

## ATTRIBUZIONE AUTOMATICA DEL SINGOLO EVENTO ALLA SPECIFICA SORGENTE SONORA TRAMITE SOFTWARE OSSR

Giovanni Amadasi (1), Carlo Notini (1), Gianni Mossa (1)

1) 01dB Italia – Campodarsego PD

### 1. Introduzione

Il riconoscimento delle sorgenti sonore che contribuiscono al livello sonoro in una data posizione è tuttora oggetto di varie scuole di pensiero sulle modalità operative per individuare e classificare le singole sorgenti. Oltre a considerare le approssimazioni sull'attendibilità di un metodo rispetto ad un altro, ciò che sicuramente accomuna i vari metodi è il tempo necessario per ottenere il risultato, un tempo che potrebbe essere ridotto con software basati su algoritmi IA (intelligenza artificiale) in grado di riconoscere in maniera automatica determinate sorgenti.

Se, da un lato, diverse esperienze pregresse hanno dimostrato come il riconoscimento basato sulla traccia temporale e lo spettro in frequenza non è in grado di garantire sufficiente affidabilità, l'associazione del riascolto audio può risolvere il problema dell'affidabilità ma non ridurre il tempo di elaborazione e la dimensione dei files da analizzare. Queste sono dunque le problematiche che sono state affrontate e migliorate in modo sostanziale tramite un software IA (OSSR di Orelia).

Nel presente lavoro viene presentata un'applicazione per il riconoscimento automatico dell'emissione sonora da veicoli terrestri (auto e treni) e mezzi aerei, relativamente ad una posizione di misura (stazione 01dB-Oper@) ubicata in un'area residenziale, mentre un ulteriore esperimento è stato condotto per valutare la sensibilità del metodo per una tipica emissione sonora dal motore di un veicolo in condizioni stazionarie, ma con prevalenza di "suoni" non correlati il cui livello copriva quasi completamente il rumore del veicolo stesso.

La trattazione teorica di un software IA non è l'oggetto del presente studio, ma in sintesi si può dire che ci sono due passi da considerare: il trattamento di file audio compressi (MP3) e l'adozione di modelli uditivi adatti al riconoscimento automatico di sorgenti. Esiste una vasta bibliografia sulle teorie applicabili e che sono alla base del software OSSR, tra cui si possono citare i metodi di estrazione delle caratteristiche principali di un segnale audio compresso (quale gli MP3) e, ad esempio, l'individuazione e l'analisi del ritmo (beat detection), l'analisi con la trasformata discreta in ondine (Wave-

let transform), la classificazione del genere “musicale” combinando timbrica, ritmica e contenuto armonico.

## 2. Descrizione dell’esperimento del rumore ambientale

La postazione di misura era non-presidiata e i files di livello e audio (MP3) erano trasferiti via modem, questi ultimi potevano essere registrati in continuo con start manuale o su soglia di livello globale o in bande di frequenza o su percentili pre-impostati. Per una prima verifica del software IA è stato preso in esame un file che riportava in sequenza 3 sorgenti distinte di livello e durata diverse.

Il software IA OSSR ha esaminato automaticamente in background i files MP3 che si rendevano man mano disponibili, e ha provveduto alla classificazione automatica delle sorgenti riconosciute in base ad un catalogo predefinito di: veicoli terrestri, transiti ferroviari, sorvoli aerei. Per la visualizzazione è stato inizialmente utilizzato un software audio commerciale nel quale sono stati importati i file audio e C<sup>++</sup> dell’analisi, i dati sono stati poi trattati anche con il software dBTrait.

## 3. Risultati per il rumore ambientale

La traccia sonora riporta nella Figura 1 è costituita, in sequenza, da: sorvolo aereo di un jet, passaggio veicolo, passaggio treno, passaggio veicolo, sorvolo aereo turboelica. La classificazione automatica generata dal software IA è associata tramite la generazione di file di testo da Notepad<sup>++</sup>, visibile nella pseudo-traccia inferiore, i cui termini significano: air = aereo, road = strada, rail = treno.



Figura 1 – Traccia sonora e classificazione automatica sorgenti

Il riconoscimento e la codifica delle sorgenti operati da OSSR è un processo unico suddiviso in due passaggi consecutivi:

- 1) riconoscimento del *pattern* sonoro
- 2) validazione del riconoscimento.

sorgente	n	sec
aerei	512	0.0213
autoveicoli	16 384	0.683
treno	16 384	0.683

Nel primo passaggio il software utilizza gli algoritmi IA per riconoscere la presenza di un determinato *pattern* sonoro e assegna il valore “0 = assente” o “1 = presente” ogni *n* numero di campioni – *frame* - dove il valore *n* è diverso per ogni tipologia di sorgente; sulla base di qualche migliaio di prove e

assumendo 1 sec = 24 000 campioni, i valori di  $n$  sono stati impostati come indicato nella tabella sopra riportata.

Per convalidare il riconoscimento della sorgente tra  $n$  diversi *frame* consecutivi deve verificarsi la condizione per cui la media mobile del numero dei *frame* risulta superiore ad una soglia percentuale pre-impostata. Il periodo di presenza della sorgente è considerato dal primo frame fin quando il valore di media-mobile scende sotto un'altra soglia percentuale pre-impostata.

Si hanno dunque 3 parametri impostabili dall'utente in funzione delle condizioni specifiche al contorno del luogo di misura o delle sorgenti, che sono:

*frame-size* = numero di frame consecutivi da mediare, impostato a 100 frame

*soglia-up* = valore di soglia percentuale che se superato determina l'inizio del periodo di presenza della sorgente, impostato a 0.8 (80%)

*soglia-dw* = valore del livello di soglia percentuale inferiore che determina la fine del periodo di presenza della sorgente, impostato a 0.5 (50%).

In altre parole significa che quando la media fatta su 100 fame consecutivi supera il valore di 0.8, cioè l' 80% dei frame hanno il valore "1" (sorgente presente), la presenza della sorgente è confermata, quando la media scende sotto il valore di 0,5 la sorgente non è più presente. I frame con valore "0" non vengono mai considerati.

Il successivo passaggio dei dati al dBTrait ha permesso di ricavarne automaticamente la Tabella a fianco nella quale sono listate le sorgenti definite come *aereo*, *ferroviario*, *stradale*, e con i codici in sequenza 6, 7, 8.

Dall'esame della storia temporale e del multi spettro base 1 secondo riportati nella Figura 2, si vede la traccia temporale e gli spettri medi associati alla presenza della singola sorgente identificata. Tutto il processo è stato implementato in modo automatico e senza alcun intervento da parte dell'operatore per la ricerca e la classificazione delle sorgenti.

dBTrait - [010034_091013_122406S_1.CMG]						
Principal : 14:24:06 13/10/2009						
Fichier	010034_091013_122406S_1.CMG					
Commentaires						
Début	14:24:06 mardi 13 octobre 2009					
Fin	14:26:45 mardi 13 octobre 2009					
Durée élémentaire	1s					
Total périodes	159					
Voie	Type	Pond.	Min.	Max.	Min.	Max.
Opera N°10034 Ch1	Leq	A	40	90		
Opera N°10034 Ch1	Multispectres 1/3 Oct Leq	Lin	0	80	12.5Hz	20kHz
Source	Code					
aerien	6					
ferroviaire	7					
routier	8					



Figura 2 – Codifica sorgenti e spettro medio in 1/3 d'ottava tra i cursori

#### 4. Esperimento all'interno veicolo

E' stato poi condotto un ulteriore esperimento per verificare la sensibilità del software IA in un caso, appositamente creato, in cui la sorgente era appena percettibile all'orecchio umano. Si è trattato di registrare un segnale audio all'interno di una vettura ferma ma con riproduzione di un brano musicale dall'impianto stereo e vari altri "rumori" tipici di una persona seduta al volante. Ad un certo momento è stato acceso il motore "al minimo" e successivamente si è abbassato il finestrino lato conducente.

Nella traccia sonora riportata in Figura 3 si nota l'evoluzione temporale, lo spettrogramma e la classificazione del software IA; in effetti la sorgente "road" è stata riconosciuta quando il finestrino era abbassato.

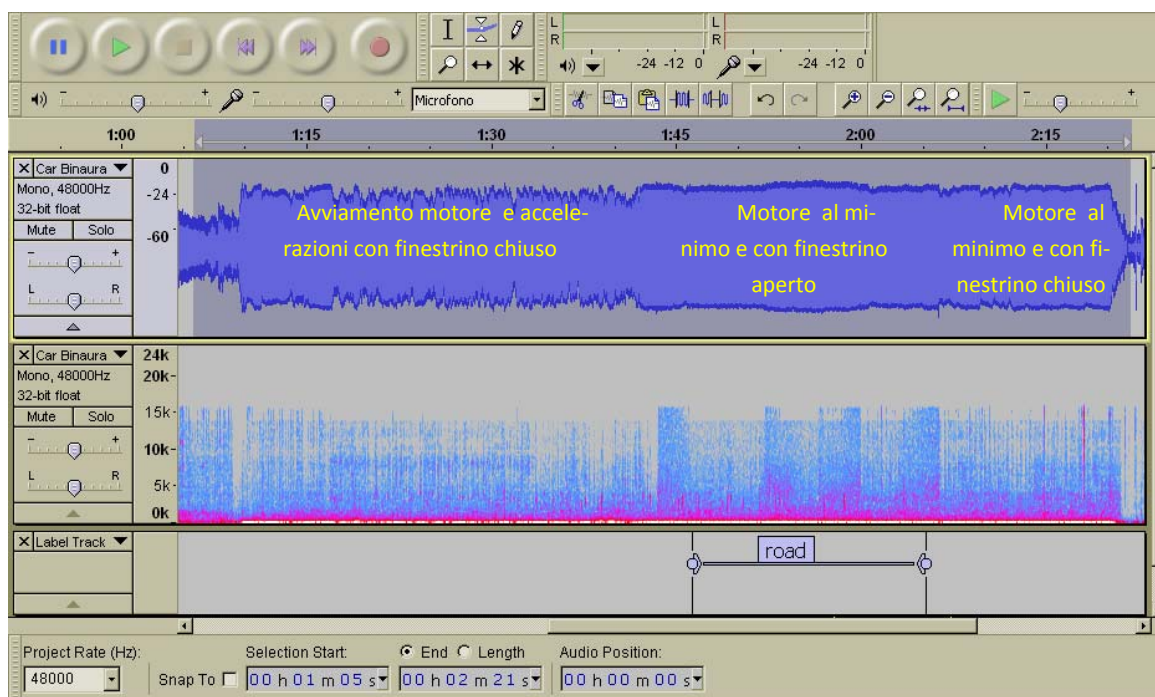


Figura 3 – Codifica sorgenti interno veicolo

#### 5. Bibliografia

B. Defreville and C. Lavandier, "The contribution of sound source characteristics in the assessment of urban sound-scapes", *Acta Acustica with Acustica* 92, 912–921 (2006).

B. Barbo, C. Rosin, J-M. Machet, B. Defreville. "A pattern recognition approach for aircraft noise detection", *Internoise* 2009.

Rosin C., Barbo B., Defreville B., "Monitoring du bruit des avions : une détection à partir du signal audio", *Congrès français d'acoustique* (2010).

J. Blauert and U. Jekosh, "Sound quality evaluation, a multi-layered problem", *Acta Acustica united with Acustica* 83, 747–753 (1997).

H. Almuallim and T. G. Dietterich. "Learning boolean concepts in the presence of many irrelevant features". *Artificial Intelligence*, 69(1-2):279–305, 1994.