

VERSO UN'AGRICOLTURA SENZA FILI

▣ Loredana Lunadei

Quando si parla di *comunicazione wireless* (cioè *senza fili*) tra dispositivi elettronici ci si riferisce alla loro capacità di comunicare dati tramite onde radio, quindi senza utilizzare cavi, come invece avviene per i sistemi tradizionali (*wired*). La comunicazione wireless non è certo un'invenzione recente, dato che già nel lontano 1896 un certo Guglielmo Marconi mise a punto il telegrafo, prima apparecchiatura per la trasmissione senza fili. Da allora, i progressi acquisiti hanno rivoluzionato la comunicazione a tutti i livelli (industriale, commerciale, domestica, ecc.) e anche il settore agricolo ne ha beneficiato, con la realizzazione di numerosi prototipi che, seppur ad uno stadio ancora iniziale, vengono continuamente perfezionati. *"Nel nuovo millennio appena iniziato, i computer saranno sempre più invisibili, incorporati agli oggetti, ai mobili, anche al nostro corpo"*: sono queste le parole di Mark Weiser, informatico americano padre dell'*Ambient Intelligence* (intelligenza ambientale), in cui l'elaborazione delle informazioni viene integrata all'interno di oggetti e attività di tutti i giorni. I progressi tecnologici continui hanno condotto a un'abbondante disponibilità di microprocessori e microcontrollori, sempre più piccoli ed economici, equipaggiati con sensori sempre più avanzati e dotati di connessione wireless. La presenza di questa straordinaria capacità di elaborazione sta rendendo realizzabile la visione di Weiser. Proprio l'in-

NEL SETTORE AGRICOLO, LA **TECNOLOGIA WIRELESS** È ANCORA AI SUOI PRIMI PASSI. MA IL POTENZIALE APPLICATIVO DEI PROTOTIPI AD OGGI REALIZZATI È DECISAMENTE ELEVATO.

MOLTO MEGLIO DEL FILO...

Le WSN (*Wireless Sensor Network*, cioè reti di sensori collegati senza fili) hanno grandi capacità computazionali, con molti parametri possibili di rilevazione e controllo: le condizioni atmosferiche (pioggia, vento, pressione atmosferica, temperatura), la posizione e la velocità di un mezzo, il suo livello di rumore o di vibrazioni, ecc... Presentano un costo tra il 20 e l'80% più basso delle tradizionali reti cablate; la loro messa in opera è generalmente agevole e veloce, non necessitando tra l'altro di personale specializzato. I nodi-sensore sono di piccola dimensione, e quindi trovano collocazione anche in ambienti fisicamente remoti e ostili. L'accesso alle informazioni avviene in tempo reale; i radio-sensori sono inoltre in grado di rilevare in maniera tempestiva eventuali guasti al sistema, con conseguenti vantaggi di tipo produttivo e di servizio. Si tratta comunque di reti molto flessibili, configurate per prevedere un numero variabile di nodi, in base alle specifiche esigenze. Sono dispositivi molto "risparmiosi", consumando pochissima energia, e sono anche auto riconfigurabili, cioè in caso di necessità (ad esempio black-out, guasti, ecc.), è sempre possibile attivare percorsi alternativi dei dati.





Alcune tipologie di nodo per reti di sensori.

tegrazione delle capacità di calcolo, di memoria e di comunicazione in dispositivi di dimensioni ridotte e a basso costo ha portato alla definizione delle cosiddette reti WSN (*Wireless Sensor Network*), costituite da apparecchiature elettroniche interconnesse, in grado di svolgere in modo autonomo operazioni più o meno complesse, interagendo con l'ambiente circostante e cooperando tra loro con opportune interfacce di comunicazione. In queste reti sono inseriti dei sensori che controllano (senza poterli modificare) determinati parametri ambientali, tramite la misurazione di grandezze fisiche o ambientali di diversa natura (temperatura, umidità, intensità luminosa, pressione, ecc.) e generando poi segnali elettrici congruenti. Viceversa, gli *attuatori* sono dispositivi in grado di agire sull'ambiente (ad esempio valvole, irrigatori, bracci meccanici, ecc.) Un nodo sensore (o *mote*) comprende un numero variabile di trasduttori e attuatori e funziona in modulazione radio nelle bande 868-870 MHz, attorno a 900 MHz e a 2,4 GHz. L'equipaggiamento di ogni nodo ne determina le funzionalità, ma anche il costo, il consumo energetico e l'ingombro. Quindi, ciò che è visibile, il sensore, è in realtà solo una parte della rete WSN, che invece è costituita da un insieme di hardware e software dedicati, cui sovrintende un elaboratore centrale, che mette a disposizione dell'utente le misure o i risultati ottenuti.

QUANDO SI APPLICANO

Come spesso accade nell'ambito delle telecomunicazioni, le WSN si sono sviluppate inizialmente in campo mi-

litare, per poi trovare diverse applicazioni di tipo civile, medico, commerciale; anche nel contesto agricolo si annoverano diversi progetti di ricerca, riguardanti soprattutto il monitoraggio ambientale (ma anche l'agricoltura di precisione, il controllo dei processi e la tracciabilità), come per esempio *GoodFood*, un progetto promosso dall'Unione Europea, nel quale le reti WSN vengono utilizzate per monitorare le condizioni ambientali di determinate coltivazioni, principalmente della vite, poiché il vino viene considerato tra i prodotti più remunerativi, in grado di giustificare il valore aggiunto apportato dall'introduzione della tecnologia. L'obiettivo del progetto è garantire un miglioramento della qualità del prodotto, la diminuzione dei costi di produzione e una più attenta salvaguardia dell'ambiente. Le prime sperimentazioni in campo sono state svolte presso l'azienda agricola Montepaldi di San Casciano Val di Pesa (di proprietà dell'Università di Firenze, partner del progetto), che attualmente sta trasferendo il proprio know-how all'interno di un'altra azienda vitivinicola, questa volta privata, per una prima applicazione pratica del concetto di Ambient Intelligence. Nella vigna "pilota", un insieme autoalimentato composto da una serie di sensori (sviluppati da *Intel* e *Motorola*) distribuiti sulla coltura rileva periodicamente sia i parametri fisiologici relativi alla pianta che quelli ambientali (crescita diametrica, temperatura della foglia, umidità e temperatura del suolo a due diverse profondità, umidità e temperatura dell'aria), riportando i dati a un nodo controllore che determina le azioni da intraprendere, attivando gli attuatori opportuni (irrigatori, umidificatori, ecc.) e trasmettendo i relativi comandi per mezzo della WSN. Punto focale del sistema è un



Sopra. Applicazione della rete WSN per il monitoraggio del vigneto dell'azienda agricola Montepaldi (San Casciano Val di Pesa, FI).



A sinistra. I componenti della famiglia SensiNet®.

protocollo originale (*Star Mac*), indispensabile per il corretto collegamento e la connessione tra i nodi della rete. Inoltre, il sito pilota vede la presenza di un'altra rete di sensori installata presso una cantina dell'azienda fiorentina dove, oltre ai parametri ambientali, viene monitorato l'andamento della fermentazione. Secondo i ricercatori, già questa semplice configurazione della piattaforma di Ambient Intelligence consentirebbe ai produttori vitivinicoli di monitorare in tempo reale le varie fasi della filiera, a partire dal vigneto, dove si determina in modo sensibile la qualità del prodotto.

LA PROPOSTA DI NEMO SRL

Altri esempi di applicazioni di reti WSN si trovano nel monitoraggio ambientale delle serre e, più in generale, della filiera florovivaistica, da cui si ottengono altri prodotti interessanti dal punto di vista economico (fiori, piante ornamentali, ortaggi e verdure fuori stagione), in grado di sopportare i costi di questa tecnologia. In tale contesto si inserisce *NeMO srl* di La Spezia (azienda

da distributrice dei prodotti della *Sensicast Systems Inc.* di Boston, uno dei principali produttori americani di reti di sensori wireless, e della *Anec Ltd.*, società inglese dello Staffordshire, specializzata in consulenze e prodotti per il networking), che ha stipulato un accordo con la Rinnovando srl, una giovane società di Como, che ha messo a punto un interessante software per il monitoraggio delle serre.

LA RETE SENSICAST

SensiNet 3.0 è una rete wireless a 2,4 GHz che opera secondo lo standard IEEE 802.15.4, amplificato a circa 15 dBm in modo da poter trasmettere a più di 200 m di distanza (in portata ottica). Si compone dei seguenti dispositivi:

- *nodi Star (Smart Sensor)*, cui sono collegati sensori atti al monitoraggio di una vasta gamma di grandezze fisiche e logiche (temperatura, umidità, pressione, tensione, flusso di fluidi, ecc.). Sono alimentati tramite batterie della durata di circa 2 anni e comunicano in modo bidirezionale con *nodi Ripetito-*

VIGNETI "SPAZIALI"

L'Agenzia Spaziale Europea, in collaborazione con il Dipartimento di Informatica e Sistemistica della Sapienza di Roma, ha sviluppato un progetto riguardante lo sviluppo di una rete di sensori WSN per il supporto al monitoraggio della produzione di vino di qualità. Le ricerche svolte durante il progetto sono state realizzate presso le zone agricole dell'area di Frascati (Roma), con l'obiettivo di fornire dati ambientali agli enologi, in modo da migliorare il processo di produzione del vino e la sua qualità. Interessante novità, in questo progetto, è l'integrazione di dati macroscopici ottenuti per mezzo di rilevazioni satellitari con i dati microscopici ottenuti per mezzo delle reti WSN, che permette di completare la visione d'insieme fornita dalle immagini satellitari con le informazioni puntuali fornite dalla rete di sensori. In questo modo, si ottiene una base di dati che consente il monitoraggio costante ed accurato dei principali fattori che influenzano localmente la produzione viticola. Nel caso specifico, la WSN è stata realizzata con dispositivi Tmote Sky, i nodi sono stati posti sui filari della vigna e i dati collezionati dalla rete, riguardanti misure di luce, umidità e temperatura, sono stati inviati via GPRS ad un server e resi disponibili agli enologi per mezzo di una apposita interfaccia Web, in modo da rendere agevole agli esperti l'accesso da remoto alle informazioni raccolte sul territorio. Questa ricerca, insieme al progetto GoodFood, evidenzia come le WSN, grazie alla loro facilità di sviluppo e versatilità, rappresentino ormai una soluzione matura per il monitoraggio ambientale. La speranza è che cresca rapidamente il numero di aziende interessate alla produzione e alla commercializzazione di questi microsistemi, in modo da poter passare alla produzione su scala industriale.



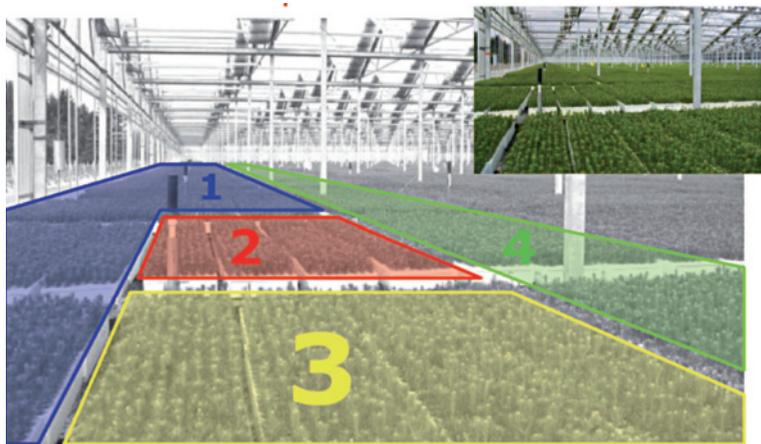
Caratteristiche tecniche del nodo Star TEHU-1121, uno dei componenti della famiglia SensiNet, che rileva e trasmette in tempo reale la temperatura e l'umidità dell'aria misurate.

Specifiche del nodo

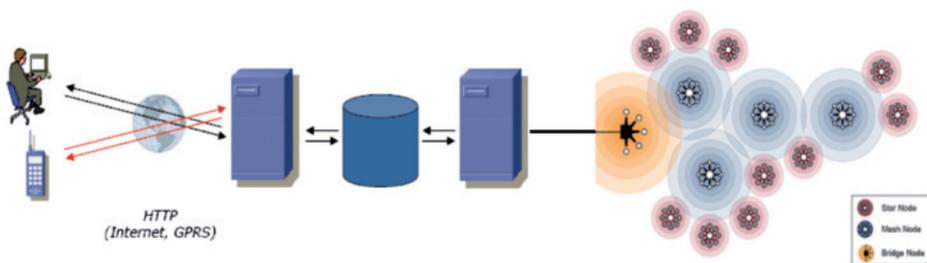
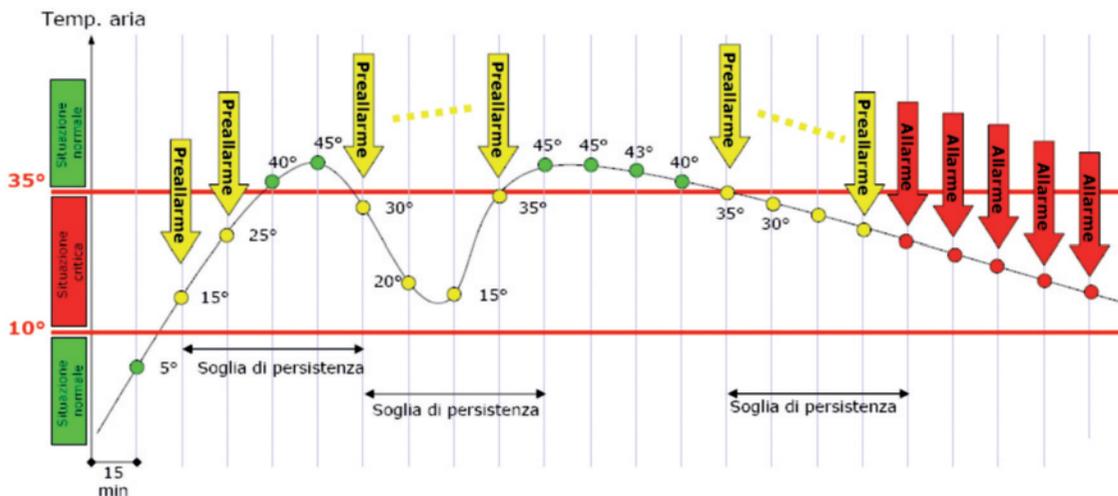
Trasmissione radio	conforme a IEEE 802.15.4, frequenza 2,4 GHz
Potenza in uscita	15 dBm
Portata	fino a 212 m in spazi aperti e fino a 70 m in ambienti chiusi
Batterie e durata	AA lithium 3,6V; durata: 2 anni con intervallo di rilevazione di 2 min
Range temperatura di utilizzo	-10°C / 50°C
Range umidità relativa ammessa	fino al 100%
Intervallo di rilevazione	configurabile da remoto, ad intervalli di 1 min
Dimensioni	89 x 140 x 35 mm

Specifiche del sensore di temperatura e umidità

Precisione temperatura	± 0,3°C
Risoluzione temperatura	0,01 °C
Ripetibilità temperatura	± 0,01 °C
Precisione umidità	± 3% RH
Risoluzione umidità	0,03 % RH
Ripetibilità umidità	± 0,1 % RH



A sinistra e sotto. Per mezzo del Software Agrimonitoring è possibile, per es., monitorare i valori di temperatura in qualsiasi punto di una serra e controllare quando questi, dopo essersi attestati per diverso tempo su "valori critici" (soglia di persistenza), assumono valori di allarme.



I nodi Star comunicano ai nodi Mesh e Bridge le informazioni rilevate dai sensori che, grazie al software Agrimonitoring, raggiungono l'utente finale.

Caratteristiche tecniche dei nodi MESH-1020, dei ripetitori BRDG-1120 e del Gateway.

	MESH-1020	BRDG-1120	Gateway
Trasmissione radio	Conforme a IEEE 802.15.4, frequenza 2,4 GHz		
Potenza in uscita	15 dBm		
Portata	fino a 212 m in spazi aperti e fino a 70 m in ambienti chiusi		
Alimentazione	trasformatore 5 -7,5 V		
Batteria di backup e durata	C Cell lithium 3,6 V, fino a 72 ore		
Range temperatura di utilizzo	-10°C / 50°C		
Range umidità relativa ammessa	fino al 100%		
Intervallo di rilevazione	Configurabile da remoto, ad intervalli di 1 min		
Dimensioni	77x131x39 mm		75x45x27 mm

ri (Mesh) e Bridge; rimangono inattivi per la maggior parte del tempo ma, ad intervalli definibili dall'utente, ricevono dalla rete e ritrasmettono le informazioni rilevate dai sensori;

- **nodi Ripetitori (Mesh):** il loro scopo è quello di estendere la copertura della rete Sensicast. Usa il MESH-

1020, che utilizza efficienti algoritmi di routing per instradare rapidamente i messaggi attraverso la rete di sensori wireless, configurandosi automaticamente con connessioni primarie e secondarie, assicurando così ridondanza ed elevata affidabilità. Per la sua alimentazione, il MESH-1020 ha una

batteria di backup (per mantenere la connettività di rete in caso di temporanee assenze della tensione di rete), ma può essere anche abbinato a un pannello solare. Trasmette a 2,4 GHz secondo lo standard IEEE-802.15.4;

- **nodi Bridge:** sono l'interfaccia tra la rete di sensori wireless ed il PC server

su cui è installato il software operativo SensiNet Gateway Server. Sono disponibili due versioni: il BRDG-1120, che possiede sia l'interfaccia USB che Ethernet (TCP/IP), e il BRDG-1320, che è dotato solo dell'interfaccia USB;

- **Gateway:** è in sostanza un PC completo con bridge integrato, su cui "gira" il software necessario. Attraverso l'interfaccia grafica basata su web browser, è possibile accedere a tutte le funzioni della rete, incluso un motore grafico che presenta i dati raccolti e gli eventi della rete in modo semplice e intuitivo. Peraltro, nelle installazioni che già comprendono dei software di monitoraggio e controllo, il Services Gateway trasmette direttamente i dati a tali applicazioni usando un insieme di interfacce standard;

- **Piattaforma MIND (Modular Interchangeable Networking Device):** permette di scegliere le frequenze di trasmissione (Sensicast fornisce moduli sia a 900 MHz che a 2,4 GHz), i protocolli di rete (ZigBee o SensiNet) e la complessità dei dispositivi inclusi (con semplici funzionalità di nodo star oppure anche con capacità di routing dei nodi ripetitori);

- **Software Agrimonitoring:** è il software di monitoraggio sviluppato da Rinnovando srl, che implementa i principi della *precision agriculture*. Gli aspetti chiave riguardano l'architettura WEB, per monitorare in tempo reale e 24 ore su 24 le misure rilevate dai sensori, la procedura di *fast setup* per avviare una sessione di monitoraggio in modo semplice e veloce, la *flessibilità nella definizione dei criteri di allarme*, la *correlazione tra le misure rilevate*, per decidere quando generare un allarme, e l'elevata *affidabilità della soluzione grazie alla funzionalità di autorilevazione dei guasti* attraverso il *Sensors checkup*, che consente di allertare l'utente in relazione a dati non logici e poco plausibili provenienti da un sensore. ■