli come il massetere o il corrugatore. Queste misure hanno il vantaggio di essere di facile interpretazione e di fornire una buona affidabilità.

Pressione sanguigna (BP): la misura della pressione sanguigna (BP) fornisce un indice legato all'attività cardiocircolatoria di facile interpretazione (per esempio, vi è un aumento della pressione legato alla paura).

Attività elettrocardiografica (ECG): L'ECG misura gli impulsi elettrici del cuore attraverso elettrodi applicati sul tronco. La sua affidabilità è alta, ma per l'interpretazione è necessaria una fase di riconoscimento e analisi del segnale.

Attività elettroencefalografica (EEG): Attraverso l'EEG si ottiene una misura del segnale elettrico cerebrale. Sebbene sia possibile ottenere informazioni sia sull'arousal che sulla valenza dell'emozione, questa tecnica risulta piuttosto complessa a causa della modalità di rilevazione che prevede l'applicazione di elettrodi sullo scalpo. In generale, le misure fisiologiche presentano il vantaggio di rappresentare risposte oggettive poiché attivate in maniera totalmente indipendente dal controllo dell'individuo. Allo stesso tempo non sono soggette a possibili bias sociali o culturali e, per questo motivo, possono essere utilizzate in maniera generalizzabile su diverse tipologie di popolazioni con la possibilità di generalizzarne i

risultati. Allo stesso tempo però, nonostante la precisione e l'affidabilità di tali misure, ancora rimane aperta la questione su come specifiche variazioni fisiologiche possano essere ricondotte a specifiche tipologie di emozioni o come l'effetto di altre variabili esterne possano influire su questo tipo di misure. Variabili come l'influenza che può avere l'attività fisica effettuata prima di una misurazione su indici come l'attività cardiaca o la temperatura corporea può portare a valori indipendenti dallo stato emotivo.

Riferimenti

- [1] B.S. Atal. Effectiveness of linear prediction characteristics of the speech wave for automatic speaker identification and verification. *J. Acoust. Soc. Am.*, 55 (6) (1974), pp. 1304–1312.
- [2] R. Banse, K. Scherer. Acoustic profiles in vocal emotion expression. *J. Pers. Soc. Psychol.*, 70 (3) (1996), pp. 614–636.
- [3] S. Beeke, R. Wilkinson, J. Maxim. Prosody as a compensatory strategy in the conversations of people with agrammatism. *Clin. Linguist. Phonetics*, 23 (2) (2009), pp. 133–155.
- [4] M. Borchert, A. Dusterhoft. Emotions in speech: experiments with prosody and quality features in speech for use in categorical and dimensional emotion recognition environments, in: *Proceedings of 2005 IEEE International Conference on Natural Language Processing and Knowledge Engineering, IEEE NLP-KE'05 2005*, 2005, pp. 147–151.
- [5] L. Bosch, Emotions, speech and the asr framework. *Speech Commun.*, 40 (2003), pp. 213–225.
- [6] C. Busso, S. Lee, S. Narayanan. Analysis of emotionally salient aspects of fundamental frequency for emotion detection. *IEEE Trans. Audio Speech Language Process.*, 17 (4) (2009), pp. 582–596.
- [7] J. Cahn. The generation of affect in synthesized speech. *J. Am. Voice Input/Output Soc.*, 8 (1990), pp. 1–19.
- [8] D. Cairns, J. Hansen. Nonlinear analysis and detection of speech under stressed conditions. *J. Acoust. Soc. Am.*, 96 (1994), pp. 3392–3400.
- [9] R. Cowie, E. Douglas-Cowie, Automatic statistical analysis of the signal and prosodic signs of emotion in speech, in: *Proceedings, Fourth International Conference on Spoken Language, 1996. ICSLP 96. vol. 3, 1996*, pp. 1989–1992.
- [10] R. Cowie, E. Douglas-Cowie, N. Tsapatsoulis, S. Kollias, W. Fellenz, J. Taylor. Emotion recognition in human–computer interaction. *IEEE Signal Process. Mag.*, 18 (2001), pp. 32–80.
- [11] J.R. Davitz. *The Communication of Emotional Meaning*. McGraw-Hill, New York (1964).
- [12] L.C. De Silva, T. Miyasato, R. Nakats. Facial emotion recognition using multimodal information. *Proceedings of the IEEE International Conference on Information, Communications and Signal Processing (ICICS'97), 1997*, pp. 397–401.
- [13] L. Devillers, L. Lamel. Emotion detection in task-oriented dialogs. *Proceedings of the International Conference on Multimedia and Expo 2003, 2003*, pp. 549–552.
- [14] P. Ekman. *Emotion in the Human Face*. Cambridge University Press, Cambridge (1982).

- [15] M. El Ayadi, M.S. Kamel, F. Karray. Survey on speech emotion recognition: Features, classification schemes, and databases. *Pattern Recognition* Vol. 44, Issue 3, March 2011, Pages 572–587.
- [16] L. Fu, X. Mao, L. Chen. Speaker independent emotion recognition based on svm/hmms fusion system. *International Conference on Audio, Language and Image Processing*, 2008. ICALIP 2008, pp. 61–65.
- [17] H. Go, K. Kwak, D. Lee, M. Chun. Emotion recognition from the facial image and speech signal. *Proceedings of the IEEE SICE 2003*, vol. 3, 2003, pp. 2890–2895.
- [18] C. Gobl, A.N. Chasaide. The role of voice quality in communicating emotion, mood and attitude. *Speech Commun.*, 40 (1–2) (2003), pp. 189–21.
- [19] J. Hernando, C. Nadeu. Linear prediction of the one-sided autocorrelation sequence for noisy speech recognition. *IEEE Trans. Speech Audio Process.*, 5 (1) (1997), pp. 80–84.
- [20] H. Hu, M.-X. Xu, W. Wu, Fusion of global statistical and segmental spectral features for speech emotion recognition. *8th Annual Conference of the International Speech Communication Association, Interspeech 2007*, vol. 2, 2007, pp. 1013–1016.
- [21] L. Kaiser. Communication of affects by single vowels. *Synthese*, 14 (4) (1962), pp. 300–319.
- [22] P. J. Lang, (1985). *The cognitive psychophysiology of Emotion: Anxiety and the anxiety disorders*. Hillside, NJ: Lawrence Erlbaum.
- [23] C. Lee, R. Pieraccini. Combining acoustic and language information for emotion recognition. *Proceedings of the ICSLP 2002*, 2002, pp. 873–876.
- [24] Mehrabian. *Basic dimensions for a general psychological theory: Implications for personality, social, environmental, and developmental studies*. Oelgeschlager, Gunn & Hain, Cambridge, MA, 1980.
- [25] Mehrabian. Framework for a comprehensive description and measurement of emotional states. *Genetic, Social, and General Psychology Monographs*, 121, 339-361, 1995.
- [26] Mehrabian. Comparison of the PAD and PANAS as models for describing emotions and for differentiating anxiety from depression. *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*, 19, 331-357, 1997.
- [27] Murray, J. Arnott. Toward a simulation of emotions in synthetic speech: A review of the literature on human vocal emotion. *J. Acoust. Soc. Am.*, 93 (2) (1993), pp. 1097–1108.
- [28] T. Nwe, S. Foo, L. De Silva. Speech emotion recognition using hidden Markov models. *Speech Commun.*, 41 (2003), pp. 603–623.
- [29] J. O'Connor, G. Arnold. *Intonation of Colloquial English*. (second ed.) Longman, London, UK (1973).
- [30] Oster, A. Risberg, The identification of the mood of a speaker by hearing impaired listeners, *Speech Transmission Lab. Quarterly Progress Status Report 4*, Stockholm, 1986, pp. 79–90.
- [31] T. Otsuka, J. Ohya. Recognizing multiple persons' facial expressions using hmm based on automatic extraction of significant frames from image sequences. *Proceedings of the International Conference on Image Processing (ICIP-97)*, 1997, pp. 546–549.

- [32] R.W. Picard, E. Vyzas, J. Healey. Toward machine emotional intelligence: analysis of affective physiological state. *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, 23 (10) (2001), pp. 1175–1191.
- [33] L. Rabiner, R. Schafer. *Digital Processing of Speech Signals*. (first ed.) Pearson Education (1978).
- [34] L. Rabiner, B. Juang. *Fundamentals of Speech Recognition*. Prentice Hall (1993).
- [35] J. A., Russell, A., Weiss, e G. A., Mendelsohn. Affect Grid: a single-item scale of pleasure and arousal. *Journal of Personality and Social Psychology*, 57, 493-502, (1989).
- [36] M.T. Shami, M.S. Kamel, Segment-based approach to the recognition of emotions in speech, in: *IEEE International Conference on Multimedia and Expo, 2005. ICME 2005, 2005*, 4pp.
- [37] K.R. Scherer. Vocal affect expression. A review and a model for future research. *Psychological Bull.*, 99 (2) (1986), pp. 143–161.
- [38] K.R. Scherer. What are emotions? And how can they be measured? *Social Science Information*, 44(4), 693-727, 2005.
- [39] M. Schubiger, *English intonation: its form and function*, Niemeyer, Tubingen, Germany, 1958.
- [40] Schuller, G. Rigoll, M. Lang. Hidden Markov model-based speech emotion recognition. *International Conference on Multimedia and Expo (ICME)*, vol. 1, 2003, pp. 401–404.
- [41] J. Tao, Y. Kang, A. Li. Prosody conversion from neutral speech to emotional speech. *IEEE Trans. Audio Speech Language Process.*, 14 (4) (2006), pp. 1145–1154.
- [42] H. Teager. Some observations on oral air flow during phonation. *IEEE Trans. Acoust. Speech Signal Process.*, 28 (5) (1990), pp. 599–601.
- [43] H. Teager, S. Teager. Evidence for nonlinear production mechanisms in the vocal tract. *Speech Production and Speech Modelling*, Nato Advanced Institute, vol. 55, 1990, pp. 241–261.
- [44] E. Velten. A laboratory task for induction of mood states. *Behavior Research & Therapy*, 1968, (6):473-482.
- [45] Ververidis, C. Kotropoulos. Emotional speech classification using Gaussian mixture models and the sequential floating forward selection algorithm. *IEEE International Conference on Multimedia and Expo, 2005. ICME 2005, July 2005*, pp. 1500–1503.
- [46] T. Vogt, E. André, N. Bee. EmoVoice – A framework for online recognition of emotions from voice. *Proceedings of Workshop on Perception and Interactive Technologies for Speech-Based Systems, 2008*.
- [47] J. Wagner, F. Lingenfelser, E. Andre. The Social Signal Interpretation Framework (SSI) for Real Time Signal Processing and Recognitions. *Proceedings of INTERSPEECH 2011, Florence, Italy, 2011*.
- [48] Williams, K. Stevens. Vocal correlates of emotional states. *Speech Evaluation in Psychiatry*, Grune and Stratton, 1981, pp. 189–220.
- [49] B.D. Womack, J.H.L. Hansen. N-channel hidden Markov models for combined stressed speech classification and recognition. *IEEE Trans. Speech Audio Process.*, 7 (6) (1999), pp. 668–677.
- [50] Watson, L.A. Clark, A., Tellegen. Development and validation of brief measures of positive and negative affect: the PANAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54, 1063-1070, (1988).

3 I SERVIZI DI e-INCLUSION (IFAC)

Col termine e-Inclusion, nella sua accezione più ampia, si intende sia il supporto all'accessibilità dell'ICT sia il supporto alle attività quotidiane delle persone, in accordo alla Dichiarazione Europea di Riga: "*e-Inclusion*" means both inclusive ICT and the use of ICT to achieve wider inclusion objectives. It focuses on participation of all individuals and communities in all aspects of the information society. (Pt. 4 MINISTERIAL DECLARATION APPROVED UNANIMOUSLY ON 11 June 2006, Riga).

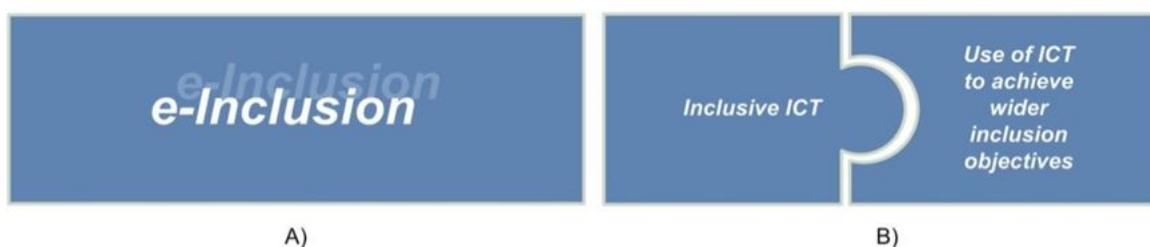


Figura 17. Composizione e-Inclusion

In Figura 17, la parte B) ne illustra le due componenti citate nella definizione. La parte a sinistra sottolinea l'importanza di garantire a tutti l'accesso alle Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione. La caratteristica di accessibilità continua a rappresentare un aspetto essenziale del problema, la cui mancanza può implicare l'esclusione dalla vita sociale a livello pubblico o privato. La risoluzione di questo problema è comunque garantita da numerosi strumenti già esistenti, rappresentati da leggi¹, normative² e Linee Guida fornite anche dalle stesse ditte produttrici del software. Si citano, tra le altre, ma non solo, le soluzioni proposte da Apple³ e Android⁴ per le applicazioni su dispositivi mobili⁵. L'ostacolo al superamento di tale problema è rappresentata dalla difficoltà ancora esistente di diffusione di tali concetti e nella loro applicazione.

Tuttavia la definizione di e-Inclusion va oltre quest'aspetto per includerne un secondo altrettanto importante riguardante l'opportunità di raggiungere obiettivi d'inclusione più ampi in supporto alla vita quotidiana delle persone, in accordo alle loro specifiche esigenze fisiche, sensoriali, cognitive e ambientali. Tale definizione di e-Inclusion indica quindi che le ricerche non possono essere limitate agli aspetti tecnologici, ma devono considerare anche gli aspetti sociali che dallo sviluppo tecnologico scaturiscono[1]. Questi infatti stanno modificando il modo in cui le persone comunicano tra loro.

Uno degli elementi di maggior rilievo riguardante gli aspetti sociali è senza dubbio costituito dall'avvento e dalla diffusione di reti sociali mediate dalle infrastrutture di telecomunicazione - che hanno prodotto cambiamenti significativi nelle relazioni interpersonali - e dall'accesso all'informazione, sia pure effettuate con l'ausilio di dispositivi elettronici.

¹ Legge4,2004 <http://www.camera.it/parlam/leggi/04004l.htm>

² WCAG 2.0, <http://www.w3.org/wai>

³ <https://developer.apple.com/accessibility/>

⁴ <https://developer.android.com/guide/topics/ui/accessibility/index.html>

⁵ Web Content Accessibility and Mobile Web: Making a Website Accessible Both for People with Disabilities and for Mobile Devices, <http://www.w3.org/WAI/mobile/overlap.html>

Nella creazione e composizione di servizi di e-Inclusion basati sulle reti sociali si possono considerare fondamentale due diverse tipologie: i) la realizzazione di applicazioni di reti sociali dedicate, oppure ii) l'utilizzo di prodotti già esistenti coniugati per le esigenze specifiche. La prima soluzione implica la costruzione di applicazioni finalizzate a servizi specifici. Se da una parte questa soluzione risulta corrispondere con maggiore precisione agli scopi proposti, dall'altra presenta la difficoltà, comune in molte realizzazioni specialistiche, di subire le problematiche dell'aggiornamento del prodotto. Infatti, poiché l'obiettivo primario dei servizi di e-Inclusion rimane quello dell'inserimento nella vita sociale, occorre provvedere affinché il prodotto si mantenga quanto più possibile aggiornato agli strumenti e alle metodologie di maggiore diffusione. Un esempio in tal senso è rappresentato dalla costruzione di siti web dedicati a persone con disabilità rispetto all'adozione di Linee guida di accessibilità al sito. La prima soluzione incontra meglio necessità e preferenze specifiche, mentre la seconda garantisce l'aggiornamento dei dati e dell'ambiente di lavoro.

Nel caso in esame la seconda soluzione fa riferimento al panorama attuale delle reti sociali disponibili e diffuse, che offre una gamma estesa di possibilità nella realizzazioni di servizi, garantendo, per definizione stessa di prodotto commerciale, l'aggiornamento dell'applicazione. Se ne analizzano in seguito alcuni aspetti potenzialmente utili al contesto della e-Inclusion.

Un altro aspetto di rilievo che emerge dall'utilizzo delle reti sociali è quello dell'intelligenza collettiva, ovvero quella forma di intelligenza che emerge dalla collaborazione (o competizione) di individui.

3.1 Scenari di utilizzo di reti sociali non dedicate

Prima di considerare l'adozione di applicazioni esistenti in questo dominio specifico, occorre anzitutto chiarire che l'uso di tali prodotti richiede una chiara conoscenza degli evidenti limiti di privacy e security presentati da queste applicazioni. Tuttavia, con gli appropriati accorgimenti (vedi ad esempio le pubblicazioni del Garante della Privacy⁶), si possono sviluppare alcune ipotesi di servizi. A questo riguardo si porta ad esempio una sperimentazione in corso relativo all'utilizzo di un social network come Facebook come supporto agli anziani, nell'ambito del progetto AAL FOOD⁷ (Framework for Optimizing the prOcess of feeDing). La scelta di un contesto specifico mette maggiormente in risalto le possibilità esistenti. Il cibo, trattato in questo caso, rappresenta un tema di interesse per la maggior parte delle persone, perché ad esso sono collegate diverse attività e possibilità, che riguardano la salute, il benessere, l'autonomia della persona, le relazioni sociali. Il progetto considera servizi per la sicurezza dell'utente (controllo ambientale), servizi legati all'approvvigionamento e alla gestione del cibo, alle terapie mediche in atto fino agli aspetti legati al consumo di energia. Tuttavia un aspetto importante è rappresentato dai servizi legati alla comunicazione, alla socializzazione, ivi compresi anche apprendimento o auto apprendimento di nuovi servizi ICT per il proprio benessere. Tra i vari servizi ipotizzati e successivamente sottoposti a sperimentazione su Facebook è stata ad esempio portata l'organizzazione di eventi per migliorare l'interazione sociale. Tali eventi sono condivisi dal gruppo di utenti che partecipa alla sperimentazione, come ad esempio un pranzo comune.

⁶ <http://www.garanteprivacy.it/web/guest/home/docweb/-/docweb display/docweb/1614258>

⁷ <http://www.food-aal.eu/>

L'evento viene gestito a livello di rete sociale. Si parte dalla fase iniziale degli inviti, si prosegue con la selezione del menu, che implica la gestione delle esigenze dietetiche specifiche delle persone, per poi gestire l'approvvigionamento degli ingredienti, in condizioni di difficoltà sia per problemi di mobilità dell'utente che di scarsa reperibilità del prodotto. A livello operativo si è partiti da uno scenario del servizio, che è stato successivamente tradotto in termini di elementi di comunicazione disponibili dall'applicazione.

La sperimentazione permetterà di individuare o focalizzare ulteriori elementi di arricchimento del servizio. La possibilità tecnologica offerta dalle reti sociali esistenti permette la gestione di documenti di varia natura, ad esempio testuali, grafici, e questo contribuisce all'efficacia del servizio, aumentandone l'usabilità e l'accettabilità da parte degli utenti. Infatti la comunicazione non risulta limitata ad un linguaggio solo testuale, ma può essere arricchito da immagini, foto o quant'altro risultato necessario. In Figura 18 e in Figura 19 si mostrano due immagini relative al servizio descritto.

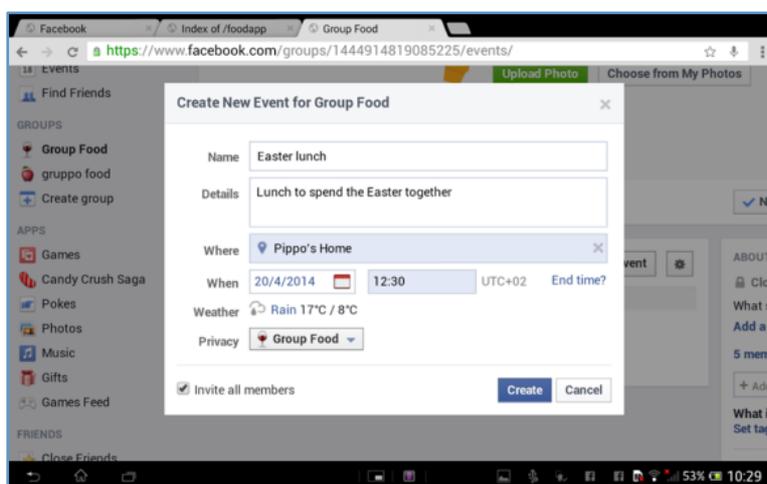


Figura 18. Creare un evento

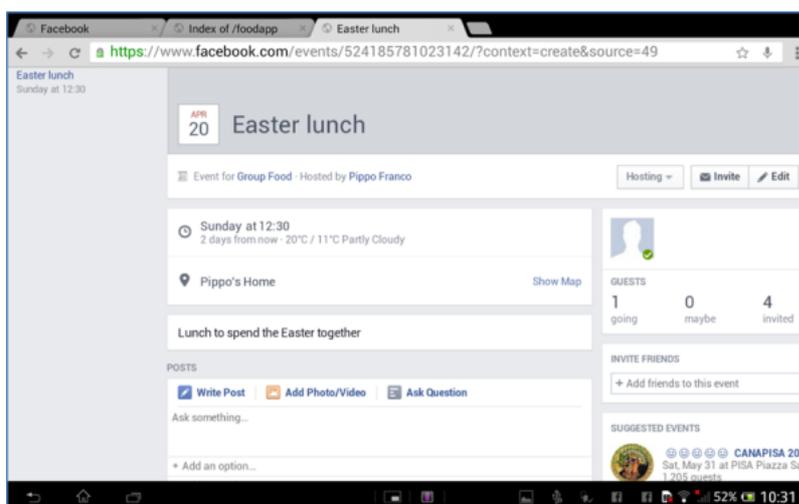


Figura 19. Visualizzare l'evento

La generalizzazione di uno studio di questo genere implica la costruzione di uno scenario di servizio, la trasformazione in base agli strumenti disponibili, l'implementazione sulla rete sociale utilizzata tenendo conto degli aspetti di privacy e security. Le prime considerazioni emergenti da tale esercizio riguardano senza dubbio la semplicità nella realizzazione di prime forme di servizio, la possibilità di facili modifiche e l'estensibilità dello stesso, in un contesto che permette all'utente una perfetta integrazione nel panorama di comunicazione corrente

3.2 Intelligenza collettiva

Connesso al concetto di rete sociale emerge un elemento di studio aggiuntivo che presenta ulteriori possibilità nel settore della e-Inclusion. Il concetto di rete sociale implementato col supporto di reti di telecomunicazioni viene facilmente esteso al concetto di Web 2.0 [2],[3],[4]. Sotto questa terminologia sono state raccolte numerose applicazioni di interazione sociale, caratterizzate da uno scambio di informazioni tra gli utenti, e ancor più da un cambiamento della figura dell'utente, da *consumer* di informazione a *prosumer* della stessa. L'utente dunque diventa egli stesso fornitore di informazione per gli altri utenti. Molti esempi potrebbero essere citati a tal proposito, tra i quali certamente uno dei più noti è Wikipedia. Il fenomeno di collaborazione tra utenti mediato da infrastrutture ICT è stato studiato come elemento di partenza per forme di intelligenza collettiva[5]. Come evidenziato in [6] il contenuto di informazione costituisce la parte di conoscenza che, se sorretta da un'opportuna struttura, permette di arricchire di elementi ulteriori l'applicazione sociale stessa. La struttura dell'informazione può essere realizzata attraverso la tecnologia del Web semantico [7]. L'interazione tra quelle che possono essere considerate due forme di intelligenza web può dar luogo a sistemi potenzialmente molto utili anche nel campo della e-Inclusion, perché capaci di sfruttare un'informazione prodotta non solo da esperti, ma anche da utenti, quindi con tipologie di esperienze e conoscenze diverse, associata ad una strutturazione della stessa, e quindi utilizzabile dagli apparati di elaborazione. Può essere citata a titolo di esempio un'applicazione realizzata da IBM[8], dove il problema dell'accessibilità è affrontato in modo collaborativo, cercando di fornire specifiche soluzioni. Da una parte utenti che presentano il loro problema specifico di accessibilità ai documenti elettronici, dall'altra altri utenti con il ruolo diverso di potenziali risolutori dei problemi dei primi, mediante l'inserimento di metadati opportuni. La piattaforma tecnologica permette lo scambio e la gestione dell'attività di entrambe.

Con l'obiettivo di generalizzare il concetto di intelligenza collettiva per la e-Inclusion, è stata portata avanti da IFAC un'attività di studio per identificare una possibile architettura che risponda a tali esigenze. Essa viene rappresentata nei suoi blocchi fondamentali in Figura 20. Nella struttura si individuano tre distinti livelli: il livello di interfaccia, il livello di elaborazione ed il livello di conoscenza.

Nel livello di interfaccia, risalta la presenza di una rete sociale, atta ad alimentare il contenuto di conoscenza del sistema.

Un secondo livello, identificato come livello di elaborazione, provvede a estrarre le componenti necessarie all'arricchimento dell'ontologia (*ontology learning and population*). L'arricchimento dell'ontologia può fornire risposte più precise e personalizzate ad un servizio di ricerca che si interfaccia con l'utente.

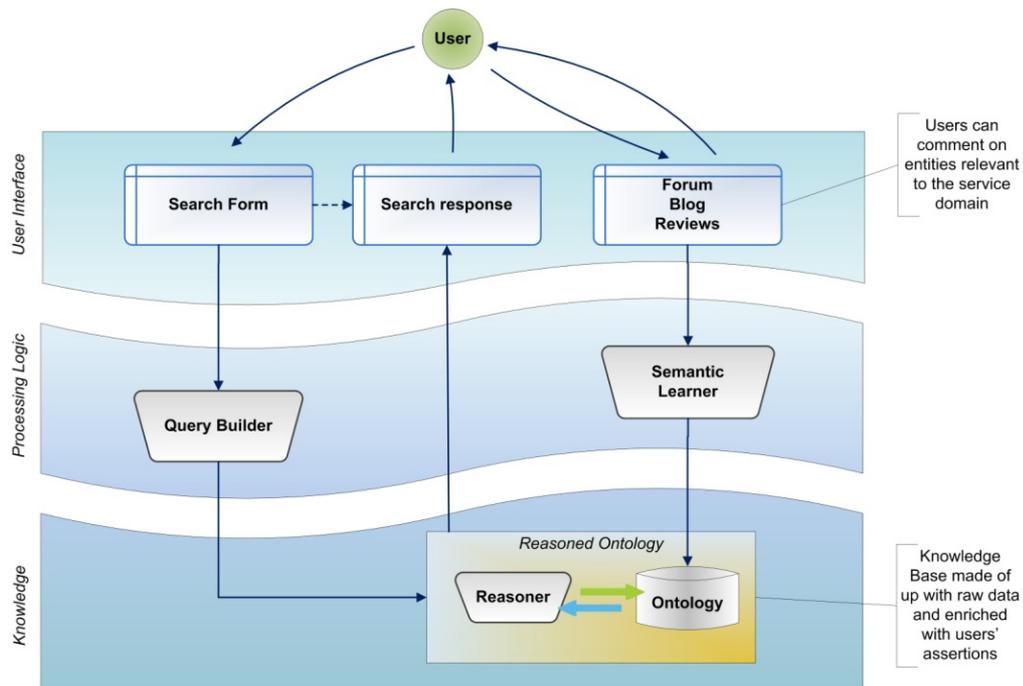


Figura 20. Architettura del sistema

Un terzo livello è stato quindi identificato come relativo alla *repository* della conoscenza, che ha come elemento principale un'opportuna ontologia. In tal modo il servizio rende possibile all'utente sia l'utilizzo di una rete sociale, con cui confrontarsi a livello di comunicazione interpersonale, sia l'uso di applicazioni che possano dare risposte più puntuali alle proprie ricerche. L'analisi per una possibile applicazione di un'architettura di questo tipo è stata effettuata, ad esempio, nel campo del turismo[7], relativamente ad un servizio in campo alberghiero. In tale ambito, infatti, se da una parte esistono regole di accessibilità che non sempre soddisfano completamente le esigenze dell'utente, dall'altra una notevole quantità di informazione derivante dai pareri espressi dagli utenti è presente in rete, anche se in modo scarsamente strutturato. L'innovazione del servizio è rappresentata dalla possibilità che l'ontologia di partenza, basata sulle metodologie condivise dal progetto europeo C.A.R.E. (Accessible Cities of European Regions)⁸ che descrivono alcune caratteristiche degli alberghi conformi anche agli standard, possa venire arricchita in modo dinamico dall'elaborazione dello scambio di informazioni sulla rete sociale relative all'argomento. Gli utenti ne sono dunque avvantaggiati, specie quando le loro esigenze si discostano dagli schemi classici di necessità considerati dalle norme di accessibilità.

Riferimenti

- [1] Bühler, C., Pelka, B., Empowerment by Digital Media of People with Disabilities, Computers Helping People with Special Needs, in Lecture Notes in Computer Science Volume 8547, 2014, pp 17-24
- [2] S. Murugesan, "Understanding web 2.0", *IT Professional*, vol. 9, no. 4, pp. 34-41, July-Aug.2007.

⁸ <http://www.interreg-care.org/site/>

- [3] T. O'Reilly, "What is web 2.0? Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software", <http://www.oreilly.com/pub/a/oreilly/tim/news/2005/09/30/whatis-web-20.html>, September 2005.
- [4] K. J. Lin, "Building Web 2.0", *Computer*, vol. 40, no. 5, pp. 101-102, May 2007
- [5] Malone, T., What is collective intelligence and what will we do about it, MIT Center for Collective Intelligence
- [6] T. Gruber, "Collective knowledge systems: Where the Social Web meets the Semantic Web", *Journal of Web Semantics*, vol. 6, no. 1, pp. 4-13, 2008.
- [7] T. Berners-Lee, J. Hendler, and O. Lassila, "The semantic web", *Scientific American*, vol.284, no. 5, pp. 34-43, 2001
- [8] Takagi H., Takashi I., Kawanaka S., Kobayashi M., Asakawa C.: "Social Accessibility: Achieving Accessibility through Collaborative Metadata Authoring" in Assets '08 Proceedings of the 10th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility, Pages 193-200 ACM New York, NY, USA 2008
- [9] L.Burzagli, A.Como, F. Gabbanini, Towards the convergence of Web 2.0 and Semantic Web for e-Inclusion, In Computers Helping People with Special Needs, Lecture Notes in Computer Science Volume 6179, 2010, pp. 343-350.

4 Le applicazioni di Mobile Social Network (MSN)

La diffusione dei device mobili, e in particolare degli smartphones, ha creato inedite opportunità per la raccolta di dati fisiologici, sociali e psicologici, e per la realizzazione di studi sul campo nell'ambito delle scienze sociali: le rassegne critiche sui risultati ottenuti in questo settore sono ormai ampie e numerose (Kjeldskov & Graham, 2003; Mehl & Conner, 2011; Miller, 2012). Nel suo "smartphone psychology manifesto", Miller (2012) distingue tre tipologie di approccio allo studio delle dinamiche psicologiche tramite device mobili: 1) il recupero di dati sull'utilizzo di tali device direttamente dai gestori dei servizi, analizzati poi con tecniche di *social network analysis* e di fisica applicata, in grado di gestire l'enorme mole di dati tipica dei *big data* (un esempio celebre in tal senso è lo studio di Song e collaboratori sulla mobilità, apparso nel 2010 su *Science*); 2) la distribuzione a gruppi più ristretti di smartphone o device a capacità limitata, ad esempio personal digital assistants (PDAs), programmati dai ricercatori per il rilevamento di dati specifici su periodi di tempo medio-lunghi; vari esempi con uso di device ad hoc sono discussi nel volume a cura di Hekter, Schmidt e Csikszentmihalyi (2007), benché di recente diventi sempre più prevalente l'utilizzo di smartphone, meno intrusivi e più familiari ai partecipanti (Amft & Lukowicz, 2009); 3) lo sviluppo di apps da installare sugli smartphone già posseduti dagli utenti, che consentano poi il rilevamento di vari dati di rilevanza sociale e psicologica; esempi significativi in tal senso sono i lavori di Killingsworth e Gilbert (2010) e di Dufau e collaboratori (2011), nonché il progetto Mappiness della London School of Economics (<http://mappiness.org.uk>).

Molti di questi studi hanno immediata rilevanza per le politiche della salute, giacché uno degli aspetti più interessanti di questo settore di ricerca, consiste proprio nella possibilità di integrare dati biomedici con rilevazioni socio-cognitive, riferendo entrambe allo stesso soggetto e al suo contesto sociale. Gli sviluppi nella dotazione di sensori negli smartphone sono evidenti, e vanno di pari passo con la progettazione di nuovi device indossabili: Jovanov e colleghi (2009) hanno ipotizzato, sulla base dei trend attuali, che entro il 2025 i biosensori a disposizione di una quota significativa della popolazione consentiranno di monitorare non solo i segnali vitali di base, ma anche i livelli glicemici e alcolici nel sangue, le variazioni ormonali, l'attività del sistema immunitario, i fenomeni infiammatori e l'ovulazione. Incrociando questi dati con la registrazione automatica delle attività quotidiane (es. spostamenti, relazioni sociali, abitudini di consumo) e con informazioni direttamente sollecitate tramite Apps dedicate (es. questionari, semplici test comportamentali, risposte a solleciti e promemoria forniti dal sistema), sarà possibile ottenere un quadro molto più completo delle interazioni fra abitudini di vita e stato di salute, nonché pianificare protocolli di intervento personalizzati e pro-attivi. Una delle frontiere ancora da esplorare in questo settore consiste proprio nell'individuare quali indicatori socio-cognitivi correlino in modo attendibile con comportamenti rilevanti per la salute.

Le applicazioni di Mobile Social Network vanno oltre la raccolta di dati locali dai dispositivi personali degli utenti, creando vere e proprie opportunità di comunicazione tra dispositivi mobili ed i loro utenti, anche in assenza di precedenti contatti sociali perché accomunati da interessi, abitudini, necessità in un particolare istante temporale. Infatti, le applicazioni MSN si basano sulla comunicazione in prossimità dei dispositivi utente e lo scambio automatico di informazioni di contesto che caratterizzano gli utenti, in termini di informazioni personali e sociali, ed i loro dispositivi. Si parla infatti di comunicazioni opportunistiche [1] e possono essere utilizzate per monitorare le interazioni sociali degli utenti (nella realtà fisica) durante le attività quotidiane e per stimolare ulteriori interazioni attraverso feedback automatici sulla situazione che li circonda e sugli utenti che si trovano in prossimità. Lo stesso principio può essere utilizzato per condividere informazioni sullo stato di salute di soggetti a rischio ed i loro caregivers, in modo da fornire un monitoraggio sempre più accurato dei soggetti ed un tempestivo intervento in caso di bisogno.

4.1 Monitoraggio delle interazioni sociali per prevenire il declino cognitivo (IIT)

Studi recenti hanno evidenziato l'esistenza di una stretta relazione tra il cambiamento nel coinvolgimento sociale di un soggetto (principalmente anziano) e l'avanzamento del suo stato di declino fisico e cognitivo [2][3]. Monitorare la vita sociale di un soggetto in termini di effettivi incontri, conversazioni ed interazioni con altre persone, siano esse legate da una preesistente relazione sociale (es. rapporto madre/padre-figlio, moglie/marito o soggetto-badante) o meno, come possono essere gli incontri occasionali o incontri periodici legati da eventi sociali, appuntamenti prestabiliti, è un fattore importante per la diagnosi precoce e la definizione di tempestivi supporti in casi di rischio. Questo settore è ancora pressoché inesplorato nell'ambito dei "personal health systems". Le applicazioni MSN possono essere utilizzate a questo scopo.

MSN rappresentano un'estensione delle applicazioni standard di Online Social Network (OSN) in cui gli utenti possono interagire soltanto nel mondo virtuale ed in cui le relazioni sociali sono principalmente basate su relazioni sociali preesistenti (es. amici, amici degli amici). Le applicazioni mobili basate sul principio delle MSN permettono agli utenti di comunicare, condividere contenuti generate da loro stessi e dai loro dispositivi attraverso comunicazioni dirette dei loro dispositivi quando si trovano in prossimità. Sono inoltre progettate per riconoscere gli interessi degli utenti, le abitudini e le necessità in una particolare situazione e lo possono fare grazie allo scambio ed alla raccolta di informazioni di contesto (personale, sociale ed ambientale). Informazioni quali la posizione, i movimenti, i posti visitati, le persone incontrate, il tipo e la frequenza delle interazioni sociali rappresentano parte delle informazioni di contesto raccolte che possono essere utilizzate sia come semplici parametri di monitoraggio da analizzare a posteriori da medici o caregiver, sia per definire reazioni automatiche del sistema, di stimolo all'interazione sociale con altri utenti, al riconoscimento della situazione attuale ed, in alcuni casi, alla richiesta di supporto da parte di altre persone in prossimità.

CNR-IIT ha sviluppato un framework middleware chiamato CAMEO [4] per lo sviluppo di applicazioni MSN per vari domini applicativi. CAMEO implementa alcune funzionalità comuni per la creazione ed il mantenimento di MSN come i protocolli di comunicazione opportunistica, lo scambio e la definizione di informazioni di contesto, la gestione dei sensori integrati negli smartphone per la raccolta di dati funzionali al sistema. Lo stesso framework

può essere utilizzato per sviluppare l'applicazione di monitoraggio delle interazioni sociali. Inoltre, il sistema può essere facilmente integrato con l'uso di ulteriori sensori indossabili per arricchire le informazioni raccolte dal sistema e caratterizzare ancora meglio il comportamento dell'utente.

4.2 Condividere informazioni sulla salute e favorire l'interazione tra caregiver e pazienti [ISTC]

L'uso dei social media per condividere, fruire e scambiare informazioni relative allo stato di salute tra pazienti e caregivers è in crescente crescita come dimostrano recenti studi (Hawn C, 2009; Brownstein et al., 2009; Eytan et al., 2009). Una review sull'uso dei social media tra pazienti e caregiver (Hamm et al., 2013) propone una classificazione di diverse applicazioni basate su social media. In particolare gli autori sottolineano il ricorso frequente ad applicazioni generali (ad esempio forum di discussione) evidenziando però, al tempo stesso, la necessità di personalizzare ed adattare i tool alle diverse esigenze di specifici target di utenti. Esempi di applicazioni come PatientLikeme (<http://www.patientslikeme.com>) e TuDiabets (<http://www.tudiabetes.org>), dimostrano il successo della personalizzazione e customizzazione delle applicazioni destinate ad una particolare popolazione di utenti con una patologia specifica. Parallelamente le organizzazioni sanitarie e i medici mostrano un crescente interesse nell'uso dei social media per la gestione della salute e del benessere dei pazienti e anche per diffondere conoscenza e informazione (Eytan et al., 2009). I "social media" sono infatti visti come un eccellente mezzo di comunicazione con i propri pazienti. Nonostante questo esistono ancora alcuni limiti relativi principalmente ai rischi di inesattezza dell'informazione e uso improprio da parte di alcuni individui o gruppi (Masic et al 2011). Un aspetto complementare ma altrettanto importante nella cura della persona riguarda l'adozione di un approccio centrato sul paziente, che si mostra come un modello alternativo, evidenziando l'importanza di incorporare i bisogni del paziente nel sistema di erogazione delle cure (Rozenblum and Bates, 2013). Alcuni studi dimostrano infatti come la centralità del paziente sia associata a risultati clinici migliori ed ad una maggiore efficienza del servizio sanitario (Meterko et al., 2010; Glickman et al., 2010; Isaac et al., 2010). In passato la gestione della salute era attuata principalmente basandoci su comunicazioni personali tra il caregiver ed il paziente, mentre oggi i social media offrono modalità differenti di interazioni. Questi sono infatti diventati una fonte significativa di informazione relativa alla salute e anche ai servizi sanitari in genere (Greene et al., 2011), fornendo un ottimo mezzo per disseminare informazioni legate alla salute e per coinvolgere e responsabilizzare i pazienti in una gestione partecipata della propria salute.

Riferimenti

- Addis, D., Sacchetti, D., Ally, B., Budson, A., & Schacter, D. (2009). Episodic simulation of future events is impaired in mild Alzheimer's disease. *Neuropsychologia*, 47, 2660–2671.

- Amft, O., & Lukowicz, P. (2009). From backpacks to smartphones: The past, present, and future of wearable computers. *IEEE Pervasive Computing*, 8(3), 8–13.
- Boyer, P. (2008). Evolutionary economics of mental time travel? *Trends in Cognitive Science*, 12, 219–224.
- Brownstein CA, Brownstein JS, Williams DS, et al. The power of social networking in medicine. *Nat Biotechnol* 2009;27:888–90.
- Dufau, S., Dunabeitia, J. A., Moret-Tatay, C., McGonigal, A., Peeters, D., Alario, X., et al. (2011). Smart phone, smart science: How the use of smartphones can revolutionize research in cognitive science. *PLoS ONE*, 6, e24974.
- Eytan T, Benabio J, Golla V, et al. Social media and the health system. *Perm J* 2011;15:71–4.
- Hawn C. Take two aspirin and tweet me in the morning: how Twitter, Facebook, and other social media are reshaping health care. *Health Affair* 2009; 28:361–8.
- Glickman SW, Boulding W, Manary M, et al. Patient satisfaction and its relationship with clinical quality and inpatient mortality in acute myocardial infarction. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes* 2010;3:188–95.
- Greene JA, Choudhry NK, Kilabuk E, et al. Online social networking by patients with diabetes: a qualitative evaluation of communication with Facebook. *J Gen Intern Med* 2011;26:287–92.
- Hamm Michele P., Chisholm Annabritt, Shulhan Jocelyn, Milne Andrea, Scott Shannon D., Given Lisa M., Hartling Lisa (2013), “Social Media Use among Patients and Caregivers: A Scoping Review,” *BMJ Open*, 3 (5), pii: e002819.
- Hekter, J. M., Schmidt, J. A., & Csikszentmihalyi, M. (Eds.) (2007). *Experience sampling methods: Measuring the quality of everyday life*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Isaac T, Zaslavsky AM, Cleary PD, et al. The relationship between patients’ perception of care and measures of hospital quality and safety. *Health Serv Res* 2010;45:1024–40
- Jovanov, E., Poon, C. C. Y., Yang, G. Z., & Zhang, Y. T. (2009). Body sensor networks: From theory to emerging applications. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 13, 859–863.
- Killingsworth, M. A., & Gilbert, D. T. (2010). A wandering mind is an unhappy mind. *Science*, 330, 932.
- Kjeldskov, J., & Graham, C. (2003). A review of mobile HCI research methods. In *Proceedings of Mobile HCI 2003* (pp. 317–335). Berlin: Springer-Verlag.
- Kwan, D., Craver, C., Green, L., Myerson, J., Boyer, P., & Rosenbaum, R. (2012). Future decision-making without episodic mental time travel. *Hippocampus*, 22, 1215–1219.
- Luhmann, C. (2009). Temporal decision-making: Insights from cognitive neuroscience. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 3, 1–9.
- Masic I, Sivic S, Toromanovic S, Borojevic T, Pandza H. Social Networks in Improvement of Health Care. *Mat Soc Med*. 2012;24(1):48–53
- Mehl, M. R., & Conner, T. S. (Eds.) (2011). *Handbook of research methods for studying daily life*. London: Guilford Press.
- Meterko M, Wright S, Lin H, et al. Mortality among patients with acute myocardial infarction: the influences of patient centered care and evidence-based medicine. *Health Serv Res* 2010;45:1188–204.

- Miller, G. (2012). The smartphone psychology manifesto. *Perspectives on Psychological Science*, 7(3), 221–237.
- Rozenblum R, Bates DW. Patient-centred healthcare, social media and the internet: the perfect storm? *BMJ Qual Saf.* 2013 Mar;22(3):183–6
- Song, C. M., Qu, Z. H., Blumm, N., & Barabási, A. L. (2010). Limits of predictability in human mobility. *Science*, 327, 1018–1021.
- Suddendorf, T., & Corballis, M. (2007). The evolution of foresight: What is mental time travel, and is it unique to humans? *Behavioural Brain Science*, 30, 299–313.

Riferimenti IIT

- [1] L. Pelusi, A. Passarella, M. Conti, Opportunistic networking: data forwarding in disconnected mobile ad hoc networks, *IEEE Communications Magazine* 44 (11) (2006) 134–141.
- [2] Laura Fratiglioni, Stephanie Paillard-Borg, and Bengt Winblad, “An active and socially integrated lifestyle in late life might protect against dementia”, *THE LANCET Neurology* Vol 3 June 2004 pages 343–53 <http://neurology.thelancet.com>
- [3] David A Bennett, Julie A Schneider, Yuxiao Tang, Steven E Arnold, Robert S Wilson, “The effect of social networks on the relation between Alzheimer’s disease pathology and level of cognitive function in old people: a longitudinal cohort study”, *Lancet Neurol* 2006; 5: 406–12 DOI:10.1016/S1474-4422(06)
- [4] Valerio Arnaboldi, Marco Conti, Franca Delmastro, "Cameo: a novel context-aware middleware for opportunistic mobile social networks", *Pervasive and Mobile Computing*, Volume 11, April 2014, Pages 148-167, DOI information:10.1016/j.pmcj.2013.09.010

5 I SERVIZI DELLA PIATTAFORMA E-SHS

Un sistema decisionale prevede la raccolta e l'analisi di dati acquisiti relativi ai parametri fisiopatologici e di attività di un utente. I dati possono essere raccolti attraverso una infrastruttura di sensori indossabili e integrati con smartphone. Analizzando i dati raccolti, un sistema decisionale offre un feedback all'utente sul proprio stato di salute e gli fornisce anche altre informazioni, in base alla complessità del sistema decisionale stesso.

5.1 Il servizio di monitoraggio della qualità del sonno (ISTI)

Per il monitoraggio della qualità del sonno, abbiamo deciso di utilizzare un Raspberry Pi come board di sviluppo alla quale collegare sensori di pressione Force Sensitive Resistor - FSR. Questo sensore di forza varia la sua resistenza in funzione della pressione applicata alla zona di rilevamento. Avendo uno spessore di pochi millimetri, i sensori potranno essere installati sopra le doghe di legno di un letto risultando totalmente trasparenti all'utente finale. La pressione che l'utente eserciterà sopra il materasso sarà trasferita alle doghe ed il sensore sarà in grado di misurarne il valore.

È stato sviluppato un primo prototipo del sistema di monitoraggio della qualità del sonno. Il sistema è in grado di misurare la pressione che il corpo di un bambino esercita sul materasso. Abbiamo effettuato una prima sperimentazione su un bambino di 3 anni monitorandolo durante la notte per una settimana. Tutti i dati sono stati memorizzati su una scheda SD. In contemporanea alla raccolta dei dati, è stato anche registrato un video del bambino mentre dormiva per comprovare che ad una variazione significativa dei valori misurati ci fosse effettivamente un movimento del bambino.

Dai primi test effettuati abbiamo verificato che ad un movimento dell'utente nel letto corrisponde una variazione più o meno significativa dei singoli valori di pressione misurati in vari punti del materasso. Per questo motivo algoritmi che basano la loro decisione analizzando la varianza dei segnali misurati potrebbe garantire ottime prestazioni. In letteratura sono presenti tecniche che spaziano dal feed-forward back propagation neural networks [5] alle discrete wavelet transforms [6], support vector machine [7], [8] ed infine alle hidden Markov models [9].

È in atto lo studio di un algoritmo che sia in grado di capire quando il bambino si è mosso. Inoltre è in corso lo sviluppo di un secondo prototipo che sarà in grado di aprire automaticamente una connessione internet verso un server remoto e trasferire i dati rilevati. Una volta terminato, il prototipo verrà testato monitorando lo stesso bambino per un periodo di tempo prolungato.

Riferimenti

- [1] J. Baek, G. Lee, W. Park, and B.-J. Yun, "Accelerometer signal processing for user activity detection," in KES, 2004, pp. 610–617.
- [2] A. M. Adami, M. Pavel, T. L. Hayes, and C. M. Singer, "Detection of movement in bed using unobtrusive load cell sensors," *Transaction on Information Technology in Biomedicine*, vol. 14, pp. 481–490, March 2010.
- [3] H.-Y. Lau, K.-Y. Tong, and H. Zhu, "Support vector machine for classification of walking conditions using miniature kinematic sensors," *Med. Biol. Engineering and Computing*, vol. 46, no. 6, pp. 563–573, 2008.
- [4] S. Patel, K. Lorincz, R. Hughes, N. Huggins, J. Growdon, D. St, M. Akay, J. Dy, M. Welsh, P. Bonato, and S. Member, "Monitoring motor fluctuations in patients with parkinson's disease using wearable sensors," November 2009.
- [5] M. Quwaider and S. Biswas, "Body posture identification using hidden markov model with a wearable sensor network," in *Proceedings of the ICST 3rd international conference on Body area networks*, ser. *BodyNets '08*, 2008, pp. 19:1–19:8.

5.2 Servizi proattivi di reminder e suggerimenti per lo stato di salute (ISTC)

I dati raccolti da un sistema di Ambient Assisted Living possono essere interpretati ed elaborati per fornire servizi utili sia all'utente primario che secondario. Un tipico esempio di servizio per l'utente primario riguarda l'erogazione di *reminder* proattivi per ricordare attività, assunzione medicine o suggerire uno stile di vita sano.

La maggior parte dei sistemi di *reminding* presenti in letteratura (Armstrong et. al, 2009; Geraghty et. al, 2008; Hussein et. al., 2011) sono stati sviluppati per ricordare agli utenti l'assunzione di medicine. Questi sistemi, basati su messaggi associati a database temporali, mandano avvertimenti inviando periodicamente messaggi senza considerare eventuali cambiamenti che possono verificarsi nel corso del tempo. Il rischio, nel lungo termine, è che i suggerimenti potrebbero diventare ripetitivi e tediosi con il risultato che l'utente potrebbe iniziare ad ignorarli.

In letteratura esistono diversi esempi che cercano di superare queste difficoltà [Kaushik et al., 2008; Lundell et al., 2007; Hayes et al., 2009; Pavel et al., 2010]. Sebbene utilizzino diversi approcci, queste soluzioni di *reminders contestualizzati* si basano tutte sull'idea di aggiornare lo stato corrente della persona al fine di personalizzare ed adattare il suggerimento dinamicamente (evitando ad esempio di mandare messaggi in situazioni improprie, come quando l'utente è a letto oppure impegnato in un'altra attività che non dovrebbe essere interrotta, oppure anche usando il dispositivo più appropriato per l'erogazione del messaggio, scegliendo ad esempio quello più facilmente raggiungibile dall'utente). Si può speculare su questa considerazione ipotizzando che questi approcci siano di maggiore successo rispetto ai *reminder* basati sul semplice ragionamento temporale.

Il sistema *Autominder* (Pollack et al., 2003) è un esempio di sistema cognitivo intelligente per il supporto alle persone con deficit di memoria. Il sistema pianifica le interazioni con l'utente e adatta i piani generati sulla base del modello temporale che rappresenta le abitudini dell'utente. Il sistema COACH (Boger et. al., 2005) fornisce suggerimenti che guidano le

persone con demenza in compiti procedurali, quali ad esempio le attività di igiene personale (es., lavarsi le mani). Il sistema utilizza il ragionamento temporale per assicurare che il *reminder* sia adattato alle attività specifiche che l'utente sta eseguendo, mandando suggerimenti nel caso in cui passi importanti siano saltati oppure eseguiti impropriamente. Sebbene il dominio sia leggermente differente, vale la pena anche citare il progetto CybreMinder (Dey et al., 2000) nell'ambito del quale è stato sviluppato un Context Toolkit per la definizione di situazioni complesse in grado di descrivere il contesto che può stimolare reminder a lavoratori particolarmente impegnati e sovraccarichi di informazione. In questo modo, il sistema è capace di gestire le tempistiche del reminder basandosi sul *contesto* dell'utente. Anche il sistema CALO (Myers et al., 2007) mira a fornire simili suggerimenti generando reminders su attività future, basandosi su un'architettura BDI e ragionando su "to-do lists" digitali (Conley et. al 2007). L'uso di informazione temporale per guidare messaggi di interazione sistema-utente è anche presentato in RoboCare integrando tecniche eterogenee (Cesta et al., 2011). Mentre un esempio recente di adattamento continuo di messaggi all'utente basato non solo su una classificazione statica dell'utente ma anche sul suo profilo dinamico è stato inserito in un modulo di ragionamento del sistema AAL prodotto dal progetto GiraffPlus (DeBenedictis et al., 2014). L'idea del ragionamento sullo stato dell'utente e del conseguente servizio proattivo personalizzato sembra quindi essere un approccio particolarmente adatto per generare interazioni sistema-utente che siano più efficaci ed accettate.

5.3 Monitoraggio e riabilitazione assistita in remoto (IEIIT)

Nell'ambito della piattaforma E-SHS, IEIIT può contribuire con la seguente tipologia di servizi:

- Studio ed implementazione di sistemi di valutazione tramite sensori RGB-depth di esercizi motori gestuali eseguiti da soggetti a scopo riabilitativo. Questa attività viene effettuata nel contesto di un percorso terapeutico e deve essere supervisionata e validata da personale medico.
- Studio ed implementazione di sistemi di valutazione tramite sensori RGB-depth di attività motorie gestuali eseguite in un contesto ricreativo e ludico (exer-games).
- Sistemi di monitoraggio e misurazione dell'attività motoria di soggetti nel tempo effettuata tramite Sensori Wireless

La piattaforma integrata hardware e software sviluppata da IEIIT per il monitoraggio e la riabilitazione assistita in remoto, al momento adattata al caso specifico della valutazione degli esercizi motori per pazienti affetti dalla malattia di Parkinson, acquisisce durante il funzionamento una serie di dati legati al movimento del paziente durante lo svolgimento degli esercizi specifici.

Questi dati:

- devono essere analizzati in modo da estrarre da essi quei parametri che li mettono in relazione con le valutazioni degli esercizi (UPDRS) fornite da personale esperto (p. es. medici neurologi);

- i parametri ottenuti saranno l'input di un sistema decisionale esperto che sarà in grado di fornire un feedback sullo stato di salute del paziente sia al paziente stesso che, soprattutto, al suo medico curante.

La soluzione tecnologica adottata per la realizzazione di sistemi di valutazione degli esercizi motori è basata su sistemi low-cost, realizzabili abbinando ad un normale PC un sensore 3D commerciale.

La tipologia di esercizi prevista richiede che i soggetti siano posizionati in posizione eretta o seduta di fronte al sistema ed eseguano, guidati dal sistema stesso, una serie di esercizi gestuali effettuati con gli arti superiori in un tempo prestabilito. Il sistema provvede automaticamente a fornire un punteggio per l'esercizio eseguito ed a salvare su server remoto tutte le informazioni utili ad una successiva valutazione clinica dell'esercizio

Il monitoraggio tramite sensori wireless implica che il soggetto indossi durante la normale attività quotidiana uno o più sensori che trasmettono informazioni attraverso un ricevitore (smartphone, router di rete domestico) ad un server centrale. L'analisi dei dati è funzione della tipologia di servizio che può configurato come semplice monitoraggio della generica attività fisica nel tempo del soggetto o monitorare aspetti più complessi, ad esempio l'andamento nel tempo del movimento relativo di arti (angolo del gomito, del ginocchio) in un contesto di riabilitazione in seguito a traumi.

5.4 Riabilitazione domestica con Kinect (ISTI)

Fra le attività del progetto è prevista la realizzazione di un sistema per il monitoraggio dei movimenti del corpo a fini diagnostici e riabilitativi. Si prevede cioè di realizzare un sistema composto da un dispositivo hardware (Microsoft Kinect) in grado di rilevare la postura del soggetto in regime statico e dinamico e da un apposito SW che a partire dai dati rilevati è in grado di trarre conclusioni sulle qualità motorie e articolari (Figura 21).

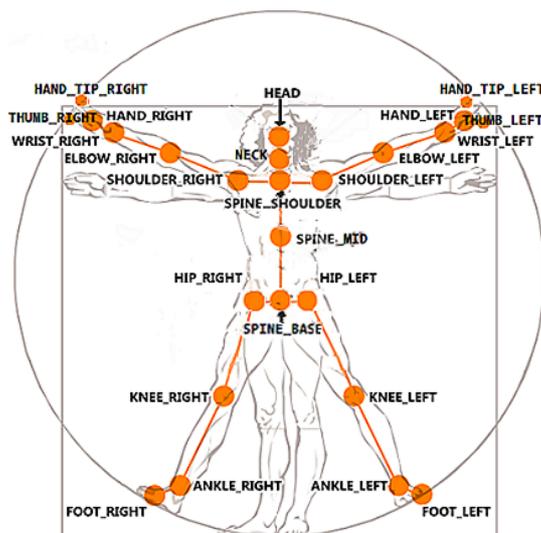


Figura 21. I movimenti del corpo

Il sotto-sistema che andiamo a proporre fa uso del sensore sopra descritto, interfacciandosi ad esso tramite l'SDK fornito da Microsoft. Il Kinect SDK è in pratica una libreria SW che permette un'agile integrazione nei propri progetti grazie alla tecnologia .NET. Una volta connessi ai driver, l'SDK fornisce l'insieme degli "scheletri" (skeleton) rilevati, e per ognuno di questi le coordinate tridimensionali delle giunture (joints). Questo sotto-sistema di e-SHS destinato al monitoraggio del movimento consisterà in un calcolatore dotato di monitor di grande formato (oppure il TV casalingo se predisposto al collegamento video DVI/HDMI) e nel sensore Kinect, in uno scenario non dissimile da quello dei videogiochi. Quello che differenzierà il sistema da un videogioco sarà in questo caso il SW specifico e la sua destinazione d'uso. Il software sarà in grado di svolgere una funzione che si prevedono quindi i seguenti fini di interazione:

Figura 22).

- 1) *Checkup*. Sono proposti a video una serie movimenti da compiere, tramite la riproduzione in loop di alcuni filmati realizzati a priori. A fianco del video viene visualizzato un avatar sintetico che riproduce il movimento del soggetto, sovrapposto al video ripreso in tempo reale. Il soggetto tenterà di replicare i movimenti. Al termine della sessione il SW compie una serie di operazioni (*cross-correlazioni* con tracciati di movimenti campione) e ne estrapolerà alcuni indici, es: *angolo max rotazione braccia, velocità piegamento ginocchia* etc. Questi indici verranno quindi opportunamente visualizzati, assieme ad alcune conclusioni "discorsive" sullo stato delle capacità motorie della persona. Possono essere suggeriti quindi degli esercizi mirati a risolvere specifici problemi rilevati, da compiersi anche mediante il sistema stesso. I dati del checkup possono essere memorizzati, assieme ad un marker temporale, in modo da poter essere recuperati e confrontati successivamente con altri.
- 2) *Esercizio*: Vengono proposti alcuni movimenti da compiersi in serie strutturate temporalmente (es. 3 serie da 20 etc.), eventualmente con difficoltà crescente. Viene chiesto anche all'utente se la difficoltà riscontrata è eccessiva o meno, in modo da poter rimodulare l'esercizio. Inoltre, al termine di ogni serie può essere dato un punteggio, che può essere stimolante in caso di uso multi-utente alternato. Ovviamente al termine di periodi prestabiliti di esercizio può essere compiuto nuovamente il checkup, in modo da verificarne l'effettiva efficacia.

Il database dei *checkup* e l'evoluzione temporale delle capacità motorie sarà infine integrato nel sistema informativo di e-SHS, ed eventualmente correlato con altri parametri rilevati da altro sottosistemi.

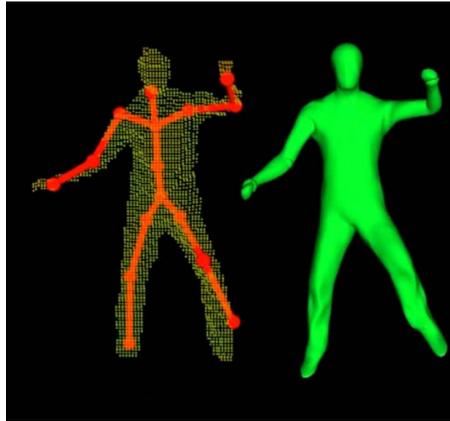


Figura 22. Confronto con movimenti campione

5.5 Riconoscimento dello Stato Emotivo (ISTC)

Ci si prefigge un uso congiunto e complementare di tecniche self-report e psicofisiologiche. L'utilizzo di entrambe queste tecniche permetterà anche una valutazione più completa dello stato emotivo degli individui volto ad una valutazione comprensiva delle componenti soggettive e fisiologiche dello stato emotivo. Infine, la scelta di specifici strumenti di auto-compilazione e tecniche specifiche di rilevazione verrà fatta secondo criteri di affidabilità e livello di invasività cercando di minimizzare l'impatto sulla quotidianità delle persone coinvolte. Per questo ci si vuole orientare verso l'utilizzo di questi strumenti: **PANAS** nella forma di tratto, al fine di ottenere informazioni relative allo stato emotivo generale riferito ad un periodo di tempo; **Geneva Emotions Wheel** per la valutazione dello stato emotivo situazionale. Tale scelta viene effettuata in virtù del fatto che, pur essendo semplice da compilare, questo strumento fornisce una misura dello stato emotivo sia in termini di intensità che di valenza e offre al rispondente anche la possibilità di risposta libera senza vincolarlo alle alternative previste;

Misurazione dell'attività cardiaca a fronte della limitata accuratezza dovuta all'interferenza dei movimenti???, questo tipo di rilevazione sembra comunque la più indicata se si prendono in considerazione gli obiettivi generali del progetto. Infatti, sfruttando il servizio di monitoraggio dell'attività fisica e comportamentale che si intende offrire attraverso e-SHS, sarà possibile stimare l'attività basale dell'individuo e ottenere le informazioni necessarie a discriminare variazioni cardiache dovute a movimenti o a stati emotivi transitori. Inoltre, viene limitata l'invasività della strumentazione, in quanto sensori con questo scopo sono già previsti per il monitoraggio dello stato di salute.

Riconoscimento automatico del parlato. Tecniche per il Riconoscimento automatico su parole chiave ("word spotting") per segnalare eventuali situazioni di allarme; tramite registrazioni vocali con microfoni o dopo un beam processing, studio ed implementazione di un sistema per il monitoraggio di "situazioni di emergenza" attivabili vocalmente mediante la produzione di parole target riconoscibili automaticamente dal sistema di "alerting". Per far questo si possono prendere in esame alcuni dei sistemi Open Source più recenti di

riconoscimento automatico del parlato, scelti fra quelli disponibili in letteratura (es. BAVIECA, JULIUS, KALDI, SONIC, SPHINX).

Riconoscimento di particolari stati emotivi. Riconoscimento dello “stato emotivo” tramite voce e/o espressioni facciali; tramite registrazioni vocali e/o video individuazione e riconoscimento di particolari stati emotivi del parlante, significativi di specifiche "situazioni" di pericolo o di affaticamento per far intraprendere al sistema dei meccanismi di feedback o di controllo atti a migliorare la situazione dei soggetti coinvolti. Per far questo una possibile opzione è quella di prendere in esame EmoVoice (Vogt et al., 2008), un sistema Open Source di riconoscimento automatico delle emozioni tramite registrazioni vocali e INTRAFACE e/o EmoFace, due sistemi Open Source di riconoscimento automatico delle emozioni tramite registrazioni video. EmoVoice riconosce in tempo reale le emozioni a partire dalle proprietà acustiche del segnale verbale, non utilizzando quindi le informazioni a livello di parola. L'analisi fonetica utilizza in gran parte algoritmi del software Praat mentre per il riconoscimento vocale è principalmente utilizzato l'ambiente ESMEALDA. Le caratteristiche acustiche si basano su statistiche globali derivanti da: altezza (frequenza fondamentale), intensità, energia, MFCCs (Mel Frequency Cepstral Coefficients), durata, qualità della voce e informazioni spettrali. Attualmente nel sistema sono integrati due classificatori: Naive Bayes come classificatore veloce ma semplice, e Support Vector Machines come opzione più sofisticata. Il riconoscimento in linea funziona come un'applicazione a riga di comando che restituisce l'uscita alla riga di comando oppure mediante un socket utilizzando il protocollo Open Sound Control (OSC).

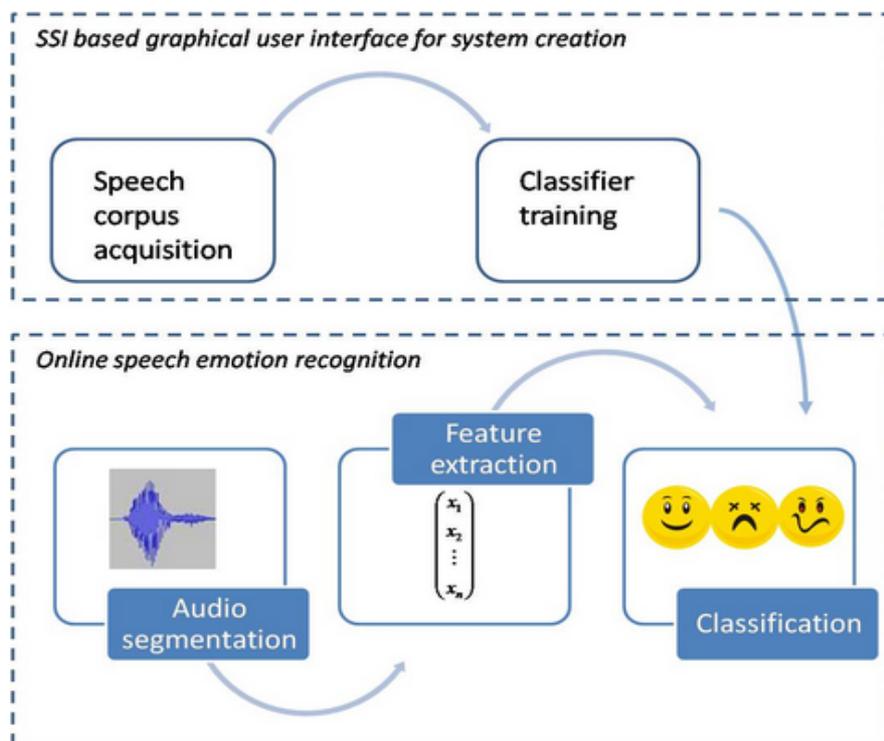


Figura 23. Schema a blocchi: creazione del database, estrazione delle “features” e addestramento del classificatore delle emozioni e riconoscimento online.

Lo strumento registra costantemente il segnale verbale dal microfono ed estrae opportuni segmenti di parlato per mezzo di un sistema di rilevamento di attività vocale. Dopo l'estrazione delle caratteristiche acustiche, ad ogni segmento viene assegnato direttamente un'etichetta emotiva mediante l'aiuto di un classificatore addestrato in precedenza (Figura 23). Al fine di creare modelli personalizzati, EmoVoice utilizza l'interfaccia grafica del framework SSI-Social Signal Interpretation (Wagner et al., 2011) che consente di creare il proprio database di parlato emotivo. Gli stimoli per suscitare le emozioni possono essere forniti dall'interfaccia, ad esempio leggendo un insieme di frasi emozionali. E' definito un insieme di frasi vagamente basato sulla tecnica di induzione dell'umore di Velten (Velten, 1968) che dovrebbe facilitare il lettore nello sperimentare l'esperienza reale delle emozioni. Tuttavia, le frasi possono anche essere personalizzate. Questa procedura riduce notevolmente lo sforzo di costruire un prototipo personalizzato per il riconoscimento delle emozioni. Naturalmente, anche banche dati vocali di parlato emotivo già disponibili possono essere ugualmente utilizzate con EmoVoice.

5.6 La condivisione delle informazioni (ISTC)

Troppo spesso gli studi sperimentali si limitano a suggerire delle correlazioni, piuttosto che verificarle sul campo, dati anche i vincoli metodologici tipici del setting sperimentale. Ciò non toglie che, prima di investire nello sviluppo di tecnologie dedicate da distribuire su larga scala, occorra stabilire con ragionevole certezza i rapporti causali fra le variabili socio-cognitive, il quadro clinico e i comportamenti di prevenzione e cura. Alcune delle ricerche in corso all'ISTC-CNR, che verranno approfondite nell'ambito del progetto e-SHS, si occupano proprio di questo, con particolare riferimento a due ambiti specifici: i) *l'autocontrollo in adolescenti diabetici* e ii) *i processi decisionali in soggetti affetti da mild cognitive impairment (MCI)*. In questo secondo settore, di interesse per e-SHS, in collaborazione con l'Università di Lisbona è in corso uno studio su compiti di scelta intertemporale e memoria prospettica in un campione di adulti (>50 anni) affetti da MCI e analogo campione di controllo. Il MCI è spesso precursore dell'Alzheimer, e pazienti affetti da MCI manifestano un deterioramento della memoria episodica e prospettica (Addis et al., 2009), la quale in letteratura è stata proposta come fattore essenziale nel prendere decisioni sul futuro (Suddendorf & Corballis, 2007; Boyer, 2008; Luhman, 2009), benché evidenze recenti mettano in dubbio tale ipotesi (es., Kwan et al. 2012): occorre dunque stabilire se scelte intertemporali e danni alla memoria prospettica correlino in soggetti con MCI, onde valutare la possibilità di usare semplici dati comportamentali registrati in modo automatico (es. scelte di consumo) per lo screening iniziale di pazienti a rischio di Alzheimer, da sottoporre a ulteriori accertamenti.

Un diverso contributo all'interno di e-SHS potrebbe essere la progettazione e realizzazione prototipale di un'applicazione in grado di supportare lo scambio di informazioni, consigli e suggerimenti all'interno della "rete familiare-socio-sanitaria" che ruota attorno alla gestione della salute della persona assistita.

In aggiunta, infatti, all'idea di usare applicazioni più generali basate su social media che si possono aprire allo scambio d'informazione con l'esterno, in e-SHS si pensa di considerare la

“rete sociale della specifica persona” che usufruisce dei servizi e-SHS e di creare servizi specifici e personalizzabili per supportare lo scambio di dati, informazioni e suggerimenti relativi alle esigenze dello specifico utente (o profilo di utente), includendo quest’ultimo come partecipante attivo e informato.

Al tempo stesso, i dati, le buone pratiche, i suggerimenti che circolano nella rete, potrebbero essere ulteriormente annotati da utenti secondari (es. caregiver formali e informali) ed eventualmente esportati per alimentare casistiche di applicazioni esterne.

5.7 Reminders Personalizzati in e-SHS (ISTC)

All’interno del progetto e-SHS, l’idea è di sfruttare le informazioni sull’utente, sul suo stato e anche le informazioni relative al contesto ambientale, ottenute elaborando i dati sensoriali per creare dei servizi proattivi e personalizzati di *reminders* e suggerimenti che favoriscano il benessere dell’assistito.

L’idea, infatti, è quella di creare un *profilo dell’utente* che possa essere inizializzato sulla base di alcuni parametri statici di interesse (ad esempio, genere, età, eventuali patologie e terapie che la persona sta seguendo, altre variabili psicologiche rilevanti nella gestione della salute, preferenze, ecc.) e dinamicamente, aggiornato in accordo con alcuni parametri che cambiano cioè nel tempo (es. parametri fisiologici, emozioni vissute, attività eseguite, ecc.).

Sulla base dell’aggiornamento del profilo dell’utente il sistema può pianificare degli interventi di interazione (suggerimenti, reminders, consigli), che sono contestualizzati e personalizzati sullo stato della persona. L’idea è di sfruttare tecnologia di planning a *timelines* che consente di rappresentare dati che evolvono nel tempo e di sintetizzare azioni (reminders) che tengano in considerazione sia lo stato dell’utente, eventualmente il contesto in cui si trova ed anche i pattern comportamentali in grado di favorire il benessere e la qualità di vita.

RIFERIMENTI

- Armstrong, A.W., Watson, A.J., Makredes, M., Frangos, J.E., Kimball, A.B., Kvedar, J.C.: Text-Message Reminders to Improve Sunscreen Use: A Randomized, Controlled Trial Using Electronic Monitoring. *Archives of Dermatology* 145, 1230–1236 (2009).
- Boger, J., Poupart, P., Hoey, J., Boutilier, C., Fernie, G., Mihailidis, A.: A Decision-Theoretic Approach to Task Assistance for Persons with Dementia. In: Kaelbling, L.P., Saffiotti, A. (eds.) *IJCAI*. pp. 1293–1299. Professional Book Center (2005).
- Cesta, C., Cortellessa, G., Rasconi, R., Pecora, F., Scopelliti, M., Tiberio, L.: Monitoring elderly people with the RoboCare Domestic Environment: Interaction synthesis and user evaluation. *Computational Intelligence* 27(1): 60-82 (2011)
- Conley, K., Carpenter, J.: Towel: Towards an Intelligent To-Do List. In: *AAAI Spring Symposium: Interaction Challenges for Intelligent Assistants*. pp. 26–32. AAAI (2007)
- De Benedictis, R., Cesta, A., Coraci, L., Cortellessa, G., Orlandini, A.: A User-adaptive Reminding Service. *Proceedings of AITAmI’14. Intelligent Environments (Workshops) 2014*: 16-27

- Dey, A.K., Abowd, G.D.: CybreMinder: A Context-Aware System for Supporting Reminders. In: Thomas, P., Gellersen, H.W. (eds.) *Handheld and Ubiquitous Computing*, vol. 1927, pp. 172–186. Springer Berlin Heidelberg (2000).
- Geraghty, M., Glynn, F., Amin, M., Kinsella, J.: Patient mobile telephone 'text' reminder: a novel way to reduce non-attendance at the ENT out-patient clinic. *The Journal of Laryngology & Otology* 122, 296–298 (3 2008).
- Hayes, T.L., Cobbinah, K., Dishongh, T., Kaye, J.A., Kimel, J., Labhard, M., Leen, T., Lundell, J., Ozertem, U., Pavel, M., Philipose, M., Rhodes, K., Vurgun, S.: A Study of Medication-Taking and Unobtrusive, Intelligent Reminding. *Telemedicine and e-Health* 8, 770–776 (2009).
- Hussein, W.I., Hasan, K., Jaradat, A.A.: Effectiveness of mobile phone short message service on diabetes mellitus management; the sms-dm study. *Diabetes Research and Clinical Practice* 94(1), 24 – 26 (2011).
- Kaushik, P., Intille, S.S., Larson, K.: User-adaptive Reminders for Home-based Medical Tasks. *Methods of information in medicine* 47, 203–207 (2008).
- Lundell, J., Hayes, T.L., Vurgun, S., Ozertem, U., Kimel, J., Kaye, J., Guilak, F., Pavel, M.: Continuous Activity Monitoring and Intelligent Contextual Prompting to Improve Medication Adherence. *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society 2007*, 6287–6290 (2007).
- Myers, K., Berry, P., Blythe, J., Conley, K., Gervasio, M., McGuinness, D., Morley, D., Pfeffer, A., Pollack, M., Tambe, M.: An Intelligent Personal Assistant for Task and Time Management. *AI Magazine* 28(2), 47–61 (Summer 2007)
- Pavel, M., Jimison, H., Hayes, T., Larimer, N., Hagler, S., Vimegnon, Y., Leen, T., Ozertem, U.: Optimizing Medication Reminders Using a Decision-Theoretic Framework. *Studies in health technology and informatics* 160, 791–795 (2010).
- Pollack, M.E., Brown, L., Colbry, D., McCarthy, C.E., Orosz, C., Peintner, B., Ramakrishnan, S., Tsamardinos, I.: Autominder: An Intelligent Cognitive Orthotic System for People with Memory Impairment. *Robotics and Autonomous Systems* 44, 273–282 (2003).

5.8 Le applicazioni di Mobile Social Network (IIT)

Nell'ambito del progetto e-SHS, IIT-CNR propone lo sviluppo di applicazioni di MSN per il monitoraggio delle interazioni sociali di soggetti prevalentemente anziani per verificare possibili relazioni tra cambiamenti nella vita e nel coinvolgimento sociale del soggetto con peggioramento dello stato di salute. Verrà utilizzato il middleware CAMEO precedentemente sviluppato da IIT-CNR per dispositivi Android rappresentato in Figura 24 e si definirà un modello di contesto in grado di caratterizzare al meglio le possibili interazioni sociali tra utenti ed i loro dispositivi mobili. Inoltre CAMEO verrà anche utilizzato come base per lo sviluppo di un'applicazione di MSN di primo supporto in caso di necessità da parte di un utente verso un insieme di soggetti volontari che si trovano in prossimità e che possono soddisfare la richiesta.

Lo sviluppo di questo componente non necessita di particolari requisiti tecnici ma può trarre beneficio dalla collaborazione diretta con i soggetti di riferimento ed i loro familiari o care

giver per la definizione di un'interfaccia d'uso semplice, intuitiva e che richiede una minima interazione con l'utente stesso.

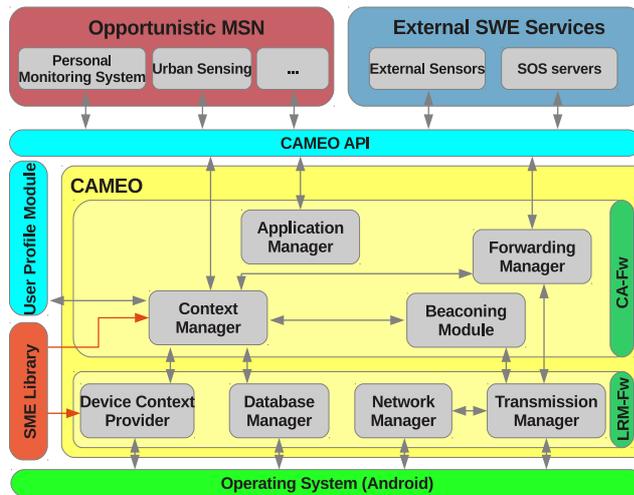


Figura 25. Architettura software CAMEO

5.9 Le campagne di misura con il bio-radar (IREA)

Nell'ambito del progetto e-SHS, l'IREA condurrà due campagne sperimentali, entrambe in condizioni controllate, volte a fornire un'ulteriore validazione delle potenzialità del Bioradar quale strumento per la misura senza contatto della frequenza respiratoria e il monitoraggio dell'attività respiratoria nel sonno, al fine di evidenziare un'eventuale correlazione con condizioni patologiche o al limite una diagnosi delle stesse.

La prima campagna di misura, sarà condotta presso il laboratorio di diagnostica Elettromagnetica dell'IREA-CNR, mentre la seconda avrà luogo presso l'Area di Ricerca CNR di Pisa, presso le struttura messe a disposizione dal progetto e riguarderà alcuni dei pazienti coinvolti nella sperimentazione dei diversi servizi e-SHS

5.10 IL MIDDLEWARE DI E-SHS (ISTI)

5.10.1 Funzionalità

Il Middleware è una piattaforma di comunicazione orientata alla gestione di sensori e attuatori in ambiente distribuito che offre la possibilità di pubblicare dati forniti dai sensori su una canale di comunicazione, permettendo inoltre l'invio di comandi ad attuatori.

In dettaglio, il Middleware offre le seguenti funzionalità:

- Formalismo per la descrizione di un sensore/attuatore indipendente dalla tecnologia di sensori utilizzata.
- Strumenti per la pubblicazione di sensori/attuatori (services)

- Strumenti per la ricerca di sensori/attuatori pubblicati
- Strumenti per la pubblicazione di dati rilevati da sensori
- Strumenti di supporto all'invio di comandi verso gli attuatori
- Policy per il controllo di visibilità dei dati in transito sul bus
- Cifratura dei messaggi in transito.

Il Middleware offre quindi una piattaforma uniforme per l'integrazione di reti di sensori eterogenee seguendo alcuni obiettivi:

- **Semplicità:** Il Middleware offre un set di astrazioni minimali per la rappresentazione dei sensori e per l'accesso alle funzionalità del sistema (Middleware API). Il layer software necessario per l'accesso al bus di comunicazione è estremamente ridotto.
- **Scalabilità:** Il Middleware fa affidamento a sistemi per lo scambio di messaggi (MoM - Message oriented Middleware), i quali possono essere configurati per operare in scenari con un elevato numero di produttori e consumatori di messaggi.
- **Affidabilità:** Il sistema offre meccanismi di buffering e gestione automatica di malfunzionamenti di rete che consentono di ridurre le perdite di messaggi.
- **Sicurezza:** Le comunicazioni possono essere cifrate al fine di garantire la riservatezza dei dati in transito. Il protocollo di comunicazione prevede inoltre autenticazione e autorizzazione.

5.10.2 Architettura del Middleware

Il sistema Middleware si compone di un sistema publish/subscribe per lo scambio di messaggi e di uno strato software scritto in Java. Seguendo la direzione bottom-up, il sistema si appoggia a un Message-oriented middleware (MOM) basato su protocollo MQTT. MQTT è un protocollo publish/subscribe estremamente leggero utilizzato in applicazioni di ambito m2m (machine-to-machine communication) e IoT (Internet of Things). In una architettura publish/subscribe si prevede la presenza di almeno un broker di messaggistica (Message Broker), un componente software che media la comunicazione tra più applicazioni, disaccoppiandole tra loro.

Il Middleware sfrutta il protocollo MQTT e il paradigma di comunicazione publish/subscribe costruendo 3 tipologie di bus di comunicazione:

- **Service Bus:** messaggi che informano riguardo la disponibilità di sensori/attuatori e loro relative caratteristiche.
- **Context Bus:** messaggi relativi a comunicazioni generate da sensori/attuatori.
- **Control Bus:** messaggi che comandano funzionalità offerte da sensori/attuatori, disponibili.

Oltre a questa divisione il Middleware divide i bus in base a ambiti di visibilità (scope) in modo tale da poter garantire policy di accesso ai bus gestiti dal broker ai vari client. In Figura 26 è raffigurata una possibile configurazione del sistema, dove i Sink di riferimento per diversi ambienti hanno accesso in a bus dedicati mentre un nodo di backend è configurato per poter accedere a tutti i bus al fine di poter memorizzare i dati su un DB. E' possibile imporre limitazioni di accesso ai bus tramite configurazione del message broker a seconda della implementazione scelta (e.g: Mosquitto).

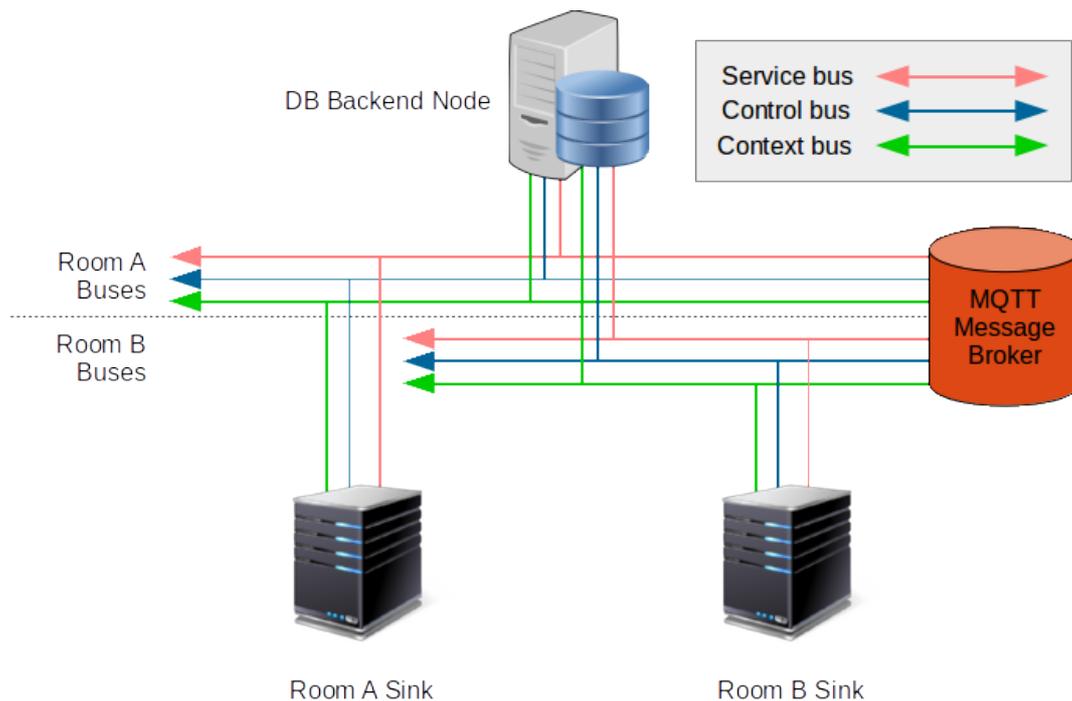


Figura 26. Separazione dei Bus di comunicazione

Per poter dialogare con il broker modulo di comunicazione del middleware si serve di un client MQTT sviluppato in Java che espone una Messaging API. Il client MQTT, oltre ad offrire le funzionalità di base del protocollo offre meccanismi per la gestione degli errori di connessione al broker e buffering di base dei messaggi in uscita, garantendo così un certo grado di resilienza ai problemi di rete. Il Middleware costruisce su questo layer ulteriori funzionalità fornendo una interfaccia di alto livello (*Communication API*). Questa nasconde la presenza di un sistema a scambio di messaggi fornendo un formalismo per la descrizione di sensori/attuatori indipendente dalla tecnologia e offrendo una API per la pubblicazione di dati in arrivo dai sensori, il discovery di servizi (sensori e attuatori) e l'invocazione di metodi remoti di attuatori. Ogni istanza di Middleware in esecuzione su un nodo è inoltre configurata per accedere a un numero limitato di bus garantendo quindi un ulteriore livello di sicurezza, oltre a quello fornito dal broker.

Riguardo le applicazioni che utilizzano le *Communication API*, queste si dividono in due macro categorie:

- Produttori (*services, producers*)
 - Adattatore di tecnologia di rete di sensori presente sul *Sink* che annuncia la disponibilità di sensori e attuatori, pubblica periodicamente i dati relativi ai sensori e inoltra i comandi in ingresso sul *control bus* verso gli attuatori.
 - Applicazioni che, elaborando dati in transito sul bus o provenienti da altre fonti, producono nuovi output.
- Consumatori (*consumers*)
 - Sensor data recorder: modulo software che registra su DB i dati in ingresso dai sensori.

- Sistemi di allarme: moduli software che reagiscono in tempo reale in presenza di un determinato stato del sistema.
- Interfacce grafiche: Applicazione web che mantiene solo gli ultimi dati ricevuti dai sensori e mostra in tempo reale lo stato della infrastruttura.
- Sistemi di controllo: moduli software che reagiscono in base alle rilevazioni dei sensori inviando comandi verso determinati attuatori.

La tecnologia di riferimento per il container utilizzato per l'esecuzione dei componenti software Java che costituiscono il Middleware è OSGi. Tale scelta permette di far leva sulle proprietà offerte da tale standard: modularità del software, gestione della lifecycle, paradigma architetturale orientato ai servizi.

Un'interessante proprietà dell'architettura mostrata, per quanto riguarda le applicazioni, è la capacità di poter muovere con estrema semplicità tali applicazioni da un nodo a un altro, qualora non vi siano dipendenze che lo impediscono (Figura 27). La soluzione consente, inoltre, un elevato riuso del software permettendo ad esempio di replicare funzionalità, come ad esempio la registrazione dei dati su DB, su più nodi, effettuando una semplice configurazione del modulo.

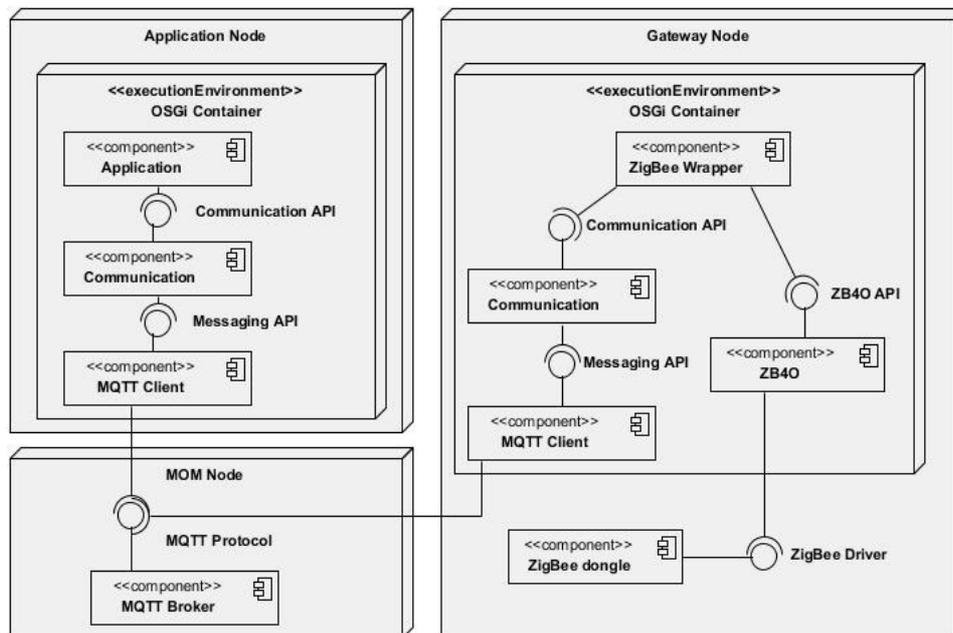


Figura 27. - Diagramma di deployment del sistema

6 LE POLITICHE DI SICUREZZA E PRIVACY (IIT)

Diverse organizzazioni sanitarie sono passate all'uso di cartelle cliniche del paziente in formato elettronico, *Electronic Patient Records* (EPR), per gestire le informazioni sui pazienti. In pratica, un EPR è un documento elettronico associato a ogni individuo, contenente tutte le informazioni mediche necessarie per un servizio medico avanzato, come ad esempio, un intervento di emergenza in cui occorre un quadro clinico immediato con tutte le informazioni su terapie, analisi e interventi passati, tutto accessibile da remoto, ad esempio tramite dispositivi mobili come smart-phone e PDA.

Infatti, è sempre più diffuso l'uso di dispositivi mobili in ambito sanitario per diverse attività quali i) svolgere lavori di routine come accedere e rivedere i dati dei pazienti e i risultati dei test, ii) per fare diagnosi, ad esempio integrando i dispositivi mobili con sensori indossabili o di ambiente per misurare i parametri fisici, comportamentali e ambientali, iii) per emettere fatture di pagamento durante le visite anche in remoto, iv) per consultare le composizioni dei farmaci e altro materiale di riferimento, e v) per sincronizzare le informazione con i sistemi centralizzati delle cliniche.

Queste attività sono assai rilevanti sia per l'assistenza sanitaria sia per il back-office aziendale. Il proliferare di una vasta gamma di dispositivi mobili per la sanità, tuttavia, rende difficile la vita del dipartimento ICT, specialmente nell'abito di molte organizzazioni sanitarie che devono dare delle garanzie di sicurezza sulla gestione e sul mantenimento dei dati.

Lo scambio e la condivisione dei dati sono una delle caratteristiche principali non solo nell'ambiente sanitario, ma anche di altre organizzazioni in diversi ambiti (governativi, sociali, imprese). Sorge, quindi, il problema di come facilitare la collaborazione fra le organizzazioni stesse e le interazioni fra l'organizzazione e i suoi consumatori. Da qui la necessità di avere meccanismi sicuri per la condivisione di dati. Inoltre, la quantità e la qualità dei servizi elettronici (e-services) per i dispositivi mobili va aumentando così da offrire grosse opportunità di mercato per le tecnologie che permettono lo scambio sicuro di dati.

6.1 Requisiti e componenti dell' infrastruttura

In letteratura esistono diverse soluzioni, anche sofisticate, per il controllo della condivisione di dati basato su politiche. Tuttavia, esiste un divario fra i requisiti richiesti in teoria e le tecnologie odierne. I sistemi di politiche offerti sembrano buoni dal punto di vista applicativo, ma talvolta sono troppo complesse per un contesto dinamico, mobile ed eterogeneo come quello sanitario e sociale, oppure mancano di una specifica formale. Tale mancanza implica che le politiche di accesso non sono state formalmente specificate e verificate e quindi la gestione e lo scambio dei dati medici potrebbe risultare non sicuro. Per questa ragione, quando due o più organizzazioni collaborano, o si usa un dispositivo mobile, e si crea un flusso d'informazioni che va oltre i confini dell'organizzazione, solitamente la politica che viene usata è quella del "controllo totale", nel qual caso i dati potrebbero non essere condivisi affatto, oppure la politica del "nessun controllo", in tal caso la condivisione dei dati è

completamente priva di qualsiasi controllo. Ovviamente, nessuna delle due politiche è soddisfacente.

Per tentare di risolvere queste problematiche con un sistema basato su politiche di condivisione sicura di dati sono necessarie le seguenti componenti:

Politiche: ciascuna organizzazione coinvolta nella condivisione dei dati deve avere delle politiche interne per l'accesso ai dati, per la loro divulgazione e per la loro conservazione in modo tale da garantire che i requisiti di sicurezza siano rispettati. Questo include la corretta classificazione dei dati in base al loro grado di sensibilità e una precisa definizione dei diritti di accesso, elaborazione e distribuzione dei dati. Le politiche devono anche specificare a chi e/o dove possono essere mandati i dati (ad esempio, se possono uscire dall'organizzazione o se possono essere salvati sul portatile di un dipendente). Le politiche devono essere chiare, concise e pubbliche.

Un sistema automatico di applicazione delle politiche: una volta che le politiche sono state definite, la loro applicazione deve essere il più possibile automatizzata. L'accesso e la distribuzione non possono essere lasciate alla discrezione del singolo individuo. L'uso di tecnologie che, automaticamente, bloccano l'accesso, il cambiamento e la distribuzione dei dati, non solo prevenendo attacchi voluti, ma salvaguardano i dati anche da errori umani che possono essere commessi anche da persone fidate e autorizzate.

Identificazione e autenticazione: un utente che richiede l'accesso alle informazioni deve essere identificato e autenticato. Esistono diversi sistemi atti a tale scopo come ad esempio, l'uso di password, token e smart cards, tecnologie che aiutano ad autenticare l'utente. Sono sempre più diffuse le tecnologie basate sulla biometria come le impronte, la scansione della retina o l'identificazione vocale. In molti casi, si usa la doppia autenticazione usando la combinazione di password e smart card-specialmente quando sono usati dispositivi mobili.

Autorizzazione: una volta che l'utente è identificato e autenticato, occorre verificare che i permessi di tale utente sui dati richiesti siano appropriate. L'autorizzazione è la chiave per prevenire perdite di sicurezza. I dati solitamente non sono di proprietà dell'utente che ha solo particolari diritti su essi. Quindi non è rilevante conoscere l'identità dell'utente ma sapere quali sono i suoi diritti sui dati. Gli attributi dell'utente possono essere combinati con le politiche di condivisione dei dati per ottenere un migliore controllo accessi. Inoltre, usando dispositivi mobili, gli attributi degli utenti, dati e aggiornati dall'organizzazione a cui egli fa riferimento, devono essere disponibili anche oltre i confini dell'organizzazione stessa. Questo è possibile attraverso un'infrastruttura federata di autenticazione e autorizzazione (AAI) costruita a partire da linguaggio SAML (Security Assertion Markup Language).

Cifratura: la cifratura dei dati fa sì che utenti non autorizzati non siano in grado di leggere i dati non conoscendo la chiave crittografica per decifrarli. Le tecnologie di cifratura sono utilizzabili sia per i dati immagazzinati sia per quelli scambiati. La cifratura di dati immagazzinati, specialmente quelli salvati su dispositivi mobili, fa sì che non ci sia bisogno di dare tempestiva comunicazione della loro perdita o del furto.

Revisione e comunicazione: la migrazione e il flusso di dati sensibili deve essere tracciabile. Una revisione del tragitto mostra cambiamenti dei dati, chi li ha fatti e se e/o dove sono passati. Questo è di rilevanza centrale per capire quali sono le azioni più comuni compiute sui dati. Sebbene la revisione non previene direttamente perdite o compromissioni della sicurezza dei dati, aiuta a capire e identificare dove sorge l'eventuale problema.

L'approccio proposto quindi consiste nella definizione di un'architettura generica, scalabile, indipendente dal contesto, sicura e resistente all'attacco basato su politiche. Tale architettura, composta da diverse componenti software eterogenee, permette di assicurare una protezione end-to-end delle informazioni e dei dati sensibili. Questo avviene attraverso le seguenti fasi:

Generazione e collezione di Dati: i Dati vengono generati e collezionati attraverso sensori usati in cooperazione con dispositivi mobile. I Dati sono selezionati in accordo con i requisiti dei servizi e degli utenti (sia lato paziente che medico).

Specifiche di politiche per lo scambio di Dati: Ciascuna entità coinvolta nella condivisione di dati deve predisporre delle politiche per lo scambio di Dati. Questo include la classificazione corretta dei dati come sensibili e che attesti chi ha il diritto di accedervi, modificare tali dati o distribuirli. Le politiche devono specificare come e dove i dati sensibili possono essere mandati in modo univoco e formale in modo tale che possano essere interpretate, analizzate e applicate. Questa fase comprende i) la scrittura delle politiche, che può essere fatta da desktop o da dispositivi mobili, in un linguaggio semi-naturale; ii) l'analisi dell'insieme delle politiche specificate da tutte le entità coinvolte, così da verificare la presenza di conflitti ed eventualmente di risolverli; iii) una fase di rifinitura in cui le politiche scritte in linguaggio semi-naturale sono tradotte in un linguaggio implementabile e applicabile, come XACML.

Immagazzinamento di Dati: tutti i dati collezionati sono periodicamente trasferiti e immagazzinati in un server centralizzato in modo crittografato. Il sistema di cifratura usato è tale che garantisca l'immagazzinamento dei dati in modo che sia resistente agli attacchi. Il formato dei dati è compatibile con gli standard previsti dal "Fascicolo Sanitario Elettronico" (FSE).

Applicazione delle politiche: l'accesso e la distribuzione dei dati deve essere eseguita in modo sicuro usando tecnologie atte a bloccare automaticamente l'accesso indesiderato ai dati o bloccarne la fuoriuscita incontrollata.

Trasmissione sicura dei dati: i dati devono essere trasmessi agli autorizzati attraverso connessioni e canali sicuri.

Quindi la soluzione tecnologica proposta è un'infrastruttura basata su politiche per l'accesso e la distribuzione dei dati pensata in modo tale che tali politiche siano personalizzabili e specificabili da tutte le entità che cooperano con la piattaforma, dai pazienti ai medici, dalle amministrazioni degli ospedali ai volontari ai componenti delle reti sociali che sostengono i pazienti. Questo permette di assicurare un controllo sulla diffusione e lo scambio di dati medici così da permetterne la loro fruibilità senza metterne a rischio l'integrità e la confidenzialità e senza violare i diritti alla privacy di ogni individuo.

6.2 Architettura per la definizione e applicazione delle politiche di sicurezza e privacy

L'infrastruttura proposta è data-centrica e basata su politiche che permettano di garantire un accesso e una trasmissione sicura dei dati anche attraverso dispositivi mobili.

L'architettura è graficamente rappresentata in Figura 28 e di seguito è descritto il flusso delle operazioni:

0. Il primo passo è la generazione dei dati di ciascun paziente attraverso un dispositivo

mobile di proprietà del paziente stesso in grado di comunicare e gestire il flusso dei dati raccolti da sensori indossati dal paziente stesso e/o disperse nell'ambiente. In questo modo, si viene a costituire una Body Area Network (BAN) in grado di misurare i parametri fisiologici, comportamentali e ambientali del paziente (Fase di *Generazione e collezione di Dati*) e trasmetterli a sistemi di monitoraggio remoti in grado di allertare medici o reti sociali in casi di emergenza affinché siano approntate rapidamente le prime cure mediche necessarie.

1. Tutti i dati vengono periodicamente trasferiti a un server centralizzato per permetterne, ad esempio, un'analisi da parte di un medico, un'elaborazione per fini scientifici, etc. (Fase di *Immagazzinamento di Dati*). I dati possono essere trasmessi anche in caso di anomalie dei dati stessi così da permettere un immediato soccorso del paziente in caso di emergenza, ad esempio.
2. Quando i dati vengono generati e immagazzinati, politiche di sicurezza e privacy vengono associate ad ognuno di essi. Ogni dato sensibile è immagazzinato secondo le leggi dello stato in cui viene prodotto e della struttura sanitaria che lo produce. Sia l'organizzazione sanitaria che il paziente possono specificare le loro proprie politiche di privacy sul dato attraverso un'applicazione sul proprio dispositivo mobile con pochi clicks oppure, in modo più articolato, tramite un'interfaccia desktop che permette di definire politiche più raffinate.
3. L'entità che produce il documento, ad esempio il medico di famiglia che scrive una prescrizione medica, può scrivere delle restrizioni di accesso al documento. Così come il paziente deve poter settare le proprie preferenze di privacy, come stabilito dalla Direttiva Europea per la Protezione dei Dati 95/46/EC e la sua riforma IP/12/46 del 25 gennaio 2012. Una volta che un nuovo dato medico viene prodotto, il paziente viene notificato (2a), e può settare le proprie preferenze di privacy sul dato attraverso la sua interfaccia mobile (2b). Ciascun soggetto può anche modificare le preferenze su dati già presenti accedendo a tali dati e scegliendo di modificare la politica associata (sempre se ne ha l'autorità).
4. Tutte le politiche riferite ad un dato, ossia tutte le politiche scritte da tutti gli aventi diritto, sono date come input ad un traduttore che le converte in un linguaggio implementabile (3° e 3b) come ad esempio, XACML.
5. Le politiche applicabili sono immagazzinate in un *repository* di politiche (4) che viene acceduto in fase di applicazione, ossia in seguito ad una richiesta di accesso al dato a cui sono associate.

La fase di applicazione delle politiche segue la seguente procedura:

6. Utenti diversi provano ad accedere ai dati medici attraverso proprie richieste di accesso fatte usando l'interfaccia di visualizzazione e ricerca (5).
7. Il *Policy Enforcement Point* (PEP) intercetta tali richieste di accesso e momentaneamente sospende la richiesta e invoca il *Policy Decision Point* (PDP) (6) che è incaricato di valutare le politiche di privacy associate al dato. Si assume che il PEP sia in grado di ricavare i valori degli attributi necessari per valutare le politiche, come ad esempio le credenziali del richiedente, il suo ruolo, ecc...
8. Il PDP ricava le politiche da valutare (7)

9. Il PDP valuta le politiche di privacy contro la richiesta di accesso. In particolare, il PDP è incaricato di decidere quale politica deve essere applicata e quindi, di conseguenza, decide se l'accesso al dato è concesso o meno. Per fare questo, il PDP è dotato di un *conflict solver* capace di stabilire se esiste un conflitto fra più politiche ed, eventualmente, di risolverlo (8).
10. Il PDP, dunque, ritorna la valutazione al PEP che, a seconda della valutazione, permette o nega l'accesso al dato attraverso l'interfaccia del dispositivo mobile.

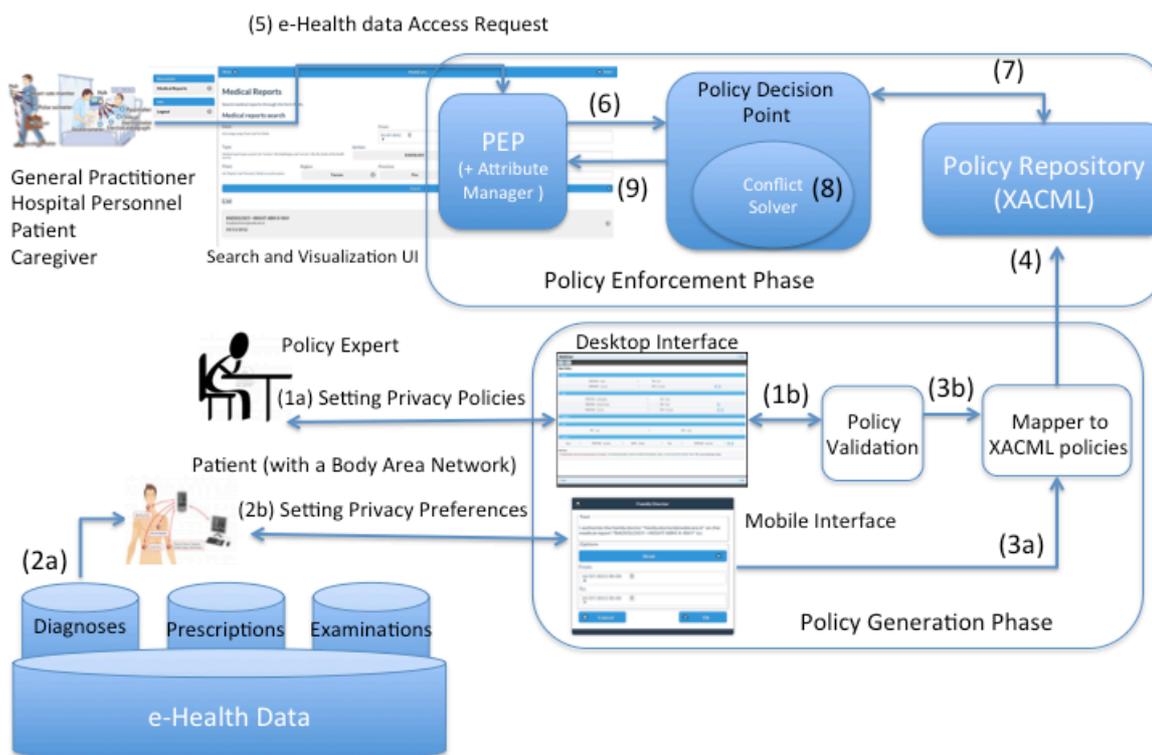


Figura 28. Infrastruttura basata su politiche

6.3 Sicurezza per la trasmissione dei dati

La trasmissione dei dati può avvenire tra diverse tipologie di entità e la piattaforma e-SHS. In particolare, è possibile effettuare trasmissioni tra le sorgenti informative "fisiche" coinvolte nello scambio di dati, come ad esempio, fra i dispositivi di paziente emedico, fra il paziente e individui nella rete sociale a lui collegato, fra le diverse organizzazioni sanitarie coinvolte, etc. In particolare, le sorgenti informative fisiche considerate potrebbero essere i) applicazioni installate sui dispositivi mobili, ii) reti di sensori, iii) dispositivi fissi all'interno delle organizzazioni sanitarie.

La trasmissione dei dati tra le sorgenti "fisiche" e la piattaforma e fra le diverse sorgenti "fisiche" avviene nella maggior parte dei casi attraverso una connessione internet. Il tipo di protezione che si prevede per questa categoria è TLS/SSL. Per rendere operativa questa soluzione c'è la necessità di consentire solamente connessioni di tipo HTTPS. Inoltre ogni

client che comunica con la piattaforma deve richiedere un certificato valido alla stessa in modo da indentificare la piattaforma con certezza e univocità. In questo modo, è possibile instaurare con la piattaforma una comunicazione sicura attraverso un meccanismo di negoziazione dei parametri di sessione così come previsto dal protocollo SSL. Da notare che non è prevista una mutua autenticazione fra client e server per diversi motivi. In particolare, a livello tecnico è complesso visto che obbliga gli utenti, anche i più inesperti, ad avere un certificato digitale.

Ogni nodo di comunicazione, anche all'interno della stessa organizzazione sanitaria, è provvisto di un'applicazione e di un web service, che permette di gestire i dati. Quindi la comunicazione avviene tramite rete e tali servizi devono comunicare all'interno dell'architettura proposta senza la necessità di trasmettere all'esterno dell'organizzazione sanitaria stessa. Quindi all'interno di ogni organizzazione sanitaria occorre prevedere una VPN in cui, ogni nodo delle rete in cui risiedono uno o più servizi, viene configurato in modo da comunicare in una VPN e che non accettino connessioni dall'esterno. Esistono diverse soluzioni per implementare il servizio VPN, sia open source che commerciali. A seconda dell'organizzazione e della struttura considerata, soluzioni ad-hoc possono essere disegnate e implementate così da garantire la sicurezza e la privacy dei dati tenendo in considerazione le politiche settate da tutte le parti coinvolte, sia interne che esterne a ciascuna organizzazione sanitaria.

6.4 Requisiti tecnici per la gestione sicurezza dei dati

La componente relativa alla gestione sicura dei dati tramite politiche di sicurezza e privacy è rivolta a tutti gli utilizzatori che lavorano in ambito medico e assistenziale e al paziente stesso. L'idea è quella di fornire all'utente finale, sia questo un medico, un paziente, un assistente sociale, la possibilità di gestire e definire le politiche di privacy e sicurezza associate ad un dato di cui, in qualche forma, è proprietario. Ad esempio, il paziente può decidere a chi mostrare un esame medico, un medico può modificare un referto di un altro medico, se autorizzato da quest'ultimo e dal paziente, oppure, un medico può impostare una politica che permetta di aggiornare e modificare la cartella clinica di un proprio paziente solo a lui richiedendo di ricevere una notifica per ogni nuovo esame sostenuto dal paziente.

Nell'ambito assistenziale, il componente può essere usato in cooperazione con sensori indossabili e ambientali. Ad esempio, supponiamo che tali sensori rilevino un'anomalia. In tal caso, consideriamo che un dato associato a questo stato di allerta venga generato. Il dato è associato al paziente che può, attraverso il suo dispositivo mobile, decidere a chi inviarlo settando la politica opportuna.

Funzionalità del servizio associato al sistema

Il servizio mette a disposizione due interfacce grafiche destinate a due tipi di utenti diverse a seconda delle conoscenze e della consapevolezza delle problematiche di privacy legate alla gestione dei dati medici, classificati come altamente sensibili.

Architettura Hardware e Software

L'architettura del tool di scrittura delle politiche è disegno secondo il paradigma "three-tier": il primo livello è composto dalle interfacce utente sviluppate in HTML e Javascript; il secondo livello è composto dai moduli server, il controller e il modulo del modello, implementati in PHP. Il terzo livello è composto dal database delle entries, sviluppato in MySQL.

Il database è strutturato con i seguenti schemi: Lo schema "Utenti", che contiene le tabelle che collegano gli utenti ai soggetti delle politiche e i loro attributi e ai loro valori; lo schema "Documenti" che contiene tabelle per legare gli oggetti delle politiche con gli attributi e i loro valori; lo schema "Places" che consiste in tabelle contenenti gli attributi ambientali, temporali, ecc. Lo schema "Policies" che contiene le politiche in linguaggi XACML-like.

Come già detto, le interfacce utente sono due: l'interfaccia chiamata DESKTOP è riservata agli esperti e permette di scrivere delle politiche componendo elementi già presenti come entries del database e che vengono mostrate agli esperti attraverso dei menù a tendina (interazione fra il Data-Base e i Moduli Server).

L'interfaccia chiamata MOBILE, sviluppata per utenti con minori competenze in ambito informatico e/o di scrittura di politiche di sicurezza, che permette di scegliere fra politiche già preconfezionate di cui soli pochi campi, ad esempio, il range temporale o il nome del medico, possono essere scelti dall'utente fra quelli presenti nelle entries (sempre mostrati tramite menù a tendina).

Tutte le politiche, sia quelle scritte con la DESKTOP che con la MOBILE, sono salvate in XACML nel policy repository, così da essere direttamente valutate e, eventualmente applicate, quando avviene una richiesta di accesso.

7 IL FASCICOLO SANITARIO ELETTRONICO – LINEE GUIDA ED INTEROPERABILITÀ (ICAR)

Il Fascicolo Sanitario Elettronico (FSE) è definito come “l’insieme di dati e documenti digitali di tipo sanitario e socio-sanitario generati da eventi clinici presenti e trascorsi, riguardanti l’assistito”. Tali dati e documenti, generati in formato digitale da professionisti e operatori sanitari e socio-sanitari, sono raccolti e gestiti da un complesso sistema informativo il quale consente ai cittadini e agli operatori autorizzati di accedere alle informazioni sanitarie di loro competenza, in qualunque archivio esse siano memorizzate e nel rispetto della tutela della privacy.

Strutturalmente, il FSE non è realizzato da un singolo sistema, ma da un insieme di sistemi interconnessi che cooperano tra di loro al fine di condividere le informazioni sanitarie e socio-sanitarie degli assistiti che vengono prodotte nelle strutture sanitarie.

In Europa come nel resto del mondo, la maggior parte dei Paesi ha attivato una serie di iniziative per la realizzazione di sistemi nazionali di FSE. Tali sistemi sono tipicamente basati sul paradigma registry/repository, secondo il quale i documenti sanitari digitali sono archiviati in repository siti presso le strutture sanitarie, e indicizzati in registry localizzati centralmente mediante la memorizzazione di opportuni metadati, come mostrato in Figura 29.

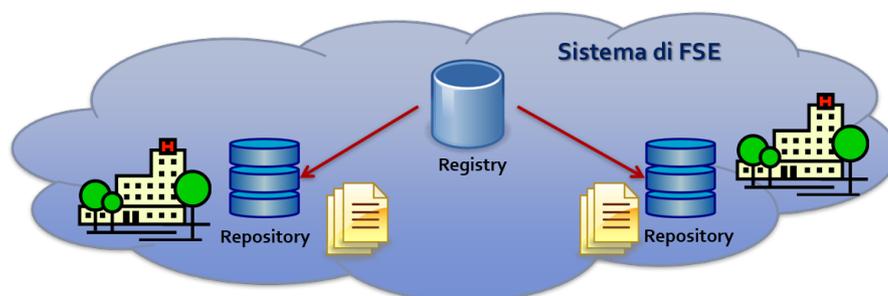


Figura 29. Architettura di un tipico sistema di FSE

Tuttavia, lo stato di avanzamento di tali iniziative è piuttosto disomogeneo e ciò, oltre a non offrire ai cittadini la stessa possibilità di accesso ai servizi del FSE, pone problemi di interoperabilità tra i sistemi di FSE realizzati. In Italia, questa problematica è esacerbata dalla autonomia amministrativa in materia di sanità da parte delle Regioni e Province Autonome, che comporta anche un problema di interoperabilità nazionale.

Specificatamente, l’interoperabilità può declinarsi attraverso tre categorie principali:

- *Interoperabilità strutturale*: permette di interpretare i documenti sanitari archiviati nei sistemi informativi a prescindere dalla loro struttura. Essa è solitamente soddisfatta attraverso l’utilizzo di standard condivisi per la strutturazione dei documenti.

- *Interoperabilità semantica*: è inerente alla capacità di condividere il significato dei dati presenti nei documenti ed è facilitata dall'uso di sistemi di classificazione, terminologie e vocabolari comuni.
- *Interoperabilità dei servizi*: riguarda la gestione dei processi sanitari mediante la cooperazione di specifici servizi, spesso realizzati in maniera indipendente, che permettono di disaccoppiare l'interfaccia dalla logica applicativa.

7.1 INTEROPERABILITÀ DEI SISTEMI DI FSE

7.1.1 Standard internazionali

Il problema dell'interoperabilità del FSE, come è evidente, è piuttosto variegato ed è stato al centro di numerose progettualità. Negli ultimi anni sono stati proposti diversi standard (tuttora in evoluzione) aventi l'obiettivo generale di garantire l'interoperabilità tra sistemi informativi sanitari eterogenei. Ad esempio, CEN TC 251 prEN13606 e openEHR hanno lo scopo di definire le architetture dei sistemi di FSE per favorire l'interscambio dei documenti sanitari, mentre RIM HL7 Version 3 definisce i concetti da utilizzare per la rappresentazione dei contenuti clinici. Lo standard HL7 CDA Rel. 2, derivato dal RIM HL7 Version 3, ha invece l'obiettivo di consentire una strutturazione condivisa dei documenti sanitari e socio-sanitari. Anche l'iniziativa IHE affronta il problema dell'interoperabilità attraverso i profili di integrazione, che individuano gli standard e le modalità da utilizzare in specifici casi d'uso. Per quanto concerne l'interoperabilità semantica, sono disponibili numerosi sistemi di classificazione e vocabolari medici standard (quali ICD9-CM, LOINC e SNOMED CT). In generale, tali standard garantiscono vari livelli di interoperabilità, sebbene non affrontino in maniera esaustiva le problematiche relative alla realizzazione di soluzioni federate tipiche dello scenario italiano.

7.1.2 Contesto nazionale

La problematica inerente all'interoperabilità dei sistemi di FSE nel contesto nazionale è stata affrontata nel progetto InFSE (Infrastruttura tecnologica del Fascicolo Sanitario Elettronico), frutto di una collaborazione tra il Dipartimento per la Digitalizzazione della Pubblica Amministrazione e l'Innovazione Tecnologica (DDI) della Presidenza del Consiglio dei Ministri ed il Dipartimento Tecnologie dell'Informazione e delle Comunicazioni del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) con la partecipazione degli istituti ICAR, IIT e URT-DSP (ora IIT sede di Rende). Nell'ambito del progetto, è stato elaborato un insieme di linee guida volte a definire il modello architetturale e l'architettura software di un'infrastruttura federata a supporto dell'interoperabilità tecnologica tra i sistemi regionali di FSE. Tali linee guida sono state approvate dal Tavolo permanente per la Sanità Elettronica delle Regioni e delle Province Autonome (TSE) e recepite nelle "Linee guida sul Fascicolo Sanitario Elettronico" proposte dal Ministero della Salute e approvate nella Conferenza Stato-Regioni il 10 febbraio 2011.

7.1.3 Quadro normativo e linee guida

In Italia, il D.L. n. 179/2012, convertito con modificazioni dalla Legge n. 221/2012 e successivamente dal D.L. n. 69/2013, a sua volta convertito con modificazioni dalla Legge n.

98/2013, ha definito formalmente il Fascicolo Sanitario Elettronico e le sue finalità, ossia: prevenzione, diagnosi, cura e riabilitazione; studio e ricerca scientifica in campo medico, biomedico ed epidemiologico; programmazione sanitaria, verifica delle qualità delle cure e valutazione dell'assistenza sanitaria.

- Le recenti normative stabiliscono i contenuti del FSE, riportati in Tabella 6.

Documenti e dati minimi	Documenti e dati integrativi (I)	Documenti e dati integrativi (II)	Documenti e dati integrativi (III)
Dati identificativi e amministrativi dell'assistito	Prescrizioni (specialistiche, farmaceutiche, ecc.)	Prestazioni di assistenza ospedaliera in regime di ricovero	Vaccinazioni
Referti	Prenotazioni (specialistiche, di ricovero, ecc.)	Certificati medici	Prestazioni di assistenza specialistica
Verbali di pronto soccorso	Cartelle cliniche	Taccuino personale dell'assistito	Prestazioni di assistenza protesica
Lettere di dimissione	Bilanci di salute	Relazioni relative alle prestazioni erogate dal servizio di continuità assistenziale	Dati a supporto delle attività di telemonitoraggio
Profilo sanitario sintetico (patient summary)	Assistenza domiciliare: scheda, programma e cartella clinico-assistenziale	Autocertificazioni	Dati a supporto delle attività di gestione integrata dei percorsi diagnostico-terapeutici
Dossier farmaceutico	Piani diagnostico-terapeutici	Partecipazione a sperimentazioni cliniche	Altri documenti rilevanti per il perseguimento delle finalità del FSE
Consenso o diniego	Assistenza residenziale e semiresidenziale: scheda multidimensionale di valutazione	Esenzioni	
	Prestazioni di emergenza urgenza (118 e pronto soccorso)	Erogazione farmaci	

Tabella 6. Contenuti del FSE

Il 31 marzo 2014 sono state pubblicate le "Linee guida per la presentazione dei piani di progetto regionali per il FSE", frutto del lavoro di un tavolo tecnico coordinato dall'Agenzia per l'Italia Digitale e dal Ministero della salute, con rappresentanti del Ministero dell'Economia e delle Finanze, delle Regioni e Province Autonome, nonché del CNR e del CISIS.

I principi basilari delle linee guida sono i seguenti:

- Modello funzionale del FSE: l'obiettivo è quello di creare un sistema infrastrutturale basato su un modello logico condiviso, in grado di consentire, attraverso una rete regionale, l'alimentazione del FSE in maniera continuativa da parte dei soggetti del Servizio Sanitario Regionale.
- Gestione del consenso e della privacy: le modalità di accesso al FSE, sia per l'alimentazione che per la consultazione, devono essere sempre esplicitate dall'assistito mediante l'espressione di appositi consensi.
- Modello architetturale dei sistemi regionali di FSE: ciascuna Regione o Provincia Autonoma ha più di un modello a disposizione per realizzare l'infrastruttura del sistema di FSE regionale. La scelta di un modello rispetto ad un altro è legata al tipo di strutturazione organizzativa nei singoli domini.
- Servizi per l'accesso dell'assistito al proprio FSE: l'accesso da parte dell'assistito deve avvenire mediante una interfaccia utente web che può essere centralizzata o distribuita nel sistema regionale.
- Servizi per il collegamento e l'abilitazione all'accesso e all'alimentazione del FSE da parte dei MMG/PLS (Medici di Medicina Generale/Pediatri di Libera Scelta), nonché delle strutture

sanitarie: il collegamento del sistema regionale con gli attori deve prevedere servizi per: il collegamento tra uno o più repository e gli applicativi utilizzati dai MMG/PLS e dagli operatori sanitari; il collegamento tra i registry e gli applicativi utilizzati dai MMG/PLS e le strutture sanitarie; l'interfacciamento con l'anagrafe sanitaria.

- Servizi a supporto dell'interoperabilità del FSE: sono fornite indicazioni di massima mentre le regole, gli aspetti tecnici e gli standard necessari da utilizzare per assicurare l'interoperabilità dei servizi transregionali saranno ulteriormente dettagliati in documenti tecnici successivi.
- Servizi per la gestione dei referti di laboratorio: le strutture sanitarie dovranno predisporre alla creazione di referti in formato HL7 CDA Rel. 2 i cui dati dovranno essere codificati secondo LOINC.
- Servizi per la gestione del profilo sanitario sintetico (PSS): il PSS contiene dati clinici e amministrativi relativi al paziente e deve essere redatto anch'esso in formato HL7 CDA Rel2.
- Conservazione a norma dei documenti informatici di tipo sanitario e socio-sanitario: dovrà essere effettuata ai sensi delle nuove regole tecniche in materia di sistemi di conservazione.

7.2 INTEGRAZIONE DI DATI ACQUISITI DA DISPOSITIVI MOBILI NEL FSE

L'accelerazione normativa ha fornito indicazioni chiare in merito alla realizzazione condivisa di sistemi di FSE. Tuttavia, gli aspetti e le problematiche inerenti all'integrazione di dati provenienti da sensori e dispositivi mobili in sistemi di FSE non sono stati ancora trattati ed affrontati in maniera diretta e sistematica, evidenziando, quindi, l'esigenza di un'attenta analisi e definizione di specifiche, che dettagliano le modalità di interazione con tali sistemi. Alla luce di tali considerazioni, al fine di favorire ed abilitare l'integrazione della piattaforma e-SHS con i sistemi di FSE sia da un punto di vista funzionale, in termini di servizi con cui interfacciarsi per alimentare il fascicolo con dati acquisiti da sensori e dispositivi mobili, che strutturale, in relazione alla rappresentazione dei dati da utilizzare, sono stati individuati i principali requisiti che la piattaforma dovrà garantire, come descritto in maniera diffusa nei paragrafi a seguire.

7.2.1 Formato dei dati

I principali aspetti da tenere in considerazione per quanto concerne la rappresentazione dei dati acquisiti da sensori e dispositivi mobili previsti all'interno della piattaforma e-SHS riguardano:

- Individuazione dei dati di interesse
- Identificazione del formato e delle modalità di rappresentazione dei dati
- Localizzazione della sezione del FSE atta a contenere i dati

In primo luogo, tra la molteplicità di dati (fisiologici, comportamentali, di attività fisica e riabilitativa, ecc.) acquisiti dalla piattaforma, ed alla luce della recente tendenza verso la realizzazione di sistemi di fascicolo personali del paziente, in questo progetto ci si è concentrati sulla possibile integrazione all'interno del FSE dei valori relativi a parametri fisiologici acquisiti da dispositivi di monitoraggio quali pulsossimetri, ECG, ecc.

Per quanto concerne il formato dei dati da adoperare, che risulta essere in stretta correlazione con la tipologia dei dati che si intende rappresentare, lo standard attuale di riferimento per codificare parametri fisiologici è ISO/IEEE 11073 Personal Health Data (PHD), il quale definisce sia un modello informativo di riferimento che il protocollo di comunicazione con i dispositivi mobili per l'acquisizione dei dati.

Per favorire poi l'immagazzinamento all'interno dei sistemi di FSE dei dati così rappresentati, questi ultimi potranno essere aggregati in report in formato HL7 CDA Rel. 2 anche in coerenza con soluzioni già adottate per la strutturazione di altri documenti sanitari. Per quanto riguarda la sezione del FSE più appropriata a contenere questo tipo di dati, il taccuino appare al momento la scelta migliore, essendo esso atto a raccogliere informazioni personali del paziente non prodotte da professionisti sanitari.

7.2.2 Interfacciamento con i servizi del FSE

La piattaforma e-SHS dovrà essere capace di interfacciarsi con i servizi del FSE per permettere ai dati acquisiti di confluire nel fascicolo e, al contempo, di recuperare i dati stessi di interesse da quest'ultimo. Sebbene le specifiche di interazione con i servizi dipendono dal particolare sistema di FSE, le principali tipologie di servizi con cui la piattaforma e-SHS dovrà essere in grado di interoperare e le azioni che dovranno essere effettuate per predisporre la piattaforma sono le seguenti, come mostrato in Figura 30.

- Interfacciamento con il servizio di indicizzazione per la pubblicazione dei dati nel FSE
- Interfacciamento con il servizio di archiviazione per la memorizzazione dei dati nel FSE
- Interfacciamento con il servizio di ricerca per il recupero dell'insieme dei dati disponibili nel FSE
- Interfacciamento con il servizio di recupero per il reperimento dei dati disponibili nel FSE

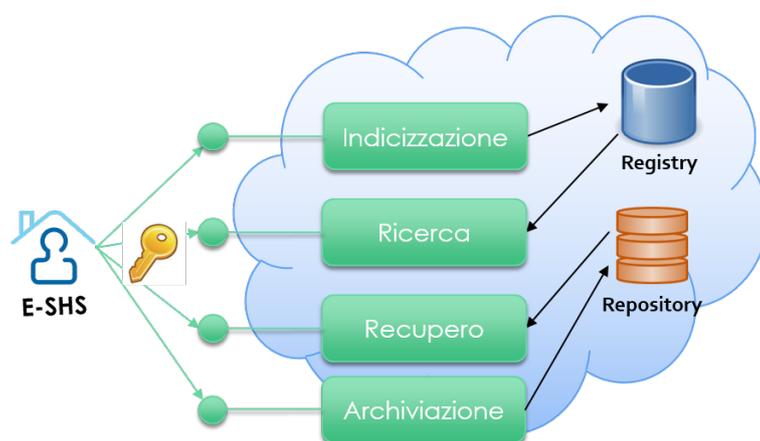


Figura 30. Architettura per l'integrazione della piattaforma e-SHS con il FSE

La piattaforma dovrà essere in grado di metadattare i dati acquisiti e i report generati al fine di indicizzare questi ultimi nel FSE. I metadati dovranno essere conformi al modello informativo adoperato dallo specifico sistema di FSE, il quale comprende tipicamente almeno la tipologia di dato (ad es. valore della pressione), la data di acquisizione e il riferimento al sistema informativo in cui è memorizzato il dato (ad es. il taccuino). I metadati così costruiti potranno confluire nel FSE mediante l'interazione con il servizio di indicizzazione.

A valle dell'indicizzazione, la piattaforma potrà trasferire i dati/report di interesse nel FSE, ad es. nel taccuino, adoperando il servizio di archiviazione del FSE.

La piattaforma dovrà poi essere capace di interfacciarsi con il servizio di ricerca del FSE allo scopo di ottenere l'elenco delle informazioni sanitarie e socio-sanitarie relative ad uno specifico paziente. I parametri di ricerca corrispondono in generale al codice fiscale del paziente, alla tipologia di informazione di interesse o ad un intervallo temporale di riferimento.

Infine, la piattaforma e-SHS dovrà essere in grado di interfacciarsi con il servizio di recupero del FSE allo scopo di reperire fisicamente i dati/report in esso disponibili. In generale, è possibile interagire con il servizio di recupero dopo aver ottenuto dal servizio di ricerca i riferimenti necessari.

8 COME TRATTARE I DATI RACCOLTI

8.1 Metodi di analisi semantica dei Dati (IMATI)

Il settore dell'“health, care & well-being” costituisce un'area di ricerca caratterizzata dalla gestione e l'elaborazione di enormi quantità di dati eterogenei acquisiti da diverse fonti alcuni messi a disposizione nella nuvola dei linked open data.

L'interoperabilità semantica tra i dati è fondamentale.

Diversi approcci sono in continuo sviluppo per la rappresentazione, archiviazione, analisi e visualizzazione dei dati sanitari. Oggi, il Semantic Web ed, in particolare, il paradigma emergente dei linked data forniscono un approccio promettente per codificare, pubblicare e condividere dati complessi. In particolare il linked data best practice è la nuova soluzione per rappresentare i dati in un formato aperto, leggibile dalla macchina, e per collegare tra loro i dati provenienti da repository eterogenei in un modo che permette una grande varietà di scenari di utilizzo sia per gli esseri umani e macchine. Per esempio uno dei set di dati di potenziale interesse nel progetto, che è una parte del LOD (Linked Open Data) nuvola, è il DrugBank (<http://wifo5-03.informatik.uni-mannheim.de/drugbank/>).

Questa sezione mira a illustrare la tecnologia di gestione della conoscenza in grado di supportare la gestione dei dati sanitari. In particolare, si concentra su due aspetti principali legati all'interoperabilità:

- **Condivisione dei dati.** In particolare l'impiego di tecnologie della conoscenza per sostenere gli aspetti multiculturali e multilinguistici sull'uso e il riutilizzo dei dati.
- **Analisi dei dati.** In particolare, come le tecnologie della conoscenza possano supportare il confronto, la classificazione e la selezione di dati multidimensionali.

8.1.1 Condivisione dei dati

Un'efficace condivisione e il riutilizzo dei dati relativi alla salute sono ancora desiderata di molti domini scientifici e industriali, ad esempio, l'assistenza, la medicina e la bioinformatica, dove la scelta di dati specifici e di alta qualità è una condizione necessaria per fornire servizi di successo e competitivi. Ad esempio, nel campo dell'“health, care and well-being” molte risorse di dati sono solitamente ottenuti attraverso complesse pipeline di acquisizione-elaborazione, che in genere coinvolgono diversi settori specialistici di competenza (biologi, medici, analisti, assicurazioni, sanità pubblica e privata, istituzioni...) che possono fornire risorse di dati eterogenee, codificati in modo diverso in testo, tabelle, immagini, modelli 2D / 3D. In particolare, una questione cruciale è quello di rendere i dati facilmente accessibili e affidabile nel tempo attraverso un'interpretazione condivisa della conoscenza che superi le barriere culturali e linguistiche.

Knowledge Organization System (KOS) e vocabolari controllati forniscono contenuti e termini relativi agli elementi di interesse all'interno di un modello concettuale concordato. Un Knowledge Organization System contiene thesauri, ma anche codice, ontologie, glossari e altri

repository semantici. Il vocabolario controllato è di per sé un modello di conoscenza con una vista specifica e astrazione della realtà legate allo scopo del suo sviluppo. All'interno di modelli concettuali, i sistemi di organizzazione della conoscenza sono utilizzati per consentire una comprensione comune dei significati e dei termini e quindi un grado di interoperabilità semantica. Essi contribuiscono a garantire la qualità dei dati da parte di provider e supportare il recupero e il processo di integrazione dei dati da parte dell'utente.

In particolare, un sistema di organizzazione della conoscenza è fondamentale sostenere la ricerca per parola chiave nei diversi contesti applicativi. Come conseguenza, di recente un crescente interesse è stato su come codificare e rendere tali KOS disponibili. Questo ha portato ad attività specifiche, come la raccomandazione del W3C SKOS per la codifica standard di semplici Knowledge Organization Systems, e con una particolare attenzione ai progressi tecnologici del web semantico come mezzo per fornire KOS collegati in modo flessibile e altamente riutilizzabile. Esempio di risorse terminologiche nel dominio biomedicale è dato dal Medical Subject Hindex, MeSH, (<http://www.nlm.nih.gov/mesh/>), ampiamente utilizzato per l'indicizzazione e il recupero di letteratura biomedica. Nel progetto FP7 IP CHRONIOUS (<http://www.chronious.eu/>) è stata fornita una versione SKOS di contenuti di MeSH.

8.1.2 Analisi dei Dati

Un'analisi efficace dei dati provenienti da sistemi distribuiti richiede di colmare il gap semantico tra i dati e la comprensione dell'utente di alto livello del sistema.

Proponiamo di impiegare metodi per valutare la somiglianza tra le istanze sfruttando la conoscenza modellata in ontologie, per facilitare il confronto delle risorse a supporto della diagnosi di potenziali problemi, per scoprire nuovi comportamenti, o verificare ipotesi. Proponiamo un'analisi semantica per confrontare dati del paziente e/o medici che possa essere impiegata per esplorare sia i dati acquisiti nel progetto e adeguatamente formalizzati in un'ontologia così come health dataset esposti come linked data. Tale analisi può fornire informazioni utili per eventuali decisioni.

In particolare si considera una similarità con le proprietà di asimmetria e dipendente dal contesto/utente, in cui:

- contesti diversi forniscono criteri per misurare e navigare i dati in base a caratteristiche specifiche spianando la strada alla definizione di una navigazione personalizzata rispetto a viste specifiche dell'utente;
- asimmetria evidenzia contenimento tra le caratteristiche delle risorse che consentono considerazioni su perdite e guadagni legati alla scelta di una risorsa in luogo di un'altra.

La parametrizzazione della misura di similarità rispetto al contesto applicativo è di importanza fondamentale per l'utilizzo nel progetto. Questo fornisce quindi la possibilità di adattarla alle esigenze dell'applicazione da sviluppare e ai diversi utenti. L'applicazione induce i criteri di somiglianza che sono esplicitamente formalizzate nel "contesto applicativo". Il contesto applicativo definisce l'importanza delle entità che concorrono alla misura di similarità e l'operazione utilizzata per confrontare le istanze.

8.1.3 Requisiti Tecnici (IMATI)

I seguenti Requisiti tecnici sono rivolti a due sottosistemi della piattaforma che non saranno sviluppati nell'ambito del progetto e-SHS ma sarebbe interessante considerarli in una futura sua estensione. Tali componenti sono principalmente pensate rispetto alle potenzialità delle tecnologie del paradigma Linked Data.

<i>Servizi per l'interoperabilità semantica nei termini di "condivisione dei dati attraverso utilizzo di vocabolari (terminologie/tesauri/ontologie) comuni proprie del dominio.</i>	
Casi d'uso	<p>Ottimizzare le azioni di intervento sul paziente facilitando la comunicazione delle informazioni tra diversi utenti della piattaforma (paziente / familiare / caregiver /assistenza sociale,..) attraverso l'utilizzo di vocabolari clinici multilinguistici, comuni e condivisi.</p> <p>Per esempio, per facilitare l'utilizzo delle informazioni rispetto a problematiche legate ad aspetti multiculturali o linguistici:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Utente comunica con il sistema fornendo informazioni sui sintomi utilizzando una terminologia clinica disponibile (problema culturale), per esempio selezionando dei termini clinici da una codelist o da un vocabolario controllato. • Interazione tra paziente e caregiver-collaboratore (badante) influenzata dall'utilizzo di lingue diverse quando il badante è straniero (problema multilinguistico) • Parente vuole verificare se il sintomo deriva da un effetto collaterale delle medicine - Ricerca delle informazioni nel database delle medicine per parola chiave. • Ricerca (query refinement) di informazioni nel database per parole chiave (per esempio nei Database di informazioni legati a Social Plane / User Plane / Medial Plane)
Funzionalità del servizio associato al sistema	<p>Integrazione di differenti conoscenze del dominio già formalizzate in sistemi di gestione della conoscenza fornendo l'armonizzazione di concetti, rappresentazioni, lingue.</p> <ul style="list-style-type: none"> • KeywordCompletion (dato un insieme di caratteri di una keyword, questo servizio interroga KOS- Knowledge Organisation System- e restituisce la lista dei concetti del vocabolario che iniziano con quei caratteri). • KeywordExplanation (dato un concetto, viene restituita la descrizione presente nel KOS) • QueryReformulation (dato un concetto restituisce tutti i relative sinonimi nel tesaurus) • KeywordTranslation (dato un concetto restituisce tutte le traduzioni memorizzate nel tesaurus come

		etichette alternative)
Architettura Software	Hardware e	<p><u>Software:</u></p> <p>W3C standards:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resource Description Framework (RDF) • RDF Schema (RDFS) • Web Ontology Language (OWL), OWL2 • Simple Knowledge Organization System (SKOS) • SPARQL Protocol • RDF Query Language (SPARQL) <ul style="list-style-type: none"> • Un modulo di backend che usa un RDF store • Un modulo di frontend per l'accesso ai dati
Requisiti		Esistenza di vocabolari clinici multilinguistici o mono linguistici disponibili possibilmente con licenza Creative Common

Servizi per l'analisi semantica dei dati per la ricerca delle informazioni		
Casi d'uso		<p>Supporto ai pazienti e ai familiari nell'individuazione di sintomi/ trattamento dei sintomi mediante la correlazione con altri dati (e.g. contesto, confronto con eventi precedenti, ...)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Individuazione delle correlazione tra sintomi e medicinali / interazione tra medicinali / effetti collaterali • Ricerca di soluzioni di pronto intervento considerando analogie con situazioni pregresse (per esempio eventi simili di malessere considerando assunzione di medicinali, alimentazione e stile di vita del paziente)
Funzionalità del servizio associato al sistema		<ul style="list-style-type: none"> • Esposizione di dataset in Linked Data (LD) • Correlazione (interlinking) tra LD dataset • Consumo di dati esposti in linked data: Similarità semantica dei dati
Architettura Software	Hardware e	<ul style="list-style-type: none"> • W3C standards: • Resource Description Framework (RDF) • RDF Schema (RDFS) • Web Ontology Language (OWL), OWL2 • Simple Knowledge Organization System (SKOS) • SPARQL Protocol • RDF Query Language (SPARQL) • LD server (e.g Virtuoso)
Requisiti		Disponibilità di ontologie / vocabolari per esporre dati in linked data

8.2 Il database della fragilità (IAC)

MANCA CONTRIBUTO IAC

9 COMITATO ETICO e PROCEDURA DI APPROVAZIONE PROTOCOLLI (IFC)

9.1 Note Introduttive

Prima di entrare nella descrizione dei Comitati Etici e delle procedure di sottomissione dei protocolli di ricerca, è importante ricordare che la World Medical Association (WMA) nel Giugno 1964 in riunione plenaria ha definito e approvato la “Helsinki Declaration” come documento fondamentale sui principi etici da seguire per la ricerca su soggetti umani. Da allora ci sono stati vari emendamenti e integrazioni di cui l’ultima approvata nell’assemblea generale dell’Ottobre 2013 (Allegato 1).

Si riassumono i principi fondamentali.

1. La ricerca biomedica sui soggetti umani deve uniformarsi a principi scientifici generalmente accettati e basarsi su una sperimentazione tanto di laboratorio quanto su animali svolta in modo adeguato, nonché su una approfondita conoscenza della letteratura scientifica (percorsi di ricerca che prevedono stato dell’arte, fasi su “banco” e fasi precliniche)
2. La definizione e l'esecuzione di ogni procedura sperimentale applicabile a soggetti umani vanno chiaramente formulate in un protocollo da trasmettersi ad un comitato indipendente dallo sperimentatore e dallo sponsor, appositamente nominato onde averne il parere, i commenti e la guida, a condizione che questo comitato indipendente sia conforme alle legge ed alle regolamentazioni vigenti nel paese nel quale si effettua la ricerca sperimentale.
3. La ricerca biomedica su soggetti umani deve essere svolta soltanto da persone scientificamente qualificate e sotto la supervisione di un medico competente sotto il profilo clinico.

La responsabilità dei soggetti umani deve sempre spettare ad una persona qualificata sotto il profilo medico e mai al soggetto della ricerca stessa, anche se quest'ultimo ha dato il proprio consenso.

4. La ricerca biomedica su soggetti umani non è legittima se l'importanza dell'obiettivo da raggiungere non è proporzionata al rischio corso dai soggetti.
5. Ogni progetto di ricerca biomedica su soggetti umani deve essere preceduto da una accurata valutazione comparativa dei rischi e dei benefici per il soggetto o per altre persone. Agli interessi del soggetto va accordata la priorità rispetto agli interessi di scienza e società.
6. Il diritto del soggetto della ricerca a salvaguardare la propria integrità va sempre rispettato. Va presa ogni precauzione per rispettare la sfera privata del soggetto e minimizzare le ripercussioni dello studio sulla sua integrità fisica e mentale nonché sulla sua personalità.
7. I medici devono evitare di impegnarsi in progetti di ricerca su soggetti umani qualora non siano convinti che i rischi siano ritenuti prevedibili. I medici dovranno porre termine ad ogni indagine qualora riscontrino che i rischi sono superiori ai potenziali benefici.
8. Nel pubblicare i risultati della propria ricerca al medico è fatto obbligo di salvaguardare l'accuratezza dei risultati. I rapporti relativi ad una sperimentazione non conforme ai principi enunciati nella presente dichiarazione non vanno accettati ai fini della pubblicazione.

9. In qualsiasi ricerca su essere umani ogni soggetto potenziale va informato in modo adeguato circa obiettivi, metodi, vantaggi previsti e rischi potenziali dello studio nonché disagi che lo studio stesso può comportare. Il soggetto va informato sulla sua libertà di astenersi dal partecipare allo studio e ritirare il proprio consenso alla partecipazione. Il medico deve quindi ottenere il consenso libero ed informato del soggetto, in base a moduli chiari di consenso informato.

10. All'atto di ottenere il consenso informato per il progetto di ricerca, il medico deve esercitare particolare cautela qualora il soggetto si trovi in una relazione di dipendenza dal medico stesso ovvero il suo consenso possa venire estorto con la violenza. In tali casi il consenso informato va ottenuto da un medico non impegnato nell'indagine e completamente indipendente da relazioni ufficiali.

11. In caso di incapacità giuridica, il consenso informato va ottenuto da chi ha la custodia e la tutela del soggetto conformemente alla legislazione nazionale. Nel caso in cui l'incapacità fisica e mentale renda impossibile ottenere il consenso informato del soggetto o qualora quest'ultimo non abbia ancora raggiunto la maggiore età, il permesso del parente responsabile sostituisce quello del soggetto conformemente alla legislazione nazionale.

Ogni qualvolta peraltro un minore sia in grado di dare il proprio consenso, questo va ottenuto in aggiunta a quello di chi ne ha la custodia e la tutela.

12. Il protocollo di ricerca deve sempre contenere un'enunciazione delle considerazioni etiche in causa e mostrare il fatto che i principi della presente dichiarazione sono rispettati.

In ogni Paese scientificamente evoluto, ogni protocollo sperimentale viene esaminato da un Comitato etico, che esprime un parere non vincolante ma impegnativo.

La ricerca biomedica e la sperimentazione sugli esseri umani devono ispirarsi al principio inderogabile dell'invulnerabilità, dell'integrità psicofisica e della vita della persona. Esse sono subordinate al consenso del soggetto in esperimento, che deve essere espresso per iscritto, liberamente e consapevolmente, previa specifica informazione sugli obiettivi, sui metodi, sui benefici previsti, nonché sui rischi potenziali e sul diritto del soggetto stesso di ritirarsi in qualsiasi momento della sperimentazione.

Nel caso di soggetti minori o incapaci è ammessa solo la sperimentazione per finalità preventive e terapeutiche a favore degli stessi; il consenso deve essere espresso dai legali rappresentanti.

Ove non esistano finalità terapeutiche è vietata la sperimentazione clinica su minori, su infermi di mente o su soggetti che versino in condizioni di soggezione o dietro compenso di qualsiasi natura.

La sperimentazione deve essere programmata e attuata secondo protocolli idonei nel quadro della normativa vigente e dopo aver ricevuto il preventivo assenso da parte di un comitato etico indipendente.

A fianco di questo documento fondamentale per la ricerca medica e dei principi enunciati, va ricordato anche il Codice Deontologico dei Medici, che partendo dai principi enunciati nel Giuramento di Ippocrate (Allegato 2), analizza, identifica ed elenca tutte le regole che disciplinano l'esercizio professionale. Il Codice è stato più volte aggiornato ed integrato in modo da adeguarlo alla complessità crescente in ambito medico e tecnologico (Codice di Deontologia Medica, 18 Maggio 2014, Allegato 3).

Infine come materia alla base dei rapporti tra sperimentatori, medici, pazienti e soggetti coinvolti, va ricordata anche la legge sulla Privacy ed i vincoli che da questa derivano (Legge delega n. 127/2001, allegato 4).

9.2 I Comitati Etici

I Comitati Etici, istituiti da anni inizialmente per gli studi di tipo farmacologico, hanno acquisito composizioni e competenze sempre più complesse e specifiche alla luce delle necessità scaturite dal settore dei dispositivi medici e dagli studi osservazionali ed epidemiologici. Inoltre la frammentazione e la moltiplicazione a livello locale e territoriale ha indotto Stato e Regioni a procedure di accorpamento e razionalizzazione.

9.2.1 La Realtà Locale

La Regione Toscana è stata tra le prime regioni, in un panorama nazionale non altrettanto efficiente, a definire l'iter costitutivo dei nuovi Comitati, con delibera regionale del giugno 2013 (DELIBERAZIONE 3 giugno 2013, n. 418, BOLLETTINO UFFICIALE DELLA REGIONE TOSCANA - N. 24 del 12.6.2013, pag 49 e seg) in materia di **“Linee di indirizzo alle Aziende sanitarie per la riorganizzazione dei comitati etici toscani per la sperimentazione clinica. Disposizioni attuative del Decreto Legge 13 settembre 2012 n. 158 convertito, con modificazioni, dalla Legge 8 novembre 2012, n. 189”**.

La necessità di riorganizzazione parte da lontano, in base a numerose leggi richiamate dalla delibera regionale, con lo scopo di attuare quanto prescritto a livello di decreti legislativi e di decreti del Ministero della Salute, mantenendo competenze territoriali, in base al numero degli abitanti.

Il Comitato Etico dell'Area Vasta Nord Ovest (cui fa riferimento Pisa) ha la competenza autonoma ed esclusiva sui territori dell'Azienda Ospedaliero Universitaria Pisana, dell'Azienda USL 1 di Massa e Carrara, dell'Azienda USL 2 Lucca, dell'Azienda USL 5 di Pisa, dell'Azienda USL 12 di Livorno e dell'Azienda USL 12 della Versilia.

Con Delibera AOUP 838/2013 è stato nominato il Comitato Etico attuale, in carica nel periodo 2013-2016.

Tabella Comitato Etico Area Vasta Nord Ovest Sezione Autonoma del Comitato Etico Regionale per la Sperimentazione Clinica

NR.	Qualifica	Nominativo	Istituzione di appartenenza	Int/Est
1	CLINICO OSTETRICO-GINECOLOGO	Angiolo GADDUCCI	UNIPI-AOUP	Interno
2	CLINICO ENDOCRINOLOGO	Ferruccio SANTINI	UNIPI-AOUP	Interno
3	CLINICO IMMUNOLOGO	Marta MOSCA	UNIPI-AOUP	Interno
4	CLINICO EMATOLOGO - altresì delegato del Direttore Sanitario	Francesco CARACCILO	AOUP	Interno
5	CLINICO ENDOCRINOLOGO - altresì delegato del Direttore Sanitario	Giuliana Francesca ANDREANI	AUSL 1	Interno
6	CLINICO ONCOLOGO – altresì	Editta BALDINI	AUSL 2	Interno

	delegato del Direttore Sanitario			
7	CLINICO NEUROLOGO – altresì delegato del Direttore Sanitario	Renato GALLI	AUSL 5	Interno
8	FARMACISTA SSR delegato del Direttore Sanitario	Barbara MEINI	AUSL 6	Interno
9	CLINICO NEFROLOGO – altresì delegato del Direttore Sanitario	Vincenzo PANICHI	AUSL 12	Interno
10	CLINICO CARDIOLOGO – altresì delegato del Direttore Sanitario	Claudio PASSINO	FTGM	Interno
11	CLINICO PSICHIATRA	Giuseppe DE VITO	IRCCS Stella Maris	Esterno
12	FARMACOLOGO	Romano DANESI	UNIFI-AOUP	Interno - PRESIDENTE
13	CLINICO NEUROLOGO - esperto in genetica	Filippo Maria SANTORELLI	IRCCS Stella Maris	Esterno
14	CLINICO ANESTESISTA - esperto in nutrizione clinica	Antonello GIANNONI	AUSL 1	Interno
15	CLINICO RADIOLOGO – esperto in nuove procedure tecniche, diagnostiche e terapeutiche, invasive e semi-invasive	Davide CAMELLA	UNIFI-AOUP	Interno
16	MMG TERRITORIALE	Giuseppe FIGLINI	Convenz. SSN AUSL 5	Esterno
17	MMG TERRITORIALE	Umberto QUIRICONI	Convenz. SSN AUSL 2	Esterno
18	PEDIATRA LIBERA SCELTA	Luigi BONI	Convenz. SSN AUSL 6	Esterno
19	BIOSTATISTICO	Giuseppe ROSSI	IFC-CNR	Esterno
20	FARMACISTA SSR	Luana DAL CANTO	AOUP	Interno
21	MEDICO LEGALE	Silvia VITELLI	AUSL 12	Interno
22	ESPERTO IN MATERIA GIURIDICA	Francesca GIARDINA	UNIFI	Esterno
23	ESPERTO IN BIOETICA	Sergio BARTOLOMMEI	UNIFI	Esterno
24	FARMACISTA SSR - esperto in dispositivi medici	Danila PEVERINI	AOUP	Interno
25	INGEGNERE CLINICO	Vincenzo FERRARI	ENDOCAS	Esterno
26	RAPPRESENTANTE area infermieristica	Monica SCATENI	AOUP	Interno
27	RAPPRESENTANTE del volontariato o associazione di tutela dei pazienti	Maurizio ULACCO	AIDO	Esterno

Inoltre vanno ricordati tra le altre figure attive nella valutazione delle proposte di progetto:

- Diego Carignani, Dirigente Farmacista, Coordinatore della Segreteria scientifica del Comitato Etico Area Vasta Nord Ovest
- Franca Cossu, Funzionario AOUP, Responsabile Segreteria Tecnico-Scientifica.

9.2.2 Esperienza di Presentazione al Comitato Etico Area Vasta Nord Ovest

Recentemente IFC è stato impegnato nella stesura dei documenti per la richiesta di approvazione di un progetto interdisciplinare finanziato dalla Regione Toscana in ambito Salute-Ambiente, con sensori ambientali in ambiente esterno, sensori indossabili per

monitoraggio di risposte fisiologiche e dispositivi ICT. Di seguito viene indicate la documentazione preparata e la tempistica di presentazione e valutazione.

Esperienza di richiesta di approvazione per il Progetto Regionale SmartHealthyENV "Smart Monitoring Integrated System for a Healthy Urban ENVironment in Smart Cities".

Il protocollo presentato era composto delle seguenti parti:

Informazioni generali sul progetto includendo l'Ente promotore, gli Sperimentatori di parte medica e gli Sperimentatori di parte non Medica, la Descrizione del Consorzio, il budget di progetto; Riassunto; Introduzione e rationale; Obiettivi; Disegno dello studio; Popolazione; Considerazioni statistiche; Aspetti etici; Durata dello studio; Risultati attesi; Rischi/benefici; Consenso e confidenzialità dei dati; Proprietà dei dati; Riferimenti bibliografici.

Sono stati presentati:

- Modulo di consenso informato per il/la paziente.
- Modulo di consenso informato per il/la volontario/a.
- Lettera informativa per il medico di famiglia.

Nella lettera introduttiva di richiesta di valutazione è stato necessario dichiarare, da parte del responsabile scientifico di riferimento:

1. che la sperimentazione è compatibile con il numero e la competenza del personale e con l'idoneità dei locali e delle attrezzature;
2. che le condizioni di salute, psicologiche e sociali dei pazienti su cui si svolge la ricerca, sono tali da consentire l'espressione di un libero consenso richiesto ed ottenuto secondo le procedure stabilite;
3. che sono verificate le condizioni di garanzia predisposte a favore dei pazienti;
4. che la ricerca non prevede l'uso di farmaci/dispositivi da sperimentare;
5. che in nessun caso la ricerca graverà sul Servizio Sanitario Nazionale o sui pazienti arruolati;
6. che viene stipulata apposita Polizza di Assicurazione;
7. che alla ricerca, oltre allo sperimentatore principale, parteciperà anche il personale medico di ricerca indicato, con nomi e cognomi.

Ad integrazione è stato necessario allegare il "**Nulla osta del Direttore IFC-CNR**".

I DOCUMENTI sono stati consegnati il **5 Agosto 2014** (mese di sospensione attività per periodo ferie).

Il **22 Ottobre** è pervenuta via mail una richiesta di Documenti Integrativi da parte della Segreteria Scientifica, tra cui il bando di progetto, la graduatoria, il finanziamento totale e la distribuzione del budget, i manuali di tutti i dispositivi che verranno utilizzati per lo studio della popolazione, la documentazione del marchio CE di ciascun dispositivo, la proprietà degli stessi. E' stato necessario specificare che nessun dato della popolazione sarà inviato al server centrale di raccolta dei dati ambientali, che i dati di popolazione saranno tutti anonimizzati e saranno analizzati per le correlazioni successive con i dati ambientali esclusivamente dal personale medico.

Il progetto è stato inserito nella seduta del Comitato il **23 Ottobre** per esaminare i documenti e per valutare il progetto.

E' stata data comunicazione ufficiosa di approvazione dal membro interno FTGM (Area CNR) il giorno stesso.

9.3 La Realtà Europea

Rispetto a quanto richiesto in termini di Ethical Issues dalla Commissione Europea nei Programmi precedenti (FP5-FP7), Horizon 2020 esige dati molto più dettagliati in fase di proposta e soprattutto in fase di Grant Agreement. Se ritenuto necessario in base ai protocolli inseriti nelle proposte, la Commissione può anche prevedere una seduta di Ethical Audit (Allegato 5: Version 1.1, Ethics Issues Table templatedell'11 Luglio 2014).

Ad integrazione sulla materia, si allega anche il Codice Etico del Ricercatore (Allegato 6, The European Charter for Researchers / The Code of Conduct for the Recruitment of Researchers).

9.3.1 Siti importanti a cui far riferimento

- European Group on Ethics in Science and New Technologies (EGE)
http://ec.europa.eu/bepa/european-group-ethics/index_en.htm
http://ec.europa.eu/bepa/european-group-ethics/welcome/mandate-2011-2016/index_en.htm
- BEPA → Bureau of European Policy Advisers
BEPA is the European Commission responsible for bioethics and ethics of science and new technologies.
BEPA activities in the field of Ethics in Sciences and new technologies include:
 - providing the secretariat of the European Group on Ethics in Sciences and New Technologies (EGE) and ensuring the dissemination of its work - the European Group on Ethics in Science and New Technologies (EGE), the advisory body established by President Barroso and the Commission to provide independent advice on ethical aspects of science and new technologies in connection with the preparation and implementation of Community legislation or policies (EC/2010/1), a task the EGE has had since 1991;
 - providing the secretariat of and giving impulse to the EC international dialogue on bioethics, where the EGE, the Chairs of 15 non-EU National Ethics Councils from 5 continents, and the Chairs of the EU 27 National Ethics Councils (together with representatives of international organisations) share information, create synergies and discuss the main bioethics topics;
 - providing the secretariat and chairing of the Commission Inter-service platform on Ethics and EU policies, coordinating Commission services in the field of ethics, and monitoring that ethics and respect of fundamental values are properly considered in the policy design and implementation;
 - acting as EC representation in meetings on bioethics and ethics of science organised by relevant third parties (UN agencies, CoE, International Organisations, NGOs and national and international relevant Authorities in the fields of bioethics and ethics of science etc.).

9.3.2 Ethic Links

- EGE
- European Commission DG Research (RTD): Biosociety: Ethics
- DG Research (RTD): FP7 - Framework Programme
- EFSA - European Food Safety Authority
- DG Employment, Social Affairs and Equal Opportunities
- DG External Relations: Human Rights
- JRC - Joint Research Centre

- EMEA - European Medicines Agency
- ECVAM - European Centre for the Validation of Alternative Methods
- IPTS - Institute for Prospective Technological Studies
- ESF - European Science Foundation
- European Parliament STOA - Scientific Technology Options Assessment
- International Organisations Council of Europe, Steering Committee on Bioethics (CDBI)
- UNESCO, International Bioethics Committee
- OECD - Internal Co-ordination Group for Biotechnology (ICGB)
- World Health Organization (WHO)
- Other Organisations EDCTP - European and Developing Countries Clinical Trials Partnership

National Ethics Committees:

ITALY Comitato nazionale per la bioetica (<http://www.governo.it/bioetica/>)

9.4 La Realtà Nazionale

Il Comitato Nazionale per la Bioetica (CNB) è stato istituito con Decreto del Presidente del Consiglio dei ministri il 28 marzo 1990.

Il Comitato svolge sia funzioni di consulenza presso il Governo, il Parlamento e le altre istituzioni, sia funzioni di informazione nei confronti dell'opinione pubblica sui problemi etici emergenti con il progredire delle ricerche e delle applicazioni tecnologiche nell'ambito delle scienze della vita e della cura della salute.

Il Comitato esprime le proprie indicazioni attraverso pareri, mozioni e risposte che vengono pubblicati, non appena approvati, sul sito. L'azione del CNB si svolge anche in un ambito sovrano nazionale con regolari incontri con i Comitati etici europei e con i Comitati etici del mondo.

http://www.governo.it/bioetica/composizione_cnb/composizione_attuale.html

Gruppo misto CNB/CNBBSV

http://www.governo.it/bioetica/gruppo_misto.html

Questo gruppo è composto da esponenti del Comitato nazionale di Bioetica e da esponenti del Comitato Nazionale per la Biosicurezza, le Biotecnologie e le Scienze per la Vita. I documenti riportati sono stati approvati dalle rispettive Plenarie.

Istituto Superiore Sanità (ISS) ORGANISMO NOTIFICATO

<http://www.iss.it/coet/>

Le informazioni riportate in seguito sono state tratte dal sito.

Istruzioni per la presentazione di Protocolli di studio.

(da sottoporre a valutazione al Comitato etico dell'Istituto Superiore di Sanità)

La richiesta di valutazione va formulata al Presidente dell'ISS, con lettera da inviarsi in copia per conoscenza al segretario del Comitato etico dell'ISS. La lettera dovrà essere accompagnata da tutta la documentazione necessaria per la valutazione. La documentazione dovrà essere anche fornita contestualmente in formato elettronico, alla segreteria del Comitato.

Nella lettera di richiesta devono essere contenute le seguenti informazioni:

- il titolo della ricerca (indicare se è uno studio multicentrico)

- il nome del responsabile della ricerca (se si tratta di studio multicentrico va indicato anche il nome del responsabile principale), con la relativa affiliazione;
- l'ente finanziatore o promotore
- l'elenco documenti allegati .

I documenti allegati devono necessariamente comprendere:

1. la scheda riassuntiva compilata secondo il modello in calce alla pagina (allegato1)
2. il protocollo dello studio
3. l'elenco dei Centri coinvolti con i responsabili locali, se lo studio è multicentrico..
4. il modulo di informazione al paziente e del consenso informato
5. il Curriculum Vitae del ricercatore responsabile ed eventuali pubblicazioni rilevanti per lo studio proposto.

I documenti allegati ed elencati nella richiesta dovranno essere inoltrati alla Segreteria del Comitato in 5 copie.

Tutti i documenti dovranno recare in intestazione il titolo della ricerca in italiano e il nome del responsabile.

Per permettere la valutazione la richiesta con relativa documentazione dovrà pervenire almeno dieci giorni prima della seduta del Comitato etico.

9.5 II CNR

Le informazioni riportate in seguito sono state tratte dal sito:

<http://www.cnr.it/ethics/commissione.php>

“La Commissione per l’Etica della Ricerca e la Bioetica è presieduta dal Presidente del CNR. La Commissione è un organismo indipendente con funzioni di consulenza al Presidente in materia di etica della ricerca, bioetica e biodiritto, inclusi gli aspetti etici, deontologici e giuridici ricompresi nell’ambito della Research Integrity, così come descritta in letteratura e nelle principali Carte e Convenzioni internazionali.

La Commissione valuta sul piano etico i progetti di ricerca dell’Ente e rilascia pareri di Ethical Clearance. La Commissione fornisce una valutazione etica indipendente per presunti casi di Research Misconduct, proponendo procedure e modalità per la loro gestione, e svolge attività di alta consulenza per le Istituzioni pubbliche.

La Commissione per l’Etica della Ricerca e la Bioetica è stata istituita con decreto del Presidente del CNR del 24 dicembre 2009. È stata in seguito rinnovata nella composizione e potenziata nelle competenze e finalità istituzionali con decreto del 15 aprile 2013 e successivi. La Commissione si riunisce ordinariamente almeno cinque volte l’anno in riunioni plenarie e/o in sessioni parallele di gruppi di lavoro tematici.

Per il 2014 è stato stabilito il seguente calendario: 16 gennaio, 20 marzo, 22 maggio, 9 luglio, 18 settembre, 20 novembre.

Per il 2015 sono previste riunioni plenarie il 12 febbraio, 14 maggio, 17 settembre e 10 dicembre. Nel periodo che intercorre tra due successive plenarie si riuniscono i gruppi di lavoro tematici in date da stabilirsi.

La Commissione è dotata di un proprio Regolamento interno. Per lo studio di specifiche questioni, la Commissione si avvale, di volta in volta, di esperti selezionati tra il personale dell’Ente o all’esterno.

La Commissione è dotata di una Segreteria tecnico-scientifica che opera anche a supporto della Rete del CNR per i rapporti tra la Rete e i Comitati Etici per la sperimentazione clinica nonché per l’elaborazione della sezione dedicata alle Ethical Issues nei moduli di domanda dei bandi di finanziamento italiani ed europei.

Più in particolare, le principali finalità istituzionali della Commissione sono dirette a:

- fornire pareri in materia di etica della ricerca, bioetica e biodiritto relativamente alle implicazioni etiche delle attività di ricerca scientifica e tecnologica in svolgimento nell'Ente;
- svolgere attività di consulenza scientifica al Presidente del CNR sulle tematiche di propria competenza, in particolare nell'ambito delle relazioni internazionali e dei rapporti con organismi analoghi;
- fornire una consulenza scientifica al Presidente del CNR per l'organizzazione di seminari nazionali e internazionali, e per la realizzazione di iniziative di divulgazione destinate al grande pubblico sulle implicazioni etiche delle attività di ricerca scientifica e tecnologica, sul ruolo e sul valore della scienza e della tecnologia, sulla libertà e responsabilità del ricercatore e sugli ambiti della Research Integrity;
- proporre al Presidente del CNR, per quanto di propria competenza, criteri di valutazione, modalità, procedure, linee guida e direttive per l'analisi e la gestione delle criticità etiche emergenti dalle attività di ricerca scientifica e tecnologica in svolgimento nel CNR nonché per gli ambiti della Research Integrity;
- fornire una consulenza etica al Presidente per la gestione di presunti casi di Research Misconduct nella conduzione delle ricerche e sperimentazioni in cui è coinvolto personale afferente al CNR o sono utilizzati fondi di ricerca dell'Ente;
- valutare sul piano etico i progetti di ricerca dell'Ente, rilasciando pareri di Ethical Clearance;
- **supportare la Rete scientifica nell'elaborazione delle parti denominate Ethical Issues previste nei moduli di domanda dei bandi di finanziamento della ricerca a livello nazionale, europeo e internazionale.**

La Commissione valuta sul piano etico i progetti di ricerca dell'Ente di cui sia pervenuta formale richiesta e rilascia pareri di Ethical Clearance (*Autorizzazione Etica*).

La richiesta di parere di Ethical Clearance deve essere trasmessa per via telematica al recapito cnr.ethics@cnr.it, unitamente all'intera documentazione relativa al progetto, compresi eventuali pareri etici o autorizzazioni precedentemente ottenuti da altri organismi. Va inoltre precisato quale parte dello studio o quale sotto-progetto venga effettivamente svolto in ambiente CNR o con fondi di ricerca del CNR, oppure coinvolga personale afferente al CNR.

La Segreteria tecnico-scientifica della Commissione può essere contattata per via telematica per informazioni o chiarimenti. È inoltre possibile telefonare ai seguenti numeri: +390649937671/+390649937900.

Si raccomanda di trasmettere le richieste di parere di Ethical Clearance, corredate dell'opportuna documentazione, almeno 2 settimane prima delle riunioni della Commissione. Nel periodo che intercorre tra due successive plenarie calendarizzate si riuniscono i gruppi di lavoro tematici della Commissione ed è possibile prevedere sessioni straordinarie di approvazione di pareri di Ethical Clearance in caso di urgenza.

La Segreteria tecnico-scientifica della Commissione può essere contattata anche per chiarimenti ed eventuale supporto nella compilazione della sezione dedicata alle Ethical Issues nei moduli di domanda dei bandi di finanziamento italiani, europei e internazionali.

Pareri di Ethical Clearance rilasciati dalla Commissione, in ordine cronologico:

- Istituto di Calcolo e Reti ad Alte Prestazioni (ICAR-CNR) e Istituto di Informatica e Telematica (IIT-CNR)
- Istituto Affari Internazionale IAI, Roma
- Istituto Superiore di Sanità (ISS) e Istituto di Bioimmagini e Fisiologia Molecolare (IBFM-CNR)
- Ufficio Relazioni Europee e Internazionali – CNR (Grant Agreement PCOFUND-GA-2012-600407 tra CNR e Commissione Europea relativo al progetto "Best Action for

National Development of International Expert Researchers Activities - BANDIERA” - Progetto Bandiera RITMARE”). Ethical Report annuale

- Ufficio Relazioni Europee e Internazionali – CNR (Grant Agreement PCOFUND-GA-2012-600407 tra il CNR e la Commissione europea relativo al progetto “Best Action for National Development of International Expert Researchers Activities – Progetto Bandiera RITMARE”). Ethical Clearance per 13 Sotto-progetti afferenti a Istituto proponente: Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale (OGS), Trieste; Stazione Zoologica Anton Dohrn, SZN, Napoli; Istituto per l’ambiente marino costiero, IAMC-CNR, UOS di Mazara del Vallo (TP); Istituto di Scienze dell’Atmosfera e del Clima, ISAC-CNR; Istituto di Scienze Marine, ISMAR-CNR; Istituto di Scienze Marine, ISMAR-CNR, UOS di Ancona; Istituto di Scienze Marine, ISMAR-CNR, UOS di Bologna; Istituto di Scienze Marine, ISMAR-CNR, UOS di La Spezia)
- Istituto di Genetica Molecolare (IGM-CNR)
- Istituto di Studi Giuridici Internazionali (ISGI-CNR)
- Istituto di Tecnologie Didattiche (ITD-CNR)
- Ufficio Attività e Relazioni con Istituzioni Europee – CNR (Grant Agreement PCOFUND-GA-2012-600407 tra CNR e Commissione Europea relativo al progetto “Best Action for National Development of International Expert Researchers Activities - BANDIERA” - Progetto Bandiera RITMARE”). Ethical Clearance per 4 Sotto-progetti
- Istituto per i Processi Chimico-Fisici (IPCF-CNR)
- Istituto di Fisiologia Clinica (IFC-CNR)
- Istituto di Biologia e Patologia Molecolari (IBPM-CNR)
- Istituto di Fisiologia Clinica (IFC-CNR)
- Istituto Affari Internazionali IAI, Roma
- Istituto di Ricerca sulla Popolazione e le Politiche Sociali (IRPPS-CNR) e Istituto di Fisiologia Clinica (IFC-CNR)”

9.5.1 Contatti

Commissione per l’Etica della Ricerca e la Bioetica
c/o Presidenza CNR

P.le Aldo Moro, 7 - 00185 Roma

Email: cnr.etica@cnr.it

Telefono: +390649937900

Skype: cnr-ethics

Segreteria tecnico-scientifica

Indirizzo:

Segreteria tecnico-scientifica della Commissione per l’Etica e la Bioetica del CNR

c/o Istituto di Tecnologie Biomediche – Sezione di Roma

Via dei Taurini, 19 - 00185 Roma

Email: cnr.ethics@cnr.it

Telefono: +390649937671

Referente pagina web: Serena Pagani

Struttura Reti e Sistemi Informativi CNR

Email: serena.pagani@cnr.it

9.6 Note Conclusive

Alla luce di quanto riportato si ritiene opportuno proporre di seguire le procedure adottate sino ad oggi, anche perché il Living LAB ha come sede di riferimento l’Area CNR di San Cataldo

di Pisa. Pensare a un Comitato Etico di nuova formazione appare procedura complessa e probabilmente di difficile realizzazione.

Il progetto premiale e altri progetti interdisciplinari nell'area ICT obbligano alla stesura di singoli protocolli di studio estremamente dettagliati e presentati di volta in volta in base ai finanziamenti, agli sperimentatori partecipanti e alle diverse popolazioni da arruolare.

Se i dispositivi sono in categorie "prototipali" o "innovativi", non ancora in commercio (privi di marchio CE) il loro utilizzo può ottenere una approvazione "motivata" dal Ministero della Salute, dall'ISS o dalla Commissione Bioetica del CNR (Ethical Clearance) all'interno di protocolli di ricerca e di studio per la realizzazione di dossier scientifici incentrati su studi pilota o di panel, propedeutici anche a possibili percorsi di trasferimento tecnologico e/o di successiva ingegnerizzazione.

Riferimenti

- [1] Helsinky Declaration
- [2] Giuramento di Ippocrate
- [3] Codice di Deontologia Medica, 18 Maggio 2014
- [4] Legge delega n. 127/2001, Codice Privacy
- [5] Ethics Issues Table template, Version 1.1, 11 Luglio 2014
- [6] EU.CharterForResearchers_509774CEE_EN_E4

10 I POSSIBILI ACCORPAMENTI PER TEMATICA DEGLI ISTITUTI CNR COINVOLTI IN E-SHS

Da quanto sin qui descritto, risultano possibili, tra gli istituti del CNR coinvolti in e-SHS, gli accorpamenti per tematica mostrati in Figura 31.

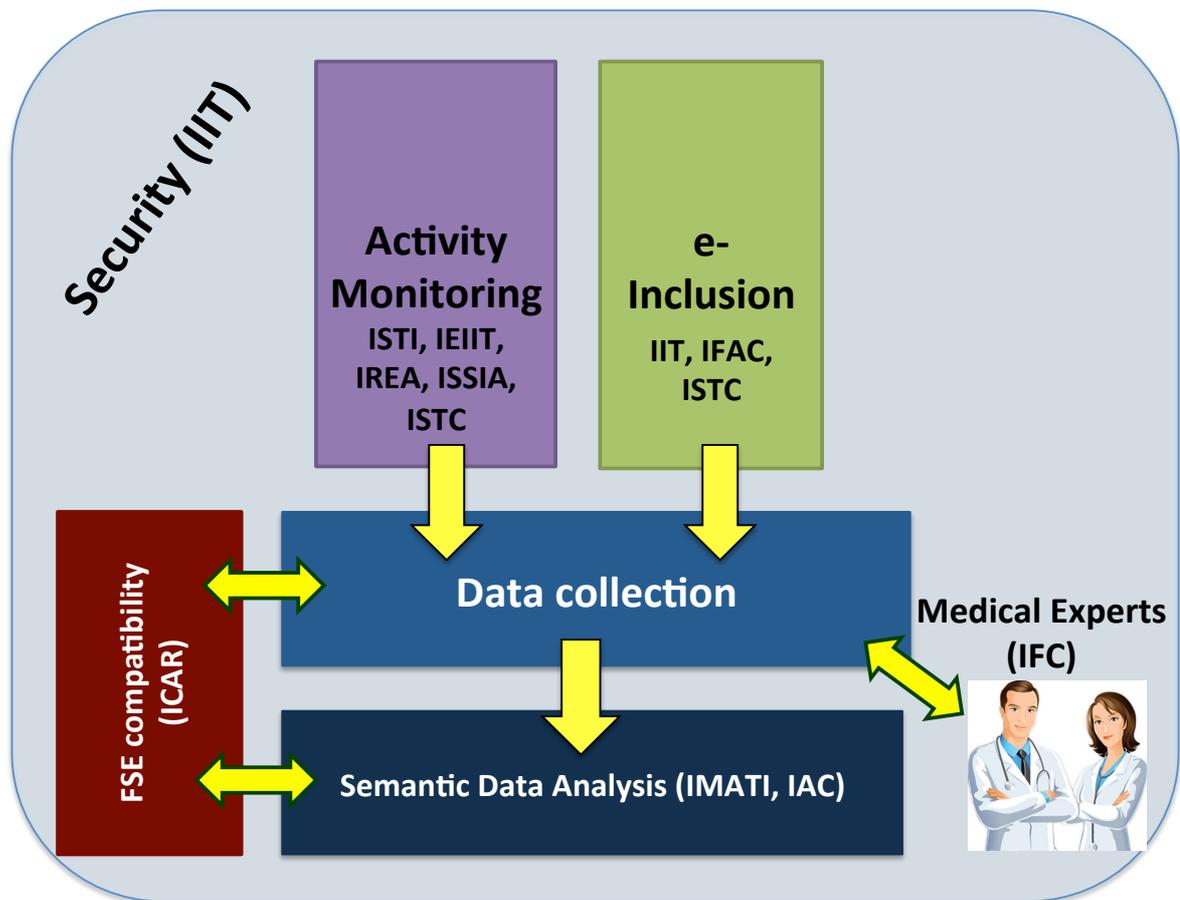


Figura 31: Possibili accorpamenti tra Istituti del CNR in E-SHS

11 APPENDICE (ISSIA)

11.1 VIDEOSORVEGLIANZA

L'applicazione del riconoscimento dell'attività umana nei sistemi di sorveglianza si concentra soprattutto sull'inseguimento automatico di individui e folle, in modo da sostenere il personale di sicurezza riguardo l'osservazione di azioni criminali o comunque sospette [1] Sistemi di visione intelligenti sono dotati di più telecamere e, attraverso tecniche automatiche di riconoscimento basate sull'elaborazione delle immagini, sono in grado di ridurre efficacemente il carico di lavoro del personale di sicurezza oltre a creare sistematicamente un avviso quando vengono rilevate situazioni potenzialmente pericolose [2].

	Evolution	Characteristic	Systems
Surveillance system	First generation	Human supervision	CCTV [35]
	Second generation	Automatic real time recognition	Pfinder [36], W4 [37], HID [38], BEHAVE [41], CAVIAR [39,40]
	Third generation	Wide area surveillance	VSAM [42], CBSR [43]
	Fourth generation	Long term activity pattern statistics	IBM S3 [44]

Figura 32: Sistemi di video-sorveglianza basati sul riconoscimento di attività [7]

In contesti in cui il numero di persone è elevato risulta difficile, se non impossibile, rilevare le azioni dei singoli individui per via delle troppe occlusioni [3] o, semplicemente, per il fatto che il numero di pixel che una persona occupa nell'immagine è troppo piccolo. Il monitoraggio di grandi folle è un compito molto impegnativo che attualmente viene effettuato considerando la folla come un'unica entità ed analizzando le dinamiche non del singolo ma dell'intero gruppo di persone. Questo approccio consente di superare l'inconveniente delle possibili occlusioni ed identificare, al contrario, nell'azione del singolo un possibile evento anomalo da rilevare, come nel caso di una persona che corre mentre l'intero gruppo cammina normalmente [3].

11.1.1 Monitoraggio dei lavoratori.

I sistemi di visione possono essere impiegati per assistere i lavoratori mentre svolgono un lavoro, utilizzando ad esempio un sistema automatico per la valutazione dell'ergonomia nei posti di lavoro [4] e della formazione dei lavoratori stessi, soprattutto nel campo edile dove la sicurezza è un requisito molto importante per la salute dei medesimi [5] In generale, situazioni lavorative adeguate alle esigenze dell'attività ed alle capacità potenziali dell'operatore evitano il logoramento fisico e mentale ed aumentano il rendimento.

Il monitoraggio dell'attività sul posto di lavoro, utile anche per la valutazione delle prestazioni lavorative e/o dei tempi di produzione, può essere inoltre migliorata attraverso il riconoscimento degli oggetti con cui i lavoratori interagiscono [6].

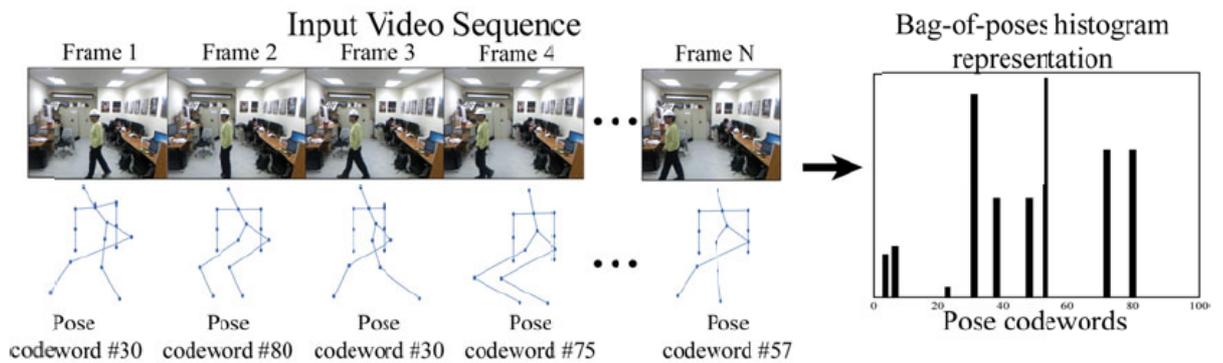
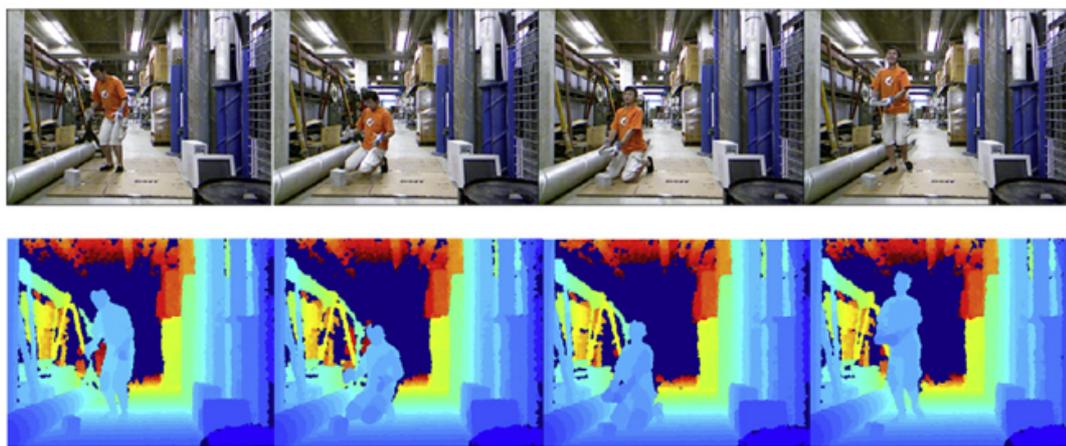
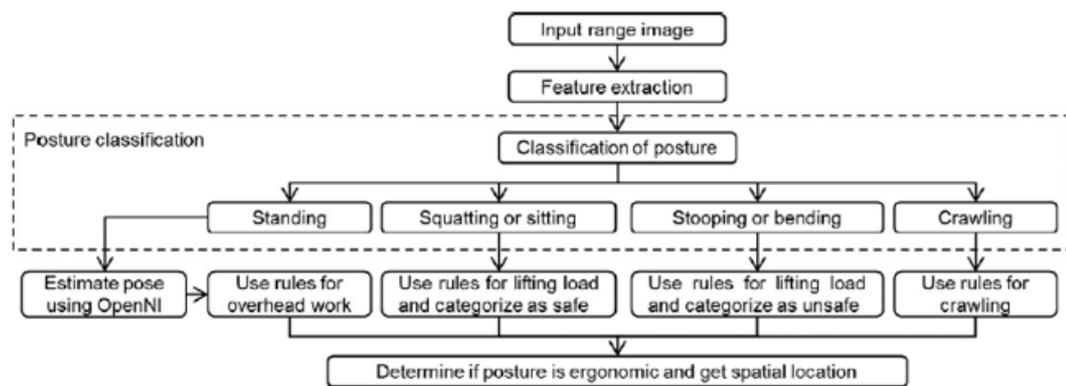


Figura 33: Localizzazione e tracciamento della lavoratore attraverso sequenze video [4]



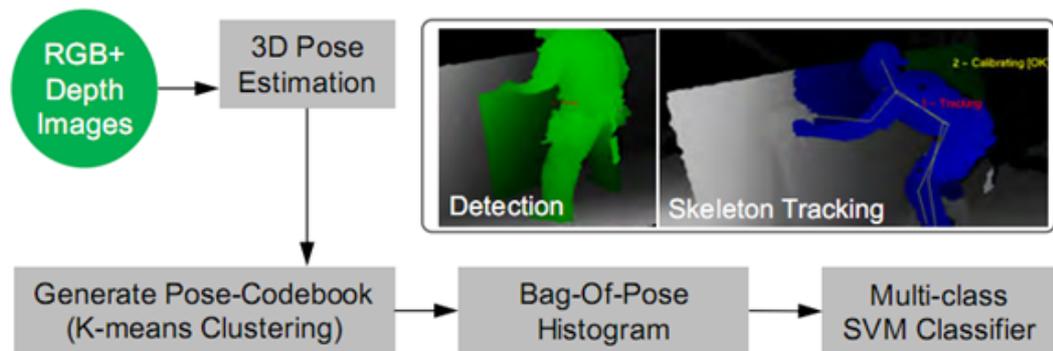
(a)



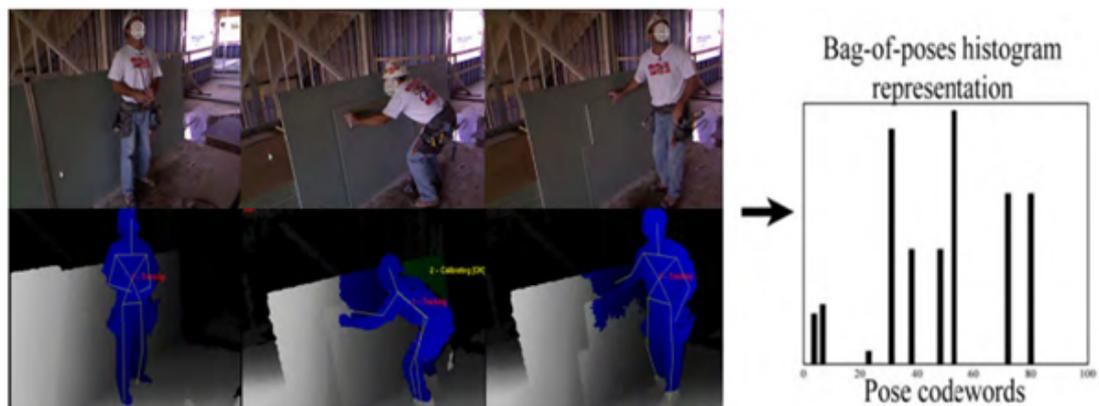
(b)

Figura 34: Esempio di monitoraggio della postura di un lavoratore (a) e diagramma a blocchi della metodologia utilizzata (b) attraverso un sistema di visione RGB-D [2]

La capacità di riconoscere attraverso i flussi video i lavoratori, le loro azioni e, eventualmente, anche le loro attrezzature, consente in tempo reale il monitoraggio automatizzato di produttività, sicurezza e salute sul lavoro. Diversi gruppi di ricerca propongono soluzioni scientifiche per risolvere una serie di questioni critiche in materia di monitoraggio, soprattutto per quanto concerne le prestazioni nell'edilizia sostenibile e sul controllo automatizzato. Il gruppo di ricerca del *Prof. Mani Golparvar* [8] ad esempio, propone soluzioni software per rilevare, localizzare e classificare i lavoratori e le attrezzature edili attraverso una rete di telecamere fisse, ad alta definizione, installate attorno ai cantieri per registrare operazioni di costruzione quotidiane. Nella letteratura scientifica, inoltre, esistono diversi lavori proposti per il controllo e il supporto in ambito lavorativo, attraverso sistemi di visione artificiale che non interrompono la produzione e possono efficacemente intervenire per il suo [9].



(a)



(b)

Figura 35: Diagramma a blocchi del classificatore di azioni dei lavoratori edili proposto da *Ardalan Khosrowpour et al.* [6] per il monitoraggio dell'attività attraverso sensori RGB-D (a) ed alcune pose chiave del corpo considerate (b).

Ardalan Khosrowpour et al. [9] ha di recente presentato un nuovo metodo per l'analisi delle attività di costruzione dei lavoratori, attraverso l'impiego dei sensori RGB-D, che risolve il problema del riconoscimento d'azione su lunghe sequenze video, in cui il riconoscimento anche di una singola azione è ancora un compito impegnativo, essendo l'inizio e la fine della

stessa sconosciuta. Gli autori presentano un metodo che rileva sequenze temporali delle attività lavorative da serie di posture del corpo, estratte dalle immagini RGB-D secondo lo schema mostrato in Figura 35. Le azioni sono modellate utilizzando la combinazione del classificatore supervisionato SVM (*Support Vector Machines*) con le "hidden Markov-models" (HMM), impiegate per il riconoscimento di pattern di movimento che evolvono nel tempo attraverso un approccio statistico.

Riferimenti

- [1] Uribe-Quevedo, Alvaro, Byron Perez-Gutierrez, and Cesar Guerrero-Rincon. "Seated Tracking for Correcting Computer Work Postures." Biomedical Engineering Conference (SBEC), 2013 29th Southern. IEEE, 2013.
- [2] Ray, Soumitry J., and Jochen Teizer. "Real-time construction worker posture analysis for ergonomics training." *Advanced Engineering Informatics* 26.2 (2012): 439-455.
- [3] J. Y. Kim, C. H. Caldas, "Vision-Based Action Recognition in the Internal construction site using interactions between worker actions and construction objects." Pages 661-668 (2013 Proceedings of the 30th ISARC, Montréal, Canada).
- [4] Victor Escorcía, et al. "Automated Vision-based Recognition of Construction Worker Actions for Building Interior Construction Operations Using RGBD Cameras". Construction Research Congress. 2012.
- [5] <http://raamac.cce.illinois.edu/detectiontracking#>
- [6] Khosrowpour, Ardalan, et al. "Automated Worker Activity Analysis in Indoor Environments for Direct-Work Rate Improvement from Long Sequences of RGB-D Images." Construction Research Congress 2014@ sConstruction in a Global Network. ASCE.
- [7] Xu, Xin, et al. "Exploring Techniques for Vision Based Human Activity Recognition: Methods, Systems, and Evaluation." *Sensors* 13.2 (2013): 1635-1650.