

CAPITOLO 3

Descrizione del sistema di video sorveglianza, delle sue funzionalità e sue possibili applicazioni ai fini di Polizia Giudiziaria

Stefano D'Onghia - "*Silicondev s.r.l. - Via Zoe Fontana, 220 - 00131 Roma. stefano.d'onghia@silicondev.it*

Giuseppe Lo Russo - "*Silicondev s.r.l. - Via Zoe Fontana, 220 - 00131 Roma. giuseppe.lorusso@silicondev.it*

Introduzione

I sistemi di video sorveglianza rientrano nel settore dell'ICT che si occupa dell'acquisizione, elaborazione e gestione in tempo reale di video provenienti da telecamere installate in luoghi pubblici e privati per molteplici scopi, comunque correlati al concetto di sicurezza. I sistemi di videosorveglianza consentono, infatti, di raccogliere informazioni utili ed autentiche e di prendere decisioni idonee per accrescere la sicurezza.

I sistemi di videosorveglianza hanno un'architettura complessa, sia hardware che software. La progettazione di un sistema coinvolge le seguenti componenti:

- l'hardware per i sensori e i sistemi di acquisizione;
- l'architettura dei sistemi di calcolo;
- l'infrastruttura di comunicazione wired e wireless;
- il software di gestione della centrale operativa.

La direzione verso cui si sta muovendo la ricerca scientifico-tecnologica, oltre all'impiego di una sempre maggiore varietà di sensori, è quella di utilizzare più intelligenza e maggiore consapevolezza (*awareness*) del contesto per aiutare il personale umano addetto alla sorveglianza.

Ad esempio, nella pubblica sicurezza, le architetture real-time distribuite sono necessarie per trasmettere immediatamente i dati del sensore, al fine di scatenare con prontezza le opportune azioni di gestione di eventi critici. Altra caratteristica importante, in tal senso, è la capacità di deduzione automatica del sistema, ottenibile attraverso lo sviluppo dell'*awareness* e dell'intelligenza.

L'uso delle reti wireless è in forte sviluppo nella pubblica sicurezza ed è accompagnato dalla necessità di un buon rendimento energetico.

Con l'aumentare dell'ampiezza e della complessità delle aree sorvegliate, la scalabilità è un'altra problematica cruciale in tali ambiti. La pubblica sicurezza rappresenta una preoccupazione fondamentale per i governi di tutto il mondo, che devono proteggere i cittadini e le infrastrutture critiche. La tecnologia dell'informazione svolge un ruolo significativo in tali iniziative; essa può

aiutare nella riduzione del rischio e può fornire risposte efficaci a disastri di origine naturale o umana.

Finalità di un sistema di videosorveglianza

Gli obiettivi di un sistema di videosorveglianza sono descritti di seguito:

1. fornire il monitoraggio h24, 365 giorni l'anno e in ogni condizione meteorologica, dell'area di interesse, al fine di rilevare eventi quali:
 - a) atti criminosi o di terrorismo;
 - b) immigrazione clandestina;
 - c) traffici illegali;
 - d) contrabbando;
 - e) reati ambientali;
 - f) pirateria;
 - g) condizioni di emergenza non comprese tra le precedenti;
2. valutazione in tempo reale dei potenziali pericoli, al fine di consentire la tempestiva pianificazione di attività di gestione dell'evento critico;
3. ricerca e salvataggio di personale operante in aree critiche;
4. trasporti speciali;
5. sorveglianza del territorio;
6. ricerca, intercettazione e interdizione dell'accesso ai territori controllati per imbarcazioni, veicoli e uomini non autorizzati;
7. arresto di intrusi colti in flagranza di reato;
8. scorta o traino di veicoli e/o imbarcazioni in aree di sicurezza al di fuori della regione controllata.

Lo scenario applicativo descritto è assolutamente variegato, il che richiede particolare attenzione sia nella fase di analisi delle esigenze rispetto alla porzione di territorio da monitorare, sia in fase di progettazione per il disegno dell'architettura e la selezione dei componenti.

Architettura di un sistema di videosorveglianza

Un sistema per la videosorveglianza è composto di vari sottosistemi, ciascuno delegato allo svolgimento di uno dei compiti di seguito descritti:

- acquisizione;
- trasmissione;
- compressione;
- elaborazione;
- archiviazione;

- visualizzazione.

Nei sottoparagrafi seguenti si descrivono con maggiore dettaglio le componenti utilizzati per ciascun sottosistema.

Acquisizione

Il componente che si occupa dell'acquisizione è la videocamera, contenente un elemento sensibile in grado di trasformare il segnale luminoso in un segnale elettrico. Esiste una vasta tipologia di dispositivi sia di tipo analogico che digitale, la cui scelta va ponderata attentamente in base agli scenari da monitorare. Più precisamente, le categorie di videocamere attualmente utilizzate in tale settore sono:

- *Fisse*: puntano in una singola direzione coprendo un'area definita (ingresso, parcheggio auto, ecc.). Si tratta delle tradizionali videocamere per videosorveglianza e rappresentano un'ottima scelta in caso di monitoraggio di installazioni fisse;
- *PTZ (Pan/Tilt/Zoom)*: offrono la possibilità di effettuare panoramiche, inclinazioni e zoom, sia in modalità manuale che attivabile in modalità automatica. Sono utilizzate per seguire oggetti o individui che si muovono lungo la scena o per fare uno zoom di aree di interesse;
- *Dome*: possono essere fisse o mobili e sono ricoperte da una scatola emisferica, rendendole poco appariscenti e al tempo stesso resistenti alle intemperie e ai vandalismi. Permettono di coprire una vasta area, mediante un'escursione orizzontale di 360° ed una verticale di 180° . In modalità "tour", l'utilizzo di una singola videocamera dome in movimento continuo, può rimpiazzare fino a dieci videocamere fisse;
- *Megapixel*: offrono un'alta risoluzione rispetto alle videocamere standard, che va da 1 a 16 megapixel. È possibile, quindi, sia catturare un'immagine più dettagliata che coprire un campo visivo più ampio, riducendo in tal caso il numero di videocamere necessarie per coprire l'intera area da monitorare. Quando utilizzate con il grandangolo, l'angolo di visualizzazione è compreso nell'intervallo $[140^\circ \ 360^\circ]$. Offrono anche la possibilità di fare uno zoom digitale (via software) all'interno dell'immagine, in alternativa allo zoom ottico già presente nei modelli di tipo PTZ. La loro alta risoluzione favorisce il miglioramento delle performance degli algoritmi di rilevazione e di riconoscimento, i quali richiedono un alto livello di dettaglio (ad esempio il riconoscimento di targhe automobilistiche o il riconoscimento facciale);
- *Panoramiche*: ottiche speciali garantiscono un angolo di acquisizione pari a 360° in direzione orizzontale e 180° in direzione verticale. In tal modo, con una singola videocamera è possibile riprodurre in maniera virtuale uno scenario di acquisizione composto da N dispositivi distinti, mediante opportuna elaborazione in post-processing. La risoluzione di tali videocamere, tuttavia, è spesso insufficiente per analisi che richiedono un alto livello di dettaglio.

Trasmissione

Il segnale video catturato dalle videocamere di videosorveglianza viene inviato al sistema di registrazione, di processing e infine al sistema di riproduzione. Tale trasmissione può avvenire su canale cablato (cavo coassiale, fibra ottica o cavo di rame intrecciato) o in modalità wireless.

Nei sistemi di videosorveglianza predomina la modalità cablata, poiché essa è in grado di garantire, ad un costo inferiore, una migliore affidabilità ed una maggiore larghezza di banda rispetto alle connessioni wireless. D'altra parte, in alcune situazioni le trasmissioni di tipo wireless rappresentano la soluzione migliore, ad esempio quando è necessario monitorare ampie aree, in cui l'utilizzo di cavi può essere particolarmente oneroso, oppure quando le aree di monitoraggio non possono essere raggiunte da cablaggi da realizzarsi ad hoc.

Sia in caso di trasmissioni wired che wireless, il segnale video può essere di tipo analogico o digitale. Attualmente, sono ancora diffusi sistemi di videosorveglianza che utilizzano segnali analogici, anche se l'utilizzo di reti (LAN, WAN o Internet) per la trasmissione di video tramite protocollo IP è in costante aumento. Le videocamere IP hanno la possibilità di essere direttamente connesse a queste reti, mentre il flusso video proveniente da videocamere analogiche può essere digitalizzato mediante un encoder, prima di essere inviato in rete.

Compressione

La conversione del video in formato digitale rappresenta un'opportunità per trasmettere ed archiviare una grande quantità di dati. Con una normale codifica, l'invio di filmati video può richiedere una larghezza di banda superiore a 165 Mb/s, mentre il video registrato da una singola videocamera può occupare fino a 7 GB sul disco. Per tale ragione, i video necessitano una compressione, che avviene attraverso l'utilizzo di codec, algoritmi che permettono di ridurre la quantità di dati attraverso la rimozione della ridondanza dalle immagini o tra frame consecutivi; tale ridondanza rappresenta un insieme di dettagli che l'occhio umano non è in grado di percepire.

In relazione al tipo di compressione richiesta, le operazioni di codifica e decodifica video necessitano di una determinata quantità di risorse per svolgere tali operazioni. Pertanto, è necessario un compromesso tra rapporto di compressione e risorse computazionali utilizzate. Gli standard di compressione più utilizzati sono suddivisi in due grandi gruppi: JPEG, creato da Joint Photographic Experts Group, e MPEG, sviluppato da Moving Photographic Experts Group. Il primo gruppo include i formati JPEG per i frame, mentre M-JPEG (Motion JPEG) include i formati MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 e H.264 (nome utilizzato per indicare MPEG-4 Part 10 AVC/H.264) per i filmati video.

Attualmente, gli standard più utilizzati per la videosorveglianza sono M-JPEG e MPEG-4. Tuttavia, i miglioramenti in termini di qualità ed efficienza (rapporto di compressione, latenza, robustezza) portano alla considerazione che H.264 sostituirà molto presto lo standard MPEG-4. Infatti, senza in-

fluenzare la qualità dell'immagine, lo standard H.264 migliora la compressione dell'immagine dell'80% rispetto alla compressione M-JPEG e del 50% rispetto alla compressione con MPEG-4.

Ciò implica che tale codifica permette di utilizzare una larghezza di banda inferiore per la trasmissione in rete e un minore spazio su disco per la memorizzazione dei filmati. L'utilizzo della migliore tecnologia di compressione video può influire in maniera sostanziale sulle prestazioni del sistema quando si considerano trasmissioni video in modalità wireless. È necessario, infatti, considerare due diversi aspetti: la larghezza di banda a disposizione è inferiore rispetto alle reti cablate, e il canale radio ha un comportamento tempo variante e imprevedibile. Ciò è particolarmente rilevante se si utilizzano videocamere ad alta definizione (HD) con risoluzione e bit-rate superiori. La velocità di trasmissione dei dati può variare notevolmente a seconda del produttore, anche quando si mettono a confronto videocamere basate sullo standard H.264. Inquadrando la stessa scena, una videocamera IP media può trasmettere dati in quantità 5 o 6 volte superiore rispetto alle migliori videocamere disponibili. È importante tener conto di tale aspetto in presenza di una rete wireless che disponga di una larghezza di banda limitata.

Elaborazione

I sistemi di gestione per la videosorveglianza hanno il compito di elaborare le immagini monitorate, gestire diversi flussi video, visualizzare, analizzare e ricercare i filmati registrati. Esistono quattro categorie di sistemi di gestione per la videosorveglianza:

- *Digital Video Recorder (DVR)*: dispositivo dotato di hard disk interno per la registrazione digitale di video e software di elaborazione video integrato. Accetta in ingresso solo flussi provenienti da videocamere analogiche, per effettuarne la conversione in digitale. Alcuni modelli più evoluti rendono possibile la visualizzazione di video da remoto attraverso un PC. Sono ancora abbastanza diffusi, anche se lentamente stanno lasciando spazio ai nuovi sistemi basati su IP;
- *Hybrid Digital Video Recorder (HDVR)*: simile al DVR, ma permette la connessione sia con videocamere analogiche che con videocamere IP. Alcuni tipi di DVR possono essere trasformati in Hybrid mediante installazione di un'applicazione software;
- *Network Video Recorder (NVR)*: progettati per i sistemi di videosorveglianza basati su architettura di rete IP, essi possono elaborare solo segnali video provenienti da videocamere IP o da encoder;
- *Software per la videosorveglianza IP*: soluzione software per la gestione di video su rete IP. Per sistemi di videosorveglianza con alcune videocamere, può essere sufficiente un browser Web per gestire i video. Per grandi reti di videosorveglianza con un elevato numero di videocamere, è utile l'utilizzo di un'applicazione software dedicata per la gestione video, la quale è installata sul PC o sul server. Sebbene sia un po' complicata da installare, a causa delle configurazioni server richieste, essa offre

grande flessibilità in riferimento alla selezione e all'aggiunta di componenti per la videosorveglianza. Piattaforme open source rendono possibile l'integrazione tra videocamere e componenti hardware di produttori differenti.

Archiviazione

Il periodo di archiviazione di un video dipende dalle particolari necessità del tipo di videosorveglianza. La diffusione di grandi reti di videocamere e l'utilizzo di elevate risoluzioni video comporta un'elevata richiesta per i sistemi di memorizzazione. Nonostante i costi dei sistemi di memorizzazione siano calati in modo considerevole negli ultimi anni, l'archiviazione rappresenta spesso la componente più costosa di un'architettura di un sistema di videosorveglianza, a causa della crescente quantità di dati video da memorizzare.

Le tipologie di soluzioni per la memorizzazione sono:

- *Interna*: è il tipo di archiviazione più diffuso, con dischi rigidi integrati all'interno del DVR o dei server, i quali offrono uno spazio di memorizzazione superiore ai 4 TB. Alcune videocamere IP possono disporre di memory card o drive USB, i quali permettono la memorizzazione di video per durate comprese tra alcune ore ed alcuni giorni. Le soluzioni di archiviazione interne ben si adattano a sistemi di videosorveglianza composti da un massimo di 50 videocamere;
- *Esterna*: l'archiviazione viene effettuata tramite dispositivi esterni al DVR o ai server. Sistemi di tipo NAS (Network Attached Storage) o SAN (Storage Area Network), offrono uno spazio condiviso per la memorizzazione tra vari client all'interno della rete. Su un sistema di memorizzazione di rete di tipo NAS, un file è archiviato sullo stesso disco rigido, mentre con i sistemi SAN, un file può essere salvato in frammenti distribuiti su diversi supporti di memorizzazione. Tale soluzione di archiviazione esterna è particolarmente adatta per grandi reti di videosorveglianza con elevato numero di videocamere. Sebbene siano più costosi dei sistemi di archiviazione interna, tali soluzioni garantiscono prestazioni superiori in termini di espandibilità, flessibilità e ridondanza.

Visualizzazione

Gran parte dei video acquisiti dalle videocamere di videosorveglianza non sono mai visualizzati, ma vengono semplicemente archiviati, poiché la loro visione potrebbe essere richiesta in seguito, qualora si verificasse un particolare evento. Tradizionalmente, la videosorveglianza è utilizzata come strumento di investigazione, ma in alcuni casi, gli agenti di sicurezza hanno il compito di visualizzare le immagini acquisite dalle videocamere di videosorveglianza in tempo reale.

I filmati possono essere visualizzati su diversi dispositivi: direttamente sul registratore, oppure da remoto, tramite un PC o dispositivi mobili come cellulari o palmari. Grandi centrali preposte alle operazioni di sicurezza, con il compito di tenere sotto controllo centinaia di videocamere di sor-

veglanza, spesso utilizzano dei videowall con molteplici schermi, i quali offrono un grande spazio per la visualizzazione e permettono di mostrare contemporaneamente diversi video.

Il sistema video integrato nella UPR

La UPR è dotata di un sistema video basato su telecamera IP. Il sistema rispecchia pienamente lo schema architettonico proposto nei paragrafi precedenti. In particolare:

- *Acquisizione*: la UPR è dotata di una telecamera IP, che offre le più avanzate soluzioni in termini di manovrabilità in pan, tilt e zoom, gestione di focus e iris, configurazione automatica e manuale di tutti i parametri relativi alla configurazione video, possibilità di archiviazione su richiesta di fotogrammi e/o riprese video su supporto di memoria locale. La doppia modalità di visualizzazione (night&day) permette il monitoraggio minimo del territorio anche nelle ore notturne, seppur con prestazioni limitate rispetto a quelle diurne.
- *Trasmissione*: la trasmissione del segnale avviene mediante ponte radio dedicato;
- *Compressione*: la telecamera IP, oltre all'acquisizione del segnale, è provvista di un modulo di compressione che elabora il flusso video in ingresso restituendone uno compresso in H.264 o MPEG-4;
- *Elaborazione*: il segnale, giunto in centrale operativa, viene elaborato dalla piattaforma di videosorveglianza preposta a tale compito. Tale sistema software provvede alla gestione da remoto delle varie telecamere, alla memorizzazione del segnale video ricevuto e alla gestione della visualizzazione sia del flusso live che dell'archivio storico presente in centrale;
- *Archiviazione e visualizzazione*: l'archiviazione avviene su un sistema di memorizzazione di rete, che rende i dati storici fruibili in qualunque momento e da qualunque postazione abilitata, indipendentemente dal dislocamento geografico della stessa.

Le finalità del sottosistema di videosorveglianza installato sulla UPR sono descritte di seguito:

1. fornire la conferma visiva di un potenziale allarme segnalato dalla UPR;
2. fornire agli operatori di centrale la situazione in tempo reale del territorio;
3. consentire agli operatori di centrale di guidare le squadre dislocate sul campo e prevenire eventuali situazioni di pericoli, sia per gli uomini che per i mezzi impegnati nell'intervento;
4. fungere da deterrente per reati di tipo ambientale e non solo;
5. consentire l'acquisizione e la memorizzazione di materiale utile per l'analisi di eventi di qualsiasi natura occorsi nella regione monitorata, anche se non strettamente correlati con le finalità di prevenzione degli incendi boschivi incipienti.

Il sistema di videosorveglianza in dotazione alla UPR è utilizzato come mezzo di verifica, non come strumento per la rilevazione degli incendi boschivi. Tale compito, infatti, è affidato all'unità di elaborazione dei dati raccolti dal gruppo sensori operante nella banda dell'infrarosso e del vicino infrarosso. Una volta rilevato un potenziale evento critico, questo viene notificato in centrale operativa. Successi-

vamente, l'operatore procede con il prendere visione della localizzazione stimata dell'evento critico e confermare la notifica ricevuta con l'ausilio della telecamera.

Si comprende bene come, secondo tale dinamica, il sottosistema video della UPR non sia lo strumento principale per la rilevazione del potenziale incendio boschivo incipiente, quanto lo strumento indispensabile, a disposizione degli addetti alla centrale operativa, per la conferma ed eventuale gestione dello stesso.