

LOLA e la nuova frontiera dell'educazione musicale a distanza

Nicola Buso

Conservatorio di Musica Giuseppe Tartini di Trieste



Abstract. LOLA è un sistema di trasmissione audio/video, sviluppato dal Conservatorio “Tartini” di Trieste in collaborazione con il Consortium GARR, che permette di suonare a distanza in tempo reale su rete dedicata, abbattendo i tempi di latenza e garantendo la massima qualità dei segnali (senza compressione).

Il sistema è caratterizzato da un'interfaccia utente estremamente semplice e usabile, e connotato dalla massima trasparenza, in modo da non gravare in alcun modo sul suo utilizzo, tendendo ad assomigliare sempre più a un ambiente naturale piuttosto che a uno strumento artificiale.

Le applicazioni spaziano dalle arti performative (musica, danza, teatro, ...) alla ricerca scientifica, con ricadute significative in ambito didattico, soprattutto musicale, permettendo a maestro e allievo, situati in luoghi diversi, di relazionarsi come se la distanza non esistesse.

1. Nascita del progetto LOLA: contesto e problematiche di base

Possiamo rintracciare le origini del progetto LOLA (LOW LATency audio visual streaming system) nella conferenza GARR tenutasi a Pisa nel 2005, che offrì l'opportunità di sperimentare lo stato dell'arte degli strumenti di e-learning e di analizzarne i limiti: LOLA nasce come tentativo di superare quei limiti, per consentire a musicisti situati in città diverse di suonare assieme.¹

Tra gli strumenti di e-learning disponibili alla didattica musicale prima dell'introduzione del sistema LOLA possiamo ricordare i seguenti:

- gli standard H.323 e SIP caratterizzati da un'alta compressione video, bassa qualità nella codifica dell'audio, precedenza del segnale video sul segnale audio (il sistema proprietario Polycom introduce la configurazione “music mode” per ovviare a questo limite), latenza significativa, ottimizzazione per reti a banda limitata;
- DVTS (Digital Video Transport System) caratterizzato da segnale video non compresso, DV audio codecs, segnale audio/video in *DV frames* e significativa latenza (circa 400ms), ottimizzato per la banda larga

(30Mbps), di ottima qualità, indicato per lezioni e masterclasses;

- Conference XP, flessibile e configurabile: audio e video vengono gestiti separatamente per quanto riguarda codifica e compressione, che possono essere di alta o bassa qualità, sono possibili *streams* audio/video multipli (la latenza è elevata), la larghezza di banda richiesta è variabile (da un minimo di 2Mbps in poi);
- Skype: facile, semplice, di bassa qualità sia audio che video, la latenza non è prevedibile e viene utilizzato in mancanza di altro, soprattutto nel privato.

La caratteristica comune a tutti questi tools è una latenza tale (tipicamente maggiore di 0.5sec) da non consentire un'esecuzione simultanea a distanza; il ritardo, imputabile alle tecnologie di codifica/decodifica e di trasmissione dei segnali audio/video, permette di fatto la praticabilità di comunicazioni bidirezionali alternate per cui, a fronte della possibilità teorica di una comunicazione *full-duplex*, la latenza riduce l'usabilità musicale del canale

¹ L'équipe è composta da Paolo Pachini: coordinamento generale; Carlo Drioli: programmazione; Nicola Buso: testing e consulenza musicale; Claudio Allocchio (GARR): testing e consulenza networking; Massimo Parovel: ideazione e supervisione.

alla tipologia di trasmissioni *half-duplex*.

L'entità del ritardo, oltre a non consentire di suonare assieme, favorisce l'innescò di fenomeni d'eco. L'eco si innesca allorché il segnale inviato in remoto, dall'altoparlante nella postazione remota rientra nel microfono remoto e viene reinoltrato alla postazione d'origine: nella postazione d'origine si sovrappongono il segnale originario e il suo ritorno (l'eco appunto), ritardato dal sistema e filtrato dall'impronta acustica della postazione remota; tale sovrapposizione rende inintelligibile il segnale, compromettendo il buon esito non solo di una lezione di musica, ma anche di una comunicazione verbale qualsiasi. La riduzione di tali fenomeni si ottiene con una opportuna scelta delle tipologie di microfoni e altoparlanti e con una opportuna loro disposizione spaziale. Sono disponibili, inoltre, validi tools di cancellazione dell'eco quali, ad esempio, EchoDamp [1], sviluppato da Brian Shepard (University of Southern California Thornton School of Music).

Ma se consideriamo che l'eco è sostanzialmente il segnale originario che ritorna dalla postazione remota con ritardo, allora appare chiaro che eliminare il ritardo significa eliminare l'eco. Il sistema LOLA riduce drasticamente il ritardo nella codifica/decodifica e trasmissione del segnale, eliminando con ciò il fenomeno dell'eco alla radice, migliorando significativamente la fruizione del segnale remoto (senza necessità di ricorrere a sistemi dedicati alla cancellazione dell'eco²). L'opportuna scelta e disposizione del setup audio (microfoni/altoparlanti) rimane comunque decisiva, come in qualsiasi altra amplificazione live del resto, per evitare l'innescò dell'effetto Larsen.

La riduzione drastica del ritardo nel sistema LOLA, che ha come immediato corollario l'eliminazione dell'eco, pone in prima istanza il musicista nella condizione di poter suonare assieme a un partner in remoto. Il ritardo, tuttavia, non è circoscrivibile alla sola tecnologia

utilizzata per mettere in comunicazione musicisti collocati in luoghi differenti, ma va visto nell'orizzonte più ampio dell'interazione del musicista con la tecnologia: l'utenza umana entra a far parte del sistema, e contribuisce a determinarne la latenza (incrementandola).

Per comprendere la dinamica del ritardo, possiamo ipotizzare il seguente esperimento: due musicisti in sedi differenti collegati via rete devono eseguire assieme una successione di quattro note, della durata di un secondo ciascuna, in modo che le note eseguite dal primo musicista siano sincrone a quelle eseguite dal secondo musicista. Se il canale di trasmissione e il sistema di codifica/decodifica del segnale introducono un ritardo apprezzabile (percepibile), il secondo musicista, per suonare la propria parte in sincrono con il primo musicista, deve attendere, ad ogni nota, che gli giunga la nota eseguita dal partner; quando la nota del primo musicista arriva al secondo musicista, questi può finalmente eseguire la nota della propria parte. L'esecuzione del secondo musicista, a sua volta, viene inviata via rete al primo musicista, il quale la riceverà con il ritardo tipico del sistema, sommato al ritardo introdotto dall'attesa del secondo musicista: solo allora il primo musicista potrà proseguire l'esecuzione, e così via, nota dopo nota. I ritardi della tecnologia si sommano alle attese incrociate dei musicisti e il concatenarsi di un'attesa dopo l'altra, nella trasmissione full duplex, dà luogo a un rallentando sempre più grande, che porta in brevissimo tempo l'esecuzione alla paralisi. Il ritardo globale è determinato dall'interazione uomo-macchina.

Per poter suonare assieme è necessario che la latenza del sistema non sia percepibile, non ecceda l'ordine di grandezza delle soglie percettive di segregazione temporale (circa 30ms) e si attesti, per dare una prima indicazione di massima, non oltre i 75ms (si tratta

.....
² L'eco non deve essere cancellato perché non ha modo di generarsi.

di un valore puramente indicativo, soggetto a molte variabili: strumenti, repertori e naturalmente, non da ultimo, musicisti...); se, infatti, il ritardo viene percepito dai musicisti, allora si innesca il meccanismo delle attese reciproche e, se l'attesa entra in retroazione, il ritardo cresce e l'esecuzione rallenta sino a fermarsi; se invece il ritardo esce dall'orizzonte della percezione, l'elemento umano esce dalla meccanica del ritardo, e il ritardo non viene alimentato ulteriormente dall'attesa reciproca dei musicisti, cosicché il ritardo non cresce, ma rimane costante, attestandosi sui valori propri dei meccanismi di codifica/decodifica del segnale e delle performance del network³.

Un altro elemento importante ai fini dell'esecuzione è il contatto visivo tra gli interpreti, per consolidarne l'intesa, nonché un contesto confortevole in termini di riverberazione, immersione sonora e concentrazione.

2. Il sistema LOLA: configurazione e esperienze

LOLA è un sistema di comunicazione audio-video, che si propone di garantire al musicista la minor latenza di trasmissione possibile (al di sotto delle soglie di percezione), un'interfaccia trasparente, naturale, non invasiva e un setup facilmente trasportabile e a basso costo.

Il sistema testato attualmente consta di due postazioni, entrambe così configurate:

- *Host PC*: Intel dual/quad core based system, 4 GB RAM, 500 GB Hard Disk, scheda madre con PCIe bus e DDR2/DDR3 ram technology, 1 o 2 porte LAN Gbit, PCIe Graphic Adapter, Low noise case/power supply con slot PCI/PCIe liberi, sistema operativo Windows XP;
- *Audio*: RME Hammerfall HDSP 9632 (PCI internal card);
- *Video*: Bit Flow ALT AN1 grabber con SDK 5.30 drivers, Sony HR50 b/w analog video camera;
- *Network*: Rete ad altissime prestazioni o LAN nell'ordine di Gigabit, basso jitter,

connettività end-to-end o circuiti che garantiscano l'assenza di errori.

Tutti gli elementi sono finalizzati al massimo abbattimento della latenza sia nella conversione AD/DA che nella trasmissione via rete di segnali audio e video non compressi. Un segnale non compresso non introduce latenza (non richiedendo l'intervento di alcun algoritmo di compressione) e garantisce una qualità superiore. Richiede, tuttavia, una larghezza di banda considerevole nella trasmissione in rete: decisivo è l'utilizzo di reti ad alte prestazioni dedicate alla ricerca, come ad esempio LightNet Project, GARR, GÉANT, Internet2, per la garanzia offerta sulla larghezza e stabilità di banda.

Il setup di microfonaione e di amplificazione del suono varia notevolmente in funzione degli strumenti in gioco e delle caratteristiche acustiche delle sale in cui gli strumenti si trovano. In linea di massima, sinora sono stati utilizzati microfoni a condensatore a diaframma piccolo con figura polare cardioidi abbastanza prossimi alla sorgente per una ripresa puntuale e per minimizzare il feedback elettroacustico; viene utilizzato inoltre un cluster di altoparlanti direzionati radialmente per la riproduzione/simulazione dello strumento remoto.

Allo stato attuale il sistema LOLA è stato messo alla prova su rete geografica in diverse occasioni pubbliche: il 23 novembre 2010 al Network Performing Arts Production Workshop il duo pianistico Trevisan-Zaccaria⁴ esegue su una distanza di 1300 km alcuni movimenti dei Concerti Brandeburgheesi di Bach (trascr. Reger), tra il Conservatorio "Tartini" di Trieste (Zaccaria) e l'IRCAM di Parigi (Trevisan); durante il Network Performing Arts Production Workshop dell'anno successivo, il 15 giugno 2011, i duetti per vio-

³ Salvo jitter introdotto dai limiti della tecnologia (oscillazioni nelle performances di rete, ad esempio).

⁴ Flavio Zaccaria e Teresa Trevisan sono docenti presso il Conservatorio di Trieste

lino di Bartok vengono eseguiti da Laura Agostinelli al Conservatorio di Trieste e Sebastiano Frattini al Gran Teatre del Liceu di Barcellona, coprendo una distanza di 2700 km. Il duo violinistico è formato da due brillanti studenti del biennio di perfezionamento del Conservatorio “Tartini”, che suonano abitualmente assieme, ma con un’esperienza concertistica ancora in fase di maturazione: LOLA si presta anche all’esperienza didattica, non richiede la matura esperienza del concertista.

Un test decisivo, poi, risale al 4 ottobre 2011, in occasione dell’“Internet2 Fall Members Meeting”, tra il NIU (Chicago, IL) e il Congress Center (Raleigh, NC) 1200 miglia (1850 km) per l’esecuzione della Passacaglia per violino e violoncello di Haendel affidata a Marjorie Bagley (violino) e Cheng-Hou Lee (violoncello). In questo caso i due musicisti non avevano mai suonato assieme prima e non si sono mai incontrati di persona: hanno effettuato una prova generale via LOLA (senza un addestramento specifico) e il giorno dopo hanno potuto dare il concerto con successo concedendo anche un bis, come se la distanza e la tecnologia non ci fossero. Il sistema si è rivelato un sistema trasparente, non invasivo.

3. E-learning musicale via LOLA

I tools menzionati all’inizio⁵ permettono uno svolgimento solo limitato dell’attività didattica musicale a distanza, perché non consentono di suonare assieme a causa della elevate latenze che li caratterizzano: l’azione didattica passa per forza di cose attraverso la comunicazione verbale in tempo differito (ad esempio, prima l’allievo suona e poi il maestro commenta, ovvero prima il maestro esorta e poi l’allievo si cimenta).

La possibilità di suonare assieme garantita da LOLA permette di reintrodurre nella prassi dell’educazione musicale a distanza un fattore decisivo: la comunicazione non verbale, tratto peculiare delle lezioni di musica, in cui il maestro accompagna l’allievo nella scan-

sione del ritmo, nell’articolazione del fraseggio, e interviene in tempo reale sul gesto; altri sistemi di e-learning, caratterizzati da latenze maggiori, non permettono l’interazione puramente musicale tra insegnante e discepolo, consegnando gran parte del lavoro alla mediazione della parola.

L’elevata resa della qualità audio permette inoltre di lavorare sull’aspetto timbrico. La possibilità di lavorare in tempo reale sulle sfumature timbriche del tocco, sulla gestualità e con la gestualità amplia significativamente l’orizzonte dell’insegnamento musicale a distanza vanificando la distanza; l’orizzonte si amplia dalla città al continente, le opportunità di conoscenza aumentano, non solo in ambito didattico, ma anche in quello professionale, favorendo e facilitando l’organizzazione di prove, abbattendo in modo significativo costi collaterali (in termini di tempo e di denaro) richiesti da viaggi e trasferte.

L’interazione musicale a distanza, sia essa una esecuzione distribuita su rete o una lezione in remoto, è solo una delle molte applicazioni possibili del sistema LOLA, che si presta anche alla sperimentazione nella danza e nel teatro, nelle arti performative e nelle metodologie didattiche, ma anche nella realtà virtuale immersiva e nelle nuove applicazioni mediche, che guardano con interesse all’ampliamento dei propri orizzonti reso possibile dalle reti ad alte prestazioni.

4. Prospettive

L’agenda di LOLA è ricca di appuntamenti, di natura tecnica, artistica e organizzativa. Continueranno innanzitutto test, verifiche, misure, per mettere alla prova e documentare la stabilità del sistema. Sarà sviluppato il supporto per il colore nella parte video, l’estensione al multicanale nella parte audio e alla trasmissione *multicast* nella parte network. L’interfaccia utente sarà raffinata, resa ancora più

.....
⁵ H.323 e SIP, DVTS, CXP, Skype.

usabile e intuitiva, in modo tale che il musicista non debba curarsi dell'apparato tecnologico, ma possa dedicarsi del tutto al solo fatto musicale e si lavorerà al trasferimento su piattaforma UNIX.

Verrà dedicata sempre maggiore attenzione alla ripresa e alla riproduzione del segnale audio e video (tipologia e posizione di microfoni, altoparlanti, luci), allo scopo di conseguire l'equilibrio più naturale possibile tra segnale locale (immediato) e segnale remoto (mediato dalla rete), sia in funzione degli interpreti che degli ascoltatori.

Saranno avviate collaborazioni con istituzioni europee di alta formazione musicale, sia per lo sviluppo di test tecnici su rete geografica, sia per la sperimentazione artistica con diverse famiglie e formazioni strumentali, sia per la ricerca scientifica sulle problematiche inerenti la percezione musicale.

Dal 2 al 4 aprile 2012 il Conservatorio "Tartini" di Trieste ha organizzato, in collaborazione con il Consortium GARR, il workshop "Introducing LOLA" [2], al fine di illustrare il sistema e promuoverne la diffusione.

Riferimenti bibliografici

[1] <http://www.echodamp.com>

[2] <http://www.conts.it/artistica/ricerca/introducing-lola-workshop>



Nicola Buso

nicola.buso@conts.it

Diplomato in Pianoforte e Musica Elettronica, laureato in Filosofia, dottore di ricerca in Musicologia.

Collabora con l'Ensemble L'arsenale, l'Archivio Luigi Nono, il Laboratorio Arazzi, i Laboratori Audio dell'Università di Udine. Insegna Musica Elettronica al Conservatorio Giuseppe Tartini di Trieste.