

# **Sistemi avanzati per la gestione di acquisizioni video georiferite. Il progetto VideoScan per Rete Ferroviaria Italiana.**

**Roberto Di Pace (\*)**

(\*) Intergraph Italia LLC, Via V. G. Galati 91, 06 4063911, 06 4063762 (fax), [Roberto.Dipace@Intergraph.com](mailto:Roberto.Dipace@Intergraph.com)

## **Abstract**

Le problematiche connesse all'aggiornamento del dato cartografico sono notoriamente critiche e caratterizzate da costi sempre elevati, spesso ripetuti negli anni e non facilmente quantificabili a priori. A seconda degli obiettivi di utilizzo del dato acquisito (variabile nel tempo e non completamente soddisfatti da sistemi tradizionali di collezione del dato stesso), si prefigurano nuovi orizzonti di applicazione di tecnologie già efficacemente utilizzate in altri contesti. L'obiettivo della sperimentazione condotta da Intergraph con altri partner tecnologici per R.F.I. (Rete Ferroviaria Italiana) è finalizzata, in questo caso, alla verifica applicativa dei sistemi di acquisizione semi-automatici da videoriprese per la localizzazione e certificazione di posizione di elementi ferroviari oggetto di manutenzione. La sperimentazione è volta alla verifica di compatibilità di metodologie e tecniche di raccolta dei dati normalmente applicate in contesti stradali. L'estensione di tali approcci in campo ferroviario comporta normalmente la verifica di aspetti non considerati in altre configurazioni quali velocità non modificabile del mezzo, corretta localizzazione delle riprese, estensione della rete, ripetibilità costante delle riprese ed altri. Tali obiettivi sono stati quindi estesi considerando la possibilità di utilizzo di strumenti ed algoritmi per il riconoscimento semi-automatico di forme (in special modo per la verifica posizionale di impianti di segnalamento). Tali algoritmi, applicati ad uno spettro sufficientemente ampio di alternative morfologiche, hanno risposto efficacemente alle attese anche se l'applicabilità degli stessi rimane, a nostro avviso per ora, circoscritta ad un utilizzo assistito in luogo di una completa automazione del processo. La metodologia applicata è caratterizzata da una particolare attenzione sia all'utilizzo delle documentazioni video per la geolocalizzazione e verifica delle caratteristiche della rete (scopo principale della sperimentazione), sia alla fruizione dell'informazione multimediale acquisita nel rispetto delle specifiche di interoperabilità di piattaforma tramite protocolli di comunicazione standard.

Technical matters related to data updating are well-known as critical and characterized by high costs, often repeated and unknown from the beginning. According to use of the collected data (variable and, often, not completely satisfied using traditional data collection systems), prefigure new horizons of application of systems already and effectively applied in other contexts. The main target of the experimentation lead by Intergraph (in cooperation with their certified partners) for R.F.I. (Italian Railways) is intended to the application of semi-automatic data collection systems based on video streams collected by diagnostic trains. One of the testing purpose of the project is also targeted to the verification of the applicability of methodologies and techniques of data collection usually applied in street cadastre environment. Usage of this approach in the railway field involves verification of some issues not taken into account in other configurations such not modifiable speeds, precise location and stress of camera, high volume of data, and so on. The scope of the project was also extended to the verification of instruments and algorithms for automatic and semi-automatic pattern (shape) recognition (signs). Such algorithms, applied to a wide range of

alternatives, suggest (at least in this project stage) an interactive usage in place of a totally automated workflow.

Another significant target of the project consists in the implementation of a complete video streaming architecture with a specific target such the integration of GIS, Multimedia and railroad Maintenance Systems (ERP).

## **Introduzione**

Il Sistema Informativo Territoriale per Rete Ferroviaria Italiana che Intergraph Italia ha implementato negli ultimi 5 anni (in stretta cooperazione con la Direzione Sistemi Informativi Infrastruttura di RFI) e di cui coordina direttamente l'evoluzione tecnologica e funzionale, costituisce ad oggi uno strumento di riconosciuta efficacia nell'ambito dei flussi operativi aziendali (dal supporto informativo alla progettazione di massima sino all'integrazione con le piattaforme ERP utilizzate nei complessi processi manutentivi). L'efficace utilizzo di queste tecnologie è però, come ben noto, strettamente legato all'efficienza che è possibile conseguire sia nei processi di acquisizione e manutenzione dei dati (caratteristici, documentali e cartografici) sia in quello dell'adeguamento continuo delle tecnologie alle istanze aziendali. Questo è vero ancor più in contesti ad elevata dinamicità quali quello ferroviario che, a partire dagli ultimi 2 decenni è stato interessato (e lo sarà ancor di più negli anni a venire) dal completamento di importanti e strategici interventi infrastrutturali che modificano e modificheranno in maniera sostanziale lo stato di fatto sia con l'impianto di nuove reti che con l'aggiornamento continuo di quelle esistenti.

RFI ed Intergraph sono così costantemente impegnate nella ricerca di metodi e processi che consentano, nel rispetto di precisi criteri di fattibilità tecnica ed economica, la continua manutenzione della complessa base dati su cui è impiantato l'attuale sistema informativo territoriale. Nell'ambito di questa ricerca, a fianco di processi di acquisizione tradizionali, si sono già da tempo caratterizzate per la loro efficacia procedure di aggiornamento e verifica con il supporto di documentazione multimediale (immagini, *stream*, etc.). Questo intervento delinea in maniera sintetica gli aspetti tecnici ed operativi della sperimentazione in atto.

## **Obiettivi**

Sulla scorta di quanto citato nell'introduzione, già a partire dal 2004 sono state avviate due distinte sperimentazioni. La prima aveva come specifico obiettivo quello di verificare la fattibilità nell'utilizzo di videoriprese restituite dalle strumentazioni di bordo di due differenti treni diagnostici (Talete ed Archimede) per l'acquisizione e validazione di dati *on-line*, la seconda quello di implementare una completa soluzione (completamente integrata con la piattaforma GIS da un lato e con quella ERP dall'altro) per la consultazione multimediale in *video streaming*.

Entrambe le sperimentazioni sono state condotte, come in analoghi contesti, su due differenti piani. Il primo specificamente operativo (con precisi target in termini di risultati), l'altro sperimentale (finalizzato quindi ad un vero e proprio studio di fattibilità sebbene comunque regolato da precisi termini economici e temporali).

## **I treni diagnostici**

RFI gestisce direttamente differenti treni diagnostici, ognuno dei quali è specificamente equipaggiato con differenti strumentazioni o che viaggia con differenti cadenze su differenti tipologie di rete, per la continua verifica dello stato dei singoli componenti dell'infrastruttura ferroviaria. A bordo dei singoli treni diagnostici (tra cui sono stati presi in esame per queste sperimentazioni i due principali – Talete ed Archimede), sono installati sensori per il controllo e misura, ad esempio, del profilo ed andamento planoaltimetrico del binario, dell'usura delle rotaie e delle linee di contatto, etc.). Queste misurazioni sono integrate in specifici flussi di lavoro che, ad oggi, salvo che per la verifica proprio delle linee di contatto non prevedono un utilizzo finalizzato dei video acquisiti (anche in numero consistente – ben 6 su Archimede). A tale scopo, le prime verifiche effettuate nell'ambito della sperimentazione hanno avuto come obiettivo la condivisione

di uno specifico flusso di lavoro che prevedesse un'attenta validazione sulla, ad esempio, posizione delle telecamere che, brandeggiabili ed a focale variabile, potevano non rivelarsi utilizzabili in fase di restituzione. Per maggiore precisione (anche perché la caratteristica comporta una differente gestione dei mezzi di acquisizione), è necessario precisare che mentre il Treno Archimede (di più nuova concezione) costituisce un vero e proprio convoglio a configurazione "bloccata", per Talete dobbiamo parlare di carrozza diagnostica (cfr. le immagini che seguono). Questa caratteristica fa sì che le telecamere non siano sempre utilizzabili (ad esempio nel caso la finestra di ripresa si trovi in corrispondenza della motrice).



Treno diagnostico Archimede



Treno/carrozza diagnostica Talete

### Le videoriprese e la preelaborazione

Come detto, le prime attività svolte nell'ambito del progetto sono state quelle di verificare tecnicamente l'utilizzabilità delle telecamere. Sono state effettuate delle campagne sperimentali di acquisizione sia con documenti di archivio che con apposite campagne e previa calibrazione metrica delle ottiche. In entrambi i treni la risoluzione in linee dei fotogrammi è risultata media medio-bassa (640x480 per Talete, 768x576 per Archimede in pixels) mentre media la frequenza di acquisizione (dai 15 ai 25 fps). Mentre per quanto concerne il numero di fotogrammi per secondo è risultato assolutamente accettabile, la risoluzione (connessa con un lento adattamento dell'esposizione) rappresenta un notevole handicap. Nella tabella seguente il rapporto tra numero di fotogrammi, velocità e quindi metri per fotogramma. Dalla stessa si evince che un numero di fotogrammi di 15/25 risulta accettabile anche per velocità medio/alte.

		Fotogrammi/Secondo				
		5	10	15	20	25
Kilometri/Ora	10	0,56	0,28	0,19	0,14	0,11
	30	1,67	0,83	0,56	0,42	0,33
	50	2,78	1,39	0,93	0,69	0,56
	70	3,89	1,94	1,30	0,97	0,78
	90	5,00	2,50	1,67	1,25	1,00
	110	6,11	3,06	2,04	1,53	1,22
	130	7,22	3,61	2,41	1,81	1,44
	150	8,33	4,17	2,78	2,08	1,67

Per quanto riguarda la preelaborazione dei filmati, gli stessi sono stati sottoposti ad una preliminare mascheratura (eliminazione delle sovrimpressioni), alla verifica cromatica e quindi ad un omogeneizzazione delle palette di colori. Il video risultante (al fine di una verifica puntuale sui risultati della *pattern recognition* sono stati convertiti in successioni di singoli fotogrammi.

È importante sottolineare che tutti i fotogrammi sono georiferibili sulle singole tratte del modello di rete (rappresentazione fisico/funzionale delle rete ferroviaria). Sono ovviamente presenti scostamenti riconducibili sia al non allineamento tra metriche reali e *nominali* sia a problemi dovuti alla non riprogressivazione (necessaria a causa degli slittamenti e quindi della non precisa misura rilevata dagli podometri di bordo). Questi elementi di imprecisione saranno eliminati non appena disponibile l'allineamento con i DGPS già attualmente installati a bordo dei treni diagnostici.

### Elaborazione delle immagini

Per la sperimentazione in oggetto sono state prese in considerazione due famiglie di software. Entrambi i software, disponibili a scopi commerciali, vengono sviluppati sulla scorta di ricerche maturate all'interno di ambiti universitari (in questo caso Francia e Stati Uniti).

Il primo software preso in esame è un'implementazione su piattaforma Java che presenta interessanti prerogative ma non essendo dotato di una versione stand-alone (che permettesse la valutazione senza una necessaria e preliminare implementazione) è stato in questa fase accantonato. Il software con il quale è stata avviata e, per ora, conclusa la sperimentazione è disponibile sia sotto forma di librerie che in versione desktop (estremamente utile in una fase preliminare di costruzione dei *modelli*).

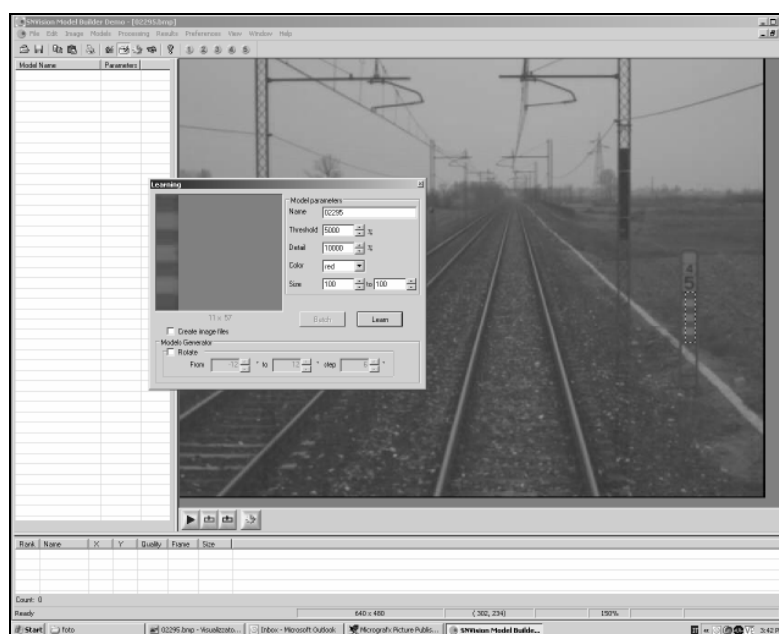
Come tutti i software di questa famiglia, il software selezionato, presenta funzionalità per il *training* dell'applicativo che viene effettuato acquisendo matrici corrispondenti alle famiglie di oggetti da catalogare. La risoluzione consigliata per questi modelli (pattern) è di circa 30\*30 pixel. L'immagine seguente evidenzia la fase di acquisizione di uno dei modelli.

In questa fase vengono individuate le immagini campione (che contengono i modelli) e viene selezionato con apposito tool il riquadro contenente il pattern che si ritiene significativo per la successiva fase di catalogazione.

È possibile indicare al software di effettuare una rotazione (con step di 1° positivo e negativo fino ad una misura data) per aumentare la gamma di occorrenze prese in considerazione.

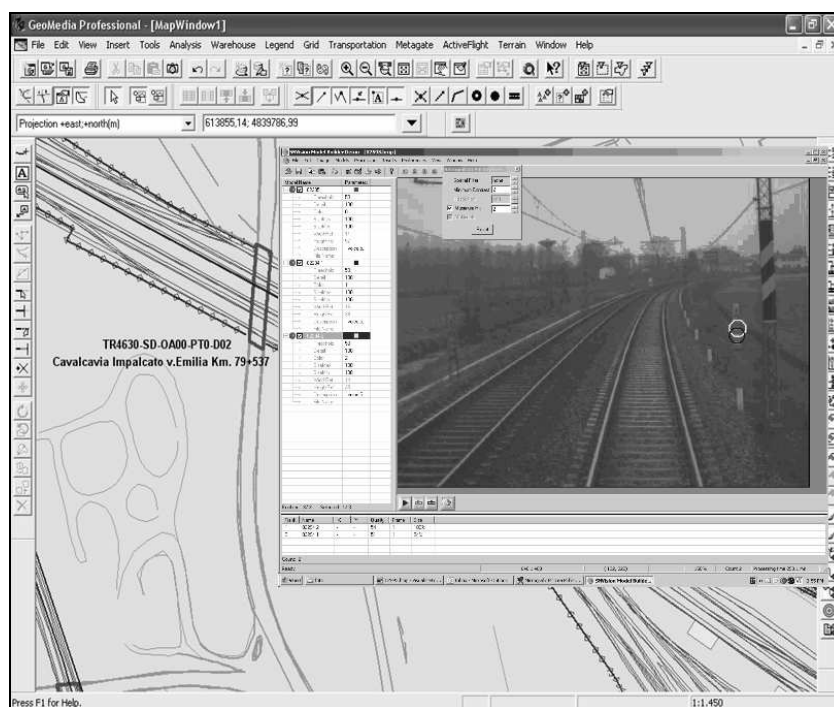
Inizialmente è stata effettuata questa configurazione (possibili posizionamenti non verticali degli oggetti) ma la scarsa qualità dell'immagine non ha fatto riscontrare miglioramenti significativi.

Dopo aver "istruito" correttamente il software è possibile configurare ulteriori parametri quali soglie, contrasto minimo nonché numero massimo di oggetti riconosciuti. L'esempio di calibrazione riportato si riferisce ad un cippo chilometrico.



Interfaccia utente in fase di training

Una volta completata la fase di training per ogni famiglia di oggetti, vengono avviate le procedure di riconoscimento. Questa fase viene effettuata variando i parametri di calibrazione al fine di individuare i corretti settaggi. Nell'immagine seguente viene riportato il risultato della fase di riconoscimento con posizionamento automatico del *marker* in prossimità della rete. L'integrazione tra la console del pacchetto di *pattern recognition* e Geomedia (Intergraph) è completo e personalizzabile.



Integrazione del modulo di riconoscimento ed applicativo GIS (Geomedia)

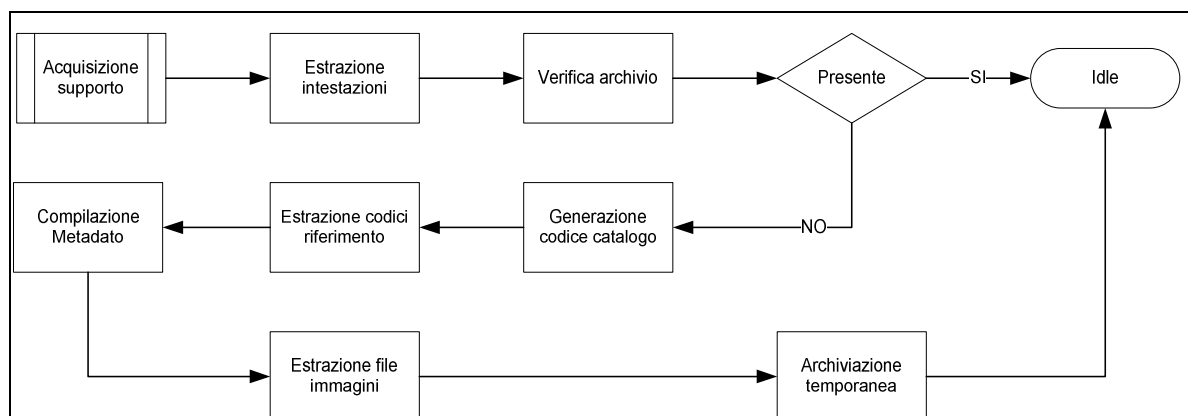
Il processo di riconoscimento si conclude con una fase di catalogazione nella quale i soggetti (immagini) candidati vengono postprocessati, contrassegnati secondo la/le famiglia/e di oggetti presenti e quindi archiviati per il successivo utilizzo (validazione del geoDB).

Come detto precedentemente, gli algoritmi di pattern recognition ed ancor più i sistemi di content-based image retrieval sono particolarmente efficaci per l'estrazione on-demand di immagini da grandi database. È ipotizzabile l'utilizzo anche in questo senso del sistema prototipale laddove però sia possibile una preventiva pre-selezione (ad esempio per tratta/kilometrica) di un numero ridotto di immagini. I tempi utilizzati dal sistema (fortemente parallelizzabile) sono di circa 1 secondo ad immagine. Riducendo in maniera significativa l'area di interesse con adeguate mascherature è possibile ridurre ad un terzo tale durata. Tornando alla tabella dei tempi/fotogrammi riportata precedentemente, è quindi possibile ipotizzare il processamento di un chilometro di filmato acquisito a 25 fps ad una velocità di circa 100KMh in 5 minuti.

## Video Streaming

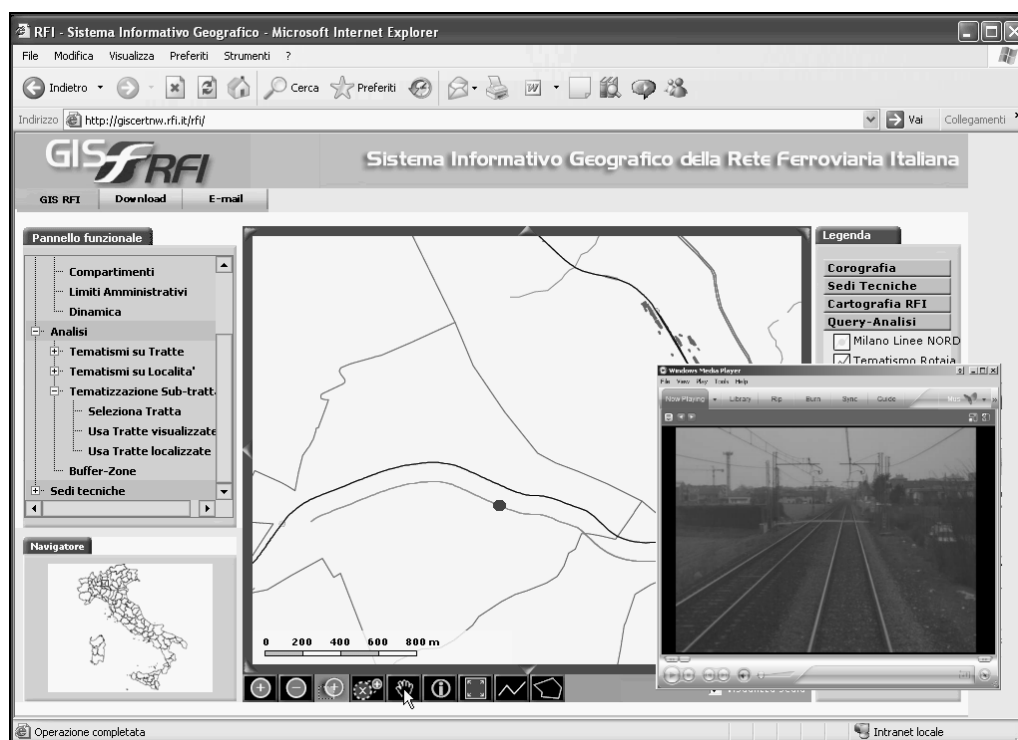
La seconda area di sperimentazione ha riguardato l'implementazione di un sistema completo per la fruizione dei video archivi tramite *video streaming*. Questa funzionalità è stata integrata nella piattaforma Geomedia Web Map e sviluppata secondo un architettura basata su web services standard. In questa fase sono state prese in considerazione differenti piattaforme in grado di gestire streaming progressivi prediligendo in un primo step l'offerta Microsoft. I supporti video sono stati dapprima archiviati secondo un preciso processo disegnato coerentemente con l'architettura di sistema attualmente in esercizio quindi resi disponibili per mezzo di apposite funzioni standard rese disponibili reciprocamente sia dalla piattaforma di streaming che dall'application server Intergraph.

Nello schema successivo il diagramma di processo cui i filmati sono stati sottoposti (pre-trattamento, catalogazione, compilazione dei metadati, etc.).



Processo di acquisizione e catalogazione dei filmati

La console WebGIS implementata su piattaforma Intergraph ed attualmente in esercizio è stata integrata con componenti standard per la visualizzazione degli streaming mentre a livello di client, il controllo SVG si fa carico della visualizzazione in tempo reale della posizione corrispondente su mappa del singolo fotogramma (con una tolleranza di +/- 3 fotogrammi). Nella figura successiva viene riportata una schermata relativa ad una tipica consultazione effettuata.



Console WebGIS (Geomedia WebMap)

## Conclusioni

L'utilizzo di supporti multimediali quali i video georiferiti costituisce un'interessante opportunità nei flussi di aggiornamento e verifica delle basi dati spaziali. Mentre l'applicabilità di strumenti semi-automatici ed automatici per il riconoscimento di oggetti da immagini è oggetto di continue verifiche ed aggiornamenti, possiamo affermare come la completa integrazione delle componenti multimediali e spaziali rappresenti già ora un potente strumento per migliorare la comprensione dei fenomeni nonché per il monitoraggio in tempo reale del territorio e delle infrastrutture in genere.