

LOLA LOw LAtency

Analisi ed ottimizzazione dei parametri e servizi di rete per la realizzazione di un'infrastruttura per l'educazione musicale a distanza



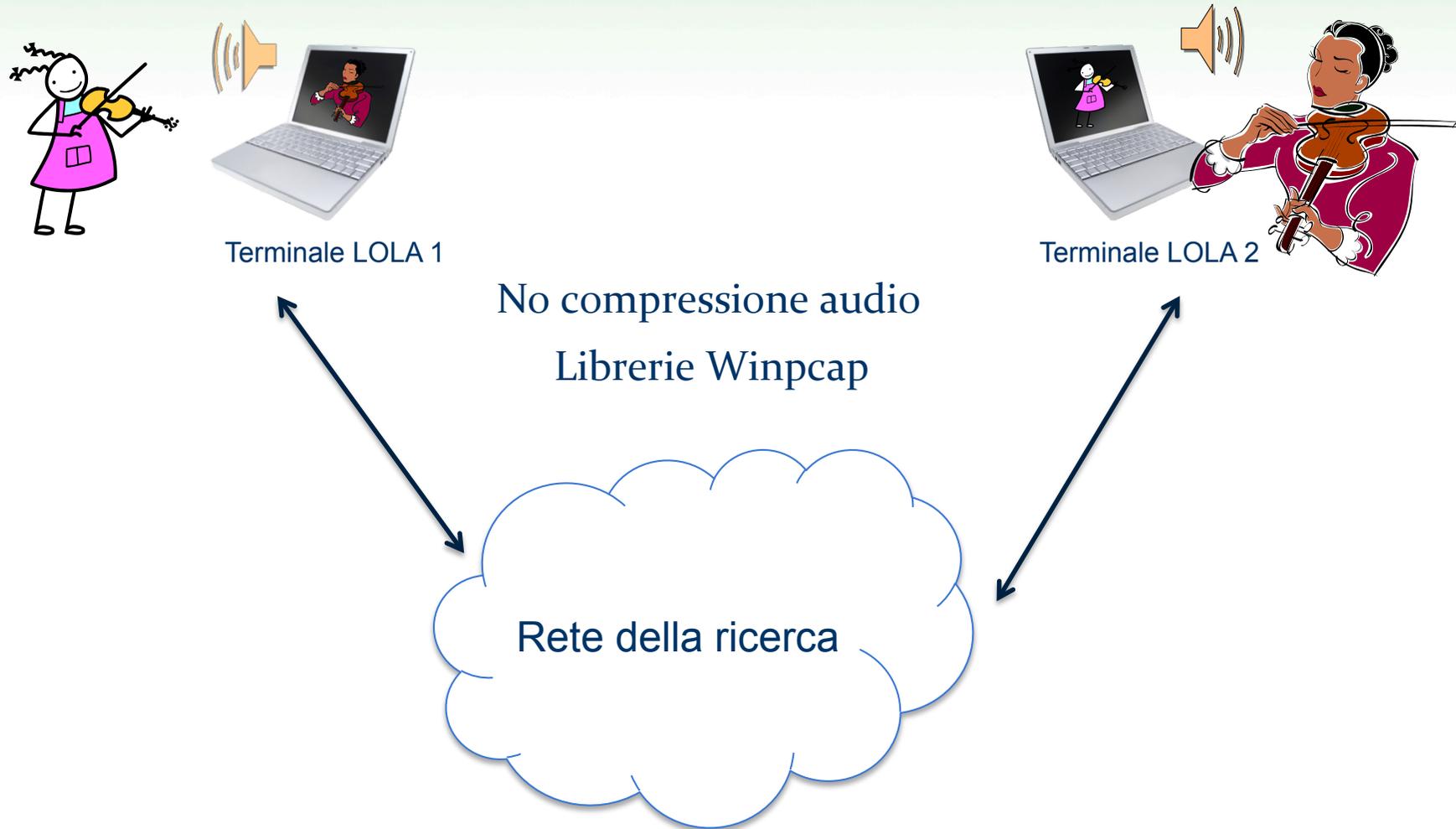
Conservatorio
di musica
Giuseppe
Tartini
Trieste



4° Borsisti Day – 13/09/2013



LOW LATENCY audio video transport system



Educazione a distanza

strumenti utilizzati

Videoconferenza standard

- Banda necessaria bassa (< 3M)
- Alta compressione A/V
- Audio scadente
- Alta latenza



DVTS (Digital Video Transport System)

- Banda necessaria alta (30M)
- Nessuna compressione
- Audio di ottima qualità
- Alta latenza



CXP (Conference XP)

- Parametri configurabili
- Banda necessaria da 128K a infinito
- Compressione da valori nulli a infinito
- Audio scarso o di qualità a seconda della configurazione



Conseguenze

Interazione limitata al dialogo: lezioni e masterclass non attuabili, problemi di gestione audio, eco e feedback presenti.

- Contatto visivo
- Effetto presenza
- Immersione spaziale nel suono
- Suono di alta qualità
- Nessuna interferenza ambientale
- Latenza impercettibile (<60 ms)



Cosa accade con i sistemi visti precedentemente?

In breve, nei sistemi visti precedentemente, seppur operanti in tempo reale, le prerogative descritte qui sopra non saranno mai pienamente soddisfatte; potranno certo essere soddisfatte in parte ma non simultaneamente in quanto ciascun sistema descritto necessita dell'adozione di compromessi (compressione audio/video, buffering...) per poter funzionare adeguatamente su reti con prestazioni limitate.

Suonare assieme esecuzione a distanza in realtime

Come dev'essere “fatto” il sistema

Deve essere equipaggiato con

- Un sistema hardware e software molto prestante per la cattura e la riproduzione di audio e video
- Un sistema hardware e software molto prestante per la codifica e decodifica di audio e video

Necessita di un servizio di rete che sia

- Molto veloce (1Gbps e oltre)
- Molto stabile (< 3 ms packet jitter)
- Senza errori (< 0,3% packet loss)
- Latenza minima (caratteristica dipendente da diversi fattori)

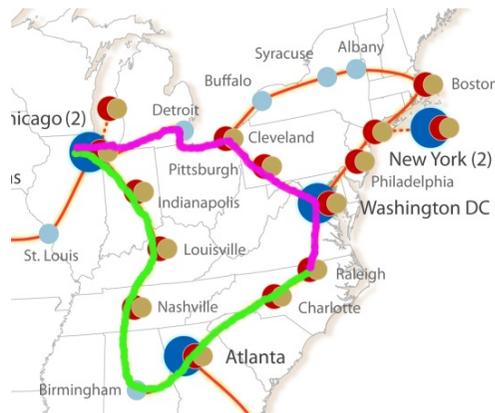
La parte hardware è attualmente implementata in LOLA.

L'oggetto vero e proprio del progetto di ricerca sarà
il servizio di rete per il funzionamento della piattaforma.

Stato della rete problematiche principali

Topologia

In questo caso, per ragioni legate alla cattiva connettività, il percorso di rete è deviato e poco logico: la connessione da Trieste a Barcellona è stata fatta passare per Madrid con ovvie conseguenze sulla latenza risultante.

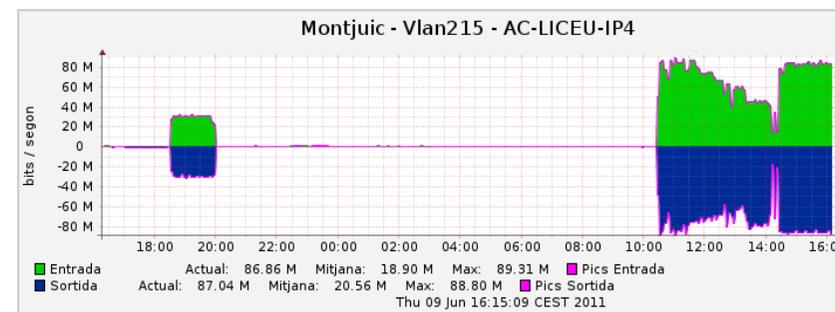


Asimmetria

I percorsi lungo una rete con tante maglie vengono scelti dagli Enti in modo indipendente e in base alle preferenze del protocollo di routing. Spesso capita che i percorsi di andata e di ritorno siano asimmetrici.

Performance (rete locale)

Non sempre le apparecchiature attraversate sono di buona qualità o in grado di gestire ed elaborare un certo tipo di flusso di dati; questi problemi vanno risolti, ove possibile con procedura di bypass.



Test per il monitoraggio delle interfacce rete 1/3

- Test del comportamento del sistema in modalità locale, collegamento back - to - back o collegate a porte dello switch Juniper 4200EX
- Test del comportamento del sistema attraverso loop di rete su collegamento GARR tra pop di Trieste e pop di Milano [LoLa attraversa una tratta di backbone GARR, condivisa best effort)
- Test del sistema con partner esterni (Laboratorio Multimediale d Janet, Servizio multimediale dell'Università di Cassino e altri partner nazionali e internazionali
- Prossimamente saranno effettuati collegamenti in modalità di rete con riserva di banda e su canali virtuali (layer 2 - ethernet) e ottici (lamdda dedicata Trieste-Lubiana e possibilmente altre destinazioni).

Test per il monitoraggio delle interfacce rete 2/3

- Invio a 30 fps e 60 fps
- Utilizzo di schede di rete con chipset Intel su slot PCIe e schede di rete onboard con chipset Realtek
- Acquisizione di snapshot dei valori di bps e pps attraverso il monitoraggio delle schede dallo switch Juniper 4200EX

```
Description: accesso rete pubblica collegamento LOLA
Link-level type: Ethernet, MTU: 1514, Speed: Auto, Dup
MAC-REWRITE Error: None, Loopback: Disabled, Source fi
Flow control: Enabled, Auto-negotiation: Enabled, Remo
Device flags   : Present Running
Interface flags: SNMP-Traps Internal: 0x0
Link flags     : None
CoS queues    : 8 supported, 8 maximum usable queues
Current address: 2c:6b:f5:83:8b:4a, Hardware address:
Last flapped  : 2013-09-03 11:38:52 CEST (00:01:31 ag
Input rate    : 485149728 bps (57986 pps)
Output rate   : 484940528 bps (57963 pps)
Active alarms : None
Active defects: None
```

Test per il monitoraggio delle interfacce di rete 3/3

Intel, 60fps, 12 minutes test, 6 snapshots

	IN		OUT	
	bps	pps	bps	pps
	485082784	57979	484973472	57965
	485057682	57977	485266880	58001
	485166464	57989	484999104	57969
	485166464	57989	484999104	57969
	485049312	57974	484881952	57956
	485166564	57989	485066048	57977
media	485114878	57983	485031093	57973

Schede con chipset Intel

Video	
Port: 19798	Sent Frames: 173216
Frame Size (byte):	Received Frames: 172021
Packet Size (byte): 1000	Drop Frames: 824
Local FpS settings: 60.00	Remote FpS settings: 60.00
Local window FpS: 60.44	Remote window FpS: 60.44
Sent FpS: 60.44	Received FpS: 60.44

Realtek, 30fps and 60fps, 12 minutes test, 6 snapshots

	IN		OUT	
	bps	pps	bps	pps
	245396864	29310	245647904	29339
	245396864	29310	245647904	29339
	245396864	29310	245647904	29339
	245396864	29310	245647904	29339
	245396864	29310	245647904	29339
	245396864	29310	245647904	29339

Schede con chipset Realtek

Video	
Port: 19798	Sent Frames: 375
Frame Size (byte):	Received Frames: 683
Packet Size (byte): 1000	Drop Frames: 1
Local FpS settings: 60.00	Remote FpS settings: 60.00
Local window FpS: 59.52	Remote window FpS: 60.44
Sent FpS: 29.30	Received FpS: 60.44

Analisi del traffico di LoLa 1/3

Anomalia collegamento verso Derby (UK)
Segnale video non fruibile, ma non perdita di pacchetti

Disordine pacchetti?

Hardware di rete?

Analisi

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	192.168.0.1	192.168.0.2	UDP	1042	Source port: 19798 Destination port: 19798
2	0.000007	192.168.0.1	192.168.0.2	UDP	1042	Source port: 19798 Destination port: 19798
3	0.000016	192.168.0.1	192.168.0.2	UDP	1042	Source port: 19798 Destination port: 19798
4	0.000188	192.168.0.1	192.168.0.2	UDP	1042	Source port: 19798 Destination port: 19798
5	0.000196	192.168.0.1	192.168.0.2	UDP	1042	Source port: 19798 Destination port: 19798
6	0.000893	192.168.0.1	192.168.0.2	UDP	1042	Source port: 19798 Destination port: 19798

▶ Frame 1: 1042 bytes on wire (8336 bits), 1042 bytes captured (8336 bits)
 ▶ Ethernet II, Src: Shuttle_bc:78:16 (00:30:1b:bc:78:16), Dst: 00:00:00_00:00:00 (00:00:00:00:00:00)
 ▶ Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.0.1 (192.168.0.1), Dst: 192.168.0.2 (192.168.0.2)
 ▶ User Datagram Protocol, Src Port: 19798 (19798), Dst Port: 19798 (19798)
 ▶ Data (1000 bytes)

```

0000  00 00 00 00 00 00 00 30 1b bc 78 16 08 00 45 00  .....0 ..x...E.
0010  04 04 13 37 00 00 80 11 a2 5e c0 a8 00 01 c0 a8  ...7...^.....
0020  00 02 4d 56 4d 56 03 f0 4d d1 fd fd fd fd df  ..MVMV..M.....
0030  df df ee ee ee 51 85 00 00 3e 01 00 00 83 00  .....Q. ..>....
0040  00 00 d5 ee 01 00 c7 03 00 00 00 ff ff ff ff  .....
  
```

File: "/Users/Sebastiano/Des... Packets: 80824 · Displayed: 80824 (100,0%) · Load time: 0:01... Profile: Default

Analisi del traffico di LoLa 2/3

Analisi lato Locale

- Acquisizione di dump del traffico anomalo tramite software *Wireshark* o *tcpdump* da riga di comando
- Generazione di traffico in modalità locale ed acquisizione del relativo dump
- Filtraggio dei pacchetti video e analisi della porzione desiderata del payload (numero progressivo dei pacchetti), confronto con l'analisi del dump locale

Analisi lato Partner

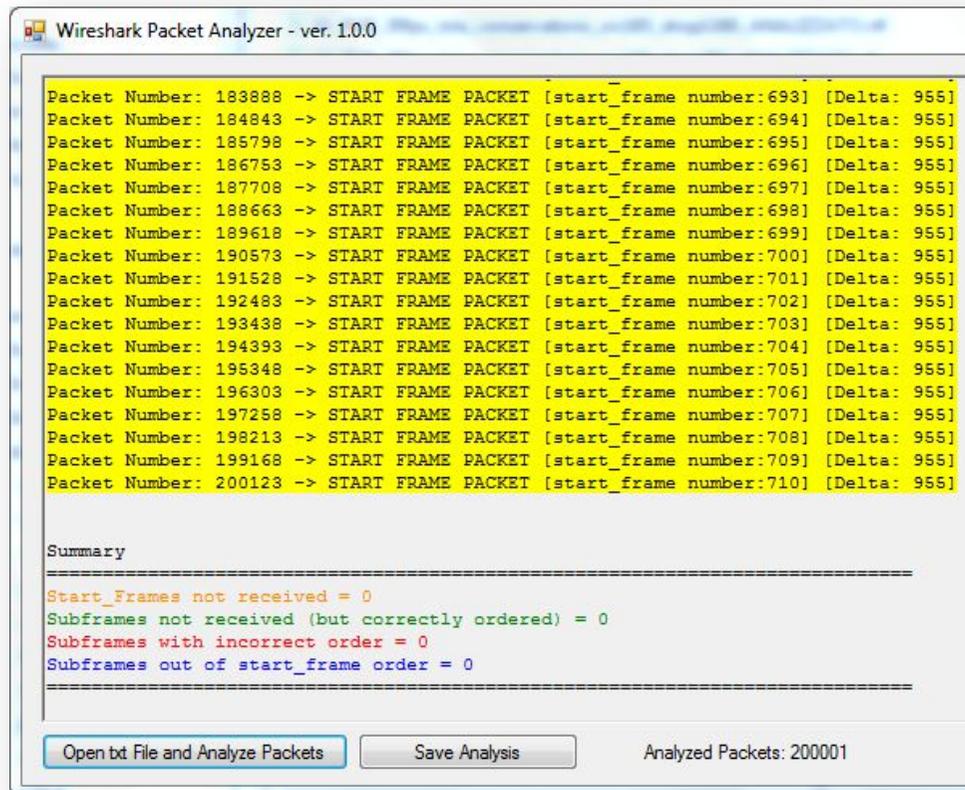
- Monitoraggio dell'hardware di rete
- Controllo del corretto funzionamento delle periferiche adibite al collegamento
- Controllo del corretto funzionamento dell'hardware adibito allo switching tra LAN e MAN
- Intervento di sostituzione tempestiva di eventuali connessioni danneggiate

Stringa per l'acquisizione con tcpdump

```
Terminale — bash — 101x11  
iMac-di-Sebastiano:~ Sebastiano$ sudo tcpdump -s0 -ien0 -c1658880 -w "[nomefile].pcap" 'src host 193.206.127.165 and udp port 19798 and ((greater 1041 and less 1043) or (greater 105 and less 107))'
```

Analisi del traffico di LoLa 3/3

È stato creato uno strumento software di analisi che...



```

Wireshark Packet Analyzer - ver. 1.0.0
-----
Packet Number: 183888 -> START FRAME PACKET [start_frame number:693] [Delta: 955]
Packet Number: 184843 -> START FRAME PACKET [start_frame number:694] [Delta: 955]
Packet Number: 185798 -> START FRAME PACKET [start_frame number:695] [Delta: 955]
Packet Number: 186753 -> START FRAME PACKET [start_frame number:696] [Delta: 955]
Packet Number: 187708 -> START FRAME PACKET [start_frame number:697] [Delta: 955]
Packet Number: 188663 -> START FRAME PACKET [start_frame number:698] [Delta: 955]
Packet Number: 189618 -> START FRAME PACKET [start_frame number:699] [Delta: 955]
Packet Number: 190573 -> START FRAME PACKET [start_frame number:700] [Delta: 955]
Packet Number: 191528 -> START FRAME PACKET [start_frame number:701] [Delta: 955]
Packet Number: 192483 -> START FRAME PACKET [start_frame number:702] [Delta: 955]
Packet Number: 193438 -> START FRAME PACKET [start_frame number:703] [Delta: 955]
Packet Number: 194393 -> START FRAME PACKET [start_frame number:704] [Delta: 955]
Packet Number: 195348 -> START FRAME PACKET [start_frame number:705] [Delta: 955]
Packet Number: 196303 -> START FRAME PACKET [start_frame number:706] [Delta: 955]
Packet Number: 197258 -> START FRAME PACKET [start_frame number:707] [Delta: 955]
Packet Number: 198213 -> START FRAME PACKET [start_frame number:708] [Delta: 955]
Packet Number: 199168 -> START FRAME PACKET [start_frame number:709] [Delta: 955]
Packet Number: 200123 -> START FRAME PACKET [start_frame number:710] [Delta: 955]
-----
Summary
-----
Start_Frames not received = 0
Subframes not received (but correctly ordered) = 0
Subframes with incorrect order = 0
Subframes out of start_frame order = 0
-----
Open txt File and Analyze Packets Save Analysis Analyzed Packets: 200001
  
```

- Permette di analizzare con facilità e rapidità la grande quantità di pacchetti contenuta nel dump, una volta che le informazioni sono esportate in text format
- Permette di determinare, analizzando il numero progressivo interno al pacchetto, se questo è arrivato ordinatamente o disordinatamente
- Permette di fare una sintesi, in fase di test, perlomeno sommaria, di quanto stia succedendo nel momento in cui il collegamento non dovesse andare a buon fine

Schede di rete dei PC

- Alcune schede di rete di fascia consumer, in particolare chipset Realtek e Broadcom, non sono in grado di gestire un elevato numero di pacchetti (60 Kpps)

Gestione dell'ordine dei pacchetti

- Nella maggior parte dei casi rilevati di problemi, il disordine dei pacchetti è provocato da sistemi di protezione dagli errori (nello specifico caso analizzato, a livello ottico): recuperando i pacchetti si perde l'ordinamento.
- Creazione di un ulteriore strumento di analisi che permetterà di valutare l'effetto sull'ordine di arrivo dei pacchetti durante i collegamenti sui canali di trasmissione che verranno utilizzati prossimamente.

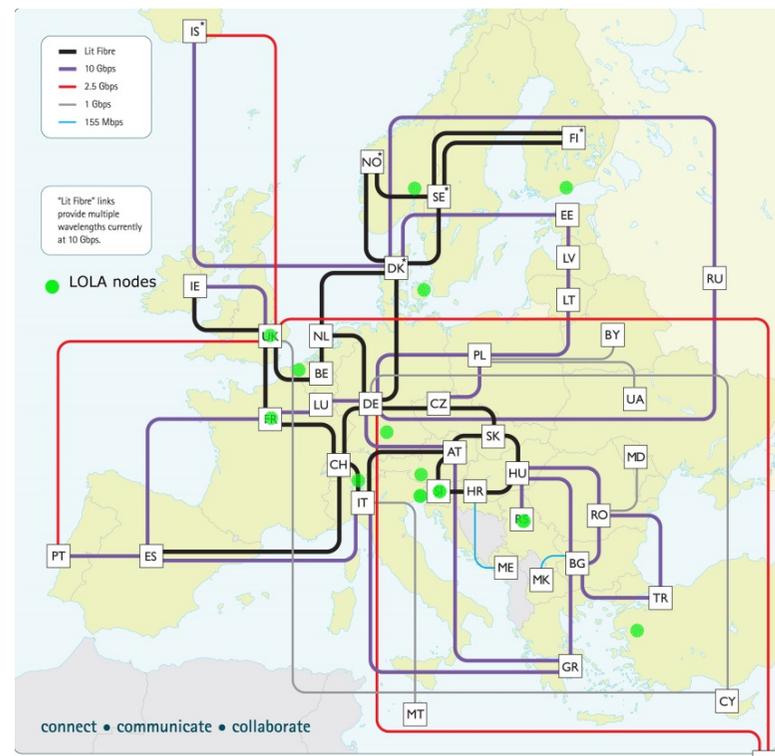
Collegamenti tipologie e partner locali ed esteri

Latenza, Jitter ed Error rate minimi sono alla base di applicazioni in tempo reale. Cosa accadrà quando si utilizzerà LOLA su...

- Rete della ricerca best effort con “banda in abbondanza”
- Circuito dedicato (ethernet) Layer 2 e virtuale
- Circuito ottico con Lambda dedicata
- Servizi di Qualità di Servizio (QoS)

Enti che collaborano con LoLa in Europa

Praga, Lubiana, Frosinone, Oxford, Edimburgo, Aarhus, Eisenstadt, Vienna, Trondheim, Manchester, Leeds, Oslo, Londra, Derby



Obiettivi del progetto

1. Definizione di un piano di implementazione per un servizio pilota dell'uso di LOLA a livello europeo
2. Realizzazione di uno o più servizi di testbed per l'uso di LOLA in stato perlomeno di pre - produzione (dipendentemente dalla disponibilità dei collaboratori) compreso un primo pilota di rete dedicata al servizio
3. Definizione, in base ai testbed realizzati, delle linee guida inerenti i servizi di rete più adatti all'utilizzo di LOLA
4. Studio e rapporto delle implicazioni artistiche e musicali che l'uso di LOLA comporta per l'esecuzione musicale a distanza