

# 3D-VMS Virtual Microphone System

## all'Opera

Leonardo **Scopece**,  
Rai - Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica



### Sommario

*Il sistema 3D-VMS, oggetto di precedenti articoli, ha recentemente beneficiato di miglioramenti, dal punto di vista sia tecnologico sia operativo. Il sistema è stabile per quanto riguarda lo sviluppo teorico, ma è tuttora in fase di evoluzione, grazie ai miglioramenti offerti dalla piattaforma tecnologica.*

*Le caratteristiche di affidabilità e di qualità offerte, valutate realizzando sperimentazioni con varie tipologie produttive e di ripresa, sono state giudicate molto interessanti e la Rai ha utilizzato per la prima volta il sistema per la ripresa e trasmissione in diretta in occasione della diffusione dell'Opera Lucia di Lammermoor, su Rai Radio 3 e sulla rete Euroradio.*

## 1. L'EVOLUZIONE

Il sistema denominato 3D-VMS, basato sulla teoria Ambisonic, utilizza una sonda a più capsule per realizzare la ripresa multimicrofonica e consente di posizionare più punti di ripresa sul piano azimutale e mediano (fino a 7 microfoni virtuali).

Il sistema, descritto in precedenti articoli [1,2], è oggetto di evoluzione dal punto di vista sia della configurazione hardware, sia dell'interfaccia utente.

La configurazione illustrata in [2] comprendeva una sonda microfonica collegata con l'interfaccia EMIB all'unità di elaborazione (in pratica un PC quad-core) dei segnali controllata da una console (un MacBook).

Dal punto di vista hardware, l'evoluzione del sistema consente ora di affidare ad un MacBook quad-core di svolgere sia le funzioni di unità di elaborazione sia di console che provvede alla GUI.

Questa innovazione è molto importante, sia dal punto di vista operativo, perché semplifica parecchio il compito del tecnico dedicato a gestire il sistema, sia per lo sviluppo delle potenzialità future.

Sarà possibile avere una sincronizzazione audio/video di servizio tramite due "gruppi" di segnali che viaggiano su cavo IP e sarà facilitata l'introduzione del Time Code, il codice temporale necessario alla sincronizzazione dei segnali audio provenienti dalla

sonda con i segnali video provenienti dalle telecamere utilizzate durante le riprese televisive.

Le prestazioni del sistema sono state giudicate adatte per la sua utilizzazione per la ripresa dell'opera "Lucia di Lammermoor" al Teatro Regio di Torino, diffusa in diretta su Rai Radio 3 sulla rete Euroradio.

## 2. LA NUOVA INTERFACCIA

I suggerimenti dei colleghi della Produzione sono stati importanti per consentire il miglioramento notevole dell'interfaccia utente, fino a pervenire alla versione attuale. Le novità dal punto di vista operativo hanno consentito di realizzare le prove di registrazione e di montaggio e infine di adottare il sistema per la diffusione in diretta.

In figura 1 è rappresentata l'interfaccia di post-produzione che presenta, come elemento centrale, una fotografia della scena che "abbraccia" un campo visivo da 360° azimutali.

d - Selezione e scelta del dispositivo audio collegato al MacBook

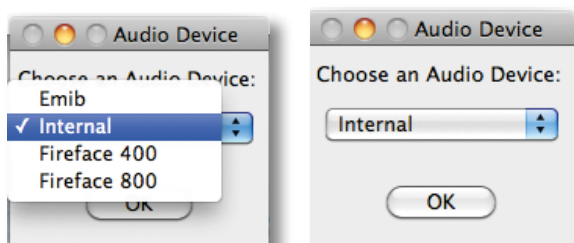
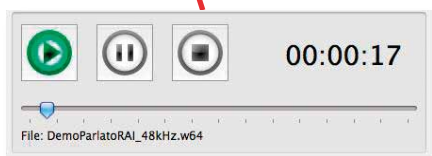


Fig. 1 - Impostazioni in post-produzione.



a - Gestione del brano



b - Gestione di posizionamento spaziale e zoom dei singoli microfoni virtuali

c - Selezione del microfono

Si possono notare alcune peculiarità di cui la vecchia interfaccia non era provvista:

- ✓ la possibilità di visualizzare i minimi di guadagno dei microfoni virtuali, rappresentati come "X" (Notch);
- ✓ le circonferenze, che rappresentano le quantità di profondità di guadagno (la direttività), corrispondono ad una attenuazione rispetto al centro pari a 6 dB;
- ✓ è possibile andare in *Play*, *Pause* e *Stop* durante l'analisi del segnale audio, controllando il segnale in qualunque momento (a);
- ✓ si può agire nei "campi" *Azimuth*, *Elevation* e *Order* anche impostando direttamente i valori (b);
- ✓ attivando *Selection Button/Mouse* si seleziona uno dei microfoni in scena; nella versione precedente, essendo i cerchi vicini tra loro, poteva accadere che la selezione, e il conseguente movimento, agisse su un microfono diverso da quello voluto (c);
- ✓ si può agire sul guadagno di ingresso al Mac, nella sua funzione di registratore audio, attraverso un dosatore virtuale;
- ✓ inoltre si ha il monitoraggio dei livelli dei 32 microfoni, aprendo ad es. il software di registrazione *Plogue Bidule* e selezionando *Monitor*;
- ✓ si può scegliere il dispositivo audio da utilizzare (d), tra RME Fireface 400 o 800, EMIB o il MacBo-

Acronimi e sigle	
<b>3D-VMS</b>	3D - Virtual Microphone System
<b>AIDA</b>	Advanced Industrial Design in Acoustic
<b>EBU</b>	European Broadcasting Union
<b>EMIB</b>	Eigenmike® Microphone Interface Box
<b>GUI</b>	Graphic Use Interface
<b>HOA</b>	High Order Ambisonic

ok stesso (in questo caso per due soli microfoni virtuali);

Anche l'interfaccia utente relativa al *Real-Time* è stata rivoluzionata (figura 2), dotandola di funzionalità analoghe a quelle disponibili per la post-produzione:

- ✓ è possibile scegliere il numero di microfoni con cui operare (1, 2 o 7);
- ✓ il microfono è selezionabile mediante *Selection Button/Mouse*;
- ✓ posizione e direttività del microfono è impostabile direttamente nei rispettivi campi;
- ✓ è possibile avere un'idea dello zoom impostato osservando nell'apposita finestra il diagramma polare del microfono scelto;
- ✓ il livello di registrazione è impostabile agendo su un dosatore virtuale, in modo da non rischiare di saturare il segnale portandolo in distorsione.



Fig. 2 – Impostazioni in Real-Time

## 3. I TEST

### 3.1 RIGOLETTO

La ripresa effettuata al Teatro Regio delle prove generali del "Rigoletto" di Giuseppe Verdi (figura 3) è stata realizzata con una sola sonda microfonica posta al centro, sul bordo del palco, allo scopo di riprendere sia le voci frontali, sia l'orchestra, localizzata posteriormente rispetto alla sonda.



Fig. 3 – Torino, 9 aprile 2011. Prove generali del "Rigoletto" al Teatro Regio.

Quando si è analizzato il risultato in post-produzione i microfoni virtuali sono stati posizionati come illustrato in figura 4.

Il risultato sonoro del fronte acustico del cantato è molto buono: le voci sono così "presenti" che si ha l'impressione che i cantanti siano dotati di radiomicrofono individuale. In complesso, si ha un'aria del palco non invasiva e gradevole nella giusta misura e la spazialità delle voci corrisponde al reale ed è piacevole.

Per quanto riguarda l'orchestra, invece, il risultato non è sufficiente, come d'altronde ci si aspettava. Si avverte infatti che i suoni degli strumenti non arrivano direttamente alla sonda microfonica, ma riflessi dalle pareti della fossa: non sono suoni ottenuti mediante microfoni puntati direttamente, sui percorsi delle onde sonore generate dagli strumenti musicali.

Questa esperienza ha permesso di individuare una configurazione ottimale di ripresa, messa in atto successivamente, per la "La Traviata".

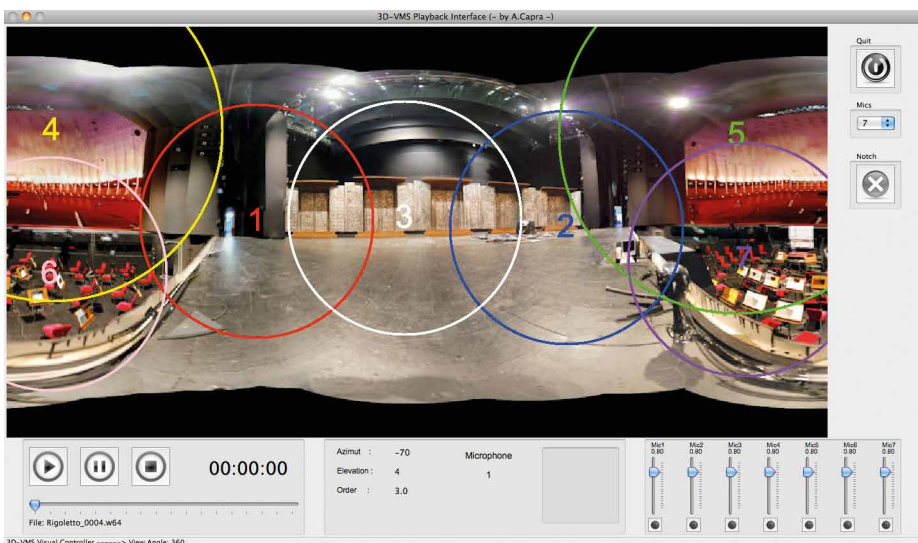


Fig. 4 – Impostazione grafica per la ripresa del "Rigoletto".



Fig. 5 – Torino, 20 aprile 2011. Prove generali de “La Traviata” al Teatro Regio.

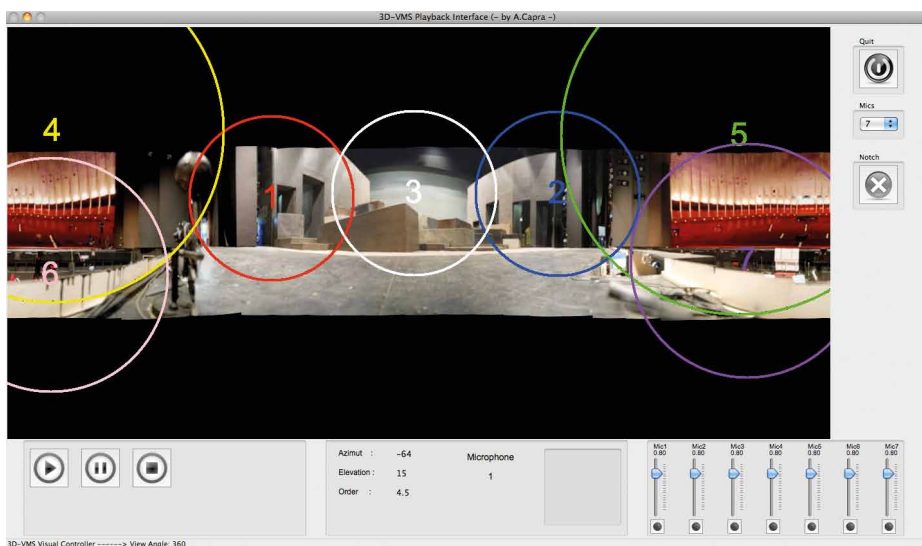


Fig. 6 – Impostazione grafica per il palco de “La Traviata”.



Fig. 7 – Impostazione grafica per la fossa d’orchestra de “La Traviata”.

### 3.2 LA TRAVIATA

Per la ripresa delle prove generali de “La Traviata” di Giuseppe Verdi (figura 5) sono state utilizzate due sonde microfoniche: una posizionata nello stesso luogo scelto per il “Rigoletto”, al centro, sul bordo del palco, e una posta alle spalle del Direttore d’Orchestra e orientata verso il centro della fossa.

Nelle figure 6 e 7 sono illustrate le impostazioni per le due sonde: quella orientata verso il palco e quella orientata verso la fossa.

Il risultato sonoro è nettamente superiore, per quanto riguarda il contributo della fossa, rispetto a quello ottenuto per il “Rigoletto”: gli strumenti sono più presenti e più “puliti”, anche se cambia indubbiamente il modo di sentire l’orchestra. Gli strumenti non vengono percepiti come se fossero singolarmente “a fuoco”, come nella tecnica di ripresa multimicrofonica, ma in modo simile all’ascolto reale, davanti all’Orchestra.

Per quanto riguarda il risultato relativo al palco, è molto buono e fornisce le stesse sensazioni precedentemente osservate.

Un potenziale problema potrebbe nascere dalla somma dei contributi delle voci sulle due sonde, influenzata dai percorsi differenti degli stessi. Dal punto di vista tecnico le sonde, poste a distanza di circa 6 metri tra di loro, riprendono lo stesso suono, ma con un certo ritardo. All’ascolto questo fenomeno non è risultato udibile, probabilmente grazie all’acustica del Teatro e al puntamento ottimale dei microfoni virtuali relativi alla fossa.



Fig. 8 – Torino, 21 giugno 2011.  
“Lucia di Lammermoor” al  
Teatro Regio.

L'effetto surround è stato ottenuto utilizzando i contributi forniti dai microfoni virtuali 4 e 5 sintetizzati dalla sonda relativa al palco (figura 6), mentre non sono stati utilizzati i contributi della sonda relativa alla fossa, perché influenzati fortemente dalla superficie riflettente costituita dal muro alle spalle del Direttore.

## 4. IN ONDA

### 4.1 LUCIA DI LAMMERMOOR

Dopo l'attenta valutazione dei risultati dei test precedentemente descritti, la Rai ha deciso di utilizzare il sistema 3D-VMS nel corso della ripresa della “Lucia di Lammermoor” di Gaetano Donizetti (figura 8).



Fig. 9 – Impostazione grafica per la “Lucia di Lammermoor”.

L'opera è stata trasmessa in diretta da Rai Radio 3 ed è stata distribuita da Euroradio<sup>Nota 1</sup>. Infatti è uno dei 324 concerti che costituiscono l'*Euroradio Summer Festival* del 2011.

In figura 9 è riprodotta l'impostazione grafica dei microfoni virtuali definita durante le prove e mantenuta durante la diretta.

Nota 1 – Euroradio è la rete di scambio di programmi audio digitali di alta qualità dell'EBU.

Il sistema 3D-VMS è stato adottato per la ripresa del palco, mentre la ripresa dell'orchestra è stata effettuata in modalità classica multimicrofonica.

Il suono generato dal sistema 3D-VMS è pieno, piacevole, con mancanza di *fading* (graduale aumento o decremento del livello del segnale sonoro dovuto al passaggio di copertura da un microfono a quello adiacente), ottima continuità di ripresa in scena e ottima disposizione in profondità e ampiezza delle voci che si svolgono sul palcoscenico.

I segnali elaborati dal sistema 3D-VMS sono considerati alla stessa stregua di segnali provenienti da microfoni posti in scena e mixati insieme a quelli provenienti dai microfoni posti nella fossa (figura 10).

Il ritardo dei segnali elaborati dal sistema 3D-VMS rispetto a quelli reali è di 134 ms. Di conseguenza è stato introdotto un ritardo analogo sui segnali provenienti dai microfoni convenzionali.

## 5. EVENTI NON ANCORA ANALIZZATI

Citiamo due ulteriori eventi, che saranno oggetto nel prossimo futuro di analisi con il sistema 3D-VMS in post-produzione.

Il 16 maggio 2011 presso lo Studio 3 del Centro di Produzione TV Rai di Milano è stata ripresa la West-Eastern Divan Orchestra diretta dal M° Daniel Barenboim. Sono state eseguite due parti estrapolate dalla "Eroica" di Beethoven e dalla "Patetica" di Tchaikovsky, diffuse nel corso della puntata di "Che tempo che fa" condotta da Fabio Fazio su Rai 3.

La sonda microfonica è stata sospesa all'altezza dei proiettori luci sopra l'orchestra.

Il 29 giugno 2011, in collaborazione con Radio Vaticana, è stata realizzata la ripresa della celebrazione della Santa Messa da parte di Sua Santità presso la Basilica di San Pietro in Vaticano, con la partecipazione del Coro e dell'Orchestra di Santa Cecilia e



Fig. 10– Mixaggio dei 7 segnali ottenuti in live dal sistema 3D VMS e dei microfoni della fossa.

del Coro della Sistina dello Stato Città del Vaticano, diretto da Don Massimo Palombella.

Le riprese audio sono state effettuate sia dalla Radio Vaticana, sia dalla Rai. La Rai ha utilizzato due microfoni 3D-VMS, e un microfono Holophone H2Pro.

## RINGRAZIAMENTI

Un particolare ringraziamento va a tutti coloro che hanno reso possibile le riprese degli eventi oggetto di questo articolo, in particolare: la Radio Vaticana per l'organizzazione e la disponibilità presso la Basilica di San Pietro; i responsabili e i tecnici del Teatro Regio di Torino per le riprese del "Rigoletto" e de "La Traviata"; i colleghi della Rai Andrea Canino, Maurizio Trevisan, Roberto Cotto e Luca De Murtas per aver effettuato ripresa, mixaggio e messa in onda della "Lucia di Lammermoor", l'assistente musicale Felice Marengo per la valutazione dei risultati; il collega del Centro Ricerche Rai Enrico Cavallini per il supporto sugli impianti e le riprese fotografiche durante tutti i test svolti.

Il sistema 3D-VMS, basato sulla tecnica Ambisonic, è frutto della attività di ricerca effettuata dal Centro Ricerche della Rai in stretta collaborazione con il prof. Angelo Farina e l'ing. Andrea Capra del Dipartimento di Ingegneria Industriale dell'Università di Parma.

## BIBLIOGRAFIA

1. L. Scopece: "Sonda microfonica sferica per surround sound", *Elettronica & Telecomunicazioni*, Aprile 2010.
2. L. Scopece, A. Farina, A. Capra: "3D Virtual Microphone System – Sonda Microfonica ad Elevata Direttività", *Elettronica & Telecomunicazioni*, Aprile 2011.

## LeMiniSerie

**Elettronica e  
telecomunicazioni**

Questo articolo è parte della raccolta de LeMiniSerie sulle tecniche ed i sistemi di ripresa e produzione multimicrofonica basati sulle teoria Olofonica e Ambisonic.

La raccolta, comprendente articoli pubblicati a partire dall'agosto 2007, illustra le attività condotte presso il Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica della Rai per approfondire le basi teoriche dei due sistemi, ma soprattutto per sperimentarle in una ampia gamma di condizioni di ripresa.

Lo studio ha portato alla definizione del sistema 3D-VMS, basato sulla teoria Ambisonic, oggetto di brevetto da parte della Rai e dell'AIDA, *spin-off* dell'Università di Parma.

