

Riassunto

Fondamenti di Internet of Things

Prof. Sabrina Sicari – A.A. 2022/23

Federico Garegnani

10 marzo 2023

Indice

1	Progettazione di una WSN	2
1.1	Reliability	2
1.2	Scalabilità	2
1.3	Costi di produzione	3
1.4	Topologia	3
1.5	Mezzo trasmissivo	3
1.6	Consumo potenza	3
2	Livello di rete	3
2.1	Flooding e Gossiping	4
2.2	SPIN: Sensor Protocol for Information via Negotiation	5

1 Progettazione di una WSN

La progettazione di una WSN è influenzata dai seguenti fattori

- Reliability (o fault tolerance)
- Scalabilità
- Costi di produzione
- Limitazioni hardware
- Topologia
- Ambiente applicativo
- Mezzo di trasmissione
- Consumo di potenza (o lifetime)

Analizziamo di seguito ogni parametro nel dettaglio

1.1 Reliability

La *tolleranza ai guasti* (*fault tolerance*, *reliability* o *affidabilità*) è la capacità della rete di non interrompere il servizio anche in presenza di guasti. Un nodo può rompersi per perdita di potenza, danni fisici o interferenze ambientali ma questo non deve pregiudicare l'operatività di tutta la rete di sensori.

L'affidabilità di un nodo sensore K è modellata mediante una distribuzione di Poisson dalla seguente equazione

$$R_k(t) = e^{-\lambda_k t}$$

Essa fornisce la probabilità che sia verificata una rottura al tempo t , λ_k rappresenta il tasso di rottura (failure rate).

L'affidabilità di un broadcast range con N nodi sensori è ottenuta nel seguente modo

$$R(t) = 1 - \prod_{k=1}^N [1 - R_k(t)]$$

A seconda dell'affidabilità richiesta si possono variare i protocolli e gli algoritmi utilizzati.

1.2 Scalabilità

Il numero di sensori in una regione può variare considerevolmente, da pochi e diverse migliaia.

La densità dei sensori è il numero di nodi all'interno del *radio range* R

$$\mu(R) = \frac{N\pi R^2}{A}$$

dove N è il numero di sensori all'interno della regione di area A , mentre R è il range di trasmissione.

1.3 Costi di produzione

Il costo deve essere basso. L'obiettivo è di raggiungere un prezzo inferiore a 1 \$/dispositivo, attualmente il costo varia tra \$25 e \$180.

1.4 Topologia

Nella gestione della topologia di una sensor network si distinguono tre fasi

1. **Pre-deployment e deployment phase**

I sensori possono essere gettati da un aeroplano (*random deployment*) oppure possono essere disposti in modo organizzato (*regular deployment*). Nel caso di sensori mobili questi possono muoversi autonomamente e cercare aree di interesse, compensare guasti nella rete oppure essere mossi da forze esterne come vento e acqua.

2. **Post-deployment phase**

Variazioni nella topologia possono verificarsi a seguito di cambiamenti di posizione, problemi di raggiungibilità (a causa di jamming¹, rumore, ostacoli, etc.), energia insufficiente, malfunzionamenti.

3. **Re-deployment di nodi aggiuntivi**

1.5 Mezzo trasmissivo

I dispositivi possono comunicare tramite onde radio, dispositivi ottici (infrarossi) o acustici.

1.6 Consumo potenza

La sorgente di potenza (batteria) è molto limitata ed è il principale fattore che determina il tempo di vita del sensore; in molti scenari non è infatti possibile ricaricare le batterie, risulta quindi importante usare l'energia in modo parsimonioso. Spesso i dispositivi vengono dotati di due batterie, una batteria principale con il compito di alimentare il dispositivo ed una batteria tampone per l'invio dei dati raccolti prima del completo scaricamento.

Da questo punto di vista assume importanza anche la scelta dei protocolli utilizzati per la trasmissione dei dati, si parla di *Power Aware Communication Protocols* in quanto devono minimizzare la dimensione dei pacchetti e il numero di pacchetti scambiati. Alcuni studi hanno analizzato l'assorbimento energetico di ogni componente di un sensore e si è osservato che le fasi di trasmissione e ricezione risultano essere quelle più energivore (Figura 1).

2 Livello di rete

Per una serie di ragioni legate all'elevato numero di nodi, alla limitata potenza e all'approccio data centrico non è possibile utilizzare un identificativo unico per

¹Il jamming è l'atto di disturbare volutamente le comunicazioni radio (wireless) facendo in modo che ne diminuisca il rapporto segnale/rumore, indice di chiarezza del segnale, tipicamente trasmettendo sulla stessa frequenza e con la stessa modulazione del segnale che si vuole disturbare.

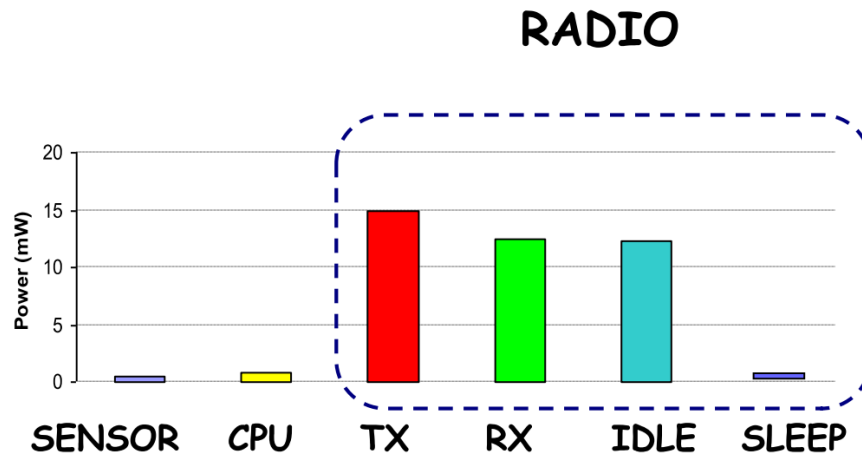


Figura 1: Consumo di energia per ogni componente del dispositivo

ogni dispositivo all'interno di una sensor network. Un indirizzamento dei nodi è tuttavia necessario per la gestione dei nodi, il *querying*, il *service discovery* e il routing.

Risulta necessario utilizzare nuovi algoritmi di routing che tengano conto della limitata potenza, capacità computazionale e memoria disponibili, dei frequenti cambiamenti nella topologia e dell'assenza di un identificativo globale dei dispositivi.

Tassonomia dei protocolli di routing Si distinguono tre categorie di protocolli di routing

- Data Centric Protocols
Flooding, Gossiping, SPIN, SAR, Directed Diffusion, Rumor Routing, Constrained Anisotropic Diffused Routing, COUGAR, ACQUIRE
- Hierarchical Protocols
LEACH, TEEN, APTEEN, PEGASIS, Energy Aware Scheme
- Location Based Protocols
MECN, SMECN, GAF, GEAR

2.1 Flooding e Gossiping

Il *flooding* è l'approccio convenzionale e consiste nell'invio broadcast dei dati a tutti i nodi vicini; il *gossiping* prevede invece l'invio dei dati a un solo nodo vicino scelto casualmente. Sebbene semplici e reattive queste tecniche implicano una serie di svantaggi:

- Implosion
- Overlap

- Resource Blindness
- Power inefficient

Il gossiping è migliore rispetto al flooding in quanto invia i dati a un solo nodo per risparmiare energia ed evita implosion.

Protocollo di routing ideale Le caratteristiche che il protocollo idea dovrebbe avere sono:

- selezione del percorso più breve per l'invio dei dati
- evitare overlap
- minimo consumo di energia
- conoscenza globale della topologia

2.2 SPIN: Sensor Protocol for Information via Negotiation

Alla base del protocollo SPIN ci sono due idee: i sensori si scambiano informazioni su dati che sono già in loro possesso o che desiderano avere, risparmiano così energia e lavorano in modo efficiente; i sensori devono monitorare ed adattarsi alle proprie risorse energetiche.

Usa tre tipi di messaggi: ADV, REQ, DATA nel seguente modo:

- quando un sensore ha qualcosa da trasmettere invia in broadcast un *advertisement packet* (ADV)
- i nodi interessati invio un *request packet* (REQ)
- i dati sono inviati ai nodi che li richiedono
- la procedura viene ripetuta finché tutti i nodi non hanno una copia

SPIN è basato su *data centric routing*, ossia i nodi inviano in broadcast l'advertisement nel caso ci siano dati disponibili e aspettano le richieste delle sink interessate, risulta quindi un ottimo protocollo per disseminare le informazioni tra tutti i nodi.