



Ψηφιακές Αναπαραστάσεις της Μουσικής

Διάλεξη 2: Αναπαράσταση Μουσικού Περιεχομένου και το Πρότυπο MIDI

Χ. Αλεξανδράκη

Παράδειγμα Περιγραφής Μουσικού Περιεχομένου

❖ Πληροφορία η οποία μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια ενός μουσικού έργου, όπως οι πληροφορίες που αναπαρίστανται σε μια παρτιτούρα και μπορούν να επιμερισθούν σε στοιχεία/γεγονότα, π.χ.:

➤ **Νότα ή συγχορδία:**

- Ιδιότητες: χρόνος έναρξης και διάρκεια, τονικό ύψος, ένταση, χροιά (μουσικό όργανο)

➤ **Μέτρο και Ρυθμός**

- Μπορεί να αλλάζουν ή να είναι σταθερά κατά τη διάρκεια του κομματιού

Σχετιζόμενες Τεχνολογίες

Πρότυπα μορφοποίησης (**formats**)

- File formats τα οποία υποστηρίζουν την αποθήκευση πληροφοριών περιγραφής μουσικού περιεχομένου

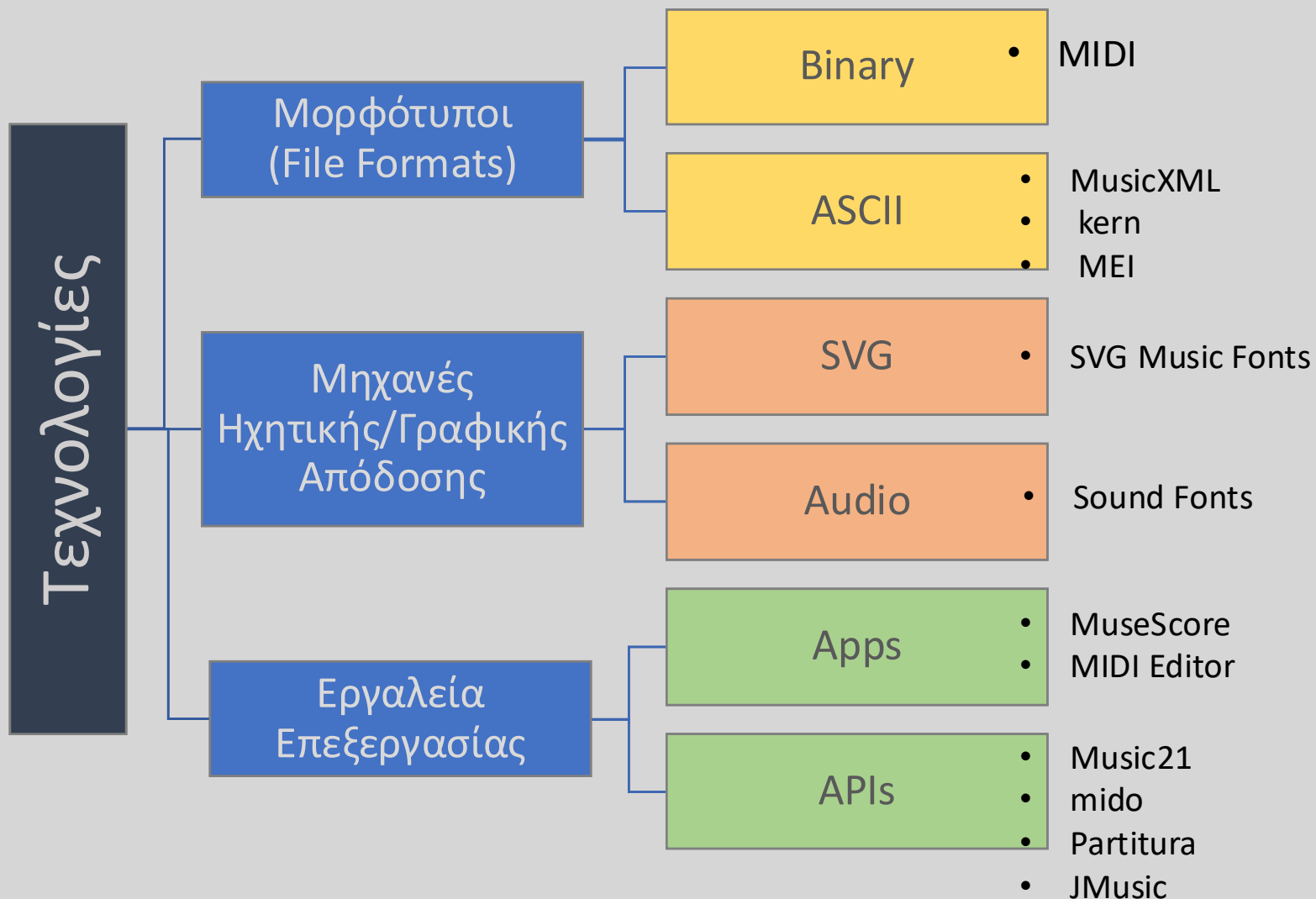
Εργαλεία Γραφικής και Ηχητικής Απόδοσης (**rendering engines**)

- Εφαρμογές που μπορούν να μετατρέψουν τα παραπάνω αρχεία σε γραφική/σημειογραφική μορφή (παρτιτούρα) και σε ήχο αντίστοιχα

Εργαλεία ανάλυσης και επεξεργασίας (**tools**)

- Εργαλεία που συνθέτουν, αναλύουν, επεξεργάζονται τα αρχεία περιγραφής μουσικού περιεχομένου

Τεχνολογίες Μουσικού Περιεχομένου





Μηχανές Απόδοσης (Rendering Engines)

❖ Μηχανές γραφικής απόδοσης:

➤ Χρησιμοποιούν Scalable Vector Graphics – **SVG Fonts** για την απόδοση κάθε μουσικού γεγονότος (**music events**) στο αντίστοιχο γραφικό σύμβολο

- SVG Fonts:

https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:SVG_musical_notation

❖ Μηχανές ηχητικής απόδοσης

➤ Χρησιμοποιούν **Sound Fonts** (ηχητικά δείγματα) για την αναπαράσταση κάθε μουσικού γεγονότος στο αντίστοιχο ηχόχρωμα (μουσικό όργανο)

- Συλλογή Sound Fonts:

<https://www.producersbuzz.com/category/downloads/download-free-soundfonts-sf2/>

- Sound Font Editor: <https://www.polyphone-soundfonts.com/>



Μορφότυποι συμβολικής αναπαράστασης μουσικής

1. MIDI (.mid)

- Binary format
- Βασίζεται σε πρωτόκολλο ψηφιακής επικοινωνίας μουσικών οργάνων

2. MusicXML (.musicxml ή .mxl)

- ASCII Format που βασίζεται στη γλώσσα XML
- Τα αρχεία .mxl χρησιμοποιούν τον αλγόριθμο zip για συμπίεση

 Autumn_Leaves.mxl	2 KB	Compressed MusicXML File
 Autumn_Leaves.musicxml	20 KB	Uncompressed MusicXML File

3. **kern

- Βασίζεται σε κείμενο (ASCII) στοιχισμένο σε στήλες

4. Music Encoding Initiative –MEI

- Είναι ευρύτερο από το MusicXML αναφορικά με την υποστήριξη μεταδεδομένων και τη δυνατότητα συσχέτισης συμβολικών, γραφικών και ηχητικών αρχείων

MusicXML example

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
<!DOCTYPE score-partwise PUBLIC
  "-//Recordare//DTD MusicXML 3.0 Partwise//EN"
  "http://www.musicxml.org/dtds/partwise.dtd">
<score-partwise version="3.0">
  <part-list>
    <score-part id="P1">
      <part-name>Music</part-name>
    </score-part>
  </part-list>
  <part id="P1">
    <measure number="1">
      <attributes>
        <divisions>1</divisions>
        <key>
          <fifths>0</fifths>
        </key>
        <time>
          <beats>4</beats>
          <beat-type>4</beat-type>
        </time>
        <clef>
          <sign>G</sign>
          <line>2</line>
        </clef>
      </attributes>
      <note>
        <pitch>
          <step>C</step>
          <octave>4</octave>
        </pitch>
        <duration>4</duration>
        <type>whole</type>
      </note>
    </measure>
  </part>
</score-partwise>
```



Representation of middle C on the treble clef created through MusicXML code.

Another example [here!](#)

**kern example

```

1  !!!!SEGMENT: chor006.krn
2  !!!COM: Bach, Johann Sebastian
3  !!!CDT: 1685/02/21/-1750/07/28/
4  !!!OTL@DE: Christus, der ist mein Leben
5  !!!SCT: BWV 281
6  !!!PC#: 6
7  !!!AGN: chorale
8  **kern      **kern      **kern      **kern
9  *ICvox      *ICvox      *ICvox      *ICvox
10 *Ibass      *Itenor     *Ialto      *Isoprn
11 *I"Bass     *I"Tenor    *I"Alto     *I"Soprano
12 *clefF4     *clefGv2   *clefG2     *clefG2
13 *k[b-]      *k[b-]      *k[b-]      *k[b-]
14 *F:         *F:         *F:         *F:
15 *M4/4       *M4/4       *M4/4       *M4/4
16 *met(c)     *met(c)     *met(c)     *met(c)
17 *MM100     *MM100     *MM100     *MM100
18 4FF         4A          4c          4f
19 =1          =1          =1          =1
20 4F         4c|         4f          4a
21 4E         4c          4g          4g
22 4E-        4c          4f          4a
23 4D         4d          4f          4b-
24 =2         =2          =2          =2
25 8CL        4G          8eL        2cc
26 8D         .           8f         .
27 8E         4c          8g         .
28 8CJ        .           8eJ        .
29 4F;        4c;         4f;        4a;
30 4D;        4b;         4c;        4a;

```

The image displays a musical score for four voices: Soprano, Alto, Tenor, and Bass. The music is in C major (one flat) and 4/4 time. The Soprano part begins with a half note C4, followed by quarter notes D4, E4, F4, G4, A4, B4, and C5. The Alto part starts with a half note C4, followed by quarter notes D4, E4, F4, G4, A4, B4, and C5. The Tenor part begins with a half note C3, followed by quarter notes D3, E3, F3, G3, A3, B3, and C4. The Bass part starts with a half note C2, followed by quarter notes D2, E2, F2, G2, A2, B2, and C3. The score includes various musical notations such as clefs, time signatures, and dynamic markings.



Το Πρωτόκολλο MIDI

Musical **I**nstruments **D**igital **I**nterface

Τρόπος επικοινωνίας Ψηφιακών Μουσικών Οργάνων, η οποία έχει ως στόχο να μετατρέψει την ενέργεια κάποιου μουσικού σε ηλεκτρονικά παραγόμενο ήχο

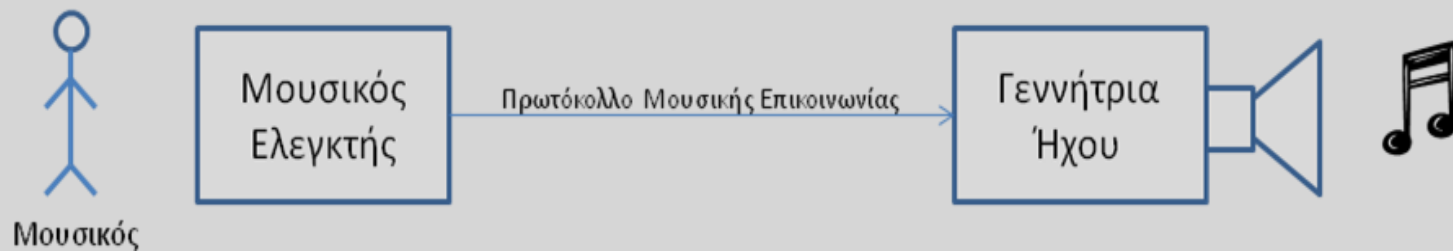
Ψηφιακή Επικοινωνία Ηλεκτρονικών Μουσικών Οργάνων

❖ Στην απλή της μορφή απαιτεί δύο μονάδες:

- **Μουσικός Ελεγκτής (Music Controller):** Η συσκευή με την οποία αλληλεπιδρά ο μουσικός
- **Γεννήτρια Ήχων (Sound Generator):** Η συσκευή η οποία παράγει ηχητικό σήμα ανταποκρινόμενη στην ενέργεια του μουσικού



Μονο-κατευθυντική επικοινωνία



Πομπός και Δέκτης

❖ Music Controller και Sound Generator

➤ Μορφή:

- είτε ηλεκτρονική συσκευή υπό μορφή hardware
- Είτε κάποιο πρόγραμμα υπό μορφή software

➤ Σε ορισμένες περιπτώσεις οι δύο μονάδες μπορεί να είναι ενσωματωμένες σε μία μονάδα (Hardware ή software), π.χ.

- **Synthesizer:** συσκευή με πλήκτρα που αναπαράγει ήχους χωρίς να απαιτείται η συνδεσή του με άλλη μονάδα
- Ολοκληρωμένο MIDI software, π.χ. **MIDI Editor/Sequencer**

<https://www.midieditor.org/>

The screenshot displays the MIDI Editor software interface. At the top is a toolbar with icons for file operations (New, Open, Save), editing (Undo, Redo), navigation, and playback. Below the toolbar is a piano roll showing a musical score with notes and rests across measures 230, 231, and 232. The piano roll is divided into three channels: Channel 0 (Flute), Channel 1 (Oboe), and Channel 2 (Clarinet). A mouse cursor is positioned over a note in the piano roll. Below the piano roll is a velocity editor showing the velocity of each note. On the right side, there is a 'Tracks' panel showing the channel list and a 'Protocol' panel showing the details of the selected MIDI event.

Property	Value
Type	Note On/Off Event
On Tick	111120
Off Tick	111180
Duration	60
Note	74
Velocity	100
Channel	10

MIDI – πρώτη έκδοση προδιαγραφών

❖ MIDI Specifications 1.0 (1983)

➤ MMA (Midi Manufacturers Association) - www.midi.org

- Μη-κερδοσκοπικός οργανισμός, κοινοπραξία κατασκευαστών ηλεκτρονικών οργάνων (π.χ. Korg, Roland, Yamaha) που είχαν ως στόχο να δημιουργήσουν ένα πρότυπο που θα επιτρέπει την επικοινωνία ανάμεσα σε διαφορετικά όργανα ακόμα και διαφορετικών κατασκευαστών
- Ένα φθηνό και εύκολα υλοποιήσιμο, πρωτόκολλο, ώστε υιοθετηθεί από πολλούς κατασκευαστές

➤ Αποτελείται από δύο μέρη:

- **MIDI Cables & Connectors:** Τη φυσική διασύνδεση (δηλ. καλώδια και βύσματα) που απαιτούνταν από τις συσκευές συμβατές με MIDI για τη μεταξύ τους επικοινωνία
- **MIDI Messages:** Την κωδικοποίηση των μηνυμάτων δηλαδή τη σημασιολογία και τη σύνταξη των εντολών η οποία, λόγω της φύσης του πρωτοκόλλου, υφίσταται σε δυαδική μορφή.

Από τα πρώτα μοντέλα

❖ Ιστορικά όργανα που κατατάσσονται στα πρώτα **MIDI Synthesizers***

- Yamaha DX-7 (1986)
- Korg M1 (1988)

❖ **Synthesizer: Ηλεκτρονικό μουσικό όργανο που διαθέτει controller (συνήθως πλήκτρα) και γεννήτρια ήχου σε μία συσκευή*

Yamaha DX-7 (1986)

- ❖ Το πρώτο όργανο που χρησιμοποίησε την **FM Synthesis** (John Chowning 1973)
- ❖ Εμπορικά επιτυχημένο ψηφιακό synthesizer, με αναγνωρίσιμο ηχόχρωμα το οποίο χρησιμοποιήθηκε κατά κόρων σε πολλές pop μπάντες της δεκαετίας του '80
- ❖ Πολυφωνία: μέχρι 16 νότες πολυφωνίας
- ❖ Μονοχρωματικό (δηλαδή αναπαράγει ένα ηχόχρωμα τη φορά). - timbre
- ❖ Αν και κατασκευάστηκε πριν την επίσημη δημοσίευση του MIDI
 - φέρει MIDI θύρες και υλοποιεί στοιχειωδώς το πρωτόκολλο για αποστολή και λήψη εντολών.
- ❖ <https://www.youtube.com/watch?v=eeHNVVcuSVs&t=168s>



Korg M1 (1988)

❖ Γνωστό ως το πρώτο **music workstation**

- Δηλαδή διαθέτει δυνατότητες sequencer μα άλλα λόγια επιτρέπει record, playback, editing μουσικών κομματιών
- Το M1 είναι πλήρως συμβατό με MIDI ενώ η σύνθεση ήχου γίνεται με την τεχνική της αφαιρετικής σύνθεσης (**subtractive synthesis**).
- <https://www.youtube.com/watch?v=qoiPkHyEMGI>

Επιπρόσθετα Πρότυπα

❖ General MIDI ("GM") Device Specifications:

- Μεταξύ άλλων προσδιορίζει τα αριθμητικά δεδομένα που αντιστοιχίζονται σε συγκεκριμένα μουσικά όργανα (π.χ. 1=πιάνο, 43=βιολοντσέλο, 65=Σοπράνο σαξόφωνο, κ.λπ.)

❖ Standard MIDI Files ("SMF"):

- Περιλαμβάνει το φορμάτ αρχείων MIDI (.mid). Στις πρόσφατες αναβαθμίσεις περιλαμβάνεται και η δυνατότητα προσθήκης στίχων (lyrics) παράλληλα με τη μουσική.

❖ Mobile MIDI & Ringtone Specifications:

- Προδιαγραφές για την ενσωμάτωση MIDI αρχείων σε κινητά τηλέφωνα

❖ Και άλλα

- <https://www.midi.org/specs>

MIDI – δεύτερη έκδοση προδιαγραφών

❖ MIDI 2.0

- Δημοσιεύθηκε τον Ιανουάριο 2020 (37 χρόνια μετά!)
- Αναμένεται να φέρει επανάσταση στο χώρο των Ηλεκτρονικών Μουσικών Οργάνων
 - Ειδικά στη σύνθεση με μουσικές παρτιτούρες για κινηματογράφο και τηλεόραση
- Η προετοιμασία του βασίζεται σε δουλειά πολλών ετών
- Συμμετοχή εταιριών όπως
 - Google, Apple, Microsoft
- Βίντεο: [Midi 2.0 Keyboard Demo](#)

MIDI 1.0 και 2.0

❖ Συμβατότητα

- Η 2.0 είναι πλήρως συμβατή με την 1.0
- Έτσι software και hardware που έχει παραχθεί μέχρι τώρα θα μπορεί να υποστηρίξει τις νέες προεκτάσεις
- Για να κατανοήσει κάποιος τις διαφορές θα πρέπει να έχει αρκετά καλή γνώση του MIDI 1.0

❖ Βασικότερες Διαφορές

- 1.0: Μονοκατευθυντική επικοινωνία, 2.0: Αμφίδρομη
- 1.0: 16 κανάλια, 2.0: 256 κανάλια
- 1.0: 7bit ανάλυση παραμέτρων, 2.0: 32bit ανάλυση
 - Θεωρείται συγκρίσιμο με τις διαφορές των τηλεοράσεων της δεκαετίας του 80 με τις σημερινές τηλεοράσεις υψηλής ευκρίνειας

❖ Περισσότερα

- <https://www.youtube.com/watch?v=klun6WMxryU>