

Moscatelli M.(1), Pezzotti I. (1), Milanese L.(1), Scodeggio. M.(2), Gnocchi M.(1)

1. Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Tecnologie Biomediche (CNR-ITB)
2. Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Bioimmagini e Fisiologia Molecolare (CNR-IBFM)

Realizzazione di una Infrastruttura di reti di sensori per il monitoraggio dell'ambiente e della persona

ABSTRACT

In un contesto dove l'evoluzione della tecnologia internet e delle reti è sempre maggiormente orientato alla fornitura di servizi specifici per il miglioramento della qualità della vita, la necessità di trovare soluzioni adeguate in grado di adattarsi progressivamente all'ambiente e alla persona sta diventando uno degli obiettivi cruciali nel settore IT. In questo ambito l'Internet delle Cose (acronimo inglese di Internet of Things - IoT) [1], si sta affermando come paradigma tecnologico di riferimento in quanto ogni "oggetto" è in grado di interconnettersi e comunicare con altri (aventi anche differenti scopi e comportamenti) portando alla creazione e scambio di una grande quantità di dati difficilmente gestibile e consultabile con le tradizionali tecniche informatiche (fenomeno definito come "Big Data" [2]). Partendo da queste considerazioni è stato effettuato uno studio che ha portato alla creazione di una infrastruttura basata sull'utilizzo di una rete di sensori e metodiche di analisi di Big Data per la gestione e il monitoraggio di un ambiente e delle persone [3][4] che operano all'interno dello stesso (figura 1).



Figura 1: Esempi di sensori utilizzati sulla persona

METODI

L'infrastruttura implementata può essere suddivisa in 4 componenti (figura 2):

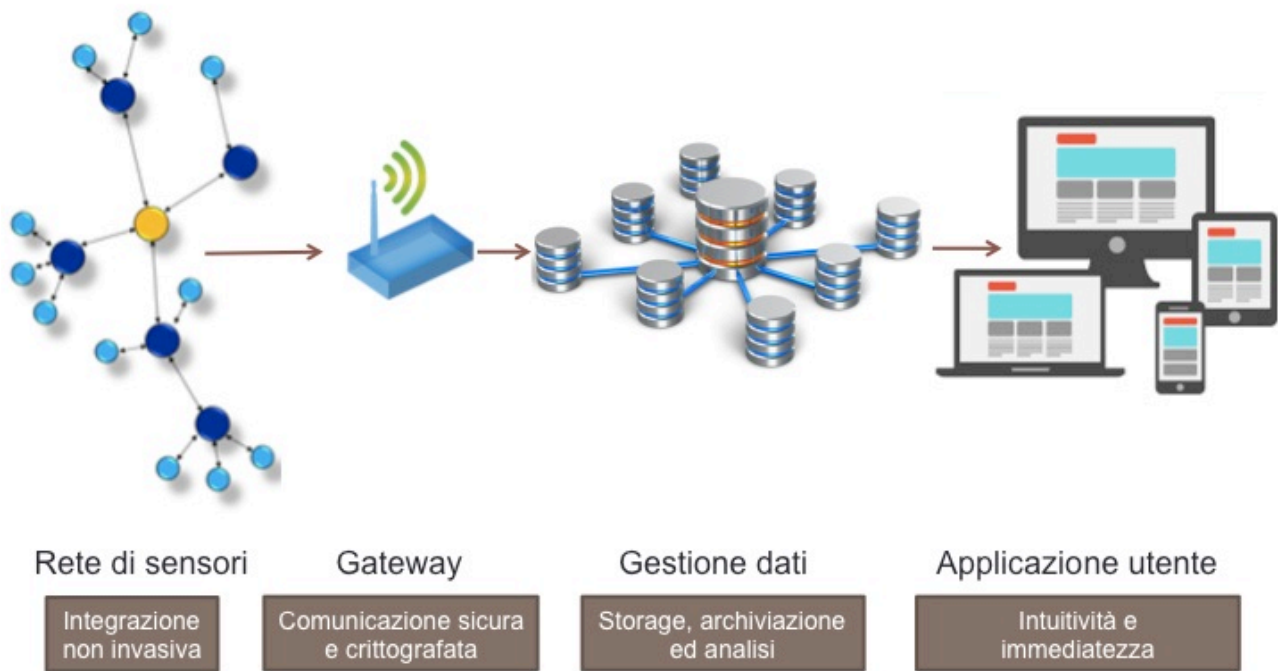


Figura 2: Componenti della Infrastruttura implementata

1. Rete di Sensori: Insieme di apparati in grado di effettuare differenti tipologie di misurazioni ed eseguire azioni definite
2. Modulo Gateway: Applicazione che si occupa del dialogo tra la rete di sensori e il server di gestione dei dati
3. Server Gestione Dati: Sistema di gestione di Big Data che archivia e analizza tutte le misurazioni effettuate dalla rete di sensori e dialoga con l'applicazione utente
4. Applicazione Utente: Applicazione utilizzata dagli utenti per la gestione e visualizzazione dei dati rilevati dai sensori presenti nella rete

La rete di sensori implementata utilizza il protocollo ZigBee [5] per la comunicazione inter-network (comunicazione interna tra sensori) e il protocollo ModBus [6] TCP-IP per la comunicazione extra-network (comunicazione esterna tra la rete di sensori e il modulo gateway).

La struttura della rete è di tipo mesh [7] (figura 3) dove è presente un coordinatore (che si occupa di comunicare con tutti gli end device), uno o più router (che si occupano di passare i dati da e verso altri dispositivi) e uno o più end device (dispositivi che si occupano della acquisizione dei dati). Solo il coordinatore agisce come master; ogni periferica che necessita di comunicare ha assegnato un indirizzo univoco e può inviare diversi comandi.

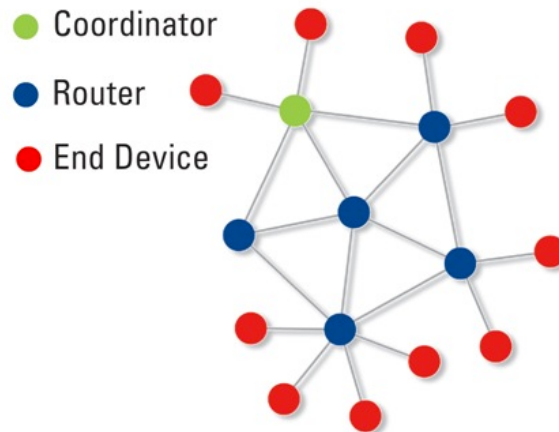


Figura 3: Tipologia di Rete Zigbee di tipo mesh

Per rendere il sistema versatile e adattabile alle diverse tipologie di sensori è stato sviluppato un modulo Gateway con il compito di interfacciarsi alla rete di sensori e dialogare con il server di gestione dei dati. Come per il server di gestione dei dati, la comunicazione avviene tramite delle RESTful API [8] che permettono di inviare tutti i dati campionati e ottenere le liste delle operazioni sulla rete richieste dall'utente.

Il server di gestione dati si occupa di strutturare, archiviare e analizzare tutte le misurazioni effettuate dalla rete di sensori ed è composto da due moduli principali:

- Modulo Database: responsabile dell'archiviazione dei dati
- Modulo RESTful API: responsabile dell'interazione con il Modulo Gateway e la Applicazione Utente

Il sistema di sensori effettua un elevato numero di campionamenti per poter valutare in tempo reale l'andamento della situazione delle persone, dell'ambiente e dei servizi monitorati. Uno studio approfondito ha portato all'individuazione di MongoDB [9] come database di riferimento; la struttura a documenti e non più tabellare permette di avere campi diversi tra di loro, favorendo così l'adattamento della struttura del database ai diversi sensori utilizzabili.

Particolare attenzione è stata attribuita alla definizione dei documenti relativi ai valori campionati (la loro creazione avviene con cadenza oraria e successivamente vengono effettuate solo operazioni di update in modo da incrementare le performance di scrittura), alle strategie di backup (storico) e replica (ridondanza) dei dati.

La fruizione e l'inserimento dei dati non avviene direttamente sul database poiché per permettere una maggiore sicurezza e una maggiore efficienza implementativa e di aggiornamento sono state sviluppate delle apposite API, le quali consentono alla GUI di inserire, eliminare sensori ed ottenere le informazioni del network e dei dati. Allo stesso modo avviene la comunicazione con il modulo gateway in modo da ottenere i dettagli dei sensori e configurarne i parametri base secondo le richieste dell'utente.

Al fine di poter gestire la rete di sensori e accedere ai dati memorizzati dal server di gestione dei dati è stata sviluppata una specifica applicazione web mediante il framework Angular [10] versione 4 (figura 4).

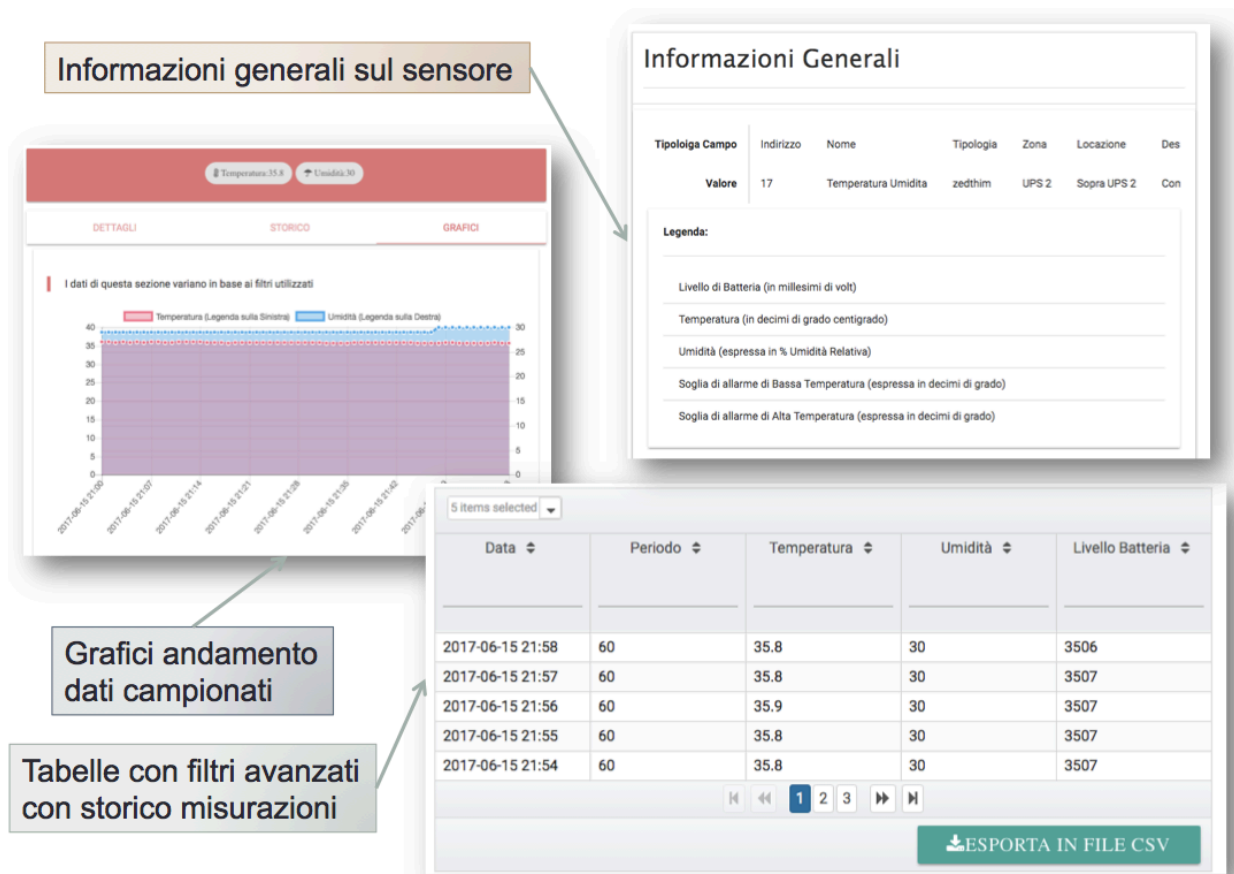


Figura 4: Esempi di Interfacce per la gestione di un singolo sensore

La progettazione e lo sviluppo dell'applicazione è basata sui seguenti principi:

- Semplicità: L'applicazione è User Friendly
- Adattabilità: L'applicazione è in grado di adattarsi al layout di molteplici device
- Multilingua: L'applicazione supporta diverse locali (al momento inglese e italiano)
- Performance: L'applicazione necessita di un ridotto numero di risorse computazionali e di rete
- Funzionalità: L'applicazione fornisce gli strumenti necessari alla corretta gestione della infrastruttura
- Estensibilità: L'applicazione è modulare garantendo estensibilità in termini di funzionalità

È stata anche sviluppata una applicazione per Android avente una interfaccia semplificata per il solo monitoraggio della rete così da garantire una più semplice consultazione dei dati (figura 5).

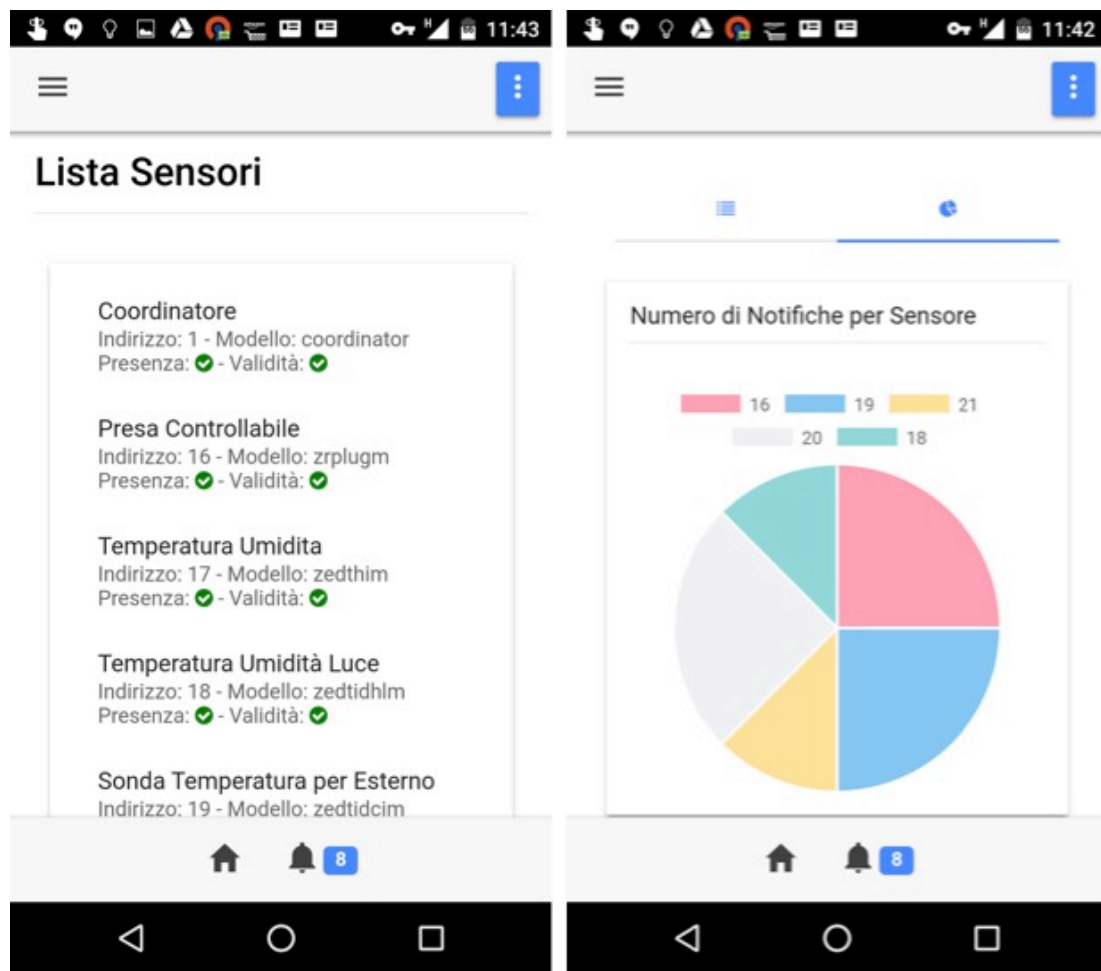


Figura 5: Esempio Schermate applicazione Android relative al monitoraggio di un locale

Particolare attenzione è stata data anche alla gestione della sicurezza e delle comunicazioni tra i componenti della infrastruttura mediante connessione protetta e crittografata all'interno della quale ogni utente è tracciato mediante un identificativo univoco.

CONCLUSIONI

L'infrastruttura descritta consente il monitoraggio in tempo reale di uno o più ambienti e delle persone che operano all'interno degli stessi; l'utilizzo delle tecnologie descritte consente di individuare eventuali parametri fuori norma permettendo di intervenire immediatamente qualora venga riscontrato un problema.

La suddivisione in moduli specifici per ogni servizio ne permette l'installazione e utilizzo in ambienti estremamente eterogenei richiedendo interventi minimi di adeguamento sia ambientale (la maggior parte dei sensori ha una batteria dedicata) sia infrastrutturale.

Per garantire una maggiore interoperabilità e usabilità del sistema è in fase di sviluppo l'integrazione di un cloud dedicato in modo da fornire un unico punto di accesso remoto alle differenti reti associati ad uno specifico utente e l'integrazione di nuovi sensori legati all'uomo (biosensori) come la misurazione del PH della saliva o della frequenza cardiaca in modo da poter seguire in modo sempre più puntuale le attività e lo stato di salute della persona.

RICONOSCIMENTI

Il lavoro è supportato dal progetto bandiera MIUR InterOmics (cod. PB05), PRIN2015 (cod. 20157ATSLF) e dai progetti FIRB Regione Lombardia LYRA_2015-0010 e AMANDA

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] Internet of Things Consortium: <http://iofthings.org/>
- [2] Big Data Definition: <https://www.oracle.com/big-data/index.html>
- [3] Smart e-Health Gateway: Bringing Intelligence to Internet-of-Things Based Ubiquitous Healthcare Systems; Amir-Mohammad Rahmani, Nanda Kumar Thanigaivelan, Tuan Nguyen Gia, Jose Granados, Behailu Negash, Pasi Liljeberg, and Hannu Tenhunen; 2015 12th Annual IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC)
- [4] Medical Internet of Things and Big Data in Healthcare; [Dimitar V. Dimitrov](#), MD, PhD; [Healthc Inform Res](#). 2016 Jul; 22(3): 156–163. Published online 2016 Jul 31. doi: [10.4258/hir.2016.22.3.156](https://doi.org/10.4258/hir.2016.22.3.156)
- [5] ZIGBEE alliance: <http://www.zigbee.org/>
- [6] MODBUS organization: <http://www.modbus.org/>
- [7] Study of ZigBee Wireless Mesh Networks, Published in: Hybrid Intelligent Systems, 2009. HIS '09. Ninth International Conference on, DOI: 10.1109/HIS.2009.164
- [8] RESTful Service: <https://www.ibm.com/developerworks/library/ws-restful/index.html>
- [9] mongodb: <https://www.mongodb.com/>
- [10] Angular: <https://angular.io/>