

Valorizzazione: il graduale interattivo multimodale

Adriano Baratè, Goffredo Haus, Luca Andrea Ludovico, Damiano Triglione

Laboratorio di Informatica Musicale

Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Informatica

1. Introduzione

Il presente capitolo descrive un progetto per il web volto alla valorizzazione e alla fruizione dei gradualia della Certosa di Pavia. L'utilizzo della tecnologia informatica nell'ambito dei Beni culturali per la salvaguardia e la vivificazione del patrimonio costituisce un campo di ricerca di particolare rilievo. Analizzando in particolare le collezioni digitali musicali e i relativi strumenti di consultazione in rete, sono disponibili numerosi progetti che vengono incontro a tali esigenze. A puro scopo esemplificativo, è possibile citare iniziative monografiche quali il portale Bach Digital¹ e il Digital Mozart Archive² dello Stiftung Mozarteum di Salisburgo, o teche digitali più generaliste quali il progetto IMSLP/Petrucci Music Library³. Si tratta di iniziative rilevanti per la ricchezza del patrimonio musicale messo liberamente a disposizione degli utenti della rete. I materiali digitalizzati includono metadati catalografici, partiture e tracce audio con esecuzioni tradizionali o sintetizzate. Aspetti su cui tali approcci risultano perfettibili riguardano le funzioni di interattività con i contenuti musicali e di fruizione sincronizzata su più livelli di rappresentazione.

L'obiettivo del presente lavoro è mostrare un approccio innovativo verso la diffusione e la fruizione dei contenuti di una teca digitale, mettendo a disposizione degli utenti un'interfaccia web con cui visualizzare i materiali in modo sincronizzato, ad esempio per quanto concerne gli aspetti grafico-notazionali e quelli audio, e poter interagire in modo attivo con i contenuti. Il caso di studio sarà rappresentato dall'esperienza dei gradualia della Certosa di Pavia, ma quanto illustrato nel presente capitolo può trovare applicazione in molti altri ambiti della codifica dell'informazione musicale.

Per raggiungere l'obiettivo di un'esperienza di fruizione ricca e interattiva, la necessaria premessa è disporre del maggior numero possibile di documenti digitali eterogenei che coprano i differenti ambiti della multimedialità (per esempio, più scansioni della partitura in diverse edizioni, più tracce audio relative a esecuzioni di diversi interpreti, e via dicendo). Solo in questo modo è possibile concepire una piattaforma che consenta l'ascolto e la visualizzazione sincronizzata di un brano musicale, con l'ulteriore possibilità di scegliere quale versione della partitura e quale versione dell'audio mandare in esecuzione. Inoltre è necessario determinare un formato che non solo contenga all'interno di un unico documento i riferimenti ai differenti materiali, ma sia anche in grado di fornire strumenti di sincronizzazione tra di essi. In questa ottica è stato adottato lo standard internazionale IEEE 1599, un linguaggio XML concepito per la codifica multi-livello della musica e sviluppato principalmente presso il Laboratorio di Informatica Musicale (LIM) dell'Università degli Studi di Milano.

¹ <http://bachdigital.uni-leipzig.de>

² <http://dme.mozarteum.at>

³ <http://imslp.org>

Dopo aver illustrato gli obiettivi conseguiti dal gruppo di lavoro degli informatici sui gradual, il presente capitolo descriverà le attività svolte sui materiali originali, sulla generazione di nuovi documenti digitali e sulla progettazione e implementazione dell'interfaccia web.

2. Obiettivi

Il graduale è un libro che raccoglie i canti della messa. Destinato ai cantori, riporta assieme ai testi liturgici anche la musica relativa, scritta in notazione neumatica. Esempi recenti, entrambi a opera dell'Abbazia di Solesmes, sono il *Liber Usualis*, stampato a partire dalla fine dell'800 fino al Concilio Vaticano II, e il *Graduale Triplex*, pubblicato nel 1979, che riporta in aggiunta le notazioni più antiche per permettere un confronto sinottico.

La Certosa di Pavia ospita presso la propria biblioteca 13 preziosi gradual che risalgono al Cinquecento. L'attività principale delle attività informatiche è stata volta a identificare le possibilità di diffusione di tali preziosi e delicatissimi materiali offerte dalla rete. Si tratta per lo più di un patrimonio nascosto e inaccessibile, se non per documentati motivi di studio e per operazioni di restauro. Le pagine stesse di cui si compongono i gradual sono state soggette nel tempo all'azione di deterioramento da parte di agenti fisici e chimici, e la loro intrinseca deperibilità pone un serio limite alle possibilità di consultazione.

La campagna di digitalizzazione eseguita sui gradual riveste dunque più ruoli: innanzitutto consente la conservazione dell'informazione grafica e musicale ivi contenuta, resa più vivida dagli interventi di restauro recentemente effettuati; in secondo luogo, fornisce la possibilità di riutilizzare le scansioni di alta qualità per pubblicazioni, studi e ricerche, senza accedere nuovamente ai materiali originali; infine, permette anche al grande pubblico di visionare tale inestimabile patrimonio artistico.

Altro aspetto strettamente legato alle finalità di divulgazione è quello della valorizzazione e della ri-vivificazione. La fruizione via web consente infatti non solo di visualizzare passivamente una serie di oggetti digitali quali le scansioni delle pagine, ma anche di ascoltarli seguendo nel contempo le note sulla partitura (operazione definita *score following*). L'esperienza di fruizione si arricchisce dunque di un ulteriore componente multimediale, divenendo multisensoriale. Altro aspetto che si è voluto privilegiare è quello dell'interazione con i contenuti musicali, il che si traduce all'interno del progetto in due ulteriori funzioni:

- la possibilità di scegliere i materiali iconografici da visualizzare, selezionandoli tra l'originale, una versione a stampa di metà Novecento in notazione quadra e una trascrizione in notazione moderna;
- la possibilità di navigare all'interno dei brani selezionando i punti sensibili della partitura, ossia tutte le figurazioni neumatiche, e causando un'immediata ri-sincronizzazione sia nell'esecuzione audio che nella visualizzazione dell'indicatore grafico.

Come si mostrerà nel seguito del capitolo, il lavoro e le risorse richieste per portare a termine in modo estensivo tali operazioni sono notevoli, motivo per cui il portale dedicato ai gradual consente la fruizione evoluta di un sottoinsieme significativo di brani, ossia le messe *In Nativitate Domini* contenute nel Graduale 814.

3. Acquisizione e produzione dei materiali digitali

Una prima campagna di digitalizzazione ha prodotto 2386 oggetti grafici relativi ai contenuti dei 13 gradual considerati. Sono state scansionate non solo le pagine notate, ma anche le copertine, i dorsi e i fogli di guardia. La diffusione di tali contenuti è avvenuta tramite un CD-ROM che recava la versione JPEG a bassa qualità del *corpus* complessivo dei gradual.

Il Graduale 814 è stato recentemente sottoposto a interventi di restauro conservativo, ed esposto al pubblico tra settembre e novembre 2009. A seguito di queste operazioni ha avuto luogo una nuova campagna di digitalizzazione dedicata a tale volume. Gli oggetti grafici – 116 in totale – sono stati salvati in formato TIFF non compresso. Nel dettaglio, sono stati prodotti file a 150 dpi (punti per pollice) con profilo colore RGB a 8 bit per canale.

La qualità e la risoluzione delle immagini ottenute è decisamente superiore, rivelandosi adeguata ai recenti standard tipografici professionali. Di conseguenza, i file hanno assunto dimensioni notevoli, dell'ordine delle decine di megabyte. Si è pertanto resa necessaria un'operazione di conversione in differenti formati a seconda degli obiettivi di fruizione. Per la versione web, si è optato per una codifica JPEG a bassa compressione, con profilo colore RGB a 8 bit per canale.

Al termine della campagna di digitalizzazione, è stato necessario intervenire con processi di editing digitale per svolgere operazioni quali il ridimensionamento, il miglioramento di bilanciamento colore, luminosità e contrasto, la rimozione dei bordi in modo da renderli trasparenti.

Nell'ottica della molteplicità di materiali orientata a una fruizione avanzata, si è considerato opportuno recuperare o produrre altre versioni grafiche delle partiture. In primo luogo, è stata digitalizzata una copia del *Graduale Cisterciense* (sic) stampato presso l'abbazia di Westmalle nel 1941. Anch'esso riporta i canti liturgici in notazione quadra, ma un accurato confronto con i manoscritti originali ha mostrato piccole varianti nell'utilizzo dei neumi. Si è inoltre provveduto a trascrivere le melodie in notazione moderna, utilizzando un software di editing digitale della partitura.

Il modello di fruizione precedentemente descritto rende fondamentale la presenza di oggetti audio per poter implementare un meccanismo di *score following*. Purtroppo, da questo punto di vista le registrazioni dei canti liturgici commercialmente reperibili risultano coperte da diritto di riproduzione. Date le finalità senza scopo di lucro dell'iniziativa, si è optato per generare versioni sintetiche dell'audio in formato MIDI.

Tutti i materiali prodotti nell'ambito del progetto e relativi ai singoli brani devono ora essere integrati all'interno di un documento che contenga informazioni di sincronizzazione. In definitiva, per ciascuna parte della messa, si tratta di gestire tre versioni alternative della partitura e collegarle a un unico audio. A questo scopo si è adottato lo standard IEEE 1599 descritto nel prossimo paragrafo.

4. Il formato IEEE 1599

Per codificare informazioni musicali eterogenee – simboliche, catalografiche, grafico-notazionali, audio – in un formato orientato alla fruizione avanzata dei contenuti, si è scelto di adottare lo standard internazionale IEEE 1599. Si tratta di un linguaggio basato su XML (eXtensible Markup Language), le cui specifiche si trovano in [1]. IEEE 1599 è stato originariamente concepito per la descrizione multi-livello dell'informazione musicale. Alla base della sua ideazione vi è l'obiettivo di codificare i materiali eterogenei relativi a uno stesso brano all'interno di un unico documento, mettendo a disposizione gli strumenti sintattici per descriverne tanto i dati musicali e multimediali quanto i meta-dati testuali e catalografici. Verranno ora analizzate le principali caratteristiche del formato. Per ulteriori dettagli sullo standard IEEE 1599 si rimanda a [2] e [3].

4.1. Struttura multi-livello

Come precedentemente evidenziato, il formato IEEE 1599 prevede una strutturazione multi-livello delle informazioni relative a un unico brano musicale. In numerosi lavori scientifici, tra cui [4], si sono evidenziati in ambito musicale i livelli qui elencati e sinteticamente descritti:

- generale, dedicato ai metadati sul brano, quali titolo, autore, numero di catalogo; contiene inoltre riferimenti a eventuali materiali aggiuntivi, ad esempio l'iconografia non direttamente riferibile al brano musicale (locandine, fotografie degli interpreti ecc.);

- logico, finalizzato alla descrizione simbolica del brano musicale, in modo indipendente da una specifica istanza grafico-notazionale. In altri termini, la partitura viene descritta come una sequenza di simboli musicali organizzati (note, pause, segni di articolazione, indicazioni di tempo e via dicendo), ma senza alcun riferimento ad aspetti di impaginazione, cui è dedicato un altro livello. In questo livello è presente inoltre una sezione per la trascrizione del testo cantato (*lyrics*);

- strutturale, rivolto ai risultati delle analisi musicali condotte secondo differenti modalità operative. Ad esempio, è possibile inserirvi una tradizionale analisi dell'armonia così come una schematizzazione della struttura del brano con reti di Petri;

- notazionale, destinato alla rappresentazione delle istanze grafico-notazionali della partitura, quali la scansione dell'autografo o di una versione a stampa;
- performance, dedicato ai formati sub-simbolici per l'esecuzione automatica della partitura da parte dell'elaboratore, tra cui si può citare il MIDI e l'MPEG SASL/SAOL;
- audio/video, rivolto ai materiali multimediali contenenti tracce audio relative al brano in esame. Nel caso di video, si può trattare di registrazioni dell'evento musicale, di videoclip, di film con colonna sonora, e via dicendo. Tale organizzazione gerarchica trova un'immediata controparte nelle possibilità sintattiche offerte dall'XML: i livelli si traducono in sotto-elementi del nodo radice IEEE 1599, come mostrato in figura 1.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!DOCTYPE ieee1599 SYSTEM "http://standards.ieee.org/downloads/1599/1599-2008/
ieee1599.dtd">
<ieee1599 version="1.0">
  <general>...</general>
  <logic>...</logic>
  <structural>...</structural>
  <notational>...</notational>
  <performance>...</performance>
  <audio>...</audio>
</ieee1599>
```

1. Scheletro di un documento IEEE 1599

Sebbene auspicabile, la compresenza di tutti i livelli citati non è richiesta, e nemmeno sempre possibile per un dato brano musicale. Ad esempio, un'improvvisazione jazz può presentare più versioni audio (livello audio/video) e più trascrizioni (livello notazionale) pur senza avere una vera e propria partitura codificata (livello logico), a meno di non voler considerare tale la griglia armonica seguita dai musicisti.

La strutturazione multi-livello consente di mantenere gerarchicamente organizzato un documento potenzialmente complesso, in cui l'eterogeneità delle descrizioni disponibili per un medesimo brano si verifica a livello sia qualitativo sia quantitativo. Con la prima locuzione si intende varietà nella tipologia di materiali (partiture, audio, video, testi ecc.) mentre con la seconda se ne coglie la numerosità sul singolo livello. Ecco che ad esempio un brano d'opera non solo può essere descritto nei suoi molteplici aspetti – la partitura simbolica, il libretto, un'edizione a stampa, un audio, un video – ma per ciascuna tipologia di materiale associato esso può essere collegato a più istanze, ossia a più versioni della partitura, a più tracce audio, a più riprese video e via dicendo.

Quest'ultimo aspetto di "eterogeneità quantitativa" può rifarsi sia a un'unica rappresentazione (si pensi ai diversi audio di una registrazione multi-traccia), sia a performance distinte (si consideri l'esecuzione di una data aria d'opera da parte di Di Stefano, Pavarotti e Domingo).

4.2. La sincronizzazione e il ruolo dello *spine*

La descrizione data finora potrebbe ingenerare l'idea di un puro formato-contenitore, al cui interno l'informazione è sì organizzata in maniera gerarchica, ma perde (o per meglio dire non acquisisce) l'aspetto di interrelazione tra materiali correlati. È però evidente che alcune forme di descrizione contengano intrinsecamente riferimenti agli stessi oggetti musicali.

Ad esempio, si fissi la granularità della codifica alla singola nota: questa potrà essere descritta dal punto di vista simbolico nel livello logico, corrisponderà a una specifica area su ciascuna delle istanze

grafiche nel livello notazionale, e verrà eseguita a un istante differente per ciascuna traccia audio nel livello audio/video.

Per realizzare questa forma di sincronizzazione è necessario disporre di una struttura dati che elenchi e identifichi tutti gli eventi oggetto di interesse nella codifica del brano. In un caso standard, si tratta di tutti gli eventi *nota* e *pausa* che costituiscono la partitura, anche se l'autore della codifica può scegliere un livello di granularità differente. Ad esempio, nel caso di studio descritto in [5], in assenza di una vera e propria partitura il concetto di evento musicale veniva fatto coincidere con quello di situazione accordale riferita a una griglia armonica.

```
<ieee1599 version="1.0">
  ...
  <logic>
    <spine>
      <event id="e0" timing="0" hpos="0"/>
      <event id="e1" timing="1" hpos="1"/>
      <event id="e2" timing="1" hpos="1"/>
      <event id="e3" timing="0" hpos="0"/>
      <event id="e4" timing="2" hpos="2"/>
      <event id="e5" timing="2" hpos="2"/>
      ...
    </spine>
  ...
</logic>
...
</ieee1599>
```

2. Esempio di *spine*

La struttura dati che elenca e identifica univocamente gli eventi poi descritti nel documento IEEE 1599 prende il nome di *spine*, in quanto costituisce una sorta di spina dorsale per la codifica. Tutti i livelli faranno riferimento agli identificativi nello *spine* al fine di descrivere i singoli eventi nelle varie modalità di rappresentazione. Un esempio viene mostrato in figura 2, ove gli eventi vengono chiamati e0... e5. Funendo da riferimento per tutti i livelli e per tutte le istanze interne ai livelli, lo *spine* supporta sia l'eterogeneità qualitativa (in quanto un evento può essere descritto dal punto di vista logico, strutturale, grafico, audio ecc.) sia l'eterogeneità quantitativa (in quanto lo stesso evento può trovare più rappresentazioni grafiche, più esecuzioni audio ecc.). In termini tecnici, nel gergo IEEE 1599 si parla rispettivamente di sincronizzazione inter-livello e intra-livello. Una rappresentazione grafica è mostrata in figura 3.

5. Il portale web

Il formato IEEE 1599 rappresenta il nucleo su cui costruire un'applicazione per la fruizione via web. Il fine ultimo è mettere a disposizione del navigatore, sia esso uno studioso o un semplice appassionato, uno strumento per fruire e interagire a distanza con i gradualisti della Certosa di Pavia, abbattendo così le barriere spazio-temporali.

Il portale, consultabile all'indirizzo <http://graduali.lim.di.unimi.it>, si presenta strutturato in tre macro-aree:

- "Il progetto", che descrive gli aspetti salienti dell'iniziativa;
- "Sfogliare", che consente un accesso tradizionale ai materiali grafici, ossia alle scansioni delle pagine contenute nei gradualisti;

– “Naviga”, che realizza le funzionalità di interazione evoluta e multilivello per alcuni brani selezionati presenti nel Graduale 814.

La terza sezione è quella di cui ci si occuperà più diffusamente. Essa consente innanzitutto una fruizione dei contenuti nella forma più tradizionale, ossia avviando l’ascolto del brano e visualizzando un indicatore che segue l’esecuzione delle note sulla partitura. Sebbene la funzione di *score following* si possa dare per acquisita in molti software di notazione, essa risulta già di per sé avanzata rispetto a molti archivi digitali in rete. Infatti tale funzionalità permette una fruizione multimediale e multimodale dei documenti musicali, che si spinge ben oltre la mera visualizzazione di metadati catalografici o di immagini statiche.

Una seconda modalità riguarda la possibilità per l’utente di scegliere quali materiali portare in primo piano durante la propria esperienza. Il formato IEEE 1599 consentirebbe di legare un numero imprecisato di oggetti grafici e di oggetti audio alternativi. Nell’ambito del progetto, dati i vincoli e le risorse sopra esplicitati, si è scelto di limitare le opzioni a tre partiture in mutua esclusione e a un solo audio. Infine, l’utente può utilizzare strumenti assai intuitivi per navigare nella partitura, trascinando ad esempio il controllo a scorrimento (*slider*) relativo all’avanzamento della traccia audio o puntando con il mouse su aree sensibili della partitura al fine di causare un immediato riposizionamento dell’esecuzione. L’interfaccia grafica dell’area “Naviga” viene illustrata in figura 4 e seguenti.

La realizzazione del presente portale ha richiesto non solo attività implementative ma anche di ricerca, in quanto si è dovuto affrontare e risolvere il problema non banale dell’invio di flussi multimediali multipli e simultanei su un canale trasmissivo di capacità limitata. Gli algoritmi e le tecniche adottati sono documentati in alcuni lavori scientifici cui si rimanda per ulteriori approfondimenti [6].

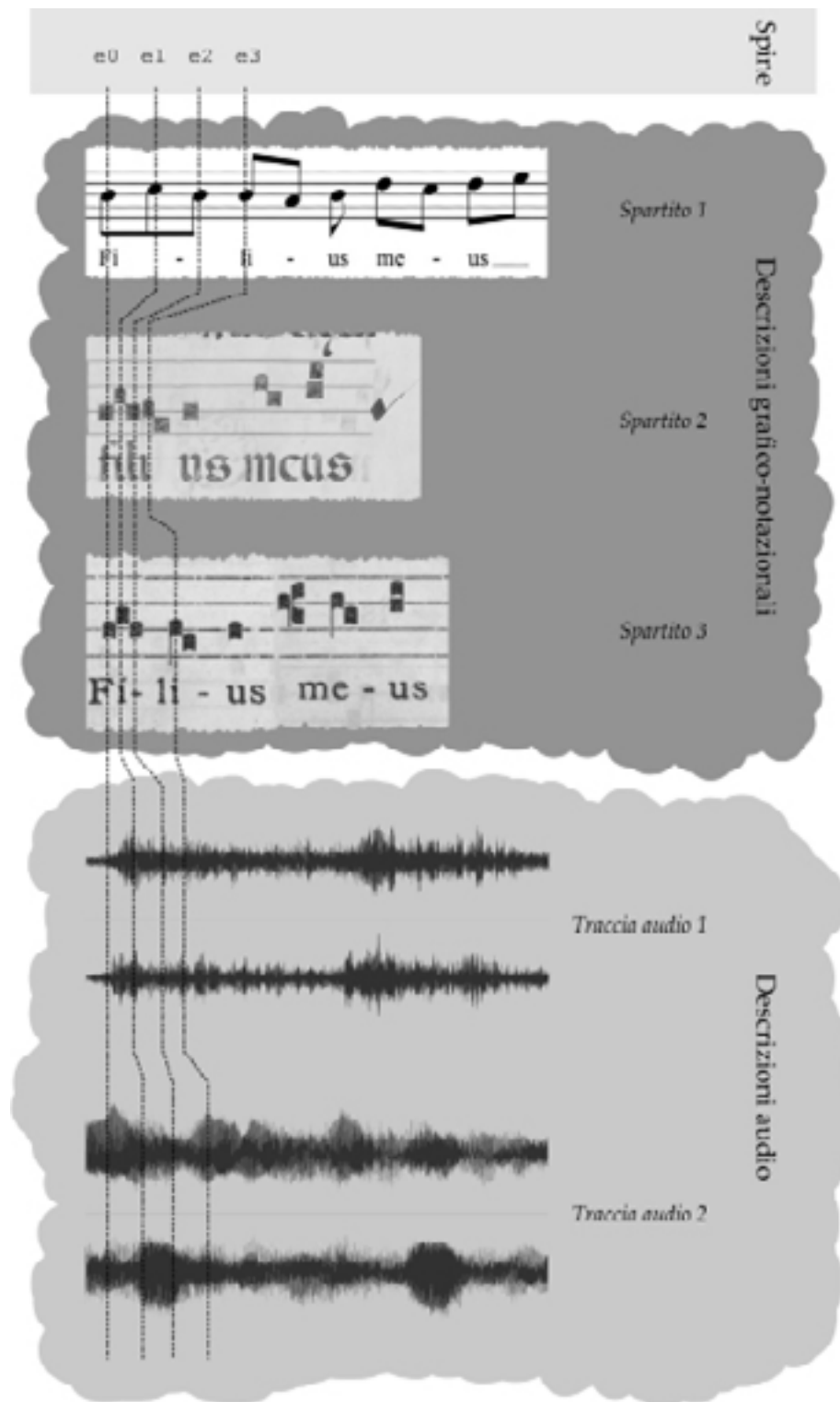
6. Conclusioni

In questo lavoro è stato proposto un approccio innovativo verso la codifica e la fruizione delle partiture musicali in rete, con particolare attenzione al caso di studio dei graduali della Certosa di Pavia. Sfruttando il formato IEEE 1599, un nuovo standard internazionale ideato per la rappresentazione multi-livello dell’informazione musicale, sono state implementate sul web funzionalità di interazione con i contenuti simbolici, grafici e audio.

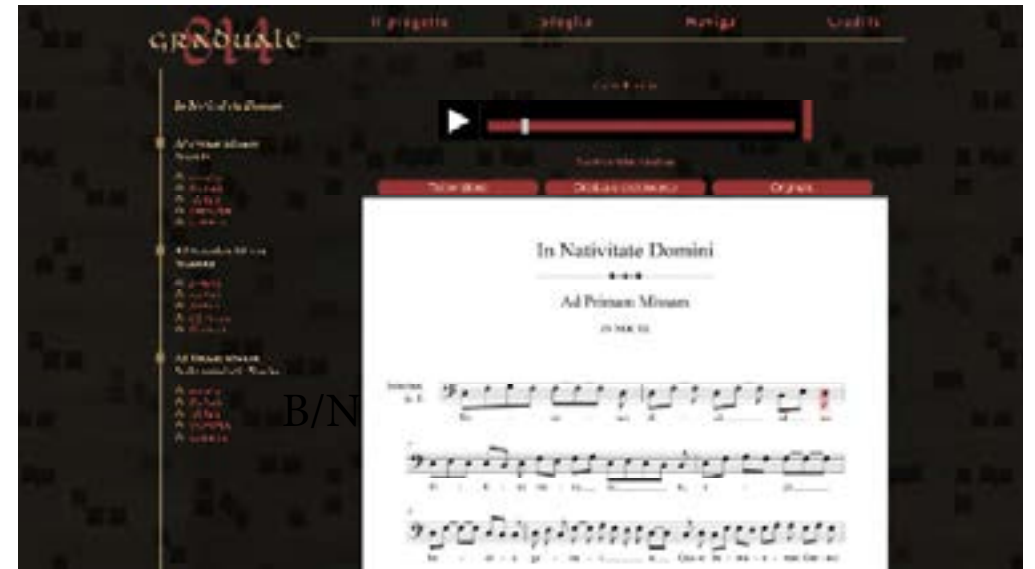
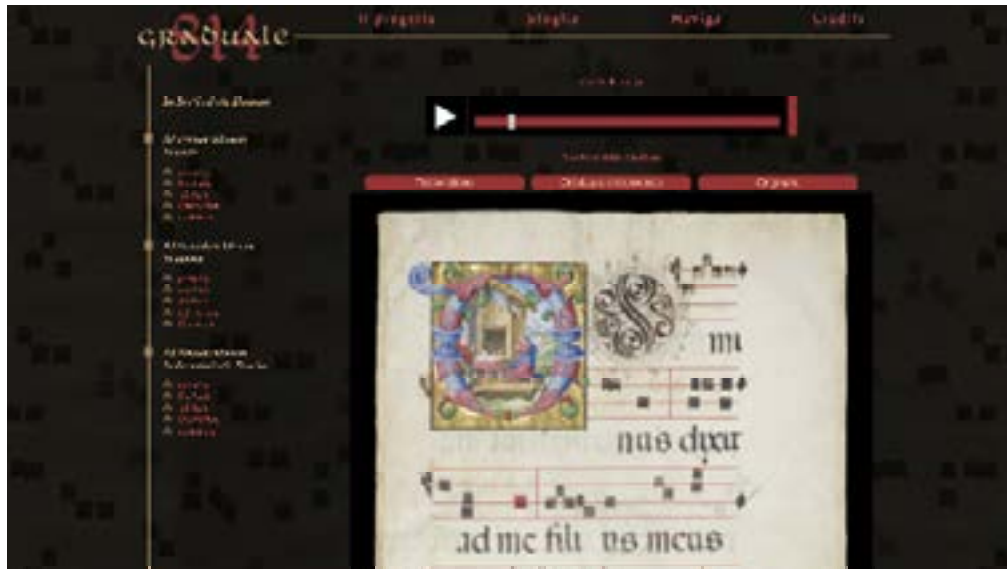
Si sottolinea l’estendibilità del progetto da un punto di vista sia quantitativo sia qualitativo. Innanzi tutto, il portale potrebbe estendere la navigazione avanzata a tutti i brani contenuti nei 13 graduali. Inoltre, per ciascun brano si potrebbero inserire ulteriori edizioni manoscritte e a stampa della partitura, il che consentirebbe interessanti confronti musicologici sull’evoluzione della notazione e sulla diffusione – con eventuali modifiche – del canto gregoriano. Infine, si potrebbe arricchire l’esperienza di fruizione audio con esecuzioni non sintetiche.

Bibliografia

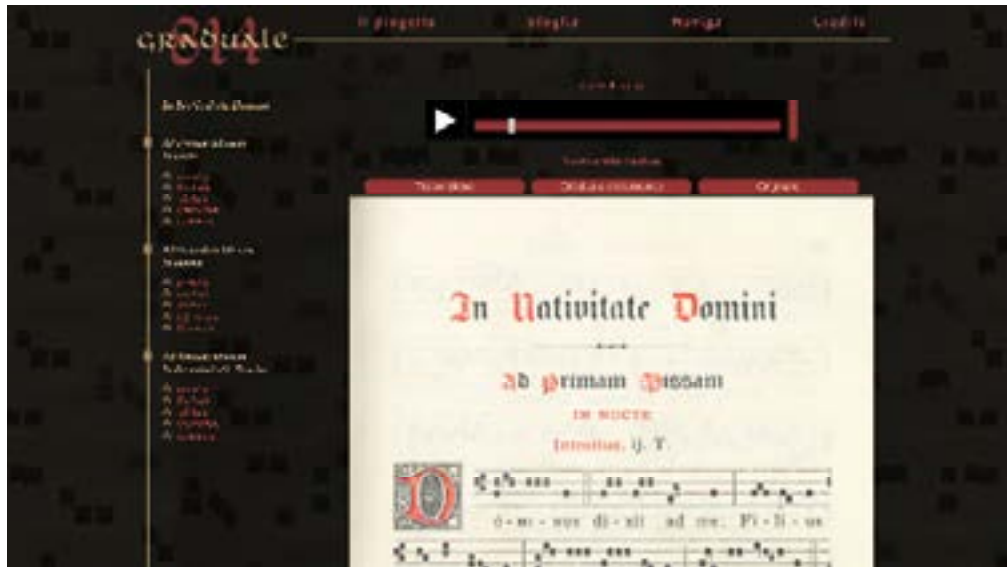
- [1] 1599-2008 - *IEEE Recommended Practice for Defining a Commonly Acceptable Musical Application Using XML*, IEEE (2008).
- [2] Ludovico, L.A., *Key concepts of the IEEE 1599 Standard*, Proceedings of the IEEE CS Conference “The Use of Symbols To Represent Music And Multimedia Objects”, IEEE CS, Lugano 2008, pp. 15-26.
- [3] Ludovico, L.A., *IEEE 1599: a Multi-layer Approach to Music Description*, “Journal of Multimedia” 4(1), 2009, pp. 9-14.
- [4] Haus, G. e Longari, M., *A multi-layered, time-based music description approach based on xml*, “Computer Music Journal” 29(1), MIT Press, 2005, pp. 70-85.
- [5] Baratè, A., Haus, G., Ludovico, L.A., Vercellesi, G., *MXDemo: a Case Study about Audio, Video, and Score Synchronization*, Proceedings of the 1st International Conference on Automated Production of Cross Media Content for Multi-channel Distribution (AXMEDIS 2005), Firenze, 2005, pp. 45-52.
- [6] Baldan, S., Ludovico, L.A., Mauro, D.A., *Managing Multiple Media Streams in HTML5: the IEEE 1599-2008 Case Study*, Proceedings of the International Conference on Signal Processing and Multimedia Applications (SIGMAP 2011). SciTePress, Seville 2011, pp. 193-199.



3. Sincronizzazione intra-livello e inter-livello



6. L'interfaccia grafica; in primo piano una trascrizione in notazione moderna



4. L'interfaccia grafica; in primo piano il graduale originale

5. L'interfaccia grafica; in primo piano una versione a stampa del secolo scorso