IMprovEEsation: Intelligent Musical Evolutionary Entertainment

Davide Berardi, Matteo Martelli, Marco Melletti, Federico Montori

9 dicembre 2014

Sommario

1 Introduzione

2 Stato dell'Arte

3 Modello del Dominio

Questa sezione descriverà la composizione del nostro progetto alla luce di ciò che è gia stato fatto e ciò che vogliamo introdurre. Il progetto ha come priorità l'esecuzione di un brano imrovvisato da parte di più musicisti, i quali non hanno (almeno per il momento) alcuna coscienza della presenza di altri musicisti.

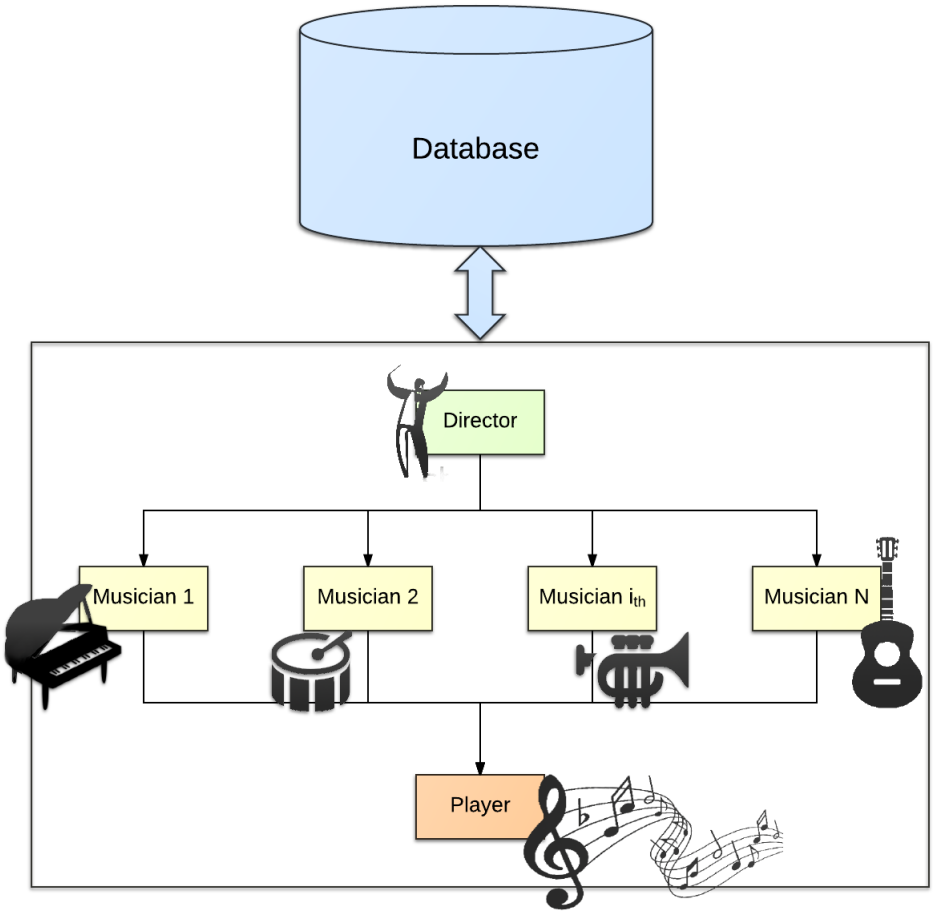


Figura 1: Schema dello scenario di progetto

Come mostrato in figura **??**, la struttura del sistema consta di alcuni componenti differenti, che descriveremo nelle sezioni seguenti, organizzati esattamente come in un'orchestra reale (fatta eccezione per il player): il direttore d'orchestra trasferisce le proprie informazioni rgenerali riguardo all'esecuzione a un numero arbitrario di musicisti, i quali eseguono una parte definita del brano e la passano a un player, che si occupa di tradurre in contemporanea ogni parte "scritta" da un musicista appunto in musica. È quasi come se i musicisti in questo caso, invece di produrre il suono loro stessi, producessero lo spartito misura per misura.

Nel nostro caso, sia il direttore sia i musicisti sono da considerarsi agenti intelligenti, mentre il player è un mero esecutore (come vedremo nelle descrizioni dettagliate nei prossimi capitoli).

Tali agenti intelligenti operano in un ambiente che potremmo descrivere con la notazione PEAS:

- Parzialmente osservabile, poichè i musicisti conoscono solo lo stato cor-

rente del direttore, ovvero soltanto ciò che esso decide di far suonare più, ovviamente, il proprio stato, ma non conosce ciò che gli altri musicisti eseguono. Inoltre, il direttore non conosce lo stato interno dei musicisti, ma si limita a decidere i parametri della misura seguente mediante un proprio algoritmo interno. Questo aspetto è presente in parte per semplificare la struttura attuale, ma potrebbe essere in seguito modificato.

- Strategico, poichè lo stato successivo dell'ambiente non è determinato dalle mosse di un agente, ma deve tener conto anche delle mosse degli altri agenti, che, pur essendo cooperativi, potrebbero risultare imprevedibili. Il direttore decide le proprie mosse che influenzano la globalità del sistema, ma non ha controllo su ogni singolo agente.

- Episodico nel caso del musicista, poichè le azioni performate da quest ultimo non hanno ripercussioni future nè costituiscono un parametro di decisione nell'episodio seguente. La percezione del musicista è definita dalle informazioni pervenute dal direttore. Nel caso del direttore invece l'ambiente assume una connotazione sequenziale, poichè alcuni parametri dell'azione corrente determinano una probabilità di passaggio a differenti azioni successive possibili.

- Statico, poichè solo gli agenti coinvolti possono variare l'ambiente.

- Discreto poichè, pur operando in un'ottica real-time, le azioni degli agenti si basano su unità di tempo atomiche uguali per tutti, come, del resto, la teoria musicale impone.

- Multiagente, anche se le interazioni reali fra agenti sono relativamente scarse. Questo fa di un ambiente concettualmente cooperativo, in realtà un ambiente composto da unità che dagli altri agenti possono essere viste come stocastiche e imprevedibili.

4 Overview dei Componenti

Il progetto è composto principalmente di tre parti principali:
Un **direttore**, il quale svolge il compito di centralizzare l'improvvisazione, dettando regole e decidendo i parametri generali per ogni punto dell'improvvisazione; potrebbe in un certo senso essere visto come una sorta di *coscienza comune*, la quale amministrebbe silentemente i vari musicisti, vedremo piú avanti come la natura centralizzata del direttore inoltre aiuti, ad esempio, a sincronizzare i vari musicisti.
Un **player**, il quale assieme al direttore compone l'architettura centralizzata del progetto; il compito del player é di ricostruire e di assemblare le varie improvvisazioni provenienti dai vari musicisti, ha inoltre un interfaccia modulare per salvare o riprodurre l'improvvisazione, per analogia con il direttore, il quale é il punto d'ingresso del progetto, il player é il punto dove viene formato l'output utile del progetto.
Vari **musicisti**, i quali prendono decisioni in base alla loro configurazione e all'output del direttore, processandole secondo vari meccanismi euristici (vedremo ad esempio implementazioni di meccanismi randomici o basati su algoritmi evolutivi).

Al fianco di questi componenti fondamentali é presente un ambiente di supporto per facilitare l'operazione, quali ad esempio il **database** dell'applicazione, responsabile dell'immagazzinamento della conoscenza dei vari componenti, ad esempio la rappresentazione dei vari generi e dei loro pattern collegati.

5 Componenti del Sistema

Come indicato in precedenza, i principali componenti in stretto contatto tra loro sono delle seguenti tre categorie, é stata scelta un implementazione non a camere stagne tra di essi, in modo da rendere il sistema il piú modulare possibile, potendo separare (anche fisicamente, distribuendoli su varie macchine) i vari componenti, utilizzando dei processi singoli per ogni istanza del singolo.

Si procede quindi con la descrizione dettagliata del comportamento di ogni elemento del sistema.

5.1 Direttore

5.2 Musicista

Come il direttore, il musicista nel nostro software è essenzialmente un processo. Il suo scopo principale è quello di creare in tempo reale della musica. Della buona musica? Ci prova; infatti il processo musicista trascorre la sua esistenza suonando delle note che possano andar bene assieme alle note suonate dagli altri musicisti. Questi ultimi non vengono lasciati soli nelle decisioni prese durante un'improvvisazione ma il direttore li aiuta a prendere delle scelte che possano aver senso fra di loro e li aiuta a coordinarsi. Il direttore quindi, tramite un certo protocollo di comunicazione, invia determinati parametri globali a tutti i musicisti che a loro volta scandiscono il database per cercare delle note che possano avere senso nel loro attuale contesto. Ad ogni insieme di note che i musicisti ottengono ad ogni passo dell'esecuzione è correlato un set di probabilità, il quale viene utilizzato per filtrare le note scelte da utilizzare e ad introdurre il comportamento di improvvisazione.

5.3 Player

6 Interazione e Comunicazione

La comunicazione è uno dei punti cruciali del progetto, sia per la quantità di informazione scambiata, che per la sincronia dei messaggi.

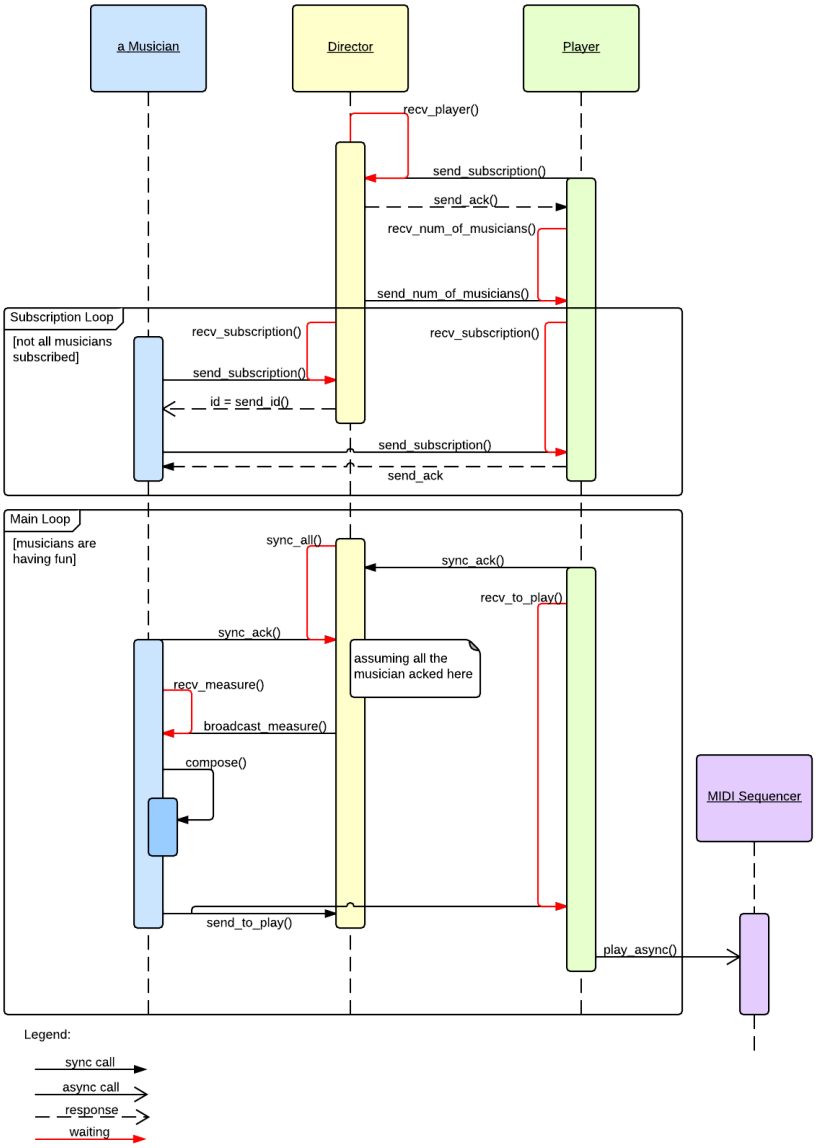


Figura 2: Diagramma del protocollo di comunicazione

Il protocollo è strutturato principalmente in tre fasi distinte.

6.1 Inizializzazione

Inizialmente il direttore riceve una sottoscrizione da parte del player.
Alla sottoscrizione (opportunamente segnalata tramite *ack*), susseguirà un pac-

chetto contenente il numero di musicisti [1] A questo punto l'inizializzazione tra i componenti principali (direttore e player) è completa, e la loro comunicazione, come vedremo si limiterà a messaggi di sincronizzazione.

6.2 Ciclo di Sottoscrizione

A questo punto, ogni musicista si preoccuperà di inviare la sua sottoscrizione all'improvvisazione sia al direttore che al player, in questo modo le due componenti principali avranno una chiara visione dell'improvvisazione, pur rimanendo completamente indipendenti.

6.3 Ciclo principale

Finita l'inizializzazione inizia il ciclo vero e proprio d'improvvisazione; una volta sincronizzati tutti i musicisti (e il player) a barriera, vengono inviate da parte del direttore le informazioni di improvvisazione, come vedremo più avanti questi pacchetti contengono tutte le informazioni sullo stato dell'improvvisazione, in modo da mantenere una certa coerenza tra tutti i musicisti.

Una volta composto, i musicisti inviano quindi la loro creazione [2] , al player il quale si occuperá di suonare la composizione nell'ordine corretto; Mentre il direttore si occuperá della sincronizzazione, proseguendo con un nuovo passo del ciclo.

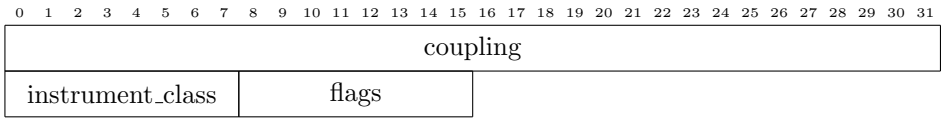
6.4 Libreria di comunicazione

L'implementazione della libreria di comunicazione è presente nel file *communication.cpp* e *struct.h*, se ne descrivono di seguito i dettagli.

Principalmente i pacchetti scambiati tra le varie istanze sono di 3 tipi: *Sottoscrizioni*, *Misure* e *Play Measures*.

6.4.1 Sottoscrizioni

Sono i pacchetti scambiati per la registrazione presso il Direttore o il Player



Essi contengono:

Coupling
: Un indicazione (per il player) sul fatto che il musicista sia in realtà una composizione di più musicisti [3]

[1] In modo da specificare solamente al direttore il numero di istanze di musicisti.

[2] Si rimanda alle opportune sezioni per come queste decisioni vengano prese.

[3] Immaginiamo ad esempio la mano sinistra e la mano destra dello stesso pianista, le quali devono essere assegnate allo stesso canale di output.

Instrument Class
Il tipo di strumento, utilizzato per la ricerca nel database e per l'assegnamento del corretto strumento *MIDI* in uscita.

Flags
I flag disponibili per la sottoscrizione sono:

- 0x0: Nessun flag rilevante.
- 0x1: Il musicista è un solista.
- 0x2: Il musicista utilizza pratiche di machine learning genetiche.

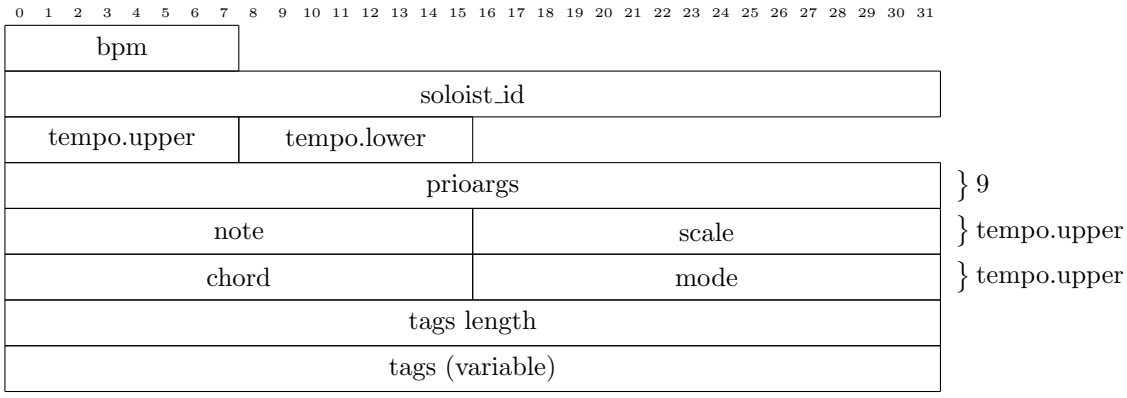
Da qui in poi sono riservati per utilizzi futuri.

La risposta a questi pacchetti non si limita al semplice ack, ma bensì ad un pacchetto contenente l'id (univoco per la sessione) del musicista.

É necessario indicare che la registrazione del il player presso il direttore avviene inviando questo paccheto con un coupling pari ad un valore costante (-1).

6.4.2 Misure

Sono i pacchetti contenenti l'informazione sullo stato dell'improvvisazione e il prossimo passo d'improvvisazione, sono inviati in broadcast dal direttore a tutti i musicisti.



BPM
Un indicazione sui bpm dell'improvvisazione corrente.

Soloist ID
L'ID del musicista che improvvisa correntemente in modalitá solista.

Tempo (upper e lower)
Indica la *Time Signature* dell'improvvisazione corrente.

Prioargs
Sono 9 campi costanti il quale compito é specificare una scala di prioritá con la quale effettuare le scelte di improvvisazione. [4]

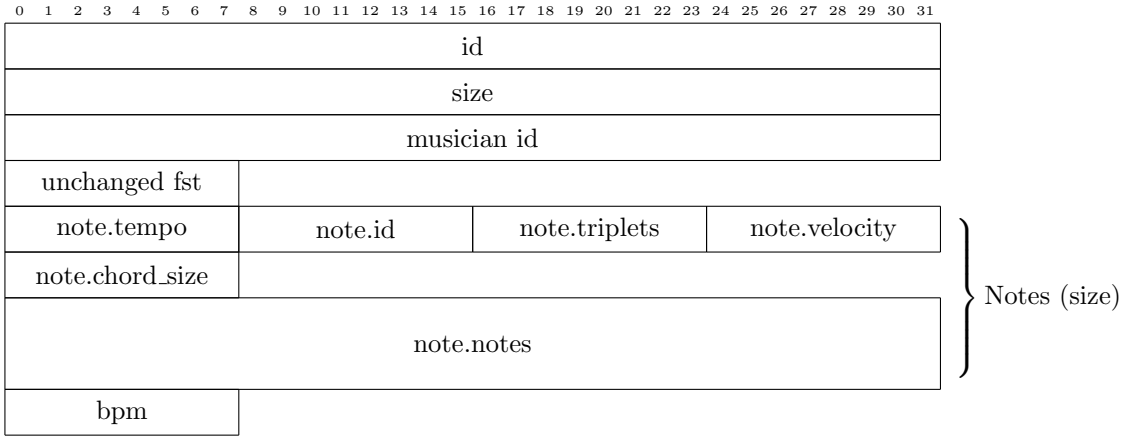
Note e scale
Sono *tempo.upper* campi contenti la successione dei centri tonali della misura.

Chord e mode
Sono *tempo.upper* campi contenti la successione di accordi della misura.

Tags
É un campo testuale utilizzato per indicare attributi del pezzo da improvvisare (ad esempio il genere).

6.4.3 Play Measures

Sono i pacchetti contenenti l'informazione dettagliata sulle note suonate è la composizione che, in output dal musicista, viene passata al player pronta per essere allineata con le altre battute ed essere suonata.



Id
Un numero progressivo (per musicista) indicante la posizione della battuta da suonare.

Size
Il numero di note presenti nella misura corrente.

Musician id
L'identificativo univoco del musicista che ha generato la misura in questione.

Unchanged fst
Un booleano indicante il fatto che la prima nota sia cambiata o meno. [5]

[4] Per una spiegazione piú dettagliata si rimanda ai capitoli sul come operano il Direttore e il Musicista.

[5] Questa feature é necessaria nel caso si debba effettuare dei legati o dei continui dalla misura precedente.

Note
Sono quindi presenti *size* strutture contenenti le seguenti informazioni

Tempo
La durata della nota (in sedicesimi).

ID
Un numero progressivo (per misura) indicante la posizione nella misura.

Triplets
Un indicazione sul fatto che la nota debba essere scandita con tempo terzinato.

Velocity
La velocity *MIDI*, é un indicazione sul volume della nota in output.

Chord_size
Il numero di note presenti (nel caso sia un accordo, altrimenti la nota sará singola)

Notes
Il vettore di note (in notazione *MIDI*).

BPM
Un indicazione sui bpm da utilizzare nella riproduzione dell'improvvisazione.

6.5 Meccanismi di sincronizzazione

L'ultimo compito della libreria di comunicazione è provvedere ad alcuni meccanismi per la sincronizzazione dei vari componenti.
Questo obiettivo è raggiunto utilizzando le chiamate di sistema di linux basate sugli eventi quali *epoll*, vengono radunati su di una barriera (in qualsiasi ordine) i musicisti, prima che venga loro notificato tramite *ack* la possibilità di continuare.

7 Rappresentazione della Conoscenza

Da qui per le prossime 3 sezioni usiamo i titoli che piacciono tanto agli intelligentisti. Pagina 5 del libro di IA. Manca interpretazione del linguaggio naturale perchè non sapevo cosa metterci dentro.

7.1 Regole e Pattern

7.2 Database Relazionale

8 Ragionamento Automatico

8.1 Mente del Direttore

Come ragiona il direttore quando decide i pattern?

8.2 Mente del Musicista

Come ragione il musicista quando decide le note?

9 Apprendimento

TODO:blabla generico su come potrebbe apprendere unm musicista basandosi sull'algoritmo genetico: si fornisce un insieme di samples a cui il musicista cerca di arrivare. Alla fine dovrebbe salvare tutto salvare nel database per in modo da non buttare quello appreso. Per adesso c'è solo l'algoritmo genetico ma spieghiamo comunque come salvaremmo la nuova conoscenza nel DB.

9.1 Algoritmo Evoluzionistico

supercazzola genetica e tante stampe.

10 Risultati Sperimentali

Dopo tanto sbatto funziona tutto random!

11 Conclusioni

Ci vuole un DB supermegagigante!!!

12 Sviluppi Futuri

12.1 Sviluppo della Conoscenza

Spieghiamo qui o in sviluppi futuri? Comnque potremmo proporre nel futuro di salvare nel db il risultato del genetico facendo un match dei quarter che sono usciti dal genetico con quelli che già ci sono nel db aggiustando le probabilità che già ci sono. Quelle che non ci sono possiamo aggiungerle.

Riferimenti bibliografici

[1] Homer J. Simpson. *Mmmmm...donuts*. Evergreen Terrace Printing Co., Springfield, SomewhereUSA, 1998