

FRUIZIONE EVOLUTA VIA WEB DI CONTENUTI MUSICALI E MULTIMEDIALI: IL PORTALE EMIPIU

Stefano Baldan, Adriano Baratè, Goffredo Haus, Luca A. Ludovico

Laboratorio di Informatica Musicale

Dipartimento di Informatica

Università degli Studi di Milano

{baldan,barate,haus,ludovico}@di.unimi.it

ABSTRACT

Il presente lavoro descrive il portale EMIPIU, un'interfaccia Web per la fruizione evoluta di contenuti musicali. Esso si basa sulle caratteristiche del formato IEEE 1599, che consente di codificare l'informazione musicale eterogenea relativa ad un singolo brano all'interno di un unico documento XML. Il portale fornisce accesso a una libreria di pezzi in formato IEEE 1599, rappresentativi di diversi periodi storici, stili e organici strumentali. Per la loro fruizione è stato realizzato un lettore multimediale IEEE 1599 in HTML5, le cui peculiarità permettono di scaricare in streaming e visualizzare flussi multimediali multipli. L'articolo descrive nel dettaglio il progetto, soffermandosi sulle caratteristiche principali del formato IEEE 1599, del portale EMIPIU, della teca digitale e del player.

1. INTRODUZIONE

I modelli di fruizione dei contenuti musicali sono notevolmente cambiati grazie all'adozione delle tecnologie informatiche. Solo per citare un esempio, è sufficiente prendere in considerazione la cosiddetta "musica liquida" (si veda [1]) e considerare l'impatto che questa ha avuto sui formati, sulla diffusione in rete dei contenuti e sulla progettazione di hardware apposito. Un aspetto cui dedicare ancora molta ricerca riguarda una codifica dei contenuti musicali adeguata ad innovativi metodi di fruizione. Ad esempio, esistono archivi di vaste dimensioni che potrebbero essere ri-vivificati, innanzi tutto avviando opportune campagne di digitalizzazione e in secondo luogo organizzando i contenuti in modo efficiente ed efficace, nell'ottica di una loro conservazione, valorizzazione e fruizione su larga scala. Questa materia è stata già trattata in numerosi lavori, tra cui [2], [3] e [4].

Proprio in questa cornice si colloca il progetto EMIPIU (*Enhanced Music Interactive Platform for Internet User*), che mira ad applicare tecnologie informatiche al fine di valorizzare i beni culturali musicali, con particolare riferimento a teatri, musei, manifestazioni musicali, grandi archivi pubblici e privati, istituzioni per l'educazione musi-

cale. Tali soggetti possono trarre nuovo impulso dall'adozione delle tecnologie proposte nel seguito dell'articolo e adottarle al fine di valorizzare le risorse disponibili. Possibili applicazioni spaziano dalla fruizione via Web dei contenuti musicali e multimediali all'edizione di nuovi media.

Il progetto EMIPIU nasce dalla collaborazione scientifica tra il *Laboratorio di Informatica Musicale (LIM)* dell'Università degli Studi di Milano¹ e il *Laboratoire d'Informatique, de Robotique et de Microélectronique de Montpellier (LIRMM)* dell'Université Montpellier 2². Tra gli obiettivi, esso annovera lo sviluppo di tecnologie musicali e multimediali per la valorizzazione delle teche digitali e per la ri-vivificazione di documenti musicali in formato digitale. Il progetto è stato co-finanziato dalla Regione Lombardia, e vede coinvolto come *main partner* industriale Didael KTS S.r.l.³.

Il primo passo per raggiungere gli obiettivi del progetto consiste nell'ideare e implementare strumenti per la creazione, gestione e fruizione di documenti musicali in formato IEEE 1599. Quest'ultimo rappresenta uno standard internazionale per la codifica dell'informazione musicale multi-livello in XML, le cui principali caratteristiche verranno trattate nel Paragrafo 2. In seguito alla standardizzazione del formato, lo staff del LIM sta lavorando alla piattaforma tecnologica per la produzione di documenti IEEE 1599. Trattandosi di informazioni complesse, che comprendono simboli musicali, testi, immagini statiche, audio e video, al momento la codifica di brani in formato IEEE 1599 risulta un'operazione piuttosto lenta e laboriosa. La piattaforma tecnologica in fase di implementazione mira ad abbattere i tempi di produzione dei materiali IEEE 1599 mediante processi di ottimizzazione e di automatizzazione.

Una volta codificati i materiali musicali in maniera opportuna, come mostrato nel Paragrafo 3, è necessario organizzarli all'interno di una teca digitale e renderli fruibili. Per massimizzare la loro reperibilità e diffusione, includendo calcolatori elettronici così come dispositivi mobili, si è optato per la realizzazione di un portale Web. Sarà questo l'argomento principale del Paragrafo 4, in cui verranno illustrati i contenuti e le caratteristiche del portale EMIPIU.

Copyright: ©2012 Stefano Baldan, Adriano Baratè, Goffredo Haus, Luca A. Ludovico et al. This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License 3.0 Unported](http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

¹ <http://www.lim.di.unimi.it>

² <http://www.lirmm.fr>

³ <http://www.didaelkts.it>

In questo ambito, ha una particolare importanza il modulo messo a punto dal LIM per la fruizione via Web di documenti IEEE 1599. Tale strumento introduce modelli innovativi per la visualizzazione e per l'interazione con i contenuti musicali, come illustrato nel dettaglio nel Paragrafo 5. Il lettore multimediale di documenti IEEE 1599 deve inoltre affrontare e risolvere rilevanti problematiche tecniche quali la compatibilità con i più diffusi browser e la gestione simultanea di flussi multipli. Questo argomento sarà affrontato nel corso del Paragrafo 6.

2. CENNI SUL FORMATO IEEE 1599

L'IEEE 1599 è un formato di rappresentazione musicale, standardizzato presso l'IEEE nel settembre del 2008. Il suo sviluppo ha seguito le direttive espresse nell'IEEE P1599 (*Recommended Practice Dealing With Applications and Representations of Symbolic Music Information Using the XML Language*), proponendosi di rappresentare simbolicamente e in modo integrato la musica in tutti i suoi diversi aspetti: simboli musicali, partiture e altre rappresentazioni grafiche, audio, video, ecc.

La codifica IEEE 1599 è basata sullo standard XML; di quest'ultimo condivide perciò alcune caratteristiche peculiari: leggibilità, strutturazione, semplicità di editing.

Per permettere di codificare i vari aspetti dell'informazione musicale all'interno di un unico documento, il formato IEEE 1599 organizza il materiale in sei strati o livelli (in inglese *layer*):

- *General* - metadati e informazioni catalografiche;
- *Logic* - descrizione logica dei simboli musicali codificati;
- *Structural* - modellazione di oggetti musicali e individuazione delle relazioni reciproche;
- *Notational* - rappresentazioni grafiche della partitura;
- *Performance* - esecuzioni automatiche e sintetiche da parte del computer;
- *Audio* - performance audio/video.

E' opportuno notare che non tutti gli strati debbano necessariamente essere presenti in ogni file IEEE 1599. Naturalmente, maggiore è il numero di strati presenti e di oggetti all'interno di ciascun livello, maggiore è la quantità d'informazione codificata e dunque la ricchezza informativa. A questo proposito, si sottolinea la possibilità di includere sia materiali eterogenei facenti capo a diversi strati, sia oggetti diversi inclusi in un singolo livello, ad esempio diverse edizioni di una partitura o diverse esecuzioni dello stesso brano.

Utilizzando una struttura dati interna denominata *spine*, il formato non solo racchiude all'interno di un unico documento l'informazione eterogenea che può essere collegata a un singolo brano, ma mette a disposizione anche un meccanismo raffinato per sincronizzare i diversi materiali.

Pur trattandosi di codifica in XML, che quindi può essere effettuata anche con applicazioni quali gli editor di testo, la produzione di materiali nello standard IEEE 1599 è agevolata dall'utilizzo di strumenti appositi. Ad esempio, nell'ambito del progetto EMIPU sono stati messi a punto algoritmi e prototipi software per facilitare e in una certa misura automatizzare i processi di sincronizzazione dei materiali multimediali rispetto all'informazione simbolica ivi contenuta.

Trattandosi di uno standard internazionale, l'argomento IEEE 1599 è stato trattato in numerose pubblicazioni scientifiche. A titolo di esempio, si evidenzia [5] per quanto riguarda le caratteristiche generali dello standard, [6] per le sue ricadute in ambito didattico, [7] per la ri-vivificazione dei beni culturali musicali e infine [8] per quanto concerne l'applicabilità alle performance artistiche *live*.

3. I MATERIALI CODIFICATI

Tutti i materiali caricati nella sezione ad accesso non protetto del portale risultano non vincolati da diritti d'autore o da diritti di riproduzione fonomeccanica. Spartiti e partiture sono trascrizioni originali effettuate presso il LIM, digitalizzazioni di materiale non coperto da diritti o infine oggetti digitali tratti da archivi online specializzati. A quest'ultimo proposito merita una particolare menzione l'iniziativa *International Music Score Library Project (IMSLP)*⁴, nota anche come Petrucci Music Library [9]. Analogamente, gli audio (e talvolta i video) risultano autoprodotti, oppure digitalizzati da materiale su cui sono scaduti i diritti di riproduzione, oppure ricadono nella casistica delle *Creative Commons Public Licenses (CCPL)*.

La libreria di brani è in costante evoluzione, per poter fornire all'utente una sempre più ricca esperienza di ascolto. Come mostrato in Figura 1, all'interno della libreria trovano spazio i più disparati generi musicali, dal canto gregoriano al pop/rock, dalla musica "colta" al canto folkloristico, dalla lirica al jazz. Nella fase iniziale del progetto EMIPU si è scelto di realizzare una libreria di brani appositamente studiata per evidenziare le caratteristiche e le potenzialità del formato. Si è pertanto considerato aspetto premiante ottenere la massima eterogeneità per quanto concerne il genere musicale, il periodo storico e critico, l'ensemble, la numerosità e la tipologia di oggetti multimediali collegati ai brani. In altri termini, la libreria prototipale già a disposizione degli utenti ha uno scopo principalmente dimostrativo. La codifica di opere complete (ad esempio, tutti i preludi per pianoforte Op.10 di Chopin) caratterizza invece la seconda fase di arricchimento della teca, attualmente in corso, che porterà entro Ottobre 2012 il numero di documenti IEEE 1599 consultabili a circa un centinaio.

Si analizzano ora alcuni dei materiali codificati, significativi per cogliere l'eterogeneità dell'informazione e il numero di differenti campi applicativi.

L'*Ave Maria* di J.S. Bach e C. Gounod presenta quattro esecuzioni, di cui due "tradizionali" (del soprano Montserrat Caballé e del tenore Andrea Bocelli), e altre due meno

⁴ <http://www.imslp.org>

convenzionali (di Antonella Ruggiero per voce non impostata e del duo Bobby McFerrin e Yo-Yo Ma per voce e violoncello solo). Questo esempio è interessante in quanto pone a confronto e sincronizza materiali audio estremamente eterogenei. Un caso simile è dato dal lied *Gottes Macht und Vorsehung* di L. van Beethoven, di cui vengono proposte una versione per canto e piano, una sintetizzata in formato MIDI e una con accompagnamento d'organo. Quest'ultima presenta un video anzichè una semplice traccia audio.

Il brano *Il mio ben quando verrà*, aria tratta da *Nina o sia La pazza per amore* di G. Paisiello, è rilevante in quanto fornisce invece una molteplicità di versioni della partitura: accanto all'autografo dell'autore e a una copia manoscritta d'epoca, si trova una versione a stampa del libretto e una riduzione per canto e pianoforte. Sempre dal punto di vista notazionale, è interessante anche l'esempio dell'*Introitus* dalla prima messa *In Nativitate Domini*, che presenta sia la notazione neumatica di un graduale antico, sia la versione a stampa sempre in notazione quadra, sia infine una trascrizione moderna. Anche le intavolature per liuto sono supportate dal formato IEEE 1599, come dimostrato dal *Prélude* dalla *Suite n. 3* di S.L. Weiss un esempio di intavolatura per liuto.

Lullaby of Birdland di G. Shearing mostra l'applicabilità della codifica IEEE 1599 alla musica jazz, così come il *Maple Leaf Rag* di S. Joplin rappresenta un'incursione nel ragtime, *Por una Cabeza* di C. Gardel nel tango, *Ul parisien* di F. Paggi nella musica folkloristica.

Grazie alle tecnologie messe a punto presso il LIM e convogliate nel framework, è possibile arricchire a piacimento la teca digitale esistente realizzando materiali *ad hoc* per esigenze specifiche, finalizzati ad esempio alla didattica o all'alta formazione musicale.

4. IL PORTALE EMIPIU

Nell'ambito del progetto EMIPIU, è stato realizzato un portale per rendere pubblicamente accessibili i contenuti della teca digitale descritta nel Paragrafo 3. La homepage, mostrata in Figura 2, è raggiungibile all'indirizzo <http://emipiu.dico.unimi.it>. Il portale è stato realizzato su indicazioni del LIM da parte di Didael KTS, il cui specifico background ICT ha consentito di prestare attenzione ad aspetti quali l'usabilità e la coerenza grafica.

Il portale risulta suddiviso in quattro sezioni:

- **EMIPU** - La prima area è dedicata alla descrizione del progetto e ne illustra le ricadute nell'ambito della multimedialità, della didattica e della valorizzazione dei beni culturali.
- **IEEE 1599** - La seconda sezione, di natura più tecnica, illustra le caratteristiche del formato IEEE 1599, adottato per codificare i brani musicali nel portale. Si veda a questo riguardo quanto scritto nei Paragrafi 2 e 3.
- **Music Box** - La terza area è probabilmente quella di maggior impatto per l'utente finale. Essa ospita

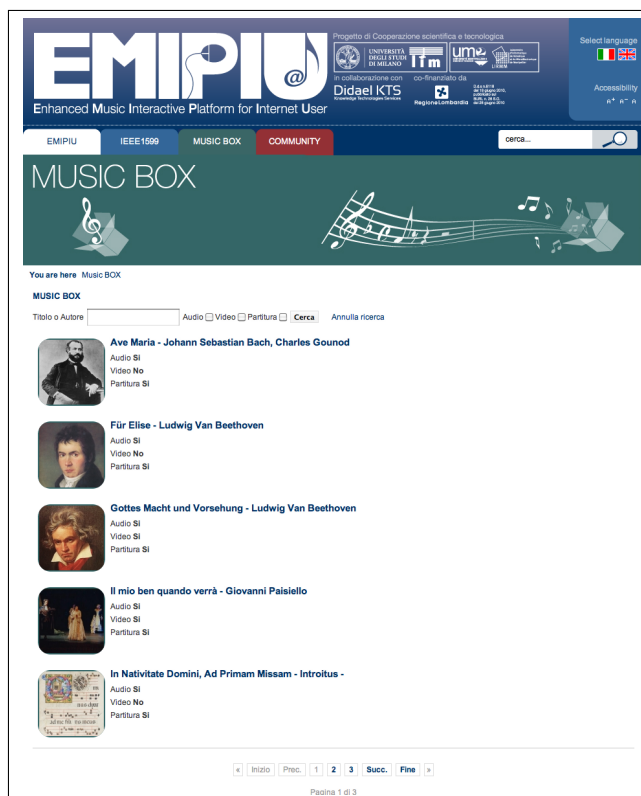


Figura 1. Alcuni brani codificati in IEEE 1599 e presenti nel portale.



Figura 2. Screenshot della homepage del portale.

un media player che realizza via Web le funzionalità prima descritte, e in particolare la rappresentazione sincronizzata di contenuti multimediali eterogenei (partitura, audio, video, ecc.). Grazie ai contenuti della sezione *Music Box*, il fruitore diventa protagonista attivo della propria esperienza musicale. Questi argomenti verranno trattati più nel dettaglio nel corso dei prossimi paragrafi.

- *Community* - La quarta ed ultima sezione rappresenta l'area di social network del progetto. Essa permette di scambiare opinioni con altri utenti e con gli autori della piattaforma, di chiedere delucidazioni sulle tecnologie adottate, di condividere contenuti multimediali.

Il portale si rivolge a tutti gli amanti della musica, a vario livello di competenza e di formazione. I destinatari di tale piattaforma spaziano dall'ascoltatore occasionale al professionista, dal semplice appassionato al musicologo, e più in generale includono chiunque desideri avvicinarsi alla musica in un modo innovativo, interattivo e multimediale.

Come accennato, lo scopo primario è fornire all'utente Web un'interfaccia per la visualizzazione evoluta dei contenuti musicali. Tale piattaforma si pone l'obiettivo di rivoluzionare il modello di diffusione e fruizione della musica, non limitandosi al canale audio, ma ampliando l'orizzonte percettivo ad altri aspetti descrittivi di un brano, quali ad esempio la partitura e il video. L'approccio di EMIPU non solo prevede un'eterogeneità di materiali collegati ad ogni brano, ma si spinge oltre fornendo - ove possibile - una gamma di differenti versioni tra cui l'utente può scegliere. E' quindi possibile confrontare in tempo reale esecuzioni e trascrizioni differenti dello stesso brano, seguendo la partitura in modo sincronizzato con l'audio.

Il modello di erogazione è basato sul Web, al fine di rendere il prodotto accessibile al maggior numero possibile di utenti, indipendentemente dalle caratteristiche hardware e software del sistema in uso. Di conseguenza, qualsiasi dispositivo dotato di un browser compatibile con lo standard HTML5 e di adeguata connessione alla rete è abilitato alla visualizzazione del portale. Tra gli esempi di dispositivi supportati vi sono i personal computer, i notebook, i palmari e i tablet.

Tra gli obiettivi del progetto EMIPU possiamo annoverare la diffusione dello standard IEEE 1599 attraverso la pubblicazione di una vasta libreria di brani codificati in tale formato, della documentazione relativa al formato stesso e degli strumenti software per la fruizione e per la creazione di nuovi materiali. In questa ottica, la realizzazione del portale si è rivelata un passo di fondamentale importanza. Didael KTS S.r.l. ha realizzato gli *user acceptance test* tramite appositi *focus group*, che hanno evidenziato l'interesse da parte dell'utenza tanto non specializzata quanto professionale in merito ad aspetti differenti della fruizione. Questo argomento verrà trattato nel prossimo paragrafo.

5. IL MODELLO DI FRUIZIONE

All'interno del portale EMIPU, l'area di particolare interesse dal punto di vista della fruizione dei contenuti musicali è la cosiddetta sezione *Music Box* (si veda il Paragrafo 4).

Sulla base delle precedenti esperienze scientifiche maturate presso il LIM, si desidera trasferire nell'interfaccia Web l'approccio già adottato per numerosi applicativi offline, come mostrato in [10].

L'approccio prevede tre distinte modalità di fruizione.

1. La cosiddetta *fruizione tradizionale* rappresenta una modalità di consultazione basilare dei materiali, rivolta anche a utenti senza particolari competenze musicali. Banalmente, tale modello assomiglia ad uno strumento evoluto di *score following*, simile a quelli messi a disposizione dagli editor di partitura. Ad esempio, all'interno dei software di notazione musicale è tipicamente possibile verificare gli inserimenti dei simboli musicali procedendo a un ascolto sincronizzato con la visualizzazione grafica, sincronizzazione mostrata da un'opportuna evidenziazione. L'avanzamento rispetto a tali strumenti già reperibili è dovuto alle possibilità di visualizzare partiture e audio non sintetici, derivanti ad esempio da processi di digitalizzazione di originali analogici. La principale funzionalità prevista è quella di sincronizzazione tra molteplici oggetti multimediali, ciascuno rappresentativo di uno specifico livello.
2. La *fruizione multi-oggetto* si spinge oltre, consentendo la consultazione dei materiali in modo incrociato. In altre parole, si sfruttano le relazioni sia tra oggetti omogenei (all'interno dello stesso livello) sia tra oggetti eterogenei (appartenenti a strati diversi) in modo da arricchire l'esperienza da parte dell'utente. Lo scopo di questa sezione consiste pertanto nel collegare documenti di varia natura e formato, consentendo ad esempio di sostituire in tempo reale la partitura visualizzata o l'audio in esecuzione, a patto che il documento contenga più di un oggetto per livello.
3. La *fruizione interattiva*, infine, intende mettere a disposizione dell'utente una serie di controlli finalizzati a poter alterare il flusso naturale dei materiali multimediali. Ad esempio, ogni evento musicale individuato sulla partitura deve diventare cliccabile, così come la barra di avanzamento sul player audio/video deve permettere l'immediato riposizionamento di tutti i materiali correnti.

L'implementazione delle tre modalità sopra descritte consente una fruizione innovativa dei contenuti musicali. A titolo di esempio, si considerino le Figure 3, 4 e 5. Esse mostrano il prototipo di lettore multimediale implementato nel portale EMIPU e descritto da un punto di vista tecnico nel prossimo paragrafo. Le tre immagini si rifanno a diverse visualizzazioni dello stesso brano. Figura 3 potrebbe rispondere alla prima modalità di fruizione: l'utente lancia

l'esecuzione del pezzo, e segue i materiali inizialmente caricati (nell'esempio una partitura autografa e un video). La seconda modalità è legata alla presenza di più audio e più partiture per lo stesso brano, il che consente ad esempio di passare alla riduzione per canto e pianoforte della partitura, come mostrato in Figura 4, o ad un'esecuzione audio differente, come mostrato in Figura 5. Si osservino infine gli indicatori che evidenziano l'istante corrente di esecuzione, in termini di tempo per l'audio/video e di posizione fisica per la partitura: agendo sugli opportuni controlli, l'utente può provocare l'istante riposizionamento dei media.

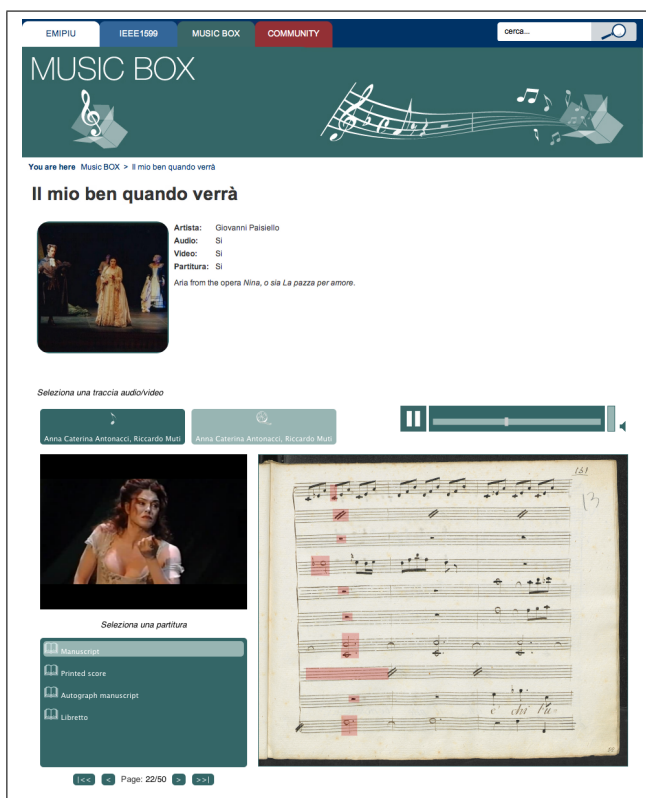


Figura 3. Una delle possibili combinazioni di materiali: partitura autografa e video.

6. CARATTERISTICHE TECNICHE DEL LETTORE MULTIMEDIALE

Il lettore multimediale (o *media player*) IEEE 1599 sviluppato per il progetto EMPIIU è un'applicazione AJAX, realizzata in linguaggio Javascript utilizzando le nuove API audio/video di HTML5. Tali tecnologie permettono di fornire tutte le funzionalità di sincronizzazione e di fruizione dei materiali audiovisivi sopra descritte all'interno di un comune browser Web, senza bisogno di installare alcun software aggiuntivo o plugin esterno.

I documenti IEEE 1599 possono essere caricati all'interno del portale sia dagli amministratori che dagli utenti, e sono quindi resi disponibili in rete tramite un comune server Web HTTP. All'atto del caricamento viene effettuata una prima fase di rielaborazione del documento, allo scopo di uniformare le codifiche dei vari file multimedia-

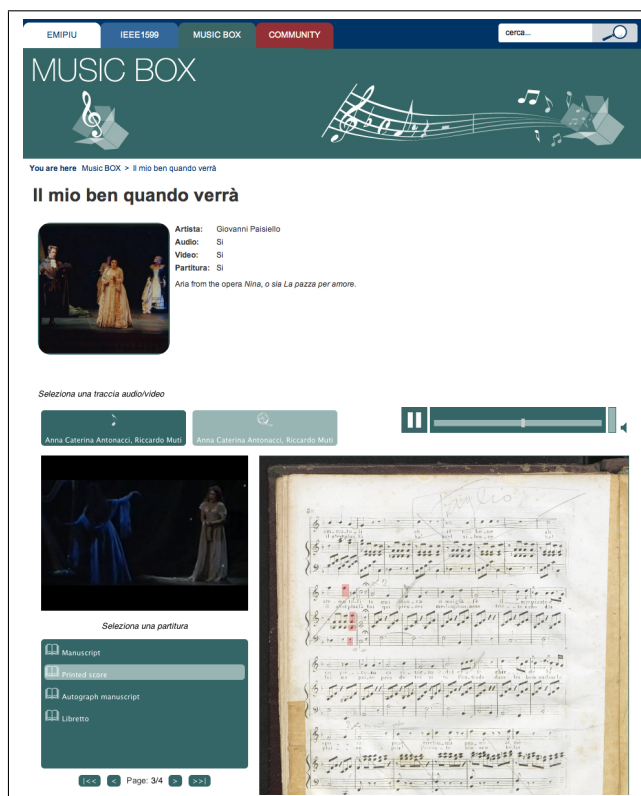


Figura 4. Un'altra possibile combinazione: riduzione per canto e pianoforte e video.



Figura 5. Una terza combinazione: libretto a stampa e audio.

li ad esso associati [11] e di renderle compatibili con le implementazioni di HTML5 fornite dai vari browser Web:

- JPEG per le immagini statiche;
- OGG Vorbis e MP3 per i contenuti audio;
- OGG Theora + Vorbis, WebM + Vorbis e H.264 + AAC per i contenuti video.

Tutte le risorse appartenenti al documento IEEE 1599 da eseguire vengono richieste e spedite contemporaneamente al lettore multimediale. In questo modo il lettore immagazzina nel proprio buffer una certa quantità di dati per ciascun flusso multimediale, rendendo il sistema molto reattivo rispetto alla selezione e alla navigazione dei contenuti da parte dell'utente. Lo svantaggio di questo approccio è il gran traffico generato sulla rete a causa dell'invio di numerosi flussi multimediali in contemporanea. Per risolvere il problema sono state escogitate due ottimizzazioni: in primo luogo l'utilizzo delle funzionalità di *HTTP compression* dei moderni browser Web per spedire il documento IEEE 1599 in formato compresso, tecnica particolarmente efficace con i formati testuali come XML; in secondo luogo l'implementazione di un sistema di *quality switching*, che prevede l'invio di anteprime a bassa qualità ed alto tasso di compressione per i materiali audiovisivi correntemente non utilizzati dall'utente.

La sincronizzazione dei vari contenuti multimediali avviene utilizzando il flusso audio/video selezionato come riferimento temporale: ad ogni istante di esecuzione, il lettore multimediale cerca nel documento IEEE 1599 l'evento corrispondente nella traccia selezionata. Quando un altro flusso viene selezionato il lettore lo carica, cerca per la nuova traccia nel file XML l'evento corrispondente all'ultimo memorizzato, infine usa quest'ultimo per riposizionare l'istante di esecuzione del nuovo flusso selezionato. Il risultato è che l'esecuzione del nuovo contenuto multimediale inizia dallo stesso istante logico in cui il contenuto precedente è stato fermato, ottenendo di fatto la sincronizzazione desiderata.

Per la corretta visualizzazione dei contenuti musicali del portale sono supportati i principali browser presenti sul mercato:

- Internet Explorer 9.0 o superiore;
- Mozilla Firefox 12.0 o superiore;
- Google Chrome 19.0 o superiore;
- Safari 5.1 o superiore;
- Opera 11.0 o superiore.

Il vincolo principale consiste chiaramente nella compatibilità dei browser con lo standard HTML5, relativamente recente e quindi al momento supportato in modo difforme dai diversi software.

Per maggiori approfondimenti dal punto di vista tecnico si rimanda a [12].

7. CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI

Il presente lavoro ha affrontato nel dettaglio diversi aspetti relativi al progetto EMIPU. Trattandosi di una piattaforma per la fruizione evoluta di contenuti musicali, il primo punto di rilievo è stato individuare un formato le cui caratteristiche si prestassero a tale finalità. In questo senso, lo standard internazionale IEEE 1599 si è rivelato una valida scelta. In secondo luogo, l'articolo ha presentato e opportunamente commentato esempi di documenti contenuti nella teca digitale prototipale del progetto, evidenziando come il formato si presti a codificare brani dalle caratteristiche eterogenee. Infine, l'attenzione si è spostata sulle peculiarità del portale EMIPU, con particolare riferimento alle tecnologie impiegate per il lettore multimediale.

In conclusione, il progetto EMIPU ha mostrato i vantaggi di una codifica opportuna dell'informazione musicale, unita alle potenzialità della diffusione via rete dei contenuti e all'adozione di opportune tecnologie per la fruizione. I campi di applicabilità spaziano dalla didattica alla disseminazione, dalla valorizzazione dei beni culturali all'intrattenimento.

EMIPU è un progetto in continua evoluzione da vari punti di vista. Innanzi tutto, il *corpus* di materiali musicali in formato IEEE 1599 viene costantemente incrementato, aggiungendo nuovi brani o aggiungendo ulteriori materiali ai brani già presenti nella libreria. In secondo luogo, le funzionalità stesse di EMIPU devono necessariamente tener conto delle innovazioni tecnologiche in campo hardware e software. Ad esempio, i nuovi dispositivi mobili potrebbero richiedere adeguamenti alla parte grafica e ai controlli per l'interazione.

8. RINGRAZIAMENTI

Il portale EMIPU è co-finanziato dalla Regione Lombardia ed è stato realizzato in cooperazione con lo staff di Didael KTS. Si desidera ringraziare Gianna Martinengo, Paolo Turolla, Simone Uberti ed Elena Vanini per la loro attività di progettazione grafica e di implementazione del portale. Si vuole inoltre ringraziare Massimiliano Margaglio, Francesco Palmisano e Francesco Vitale, collaboratori dello staff del LIM, per le operazioni di reperimento e di codifica dei brani in formato IEEE 1599.

9. BIBLIOGRAFIA

- [1] G. Sibilla, *Musica e media digitali: Tecnologie, linguaggi e forme sociali dei suoni, dal walkman all'iPod*. Bompiani, 2010.
- [2] E. Pampalk, A. Rauber, and D. Merkl, "Content-based organization and visualization of music archives," in *Proceedings of the tenth ACM international conference on Multimedia*, pp. 570–579, ACM, 2002.
- [3] E. Pampalk, S. Dixon, and G. Widmer, "Exploring music collections by browsing different views," in *Proceedings of the 4th International Conference on Music Information Retrieval (ISMIR'03)*, pp. 201–208, 2003.

- [4] G. Haus and L. Ludovico, "The digital opera house: an architecture for multimedia databases," *Journal of Cultural Heritage*, vol. 7, no. 2, pp. 92–97, 2006.
- [5] L. Ludovico, "Key concepts of the IEEE 1599 standard," in *Proceedings of the IEEE CS Conference The Use of Symbols To Represent Music And Multimedia Objects, IEEE CS, Lugano, Switzerland*, pp. 15–26, 2008.
- [6] A. Baratè and L. Ludovico, "New frontiers in music education through the IEEE 1599 standard," in *Proceedings of the 4th International Conference on Computer Supported Education (CSEDU 2012)* (J. Cordeiro, M. Helfert, and M. J. Martins, eds.), vol. 1, pp. 145–151, Porto, Portugal: SciTePress - Science and Technology Publications, 2012.
- [7] A. Baratè, G. Haus, L. Ludovico, and D. Triglionne, "Multimodal navigation within multilayer-modeled gregorian chant information," in *Proceedings of the 18th International Conference on Virtual Systems and Multimedia (VSMM2012)*, 2012.
- [8] A. Baratè, G. Haus, L. Ludovico, and D. Mauro, "IEEE 1599 for live musical and theatrical performances," *Journal of Multimedia*, vol. 7, no. 2, pp. 170–178, 2012.
- [9] C. Mullin, "International Music Score Library Project/Petrucchi Music Library (review)," *Notes*, vol. 67, no. 2, pp. 376–381, 2010.
- [10] D. Baggi, A. Barate, G. Haus, and L. Ludovico, "Ninavigating and interacting with notation and audio," in *Semantic Media Adaptation and Personalization, Second International Workshop on*, pp. 134–139, IEEE, 2007.
- [11] S. Pfeiffer, "Patents and their effect on standards: Open video codecs for HTML5," *International Free and Open Source Software Law Review*, vol. 1, no. 2, pp. 131–138, 2010.
- [12] S. Baldan, L. Ludovico, and D. Mauro, "Managing multiple media streams in HTML5: the IEEE 1599-2008 case study," in *SIGMAP 2011 - Proceedings of the International Conference on Signal Processing and Multimedia Applications*, SciTePress, 2011.