

SISTEMI INTEGRATI AVANZATI PER IL MONITORAGGIO ED IL CONTROLLO DI SICUREZZA IN AMBIENTI COMPLESSI

Luca Nassi¹, Alessandro Mecocci², Francesco Canali³, Tatiana Campioni⁴

¹ Comando Provinciale VVF. Siena - Viale Cavour n. 163 – 53100 Siena - e-mail: L_nassi@virgilio.it

² Università di Siena – Dip. Ingegneria dell'Informazione - Via Roma, 56 – 53100 Siena - e-mail: alemecoc@tin.it

³ Canali Associati s.r.l. - Via Petrarca, 11– 43100 Parma - e-mail: [francesco.canali @canaliassociati.it](mailto:francesco.canali@canaliassociati.it)

⁴ Comune di Siena Santa Maria della Scala P.zza Duomo n. 1 – 53100 SIENA

1. Introduzione

“Gestione di situazioni critiche”: un concetto che abbiamo tutti ben presente e che si traduce in una varietà infinita di concrete circostanze, dall'organizzazione dell'intervento sul campo in occasione di eventi calamitosi alla pianificazione dei controlli da eseguire preventivamente per alcune (in realtà, per ogni...) attività.

L'attitudine a focalizzare questo tipo di problemi e la capacità (e la possibilità) di dar seguito concreto e reale applicazione alle conseguenti valutazioni, anche seguendo percorsi innovativi, costituiscono certo uno dei fondamentali settori di lavoro dell'Ingegneria della Sicurezza.

In questa prospettiva si sta sviluppando il processo di recupero di un importante monumento nazionale, lo Spedale Santa Maria della Scala, a Siena: in realtà un intero quartiere del centro storico della città che si sviluppa su otto livelli e circa 40.000 metri quadrati di superficie.

Il restauro voluto dall'Ente proprietario (il Comune di Siena); l'attività di supervisione e di controllo del Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Siena ed il progetto elaborato e predisposto dallo Studio Canali di Parma con il supporto di numerosi consulenti specialistici, hanno finito per trovare proprio in tale tipo d'approccio la giusta prospettiva per procedere con un restauro che vuole essere simultaneamente attento alle esigenze della conservazione, della rifunzionalizzazione e della sicurezza.

2. Il controllo delle presenze all'interno del Museo

2.1 Generalità

Il problema del controllo degli accessi e delle presenze all'interno del complesso, ad esempio, è risultato da subito un tema tanto strategico quanto assolutamente non affrontabile con gli strumenti convenzionali. Ci si può infatti figurare il complesso monumentale dell'antico Spedale come un enorme contenitore (40.000 metri quadrati, come detto) al quale si può accedere da sei diversi ingressi, posti a diversi livelli; all'interno di tale involucro sono organizzati oggi sei diversi percorsi museali, tutti piuttosto estesi (uno ricomprende pure un'antica strada della città, lunga circa 300 metri, che lo Spedale ha finito per inglobare, coprendola, nel corso della sua millenaria espansione), nonché gli uffici dell'Istituzione Santa Maria della Scala. Ognuno dei percorsi museali si sviluppa in ambienti di grande pregio architettonico: dai fabbricati duecenteschi affacciati sulla Strada Interna, agli ambienti edificati nei secoli scorsi per le funzioni ospedaliere. Ogni percorso museale presenta quindi differenti caratteristiche per quanto riguarda la possibile contemporanea presenza di visitatori all'interno degli spazi che gli sono propri: da poche decine ad alcune centinaia. Il numero di visitatori presenti in ogni percorso, inoltre, deve essere costantemente raffrontato con il numero totale delle presenze all'interno dello Spedale: e pure con quello delle presenze in percorsi contigui, che siano cioè serviti da sistemi di vie d'esodo comuni, al fine di verificare costantemente che le condizioni nelle quali si dovesse svolgere un'eventuale evacuazione, siano adeguate in termini di possibilità d'esodo.

I progettisti dell'intervento di recupero e quelli del Comando provinciale dei Vigili del Fuoco si sono trovati quindi da subito di fronte a tale problema, che, volendo tentare una prima impostazione ingegneristica, si configura con due rilevanti temi:

- a) determinazione di un algoritmo in grado di verificare ad ogni istante il soddisfacimento delle adeguate condizioni d'affollamento, per ogni singolo percorso e per lo Spedale nel suo complesso;
- b) realizzazione di un sistema che consenta nei fatti di verificare il rispetto di tali condizioni limite d'affollamento.

Lo smarrimento iniziale ha pian piano lasciato il posto alle iniziative ed alle riflessioni volte a trovare una soluzione, da subito orientate verso sistemi digitali di controllo.

Da una prima idea si è passati alla vera e propria definizione del sistema, qui di seguito riassunta.

In questo caso sistemi solitamente utilizzati per la security trovano applicazione anche nella gestione della sicurezza, permettendo anche un utilizzo più flessibile e completo del complesso edilizio.

2.2 Algoritmo di controllo

Per la definizione di un algoritmo di riferimento si è dunque proceduto a:

- individuare e perimetrare ogni diverso spazio museale interno al complesso del Santa Maria della Scala (i "Sistemi");
- individuare gli accessi al complesso monumentale ed i varchi interni che definiscono gli ingressi (o uscite) dei Sistemi;
- individuare i vani scala che disimpegnano diversi Sistemi;
- trascrivere, per il complesso del Santa Maria e per l'insieme dei suoi Sistemi, le possibili "equazioni d'esodo", con riferimento ai tradizionali concetti della prevenzione incendi (modulo, esodo, etc.);
- determinare, di conseguenza, il massimo affollamento possibile per ogni Sistema e per il Santa Maria della Scala nel suo insieme.

2.3 Sistema di controllo

2.3.1 Architettura del Sistema

L'architettura del sistema fisicamente concepito per rendere possibile l'effettivo controllo delle condizioni limite d'affollamento così individuate è composta di un certo numero d'apparati per la rilevazione dei transiti ingresso/uscita, dislocati nei punti di accesso dei vari Sistemi, connessi ad una unità centrale di elaborazione su cui risiederà il sistema SW di supervisione in tempo reale e gestione dell'intero sistema.

Gli apparati di rilevazione degli accessi nei vari ambienti del complesso museale utilizzano una particolare tecnologia RFID (Radio Frequency Identification), basata su trasponder attivi dual layer, che viene utilizzata per identificare oggetti a distanze superiori a 1.5 m. Tale tecnologia permette di non avere parti fisiche in contatto tra sistema di rilevamento e visitatore consentendo la realizzazione di impianti con dispositivi estremamente semplici ed affidabili, con notevoli vantaggi in termini di flessibilità dei livelli di esercizio e di ridotti costi di manutenzione.

L'apparato di rilevazione per ciascun varco è costituito da una centrale di controllo a radio frequenza, da due o più antenne e dall'insieme dei tag o trasponder forniti ai visitatori per tutto il periodo di permanenza all'interno dei locali del museo. La presenza di due antenne per ciascun varco permette di rilevare la direzione di movimento del trasponder, garantendo il monitoraggio continuo della dislocazione dei visitatori all'interno di ciascun locale del complesso museale. Il sistema progettato, quindi, consente di conoscere, istante per istante il numero di visitatori presenti all'interno di ogni area del museo, di consentire al personale addetto di bloccare ogni ulteriore flusso di visitatori in ingresso ed eventualmente di ricavare statistiche su come i visitatori si dislocano all'interno dei locali del museo.

Il sistema è stato progettato al fine di ottenere le seguenti caratteristiche:

- **Ergonomia:** il transponder viene rilevato a distanza, senza strisciarlo e/o inserirlo in dispositivi di lettura, con completo e totale abbattimento dei disagi recati agli utenti;
- **Sicurezza e durata:** la rilevazione senza contatto e l'insensibilità ad agenti esterni e a campi smagnetizzanti rende i transponder praticamente inalterabili nel tempo.
- **Affidabilità:** la lettura non è legata alla perizia dell'utente nè può venire compromessa da sporczia, corpi estranei, ecc..., deve essere comunque garantito il corretto utilizzo da parte del visitatore
- **Riciclabilità:** il transponder può essere ricodificato e riutilizzato pressochè indefinitamente, senza decadimento delle prestazioni;
- **Manutenzione:** l'assenza di parti in movimento o in contatto abbassa drasticamente il fabbisogno di manutenzione preventiva e correttiva delle apparecchiature di lettura.

Accuratezza: viene garantito il corretto conteggio dei transiti in ingresso e in uscita da ogni "varco" di accesso alle aree di interesse.

La soluzione con tecnologia RFID di tipo attivo, dopo un'accurata analisi, è risultata essere la più adatta alla specifica situazione operativa del museo, riducendo al minimo l'impatto ambientale ed architettonico, e non recando disagio al visitatore i cui transiti possono così essere regolarmente rilevati senza che lo stesso ne sia interessato.

Il sistema utilizzato nel contesto operativo del museo è basato su una serie di antenne, che permettono la localizzazione e il controllo del percorso che seguono i transponder, ed una rete di "lettori", permettendo così di poter modificare agevolmente la dislocazione dei dispositivi di rilevazione periferici in funzione delle mutevoli necessità espositive del complesso museale.

Il processo di identificazione automatica avviene secondo un principio molto semplice. Una coppia di antenne inviano continuamente un proprio codice identificativo nello spazio circostante, che nello specifico consiste in un'apertura che consente il transito dei visitatori da una zona ad un'altra. I tag, presenti nel raggio di copertura delle antenne, ricevono i due codici delle antenne in sequenza ed inviano ai lettori il proprio codice identificativo con aggiunti i codici delle antenne rilevate, nell'ordine con cui erano state ricevute, in modo tale da dare indicazioni sul verso di transito sul varco. Le risposte dei tag sono emesse in modo tale da permettere al lettore di riconoscere fino a 20 tag per secondo. Per tutelare, inoltre, la privacy degli utenti nel corso della loro visita all'interno del complesso museale, in genere in nessun punto della architettura sarà prevista l'associazione del codice identificativo di un tag con l'identità dell'utente che indossa il tag stesso a meno di specifiche esigenze. Il sistema rileva, infatti, le posizioni dei vari tag, riuscendo ad estrarre i percorsi dei singoli tags, ma l'associazione tag-utente, che avviene in fase d'ingresso al museo, è del tutto casuale; inoltre, per maggiore sicurezza, il personale operativo che gestirà il sistema, non sarà abilitato a conoscere i codici identificativi associati ai vari tag.

In particolari contesti tale associazione potrà comunque essere possibile, sempre però con l'esplicito consenso dell'utenza.

I supporti fisici per le antenne e per i lettori sono gli elementi che incidono sull'impatto ambientale del sistema. La loro installazione, al fine di ridurre al minimo l'impatto ambientale del sistema, avviene all'interno dei "totem" ovvero particolari strutture metalliche destinate ad ospitare, oltre ad altri componenti degli impianti, anche gli apparati di rilevazione presenze.

3. Possibili sviluppi: Sistemi Integrati Avanzati per il monitoraggio ed il controllo di sicurezza in ambienti complessi

Il sistema descritto costituisce un concreto esempio di concezione ed applicazione di un sistema di controllo integrato. Tale settore offre tutt'oggi notevolissime possibilità di sviluppo, specialmente in associazione con sistemi di videosorveglianza.

Negli anni passati il mercato della videosorveglianza ha già subito un significativo incremento, principalmente a causa della necessità delle persone di sentirsi sicure e protette da: crimini, incidenti, eventi pericolosi, ladri e/o aggressori. Recentemente le metodologie implementative ed il know-how sono state rivoluzionate dall'evoluzione tecnologica che ha segnato il passaggio dall'analogico al digitale sia per gli aspetti trasmissivi sia per quelli di elaborazione e memorizzazione. Nel passato il mercato è stato dominato da telecamere a circuito chiuso di tipo analogico (CCTV) e dalle relative infrastrutture di connessione e registrazione, che hanno sostanzialmente impedito ogni avanzamento tecnologico di rilievo in questo settore. In particolare, la filosofia di questi sistemi di sorveglianza era basata sulla mera interconnessione di un certo numero di sensori e sulla loro fruizione centralizzata, dedicando poca o nulla attenzione agli aspetti legati all'identificazione precoce delle situazioni di rischio e di pericolo, mediante tecniche di elaborazione automatica di immagini e segnali. Inoltre, l'interesse principale era rivolto alla mera visualizzazione, trascurando altri importanti aspetti che sono necessari ad implementare un adeguato sistema di sicurezza e controllo. E' evidente, ad esempio, che le questioni legate: al controllo preventivo, alla manutenzione degli apparati, alla pianificazione delle risorse (umane e non), alla loro gestione, alla gestione delle parti di ricambio e dei magazzini, etc... rappresentano aspetti da integrare alle altre componenti più tradizionali di un sistema di controllo. E' noto, infatti, che spesso anche i più sofisticati sistemi di controllo sono stati violati proprio per la mancata integrazione dei suddetti aspetti.

La mancanza di supporto relativamente all'interpretazione tempestiva dei segnali e delle immagini (necessaria per il controllo di ambienti complessi ed estesi), la mancanza di attenzione verso gli aspetti gestionali e di simulazione, il costo dell'installazione dei sistemi di precedente generazione, hanno spinto verso approcci più avanzati, potenti e meno costosi. Vale la pena di ricordare il costo dei collegamenti analogici, dei videoregistratori nonché quello necessario a mantenere adeguati archivi di videonastri sia a breve termine che a lungo termine. Va anche considerato il fatto che non risulta facile individuare risorse umane adeguate alla continua osservazione ed interpretazione dei video e che l'errore umano è sempre in agguato.

Un altro punto importante consiste nel fatto che, anche se le telecamere sono oramai molto diffuse nelle banche, nei grandi magazzini, nei parcheggi ed in molte altre aree accessibili al pubblico, il video viene attualmente utilizzato prevalentemente come strumento legale di prova "post factum", facendo perdere i vantaggi derivanti dall'avere sistemi di acquisizione che forniscono informazioni in tempo reale. Per ottenere un sistema efficace di sicurezza è necessario garantire un monitoraggio 24 ore su 24, con tecnologie capaci di avvertire (tempestivamente ed in maniera autonoma) gli addetti della sicurezza in caso di aggressione o pericolo o quando un individuo sospetto si aggira in un parcheggio od in un'area riservata. L'efficacia dipende dalla capacità di fornire questi allarmi quando c'è ancora tempo per impedire o prevenire il crimine od il pericolo. Ovviamente questo vale anche per rischi improvvisi o situazioni pericolose (ad esempio in caso di incendio), dove le informazioni tempestive e la possibilità di garantire una comunicazione in tempo reale tra le persone coinvolte, il personale addetto e tutti i dispositivi sul campo, gioca un ruolo fondamentale nella definizione ed implementazione di contromisure adeguate (per esempio, un piano di evacuazione in caso di incidente dentro un museo).

Al giorno d'oggi, un argomento importante è il controllo di grandi spazi pubblici affollati da visitatori che si muovono liberamente tutto intorno. Questo fatto impone l'uso di più sensori (Sensor Clusters) distribuiti spazialmente in tutto l'ambiente da monitorare. Differenti tipi di sensori possono raccogliere i dati opportuni, dipendentemente dal tipo di finalità che ci si propone. Gli aspetti principali da considerare sono:

in generale si devono controllare aree estese, il che implica l'uso di sensoristica distribuita
si devono utilizzare in maniera cooperativa più tipologie di sensori

si devono adottare adeguate tecniche di fusione dati per esaltare la robustezza e l'affidabilità del sistema

si devono integrare capacità di ragionamento artificiale e di simulazione di alto livello per gestire situazioni complesse e per fornire supporto in tempo reale durante le situazioni di pericolo o rischio
si devono integrare le attività di gestione dei vari fattori umani e di tutte le attività ausiliarie. Spesso accade che gli errori o la manutenzione inaccurata dei dispositivi disponibili, siano le cause principali di scarsa efficienza e/o di cattiva gestione delle situazioni a rischio fino a giungere a veri e propri disastri.

Il sistema di sicurezza e controllo deve anche essere capace di controllare differenti aspetti di un ambiente complesso, in particolare deve:

- controllare il comportamento delle persone
- controllare le condizioni dell'ambiente:
- consentire la detezione di incendi
- consentire la detezione di incidenti
- controllo di limiti strutturali (per esempio quando il numero di persone in una stanza supera una certa soglia)
- consentire di svolgere simulazioni ed analisi del tipo "... cosa succederebbe se ..." (in caso di incendi, per esempio)
- fornire feedback ed indicazioni affidabili in tempo reale (per l'esecuzione di piani di evacuazione od altri supporti ai frequentatori)
- fornire supporto al personale addetto in elazione alla pianificazione di attività di manutenzione preventiva e per la conoscenza in tempo reale della situazione attuale e dello stato dei dispositivi e degli altri apparati di sicurezza

Da quanto fin qui esposto risulta chiaro che è necessario ottenere una profonda comprensione di quanto sta accadendo all'interno dell'ambiente sottoposto a controllo e questo impone a sua volta:

un uso integrato di tecnologie differenti

un uso integrato di differenti tipi di sensori (puntuali, areali, globali)

un uso di procedure automatiche di preprocessazione capaci di fornire preallarmi e reports in tempo reale sulla situazione corrente

Per tutti i predetti motivi, in questo articolo si propone una nuova generazione di Sistemi Integrati di Sorveglianza che si basano integralmente su tecnologie digitali di telecomunicazione e processazione di immagini e segnali. Il sistema è capace di focalizzare l'attenzione degli operatori umani su insiemi di eventi e situazioni ritenute interessanti. Il livello di interesse e la semantica di tali situazioni possono essere definite dall'utente mediante un'opportuna interfaccia amichevole, in maniera tale da adattarsi alle differenti circostanze ed ambienti (anche nel caso in cui essi subiscano mutamenti non preventivati o temporanei). Particolare attenzione è rivolta anche alle problematiche della privacy che viene salvaguardata ai più alti livelli possibili compatibilmente con le esigenze operative e con il grado di pericolosità della situazione corrente. Questo livello di prestazione si ottenuto tramite tecniche di interpretazione e comprensione automatica dei vari flussi digitali sia video sia sensoriali, che consentono un'efficace e costante vigilanza in tempo reale. Il motore di interpretazione produce descrizioni relative alle azioni ed alle interazioni che avvengono tra persone, veicoli ed altre entità statiche e dinamiche di interesse nell'ambito di ambienti affollati, complessi ed estesi.