

WIRELESS SENSOR NETWORK PER MONITORAGGIO ANTINCENDI BOSCHIVI

Francesco De Angelis, Fausto Marcantoni, Roberto Gagliardi, Alberto Polzonetti
Scuola di Scienze e Tecnologie – Sezione di Informatica
Università di Camerino
{nome.cognome}@unicam.it

1. Introduzione

Il problema degli incendi boschivi non è ancora risolto e si tratta di un problema di impegno civile, di conoscenza e soprattutto di una nuova cultura che ponga la salvaguardia della natura al primo posto. Come dato rilevante al fine di dimensionare il fenomeno occorre ricordare che, secondo il Corpo Forestale dello Stato [1], nel solo 2009 si sono verificati complessivamente 5.422 incendi boschivi che hanno percorso 73.355 ettari. Per il danno causato dalla diminuzione della produzione di prodotti del sottobosco, si giunge a valutare un costo complessivo annuo di oltre 500 milioni di euro. E' quindi chiaro come il problema debba essere affrontato per consentire una riduzione della spesa e un miglior rapporto con la natura da parte dei cittadini in quanto il fenomeno degli incendi può essere prevenuto con le attuali tecnologie sensoristiche che possono consentire una individuazione immediata dei principi d'incendio.

L'obiettivo del progetto di monitoraggio ambientale AIB (Antincendio Boschivo) che gli autori stanno portando avanti mira alla prevenzione degli incendi con l'obiettivo di salvaguardare l'ambiente e ridurre i costi connessi alla sua gestione in parchi, comunità montane ed enti locali. Da un punto di vista tecnologico, il rischio di incendio boschivo può, infatti, essere determinato tramite l'analisi di precursori di evento noti in letteratura [2] come la temperatura rilevata, l'umidità relativa, la velocità del vento, le precipitazioni previste/avvenute, la natura del terreno e la tipologia di vegetazione coinvolta. L'applicazione di modelli statistici per la previsione di incendi non riescono tuttavia a monitorare in maniera continuativa e "sul campo" l'insorgere di precursori che scatenano l'incendio. Inoltre, una consistente porzione di incendi boschivi è di origine dolosa quindi imprevedibile a priori.

Un'analisi delle dinamiche di sviluppo e propagazione di un incendio fa sì che si possano distinguere in esso diversi elementi necessari e diverse fasi che si susseguono in ordine temporale. Innanzitutto, affinché un incendio di qualsiasi natura possa svilupparsi, sono necessarie tre componenti: (i) combustibile, (ii) comburente (ossigeno), e (iii) calore (temperatura). I tre elementi devono essere contemporaneamente presenti. In assenza anche di un solo elemento, l'incendio non può svilupparsi. Nei casi più comuni di incendio boschivo si conosce come lo sviluppo di un incendio ha luogo e come si possa distinguere tale evento monitorando le grandezze fisiche dei tre componenti necessari per l'insorgere di incendi. Questo monitoraggio è efficace nel rilevare i principi di incendio ma occorre che il rilevamento venga fatto prima che l'incendio inizi la sua vasta propagazione. Infatti, in ogni incendio si distinguono le seguenti fasi (Figura 1):

1. *Fase di ignizione*: fase principale dell'incendio, le sostanze combustibili, iniziano il processo di combustione;
2. *Fase di propagazione*: caratterizzato da bassa temperatura e scarsa quantità di combustibile coinvolta;
3. *Flash-point*: da origine al flash-over, brusco innalzamento della temperatura ed aumento massiccio della quantità di materiale che partecipa alla combustione. E' considerato il punto di "non ritorno" nello scoppio di incendi;
4. *Incendio generalizzato*: gran parte del materiale presente partecipa alla combustione;

5. *Estinzione e/o raffreddamento*: conclusione della combustione. Il raffreddamento è la fase post-conclusiva dell'incendio e che comporta il raffreddamento della zona interessata.

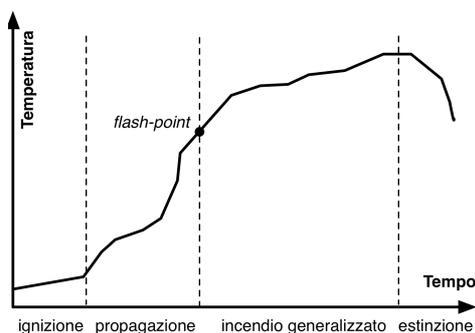


Figura 1: Fasi di propagazione di un incendio

Nella dinamica di un incendio si suppone di poter intervenire con misure attive atte alla prevenzione prima della fase di *flashover* (o entro pochi minuti da esso), superata la quale occorre applicare approcci strutturali massicci per lo spegnimento di vaste aree.

Allo scopo di monitorare i parametri ambientali tipici della fase di propagazione si propone l'utilizzo di una Wireless Sensor Network (WSN) in grado di tracciare le variazioni di temperatura, umidità e anidride carbonica presenti negli spazi boschivi unita ad un software di controllo in grado di rilevare potenziali pericoli di incendio e segnalarli alle autorità competenti. La WSN non sarà intrusiva essendo basata su dispositivi mimetizzati per avere un basso impatto sull'ambiente monitorato e consentirà precisi interventi in caso di insorgere di incendi. Per una effettiva applicazione della rete si necessita di: (i) integrare sul nodo wireless la sensoristica preposta alla rilevazione di temperatura, umidità, e anidride carbonica; (ii) sviluppare un nodo a basso consumo alimentato con batterie di lunga durata (almeno due anni); (iii) sia efficiente dal punto di vista del funzionamento (riducendo al minimo i falsi allarmi); (iv) costituire una soluzione a basso costo adottata dagli enti (e certificata dagli organismi preposti). Il prototipo realizzato include il software necessario e consente il monitoraggio della WSN dispiegata sul territorio consentendo il recupero dei dati e l'invio di comandi ai nodi sensore. I dati rilevati sono poi oggetto di analisi real-time per la generazione di allarmi agli operatori responsabili in grado poi di allertare le autorità competenti con tempi di risposta inferiori ai normali avvistamenti o segnalazioni.

2. Caratteristiche di una WSN per l'Antincendio Boschivo

La WSN prevede la realizzazione di una rete decentralizzata tra nodi sensore, che sia economica, adattabile e resistente, poiché ogni nodo deve solamente trasmettere un segnale al massimo fino al nodo successivo. I nodi fungono da ripetitori per trasmettere il segnale dai nodi più vicini agli altri fino a raggiungere speciali nodi di raccordo con una rete wireless in cui si troverà il server dotato di applicativo di gestione.

I nodi sensore sono stati implementati utilizzando le soluzioni tecnologiche su protocollo IEEE 802.15.4/ZigBee associate a sensori in grado di rilevare le grandezze fisiche di temperatura, umidità, e anidride carbonica. Parte della realizzazione del prototipo è stata focalizzata sul contenimento dei consumi attestando la potenza richiesta dall'apparato sui 90 uA che garantiscono una durata del nodo sensore di circa due anni con normali batterie AA. All'interno della rete, particolari nodi fungono da router nei confronti dei nodi sensore. Questi ultimi sono stati implementati con la stessa tecnologia ma necessitano di alimentazione costante che proviene da un pannello solare appositamente predisposto. Infine, tra i nodi router uno o più nodi fungono da raccordo verso una rete wireless che connette la WSN alla rete Internet. La connessione su dorsali esistenti distribuite nel territorio (come quelle fornite dalla rete GARR, dalle comunità montane, etc.) rappresenta in questo ambito una componente necessaria al

corretto ed efficace funzionamento del sistema proposto che necessita di essere integrato in importanti reti territoriali.

Il software applicativo di supporto alla rete prevede la realizzazione del sistema di gestione dei singoli nodi con la possibilità sia di recuperare i dati da essi, sia di modificare parametri di funzionamento (es: intervallo di recupero dati). L'innovatività della soluzione proposta a livello software risiede nell'introduzione di algoritmi di apprendimento che possano "capire" le caratteristiche dell'insorgere dell'incendio sia tramite apposite prove in ambiente sicuro e controllato, sia tramite l'analisi di episodi che possono avvenire durante il normale funzionamento della rete. [2]

Ogni sensore sarà georeferenziato all'atto dell'installazione che avverrà all'interno del bosco direttamente su alberi ad una altezza da terra di circa 4 metri. Particolare attenzione andrà posta, per il dispiegamento della WSN, sul corretto posizionamento geografico dei sensori. Questo può essere previsto tramite software cartografico identificando in linea di massima i punti necessari alla sorveglianza in relazione alla conformazione del terreno e alla sua morfologia.

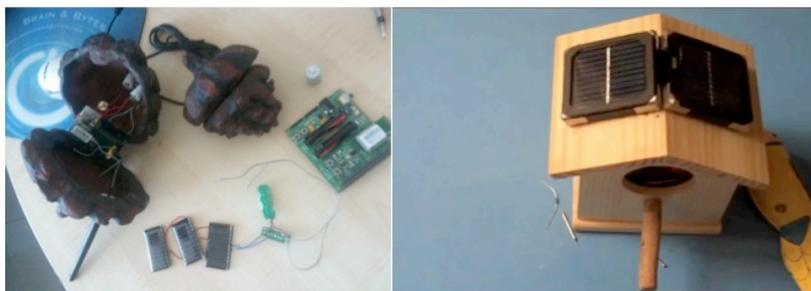


Figura 2: Immagine della "pigna" nodo sensore e della casetta per router e accumulatore

3. Conclusioni

Il sistema di monitoraggio proposto si caratterizza per un basso impatto sull'ambiente con un elevato ritorno in termini di accuratezza delle rilevazioni effettuate utili non solo per la prevenzione antincendi ma anche per statistiche di più ampio respiro sulla flora dei parchi italiani. Per una effettiva validazione della tecnologia proposta e del sistema software, un prototipo del sistema è in corso di deploy in alcune aree boschive della Comunità Montana dell'Esino-Frasassi (sita a Fabriano (AN)). In questo caso la connessione verso la rete Internet è garantita dalla rete territoriale "Marche Way"¹. Il bosco scelto per il deploy è a maggioranza di conifere e a tal proposito la sperimentazione prevede l'utilizzo di contenitori mimetici a forma di pigna per un impatto visivo e ambientale minimo. I router, che necessitano di pannello solare, sono stati realizzati come cassette per gli uccelli di piccole dimensioni come evidenziato nella Figura 2. Gli autori vogliono estendere la rilevazione ambientale implementando il riconoscimento e l'apprendimento di "pattern ambientali" in maniera tale da adattare il sistema ad un sempre maggior numero di casi e facilitarne l'adozione ad ampio spettro negli enti locali.

4. Riferimenti bibliografici

[1] CONECOFOR (CONtrolli ECOSistemi FORestali), Corpo Forestale dello Stato, <http://www3.corpoforestale.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/94>

[2] Ma Di; Er Meng Joo; , "A survey of machine learning in Wireless Sensor networks From networking and application perspectives," Information, Communications & Signal Processing, 2007 6th International Conference on , vol., no., pp.1-5, 10-13 Dec. 2007

¹ Progetto co-finanziato dal Ministero dello Sviluppo Economico attraverso APQ-SI-RM sottoscritto nel 2003 (Delibera CIPE 36/2002 e Delibera CIPE 17/2003) ed attraverso successivi APQ-SI-RM integrativi (cofinanziati con Delibera CIPE 19/2004, B01 finanziato con Delibera CIPE 35/2005)

Info su: <http://www.ecommunity.marche.it/Infrastrutture/Marcheway/tabid/81/Default.aspx>