

Università degli Studi di Milano



Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali

**Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie
della Comunicazione Musicale**

Un prototipo multimediale interattivo per la musica pianistica di Chopin

Luigi COCCIA

Tesi di Laurea

Relatore:

Prof. Goffredo Haus

Correlatore

Prof. Luca Andrea Ludovico

Anno Accademico 2009/2010

Università degli Studi di Milano



Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali

**Corso di Laurea in Scienze e Tecnologie
della Comunicazione Musicale**



Un prototipo multimediale interattivo per la musica pianistica di Chopin

Luigi COCCIA

Tesi di Laurea

Relatore:

Prof. Goffredo Haus

Correlatore

Prof. Luca Andrea Ludovico

Anno Accademico 2009/2010

Indice

Introduzione	<i>pag.1</i>
--------------	--------------

Capitolo 1

1.	Il formato IEEE 1599	<i>pag.2</i>
1.1	<i>Introduzione</i>	<i>pag.2</i>
1.2	<i>Caratteristiche principali di IEEE 1599</i>	<i>pag.3</i>
1.3	<i>Il Layer General</i>	<i>pag.4</i>
1.4	<i>Il Layer Logic</i>	<i>pag.4</i>
1.5	<i>Lo spine</i>	<i>pag.5</i>
1.6	<i>Logical Organized Symbols</i>	<i>pag.8</i>
1.7	<i>Layout</i>	<i>pag.9</i>
1.8	<i>Il Layer Structural</i>	<i>pag.9</i>
1.9	<i>Il layer Notational</i>	<i>pag.10</i>
1.10	<i>Il Layer Performance</i>	<i>pag.10</i>
1.11	<i>Il Layer Audio</i>	<i>pag.11</i>

Capitolo 2

2.1.	Codifica dei materiali	<i>pag.13</i>
2.1.1	<i>Codifica delle partiture in Finale</i>	<i>pag.13</i>
2.1.2	<i>Codifica delle partiture in IEEE 1599</i>	<i>pag.13</i>
2.1.3	<i>Mappatura grafica</i>	<i>pag.14</i>
2.1.4	<i>Mappatura audio</i>	<i>pag.14</i>

2.2. Codifica dei preludi	<i>pag.15</i>
2.2.1 <i>Prélude opus 28 Nr.1</i>	<i>pag.15</i>
2.2.2 <i>Prélude opus 28 Nr.7</i>	<i>pag.23</i>
2.3. Codifica dei Valzer	<i>pag.26</i>
2.3.1 <i>Valse opus 64 Nr.2</i>	<i>pag.27</i>
2.3.2 <i>Valse opus 69 Nr.1</i>	<i>pag.43</i>
2.4. Codifica del Notturmo	<i>pag.52</i>
2.4.1 <i>Nocturne Opus 9 Nr. 1 in Sib minore</i>	<i>pag.53</i>

Capitolo 3

3. Prototipo di fruizione	<i>pag.68</i>
3.1. <i>Un software di base</i>	<i>pag.68</i>
3.2. <i>Un software più avanzato</i>	<i>pag.72</i>

Conclusioni	<i>pag.74</i>
-------------	---------------

Bibliografia	<i>pag.75</i>
--------------	---------------

Indice delle figure	<i>pag.77</i>
---------------------	---------------

Introduzione

Se si guarda nel panorama degli applicativi musicali tradizionali, tra programmi educazionali specifici, programmi di composizione e applicativi per la riproduzione, ci si accorge che per quanto versatili possano essere, con essi non è possibile disporre di un brano musicale in un unico documento che comprenda tutte le forme di descrizione collegabili al brano stesso. Partitura, testi, metadati catalografici, informazioni di natura grafica e materiali iconografici legati al brano non sono disponibili in tempo reale ed in connessione tra loro.

Lo standard IEEE 1599 (noto anche con l'acronimo MX) permette di colmare tale lacuna.

Nell'elaborato, dopo aver descritto nel cap. 1 le caratteristiche di tale formato, si propone, nel cap. 3, un prototipo multimediale basato su di esso per l'ascolto e lo studio di cinque brani pianistici di Frédéric Chopin.

Operata la necessaria codifica delle partiture e delle tracce audio in IEEE 1599 e le mappature grafiche e audio dei file (cap. 2), si descrive le caratteristiche del software, mostrandone l'interfaccia e tutte le funzioni che sfruttano al meglio le potenzialità dello standard MX.

Appaiono così evidenti i punti di forza del software e le possibilità di applicazione dello stesso per diverse finalità.

Capitolo 1

1. Il formato IEEE 1599

1.1 Introduzione

Il formato IEEE 1599 [13], è un formato, basato sul linguaggio XML (eXtensible Markup Language), creato presso il LIM dell'Università degli Studi di Milano [4], con l'intento di descrivere in modo completo contenuti musicali eterogenei, organizzandoli in una struttura multistrato che supporta diversi formati di codifica e un certo numero di oggetti digitali per ogni strato (layer).

Con il ricorso al formato IEEE 1599 e dunque all'XML è possibile rappresentare ogni livello di astrazione della musica, potendo sincronizzare in un unico file simboli musicali, partiture stampate, tracce audio, testo e contenuti grafici relativi ad un singolo brano musicale.

Si pensi, ad esempio, ad una registrazione di un'opera lirica e all'opportunità non solo di poterne seguire l'audio e la rappresentazione scenografica d'insieme, come di solito avviene, ma di disporre di un'interfaccia che permetta anche di scorrere con perfetto sincronismo tra tutte le parti, il libretto e/o la partitura (magari quella originale dell'autore), o che permetta di poter passare, senza interrompere la riproduzione, da un primo piano del cantante a quello del direttore d'orchestra, piuttosto che a quello delle mani di uno strumentista.

Il formato IEEE 1599 realizza e rende disponibile una simile interfaccia.

1.2. Caratteristiche principali di IEEE 1599

Per descrivere un'informazione musicale nella sua interezza il formato IEEE 1599 impiega sei diversi strati (layers):

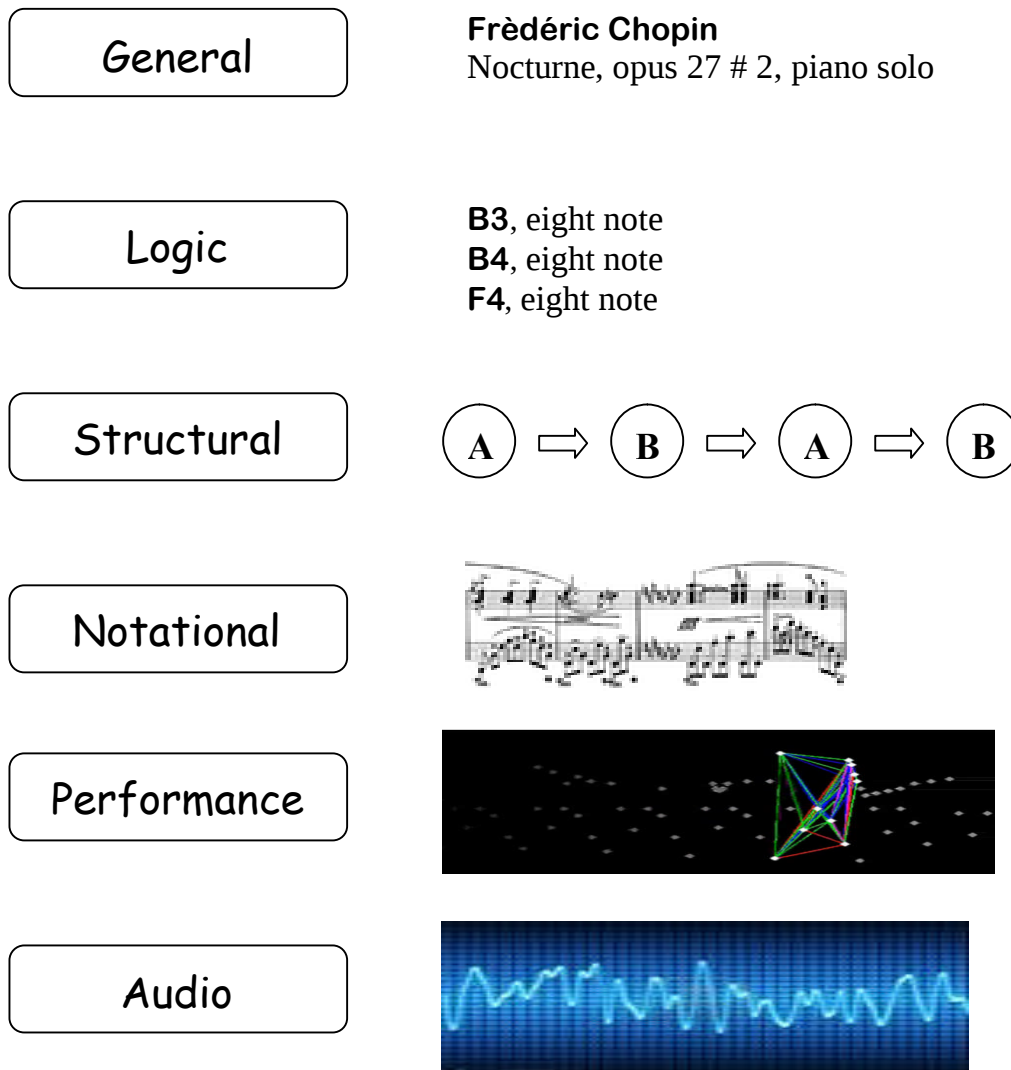


Fig.1: I livelli del formato IEEE 1599

1. *General* (Metadati del brano, elenco delle informazioni dell'opera musicale,)
2. *Logic* (Descrizione logica dei simboli della partitura)
3. *Structural* (Identificazione degli oggetti musicali e delle loro relazioni)
4. *Notational* (Rappresentazione grafica delle partiture)

5. *Performance* (Esecuzioni da parte del computer)
6. *Audio* (Registrazioni digitali del brano dell' opera musicale)

Ogni livello rappresenta un diverso grado di astrazione di un'informazione musicale.

Naturalmente per ottenere un pezzo musicale non devono essere necessariamente presenti tutti gli strati, però più alto è il loro numero più ricca sarà la descrizione musicale ottenuta.

1.3. *Il Layer General*

Il livello General fornisce una descrizione generale del pezzo musicale preso in esame. Riesce a sincronizzare quante più informazioni possibili come titolo, autore, genere, partitura, data, trama, librettisti , interpreti, coro, ecc.. [8].

```
<!ELEMENT general (description, casting?, related_files?, title?,  
score?,notes?, author?,rights?, )>
```

1.4. *Il Layer Logic*

Il layer logic è il cuore della struttura dei files MX e presenta tre sottolivelli:

1. *spine* ha la funzione di mappare i diversi layers nel sistema spazio-temporale;
2. *los* descrive i simboli presenti in partitura;
3. *layout* si occupa dell'aspetto grafico dell'impaginazione di un brano.

Per ottenere le informazioni codificate con il linguaggio XML sono indispensabili gli elementi *spine* e *los*.

In particolare, *los* contiene le informazioni ricavabili dalla partitura intesa come insieme di oggetti musicali (note, pause, segni di articolazione,...), mentre ignora gli aspetti di *layout* (margini, impaginazione,...). Lo *spine*, invece, funge da collante tra i vari livelli di rappresentazione; senza lo *spine*, il formato IEEE 1599 non avrebbe significato.

1.5. Lo *spine*

L'elemento *spine* costituisce la struttura logica che integra i layer *notational*, *performance* e *audio* con il *music logic*. Il suo obiettivo è costruire una struttura astratta cui fanno riferimento tutti gli strati che descrivono le proprietà del pezzo in esame.

Lo *spine* praticamente è una lista di eventi, ciascuno dei quali presenta un riferimento nel dominio dello spazio e del tempo. Grazie all'uso dello *spine*, i differenti formati di file possono essere messi in relazione per ottenere una descrizione completa dell'informazione musicale [17].

La figura che segue illustra un breve esempio di *spine* [13].

```
<ieee 1599>
  <logic>
    <spine>
      <event id="e1" timing="0" hpos="0"/>
      <event id="e2" timing="2" hpos="2"/>
      <event id="e3" timing="2" hpos="2"/>
      <event id="e4" timing="1" hpos="1"/>
      <event id="e5" timing="1" hpos="1"/>
      ...
    </spine>
  </los> </los>
</logic>
</ieee 1599>
```

Fig.2: Esempio di *spine*

L'attributo *timing* costituisce una temporizzazione virtuale in VTU (virtual timing units). Esistono delle norme per scegliere l'unità di misura, che non è fissata: i VTU non sono millisecondi, decimi o quarti d'ora, ma l'utente sceglie che significato temporale attribuire ai VTU di volta in volta. Nella scelta del VTU di riferimento è consigliabile utilizzare valori grandi, divisibili per molti divisori e potenze di due per i valori più lunghi. Ad esempio, in un corale scritto sostanzialmente a quarti si può assegnare il valore 1024 al quarto. Le potenze di due consentono di rappresentare molti valori con numeri interi (1024 = semiminima, 512 = croma, 256 = semicroma,...); un valore base divisibile per 3, per 5, per 7 consente di rappresentare con numeri interi le note che costituiscono terzine, quintine, settimine. In ogni caso, si tratta di una scelta del tutto arbitraria. La valutazione si deve basare anche su considerazioni di granularità degli eventi da descrivere.

Se abbiamo a che fare con un corale di Bach in cui si usano solo metà, quarti e ottavi, si può effettuare l'assegnamento:

croma = 1, semiminima = 2, minima = 4.

time_signature= 4/4

vtu_amount=4096

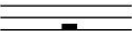
Note	Rest	VTU value
		4096
		2048
		1024
		512
		256

Fig.3: Esempio di assegnazione dei valori di VTU per i diversi simboli musicali [18]

La granularità risultante è molto grezza: nessun valore intero potrebbe rappresentare ad esempio un ottavo con il punto, in quanto la sua durata sarebbe di 1,5. Però in certi casi semplici potrebbe essere adeguata anche una scelta così rinunciataria.

Un discorso analogo a quello fatto per il *timing* vale per l'*hpos*, che però tiene conto della spazializzazione orizzontale (sempre virtuale) anziché della temporizzazione. La partitura va concepita come nella rappresentazione Score view di Finale, ossia tutta di seguito e senza ritorni a capo. *Hpos* serve per sincronizzare i diversi aspetti grafici delle rappresentazioni dell'opera.

Si noti che il valore di *timing* e *hpos* non dipende dalla figura musicale stessa, ma da quella precedente. Si consideri la sequenza A-B-C-D, con A, C e D ottavi e B quarto, attribuendo agli ottavi 200 VTU e ai quarti 400 VTU: $\text{timing}_A = 0$, anche se la nota A è un ottavo; $\text{timing}_B = 200$, anche se la nota B è un quarto (infatti, la nota A che precede B è di un ottavo); $\text{timing}_C = 400$, dato che B è un quarto; $\text{timing}_D = 200$, dato che C è un ottavo. Stesso discorso vale per gli *hpos*.

Gli eventi elencati nello *spine* possono corrispondere a uno o a molti casi in altri livelli. Per esempio la figura che segue illustra un evento singolo che collega tre versioni differenti di partitura, corrispondenti a tre file diversi [13].

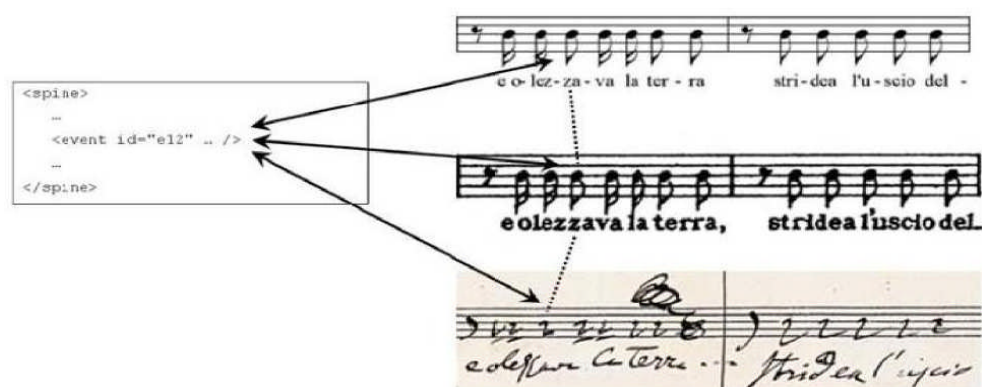


Fig.4: Esempio di evento che collega tre versioni differenti di partitura (tre file)

1.6. Logical Organized Symbols

Nel *los* si trovano tutte le informazioni simboliche di una partitura. In esso è interamente racchiuso il contenuto informativo simbolico di un brano (note, pause, segni di articolazione, dinamiche...).

Per effettuare una strutturazione delle informazioni veicolate dalla partitura, senza comprometterne la giusta esecuzione e la semantica globale, è necessario adottare una gerarchizzazione delle informazioni relative ai singoli simboli costituenti. La suddivisione utilizzata nel formato IEEE 1599 risulta:

una partitura è formata da più accollature	<staff_list>
un'accollatura è formata da più pentagrammi	<staff>
un pentagramma contiene o può contenere più parti	<part>
una parte è formata o può essere formata da più voci	<voice>
una voce viene considerata per intero, battuta per battuta	<measure>
una battuta contiene accordi e/o pause	<rest>
un accordo è formato da una o più note	<chord>

Va precisato che la gerarchia pentagramma > parte > voce creata implicitamente dallo schema precedente, è valida per molti casi di partiture classiche, ma in letteratura non mancano delle eccezioni che violano questa relazione. Basti pensare a una partitura più complessa dove più parti corrispondono ad un singolo pentagramma; una parte costituita da due o più voci (ovviamente sul medesimo pentagramma); una variazione di pentagramma da parte di una voce. In ogni caso queste anomalie sono puramente di livello grafico nella partitura originale, ma possono essere espresse ugualmente nel Los senza errori.

Gli eventi che costituiscono l'effettiva tessitura musicale, ossia accordi e pause, sono codificati all'interno di ogni singola battuta, e vengono descritti seguendo l'ordine di apparizione delle parti di riferimento. Nel <los> appariranno

ordinatamente prima tutte le battute che costituiscono la parte 1 (che conterranno, sempre ordinatamente, la voce 1, la voce 2, etc.), poi tutte le battute relative alla parte 2, e così via. Così operando si può notare che i nodi figli che compongono il `<los>` non sono ordinati secondo lo scandire della partitura (come, ad esempio, viene codificato lo *spine*), ma apportano al file di xml musicale una forte strutturazione fedele alla partitura d'origine.

1.7. *Layout*

L'informazione musicale finora codificata con *general*, *spine* e *los* consente grande flessibilità anche nel produrre una rappresentazione grafica qualitativamente valida di un oggetto (rendering visuale). Infatti, è facile definire elementi e proprietà che, sulla base dell'informazione contenuta nello *spine* e nel *logic*, organizzino i simboli musicali su diversi media, a partire dalla carta stampata nei vari formati alle differenti risoluzioni degli schermi dei PC. Questo perché lo *spine* funge da ponte consentendo riferimenti indiretti dal *layout* (o meglio, dalle diverse istanze in *layout*) ai simboli in partitura. Simboli e segni non convenzionali possono essere modellati facendo uso dell'SVG (*Support Vector Graphics*).

1.8. *Il Layer Structural*

Il layer *structural* pone in relazione e descrive tutti gli oggetti del brano esaminato: temi musicali, soggetti, sequenze o segmenti che si ripetono, o che presentano un particolare interesse.

Le informazioni qui racchiuse sono il frutto arbitrario di analisi di carattere musicologico, svolte manualmente o automaticamente.

Nel layer *structural* troviamo in pratica il risultato di una segmentazione, o la rappresentazione dell'informazione musicale basata su Reti di Petri[1]. In futuro il formato potrebbe essere ampliato per supportare altri formalismi.

1.9. Il Layer Notational

Il layer *notational* si riferisce alle istanze “visive” di un pezzo musicale.

Sono state individuate due modalità di scrittura e lettura della musica: quella notazionale (*notational*) e quella grafica (*graphical*). Un'istanza notazionale è spesso in formato binario, come in NIFF o in ENGIMA, e rappresenta un'informazione simbolica. Altre istanze di questo tipo in formati XML alternativi sono: MusicXML di M. Good, Music Encoding Initiative (MEI) di P. Roland e Music Markup Language di J. Steyn. Un'istanza grafica, invece, contiene immagini che rappresentano la partitura. Anch'essa solitamente si presenta in formato binario (ad esempio, file JPEG, TIFF o PDF), ma si può anche trattare di immagini vettoriali codificate in SVG (e quindi in formato testuale senza riferimenti espliciti alla musica). L'informazione di questo layer si lega alla parte spaziale dello *spine*, il che ne consente la corretta localizzazione.

1.10. Il Layer Performance

Tra i layers *notational* e *audio* si colloca il layer *performance*. I formati di file che sono supportati da questo layer codificano i parametri delle note da eseguire (così come avviene nel precedente layer *notational*) e i parametri dei suoni da creare (così come avviene nel successivo layer *audio*), ma sempre al fine di una produzione musicale sintetica, ossia da parte dell'elaboratore.

Performance abbraccia i formati MIDI, CSound, SASL/SAOL (MPEG4) e potrebbe essere ulteriormente esteso.

I descrittori propri di questo layer non consentono il riferimento ai singoli eventi, ma solo a loro blocchi. In altre parole, un'istanza può essere relativa all'intero pezzo, a un suo intero segmento o a un solo strumento, ma non può avere granularità più fine.

Nel formato IEEE 1599 il layer *performance* viene così definito:

<!ELEMENT performance (performance_instance+)>
--

1.11. Il Layer Audio

Il layer *audio* descrive tutte le proprietà del materiale musicale audio. Si tratta del livello più basso nella nostra visione a strati.

I formati per la rappresentazione dell'informazione audio si possono suddividere in due categorie: compressi e non compressi. Tra i formati non compressi troviamo PCM/WAV, AIFF e MuLaw. A loro volta, essi possono presentare perdita informativa (lossy) o meno (lossless). Tra i formati compressi con perdita ricordiamo MPEG e DOLBY, tra quelli senza perdita ADPCM e SHN.

Per poter collegare un generico file audio allo *spine*, è necessario estrarre le caratteristiche degli eventi musicali relative alla loro localizzazione temporale. Si tratta di informazioni che non dipendono dal particolare formato di codifica o dall'eventuale compressione.

Tutti i livelli del formato IEEE 1599, sopra descritti, interagiscono tra loro in una dimensione spazio-temporale come nel seguente schema a blocchi.

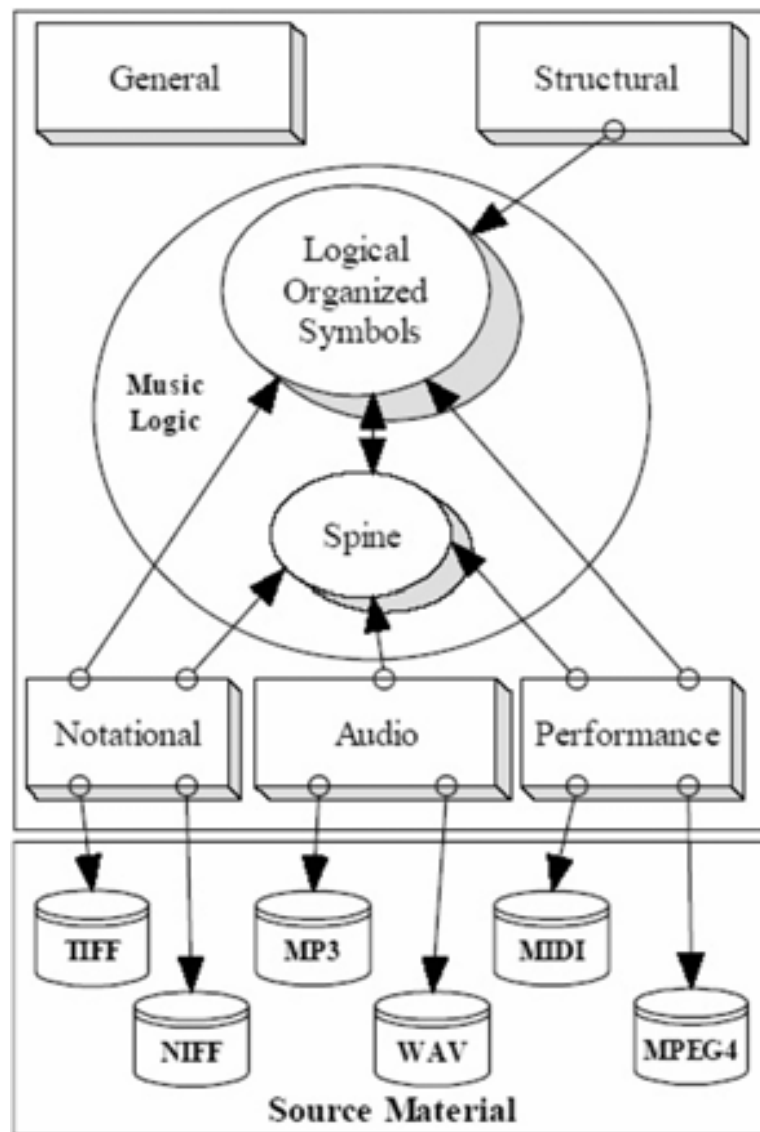


Fig.5: Relazione tra i livelli di MX [2]

Capitolo 2

2.1 Codifica dei materiali

2.1.1. Codifica delle partiture in Finale

Il primo passo verso la realizzazione del prototipo oggetto di questo lavoro è stata la codifica delle partiture in Finale. I cinque capolavori scelti di Chopin sono stati riscritti mediante il noto software di notazione musicale, omettendo peraltro tutti quegli elementi presenti sulle partiture originali, quali legature di frase, indicazioni di dinamica, indicazione di pedale, che non fossero determinanti ai fini dell'utilizzo della partitura codificata.

2.1.2. Codifica delle partiture in IEEE 1599

Successivamente si è provveduto a convertire le partiture nel formato IEEE 1599.

Le informazioni simboliche di partitura sono state così codificate automaticamente nel sub-layer *los*. Sono stati necessari tuttavia alcuni aggiustamenti manuali dei tag. Nel codice IEEE 1599 ad esempio non vengono convertiti correttamente da Finale i gruppi irregolari.

2.1.3. Mappatura grafica

Si è passati poi alla mappatura grafica delle partiture. Ogni nota è stata individuata sulla partitura originale e la sua posizione codificata nel sub-layer *notational*, onde permetterne una facile localizzazione. Il lavoro di mappatura richiede tempo e pazienza poiché le note e tutti gli altri segni presenti sul pentagramma devono essere evidenziati uno ad uno.

2.1.4. Mappatura audio

La mappatura audio è stata l'ultima operazione della fase di codifica.

Nella figura di sotto si può osservare l'interfaccia attraverso la quale è possibile sincronizzare il tempo di esecuzione della traccia audio con la partitura originale.

Fissando, attraverso l'attributo *timing*, il valore in *VTU* del singolo movimento di battuta, si “batte il tempo” manualmente sul tasto *tap*. Si ottiene una lista di eventi musicali della partitura temporizzati rispetto alla traccia audio.

Viene così posta manualmente una corrispondenza tra durata temporale e intervallo spaziale di ciascun simbolo musicale del brano.

La codifica di tali informazioni permette la correlazione alle scansioni temporali degli altri file musicali, indicizzati negli appositi layer del file IEEE 1599.

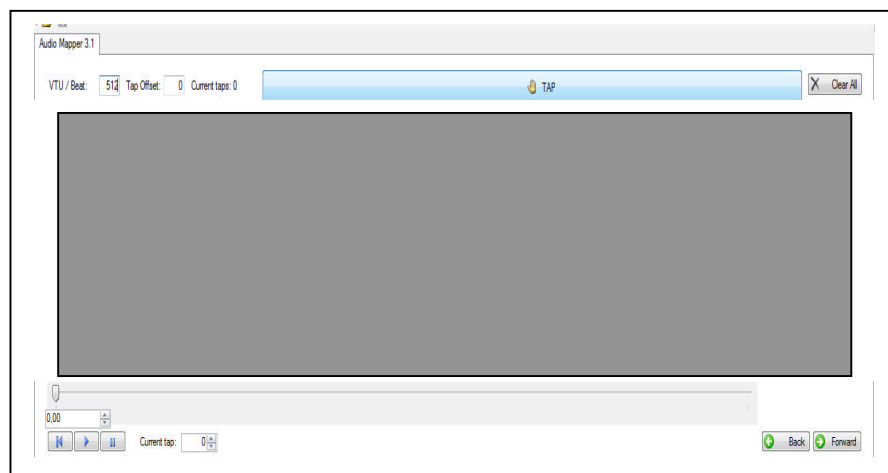


Fig. 6: Interfaccia per la mappatura audio

2.2 Codifica dei preludi

I Preludi Op. 28 di Frédéric Chopin, scritti tra il 1835 e il 1839, sono una raccolta di 24 composizioni per pianoforte dell'autore polacco, sia in modo maggiore che minore. Nonostante il termine preludio sia abitualmente utilizzato, all'interno del sistema tonale occidentale, per indicare una composizione con il compito di introdurre un'altra, più lunga e articolata, i 24 preludi chopiniani possono essere eseguiti e analizzati come piccole opere a sé stanti. Sono stati spesso indicati come "degni successori" dei 24 Preludi per Il clavicembalo ben temperato di Johann Sebastian Bach, anch'essi composti in modo da averne uno per ogni chiave (la differenza sostanziale, tuttavia, vede l'opera di Bach strutturata in 2 libri di 24 preludi e ventiquattro fughe ciascuno, mentre Chopin non offre una prosecuzione ai suoi preludi dell'opera 28).

2.2.1 *Prélude opus 28 Nr.1*

È il primo della raccolta, scritto nella tonalità di Do maggiore, con indicazione di tempo *Agitato*. È effettivamente una pagina dalla febbrile agitazione interiore, costruita su una formula sincopata e su un disegno di terzine di accordi arpeggiati. Chopin non ha disposto questi accordi secondo le regole di una precisa armonia. Sembrano piuttosto una successione di immagini sonore straordinarie [7].

Molti virtuosi affrontano questo preludio in modo precipitoso, ma tuttavia è bene ricordare che l'*Agitato* non sempre debba sottintendere *Mosso*.

24 PRÉLUDES

A son ami Camille Pleyel
Vollendet 1839

Opus 28

Agitato

1. *mf*

cresc. .

stretto

p

The image shows the first five systems of the musical score for the first prelude of Opus 28 by Frédéric Chopin. The score is written for piano and is in 2/8 time. The tempo is marked 'Agitato'. The first system starts with a mezzo-forte (mf) dynamic. The score includes various musical notations such as slurs, ties, and fingerings. The second system includes a crescendo (cresc. .) marking. The third system includes a 'stretto' marking. The fourth system includes a piano (p) dynamic. The fifth system ends with a final cadence.

Fig.7: Prélude opus 28 Nr.1 - Spartito originale

Nella figura precedente è riportata l'immagine della partitura originale edita dalla Pleyel, in quella seguente la stessa partitura riscritta con Finale.

Score

Prélude Opus 28 Nr. 1

[Subtitle]

[Composer]
[Arranger]

Piano

The image displays a musical score for the 'Prélude Opus 28 Nr. 1' by Frédéric Chopin, arranged for piano. The score is written for piano and features a complex, flowing melody with many triplets and slurs. The notation is in G major and 3/4 time. The score is divided into systems, with measures 1-5, 6-11, 12-16, 17-21, 22-26, and 27-31. The final measure (31) is marked with a double bar line and a repeat sign, indicating the end of the piece.

Fig.8: Prélude opus 28 Nr.1, partitura codificata con Finale

Nella **codifica della partitura** del Preludio op. 28 Nr. 1 in IEEE 1599, sono stati necessari aggiustamenti dei tag relativi a tutte le terzine e le quintine presenti nel brano. Riportiamo di seguito, ad esempio, la stessa porzione di codice relativa alla prima terzina del primo pentagramma, prima e dopo la correzione.

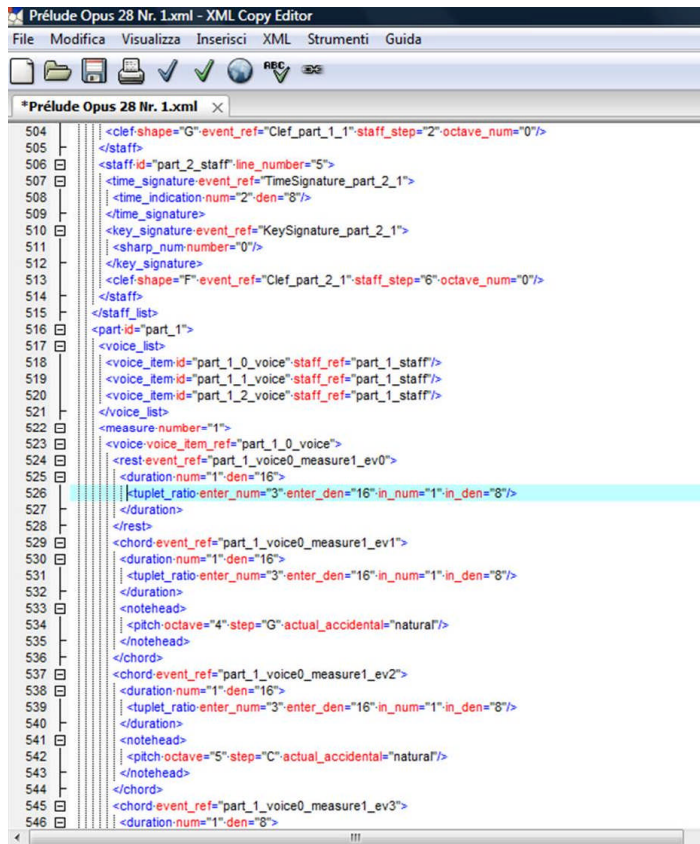
```
<measure number="1">
  <voice voice_item_ref="part_1_0_voice">
    <rest event_ref="part_1_voice0_measure1_ev0">
      <duration num="1" den="16"
<tuple_ratio enter_num="" enter_den="" in_num="" in_den=""/>
      </duration>
    </rest>
```

Nel tag *tuple_ratio* non sono assegnati i valori di *enter_num*, *enter_den*, *in_num*, *in_den*.

```
<measure number="1">
  <voice voice_item_ref="part_1_0_voice">
    <rest event_ref="part_1_voice0_measure1_ev0">
      <duration num="1" den="16"
<tuple_ratio enter_num="3" enter_den="16" in_num="1" in_den="8"/>
      </duration>
    </rest>
```

Ora il tag *tuple_ratio*, con l'assegnazione dei valori opportuni, indica un gruppo irregolare di 3 note da 1/16 da eseguirsi in 1/8, cioè una terzina di sedicesimi.

Alla pagina successiva si possono vedere le schermate dello stesso segmento di codice direttamente dal listato in XML, con evidenziate le righe relative alla terzina:



19

La terza operazione di codifica, quella relativa alla **mappatura grafica**, richiede tempo e pazienza poiché le note e tutti gli altri segni presenti sul pentagramma devono essere evidenziati uno ad uno. Così ogni nota è stata individuata sulla partitura originale e la sua posizione codificata nel sub-layer *notational*, onde permetterne una facile localizzazione. Di seguito lo spartito originale mappato.

24 PRÉLUDES
A son ami Camille Pleyel
 Vollenhet 1879

Opus 28

1. Agitato

Fig.10: Prélude opus 28 Nr.1, spartito originale mappato

Una ulteriore immagine, relativa ad una porzione di codice del sub-layer *notational*, in cui si può osservare come ciascun elemento evidenziato nella partitura originale viene opportunamente codificato in IEEE 1599. Il rigo evidenziato nell'immagine, ad esempio, è riferito alla nota *sol* che nella precedente immagine relativa alla mappatura è evidenziata in rosa.

```
<graphic_event event_ref="part_2_voice0_measure32_ev0" upper_left_x="3064" upper_left_y="6148" lower_right_x="3152" lower_right_y="6324"/>
<graphic_event event_ref="part_2_voice0_measure32_ev1" upper_left_x="3144" upper_left_y="6088" lower_right_x="3240" lower_right_y="6312"/>
<graphic_event event_ref="part_2_voice0_measure32_ev2" upper_left_x="3240" upper_left_y="5944" lower_right_x="3344" lower_right_y="6296"/>
<graphic_event event_ref="part_2_voice0_measure32_ev3" upper_left_x="3380" upper_left_y="5600" lower_right_x="3456" lower_right_y="5812"/>
<graphic_event event_ref="part_2_voice0_measure32_ev4" upper_left_x="3464" upper_left_y="5632" lower_right_x="3556" lower_right_y="5808"/>
<graphic_event event_ref="part_2_voice0_measure32_ev5" upper_left_x="3544" upper_left_y="5604" lower_right_x="3656" lower_right_y="5808"/>
<graphic_event event_ref="part_2_voice0_measure33_ev0" upper_left_x="3692" upper_left_y="6148" lower_right_x="3800" lower_right_y="6332"/>
<graphic_event event_ref="part_2_voice0_measure33_ev1" upper_left_x="3792" upper_left_y="6088" lower_right_x="3884" lower_right_y="6320"/>
<graphic_event event_ref="part_2_voice0_measure33_ev2" upper_left_x="3888" upper_left_y="6024" lower_right_x="3980" lower_right_y="6316"/>
<graphic_event event_ref="part_2_voice0_measure34_ev0" upper_left_x="4328" upper_left_y="5836" lower_right_x="4424" lower_right_y="6280"/>
<graphic_event event_ref="part_1_voice0_measure1_ev0" upper_left_x="764" upper_left_y="948" lower_right_x="856" lower_right_y="1104"/>
<graphic_event event_ref="part_1_voice0_measure1_ev1" upper_left_x="864" upper_left_y="888" lower_right_x="944" lower_right_y="1332"/>
<graphic_event event_ref="part_1_voice0_measure1_ev2" upper_left_x="960" upper_left_y="892" lower_right_x="1044" lower_right_y="1076"/>
<graphic_event event_ref="part_1_voice0_measure1_ev3" upper_left_x="1060" upper_left_y="788" lower_right_x="1160" lower_right_y="972"/>
<graphic_event event_ref="part_1_voice0_measure1_ev4" upper_left_x="1228" upper_left_y="784" lower_right_x="1328" lower_right_y="968"/>
<graphic_event event_ref="part_1_voice0_measure2_ev0" upper_left_x="1400" upper_left_y="948" lower_right_x="1492" lower_right_y="1100"/>
<graphic_event event_ref="part_1_voice0_measure2_ev1" upper_left_x="1504" upper_left_y="860" lower_right_x="1572" lower_right_y="1332"/>
<graphic_event event_ref="part_1_voice0_measure2_ev2" upper_left_x="1588" upper_left_y="852" lower_right_x="1668" lower_right_y="1060"/>
<graphic_event event_ref="part_1_voice0_measure2_ev3" upper_left_x="1688" upper_left_y="788" lower_right_x="1784" lower_right_y="984"/>
<graphic_event event_ref="part_1_voice0_measure2_ev4" upper_left_x="1904" upper_left_y="780" lower_right_x="1988" lower_right_y="968"/>
<graphic_event event_ref="part_1_voice0_measure3_ev0" upper_left_x="2064" upper_left_y="948" lower_right_x="2152" lower_right_y="1100"/>
<graphic_event event_ref="part_1_voice0_measure3_ev1" upper_left_x="2172" upper_left_y="892" lower_right_x="2244" lower_right_y="1340"/>
<graphic_event event_ref="part_1_voice0_measure3_ev2" upper_left_x="2256" upper_left_y="892" lower_right_x="2340" lower_right_y="1084"/>
```

Fig.11: Porzione di codice relativa al sub-layer notational

Della **mappatura audio** del Preludio Op. 28 n.1 ci limitiamo a riportare soltanto l'immagine di una porzione di codice relativa al *layer audio*, nella quale è evidenziata la riga relativa allo stesso *sol* della prima battuta di cui alla pagina precedente.

```
<audio>
  <track file_name="C:\Users\mimmo\Desktop\Chopin Pleyel\Prélude Opus 28 Nr. 1\105 02 Traccia 02 ultima.wav" file_format="audio_wav"
  encoding_format="audio_wav">
    <track_indexing timing_type="seconds">
      <track_event event_ref="part_1_voice0_measure1_ev0" start_time="1.02"/>
      <track_event event_ref="part_2_voice0_measure1_ev0" start_time="1.02"/>
      <track_event event_ref="part_2_voice1_measure1_ev0" start_time="1.02"/>
      <track_event event_ref="TimeSignature_part_1_1" start_time="1.02"/>
      <track_event event_ref="TimeSignature_part_2_1" start_time="1.02"/>
      <track_event event_ref="KeySignature_part_1_1" start_time="1.02"/>
      <track_event event_ref="KeySignature_part_2_1" start_time="1.02"/>
      <track_event event_ref="Clef_part_1_1" start_time="1.02"/>
      <track_event event_ref="Clef_part_2_1" start_time="1.02"/>
      <track_event event_ref="part_1_voice0_measure1_ev1" start_time="1.17"/>
      <track_event event_ref="part_2_voice0_measure1_ev1" start_time="1.17"/>
      <track_event event_ref="part_2_voice1_measure1_ev1" start_time="1.17"/>
      <track_event event_ref="part_1_voice0_measure1_ev2" start_time="1.31"/>
      <track_event event_ref="part_2_voice0_measure1_ev2" start_time="1.31"/>
      <track_event event_ref="part_1_voice0_measure1_ev3" start_time="1.46"/>
      <track_event event_ref="part_2_voice0_measure1_ev3" start_time="1.46"/>
      <track_event event_ref="part_2_voice1_measure1_ev2" start_time="1.46"/>
    </track_indexing>
  </track>
</audio>
```

Fig.12: Porzione di codice relativa al sub-layer audio

2.2.2 *Prélude opus 28 Nr.7*

Il Preludio Op. 28 n. 7, conosciuto anche con il titolo apocrifo di Danza Polacca, è una composizione musicale per pianoforte scritto da Frédéric Chopin fra il 1831 e il 1838.

Chopin lo dedicò a Delfina Potocka, una giovane e bellissima aristocratica polacca, forse sua allieva, che un giorno gli chiese di annotare sul proprio album un suo ricordo personale. Per durata si esaurisce nell'arco di pochi secondi ed è il brano in assoluto più breve di tutta la letteratura romantica. Ma appunto così doveva essere: un tema di mazurka lieve e salottiero come fugace pensiero per la propria terra e adorabile omaggio per l'incantevole compatriota.

Il brano si apre con un tema semplice e dolce.

Si ripete il tema iniziale con una variazione di dinamica e di note nel finale che chiude il Preludio.

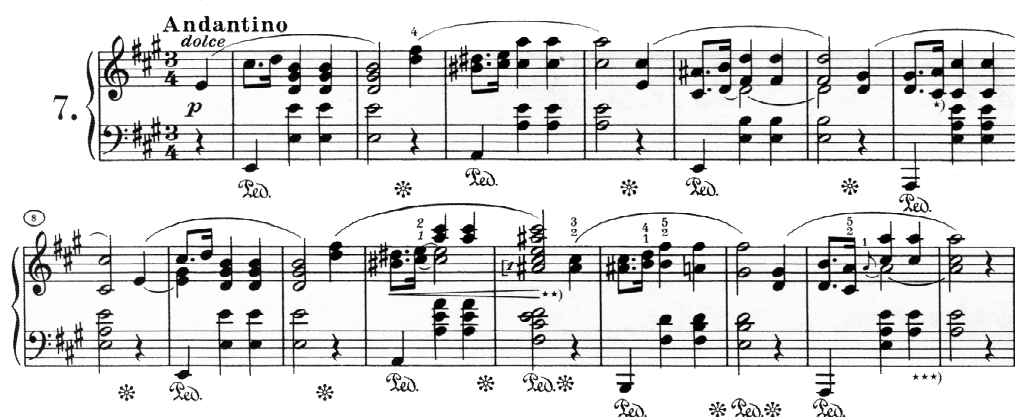


Fig.13: *Prélude opus 28 Nr.7* - spartito originale

Score

Prélude Opus 28 Nr. 7

[Subtitle]

[Composer]
[Arranger]

Piano

Fig.14: Prélude opus 28 Nr.7 - partitura codificata con Finale

Per questo Preludio non è stato necessario aggiustare manualmente i *tag* nel codice MX, in quanto nella partitura non sono presenti gruppi irregolari.

Vogliamo mostrare, invece, nell'immagine successiva l'interfaccia attraverso la quale avviene l'operazione di **mappatura grafica** della partitura: selezionando nel codice MX la riga relativa ad un particolare simbolo musicale, sia ad esempio un accordo, questo viene mostrato nella partitura scritta in Finale. In tal modo può essere riconosciuto ed individuato nella partitura originale ed evidenziata al fine di determinarne la posizione sull'originale stesso. La posizione codificata in MX permetterà di far scorrere la partitura in modo sincrono con la registrazione audio.

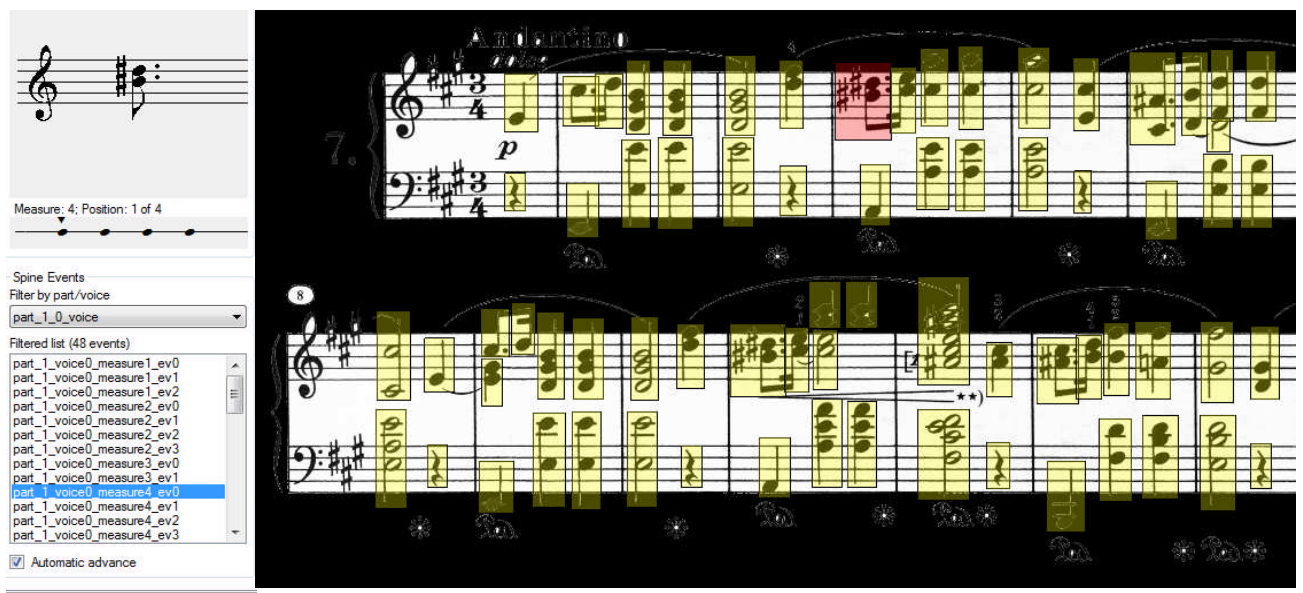


Fig.15: Interfaccia di mappatura grafica del Prélude opus 28 Nr.7

Nell'esempio riportato, la riga evidenziata nel codice è relativa all'accordo Si# - Re# visualizzato sul pentagramma di Finale in alto a sinistra ed evidenziato in rosa sullo spartito originale. Le sue coordinate spaziali sono state poi codificate in MX.

2.3 Codifica dei Valzer

Il Valzer è un'opera da ballo originale tedesca in $\frac{3}{4}$, che Chopin trasforma in una vera e propria opera da concerto. In effetti i Valzer sono stati, insieme ai Notturmi, le opere che maggiormente hanno dato al compositore polacco fama e notorietà tra i suoi contemporanei. Il confronto tra i due generi è decisamente favorevole al Notturmo, sempre caratterizzato da un'intensa profondità d'ascolto. Nonostante i Valzer chopiniani rappresentino una "poesia minore", colpiscono tuttavia per la loro raffinatezza e per la loro capacità di rappresentare brillantemente l'atmosfera dei salotti viennesi del tempo [16].

I Valzer sono le opere strutturalmente e armonicamente più semplici di Chopin, ma risultano molto virtuosistiche e mettono a dura prova il pianista.

Chopin compose Valzer per tutto l'arco della sua attività ma ne pubblicò solo una piccola parte; si può comunque ritrovare un ritmo di Valzer anche in altre composizioni, usato in genere per mitigare la tensione emotiva di quei particolari brani.

Per una buona interpretazione dei Valzer è importante tener presente le date di composizione. Quelli del periodo varsaviano hanno una radice di intimità, che sfiora il sentimentalismo; quelli di tipo viennese sono composti per far ballare, per far divertire. Quelli brillanti non dovranno comunque mai venire eseguiti con quel movimento turbinoso che pure è divenuto una tradizione; l'eccesso di velocità rende infatti inafferrabile ogni sfumatura ritmica e dinamica che ne caratterizza il senso musicale.

2.3.1 Valse opus 64 Nr.2

Il Valzer Op. 64 n. 2 è una composizione musicale per pianoforte scritto nel 1831. Con il Valzer op. 64 n.2 si apre davanti a noi un mondo diverso rispetto quelli descritti da altri valzer, languido e interiore. La melodia è melanconica e accorata e, anche quando si anima in rapidi passaggi, resta sospesa, ambigua, volutamente esitante nell'indugiare su frequenti cromatismi. [20] La parte centrale ci investe con un caldo abbraccio, in cui le tensioni precedenti paiono dissolversi. Sotto l'aspetto formale ripercorre la struttura a rondò (qui secondo le sezioni AB-CB-AB). Dopo una prima parte struggente e melanconica (A) ecco comparire il tema trascinante e concitato della seconda (B) in tempo *Più mosso*. Compare infine un terzo tema (C) con decelerazione agogica in *Più lento*, che tocca corde di forte liricità e che strutturalmente assume funzioni di trio. Infine il ripristino capovolto delle due sezioni iniziali (prima B, poi A) e infine ancora B in funzione di coda, a rendere compiutezza a un'architettura sonora di grande equilibrio.

Di nuovo, il cambio di modo e di tonalità per enarmonia favoriscono questa totale trasformazione senza passaggi di collegamento e, come in un sogno, ricompare l'episodio iniziale, che, ripetuto per intero senza alcuna variazione, conclude il pezzo.

E' stato spesso utilizzato in ambito cinematografico come colonna sonora (suonato da Uma Thurman nel film del 1998 *The Avengers – Agenti Speciali*; nella scena del duello di pianoforte in *Secret*, 2007; nel documentario animato *Valzer con Bashir*, 2008, solo per citarne alcuni).

À Madame NATHANIEL de ROTHSCHILD.

Walse.

F. CHOPIN. Op. 64. N^o 2.

7. *Tempo giusto.*

The musical score consists of six systems of piano accompaniment. Each system contains a treble and bass staff. The key signature is three sharps (F#, C#, G#) and the time signature is 3/4. The tempo is marked 'Tempo giusto.' and the piece is identified as 'F. CHOPIN. Op. 64. N^o 2.' The score begins with measure 7, indicated by a '7.' in the left margin. The notation includes various musical symbols such as notes, rests, accidentals, and dynamic markings. Fingerings are indicated by numbers 1-5 above or below notes. Articulation marks, including slurs and asterisks, are used to guide the performer. The bass line is characterized by a steady, rhythmic pattern of eighth and sixteenth notes, while the treble part features more complex melodic and harmonic structures, including chords and single-note passages.

Più mosso.

The musical score consists of six systems, each with a treble and bass staff. The key signature is A major (three sharps: F#, C#, G#). The tempo marking is *Più mosso.*

- System 1:** Treble staff has a series of eighth notes with slurs. Bass staff has chords and single notes. Fingering numbers 4 and 3 are present.
- System 2:** Treble staff continues with eighth notes and slurs. Bass staff has chords. Fingering numbers 3, 5, 4, 5, 3, 4, 1, 3 are present.
- System 3:** Treble staff has eighth notes and slurs. Bass staff has chords. Fingering numbers 1, 2, 3, 1, 4, 1, 3, 1, 2 are present. A dynamic marking *pp* appears in the bass staff.
- System 4:** Treble staff has eighth notes and slurs. Bass staff has chords. Fingering numbers 1, 2, 3, 1, 4, 1 are present.
- System 5:** Treble staff has eighth notes and slurs. Bass staff has chords. Fingering numbers 1, 2, 3, 1, 4, 1 are present.
- System 6:** Treble staff has eighth notes and slurs. Bass staff has chords. Fingering numbers 1, 2, 3, 1, 4, 1 are present. The key signature changes to B minor (three flats: Bb, Eb, Ab) in the final measure.

Più lento.

46

This musical score consists of six systems of piano music, each with a treble and bass staff. The key signature is three flats (B-flat, E-flat, A-flat). The tempo marking "Più lento." is at the top left, and the measure number "46" is at the top center. The music features complex fingerings (1-5) and articulation marks (accents, slurs). The first system (measures 46-47) includes a "poco ritenuto" marking. The second system (measures 48-49) continues the melodic and harmonic development. The third system (measures 50-51) shows a transition in the bass line. The fourth system (measures 52-53) features a more active treble line. The fifth system (measures 54-55) includes a "poco ritenuto" marking. The sixth system (measures 56-57) concludes the passage with a final chord in the bass.

Più mosso.

The musical score consists of six systems, each with a treble and bass staff. The key signature is three sharps (F#, C#, G#) and the time signature is 3/4. The tempo is marked 'Più mosso.' at the beginning. The notation includes various musical symbols such as notes, rests, and dynamic markings like 'pp'. There are also handwritten-style annotations below the staves, including 'Re.' and asterisks, which likely refer to specific notes or chords. The piece concludes with a final measure marked with a double bar line.

Tempo I.

The musical score is written for piano in E major (four sharps: F#, C#, G#, D#). It is marked "Tempo I." and consists of six systems of two staves each. The right hand (treble clef) plays a melodic line with various ornaments, slurs, and dynamic markings (p, f). The left hand (bass clef) provides a harmonic accompaniment with chords and single notes. The notation includes many accidentals and dynamic markings like "p" and "f".

Più mosso.

The image displays a musical score for a waltz, consisting of six systems of piano and bass staves. The key signature is three sharps (F#, C#, G#) and the time signature is 3/4. The tempo marking 'Più mosso.' is at the top. The piano part features flowing eighth-note patterns, while the bass part provides harmonic support with chords and single notes. Figured bass notation is present below the bass staff of each system, indicating the intended harmony for a basso continuo player. The notation includes various musical symbols such as notes, rests, beams, and dynamic markings like 'pp' (pianissimo) in the fourth system. The score concludes with a double bar line and repeat signs in the final system.

Fig.16: Valse opus 64 Nr.2- spartito originale

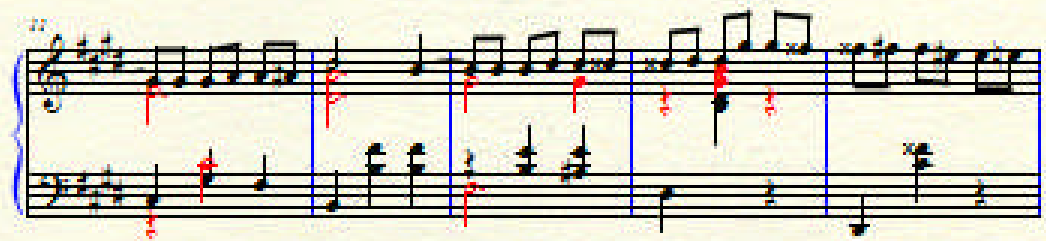
Valse Opus 64 Nr. 2

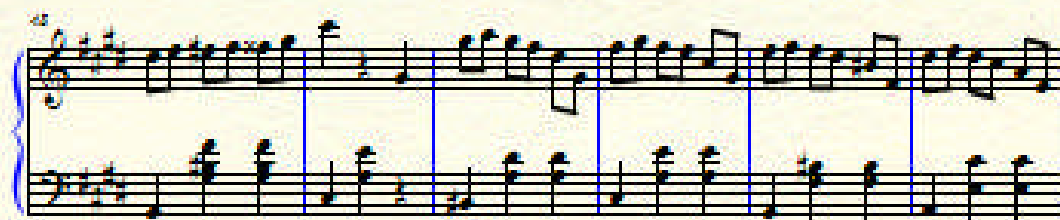
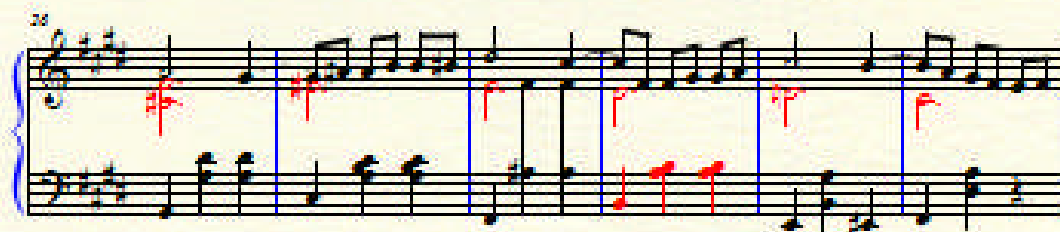
Score

[Subtitle]

[Composer]
[Arranger]

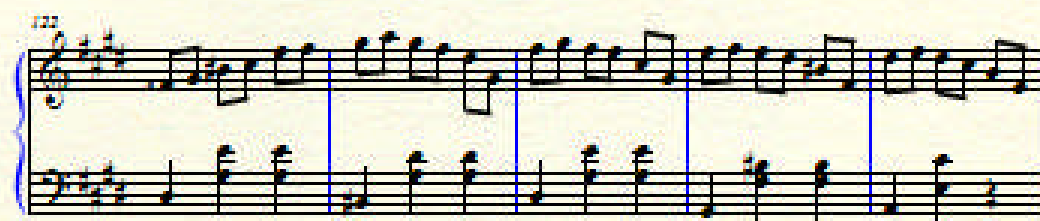
Piano

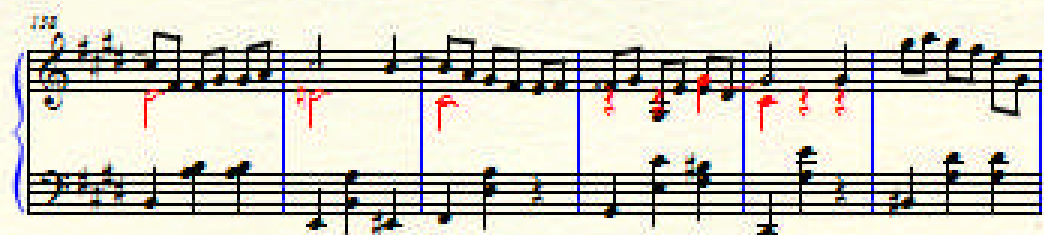






This image displays a musical score for a piece titled "Valses Opus 64 Nr. 2". The score is written for piano and consists of five systems of music, each with a treble and bass staff. The key signature is one flat (B-flat major or D minor), and the time signature is 3/4. The score is marked with measure numbers 22, 25, 28, 100, and 108. The notation includes various musical symbols such as notes, rests, and dynamic markings. The score is presented on a yellow background with blue vertical lines separating the systems. The first system (measures 22-24) features a treble staff with a melodic line and a bass staff with a harmonic accompaniment. The second system (measures 25-27) continues the melodic and harmonic development. The third system (measures 28-30) shows a change in the bass line. The fourth system (measures 100-102) and the fifth system (measures 103-105) show a more complex melodic line in the treble staff. The score ends with a double bar line at measure 108.





164

170

176

182

188

194

Vogliamo approfittare della presenza di due modulazioni nella partitura del Valzer op. 64 n. 2 per mostrare come lo standard MX codifichi la variazione di armatura di chiave.

Alla battuta 66 si passa dai 4 diesis della tonalità di Do diesis minore iniziale ai 5 bemolli della tonalità di Re bemolle, per poi ritornare alla battuta 99 alla tonalità iniziale di Do diesis minore.



Fig.18: Incipit del Valse opus 64 Nr.2-



Fig.19: Modulazione alla battuta 66
da Do# minore a Re bemolle



Fig.20: Modulazione alla battuta 99
da Re bemolle a Do# minore

La figura che segue riporta in sequenza la porzione di codice relativa all'elemento Key_signature, con il passaggio da 4 diesis in chiave

(`<sharp_num number="4"/>`)

a 5 bemolli

(`<flat_num number="5"/>`)

e nuovamente a 4 diesis

(`<sharp_num number="4"/>`).

```

<los>
  <staff_list>
    ...
    <key_signature
event_ref="KeySignature_part_1_1">
      <sharp_num number="4"/>
    <key_signature
event_ref="KeySignature_part_1_66">
      <flat_num number="5"/>
    </key_signature>
    ...
    <key_signature
event_ref="KeySignature_part_1_99">
      <sharp_num number="4"/>
    </key_signature>
  </staff>

```

Fig.21: Porzione di codice relativa alle modulazioni

Infine la stampa della porzione di codice relativa alle modulazioni.

```

*Valse Opus 64 Nr. 2.xml
10 <logic>
11 <spine>
1508 <los>
1509 <staff_list>
1570 <staff id="part_1_staff" line_number="5">
1571 <time_signature event_ref="TimeSignature_part_1_1">
1572 <time_indication num="3" den="4"/>
1573 </time_signature>
1574 <key_signature event_ref="KeySignature_part_1_1">
1575 <sharp_num number="4"/>
1576 </key_signature>
1577 <clef_shape="G" event_ref="Clef_part_1_1" staff_step="2" octave_num="0"/>
1578 <time_signature event_ref="TimeSignature_part_1_65">
1579 <time_indication num="2" den="4"/>
1580 </time_signature>
1581 <time_signature event_ref="TimeSignature_part_1_66">
1582 <time_indication num="1" den="4"/>
1583 </time_signature>
1584 <key_signature event_ref="KeySignature_part_1_66">
1585 <flat_num number="5"/>
1586 </key_signature>
1587 <time_signature event_ref="TimeSignature_part_1_67">
1588 <time_indication num="3" den="4"/>
1589 </time_signature>
1590 <key_signature event_ref="KeySignature_part_1_99">
1591 <sharp_num number="4"/>
1592 </key_signature>
1593 </staff>
1594 <staff id="part_2_staff" line_number="5">
1595 <time_signature event_ref="TimeSignature_part_2_1">
1596 <time_indication num="3" den="4"/>
1597 </time_signature>
1598 <key_signature event_ref="KeySignature_part_2_1">

```

Fig.22: Stampa porzione di codice relativa alle modulazioni

2.3.2 Valse opus 69 Nr. 1

Il Valzer op.69 n.1 fu scritto nel 1836, ma pubblicato postumo. All'origine di questo pezzo vi è uno dei momenti più tristi della vita amorosa di Chopin. Nell'estate del 1835 si era recato a Karlsbad per soggiornare con i suoi cari. Di ritorno verso Parigi, conobbe a Dresda la famiglia Wodzinska. Tra il musicista e la sedicenne Maria Wodzinska nacque subito una felice intesa amorosa, tanto che Chopin arrivò a chiederla in moglie. Purtroppo, le condizioni cagionevoli della sua salute spinsero i genitori della giovane a rifiutare l'offerta. Questo fatto segnò molto profondamente la psiche di Chopin, che si convinse di non avere alcuna possibilità di costruirsi una propria famiglia, né allora né mai. Il valzer, sul cui manoscritto furono trovate le parole "Moja bieda" (Il mio dolore), risale a un periodo di separazione tra Chopin e Maria, prima del responso definitivo dei genitori di lei. In esso si fondono elementi propri sia della mazurka che del valzer. L'alternanza di motivi lieti e di motivi dolenti fa apparire questa pagina un vero e proprio commiato; affiorano qua e là ricordi felici, ma la malinconia e la rassegnazione hanno il sopravvento.

L'impianto formale presenta un valzer principale bitematico con l'inclusione, al suo interno, di un secondo valzer più piccolo (trio), così come nel secolo precedente succedeva per una struttura analoga: quella del minuetto. Il primo tema del valzer principale ha un andamento cantabile, a tratti quasi trasognato. Il secondo tema invece contrasta per la maggiore vivacità e il carattere più sereno. Il valzer si conclude con la ripresa del primo tema. Una frase bizzosa, che ritorna più volte su se stessa, apre il trio. A essa, in continua alternanza, si contrappone una seconda idea scalare e ascendente. La ripresa del primo tema del valzer principale funge infine da conclusione.

Valse.

(Posthumous.)

F. CHOPIN. Op. 69, N° 1.
(1836.)

Lento. (♩ = 138.)

9. *p con espressione*

f *p* *riten.* *a tempo* *pp* *riten.*

Rea. * Rea. * Rea. * Rea. * Rea. *

Rea. * Rea. * Rea. * Rea. * Rea. *

Rea. * Rea. * Rea. * Rea. * Rea. *

Rea. * Rea. * Rea. * Rea. * Rea. *

Rea. * Rea. * Rea. * Rea. * Rea. *

Rea. * Rea. * Rea. * Rea. * Rea. *

con anima

mf

Rea * Rea * Rea * Rea * Rea *

Rea * Rea * Rea * Rea * Rea *

Rea * Rea * Rea * Rea * Rea *

a tempo

con forza

riten.

f

Rea * Rea * Rea * Rea * Rea *

Rea * Rea * Rea * Rea * Rea *

riten.

Rea * Rea * Rea * Rea * Rea *

The image displays the original musical score for 'Valse opus 69 Nr.1'. It consists of six systems, each featuring a piano accompaniment (left staff) and a vocal line (right staff). The key signature is three flats (B-flat, E-flat, A-flat), and the time signature is 3/4. The score includes various musical notations such as notes, rests, and ornaments. Performance instructions are written throughout, including 'poco', 'a', 'poco', 'cresc.', 'f', 'sf', 'p', 'ten.', 'riten.', and '5'. The vocal line includes lyrics: 'Rea * Rea * Rea * Rea * Rea * Rea * Rea * Rea *'. The piano accompaniment features a steady bass line with chords and occasional melodic lines. The vocal line is characterized by a mix of half notes, quarter notes, and eighth notes, often with a melisma or 'ten.' (tenuto) marking. The score concludes with a double bar line and a final chord.

Fig.23: Valse opus 69 Nr.1 - spartito originale

Score

Valse Opus 69 Nr. 1

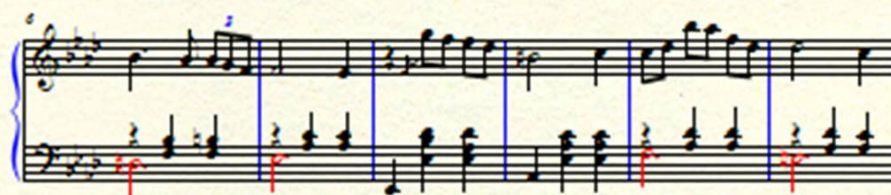
[Subtitle]

[Composer]

[Arranger]

♩ = 138

Piano



©

The image displays a musical score for a waltz, specifically measures 22 through 47. The score is written for piano (piano) and features a treble and bass staff. The key signature is one flat (B-flat major or D minor), and the time signature is 3/4. The notation includes various musical symbols such as notes, rests, and accidentals. Red markings are present on the bass staff, likely indicating fingerings or specific notes. The score is divided into five systems, each containing two staves. The measures are numbered 22, 27, 32, 37, and 42, indicating the start of each system. The music is characterized by a steady, rhythmic pattern typical of a waltz.



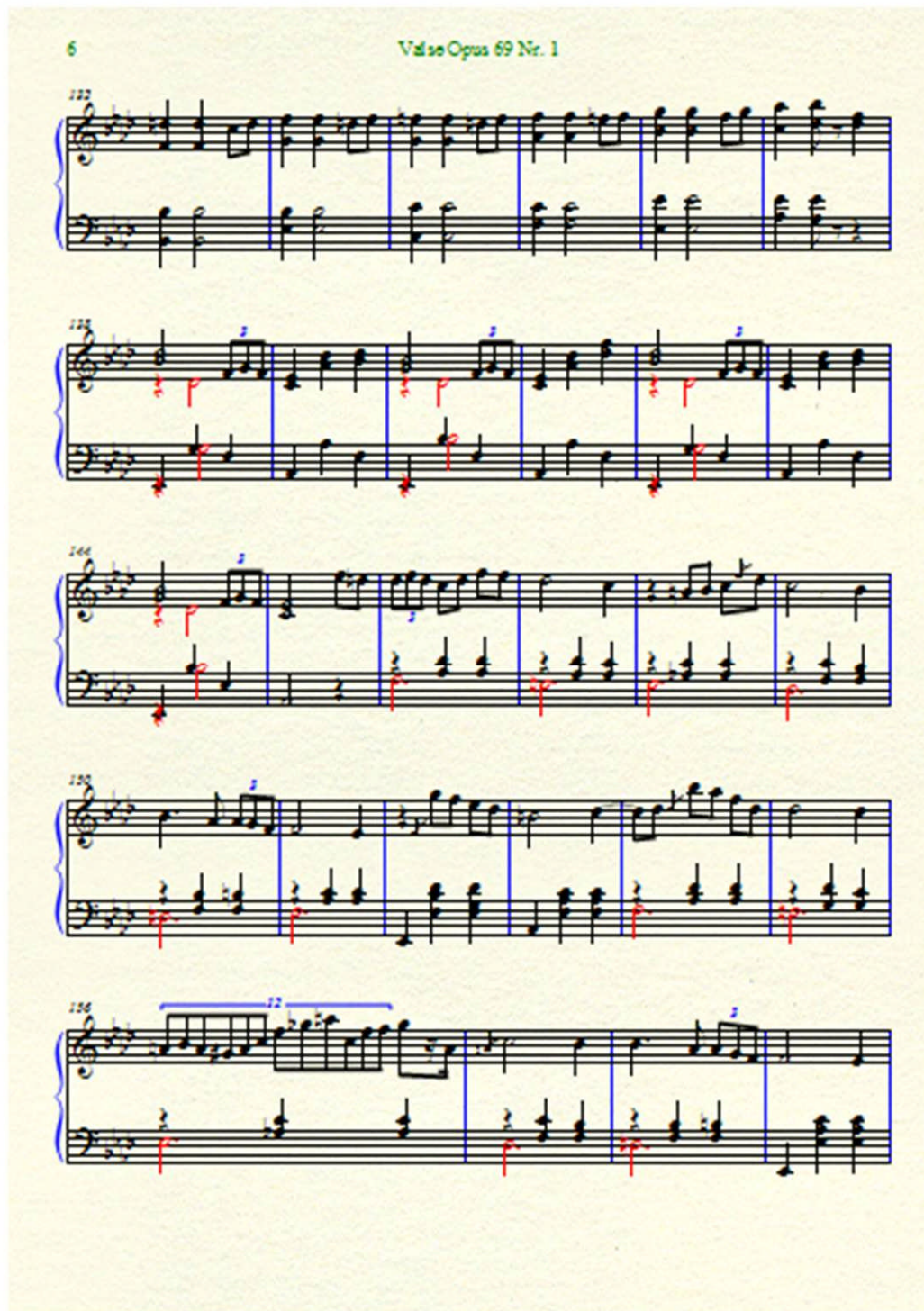


Fig.24: Valse opus 69 Nr.1 - partitura codificata in Finale

Il Valzer op.69 n.1 codificato in Finale si presenta incompleto in quanto, per un bug del programma, l'ultima pagina dello spartito manca delle tre battute finali.

2.4 Codifica del Notturmo

I *Notturmi* di Chopin sono composizioni per pianoforte ispirate a temi dolci e sognanti. Caratteristiche peculiari sono le melodie cantabili, sapientemente ornate con abbellimenti e sostenute da discreti accompagnamenti in arpeggi.

Per la realizzazione di queste opere, Chopin prese spunto da composizioni che si adattavano facilmente alla sua indole sognante e tipicamente romantica.

In un primo momento egli trasse la sua ispirazione dalle opere dell' irlandese John Field; tuttavia, diversamente da questi, componeva per esprimere le sue più intime sensazioni, piuttosto che per assecondare il pubblico.

Le composizioni di Chopin sono il trionfo del canto, del bel suono e dell'espressione; esse sono per lo più opere in un'unica sezione monotematica, in forma di una monodia accompagnata.

Il maestro polacco le insegnò spesso ai suoi allievi affinché imparassero che cosa intendesse per suono e per tocco.

Rispetto a quelli di Field, i Notturmi di Chopin hanno (spesso, ma non sempre) la peculiarità di essere divisi in più sezioni tematiche contrastanti: troviamo accostate varie espressioni di stati d'animo (dolci, tenere, sognanti, ma anche violente) ed inoltre un uso più raffinato degli abbellimenti che ora si fondono totalmente con la melodia. Tema ricorrente è lo spirito polacco, legato indissolubilmente a tutte le opere del compositore.

Il fatto che Chopin abbia pubblicato la quasi totalità dei Notturmi composti (18 su 21), indica come questo genere gli riuscisse congeniale.

Chopin evitò infatti di pubblicare le opere che non lo convinsero completamente o che comunque non erano meritevoli, dal suo punto di vista, di entrare nella raccolta.

2.4.1 Nocturne Opus 9 Nr. 1 in Sib minore

I Notturmi Op. 9 furono composti da Frédéric Chopin e pubblicati nel 1833, con dedica a Madame Camille Pleyel [6].

Di questi il primo, in si bemolle minore, è composto da un arpeggio di ottavi continuo suonato con la mano sinistra mentre la destra si muove liberamente sopra di esso.

Costruito su uno schema ABA', ed avente struttura fieldiana, presenta importanti novità come la tonalità e altri accorgimenti melodici. [15]

Il tema iniziale è semplicemente una scala discendente nella tonalità di impianto e l'accompagnamento si limita a sostenerlo senza emergere troppo.

Il tema, molto intimo, viene riproposto varie volte e spesso è variato con delle graziose fioriture che ne esaltano la delicatezza. La sezione "B" (in modo maggiore) è più lunga della prima, ma non ha un carattere totalmente diverso rispetto a questa; differisce per il semplice fatto che la melodia è raddoppiata con l'ottava. Il momento è di sospensione, quasi fuori dal tempo, e raggiunge il suo culmine nell'interludio che precede la riproposizione del tema (parte A').

A chiusura vi è una Coda con una scala discendente di terze e di seconde: essa chiude il Notturmo con un accordo (arpeggiato) di Sib Maggiore.

TROIS NOCTURNES

dédiés à Madame Camille Pleyel

I

Komponiert 1830/31

Larghetto

1. *p espress.*

ff

f p

smorz.

p

legatissimo

f appassionato

cresc.

con forza

p

smorz.

sotto voce

pp
(una corda)

poco rallent.

ppp

a tempo

f (tre corde)

cresc.

p
(u.c.)

simile

poco rallent.

ppp

a tempo

f (u.c.)

First system of musical notation. The treble clef staff begins with a half note G4, followed by a half note F#4, and then a half note E4. The bass clef staff begins with a half note G3, followed by a half note F#3, and then a half note E3. The system includes dynamic markings *cresc.* and *f poco stretto*. Fingering numbers are present above and below the notes.

Second system of musical notation. The treble clef staff continues with a half note D4, followed by a half note C#4, and then a half note B3. The bass clef staff continues with a half note D3, followed by a half note C#3, and then a half note B2. The system includes dynamic markings *fz p* and *poco rallent.*. Fingering numbers are present above and below the notes.

Third system of musical notation. The treble clef staff begins with a half note A3, followed by a half note G3, and then a half note F#3. The bass clef staff begins with a half note A2, followed by a half note G2, and then a half note F#2. The system includes dynamic markings *ppp* and *f*, and the tempo marking *a tempo*. Fingering numbers are present above and below the notes.

Fourth system of musical notation. The treble clef staff begins with a half note E4, followed by a half note D4, and then a half note C#4. The bass clef staff begins with a half note E3, followed by a half note D3, and then a half note C#3. The system includes the dynamic marking *f poco stretto*. Fingering numbers are present above and below the notes.

Fifth system of musical notation. The treble clef staff begins with a half note B3, followed by a half note A3, and then a half note G3. The bass clef staff begins with a half note B2, followed by a half note A2, and then a half note G2. The system includes dynamic markings *fz p*, *poco rallent.*, and *ppp*. Fingering numbers are present above and below the notes.

a tempo

f

ff

con forza

pp

ppp legatissimo (u.c.)

sempre pianissimo

f

smorz.

sempre p

The musical score is written for piano and consists of six systems of two staves each. The key signature is three flats (B-flat, E-flat, A-flat). The notation includes various musical symbols such as notes, rests, slurs, and dynamic markings. Fingerings are indicated by numbers 1-5 above or below notes. The piece begins with a tempo marking 'a tempo' and a forte 'f' dynamic. It progresses through various dynamic levels, including fortissimo 'ff', piano 'pp', pianissimo 'ppp', and concludes with a 'smorz.' (diminuendo) marking. The final system includes a 'sempre p' (piano) marking and a 'sempre pianissimo' marking.

The image displays the original manuscript of Chopin's Nocturne Opus 9 No. 1 in B-flat minor. The score is written for piano and features a variety of musical elements:

- Staff 1:** Begins with a treble clef and a key signature of three flats. The right hand starts with a series of eighth notes, while the left hand plays a steady eighth-note accompaniment. Fingerings are indicated with numbers 1-5.
- Staff 2:** The tempo changes to *a tempo*. The right hand features a melodic line with slurs and fingerings. The left hand continues its accompaniment. A marking *rall. e dolciss.* is present.
- Staff 3:** The tempo changes to *legatissimo*. The right hand has a long, flowing melodic line with many slurs and fingerings. The left hand accompaniment is also marked with slurs.
- Staff 4:** The right hand has a melodic line with slurs and fingerings. The left hand accompaniment is marked with slurs. A marking *f (t.o.)* is present.
- Staff 5:** The right hand has a melodic line with slurs and fingerings. The left hand accompaniment is marked with slurs. A marking *cresc.* is present.
- Staff 6:** The right hand has a melodic line with slurs and fingerings. The left hand accompaniment is marked with slurs. A marking *ff* is present.
- Staff 7:** The right hand has a melodic line with slurs and fingerings. The left hand accompaniment is marked with slurs. A marking *dim.* is present.
- Staff 8:** The right hand has a melodic line with slurs and fingerings. The left hand accompaniment is marked with slurs. A marking *smorz.* is present.
- Staff 9:** The right hand has a melodic line with slurs and fingerings. The left hand accompaniment is marked with slurs. A marking *ff* is present.
- Staff 10:** The right hand has a melodic line with slurs and fingerings. The left hand accompaniment is marked with slurs. A marking *pp(u.o.)* is present.
- Staff 11:** The right hand has a melodic line with slurs and fingerings. The left hand accompaniment is marked with slurs. A marking *accelerando* is present.
- Staff 12:** The right hand has a melodic line with slurs and fingerings. The left hand accompaniment is marked with slurs. A marking *dimin.* is present.
- Staff 13:** The right hand has a melodic line with slurs and fingerings. The left hand accompaniment is marked with slurs. A marking *ritenuto* is present.
- Staff 14:** The right hand has a melodic line with slurs and fingerings. The left hand accompaniment is marked with slurs. A marking *pp(u.o.)* is present.
- Staff 15:** The right hand has a melodic line with slurs and fingerings. The left hand accompaniment is marked with slurs. A marking *pp(u.o.)* is present.

Fig.25: Nocturne Opus 9 Nr. 1 in Sib minore - spartito originale

Nocturne Opus 9 Nr. 1

Score

[Subtitle]

[Composer]

[Arranger]

Piano

11

22

22

22

The image displays a musical score for Nocturne Opus 9 Nr. 1, specifically measures 10 through 19. The score is written for piano and is organized into five systems, each consisting of a treble and bass staff. The key signature is B-flat major (two flats) and the time signature is 4/4. Measure numbers 10, 12, 14, 16, and 18 are printed at the beginning of their respective systems. The notation includes various musical symbols such as notes, rests, and bar lines. A blue vertical line is placed between measures 11 and 12, and another between measures 13 and 14. Red markings, including small 'x' and 'y' symbols, are present in measures 16, 17, 18, and 19, likely indicating specific performance techniques or corrections. The paper has a light cream or yellowish tint.

The image displays a musical score for a piano piece, specifically measures 20 through 29 of Nocturne Opus 9 Nr. 1. The score is written for piano (p) and is in 3/4 time. The key signature is one flat (B-flat major or D minor). The notation is presented in five systems, each consisting of a treble and bass staff joined by a brace. The first system (measures 20-21) shows the beginning of a phrase in the treble staff with a half note and a quarter note, while the bass staff has a continuous eighth-note accompaniment. The second system (measures 22-23) continues the treble melody with a half note and a quarter note, and the bass staff continues its accompaniment. The third system (measures 24-25) features a treble staff with a half note and a quarter note, and the bass staff continues its accompaniment. The fourth system (measures 26-27) shows the treble staff with a half note and a quarter note, and the bass staff continues its accompaniment. The fifth system (measures 28-29) concludes the phrase in the treble staff with a half note and a quarter note, and the bass staff continues its accompaniment. The score is marked with a piano (p) dynamic and includes a repeat sign at the end of measure 29.

This image displays a musical score for Nocturne Opus 9 Nr. 1, specifically measures 22 through 42. The score is written for piano and is organized into five systems, each consisting of a treble and bass staff. The key signature is B-flat major (two flats), and the time signature is 4/4. The notation includes various musical symbols such as notes, rests, and bar lines. Vertical blue lines are placed at the beginning of measures 22, 27, 32, 37, and 42. Measure 28 features a long horizontal oval in the treble staff, indicating a sustained or tied note. The page number '4' is located in the top left corner, and the title 'Nocturne Opus 9 Nr. 1' is centered at the top.

The image displays a musical score for Nocturne Opus 9 Nr. 1, spanning measures 44 to 54. The score is written for piano and is in 3/4 time. The key signature is one flat (B-flat major or D-flat minor). The notation is presented in five systems, each with a treble and bass staff. Measures 44 and 45 show a complex texture with many beamed sixteenth notes in both hands. Measure 46 features a long, sustained chord in the treble. Measures 47 through 50 show a more active bass line with frequent eighth and sixteenth notes, while the treble contains chords and some melodic fragments. Measures 51 and 52 have red markings on the treble staff, possibly indicating a specific performance technique or a correction. Measures 53 and 54 continue the pattern of active bass lines and chords in the treble. The score is divided into measures by vertical bar lines, and some measures are further subdivided by blue vertical lines.

The image displays a musical score for Nocturne Opus 9 Nr. 1, specifically measures 57 through 65. The score is written for piano in F major, 3/4 time. It consists of five systems, each with a grand staff (treble and bass clefs). The right hand (treble clef) features a melodic line with various ornaments and rests, while the left hand (bass clef) provides a steady accompaniment of eighth notes. Measure 57 includes red markings above the treble staff. Measure 65 features a complex sequence of notes in the bass staff, with red, blue, and green markings below it. Blue vertical lines separate the systems, and a blue bracket groups the final measures of the fifth system.

72

74

75

77

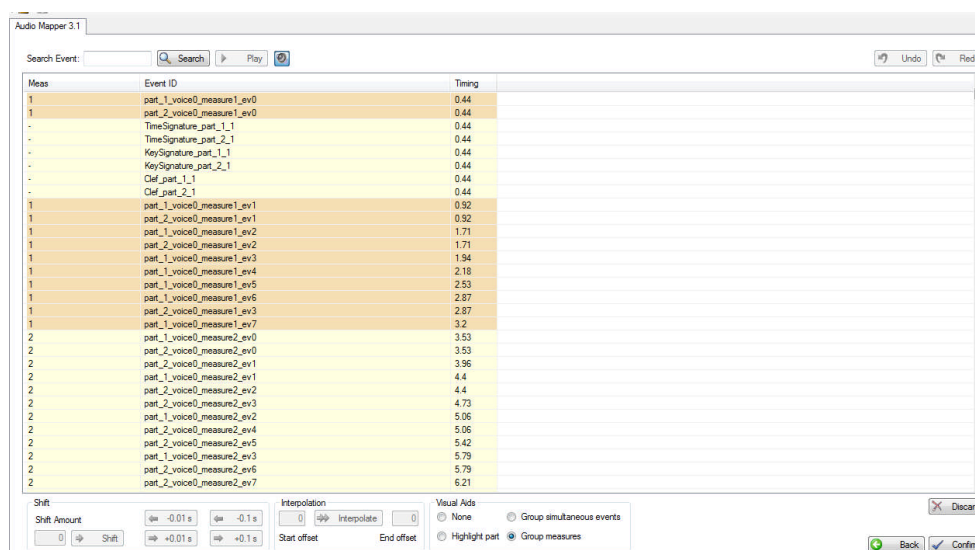
79

8 Nocturne Opus 9 Nr. 1

The image displays a musical score for the first Nocturne of Opus 9, in B-flat major. It consists of three systems of staves, each with a treble and bass clef. The first system (measures 21-22) features a treble staff with a melodic line and a bass staff with a rhythmic accompaniment. The second system (measures 22-23) continues the melody in the treble staff, with a fermata over the final note, while the bass staff provides a steady accompaniment. The third system (measure 23) shows the final measure of the piece, with a double bar line and repeat signs at the end of both staves. The score is written in a standard musical notation style with a light blue background.

Fig.26: Nocturne Opus 9 Nr. 1 in Sib minore - partitura codificata in Finale

Dell'operazione di **mappatura audio** del Notturmo op. 9 n. 1 vogliamo mostrare come si presenta l'interfaccia dopo la sincronizzazione del tempo di esecuzione della traccia audio con la partitura originale attraverso l'azione manuale di battitura del tempo sul tasto *tap*, con impostazione del valore 1024 VTU per l'attributo *timing*, corrispondente ad una semiminima.



The screenshot shows the 'Audio Mapper 3.1' window. At the top, there is a 'Search Event:' field with a search icon and a 'Play' button. Below this is a table with three columns: 'Meas', 'Event ID', and 'Timing'. The table lists various musical events and their corresponding timing values. The events are grouped by measure (Meas). The bottom of the window contains several control buttons and options, including 'Shift', 'Interpolation', 'Visual Aids', and 'Group simultaneous events'.

Meas	Event ID	Timing
1	part_1_voice0_measure1_ev0	0.44
1	part_2_voice0_measure1_ev0	0.44
-	TimeSignature_part_1_1	0.44
-	TimeSignature_part_2_1	0.44
-	KeySignature_part_1_1	0.44
-	KeySignature_part_2_1	0.44
-	Clef_part_1_1	0.44
-	Clef_part_2_1	0.44
1	part_1_voice0_measure1_ev1	0.52
1	part_2_voice0_measure1_ev1	0.52
1	part_1_voice0_measure1_ev2	1.71
1	part_2_voice0_measure1_ev2	1.71
1	part_1_voice0_measure1_ev3	1.94
1	part_1_voice0_measure1_ev4	2.18
1	part_1_voice0_measure1_ev5	2.53
1	part_1_voice0_measure1_ev6	2.87
1	part_2_voice0_measure1_ev3	2.87
1	part_1_voice0_measure1_ev7	3.2
2	part_1_voice0_measure2_ev0	3.53
2	part_2_voice0_measure2_ev0	3.53
2	part_2_voice0_measure2_ev1	3.96
2	part_1_voice0_measure2_ev1	4.4
2	part_2_voice0_measure2_ev2	4.4
2	part_2_voice0_measure2_ev3	4.73
2	part_1_voice0_measure2_ev2	5.06
2	part_2_voice0_measure2_ev4	5.06
2	part_2_voice0_measure2_ev5	5.42
2	part_1_voice0_measure2_ev3	5.79
2	part_2_voice0_measure2_ev6	5.79
2	part_2_voice0_measure2_ev7	6.21

Fig. 27: Interfaccia della mappatura audio

Gli elementi musicali (note e pause) di ogni battuta sono evidenziati con lo stesso colore. Ogni nota dello spartito è così collegata ad un preciso istante della traccia audio permettendo una sincronizzazione dei vari tipi di file che, codificata nel formato IEEE 1599, permette di fruire in contemporanea delle varie performance dell'evento musicale.

Capitolo 3

3. Prototipo di fruizione

3.1. Un software di base

Tutto il lavoro svolto nel capitolo precedente è la base da cui partire per pensare ad un software che sfrutti la potenza dello standard MX.

Premesso che uno qualsiasi dei brani pianistici di Chopin da noi trattati può elevare lo spirito e l'anima col solo ascolto fatto ad occhi chiusi, proviamo a volerci immergere nell'esecuzione del brano, come fossimo uno degli spettatori in sala o quasi il pianista che si sta esibendo.

Sfruttando l'eterogeneità del materiale di cui disponiamo (file audio, file grafici, file video) creiamo un ambiente multimodale che permetta di muoversi “nel brano” e di interagire con l'evento musicale [5].

L'interfaccia grafica del software è la seguente:

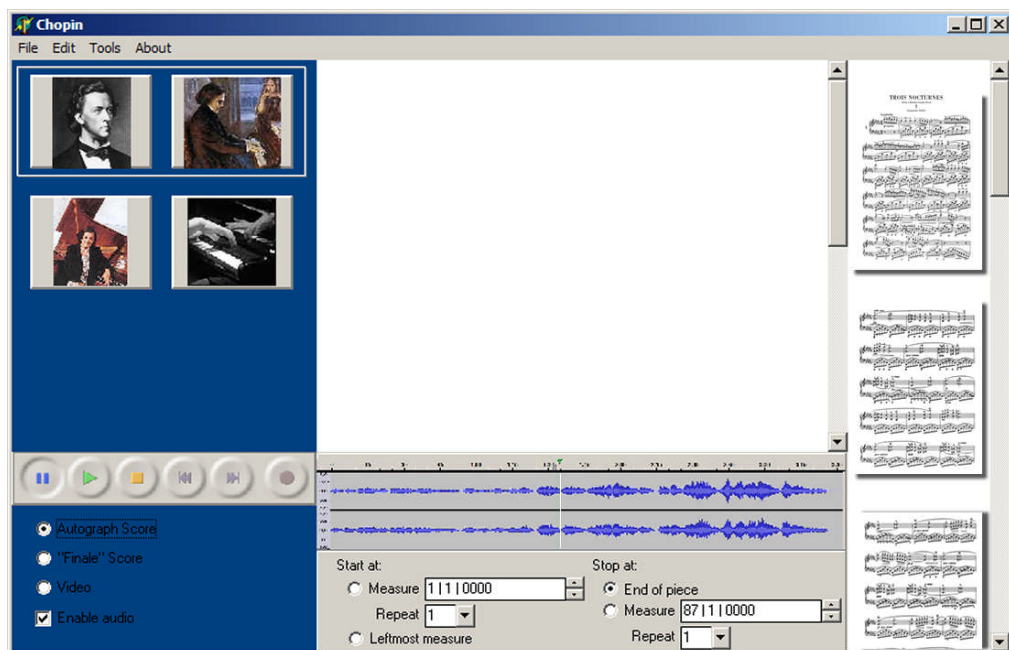


Fig.28: Interfaccia grafica del software vuota

Nel riquadro in alto a sinistra è disponibile il “foglio di sala” su cui reperire informazioni relative all’autore, al brano in esecuzione o al pianista: con un click del mouse si apre la relativa finestra e si accede alle informazioni.

La partitura è il punto di partenza di tutta le performance e pertanto dobbiamo poterne disporre durante l’ascolto. Selezionando il tasto *Autograph Score*, l’interfaccia del nostro software presenta nella finestra centrale l’immagine della partitura originale e su questa segue in tempo reale lo scorrere delle note e delle pause, in perfetta sincronia con la traccia audio.

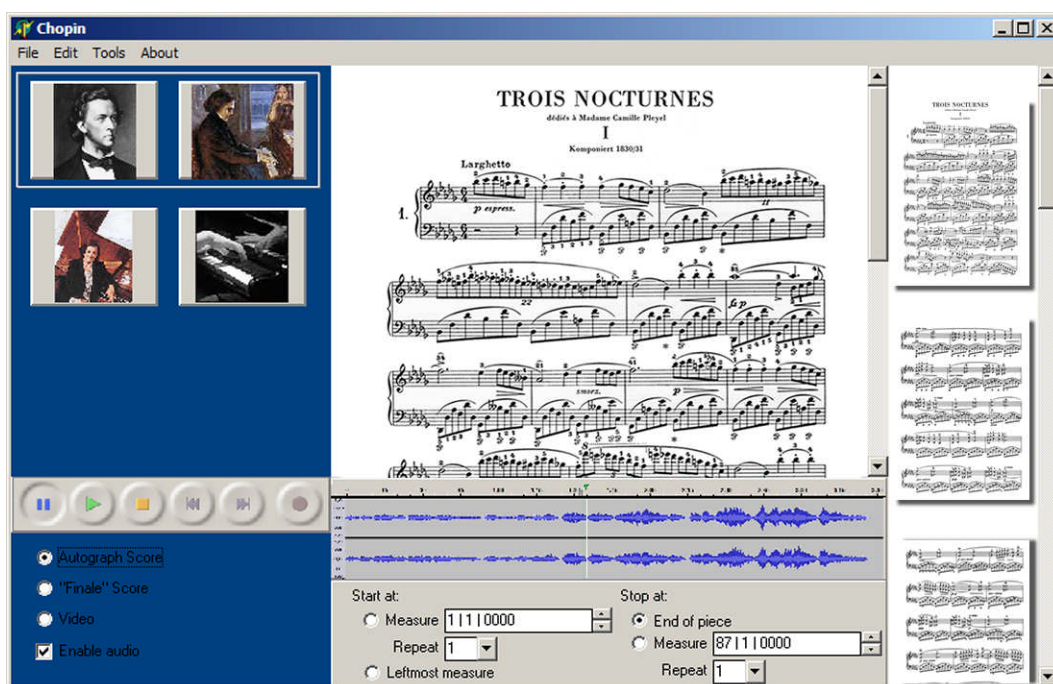


Fig.29: Interfaccia grafica del software (Autograph Score)

Se lo spartito originale (che potrebbe anche essere un autografo) è poco comprensibile in qualche sua parte, o se vogliamo una partitura più schematica, la selezione del tasto “Finale” Score ci permette di passare alla lettura della partitura codificata in Finale.

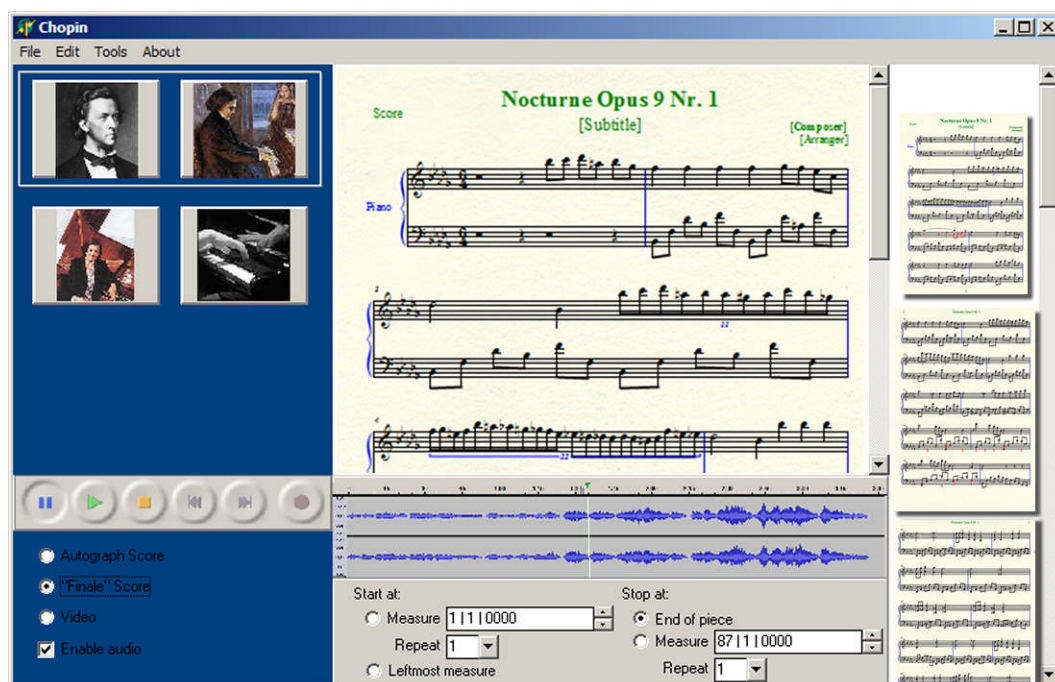


Fig.30: Interfaccia grafica del software (Finale Score)

In tutti e due casi possiamo decidere in ogni momento di “saltare” in un punto qualsiasi del pentagramma: audio, video e pentagramma si risincronizzano in tempo reale.

Si può anche decidere di ascoltare il brano a partire da un determinato istante della traccia audio, attraverso la *time line*. Anche in questo caso i vari file restano sincronizzati [3].

Selezionando il tasto *Video* si rende disponibile nella finestra centrale la visione delle immagini registrate dell’esecuzione. Se si dispone di riprese fatte da diverse angolazioni le si può anche ridurre, per una visione d’insieme, in più finestre affiancate.

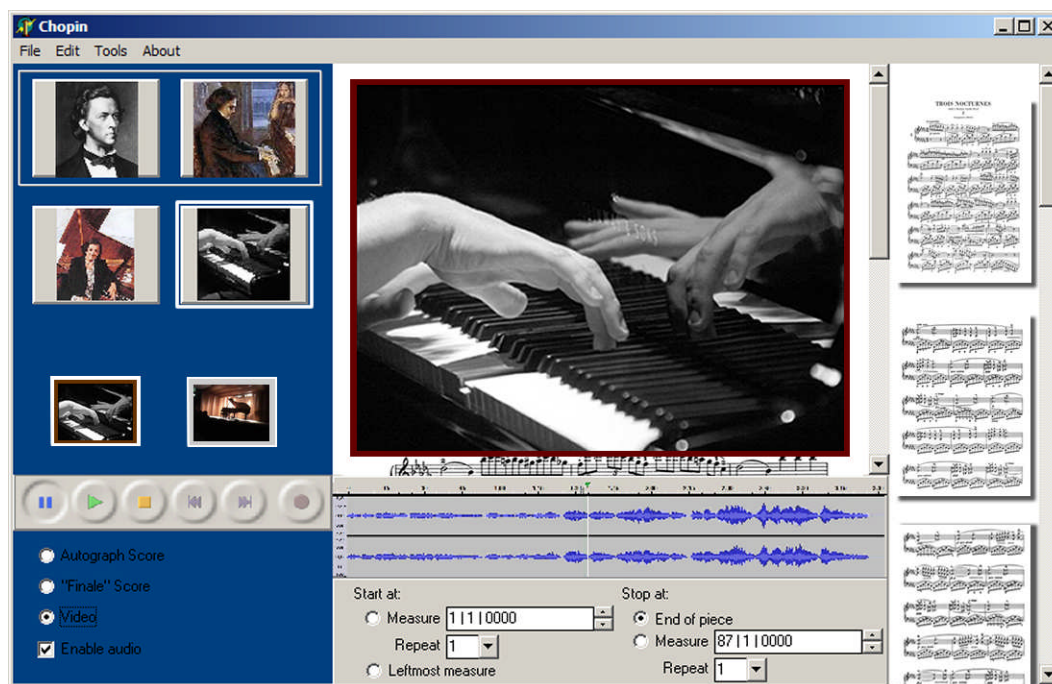


Fig.31: Interfaccia grafica del software (Video)

Particolarmente interessante per l'aspetto didattico è la possibilità di riascoltare per un prefissato numero di volte un determinato frammento melodico. Attraverso la funzione *repeat* si può indicare la battuta di inizio e quella finale dell'intervallo da ripetere. Tale funzione può essere utile, ad esempio, per uno studio attento dei trilli, degli abbellimenti in genere o dei gruppi irregolari che, più che mai nel caso specifico del nostro Autore, tanta importanza rivestono nella interpretazione pianistica. O anche, attraverso la visione ripetuta del frammento video, per ricavare la diteggiatura utilizzata dal pianista.

Appare superfluo osservare come un simile software sia utile nella didattica musicale. L'associazione audio e video a una partitura scritta e alle sue annotazioni, nonché la possibilità di passare da una partitura ad un'altra in tempo reale è un valido supporto per tutto lo studio della musica. Si pensi alla ricerca interpretativa e come sia decisamente più agevole un'analisi particolareggiata del brano stampato e della sua esecuzione potendo gestire con un solo click, in contemporanea, audio e partitura.

La possibilità di collegare a un'unica entità-brano varie rappresentazioni sincronizzate e sostituibili in tempo reale risponde certamente anche alle esigenze dell'appassionato di musica colta.

Infine, il fatto che i contenuti musicali vengano presentati in maniera intuitiva, rende accattivante il software anche ad un fruitore senza specifica formazione.

3.2. *Un software più avanzato*

Disponendo di maggiori risorse, come ad esempio di più interpretazioni dello stesso brano e di maggiori competenze informatiche, nonché di più tempo, si sarebbe potuto pensare alla realizzazione di un software con maggiori funzioni e versatilità.

Sarebbe certamente utile un tasto di funzione *rallenty* per un'analisi più dettagliata degli elementi musicali, siano essi presenti nell'audio o nel video.

Per sapere qual è l'accordatura di un pianoforte che sta suonando o confrontare quelle di diversi pianoforti si potrebbe rendere disponibile sullo schermo un diapason digitale.

Per un'analisi comparativa, si potrebbe pensare ad una funzione che permetta di ascoltare in una sequenza prestabilita diverse interpretazioni di uno stesso frammento musicale (non avendo apparente utilità un ascolto simultaneo delle diverse tracce).

Sull'interfaccia, in una finestra, si potrebbe far comparire in tempo reale, durante l'ascolto, gli "accordi" ricavati dalla struttura armonica secondo regole prestabilite.

Una finestra con una tastiera nella quale, in simultanea con la traccia audio, si abbassano i tasti come se un pianista li stesse suonando, renderebbe visibile in modo chiaro l'intreccio armonico sui tasti.

Spingendoci oltre, potremmo pensare ad una funzione di controllo in grado di confrontare le note suonate nell'esecuzione registrata con quelle riportate nella partitura, segnalando eventuali "omissioni" o "aggiunte" del pianista.

Infine, potremmo pensare ad una funzione per scrivere su qualche formato della partitura le indicazioni di dinamica, secondo l'interpretazione del pianista, dedotte dall'intensità del volume dell'audio, dopo aver suddiviso la scala dei decibel in intervalli ad ognuno dei quali far corrispondere un segno dinamico.

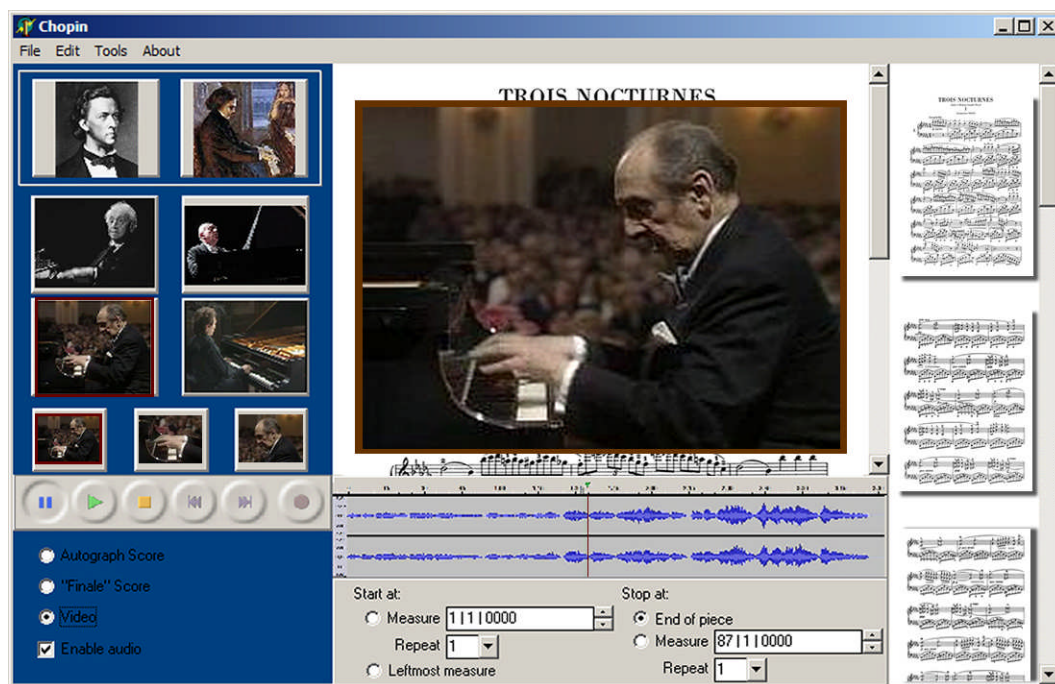


Fig.32: Interfaccia grafica del software (multivideo)

Conclusioni

Appare evidente che il software da noi proposto e tutti i software basati sul formato IEEE 1599 permettono un nuovo approccio all'ascolto e allo studio della musica.

La peculiarità dello standard MX di poter seguire un brano musicale nei suoi molteplici aspetti tra loro complementari (la partitura simbolica, la notazione grafica, gli audio, i materiali correlati e persino le strutture intrinseche) lo rende valido strumento per la didattica della musica, per l'analisi musicologica, ma anche per un'esplorazione diversa di un qualsiasi brano musicale.

È noto come i giovani recepiscano più facilmente informazioni legate all'immagine. Certamente lo standard MX potrà riscuotere un considerevole successo presso di loro se con esso saranno codificati brani di musica leggera (tra le applicazioni innovative di tale formato, si prefigura l'integrazione all'interno di prodotti multimediali quali lettori DVD, console orientate all'intrattenimento e dispositivi portatili di ultima generazione quali smartphone, PDA e lettori multimediali). Ma perché non credere e sperare che una presentazione multimediale di un brano di musica "colta", li possa spingere ad avvicinarsi con curiosità ad un mondo che per molti di loro è tabù? Si consideri, peraltro, che un software come quello da noi proposto, pur potente ed avanzato, si presenta con un'interfaccia accattivante, di immediato utilizzo, "rassicurante", perché dotata di tutte le funzioni base di un qualsiasi moderno dispositivo di riproduzione audio e video.

Non dubitiamo invece sul fatto che nei conservatori e nelle scuole musicali un software come il nostro diverrà strumento ordinario. Si continuerà a suonare Chopin come sempre, ma lo si studierà in modo nuovo, più razionale e più efficace.

Bibliografia

1. A. Baratè, "Real-time Interaction with Music Structures in IEEE 1599", Journal of Multimedia (JMM), Special Issue on The New Standard IEEE 1599 – Interacting with Music Contents by XML Symbols, Volume 4, Issue 1, Febbraio 2009.
2. A. Baratè, G. Haus, L. A. Ludovico, G. Vercelesi, "MXDemo: a Case Study about Audio, Video, and Score Synchronization", Proceedings of AXMEDIS 2005 - 1st International Conference on Automated Production of Cross Media Content for Multichannel Distribution, pp. 45-52, Florence, Italy, 2005.
3. A. Baratè, L.A. Ludovico, "An XML-based synchronisation of audio and graphical representations of music scores," Proceedings of the 8th International Workshop on Image Analysis for Multimedia Interactive Services (WIAMIS 2007). Santorini, Greece, 2007.
4. A. Pinto, "Multi-model Music Content Description and Retrieval Using IEEE 1599 XML Standard", Journal of Multimedia (JMM), Special Issue on The New Standard IEEE 1599 - Interacting with Music Contents by XML Symbols, Volume 4, Issue 1, Febbraio 2009.
5. Baratè, A., Haus, G., Ludovico, L.A.: An XML-Based Format for Advanced Music Fruition. In: Proceedings of SMC 2006 – Sound and Music Computing 2006 (2006).
6. F Gétreau - 2010 - halshs.archives-ouvertes.fr, Chopin e il suono di Pleyel-Chopin and the Pleyel Sound-Chopin et le son Pleyel.
7. G Pestelli - Acta Musicologica, 1991 – JSTOR , Sul Preludio di Chopin Op. 28 N. 1
8. Haus, G. – "Rescuing La Scala's Audio Archives", IEEE COMPUTER,

- 31(3), pp.88-89, IEEE CS Press, 1988.
9. Haus, G., Longari, M.: A Multi-Layered, Time-Based Music Description Approach Based on XML. In: Computer Music Journal, vol. 29, no. 1 (2005), 70–85.
 10. Haus, G., Longari, M.: Proceeding of the First International IEEE Conference on Musical Application using XML (MAX2002). IEEE Computer Society (2002).
 11. Haus, G., Ludovico, L.A.: Music Segmentation: An XML-oriented Approach. In: Lecture Notes in Computer Science, vol. 3310/2005 (2005), 330–346.
 12. Haus, G., Ludovico, L.A.: The Digital Opera House: an Architecture for Multimedia. Databases. In: Journal of Cultural Heritage, vol. 7, no. 2, (2005), 92–97.
 13. L. A. Ludovico, “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, Switzerland, 2008.
 14. P. Roland, “The Music Encoding Initiative (MEI) DTD and the Online Chopin Variorum Edition”.
 15. Piero Rattalino, 1991 books.google.com ,“Fryderyk Chopin: ritratto d'autore”.
 16. SC Andretta - 1986 - Nuova Alfa Editoriale, Il Valzer e Chopin: saggio critico.
 17. Soana Vittorio, Tesi di Laurea a.s. 2008/2009, “Plugin di esportazione da formato IEEE 1599 a MIDI”.
 18. Kevin Andreoni, Tesi di Laurea a.s. 2008/2009, “Determinazione Automatica di Chroma Vector su brani in formato IEEE 1599”.

Indice delle Figure

Fig.1: I livelli del formato IEEE 1599	pag.3
Fig.2: Esempio di spine	pag.5
Fig.3: Esempio di assegnazione dei valori di VTU per i diversi simboli musicali	pag.6
Fig.4: Esempio di evento che collega tre versioni differenti di partitura (tre file)	pag.7
Fig.5: Relazione tra i livelli di MX	pag.12
Fig.6: Interfaccia per la mappatura audio	pag.14
Fig.7: Prélude opus 28 Nr.1 - spartito originale	pag.16
Fig.8: Prélude opus 28 Nr.1, partitura codificata con Finale	pag.17
Fig.9: Porzione di codice prima e dopo l'aggiustamento del tag <i>tuplet_ratio</i>	pag.19
Fig.10: Prélude opus 28 Nr.1, spartito originale mappato	pag.20
Fig.11: Porzione di codice relativa al sub-layer notational	pag.21
Fig.12: Porzione di codice relativa al sub-layer audio	pag.22
Fig.13: Prélude opus 28 Nr.7 - spartito originale	pag.23
Fig.14: Prélude opus 28 Nr.7 - partitura codificata con Finale	pag.24
Fig.15: Interfaccia di mappatura grafica del Prélude opus 28 Nr.7	pag.25
Fig.16: Valse opus 64 Nr.2 - spartito originale	pag.33
Fig.17: Valse opus 64 Nr.2 - partitura codificata con Finale	pag.40
Fig.18: Incipit del Valse opus 64 Nr.2	pag.41
Fig.19: Modulazione alla battuta 66 da Do# minore a Re bemolle	pag.41
Fig.20: Modulazione alla battuta 99 da Re bemolle a Do# minore	pag.41
Fig.21: Porzione di codice relativa alle modulazioni	pag.42
Fig.22: Stampa porzione di codice relativa alle modulazioni	pag.42
Fig.23: Valse opus 69 Nr.1 - spartito originale	pag.47
Fig.24: Valse opus 69 Nr.1 - partitura codificata in Finale	pag.51
Fig.25: Nocturne Opus 9 Nr. 1 in Sib minore - spartito originale	pag.58

Fig.26: Nocturne Opus 9 Nr. 1 in Sib minore - partitura codificata in Finale	pag.66
Fig.27: Interfaccia della mappatura audio	pag.67
Fig.28: Interfaccia grafica del software vuota	pag.68
Fig.29: Interfaccia grafica del software (Autograph Score)	pag.69
Fig.30: Interfaccia grafica del software (Finale Score)	pag.70
Fig.31: Interfaccia grafica del software (Video)	pag.71
Fig.32: Interfaccia grafica del software (multivideo)	pag.73