



Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο  
Σχολή Ψηφιακής Τεχνολογίας  
Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεματικής

# **Ανάπτυξη εφαρμογής μουσικού παιχνιδιού σε mobile περιβάλλον**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Μάραντος Βασίλειος**

A.M 20917

**Επιβλέπων:** Δαλάκας Βασίλειος, Μέλος Ε.ΔΙ.Π

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2016





Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο  
Σχολή Ψηφιακής Τεχνολογίας  
Τμήμα Πληροφορικής & Τηλεματικής

## **Ανάπτυξη εφαρμογής μουσικού παιχνιδιού σε mobile περιβάλλον**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Μάραντος Βασίλειος**

A.M 20917

**Επιβλέπων :** Δαλάκας Βασίλειος, Μέλος Ε.ΔΙ.Π

Όπως εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την Τρίτη 27/09/2016

.....  
Δαλάκας Βασίλειος  
Μέλος Ε.ΔΙ.Π

.....  
Τσερπές Κωνσταντίνος  
Επίκουρος Καθηγητής

.....  
Νικολαΐδου Μαρία  
Καθηγήτρια

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2016

## Ευχαριστίες

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο της ολοκλήρωσης των σπουδών μου στο Τμήμα Πληροφορικής και Τηλεματικής του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου Αθηνών το ακαδημαϊκό έτος 2015 -2016, υπό την επίβλεψη του μέλους Ε.ΔΙ.Π κ. Δαλάκα Βασιλείου, στον οποίο θα ήθελα να εκφράσω τις θερμότερες ευχαριστίες μου για την αμέριστη εμπιστοσύνη, προσφορά των γνώσεων του και βοήθεια που μου παρείχε τόσο καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησής της όσο και κατά τη διάρκεια των σπουδών μου. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω και τα υπόλοιπα μέλη της τριμελούς επιτροπής και συγκεκριμένα τον επίκουρο καθηγητή κ. Τσερπέ Κωνσταντίνο καθώς και την καθηγήτρια κ. Νικολαΐδου Μαρία για τις γνώσεις που μου πρόσφεραν κατά τη φοίτηση μου στο τμήμα. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, τους φίλους μου και ιδιαίτερα τους συναδέλφους μου από το Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο για την υποστήριξη που μου παρείχαν όλα αυτά τα χρόνια των σπουδών μου.

Μάραντος Βασίλειος

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2016

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

|   |           |
|---|-----------|
| <b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....   | <b>8</b>  |
| <b>ABSTRACT</b> .....   | <b>9</b>  |
| <b>ΚΙΝΗΤΡΟ</b> .....  | <b>10</b> |
| <b>ΣΚΟΠΟΣ</b> .....   | <b>11</b> |
| <b>ΔΟΜΗ</b> .....   | <b>12</b> |
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: VIDEO GAMES</b> .....  | <b>13</b> |
| 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....  | 13        |
| 2. ΟΡΙΣΜΟΣ.....   | 13        |
| 3. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....  | 14        |
| 3.1 Κανόνες ( <i>Rules</i> ).....   | 14        |
| 3.2 <i>Gameplay</i> .....   | 15        |
| 3.3 Ισοροπία του παιχνιδιού ( <i>Balance of game</i> ).....   | 15        |
| 3.4 Προοπτική ( <i>Perspective</i> ).....   | 16        |
| 3.5 Διαστάσεις ( <i>Dimensions</i> ).....   | 18        |
| 3.6 Χωρικός τύπος ( <i>Space type</i> ).....  | 19        |
| 3.7 Χώρος εκτός οθόνης ( <i>Off-screen space</i> ).....   | 20        |
| 3.8 Κύλιση ( <i>Scroll</i> ).....   | 21        |
| 3.9 Εξερεύνηση ( <i>Exploration</i> ).....  | 21        |
| 3.10 Χρόνος ( <i>Time</i> ).....  | 21        |
| 3.11 Γραφικός τύπος ( <i>Graphical style</i> ).....   | 22        |
| 3.12 Ήχος παιχνιδιού ( <i>Game audio</i> ).....   | 24        |
| 3.13 Σκοπός για την παραγωγή δυναμικής μουσικής ( <i>The quest for dynamic music generation</i> ).....        | 26        |
| 3.14 Η χρήση του ήχου και της μουσικής στα παιχνίδια ( <i>The function of sound and music in games</i> )..... | 26        |
| 3.15 Ανάδειξη ( <i>Emergence</i> ).....   | 27        |
| 3.16 Αριθμός παιχτών ( <i>Number of players</i> ).....  | 27        |
| 4. ΠΑΙΧΝΙΔΙΑ ΣΤΟΥΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ (PC GAMES).....   | 28        |
| 5. ΟΙΚΙΑΚΗ ΚΟΝΣΟΛΑ ΠΑΙΧΝΙΔΙΟΥ (HOME VIDEO GAME CONSOLE).....  | 29        |
| 6. ΚΟΝΣΟΛΕΣ ΒΙΝΤΕΟΠΑΙΝΙΔΙΟΥ ΧΕΙΡΟΣ (HANDEHELD GAME CONSOLES).....   | 33        |
| 7. ΠΑΙΧΝΙΔΙΑ ΣΕ ΚΙΝΗΤΑ ΤΗΛΕΦΩΝΑ (MOBILE GAMES).....   | 34        |
| 8. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΤΩΝ VIDEO GAMES.....  | 35        |
| 8.1 Αφαιρετικά ( <i>Abstract</i> ).....   | 35        |
| 8.2 Παιχνίδια διασκευές ( <i>Adaption</i> ).....  | 36        |
| 8.3 Εξερεύνησης ( <i>Adventure</i> ).....   | 36        |
| 8.4 Τεχνητής ζωής ( <i>Artificial life</i> ).....   | 37        |
| 8.5 Επιτραπέζια ( <i>Board</i> ).....   | 37        |
| 8.6 Σύλληψης ( <i>Capturing</i> ).....  | 37        |
| 8.7 Παιχνίδια καρτών ( <i>Card games</i> ).....   | 37        |
| 8.8 Ελκυστικά ( <i>Catching</i> ).....  | 37        |
| 8.8 Συλλογής ( <i>Collecting</i> ).....   | 38        |
| 8.9 Μάχης ( <i>Combat</i> ).....  | 38        |
| 8.10 Αποφυγής ( <i>Dodging</i> ).....   | 38        |
| 8.11 Οδήγησης ( <i>Driving</i> ).....   | 38        |
| 8.12 Εκπαιδευτικά ( <i>Educational</i> ).....   | 38        |
| 8.13 Απόδρασης ( <i>Escape</i> ).....   | 39        |

|   |           |
|---|-----------|
| 8.14 Πάλης ( <i>Fighting</i> ).....                                 | 39        |
| 8.15 Πτήσης ( <i>Flying</i> ).....                                  | 39        |
| 8.16 Προσομοίωση διοίκησης ( <i>Management simulation</i> ).....    | 39        |
| 8.17 Λαβυρίνθου ( <i>Maze</i> ).....                                | 39        |
| 8.18 Πλατφόρμας ( <i>Platform</i> ).....                            | 40        |
| 8.19 Παζλ ( <i>Puzzle</i> ).....                                    | 40        |
| 8.20 Παιχνίδι ερωτήσεων ( <i>Quiz</i> ).....                        | 40        |
| 8.21 Αγωνιστικά ( <i>Racing</i> ).....                              | 40        |
| 8.22 Ρυθμού και χορού ( <i>Rhythm and dance</i> ).....              | 40        |
| 8.23 Παιχνίδια ρόλου ( <i>Role-playing</i> ).....                   | 40        |
| 8.24 Σκοποβολής( <i>Shooting</i> ).....                             | 41        |
| 8.25 Αθλητισμού ( <i>Sports</i> ).....                              | 41        |
| 8.26 Στρατηγικής ( <i>Strategy</i> ).....                           | 41        |
| 8.27 Προσομοίωσης προπόνησης ( <i>Training simulation</i> ).....    | 41        |
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: MUSIC - BASED GAMES.....</b>                         | <b>42</b> |
| 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....  | 42        |
| 2. ΟΡΙΣΜΟΣ.....   | 42        |
| 3. Ο ΚΟΣΜΟΣ ΤΩΝ MUSIC-BASED GAMES.....                              | 42        |
| 4. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ.....  | 43        |
| 5. Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΜΟΥΣΙΚΗΣ ΣΤΑ VIDEO GAMES.....                      | 45        |
| 6. MUSIC-BASED GAMES ΚΑΙ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ.....                            | 46        |
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ MIDI.....</b>                           | <b>48</b> |
| 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....  | 48        |
| 2. ΟΡΙΣΜΟΣ.....   | 48        |
| 3. ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΠΡΟΤΥΠΟΥ MIDI.....                      | 49        |
| 3.1 Προδιαγραφές των συστημάτων MIDI.....                           | 49        |
| 3.2 Απλή διασύνδεση.....  | 49        |
| 3.3 Κανάλια MIDI.....   | 49        |
| 3.4 Μορφή μηνυμάτων.....  | 49        |
| 3.5 Τα μηνύματα MIDI περιγραφικά.....                               | 50        |
| 3. STANDARD MIDI FILES (SMF).....                                   | 54        |
| 4. Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ MIDI.....                              | 55        |
| 5. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΑΡΧΕΙΩΝ MIDI.....            | 56        |
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ.....</b>                          | <b>58</b> |
| 1. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ.....  | 58        |
| 2. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....                                      | 58        |
| 2.1 Τεχνολογίες.....  | 58        |
| 2.2 Εργαλεία.....   | 63        |
| 3. ΠΡΟΤΥΠΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ.....   | 70        |
| 3.1 Αρχιτεκτονική εφαρμογής.....                                    | 72        |
| 3.2 Επεξεργασία και αναπαραγωγή MIDI.....                           | 72        |
| 3.3 Αλγόριθμος για τη συλλογή των πληροφοριών του αρχείου MIDI..... | 73        |
| 4. ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΟ ΣΕΝΑΡΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ.....                              | 79        |
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>                                | <b>90</b> |
| 1. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....  | 90        |

|                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| 2. ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ..... | 91        |
| <b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>       | <b>92</b> |

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η κυριαρχία των προσωπικών υπολογιστών και γενικότερα της τεχνολογίας στην καθημερινή ζωή του ανθρώπου έφερε την ανάπτυξη στον τομέα της ψυχαγωγίας των video games. Εκατομμύρια άνθρωποι ασχολούνται καθημερινά με αυτά, κατατάσσοντάς τα στο πιο αναπτυσσόμενο κομμάτι της ψυχαγωγίας. Μία μερίδα αυτών των παιχτών είναι εκείνοι που παίζουν παιχνίδια σε φορητές συσκευές. Μία από τις κατηγορίες παιχνιδιών που παίζονται είναι τα μουσικά παιχνίδια. Αυτήν την κατηγορία επέλεξα να μελετήσω στην παρούσα εργασία με την παρουσίαση του NoteCollector, ένα παιχνίδι αποκλειστικά για φορητές συσκευές.

Στόχος της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η μελέτη και ανάλυση των στοιχείων των video games, της υποκατηγορίας των μουσικών παιχνιδιών και της τεχνολογίας MIDI. Στην εργασία αναλύεται η ανάπτυξη του μουσικού παιχνιδιού για φορητές συσκευές με το λειτουργικό σύστημα Android. Στο παιχνίδι γίνεται η χρήση πληροφοριών των αρχείων MIDI που μέσα από αυτές τις πληροφορίες δημιουργούνται τα αντικείμενα που συλλέγει ο παίχτης.

Ο χρήστης του παιχνιδιού διαλέγει αρχικά ένα μουσικό κομμάτι και αφού επιλέξει το επίπεδο δυσκολίας που επιθυμεί, μεταβαίνει στην κεντρική οθόνη όπου ξεκινάει το παιχνίδι. Ο παίχτης έχει τη δυνατότητα να καταχωρήσει και να δει τα εγγεγραμμένα σκορ. Ακόμα, έχει την επιλογή να πραγματοποιήσει κάποιες δικές του ρυθμίσεις. Αξίζει να σημειωθεί ότι το παιχνίδι είναι σχεδιασμένο για μουσικά κομμάτια πιάνου, μπορεί όμως να παιχτεί και με μουσικά κομμάτια από οποιοδήποτε άλλο μουσικό όργανο πάντα σε αρχείο MIDI.

*Θεματική περιοχή: video games, μουσικά παιχνίδια, Android*

*Λέξεις κλειδιά: video games, μουσικά παιχνίδια, Android, αρχεία MIDI, LibGDX framework*

## ABSTRACT

The dominance of personal computers and technology in general, has brought about many advances in the entertainment industry of video games. Classified among the fastest growing parts of entertainment, video games preoccupy millions of people on a daily basis. A great number of video game-lovers are those who play games on mobile devices. A famous video games category is that of music games. In the present project, this category is studied with the aid of NoteCollector presentation, a game exclusively adapted for mobile devices.

The aim of this project is the study and analysis of video games, the specific subcategory, namely the music games and MIDI technology. The project deals with the development of the particular music game compatible with mobile devices of Android operating system. The game operates with the use of MIDI files information which generates the objects collected by the player.

The user of the game initially selects a track and after adjusting the desired difficulty level he switches to the main screen where the game begins. The player is able to enter and see the recorded scores. Furthermore, he has the option to make some personal settings. It is worth noting that the game is designed for piano music tracks, but it also operates with tracks of any other musical instrument always in MIDI file.

*Thematic Area: video games, music games, Android*

*Keywords: video games, music games, Android, MIDI files, LibGDX framework*

## ΚΙΝΗΤΡΟ

Τις τελευταίες δεκαετίες τα video games έχουν γίνει ο πιο αναπτυσσόμενος τομέας ψυχαγωγίας για παιδιά, εφήβους και ενήλικους. Σύμφωνα με στατιστικές μελέτες, το 97% των εφήβων 12- 17 χρονών στις ΗΠΑ, παίζουν video games καθημερινά στους υπολογιστές, στις κινητές συσκευές και στις κονσόλες. Ευρέως αναφέρεται ότι τα video games έχουν μόνο αρνητικές επιπτώσεις. Η λελογισμένη χρήση όμως, σύμφωνα με κάποιες έρευνες, έχει θετικά αποτελέσματα ειδικά σε νέους ανθρώπους, παιδιά και εφήβους. Παίζοντας video games απαιτείται νοητική προσπάθεια και συγκέντρωση, αφού είναι καθαρό ότι ο παίχτης πρέπει να ακολουθήσει συγκεκριμένους κανόνες με την ανάλογη δυσκολία και πολυπλοκότητα. Επακόλουθο αυτού είναι η δημιουργία ικανοτήτων στον παίχτη μέσα από την προσπάθεια να βρει λύσεις στα προβλήματα που εμφανίζονται. Οι ικανότητες αυτές χρησιμοποιούνται συνήθως σε περαιτέρω δυσκολίες ή προβλήματα που τυχόν συναντήσει ο παίχτης στο παιχνίδι. Ο παίχτης στην προσπάθειά του να υπερβεί τα εμπόδια του παιχνιδιού γίνεται ολοένα και πιο ικανός. Προκειμένου να ολοκληρώσει το παιχνίδι ξεπερνώντας τις όποιες δυσκολίες του, ο παίχτης μπορεί να χρειαστεί να επαναλάβει πολλές φορές την ίδια προσπάθεια ακολουθώντας διαφορετικές στρατηγικές. Μέσα από αυτή τη διαδικασία εκπαίδευσης ο παίχτης αναπτύσσει ποικίλες επιδεξιότητες.

Με τη ραγδαία εξάπλωση των κινητών συσκευών αναπτύχθηκε και ο τομέας των video games σε αυτές. Αυτή τη στιγμή υπάρχουν περισσότερα από 800.000 παιχνίδια διαθέσιμα στο λειτουργικό σύστημα Android και 750.000 στο λειτουργικό σύστημα iOS. Καθώς οι παίχτες μετακινούνται, παίζουν παιχνίδια σε οποιοδήποτε μέρος βρίσκονται με αποτέλεσμα όχι απλά να περνούν ευχάριστα την ώρα τους αλλά να επωφελούνται κιόλας, αφού δέχονται τις θετικές επιδράσεις των παιχνιδιών στις οποίες αναφερθήκαμε παραπάνω. Αν σκεφτούμε τώρα τη συμβολή της μουσικής στην εξέλιξη του ανθρώπου και τις σημαντικές επιδράσεις της θα καταλάβουμε πόσο σημαντικό είναι για έναν παίχτη να επιλέξει παιχνίδι από την κατηγορία των μουσικών παιχνιδιών.

## ΣΚΟΠΟΣ

Η παρούσα μελέτη εκπονήθηκε με σκοπό την ανάπτυξη ενός video game στο οποίο το gameplay εστιάζει στη μουσική. Πιο συγκεκριμένα, η παρούσα μελέτη αφορά την κατηγορία των μουσικών παιχνιδιών συνδυάζοντας την ψυχαγωγία με τα οφέλη της μουσικής στον άνθρωπο. Ο ήχος και η μουσική είναι άρρηκτα συνδεδεμένα με τα video games από την αρχή της δημιουργίας τους, ακόμα και όταν δεν υπήρχε η δυνατότητα αναπαραγωγής ήχων. Οι ήχοι που παράγονταν από τις arcade μηχανές ήταν χαρακτηριστικοί. Η μουσική στα video games είναι ένα από τα σημαντικότερα στοιχεία που επηρεάζει τον συναισθηματικό κόσμο του παίχτη. Ο ήχος χρησιμοποιείται για να εμπλουτίσει ακουστικά το αποτέλεσμα των ενεργειών που συμβαίνουν στο παιχνίδι. Ακόμα χρησιμοποιούνται μουσικά κομμάτια για να επενδύσουν το γενικότερο κλίμα σε ένα περιβάλλον που παρουσιάζεται, διεγείροντας αντίστοιχα συναισθήματα. Η χρήση του ήχου και της μουσικής είναι από τα κυριότερα στοιχεία στα παιχνίδια. Αυτό είναι φανερό από τις ομάδες ανθρώπων που απασχολούνται για τον σχεδιασμό τους. Μέσα σε αυτό το κυρίαρχο ηχητικό περιβάλλον έχουν δημιουργηθεί και τα παιχνίδια των οποίων οι δυσκολίες, τα εμπόδια και τα αντικείμενα που αναπαράγονται πηγάζουν από τη μουσική. Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στην ανάπτυξη μιας εφαρμογής μουσικού παιχνιδιού με τη χρήση πλεονεκτημάτων που προσφέρουν τα αρχεία MIDI, καθώς και τη χρήση της βασικής ιδέας και λειτουργικότητας των μουσικών παιχνιδιών.

## ΔΟΜΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία είναι δομημένη σε πέντε κεφάλαια τα οποία περιγράφουν τα video games, τα music-based game, την τεχνολογία MIDI, τον σχεδιασμό και την υλοποίηση του παιχνιδιού NoteCollector, τα συμπεράσματα και τις μελλοντικές επεκτάσεις του.

Στο πρώτο κεφάλαιο δίνεται ο ορισμός του video game και καταγράφονται και αναλύονται τα βασικά χαρακτηριστικά του. Αναφέρονται οι συσκευές, μέσω των οποίων αναπαράγονται τα παιχνίδια, πιο συγκεκριμένα τα παιχνίδια στους προσωπικούς υπολογιστές, στις κονσόλες, στις κονσόλες χειρός και στα κινητά τηλέφωνα. Τέλος, κατηγοροποιούνται τα video games με βάση τα στοιχεία του gameplay τους.

Το δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται στην κατηγορία των μουσικών παιχνιδιών. Δίδεται ο ορισμός αυτού του είδους και περιγράφεται συνοπτικά ο εικονικός κόσμος που αναπαραστούν. Επιπλέον, αναφέρονται δυο κατηγοριοποιήσεις των μουσικών παιχνιδιών και περιληπτικά η εξέλιξη της μουσικής στα video games. Τέλος, υπογραμμίζονται κάποιες από τις θετικές επιδράσεις των μουσικών παιχνιδιών στην εκπαίδευση.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η τεχνολογία MIDI και ο ορισμός της. Στη συνέχεια αναφέρονται τα κύρια χαρακτηριστικά του προτύπου καθώς και τα αρχεία MIDI. Ακολουθεί μια συνοπτική ιστορική περιγραφή του προτύπου MIDI και τελειώνοντας γίνεται αναφορά στα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των αρχείων MIDI.

Στο τέταρτο κεφάλαιο περιγράφεται η υλοποίηση της εφαρμογής του παιχνιδιού, στο πλαίσιο της εν λόγω πτυχιακής εργασίας. Αναφέρονται οι τεχνολογίες και τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξή του, η βασική αρχιτεκτονική του και ένα ενδεικτικό σενάριο λειτουργίας του.

Στο πέμπτο κεφάλαιο αναλύονται τα συμπεράσματα και ορισμένες πιθανές επεκτάσεις του παιχνιδιού.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: VIDEO GAMES

## 1. Εισαγωγή

---

Αυτή τη στιγμή εκατομμύρια άνθρωποι σε ολόκληρο τον κόσμο παίζουν video games. Για τις εταιρείες παραγωγής τους, αυτό μεταφράζεται σε τεράστια χρηματικά ποσά. Τα video games με την τεράστια εξάπλωσή τους είναι φανερό ότι έχουν αρχίσει να επηρεάζουν και άλλες μορφές ψυχαγωγίας[1]. Ήδη, υπάρχουν ταινίες όπως το Warcraft ή το Assasigns' creed που έχουν κυκλοφορήσει πρώτα ως video game. Αλλά συμβαίνει και το αντίστροφο. Υπάρχουν video games που δημιουργούνται δανειζόμενα την κεντρική πλοκή μιας ταινίας ή αυτούσια την ταινία. Για παράδειγμα το Starwars: Battlefront.

Το πρώτο video game που δημιουργήθηκε χρονολογείται στα 1958. Τότε, ο φυσικός William Higinbotham δημιούργησε ένα πολύ απλό τέννις. Επρόκειτο για ένα παλμοσκόπιο με οθόνη μόλις πέντε ιντσών που μπορούσε κάποιος να το δοκιμάσει μόνο στο Πανεπιστήμιο Brook heaven και μόνο σε συγκεκριμένες μέρες που επιτρεπόταν η πρόσβαση στο κοινό [2]. Στα 70ς εμφανίστηκαν τα πρώτα arcade games όπως το pong και οι πρώτες κονσόλες. Μέχρι τα 80ς καθώς οι προσωπικοί υπολογιστές εξαπλώνονταν τα video games έγιναν δημοφιλής τρόπος ψυχαγωγίας [3]. Στα επόμενα χρόνια τα video games εξελίσσονται συνεχώς. Από τις δύο διαστάσεις περνούν στις τρεις και τα γραφικά τους γίνονται ολοένα και πιο ρεαλιστικά.

Στις μέρες μας υπάρχει πλήθος εταιρειών παραγωγής video games που καταγράφουν δισεκατομμύρια κερδών. Ενδεικτικά αναφέρουμε τα παγκόσμια κέρδη για το 2014 που έφτασαν το ποσό των 81,5 δις δολαρίων, διπλάσια δηλαδή από τα κέρδη της βιομηχανίας κινηματογραφικών ταινιών [4]. Τα video games έχουν εισχωρήσει και στις mobile συσκευές καθώς αυτές αναπτύσσονται ραγδαία και κατακτούν όλο και μεγαλύτερο μερίδιο στον κόσμο της τεχνολογίας. Πρόσφατο παράδειγμα το Pokemon Go που κυκλοφόρησε από τη Nintendo και είχε τεράστια αποδοχή από τους χρήστες smartphones με αποτέλεσμα σε ελάχιστο χρόνο να διπλασιάσει την αξία της.

## 2. Ορισμός

---

Με τον όρο video game ονομάζεται οποιοδήποτε παιχνίδι παίζεται με τη χρήση κάποιας ηλεκτρονικής συσκευής. Τέτοιες συσκευές μπορεί να είναι ο ηλεκτρονικός υπολογιστής, ένα τάμπλετ, μια κονσόλα ή ένα κινητό τηλέφωνο. Με έναν πιο σύνθετο ορισμό μπορούμε να πούμε

ότι ο όρος video game αποτελείται από δύο επιμέρους στοιχεία, το video και το game. Τα στοιχεία που απαρτίζουν το **game** είναι η *μάχη* (εναντίον ενός ή πολλών αντιπάλων), οι *κανόνες του παιχνιδιού* (τί μπορεί να κάνει ο παίχτης και πότε πρέπει να το κάνει), η *χρήση κάποιας ικανότητας του παίχτη* (παρατηρητικότητα, αντανακλαστικά, μνήμη, στρατηγική ή έλλειψη κάποιας από αυτές) και *κάποιο είδος αποτελέσματος* αυτών των ενεργειών (νίκη, ήττα, επίτευξη μεγαλύτερου σκορ κ.ά.). Όλα τα παραπάνω στοιχεία ελέγχονται από τον υπολογιστή σύμφωνα με τον αλγόριθμο που έχει δημιουργήσει ο προγραμματιστής του παιχνιδιού. Το **video** σε έναν απόλυτα ακριβή ορισμό αναφέρεται στη χρήση του αναλογικού σήματος στις οθόνες ή στις τηλεοράσεις (CRT). Μια ευρύτερη σημασία του περιλαμβάνει όλες τις υπόλοιπες τεχνολογίες όπως αυτές που χρησιμοποιούνται στις LCD ή LED οθόνες. Αυτή τη σημασία της λέξης θα χρησιμοποιήσουμε για να ορίσουμε τον όρο videogame. Ο συνδυασμός των στοιχείων του game και η οπτική αναπαράστασή τους με βάση τις τεχνολογίες του video που προαναφέραμε, μας περιγράφουν τον όρο video game [5].

### 3. Χαρακτηριστικά

---

Εδώ θα αναφερθούν όλα τα στοιχεία που αντιλαμβάνεται ένας παίχτης όταν παίζει. Δηλαδή, εκείνα που τα αντιλαμβάνεται άμεσα όπως τα γραφικά και τον ήχο και εκείνα που είναι έμμεσα όπως οι κανόνες του παιχνιδιού.

#### 3.1 Κανόνες (Rules)

Στους *κανόνες* περιλαμβάνεται ό,τι μπορεί να κάνει ο κάθε παίχτης, οι *χαρακτήρες* του παιχνιδιού καθώς και το *αποτέλεσμα* των ενεργειών τους, όπως η αύξηση ή η μείωση του συνολικού σκορ. Ακόμη καλύτερα μπορούμε να το κατανοήσουμε με ένα παράδειγμα από το σκάκι. Ο βασιλιάς δεν μπορεί να μετακινηθεί παραπάνω από ένα τετράγωνο τη φορά. Είναι ένα απόλυτα χρήσιμο χαρακτηριστικό που δίνει σχήμα και δομή στο video game. Είναι αυτό που θέτει όρια στις πράξεις του παίχτη. Οι κανόνες του παιχνιδιού είναι εκείνο το στοιχείο που κάνει συναρπαστικό το video game ακριβώς επειδή ο παίχτης ψάχνει τρόπο να πετύχει μεγαλύτερο σκορ ή να προχωρήσει την ιστορία ή να ανέβει level. Όλα όμως γίνονται πιο δύσκολα από τον περιορισμό που θέτει το video game και αυτό είναι που δίνει στον παίχτη την ικανοποίηση τη στιγμή που καταφέρνει να κερδίσει ή να πετύχει μεγαλύτερο σκορ ή να φτάσει στο τέλος της ιστορίας. Οι *κανόνες* σ'έναν πιο επίσημο ορισμό είναι εκείνο το χαρακτηριστικό που ελέγχει τη διαδραστικότητα των αντικειμένων του

video game και τα πιθανά αποτελέσματά της. Μπορούμε να χωρίσουμε τους κανόνες σε δύο κατηγορίες, το *interplay rules* και το *evaluation rules*. Στην πρώτη κατηγορία (interplay rules) ορίζονται οι σχέσεις και οι ιδιότητες των στοιχείων του video game δηλαδή τί μπορεί να προκύψει από την αλληλεπίδραση του παίχτη με τα στοιχεία του video game μέσα από καθορισμένους κανόνες. Η δεύτερη κατηγορία καθορίζει ποιές πράξεις επιβραβεύονται και ποιές πράξεις τιμωρούνται. Για παράδειγμα, στο παιχνίδι Super Mario Bros ο πρώτος κανόνας καθορίζει το συγκεκριμένο ύψος που θα πηδήξει ο Mario, όταν ο παίκτης πατήσει το α στο πληκτρολόγιο, ενώ ο δεύτερος κανόνας καθορίζει την ενέργεια του Mario να προσγειωθεί πάνω σ' έναν εχθρό και να τον σκοτώσει κερδίζοντας έτσι ο παίκτης κάποιους πόντους [6].

### 3.2 Gameplay

Με τον όρο *gameplay* εννοούμε τη γενικότερη αίσθηση που έχει ο παίκτης όταν παίζει ένα video game. Η αίσθηση αυτή προκαλείται από τον ήχο και τα γραφικά του παιχνιδιού. Το *gameplay* μπορεί να θεωρηθεί, επίσης, επακόλουθο των κανόνων του. Ακόμη, το *gameplay* μπορεί να ορισθεί ως η δυναμική του παιχνιδιού που πηγάζει από την αλληλεπίδραση των κανόνων και της γεωγραφίας του παιχνιδιού. Η δυναμική αυτή μπορεί να είναι διασκεδαστική ή μη, προβλέψιμη ή μη [7].

### 3.3 Ισοροπία του παιχνιδιού (Balance of game)

Ο συνδυασμός των ικανοτήτων του παίχτη και της κάθε τυχειότητας ή των στοιχείων του video game μας δίνει το χαρακτηριστικό της *ισοροπίας* σε ένα video game, η οποία δεν πρέπει να σχετίζεται με τις αρχικές καταστάσεις του παιχνιδιού. Για παράδειγμα, στο σκάκι αν ένας από τους δυο παίχτες ξεκινήσει με τρεις στρατιώτες έχει πλεονέκτημα και υπερτερεί του αντιπάλου. Άρα έχει ως αποτέλεσμα το παιχνίδι να μην είναι ισορροπημένο. Η ισοροπία δεν είναι εύκολο να επιτευχθεί σε όλα τα video games. Για παράδειγμα, στο Age of Kings κάποιοι πολιτισμοί είναι ισχυρότεροι από κάποιους άλλους (κυρίως ο πολιτισμός των Τευτόνων). Έτσι, η *ισοροπία* διαταράσσεται με το να μην επιλέγονται αυτοί οι πολιτισμοί. Ας υποθέσουμε ότι, σε ένα video game έχουμε μια κατάσταση όπου και οι δυο παίχτες έχουν τις ίδιες πιθανότητες να κερδίσουν ανεξάρτητα από τη στρατηγική που θα ακολουθήσουν. Αυτό, ενώ στην πραγματική ζωή είναι εφικτό και αποδεκτό, σε ένα video game είναι προβληματικό. Για τον λόγο αυτό, πρέπει να δίνεται η δυνατότητα της επιλογής της καλύτερης στρατηγικής από τον παίχτη, δηλαδή σε κάθε

κατάσταση να υπάρχει η στρατηγική που υπερτερεί. Αυτό αφορά στο στοιχείο *dominant strategy* που κάνει το παιχνίδι συναρπαστικό. Κατά συνέπεια, η *ισορροπία* είναι αυτή που είτε ένας παίκτης χάσει είτε κερδίσει είναι αποτέλεσμα μόνο της επιλογής του ή μη και της τυχειότητας των στοιχείων που απαρτίζουν το video game [8].

### 3.4 Προοπτική (Perspective)

Αν εξαιρέσουμε τα text-based games και τα puzzle games όλα τα υπόλοιπα χρησιμοποιούν την *προοπτική*. Μπορούμε να κατηγοριοποιήσουμε την προοπτική σε τέσσερα είδη: *first-person perspective* (εικόνα 1), *third-person perspective* (εικόνα 2), *isometric perspective* (εικόνα 3) και *top-down perspective* (εικόνα 4).

Στη *first-person perspective* (πρώτου προσώπου) ο παίκτης βλέπει τη δράση του παιχνιδιού από την οπτική του πρωταγωνιστή, δηλαδή σαν να πραγματοποιεί όλες τις ενέργειες ο ίδιος ο παίκτης.



Εικόνα 1: Παιχνίδι πρώτου προσώπου (*first-person*) [1]

Στη *third-person perspective* (τρίτου προσώπου) ο παίκτης βλέπει ό,τι μπορεί να ελέγξει (ένα αυτοκίνητο, ένα χαρακτήρα ή έναν αριθμό από αντικείμενα όπως έναν στρατό ή ακόμα μία ρύθμιση όπως ο χωρισμός μίας πόλης σε περιοχές).



Εικόνα 2: Παιχνίδι τρίτου προσώπου (*third-person perspective*) [2]

Στην *top-down perspective* (από πάνω προς τα κάτω) ο παίχτης βλέπει τον πρωταγωνιστή και την περιοχή που απεικονίζεται γύρω από αυτόν από πάνω. Αυτός είναι ο λόγος που πολλές φορές αναφέρεται ως *bird's eye* (βλέμμα πουλιού).



Εικόνα 3: Παιχνίδι από πάνω προς τα κάτω (*top-down perspective*) [3]

Στην *isometric perspective* (ισομερής προοπτική) ο παίχτης βλέπει τον κόσμο του video game από ψηλά αλλά σε αυτήν την περίπτωση η κάμερα βρίσκεται σε γωνία και τα αντικείμενα

αποκαλύπτονται στρέφοντας ελαφριά την κάμερα. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται μια αίσθηση 3D απεικόνισης [9].



Εικόνα 4: παιχνίδι με ισομερής προοπτική (isometric perspective)[4]

### 3.5 Διαστάσεις (Dimensions)

Όλα τα γραφικά των υπολογιστών είναι  $2D$  (δύο διαστάσεων) ή  $3D$  (τριών διαστάσεων). Τα  $2D$  γραφικά μπορούν να παρομοιαστούν με τους πίνακες ζωγραφικής. Δημιουργούνται από προγράμματα τύπου Adobe Photoshop και μπορούν να τυπωθούν στο χαρτί χωρίς απώλεια ποιότητας. Τα στοιχεία των  $2D$  γραφικών δημιουργούνται με βάση τα vector ή τα raster graphics. Τα vector graphics είναι γεωμετρικά μοντέλα που σχηματίζονται από μαθηματικές σχέσεις. Η επεξεργασία τους (μεγέθυνση, σμίκρυνση κ.ά.) είναι δυνατή χωρίς απώλειες. Τα raster graphics αποτελούνται από ένα πλέγμα από pixel, τα οποία ομαδοποιούνται για τη δημιουργία της εικόνας. Σε αντίθεση με τα vector graphics οποιαδήποτε επεξεργασία έχει αποτέλεσμα κάποια απώλεια ποιότητας. Τα  $3D$  γραφικά είναι τελείως διαφορετικά. Περιέχουν τρεις διαστάσεις και τα γραφικά αντικείμενα απεικονίζονται χωρικά. Τα συγκεκριμένα αντικείμενα αποθηκεύονται στον υπολογιστή ως  $3D$  μοντέλα για να μπορούν να αναπαρασταθούν από αυτόν. Επειδή τα  $3D$  μοντέλα περιέχουν πολύπλοκους υπολογισμούς υπάρχει δυνατότητα να δημιουργηθεί η αίσθηση του βάθους χρησιμοποιώντας  $2D$  αντικείμενα για μεγαλύτερη αποδοτικότητα. Οι διαστάσεις και η

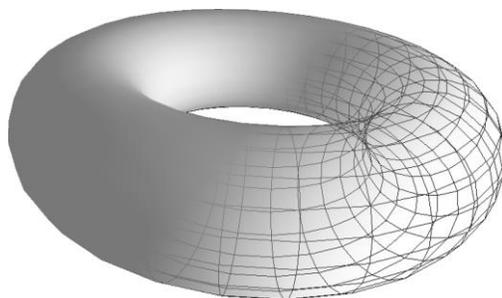
προοπτική του παιχνιδιού σχετίζονται μεταξύ τους. Για παράδειγμα, ένα *third-person perspective game* έχει την επιλογή να αναπαρίσταται με 2D ή 3D γραφικά. Όμως, ένα *first-person perspective* πρέπει να αναπαρίσταται με 3D γραφικά ακόμη κι αν είναι *ψευδο 3D* [10].

### 3.6 Χωρικός τύπος (Space type)

Στα πρώτα χρόνια των video games χρησιμοποιείτο ένα ιδιόμορφο *gamespace*<sup>1</sup>. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το video game *Spacewar*. Στο συγκεκριμένο video game, όταν ο παίχτης με το διαστημόπλοιο έφτανε στην αριστερή πλευρά της οθόνης, την αμέσως επόμενη στιγμή εμφανιζόταν στη δεξιά πλευρά της οθόνης. Μια άλλη αντίληψη παρομοιάζει το *gamespace* ως έναν τόρο (εικόνα 5). Εδώ, ο παίχτης όταν ξεκινά από ένα σημείο, κάποια στιγμή θα επανέλθει στο σημείο εκκίνησης οποιαδήποτε κατεύθυνση και αν ακολουθήσει. Αυτός ο τύπος χρησιμοποιήθηκε σε πολλά video games όπως το *Defender*. Με τη ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας, ο τύπος αυτός έπαψε να χρησιμοποιείται σε ευρεία κλίμακα. Τα σύγχρονα video games αφήνουν τον παίχτη να κινείται με μεγαλύτερη ελευθερία και αποκαλύπτουν σταδιακά τα αντικείμενα του κόσμου τους. Ένα σημαντικό στοιχείο των video games είναι το μέγεθος. Με βάση αυτό ο χώρος χωρίζεται σε τρεις τύπους: *unconnected levels*, *zone-based multi-screens spaces* και *seamless multi-screen spaces*. Στον πρώτο τύπο, όταν ο παίχτης τερματίσει ένα στάδιο και μεταφερθεί στο επόμενο, δεν υπάρχει καμία σύνδεση μεταξύ τους. Ένα παράδειγμα χρήσης αυτού του *gamespace* είναι το *Pac-Man*. Στον δεύτερο τύπο, όταν το αντικείμενο που χειρίζεται ο παίχτης φτάνει στο τέλος της οθόνης, τότε αυτό εμφανίζεται στην άλλη πλευρά της. Ο τύπος αυτός χρησιμοποιήθηκε στα πρώτα adventure games όπως το *Adventure* του Warren Robinett's, το 1978. Τέλος, στα *seamless multi-screen spaces* τα αντικείμενα και τα στοιχεία του κόσμου του video game αποκαλύπτονται σταδιακά καθώς το παιχνίδι εξελίσσεται πράγμα που επηρεάζει άμεσα το *gameplay*. Π.χ. Ο παίχτης σε μερικά video games χρειάζεται να κρατάει κάποια αντικείμενα για ένα μελλοντικό στάδιο ή χρειάζεται να είναι προσεχτικός στα εφόδια που του παρέχει το παιχνίδι, όπως, να μην εξαντλεί την ενέργεια ή τη ζωή του γιατί θα τη χρειαστεί σε ένα άλλο στάδιο του παιχνιδιού [11].

---

<sup>1</sup>Ο εικονικός χώρος που περιλαμβάνεται σε ένα video game ονομάζεται *gamespace*.



Εικόνα 5: Σχήμα τόρου [5]

### 3.7 Χώρος εκτός οθόνης (Off-screen space)

Η ιδέα του *Off-screen space* προέρχεται από τον κινηματογράφο. Αν σε μια ταινία δύο ηθοποιοί μιλάνε σ' ένα γραφείο και ακούγεται ήχος από έναν αυτοκινητόδρομο, ο αυτοκινητόδρομος αυτός είναι μέρος του *off-screen space*. Στα video games μπορούμε να χωρίσουμε τον χώρο εκτός οθόνης (*off-screen space*) σε *παθητικό* (*passive*) και *ενεργητικό* (*active*). Για παράδειγμα, στο video game *Spy Hunter* ο παίχτης ελέγχει ένα αυτοκίνητο και καθώς προχωράει στον δρόμο, διαλύει όσα εχθρικά αυτοκίνητα εμφανίζονται. Το gamespace του *Spy Hunter* δεν περιορίζεται στα όρια της οθόνης. Τα αυτοκίνητα που δεν είναι ορατά δεν επηρεάζουν το παιχνίδι έως ότου εμφανιστούν στην οθόνη. Αυτό το παράδειγμα περιγράφει τον *παθητικό χώρο εκτός οθόνης* (*off-screen space*). Στη δεύτερη κατηγορία, τα αντικείμενα και τα στοιχεία από τον κόσμο του παιχνιδιού που δεν είναι άμεσα αντιληπτά από τον παίχτη, επηρεάζουν την εξέλιξή του. Στις μέρες μας έχει επικρατήσει να χρησιμοποιείται η δεύτερη κατηγορία σε αντίθεση με τα *arcade games* που εξακολουθούν να χρησιμοποιούσαν την πρώτη.

Στα MMORPG το παιχνίδι εξελίσσεται διαρκώς ακόμα και όταν ο παίχτης δεν παίζει. Όμως, ο *χώρος εκτός οθόνης* (*off-screen space*) δεν είναι σε όλα τα παιχνίδια τόσο ενεργητικός όσο στα MMORPG. Χαρακτηριστικό παράδειγμα το *Grand Theft Auto III: Vice City* στο οποίο τα αντικείμενα που είναι σε μια συγκεκριμένη εμβέλεια από τον παίχτη αλληλεπιδρούν στο παιχνίδι. Πιο συγκεκριμένα, η σύγκρουση δύο αυτοκινήτων σε μια εικονική πόλη δεν θα επηρεάσει τη συνολική κίνησή της. Από τα παραπάνω παραδείγματα συνάγεται ότι σε αυτό το χαρακτηριστικό (*χώρος εκτός οθόνης*) οι διαφοροποιήσεις που υπάρχουν είναι ανάλογες με το είδος του παιχνιδιού [12].

### 3.8 Κύλιση (Scroll)

Με τον όρο *scroll* αναφερόμαστε στον τρόπο με τον οποίο αναπτύσσεται το παιχνίδι στον εικονικό κόσμο των video games. Ο χώρος του παιχνιδιού έχει τη δυνατότητα να κινείται οριζόντια, κάθετα ή με μεγαλύτερη ελευθερία, δηλαδή οριζόντια και κάθετα ταυτόχρονα. Video games με οριζόντια κίνηση είναι τα: Defender (1980), Kung-Fu Master (1984) Wonderboy (1986) κ.ά. Video games με κάθετη κίνηση είναι τα SpyHunter (1983), 1942 (1984), Commando (1985), Rainbow Islands (1988) κ.ά. Το χαρακτηριστικό του scroll χρησιμοποιείται μόνο σε παιχνίδια δυο διαστάσεων [13].

### 3.9 Εξερεύνηση (Exploration)

Ο όρος *εξερεύνηση* αφορά στο κατά πόσον ο παίχτης έχει τη δυνατότητα να εξερευνήσει τον χώρο του παιχνιδιού με τον δικό του ρυθμό. Τα περισσότερα arcade games αναγκάζουν τον παίχτη να πηγαίνει με πιο γρήγορο ρυθμό. Αυτό ονομάζεται *forced exploration*. Π.χ. στο παιχνίδι Rainbow Islands το κάτω μέρος της οθόνης γεμίζει με νερό και ο παίχτης εξαναγκάζεται να κινηθεί κάθετα προς την επάνω μεριά της οθόνης, δηλαδή προς την αντίθετη κατεύθυνση. Τα παιχνίδια των κονσολών και των προσωπικών υπολογιστών σε αντίθεση με τα arcade games δίνουν σχετικά μεγαλύτερη ελευθερία στον παίχτη να κινηθεί στον χώρο του παιχνιδιού με τον ρυθμό που εκείνος επιθυμεί [14].

### 3.10 Χρόνος (Time)

Ο *χρόνος* είναι ένα χαρακτηριστικό στοιχείο των video games που γίνεται άμεσα αντιληπτό από τον χρήστη. Στα πρώτα χρόνια των video games την περίοδο που κυριαρχούσαν οι arcade μηχανές (λειτουργία με κέρματα), ο χρόνος ήταν πολύ περιορισμένος γιατί αποσκοπούσε στο κέρδος των εταιρειών. Με την είσοδο όμως των προσωπικών υπολογιστών και των κονσολών ο χρόνος του παιχνιδιού αυξήθηκε αρκετά.

Ο *χρόνος* μπορεί να χωριστεί σε *πραγματικό* (play time) και σε *εικονικό* (event time). Ο διαχωρισμός αυτός έχει νόημα μόνο σε video games που ο εικονικός τους κόσμος αναπαριστά καταστάσεις του πραγματικού κόσμου όπως στα strategy games (π.χ. SimCity). Εδώ, ο παίχτης διανύει δύο εικονικά χρόνια μέσα σε δυο λεπτά πραγματικού χρόνου (play time). Σε τέτοιου είδους παιχνίδια ο παίχτης έχει τη δυνατότητα να μικρύνει ή να μεγαλώσει ανάλογα τον εικονικό χρόνο που αντιστοιχεί στον πραγματικό. Πολλές φορές ο εικονικός χρόνος διακόπτεται. Αυτό μπορεί να συμβεί κατά τη φόρτωση του επόμενου σταδίου του παιχνιδιού ή κατά τη στιγμή που κάποιο μη

διαδραστικό περιεχόμενο παρεμβάλλεται στο παιχνίδι. Αντίθετα, σε κάποια άλλα παιχνίδια οι δυο παραπάνω χρονικές διαιρέσεις είναι ταυτόσημες. Αυτό σημαίνει ότι όποια ενέργεια πραγματοποιεί ο παίχτης στο παιχνίδι συμβαίνει σε πραγματικό χρόνο όπως στα action games (π.χ. Quake, Unreal Tournament).

Η διχοτόμηση του χρόνου υπογραμμίζει πώς ο παίχτης αντιλαμβάνεται τη διάδραση μεταξύ των ενεργειών του και του φανταστικού κόσμου του παιχνιδιού αλλά δεν δίνει περισσότερες πληροφορίες για το *gameplay* αυτό καθεαυτό. Η χαρακτηριστική διαφορά της διχοτόμησης του χρόνου σε πολλά παιχνίδια εντοπίζεται στον χρονικό ρυθμό, αφού απαιτεί από τον χρήστη να έχει γρήγορα αντανακλαστικά για να μπορεί να προχωρήσει στα επόμενα στάδια. Π.χ. σε κάποια arcade games ο παίχτης αποκτά ολοένα και περισσότερη ταχύτητα μέσα από τη διαρκή επανάληψη των ενεργειών του παίζοντάς το ξανά και ξανά. Συνεπώς, ο χρόνος είναι ένα σημαντικό χαρακτηριστικό εργαλείο των video games [15].

### 3.11 Γραφικός τύπος (Graphical style)

Τα γραφικά στοιχεία είναι αυτά που διαφοροποιούν αισθητικά το ένα παιχνίδι από το άλλο. Τις διαφοροποιήσεις αυτές περιγράφει ο *γραφικός τύπος*. Σύμφωνα με τον Aki Järvinen κυριαρχούν τρεις γραφικοί τύποι στα videogames. Ο *φωτορεαλισμός* (photorealism), η *γελοιογραφική απεικόνιση* (caricaturism) και η *αφαιρετικότητα* (abstractionism) [16].

#### 3.11.1 Φωτορεαλισμός (Photorealism)

Μέχρι και τα μέσα του 19<sup>ου</sup> αιώνα σε όλα τα μέσα της τέχνης υπήρχε η προσπάθεια πιστής απεικόνισης της πραγματικότητας. Ο ρεαλισμός θα σπάσει από τους Γάλλους ζωγράφους Manet, Renoir, Monet κ.ά. οι οποίοι εισήγαγαν στην τέχνη την *εντύπωση* δημιουργώντας το ρεύμα του ιμπρεσιονισμού (1860) το οποίο άνοιξε νέους δρόμους στη σύλληψη της πραγματικότητας. Στη δεκαετία του 1960 πολλές σχολές τέχνης πέρασαν από την αφαίρεση στον φωτορεαλισμό (τεχνοτροπία που προσπαθεί να μιμηθεί απόλυτα τη φωτογραφία). Τα video games από την πρώτη στιγμή της υπαρκτής τους προσπαθούσαν να χρησιμοποιήσουν τον φωτορεαλισμό για να προσελκύουν τους υποψήφιους χρήστες. Λόγω όμως των τεχνολογικών περιορισμών αυτό έγινε κατορθωτό στα μέσα της δεκαετίας του 1990 με τις interactive movies όπως στο The 7th Guest και Ripper [17].

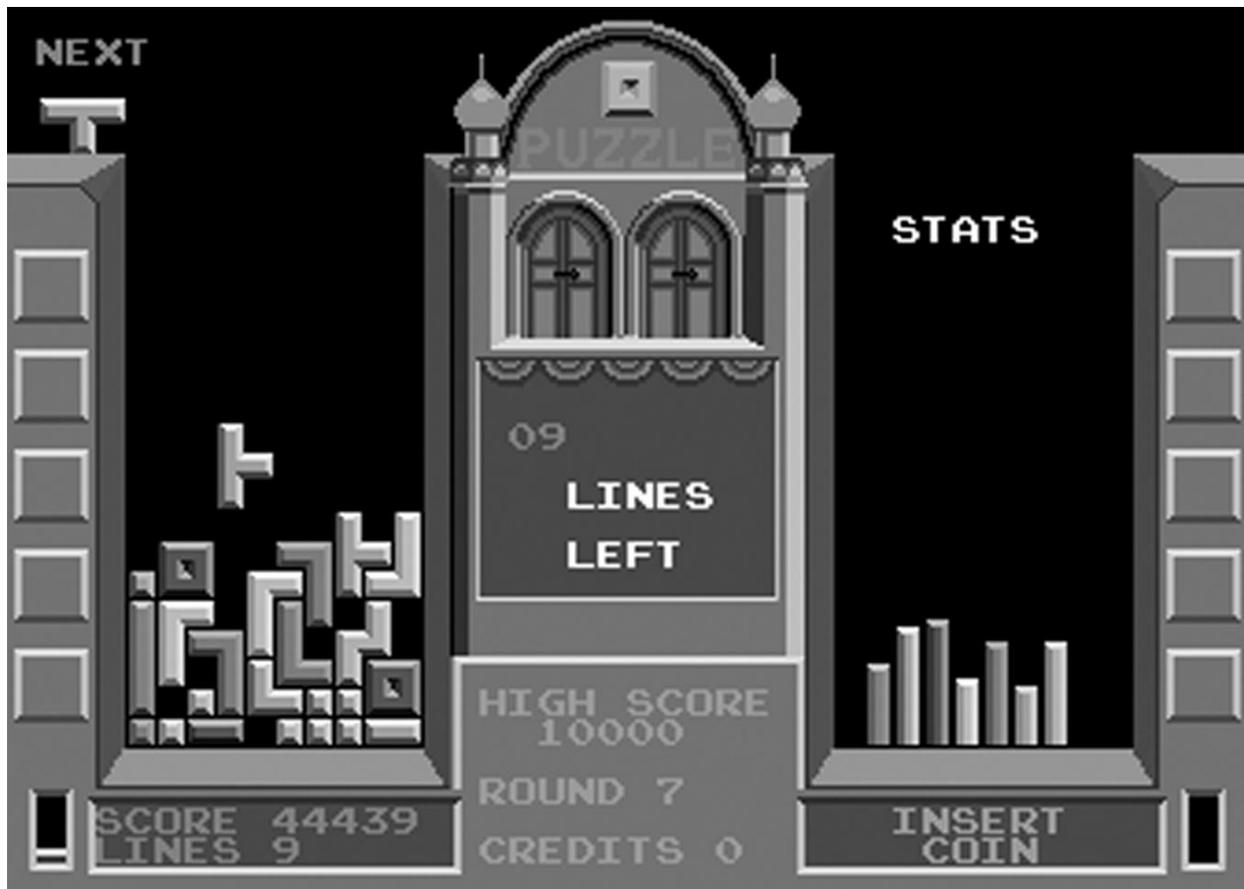
Ο *φωτορεαλισμός* χωρίζεται σε δυο υποκατηγορίες, *Televsualism* και *Illusionism*. Με τον όρο *Televsualism* εννοούμε την προσπάθεια αντιγραφής στοιχείων από την αισθητική της τηλεόρασης στα video games. Π.χ. στα sports games υπάρχουν χαρακτηριστικά της τηλεόρασης όπως είναι οι πολλαπλές διαφορετικές λήψεις από την κάμερα ή η επανάληψη (replay). Με τον όρο *Illusionism* εννοούμε την παρουσίαση μη ρεαλιστικού περιεχομένου δημιουργώντας μια ψευδαίσθηση. Π.χ. στο Half-Life 2, όταν προβάλλεται ένα εχθρικό στοιχείο με τρία μεταλλικά πόδια (metallic tripods) στον ορίζοντά του τα οποία κινούνται απειλητικά προς τον παίχτη, εκείνος αισθάνεται την απειλή σαν πραγματικότητα με αποτέλεσμα τη δημιουργία ανάλογων συναισθημάτων από κάτι το οποίο δεν έχει δει ποτέ στην πραγματική ζωή του [18].

### 3.11.2 Γελοιογραφική απεικόνιση (Caricaturism)

Η αισθητική πολλών παιχνιδιών προσεγγίζει αυτή των καρτούν χωρίς αυτό να σημαίνει ότι απευθύνεται μόνο σε μικρές ηλικίες. Το Crash Bandicoot και το Zelda είναι μερικά από τα παιχνίδια που χρησιμοποιούν τη *γελοιογραφική απεικόνιση* (Caricaturism). Στα περισσότερα παιχνίδια το *gameplay* με αυτόν τον γραφικό τύπο δεν είναι ρεαλιστικό. Το είδος του παιχνιδιού συναρτάται άμεσα με τον γραφικό τύπο του όπως στα περισσότερα platforms games που χρησιμοποιούν τη *γελοιογραφική απεικόνιση* (caricaturism) ενώ άλλα είδη, όπως τα 3d shooters και τα racing games χρησιμοποιούν τον *φωτορεαλισμό* (photorealism). Αλλά κάποια είδη παιχνιδιών χρησιμοποιούν μεικτούς γραφικούς τύπους. Χαρακτηριστικό παράδειγμα τα real-time strategy games όπως το Rise of Nations που χρησιμοποιεί *φωτορεαλισμό* (photorealism) ενώ το Warcraft III χρησιμοποιεί *γελοιογραφική απεικόνιση* (caricaturism) [19].

### 3.11.3 Αφαιρετικότητα (Abstractionism)

Στον τρίτο γραφικό τύπο του παιχνιδιού δεν υπάρχει αναπαράσταση ανθρώπων ή πραγματικών αντικειμένων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το tetris. Λόγω έλλειψης συναρπαστικότητας αυτός ο τύπος δεν χρησιμοποιείται πλέον από την πλειονότητα των μεγάλων εταιρειών παραγωγής video games ως μη επικερδής. Το βασικό μειονέκτημα είναι ότι τα παιχνίδια αυτά δεν έχουν τόσο λεπτομερή γραφική απεικόνιση ούτε αφηγούνται κάποια ιστορία που να συνεπάρει τον παίχτη όπως στον κινηματογράφο ή στη λογοτεχνία. Γι' αυτόν τον λόγο τέτοιου είδους παιχνίδια χρησιμοποιούνται περισσότερο στα κινητά τηλέφωνα και σε συσκευές που απαιτούν χαμηλή ενέργεια [20].



Εικόνα 6: παιχνίδι Tetris [6]

### 3.12 Ήχος παιχνιδιού (Game audio)

Αν κάποιος προσπαθήσει να περιγράψει το αγαπημένο του παιχνίδι, θα είναι αναλυτικός σε ό,τι το αφορά αλλά θα αντιμετωπίσει δυσκολία να περιγράψει τον ήχο του. Για να κατανοήσουμε τον ήχο σε ένα video game θα πρέπει να αναφερθούμε στις παρακάτω κατηγορίες:

α) *Φωνογραφία* (Vocalization). Με τον όρο φωνογραφία ονομάζουμε τις φωνές των χαρακτήρων του παιχνιδιού.

β) *Εμφέ ήχου* (Sound Effects). Ο όρος αυτός περιλαμβάνει τους ήχους που παράγονται κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού, όπως η εκτυροκρότηση ενός όπλου.

γ) *Ατμοσφαιρικά εμφέ* (Ambient Effects). Με αυτόν τον όρο δεν εννοούμε ακριβώς τους ήχους που αναφέρονται στο παιχνίδι αλλά, άλλα ηχητικά στοιχεία που συνθέτουν το ηχητικό περιβάλλον του παιχνιδιού, όπως το κελάηδημα ενός πουλιού.

δ) *Μουσική* ( Music). Με αυτόν τον όρο εννοούμε τη μουσική επένδυση του παιχνιδιού (soundtrack). Η μουσική, όπως στο θέατρο και στον κινηματογράφο δημιουργεί την ατμόσφαιρα και είναι πάντα συνδεδεμένη με τον κόσμο του παιχνιδιού.

Ο ήχος και η μουσική είναι σημαντικά στοιχεία για το video game. Στο ξεκίνημά τους τα video game δεν χρησιμοποιούσαν ήχο γιατί δεν υπήρχε αυτή η δυνατότητα. Στη δεκαετία του 1970 η ύπαρξη του ήχου στα video games έγινε τεχνολογικά αποδεκτή. Στην επόμενη δεκαετία οι τεχνολογικοί περιορισμοί επέτρεπαν την αναπαραγωγή μόνο κάποιων βασικών μουσικών ρυθμών. Για παράδειγμα στη μικρή εισαγωγή του Pacman αναπαραγόταν ένας ήχος που έμοιαζε με σειρήνα ασθενοφόρου. Στο ίδιο παιχνίδι όταν ο packman έχανε, ακουγόταν ένα κουδούνισμα. Στη δεκαετία του 1990 με την εξέλιξη της τεχνολογίας το μέγεθος των αρχείων ήχου άρχισε να μην επηρεάζει πια τους δημιουργούς των video games με αποτέλεσμα να υπάρχει *δυναμική μουσική επένδυση* (soundtrack) στα παιχνίδια. Π.χ. σε ένα survival horror παιχνίδι, ο σχεδιαστής του μπορεί να ρυθμίσει τον ήχο έτσι ώστε το τέμπο του τόνου του να αυξάνεται σταδιακά όσο πλησιάζει ένα εχθρικό αντικείμενο. Στα σύγχρονα παιχνίδια ο ήχος είναι πολύ πιο πολύπλοκος και επηρεάζεται από τα παρακάτω μη ηχητικά στοιχεία του παιχνιδιού:

- *Περιβάλλον* (Enviroment). Το μέγεθος της τοποθεσίας και τα χαρακτηριστικά του μεταφερόμενου μέσου (αέρας, ήλιος, σύννεφα κλπ.) ή οι καιρικές συνθήκες μπορούν να μας δώσουν ποικίλα ηχητικά αποτελέσματα.
- *Χωρικότητα* (Spatiality). Ο ήχος έχει άμεση σχέση με τον χώρο. Ο ήχος ενός τέρατος τριάντα μέτρων πίσω από ένα δάσος έχει διαφορετική ένταση από το ίδιο το τέρας όταν αυτό βρίσκεται δίπλα στον παίκτη χωρίς να παρεβάλλεται δάσος.
- *Φυσική* (Physics). Ο ήχος μπορεί να δέχεται άμεση επίδραση από την κίνηση όπως π.χ. μεταβολή Doppler.

Όλα τα παραπάνω δείχνουν την εξέλιξη του ήχου στα video Games και τον μόχθο που καταβάλλουν οι σχεδιαστές προκειμένου να επιτύχουν σχεδιασμό παρόμοιο με τη *μουσική επένδυση* (soundtrack) των κινηματογραφικών ταινιών.

### 3.13 Σκοπός για την παραγωγή δυναμικής μουσικής (The quest for dynamic music generation)

Στην αφήγηση των video games η μουσική δεν είναι προσχεδιασμένη αλλά δημιουργείται δυναμικά βασιζόμενη στις κινήσεις του παίχτη. Παράγεται αυτόματα κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες. Οι σχεδιαστές προσαρμόζουν τη μουσική σύμφωνα με τις αντιληπτές καταστάσεις του παιχνιδιού. Σε αυτό υπάρχουν δυο στοιχεία τα οποία πρέπει να αναφερθούν. Πρώτον, ένα κομμάτι της μουσικής μπορεί να διαμορφωθεί ώστε να ταιριάζει σε συγκεκριμένες συνθήκες, Παρόμοια, μπορεί να προσαρμοστεί ένας ήχος σε κάποιον χαρακτήρα, που ο παίχτης δεν έχει υπό τον έλεγχό του. Η μουσική εδώ, τονίζει τη σχέση του χαρακτήρα αυτού με τον χαρακτήρα του πρωταγωνιστή (παίχτης). Σε κάποια άλλη στιγμή μια λυπημένη μουσική υπογραμμίζει ένα ανάλογο γεγονός π.χ. έναν τραυματισμένο χαρακτήρα. Δεύτερον, οι δημιουργοί των video games μπορεί να μην επιδιώκουν να αναπαραχθεί ένα κομμάτι της μουσικής όταν ενεργοποιείται μια κατάσταση στο παιχνίδι, αλλά έχουν μια πιο δυναμική μουσική προσέγγιση ώστε αυτή να περιγράφει βασικά στοιχεία και αρχές. Ακόμη, υπάρχει η δυνατότητα τα μουσικά κομμάτια να χωρίζονται και να εκτελούνται σε προγραμματισμένες χρονικές περιόδους του παιχνιδιού περιγράφοντας την ανάλογη ενέργεια που εμφανίζεται στην οθόνη. Η δυναμική μουσική δεν αφορά στη σύνθεση μουσικών κομματιών από τον υπολογιστή αλλά, με μια ευρύτερη έννοια αφορά όλη τη διαδικασία που περιγράψαμε παραπάνω. Δηλαδή, την αναπαραγωγή έτοιμων μουσικών κομματιών και ηχητικών στοιχείων με την αυτοματοποίηση της αναπαραγωγής του ήχου και της μουσικής του παιχνιδιού.

### 3.14 Η χρήση του ήχου και της μουσικής στα παιχνίδια (The function of sound and music in games)

Ο ήχος και η μουσική εμπλουτίζουν την εμπειρία του παιχνιδιού και συνδέονται με την κατάσταση και την ατμόσφαιρα του κόσμου του παιχνιδιού δημιουργώντας καθηλωτικά συναισθήματα στον παίχτη. Η μουσική έχει συναισθηματική και ψυχική σχέση με τον άνθρωπο. Μπορεί να δημιουργεί χαρούμενο, μελαγχολικό, αγχωτικό, επικό ή άλλο περιβάλλον. Συνήθως αυτό σχετίζεται με το είδος της μουσικής. Για παράδειγμα, η κλασική μουσική χρησιμοποιείται από πολλούς παραγωγούς κινηματογραφικών ταινιών στην επική αφήγηση. Με τη χρήση του ήχου και της μουσικής, οι σχεδιαστές μουσικής επιδιώκουν να αυξήσουν κυρίως την αίσθηση του ρεαλισμού. Για παράδειγμα, όταν εκτυρσοκροτεί ένα όπλο, την ίδια στιγμή να ακούγεται ο παραγόμενος

κρότος. Μπορεί, ακόμη, να ακούγεται ένας επαναλαμβανόμενος ήχος που προετοιμάζει τη μεταφορά του παίχτη από ένα πλάνο σ' ένα άλλο όπως στον κινηματογράφο. Εδώ φαίνεται καθαρά η σχέση με τον κινηματογράφο όσον αφορά τη χρήση του ήχου και της μουσικής [21].

### 3.15 Ανάδειξη (Emergence)

Με τον όρο *ανάδειξη* εννοούμε το φαινόμενο κατά το οποίο όταν κάποιες βασικές αρχές αλληλεπιδρούν μεταξύ τους σε ένα επίπεδο και δημιουργούν μια μεγαλύτερη πολυπολοκότητα σ' ένα άλλο επίπεδο. Αυτό έχει γίνει μόδα στον σχεδιασμό των video games. Με την ευρύτερη έννοια, οι κανόνες του παιχνιδιού δημιουργούν κάποια πιθανά αποτελέσματα που οι σχεδιαστές δεν είχαν προβλέψει. Ένα παράδειγμα είναι το σκάκι, στο οποίο ο παίχτης μπορεί να χρησιμοποιήσει τους βασικούς κανόνες του για πληθώρα από στρατηγικές που δεν έχουν χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν. Από μια άλλη οπτική μπορούμε να δούμε την ανάδειξη και ως ελευθερία κινήσεων στον εικονικό κόσμο των video games. Π.χ. όταν σε ένα παιχνίδι παρουσιαστεί ένας τοίχος ως εμπόδιο, μπορεί να υπάρχει η δυνατότητα να ξεπεραστεί ο τοίχος είτε σκαρφαλώνοντάς τον, είτε περνώντας μέσα από μία τρύπα που θα δημιουργήσει ο παίχτης με κάποιο αντικείμενο. Σύμφωνα με την Jesper Juul μπορούμε να περιγράψουμε τα παιχνίδια με δυο δομές, την *ανάδειξη* (emergence) και την *ακολουθία* (progression). Η πρώτη είναι αυτή που περιγράψαμε πιο πάνω. Η δεύτερη αφορά οποιαδήποτε ενέργεια πραγματοποιεί ο παίχτης και αποτελεί τη βάση των προκαθορισμένων κανόνων του παιχνιδιού που μόνο μέσω αυτών μπορεί να προχωρήσει [22].

### 3.16 Αριθμός παιχτών (Number of players)

Οι διαφορές που υπάρχουν μεταξύ των παιχνιδιών που παίζονται από ένα μόνο παίχτη και των παιχνιδιών που παίζονται από περισσότερους είναι πολλές και ποικίλες. Από την τεχνητή νοημοσύνη έως τις επικοινωνιακές ικανότητες του παίχτη. Στις μέρες μας πολλά video games έχουν επιλογή για ατομικό ή ομαδικό παιχνίδι. Το ατομικό παιχνίδι απαιτεί από τους δημιουργούς να ασχοληθούν με αυτό που ονομάζεται τεχνητή νοημοσύνη. Η τεχνητή νοημοσύνη δεν προσπαθεί να μιμηθεί τη νοημοσύνη του ανθρώπου αλλά να δημιουργεί διάφορες οντότητες και μια σειρά από ενέργειες βασιζόμενες στις συνθήκες του παιχνιδιού. Λόγω του ότι έχει προγραμματισμένο αριθμό δυνατοτήτων και επιλογών, ο παίχτης μπορεί να την ξεγελάσει. Οι σχεδιαστές των παιχνιδιών για πολλούς χρήστες δεν δίνουν την ίδια σημασία στην τεχνητή

νοημοσύνη αλλά δίνουν έμφαση στην ισορροπία του παιχνιδιού. Ένας από τους στόχους των σχεδιαστών είναι να υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των παιχτών χωρίς να είναι πάντα εφικτό για την περίπτωση που ο αριθμός των συμμετεχόντων είναι μεγάλος [23].

#### 4. Παιχνίδια στους προσωπικούς υπολογιστές (Pc games)

---

Όλα σχεδόν τα σπίτια μεσαίων και ανώτερων στρωμάτων στις μέρες μας έχουν έναν ή περισσότερους προσωπικούς υπολογιστές. Συνήθως υπάρχουν και άλλες μικρότερες υπολογιστικές συσκευές που μπορούν να μεταφερθούν σε οποιοδήποτε μέρος όπως το laptop, το tablet κ.ά. Οι υπολογιστές έχουν πληθώρα δυνατοτήτων. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επεξεργασία και συγγραφή κειμένων, για την αποθήκευση και επεξεργασία φωτογραφιών, για την αναπαραγωγή ταινιών και μουσικών κομματιών. Η κυριαρχία τους αυτή γίνεται εμφανής από τον εκτοπισμό που έχουν προκαλέσει στα κλασικά μέσα ψυχαγωγίας και ενημέρωσης. Η επικράτησή τους επεκτείνεται και στα video games τα οποία αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι του τομέα της πληροφορικής στους προσωπικούς υπολογιστές.

Μαζί με την εμφάνιση των πρώτων προσωπικών υπολογιστών άρχισαν να εμφανίζονται και τα πρώτα video games σε αυτούς. Από την αρχή ακόμα, που τα γραφικά περιορίζονταν μόνο στην αναπαράσταση χαρακτήρων ASCII, εμφανίστηκαν παιχνίδια που χρησιμοποιούσαν τους χαρακτήρες ASCII ως γραφική αναπαράστασή τους τα λεγόμενα text-based games. Με την εμφάνιση των πολύχρωμων γραφικών στους υπολογιστές ξεκίνησαν να κυκλοφορούν παιχνίδια αντιγραφές από τις arcade μηχανές, όπως το space invader και το Pac-Man καθώς και πολλές εκδόσεις από πολλά είδη παιχνιδιών που υπάρχουν και σήμερα όπως τα παιχνίδια *πρώτου προσώπου* (first-person shooter), η προσομοίωση πολέμου κ.α.

Το πρώτο μήχνημα που μπορούμε να αποκαλέσουμε προσωπικό υπολογιστή είναι το MITS Altair 8800 που βγήκε στη αγορά το 1975, δεν γνώρισε εμπορική επιτυχία και πούλησε μόνο δέκα χιλιάδες κομμάτια. Παρά την αποτυχία αυτή, αποτέλεσε την έμπνευση για πολλούς μιμητές, κάποιιοι από τους οποίους έπαιξαν καίριο ρόλο στη εξέλιξη των προσωπικών υπολογιστών όπως οι Bill Gates, Paul Allen και Steve Wozniak. Δυο χρόνια αργότερα ο Commodore PET ήταν ένας από τους πρώτους υπολογιστές που περιείχε σε ένα κουτί την οθόνη, το πληκτρολόγιο και τη μητρική (motherboard) η οποία ενσωμάτωνε όλα τα chips. Το 1981 η IBM εισέρχεται στην αγορά των οικιακών υπολογιστών και κατοχυρώνει τον όρο PC για οποιοδήποτε υπολογιστή

χρησιμοποιούσε παρόμοια χαρακτηριστικά με εκείνα του υπολογιστή της IBM και λειτουργούσε με το λειτουργικό σύστημα PC-DOS. Πολλές εταιρείες κυκλοφόρησαν υπολογιστές με παρόμοια λειτουργικότητα. Στους κλώνους των μηχανημάτων της IBM κυριάρχησε το λειτουργικό σύστημα MS-DOS της Microsoft. Η κυκλοφορία του Apple's Macintosh το 1984 αποτελεί ορόσημο στη εξέλιξη των προσωπικών υπολογιστών. Τα χαρακτηριστικά του Apple's Macintosh ήταν μια ασπρόμαυρη οθόνη, υποδοχή για τους 3-5 ιντσών floppy δίσκους και ένα συνδεδεμένο πληκτρολόγιο. Διέθετε ένα ακόμη πρωτόπορο για την εποχή του χαρακτηριστικό. Ένα μικρό τετράγωνο αντικείμενο που έγινε αργότερα γνωστό ως ποντίκι. Μέσα στις δεκαετίες του 1980 και 1990 τα PCs έγιναν κυρίαρχο κομμάτι του τομέα της πληροφορικής. Στα επόμενα χρόνια όλο και περισσότερες εταιρείες παραγωγής video games στρέφονταν στην ανάπτυξη παιχνιδιών για προσωπικούς υπολογιστές. Με την εμφάνιση των VGA καρτών γραφικών και των CD-ROM οι υπολογιστές κατείχαν το 85% της αγοράς (65% DOS, 10% Amiga και 10% υπόλοιποι υπολογιστές). Σήμερα, τα παιχνίδια είναι πλέον μια από τις βασικές χρήσεις των οικιακών υπολογιστών [24].

## 5. Οικιακή κονσόλα παιχνιδιού (Home video game console)

---

Η *κονσόλα βιντεοπαιχνιδιού* (Home video game console) είναι μια ηλεκτρονική συσκευή που η μόνη διαφορά της από έναν υπολογιστή είναι η αποκλειστική χρήση της για video games. Με την κονσόλα, κάθε καταναλωτής μπορεί να μετατρέψει οποιαδήποτε τηλεόραση ή οθόνη σε παιχνιδιομηχανή. Οι *κονσόλες* από τη στιγμή της εμφάνισής τους έχουν εξελιχθεί από πολύ μικρές συσκευές σε τεχνολογικά ανεπτυγμένες που ανταγωνίζονται τους προσωπικούς υπολογιστές [25]. Από τις εξελίξεις των δεκαετιών 1990–2000 έχουν προστεθεί κάποιες επιπλέον λειτουργίες όπως η αναπαραγωγή ήχου και εικόνας μέσω CD, DVD, Blue-ray ή περιήγηση στο διαδίκτυο. Οι οικιακές κονσόλες, με βάση τη χρονολογία εμφάνισής τους, μπορούν να χωριστούν στις παρακάτω γενιές.

- **Πρώτη Γενιά.** Τα πρώτα παιχνίδια σε μορφή υπολογιστή έκαναν την εμφάνισή τους τη δεκαετία του 1950. Η πρώτη οικιακή *κονσόλα*, το Magnavox Odyssey, δημιουργήθηκε το 1972 από τον Ralph H. Baer. Το Magnavox Odyssey συνδεόταν

με την τηλεόραση και τη μετρέτρεπε σε παιχνιδιομηχανή. Η Magnavox εκμεταλλεύτηκε τη δημοτικότητα του παιχνιδιού Pong της Atari και το 1975 κυκλοφόρησε το Odyssey 100 που περιείχε μόνο το Pong και ένα παιχνίδι χόκεϊ. Το επόμενο μοντέλο Odyssey 200 περιείχε επιπλέον οθόνη βαθμολόγησης, παιχνίδι έως τέσσερις παίκτες και ένα τρίτο παιχνίδι με το όνομα Smash. Η ίδια εταιρεία με το μοντέλο Odyssey 200 εγκαινίασε τη μαζική οικιακή ηλεκτρονική ψυχαγωγία [26].

- **Δεύτερη Γενιά.** Το 1976 η *κονσόλα* Fairchild Video Entertainment System (VES) που κυκλοφόρησε από την Fairchild, είχε την πρωτοτυπία να ενσωματώσει μια αφαιρούμενη κίτρινη κασέτα με την οποία οι χρήστες είχαν τη δυνατότητα να αναβαθμίζουν την *κονσόλα* τους χωρίς να προβαίνουν στην αγορά νέας. Η Fairchild πρόσθεσε μια νέα λειτουργία στα video games την *παύση*, μέσω ενός κουμπιού στο χειριστήριο. Η τεχνολογία αυτή υιοθετήθηκε αμεσα από τις εταιρείες RCA και Atari για τις δικές τους κονσόλες. Η Atari κυκλοφόρησε μια *κονσόλα* που περιείχε το Space Invaders γνωρίζοντας πρωτοφανή επιτυχία. Έτσι, πολλές εταιρείες κατασκευής κονσολών άρχισαν να παίρνουν τα δικαιώματα από τίτλους arcade παιχνιδιών. Καμία δεν είχε την επιτυχία της Atari. Από το 1983 οι πωλήσεις της Atari άρχισαν να πέφτουν λόγω της πληθώρας των φθηνών *κονσολών* που παράγονταν. Τότε, πολλές εταιρείες εγκατέλειψαν την παραγωγή και το αγοραστικό κοινό στράφηκε στα παιχνίδια των προσωπικών υπολογιστών. [27].
- **Τρίτη Γενιά.** Η Nintendo το 1983 κυκλοφόρησε στην Ιαπωνία το Family Computer το οποίο υποστήριζε ένα ευρύ φάσμα χρωμάτων με πολύ λεπτομερή γραφικά για την εποχή του. Δυο χρόνια αργότερα κυκλοφόρησε στις ΗΠΑ ως Nintendo Entertainment System (NES). Για να πειστεί η κορεσμένη αγορά των ΗΠΑ, το προϊόν διαφημιζόταν ως παιχνίδι και όχι ως *κονσόλα βιντεοπαιχνιδιού*. Η εμπορική επιτυχία ήταν τεράστια και η Nintendo ισχυριζόταν ότι έκανε πάνω από 60.000.000 πωλήσεις με επακόλουθο να υπάρξει ανάκαμψη στην αγορά *κονσολών* [28].
- **Τέταρτη Γενιά.** Η NEC ήταν η πρώτη εταιρεία που κυκλοφόρησε *κονσόλα* σε αυτήν τη γενιά, την TurboGrafx-16. Η NEC διαφήμιζε ότι είναι η πρώτη *κονσόλα* των 16-bit και άρα πλεονεκτούσε τεχνολογικά έναντι της *κονσόλας* της

προηγούμενης γενιάς (NES). Δεν βρήκε όμως την αντίστοιχη αποδοχή του κοινού. Το 1990 η Nintendo κυκλοφόρησε το Super Famicom και το Super NES περιορίζοντας πολύ τις πωλήσεις του TurboGrafx-16 [29]. Με την εξάπλωση του CD, στα μέσα αυτής της γενιάς όλες οι εταιρείες άρχισαν να το ενσωματώνουν στις κονσόλες τους. Η Sega και η NEC ενσωμάτωσαν το CD με δυο κυκλοφορίες *κονσολών*, της TurboGrafx-CD και της Sega CD χωρίς να έχουν την αναμενόμενη επιθυμητή επιτυχία [30].

- **Πέμπτη Γενιά.** Οι πρώτες *κονσόλες* που κυκλοφόρησαν σε αυτήν τη γενιά ήταν το Atari Jaguar και το 3DO. Και τα δυο αυτά συστήματα ήταν πολύ ισχυρότερα σε τεχνικά χαρακτηριστικά από αυτά των προηγούμενων γενεών. Στις κονσόλες αυτές τα παιχνίδια είχαν πιο ρεαλιστικά και λεπτομερή γραφικά λόγω της τεχνολογικής εξέλιξης και της μεγαλύτερης χωρητικότητας των CD που μπορούσαν να αποθηκεύσουν πολύ μεγαλύτερο όγκο πληροφοριών σε σχέση με τις κασέτες [31]. Ακολούθησε η Sega με την κυκλοφορία της Sega Saturn. Παρά την τεχνολογική της υπεροχή, η πολυπλοκότητα στη ανάπτυξη παιχνιδιών στη Sega Saturn, δημιούργησε έλλειψη στην παραγωγή τους με επακόλουθο να μην έχει τις αναμενόμενες πωλήσεις. Η Sony κυκλοφόρησε τη Sony playstation που ενσωμάτωνε την τεχνολογία του CD και την τρισδιάστατη γραφική απεικόνιση. Δίνοντας έμφαση στους third-party developers απέκτησε την αποδοχή τους και μαζί την τεράστια αποδοχή από το κοινό φτάνοντας τα 100 εκατομμύρια πωλήσεις. Η Nintendo κυκλοφόρησε την τελευταία *κονσόλα* σε αυτήν τη γενιά, την Nintendo 64 που ήταν και η τελευταία που χρησιμοποιούσε κασέτες. Λόγω όμως του μεγάλου κόστους των κασετών δεν είχε μεγάλη αποδοχή από τους developers που προτίμησαν την πιο οικονομική και καινούργια τεχνολογία του CD με αποτέλεσμα να στρέφονται προς τη *κονσόλα* της Sony [32].
- **Έκτη Γενιά.** Η έκτη γενιά *κονσολών* ενσωμάτωσε την τεχνολογία του DVD που λόγω της μεγάλης χωρητικότητάς του είχε ως αποτέλεσμα τα παιχνίδια να αποκτήσουν μεγαλύτερη διάρκεια και να δώσουν πιο ρεαλιστικά οπτικά αποτελέσματα. Σε αυτήν τη γενιά εμφανίστηκε η χρήση σκληρού δίσκου για την αποθήκευση των δεδομένων του παιχνιδιού. Ακόμη, πρωτοεμφανίστηκε η δυνατότητα σύνδεσης με το διαδίκτυο καθώς και η έννοια του διαδικτυακού

παιχνιδιού στις *κονσόλες* (online console gaming). Η *κονσόλα* που κυκλοφόρησε από τη Sega το 1998, η Dreamcast έγινε η πρώτη που είχε δυνατότητα σύνδεσης στο internet. Παρά την πρωτοτυπία της δεν είχε τις αναμενόμενες πωλήσεις και η Sega το 2001 σταμάτησε την παραγωγή της και εγκατέλειψε την αγορά των *κονσολών*. Το 2000, η Sony έδωσε στην κυκλοφορία την Playstation 2 συνεχίζοντας την επιτυχία της πρώτης γενιάς ξεπερνώντας τα 140 εκατομμύρια πωλήσεις. Αξίζει να αναφερθεί ότι η Playstation 2 ήταν η πρώτη κονσόλα που είχε τη δυνατότητα αναπαραγωγής ταινιών και άλλου ψηφιακού περιεχομένου μέσω DVD. Την επόμενη χρονιά η Nintendo κυκλοφόρησε το GameCube. Στην κονσόλα αυτή, η Nintendo αντικατέστησε την παλιά τεχνολογία των κασετών με τη τεχνολογία των DVD με DVD διαμέτρου 8 εκατοστών. Στην έκτη γενιά εισήλθε στην αγορά η Microsoft κυκλοφορώντας την Xbox. Η Xbox εισήγαγε νέες τεχνολογίες στις κονσόλες όπως η ενσωμάτωση σκληρού δισκού για την αποθήκευση των παιχνιδιών ή η υποστήριξη Ethernet για broadband σύνδεση στο διαδίκτυο [33].

- **Έβδομη Γενιά.** Στη γενιά αυτή, οι *κονσόλες* αποτελούν πλέον ένα σημαντικό μέρος του τομέα της πληροφορικής παγκοσμίως κατέχοντας, το 2007, το 25% του μεριδίου της παγκόσμιας αγοράς. Στην περίοδο αυτή εγκαινιάζεται η τεχνολογία Blue-ray και η τεχνολογία της ανίχνευσης των κινήσεων του παίχτη. Το 2005 η Microsoft κυκλοφόρησε το Xbox 360 σε τέσσερις (4) εκδόσεις: «Arcade», «Pro», «Elite» και «Slim». Την αμέσως επόμενη χρονιά η Sony κυκλοφόρησε την Playstation 3. Η κονσόλα της Sony εισήγαγε πρώτη την τεχνολογία της αναπαραγωγής ταινιών μέσω Blu-ray δίσκων. Ακόμα ήταν η πρώτη που υποστήριζε παιχνίδια σε ανάλυση 1080p (full-hd) και ασύρματα χειριστήρια. Την ίδια χρονιά η Nintendo κυκλοφόρησε τη Wii, υστερώντας όμως τεχνολογικά σε σύγκριση με τις άλλες δυο *κονσόλες* κατάφερε να κυριαρχήσει σε αυτήν τη γενιά με τις πωλήσεις της να ξεπερνούν τα 100 εκατομμύρια. Αυτό κατέστη εφικτό λόγω του χαμηλού κόστους αλλά και του πρωτοπόρου χειριστηρίου της. Η πρωτοπορία έγκειται στο γεγονός της ανίχνευσης των κινήσεων από τον χρήστη δίνοντας την αίσθηση του πραγματικού γεγονότος. Παράδειγμα, σ' ένα παιχνίδι τένις ο παίχτης

για την κίνηση της ρακέτας κινούσε το χέρι του. Αυτή η διαδραστικότητα ήταν που έκανε το παιχνίδι ξεχωριστά ελκυστικό [34].

- **Όγδοη Γενιά.** Είναι η γενιά που διανύουμε. Πέρα από τις καθιερωμένες τεχνολογικές βελτιώσεις οι *κονσόλες* επικεντρώθηκαν στη βελτίωση της σχέσης τους με άλλα τεχνολογικά μέσα. Η Sony κυκλοφόρησε την Playstation 4 καθώς είχε ανασχεδιάσει τα χειριστήριά της. Πρόσθεσε ένα κουμπί, το Share που, πατώντας το πραγματοποιεί άμεσα ζωντανή μετάδοση της ροής του παιχνιδιού. [35]. Η Microsoft κυκλοφόρησε την Xbox One [36] και η Nintendo τη Wii U. Οι κονσόλες, όμως, έχουν να αντιμετωπίσουν τον τεράστιο ανταγωνισμό από τα ραγδαία αναπτυσσόμενα παιχνίδια των Smartphone που καταλαμβάνουν ολοένα και μεγαλύτερο μερίδιο στην αγορά. Ο λόγος αυτός αλλά και η έλλειψη ουσιαστικής πρωτοτυπίας έκαναν τη γενιά αυτή να μην έχει επιτύχει ακόμη μεγάλες πωλήσεις όπως οι προηγούμενες.

## 6. Κονσόλα βιντεοπαιχνιδιού χειρός (Handheld game console)

---

*Κονσόλα βιντεοπαιχνιδιού χειρός* (Handheld game console) ονομάζεται μια αυτόνομη συσκευή βιντεοπαιχνιδιών που περιέχει ενσωματωμένα ηχεία, οθόνη και χειριστήριο ώστε να μπορεί κάποιος να παίζει οπουδήποτε και οποιαδήποτε ώρα [37]. Η πρώτη κυκλοφορία τέτοιας συσκευής ήταν το 1979 από την Tic Tac Toe. Με την κυκλοφορία της Game Boy το 1989 από τη Nintendo, οι handheld consoles έγιναν πολύ δημοφιλείς. Τα επόμενα χρόνια κυκλοφόρησαν από άλλες εταιρείες παρόμοιες με τη GameBoy κονσόλες, όπως το TurboExpress. Πρόκειται για τη μικρή έκδοση της TurboGrafx-16 που βγήκε στην αγορά το 1990 και ήταν η πιο ανεπτυγμένη συσκευή χειρός αφού μπορούσαν να παιχτούν όλα τα παιχνίδια του TurboGrafx-16. Μια άλλη κονσόλα ήταν η Bitcorp Gemate η οποία λόγω των προβλημάτων που παρουσίαζε στην οθόνη δεν είχε μεγάλη επιτυχία. Το 1998 η Nintendo κυκλοφόρησε τη GameBoy Color που απεικόνιζε πλέον έγχρωμα γραφικά κατακτώντας το αγοραστικό κοινό. Μέχρι τον Μάρτιο του 2005 είχε πουλήσει 118 εκατομμύρια συσκευές. Συνεχίζοντας, το 2001 κυκλοφόρησε τη GameBoy Advance με επαναφορτιζόμενη μπαταρία, μεγαλύτερη οθόνη και μεγαλύτερη επεξεργαστική ισχύ από τη GameBoy Color. Καμία από τις υπόλοιπες κόνσολες όπως η Neo Geo Pocket Color και η Game Park 32, δεν κατάφερε να σπάσει την κυριαρχία της Nintendo. Το 2004 η Sony κυκλοφόρησε την playstation portable, την πρώτη κονσόλα χειρός που χρησιμοποιούσε την τεχνολογία του οπτικού

δίσκου και ανταγωνίστηκε τη Nintendo. Την ίδια χρονιά η Nintendo έδωσε στην αγορά τη Nintendo DS και δυο χρόνια αργότερα τη Nintendo DS Lite που μέχρι το 2009 είχε ξεπεράσει τις 125 εκατομμύρια πωλήσεις. Τα επόμενα χρόνια η Sony κυκλοφόρησε την psp, το 2012 την playstation vita και η Nintendo τη Nintendo 3DS. Οι κονσόλες χειρός είχαν και έχουν σημαντικό κομμάτι της αγοράς των video games, λόγω όμως της εξάπλωσης των παιχνιδιών σε smartphone είναι αβέβαιο, αν θα συνεχίσουν να το έχουν.

## 7. Παιχνίδια σε κινητά τηλέφωνα (Mobile games)

---

Εδώ, αναφερόμαστε στο *mobile game*, παιχνίδι που παίζεται σε ένα κινητό τηλέφωνο, σε ένα smartphone, σε ένα tablet ή σε ένα PDA. Το πρώτο παιχνίδι σε κινητό (MT-2000) ήταν το tetris το 1994. Αργότερα, το Snake της Nokia που βρισκόταν σε πάνω από 350 εκατομμύρια συσκευές (1997) έγινε ένα από τα πιο δημοφιλή παιχνίδια παγκοσμίως [38]. Στις μέρες μας ο αριθμός των ανθρώπων που παίζουν video games έχει αυξηθεί σε πολύ μεγάλο βαθμό ενώ οι κινητές συσκευές έχουν φτάσει σε υψηλό τεχνολογικό επίπεδο ενσωματώνοντας τεχνολογίες των προσωπικών υπολογιστών. Επακόλουθο είναι πολλά παιχνίδια, που έχουν συμβατότητα μόνο με τους υπολογιστές ή τις κονσόλες, να μεταφέρονται και σε αυτές τις συσκευές τσέπης. Παράδειγμα, η σειρά παιχνιδιών του Need for Speed. Ενδεικτικά *mobile games*: το pokemon go, το candy crash και το angry birds. Ένα χαρακτηριστικό που λείπει από τα mobile games είναι η μη ύπαρξη χειριστηρίου που αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό στις υπόλοιπες πλατφόρμες. Όμως οι εμπλουτισμένοι μηχανισμοί της εισαγωγής δεδομένων από τον χρήστη σε έναν υπολογιστή, όπως η οθόνη αφής, τα μικρόφωνα και η ανίχνευση της επιτάχυνσης των κινήσεων που κάνουν οι παίχτες, δημιουργούν μια νέα μορφή διαδραστικότητας στα video games. Αντιπροσωπευτικό παράδειγμα είναι το παιχνίδι DoodleJump στο οποίο ο χρήστης ελέγχει το άλμα ενός τέρατος κινώντας απλά την κινητή συσκευή. Παρά τις καινοτομίες που χρησιμοποιούνται στα mobile games δεν έχει πάψει να γίνεται χρήση και των παραδοσιακών τύπων των παιχνιδιών, όπως τα first person shooters [39]. Τον τομέα των video games έχει επηρεάσει ακόμη η εξάπλωση υπηρεσιών που αφορούν την παροχή πληροφοριών της τοποθεσίας του χρήστη, άλλων χρηστών ή κινητών συσκευών. Πρόκειται για τα παιχνίδια που ονομάζονται locate-based games (LBG). Τα LBG σχεδιάστηκαν βασιζόμενα στη τεχνολογία της τοποθεσίας ώστε η εμπειρία του

παιχνιδιού να αλλάζει καθώς ο χρήστης μετακινείται από μια τοποθεσία σε μια άλλη (πρόσφατο παράδειγμα το pokemon go) [40].

Η αγορά των video games για κινητά τηλέφωνα έχει εξελιχθεί σε έναν ραγδαία αναπτυσσόμενο τομέα της πληροφορικής. Το 2007, πάνω από 10 εκατομμύρια άνθρωποι έπαιζαν παιχνίδια στις κινητές συσκευές τους και το παγκόσμιο καθαρό κέρδος άγγιζε τα 9,6 δις εκατομμύρια δολάρια [41]. Σήμερα, το 2016 για πρώτη φορά προβλέπεται ότι η αγορά των παιχνιδιών σε κινητές συσκευές θα ξεπεράσει σε κέρδη την αγορά των προσωπικών υπολογιστών φτάνοντας τα 36,9 δισεκατομμύρια δολάρια. Μια αύξηση 21,3% σε σχέση με το 2015 [42]. Αυτό έχει προσελκύσει μεγάλο αριθμό developers καθώς και εταιρειών που στρέφονται στον αναπτυσσόμενο αυτόν τομέα. Περισσότερα από 850.000 χιλιάδες παιχνίδια είναι διαθέσιμα για android συσκευές και γύρω στα 750.000 παιχνίδια για συσκευές Apple. Ένα από τα βασικά συστατικά της επιτυχίας αυτής είναι το χαμηλό κόστος τους και η ψηφιακή μορφή που έχουν η οποία καθιστά γρήγορη την ανεύρεσή τους [43].

## 8. Κατηγορίες των video games

---

Η ιδέα της κατηγοριοποίησης των video games ως μέσα ψυχαγωγίας και του χωρισμού τους με βάση κάποιους κανόνες δεν είναι καινούργια καθώς έχει υπάρξει με μεγάλη επιτυχία στη λογοτεχνία και τον κινηματογράφο. Οι κατηγορίες των παιχνιδιών διαφέρουν από αυτές της λογοτεχνίας και του κινηματογράφου λόγω της αμεσότητας της συμμετοχής του χρήστη σε αυτά. Τα video games μπορούμε να τα χωρίσουμε σε κατηγορίες βασιζόμενοι περισσότερο στη διαδραστικότητά τους και στις διαφορές που παρουσιάζουν μεταξύ τους όσον αφορά το *gameplay* και λιγότερο στην οπτική απεικόνισή τους [44]:

### 8.1 Αφαιρετικά (Abstract)

Αφαιρετικά λέγονται εκείνα τα παιχνίδια τα οποία δεν έχουν γραφική αναπαράσταση και συχνά τα αντικείμενα που συμμετέχουν δεν οργανώνονται γύρω από μια αφήγηση. Τα αντικείμενα μπορούν να μοιάζουν με ανθρώπους ή ζώα αλλά δεν μιμούνται τον πραγματικό κόσμο τους ή τη συμπεριφορά τους. Παρά την αφαιρετικότητα, τα παιχνίδια αυτά τείνουν να είναι πολύ παραστατικά, όπως το Basketball (εικόνα 7) και το Street Racer της Atari. Άλλα παραδείγματα αυτής της κατηγορίας είναι: Arkanoid, Amidar (σε συνδυασμό με την κατηγορία της συλλογής),

Ataxx, Block Out (σε συνδυασμό με την κατηγορία των Puzzle), Breakout, Marble Madness, Pac-Man (σε συνδυασμό με τις κατηγορίες Απόδρασης και Λαβυρίνθου).



Εκόνα 7: Το παιχνίδι Basketball της Atari [7]

## 8.2 Παιχνίδια διασκευές (Adaption)

Τα παιχνίδια αυτής της κατηγορίας δανείζονται ενέργειες από άλλα μέσα όπως τα αθλήματα ή από άλλα παιχνίδια όπως τα table-top και τα επιτραπέζια ή ακολουθούν μια αφήγηση από κάποιο άλλο υπάρχον μέσο όπως είναι ένα βιβλίο, ένα κόμικ ή μια κινηματογραφική ταινία. Τα video games των οικιακών κονσολών και των προσωπικών υπολογιστών μπορούν να διασκευάζουν πολλά παιχνίδια από τις arcade μηχανές. Μερικά παραδείγματα αυτής της κατηγορίας είναι τα παρακάτω: Casino (σε συνδυασμό με την κατηγορία των παιχνιδιών καρτών), The Simpsons (σε συνδυασμό με την κατηγορία των καρτούν), Spiderman (σε συνδυασμό με την κατηγορία των κόμικ), Tron (από τον κινηματογράφο), StarWars (από τον κινηματογράφο), American Football (από αθλήματα), Atari Baseball (από αθλήματα), PONG (από table-top παιχνίδια).

## 8.3 Εξερεύνησης (Adventure)

Σε αυτήν την κατηγορία ο κόσμος του παιχνιδιού περιέχει πολλούς συνδεδεμένους χώρους και αντικείμενα που ο παίχτης μέσα από μια αλληλουχία βημάτων καλείται να φέρει εις πέρας κάποιους στόχους. Παράδειγμα, για να ξεκλειδώσει μια πόρτα, θα πρέπει πρώτα να βρει και να πάρει το κλειδί της. Ο χαρακτήρας που χειρίζεται ο παίχτης μπορεί να μεταφέρει αντικείμενα, όπως όπλα, κλειδιά, εργαλεία κ.ά. Μερικά video games αυτής της κατηγορίας είναι τα παιχνίδια

της σειράς Tomb Raider, Superman (σε συνδυασμό με την κατηγορία των παιχνιδιών διασκευής), Spy Vs Spy (σε συνδυασμό με την κατηγορία των παιχνιδιών διασκευής) κ.ά.

#### 8.4 Τεχνητής ζωής (Artificial life)

Στα παιχνίδια αυτά η ανάπτυξη των διαφόρων πιθανών ψηφιακών τεράτων γίνεται με μια ακολουθία, πράγμα που απαιτεί μεγάλη συγκέντρωση. Ο παίχτης μπορεί να χάσει αν δεν έχει την απαραίτητη προσοχή στο παιχνίδι. Ένα ενδεικτικό παράδειγμα είναι το The Sims (σε συνδυασμό με την κατηγορία Προσομοίωσης Διοίκησης).

#### 8.5 Επιτραπέζια (Board)

Στην κατηγορία αυτή τα video games μιμούνται τον σχεδιασμό των επιτραπέζιων παιχνιδιών. Μπορούν να βασίζονται σε κάποιο ήδη υπάρχον επιτραπέζιο παιχνίδι ή να δημιουργούν ένα εξαρχής. Ενδεικτικά παραδείγματα είναι το σκάκι, η Monopoly και το Scrable.

#### 8.6 Σύλληψης (Capturing)

Ο κύριος στόχος αυτών των παιχνιδιών είναι οι παίχτες να πιάνουν διάφορα αντικείμενα ή χαρακτήρες που κινούνται και προσπαθούν να τους αποφύγουν. Πιο συγκεκριμένα, αυτό μπορεί να αναφέρεται στο σταμάτημα του αντικειμένου ή του χαρακτήρα ή στην επιλογή διαδρομής αποφυγής όπως στο arcade παιχνίδι Tron. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της κατηγορίας είναι το Pac-Man.

#### 8.7 Παιχνίδια καρτών (Card games)

Τα παιχνίδια αυτής της κατηγορίας αποτελούν μίμηση παιχνιδιών με κάρτες όπως είναι τα παιχνίδια με τα τραπουλόχαρτα. Ενδεικτικά παραδείγματα είναι τα παρακάτω: Casino (σε συνδυασμό με τα παιχνίδια τύχης), BlackJack (σε συνδυασμό με τα παιχνίδια τύχης) κ.ά.

#### 8.8 Ελκυστικά (Catching)

Ο κύριος στόχος αυτών των παιχνιδιών είναι οι παίχτες να πιάνουν διάφορα αντικείμενα ή χαρακτήρες που δεν κινούνται και δεν προσπαθούν να τους αποφύγουν. Οι κινήσεις των αντικειμένων ή των χαρακτήρων ακολουθούν μια προγραμματισμένη πορεία και είναι ανεξάρτητες από τις κινήσεις του παίχτη. Παραδείγματα σε αυτήν την κατηγορία είναι τα παιχνίδια Big Bird's Egg Catch, Circus Atari, Fishing Derby κ.ά.

## 8.8 Συλλογής (Collecting)

Στα παιχνίδια αυτά κύριος σκοπός είναι η συλλογή αντικειμένων τα οποία είναι ακίνητα. Αυτή η κατηγορία αναφέρεται μόνο σε παιχνίδια που τα αντικείμενα δεν έχουν περαιτέρω χρήση στη ροή του παιχνιδιού. Παραδείγματα είναι τα Amidar (σε συνδυασμό με τα αφαιρετικά), Spy Vs Spy (σε συνδυασμό με την κατηγορία της μάχης και την κατηγορία του λαβύρινθου).

## 8.9 Μάχης (Combat)

Στα video games αυτής της κατηγορίας συμμετέχουν δυο ή περισσότεροι παίκτες ή ένας παίκτης μόνος του. Σε αυτά τα παιχνίδια οι συμμετέχοντες μάχονται μεταξύ τους και πολλές φορές κάνουν ελιγμούς για να αποφύγουν τους αντιπάλους τους με σκοπό κάποιος να βγει νικητής. Παραδείγματα: Battlezone, Combat, Dactyl Nightmare.

## 8.10 Αποφυγής (Dodging)

Στα παιχνίδια αυτής της κατηγορίας ο παίκτης προσπαθεί να αποφύγει κάποια κινούμενα αντικείμενα και όταν το πετυχαίνει, συνήθως μαζεύει κάποιους πόντους. Παραδείγματα: Dodge Em (σε συνδυασμό με την κατηγορία της οδήγησης), Journey Escape κ.ά.

## 8.11 Οδήγησης (Driving)

Σε αυτά τα παιχνίδια ο παίκτης αναδεικνύει τις ικανότητές του στην εικονική οδήγηση, όπως ο έλεγχος της ταχύτητας, η διατήρηση των καυσίμων και η ικανότητα ελιγμών στον δρόμο. Παραδείγματα: Night Driver, Pole Position (σε συνδυασμό με την κατηγορία της ταχύτητας), Red Planet (σε συνδυασμό με την κατηγορία της ταχύτητας), Street Racer (σε συνδυασμό με την κατηγορία της ταχύτητας)

## 8.12 Εκπαιδευτικά (Educational)

Τα παιχνίδια αυτά έχουν σχεδιαστεί για να διδάξουν. Δηλαδή, ο βασικός στόχος τους είναι η εκμάθηση ενός μαθήματος. Παρ' ότι η δομή τους είναι σε μορφή μαθήματος, δεν παύουν να συγκαταλέγονται στα video games. Παραδείγματα: Basic Math, Mario's Early Years, Fun With Numbers κ.ά.

### 8.13 Απόδρασης (Escape)

Στην κατηγορία αυτή ο παίχτης προσπαθεί να βρει τρόπο να ξεφύγει από έναν περιορισμένο ή κλειστό χώρο και να μεταβεί σε ένα πιο ασφαλές μέρος. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της κατηγορίας σε συνδυασμό με την κατηγορία της συλλογής και την κατηγορία λαβυρίνθου είναι το Pac-Man.

### 8.14 Πάλης (Fighting)

Τα παιχνίδια σε αυτήν την κατηγορία παρουσιάζουν χαρακτήρες που μάχονται με τα χέρια αλλά και με διάφορα όπλα (ρόπαλα, σπαθιά κ.ά). Παραδείγματα: η σειρά Mortal Kombat, Soul Edge η σειρά Tekken κ.ά.

### 8.15 Πτήσης (Flying)

Τα παιχνίδια αυτά σχετίζονται με τις ικανότητες του παίχτη να πιλοτάρει (προσγείωση-απογείωση, έλεγχος ταχύτητας, διατήρηση καυσίμων). Παραδείγματα: Flight Unlimited (σε συνδυασμό με την κατηγορία της προσομοίωσης-προπόνησης), Prop Cycle (σε συνδυασμό με την κατηγορία της συλλογής), Solaris, Starmaster (σε συνδυασμό με την κατηγορία της σκοποβολής).

### 8.16 Προσομοίωση διοίκησης (Management simulation)

Σε αυτήν την κατηγορία ο παίχτης πρέπει να χρησιμοποιήσει τις περιορισμένες παραγωγικές πηγές που του δίνονται, ώστε να χτίσει ή να επεκτείνει μια πόλη ή ακόμα και μια αυτοκρατορία. Ο παίχτης μπορεί να αντιμετωπίσει εξωτερικές ή εσωτερικές δυνάμεις. Για παράδειγμα, μια φυσική καταστροφή ή η άνοδος της εγκληματικότητας στο παιχνίδι SimCity. Ενδεικτικά παραδείγματα: Sid Meier's Civilization, SimCity, SimFarm κ. ά.

### 8.17 Λαβυρίνθου (Maze)

Στα παιχνίδια αυτού του είδους ο στόχος είναι η επιτυχής περιήγηση σε έναν λαβύρινθο. Οι λαβύρινθοι βρίσκονται με μια ευρύτερη έννοια σε πολλά παιχνίδια όπως το Pac-Man και το DOOM.

### 8.18 Πλατφόρμας (Platform)

Στην κατηγορία αυτή, κύριος στόχος είναι ο παίχτης να ξεπεράσει μια σειρά από επίπεδα χρησιμοποιώντας συνήθως το τρέξιμο, το άλμα, την αναρρίχηση και άλλες μορφές κινητικότητας. Σε αυτά τα παιχνίδια μπορεί να υπάρχει η αποφυγή κινούμενων αντικειμένων, η μάχη με κάποια εχθρικά αντικείμενα και άλλες δυσκολίες που μπορεί να συναντήσει ο παίχτης. Παραδείγματα: Donkey Kong, Donkey Kong Jr, Lode Runner (σε συνδυασμό με την κατηγορία του λαβυρίνθου) κ.ά.

### 8.19 Παζλ (Puzzle)

Εδώ ο παίχτης προσπαθεί να βρει μια λύση σε ένα αίνιγμα. Πώς να χρησιμοποιεί διαφορετικά εργαλεία και πώς να μεταποιεί διάφορα αντικείμενα. Υπάρχουν επιπλέον ηχητικά και οπτικά στοιχεία. Παραδείγματα: The 7th Guest, Atari Video Cube, Dice Puzzle, Sokoban κ.ά

### 8.20 Παιχνίδι ερωτήσεων (Quiz)

Στα παιχνίδια αυτά κύριος στόχος είναι να απαντηθούν κάποιες ερωτήσεις και με βάση τις σωστές βαθμολογείται ο παίχτης. Παραδείγματα: Trivia Whiz, Triv-Quiz, Video Trivia, Wizz Quiz κ.ά.

### 8.21 Αγωνιστικά (Racing)

Στα παιχνίδια αυτά ο παίχτης πρέπει να νικήσει σε έναν αγώνα ή να επιτύχει περισσότερους γύρους από τον αντίπαλό του. Συνήθως έχουν άμεση σχέση με την οδήγηση. Παραδείγματα: 1000 Miles (σε συνδυασμό με την κατηγορία των καρτών), Daytona USA High (σε συνδυασμό με την κατηγορία της οδήγησης), Velocity (σε συνδυασμό με την κατηγορία της οδήγησης).

### 8.22 Ρυθμού και χορού (Rhythm and dance)

Αυτά τα παιχνίδια απαιτούν από τον χρήστη να συγχρονίζεται με έναν μουσικό ρυθμό. Παραδείγματα: Beatmania, Bust-a-Groove, Dance Dance Revolution κ.ά.

### 8.23 Παιχνίδια ρόλου (Role-playing)

Σε αυτά τα παιχνίδια ο παίχτης δημιουργεί και χειρίζεται ένα χαρακτήρα με εξελίξιμη προσωπικότητα που συνήθως περιγράφουν συγκεκριμένα είδη ή γενιές καθώς και συγκεκριμένες ικανότητες και δυνάμεις των χαρακτήρων. Αυτά τα παιχνίδια μπορεί να παίζονται από ένα μόνο

παίχτη αλλά μπορούν να παιχτούν και από περισσότερους. Παραδείγματα: Anvil of Dawn, Diablo, Dragon Lore 2, Fallout, Mageslayer, Phantasy Star, Sacred Pools κ.ά.

#### 8.24 Σκοποβολής (Shooting)

Σε αυτήν την κατηγορία σκοπός του παιχνιδιού είναι η ρίψη βολών και συχνά η καταστροφή μιας σειράς από εχθρικά αντικείμενα. Στα παιχνίδια αυτά υπάρχουν πληθώρα εχθρικών αντικειμένων που μπορούν να βλάψουν τον εικονικό χαρακτήρα του παίχτη. Υπάρχουν τρία είδη σε αυτήν την κατηγορία. Πρώτον, το είδος κατά το οποίο ο παίχτης βάλει από το κάτω προς το πάνω μέρος της οθόνης ενώ τα εχθρικά αντικείμενα κινούνται αντίθετα. Δεύτερον, το είδος κατά το οποίο ο παίχτης κινείται ελεύθερα στην οθόνη και βάλει προς οποιαδήποτε κατεύθυνση. Τρίτον, η κατηγορία του παιχνιδιού που χρησιμοποιεί την προοπτική πρώτου προσώπου (first-person). Παραδείγματα: Asteroids, Berzerk, Centipede, Doom, Duckshot κ.ά.

#### 8.25 Αθλητισμού (Sports)

Τα παιχνίδια αυτά αναφέρονται στην αναπαράσταση αθλημάτων. Ενδεικτικά παραδείγματα: RealSports Soccer, RealSports Tennis, RealSports Volleyball, SimGolf, Sky Diver, Tsuppori Sumo Wrestling, World Series Baseball '98 κ.ά.

#### 8.26 Στρατηγικής (Strategy)

Τα παιχνίδια αυτής της κατηγορίας δίνουν έμφαση στη στρατηγική και δεν τους είναι απαραίτητη η χρήση γρήγορων αντανακλαστικών, όπως σε άλλα παιχνίδια. Παραδείγματα: Chess (σε συνδυασμό με την κατηγορία των επιτραπέζιων), Monopoly (σε συνδυασμό με την κατηγορία των επιτραπέζιων) κ.ά.

#### 8.27 Προσομοίωσης προπόνησης (Training simulation)

Αυτά τα παιχνίδια προσπαθούν να προσομοιώσουν ρεαλιστικές συνθήκες με σκοπό την προπόνηση και την ανάπτυξη φυσικών ικανοτήτων του παίχτη. Λόγω της ρεαλιστικής αναπαράστασής τους, μπορούν να χρησιμοποιηθούν από εκπαιδευτές διαφόρων τομέων όπως η αεροπορία, η οδήγηση και η αστροναυτική. Παραδείγματα: A-10 Attack, Comanche 3 (σε συνδυασμό με την κατηγορία της πτήσης) κ.ά.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: MUSIC - BASED GAMES

### 1. Εισαγωγή

---

Στις τελευταίες δεκαετίες η έκφραση «παίζω παιχνίδια» παραπέμπει κατευθείαν στην έννοια «παίζω video games» και όχι οποιοδήποτε άλλο παιχνίδι όπως νοείτο στο παρελθόν. Η μεγάλη τεχνολογική εξέλιξη των video games τα καθιέρωσε ως βασικό μέσο ψυχαγωγίας. Η εξέλιξη αυτή δεν αφορά μόνο τα οπτικά αποτελέσματα αλλά γενικότερα και άλλα χαρακτηριστικά όπως ο ήχος και η τεχνητή νοημοσύνη. Έτσι, η εξέλιξη της τεχνολογίας του ήχου και της μουσικής ανέδειξε μια καινούργια κατηγορία video games που βασίζονται στη μουσική [45].

Ο ήχος αποτελεί πλέον ένα από τα κυριότερα συστατικά στοιχεία στον σχεδιασμό των video games. Πρόσφατα έχει γίνει μόδα η δημιουργία παιχνιδιών, που το *gameplay* βασίζεται στον μουσικό ρυθμό όπου υπάρχουν όρια στην επέκταση της εξερεύνησης του ήχου. Σε αυτά τα παιχνίδια το *gameplay* επικεντρώνεται στην αλληλεπίδραση του ανθρώπου με τη μουσική ή οποιοδήποτε άλλου ηχητικού στοιχείου δημιουργώντας οπτικά και ηχητικά τοπία που βασίζονται στις ιδιότητες του ήχου [46].

### 2. Ορισμός

---

Τα *music-based games* (μουσικά παιχνίδια) είναι μια κατηγορία παιχνιδιών που ορίζει ένα κομμάτι των video games στο οποίο το *gameplay* περιστρέφεται γύρω από τη μουσική. Μερικά παιχνίδια αυτής της κατηγορίας αναπαριστούν την αλληλεπίδραση του χρήστη με μουσικά στοιχεία, όπως τα μουσικά όργανα. Παράδειγμα, στο Guitar Hero ο παίχτης χειρίζεται μια πλαστική κιθάρα απομίμηση της πραγματικής που χρησιμοποιείται ως χειριστήριο. Ο οπτικός κόσμος των μουσικών παιχνιδιών οδηγείται από μουσικά και ηχητικά στοιχεία [47].

### 3. Ο κόσμος των music – based games

---

Τα μουσικά παιχνίδια χρησιμοποιούν ηχητικά περιβάλλοντα ως στάδιο της σκηνής και του *gameplay* του παιχνιδιού. Στα παραδοσιακά παιχνίδια υπάρχουν δυο τύποι μουσικών ήχων, ο *δυναμικός ήχος* (dynamic audio) και ο *προσαρμοστικός ήχος* (adaptive audio). Ο *δυναμικός ήχος* είναι αυτός που παράγεται άμεσα από τις ενέργειες του χρήστη. Ο *προσαρμοστικός ήχος* είναι αυτός που ανταποκρίνεται στο γενικότερο σύστημα του παιχνιδιού. Στις μέρες μας η μουσική επένδυση του παιχνιδιού αρχίζει και γίνεται περισσότερο δυναμική. Η βασική διαφορά των

μουσικών παιχνιδιών με τα κλασικά είναι η έλλειψη οπτικών πληροφοριών οι οποίες έχουν αντικατασταθεί από τον ήχο. Μεταξύ των οπτικών και ηχητικών περιβαλλόντων υπάρχουν διαφορές. Κάποιες φορές οπτικό και ηχητικό περιβάλλον συνδέονται, δηλαδή οι πληροφορίες που παρουσιάζονται οπτικά μπορούν να κατανοηθούν καλύτερα μέσω της ακοής. Οι ήχοι στα μουσικά παιχνίδια χαρακτηρίζονται από τα στοιχεία *άβαταρ ήχος, αντικείμενα ήχου, χαρακτήρες ήχου, ηχητικές οδηγίες* και *ήχος διακοσμητικού τύπου*. Τα τρία πρώτα αναφέρονται στη διαφορετικότητα της διαδραστικότητας του ήχου μεταξύ του χαρακτήρα του παίχτη και των αντικειμένων του παιχνιδιού. Τα αντικείμενα αυτά και οι ήχοι που τα συνοδεύουν ανήκουν σε ένα περιβάλλον που δεν ελέγχει ο παίχτης (non-player characters). Υπάρχουν διάφοροι τρόποι να κάνουμε αισθητό ένα αντικείμενο. Η παρουσία του μπορεί να φανεί μέσα από ένα επαναλαμβανόμενο ήχο ή στιγμιαία. Για παράδειγμα, όταν ο παίχτης πετύχει ένα αντικείμενο ή όταν πετύχει το αντικείμενο αυθόρμητα επειδή βασίζεται σε κάποια άλλη δράση του παιχνιδιού ή στους κανόνες του. Ο *διακοσμητικός τύπος* δεν συμβαδίζει απαραίτητα με το *gameplay*. Οι ηχητικές οδηγίες δίνονται συνήθως μέσω της φωνής [48].

## 4. Κατηγορίες

---

Στη βιβλιογραφία παρατηρούνται διαφοροποιήσεις στην κατηγοριοποίηση των μουσικών παιχνιδιών ανάλογα με την οπτική ματιά του εκάστοτε ερευνητή.

Μια από τις ταξινομήσεις χωρίζει τα παιχνίδια σε δύο κατηγορίες. Στα *παιχνίδια που βασίζονται σε μουσικά όργανα* (instruments games) και σε αυτά του *ενεργητικού μουσικού ρυθμού* (rhythm-action games). Το σύστημα των Sachs-Hornbostel (Sachs & Hornbostel, 1914) χώρισε τα μουσικά όργανα σε διαφορετικές κλάσεις: ιδιόφωνα, κρουστά, χορδόφωνα, αερόφωνα και αργότερα και στα ηλεκτρόφωνα. Κάθε κλάση χαρακτηρίζεται από μια διαφορετική παραγωγή ήχου. Τα ηλεκτρόφωνα είναι προσχεδιασμένα να παράγουν ένα μουσικό αποτέλεσμα με το οποίο μπορεί να αλληλοεπιδράσει ο χειριστής. Ένα ηλεκτρικό μουσικό όργανο μπορεί να έχει μια *αυθαίρετη φυσική μορφή* και μια *διεπαφή* (interface) που είναι ανεξάρτητη από την παραγωγή ήχου. Με άλλα λόγια, το μουσικό όργανο μπορεί να σχηματιστεί από δυο στοιχεία τη *διεπαφή* (interface) και τις *ακουστικές δυνατότητες* του κάθε οργάνου [49]. Το *interface* ενός μουσικού οργάνου είναι περιορισμένο σε ένα πληκτρολόγιο ή σε κάποιον άλλο μηχανισμό. Από μια άλλη οπτική, η *διεπαφή* μπορεί να μας δώσει πολύ μεγάλη ελευθερία στη σύνθεση μουσικής. Το *interface* των αναλογικών μουσικών οργάνων συνδέεται άμεσα με τον τρόπο με τον οποίο

παράγεται η μουσική. Στα ηλεκτρονικά μουσικά όργανα αυτές οι δυο έννοιες συμπίπτουν γιατί έχουν σχεδιαστεί να παράγουν μουσική με ένα συγκεκριμένο τρόπο. Οι σχεδιαστές εμπνέονται από αυτά τα όργανα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα το Tenori-On, ένα tracker όργανο απο τον Toshio Iwai. Τα trackers είναι ένα είδος μουσικών προγραμμάτων τα οποία συνθέτουν μουσική με μεγάλη ευχέρεια αλλά με καθορισμένο τρόπο. Το Tenori-On δεν είναι παιχνίδι αλλά επειδή έφερε το χαρακτηριστικό της μετατροπής του σκορ σε διαδραστική σχέση με τη μουσική, ενέπνευσε την κατηγορία των μουσικών video games. Πάνω σε αυτήν τη δομή βασίζονται τα παιχνίδια Sim Tunes και Electrop plankton [50]. Ακολουθώντας αυτή τη λογική μπορούμε να πούμε ότι και τα παιχνίδια που είναι βασισμένα στα μουσικά όργανα έχουν ακουστικές δυνατότητες, όπως ένα ηλεκτρικό αρμόνιο (synthesizer). Το interface αυτών των παιχνιδιών είναι ξεχωριστό και μπορεί να συγκαταλέγονται σε αυτό χειριστήρια χειρός, οθόνες αφής και ο εξοπλισμός των μουσικών οργάνων [51].

Στον πυρήνα των παιχνιδιών της δεύτερης κατηγορίας, *παιχνίδια ενεργητικού μουσικού ρυθμού*, βρίσκεται η ερμηνεία ή η αναπαραγωγή ρυθμικών μοτίβων. Όταν ο παίχτης ενεργεί με τον ρυθμό προχωράει στο παιχνίδι και στο μουσικό κομμάτι. Πολλά παιχνίδια έχουν μουσικά κομμάτια που έχουν πιστοποιηθεί, δηλαδή, έχουν πνευματικά δικαιώματα. Στα *παιχνίδια ενεργητικού μουσικού ρυθμού* η επανάληψη του ίδιου κομματιού μετατρέπει το παιχνίδι σε πιο προβλέψιμη μορφή. Ο παίχτης οφείλει να είναι προσηλωμένος σε ένα στόχο, π.χ. όταν πετυχαίνει ή όχι το bit. Η διαδικασία αυτή υποβάλλει τον παίχτη σε συγκεκριμένες δυσκολίες οι οποίες αν ξεπεραστούν, ο παίχτης επιβραβεύεται με πόντους ή προχωράει στο παιχνίδι. Αυτή είναι η βασική διαφορά με την προηγούμενη κατηγορία που δεν έχει ούτε τους κανόνες αυτής ούτε τους περιορισμένους στόχους της. Μπορούμε να χωρίσουμε αυτή την κατηγορία σε περαιτέρω υποκατηγορίες ανάλογα με το *gameplay* που προσφέρουν στον παίχτη: *Γραμμικού ενεργητικού ρυθμού*: η μουσική σε αυτήν την κατηγορία δεν εκφράζει μόνο κίνηση αλλά κυριολεκτικά παίρνει χώρο από τον κόσμο του παιχνιδιού. Τα παιχνίδια γραμμικού ενεργητικού ρυθμού στοχεύουν στην αναπαραγωγή εμπορικής μουσικής. Τα μουσικά κομμάτια προσαρμόζονται στο *gamespace* με τη μορφή της εξέλιξης των ρυθμικών μοτίβων που πρέπει να ταιριάζουν με τα κουμπιά που πατάει ο χρήστης, π.χ. Guitar Hero, Vib Ribbon (NanaOn-Sha, 1999) Rock Band (Harmonix Music Systems, 2007). *Μιμητικά*: Είναι η ακριβής αναπαραγωγή ενός δοσμένου μοτίβου, το οποίο εισάγει τον παίχτη σε ένα χρονικά διαρκέστερο και πολυπλοκότερο μοτίβο. Αυτά τα παιχνίδια παρουσιάζουν μια ακολουθία με ρυθμικά κουμπιά που πρέπει ο χρήστης να πατήσει, π.χ. Parappa

the Rapper, Space Channel 5 κ.ά. Τα μη γραμμικού ενεργητικού ρυθμού, στα οποία ένας κύριος μηχανισμός τους είναι η εμφάνιση ρυθμικών συνδυασμών σε άσχετες χρονικές στιγμές. Ο παίχτης αποφασίζει την κάθε χρονική στιγμή ποιο μοτίβο θα χρησιμοποιήσει και ποιο όχι. Για παράδειγμα στο Patapon χρησιμοποιούνται ρυθμικοί συνδυασμοί για τον έλεγχο ενός μικρού στρατού [52].

Ένας άλλος ερευνητής δίνει μια διαφορετική ταξινόμηση με τον διαχωρισμό των παιχνιδιών σε τρεις γενικές κατηγορίες *υβριδικά*, *μνήμης* και *συναυλιακά* [53]:

α) Στα *υβριδικά* υπάρχει συνδυασμός της διαδραστικότητας του χρήστη και της μουσικής του παιχνιδιού αλλά όλα τα στοιχεία και τα χαρακτηριστικά είναι δάνεια από άλλες κατηγορίες παιχνιδιών όπως τα πλατφόρμας (platformers) και σκοποβολής (shooting), π.χ. το Rez HD, Child of Eden κ.ά.

β) Τα *μνήμης* είναι μια ευρύτερη κατηγορία που περιέχει άλλες υποκατηγορίες όπως είναι τα *παιχνίδια ρυθμού*, *τόνου* και *φωτογραφικής μνήμης*. Αυτά τα παιχνίδια δοκιμάζουν τη φωτογραφική μνήμη του παίχτη. Δυο χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι: το Guitar Hero και το Sing Star.

γ) Τα *συναυλιακά* είναι προγραμματισμένα για ζωντανή μουσική μετάδοση σε συναυλιακούς χώρους με συνοδεία και προβολή του *gameplay* για θέαση από το κοινό. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το παιχνίδι Etude που δημιουργήθηκε από την εταιρεία The Anigraphical Etudes.

## 5. Η εξέλιξη της μουσικής στα video games

---

Στο κεφάλαιο αυτό θα περιγράψουμε την ιστορική διαδρομή του ήχου και της μουσικής στα παιχνίδια. Από την πολύ απλή μουσική που παρήγαγαν τα τσιπς μέχρι την πρώτη χρήση ηχητικών δειγμάτων και όλες τις τεχνολογίες που σχηματοποίησαν τον ήχο των παιχνιδιών.

Οι υπολογιστές και τα video games ήταν πάντα οπτικοακουστικά μέσα. Ακόμα και τα πρώτα παιχνίδια που δεν περιείχαν ήχους, παρήγαγαν μηχανικούς ήχους, όπως στο Tennis for Two (Higinbotham, 1958) που παράγονταν ακουστικοί ήχοι από τους χειρισμούς του παίχτη. Μέχρι το 1972 δεν υπήρχε πραγματικός ήχος στα παιχνίδια. Το πρώτο παιχνίδι που περιείχε πραγματικό ήχο ήταν το διάσημο Pong που κυκλοφόρησε από τον Nolan Bushnell (συνιδρυτής της Atari) το 1972. Η πρώτη οικιακή κονσόλα που ενσωμάτωνε ήχο ήταν το Atari VCS (1978) το

οποίο περιείχε δυο προγραμματιζόμενα κανάλια ήχου. Το πρώτο μουσικό παιχνίδι κυκλοφόρησε από την Atari το 1974 και ήταν το Atari's Touch Me (εικόνα 8) το οποίο δεν ήταν ακριβώς παιχνίδι αλλά μια κονσόλα χειρός που περιείχε ένα μουσικό παιχνίδι.



Εικόνα 8: Atari's Touch Me [8]

Η τεχνολογία της εποχής εκείνης επέτρεπε στα ηχητικά τσιπ να παράγουν τους ηχητικούς τόνους ως συνδυασμό θορύβων, συχνότητας και έντασης. Ακριβώς επειδή δεν υπήρχε η δυνατότητα καταγραφής ηχητικών δειγμάτων και μουσικών κομματιών, είχε αναπτυχθεί μια τεχνολογία γύρω από τα τσιπ που συνέθεταν μουσική και ήχο (chiptunes). Δυο από τα παιχνίδια που εκμεταλλεύτηκαν πρώτα αυτή την εξέλιξη ήταν το Toshio Iwai's Otocky (Sedic, 1987) και το To Be On Top (1987). Η τεχνολογία των chiptunes είναι ένας από τους πρώτους και πιο χαρακτηριστικούς ήχους των video games. Στις μέρες μας με την επικράτηση του CD-ROM και του BLUE RAY, τα video games έχουν στραφεί στην ψηφιακή μορφή του ήχου [54].

## 6. Music – based games και εκπαίδευση

---

Ο τομέας της εκπαιδευτικής ψυχαγωγίας (*edutainment*) μπορεί να οριστεί ως ο συνδυασμός της εκπαίδευσης με την ψυχαγωγία χρησιμοποιώντας πολλές πλατφόρμες, μία εκ των οποίων είναι τα video games. Ο τομέας αυτός περιλαμβάνει πολλά παιχνίδια που σχετίζονται με την εκπαίδευση και αποτελεί πόλο έλξης των εταιρειών. Το ενδιαφέρον αυτό προέρχεται από την προτίμηση των γονιών να παίζουν τα παιδιά τους παιχνίδια, που θα συνδυάζουν την ψυχαγωγία και την

εκπαίδευση. Τα παιχνίδια *εκπαιδευτικής ψυχολογίας* μπορεί να διδάσκουν κάποια πράγματα στους χρήστες τους, χρησιμοποιούνται όμως ως βοήθημα, συμπληρωματικά δηλαδή με τη βασική εκπαίδευση. Χαρακτηριστικό παράδειγμα εκπαιδευτικού παιχνιδιού είναι το Math Blaster στο οποίο ο παίχτης πρέπει να πυροβολήσει τη σωστή απάντηση [55].

Η μουσική αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα στην εξέλιξη της ανθρώπινης νοημοσύνης. Σύμφωνα με πρόσφατες έρευνες, κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης ενός παιδιού η μουσική επιδρά σε τέσσερις τομείς: *σχολικό, φυσικό, συναισθηματικό και πνευματικό*. Γι' αυτό η μουσική πρέπει να είναι ένα αναπόσπαστο κομμάτι μιας ισορροπημένης εκπαίδευσης. Στην πραγματικότητα δεν υπάρχει η δυνατότητα σε όλα τα παιδιά να παρακολουθούν μαθήματα κάποιου μουσικού οργάνου λόγω του κόστους των μαθημάτων αλλά και του κόστους του μουσικού οργάνου. Στις σχολικές τάξεις μπορεί να μην υπάρχει η δυνατότητα διαδραστικής σχέσης με τη μουσική, δηλαδή μέσω κάποιου οργάνου, αλλά η διαδραστική σχέση των παιδιών με τα πραγματικά όργανα μπορεί να αντικατασταθεί ως ένα βαθμό από τα μουσικά εκπαιδευτικά video games καθιστώντας την άμεση αλληλεπίδραση με τη μουσική εφικτή και για εκείνα τα παιδιά που δεν έχουν την οικονομική δυνατότητα να αγοράσουν μουσικά όργανα ούτε να πληρώσουν μαθήματα για την εκμάθησή τους [56].

Ο *διαδραστικός ήχος* συνήθως απουσιάζει από τα περισσότερα μουσικά παιχνίδια ή υπάρχει έλλειψη μουσικής εκπαίδευσης. Το *gameplay* των μουσικών παιχνιδιών, ιδίως των παιχνιδιών μουσικού ρυθμού, βασίζεται στην αναπαραγωγή ενός δοσμένου μουσικού ρυθμού σε συντονισμό με το μουσικό κομμάτι και χρησιμοποιεί κουμπιά ή ειδικά σχεδιασμένα εργαλεία για τη διεπαφή του χρήστη όπως είναι οι ενσωματωμένες μαράκες (μουσικό όργανο). Π.χ. το Samba de Amigo που είναι πολύ δημοφιλές στην Ιαπωνία. Αυτά τα παιχνίδια βοηθούν στην ανάπτυξη της επιδεξιότητας και της μνήμης των παιχτών αλλά δεν βοηθούν αρκετά στην ανάπτυξη μουσικών ικανοτήτων. Το κομμάτι αυτό των εκπαιδευτικών μουσικών παιχνιδιών χρήζει περαιτέρω μελέτης [57].

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ MIDI

### 1. Εισαγωγή

---

Η τεχνολογία *MIDI* έχει παίξει καθοριστικό ρόλο στην εξέλιξη της ηλεκτρονικής μουσικής. Τα σύγχρονα είδη ηλεκτρονικής μουσικής όπως dance, techno, house, drum and base κ.ά. δεν θα υπήρχαν ή δεν θα είχαν εξελιχθεί σε αυτόν τον βαθμό χωρίς τη συγκεκριμένη τεχνολογία. Με την τεχνολογία *MIDI* ο καθένας μπορεί με χαμηλό κόστος και γρήγορα να δημιουργήσει ένα studio στο σπίτι του και να συνθέσει μουσική. Αυτό δεν ήταν εφικτό πριν την εμφάνιση της *MIDI* τεχνολογίας. Στην τεχνολογία αυτή βασίστηκαν τα synthesizer τα οποία απευθύνονταν σε ένα ευρύ κοινό από μουσικούς συνθέτες έως ερασιτέχνες της μουσικής. Η τεχνολογία *MIDI* συνέβαλε σημαντικά στην εξέλιξη της ηλεκτρονικής μουσικής [58].

Τα αρχεία *MIDI* είναι μικρότερα από τα υπόλοιπα αρχεία ήχου διότι δεν περιέχουν ηχητικά σήματα αλλά τα δεδομένα τους αποτελούνται από μηνύματα σε μορφή κειμένου και περιέχουν μόνο κάποιες οδηγίες για το πως θα παιχτεί η μουσική. Το χαρακτηριστικό αυτό τα έκανε κατάλληλα για πολλές εφαρμογές. Τα συστήματα *MIDI* μπορούν με εύκολο τρόπο να καταγράψουν τη μουσική από αναλογικό σήμα σε ψηφιακά δεδομένα. Η ποιότητα όμως της εγγραφής εξαρτάται από τις δυνατότητες των συστημάτων αυτών, κάποια από τα οποία απαιτούν περισσότερο έξυπνους αλγόριθμους για να αυξήσουν την ποιότητα. Όλα αυτά τα μηχανήματα περιέχουν ένα μικροελεγκτή για την επεξεργασία των σημάτων σε πραγματικό χρόνο. Χρησιμοποιούνται από τους μουσικούς ως βοήθημα όταν δεν υπάρχουν αρκετοί άνθρωποι να ερμηνεύσουν ένα μουσικό κομμάτι. Ακόμη, χρησιμοποιούνται ευρέως στη σύνθεση και καταγραφή της μουσικής και αποτελούν πηγή έμπνευσης για τους καλλιτέχνες της μουσικής [59].

### 2. Ορισμός

---

Το *Musical Instrument Digital Interface (MIDI)* είναι ένα τεχνολογικό πρότυπο που επιτρέπει στις μουσικές συσκευές να επικοινωνούν μεταξύ τους. Τα συστήματα *MIDI* χρησιμοποιούν τρεις θύρες: IN, OUT και THRU. Η πρώτη δέχεται δεδομένα από μια πηγή ήχου, η δεύτερη χρησιμοποιείται για μετάδοση δεδομένων και η τρίτη δημιουργεί μια αντιγραφή του σήματος εισόδου. Η τρίτη θύρα (THRU) χρησιμοποιείται ακόμη για να συνδεθούν πολλά συστήματα *MIDI* μεταξύ τους. Τα δεδομένα που συλλέγονται από τα συστήματα *MIDI* αποθηκεύονται σε ένα αρχείο [60] το οποίο περιέχει πάνω από δεκαέξι κομμάτια που αναπαριστούν ένα ή περισσότερα

μουσικά όργανα. Κάθε κομμάτι αποτελείται από μηνύματα που κωδικοποιούν τους τόνους και τη διάρκεια του πατήματος του κλειδιού ενός μουσικού οργάνου [61].

### 3. Κύρια χαρακτηριστικά του προτύπου MIDI

---

Τα κύρια χαρακτηριστικά του προτύπου MIDI είναι τα παρακάτω: [62]

#### 3.1 Προδιαγραφές των συστημάτων MIDI

Στα μηχανήματα που βασίζονται στο πρότυπο *MIDI* τα μηνύματα μεταφέρονται ως ομάδες από bit. Κάθε byte αρχίζει με ένα αρχικό bit και τελειώνει με ένα bit τέλους έχοντας σκοπό να συγχρονίσει τα δεδομένα τα οποία μεταδίδονται με ασύγχρονο τρόπο. Τα περισσότερα μηνύματα *MIDI* αποτελούνται από ένα ή δυο byte.

#### 3.2 Απλή διασύνδεση

Στην απλή μορφή τους τα συστήματα *MIDI* μπορούν να συνδέσουν δυο όργανα μεταξύ τους. Το ένα μεταδίδει πληροφορίες σχετικά με τις ενέργειες που πραγματοποιούνται, όπως πάτημα της νότας, πάτημα του πετάλ κ.ά. τα οποία αντιγράφονται από το δεύτερο όργανο. Ακόμη, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για *doubling-up* και για άλλες μορφές επεξεργασίας ήχων. Τα μεγαλύτερα συστήματα *MIDI* διασυνδέουν πολλά όργανα μεταξύ τους δημιουργώντας μια αλυσίδα, κατά την οποία όλες οι πληροφορίες που δημιουργούνται προέρχονται από το πρώτο όργανο.

#### 3.3 Κανάλια MIDI

Κάθε μήνυμα *MIDI* αντιπροσωπεύει ένα συγκεκριμένο σκοπό. Ένας από αυτούς ορίζει το κανάλι από το οποίο ελήφθησαν τα δεδομένα. Δηλαδή, τα συγκεκριμένα δεδομένα αντιστοιχούν σε ένα συγκεκριμένο όργανο από το οποίο έχουν ληφθεί οι πληροφορίες. Υπάρχουν 16 βασικά κανάλια που μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλα μαζί ή κάποια από αυτά. Αυτά τα 16 κανάλια μπορούν να ξεπεραστούν με εύκολο τρόπο χρησιμοποιώντας περισσότερα από ένα μηχανήματα *MIDI*.

#### 3.4 Μορφή μηνυμάτων

Υπάρχουν δυο βασικοί τύποι byte στα μηνύματα *MIDI*: τα *status byte* και τα *data byte*. Το πρώτο byte συνήθως είναι το *status*. Τα μηνύματα μπορεί να είναι μεγαλύτερα από τρία byte. Τα *status byte* ξεκινούν με ένα για να ξεχωρίσουν από τα *data byte*, τα οποία αρχίζουν με μηδέν. Το πιο σημαντικό bit (MSB) είναι υπεύθυνο να καθορίσει τον τύπο του byte (*status* ή *data*). Για τον λόγο

αυτό υπάρχουν επτά bit ανά byte τα οποία επιτρέπουν  $2^7$  πιθανές τιμές. Το πρώτο μισό του *status byte* ορίζει τον τύπο του μηνύματος και το δεύτερο μισό τον αριθμό του καναλιού. Τα τέσσερα bit του *status byte* αντιπροσωπεύουν τον αριθμό των καναλιών δίνοντας  $2^4$  πιθανά κανάλια. Τα υπόλοιπα τρία bit αφορούν τον τύπο του μηνύματος επειδή το πρώτο bit είναι πάντα ένα. Θεωρητικά αυτό επιτρέπει οκτώ τύπους μηνυμάτων.

### 3.5 Τα μηνύματα MIDI περιγραφικά

Παρακάτω θα περιγράψουμε τους βασικούς τύπους μηνυμάτων *MIDI* και τη σημασία τους. Αυτά που θα περιγραφούν δεν αποτελούν ένα εγχειρίδιο για το *MIDI* αλλά μία επεξήγηση σε αυτό.

| Message                 | Status | Data 1            | Data 2               |
|-------------------------|--------|-------------------|----------------------|
| Note off                | &8n    | Note number       | Velocity             |
| Note on                 | &9n    | Note number       | Velocity             |
| Polyphonic aftertouch   | &An    | Note number       | Pressure             |
| Control change          | &Bn    | Controller number | Data                 |
| Program change          | &Cn    | Program number    | -                    |
| Channel aftertouch      | &Dn    | Pressure          | -                    |
| Pitch wheel             | &En    | LSbyte            | MSbyte               |
| <i>System exclusive</i> |        |                   |                      |
| System exclusive start  | &F0    | Manufacturer ID   | Data, (Data), (Data) |
| End of SysEx            | &F7    | -                 | -                    |
| <i>System common</i>    |        |                   |                      |
| Quarter frame           | &F1    | Data              | -                    |
| Song pointer            | &F2    | LSbyte            | MSbyte               |
| Song select             | &F3    | Song number       | -                    |
| Tune request            | &F6    | -                 | -                    |
| <i>System realtime</i>  |        |                   |                      |
| Timing clock            | &F8    | -                 | -                    |
| Start                   | &FA    | -                 | -                    |
| Continue                | &FB    | -                 | -                    |
| Stop                    | &FC    | -                 | -                    |
| Active sensing          | &FE    | -                 | -                    |
| Reset                   | &FF    | -                 | -                    |

Εικόνα 9: Τα μηνύματα MIDI περιληπτικά [9]

#### 3.5.1 Μηνύματα καναλιού (channel messages) και μηνύματα συστήματος (system messages)

Τα μηνύματα καναλιού επιδρούν σε κάθε κανάλι ανεξάρτητα το ένα από το άλλο ενώ τα μηνύματα συστήματος επιδρούν σε ολόκληρη την ενότητα MIDI. Τα μηνύματα καναλιού ξεκινούν πάντα με το 16αδικό 8 επειδή το MSB του *status byte* πρέπει να είναι πάντα ένα. Τα μηνύματα συστήματος ξεκινούν με το 16αδικό F και δεν περιέχουν τον αριθμό του καναλιού. Το λιγότερο σημαντικό bit του *status byte* του *system message* χρησιμοποιείται για περαιτέρω ταυτοποίηση αυτού του μηνύματος. Τα μηνύματα συστήματος χωρίζονται σε τρεις ομάδες: *system common*, *system exclusive* και *system realtime*. Η πρώτη απευθύνεται σε οποιαδήποτε συσκευή χρησιμοποιεί το

πρότυπο *MIDI*. Η δεύτερη επιτρέπει στους κατασκευαστές να δημιουργήσουν τα δικά τους μηνύματα παρέχοντας τους ένα μηχανισμό για τη δημιουργία επιπλέον προδιαγραφών για το πρότυπο *MIDI* μέσω μηνυμάτων. Η ταυτότητα του κατασκευαστή αποτυπώνεται στο μήνυμα με ένα ή τρία byte και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αυτό που ονομάζεται *Universal Exclusive Messages*. Με αυτόν τον τρόπο οποιαδήποτε συσκευή αναγνωρίζει την ταυτότητα του κατασκευαστή ή υποστηρίζει το *Universal Exclusive Messages*, μπορεί να διαβάσει το υπόλοιπο μήνυμα διαφορετικά, είναι αδύνατο να το διαβάσει. Τέλος, η τρίτη αφορά συσκευές οι οποίες συγχρονίζονται με ένα μουσικό ρυθμό.

### 3.5.2 Note on και Note off μηνύματα

Τα μηνύματα *Note on* και *Note off* είναι τα κυριότερα κομμάτια από τη μουσική πληροφορία που στέλνονται μέσω της τεχνολογίας *MIDI*. Το πρώτο αναφέρεται στο ξεκίνημα μιας μουσικής νότας και το δεύτερο στο τέλος της ίδιας ή μιας άλλης μουσικής νότας. Κάθε φορά που υπάρχει ένα μήνυμα *note on* πρέπει να υπάρχει και ένα μήνυμα που να δηλώνει το τέλος της νότας. Δηλαδή, ένα μήνυμα *note off*. Το μήνυμα (*note on* ή *note off*) περιέχει αριθμούς που ο καθένας αντιστοιχεί σε μια μουσική νότα. Υποστηρίζονται μέχρι 128 αριθμοί νότας που καλύπτουν πάνω από δέκα μουσικές οκτάβες. Τα μηνύματα αυτά (*note on* και *note off*) έχουν μια συγκεκριμένη ταχύτητα που αντιπροσωπεύει τη διάρκεια του πατήματος του πλήκτρου καθώς και την ένταση του ήχου. Η ταχύτητα στα *note off* μηνύματα δεν έχει κάποια επίδραση στο ήχο καθώς ορίζει το τέλος της νότας. Για να μειωθεί η ροή των δεδομένων που μεταδίδονται, σε πολλές περιπτώσεις χρησιμοποιείται μια τεχνική που ονομάζεται *running status*. Η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται συχνά, όταν μια ακολουθία από μηνύματα έχει την ίδια συμβολοσειρά. Σε αυτήν την περίπτωση το *status byte* παραλείπεται και μεταδίδονται μόνο τα δεδομένα των υπόλοιπων διαδοχικών μηνυμάτων. Επιπλέον, για να αυξηθεί η αποδοτικότητα, μπορεί η ταχύτητα των *note on* να παραμετροποιείται με μηδέν, ώστε να αντιπροσωπεύεται το τέλος της νότας και να παραλείπεται η χρήση μηνυμάτων *note off*.

### 3.5.3 Πολυφωνικό πάτημα κλειδιού (aftertouch)

Το πολυφωνικό πάτημα κλειδιού (aftertouch) δεν αναφέρει με ακρίβεια ποιό στοιχείο του πατήματος περιγράφει και γι' αυτό τον λόγο από πολλούς συγχέεται με την ταχύτητα των *note off* μηνυμάτων. Το *aftertouch* μήνυμα αναφέρεται στην ποσότητα της πίεσης που εφαρμόζεται πάνω στο κλειδί προς το τέλος αυτής της διαδικασίας. Τα μηνύματα *aftertouch* δεν χρησιμοποιούνται

ευρέως γιατί απαιτείται διαφορετικός αισθητήρας για κάθε κλειδί, κάτι το οποίο είναι ακριβό στην εφαρμογή του.

### 3.5.4 Έλεγχος αλλαγής (Control change)

Ορισμένα συστήματα *MIDI* έχουν τη δυνατότητα να μεταδίδουν κάποιες πληροφορίες ελέγχου, οι οποίες αναφέρονται σε ποικίλους διακόπτες, σε τροχούς ελέγχου και σε διάφορα πετάλ. Το πρότυπο *MIDI* δεν διευκρινίζει ακριβώς τη διαδικασία αντιστοίχισης αυτών των μουσικών συσκευών ελέγχου με συγκεκριμένους αριθμούς. Μια συμφωνία μεταξύ των κατασκευαστών χρησιμοποιείται ευρέως και περιγράφει 128 αριθμούς ελέγχου.

| Controller number (hex) | Function  |
|-------------------------|---|
| 00                      | Bank select   |
| 01                      | Modulation wheel  |
| 02                      | Breath controller   |
| 03                      | Undefined   |
| 04                      | Foot controller   |
| 05                      | Portamento time   |
| 06                      | Data entry slider   |
| 07                      | Main volume   |
| 08                      | Balance   |
| 09                      | Undefined   |
| 0A                      | Pan   |
| 0B                      | Expression controller   |
| 0C                      | Effect control 1  |
| 0D                      | Effect control 2  |
| 0E-0F                   | Undefined   |
| 10-13                   | General purpose controllers 1-4                                 |
| 14-1F                   | Undefined   |
| 20-3F                   | LSbyte for 14 bit controllers<br>(same function order as 00-1F) |
| 40                      | Sustain pedal   |
| 41                      | Portamento on/off   |
| 42                      | Sostenuto pedal   |
| 43                      | Soft pedal  |
| 44                      | Legato footswitch   |
| 45                      | Hold 2  |
| 46-4F                   | Sound controllers   |
| 50-53                   | General purpose controllers 5-8                                 |
| 54                      | Portamento control  |
| 55                      | Undefined   |
| 55-5A                   | Effects depth 1-5   |
| 5B-5F                   | Data increment  |
| 60                      | Data decrement  |
| 61                      | NRPC LSbyte   |
| 62                      | (non-registered parameter controller)                           |
| 63                      | NRPC MSbyte   |
| 64                      | RPC LSbyte<br>(registered parameter controller)                 |
| 65                      | RPC MSbyte  |
| 66-77                   | Undefined   |
| 78                      | All sounds off  |
| 79                      | Reset all controllers   |
| 7A                      | Local on/off  |
| 7B                      | All notes off   |
| 7C                      | Omni receive mode off   |
| 7D                      | Omni receive mode on  |
| 7E                      | Mono receive mode   |
| 7F                      | Poly receive mode   |

Εικόνα 10: Λειτουργίες *MIDI* controller [10]

### 3.5.5 Κλίμακα καναλιών (Channel modes)

Τα μηνύματα *channel mode* είναι υπεύθυνα για τον έλεγχο της λειτουργίας όλων των φωνητικών καναλιών ενός οργάνου. Οι προδιαγραφές του *MIDI 1.0* περιγράφουν ότι τα όργανα είναι σχεδιασμένα για να εφαρμόζουν έναν τύπο τη φορά. Αυτά τα μηνύματα χρησιμοποιούν

καθορισμένους αριθμούς ελέγχου (120–127) και στέλνουν έναν αριθμό στο βασικό κανάλι οργάνου. Υπάρχουν τέσσερεις τύποι καναλιών: OMNI, MONO/POLY, ALL NOTES OFF και LOCAL CONTROL. Θέτοντας τον πρώτο τύπο σε λειτουργία on, όλα τα φωνητικά κανάλια είναι έτοιμα να δεχθούν δεδομένα ανεξάρτητα από τον τύπο του καναλιού. Ο δεύτερος τύπος αλλάζει τις πολυφωνικές δυνατότητες ενός ή πολλών καναλιών. Ο τύπος ALL NOTES OFF χρησιμοποιείται για να θέσει τέλος σε μια νότα της οποίας το αντίστοιχο μήνυμα *note off* παραλήφθηκε για κάποιο λόγο. Ο τελευταίος τύπος σχεδιάστηκε για να χωρίσει τη λειτουργικότητα του πληκτρολογίου ενός synth/sampler από τη δυνατότητα παραγωγής ήχου.

### 3.5.6 Αλλαγή προγράμματος (Program change)

Το *Program change* μήνυμα χρησιμοποιείται για να ορίσει ένα κομμάτι ήχου από ένα μουσικό όργανο ή κάποια effects. Αυτό το κομμάτι αποθηκεύεται και περιγράφει τους τόνους που παράγονται από ένα synthesizer και τον τρόπο με τον οποίο διασυνδέονται μεταξύ τους. Το κάθε μήνυμα αντιστοιχεί σε ένα κανάλι, το οποίο έχει τη δυνατότητα να αποθηκεύει 128 προγράμματα. Επιπρόσθετα, όταν μεταδίδεται αυτό το μήνυμα σε μια μουσική συσκευή, ο ήχος αλλάζει ταυτόχρονα σε ολόκληρη τη συσκευή.

### 3.5.7 Channel aftertouch

Τα περισσότερα όργανα έχουν ένα μοναδικό αισθητήρα ο οποίος είναι υπεύθυνος για την αναγνώριση της διαδικασίας του πατήματος ενός πλήκτρου. Προς το τέλος του πατήματος στέλνεται ένα μήνυμα το οποίο περιγράφει τη συνολική πίεση όλων των πλήκτρων. Αυτό το μήνυμα ονομάζεται *Channel aftertouch*.

### 3.5.8 Pitch Bend Change

Αυτό το μήνυμα έχει ένα status byte που περιέχει πληροφορίες για τις τονικές αλλαγές στις νότες που παίζονται. Τα *Pitch Bend Change* αφορούν το κάθε κανάλι ξεχωριστά και γίνονται χρήσιμα όταν χρησιμοποιούνται multi-timbral συσκευές σε mono mode για να σιγουρευτεί ότι η αλλαγή του τόνου αφορά μόνο το συγκεκριμένο κανάλι.

### 3.5.9 Active sensing

Στα μηνύματα αυτά, ένα *status byte* μεταδίδεται τρεις φορές το δευτερόλεπτο από μια μηχανή ελέγχου, όταν δεν υπάρχει άλλη ενέργεια να πραγματοποιηθεί. *Active sensing* πληροφορίες δεν μπορούν να μεταδοθούν από τις συσκευές αφού η συσκευή που αποδέχεται τέτοιες πληροφορίες πρέπει να υποστηρίζει τη δυνατότητα αυτή.

### 3.5.10 Reset

Αυτό το μήνυμα επαναφέρει όλες τις συσκευές που είναι συνδεδεμένες με μια συσκευή *MIDI* σε κατάσταση power-on. Η διαδικασία αυτή μπορεί να πάρει κάποιο χρόνο και στη διάρκειά της κάποιες συσκευές σταματούν την αναπαραγωγή ήχου.

## 3. Standard MIDI files (SMF)

---

Τα συστήματα που βασίζονται στο πρότυπο *MIDI*, συνήθως αποθηκεύουν τα δεδομένα τους σε μια ξεχωριστή μορφή αρχείων. Αυτή η μορφή ονομάζεται *standard MIDI files* (SMF). Το *SMF* δημιουργήθηκε με σκοπό την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των διαφόρων συστημάτων και πλέον χρησιμοποιείται ευρέως από τους κατασκευαστές. Υπάρχουν τρεις τύποι αρχείων, μηδέν, ένα και δυο. Ο πιο απλός τύπος είναι ο πρώτος και αποτελείται από δεδομένα που περιγράφουν ένα μουσικό κομμάτι. Ο δεύτερος τύπος περιγράφει πολλά κομμάτια, τα οποία είναι συγχρονισμένα διαδοχικά μεταξύ τους. Ο τρίτος τύπος περιέχει επίσης πολλά κομμάτια, τα οποία είναι ασύγχρονα, δηλαδή δεν υπάρχει κάποια άμεση χρονική σχέση μεταξύ τους.

Η βασική μορφή των αρχείων αποτελείται από τμήματα τα οποία είναι: το *Header chunk* και τα *Track chunks*. Κάθε αρχείο για να ταυτοποιήσει τον τύπο του τμήματος, ξεκινάει με τέσσερα byte και συνεχίζει με άλλα τέσσερα για να αναφέρει τον αριθμό των δεδομένων σε byte. Όλα χρησιμοποιούν την αναπαράσταση ASCII. Το πρώτο τμήμα είναι πάντα στην αρχή του αρχείου και περιέχει γενικές πληροφορίες για ολόκληρο το αρχείο. Μετα τα πρώτα οκτώ byte ακολουθούν έξι byte τα οποία περιέχουν τα δεδομένα του *header* και θεωρούνται τρεις λέξεις των 16-bit. Η πρώτη ορίζει τον τύπο του αρχείου και ονομάζεται *format*. Η δεύτερη ορίζει τον αριθμό των τμημάτων του μουσικού κομματιού που υπάρχουν στο αρχείο και ονομάζεται *ntrks* και η τρίτη περιγράφει τη μορφή χρονισμού που χρησιμοποιείται στα γεγονότα (*MIDI events*) του κομματιού και ονομάζεται *division*. Ένα μηδέν στο πιο σημαντικό bit (*MSB*) της *division* περιγράφει ότι τα γεγονότα θα αναπαρασταθούν από τη μουσική χρονική επαύξηση ενός συγκεκριμένου αριθμού *ticks per quarter note*. Σε άλλη περίπτωση, το ένα στο πιο σημαντικό bit (*MSB*) της *division* περιγράφει ότι τα γεγονότα αναπαρίστανται με μουσική επαύξηση πραγματικού χρόνου σε *number-of-ticks-per-timecode-frame*. Το *frame rate* της κωδικοποίησης του χρόνου δίνεται από τα υπόλοιπα bits του πιο σημαντικού byte. Μετά το *header* ακολουθεί ένας αριθμός από τμήματα του κομματιού του αρχείου. Αυτά τα κομμάτια περιέχουν χαρακτήρες γεγονότων *MIDI* (*MIDI events*) καθώς και τα συγκεκριμένα *delta-times* στα οποία συμβαίνουν. Αυτό αναπαριστά τον

αριθμό των ticks από το τελευταίο event, δηλαδή τη διάρκειά του. Η συγκεκριμένη επαύξηση του χρόνου καθορίζεται από το tick που ορίζεται στο τμήμα του header.

Τα γεγονότα του κομματιού (track events) κατηγοριοποιούνται σε: *MIDI event*, *SysEx event* και *meta-event*. Η πρώτη κατηγορία αφορά τα μηνύματα καναλιού *MIDI* (*MIDI channel message*) με το *running status* τους, εάν υπάρχει δυνατότητα. Η δεύτερη κατηγορία περιέχει τα *MIDI system exclusive dumps* τα οποία συμβαίνουν κατά τη διάρκεια της μουσικής ακολουθίας. Τα *event data* συμπίπτουν συνήθως με τα *system exclusive data*. Τα *meta-event* χρησιμοποιούνται για πληροφορίες όπως το μουσικό μέτρο, το μουσικό κλειδί, το κείμενο, οι στίχοι των τραγουδιών, το όνομα των μουσικών οργάνων και τα ρυθμικά μοτίβα [63].

Στο header των αρχείων *MIDI* υπάρχει μια πληροφορία που περιγράφεται ως *ticks per quarter note* και είναι γνωστή ως *parts per quarter note* (*PPQ*). Το *tick* μπορεί να θεωρηθεί ως κομμάτι του *quarter note*. Το *PPQ* αναφέρεται στην ανάλυση (resolution) της απλής μουσικής και μπορεί να έχει μικρό αριθμό όπως 24 ή 96, μπορεί όμως να έχει και μεγαλύτερο αριθμό όπως 480, 500 ή 1000. Η αντιστοιχία του *PPQ* στον πραγματικό χρόνο εξαρτάται από τον ρυθμό (tempo). Ο ρυθμός εκφράζεται από έναν αριθμό σε 24-bit, τα οποία χαρακτηρίζονται από μικροδευτερόλεπτα ανά *quarter note*. Αυτός ο τρόπος αν και διαφορετικός από τον συνηθισμένο με τον οποίο ορίζεται ο ρυθμός, έχει πλεονεκτήματα. Για παράδειγμα, εάν ο ρυθμός είναι 100 *quarter note* ανά λεπτό, μετατρέπεται σε 60000 *quarter note* ανά δευτερόλεπτο. Εδώ, στο *MIDI meta event*, το *quarter note* εκφράζεται ως 3 byte. Το *meta event* προλογίζεται από το delta time. Έτσι οποιαδήποτε αλλαγή στον ρυθμό μπορεί να εφαρμοστεί σε ολόκληρο το κομμάτι. Π.χ. αν το *PPQ* είναι 480, το delta time ενός *quarter note* (720 ticks) μπορεί να αναπαρασταθεί με 2 bytes. Συνεπώς υπάρχει αντιστοιχία μεταξύ των delta times που εκφράζονται ως ticks και στις τιμές που εκφράζουν οι νότες. Η σχέση αυτή εξαρτάται από το συγκεκριμένο *PPQ* που υπάρχει σε κάθε αρχείο [64].

#### 4. Η εξέλιξη της τεχνολογίας MIDI

---

Το πρότυπο *MIDI* δημιουργήθηκε από την εταιρεία Sequential Circuits και από άλλες, και πρωτοκυκλοφόρησε το 1983 στο Λος Άτζελες, όταν ένα Sequential Circuits Prophet-600 επικοινωνήσε με ένα ηλεκτρολόγιο μέσω ενός μικρού καλωδίου των 5-pin. Ο Tom Oberheim εισήγαγε το σύστημα που επέτρεπε να επικοινωνούν μεταξύ τους μια μηχανή τυμπάνου, ένα synthesizer και ένα sequencer. Λόγω του φόβου της μικρής ταχύτητας στην επικοινωνία

βασίστηκε πάνω στην τεχνολογία του Ethernet. Ο Dave Smith είχε την ιδέα το MIDI να απευθυνθεί σε όλους τους καταναλωτές και όχι εξειδικευμένα σε ειδικούς. Όμως παρά το μικρό κόστος και την ευκολία στην εφαρμογή του δεν είχε άμεση επιτυχία. Τριάντα χρόνια αργότερα το πρότυπο MIDI είναι μέρος κάθε υπολογιστή και κομμάτι οποιουδήποτε στούντιο. Αυτή η μόδα ξεκίνησε από τον πρώτο υπολογιστή που υποστήριζε θύρες MIDI και ήταν ο Atari ST. Τα χαρακτηριστικά του περιγράφονται από το MIDI Specification 1.0 το οποίο δεν έχει αλλάξει, έχουν απλά προστεθεί κάποια επιπλέον χαρακτηριστικά όπως η συμβατότητα με το usb και τα smartphone [65].

## 5. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των αρχείων MIDI

---

Όλοι οι τύποι αρχείων έχουν τα δικά τους πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Εδώ θα περιγράψουμε πρώτα τα πλεονεκτήματα των αρχείων *MIDI* σε σύγκριση με τα άλλα αρχεία ήχου και στη συνέχεια τα μειονεκτήματα [66].

### *Πλεονεκτήματα*

- α) Τα αρχεία *MIDI* είναι πιο μικρά από οποιοδήποτε άλλο ψηφιακό αρχείο ήχου και το μέγεθός τους είναι ανεξάρτητο από την ποιότητα του ήχου. Γενικά, είναι 200 έως 1000 φορές μικρότερα από τα ψηφιακά αρχεία που χρησιμοποιούνται σε ένα CD-ROM. Το μέγεθός τους επιτρέπει να μην απαιτούν υπολογιστική ισχύ από τη CPU, να μην απαιτούν μεγάλο χώρο στον σκληρό δίσκο και να μην απαιτούν μεγάλη χωρητικότητα στη RAM.
- β) Σε κάποιες περιπτώσεις τα αρχεία *MIDI* ακούγονται καλύτερα από τα άλλα ψηφιακά αρχεία, αν οι πηγές από τις οποίες έχουν καταγραφεί έχουν υψηλή ποιότητα.
- γ) Το μήκος των αρχείων *MIDI* μπορεί να μεταβληθεί αλλάζοντας τον ρυθμό χωρίς να υπάρχει αλλαγή στον τόνο της μουσικής ή αλλαγή στην ποιότητα του ήχου.
- δ) Υπάρχει μεγάλη επιλογή από προγράμματα και συστήματα που υποστηρίζουν αυτή τη μορφή αρχείων και είναι επίσης συμβατά με τα λειτουργικά συστήματα Macintosh, Linux και Windows.
- ε) Η προετοιμασία και ο προγραμματισμός ψηφιακού ήχου σε αυτά τα αρχεία δεν χρειάζεται ιδιαίτερη γνώση της μουσική θεωρίας αλλά μια βασική γνώση πάνω στις παρτιτούρες.

### *Μειονεκτήματα*

- α) Επειδή τα δεδομένα των *MIDI* δεν είναι ήχος, η αναπαραγωγή τους μπορεί να μην είναι ακριβές αντίγραφο της μουσικής που καταγράφηκε, αν η συσκευή στην οποία παίζεται δεν είναι όμοια με τη συσκευή με την οποία παράχθηκε.
- β) Τα *MIDI* δεν είναι εύκολο να χρησιμοποιηθούν για την εγγραφή φωνητικών διαλόγων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

### 1. Γενική περιγραφή

---

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται το μουσικό παιχνίδι NoteCollector που υλοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας πτυχιακής εργασίας καθώς και οι τεχνολογίες και τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν. Το NoteCollector χρησιμοποιεί τα μουσικά αρχεία *MIDI*. Με βάση τις μουσικές πληροφορίες που περιέχουν αυτά τα αρχεία και με τη χρήση των γεγονότων *NoteOn* και *NoteOff* δημιουργούνται οι δυσκολίες του παιχνιδιού έπειτα από την κατάλληλη επεξεργασία. Το παιχνίδι μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κάθε συσκευή με λειτουργικό Android 2.2 (Froyo) (API 8) ή σε συσκευές με ανώτερη έκδοση του Android καθώς γίνεται χρήση βιβλιοθηκών μη διαθέσιμων σε προγενέστερα API levels. Τα γραφικά στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν στο παιχνίδι αντλήθηκαν από τον ιστότοπο [opengameart](http://opengameart.org/) (<http://opengameart.org/>). Για την υλοποίηση του παιχνιδιού, εκτός από τα εργαλεία και τις βιβλιοθήκες που προσφέρει το Android, χρησιμοποιήθηκε και το cross-platform framework LibGdx.

### 2. Τεχνικά χαρακτηριστικά

---

Οι τεχνολογίες και τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη της παρούσας εφαρμογής έχουν ως εξής:

#### 2.1 Τεχνολογίες

##### 2.1.1 Λειτουργικό Σύστημα Android

###### 2.1.1.1 Εισαγωγή

Το λειτουργικό σύστημα Android είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα λειτουργικά συστήματα για κινητά, το οποίο βασίζεται στον πυρήνα του λειτουργικού Linux. Δημιουργήθηκε από την Google και το διαχειρίζεται η Open Handset Alliance. Το λειτουργικό σύστημα Android έχει σχεδιαστεί για smartphones και tablets. Το Android είναι ένα ανοιχτό λογισμικό (open-source), λόγος για τον οποίο έχει γνωρίσει πολύ μεγάλη ανάπτυξη στα λειτουργικά συστήματα των κινητών τηλεφώνων. Ακόμα, λόγω της ανοικτής φύσης του έχει προσελκύσει πολλούς καταναλωτές και developers. Το development framework του Android επιτρέπει σε όλους τους χρήστες να δημιουργήσουν τις δικές τους εφαρμογές σε ένα μεγάλο εύρος συσκευών. Τέτοιες συσκευές είναι

τα smartphone, τα tablet, οι smart TV και τα smartwatch. Κάποια από τα κύρια χαρακτηριστικά του λειτουργικού συστήματος Android είναι: Application Frame work, Dalvik virtual machine, Integrated browser, Optimized Graphics, SQLite, MediaSupport, GSM Technology, Bluetooth, Edge, 3G, Wi-Fi, Camera, GPS κ.ά. Για να βοηθήσει τους developers το Android παρέχει το Android Software development kit (SDK). Αυτό προσφέρει τη γλώσσα προγραμματισμού Java για την ανάπτυξη των εφαρμογών καθώς και μια σειρά από άλλα χαρακτηριστικά όπως έναν debugger, βιβλιοθήκες, προσομοιωτές, παραδείγματα κώδικα και οδηγίες [67].

### 2.1.1.2 Αρχιτεκτονική Android

Το λειτουργικό σύστημα Android αποτελείται από πέντε βασικά επίπεδα που το καθένα έχει τα δικά του χαρακτηριστικά και τους δικούς του σκοπούς. Τα επίπεδα αυτά είναι τα εξής: [68]

α) *Πυρήνας Linux* (Linux Kernel): Το Android έχει βασιστεί πάνω στο λειτουργικό σύστημα Linux και είναι ένα ανοιχτό λογισμικό (open-source). Το Linux είναι συμβατό με διάφορες αρχιτεκτονικές υλικού (hardware). Το Android ανεξαρτητοποιείται από τα χαρακτηριστικά του κάθε υλικού, δηλαδή είναι συμβατό με ένα μεγάλο πλήθος συσκευών. Το Linux είναι ένα πολύ ασφαλές σύστημα, το οποίο έχει δοκιμαστεί σε πολύ απαιτητικά περιβάλλοντα εδώ και δεκαετίες. Η ασφάλειά του είναι άμεσα συνδεδεμένη με την ασφάλεια του Android καθώς όλες οι εφαρμογές του τρέχουν με διαδικασίες Linux όπου οι άδειες πρόσβασης τίθενται από το ίδιο το σύστημα Linux. Το Linux έχει πολλά χρήσιμα χαρακτηριστικά που έχουν υιοθετηθεί από το Android όπως η διαχείριση μνήμης, η διαχείριση ενέργειας και η δικτύωση.

β) *Μητρικές Βιβλιοθήκες* (Native Libraries): Είναι γραμμένες σε γλώσσα C και C++ και συνήθως παίρνονται από την κοινότητα ανοιχτού λογισμικού. Αυτές διαθέτουν τα απαραίτητα χαρακτηριστικά και τις ανάλογες υπηρεσίες για το επίπεδο εφαρμογών του Android (Android application layer), όπως:

- Webkit. Μια γρήγορη web-rendering μηχανή που υποστηρίζεται από πολλούς περιηγητές του διαδικτύου (browsers) όπως ο Safari και ο Chrome.
- SQLite. Μια βάση δεδομένων SQL.
- Apache Harmony. Μια open-source εφαρμογή της Java.

- OpenGL. Βιβλιοθήκες για 3D γραφικά.
- OpenSSL. Το επίπεδο ασφαλείας locket.

Στις περισσότερες περιπτώσεις οι βιβλιοθήκες χρησιμοποιούνται αυτούσιες εκτός από μια εξαίρεση τη *Bionic*, η οποία αποτελεί μια άλλη έκδοση της βιβλιοθήκης C. Η βιβλιοθήκη *Bionic* χρησιμοποιείται για δυο σκοπούς. Ο ένας είναι η καταλληλότητά της για μικρές συσκευές που χρησιμοποιούν φορητούς συσσωρευτές ενέργειας (μπαταρία). Ο άλλος είναι, να δίνεται η δυνατότητα σε οποιονδήποτε να πραγματοποιεί μεταποιήσεις σε αυτές.

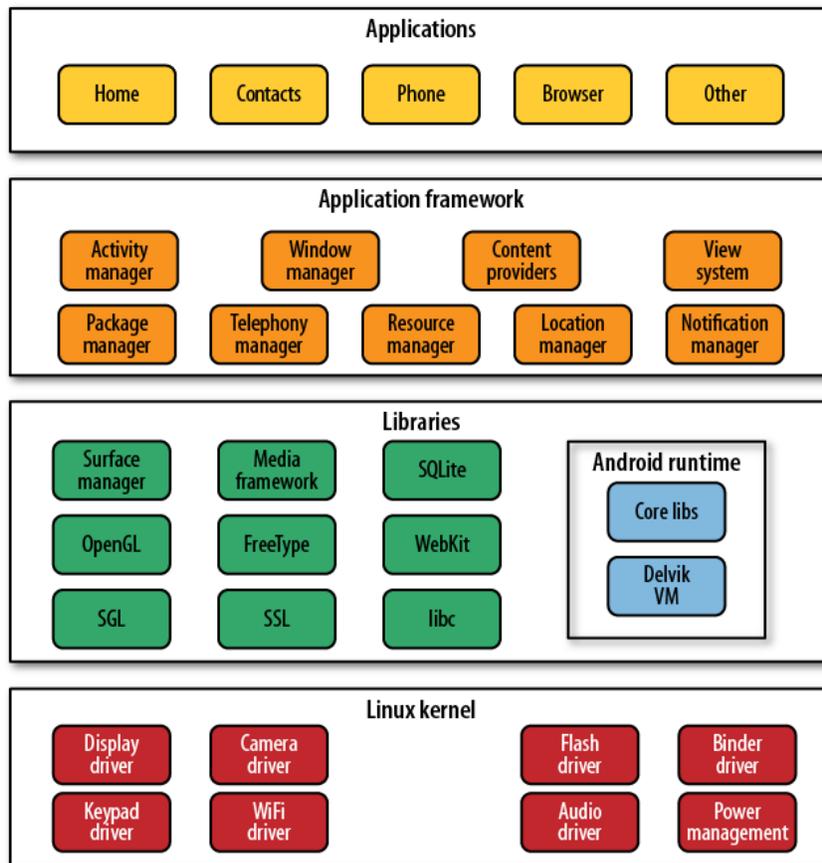
γ) *Χρόνος εκτέλεσης Android* (Android Runtime): Είναι ένα σύνολο από βιβλιοθήκες που προσφέρουν τη δυνατότητα ανάπτυξης εφαρμογών στη γλώσσα προγραμματισμού JAVA. Αποτελείται από τη *Dalvik VM* και από βασικές βιβλιοθήκες (Core libs).

Η *Dalvik VM* είναι μια εικονική μηχανή που έχει σχεδιαστεί ειδικά για το Android από τον Dan Bornstein της Google και την ομάδα του. Η *Java virtual machine* (VM) έχει σχεδιαστεί για να χρησιμοποιείται σε μια ευρεία γκάμα σκοπών και εφαρμογών. Πάνω σε αυτή βασίστηκε η Google και σχεδίασε τη *Dalvik VM* η οποία επιτρέπει στις συσκευές να τρέχουν τις εφαρμογές σε χαμηλή ενέργεια και μνήμη. Ένα πλεονέκτημα της *Dalvik VM* είναι ότι η χρήση της δεν έχει οικονομικό κόστος.

Οι *Core Java libraries*, που προσφέρει το Android, έχουν κάποιες διαφοροποιήσεις από αυτές που προσφέρει η Java [Java Standard Edition, Java Enterprise Edition (J2EE ή JavaEE) και Java Micro Edition (J2ME ή JavaME)]. Η βασική διαφορά εντοπίζεται στην Java user interface (AWT και Swing) την οποία το Android έχει αντικαταστήσει με αποκλειστικά δικές του.

δ) *Πλαίσιο εφαρμογής* (Application Framework): Το πλαίσιο εφαρμογής είναι ένα περιβάλλον που περιέχει μεγάλο αριθμό υπηρεσιών με σκοπό να βοηθήσουν τους προγραμματιστές στην ανάπτυξη των εφαρμογών τους. Το περιβάλλον αυτό παρέχει ένα μεγάλο αριθμό βιβλιοθηκών Java αποκλειστικά για το Android. Οι βιβλιοθήκες Java αποτελούνται από πολλές υπηρεσίες που δίνουν τη δυνατότητα αλληλεπίδρασης και διαχείρισης των εφαρμογών με τις βασικές λειτουργίες της συσκευής όπως η τηλεφωνία, το WiFi, η τοποθεσία, κ.ά.

ε) *Εφαρμογές (Applications)*: Αποτελούν το ανώτερο επίπεδο της αρχιτεκτονικής Android. Σ' αυτό το επίπεδο υπάρχουν οι εφαρμογές που δημιουργούνται από τις εταιρείες και από τους developers. Οι εφαρμογές αυτές παρέχουν λειτουργικότητες που είναι χρήσιμες στον χρήστη και μπορούν να είναι ήδη προεγκατεστημένες στη συσκευή ή οποιοσδήποτε χρήστης να τις προμηθευτεί από το Playstore. Κάθε εφαρμογή αποτελείται από ένα αρχείο και το μοναδικό πακέτο εφαρμογής ή single application package (APK). Αυτό το αρχείο έχει τρία βασικά στοιχεία: Dalvik executable, Resources και Native libraries. Σε κάθε εφαρμογή αντιστοιχείται ένα μοναδικό κλειδί.



Εικόνα 11: Αρχιτεκτονική Android [11]

### 2.1.1.3 Δομικά χαρακτηριστικά εφαρμογών

Μια εφαρμογή Android περιέχει ένα ή περισσότερα από τα παρακάτω χαρακτηριστικά [69] [70]:

α) *Δραστηριότητες* (Activities). Το χαρακτηριστικό αυτό περιέχει εκτελέσιμο κώδικα του οποίου η λειτουργικότητα μπορεί να ενεργοποιηθεί είτε από τον χρήστη είτε από το ίδιο το λειτουργικό σύστημα. Οι δραστηριότητες αυτές μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους και να ανταλλάσσουν πληροφορίες.

β) *Υπηρεσίες* (Services). Οι υπηρεσίες περιέχουν εκτελέσιμο κώδικα αλλά η λειτουργικότητα που παρέχουν δεν περιλαμβάνει γραφικό περιβάλλον αλληλεπίδρασης με τον χρήστη (user interface). Οι λειτουργικότητες που προσφέρουν οι υπηρεσίες δεν απαιτούν άμεση αλληλεπίδραση με τον χρήστη και μπορούν να εκτελούνται παράλληλα με κάποια άλλη δραστηριότητα. Μπορούν ακόμη να επικοινωνούν με άλλα στοιχεία του Android όπως το broadcast receiver που ειδοποιεί τον χρήστη μέσω του notification framework.

γ) *Δέκτες πολυεκπομπής* (Broadcast Receiver). Αυτό το χαρακτηριστικό αποτελεί την ανταπόκριση των αντίστοιχων σημάτων που μεταδίδονται σε όλες τις εφαρμογές του λειτουργικού συστήματος. Τα σήματα αυτά παράγονται από το λειτουργικό σύστημα ή από κάποια άλλη εφαρμογή με σκοπό την ενημέρωση του χρήστη για ένα γεγονός έξω από την εφαρμογή, π.χ. η τηλεφωνική κλήση.

δ) *Πάροχοι περιεχομένου* (content provider). Το χαρακτηριστικό αυτό ορίζει τη σχέση των εφαρμογών με τα δεδομένα της, δηλαδή διαμερισμό και αποθήκευση δεδομένων σε βάσεις δεδομένων SQLite και οποιαδήποτε άλλη δυνατή μορφή.

ε) *Intents*. Είναι το βασικότερο χαρακτηριστικό για την επικοινωνία μεταξύ των διαφορετικών δραστηριοτήτων της εφαρμογής για την ανταλλαγή πληροφοριών και δεδομένων μεταξύ τους. Στο Android, με τη χρήση των *intents* είναι δυνατό να εναλλάσσουμε δραστηριότητες. Ακόμη δίνουν τη δυνατότητα στην εφαρμογή να επιλέξει μια δραστηριότητα βασισμένη στην ενέργεια που θέλει να εκτελέσει και τα δεδομένα επί των οποίων λειτουργεί.

### 2.1.1.4 Εκδόσεις του λειτουργικού συστήματος Android

Το Android κυκλοφορεί σε διαφορετικές εκδόσεις οι οποίες απεικονίζονται ταξινομημένες από την πιο πρόσφατη μέχρι την παλαιότερη στον παρακάτω πίνακα:

| Code name          | Version       | API level |
|--------------------|---------------|-----------|
| Nougat             | N             | 24        |
| Marshmallow        | 6.0           | 23        |
| Lollipop           | 5.1           | 22        |
| Lollipop           | 5.0           | 21        |
| KitKat             | 4.4 - 4.4.4   | 19        |
| Jelly Bean         | 4.1.x - 4.3.x | 16 - 18   |
| Ice Cream Sandwich | 4.0.1 - 4.0.4 | 14 - 15   |
| Honeycomb          | 3.2.x         | 13        |
| Honeycomb          | 3.0 - 3.1     | 11 - 12   |
| Gingerbread        | 2.3 - 2.3.7   | 9-10      |
| Froyo              | 2.2.x         | 8         |
| Eclair             | 2.1           | 7         |
| Eclair             | 2.0 - 2.0.1   | 5 - 6     |
| Donut              | 1.6           | 4         |
| Cupcake            | 1.5           | 3         |
| (no code name)     | 1.1           | 2         |
| (no code name)     | 1.0           | 1         |

Εικόνα 12: Εκδόσεις Android [12]

## 2.2 Εργαλεία

### 2.2.1 Android Studio

#### 2.2.1.1 Εισαγωγή

Το Android Studio είναι ένα *integrated development environment* (IDE) για Android το οποίο δημιουργήθηκε από την Google και βασίστηκε στο IntelliJ IDEA. Κάποια χαρακτηριστικά και λειτουργίες που παρέχει το Android Studio είναι τα εξής [71]:

- Flexible Gradle-based build system.
- Έναν προσομοιωτή.
- Ένα περιβάλλον στο οποίο μπορούν να αναπτυχθούν εφαρμογές για όλες τις συσκευές που υποστηρίζουν Android.
- Τη λειτουργία Instant Run για να μεταδίδονται οι αλλαγές που γίνονται στην εφαρμογή χωρίς να δημιουργηθεί καινούργιο APK.

- Δείγματα κώδικα και υποστήριξη του GitHub integration με σκοπό την εισαγωγή ή το ανέβασμα κώδικα από το GitHub.
- Υποστήριξη του NDK και της γλώσσας προγραμματισμού C++.

### 2.2.1.2 Εκδόσεις του Android Studio

Το Android κυκλοφορεί σε διαφορετικές εκδόσεις ξεκινώντας από τον Μάιο του 2013 με την έκδοση Android Studio v0. 1.x . Τον Αύγουστο του 2016 κυκλοφόρησε την τελευταία έκδοση του Android Studio v2.1.3.x. Κάθε έκδοση έχει το όνομα Android Studio και συνοδεύεται από τον αριθμό της έκδοσης [72].

### 2.2.1.3 Android software development kit (SDK)

Το *Android software development kit* (SDK) είναι ένα σύνολο εργαλείων για την ανάπτυξη εφαρμογών στο λειτουργικό σύστημα Android. Περιέχει πρόσθετες βιβλιοθήκες, απαραίτητα εργαλεία ανάπτυξης καθώς και έναν προσομοιωτή που απαιτείται για τη δοκιμή της εφαρμογής από τον προγραμματιστή. Ακόμα, συμπεριλαμβάνει και την εικονική μηχανή με την ονομασία Dalvik η οποία αναλαμβάνει την εκτέλεση του κώδικα για τις ανάγκες του λειτουργικού συστήματος Android. Μερικά από τα εργαλεία του SDK είναι το Android Development Tools (ADT) που περιέχει πλήθος εργαλείων για τον σχεδιασμό των γραφικών στοιχείων και άλλων πρόσθετων λειτουργιών που διευκολύνουν τη συγγραφή κώδικα, το περιβάλλον διαχείρισης εικονικών μηχανών προσομοίωσης των εφαρμογών που ονομάζεται Android Virtual Devices Manager (AVD Manager), ο προσομοιωτής συσκευής που ονομάζεται Android Emulator για τη δοκιμή των εφαρμογών και ο διαχειριστής των στοιχείων του SDK με το όνομα SDK Manager όπου μέσω του γραφικού περιβάλλοντος επιτρέπεται η διαχείριση πακέτων και βιβλιοθηκών. Το Android Studio κυκλοφορεί μαζί με τη δική του έκδοση του SDK [73] [74].

## 2.2.2 libGDX

### 2.2.2.1 Γενική περιγραφή

Το Libgdx είναι ένα *πλαίσιο ανάπτυξης παιχνιδιού σε γλώσσα προγραμματισμού Java* (Java game development framework) ανοιχτού τύπου (open-source). Προσφέρει ένα ενοποιημένο API, που με τη συγγραφή κώδικα μόνο μια φορά και χωρίς περαιτέρω διαφοροποιήσεις, μπορεί να υποστηρίξει μια ή περισσότερες από τις παρακάτω πλατφόρμες:

- Windows
- Linux
- Mac OS X
- Android (2.2+)
- BlackBerry
- iOS
- Java Applet (απαιτείται να είναι εγκατεστημένο το JVM)
- Javascript/WebGL (Chrome, Safari, Opera, Firefox, IE via Google Chrome Frame)

Το Libgdx βασίζεται κυρίως στη γλώσσα προγραμματισμού Java, δίνει όμως τη δυνατότητα να μπορεί κάποιος, αν επιθυμεί, να μεταβεί στο χαμηλότερο επίπεδο του Libgdx αφού αυτό παρέχει άμεση πρόσβαση στο σύστημα αρχείων, στις συσκευές εισόδου, στις συσκευές ήχου και στην OpenGL (μέσω του OpenGL ES 2.0/3.0). Αυτές οι λειτουργίες χαμηλού επιπέδου περιέχουν ένα σύνολο από APIs που διαθέτουν λειτουργικότητες, όπως η απόδοση κειμένου, η απόδοση των sprites, η δημιουργία γραφικού περιβάλλοντος χρήστη, η αναπαραγωγή μουσικής και ηχητικών εφφέ, αλγεβρικούς και τριγωνομετρικούς υπολογισμούς, υποστήριξη του προτύπου JSON, υποστήριξη του προτύπου του XML κ.ά. Ακόμα, το Libgdx χρησιμοποιεί σε κάποιες περιπτώσεις το Java Native Interface (JNI) για να πετύχει καλύτερη απόδοση. Αξίζει να αναφερθεί ότι το LibGDX χρησιμοποιεί τη λειτουργικότητα των παρακάτω third party βιβλιοθηκών: OpenGL, FreeType, mpg123, xiph.org, soundtouch, LWJGL, OpenAL, KissFFT. Επιπλέον, το Libgdx περιέχει κάποια επιπλέον εργαλεία που είναι: 2D Particle editor, 3D Particle editor, Texture packer, Bitmap font generator. Το 2D Particle editor δίνει τη δυνατότητα για τη δημιουργία κάποιων σωματιδιακών εφφέ ενώ το 3D Particle editor για τη δημιουργία τρισδιάστατων σωματιδιακών εφφέ. Το Texture packer δημιουργεί μια εικόνα πακετάροντας πολλές μικρές εικόνες. Το Libgdx παρέχει το εργαλείο Hiero το οποίο είναι ένα Bitmap font generator.

Η γλώσσα προγραμματισμού που είναι γραμμένη η βιβλιοθήκη γραφικών αποτέλεσε το πρώτο κριτήριο επιλογής της. Ένα δεύτερο κριτήριο ήταν η δημοτικότητα της, ένα τρίτο η παροχή εργαλείων και δειγμάτων κώδικα και τέλος η πληρότητα της τεκμηριωσής της. Βασίζομενος σε αυτά τα κριτήρια και με την προϋπόθεση ότι η βιβλιοθήκη θα έπρεπε να έχει δημοσιευθεί υπό τους όρους μιας ελεύθερης άδειας λογισμικού, κατέληξα σε δύο επιλογές, τη LibGDX και την Cocos2D-X. Η δημοτικότητά τους είναι εμφανής, κάτι που διαπιστώνεται βλέποντας τα

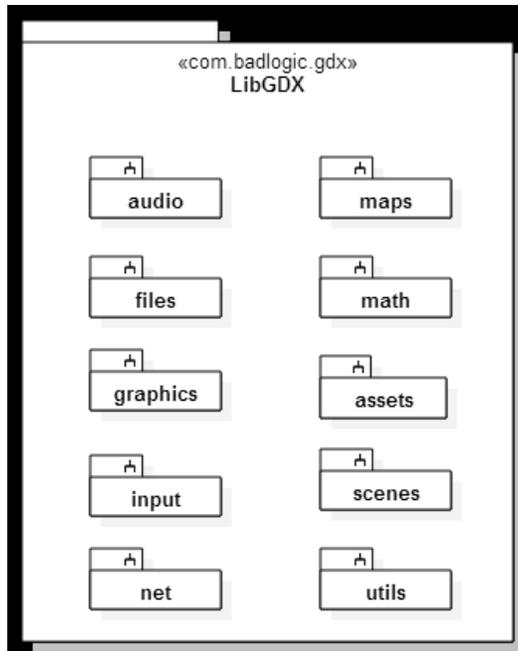
στατιστικά δεδομένα χρήσης τους για το android στον ιστότοπο AppBrain (<http://www.appbrain.com/stats/libraries/dev>). Οι δυο βιβλιοθήκες παρέχουν διάφορα εργαλεία, είναι πλήρως τεκμηριωμένες και υποστηρίζονται από μεγάλες κοινότητες προγραμματιστών. Αυτό που με οδήγησε να στραφώ στη LibGDX ήταν το γεγονός ότι ήταν γραμμένη στη γλώσσα προγραμματισμού Java ενώ η Cocos2D-X είναι σε γλώσσα C++ και χρησιμοποιεί το Android NDK για να χρησιμοποιηθεί στο Android.

### 2.2.2.2 Αρχιτεκτονική του LibGdx

Στο υψηλότερο επίπεδο αφαιρετικότητας βρίσκονται τα backend modules του LibGDX. Αυτά περιγράφουν τις βασικές διεπαφές (interfaces) του LibGDX παρέχοντας το μεγαλύτερο κομμάτι της λειτουργικότητας. Οι διεπαφές αυτές εφαρμόζονται σε κάθε υποστηριζόμενη πλατφόρμα με αποτέλεσμα ο προγραμματιστής να συγγράφει μια φορά το παιχνίδι και να τρέχει σε όλες τις υποστηριζόμενες πλατφόρμες. Οι διεπαφές που προσφέρει είναι οι ακόλουθες:

- *Application.java*. Η διεπαφή αυτή χρησιμοποιείται από το λειτουργικό σύστημα της εκάστοτε πλατφόρμας για να φορτώσει το παιχνίδι.
- *Graphics.java*. Εδώ παρέχεται μια σειρά από μεθόδους που είναι υπεύθυνες για την επικοινωνία με τον επεξεργαστή γραφικών της κάθε πλατφόρμας.
- *Audio.java*. Στη διεπαφή αυτή περιέχονται μια σειρά από βοηθητικές μεθόδους για τη δημιουργία και τη διαχείριση των ηχητικών πηγών.
- *Files.java*. Στη συγκεκριμένη διεπαφή υπάρχει ένα σύνολο μεθόδων που βοηθούν στην επικοινωνία και διαχείριση του συστήματος αρχείων της εκάστοτε πλατφόρμας.
- *Input.java*. Η διαχείριση και η επικοινωνία με τις συσκευές εισόδου όπως το πληκτρολόγιο, το ποντίκι, το άγγιγμα του χρήστη στην οθόνη των φορητών συσκευών κ.ά εφαρμόζεται μέσα από μεθόδους που παρέχονται σε αυτήν τη διεπαφή.
- *Net.java*. Οποιαδήποτε ενέργεια χρειάζεται να πραγματοποιηθεί μέσω του διαδικτύου γίνεται εφικτή με τις μεθόδους που παρέχονται στη διεπαφή αυτή.
- *Preferences.java*. Με τις μεθόδους αυτής της διεπαφής παρέχεται η δυνατότητα για αποθήκευση και ανάκτηση των ρυθμίσεων του παιχνιδιού.

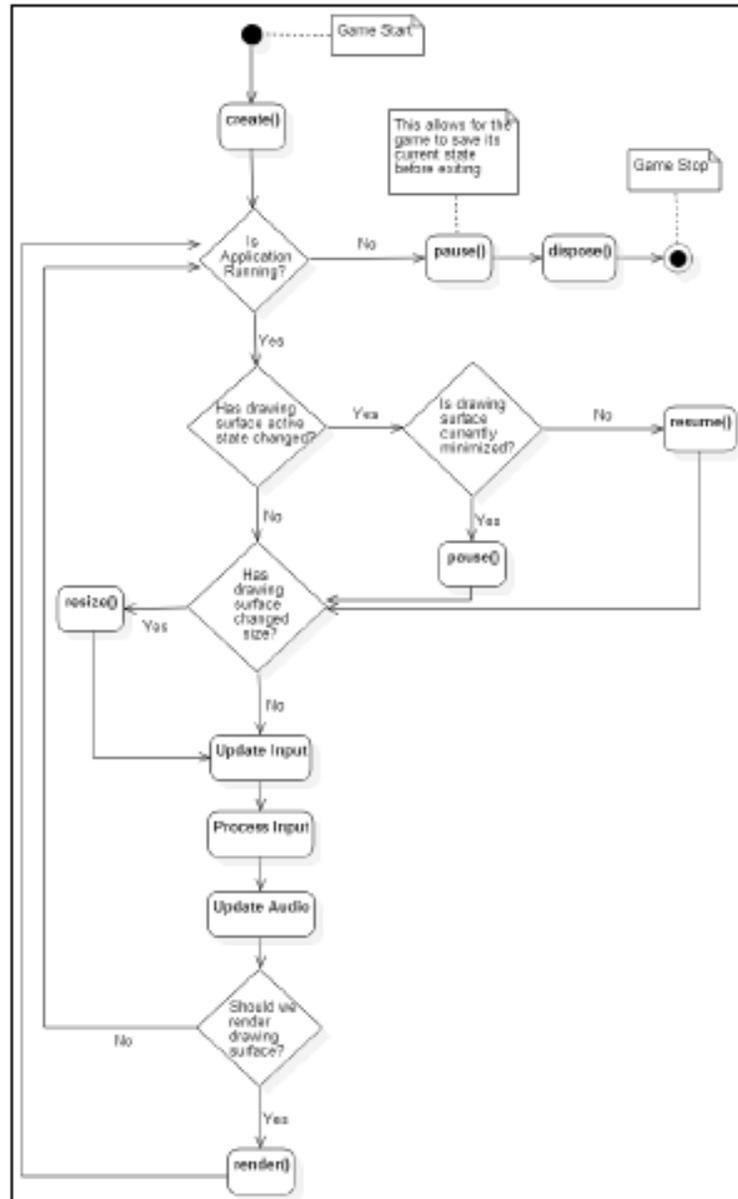
Οι υπόλοιπες λειτουργικότητες ανήκουν στα core modules του LibGDX. Στην παρακάτω εικόνα οι λειτουργικότητες αυτές απεικονίζονται στη δεξιά στήλη.



Εικόνα 13: Βασικές λειτουργικότητες του LibGDX [13]

Περίληπτικά το *Maps* περιέχει κλάσεις για την αλληλεπίδραση με τα διαφορετικά επίπεδα των χαρτών που εφαρμόζονται, όπως αυτά που δημιουργούνται από τους χάρτες Tiled και Tide. Στη συνέχεια η κλάση *Math* περιέχει μεθόδους για μαθηματικούς υπολογισμούς. Επιπλέον με τις μεθόδους της κλάσης *Assets* πραγματοποιείται η διαχείριση των assets, όπως των bitmap fonts, textures κ.ά. Η κλάση *scenes* περιέχει μεθόδους για την αναπαραγωγή 2D γραφικών σκηνών και τελευταία η κλάση *Utils* παρέχει μια σειρά από μεθόδους για βασικά κομμάτια της πρακτικότητας όπως η ανάγνωση και η εγγραφή απο XML και JSON. Αξίζει να αναφερθεί ότι το LibGDX παρέχει και μια σειρά από βιβλιοθήκες ως επεκτάσεις που είναι διαχειρίσιμες από third-parties developers, όπως οι gdx-box2d, gdx-bulle, gdx-controllers, gdx-freetype, gdx-jnigen, gdx-setup και gdx-tools [75].

Ο *κύκλος ζωής* (lifecycle) ενός τυπικού παιχνιδιού LibGDX μπορεί να περιγραφεί από το παρακάτω διάγραμμα:



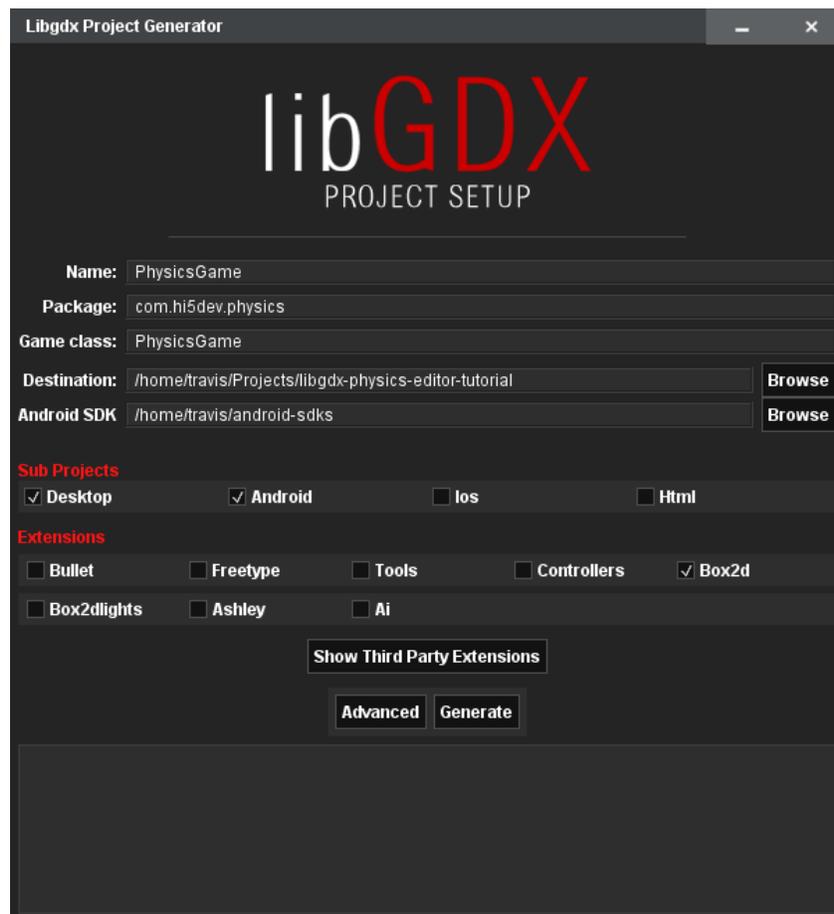
Εικόνα 14: Game's lifecycle [14]

### 2.2.2.3 Εγκατάσταση του LibGdx

Για την εγκατάσταση του LibGdx χρειάζεται να είναι εγκατεστημένη η τελευταία έκδοση του Java Development Kit (JDK) η οποία βρίσκεται στον ιστότοπο της Oracle και είναι διαθέσιμη στο link <http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/index.html>. Έπειτα, χρειάζεται να εγκατασταθεί το integrated development environment (IDE) για να αρχίσει η ανάπτυξη μέσω του LibGdx. Το LibGdx δημιουργεί ένα έτοιμο project μέσω του gdx-setup tool που είναι διαθέσιμο στο link <http://libgdx.badlogicgames.com/download.html>. Για να εκτελεστεί το gdx-

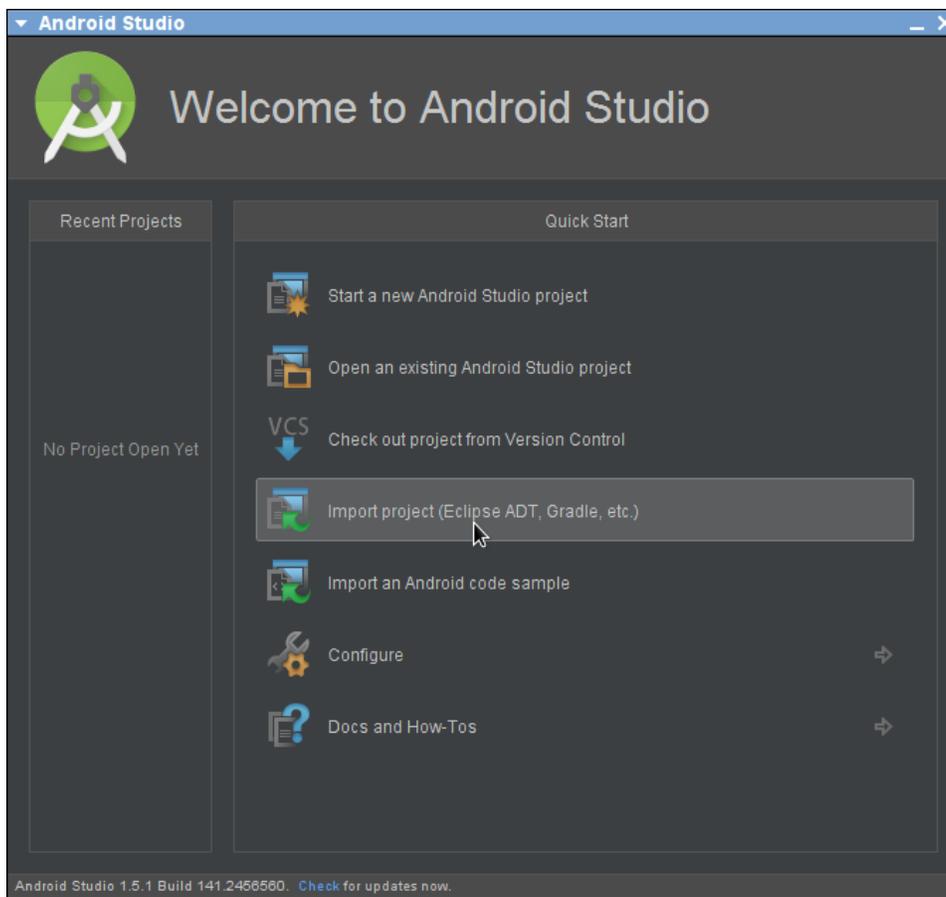
setup tool χρειάζεται πρώτα να μεταφορτωθεί το gdx-setup.jar. Στη συνέχεια εμφανίζεται ένα παράθυρο στο οποίο πρέπει να συμπληρωθούν τα παρακάτω στοιχεία:

- Name. Το όνομα του project
- Package. Το όνομα του java package
- Game class. Το όνομα της java κλάσης
- Destination. Ο φάκελος στον οποίο θα αποθηκευτεί το project.
- Android SDK. Ο φάκελος που περιέχει το Android SDK.
- Sub Projects. Εδώ επιλέγεται η πλατφόρμα στην οποία είναι διαθέσιμο το παιχνίδι.
- Extensions. Εδώ επιλέγονται κάποιες επιπλέον βιβλιοθήκες που παρέχουν συγκεκριμένες λειτουργικότητες.



Εικόνα 15: Εκτέλεση του gdx-setup.jar [15]

Αφού δημιουργηθεί το project, πρέπει να γίνει import στο android studio. Η ενέργεια αυτή απαιτεί την επιλογή import project (Eclipse ADT, Gradle, etc.). Στη συνέχεια εμφανίζεται το project στο android studio.



Εικόνα 16: Κεντρική οθόνη του Android studio [16]

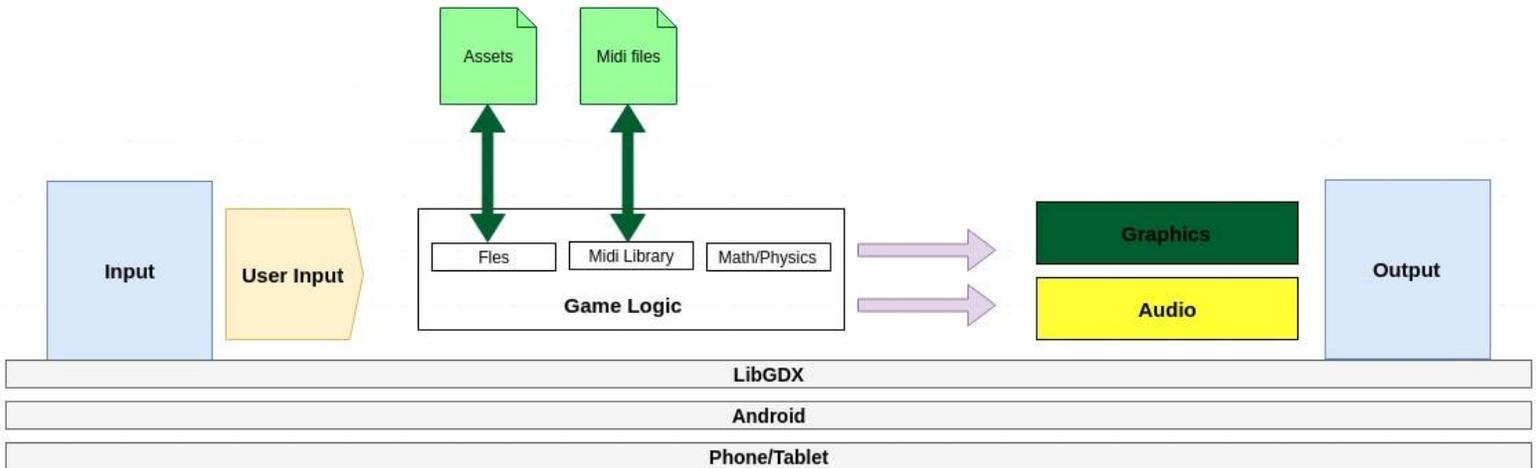
### 3. Πρότυπο εφαρμογής

Για τις ανάγκες της παρούσας πτυχιακής εργασίας σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε ένα μουσικό παιχνίδι με την ονομασία NoteCollector για το λειτουργικό σύστημα Android. Το παιχνίδι αυτό επιτρέπει στον χρήστη, αφού πρώτα επιλέξει ένα μουσικό κομμάτι σε αρχείο *MIDI* (κατά βάση κομμάτι πιάνου) από τα παρεχόμενα κομμάτια της εφαρμογής, να μεταβεί στην κεντρική οθόνη του παιχνιδιού. Στην οθόνη αυτή παρουσιάζεται ένα πληκτρολόγιο πιάνου τα πλήκτρα του οποίου, κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγής του μουσικού κομματιού, πατιούνται ανάλογα με τις νότες που παίζονται στο κομμάτι αυτό. Με την πίεση οποιουδήποτε πλήκτρου αναπαράγεται ένα γκρι τετράγωνο που κινείται προς το πάνω μέρος της οθόνης. Εκτός από τα γκρι

τετράγωνα, ανά τακτές χρονικές στιγμές αναπαράγονται και κάποια άλλα με χρώμα πράσινο ή κόκκινο. Ο παίχτης ελέγχει ένα γκρι τετράγωνο, που είναι μεγαλύτερο από τα άλλα, με το οποίο συλλέγει τα υπόλοιπα τετράγωνα. Με τη συλλογή γκρι τετραγώνων, ο παίχτης κερδίζει πόντους ενώ με τα πράσινα τετράγωνα οι πόντοι πολλαπλασιάζονται με κάποιον τυχαίο αριθμό (2-7) για λίγα δευτερόλεπτα (2-6). Ο παίχτης πρέπει να αποφύγει τα κόκκινα τετράγωνα καθώς, αν συλλέξει πέντε από αυτά, χάνει. Όταν ο παίχτης συλλέξει ένα κόκκινο τετράγωνο έχει δυο επιπτώσεις. Στην πρώτη, δεν μπορεί να συλλέξει τετράγωνα για μερικά δευτερόλεπτα (2-6) και στη δεύτερη αυξάνεται η ταχύτητα με την οποία κινούνται όλα τα τετράγωνα για κάποια δευτερόλεπτα (2-6). Στόχος του παίχτη είναι να μαζέψει όσους περισσότερους πόντους μπορεί μέχρι το τέλος του μουσικού κομματιού χωρίς να χάσει. Αφού τελειώσει η αναπαραγωγή του κομματιού, ο παίχτης έχει τη δυνατότητα να καταχωρίσει το σκόρ του με ένα χαρακτηριστικό όνομα ή να συνεχίσει το παιχνίδι. Υπάρχουν τέσσερα επίπεδα δυσκολίας που μπορεί να επιλέξει ο παίχτης (easy, normal, hard, very hard). Μπορεί ακόμη, μέσα από την αναζήτηση στο σύστημα αρχείων του Android να επιλέξει κάποιο δικό του αρχείο MIDI που είναι καταχωρημένο στον αποθηκευτικό χώρο της συσκευής του.

### 3.1 Αρχιτεκτονική εφαρμογής

Τα βασικά δομικά στοιχεία του παιχνιδιού αναπαρίστανται στο παρακάτω σχήμα:



Συνοπτικά, το *Input* προσφέρει ένα μοντέλο για τη διαχείριση των συσκευών εισόδου όπως η οθόνη αφής. Το *User Input* είναι η αλληλεπίδραση του χρήστη με τις συσκευές εισόδου. Η λογική του παιχνιδιού (*Game Logic*) σε συνδυασμό με τα *assets* και τα αρχεία *MIDI* σχηματοποιεί τη βασική λειτουργικότητα του παιχνιδιού. Το *Graphics* είναι υπεύθυνο για την αναπαράσταση των γραφικών στοιχείων του παιχνιδιού όπως τα *sprites* και τα *textures*. Ακόμα, με το *Audio* δίνεται η δυνατότητα για την αναπαραγωγή μουσικών κομματιών. Το *Output* παρουσιάζει στον παίχτη το οπτικό και ηχητικό αποτέλεσμα που προέκυψε από τη λογική του παιχνιδιού.

### 3.2 Επεξεργασία και αναπαραγωγή MIDI

Επειδή το *Android* δεν υποστηρίζει τη βιβλιοθήκη *javax.sound.midi* της *Java* μέσω της οποίας δίνεται η δυνατότητα επεξεργασίας και ανάγνωσης του περιεχομένου των αρχείων *MIDI*, αναζήτησα και εφάρμοσα μια βιβλιοθήκη που βασίζεται σε *Java* και απευθύνεται κυρίως σε εφαρμογές *Android* με την οποία μπορεί κάποιος να επεξεργαστεί, να διαβάσει και να γράψει αρχεία *MIDI*. Η βιβλιοθήκη αυτή ονομάζεται *android-midi-lib* και είναι διαθέσιμη στο link <https://github.com/LeffelMania/android-midi-lib#android-midi-library>. Για την αναπαραγωγή

των αρχείων *MIDI* χρησιμοποίησα την κλάση *Music* που είναι διαθέσιμη μέσω των βιβλιοθηκών που παρέχει το *libGDX*. Τα μουσικά αρχεία *MIDI* που είναι διαθέσιμα στην εφαρμογή υπάρχουν στο link: <http://www.midiworld.com/files/>.

### 3.3 Αλγόριθμος για τη συλλογή των πληροφοριών του αρχείου MIDI

Για να συλλέξω όλες τις νότες από το κάθε μουσικό αρχείο χρησιμοποίησα τις κλάσεις *MidiFile*, *MidiEvent*, *NoteOn*, *NoteOff* και *Tempo* από τη βιβλιοθήκη *midilib*. Αρχικά, μέσω της συνάρτησης *getTickPerMsec* υπολογίζεται ο αριθμός των ticks που αντιστοιχούν σε κάθε μικροσεκόντ. Ακολουθεί η συνάρτηση *MidiManipulator* στην οποία δημιουργείται ένα αντικείμενο της κλάσης *MidiFile*. Στη συνέχεια τοποθετούνται όλα τα κομμάτια του αρχείου σε μια *ArrayList*. Έπειτα, σε ένα διπλό *while loop* καταχωρούνται -όσο υπάρχουν κομμάτια και όσο τα κομμάτια έχουν γεγονότα αποθηκευμένα- όλα τα γεγονότα *NoteOn* και *NoteOff* σε μια λίστα από αντικείμενα της κλάσης *MidiEvent*. Επίσης, καταχωρείται το *PPQ* (*bpm*) σε μια μεταβλητή που ονομάζεται *bpm*. Καταχωρείται ακόμα, το αντίστοιχο *resolution* του αρχείου *MIDI* σε μια μεταβλητή με το όνομα *resolution*. Το *resolution* και το *bpm* χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό στη συνάρτηση *getTickPerMsec*. Τέλος, στη συνάρτηση *GetAllNotes* καταχωρούνται και ταξινομούνται όλες οι νότες του κομματιού σε μια λίστα αντικειμένων της κλάσης *MidiNote*. Η κλάση *MidiNote* περιέχει τον αριθμό του καναλιού, τον αριθμό της νότας, τη χρονική στιγμή που ξεκινάει η νότα καθώς και τη διαρκεία της. Ο κώδικας της κλάσης *MidiManipulator* είναι αυτός που υλοποιεί όλες αυτές τις λειτουργίες.

```
private int resolution;
private float bpm;
private ArrayList<MidiNote> notes;
private ArrayList<MidiEvent> midiEvents;
private MidiFile mf;
/*Here computation of ticks per Msec*/
public float getTickPerMsec() {
    return (60000 / (bpm * resolution));
}

public MidiManipulator(File input) throws IOException {
    mf = null;
```

```

try {
    mf = new MidiFile(input);
} catch (IOException e) {
    System.err.println("Error parsing MIDI file:");
    e.printStackTrace();
    return;
}

midiEvents = new ArrayList<MidiEvent>();
ArrayList<MidiTrack> filetracks = mf.getTracks();
Iterator<MidiTrack> it = filetracks.iterator();
/*If midi file has tracks continue*/
while (it.hasNext()) {
    Iterator<MidiEvent> midiEventIterator = it.next().getEvents().iterator();
    while (midiEventIterator.hasNext()) {
        /*If midi file track has event continue */
        MidiEvent E = midiEventIterator.next();

        /*check if midi event is noteon or note off*/
        if (E.getClass().equals(NoteOn.class) || E.getClass().equals(NoteOff.class)) {
            midiEvents.add(E);
        }
        /*check for tempo of midi track*/

        if (E.getClass().equals(Tempo.class)) {
            Tempo tempo = (Tempo) E;
            bpm = tempo.getBpm();
        }

    }
}
resolution = mf.getResolution();
}

```

```
    /*this function combine all notes information in one list of MidiNote eventes and sorted from beginning  
time to end*/
```

```
public ArrayList<MidiNote> GetAllNotes() {  
    notes = new ArrayList<MidiNote>();  
  
    for (MidiEvent event : midiEvents) {  
  
        if (event.getClass().equals(NoteOn.class)) {  
            NoteOn noteon = (NoteOn) event;  
            /*check if note start added it to list*/  
            if (noteon.getVelocity() > 0) {  
                MidiNote note = new MidiNote(noteon.getNoteValue(), noteon.getTick(), noteon.getChannel(), 0);  
  
                notes.add(note);  
                /*check if note end use function NoteOff*/  
            } else if (noteon.getVelocity() == 0) {  
  
                NoteOff(noteon.getChannel(), noteon.getNoteValue(), noteon.getTick());  
            }  
        } else if (event.getClass().equals(NoteOff.class)) {  
            NoteOff noteoff = (NoteOff) event;  
  
            NoteOff(noteoff.getChannel(), noteoff.getNoteValue(), noteoff.getTick());  
        }  
    }  
  
    sortnotes();  
    return notes; }  
  
public void NoteOff(int channel, int notenumber, long endtime) {  
  
    for (int i = 0; i < notes.size(); i++) {  
        MidiNote note = notes.get(i);
```

```

        /*If the object with this channel, this notenumber and this endtime don't have duration, for this note
        calculate the duration. */
        if (note.getChannel() == channel && note.getNotenumber() == notenumber &&
            note.getDuration() == 0) {
            notes.get(i).CalculateDuration(endtime);
            return;
        }
    }
}

private void sortnotes(){

    /*sort list of MidiNote objectes. Sort based on starttime of every note /
    Collections.sort(notes, new Comparator<MidiNote>() {
        @Override
        public int compare(MidiNote notefirst, MidiNote notenext) {
            if ( notefirst.getStarttime() == notenext.getStarttime())
                return (notefirst.getNotenumber() - notenext.getNotenumber());
            else
                return (int) ( notefirst.getStarttime()- notenext.getStarttime());
        }
    });
}

```

### 3.3 Βασικός αλγόριθμος του παιχνιδιού

Οι πληροφορίες του αρχείου *MIDI* υπολογίζονται και συλλέγονται μόλις ο παίχτης επιλέξει ένα μουσικό κομμάτι. Στη συνέχεια ξεκινάει η αναπαραγωγή του κομματιού και ταυτόχρονα χρησιμοποιείται ένα αντικείμενο της κλάσης `Timer.Task` και ένα αντικείμενο της κλάσης `Timer` του `LibGDX`. Με το αντικείμενο της κλάσης `Timer` ορίζω να πραγματοποιείται η εκτέλεση ανά 100 μιλισεκόντ της λειτουργικότητας που ορίζεται μέσω του αντικειμένου της κλάσης `Timer.Task` που έχω δημιουργήσει. Στο αντικείμενο της κλάσης `Task` ορίζω να πραγματοποιείται ο υπολογισμός της αντίστοιχης χρονικής στιγμής κάθε φορά σε tick. Με βάση το tick αναζητείται από τη λίστα με τις καταχωρημένες νότες, εκείνη η νότα που αντιστοιχεί στη συγκεκριμένη

χρονική στιγμή. Όταν βρεθεί η ζητούμενη νότα, τότε με την πίεση ενός πλήκτρου του πιάνου αναπαράγεται το αντίστοιχο τετράγωνο. Για να βρεθεί το κατάλληλο πλήκτρο πραγματοποιείται ο υπολογισμός της οκτάβας και της αντιστοίχης μουσικής κλίμακας. Σε κάθε πλήκτρο του πιάνου αντιστοιχείται μια συντεταγμένη με την κατάλληλη οκτάβα και την κατάλληλη μουσική κλίμακα. Πρακτικά υπάρχουν 11 οκτάβες και κάθε οκτάβα μπορεί να έχει μέχρι δώδεκα μουσικές νότες (μουσική κλίμακα). Με βάση αυτό, στα αρχεία MIDI υπάρχουν οι αριθμοί της εκάστοτε νότας. Έχοντας τον αριθμό της νότας τη διαιρώ δια 12 και αφαιρώ 1. Έτσι υπολογίζω την αντίστοιχη οκτάβα και βρίσκοντας το modulo της διαίρεσης του αριθμού της νότας με το 12, βρίσκω τη μουσική κλίμακα. Με βάση αυτούς τους δυο αριθμούς βρίσκω την κατάλληλη συντεταγμένη κάθε φορά. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται συνέχεια μέχρι το τέλος του μουσικού κομματιού. Π.χ. Εάν ο αριθμός της νότας είναι 48, διαιρώντας το με το 12 ( $48:12=4$ ) και αφαιρώντας το 1 ( $4-1=3$ ) έχουμε αποτέλεσμα τον αριθμό 3 που είναι ο αριθμός της οκτάβας. Καταλαβαίνουμε ότι η νότα βρίσκεται στην οκτάβα 3. Τώρα, βρίσκοντας το modulo της διαίρεσης ( $48:12=4$  και υπόλοιπο 0), εδώ ο αριθμός μηδέν (0), καταλαβαίνουμε ποιό είναι το πλήκτρο που αντιστοιχεί στη νότα αυτή.

Η δημιουργία του αντικείμενου της κλάσης Timer.Task φαίνεται από τη συνάρτηση createTimer.

```
private void createTimer(){
    task = new Timer.Task() {
        @Override
        public void run() {
            if(GameState.equals("running")) {
                /*find the millisecond with computing the subtract the starttime of task from current time in milliseconds
                */
                msec = System.currentTimeMillis()- starttime;
                prevTick = curretnTick; //admit the previws tick on variable prevTick
                curretnTick = (msec / TickPerMsec); // convert milliseconds to ticks
                /* call the method from object of Piano class DrawNotes for drawing the current played note and
                produce the corresponding square*/
                piano.DrawNotes((int) curretnTick,(int) prevTick);
            }
        }
    };
}
```

```
    }

    }
};
}
```

Η αρχή όλης της διαδικασίας φαίνεται από τη συνάρτηση StartTimer.

```
private void StartTimer(){
    createTimer(); //call the method we describe
    SetupMusic(); // With this method create the object of music class for play the music track
    /*Check if the player have select to play eithout sound*/
    Preferences prefs= Gdx.app.getPreferences("NoteCollectorPreferences");
    if (prefs.getBoolean("music")) music.setVolume(100f);
    else music.setVolume(0f);

    music.play();
    timer.scheduleTask(task, 0f,0.1f); //Define the task we created with method createTimer and scheduled for
run every 0.1 seconds
    starttime = System.currentTimeMillis(); // find the current time in millisecond
    curretnTick = 0; //initialize the variable curretnTick
}
```

## 4. Ενδεικτικό σενάριο λειτουργίας

---

Μέσα από το παρακάτω ενδεικτικό σενάριο χρήσης παρουσιάζονται οι κυριότερες λειτουργίες και τα χαρακτηριστικά του παιχνιδιού NoteCollector.

α) Επιλογές στο κεντρικό μενού: Εδώ παρουσιάζονται οι διαθέσιμες επιλογές του παιχνιδιού. Ο παίχτης μπορεί να επιλέξει την πρώτη επιλογή για να ξεκινήσει το παιχνίδι (κουμπί Play). Η δεύτερη επιλογή που μπορεί να πραγματοποιήσει είναι η ενημέρωση για τα σκορ που έχουν επιτευχθεί στο παιχνίδι, αν υπάρχουν (κουμπί Scores). Με την τρίτη επιλογή ο παίχτης μπορεί να διαβάσει τις οδηγίες που αφορούν τον τρόπο με τον οποίο παίζεται το παιχνίδι. Τέλος, έχει τη δυνατότητα να πραγματοποιήσει κάποιες ρυθμίσεις (κουμπί Options) καθώς και να βγει από το παιχνίδι (κουμπί Exit).



*Κεντρικό μενού NoteCollector*

β) Εμφάνιση καταγεγραμμένων σκορ: Πατώντας την επιλογή Scores εμφανίζονται τα σκόρ με αριθμητική σειρά απο τα μεγαλύτερα στα μικρότερα αλλά και το ψευδώνυμο του παίχτη.



*Οθόνη με τα καταγεγραμμένα σκορ*

γ) Οδηγίες του παιχνιδιού: Ο παίχτης πατώντας την επιλογή Help οδηγείται στην οθόνη που περιέχει τις οδηγίες για τον τρόπο με τον οποίο παίζεται το παιχνίδι.



*Οθόνη με τις οδηγίες του παιχνιδιού*

δ) Ρυθμίσεις του παιχνιδιού: Ο παίχτης, μετά το πάτημα του κουμπιού Options οδηγείται στην οθόνη που του δίνει τρεις διαθέσιμες επιλογές. Η πρώτη είναι να παίζει το παιχνίδι χωρίς να ακούγεται μουσική. Η δεύτερη απενεργοποιεί τον ήχο που παράγεται, όταν ο παίχτης πατάει ένα κουμπί και η τρίτη του δίνει τη δυνατότητα να ρυθμίσει το μέγεθος του τετραγώνου που ελέγχει σε Normal, Big και Very Big.



*Οθόνη ρυθμίσεων του παιχνιδιού*

ε) Παίξιμο του παιχνιδιού: Πατώντας το κουμπί Play ο παίχτης οδηγείται στην οθόνη με τις επιλογές βαθμού δυσκολίας του παιχνιδιού.



στ) Επιλογή κομματιού: Μετά την επιλογή επιπέδου δυσκολίας ο παίχτης μεταβαίνει στην οθόνη όπου μπορεί να επιλέξει ένα μουσικό κομμάτι από τα υπάρχοντα της εφαρμογής ή μπορεί με το πάτημα του κουμπιού Browse να διαλέξει κάποιο μουσικό κομμάτι που είναι καταχωρημένο στη συσκευή του.



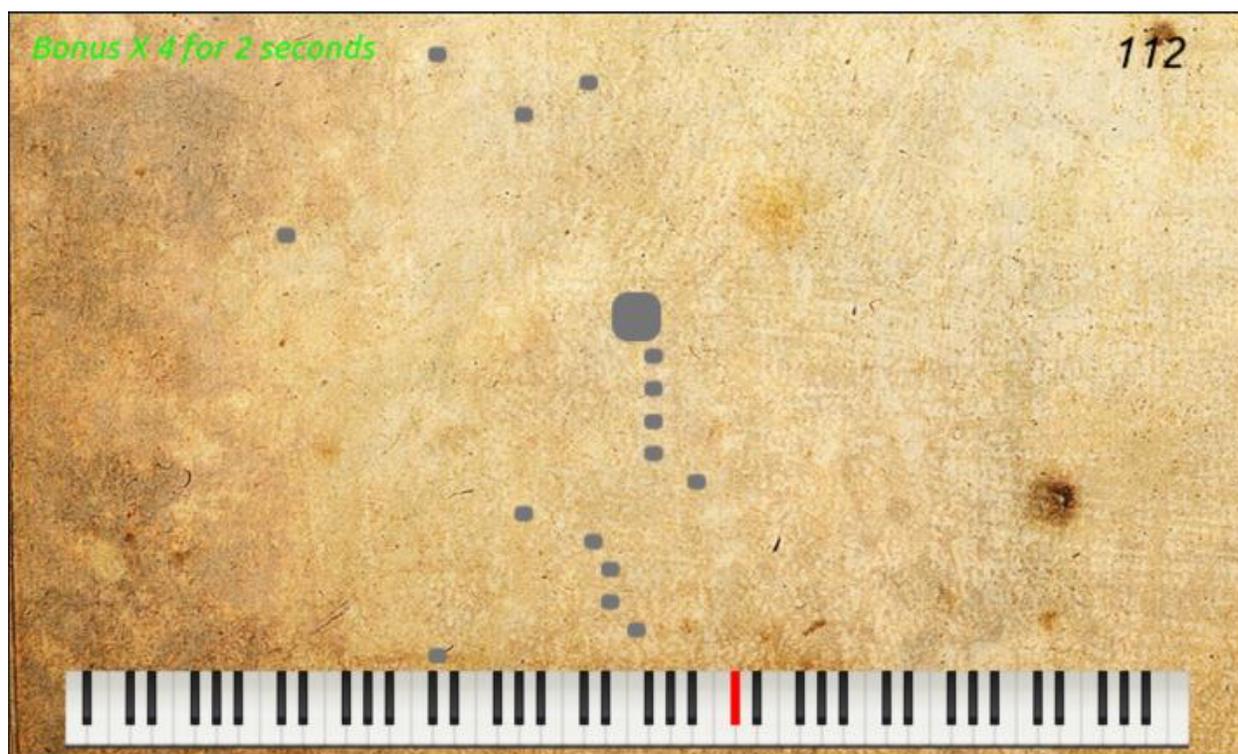
Λίστα με τα προσφερόμενα από το παιχνίδι κομμάτια

ζ) Επιλογή κομματιού απο τη συσκευή: Με το πάτημα της επιλογής Browse, ο παίχτης οδηγείται στην αναζήτηση του αρχείου MIDI που είναι αποθηκευμένο στη συσκευή του, μέσω του συστήματος αρχείου του Android. Αναφέρω εδώ ότι εμφανίζονται μόνο τα αρχεία MIDI. Οποιαδήποτε άλλη μορφή αρχείου αποκρύπτεται.



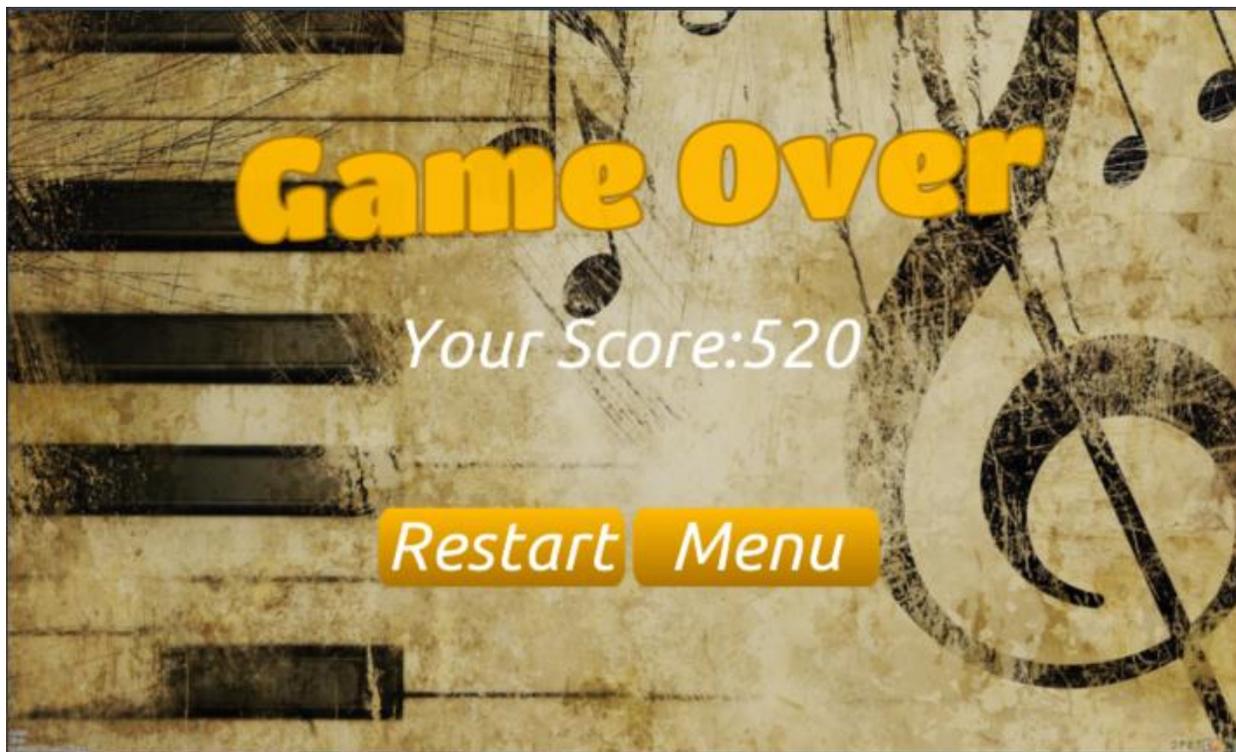
*Αναζήτηση αρχείου MIDI μέσω του συστήματος αρχείου του Android*

η) Κεντρική οθόνη του παιχνιδιού εν εξελίξει: Στην κεντρική οθόνη, στην οποία διαδραματίζεται το παιχνίδι, εμφανίζεται ένα μεγάλο γκρι τετράγωνο με το οποίο ο παίχτης μαζεύει τα μικρότερα τετράγωνα που αναπαράγονται από τα πλήκτρα του πιάνου. Πάνω δεξιά εμφανίζεται το σκόρ και πάνω αριστερά με πράσινα γράμματα εμφανίζεται το μπόνους του παίχτη κάθε φορά που συλλέγει ένα πράσινο τετράγωνο. Αν το τετράγωνο που θα συλλέξει είναι κόκκινο, τότε στο πάνω αριστερό μέρος της οθόνης εμφανίζεται η ποινή που του έχει επιβληθεί με κόκκινα γράμματα. Δηλαδή τα δευτερόλεπτα που θα είναι απενεργοποιημένη η δυνατότητα να συλλέγει τετράγωνα ή τα δευτερόλεπτα που θα αυξηθεί η ταχύτητα με την οποία κινούνται τα τετράγωνα.



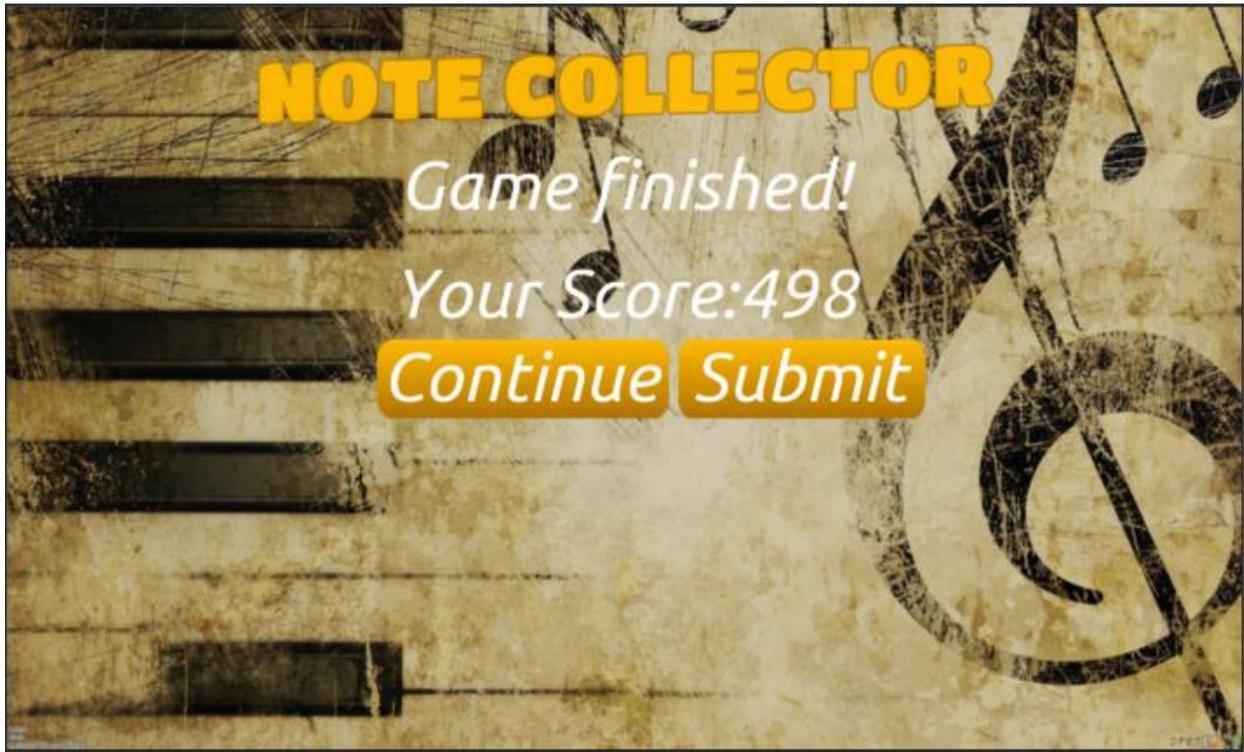
*Η κεντρική οθόνη του παιχνιδιού εν εξελίξει*

θ) Game Over του παιχνιδιού: Ο παίχτης χάνει, όταν συλλέξει πέντε κόκκινα τετράγωνα. Τότε μεταβαίνει στην οθόνη Game Over. Εδώ έχει δυο επιλογές. Ή να ξαναπαίξει το κομμάτι ή να μεταβεί στο κεντρικό μενού.



*Οθόνη Game Over*

ι) Τέλος του παιχνιδιού: Στην περίπτωση που ο παίχτης δεν χάσει και το μουσικό κομμάτι φτάσει στο τέλος του, τότε οδηγείται σε μια οθόνη που εμφανίζει αφενός το σκόρ που πέτυχε και αφετέρου τη δυνατότητα δύο επιλογών. Η μια είναι η καταχώριση του σκόρ του και η άλλη είναι να μεταβεί στην οθόνη επιλογής επιπέδου δυσκολίας για να ξαναπαίξει.



*Οθόνη μετά το τέλος ενός επιτυχούς παιχνιδιού*

ια) Καταγραφή σκόρ: Πατώντας το κουμπί Submit ο παίχτης μετακινείται στην οθόνη στην οποία καταχωρεί ένα όνομα, αποθηκεύει το σκορ του και μεταβαίνει στην οθόνη με τα συνολικά σκόρ.



*Οθόνη καταγραφής του σκόρ*

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

### 1. Συμπεράσματα

---

Οι ταχείς ρυθμοί και οι συνεχείς μετακινήσεις χαρακτηρίζουν, μεταξύ άλλων, την καθημερινότητα του σύγχρονου ανθρώπου. Βάσει επιστημονικών μελετών, η μουσική αποτελεί σημαντικό παράγοντα στην εξέλιξη του ανθρώπου, παρέχει συναισθηματική στήριξη, εμπλουτίζει τον εσωτερικό του κόσμο και δίνει θεαματικά αποτελέσματα στην ανάπτυξη της προσωπικότητας του παιδιού. Η μουσική πάντα ήταν μέρος της καθημερινής ζωής των ανθρώπων. Εκτός από την ψυχαγωγία λειτουργούσε και ως ενωτικό στοιχείο. Σήμερα, που η κοινωνικότητα και η ανάγκη για χαλάρωση και ηρεμία είναι επιτακτική οι άνθρωποι χρειάζονται περισσότερο από ποτέ να ωφεληθούν από τις θετικές επιδράσεις της.

Με την κυριαρχία των προσωπικών υπολογιστών και τη ραγδαία ανάπτυξη των κινητών συσκευών, τα video games έγιναν το πιο σημαντικό μέσο ψυχαγωγίας με μεγαλύτερη αποδοχή στις νεότερες ηλικιακές ομάδες. Η τεράστια επίδραση στους νέους ανθρώπους οδήγησε στην ιδέα των εκπαιδευτικών παιχνιδιών. Εδώ, ο παίχτης παίζει, διασκεδάζει, ψυχαγωγείται και ταυτόχρονα ωφελείται. Έτσι, άνοιξε ο δρόμος για την ανάπτυξη ενός νέου τομέα που ονομάστηκε *εκπαιδευτική ψυχαγωγία* μέρος της οποίας μπορούν να αποτελέσουν τα εκπαιδευτικά video games. Ο τομέας της εκπαιδευτικής ψυχαγωγίας και ειδικότερα τα εκπαιδευτικά video games χρησιμοποιούνται πλέον, ως βοήθημα, συμπληρωματικά με τη βασική εκπαίδευση. Γενικότερα τα video games μπορεί να έχουν θετικές επιδράσεις ή να εμπνεύσουν τον παίχτη για περαιτέρω ενασχόληση με ένα θέμα όπως είναι η μουσική. Συνεπώς, με την επιλογή των μουσικών παιχνιδιών δίνεται κίνητρο στον παίχτη να ενασχοληθεί ενεργά με το κεφάλαιο της μουσικής.

Η παραπάνω συλλογιστική αποτέλεσε τη βάση για την παρούσα πτυχιακή εργασία κατά την οποία μελετήθηκε και αναπτύχθηκε το NoteCollector, ένα μουσικό παιχνίδι για φορητές συσκευές με λειτουργικό σύστημα Android. Στο παιχνίδι αυτό ο χρήστης μπορεί να επιλέξει ένα μουσικό κομμάτι σε αρχείο MIDI και με βάση τη μουσική που αναπαράγεται, να μαζεύει τα γκρί τετράγωνα που παράγονται από τα πλήκτρα του πιάνου αποφεύγοντας τα κόκκινα. Μαζεύοντας όσα περισσότερα τετράγωνα μπορεί συγκεντρώνει και αντίστοιχους πόντους αθροιστικά. Στο τέλος της διάρκειας του παιχνιδιού δίνεται η δυνατότητα στον παίχτη να καταχωρίσει το σκορ του μαζί με ένα ψευδώνυμο.

## 2. Μελλοντικές επεκτάσεις

---

Μια πρώτη σκέψη είναι ο εμπλουτισμός του υπάρχοντος παιχνιδιού με την ταξινόμηση των αρχείων των μουσικών κομματιών σε αντιστοίχιση με τον βαθμό δυσκολίας ώστε ο παίχτης να επιλέγει το επίπεδο δυσκολίας που επιθυμεί σύμφωνα με το μουσικό κομμάτι που αντιστοιχεί στο επίπεδο αυτό. Με βάση τη δεδομένη κυριαρχία του διαδικτύου καθώς και του διαμοιρασμού αρχείων, μια ενδεχόμενη δεύτερη σκέψη για επέκταση στην παρούσα εργασία θα ήταν η διαχείριση και αναπαραγωγή των αρχείων MIDI μέσω του διαδικτύου χωρίς να υπάρχει το αρχείο σε φυσική μορφή στη συσκευή του χρήστη. Μια τρίτη, θα μπορούσε να είναι η αύξηση του αριθμού των παιχτών με σκοπό το ομαδικό παιχνίδι. Μια τέταρτη, θα μπορούσε να περιλαμβάνει τη χρήση άλλων μορφών ψηφιακών αρχείων μουσικής, όπως mp3, wav, ogg κ.ά. ή να υπάρχει η δυνατότητα μετατροπής τους σε μορφή MIDI μέσα στην εφαρμογή. Μια τελευταία, αφορά στην προσθήκη μεγαλύτερης διαδραστικότητας με τη μουσική ή ακόμα περισσότερο να δοθεί ένας εκπαιδευτικός χαρακτήρας στο παιχνίδι NoteCollector.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] S. Egenfeldt-Nielsen, J. HeideSmith, S. PajaresTosca, «UnderstandingVideoGames» The Essential Introduction, Routledge 2008, p. 7.
- [2] I. Flatow, «October 1958: Physicist Invents First Video Game», [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.aps.org/publications/apsnews/200810/physicshistory.cfm>. [Πρόσβαση: 27 Αυγούστου 2016].
- [3] M, J.P. Wolf, « The Video Game Explosion A History from PONG to PlayStation and Beyond», Greenwood Press 2008 p. 35
- [4] Gartner.com, «Gartner Says Worldwide Video Game Market to Total \$93 Billion in 2013», Wikipedia, [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.gartner.com/newsroom/id/2614915> . [Πρόσβαση: 27 Αυγούστου 2016].
- [5] M, J.P. Wolf, «The Medium of the Video Game», University of Texas Press 2002, United States, pp. 14-16.
- [6] S. Egenfeldt-Nielsen, J. HeideSmith, S. PajaresTosca, «UnderstandingVideoGames» The Essential Introduction, Routledge 2008, pp. 98-101.
- [7] S. Egenfeldt-Nielsen, J. HeideSmith, S. PajaresTosca, «UnderstandingVideoGames» The Essential Introduction, Routledge 2008, pp. 101-102.
- [8] S. Egenfeldt-Nielsen, J. HeideSmith, S. PajaresTosca, «Understanding Video Games» The Essential Introduction, Routledge 2008, pp. 103-104.
- [9] S. Egenfeldt-Nielsen, J. HeideSmith, S. PajaresTosca, «Understanding Video Games» The Essential Introduction, Routledge 2008, pp. 107-111.
- [10] S. Egenfeldt-Nielsen, J. HeideSmith, S. PajaresTosca, «Understanding Video Games» The Essential Introduction, Routledge 2008, pp. 112-115.
- [11] S. Egenfeldt-Nielsen, J. HeideSmith, S. PajaresTosca, «Understanding Video Games» The Essential Introduction, Routledge 2008, pp. 115-117.

- [12] S. Egenfeldt-Nielsen, J. HeideSmith, S. PajaresTosca, «Understanding Video Games» The Essential Introduction, Routledge 2008, pp. 117-119.
- [13] S. Egenfeldt-Nielsen, J. HeideSmith, S. PajaresTosca, «Understanding Video Games» The Essential Introduction, Routledge 2008, p. 119.
- [14] S. Egenfeldt-Nielsen, J. HeideSmith, S. PajaresTosca, «Understanding Video Games» The Essential Introduction, Routledge 2008, p. 120.
- [15] S. Egenfeldt-Nielsen, J. HeideSmith, S. PajaresTosca, «Understanding Video Games» The Essential Introduction, Routledge 2008, pp. 120-122.
- [16] S. Egenfeldt-Nielsen, J. HeideSmith, S. PajaresTosca, «Understanding Video Games» The Essential Introduction, Routledge 2008, p. 122.
- [17] S. Egenfeldt-Nielsen, J. HeideSmith, S. PajaresTosca, «Understanding Video Games» The Essential Introduction, Routledge 2008, pp. 122-123.
- [18] S. Egenfeldt-Nielsen, J. HeideSmith, S. PajaresTosca, «Understanding Video Games» The Essential Introduction, Routledge 2008, pp. 123-124.
- [19] S. Egenfeldt-Nielsen, J. HeideSmith, S. PajaresTosca, «UnderstandingVideoGames»The Essential Introduction, Routledge 2008, pp. 124-125.
- [20] S. Egenfeldt-Nielsen, J. HeideSmith, S. PajaresTosca, «Understanding Video Games» The Essential Introduction, Routledge 2008, pp. 125-128.
- [21] S. Egenfeldt-Nielsen, J. HeideSmith, S. PajaresTosca, «Understanding Video Games» The Essential Introduction, Routledge 2008, pp. 128-129.
- [22] S. Egenfeldt-Nielsen, J. HeideSmith, S. PajaresTosca, «Understanding Video Games» The Essential Introduction, Routledge 2008, pp. 129-131.
- [23] M, J.P. Wolf, «The Video Game Explosion A History from PONG to PlayStation and Beyond», Greenwood Press 2008, pp. 75-80.
- [24] Computer Gaming World, «Fusion, Transfusion or Confusion», Computer Gaming World (December 1990) p. 28.

- [25] T. Payton, «Game Consoles Vs. personal Computers» Research Paper, Computer Science Dept., University of Alaska Fairbanks, Οκτώβριος 2012, p. 1.
- [26] M, J.P. Wolf, «The Video Game Explosion A History from PONG to PlayStation and Beyond», Greenwood Press 2008, pp. 54-56.
- [27] M, J.P. Wolf, «The Video Game Explosion A History from PONG to PlayStation and Beyond», Greenwood Press 2008, pp. 56-58.
- [28] M, J.P. Wolf, «The Video Game Explosion A History from PONG to PlayStation and Beyond», Greenwood Press 2008, pp. 109-110.
- [29] M, J.P. Wolf, «The Video Game Explosion A History from PONG to PlayStation and Beyond», Greenwood Press 2008, pp. 119-120.
- [30] M, J.P. Wolf, «The Video Game Explosion A History from PONG to PlayStation and Beyond», Greenwood Press 2008, p. 122.
- [31] M, J.P. Wolf, «The Video Game Explosion A History from PONG to PlayStation and Beyond», Greenwood Press, 2008 p. 123.
- [32] T. Payton, «Game Consoles Vs. personal Computers Design, Purpose, and Marketability Differences», Research Paper, Computer Science Dept., University of Alaska Fairbanks, October 2012, pp. 3-4.
- [33] T. Payton, «Game Consoles Vs. personal Computers Design, Purpose, and Marketability Differences», Research Paper, Computer Science Dept., University of Alaska Fairbanks, October 2012, p. 4-7.
- [34] T. Payton, «Game Consoles Vs. personal Computers Design, Purpose, and Marketability Differences», Research Paper, Computer Science Dept., University of Alaska Fairbanks, October 2012, pp. 7-9.
- [35] D. Court, «PS4 release date, specs and its backwards compatibility issues: What you need to know about the PlayStation 4», [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.pcadvisor.co.uk/news/game/ps4-release-date-specs-its-backwards-compatibility-issues-3350902/> . [Πρόσβαση: 3 Σεπτεμβρίου 2016].

[36] ALPHR .COM, «Xbox One S release date: Microsoft's 4K video game console to launch next month», [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.mirror.co.uk/tech/xbox-one-release-date-microsofts-8446480>. [Πρόσβαση: 5 Σεπτεμβρίου 2016].

[37] W.B. Li Frederick, «Computer Games», Department of Computer Science, University of Durham, United Kingdom, p. 4.

[38] web.archive.org, «7 Nokia world records that will blow your mind», [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://blogs.windows.com/devices/2011/02/15/7-nokia-world-records-that-will-blow-your-mind/#CdEf2te8KvbqPOP0.97> . [Πρόσβαση: 5 Σεπτεμβρίου 2016].

[39] P. Cairns, J. Li, W. Wang, A. Imran Nordin «The Influence of Controllers on Immersion in Mobile Games», University of York, p. 1.

[40] M. Joselli, E. Clua «Mobile Game Development: A Survey on the Technology and Platforms for Mobile Game Development», Universidade Federal Fluminense, MediaLab, Instituto de Computação, Brazil, p.87.

[41] newzoo.com, «The global games market reaches \$99.6 billion in 2016, mobile generating 37%», [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://newzoo.com/insights/articles/global-games-market-reaches-99-6-billion-2016-mobile-generating-37/> . [Πρόσβαση: 5 Σεπτεμβρίου 2016].

[42] A. V. M. Moreira, V. V. Filho, G. L. Ramalho, «Understanding mobile game success: a study of features related to acquisition, retention and monetization», Center of Informatics (CIn), Federal University of Pernambuco, p. 2.

[43] L. Lehmann, «Location-based Mobile Games», TU Berlin: Technische Universität Berlin, p.1.

[44] M, J.P. Wolf, «The Video Game Explosion A History from PONG to PlayStation and Beyond», Greenwood Press 2008 pp. 259-274.

[45] N. Röber, M. Masuch, «Playing audio-only games a compendium of interacting with virtual, auditory worlds», Games Research Group, Department of Simulation and Graphics, University of Magdeburg Germany, p.1.

- [46] F. Kayali, M. Pichlmair, «Playing Music and Playing Games - Simulation vs. Gameplay in Music-based Games», Institute for Design & Assessment of Technology Vienna, pp. 2-3.
- [47] A. Oldenburg, «Sonic Mechanics: Audio as Gameplay», [Ηλεκτρονικό]. Available : [http://gamestudies.org/1301/articles/oldenburg\\_sonic\\_mechanics](http://gamestudies.org/1301/articles/oldenburg_sonic_mechanics) . [Πρόσβαση: 2 Σεπτεμβρίου 2016].
- [48] A. Oldenburg, «Sonic Mechanics: Audio as Gameplay», [Ηλεκτρονικό]. Available : [http://gamestudies.org/1301/articles/oldenburg\\_sonic\\_mechanics](http://gamestudies.org/1301/articles/oldenburg_sonic_mechanics) . [Πρόσβαση: 2 Σεπτεμβρίου 2016].
- [49] F. Kayali, M. Pichlmair, «Playing Music and Playing Games - Simulation vs. Gameplay in Music-based Games», Institute of Design and Assessment of Technology, Vienna University of Technology, p. 3.
- [50] M. Pichlmair, F. Kayali, «Levels of Sound: On the Principles of Interactivity in Music Video Games», Institute of Design and Assessment of Technology, Vienna University of Technology, p. 425.
- [51] F. Kayali, M. Pichlmair, «Playing Music and Playing Games - Simulation vs. Gameplay in Music-based Games», Institute of Design and Assessment of Technology, Vienna University of Technology, pp. 3-4.
- [52] F. Kayali, M. Pichlmair, «Playing Music and Playing Games - Simulation vs. Gameplay in Music-based Games», Institute of Design and Assessment of Technology, Vienna University of Technology, pp. 4-5.
- [53] F. Bernardo, «Music Video Games in Live Performance: Catachresis or an emergent approach?», Research Centre for Science and Technology of the Arts, Catholic University of Portugal, pp. 2-3.
- [54] F. Kayali, «Playing Music Design, Theory, and Practice of Music-based Games», Institute for Design & Assessment of Technology, Vienna pp. 27-30.

- [55] S. Egenfeldt, Nielsen, « Making sweet music: The Educational Use of Computer Games: », Center for Computer Games Research, IT University of Copenhagen, [game.itu.dk](http://game.itu.dk), pp. 1-3.
- [56] S.C. Ng, Andrew K. Lui, W.S. Lo, « An Interactive Mobile Application for Learning Music Effectively », The Open University of Hong Kong, pp. 148-149.
- [57] G. Denis, P. Jouvelot, «Building the Case for Video Games in Music Education», MINES ParisTech - Ecole des mines de Paris, pp. 3-4.
- [58] A. Swift, «An introduction to MIDI», [Ηλεκτρονικό]. Available : [http://www.doc.ic.ac.uk/~nd/surprise\\_97/journal/vol1/aps2/](http://www.doc.ic.ac.uk/~nd/surprise_97/journal/vol1/aps2/) . [Πρόσβαση: 5 Σεπτεμβρίου 2016].
- [59] F. Arvin, S. Doraisamy, «A Real Time Signal Processing Technique for MIDI Generation», Faculty of Computer Science and Information Technology, Department of Multimedia, University of Putra Malaysia, p. 197.
- [60] A. Swift, «An introduction to MIDI», [Ηλεκτρονικό]. Available : [http://www.doc.ic.ac.uk/~nd/surprise\\_97/journal/vol1/aps2/](http://www.doc.ic.ac.uk/~nd/surprise_97/journal/vol1/aps2/) . [Πρόσβαση: 5 Σεπτεμβρίου 2016].
- [61] K. Wang, «Predicting Hit Songs with MIDI Musical Features», Stanford University, p. 1.
- [62] F. Rumsey, «Desktop Audio Technology Digital audio and MIDI principles», Elsevier's Science and Technology 2004, pp. 82 -97.
- [63] F. Rumsey, «Desktop Audio Technology Digital audio and MIDI principles», Elsevier's Science and Technology 2004, pp. 111-115.
- [64] C. Dobrian, «Timing in MIDI files», [Ηλεκτρονικό]. Available : <http://sites.uci.edu/camp2014/2014/05/19/timing-in-midi-files/>. [Πρόσβαση: 9 Σεπτεμβρίου 2016].

- [65] The MIDI Association, «Craig Anderton’s brief history of Midi» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.midi.org/articles/a-brief-history-of-midi> . [Πρόσβαση: 5 Σεπτεμβρίου 2016].
- [66] N. Sharma, G. Nagpal, «Comparing the use of Midi and digitized audio in multimedia systems», National Conference on Computational Instrumentation, CSIO Chandigarh, India, 19-20 March 2010, pp. 107-108.
- [67] R. Singh, «An Overview of Android Operating System and Its SecurityFeatures», Journal of Engineering Research and Applications, τεύχος 2 (έκδοση 1η), Φεβρουάριος 2014, p. 519.
- [68] M. Gargenta, «Learning Android», O’Reilly Media, United States, Μάρτιος 2011, pp. 7-12.
- [69] «Vogella - Introduction to Android development with Android Studio - Tutorial» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.vogella.com/tutorials/Android/article.html>. [Πρόσβαση 9 Σεπτεμβρίου 2016].
- [70] M. Gargenta, «Learning Android», O’Reilly Media, United States, Μάρτιος 2011, pp. 31-34.
- [71] «Meet Android Studio» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://developer.android.com/studio/intro/index.html>. [Πρόσβαση 11 Σεπτεμβρίου 2016].
- [72] «Android Studio Release Notes» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://developer.android.com/studio/releases/index.html#Revisions>. [Πρόσβαση 11 Σεπτεμβρίου 2016].
- [73] G. Pandey, D. Dani, «Android Mobile Application Build on Eclipse», International Journal of Scientific and Research Publications, Τεύχος 2, Φεβρουάριος 2014, pp. 2-3.
- [74] «Meet Android Studio» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.donnfelker.com/wp-content/uploads/AndroidDeveloperTools-Chapter6.pdf> , p.72. [Πρόσβαση 11 Σεπτεμβρίου 2016].
- [75] P. Hoey «Mastering LibGDX Game Development», Packt publishing, 2015, pp. 19-28.

## EIKONEΣ

- [1] D. Kennedy, «So what I told you was true, from a certain “point of view”», [Ηλεκτρονικό] Available: <http://darinkennedy.com/so-what-i-told-you-was-true-from-a-certain-point-of-view/>. [Πρόσβαση: 30 Αυγούστου 2016].
- [2] Loner Gamer, « Third Person Skyrim is Great But... », [Ηλεκτρονικό] Available: <http://lonergamer.blogspot.gr/2011/12/third-person-skyrim-is-great-but.html> . [Πρόσβαση: 30 Αυγούστου 2016].
- [3] Wikipedia, «Videogame graphics», [Ηλεκτρονικό] Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Video\\_game\\_graphics](https://en.wikipedia.org/wiki/Video_game_graphics) . [Πρόσβαση: 30 Αυγούστου 2016].
- [4] G. Vas, «The Best-Looking Isometric Games», [Ηλεκτρονικό] Available: <http://kotaku.com/5991061/the-best-looking-isometric-games> . [Πρόσβαση: 30 Αυγούστου 2016].
- [5] S. Egenfeldt-Nielsen, J. HeideSmith, S. PajaresTosca, «UnderstandingVideoGames» The Essential Introduction, Routledge 2008, p.115.
- [6] S. Egenfeldt-Nielsen, J. HeideSmith, S. PajaresTosca, “UnderstandingVideoGames” The Essential Introduction, Routledge 2008, p.124.
- [7] Wikipedia, «Basketball (1978 video game)», [Ηλεκτρονικό] Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Basketball\\_\(1978\\_video\\_game\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Basketball_(1978_video_game)) . [Πρόσβαση: 30 Αυγούστου 2016].
- [8] handheldmuseum, «Atari Touch Me», [Ηλεκτρονικό] Available: <http://www.handheldmuseum.com/Atari/TouchMe.htm> . [Πρόσβαση: 8 Σεπτεμβρίου 2016].
- [9] F. Rumsey, «Desktop Audio Technology Digital audio and MIDI principles», Elsevier’s Science and Technology 2004, p. 85.
- [10] F. Rumsey, «Desktop Audio Technology Digital audio and MIDI principles», Elsevier’s Science and Technology 2004, p. 90.
- [11] M. Gargenta, «Learning Android», O’Reilly Media, United States, Μάρτιος 2011, p. 8.

- [12] «Voggela - Introduction to Android development with Android Studio - Tutorial» [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.vogella.com/tutorials/Android/article.html>. [Πρόσβαση 9 Σεπτεμβρίου 2016].
- [13] P. Hoey «Mastering LibGDX Game Development», Packt publishing, 2015, p. 22.
- [14] P. Hoey «Mastering LibGDX Game Development», Packt publishing, 2015, p. 24.
- [15] «LibGDX Beginner Tutorial: Sprite Sheets & Physics with Box2d» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.codeandweb.com/texturepacker/tutorials/libgdx-physics>. [Πρόσβαση 15 Σεπτεμβρίου 2016].
- [16] «LibGDX Beginner Tutorial: Sprite Sheets & Physics with Box2d» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.codeandweb.com/texturepacker/tutorials/libgdx-physics>. [Πρόσβαση 15 Σεπτεμβρίου 2016].