

Sistema Informativo per il Controllo della Velocità (SICVe)

SICVe-PM – Architettura Generale

0. Controllo del documento

0.1. Identificazione del documento

File: T.SCV.S.003.00.03-Architettura Generale SICVe-PM
Titolo: SICVe-PM – Architettura Generale

0.2. Stato delle revisioni

Revisione n.	Motivo della revisione	Data emissione
01	♦ Prima emissione del documento	07/03/2017
02	♦ Modifica dei dettagli sugli impatti	05/04/2017
03	♦ Aggiunta paragrafo con flusso funzionale	07/04/2017

0.3. Gestione documento

	Funzione/Unità Organizzativa	Data	Firma
Predisposto da:	DOPR / SIS	07/03/2017	
Revisionato da:	Qualità e Livelli di servizio		
Approvato da:	Rappresentante della Direzione		

0.4. Controllo delle copie

N.A.

Sommario

0.	CONTROLLO DEL DOCUMENTO	1
0.1.	IDENTIFICAZIONE DEL DOCUMENTO	1
0.2.	STATO DELLE REVISIONI	1
0.3.	GESTIONE DOCUMENTO.....	1
0.4.	CONTROLLO DELLE COPIE	1
4.2	DESCRIZIONE DEL SISTEMA	5
5.1	DESCRIZIONE COMPONENTI DEL PLATE MATCHING.....	16
5.2	ANALISI IMPATTI.....	17

0 Scopo del documento

Obiettivo del presente documento è descrivere l'insieme delle modifiche che è necessario apportare al sistema SICVe per poterlo integrare con la tecnologia PlateMatching.

1 Definizioni e acronimi

Termine	Descrizione
ATECH	Autostrade Tech
PS	Polizia Stradale
SICVe	Sistema Informativo per il Controllo della Velocità
SUV	Sistema Unico Verbali
VMI	Verifica Misure Impianto
UEL	Unità di Elaborazione Locale
URV	Unità di Rilevazione della Velocità
MCTC	Motorizzazione Civile
J2EE	Java 2 Enterprise Edition
SOA	Service Oriented Architecture
EJB	Enterprise Java Bean
JMS	Java Message Service
MDB	Message Driven Bean
JMX	Java Management eXtention
DBMS	DataBase Management System
FTP	File Transfert Protocol
WS	Web Service
PM	Plate Matching
SICVe-PM	Integrazione tra SICVe e PlateMatching
WA	Web Application
WAR	Web application ARchive

2 Riferimenti

Sistema SICVe: T.SCV.S.001.01.00-Architettura Generale.docx

3 Requisiti di integrazione

L'integrazione tra il sistema SICVe e la tecnologia PlateMatching è guidata dai seguenti principi:

- introdurre la tecnologia innovativa Plate matching per migliorare le performance del sistema SICVe, andando a sostituire così l'attuale OCR
- ai fini della omologazione è preferibile presentare il nuovo sistema come una evolutiva del sistema SICVe, per cui è necessario circoscrivere al necessario le modifiche all'as-is.
- mantenere l'attuale infrastruttura SICVe, in modo da minimizzare gli impatti sulle GUI, sulla gestione delle anagrafiche, su tutta la parte che gestisce l'operatività della macchina a stati che rappresenta la UEL (tra cui il protocollo)
- minimizzare il numero di interventi in modo da rendere le interfacce tra il Plate Matching e SICVe il più semplici possibili

4 Scopo del sistema

Il sistema SICVe-PM risponde all'obiettivo di aumentare il livello di sicurezza sulle reti stradali, siano esse urbane, extraurbane o autostrade, attraverso il controllo sistematico del comportamento dei conducenti in ordine al rispetto dei limiti di velocità prescritti.

Il sistema consente la verifica delle violazioni all'articolo 142 del C.d.S. in due modalità:

- **Velocità media** su tratto;
- **Velocità istantanea.**

Per realizzare il controllo, il sistema prevede una rete di stazioni periferiche, ciascuna delle quali rileva automaticamente i dati significativi dei veicoli in transito quali la velocità istantanea, la classe del veicolo (autoveicolo, motociclo, autotreno ecc...) nonché il tempo di passaggio del veicolo presso la stazione periferica. Il dato di velocità viene utilizzato solo per una verifica del superamento della velocità istantanea nel punto di rilevamento, mentre il rilevamento del superamento della velocità media avviene senza identificare i veicoli al passaggio presso ciascuna stazione periferica, né calcolarne la velocità media effettiva, attraverso la tecnologia PlateMatching.

4.2 Descrizione del sistema

Il sistema opera nel seguente modo: un determinato tratto di cui si renda necessario monitorare il rispetto dei limiti di velocità viene delimitato da due stazioni periferiche.

Le stazioni periferiche sono quindi deputate a rilevare il transito di veicoli, ad acquisire le relative immagini, ad elaborarle al fine di individuare i transiti in violazione, a trasmettere ad un server centrale, in modalità protetta, le informazioni di transito. Successivamente poi, qualora il server centrale ne faccia richiesta in quanto ha individuato contesti di superamento dei limiti di velocità, provvedono a trasmettergli anche le immagini relative (sempre in modalità protetta).

Le altre immagini, quelle relative a transiti nel rispetto dei limiti di velocità nella tratta considerata, vengono rimosse direttamente dalla stazione periferica immediatamente oppure dopo un predeterminato lasso di tempo purché nel rispetto delle tempistiche previste dalla vigente normativa sulla privacy.

Tra tutti i transiti rilevati da due stazioni periferiche che delimitano il tratto stradale o autostradale sotto controllo, il server centrale considera solo quelli i cui istanti di transito presso la stazione periferica a valle sono separati dagli istanti di transito presso la stazione periferica monte di non più del tempo minimo ammissibile per percorrere il tratto compreso tra le due stazioni periferiche. Tra questi transiti, il server centrale cerca coppie di transiti che sembrano riferirsi ad uno stesso veicolo (non ancora identificato). Una volta trovato un transito apparentemente riferito ad uno stesso veicolo, quel veicolo viene considerato in sospetta violazione.

Il controllo della velocità media presuppone quindi la misurazione precisa dello spazio presente tra i diversi sistemi periferici misurando la distanza minima possibile tra i due sistemi periferici. A questo punto, conoscendo sia la velocità massima al quale si può percorrere la tratta monitorata senza violare l'art. 142 del C.d.S. che la distanza minima, si determina il tempo minimo di attraversamento per ciascuna categoria di veicolo, in base al quale il server centrale determina le coppie di transiti da confrontare e tra le quali cercare transiti apparentemente riferiti ad uno stesso veicolo, come descritto sopra.

Il server centrale riceve in diretta o in differita informazioni sui transiti, e – cercando transiti apparentemente riferiti ad uno stesso veicolo - è quindi in grado di rilevare percorrenze avvenute ad una velocità media oltre i limiti; il limite considerato è ovviamente valutato considerando la riduzione prevista per legge.

Stabiliti i transiti in violazione, il server centrale si connette alle stazioni periferiche richiedendo la trasmissione telematica delle immagini relative e la cancellazione sulle stazioni periferiche delle

informazioni (dati ed immagini) relative ai transiti avvenuti a velocità regolare.

Sul server centrale i dati e le immagini relativi alle sospette violazioni verranno archiviate e rese disponibili agli operatori di polizia stradale addetti alle attività di verifica ispettiva. Questi provvederanno a verificare visivamente la corrispondenza del medesimo veicolo in entrambe le immagini e, sulla base dell'elaborazione dei dati relativi a tempi e distanza percorsa, a dare corso alle attività sanzionatorie.

In particolare, dopo che il server centrale ha rilevato una sospetta violazione da parte di un veicolo (non ancora identificato), viene eseguita una valutazione dell'esatto tempo impiegato dal veicolo rilevato in violazione per percorrere il tratto monitorato, e viene determinata la sua velocità media applicando la formula:

Velocità = Spazio percorso / tempo impiegato a percorrerlo

In questa fase viene quindi determinata anche l'entità del superamento del limite che comporta successivamente la specifica applicazione delle corrispondenti sanzioni previste.

Sul server centrale, viene inoltre eseguito uno specifico software di riconoscimento automatico delle targhe (OCR) sulle due immagini del veicolo che il sistema ha rilevato in violazione per facilitare l'operatore nelle operazioni di inserimento dati, e vengono invocate le banche dati esterne (MCTC) per avere ulteriori dettagli su veicolo e proprietario dello stesso.

4.2.1 Rilevazione dell'attraversamento del tratto monitorato da parte di un veicolo: la tecnologia PlateMatching

Nel sistema SICVe-PM la metodologia di rilevazione dell'attraversamento di un veicolo si basa su di un approccio statistico caratterizzato dalla bassa probabilità di confondere due veicoli in transito in un determinato tratto stradale/autostradale in un breve e ben determinato arco temporale senza la necessità di identificarli univocamente attraverso il riconoscimento esatto della loro targa in ciascuna delle stazioni periferiche. Infatti non è importante identificare il singolo veicolo presso la singola stazione periferica (nel qual caso il sistema sarebbe volto alla localizzazione ed al controllo degli spostamenti dei veicoli), ma verificare che il tempo che ha impiegato un veicolo (non identificato) a percorrere il tratto compreso tra le due stazioni periferiche sia inferiore al tempo minimo ammesso: basta quindi capire che si tratta dello stesso veicolo senza "sapere inequivocabilmente chi sia" e valutare se è andato troppo veloce. Una volta individuati i veicoli in sospetta violazione, dopo che le immagini sono state trasmesse al server centrale, un operatore visualizzando le immagini relative ai due attraversamenti potrà visivamente verificare che effettivamente si tratta dello stesso veicolo ed altresì leggere la targa e attivare le necessarie procedure per contestare l'infrazione.

Il sistema SICVe-PM, utilizzando la tecnologia denominata PlateMatching®, tende ad eliminare degli inconvenienti presenti in altri sistemi noti di controllo della velocità media ed in particolare in quelli che utilizzano sistemi di riconoscimento automatico delle targhe che trovano concrete difficoltà in moltissime situazioni che si verificano nella pratica: infatti spesso alcuni caratteri non risultano leggibili per cui la targa non viene riconosciuta e comunque ad oggi è virtualmente impossibile disporre di un affidabile sistema di riconoscimento targhe valido per le diverse tipologie di targa previste nei diversi paesi (non essendo nota a priori la nazionalità del veicolo sarebbe necessario far processare le immagini da differenti moduli di elaborazione specializzati i quali comporterebbero tempi di elaborazione non compatibili con le esigenze del sistema compromettendone l'efficacia).

La figura che segue mostra come differenti caratteri possano venire misclassificati a causa del rumore presente sulle immagini:

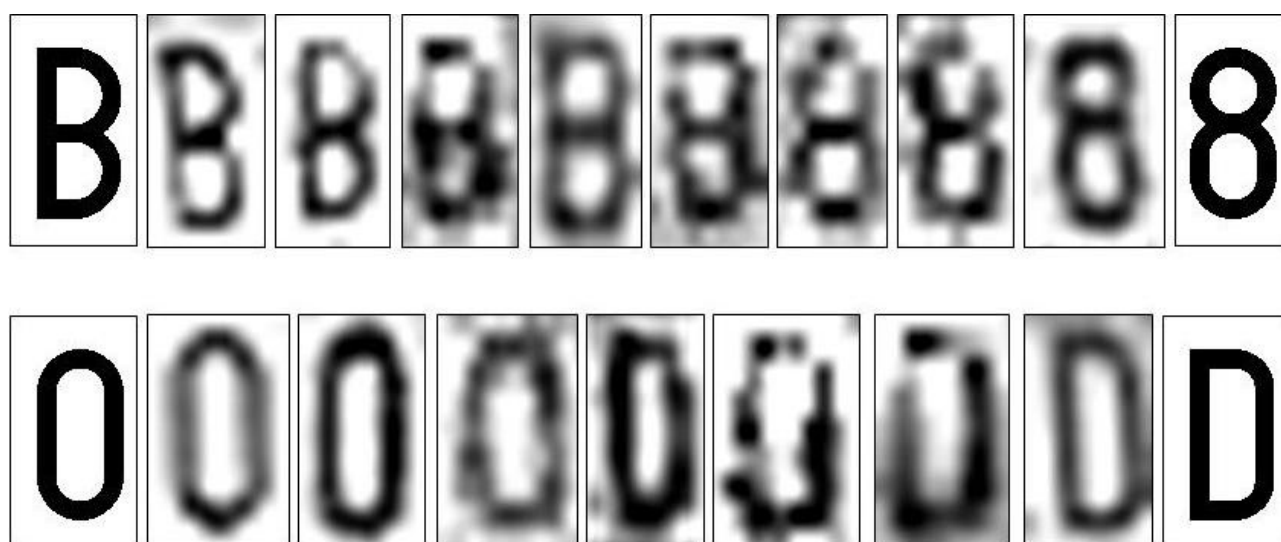


Figura 5 – tipico esempio in cui il rumore sulle immagini può comportare la missclassificazione dei caratteri delle targhe

In questo caso si può notare quanto in alcuni casi possa risultare difficile la distinzione tra i caratteri B ed 8 così come 0 (Zero) e D.

La tecnologia di PlateMatching® consente di valutare le immagini relative a veicoli transitati presso le unità periferiche consentendo di stabilire corrispondenze, con altissima efficacia, attraverso brevi tempi di elaborazione, tra veicoli di tutte le nazionalità, essendo il PlateMatching® una tecnologia indipendente dal formato delle targhe e dal font utilizzato dai loro caratteri.

La tecnologia PlateMatching® prevede di associare i vari elementi della targa (caratteri ed altri simboli) ad elementi di un alfabeto ristretto, l'alfabeto PM, che il server centrale utilizzerà per la valutazione delle corrispondenze tra transiti. Viene in pratica applicato un funzionale matematico non

biiettivo che mappa i vari elementi della targa in un nuovo alfabeto, raggruppandoli per classi di similitudine le quali hanno bassa probabilità di essere confuse tra loro. Considerando ad esempio le sole targhe italiane, queste possono presentare 37 diversi tipi di carattere oltre l'indicatore blu che delimita la targa, per un totale di 38 caratteri. L'alfabeto PM associa ai 38 diversi tipi di carattere un numero sensibilmente inferiore di simboli (compreso uno in particolare che sta ad indicare un "non simbolo" ovvero che l'oggetto considerato non è riconducibile ad elementi dell'alfabeto PM in quanto non porta con se elementi sufficientemente caratterizzanti, vi rientra, ad esempio, anche lo spazio). Ad esempio al simbolo PM θ_1 sono associati i caratteri delle targhe 0 (zero), D, O (vocale o), Q; al carattere PM θ_2 i caratteri delle targhe 1, I, J, T, oltre che il demarcatore di targa (che indicheremo per convenzione con !); al simbolo PM θ_3 i caratteri delle targhe 2, 7, Z; al simbolo PM θ_8 i caratteri delle targhe 8, B, E, F; al simbolo PM θ_{13} i caratteri delle targhe K, V, Y, X; al simbolo PM θ_{16} i caratteri delle targhe P, R ecc. . Si tratta di uno spazio che raccoglie e sintetizza i caratteri di partenza e che, presentando una cardinalità inferiore, non rende possibile ritornare all'alfabeto precedente: il funzionale non è biiettivo.

Ciò significa che, se in un dato stadio del procedimento di analisi delle corrispondenze potessimo accedere ai dati inviati da una stazione, troveremmo ad esempio $\theta_{11} \theta_{13} \theta_9 \theta_3 \theta_1 \theta_8 \theta_{16}$ che può corrispondere ad un elevato numero di targhe (CK920BR, GV97QFP e tante altre).

Il ricorso all'alfabeto ristretto consente di superare gli inconvenienti legati alla inevitabile presenza sulle immagini del rumore che, con l'uso di un OCR, tenderebbe ad indurre una possibile misclassificazione di un carattere con quelli che hanno la forma più simile; i simboli dell'alfabeto PM raggruppano i caratteri ed i numeri che presentano lo stesso tipo di contenuto informativo: il simbolo PM $\theta_1 = \{0 \text{ (zero)}, D, O \text{ (vocale 'O')}, Q\}$ sintetizza la caratteristica di "oggetto rotondo" che ben si distingue dal simbolo $\theta_3 = \{2, 7, Z\}$ che sintetizza la caratteristica di "oggetto a zig zag". A meno di simboli particolari dell'alfabeto PM che sono trattati a parte in quanto "portatori" di minore contenuto informativo, il raggruppamento in questo insieme ridotto di simboli consente di generare classi non solo ben distinte ma "equidistanti", e di conseguenza ben separate, secondo la metrica che viene utilizzata nel confronto (e che verrà illustrata successivamente).

Ciascun sistema periferico, rilevato il transito di un veicolo, ne rileva l'istante di transito, la classe e la velocità istantanea e ne acquisisce un'immagine tergale. Quindi, estrae una stringa di simboli PM dall'immagine acquisita, mappandone gli elementi in simboli PM come descritto sopra, e la invia al server centrale di elaborazione insieme ad istante di transito, classe del veicolo e velocità istantanea.

Il server centrale può così eseguire il confronto tra i veicoli rappresentati dalle stringhe di simboli PM ricevute da due distinte stazioni periferiche. Ai fini dell'individuazione della corrispondenza tra i veicoli non è quindi necessaria l'identificazione esatta della loro targa in ognuna delle due stazioni

periferiche, ed ovviamente si ha bassa probabilità di misclassificazione in quanto gli elementi dell'alfabeto PM sono tali da raggruppare ciascuna classe di caratteri ben distinti tra loro.

Tradotto nella pratica, il rumore sull'immagine in genere induce una deformazione del carattere attraverso la quale può aumentare la probabilità di confonderlo con un altro, ma il carattere col quale lo si confonderebbe viene mappato (con altissima probabilità) con lo stesso simbolo dell'alfabeto PM e ciò consente di stabilirne la corrispondenza.

Naturalmente la presenza di una targa che possa essere scambiata con quella che realmente dovrebbe essere accoppiata non comporta automaticamente che ci debba essere un errore: il procedimento non è completamente automatico ma richiede come ultimo elemento un operatore che verifichi la corrispondenza del veicolo nelle due immagini relative ai transiti presso le due unità periferiche e decida se avviare le procedure sanzionatorie.

Il sistema è dunque autoregolamentato e per tale ragione anche qualora si fosse verificato un errore nell'accoppiamento di due transiti non è comunque possibile il comminamento di una indebita sanzione.

Una volta compreso il principio di funzionamento della tecnologia PlateMatching®, va chiarito che l'alfabeto PM riceve in ingresso non solamente i caratteri delle targhe italiane standard ma anche quelli delle targhe atipiche (forze di polizia, carabinieri, croce rossa ecc.), delle targhe degradate, delle targhe realizzate ad hoc (capita spesso nei rimorchi dei mezzi pesanti) e quelli delle targhe di altre nazioni: un carattere 'A' di una targa italiana non è molto diverso da quello di una targa tedesca, francese, olandese, ceca, svizzera od altro e ne sintetizza la medesima caratteristica di "oggetto con la punta in alto"; i caratteri di tutte le targhe dei vari paesi vengono mappati nei simboli dell'alfabeto PM. In definitiva quindi un insieme molto molto ampio di caratteri viene mappato dal funzionale non biiettivo PM in un insieme in generale molto ridotto.

L'utilizzo della tecnologia PM relativa a tutti i tipi di targa, rispetto alle sole targhe italiane necessita solamente di piccoli emendamenti: ad esempio le targhe tedesche presentano caratteri non presenti nelle targhe italiane tipo "Ü" che verrà mappato nel simbolo θ_{17} assieme alla "U", ed ancora le targhe francesi presentano due diversi tipi di 4, uno come nelle targhe italiane "aperto" ed uno "chiuso". Ebbene il primo viene ovviamente mappato nel simbolo PM $\theta_5 = \{4\}$ mentre il secondo nel simbolo PM $\theta_{10} = \{A, 4\}$ assieme alla A.

Nella figura che segue è rappresentato lo schema di principio del funzionale non biiettivo PM:

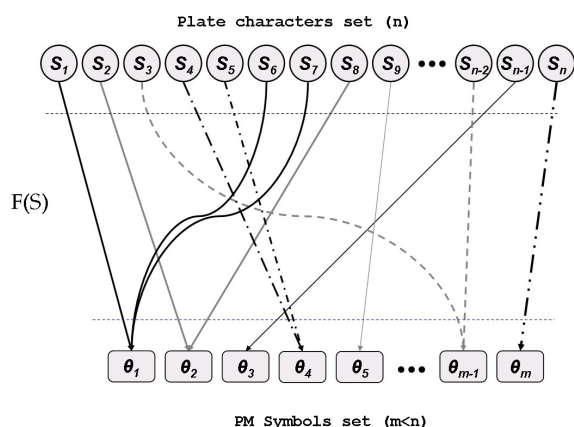


Figura 6 – schematizzazione dell'operatore matematico PM

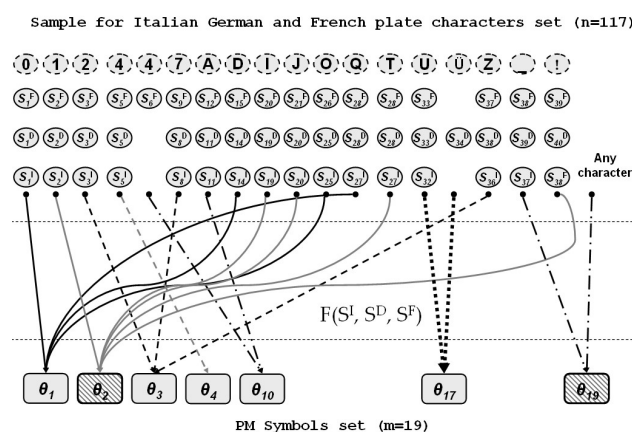


Figura 7 –esempio di operatore PM applicato a targhe italiane, tedesche, e francesi

Resta ora da descrivere come avviene il confronto tra stringhe PM: innanzi tutto il confronto avviene sul server centrale di elaborazione. Il server centrale ricerca corrispondenze tra stringhe di simboli PM ricevute da coppie di stazioni periferiche che delimitano un tratto stradale o autostradale monitorato. A questo scopo, il server centrale parte da una stringa di simboli PM ricevuta dalla stazione periferica a valle e la confronta con le stringhe ricevute dalla stazione periferica a monte, i cui istanti di transito a monte precedono l'istante di transito a valle di non più di un tempo di percorrenza minimo consentito, che dipende dalla velocità massima consentita per la classe individuata per il veicolo in analisi (come descritto in precedenza).

Tipicamente, l'applicazione dell'algoritmo di estrazione delle stringhe PM su immagini che immortalano un medesimo veicolo rilevato in più punti genera stringhe PM differenti.

Consideriamo ad esempio le figure che seguono e che rappresentano una possibile rilevazione in due diverse stazioni periferiche (le targhe sono state modificate a tutela della privacy del proprietario):



Figura 8 –esempio di veicolo rilevato da due stazioni periferiche

Applicando il procedimento all'immagine destra (relativa al transito presso la stazione periferica a valle) otterremo la sequenza: $\theta_2 \theta_2 \theta_{11} \theta_{11} \theta_{19} \theta_6 \theta_7 \theta_2 \theta_{16} \theta_{12} \theta_2 \theta_2$. Tali simboli PM sono determinati da (considerandoli uno per uno da sinistra a destra):

- θ_2 stretta porzione di immagine che precede il demarcatore di targa scambiato per una I (ciò è anche dovuto al fatto che la posizione della targa nell'immagine è molto laterale)
- θ_2 demarcatore di targa
- θ_{11} carattere G
- θ_{11} carattere G
- θ_{19} spazio
- θ_6 numero 5
- θ_7 numero 6
- θ_2 numero 1
- θ_{16} carattere P
- θ_{12} carattere M
- θ_2 demarcatore di targa
- θ_2 stretta porzione di immagine che segue il demarcatore di targa scambiato per una I

Applicando il procedimento all'immagine sinistra (relativa al transito presso l'unità periferica a monte) otterremo la sequenza: $\theta_2 \theta_{11} \theta_{11} \theta_{19} \theta_6 \theta_7 \theta_2 \theta_{16} \theta_{19} \theta_2$. Tali simboli PM sono determinati da (considerandoli uno per uno da sinistra a destra):

- θ_2 demarcatore di targa
- θ_{11} carattere G
- θ_{11} carattere G
- θ_{19} spazio (spazio o simbolo non riconducibile ad altro caratteri PM sono mappati

nell'ultimo elemento dell'alfabeto PM)

- θ_6 numero 5
- θ_7 numero 6
- θ_2 numero 1
- θ_{16} carattere P
- θ_{19} non simbolo
- θ_2 demarcatore di targa

Notare che, a differenza dell'immagine precedente, a causa della mancanza di contrasto non si verifica la presenza dell'ulteriore carattere θ_2 dovuto alla stretta porzione di immagine che segue il demarcatore di targa.

L'esempio conferma come non sia inconsueto dover confrontare stringhe di caratteri PM di dimensioni differenti (in questo caso la prima è di 12 elementi mentre la seconda di 10), a causa del rumore che può portare ad avere oggetti scambiati per caratteri o caratteri che non vengono considerati tali.

Allo scopo di trovare coppie di stringhe, ricevute dalle due stazioni periferiche che delimitano il sotto controllo, che sembrano riferirsi ad uno stesso veicolo, il server centrale prende ogni coppia di stringhe e ne determina il miglior allineamento possibile. Le due stringhe di ciascuna coppia considerata in particolare vengono fatte "scorrere" una sull'altra, e per ciascuna delle posizioni di scorrimento viene calcolato un punteggio di accoppiamento dato dalla seguente formula.

$$\text{rank} = \sum_{i=1}^{C_m} \alpha_i a_i b_i \times \epsilon$$

dove:

- C_m è la cardinalità della stringa più corta (10, nell'esempio di cui sopra);
- α_i rappresenta il premio/penalità di accoppiamento/disaccoppiamento per cui se i due simboli confrontati (nello spazio dell'alfabeto PM) sono uguali, il fattore moltiplicativo sarà un valore positivo se sono diversi sarà negativo. Fanno eccezione due soli simboli PM, $\theta_2 = \{ 1, I, !, J, T \}$ e $\theta_{19} = \{ \text{spazio, non carattere} \}$, che essendo derivati dagli elementi meno informativi danno luogo ad un valore di premio di accoppiamento minore rispetto agli altri accoppiamenti;
- a_i e b_i rappresentano i livelli di confidenza nell'associazione di un carattere in ingresso ad un determinato simbolo dell'alfabeto PM. Tali livelli di confidenza dipendono dalla qualità dell'immagine e quindi dal rumore, per cui più "pulito e/o nitido" è il carattere più è elevato

il valore di confidenza col quale viene associato ad un determinato simbolo PM. I livelli di confidenza assumono tre possibili valori positivi che corrispondono a livello di confidenza alta, media, e bassa. Anche in questo caso c'è l'eccezione del carattere $\theta_{19} = \{ \text{spazio, non carattere} \}$ che assume sempre un ben determinato livello di confidenza e che assume un valore appena superiore al livello di confidenza basso relativo agli altri caratteri;

- ϵ è un valore di normalizzazione che riporta i valori in una scala prefissata (da 0 ad 1 ad esempio).

Di tutte le posizioni di reciproco scorrimento delle due stringhe, viene selezionata quella che fornisce il punteggio di correlazione più alto (che corrisponde al confronto migliore, ovvero alla migliore correlazione tra le stringhe). Se questo punteggio supera una certa soglia, il server centrale determina che le due immagini dalle quali le due stringhe PM sono state estratte rappresentano uno stesso veicolo (non ancora identificato) in sospetta violazione della massima velocità consentita.

Se invece tale valore di soglia non viene superato da dei punteggi calcolati in corrispondenza delle diverse posizioni di scorrimento reciproco delle due stringhe di simboli PM, allora viene ripetuto il procedimento non considerando i caratteri θ_2 e θ_{19} (quelli con minor contenuto informativo). Nell'esempio precedente il nuovo confronto avverrebbe tra le stringhe:

$\theta_{11} \theta_{11} \theta_6 \theta_7 \theta_{16} \theta_{12}$

e

$\theta_{11} \theta_{11} \theta_6 \theta_7 \theta_{16}$

Per questo secondo confronto, il server centrale utilizza un valore della soglia di accoppiamento più alto rispetto al primo confronto: è vero che gli elementi θ_2 e θ_{19} potrebbero aver indotto in errore a causa del rumore oppure, specie gli spazi possono essere più o meno individuabili a causa della differente inclinazione del veicolo sull'immagine, ma si tratta comunque di contenuto informativo per cui le stringhe depurate di tali elementi per essere considerate corrispondenti devono essere più correlate rispetto al caso precedente.

Ovviamente, così come premia le stringhe simili, il meccanismo di confronto sopra descritto penalizza le stringhe differenti. Considerando ad esempio l'immagine seguente:



Figura 9 –esempio di veicolo rilevato da una delle due stazioni periferiche. Se confrontato con una delle due immagini precedenti, il veicolo darà luogo ad un punteggio di accoppiamento modesto

La stazione periferica che acquisisce questa immagine ne estrarrà la sequenza di simboli PM: $\theta_2 \theta_8 \theta_{15} \theta_2 \theta_1 \theta_3 \theta_3 \theta_2 \theta_{12} \theta_2 \theta_2$, che fornisce un punteggio complessivo di accoppiamento piuttosto modesto.

Anche nella eventuale seconda verifica depurata dei simboli meno informativi, nella quale la sequenza sarebbe $\theta_8 \theta_{15} \theta_1 \theta_3 \theta_3 \theta_{12}$, il punteggio complessivo di accoppiamento continuerebbe ad essere bassissimo, confermando che le immagini in questione hanno bassa similarità secondo l'algoritmo PM e quindi non raffigurano lo stesso veicolo.

4.2.2 Procedura di rilevamento sospette violazioni

La procedura di rilevamento delle sospette violazioni avviene indipendentemente per ogni tratta monitorata delimitata da una coppia di stazioni periferiche. La stazione periferica iniziale (o a monte) viene anche definita varco 1 (o primo) mentre quella finale (o a valle) viene anche definita varco 2 (o secondo).

La procedura di rilevamento delle sospette violazioni per ciascuna tratta può quindi essere sostanzialmente divisa in tre fasi:

- 1) Recupero di tutti i dati di transito dalle stazioni periferiche
- 2) Accoppiamento dei transiti (determinazione dei transiti in violazione)
- 3) Download (dalle stazioni periferiche al server centrale) delle immagini relative ai transiti in violazione ed eliminazione dati e delle immagini relativi ai transiti non in violazione presso le stazioni periferiche.

Recupero dei dati di transito dalle stazioni periferiche (varchi)

I dati rilevati e prodotti da ciascuna stazione periferica (classe del veicolo, istante di transito e stringa di simboli PM estratta dall'immagine del veicolo acquisita) vengono inviati al server centrale, che li

immagazzina temporaneamente nella base dati informativa.

Accoppiamento

Per ogni transito sul secondo varco, il server centrale confronta la sua stringa PM con le stringhe ricevute dal primo varco, i cui istanti di transito sul primo varco precedono l'istante di transito sul secondo varchi di non più di un tempo di percorrenza minimo consentito, che dipende dalla velocità massima consentita per la classe individuata per il veicolo in analisi. Il server centrale quindi calcola, per ciascuna coppia formata dalla stringa ricevuta dal primo varco e da una delle stringhe ricevute dal secondo varco i cui istanti di transito soddisfano la condizione di cui sopra, dei rispettivi punteggi di accoppiamento (uno per ogni posizione reciproca di scorrimento), secondo quanto descritto sopra. Se per una di queste coppie almeno uno dei punteggi calcolati supera una certa soglia, il server centrale determina che le immagini dalle quali le due stringhe sono state estratte dal primo e dal secondo varco si riferiscono ad uno stesso veicolo in sospetta infrazione.

In definitiva, individuato un accoppiamento tra stringhe PM, il server centrale ha rilevato un veicolo in violazione, pur non avendolo ancora identificato e non avendone ancora calcolato la velocità media tra il primo ed il secondo varco.

Download (dalle stazioni periferiche al server centrale) delle immagini ed eliminazione informazioni dai varchi

Il server centrale esegue il download delle immagini di entrambi i transiti per ogni violazione e le archivia in attesa delle successive attività di accertamento.

Una volta memorizzate le informazioni e le immagini delle sospette violazioni automaticamente rilevate, il server centrale invia alle stazioni periferiche un comando di eliminazione delle informazioni (dati ed immagini) dei transiti processati, siano essi appartenenti a violazioni (per le quali le immagini sono state già trasmesse) o meno. L'eliminazione può avvenire immediatamente od in tempo successivo comunque nel rispetto della normativa vigente.

5 Overview aspetti tecnici

Per poter integrare il PlateMatching con il sistema SICVe si è deciso di rendere modulare il PM, dividendo le sue due componenti principali: quella che da ogni transito estrae un descrittore dell'immagine relativa al transito (stringa grezza) e quella che serve a capire quali descrittori sono simili.

In particolare la componente del Plate Matching che data una immagine ne restituisca una stringa grezzo (su cui poi applicare l'algoritmo di Plate Matching) è fornita sotto forma di servizio (un demone sempre attivo con una occupazione di qualche decina di MB). Tale servizio è installato su ogni UEL, ed è interrogabile dal software della UEL.

D'altra parte, sul sistema centrale è installata una libreria che offre una interfaccia che prende in input una stringa relativa all'immagine di un transito sulla UEL di stop, una lista di stringhe relative a transiti sulla UEL di start e restituisce una lista di presunte infrazioni con i relativi gradi di verosimiglianza.

Con le due componenti appena citate è dunque possibile definire come e dove verrà modificato il flusso del sistema SICVe per utilizzare la tecnologia PM.

5.1 Descrizione componenti del Plate Matching

5.1.1 Modulo di analisi immagine periferico (**EnDetector**)

SI tratta di un demone sempre attivo che resta in ascolto di connessioni http su una porta da definire. In seguito ad una richiesta tale programma analizza una immagine e restituisce una stringa da trasmettere al centro per applicare l'algoritmo di match.

La richiesta http contiene almeno il nome dell'immagine (o i nomi delle immagini se sono più di una) e la risposta sarà composta da un testo xml che conterrà almeno:

- un codice di ritorno (per capire se l'operazione è andata a buon fine)-
- una stringa che dovrà essere inviata al centro per eseguire il match tra i transiti in ingresso ed in uscita.
- l'indice di confidenza legato alla stringa

Il demone leggerà i propri parametri di funzionamento da un file di configurazione presente sulla UEL.

5.1.2 Componente di centro (**PlateMatcher**)

Per il centro verrà fornita una libreria java (contenuta in un file jar) ed una libreria JNI (Java Native Interface) compilata per l'architettura richiesta.

Il file JNI contiene il codice che esegue le operazioni che necessitano una potenza di calcolo più elevata (il test di verosimiglianza tra due stringhe ha una complessità di poco superiore alla comparazione tra due stringhe).

La libreria Java serve da wrapper per permettere l'interfacciamento ad alto livello.

La libreria fornisce una funzione che prende in ingresso i dati di un transito rilevato sulla unità di elaborazione di fine tratta, una lista di transiti rilevati dall'unità di elaborazione di inizio tratta. I dati di un transito contengono un identificativo (numerico o letterale) del transito e la stringa estratta dal

modulo di analisi immagini dell'unità periferica.

La lista di transiti sulla stazione iniziale deve essere scelta utilizzando delle finestre temporali che vanno dalla velocità minima rilevabile alla massima.

Il risultato della funzione di match sarà una coppia di transiti ingresso/uscita ed un indice di affidabilità del match; se non è stato possibile accoppiare i transiti verrà restituito soltanto un indice di affidabilità pari a 0.

La libreria viene inizializzata a partire da un file di configurazione.

5.2 Descrizione processi principali

Nei seguenti paragrafi si descrivono in maniera schematica i processi in cui opera l'integrazione del sistema SICVe con la tecnologia PlateMatching.

5.2.1 Rilevazione infrazioni velocità media

Nel caso della rilevazione della velocità media, dato un veicolo che transita sotto un portale A e in seguito sotto un portale B, durante il periodo in cui la tratta A-B si trovi in stato di verifica violazione in media:

Sulla UEL A e B:

- E' rilevata classe del veicolo, velocità istantanea (a fini statistici) e timestamp del passaggio.
- L'immagine è processata con EnDetector e è estratta una stringa PM rappresentativa del transito
- I dati relativi al transito (timestamp, Stringa PM e classe) sono inviati al Server Centrale
- Regolarmente la UEL invia al sistema centrale un messaggio che indica fino a quale transito sono state trasmesse informazioni

Sul Server Centrale:

- Sono salvati i dati relativi ai transiti in una apposita tabella
- Per ogni sito è salvato il timestamp fino al quale si è certi che la UEL ha inviato i dati di transito (T_A per il primo portale e T_B per il secondo)
- Sia $T_M = \min(T_A, T_B)$
- Per ogni transito T_i rilevato presso la UEL B, selezionato in ordine temporale crescente fino a T_M , si considera un insieme di transiti T_1, \dots, T_N sulla UEL A, selezionati secondo una finestra temporale data dal limite di velocità su quella tratta
- Si verifica la presenza di una presunta infrazione passando al PlateMatcher T_i e T_1, \dots, T_N
 - Se viene riscontrato un accoppiamento si verifica il tempo minimo impiegato per

percorrere la tratta con il limite preciso legato alla classe del veicolo.

- Se si conferma la presunta infrazione sono richieste alle UEL le immagini dei transiti, altrimenti si invia alle UEL il comando di cancellazione per entrambi i transiti
 - Se non è riscontrato nessun accoppiamento, si richiede alla UEL B di cancellare l'immagine e i dati del transito T_j
- L'elenco delle presunte infrazioni così rilevate è analizzato dal software OCR, che rileva la targa e, previa verifica dei duplicati, la mette a disposizione delle verifiche successive (invocazione MCTC, SAFO, ecc.) che possono validare o portare alla cancellazione della presunta infrazione.
- Tutti i transiti non accoppiati sono cancellati dalle UEL con una retention di 72h con un messaggio "Cancella fino alla data" che il ServerCentrale invia alle UEL

5.2.2 Rilevazione infrazioni velocità istantanea

Nel caso della rilevazione della velocità istantanea, dato un veicolo che transita sotto un portale:

Sulla UEL:

- E' rilevata classe del veicolo e velocità istantanea
- E' confrontata la velocità istantanea con il limite di velocità per quella classe di veicoli
- Se si è al di sotto del limite l'immagine è cancellata
- Se si è al di sopra del limite l'immagine è inviata al server centrale, dove viene salvata in tabella, e rimossa dalla UEL.

Sul Server Centrale:

- L'immagine è analizzata dal software OCR, che rileva la targa e, previa verifica dei duplicati, la mette a disposizione delle verifiche successive (invocazione MCTC, SAFO, ecc.) che possono validare o portare alla cancellazione della presunta infrazione.

5.2.3 Calcolo statistiche

Per quanto riguarda il calcolo delle statistiche di velocità media (quelle in istantanea rimangono uguali al sistema SICVe), si applica un meccanismo analogo al rilevamento delle presunte infrazioni in media, ovvero:

Sulla UEL A e B:

- E' rilevata classe del veicolo, velocità istantanea (a fini statistici) e timestamp del passaggio.

- L'immagine è processata con EnDetector e è estratta una stringa PM rappresentativa del transito. Nota che se si è in verifica violazione questi primi due step sono effettuati una sola volta per ogni transito.
- I dati relativi al transito (timestamp, Stringa PM e classe) sono inviati al Server Centrale a fini statistici

Sul Server Centrale:

- Sono salvati i dati relativi ai transiti in una apposita tabella
- Per ogni sito è salvato il timestamp fino al quale si è certi che la UEL ha inviato i dati di transito (T_A per il primo portale e T_B per il secondo)
- Sia $T_M = \min(T_A, T_B)$
- Per ogni transito T_j rilevato presso la UEL B, selezionato in ordine temporale crescente fino a T_M , si considera un insieme di transiti T_1, \dots, T_N sulla UEL A, selezionati secondo una finestra temporale data da un intervallo di velocità "ragionevole" quella tratta (ad esempio se il limite è 100km/h si considera un intervallo [50km/h – 250 km/h])
- Si verifica la presenza di una presunta infrazione passando al PlateMatcher (configurato per la raccolta statistica) T_j e T_1, \dots, T_N
 - Se viene riscontrato un accoppiamento si salva la statistica così rilevata e si invia alle UEL il comando di cancellazione per entrambi i transiti
- Tutti i transiti non accoppiati sono cancellati dal sistema centrale con una retention di 72h

5.3 Analisi impatti

I macrocomponenti del sistema SICVe impattati dall'integrazione sono:

- SICVeServer
- UEL
- VTCV
- SUV
- ServerTraffico

5.3.1 SICVeServer e UEL

- **Modifica protocollo UEL-Centro:**
 - **Aggiungere gli attributi in più necessari alle informazioni aggiuntive legate al PM.** Sui flussi principali di comunicazione tra UEL e SICVeServer, ovvero i messaggi di

statoUEL, i comandi da inviare alla UEL stessa e i dati legati al transito, è necessario aggiungere tutti i parametri e i dati necessari a gestire la nuova tecnologia.

- **Aggiunta del messaggio “Cancella tutti i transiti fino alla data”.**
L'implementazione di questo messaggio permette di gestire in maniera più snella la cancellazione di transiti per retention, in quanto si specifica alla UEL la data prima della quale è possibile cancellare i transiti.
- **Aggiunta del messaggio “Ho inviato tutti i transiti fino a”.** L'implementazione di questo messaggio permette al server centrale di conoscere con esattezza l'istante temporale fino al quale una determinata UEL ha inviato tutti i transiti.

- **Verifica che la modifica del protocollo sia retrocompatibile senza che sia necessario reinstallare tutte le UEL.** Questa attività è necessaria per poter portare avanti l'introduzione graduale della nuova tecnologia mantenendo una retrocompatibilità verso le UEL che utilizzino ancora OCR.

5.3.2 SICVeServer

- Creazione di un task che recuperi i transiti corredati di StringhePM per verificare gli accoppiamenti
 - Gestione delle diverse finestre temporali entro cui cercare un transito in maniera dipendente dalla classe rilevata
 - Applicazione della logica che verifica la coerenza tra la tipologia delle UEL per poter definire le tratte ed evitare tratte miste SICVe/SICVe-PM
 - Analisi strutture dati efficienti per acquisizione dati da inviare al PlateMatcher (hash table)
 - Integrazione con libreria PlateMatcher
- Aggiunta di un secondo task che effettui l'accoppiamento dei transiti utilizzando la libreria PlateMatcher a fini statistici
 - Deve essere possibile configurare lo start e lo stop di tale task
- Creazione di un task che si occupi di eseguire un OCR all'interno del sistema centrale relativamente alle presunte infrazioni
 - Deve essere possibile configurare i parametri che regolano tale OCR
 - Devono essere gestiti eventuali allarmi legati all'OCR
- Creazione di un task che si occupi di gestire la logica della retention sui transiti provenienti dalle UEL che utilizzano la tecnologia SICVe-PM (che tenga conto dello stato delle UEL, dei nuovi

messaggi,ecc.)

- Aggiornamento della verifica violazione Online affinché sia compatibile con il Plate Matching
- Creazione di un task che si occupi di controllare la presenza di duplicati all'interno delle presunte infrazioni

5.3.3 UEL

- Integrazione con EnDetector: è aggiunto ai componenti della UEL il PMManager, che gestisce tutte le comunicazioni verso tale libreria. Oltre ai comandi per l'estrazione delle stringhe PM deve anche poter gestire:
 - Comandi per avviare/stoppare/riavviare da remoto EnDetector
 - Aggiunta dello stato EnDetector tra quelli che impattano la funzionalità della UEL
- Modifica al PConfTUI per poter configurare i parametri del PlateMatching
- Aggiunta di un task all'interno della UEL che abbia lo scopo di inviare periodicamente al centro il messaggio "Ho inviato tutti i transiti fino a "

5.3.4 VTCV

- Rimozione delle verifiche sulle targhe per tutti i siti in cui si sia in modalità SICVe-PM

5.3.5 SUV

- Modifica al verbale per nuova omologa: dal momento che sarà disponibile un nuovo numero di omologa per le tratte in cui si utilizzi tecnologia SICVe-PM, è necessario modificare il flusso di informazioni tra SICVeServer e SUV in modo da includere tale informazione.

5.3.6 Server Traffico

- Modifica attuali report in cui si calcola velocità media (cambia identificatore transito)

5.3.7 Sviluppi accessori

- Aggiornamento sicurezza – sostituzione MD5 con SHA256
- Aggiornamento sicurezza – modifica algoritmo firma
- Iniettori di traffico per stress test: è necessario definire degli iniettori di traffico per testare la robustezza della nuova implementazione
- Build di due ISO che differiscano per la tipologia di UEL (SICVe o SICVe-PM): deve essere possibile includere o meno gli applicativi accessori in base alla tipologia di UEL di cui si vuole effettuare la build
- Deploy distribuito UEL (UELInstaller)