

Capitolo 2

Requisiti tecnologici, dispositivi e connettività della saturimetria a distanza

Jacopo Sarri, Michele Vitacca*

3 Caravelle, S.r.l., Milano

*Divisione di Pneumologia, Fondazione Salvatore Maugeri, IRCCS, Istituto di Lumezzane, Brescia

Un fondamentale pilastro per l'attuazione della Telemedicina (TM) è il settore tecnologico con l'integrazione di servizi, orientamenti e soluzioni personalizzate. Il potenziale e la disponibilità di tecnologia in questo campo è enorme (dai telefoni standard di base a strumenti sofisticati: telefoni cellulari e video, dispositivi elettro-medicali, computer, tecnologie wireless e internet). I dati della letteratura ci mostrano un elevato livello di accettazione da parte sia dei pazienti che dei loro caregivers in quanto usualmente i sistemi sono di facile utilizzo ed efficaci nel potenziare l'efficienza della gestione di malattie croniche ⁽¹⁾. Fino ad ora, le parti interessate hanno offerto soluzioni basate su sensori e dispositivi di sicurezza eterogenei con una non univoca capacità di protezione dei dati e della privacy ⁽²⁾. È chiaro che l'obiettivo primario della applicazione della tecnologia deve essere quello di rispondere alle esigenze cliniche e funzionali del paziente più che l'applicazione di sofisticati dispositivi fini a se stessi ⁽³⁾. Norme certe per la tecnologia al servizio della TM e necessità di continuo controllo con istruzioni di sicurezza e facile accesso ai pazienti sono i requisiti fondamentali per questa nuova opportunità in sanità ⁽⁴⁾. Tuttavia, una volta che gli standards siano stati definiti e accettati da una larga base di operatori coinvolti, lo sviluppo delle infrastrutture e delle reti interoperabili che facilitano la "e-Health" e l'applicazione della TM potrebbe diventare realmente più facile. Esistono poi diversi problemi tecnici connessi con lo sviluppo della e-Health come la creazione di standards per i contenuti delle transazioni e per lo sviluppo di infrastrutture e di larghezza di banda disponibile in aree remote. La interoperabilità dei sistemi di informazione sanitaria è sicuramente un argomento di grande interesse ed è presente nelle agende politiche di molti paesi.

Nell'ambito dell'erogazione del servizio di TM legato alla Pneumologia, sicuramente la saturimetria ha un ruolo chiave nell'utilizzo e negli interessi del clinico, delle società di servizi e dei providers privati. Tra i sistemi di trasmissione a distanza, il sistema Bluetooth della saturimetria è ormai facilmente reperibile e giustificabile in gruppi di pazienti particolarmente impegnativi. Un sistema di trasmissione a distanza con sistema Bluetooth della saturimetria richiederebbe i seguenti requisiti tecnologici di base:

1. Dispositivo di rilevazione SpO₂ compliant allo standard di comunicazione Bluetooth secondo le specifiche tecniche in seguito dettagliate
2. Telefono cellulare con ruolo di PMH (Personal Mobile Hub) in grado di supportare:
 - a. standard di comunicazione Bluetooth
 - b. standard di comunicazione https
 - c. standard applicativo J2ME
 secondo le specifiche tecniche in seguito dettagliate
3. Piattaforma centrale Centro Servizi con supporto standard di comunicazione web services su protocollo https e standard di accesso Web attraverso browser internet.

Il saturimetro dovrebbe essere associato univocamente al paziente di riferimento. Il dato trasmesso è quindi ricondotto in modo unico ad una cartella clinica del soggetto monitorato. Il paziente verrebbe dotato di un saturimetro con modalità di trasmissione bluetooth (BT), in grado di visualizzare la misura effettuata su display e di trasmetterla, ad un opportuno rilevatore locale presente in zona, PMH (Personal Mobile Hub), e costituito da un telefono cellulare in grado di comunicare con devices di rilevazione. Il paziente, di conseguenza, verrebbe dotato di un telefono cellulare sul quale è installata un'applicazione J2ME in grado di ricevere le comunicazioni del device e di inviarle ad un server tramite connessione dati.

La Tabella 2.1 riassume i requisiti tecnici principali del device legato alla saturimetria utilizzato nella nostra esperienza. I requisiti tecnici necessari per i telefoni cellulari sono:

- Supporto per applicazioni Java MIDP 2.0
- Presenza di Bluetooth
- Supporto per librerie Java Bluetooth, JSR 82

I dispositivi con queste caratteristiche presenti sul mercato sono abbastanza numerosi; in particolare per la realizzazione del sistema si è scelto di partire da devices Nokia di classe S60 3rd edition perché presentano le migliori possibilità di sviluppo e integrazione con altri sistemi o dispositivi esterni.

Tab. 2.1

Requisiti tecnici principali del device di saturimetria

Bluetooth Compliance:	Version 2.0
Operating Frequency:	2.4 to 2.4835 GHz
Output Power:	<20dBm
Operating Range:	100-meter radius indoors
Network Topology:	Point-to-Point
Operation: Slave:	Model 9560
Antenna Type:	L-shaped PWB whip-type antenna
Modulation Type:	Frequency Shift Keying Frequency Hopping Spread Spectrum
Band Width:	1 MHz
Bluetooth Profiles:	Serial Port Profile
Antenna Type:	Inverted F type antenna
Antenna Gain:	+2 dB (typ.), +3 dB (max.)

Relativamente alla piattaforma centralizzata di monitoraggio (Centro Servizi) gli standards applicativi utilizzati nella nostra esperienza sono:

- 1) Application server Jakarta Tomcat
- 2) Database server Oracle
- 3) Framework applicativo J2EE
- 4) Web Services

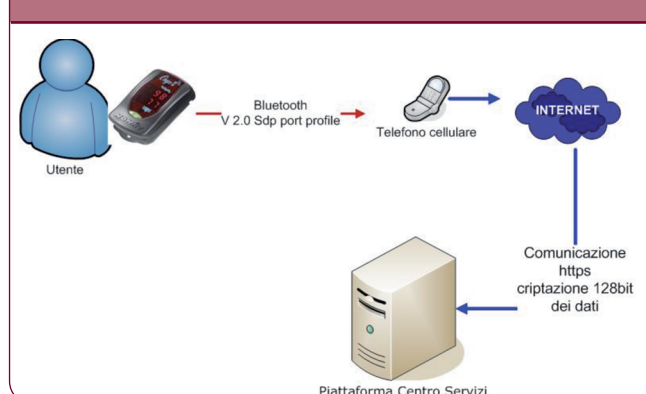
Di seguito (Figura 2.1) riportiamo uno schema riassuntivo del

Suggerimenti per l'utilizzo della Telepneumologia

sistema utilizzato:

Fig. 2.1

Schema riassuntivo del sistema di trasmissione bluetooth



Si evidenziano 3 flussi principali a supporto del servizio:

- 1 Allineamento tra applicazione PMH e piattaforma centrale. Questo allineamento veicolato dall'applicazione mobile (e criptato su SSL 128bit) è finalizzato all'acquisizione dei valori soglia (allerta e critica) per lo specifico paziente definiti sulla piattaforma centrale all'interno della scheda sanitaria.
- 2 Comunicazione su standard bluetooth tra dispositivo di saturimetria BT e telefono cellulare.
- 3 Comunicazione dei dati delle misurazioni su standard https (criptazione SSL 128Bit) tra telefono cellulare e piattaforma centro servizi su standard xml over http.

La comunicazione su standard bluetooth, di cui al punto 2, è veicolata dal devices di saturimetria attraverso una trasmissione continua ogni secondo.

Il telefono cellulare una volta ricevuti i dati, ne analizza la consistenza e coerenza per poi verificare la soglia di allerta e la soglia critica del paziente. Qualora le misure ricevute siano oltre i valori soglia definiti per lo specifico paziente, il telefono cellulare procede ad un invio degli stessi alla piattaforma del centro servizi (fase 2 del flusso operativo).

In caso contrario l'applicazione su telefono cellulare procede ad un campionamento delle misure ogni 8 secondi e invio con finalità

di trend di 10 campionamenti alla piattaforma centrale. Qualora la trasmissione non vada a buon fine a causa di problemi di rete o interruzione della comunicazione l'applicazione procede a successivi tentativi di ritrasmissione del dato alla piattaforma centrale. I dati ricevuti dalla piattaforma centrale sono archiviati nella specifica scheda di lavoro, all'interno della scheda sanitaria del paziente, dedicata al monitoraggio SpO₂.

La piattaforma è accessibile in modalità web based su protocollo https con crittazione a 128Bit.

Ogni dispositivo di rilevazione SpO₂ BT è associato in modalità univoca ad un paziente e la trasmissione criptata dei dati è ricondotta univocamente dalla piattaforma centrale del Centro Servizi alla scheda sanitaria dello specifico paziente. La scheda di monitoraggio SpO₂ consente di intervenire su:

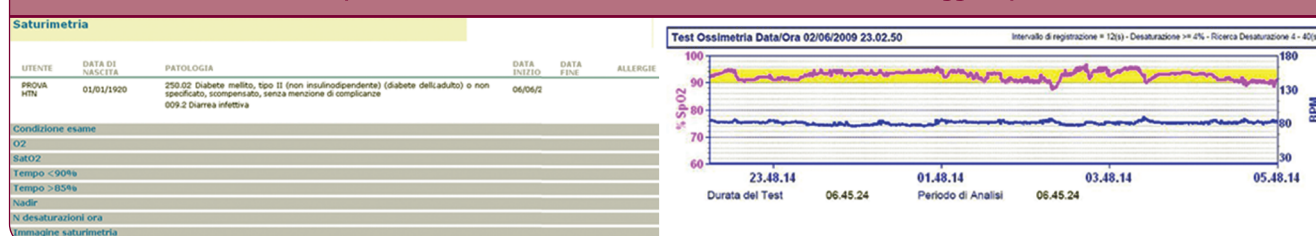
- 1 intervallo temporale di cui si vogliono analizzare i dati, per il paziente
- 2 a seguito della scelta, visualizzazione di un referto prodotto in automatico dal sistema in formato Web e PDF con i seguenti dati
 - a. riepilogo dei dati essenziali del paziente e degli intervalli scelti
 - b. riepilogo delle soglie scelte per il paziente all'atto dell'arruolamento
 - c. valori statistici principali sui dati selezionati
 - d. grafico riassuntivo con l'andamento dei valori
 - e. istogrammi relativi ai valori di saturazione e pulsazioni
- 3 visualizzazione di un elenco con tutte le misure in ordine di data e con evidenziazione delle misure fuori soglia.

Riportiamo qui di seguito (Figura 2.2) una esemplificazione della scheda di lavoro relativa al monitoraggio SpO₂.

La Figura 2.2 mostra la reportistica di lavoro con nome e patologia del paziente, data di esecuzione, condizioni in cui è stato eseguito l'esame (parte sin); la parte dx in alto mostra il trend di misura del tracciato saturimetrico (violetto) con una fascia di allarme gialla e in basso il trend di misura della frequenza cardiaca (blu).

Fig. 2.2

Esemplificazione di una scheda di lavoro relativa al monitoraggio SpO₂



In conclusione i requisiti generali per un sistema di monitoraggio saturimetrico a distanza possono essere riassunti nelle risposte alle seguenti domande:

**Il mio applicativo tecnologico:
È sicuro? È fattibile? È efficace? È sostenibile?**

Bibliografia

- 1) Celler BG, Earnshaw W, Ilisar ED, et al. Remote monitoring of health status of the elderly at home: a multidisciplinary project on aging at the University of South Wales. Int J Biomed Comput 1995;40:147-155.
- 2) American College of Physicians. E-Health and Its Impact on Medical Practice. Philadelphia American College of Physicians. 2008: Position Paper. (Available from American College of Physicians, 190 N. Independence Mall West, Philadelphia, PA 19106.).
- 3) Vitacca M, Scalvini S, Spanevello A, et al. Telemedicine and home care: controversies and opportunities. Breath 2006;3(Suppl 2):149-158.
- 4) Kaufman DR, Patel VL, Hillman C, et al. Usability in the real world: assessing medical information technologies in patients' homes. J Biomed Inform 2003;36(1-2):45-60.