

Internet of Things nella Gestione Intelligente delle Strutture Sanitarie

Simona ANZIVINO¹, Elisa MORGANTI¹, Massimo BAROZZI², Andrea GARDUMI³, Nicola GIULIANI², Giuseppe CONTI², Nicola DORIGATTI², Cecilia SALTORI³, Giorgio CAMIN⁴, Giandomenico NOLLO⁵

1 IRCS FBK-PAT, Trento

2 Trilogis Srl, Rovereto (TN)

3 Attrezzature Medico Sanitarie Srl, Trento

4 Servizio Ingegneria Clinica APSS, Trento

5 IRCS FBK-PAT, BIOTech-Università di Trento, Trento

Abstract

La verifica dello stato di manutenzione dei dispositivi, lo stato d'uso, il livello di obsolescenza e loro localizzazione puntuale e precisa sono aspetti significativi nella gestione del parco macchine di una struttura ospedaliera.

L'integrazione tra gli strumenti offerti dall'ICT e dall'Internet of Things sta portando allo sviluppo di nuovi modelli di servizio, management e business nel dominio dell'eHealth.

Il sistema per l'identificazione e profilazione di apparecchiature biomediche MEPI, grazie ad una particolare infrastruttura di comunicazione, consente la localizzazione di dispositivi medici all'interno di strutture assistenziali, la loro identificazione univoca e la generazione di eventi.

Il sistema e le sue successive evoluzioni sono stati sperimentati all'interno di strutture sanitarie per la gestione dei dispositivi mediante TAG attivi e per la definizione, mediante TAG e/o sistemi video-based, di perimetri di movimentazione di pazienti affetti da Alzheimer.

Grazie ad esso, le varie figure professionali, possono gestire dispositivi e pazienti, ottimizzando costi e tempi.

1. Introduzione

I sistemi sanitari sono riconosciuti come uno dei sistemi a più alta complessità dove l'interazione tra professionisti, professionisti e utenti, i conflitti tra processi di innovazione e conservazione e la pervasività delle tecnologie in continua evoluzione creano sfide continue per i decisori.

La gestione del parco macchine è tra queste una questione rilevante sia per i risvolti di qualità e sicurezza della prestazione sanitaria, sia per la richiesta di contenimento e ottimizzazione della spesa [1].

2. Obiettivi

Stante l'attuale sviluppo dell'ICT e le opportunità che questo offre, la gestione efficace di una struttura sanitaria si può oggi avvalere dell'integrazione tra il mondo virtuale delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione e il mondo reale delle cose. Questo nuovo paradigma è rappresentato dall'Internet of Things (IoT), definito come un'infrastruttura di rete globale e dinamica in cui gli oggetti fisici e virtuali hanno un'identità, attributi fisici, personalità virtuale ed utilizzano interfacce intelligenti.

L'idea dell'Internet of Things si basa sulla presenza pervasiva intorno a noi di una varietà di oggetti (sensori, attuatori, telefoni cellulari ecc.) che, attraverso schemi di indirizzamento

unico, sono in grado di interagire e cooperare tra loro. Grazie ai recenti progressi della miniaturizzazione ed al decremento dei costi degli RFID, delle reti di sensori ecc., l'Internet of Things sta progressivamente acquisendo un ruolo rilevante per l'industria e per gli utenti finali. Inoltre, la disponibilità sul mercato di tecnologie outdoor e soprattutto indoor per la localizzazione e la navigazione, abbinata agli strumenti di IoT, offre nuove opportunità per l'introduzione di nuovi modelli di servizio e di business nel dominio dell'eHealth e benefici in termini economici e di qualità del servizio nella gestione delle strutture ospedaliere [2].

Aspetti rilevanti per la gestione delle apparecchiature medicali comprendono la precisa localizzazione dei dispositivi, il loro stato d'uso, il livello di obsolescenza o necessità di aggiornamento, lo stato di manutenzione e la loro verifica funzionale. E' inoltre evidente la necessità di accedere in tempo reale alle informazioni di macchina, sia per il suo utilizzo, sia per verifiche di funzionalità e qualità. La legge 81/08, obbliga ad oggi a corredare ogni dispositivo medico con un libretto di macchina contenente la storia del dispositivo (messa in funzione, verifiche, manutenzioni, ecc.). Attualmente questo tipo di informazione è ancora in gran parte cartaceo o, nel caso di archiviazioni elettroniche, non è realmente congiunto con il dispositivo.

Il sistema per l'identificazione e profilazione di apparecchiature mediche MEPI, sviluppato nell'ambito di un progetto di ricerca industriale finanziato dal Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR 2011, PAT), ha affrontato questi aspetti facendo leva sulle opportunità tecnologiche offerte dallo sviluppo dell'IoT e dei sistemi di localizzazione.

Mentre la localizzazione in uno spazio esterno (outdoor) si basa su tecnologie ormai consolidate, attualmente molta attenzione è rivolta all'implementazione di soluzioni per la localizzazione all'interno di spazi chiusi (indoor).

In questo contesto, le difficoltà maggiori riguardano la non trasparenza delle pareti alle onde e la necessità di identificare la posizione in uno specifico ambiente, pur non utilizzando alte risoluzioni.

Per questo, se per la localizzazione outdoor è sufficiente disporre di un'antenna per coprire ampie aree (Km²), per la localizzazione indoor è necessario utilizzare un numero di antenne maggiore, ma comunque limitato per contenere i costi e l'impatto estetico ambientale. Inoltre, nel caso di edifici come ospedali e case di cura, è necessario utilizzare basse intensità di campo che non vadano ad interferire con le apparecchiature medicali in uso.

3. Metodi

Essendo gli ospedali strutture complesse con migliaia di differenti flussi di eventi ed informazioni da gestire in entrata ed in uscita, è necessario utilizzare un'infrastruttura di comunicazione eterogenea a più livelli.

MEPI è un sistema SW/HW basato su un BUS che svolge funzione di interfaccia tra gli eventi rilevati dai sistemi infrastrutturali (TAG, telecamere, ecc.) e il database gestionale di Asset Medicali. Inoltre, il BUS consente la veicolazione di messaggi puntuali dedicati (badge attivi), l'identificazione della posizione delle apparecchiature medicali, il monitoraggio degli spostamenti delle apparecchiature, anche finalizzato ad evitarne lo smarrimento od il furto. L'architettura del BUS dati di MEPI permette il collegamento degli asset profilati ad un database di gestione della manutenzione e d'analisi dei costi di esercizio, oltre a disporre di

tools di Business Intelligence che consentono un ampio utilizzo dei dati raccolti, non solo per la gestione della manutenzione, ma anche per valutazioni d'uso e obsolescenza ai fini di analisi HTA per l'investimento/disinvestimento.

4. Applicazioni

Vista la versatilità del sistema dovuta alla presenza del BUS di struttura, MEPI si presta ad essere implementato in diversi ambiti applicativi. Nell'ambito del progetto e delle sue successive evoluzioni ne sono stati individuati principalmente due: la gestione delle apparecchiature medicali all'interno delle strutture sanitarie mediante TAG attivi e il geofencing che utilizza TAG e/o sistemi video-based, interfacciati al BUS.

Il geofencing è la tecnica che consente di creare perimetri virtuali attorno ad un particolare luogo o dispositivo. Outdoor, tali perimetri sono collegati con sistemi GPS per rilevare quando un dispositivo equipaggiato con LBS (location-based service) o una persona lascia oppure entra in una zona geo-recintata.

MEPI ha trasferito questo concetto di geofencing anche indoor, all'interno di stanze, corridoi ecc. in cui persone o oggetti possono spostarsi o essere spostati.

Questo permette di avere un sistema in grado di produrre il riconoscimento di eventi quali l'ingresso di una persona in una stanza, la presenza di un apparato tecnico in un reparto, e di costruire su questi eventi delle logiche di controllo e monitoraggio.

MEPI è in sostanza, in un paragone con Windows, un sistema operativo che utilizza gli spazi quotidiani (stanze, locali) come finestre, gli oggetti o soggetti come cursori in grado di produrre interazione, e che rende disponibili i vari eventi ai programmatori per costruirvi diverse applicazioni che utilizzano la stessa infrastruttura di base.

Nello specifico caso di MEPI, per realizzare questa interazione, viene utilizzato uno spazio 4D (spazio-tempo), in modo tale che essa sia naturale e pervasiva con il sistema.

Gli eventi generabili e gestibili dal sistema MEPI sono potenzialmente infiniti, purchè descrivibili con parametri ed attributi atomici. Attualmente gli eventi generati variano dal semplice spostamento di un asset (location Update) alla scadenza di una particolare data (maintenance) con la possibilità di impostare una ripetitività dell'evento (repeat each minute/hour/day/week/month/year) fino a svariati eventi geografici come l'ingresso/uscita in/da una specifica area, il contatto tra due asset, il movimento di un asset all'interno di una stanza ecc.

Per quanto riguarda i tempi di risposta e le performances, bisogna dividere le considerazioni in due parti:

- 1) La tecnologia di localizzazione indoor necessita dei tempi di trasmissione dei segnali via etere e per questo, il numero di asset gestibili contemporaneamente rende i tempi di risposta sempre più ampi con l'aumentare degli oggetti. Dai test effettuati, un sistema di aggiornamento delle posizioni ogni 5-10 secondi riesce a gestire fino a 100 oggetti contemporaneamente. Questo non significa che sono il massimo numero di oggetti gestibili, ma che sono richieste due unità di calcolo/trasmissione dati per duplicare gli oggetti gestibili.
- 2) La tecnologia di geofencing e gestione scadenze invece, riesce a gestire un numero maggiore di elementi. Nei test setting eseguiti con un pc desktop sono stati gestiti tra i

50'000 e i 100'000 oggetti divisi in 75 categorie (le categorie aiutano a “distribuire” la potenza), il sistema riesce a rispondere dalle 4 alle 8 volte al secondo (quindi viene considerato near-realtime).

Sfruttando quindi le potenzialità offerte dall'IoT, sono stati definiti dei perimetri di movimentazione di pazienti affetti da malattie debilitanti a carico del Sistema Nervoso Centrale (es. Alzheimer) all'interno di strutture sanitarie (RSA, Centri Alzheimer, ecc.).

L'aumento di pazienti affetti da tale patologia, fa sì che tra le problematiche assistenziali principali ci si trovi a dover intercettare gli spostamenti e/o gli allontanamenti di queste persone dalle proprie stanze o dall'edificio. Presso la APSP Civica di Trento è stato installato un primo prototipo del sistema di geofencing di MEPI che utilizza telecamere per riconoscere tra i pazienti quelli affetti da Alzheimer, individuare i loro comportamenti anomali e segnalarli agli assistenti (OSA).

Nel caso della gestione delle apparecchiature, in funzione dell'operatore interessato (medico, infermiere, ingegnere clinico) il sistema MEPI è in grado di indicare la posizione del dispositivo e indirizzare al corretto utilizzo, aggiornamento, manutenzione e monitoraggio d'uso all'interno della struttura assistenziale.

Avere la possibilità di indentificare la posizione delle apparecchiature può essere particolarmente rilevante per i cosiddetti contesti a “bassa intensità di cura” (unità di day hospital, case di cura) in cui vi è una maggiore necessità di ottimizzare l'uso dei dispositivi esistenti (in questi reparti tra l'altro la strumentazione elettromedicale trova più alta “dispersione”), e per gli ospedali in genere per migliorarne la logistica. Su richiesta, MEPI è anche in grado di veicolare segnali d'allarme provenienti dalle apparecchiature medicali, attraverso l'unità di processazione e trasmissione RF del quale il TAG attivo è dotato (porta di interfacciamento).

La funzione relativa alla gestione delle apparecchiature medicali ha trovato una prima applicazione nel progetto europeo iCore (FP7) [3], durante il quale è stata realizzata una tecnologia di Location Based Services basata su open standard [4], evoluzione del sistema MEPI, che ha l'obiettivo di ottimizzare l'utilizzo di apparecchiature medicali basandosi sull'analisi degli spostamenti in real-time. Nell'ambito del progetto iCore si sta procedendo ad estendere quanto fatto in MEPI all'interno della piattaforma Europea del Future Internet FI-WARE nel contesto del progetto FP7 FI-STAR [5].

Grazie alla collaborazione con il servizio di Ingegneria Clinica dell'Azienda Provinciale per i Servizi Sanitari di Trento (APSS), tale sistema è in sperimentazione nel reparto di neonatologia dell'Ospedale S. Chiara di Trento per il monitoraggio d'uso dei principali apparecchi mobili utilizzati per un numero complessivo di 36 oggetti quali incubatrici neonatali, comprese quelle da trasporto, ventilatori polmonari, monitor multiparametrici, pompe di infusione, lampade per fototerapia neonatali su una superficie di 190 m², divisi in otto stanze e due porte di ingresso-uscita.

5. Conclusioni

Il sistema MEPI, sfruttando le tecnologie offerte dall'IoT combinate con quelle per la localizzazione, offre un servizio efficiente per la gestione delle strutture sanitarie.

Grazie ad esso, le varie figure professionali (medici, infermieri, ingegneri clinici) sono in grado, ottimizzando tempi e costi, di rintracciare apparecchiature, al fine di verificarne lo stato d'uso, la necessità di aggiornamento e lo stato di manutenzione, o i pazienti al fine di rintracciarne gli spostamenti ed evitare gli allontanamenti dalle strutture.

Bibliografia

- [1] Joseph Dyro. The Clinical Engineering handbook. Academic Press, 2004.
- [2] A. Coustasse, S. Tomblin, C. Slack. Impact of Radio-Frequency Identification (RFID) Technologies on the Hospital Supply Chain: A Literature Review. Perspectives in Health Information Management (Fall 2013): 1-17.
- [3] <http://www.iot-icore.eu/>
- [4] Ki-Joune Li, Giuseppe Conti. Open Standards for Indoor LBS. Geospatial World August 2014, volume 05 ISSUE 01 | ISSN 2277-3134.
- [5] <https://www.fi-star.eu/fi-star.html>.

Ringraziamenti

Lavoro cofinanziato nell'ambito dei progetti FESR, progetti di ricerca industriale finanziati dal Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR 2011, PAT) e dei progetti europei iCore e FI-STAR.