



Reti di sensori wireless

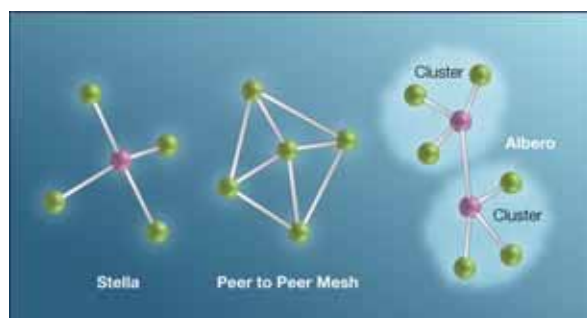
Fonte: infovark.com

Le reti di sensori wireless trovano sempre più spazi di applicazione, grazie alla ricerca industriale e ai vantaggi del 'senza fili'

DANIELE CATTANEO

Da tempo i sensori hanno lasciato l'ambito prettamente industriale per un utilizzo a più ampio raggio in svariati settori industriali, dal medicale alla building automation, dalle applicazioni in campo ambientale (monitoraggio di ampie aree territoriali) a quelle militari (sorveglianza del territorio) o civili (controllo del traffico).

I progressi tecnologici della microelettronica e delle comunicazioni radio hanno permesso di realizzare sensori in grado di elaborare localmente i dati acquisiti e di comunicare in modalità wireless con il resto del sistema. Aggregazioni di sensori con queste caratteristiche costituiscono a tutti gli effetti una rete, la Wireless Sensors Network (WSN). Le WSN sono tuttavia ben differenti da altre tipologie di reti wireless: sono composte da un'elevata quantità di nodi a basso costo e con una scorta di energia ristretta, limitata capacità di elaborazione e ridot-



Topologie di rete wireless

to raggio trasmissivo. Tali condizioni, unitamente alla frequente necessità di coprire ampie aree, vincolano all'utilizzo di nodi intermedi e alla realizzazione di reti in grado di formarsi topologicamente in modo automatico, senza l'intervento di entità esterne. È giustificata, quindi, quella corrente di pensiero secondo la quale le reti WSN, proprio per la necessità di garantire un basso consumo energetico

e di operare con risorse limitate, sono particolarmente interessanti per il settore della ricerca e rappresentano uno degli ambiti tecnologici con il maggiore potenziale d'innovazione.

Caratteristiche generali

Lo sviluppo delle reti WSN è dovuto proprio alla presenza di una rete di collegamento senza fili, generalmente a 2,4 GHz. Le reti WSN sono più semplici da realizzare rispetto a quelle fisse, le quali sono pure nettamente più costose, anche solo per la presenza del cavo quale mezzo trasmissivo. Quest'ultimo, inoltre, non consente la realizzazione di alcune topologie di rete quali le reti mesh o 'magliate', dove ogni nodo è collegato direttamente a tutti gli altri, a causa dell'elevata presenza di nodi o di ostacoli fisici che non consentono la stesura del cavo stesso. In molti casi, l'impiego del wireless è addirittura necessario in quanto la zona da monitorare con i sensori proprio non dispone di infrastrutture per l'energia o per le comunicazioni, dunque l'unica soluzione possibile è utilizzare dei nodi in grado di interagire senza cavi, alimentabili con sorgenti di energia piccole e finite.

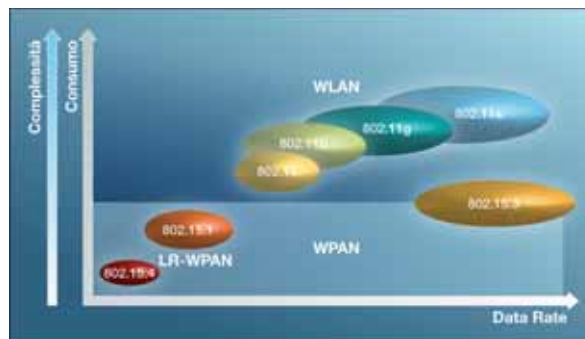
Nelle reti wireless il segnale radio di un nodo si propaga uniformemente nell'area circostante, permettendo la trasmissione a ogni altro nodo adiacente, anche in ambienti ostili dove il cablaggio sarebbe complesso o addirittura impossibile. Adottando opportuni protocolli di routing è inoltre possibile gestire la propagazione delle informazioni all'interno della rete secondo diverse politiche, in base a quello che si vuole ottenere: affidabilità, robustezza, risparmio energetico, efficienza ecc.

Topologie di rete wireless

Dal punto di vista del posizionamento fisico, le reti di sensori wireless possono presentare anche decine di sensori per metro quadrato; la posizione dei sensori, poi, può non essere statica, come capita, ad esempio, nelle installazioni su terreni soggetti a mutazione morfologica, come i ghiacciai. La topologia della rete, in ogni caso, è destinata 'strutturalmente' a mutare, dal momento che i sensori possono spegnersi per mancanza di energia e che in ogni momento è possibile aggiungere nuovi sensori alla rete.

Queste considerazioni portano a valutare topologie di rete che siano funzionali e che utilizzino protocolli di routing in grado di garantire l'affidabilità della comunicazione. Anche nelle reti di sensori wireless le topologie più utilizzate sono le configurazioni a stella, peer to peer o mesh e ad albero. Nella prima tipologia è presente un nodo cen-

trale con funzionalità di coordinatore, che fa da riferimento per tutti gli altri nodi. Questo implica che due nodi, per dialogare tra loro, debbano comunicare con il nodo coordinatore. La rete a stella è semplice da implementare e può utilizzare protocolli poco onerosi per l'elaborazione sui nodi semplici. Dal punto di vista della funzionalità, la topologia a stella è superata dalla mesh, dove non è indispensabile avere un nodo coordinatore, poiché ogni dispositivo è in grado di comunicare con gli altri apparati raggiungibili. Questo approccio introduce necessariamente percorsi ridondanti, che se da un lato aumentano l'affidabilità della rete, dall'altro richiedono l'implementazione di algoritmi di routine più sofisticati. Nella topologia ad albero, invece, diversi 'cluster' costituiti da gruppi di nodi possono interconnettersi tra loro. Ogni cluster dispone di un nodo principale, che rappresenta il punto di accesso per la sottorete. Il vantaggio rispetto alle reti mesh è la riduzione dei possibili percorsi di comunicazione.



Classificazione delle reti wireless in funzione del data rate, della complessità e dei consumi

ne, ragion per cui è possibile sviluppare sistemi meno complessi.

Mezzi trasmissivi

La comunicazione senza fili tra i dispositivi delle reti WSN può avvenire con diversi sistemi. In particolare, il sistema induttivo è utilizzato prevalentemente nel campo delle soluzioni Rfid (Radio frequency identification): i tag

LINK STATE	DISTANCE VECTOR
Più oneroso (banda, memoria e capacità di calcolo) all'inizio	Meno oneroso all'inizio
Per reti complesse	Per reti non complesse
Update solo in caso di cambiamento (convergenza veloce)	Update frequenti a intervalli regolari di tempo (convergenza lenta)
Visione completa della topologia di rete	Visione esclusiva della topologia di rete dei nodi vicini

Vantaggi e svantaggi dei protocolli d'instradamento dinamico

attivi o passivi sono letti da porte di lettura dedicate, che generano un forte campo magnetico. L'induttanza all'interno del tag manifesta una corrente indotta, che consente la lettura o scrittura di informazioni sullo stesso tag. Tra gli svantaggi di questo sistema figurano la potenza necessaria alle porte di lettura e le distanze da tenere per le operazioni di lettura e scrittura. I sistemi ottici, invece, come quelli della tecnologia IrDA, presentano lo svantaggio di richiedere un collegamento 'visivo' diretto tra il dispositivo trasmettitore e quello ricevitore; per contro, queste tecnologie sono affidabili e i costi dei transceiver sono relativamente bassi. Le limitazioni introdotte dalla necessità di un contatto visivo sono superate dai sistemi a ultrasuoni, il cui svantaggio, però, risiede nell'elevata energia richiesta dal coordinatore di rete.

La radiofrequenza è uno dei sistemi più diffusi nel wireless, anche per la possibilità di implementare liberamente nei dispositivi tecniche di risparmio energetico, aspetto fondamentale nelle reti di sensori.

Le reti wireless mesh

Le reti di sensori wireless in topologia mesh sono infrastrutture decentralizzate, in cui un nodo deve trasmettere il segnale al massimo sino al nodo successivo; sono reti affidabili, scalabili, adattabili, resistenti e relativamente economiche, ma possono avere anche un alto consumo energetico e la loro complessità cresce esponenzialmente con il numero di nodi presenti. Grazie alla loro particolare topologia le reti mesh possono coprire grandi distanze in condizioni morfologiche difficili (ghiacciai, montagne, aree territoriali impervie ecc.); i nodi, infatti, si comportano come ripetitori, consentendo la trasmissione del segnale dai nodi più vicini ai più lontani. L'affidabilità è una proprietà intrinseca delle reti mesh. Se infatti un nodo viene meno per qualsiasi ragione, i nodi vicini cercano semplicemente dei percorsi alternativi per continuare a trasmettere il segnale. Una delle tecniche di trasporto dati più utilizzate è la commutazione a pacchetto (PBN-Packet Based Network). L'instradamento dei pacchetti sfrutta vere e proprie 'tabelle d'instradamento', con l'utilizzo di protocolli dinamici come RIP (Distance Vector) e Ospf (Link State Packet). Nel routing dinamico basato sul protocollo RIP si sfrutta l'algoritmo di Bellman-Ford-Fulkerson: per ogni nodo è stimata la distanza rispetto al nodo di destinazione e definito il primo nodo del percorso. L'aggiornamento della tabella di routing e la comunicazione della propria tabella ai nodi vicini rende possibile la conoscenza di tutta la rete da parte di ogni nodo.

Il protocollo Link State Packet prevede che ogni nodo sia informato di eventuali cambiamenti alla topologia di rete. Ogni nodo rileva le connessioni dirette e invia informazioni in flooding agli altri nodi; è mantenuta, inoltre, in ogni nodo una base dati utile per calcolare i percorsi verso le possibili destinazioni. Si sfrutta infine l'algoritmo di Dijkstra (Shortest Path First) per trovare i cammini minimi, creando così una struttura ad albero che ha come radice il nodo stesso. ■

INFORMATIVA AI SENSI DEL CODICE IN MATERIA DI PROTEZIONE DEI DATI PERSONALI

Informativa art. 13, d. lgs 196/2003

I dati degli abbonati sono trattati, manualmente ed elettronicamente, da Fiera Milano Editore SpA – titolare del trattamento – Via Salvatore Rosa 14, Milano - per l'invio della rivista richiesta in abbonamento, attività amministrative ed altre operazioni a ciò strumentali, e per ottemperare a norme di legge o regolamento. Inoltre, solo se è stato espresso il proprio consenso all'atto della sottoscrizione dell'abbonamento, Fiera Milano Editore SpA potrà utilizzare i dati per finalità di marketing, attività promozionali, offerte commerciali, analisi statistiche e ricerche di mercato. Alle medesime condizioni, i dati potranno, altresì, essere comunicati ad aziende terze (elenco disponibile a richiesta a Fiera Milano Editore SpA) per loro autonomi utilizzi aventi le medesime finalità. Responsabile del trattamento è: Paola Chiesa.

Le categorie di soggetti incaricati del trattamento dei dati per le finalità suddette sono gli addetti alla gestione amministrativa degli abbonamenti ed alle transazioni e pagamenti connessi, alla confezione e spedizione del materiale editoriale, al servizio di call center, ai servizi informativi.

Ai sensi dell'art. 7, d. lgs 196/2003 si possono esercitare i relativi diritti, fra cui consultare, modificare, cancellare i dati od opporsi al loro utilizzo per fini di comunicazione commerciale interattiva rivolgendosi a Fiera Milano Editore SpA – Servizio Abbonamenti – all'indirizzo sopra indicato. Presso il titolare è disponibile elenco completo ed aggiornato dei responsabili.

Informativa resa ai sensi dell'art. 2, Codice Deontologico Giornalisti

Ai sensi dell'art. 13, d. lgs 196/2003 e dell'art. 2 del Codice Deontologico dei Giornalisti, Fiera Milano Editore SpA – titolare del trattamento - rende noto che presso i propri locali siti in Milano, Via Salvatore Rosa 14, vengono conservati gli archivi di dati personali e di immagini fotografiche cui i giornalisti, praticanti e pubblicitari che collaborano con le testate editate dal predetto titolare attingono nello svolgimento della propria attività giornalistica per le finalità di informazione connesse allo svolgimento della stessa. I soggetti che possono conoscere i predetti dati sono esclusivamente i predetti professionisti, nonché gli addetti preposti alla stampa ed alla realizzazione editoriale delle testate. I dati personali presenti negli articoli editoriali e tratti dai predetti archivi sono diffusi al pubblico. Ai sensi dell'art. 7, d. lgs 196/2003 si possono esercitare i relativi diritti, fra cui consultare, modificare, cancellare i dati od opporsi al loro utilizzo, rivolgendosi al titolare al predetto indirizzo. Si ricorda che, ai sensi dell'art. 138, d. lgs 196/2003, non è esercitabile il diritto di conoscere l'origine dei dati personali ai sensi dell'art. 7, comma 2, lettera a), d. lgs 196/2003, in virtù delle norme sul segreto professionale, limitatamente alla fonte della notizia. Presso il titolare è disponibile l'elenco completo ed aggiornato dei responsabili.