

BAGLIORE DI INSPIRAZIONE

Ultime innovazioni sul rilevamento dei fulmini a livello mondiale

I recenti progressi forniscono una gamma completa di reti di rilevamento dei fulmini, da sistemi locali ad alta precisione ad una copertura globale



Il fulmine è un fenomeno affascinante. Per un piccolo numero di scienziati in tutto il mondo, esso è stato un campo primario di studi per molti anni.

Ne risulta che la comunità meteorologica trae vantaggio da una varietà di innovazioni nel campo del rilevamento dei fulmini. Tutte queste tecnologie, che derivano da diverse sorgenti, contribuiscono a migliorare le osservazioni quotidiane dei fulmini e migliorano la gestione degli avvertimenti di sicurezza per le persone e per le attività. Una situazione ideale sarebbe quella in cui nel mondo non vi siano feriti a causa dei fulmini. Ma attualmente si stima che a livello mondiale avvengano 24000 decessi e 240000 feriti ogni anno causati da eventi di fulmini, sebbene le statistiche siano difficili da verificare (Holle, 2010). Inoltre, ogni anno a livello internazionale vengono spesi miliardi di dollari in costi per i danni causati o per evitare gli stessi.

Tecnologia di rilevamento

Ogni anno una nuova ricerca sviluppa ulteriormente la tecnologia di rilevamento

e la nuova concorrenza spinge i membri della comunità di rilevamento dei fulmini a mantenersi in competizione gli uni con gli altri. Vaisala non fa eccezione a questa iniziativa di ricerca; essa ha infatti sviluppato apparecchiature di rilevamento fulmini per più di 35 anni ed ha prodotto 15 generazioni di dispositivi per il rilevamento di fulmini. I sensori di rilevamento fulmini dell'azienda sono attualmente in funzione in più di 45 nazioni; essi hanno contribuito a salvare vite umane ed hanno anche migliorato l'efficienza operativa nelle strutture la cui operatività dipende dalle condizioni climatiche più critiche quali gli aeroporti, le società di fornitura elettrica, le operazioni di estrazioni minerarie, le piattaforme in mare aperto e i parchi eolici, come anche per diversi altri tipi di applicazioni.

La tecnologia di rilevamento fulmini ha iniziato con diverse metodologie. Si è iniziato utilizzando una frequenza bassa e molto bassa dello spettro energetico con rilevamento basato solo su campo magnetico (MDF).

Secondo Cummins & Murphy (IEEE 2009), le prime misure dirette alla comprensione dei campi elettromagnetici prodotti dai fulmini lontani vennero condotte dal fisico russo Popoff nel 1895 (Norinder, 1953), e vennero seguite da analisi quantitative di segnali radio atmosferici negli anni '20. Questa metodologia MDF ha dimostrato l'importanza di avere una misura calibrata del campo elettrico e di aggiungere una direzione al rilevamento. Questa è stata in ultima analisi seguita negli anni '30 dal tempo di arrivo (TOA) solo per le metodologie a geo-localizzazione.

Il metodo TOA utilizza la differenza di tempo costante nell'arrivo dei segnali a bassa frequenza ai sensori posizionati a terra, per calcolare la localizzazione dei fulmini nube-suolo. Questa metodologia viene discussa in dettaglio nel testo Cummins e Murphy (IEEE 2009). Queste prime innovazioni hanno presentato difficoltà e limitazioni che sono poi state identificate nel corso degli anni, come ad esempio gli effetti del terreno e della conducibilità sulla velocità di propagazione dei segnali di fulmini.

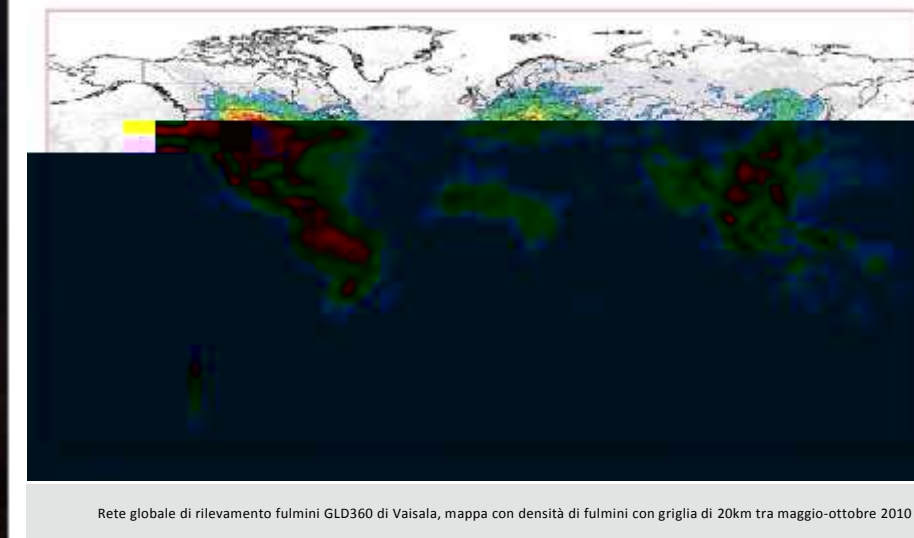
Ciò ha dato come risultato origine a nuove metodologie e a perfezionamenti basati su scoperte scientifiche, inclusi i nuovi algoritmi per migliorare la capacità di localizzare accuratamente e con elevata efficienza di rilevamento sia gli eventi di fulmini nube-suolo (CG) che quelli intranube (IC) (Cummins, Murphy ILDC 2010).

La 15° generazione di apparecchiature di rilevamento, rilasciata recentemente, comprende una combinazione di VLF/ LF TOA e MDF con interferometria digitale a frequenza molto elevata (VHF). Il miglior modo per rilevare eventi CG è nell'intervallo di frequenza VLF/LF (a causa delle caratteristiche delle emissioni di radiazione) e nel campo delle frequenze VHF per i rilevamenti IC. Al momento, l'interferometria digitale VHF è anche in grado di rilevare eventi di fulmini IC due volte più lontano ed ha ottimizzato il rapporto segnale-rumore per un miglioramento generale del rendimento.

Eventi di fulmini tra le nubi

La migliorata capacità di rilevare i fulmini intranube su vaste aree, ha una serie di applicazioni per la sicurezza relativa

“Il singolo fulmine più lungo rilevato era effettivamente lungo 120 miglia ed è durato quasi due secondi”



Rete globale di rilevamento fulmini GLD360 di Vaisala, mappa con densità di fulmini con griglia di 20km tra maggio-ottobre 2010

ai fulmini. La ricerca di Vaisala degli ultimi decenni nell'area Dallas-Fort Worth ha sottolineato che alcuni fulmini che avvengono nelle nubi erano più lunghi di 50 miglia. Il singolo fulmine più lungo rilevato era addirittura lungo 120 miglia, ed ha prodotto due fulmini nube-suolo lungo il suo tragitto, ed è durato quasi due secondi. In un caso simile, un fulmine intranube molto lungo ha prodotto un fulmine nube-suolo che ha ferito un operatore aeroportuale nell'aeroporto DFW. Una gran parte della ricerca è avvenuta negli anni più recenti per identificare la dinamica di come vengono prodotti fulmini intranube così lunghi.

Tali fulmini intranube si trovano sempre all'interno di aree nuvolose quali le linee di gruppo o i sistemi convettivi su mesoscala. I fulmini intranube tendono a precedere i fulmini nube-suolo di diversi minuti, nella maggior parte dei temporali; queste trasformazioni variano a seconda della localizzazione e della stagione. Sapendo che il fulmine intranube può anche avere un componente nube-suolo indicata che il rilevamento di fulmini intranube offre una visione più completa, nello spazio

e nel tempo delle minacce provenienti da eventi di fulmini nube-suolo. Questa migliore caratterizzazione della minaccia è importante non solo per gli aeroporti, ma anche per altri ambienti di lavoro e per le aree ricreative. Il miglioramento avviene impiegando gli eventi di fulmini intranube per il rilevamento di maggiori informazioni sulle reali minacce che si trovano in vicinanza di una struttura, piuttosto che utilizzando eventi di fulmini nube-suolo più distanti come accade con gli indicatori che sono alcune volte eccessivamente cauti per le minacce di fulmini locali. In tali casi, l'elevata accuratezza della rete di rilevamento di fulmini intranube e di fulmini nube-suolo permette all'utente di lavorare in maniera più sicura anche nelle aree a minaccia di fulmini.

Rilevamento di fulmini globale

D'altro canto sul piano della scala spaziale stanno emergendo reti di rilevamento fulmini globali a lungo raggio, come ad esempio il Vaisala Global Lightning Dataset GLD360. Questa rete permette un monitoraggio globale continuo e senza discontinuità.

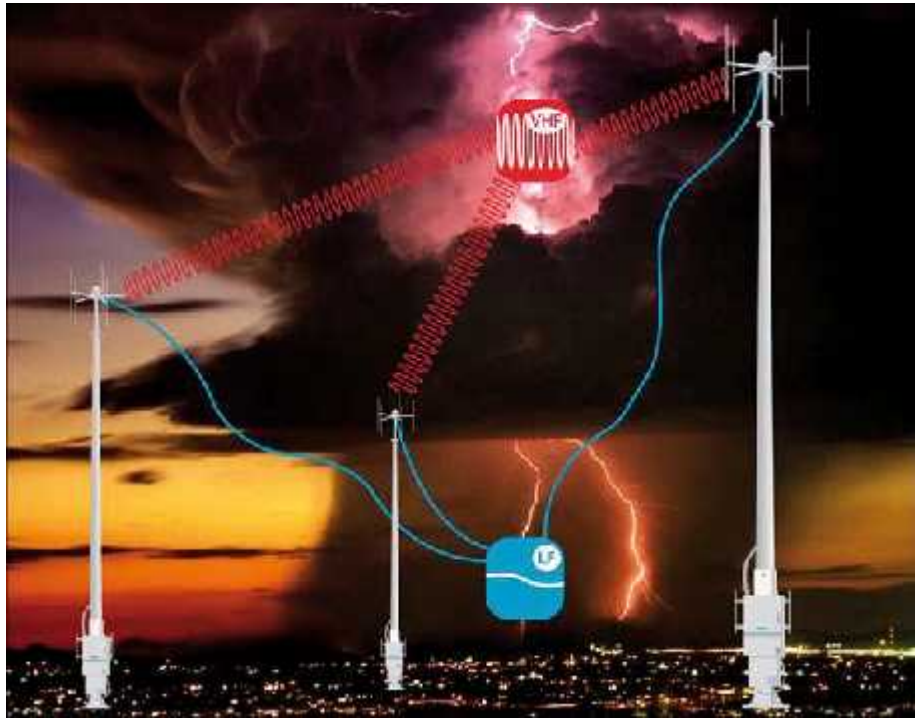
Queste osservazioni uniformi, sono utili sulle vaste aree oceaniche mondiali per scopi di aviazione e navigazione meteorologici al fine di monitorare come i sistemi si formano, si evolvono e si dissipano. Alcuni temporali sopra gli oceani ad esempio durano da sei a 12 ore. Durante quel lasso di tempo, i dati di fulmini mostrano la forma, l'entità, l'orientamento e cambiamenti nel tempo degli eventi di fulmini sulle aree remote, cosa che aiuta a identificare il tipo di complesso temporalesco che sta avvenendo, in una maniera più precisa rispetto ai soli dati satellitari. Un esempio viene mostrato nell'immagine della Tempesta Tropicale Agatha con la stima di pioggia nelle 24 ore e la densità di fulmini GLD360.

Sulle aree territoriali del mondo dove non sono presenti reti di radar meteorologici, i dati di fulmini GLD360 forniscono un mezzo per monitorare la tempesta più attiva su un paese o una regione. In qualsiasi momento dell'anno ed in quasi ogni area del mondo i processi meteorologici possono essere tanto intensi da fornire il necessario movimento verso l'alto di una miscela di acqua super raffreddata e di particelle di ghiaccio che portano alla produzione di fulmini. Nelle aree del mondo dove esiste la copertura del radar meteorologico, i dati di fulmini continuano a fornire informazioni aggiunte che identificano non solo la minaccia dei fulmini verso le persone e le strutture a terra, ma anche il luogo in cui sono localizzate le tempeste più intense a interesse di aviazione e difesa. GLD360 è anche l'unica rete globale che fornisce informazioni di polarità e di forza del segnale. Con la disponibilità di tale serie di dati globalmente coerente e di elevata qualità, le parti interessate dalla vulnerabilità causata dai fulmini possono ottenere i dati da una singola sorgente.

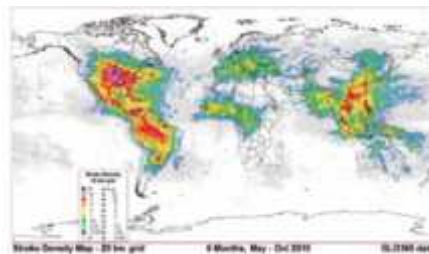
Qualità dei fulmini

Negli anni più recenti, alla luce della nuova concorrenza, sono stati eseguiti molti aggiornamenti delle reti di rilevamento di fulmini al fine di migliorare notevolmente le reti di rilevamento dei sensori nube-suolo nazionali o regionali già esistenti.

Ad esempio, l'accuratezza della localizzazione nella Rete di Rilevamento Fulmini Nazionale in USA (NLDN) è stata dimezzata a 250m o migliorata con l'aggiunta di una modellazione



I segnali VHF sono i migliori per il rilevamento di fulmini IC mentre i segnali VLF/LF sono più indicati per il rilevamento di eventi di fulmini CG. La combinazione di queste due tecnologie ha dimostrato un rendimento maggiore del 90% di rilevamento di fulmini totale con mappatura del canale.



Rete Globale di Rilevamento Fulmini GLD360 Vaisala, mappa della densità di fulmini con griglia di 20km tra maggio-ottobre 2010

brevettata del terreno; i risultati sono stati verificati da studi indipendenti di terzi con evidenza di studi a terra attraverso l'uso di fulmini innescati da razzi. Il ritardo nella consegna dei dati è stata dimezzata a 15 secondi, dal momento in cui si verifica l'evento di fulmine fino all'arrivo dell'informazione al cliente. Il rilevamento di fulmini intranube è stato migliorato nella rete NLDN grazie all'introduzione del nuovo sensore TLS200, che fornisce un'efficienza di rilevamento superiore rispetto ai sensori esistenti. Tutti questi aggiornamenti sono disponibili anche per i clienti dei 45 altri paesi dove esistono reti fornite da Vaisala.

In sintesi, negli anni più recenti il campo del rilevamento di fulmini ha fatto passi in avanti su entrambi gli estremi in scala temporale e spaziale. Questi progressi forniscono dati di elevata accuratezza per le applicazioni locali, fino a coprire anche il rilevamento di eventi di fulmini su scala globale. Tutti questi miglioramenti sono il risultato di continue collaborazioni e di sensibilizzazione di piccole comunità scientifiche che si dedicano a favorire la comprensione e l'impatto degli eventi di fulmini nel mondo con il fine di migliorare la sicurezza pubblica e l'efficienza operativa delle operazioni che avvengono in condizioni climatiche critiche.



Evoluzione della tecnologia dei sensori Vaisala . 35 anni di miglioramenti del sensore