



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΞΕΙΔΙΚΕΥΣΗ
ΣΤΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Ολοκληρωμένο Περιβάλλον Μετατροπής Εικόνας
και Ζωγραφικής σε Ηχητικά Μοτίβα »



ΤΣΙΟΥΡΗ ΣΤΑΥΡΟΥΛΑ
Α.Μ.: 51201

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΣΕΠ: ΦΛΩΡΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

ΙΟΥΝΙΟΣ 2012

Πίνακας περιεχομένων

Πίνακας εικόνων	5
Ολοκληρωμένο Περιβάλλον Μετατροπής Εικόνας και Ζωγραφικής σε Ηχητικά Μοτίβα.....	5
Περίληψη	7
Λέξεις-κλειδιά.....	7
Abstract.....	8
Key words	8
Ευχαριστίες.....	9
Εισαγωγή	10
Κεφάλαιο 1.....	13
Μελέτη βιβλιογραφίας.....	13
1.1 Αντιστοιχίσεις χρωμάτων σε νότες.....	15
1.1.1 Καλλιτέχνες με συναισθησία.....	17
1.1.2 Οπτικοακουστικά όργανα - Νότες με... χρώματα	19
1.1.3 Παραστάσεις παράλληλων ζωγραφικών και μουσικών αυτοσχεδιασμών	21
1.2 Αντιστοιχίσεις παραμέτρων εικόνας σε παραμέτρους ήχου.....	22
1.3 Συσκευές και προγράμματα υποβοήθησης «όρασης» μέσω ήχων	25
Κεφάλαιο 2.....	29
Ανάλυση συστήματος λογισμικού σύμφωνα με τη μεθοδολογία ICONIX	29
2.1 Γενικά για τη μεθοδολογία ICONIX	29
2.2 Ανάλυση του Αρχικού Κειμένου Απαιτήσεων Χρήστη	30
2.3 Ερωτήματα – Παραδοχές.....	31
1. Γενικά στοιχεία της εφαρμογής.....	31
2. Πως θα «μεταφράζεται» η ζωγραφική δημιουργία σε ηχητική.....	32

3. Ποιους τύπους εικόνων θα ανοίγει η εφαρμογή και πως θα «μεταφράζεται» η στατική εικόνα σε ήχο.....	33
4. Πως θα γίνεται η αποθήκευση και στη συνέχεια η αναπαραγωγή μιας εργασίας.....	34
5. Πως θα λειτουργεί το σχεδιαστικό εργαλείο ουράνιο τόξο.....	34
2.4 Ενδεικτική Σχεδίαση Διεπαφών(Prototype Screens).....	34
2.5 Μοντέλο (Ανάλυσης) Κλάσεων Πεδίου του Προβλήματος.....	37
2.6 Πιθανοί χειριστές (Actors) του Πεδίου του Προβλήματος.....	38
2.7 Περιπτώσεις χρήσης.....	39
2.7.1 Εκκίνηση.....	39
2.7.2 Ζωγραφική με πινέλο ή γραμμή ή έλλειψη ή παραλληλόγραμμο/ Παραγωγή ήχου.....	40
2.7.3 Ζωγραφική με σπρέυ/ Παραγωγή ήχου.....	42
2.7.4 Ζωγραφική με κουβά/ Παραγωγή ήχου.....	43
2.7.5 Ζωγραφική με σβήστρα/ Παραγωγή ήχου.....	44
2.7.6 Ζωγραφική με ουράνιο τόξο/ Παραγωγή ήχου.....	44
2.7.7 Αποθήκευση εργασίας.....	45
2.7.8 Άνοιγμα εικόνας/Αποθηκευμένης εργασίας.....	46
2.7.9 Μουσική εξερεύνηση εικόνας.....	47
2.8 Το συνολικό Μοντέλο Περιπτώσεων Χρήσης.....	49
2.9 Αναθεωρημένη έκδοση του μοντέλου του πεδίου προβλήματος 1.....	49
2.10 Διαγράμματα ακολουθίας.....	51
2.10 Αναθεωρημένη έκδοση του μοντέλου του πεδίου προβλήματος 2.....	55
Κεφάλαιο 3.....	57
3.1 Υλοποίηση εφαρμογής.....	57
3.1.1 Δημιουργία ψηφιακών εργαλείων σχεδίασης.....	57
3.1.2 Δημιουργία γραφικού περιβάλλοντος εφαρμογής.....	58
3.1.3 Παραγωγή ήχου εργαλείων και καμβά.....	60

▪ <i>Το πρότυπο MIDI</i>	61
▪ <i>Μουσικές βιβλιοθήκες της Processing</i>	61
▪ <i>Μια διαφορετική προσέγγιση</i>	65
3.2. Εγκατάσταση εφαρμογής και οδηγίες χρήσης.....	66
3.3 Η εφαρμογή HearWhatYouPaint στην πράξη	68
Κεφάλαιο 4	69
Συμπεράσματα και μελλοντικές επεκτάσεις	69
Βιβλιογραφία - Ιστογραφία:	72
Παράρτημα Α	75

Πίνακας εικόνων

<i>Εικόνα 1: Πυθαγόρεια τετρακτύα</i>	13
<i>Εικόνα 2: Σχέσεις Κινέζων αλχημιστών</i>	14
<i>Εικόνα 3: Ο χρωματικός κύκλος του Νεύτωνα</i>	15
<i>Εικόνα 4: Τρεις αιώνες χρωματισμένων κλιμάκων μουσικής από επιστήμονες, καλλιτέχνες και μουσικούς [1]</i>	16
<i>Εικόνα 5: Impression III (Konzert), Kandinsky</i>	18
<i>Εικόνα 6: The « Piano optophonique » project</i>	20
<i>Εικόνα 7: Η άρπα λείζερ και ο Jean-Michel Jarre</i>	21
<i>Εικόνα 8: Η πλακέτα-σχεδιαστήριο του Ξενάκη, που ονόμασε UPIC</i>	23
<i>Εικόνα 9: Το σύστημα απεικόνισης εικόνας σε ήχο του Wong</i>	26
<i>Εικόνα 10: Αντιστοιχίσεις εικόνας σε ήχο του προγράμματος The vOICe</i>	28
<i>Εικόνα 11: Κύρια οθόνη</i>	35
<i>Εικόνα 12: Αποθήκευση</i>	35
<i>Εικόνα 13: Άνοιγμα</i>	36
<i>Εικόνα 14: Άνοιγμα στατικής εικόνας</i>	36
<i>Εικόνα 15: Μοντέλο(Ανάλυσης) κλάσεων πεδίου του προβλήματος</i>	37
<i>Εικόνα 16: Το συνολικό μοντέλο περιπτώσεων χρήσης</i>	49
<i>Εικόνα 17: Το αναθεωρημένο μοντέλο του πεδίου προβλήματος 1</i>	50
<i>Εικόνα 18: Διάγραμμα ακολουθίας 7.2.1 «Εκκίνηση»</i>	51
<i>Εικόνα 19: Διάγραμμα ακολουθίας 7.2.2 «Ζωγραφική με πινέλο ή γραμμή ή έλλειψη ή παραλληλόγραμμο/Παραγωγή ήχου»</i>	52
<i>Εικόνα 20: Διάγραμμα ακολουθίας 7.2.7 «Αποθήκευση εργασίας»</i>	53
<i>Εικόνα 21: Διάγραμμα ακολουθίας 7.2.8 «Άνοιγμα εικόνας/Αποθηκευμένης εργασίας»</i>	53
<i>Εικόνα 22: Διάγραμμα ακολουθίας 7.2.9 «Μουσική εξερεύνηση εικόνας»</i>	54
<i>Εικόνα 23: Το αναθεωρημένο μοντέλο του πεδίου προβλήματος</i>	55
<i>Εικόνα 24: Διάγραμμα κλάσεων της εφαρμογής</i>	56
<i>Εικόνα 25: Εκκίνηση εφαρμογής</i>	59
<i>Εικόνα 26: Δοκιμές εργαλείων: πινέλο, γραμμή, έλλειψη, παραλληλόγραμμο</i>	59
<i>Εικόνα 27: Δοκιμές εργαλείων: σπρέι, ουράνιο τόξο, κουβάς</i>	60
<i>Εικόνα 28: Αποθήκευση εργασίας</i>	66
<i>Εικόνα 29: Άνοιγμα στατικής εικόνας</i>	67

Ολοκληρωμένο Περιβάλλον Μετατροπής Εικόνας και Ζωγραφικής σε Ηχητικά Μοτίβα

Τσιούρη Σταυρούλα

Όνοματεπώνυμο	Όνοματεπώνυμο	Όνοματεπώνυμο
Επιβλέποντα	Μέλους	Μέλους
Φλώρος Ανδρέας	Χατζηευθυμιάδης Ευστάθιος	Κωτσιάντης Σωτήριος

ΕΑΠ, 2012

Η παρούσα διατριβή, η οποία εκπονήθηκε στα πλαίσια της ΘΕ «Διπλωματική Εργασία» του προγράμματος «Μεταπτυχιακή Εξειδίκευση στα Πληροφοριακά Συστήματα» (ΠΛΣ), και τα λοιπά αποτελέσματα της αντίστοιχης Διπλωματικής Εργασίας (ΠΕ) αποτελούν συνιδιοκτησία του ΕΑΠ και του φοιτητή, ο καθένας από τους οποίους έχει το δικαίωμα ανεξάρτητης χρήσης και αναπαραγωγής τους (στο σύνολο ή τμηματικά) για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, σε κάθε περίπτωση αναφέροντας τον τίτλο και το συγγραφέα και το ΕΑΠ, όπου εκπονήθηκε η Διπλωματική Εργασία, καθώς και τον επιβλέποντα και την επιτροπή κρίσης.

Περίληψη

Ο σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να εξερευνήσει τη σχέση χρώματος και ήχου, που φαίνεται να έχει απασχολήσει πλήθος ερευνητών στο πέρασμα των αιώνων. Επειδή οι δυνατότητες συνδυασμού των δύο τεχνών ζωγραφικής και μουσικής είναι απεριόριστες, η προσπάθεια επικεντρώθηκε στη δημιουργία συσχετίσεων, για τη μετάβαση από την οπτική στην ηχητική πληροφορία, όπως αυτές προκύπτουν από μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας.

Η χρησιμοποίηση της τεχνολογίας προσφέρεται για την περαιτέρω διερεύνηση της παραπάνω σχέσης. Έτσι, στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής, αναπτύχθηκε η εφαρμογή HearWhatYouPaint, που αφενός «μεταφράζει» την οπτική πληροφορία μιας στατικής εικόνας σε ηχητική και αφετέρου «μεταφράζει» την ίδια τη ζωγραφική δημιουργία σε ήχο. Σε ότι αφορά τη δεύτερη περίπτωση, ο χρήστης χρησιμοποιώντας γνωστά ψηφιακά εργαλεία σχεδίασης, όπως πινέλο, σπρέι, κουβά και άλλα, ζωγραφίζει και παράλληλα ακούει τον ήχο της ζωγραφικής του. Οι τρέχουσες επιλογές εργαλείων, χρώματος, πάχους εργαλείων και μουσικών οργάνων καθορίζουν τον παραγόμενο ήχο.

Η εφαρμογή αναλύθηκε και σχεδιάστηκε σύμφωνα με τη μεθοδολογία ICONIX. Για την υλοποίησή της χρησιμοποιήθηκε η γλώσσα προγραμματισμού ανοιχτού κώδικα Processing.

Λέξεις-κλειδιά

Processing, χρώμα, ήχος, ζωγραφική, μουσική, τέχνη, εικόνα, ψηφιακά εργαλεία σχεδίασης, μουσικά όργανα, ηχητική πληροφορία, πινέλο, σπρέι, κουβάς, ICONIX

Abstract

The purpose of this graduate dissertation paper is to explore the relation between color and sound, which seems to have preoccupied plenty of researchers through the centuries. Since the possibilities of combining the two forms of art, painting and music, are infinite, the effort has centered on the creation of correlations, for the transition from the optic to the acoustic information, as they arise from the study of the literature on the subject.

The usage of technology is suitable for the further exploration of the above mentioned relation. Therefore, in the context of the present dissertation paper, the application HearWhatYouPaint was developed, which, on one hand, “translates” the optical information of a static image into acoustic and on the other hand “translates” the painting creation itself into sound. As for the second case, the user operating known digital designing tools, such as the brush, spray, bucket and others, paints and simultaneously hears the sound of his painting. The current choices of tools, color, thickness of tools and musical instruments determines the sound produced.

The application was analyzed and designed according to the ICONIX methodology. For its realization the open source computer language Processing was used.

Key words

Processing, color, sound, painting, music, art, image, digital designing tools, musical instruments, acoustic information, brush, spray, bucket, ICONIX

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα καθηγητή, κ. Ανδρέα Φλώρο, για την καθοδήγηση, ενθάρρυνση, βοήθεια και συμπαράσταση του κατά τη διάρκεια εκπόνησης αυτής της εργασίας, καθώς και σε όλους τους καθηγητές του Τμήματος Μεταπτυχιακής Εξειδίκευσης στα Πληροφοριακά Συστήματα, για τις γνώσεις που απέκτησα κατά τη διάρκεια της φοίτησης μου στο Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.

Ιδιαίτερα, θα ήθελα να ευχαριστήσω τα παιδιά μου, τον άντρα μου και τους γονείς μου για την υπομονή και συμπαράστασή τους σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου και ελπίζω να με συγχωρέσουν για τον πολύτιμο χρόνο που τους στέρησα.

Εισαγωγή

Η σχέση ανάμεσα στο χρώμα και τη μουσική έχει αποτελέσει αντικείμενο ενασχόλησης και έρευνας για πλήθος ερευνητών προερχόμενων από διαφορετικούς τομείς της επιστήμης. Ξεκινώντας από τους αρχαίους χρόνους μέχρι σήμερα, καλλιτέχνες, φιλόσοφοι, φυσικοί, μηχανικοί υπολογιστών και πολλοί άλλοι έχουν κάνει προσπάθειες να ανακαλύψουν τη μυστική σύνδεση εικόνας/ζωγραφικής με τον ήχο/μουσική και αντίστροφα.

Οι προσπάθειες χαρακτηρίζονται από υποκειμενικές συσχετίσεις-αντιστοιχίσεις, χωρίς να υπάρχει μέχρι στιγμής, κάποια αντικειμενική και γενικά αποδεκτή από όλους προσέγγιση. Φαίνεται ότι ίσως, η σχέση μεταξύ των δύο να μην είναι μοναδική ή δεν έχει ανακαλυφθεί ακόμα.

Έτσι, για τους δικούς του άγνωστους λόγους, ο Μπετόβεν αποκαλούσε τη Σι ελάσσονα «μαύρη κλίμακα» ενώ τη Ρε μείζονα «πορτοκαλί », ο Σούμπερτ «έβλεπε» τη Μι ελάσσονα ως «μια αγνή γυναίκα ντυμένη με λευκή ρόμπα και ένα ροζ-κόκκινο τόξο στο στήθος», ο Καντίνσκι αντιστοιχίζε κίτρινο χρώμα για τον ήχο της τρομπέτας, πορτοκαλί για τη βιόλα ή για μια «ζεστή, άλτο φωνή», κόκκινο για την τούμπα, μωβ για το όμποε, μπλε για το τσέλο, το κοντραμπάσο ή το εκκλησιαστικό όργανο και πράσινο για το βιολί [2].

Κι αν από τα παραπάνω συμπεραίνει κανείς ότι, αυτό συμβαίνει μόνο σε κάποιους πολύ ιδιαίτερους ανθρώπους, προερχόμενους κυρίως από το χώρο των καλλιτεχνών, ή σε ανθρώπους ειδικής κατηγορίας που χαρακτηρίζονται από «συναισθησία» όπως θα αναφερθεί παρακάτω στην παράγραφο 1.1.1, έρευνες [3], [4] αποδεικνύουν ότι, όλοι οι άνθρωποι κάνουν όταν τους ζητηθεί συσχετίσεις χρωμάτων και ήχων και μάλιστα κατά ένα μεγάλο ποσοστό με τον ίδιο τρόπο.

Οι αντίστοιχες αισθήσεις (όραση και ακοή) είναι καθοριστικής σημασίας στη ζωή του ανθρώπου. Έτσι, καθημερινά, κατάλληλα επιλεγμένοι συνδυασμοί εικόνας και ήχου καταγράφονται από τις δύο παραπάνω αισθήσεις, καθιστώντας τες σχεδόν αλληλένδετες.

Η παρούσα διπλωματική προσπάθησε να γεφυρώσει με το δικό της τρόπο την οπτική με την ακουστική πληροφορία, ή αλλιώς μια τέχνη που υπάρχει στο χώρο με μια τέχνη που υπάρχει στο χρόνο.

Η εξέλιξη της τεχνολογίας και ιδιαίτερα των υπολογιστών, απαιτεί στις μέρες μας ολοένα και περισσότερο τη συσχέτιση εικόνων με ήχους και το αντίστροφο, μέσα από ολοκληρωμένα αλληλεπιδραστικά περιβάλλοντα. Ενδεικτικά παραδείγματα, αποτελούν συσκευές για «όραση» μέσω ήχων, ηλεκτρονικά-εκπαιδευτικά παιχνίδια, οπτικοακουστικές παρουσιάσεις έργων τέχνης ή μουσικών συνθέσεων και πληθώρα άλλων εφαρμογών.

Καθώς η σχέση «όρασης – ακοής» φαίνεται να είναι αμφίδρομη, η εργασία αυτή επικεντρώθηκε σε ένα υποσύνολο της σχέσης αυτής και συγκεκριμένα στη μετάβαση από την εικόνα/ζωγραφική στον ήχο και τη δημιουργία των αντίστοιχων «κανόνων» και συσχετίσεων που μπορεί να εμπεριέχει η μετατροπή αυτή.

Η εφαρμογή που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, επιτρέπει τη μετατροπή, αφενός στατικής και αφετέρου στιγμιαία σχεδιαζόμενης από τον χρήστη ζωγραφικής εικόνας, σε ηχητική σύνθεση. Για την ανάπτυξη της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκε η πλατφόρμα λογισμικού πραγματικού χρόνου Processing.

Η Processing είναι μια γλώσσα προγραμματισμού ανοιχτού κώδικα, που αναπτύχθηκε (και συνεχίζει να αναπτύσσεται) από τους Ben Fry (UCLA) και Casey Reas (Board Institute). Δημιουργήθηκε από καλλιτέχνες και είναι ένα εργαλείο δημιουργικού προγραμματισμού. Πρόκειται ουσιαστικά για ένα μανδύα γύρω από την Java, που απλοποιεί τον προγραμματισμό οπτικών προγραμμάτων, και που επιτρέπει τη δημιουργία άμεσου γραφικού αποτελέσματος [16].

Αρχικά έγινε μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας, σε ότι αφορά αλγορίθμους μετατροπής εικόνας/ζωγραφικής σε ήχο που χρησιμοποιήθηκαν σε παρόμοιες προσπάθειες στο παρελθόν. Διερευνήθηκαν οι παράμετροι της στατικής εικόνας, καθώς και οι παράμετροι ζωγραφικής σύνθεσης που χρησιμοποιούνται για την εικαστική δημιουργία με σύγχρονα ψηφιακά μέσα.

Ειδικά για την δεύτερη περίπτωση, τα αρχικά δεδομένα μετατροπής όχι μόνο περιλαμβάνουν τη χρωματική κατανομή που χαρακτηρίζει μία εικόνα στις δύο διαστάσεις, αλλά μεταβάλλονται διαρκώς με το χρόνο, καθώς λαμβάνονται υπόψη και παράμετροι που σχετίζονται με την ίδια την ζωγραφική δημιουργία (όπως για παράδειγμα, το στιγμιαίο μέγεθος - πάχος του πινέλου που έχει επιλεγεί από τον συνθέτη της εικόνας, η ταχύτητα της κίνησής του εντός του καμβά και πλήθος άλλων).

Στο στάδιο αυτό μελετήθηκαν επίσης και οι παράμετροι που χαρακτηρίζουν μια ηχητική σύνθεση και έγιναν οι πρώτες προσπάθειες αντιστοιχίσεων. Η επιλογή των

αντιστοιχίσεων βασίστηκε στη μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας. Στη συνέχεια δημιουργήθηκε ένας αναλυτικός αλγόριθμος μεταξύ τους σύνδεσης και απεικόνισης σε πραγματικό χρόνο.

Ακολούθησε η ανάλυση και ο σχεδιασμός του συστήματος λογισμικού χρησιμοποιώντας τη μεθοδολογία ICONIX, η υλοποίηση και τέλος οι πιθανές προεκτάσεις του.

Φαίνεται λοιπόν, ότι «τα μάτια μας μπορούν να ακούσουν και τα αυτιά μας μπορούν να δουν». Ας ελπίσουμε η εργασία αυτή να δώσει τη δική της ερμηνεία στην παραπάνω φράση.

Κεφάλαιο 1

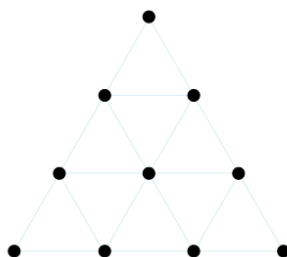
Μελέτη βιβλιογραφίας

«Θα ήταν στ' αλήθεια έκπληξη, αν ένας μουσικός ήχος δεν μπορούσε να μας προκαλέσει την εντύπωση ενός χρώματος, εάν τα χρώματα δεν μπορούσαν να φέρουν στο νου ένα μελωδικό μοτίβο, εάν οι νότες και τα χρώματα δεν ήταν ικανά να μεταφέρουν ιδέες. Πολύ περισσότερο, που αυτά τα πράγματα έχουν εκφραστεί μέσω αμοιβαίων αναλογιών προ αμνημονεύτων χρόνων, από τότε που ο Θεός έπλασε τον κόσμο ως σύνθετη και αδιάσπαστη ολότητα».

Σ. Μπωντλαίρ, Απρίλιος 1861

Μελετώντας κανείς τη σχετική βιβλιογραφία, μένει έκπληκτος από τις αμέτρητες προσπάθειες των ανθρώπων στο πέρασμα των αιώνων για συσχετίσεις ανάμεσα στο χρώμα και τον ήχο. Αναζητώντας την αρχή, την αρχική σύλληψη της ιδέας, καταλήγουμε σε αρχαίους πολιτισμούς και στους αρχαίους Έλληνες φιλόσοφους.

Ο Πυθαγόρας (6^{ος} αιώνας π.Χ), σημαντικός έλληνας φιλόσοφος, μαθηματικός και θεωρητικός της μουσικής παρουσίασε μια αρμονία στη μουσική, καθορίζοντας διαστήματα ανάμεσα στις νότες και ομαδοποιώντας τες σε οκτάβες. Μετρώντας τα κατάλληλα μήκη της χορδής ενός μονόχορδου, διαπίστωσε πως τα σύμφωνα μουσικά διαστήματα μπορεί να εκφραστούν σε απλές αριθμητικές αναλογίες των τεσσάρων πρώτων ακεραίων αριθμών.



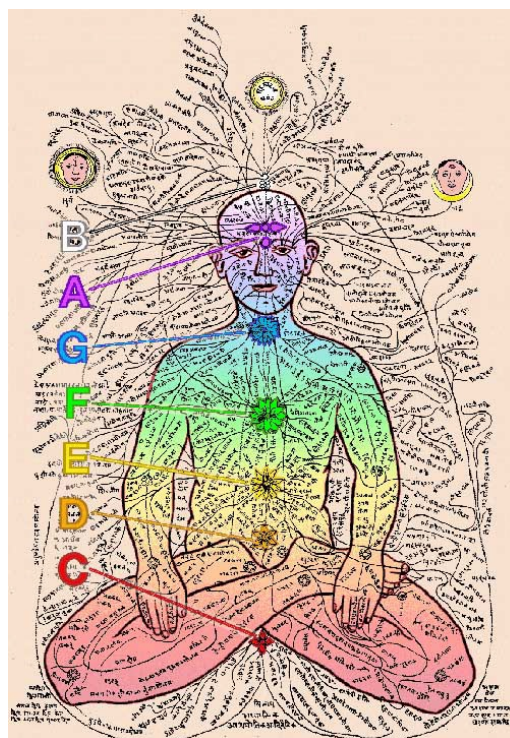
Εικόνα 1: Πυθαγόρεια τετρακτύα

Στην πυθαγόρεια τετρακτύα (εικόνα 1), το υπέρτατο σύμβολο των παγκόσμιων δυνάμεων και διαδικασιών κατά τους Πυθαγόρειους, ορίζονται οι θεωρίες τους

σχετικά με το χρώμα και τη μουσική. Οι τρεις πρώτες τελείες αντιπροσωπεύουν το τριπλό λευκό φως που είναι η θεότητα, περιέχοντας δυνητικά όλους τους ήχους και τα χρώματα. Τα υπόλοιπα επτά σημεία είναι τα χρώματα και οι νότες της μουσικής κλίμακας. Τα χρώματα και οι νότες είναι οι ενεργές δημιουργικές δυνάμεις που προερχόμενες από την Πρώτη Αιτία δημιουργούν το Σύμπαν [17], [6].

Αργότερα και ο Αριστοτέλης (4^{ος} αιώνας π.Χ), υποστήριξε και ενίσχυσε τη θεωρία του Πυθαγόρα.

Οι σχέσεις μεταξύ χρώματος και μουσικής, φαίνεται ότι ερευνήθηκαν και από Κινέζους αλχημιστές κατά τον 4^ο αιώνα π.Χ.



Εικώνα 2: Σχέσεις Κινέζων αλχημιστών

Την εποχή εκείνη, οι Κινέζοι ήδη συσχετίζουν ανθρώπινες αισθήσεις μεταξύ τους, μέρη του σώματος, χρώματα και μουσική, όπως μπορεί να δει κανείς στην εικόνα 2. Έκαναν επίσης απευθείας συνδέσεις μεταξύ των αισθήσεων της όσφρησης και της γεύσης.

Πέρσες και Ινδοί γιατροί ασχολήθηκαν επίσης με το θέμα, σε άλλους πολιτισμούς των αρχαίων χρόνων.

Στα νεώτερα χρόνια και συγκεκριμένα από τον 16^ο αιώνα μέχρι σήμερα, η εξέλιξη της τεχνολογίας άρχισε να επιτρέπει την οπτική αναπαράσταση των

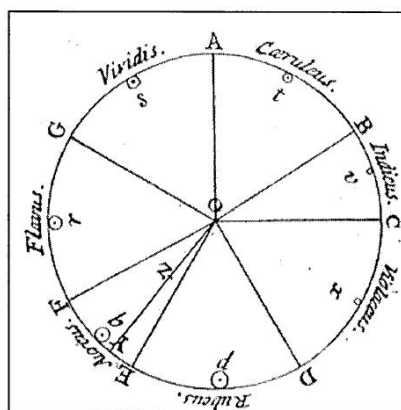
συσχετίσεων μεταξύ χρώματος και μουσικής, οπότε έχουμε και μια έκρηξη θεωριών και αντιστοιχίσεων από ερευνητές όλων των επιστημών.

Ομαδοποιώντας κατά κάποιο τρόπο τις προσπάθειες αυτές, ξεχωρίζει κανείς αυτές που αντιστοιχίζουν κατευθείαν τα χρώματα σε νότες μουσικής και σε εκείνες που χρησιμοποιούν περισσότερο τη φυσική και τα μαθηματικά, αντιστοιχίζοντας πλέον κάποια από τα χαρακτηριστικά μιας εικόνας, σε κατάλληλα επιλεγμένα χαρακτηριστικά του ήχου.

1.1 Αντιστοιχίσεις χρωμάτων σε νότες

Η πρώτη καταγεγραμμένη αναλυτική προσέγγιση οφείλεται στο φυσικό Isaac Newton (1704) ο οποίος προβληματίστηκε αρκετά σχετικά με τη φύση του φωτός και τη σχέση του με τον ήχο. Οι παρατηρήσεις του τον οδήγησαν στην οργάνωση - ταξινόμηση των χρωμάτων τα οποία εμφανίζονταν με τη χρήση ενός συγκεκριμένου πρίσματος και στη δημιουργία του πρώτου χρωματικού κύκλου, όπως φαίνεται στην εικόνα 3.

Στα χρώματα αυτά αντιστοίχισε τις επτά βασικές νότες της μουσικής (D μέχρι C). Καθώς ο κύκλος περιστρέφεται γρήγορα, τα χρώματα αναμιγνύονται και δίνουν το λευκό στα ανθρώπινα μάτια. Ο λόγος που δημιούργησε τροχό βασίστηκε σε δύο παρατηρήσεις του: όπως το βιολετί συναντά το κόκκινο ομαλά στα ανθρώπινα μάτια, έτσι και δύο μουσικοί τόνοι που απέχουν μια οκτάβα μεταξύ τους συναντιούνται ευχάριστα στα ανθρώπινα αυτιά [3], [7].



Εικόνα 3: Ο χρωματικός κύκλος του Νεύτωνα.

Παρόλο που ο χρωματικός κύκλος του Νεύτωνα αμφισβητήθηκε από όλους τους μεταγενέστερους ερευνητές, είχε γίνει η αρχή για τη γραφική απεικόνιση των χρωμάτων σε κύκλο που οδήγησε πολύ αργότερα στο σημερινό χρωματικό κύκλο.

Λίγο αργότερα το 1734, ο Louis Bertrant Castel ένας Ιησουίτης ιερέας και φυσικός, δημιούργησε το δικό του χρωματικό κύκλο, χρησιμοποιώντας 12 χρώματα με συνδυασμούς φωτεινότητας και σκίασης τα οποία αντιστοιχίζονταν σε 12 διαφορετικούς τόνους μιας μουσικής κλίμακας. Ο ίδιος δημιούργησε και ένα οπτικοακουστικό όργανο για να δοκιμάσει και να ενισχύσει τη θεωρία του.

Οι προσπάθειες συσχέτισης των χρωμάτων με νέτες μουσικής κλίμακας συνεχίστηκαν με εντατικό ρυθμό στο πέρασμα των αιώνων και ενδεικτικά καταγράφονται ορισμένες στην εικόνα 4.

		C	C#	D	D#	E	F	F#	G	G#	A	A#	B
Isaac Newton	1704												
Louis Bertrand Castel	1734												
George Field	1816												
D. D. Jameson	1844												
H. von Helmholtz	1867												
Theodor Seemann	1881												
A. Wallace Rimington	1893												
Bainbridge Bishop	1893												
Alexander Scriabin	1911												
Adrian Bernard Klein	1930												
August Aeppli	1940												
I. J. Belmont	1944												
Steve Zieverink	2004												

Εικόνα 4: Τρεις αιώνες χρωματισμένων κλιμάκων μουσικής από επιστήμονες, καλλιτέχνες και μουσικούς [1].

Συνθέτες και ζωγράφοι, αμφότεροι άντλησαν ιδέες από τη σχέση των δύο τεχνών. Αυτή η αμφίδρομη σχέση διαπέρασε όλο το 19^ο και 20^ο αιώνα.

Δεν μπορεί να μην αναφέρει κανείς ότι, αρκετές προσπάθειες ανήκουν σε ειδική κατηγορία ανθρώπων, που χαρακτηρίζονται από συναισθησία και πρόσφεραν πολλά στη σύνδεση των δύο τεχνών δίνοντας τη δική τους ερμηνεία.

Αρκετές προσπάθειες επίσης συνοδεύτηκαν και από ιδιόμορφες κατασκευές οπτικοακουστικών οργάνων, που αναδείκνυαν μια μοναδική σχέση εικόνας και

ήχου, όπως μπορεί να διαπιστώσει κανείς στην παράγραφο 1.1.2 της παρούσας εργασίας.

Κάθε μια από τις παραπάνω αντιστοιχίσεις παρουσιάζει τα δικά της προβλήματα, καθώς υπάρχει κάποια μορφή αυθαιρεσίας που τη συνοδεύει.

Τελικά αισθανόμαστε τόσο διαφορετικά την οπτική από τη μουσική πληροφορία; Ένα μοτίβο που ακούγεται αρμονικά υπάρχει περίπτωση να φαίνεται αρμονικά και το αντίστροφο;

1.1.1 Καλλιτέχνες με συναισθησία

Οι άνθρωποι που χαρακτηρίζονται από συναισθησία μπορούν να αντιληφθούν μια πληροφορία με περισσότερες από μια αισθήσεις. Ένας άνθρωπος που χαρακτηρίζεται από συναισθησία είναι δυνατόν για παράδειγμα, να «ακούει» τις οσμές ή να «βλέπει» τους ήχους.

Γεννημένος στη Ρωσία ο Wassily Kandinsky αφιέρωσε τη ζωή του στην σύνδεση μουσικής και χρωμάτων. Στην περίπτωση του, χρώματα και άλλα ζωγραφισμένα σημάδια ενεργοποιούσαν συγκεκριμένους ήχους ή μουσικές νότες και αντίστροφα. Ανέφερε, πως άκουγε ένα περίεργο σφύριγμα όταν αναμείγνυε χρώματα στην παλέτα του ως παιδί και αργότερα όταν έγινε καταξιωμένος τσελίστας, έλεγε ότι το τσέλο ήταν το όργανο το οποίο αντιπροσώπευε ένα από τα βαθύτερα μπλε. Ήθελε να προκαλέσει ήχο μέσω της αίσθησης της όρασης και να δημιουργήσει στη ζωγραφική κάτι αντίστοιχο με αυτό της μουσικής συμφωνίας που θα ερεθίσει όχι μόνο τα μάτια, μα και τα αυτιά επίσης.

Ο Kandinsky ανακάλυψε την συναισθησία του κατά τη διάρκεια μιας παράστασης της όπερας του Wagner «Lohengrin» στην Μόσχα: «Είδα όλα τα χρώματα μπροστά στα μάτια μου. Άγριες, σχεδόν τρελές γραμμές σχεδιάστηκαν μπροστά μου.» Το 1911, μετά από τις σπουδές του και την εγκατάστασή του στη Γερμανία, ένα κοντσέρτο του Schoenberg του δημιούργησε παρόμοια συναισθήματα και έγινε η αφορμή για να ζωγραφίσει τον πίνακα της εικόνας 5 σε δύο μόλις μέρες.



Εικόνα 5: Impression III (Konzert), Kandinsky

Ο ζωγράφος της αφηρημένης τέχνης κι ο συνθέτης της ατονικής μουσικής έγιναν φίλοι. Η σχέση των δύο αντρών είναι από τις πιο γόνιμες στην ιστορία της τέχνης.

Ο Paul Klee, Ελβετός ζωγράφος και μουσικός, ήταν ανάμεσα στις δυο τέχνες. Σε όλη του τη ζωή αντιλαμβανόταν τους ρυθμικούς παραλληλισμούς μεταξύ της μουσικής και της ζωγραφικής. Πολλοί από τους πίνακές του είναι εκφράσεις μουσικών θεμάτων, ιδεών και συμβόλων. Το έργο του «Ονειρική πόλη», 1921, παραπέμπει στους αυτοσχεδιασμούς του Kandinski [2].

Διάσημοι συναισθητικοί συνθέτες ήταν ο Alexander Scriabin κι ο Olivier Messiaen. Δεν σημαίνει όμως ότι οι δυο τους έβλεπαν τα ίδια χρώματα στις ίδιες νότες.

Συναισθητικός δηλώνει και ο γνωστός τραγουδιστής Λουκιανός Κηλαηδόνης, ο οποίος αντιστοιχίζει σε κάθε τραγούδι και ένα χρώμα. Τα τρία βασικά χρώματα γι' αυτόν το κόκκινο, το κίτρινο και το μπλε «βάφουν» τα πλήκτρα που αντιστοιχούν στη συγχορδία του ντο. Ενδιαμέσως οι νότες «βάφονται» από τις μείξεις των βασικών χρωμάτων, όπως μπορεί να δει κανείς στο πιάνο που δημιούργησε [9].

Οι συναισθητικοί πραγματικά βιώνουν τέτοιες καταστάσεις. Μια σειρά εγκεφαλικών αναλύσεων από νευρολόγους σε συναισθητικούς, έδειξε πως, παρότι είχαν τα μάτια τους δεμένα, υπήρχε εγκεφαλική δραστηριότητα στα οπτικά νεύρα όταν άκουγαν ήχους [2].

Η κατηγορία αυτή ανθρώπων που χαρακτηρίζονται από συναισθησία αποτελεί μόλις το 0,05% του πληθυσμού, οπότε αυτόματα τίθεται το ερώτημα τι να συμβαίνει άραγε με όλους τους υπόλοιπους. Κάνουν κάποιες συνδέσεις έστω και υποσυνείδητα; Αντιστοιχίζουν με κάποιο τρόπο τα χρώματα σε ήχους/μουσική;

1.1.2 Οπτικοακουστικά όργανα - Νότες με... χρώματα

Η ιδέα για το πρώτο οπτικοακουστικό όργανο ανήκει στο Γάλλο, Louis Bertrant Castel, ο οποίος πρότεινε την κατασκευή ενός νέου μουσικού οργάνου, ενός οπτικού τσέμπαλο (πρόγονος του σημερινού πιάνο) το οποίο ενσωμάτωνε ένα μεγάλο πλαίσιο με 60 μικρά χρωματιστά γυάλινα παράθυρα, πίσω από τα οποία υπήρχαν κεριά. Τα πατήματα στα πλήκτρα του συγκεκριμένου αυτού οργάνου, απομάκρυναν κουρτίνες που σκέπαζαν τα κεριά και έτσι αποκαλύπτονταν τα χρώματα μόνα τους ή σε συνδυασμούς, παράγοντας μια διαδοχή που ανύψωνε τη ζωγραφική σύνθεση στο επίπεδο της μουσικής. Έτσι δημιουργούνταν χρώματα παροδικά στο χρόνο, κατά αναλογία με τη μουσική σύνθεση [8].

Καθώς οι προσπάθειες σύνδεσης των δύο τεχνών μουσικής και ζωγραφικής συνεχίζονταν, ακολούθησε μια αλυσίδα εφευρέσεων από οπτικοακουστικά όργανα.

Στη Νέα Υόρκη το 1915 ο συνθέτης Skriabin στην παράσταση του έργου Προμηθέας «Ένα ποίημα της Φωτιάς», χρησιμοποίησε ιδιόμορφο κατασκευάσμα που αποτελούνταν από πολλές χρωματιστές λάμπες, το οποίο μετέφραζε μελωδίες της σύνθεσης σε προβολές χρωμάτων.

Το 1924 ο Vladimir Baranoff-Rossiné, εμφάνισε δημοσίως το «οπτιοφωνικό» πιάνο του. Βασισμένο στην προηγούμενη ιδέα του Skriabin, το μουσικό όργανο του Baranoff-Rossiné, επέτρεπε την προβολή χρωμάτων ταυτόχρονα με την εκτέλεση του έργου όπως μπορεί να δει κανείς σε σχετικό βίντεο [11]. Η πρώτη παρουσίαση της καινοτομίας του ευφάνταστου μηχανικού, έλαβε χώρα στο θέατρο Μπολσόι της Μόσχας και προκάλεσε ποικίλα εγκωμιαστικά σχόλια.

Μετά από αρκετές δεκαετίες πειραμάτων ο διάσημος ζωγράφος Macdonald-Wright, κατάφερε να χτίσει πραγματικά μια συσκευή που την ονόμασε Synchronous Kineidoscope, η οποία ήταν σε θέση να μεταφράζει τις φόρμες και τα χρώματα κάθε μοντέρνου έργου ζωγραφικής σε μια δομημένη σύνθεση από κινήσεις και χρώματα.

Κατά την διάρκεια της παράστασης, το κοινό ζούσε μία ανεπανάληπτη οπτικοακουστική εμπειρία που δεν μπορούσε ούτε να καταγραφεί, αλλά και ούτε να μείνει ως γλυπτική τέχνη. Ήταν το ίδιο εφήμερη με την μουσική, αλλά όπως και η μουσική, διέθετε την παράμετρο του χρόνου, αφού σε κάθε διαφορετική στιγμή δημιουργούνταν και διαφορετικό, άυλο γλυπτό στον χώρο [6].

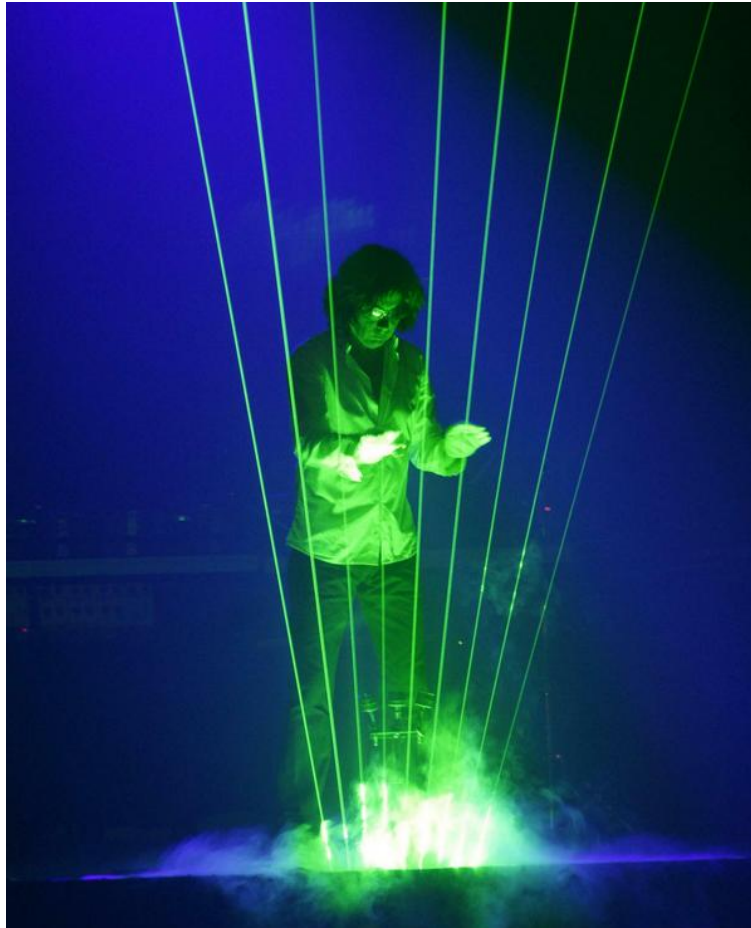
Εμπνευσμένοι από το παραπάνω πλαίσιο των προσπαθειών για δυνατότητα σύνθεσης των δύο διαφορετικών μορφών τέχνης, οπτικής και ακουστικής, της

δεκαετίας 1910-1920, τέσσερις νέοι συνθέτες με έντονο ενδιαφέρον για ενσωμάτωση οπτικών στοιχείων στο έργο τους συνεργάστηκαν δημιουργώντας το Project «Piano optophonique» (2007). Στην εικόνα 6 δίνεται ένα στιγμιότυπο από την παρουσίαση του έργου τους [35].



Εικόνα 6: The « Piano optophonique » project

Στα οπτικοακουστικά όργανα που παρουσιάστηκαν μέχρι τώρα οι καλλιτέχνες-μηχανικοί προσπάθησαν να μετατρέψουν τη μουσική σε οπτική αναπαράσταση. Ο Bernard Szajner έκανε το αντίθετο το 1981 χρησιμοποιώντας μια άρπα που αποτελούνταν από πολλές κάθετες και παράλληλες μεταξύ τους ακτίνες λέιζερ. Όταν μια ακτίνα διακόπτονταν από ένα χέρι, ή έναν καθρέφτη, έπαιζε η αντίστοιχη νότα σε ένα συνθεσάιζερ. Το αποτέλεσμα ήταν θεαματικό και διασκεδαστικό για το κοινό. Η άρπα λέιζερ έχει γίνει διάσημη από τον Jean-Michel Jarre, έναν μουσικό εξειδικευμένο στην ηλεκτρονική μουσική, όπως μπορεί κανείς να δει στην εικόνα 7 [5].



Εικόνα 7: Η άρπα λέιζερ και ο Jean-Michel Jarre

1.1.3 Παραστάσεις παράλληλων ζωγραφικών και μουσικών αυτοσχεδιασμών

Αποτελεί σύνηθες φαινόμενο ζωγράφοι να δημιουργούν συνθέσεις εμπνευσμένες από κάποιο μουσικό θέμα ή απλά ακούγοντας μουσική. Το ίδιο συνηθισμένη είναι και η δημιουργία μουσικής σύνθεσης, βασισμένη σε έργα μεγάλων ζωγράφων. Οι δύο τέχνες δείχνουν να αλληλοεπηρεάζουν γόνιμα η μια την άλλη, όπως διαπιστώνει κανείς από την παράγραφο 1.1.1.

Κάτι όχι και τόσο συνηθισμένο όμως, αποτελούν παραστάσεις παράλληλων ζωγραφικών και μουσικών αυτοσχεδιασμών, που κάνουν την εμφάνισή τους στο εξωτερικό αλλά και στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια. Πρόκειται για παραστάσεις, βασισμένες στη ζωγραφική δημιουργία και την αυτοσχέδια μουσική σύνθεση, που εκτελούνται ζωντανά και παράλληλα μπροστά στο κοινό.

Οι καλλιτέχνες εμπνέονται ο ένας από τον άλλο πάνω στη σκηνή και δημιουργούν ταυτόχρονα τις συνθέσεις τους στη διάρκεια της παράστασης.

Ένα τέτοιο σχήμα, αποτελεί η μουσικο-εικαστική ομάδα PanAngel8Arts που ιδρύθηκε το 2007 από τη ζωγράφο Αγγελική Κούρκουλου και το συνθέτη Παναγιώτη Μπερλή. Η ομάδα ανάλογα με το έργο, υποστηρίζεται και από άλλους καλλιτέχνες ή καλλιτεχνικές ομάδες. Η PanAngel8Arts παρουσιάζει στην Ελλάδα και το εξωτερικό την καινοτόμο παράσταση LivePaint2LiveMusic (ζωντανή ζωγραφική σε ζωντανή μουσική).

Ένα πινέλο που μαγικά γεμίζει με χρώματα και σχήματα στον καμβά. Ένα πιάνο που γεμίζει τον αέρα με μελωδίες και αρμονίες. Η τέχνη και η μουσική εγείρουν τις αισθήσεις του κοινού και το ταξιδεύουν σε ένα θεαματικό σύμπαν μουσικής και τέχνης. [18]

1.2 Αντιστοιχίσεις παραμέτρων εικόνας σε παραμέτρους ήχου

Σημαντικές μέθοδοι σύνδεσης εικόνας και ήχου εμφανίστηκαν με την ανάπτυξη της ηλεκτρονικής μουσικής. Η συμμετοχή των ηλεκτρονικών υπολογιστών στην επεξεργασία του ήχου και κατά επέκταση της μουσικής, άνοιξε νέους ορίζοντες και γέννησε μια εντελώς διαφορετική προσέγγιση αντιστοιχίσεων. Η διαδικασία αναπαράστασης του ήχου με τη χρήση μαθηματικών μοντέλων, έδωσε τη δυνατότητα αποδόμησης του ήχου σε βασικά συστατικά, διευκολύνοντας έτσι την τροποποίηση τους προς το επιθυμητό κάθε φορά ηχητικό αποτέλεσμα. Αντίστοιχα, αναπτύχθηκαν σύνθετα προγράμματα δημιουργίας και επεξεργασίας στατικών, αλλά και κινούμενων εικόνων.

Η διερεύνηση των σχέσεων μεταξύ των παραμέτρων που χαρακτηρίζουν μια εικόνα, με επιλεγμένες παραμέτρους που ρυθμίζουν τον ήχο, γίνεται πραγματικότητα. Πληθώρα προγραμμάτων αναπτύσσονται, το καθένα με τη δική του λειτουργικότητα και αισθητικό αποτέλεσμα. Παρακάτω παρουσιάζονται ενδεικτικά μερικά από αυτά.

Το πιο παλιό, ίσως είναι ένα μουσικό σύστημα για υπολογιστές το UPIC (1972) που δημιούργησε ο Ιάννης Ξενάκης, ένας από τους σημαντικότερους Έλληνες συνθέτες και αρχιτέκτονες του 20^{ου} αιώνα. Το UPIC, που φαίνεται στην εικόνα 8, μελοποιούσε σχήματα, όπως γραμμές ή κουκίδες, και ανάλογα με την δύναμη πάνω στην γραφίδα καταγραφόταν και η ένταση. Ο κατακόρυφος άξονας μπορούσε να

ρυθμίζεται έτσι ώστε να μετατρέπεται η μουσική, ανάλογα με το εύρος των συχνοτήτων που επιθυμούσε ο συνθέτης.

Ο συνθέτης μπορούσε να ζωγραφίσει πάνω στην πλακέτα-σχεδιαστήριο α) την περίοδο (περίοδο χροιάς) και όποια διαφοροποίηση της ακουστικής πίεσης σε συνάρτηση με τον χρόνο, ανεξάρτητα από την συχνότητα και την ένταση, β) την περιβάλλουσα ηχητική επιφάνεια και όποια διαφοροποίηση της έντασης της περιόδου σε συνάρτηση με τον χρόνο και γ) την καμπύλη ύψους προς το χρόνο και όποια διαφοροποίηση του ύψους σε συνάρτηση με τον χρόνο [6].



Εικόνα 8: Η πλακέτα-σχεδιαστήριο του Ξενάκη, που ονόμασε UPIC

Είναι πολύ ενδιαφέρον το γεγονός, ότι μπορούμε σήμερα να δούμε υλοποιημένη εκ νέου την ιδέα Ξενάκη. Το 2007 ο Thomas Baudel, έχοντας στη διάθεσή του σύγχρονους πλέον υπολογιστές, δημιούργησε το HighC, ένα πρόγραμμα γραμμένο σε Java, το οποίο στηρίζεται στο UPIC με κάποιες πρόσθετες λειτουργίες, αλλά και χρωματικές επιλογές [16].

Το Phonogramme (1993) είναι ένα απλό πρόγραμμα που περιλαμβάνει μια παλέτα με όλες τις αποχρώσεις μεταξύ λευκού και μαύρου που αντιστοιχίζονται στη σιωπή και τη μέγιστη ένταση αντίστοιχα. Στο πρόγραμμα υπάρχει η δυνατότητα χρησιμοποίησης σχεδιαστικών εργαλείων.

Ένα πρόγραμμα με πολύ πιο σύνθετο γραφικό περιβάλλον είναι το Metasynth, το οποίο παράγει ήχο από μια εικόνα που δημιουργείται από κόκκινα, πράσινα και κίτρινα χρώματα, που λειτουργούν ως φίλτρα. Υπάρχει δυνατότητα περαιτέρω επεξεργασίας της εικόνας που δημιουργείται, όπως και του ήχου. Όπως και στο

Phonogramme, οι αποχρώσεις του γκρι συμβολίζουν τις διαφορές της έντασης. Εδώ όμως, αντιστοιχίζεται το λευκό για τη μέγιστη ένταση και μαύρο για τη σιωπή [15].

Το περιβάλλον του Hyperscore κινείται σε ένα πιο παιχνιδιάρικο ύφος, καθώς δημιουργήθηκε για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Με το πρόγραμμα αυτό μπορεί ο καθένας χωρίς ιδιαίτερες γνώσεις, να συνθέσει μουσική, σχεδιάζοντας γραμμές και σχήματα. Για να επιτευχθεί αυτό, το λογισμικό απεικονίζει μουσικές έννοιες με οπτικές αναπαραστάσεις-μοτίβα. Το χρώμα, το σχήμα και η υφή χρησιμοποιούνται για να δημιουργήσουν υψηλού επιπέδου μουσικά χαρακτηριστικά, όπως χροιά, μελωδικό περίγραμμα και αρμονικές εντάσεις, όπως μπορεί να δει κανείς σε σχετικό βίντεο [36].

Ένα ακόμη ενδιαφέρον πρόγραμμα μετατροπής εικόνας σε ήχο είναι το AudioPaint [37]. Στις αναφορές [38], [39] μπορεί κανείς να παρακολουθήσει δείγματα της δουλειάς του με σχετικά βίντεο.

Επίσης το γνωστό πρόγραμμα ζωγραφικής για παιδιά TuxPaint, φαίνεται να ενσωματώνει και ένα εργαλείο για δημιουργία ήχων από ζωγραφική [40].

Εκτός από προγράμματα σαν αυτά που παρουσιάστηκαν συνοπτικά παραπάνω, όπου η δημιουργία ηχητικής σύνθεσης μέσα από ζωγραφική είναι μονόδρομος, υπάρχει κατηγορία προγραμμάτων που λειτουργούν αμφίδρομα, δηλαδή από την εικόνα/ζωγραφική προς τον ήχο και αντίστροφα. Πολλά επίσης χρησιμοποιούν διαδραστικά περιβάλλοντα επεξεργασίας δεδομένων σε πραγματικό χρόνο.

Στον πίνακα 1 δίνονται ενδεικτικά παραδείγματα προγραμμάτων ταξινομημένα με βάση τη λειτουργικότητα και τις δυνατότητές τους.

Programs Name Date of Presentation Inventor	Score	Visual Presentation Process	Pros
<i>Upic</i> 1972 <i>Xenakis</i> <i>CEMAM</i>	The <i>Upic</i> score is a collection of "arcs". An arc is a pitch (frequency) versus time curve.	Black and White From image to sound	Ultimate guidance of the visual process by ear. Detailed macrocompositional/ microcompositional structure analysis.
<i>Phonogramme</i> 1993 <i>Lesbros</i> <i>GAIV</i>	Resembles two-dimensional frequency-domain representations of sound by physical drawing tools	Black and White From image to sound	Option of physical drawing tools (e.g. ink, pencil, watercolour etc) to create different sound results.
<i>Metasynth</i> 1998 <i>Wenger</i>	Translation from static images (PICT files) to sound. A picture is scanned from left to right. Pitch and duration are represented on the vertical and horizontal axis respectively	Colour From image to sound	Uses pictures as filters (by scanning the colors) to produce the desired sound.
<i>Hyperscore</i> 2004 <i>Farbood</i> <i>MIT Lab</i>	The user chooses a colour for each motive and composes a piece versus time curve	Colour From image to sound	Motive presentation of tonic music (Minor and Major Structure).
<i>Soundpaint</i> 2005 <i>Wenger and Spiegel</i>	Definition of sounds according to RGB colours (different colours map to different sounds in order to utilize the colorspace as much as possible)	Colour From image to sound	From colour to sound.
<i>IFS music</i> 1989 <i>Bransley</i>	Production of different types of fractals that can define pitch and time	Colour vice-versa	Pieces of modern aesthetic can be produced.
<i>JITER</i> 2003 <i>Cycling 74</i>	Jitter abstracts all data as multidimensional matrices, so objects that process images can also process audio volumetric data.	Colour vice-versa	Further evaluation of three-dimensional and real-time presentations.
<i>SONOS</i> 2005 <i>Thiebaut</i>	It shares the same data between the domains of sound and video in a relationship that makes the biggest possible sense. The abscissa represents frequency and time.	Colour vice versa	Rotation, zoom, blur and saturation from Jitter environment. Due to the corporation with such a complex program as <i>max/msp/jitter</i> , its applications are infinite.

Πίνακας 1: Ταξινόμηση προγραμμάτων “μετάφρασης” εικόνας σε ήχο [15]

1.3 Συσκευές και προγράμματα υποβοήθησης «όρασης» μέσω ήχων

Τα χρώματα αλλάζουν τα πάντα γύρω μας. Δίνουν νόημα σε αυτά που βλέπουμε. Ένα νόημα που στερούνται όσοι δεν έχουν την όραση τους ή κάποιο πρόβλημα μ' αυτή.

Η μετατροπή επομένως εικόνας σε ήχο, είναι σημαντική πέρα από το αισθητικό κομμάτι της τέχνης, για την ίδια τη ζωή και την επιβίωση ανθρώπων με προβλήματα

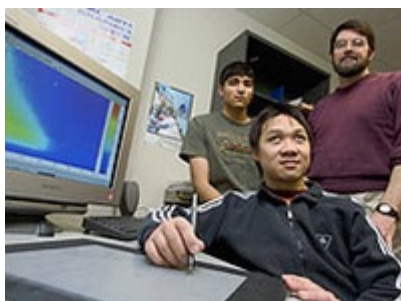
όρασης. Ενδεικτικά αναφέρονται κάποια παραδείγματα συσκευών-προγραμμάτων προς αυτή την κατεύθυνση.

Ο Νιλ Χάρμπισον κατάφερε να γίνει ζωγράφος, πάσχοντας από πλήρη αχρωματοψία. Μια συσκευή, το Eyeborg (2004) που δημιουργήθηκε ειδικά για αυτόν, αποτελεί πλέον προέκταση του σώματός του και μετατρέπει τα χρώματα σε ήχους.

Πρόκειται στην ουσία για μια εκλεπτυσμένη συσκευή η οποία με τη βοήθεια μιας μικροκάμερας, καταγράφει τα χρώματα και στη συνέχεια τα μετατρέπει σε μουσικές νότες. Το κάθε χρώμα έχει ένα συγκεκριμένο μήκος κύματος. Με το Eyeborg επιβραδύνεται η ταχύτητά του, έτσι ώστε να μην είναι πλέον οπτικό αλλά ηχητικό. Το κόκκινο χρώμα για παράδειγμα, έχει πολύ χαμηλή συχνότητα και για τον λόγο αυτό «μεταφράζεται» σε χαμηλή νότα, το μωβ αντίθετα έχει πολύ υψηλή συχνότητα και «μεταφράζεται» σε υψηλή νότα. Όλα τα υπόλοιπα χρώματα βρίσκονται ανάμεσα σε αυτά τα δύο. Κατ' αυτόν τον τρόπο μπορεί κάποιος να «ακούσει» όλη τη χρωματική παλέτα.

Ο Νιλ πλέον έχει εκπαιδευτεί να ακούει 360 διαφορετικά χρώματα και να αντιλαμβάνεται μία επιπλέον ιδιότητά τους: αυτή του κορεσμού. Έτσι, τώρα πια, με τη βοήθεια του τόνου της κάθε νότας αναγνωρίζει το χρώμα, ενώ με την αυξομείωση της έντασής της μπορεί να ξεχωρίσει αν ένα χρώμα είναι θαμπό ή λαμπερό [12].

Μια παρόμοια περίπτωση είναι του τυφλού φοιτητή Victor Wong που έχει αναπτύξει ένα σύστημα (2005), το οποίο μετατρέπει τα χρώματα σε μουσικές νότες, έτσι ώστε να μπορεί ο ίδιος να διαβάζει μετεωρολογικούς χάρτες όπως δείχνει εικόνα 9.



Εικόνα 9: Το σύστημα απεικόνισης εικόνας σε ήχο του Wong

Για να υπάρχει ακριβής αναφορά στην εικόνα, χρησιμοποιήθηκε ένα όργανο αποτελούμενο από ένα στυλό κι ένα πίνακα. Το σύστημα αντιστοιχεί σε κάθε

χρωματιστό pixel της εικόνας στην οθόνη μια από τις 88 νότες του πιάνο. Για παράδειγμα, η χαμηλότερη νότα αντιστοιχεί στο μπλε και η ψηλότερη στο κόκκινο.

Καθώς μια νότα αυξάνει την έντασή της ο Wong καταλαβαίνει ότι το χρώμα που περιγράφει γίνεται όλο και πιο κόκκινο, και στο μυαλό του έχει την εικόνα του κόκκινου [13].

Τελευταία παρουσιάζεται η τεχνολογία συνθετικής όρασης για τυφλούς, μέσω ήχων The vOICe. Γυαλιά με διακριτική μικροκάμερα και αισθητήρες καταγράφουν εικόνες σε πραγματικό χρόνο και τις κωδικοποιούν σε ήχο. Όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις θα πρέπει να ακολουθήσει ειδική εκπαίδευση των τυφλών για να ανταποκριθούν και να ωφεληθούν από τη συσκευή. Το λογισμικό προσωπικής εκπαίδευσης της συσκευής, προσφέρεται δωρεάν και έτσι δίνεται η δυνατότητα στον καθένα να δοκιμάσει, κατά πόσο μπορεί να «δει», χρησιμοποιώντας τα αυτιά του [14].

Κάθε φωτογραφικό στιγμιότυπο του βίντεο που καταγράφεται μέσω των ειδικών γυαλιών (εικόνα σε κλίμακα του γκρι), αντιστοιχίζεται σε ήχο με βάση τους παρακάτω τρεις κανόνες:

1. Αριστερά - Δεξιά

Ακούγεται στερεοφωνικός ήχος από αριστερά προς τα δεξιά. Το άκουσμα κάποιου ήχου από αριστερά ή δεξιά, υποδηλώνει την ύπαρξη ενός οπτικού μοτίβου αριστερά ή δεξιά αντίστοιχα.

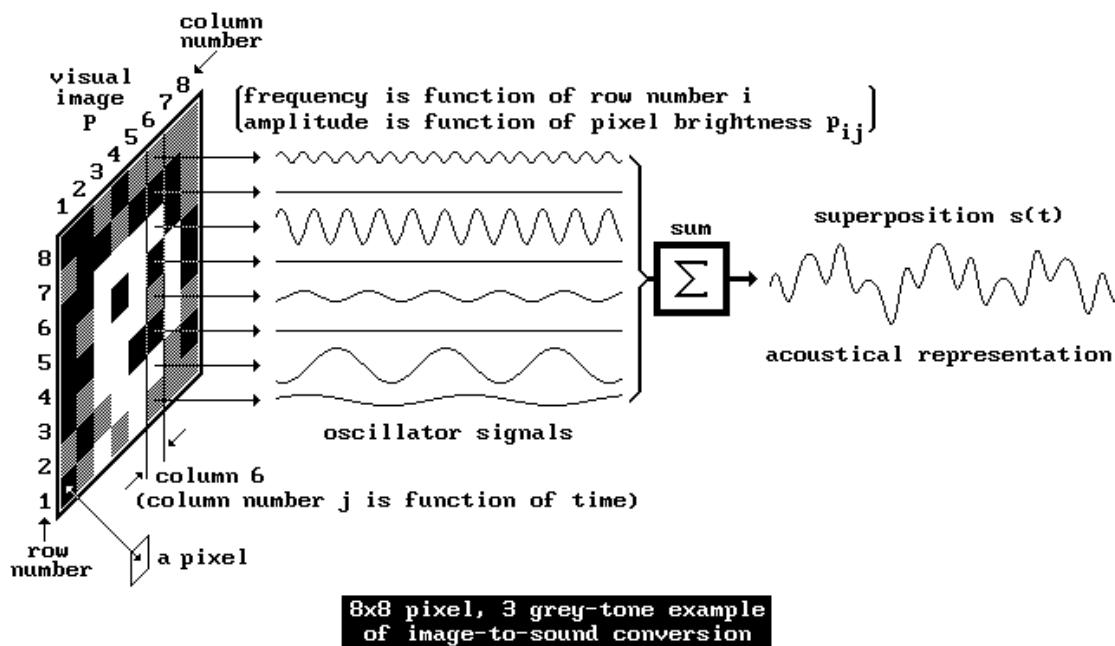
2. Πάνω - κάτω

Η υψηλή ή χαμηλή συχνότητα του παραγόμενου ήχου, αντιστοιχεί στην κατακόρυφη θέση του αντικείμενου αντίστοιχα. Η αυξομείωση της συχνότητας υποδηλώνει αντικείμενο που πέφτει ή ανυψώνεται.

3. Σκοτεινό - Φωτεινό

Η ένταση του ήχου συνδέεται με τη φωτεινότητα, δηλαδή δυνατότερος ήχος αντιστοιχεί σε φωτεινότερο αντικείμενο. Η σιωπή σημαίνει μαύρο, ένας δυνατός ήχος σημαίνει άσπρο και οι ενδιάμεσοι ήχοι αντιστοιχίζονται σε αποχρώσεις του γκρι.

Έτσι μέσω «ψηφιακών» πια αισθήσεων μπορεί να παραχθεί «συνθετική» όραση. Στην εικόνα 10, δίνεται η απεικόνιση των ψηφιακών χαρακτηριστικών μιας εικόνας σε κατάλληλα επιλεγμένα χαρακτηριστικά ήχου που χρησιμοποιεί η τεχνολογία The vOICe.



Εικόνα 10: Αντιστοιχίσεις εικόνας σε ήχο του προγράμματος The vOICe

Η παραπάνω απεικόνιση παρουσιάζει τις αρχές της διαδικασίας μετατροπής για ένα απλό παράδειγμα μιας 8×8 εικόνας, με 3 αποχρώσεις του γκρι. Για κάθε pixel μεταφράζει, την κατακόρυφη θέση σε συχνότητα, την οριζόντια θέση σε χρόνο-μετά-κλικ, και τη φωτεινότητα σε πλάτος ταλάντωσης. Για μια συγκεκριμένη στήλη, κάθε pixel χρησιμοποιείται για να διεγείρει έναν ημιτονοειδή ταλαντωτή στα πλαίσια του ηχητικού φάσματος συχνοτήτων.

Κεφάλαιο 2

Ανάλυση συστήματος λογισμικού σύμφωνα με τη μεθοδολογία ICONIX

Σε αυτό το κεφάλαιο, γίνεται η ανάλυση του συστήματος λογισμικού που πρόκειται να αναπτυχθεί, σύμφωνα με τη μεθοδολογία ICONIX. Μετά το πέρας της ανάλυσης αυτής, αναμένεται να έχουν προσδιοριστεί οι κλάσεις, ενδεχομένως κάποιες ιδιότητες και το μεγαλύτερο ποσοστό των μεθόδων που θα χρησιμοποιηθούν στον κώδικα της εφαρμογής.

2.1 Γενικά για τη μεθοδολογία ICONIX

Η ICONIX είναι μια μεθοδολογία ανάπτυξης λογισμικού που επιτρέπει τη συστηματική μετάβαση από τις αρχικές απαιτήσεις, στον κώδικα που τελικά υλοποιεί τις απαιτήσεις αυτές. Είναι μια απλούστερη εκδοχή της ευρέως διαδεδομένης Ενοποιημένης Προσέγγισης (Unified Process).

Το ζητούμενο είναι, από τις απαιτήσεις του χρήστη να παραχθεί το τελικό προϊόν, δηλαδή ο λειτουργικός κώδικας. Ο κώδικας παράγεται με τη διαδοχική εκλέπτυνση και βελτίωση δύο μοντέλων:

α) του στατικού μοντέλου που περιγράφει την αρχιτεκτονική του συστήματος, δηλαδή τις δομικές του μονάδες και τις σχέσεις μεταξύ τους και

β) του δυναμικού μοντέλου που περιγράφει τον τρόπο, με τον οποίο οι μονάδες αλληλεπιδρούν για την επίτευξη της επιθυμητής λειτουργικότητας.

Οι απαιτήσεις του χρήστη του συστήματος, θεωρείται ότι διατυπώνονται σε κάποιο αρχικό κείμενο (γνωστό ως απαιτήσεις υψηλού επιπέδου) και ενδεχομένως σε κάποια σκίτσα της επιθυμητής γραφικής διασύνδεσης χρήστη. Η μεθοδολογία ICONIX βασίζεται στην αξιοποίηση ενός υποσυνόλου της UML για τη δημιουργία διαγραμμάτων, ως ενδιάμεσα προϊόντα κατά την εξέλιξη του δυναμικού και στατικού μοντέλου του συστήματος που αναπτύσσεται. Συγκεκριμένα, από το σύνολο των διαγραμμάτων της UML, χρησιμοποιούνται τα διαγράμματα περιπτώσεων χρήσης, τα διαγράμματα κλάσεων, τα διαγράμματα ευρωστίας (ειδική περίπτωση των διαγραμμάτων συνεργασίας) και τα διαγράμματα ακολουθίας.

Το μείζον χαρακτηριστικό της μεθοδολογίας ICONIX είναι η επαναληπτικότητα. Αφενός, η διαδικασία είναι επαναληπτική διότι επιτρέπει την παραγωγή λειτουργικού κώδικα, για κάθε μια περίπτωση χρήσης του συστήματος ξεχωριστά. Σε κάθε επανάληψη, εξετάζεται μια νέα περίπτωση χρήσης, που καταλήγει στην προσθήκη λειτουργικότητας στο τελικό προϊόν. Αφετέρου, η διαδικασία είναι επαναληπτική, διότι επιτρέπει (και υποβοηθά) την επιστροφή από ένα στάδιο της διαδικασίας ανάπτυξης (π.χ. το σχεδιασμό), σε προηγούμενα (π.χ. την ανάλυση απαιτήσεων) με σκοπό την αποσαφήνιση, βελτίωση και διόρθωση προηγούμενων ενεργειών. Η επαναληπτικότητα, βρίσκεται στο κέντρο του αντικειμενοστρεφούς υποδείγματος προγραμματισμού, καθώς αναγνωρίζει ότι ένα μεγάλο σύστημα λογισμικού δεν μπορεί να αναπτυχθεί με μιας και ότι οι αλλαγές σε προηγούμενες επιλογές είναι αναπόφευκτες [19].

2.2 Ανάλυση του Αρχικού Κειμένου Απαιτήσεων Χρήστη

Η ανάλυση που πραγματοποιείται, βασίζεται σε ένα αρχικό κείμενο περιγραφής των λειτουργικών προδιαγραφών του συστήματος, όπως αυτές διατυπώνονται στο θέμα της διπλωματικής εργασίας (παράρτημα Α).

Αναλύοντας συντακτικά το κείμενο των απαιτήσεων (εντοπίζοντας τα ουσιαστικά) και λαμβάνοντας υπόψη προηγούμενη γνώση αναφορικά με τη λειτουργία παρόμοιων συστημάτων, προκύπτουν οι υποψήφιας κλάσεις του πεδίου του προβλήματος. Από τη λίστα που ακολουθεί έχουν αφαιρεθεί διπλοεγγραφές, όλα τα ουσιαστικά καταγράφονται στην ονομαστική του ενικού, έχουν αφαιρεθεί κλάσεις που αναφέρονται στο ίδιο το σύστημα που πρόκειται να αναπτυχθεί (π.χ. εφαρμογή), καθώς και ουσιαστικά που αναφέρονται σε αφηρημένες έννοιες. Επίσης, δεν καταγράφονται ουσιαστικά που αναφέρονται σε χειριστές του συστήματος ή ουσιαστικά που αναφέρονται σε τεχνικές λεπτομέρειες υλοποίησης (π.χ. οθόνη).

Οι κλάσεις που ακολουθούν είναι «υποψήφιας» υπό την έννοια ότι μπορεί να αποτελέσουν τελικά και κλάσεις της σχεδίασης του συστήματος, αλλά προφανώς μπορεί να μην διατηρηθούν ως κλάσεις μέχρι το πέρας της αντικειμενοστρεφούς ανάλυσης και σχεδίασης. Επίσης, κάποιες από τις κλάσεις αυτές πιθανόν να αποτελέσουν ιδιότητες (attributes) άλλων κλάσεων.

- Καμβάς
- Εικονοστοιχείο
- Χρώμα
- Εργαλείο
- Πινέλο
- Κουβάς
- Φακός
- Σπρέι
- Ουράνιο τόξο (εργαλείο σχεδίασης)
- Σβηστήρα
- Συνθέτης ήχου
- Όργανο

2.3 Ερωτήματα – Παραδοχές

Είναι αναμενόμενο, οι αρχικές απαιτήσεις χρήστη να περιέχουν ασάφειες ή και να μην είναι πλήρεις σχετικά με το υπό ανάπτυξη λογισμικό. Στην παράγραφο αυτή, μέσω ερωτημάτων αλλά και παραδοχών, διευκρινίζονται τα επίμαχα σημεία και μπορεί να προχωρήσει η περαιτέρω ανάλυση.

1. Γενικά στοιχεία της εφαρμογής.

Κατά την εκκίνηση της εφαρμογής, θα ενεργοποιείται ο ήχος του καμβά σχεδίασης, ο οποίος θα ελέγχεται με διακόπτη τύπου «on/off». Έτσι, θα δίνεται η δυνατότητα στο χρήστη, να διακόψει προσωρινά την αναπαραγωγή του ήχου του καμβά, προκειμένου να ακούσει καλύτερα τον ήχο που προέρχεται από τη ζωγραφική του και μόνο. Ο ήχος της ζωγραφικής του χρήστη, θα ακούγεται ανεξάρτητα από τους υπάρχοντες ήχους του καμβά. Τα παραπάνω έχουν σαν αποτέλεσμα να ακούγεται κάποιος ήχος, ακόμη κι όταν ο χρήστης δε ζωγραφίζει ή τη στιγμή που αλλάζει χρώματα, εργαλεία και ρυθμίσεις.

Συγκεκριμένα, στις τέσσερις γωνίες του καμβά θα τοποθετηθούν τέσσερις διαφορετικοί «ambient» ήχοι, οι οποίοι θα εξασθενούν αναλογικά με την απόσταση

από τις γωνίες. Γενικά, ως ambient χαρακτηρίζεται η μουσική η οποία έχει γραφτεί για να μην απαιτεί πολύ από την προσοχή του ακροατή και μπορεί να υπάρξει απλά στο υπόβαθρο. Συνήθως έχει έντονο το στοιχείο της επανάληψης, χωρίς μεγάλες αλλαγές στον ήχο και την ενορχήστρωση του κάθε κομματιού. Είναι μουσική που συνδυάζει επιρροές από πολλά μουσικά είδη [22].

Η διεπαφή του χρήστη θα κρατηθεί όσο το δυνατόν απλή, χωρίς τεχνικούς ή μουσικούς όρους, έτσι ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί και από μη καταρτισμένους μουσικά χρήστες. Οι περισσότερες ενέργειες θα γίνονται αντιληπτές και κατανοητές με τη χρήση κατάλληλων εικονιδίων, χωρίς πολλά μηνύματα και υποδείξεις.

2. Πως θα «μεταφράζεται» η ζωγραφική δημιουργία σε ηχητική.

Η μελέτη της σχετικής με το θέμα βιβλιογραφίας, έδειξε ότι υπάρχει πληθώρα διαφορετικών αντιστοιχίσεων που μπορεί να επιλέξει κανείς. Μια επιθυμία που προέκυψε ακούγοντας ήχους παραγόμενους από παρόμοιες προσπάθειες «μετάφρασης εικόνας σε ήχο» είναι η εξής: ο παραγόμενος ήχος να ηχεί όσο το δυνατόν ευχάριστα στα αυτιά των ανθρώπων και να μην είναι ένας οποιοσδήποτε ήχος που ηχεί σαν θόρυβος.

Με βάση την παραπάνω λογική, η συγκεκριμένη εργασία θα βασιστεί στα αποτελέσματα των ερευνών [3], [4] σε ότι αφορά την αντιστοίχιση του χρώματος με κάποιο χαρακτηριστικό του ήχου. Οι έρευνες αυτές διαφέρουν από άλλες, στο ότι αναζήτησαν την ενστικτώδη σχετική ένωση χρώματος - ήχου που κάνει ο άνθρωπος και όχι την υποτιθέμενη φυσική ή μαθηματική σύνδεση.

Τα αποτελέσματα της έρευνας [4] έδειξαν ότι οι άνθρωποι κατά ένα πολύ μεγάλο ποσοστό (80% και πάνω), συσχετίζουν τους ήχους με χαμηλό τόνο σε σκούρα χρώματα και το αντίστροφο. Συγκεκριμένα η συσχέτιση είναι μεταξύ του τόνου (pitch) ενός ήχου και τιμής (value) ενός χρώματος, δηλαδή η χαμηλότερη τιμή (value) ενός χρώματος θα αντιστοιχεί σε ήχο με χαμηλότερο τόνο (pitch).

Επομένως το πρώτο βήμα είναι, τα χρώματα να μετατραπούν από το χρωματικό μοντέλο στο οποίο ανήκουν (RGB ή HSB) σε αποχρώσεις της κλίμακας του γκρι (grayscale). Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη μετατροπή αυτή. Στη συγκεκριμένη εργασία, θα χρησιμοποιηθεί η μέθοδος που βασίζεται στον υπολογισμό των grayscale τιμών με βάση τη φωτεινότητα (luminosity) [20].

Η μέθοδος αυτή αποτελεί ένα σταθμισμένο μέσο όρο, που βασίζεται όμως στην ανθρώπινη αντίληψη. Οι άνθρωποι είναι γενικά πιο ευαίσθητοι στο πράσινο χρώμα από ότι στα άλλα χρώματα και έτσι στη μέθοδο αυτή το πράσινο χρώμα έχει μεγαλύτερο συντελεστή αναλογίας, ακολουθεί το κόκκινο και τέλος το μπλε. Οι αλγόριθμοι αυτοί χρησιμοποιούνται από προγράμματα επεξεργασίας εικόνας, όπως το Photoshop ή το Gimp [21]. Στη σχέση (1), δίνεται ο αλγόριθμος μετατροπής του Photoshop που θα χρησιμοποιηθεί στην παρούσα εργασία.

$$\text{Gray} = 0.299 \times R + 0.587 \times G + 0.114 \times B \quad (1)$$

Όπου Gray είναι η τιμή της κλίμακας του γκρι στο διάστημα 0 έως 255 και R,G,B είναι οι αντίστοιχες τιμές του κόκκινου, πράσινου και μπλε χρώματος του χρωματικού μοντέλου RGB.

Μετά την εύρεση των grayscale τιμών, θα ακολουθήσει η αντιστοίχησή τους σε νότες. Με βάση την παραπάνω ανάλυση, οι μεγαλύτερες grayscale τιμές θα αντιστοιχηθούν σε υψηλότερους τόνους.

Οι αντιστοιχίσεις των παραμέτρων ζωγραφικής σύνθεσης σε παραμέτρους ήχου που επιλέχθηκαν, φαίνονται στον πίνακα 1. Η χροιά του παραγόμενου ήχου θα καθορίζεται από το χρήστη με την επιλογή μουσικών οργάνων, όπως φαίνεται στην πρότυπη οθόνη της εφαρμογής, εικόνα 11.

Παράμετροι ζωγραφικής σύνθεσης	Παράμετροι ήχου
Χρώμα εικονοστοιχείου	Νότα
Πάχος εργαλείου	Ένταση ήχου
Κίνηση ποντικιού (αργή/γρήγορη)	Τέμπο

Πίνακας 2: Αντιστοιχίσεις παραμέτρων ζωγραφικής σύνθεσης σε παραμέτρους ήχου

3. Ποιους τύπους εικόνων θα ανοίγει η εφαρμογή και πως θα «μεταφράζεται» η στατική εικόνα σε ήχο.

Η εφαρμογή θα μπορεί να ανοίξει εικόνες τύπου *.jpg,*.png,*.tif. Κάθε εικόνα που ανοίγει η εφαρμογή θα προσαρμόζεται στις διαστάσεις του καμβά σχεδίασης.

Ο χρήστης θα μπορεί να χρησιμοποιήσει το εργαλείο του φακού για να εξερευνήσει μουσικά την εικόνα. Το χρώμα κάθε εικονοστοιχείου της εικόνας που θα δείχνει ο φακός, θα μεταφράζεται σε νότα. Επίσης η γρήγορη ή αργή κίνηση του φακού θα δίνει διαφορετικό τέμπο στον ήχο που θα ακούγεται. Η ένταση και η χροιά του ήχου θα καθορίζονται από τις επιλογές του χρήστη στη συγκεκριμένη χρονική στιγμή.

4. Πως θα γίνεται η αποθήκευση και στη συνέχεια η αναπαραγωγή μιας εργασίας.

Θα αποθηκεύονται τα στοιχεία κάθε σχεδιαστικής κίνησης του χρήστη, όπως το είδος του εργαλείου σχεδίασης που χρησιμοποιήθηκε, το χρώμα, το πάχος του και οι συντεταγμένες εφαρμογής του. Θα αποθηκεύεται επίσης, η ταχύτητα κίνησης της δεικτικής συσκευής, το μουσικό όργανο, καθώς και ο χρόνος εκτέλεσης της συγκεκριμένης κίνησης. Στη φάση της αναπαραγωγής, το σύστημα θα ανακτά τις αποθηκευμένες κινήσεις και θα αναπαράγει τόσο τη ζωγραφική, όσο και την ηχητική πληροφορία στον κατάλληλο χρόνο.

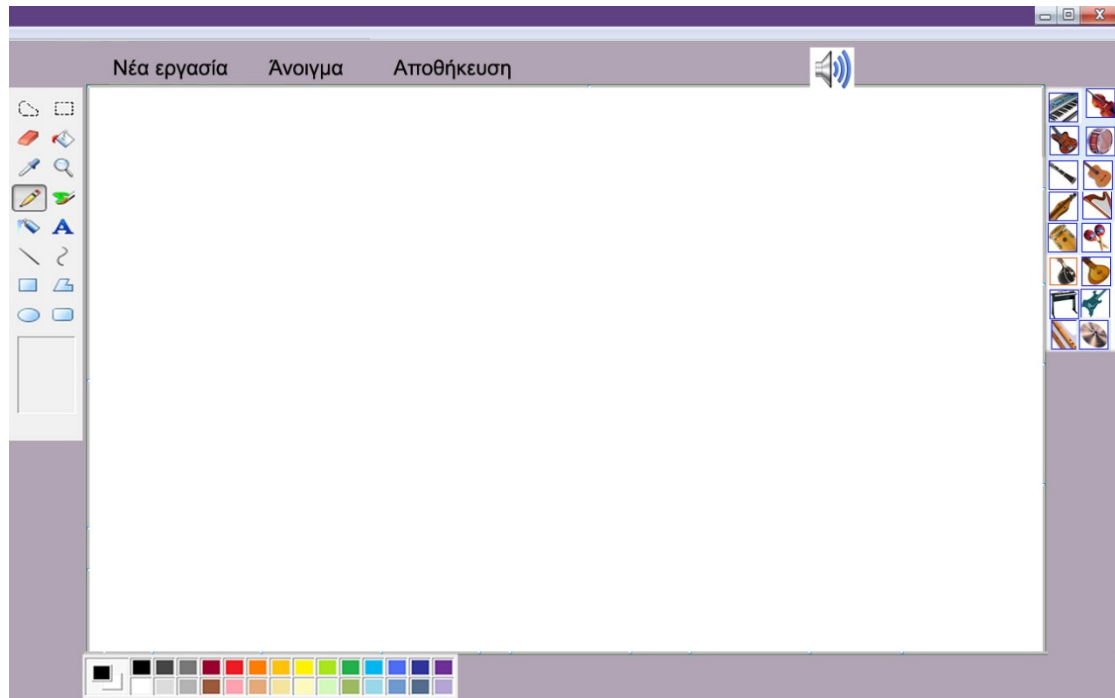
5. Πως θα λειτουργεί το σχεδιαστικό εργαλείο ουράνιο τόξο.

Τα περισσότερα ψηφιακά εργαλεία σχεδίασης είναι λίγο πολύ γνωστά από παρόμοια σχεδιαστικά προγράμματα. Έτσι, ιδιαίτερη αναφορά γίνεται μόνο για το εργαλείο ουράνιο τόξο. Το συγκεκριμένο εργαλείο θα ζωγραφίζει ταυτόχρονα και με τα επτά χρώματα του ουράνιου τόξου. Αντίστοιχα ο ήχος που θα παράγει, θα είναι ήχος από περισσότερες από μία νότες πατημένες ταυτόχρονα (μουσικές συγχορδίες).

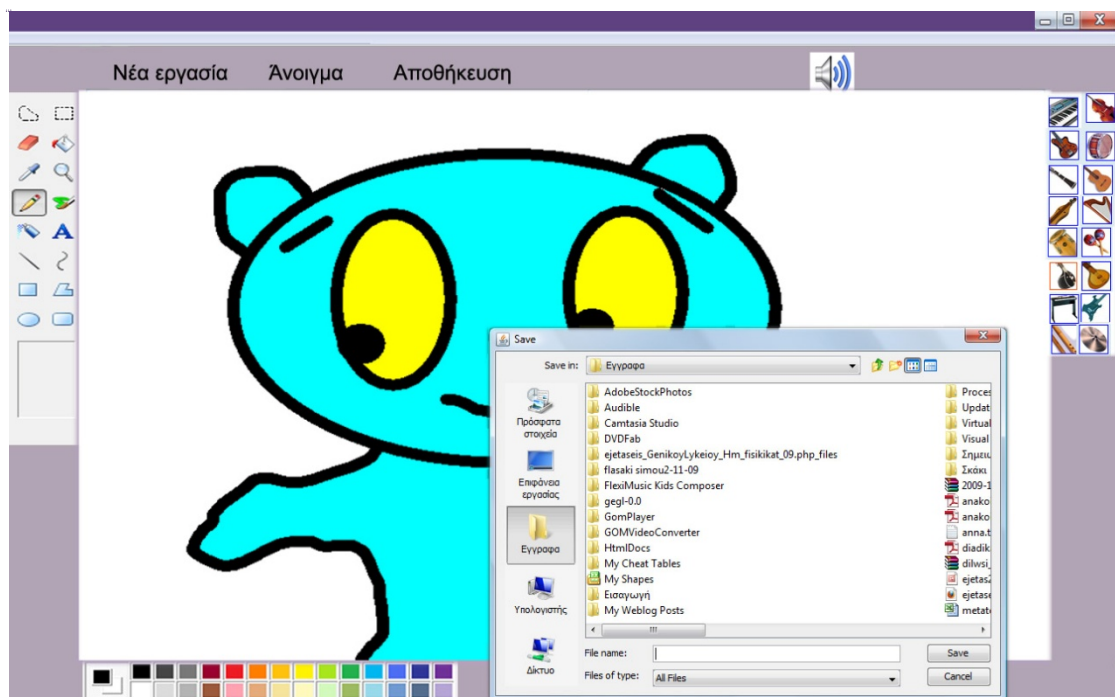
2.4 Ενδεικτική Σχεδίαση Διεπαφών(Prototype Screens)

Παρακάτω δίνονται οι πρότυπες οθόνες για την εφαρμογή. Η εικόνα 11 αποτελεί την αρχική εικόνα της εφαρμογής, η εικόνα 12 την εικόνα της εφαρμογής μετά την

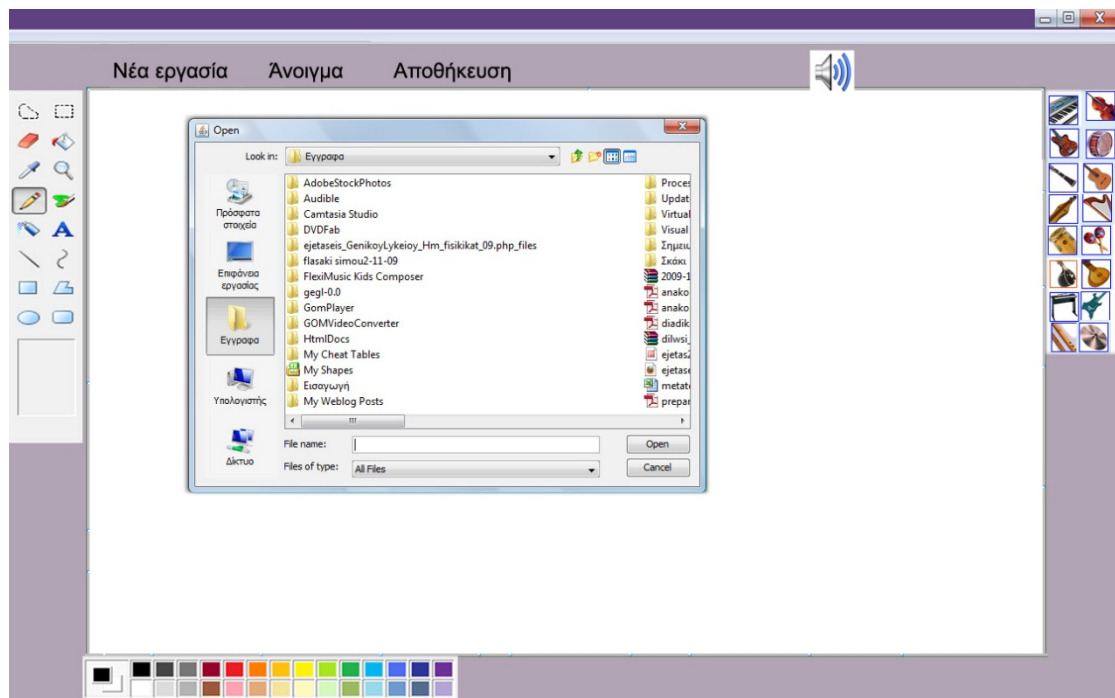
επιλογή του πλήκτρου «Αποθήκευση», όπου υπάρχει μια έτοιμη προς αποθήκευση εργασία του χρήστη, η εικόνα 13 την εικόνα της εφαρμογής μετά την επιλογή του πλήκτρου «Άνοιγμα», η εικόνα 14 την εικόνα της εφαρμογής μετά το άνοιγμα στατικής εικόνας.



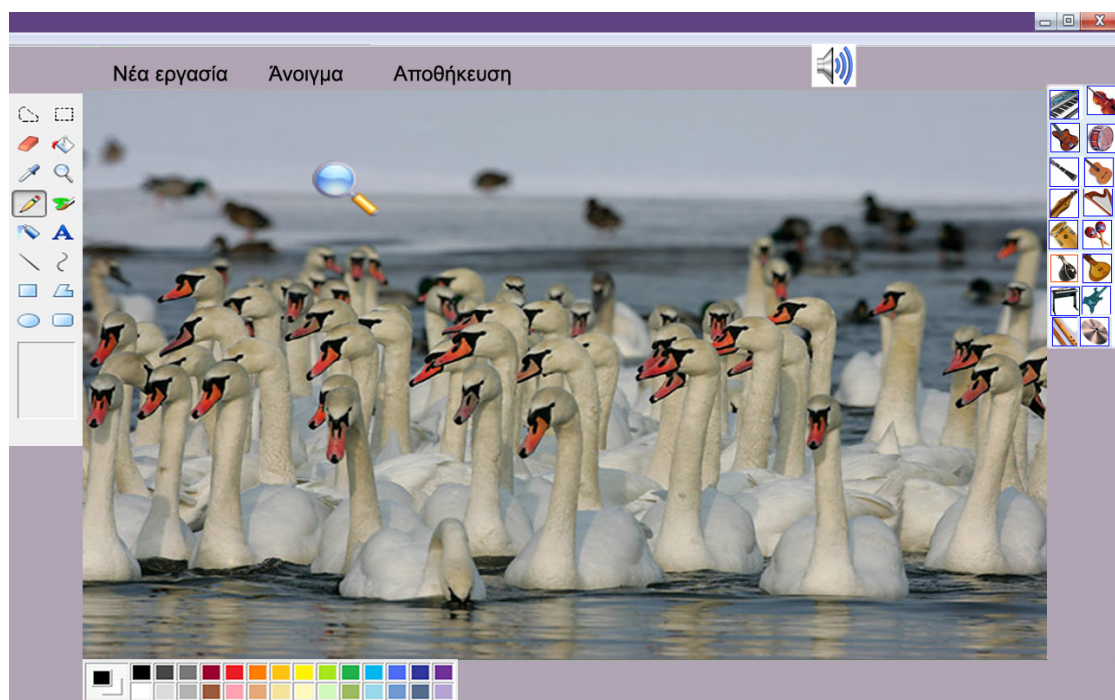
Εικόνα 11: Κύρια οθόνη



Εικόνα 12: Αποθήκευση



Εικόνα 13: Άνοιγμα



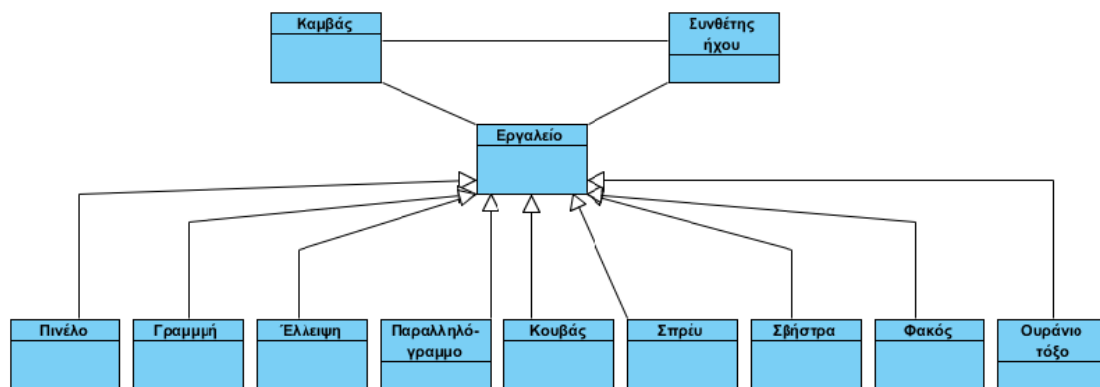
Εικόνα 14: Άνοιγμα στατικής εικόνας

Τα σχέδια αυτά δεν αποτελούν μια λεπτομερή και ακριβή αποτύπωση της γραφικής διασύνδεσης χρήστη που θα έχει τελικά το λογισμικό που θα αναπτυχθεί. Απλά θεωρείται, ότι αποτελούν ένα μέσο που βοηθά στην αποσαφήνιση της λειτουργικότητας και τη διευκρίνιση τυχόν ασαφειών στις απαιτήσεις.

2.5 Μοντέλο (Ανάλυσης) Κλάσεων Πεδίου του Προβλήματος

Πρωταρχικός στόχος κατά την κατασκευή του μοντέλου κλάσεων του πεδίου προβλήματος, είναι ο εντοπισμός σχέσεων μεταξύ των υποψηφίων κλάσεων. Στο στάδιο αυτό, συνήθως αρκεί η απεικόνιση στο μοντέλο σχέσεων περιεκτικότητας (σχέσεων τύπου «έχει») και σχέσεων κληρονομικότητας (σχέσεων τύπου «είναι»).

Από τις υποψήφιες κλάσεις της παραγράφου 2.2 επιλέχθηκαν οι παρακάτω:



Εικόνα 15: Μοντέλο(Ανάλυσης) κλάσεων πεδίου του προβλήματος

Περιγραφή Κλάσεων

Καμβάς: Οντότητα που περιλαμβάνει τις ιδιότητες ενός πραγματικού καμβά σχεδίασης. Αποτελείται από εικονοστοιχεία και χαρακτηρίζεται από τις διαστάσεις και το χρώμα του.

Εργαλείο: Οντότητα που περιλαμβάνει τις ιδιότητες ενός ψηφιακού εργαλείου σχεδίασης με το οποίο μπορεί να ζωγραφίσει ο χρήστης.

Πινέλο: Ειδική περίπτωση εργαλείου. Χαρακτηρίζεται από το πάχος και το χρώμα του, που σχετίζονται με χαρακτηριστικά του παραγόμενου ήχου.

Γραμμή: Ειδική περίπτωση εργαλείου. Χαρακτηρίζεται από το χρώμα και το πάχος της, που σχετίζονται με χαρακτηριστικά του παραγόμενου ήχου.

Έλλειψη: Ειδική περίπτωση εργαλείου. Χαρακτηρίζεται από το χρώμα και το πάχος της, που σχετίζονται με χαρακτηριστικά του παραγόμενου ήχου.

Παραλληλόγραμμο: Ειδική περίπτωση εργαλείου. Χαρακτηρίζεται από το χρώμα και το πάχος του, που σχετίζονται με χαρακτηριστικά του παραγόμενου ήχου.

Σπρέι: Ειδική περίπτωση εργαλείου. Χαρακτηρίζεται από το χρώμα και το πάχος των κουκίδων του, που σχετίζονται με χαρακτηριστικά του παραγόμενου ήχου.

Κουβάς: Ειδική περίπτωση εργαλείου. Χαρακτηρίζεται από το χρώμα του, που σχετίζεται με την ένταση του παραγόμενου ήχου.

Ουράνιο τόξο: Ειδική περίπτωση εργαλείου. Ζωγραφίζει με τα επτά χρώματα του ουράνιου τόξου. Χαρακτηρίζεται από το πάχος του, που σχετίζεται με την ένταση του παραγόμενου ήχου.

Σβηστήρα: Ειδική περίπτωση εργαλείου. Χαρακτηρίζεται από το πάχος της, που σχετίζεται με την ένταση του παραγόμενου ήχου.

Φακός: Ειδική περίπτωση εργαλείου. Χαρακτηρίζεται από το χρώμα του, που σχετίζεται με τον τόνο του παραγόμενου ήχου.

Συνθέτης ήχου: Οντότητα που αναλαμβάνει την παραγωγή ήχου.

2.6 Πιθανοί χειριστές (Actors) του Πεδίου του Προβλήματος

Με βάση την ανάλυση του πεδίου προβλήματος και την περιγραφή των λειτουργικών προδιαγραφών του υπό σχεδίαση λογισμικού, προκύπτει μόνο ένας χειριστής που αντιστοιχεί στον κάθε χρήστη της εφαρμογής.



Χρήστης

Χρήστης: Έχει πρόσβαση σε ολόκληρη τη λειτουργικότητα που παρέχεται από το σύστημα.

2.7 Περιπτώσεις χρήσης

Ακολουθεί η λεκτική περιγραφή των περιπτώσεων χρήσης του συστήματος. Όπου αναφέρεται η φράση «ο χρήστης επιλέγει», θεωρούμε ότι η επιλογή γίνεται μέσω δεικτικής συσκευής.

Θα αναλυθούν οι περιπτώσεις χρήσης «Εκκίνηση», «Ζωγραφική με πινέλο ή γραμμή ή έλλειψη ή παραλληλόγραμμο/Παραγωγή ήχου», «Ζωγραφική με σπρέι», «Ζωγραφική με κουβά», «Ζωγραφική με σβηστήρα», «Ζωγραφική με ουράνιο τόξο», «Αποθήκευση εργασίας», «Άνοιγμα εικόνας/Αποθηκευμένης εργασίας», «Μουσική εξερεύνηση εικόνας».

Οι περιπτώσεις χρήσης «Ζωγραφική με γραμμή», «Ζωγραφική με έλλειψη» και «Ζωγραφική με παραλληλόγραμμο» παρουσιάζονται μαζί με την περίπτωση χρήσης «Ζωγραφική με πινέλο» καθώς οι διαφορές μεταξύ τους είναι μικρές και ως εκ τούτου θεωρήθηκε πλεονασμός να αναφερθούν η κάθε μία ξεχωριστά.

2.7.1 Εκκίνηση

Βασική Ροή

1. Το σύστημα δημιουργεί τον καμβά σχεδίασης, τα εργαλεία ζωγραφικής, τα μουσικά όργανα και το συνθέτη ήχου. Η μουσική του καμβά αρχίζει να παίζει.
2. Το σύστημα θέτει προεπιλεγμένο χρώμα το κόκκινο, προεπιλεγμένο μουσικό όργανο το πιάνο και προεπιλεγμένο εργαλείο σχεδίασης το πινέλο. Το σύστημα εμφανίζει σε ειδικό τετράγωνο της «Κύριας οθόνης» το

προεπιλεγμένο χρώμα και εμφανίζει σκιασμένα το προεπιλεγμένο μουσικό όργανο και το προεπιλεγμένο εργαλείο σχεδίασης.

3. Στη συνέχεια το σύστημα καλεί την περίπτωση χρήσης «Ζωγραφική με πινέλο ή γραμμή ή έλλειψη ή παραλληλόγραμμο/Παραγωγή ήχου».

Εναλλακτική Ροή 1

- 3.α.1 Ο χρήστης επιλέγει το πλήκτρο «Αποθήκευση» της «Κύριας οθόνης».
- 3.α.2 Το σύστημα εμφανίζει μήνυμα «Δεν υπάρχει εργασία για αποθήκευση» στην «Κύρια οθόνη». Η περίπτωση χρήσης συνεχίζεται από το βήμα 3 της βασικής ροής.

Εναλλακτική Ροή 2

- 3.β.1 Ο χρήστης επιλέγει το πλήκτρο «Νέα εργασία» της «Κύριας οθόνης».
- 3.β.2 Το σύστημα επαναφέρει τις προεπιλεγμένες ρυθμίσεις εκκίνησης και καλεί την περίπτωση χρήσης «Ζωγραφική με πινέλο ή γραμμή ή έλλειψη ή παραλληλόγραμμο/Παραγωγή ήχου».

Εναλλακτική Ροή 3

- 3.γ.1 Ο χρήστης επιλέγει το πλήκτρο «Άνοιγμα » της «Κύριας οθόνης».
- 3.γ.2 Το σύστημα καλεί την περίπτωση χρήσης «Άνοιγμα εικόνας/Αποθηκευμένης εργασίας».

2.7.2 Ζωγραφική με πινέλο ή γραμμή ή έλλειψη ή παραλληλόγραμμο/ Παραγωγή ήχου

Βασική Ροή

1. Ο χρήστης μετακινεί τη δεικτική συσκευή.
2. Το σύστημα διαπιστώνει ότι η δεικτική συσκευή βρίσκεται μέσα στον καμβά σχεδίασης και την εμφανίζει στο σχήμα του επιλεγμένου εργαλείου.
3. Ο χρήστης αρχίζει να ζωγραφίζει (πατάει με το επιλεγμένο εργαλείο σχεδίασης ένα εικονοστοιχείο του καμβά σχεδίασης).
4. Το σύστημα διαπιστώνει ότι το εικονοστοιχείο που πατήθηκε βρίσκεται μέσα στον καμβά σχεδίασης και το εμφανίζει χρωματισμένο σύμφωνα με το

επιλεγμένο χρώμα και πάχος, προσδιορίζει την ταχύτητα κίνησης της δεικτικής συσκευής και καταγράφει τις παραμέτρους ζωγραφικής, ώστε να είναι δυνατή η αναπαραγωγή της.

5. Το σύστημα καλεί το συνθέτη ήχου να παράγει ήχο σύμφωνα με το επιλεγμένο χρώμα, το επιλεγμένο πάχος, την ταχύτητα κίνησης της δεικτικής συσκευής και το επιλεγμένο μουσικό όργανο. Το χρώμα θα αντιστοιχηθεί σε νότα, το πάχος σε ένταση ήχου, η ταχύτητα κίνησης σε τέμπο.

Τα βήματα 3-5 εκτελούνται επαναληπτικά μέχρι να γίνει κάποια διαφορετική επιλογή από μέρους του χρήστη.

Εναλλακτική Ροή 1

- 3.α.1 Ο χρήστης επιλέγει άλλο χρώμα σχεδίασης από την παλέτα χρωμάτων της «Κύριας Οθόνης».
- 3.α.2 Το σύστημα αποθηκεύει την επιλογή του χρήστη και εμφανίζει στο ειδικό τετράγωνο της «Κύριας οθόνης» το επιλεγμένο χρώμα. Η περίπτωση χρήσης συνεχίζεται από το βήμα 3 της βασικής ροής.

Εναλλακτική Ροή 2

- 3.β.1 Ο χρήστης αλλάζει το πάχος σχεδίασης του επιλεγμένου εργαλείου.
- 3.β.2 Το σύστημα αποθηκεύει την επιλογή του χρήστη και εμφανίζει γραφικά το διαφορετικό πάχος σχεδίασης στην «Κύρια οθόνη». Η περίπτωση χρήσης συνεχίζεται από το βήμα 3 της βασικής ροής.

Εναλλακτική Ροή 3

- 3.γ.1 Ο χρήστης επιλέγει άλλο μουσικό όργανο.
- 3.γ.2 Το σύστημα αποθηκεύει την επιλογή του χρήστη και εμφανίζει σκιασμένο το μουσικό όργανο που επέλεξε ο χρήστης. Η περίπτωση χρήσης συνεχίζεται από το βήμα 3 της βασικής ροής.

Εναλλακτική Ροή 4

- 3.δ.1 Ο χρήστης επιλέγει κάποιο άλλο εργαλείο σχεδίασης της «Κύριας οθόνης».
- 3.δ.2 Το σύστημα καλεί την περίπτωση χρήσης που αντιστοιχεί στο επιλεγμένο εργαλείο.

Εναλλακτική Ροή 5

- 3.ε.1 Ο χρήστης επιλέγει το πλήκτρο διακοπής/επαναφοράς της μουσικής του καμβά της «Κύριας οθόνης».
- 3.ε.2 Το σύστημα εμφανίζει διαφορετικό εικονίδιο στο πλήκτρο και διακόπτει/επαναφέρει τον ήχο του καμβά. Η περίπτωση χρήσης συνεχίζεται από το βήμα 3 της βασικής ροής.

Εναλλακτική Ροή 6

- 3.ζ.1 Ο χρήστης επιλέγει το πλήκτρο «Νέα εργασία» της «Κύριας οθόνης».
- 3.ζ.2 Το σύστημα επαναφέρει τις προεπιλεγμένες ρυθμίσεις εκκίνησης και καλεί την περίπτωση χρήσης «Ζωγραφική με πινέλο ή γραμμή ή έλλειψη ή παραλληλόγραμμο/Παραγωγή ήχου».

Εναλλακτική Ροή 7

- 3.η.1 Ο χρήστης επιλέγει το πλήκτρο «Άνοιγμα» της «Κύριας οθόνης».
- 3.η.2 Το σύστημα καλεί την περίπτωση χρήσης «Άνοιγμα εικόνας/Αποθηκευμένης εργασίας».

Εναλλακτική Ροή 8

- 3.θ.1 Ο χρήστης επιλέγει το πλήκτρο «Αποθήκευση» της «Κύριας οθόνης».
 - 3.θ.2 Το σύστημα καλεί την περίπτωση χρήσης «Αποθήκευση εργασίας».
- Οι εναλλακτικές ροές μπορούν να συμβούν σε οποιοδήποτε από τα βήματα 1,2,3. Ενδεικτικά αναφέρονται στο 3^ο βήμα.

2.7.3 Ζωγραφική με σπρέι/ Παραγωγή ήχου

Η περίπτωση χρήσης 2.7.3 «Ζωγραφική με σπρέι/Παραγωγή ήχου» είναι σε όλα τα βήματα όμοια με την περίπτωση χρήσης 2.7.2 «Ζωγραφική με πινέλο ή γραμμή ή έλλειψη ή παραλληλόγραμμο/Παραγωγή ήχου» εκτός των βημάτων 4 και 5. Επειδή τα σημεία διαφοροποίησης εντοπίζονται μόνο στα συγκεκριμένα βήματα, επιλέχθηκε να αναφερθούν μόνο αυτά κι όχι όλη η περίπτωση χρήσης.

Βήματα διαφοροποίησης από την περίπτωση χρήσης 2.7.2

4. Το σύστημα διαπιστώνει ότι το εικονοστοιχείο που πατήθηκε βρίσκεται μέσα στον καμβά σχεδίασης, εμφανίζει χρωματισμένα σύμφωνα με το επιλεγμένο χρώμα και πάχος όσα εικονοστοιχεία βρίσκονται σε μια ακτίνα γύρω από το εικονοστοιχείο που πατήθηκε σε μορφή κουκίδων (μορφή σπρέυ), προσδιορίζει την ταχύτητα κίνησης της δεικτικής συσκευής και καταγράφει τις παραμέτρους ζωγραφικής, ώστε να είναι δυνατή η αναπαραγωγή της.
5. Το σύστημα καλεί το συνθέτη ήχου, να παράγει ήχο σύμφωνα με το επιλεγμένο χρώμα, το επιλεγμένο πάχος και την ταχύτητα κίνησης της δεικτικής συσκευής. Το χρώμα θα αντιστοιχηθεί σε νότα, το πάχος σε ένταση ήχου, η ταχύτητα κίνησης σε τέμπο. Το μουσικό όργανο θα είναι προεπιλεγμένο (ήχος που να ταιριάζει σε σπρέι).

2.7.4 Ζωγραφική με κουβά/ Παραγωγή ήχου

Η περίπτωση χρήσης 2.7.4 «Ζωγραφική με κουβά/Παραγωγή ήχου» είναι σε όλα τα βήματα όμοια με την περίπτωση χρήσης 2.7.2 «Ζωγραφική με πινέλο ή γραμμή ή έλλειψη ή παραλληλόγραμμο/Παραγωγή ήχου» εκτός των βημάτων 4 και 5. Επειδή τα σημεία διαφοροποίησης εντοπίζονται μόνο στα συγκεκριμένα βήματα, επιλέχθηκε να αναφερθούν μόνο αυτά κι όχι όλη η περίπτωση χρήσης.

Βήματα διαφοροποίησης από την περίπτωση χρήσης 2.7.2

4. Το σύστημα διαπιστώνει ότι το εικονοστοιχείο που πατήθηκε βρίσκεται μέσα στον καμβά σχεδίασης, εμφανίζει χρωματισμένα σύμφωνα με το επιλεγμένο χρώμα, όλα τα εικονοστοιχεία της κλειστής περιοχής που περιέχει το εικονοστοιχείο που πατήθηκε, προσδιορίζει την ταχύτητα κίνησης της δεικτικής συσκευής και καταγράφει τις παραμέτρους ζωγραφικής, ώστε να είναι δυνατή η αναπαραγωγή της.
5. Το σύστημα καλεί το συνθέτη ήχου να παράγει ήχο σύμφωνα με το επιλεγμένο χρώμα, το επιλεγμένο πάχος και την ταχύτητα κίνησης της δεικτικής συσκευής. Το χρώμα θα αντιστοιχηθεί σε νότα, το πάχος σε

ένταση ήχου, η ταχύτητα κίνησης σε τέμπο. Το μουσικό όργανο θα είναι προεπιλεγμένο (ήχος που να ταιριάζει σε κουβά).

2.7.5 Ζωγραφική με σβηστήρα/ Παραγωγή ήχου

Η περίπτωση χρήσης 2.7.5 «Ζωγραφική με σβηστήρα/Παραγωγή ήχου» είναι σε όλα τα βήματα όμοια με την περίπτωση χρήσης 2.7.2 «Ζωγραφική με πινέλο ή γραμμή ή έλλειψη ή παραλληλόγραμμο/Παραγωγή ήχου» εκτός των βημάτων 4 και 5. Επειδή τα σημεία διαφοροποίησης εντοπίζονται μόνο στα συγκεκριμένα βήματα, επιλέχθηκε να αναφερθούν μόνο αυτά κι όχι όλη η περίπτωση χρήσης.

Βήματα διαφοροποίησης από την περίπτωση χρήσης 2.7.2

4. Το σύστημα διαπιστώνει ότι το εικονοστοιχείο που πατήθηκε βρίσκεται μέσα στον καμβά σχεδίασης, και το εμφανίζει σύμφωνα με το επιλεγμένο πάχος σε άσπρο χρώμα, προσδιορίζει την ταχύτητα κίνησης της δεικτικής συσκευής και καταγράφει τις παραμέτρους ζωγραφικής, ώστε να είναι δυνατή η αναπαραγωγή της.
5. Το σύστημα καλεί το συνθέτη ήχου να παράγει ήχο σύμφωνα με το επιλεγμένο πάχος και την ταχύτητα κίνησης της δεικτικής συσκευής. Το χρώμα θα αντιστοιχηθεί σε νότα (που αντιστοιχεί στο άσπρο χρώμα), το πάχος σε ένταση ήχου, η ταχύτητα κίνησης σε τέμπο. Το μουσικό όργανο θα είναι προεπιλεγμένο (ήχος που να ταιριάζει σε σβηστήρα).

2.7.6 Ζωγραφική με ουράνιο τόξο/ Παραγωγή ήχου

Η περίπτωση χρήσης 2.7.6 «Ζωγραφική με ουράνιο τόξο/Παραγωγή ήχου» είναι σε όλα τα βήματα όμοια με την περίπτωση χρήσης 2.7.2 «Ζωγραφική με πινέλο ή γραμμή ή έλλειψη ή παραλληλόγραμμο/Παραγωγή ήχου» εκτός των βημάτων 4 και 5. Επειδή τα σημεία διαφοροποίησης εντοπίζονται μόνο στα συγκεκριμένα βήματα, επιλέχθηκε να αναφερθούν μόνο αυτά κι όχι όλη η περίπτωση χρήσης.

Βήματα διαφοροποίησης από την περίπτωση χρήσης 2.7.2

4. Το σύστημα διαπιστώνει ότι το εικονοστοιχείο που πατήθηκε βρίσκεται μέσα στον καμβά σχεδίασης και το εμφανίζει χρωματισμένο με τα επτά χρώματα του ουράνιου τόξου και το επιλεγμένο πάχος, προσδιορίζει την ταχύτητα κίνησης της δεικτικής συσκευής και καταγράφει τις παραμέτρους ζωγραφικής, ώστε να είναι δυνατή η αναπαραγωγή της.
5. Το σύστημα καλεί το συνθέτη ήχου να παράγει ήχο σύμφωνα με το επιλεγμένο πάχος, την ταχύτητα κίνησης της δεικτικής συσκευής και το επιλεγμένο μουσικό όργανο. Τα χρώματα θα αντιστοιχούνται σε τυχαία επιλεγμένες συγχορδίες (νότες που θα ακούγονται ταυτόχρονα) μιας συγκεκριμένης κλίμακας. Το πάχος θα αντιστοιχηθεί σε ένταση ήχου και η ταχύτητα κίνησης σε τέμπο.

2.7.7 Αποθήκευση εργασίας

Βασική Ροή

1. Το σύστημα εμφανίζει την οθόνη «Αποθήκευση εργασίας».
2. Ο χρήστης επιλέγει φάκελο αποθήκευσης, εισάγει σε κατάλληλο πεδίο της οθόνης «Αποθήκευση εργασίας» το όνομα αρχείου που επιθυμεί και επιλέγει το πλήκτρο «Αποθήκευση».
3. Το σύστημα αποθηκεύει την εργασία, εμφανίζει το μήνυμα «Η εργασία αποθηκεύτηκε» στην «Κύρια οθόνη» και επιτρέπει μόνο την επιλογή των πλήκτρων «Νέα εργασία», «Άνοιγμα εικόνας/Αποθηκευμένης εργασίας».

Εναλλακτική Ροή 1

- 2.α.1 Ο χρήστης επιλέγει το πλήκτρο «Ακύρωση» της οθόνης «Αποθήκευση εργασίας».
- 2.α.2 Το σύστημα ακυρώνει την αποθήκευση και συνεχίζει την περίπτωση χρήσης που ήταν ενεργή πριν επιλεγεί το πλήκτρο «Αποθήκευση».

2.7.8 Άνοιγμα εικόνας/Αποθηκευμένης εργασίας

Βασική Ροή

1. Το σύστημα εμφανίζει την οθόνη «Άνοιγμα».
2. Ο χρήστης επιλέγει φάκελο, το αρχείο που επιθυμεί και πατάει το πλήκτρο «Άνοιγμα».
3. Το σύστημα διαπιστώνει ότι πρόκειται για αποθηκευμένη εργασία και την ανοίγει.
4. Το σύστημα ανακτά τις πληροφορίες της αποθηκευμένης κίνησης που αφορούν το εργαλείο, τις συντεταγμένες, το χρώμα, το πάχος, το μουσικό όργανο, την ταχύτητα κίνησης και το χρόνο. Στη συνέχεια αναπαράγει την κίνηση σύμφωνα με τις ανακτημένες πληροφορίες και καλεί το συνθέτη ήχου να παράγει ήχο σύμφωνα με το ανακτημένο χρώμα, πάχος και την ανακτημένη ταχύτητα κίνησης.
5. Στο τέλος εμφανίζει μήνυμα «Τέλος αναπαραγωγής» στην «Κύρια οθόνη».

Τα βήμα 4 εκτελείται επαναληπτικά όσο υπάρχουν αποθηκευμένες κινήσεις.

Εναλλακτική Ροή 1

- 2.α.1 Ο χρήστης επιλέγει το πλήκτρο «Ακύρωση» της οθόνης «Άνοιγμα».
- 2.α.2 Το σύστημα ακυρώνει το άνοιγμα εικόνας/αποθηκευμένης εργασίας και συνεχίζει την περίπτωση χρήσης που ήταν ενεργή πριν επιλεγεί το πλήκτρο «Άνοιγμα».

Εναλλακτική Ροή 2

- 3.α.1 Το σύστημα διαπιστώνει ότι πρόκειται για εικόνα, την ανοίγει και την προσαρμόζει στις διαστάσεις του καμβά σχεδίασης. Εμφανίζει το εικονίδιο του εργαλείου του φακού στην «Κύρια οθόνη», ορίζει προεπιλεγμένο εργαλείο το φακό και εμφανίζει μήνυμα «Χρησιμοποίησε το φακό για να ακούσεις τα χρώματα της εικόνας» στην «Κύρια οθόνη». Στη συνέχεια καλεί την περίπτωση χρήσης «Μουσική εξερεύνηση εικόνας».

Εναλλακτική Ροή 3

- 3.β.1 Το σύστημα διαπιστώνει ότι το αρχείο δεν είναι κατάλληλου τύπου και εμφανίζει το μήνυμα «Το αρχείο δεν είναι κατάλληλου τύπου» στην «Κύρια οθόνη». Το σύστημα συνεχίζει την περίπτωση χρήσης που ήταν ενεργή πριν επιλεγεί το πλήκτρο «Άνοιγμα».

2.7.9 Μουσική εξερεύνηση εικόνας

Βασική Ροή

1. Ο χρήστης μετακινεί τη δεικτική συσκευή.
2. Το σύστημα διαπιστώνει ότι η δεικτική συσκευή βρίσκεται μέσα στον καμβά σχεδίασης και την εμφανίζει στο σχήμα του επιλεγμένου εργαλείου.
3. Ο χρήστης πατάει με το επιλεγμένο εργαλείο σχεδίασης ένα εικονοστοιχείο του καμβά σχεδίασης.
4. Το σύστημα διαπιστώνει ότι το εικονοστοιχείο που πατήθηκε βρίσκεται μέσα στον καμβά σχεδίασης, βρίσκει το χρώμα του και το εμφανίζει στο ειδικό τετράγωνο της «Κύριας οθόνης». Στη συνέχεια καλεί το συνθέτη ήχου να παράγει ήχο σύμφωνα με το χρώμα του εικονοστοιχείου, το επιλεγμένο πάχος, την ταχύτητα κίνησης της δεικτικής συσκευής και το επιλεγμένο μουσικό όργανο. Το χρώμα θα αντιστοιχηθεί σε νότα, το πάχος σε ένταση ήχου, η ταχύτητα κίνησης σε τέμπο.

Τα βήματα 3-4 εκτελούνται επαναληπτικά μέχρι να γίνει κάποια διαφορετική επιλογή από μέρους του χρήστη.

Εναλλακτική Ροή 1

- 4.α.1 Ο χρήστης αλλάζει το πάχος σχεδίασης του επιλεγμένου εργαλείου.
- 4.α.2 Το σύστημα αποθηκεύει την επιλογή του χρήστη και εμφανίζει γραφικά το διαφορετικό πάχος σχεδίασης. Η περίπτωση χρήσης συνεχίζεται από το βήμα 4 της βασικής ροής.

Εναλλακτική Ροή 2

- 4.β.1 Ο χρήστης επιλέγει άλλο μουσικό όργανο.

4.β.2 Το σύστημα αποθηκεύει την επιλογή του χρήστη και εμφανίζει σκιασμένο το μουσικό όργανο που επέλεξε ο χρήστης. Η περίπτωση χρήσης συνεχίζεται από το βήμα 4 της βασικής ροής.

Εναλλακτική Ροή 3

4.γ.1 Ο χρήστης επιλέγει το πλήκτρο διακοπής/επαναφοράς της μουσικής του καμβά της «Κύριας οθόνης».

4.γ.2 Το σύστημα εμφανίζει διαφορετικό εικονίδιο στο πλήκτρο και διακόπτει/επαναφέρει τον ήχο του καμβά. Η περίπτωση χρήσης συνεχίζεται από το βήμα 4 της βασικής ροής.

Εναλλακτική Ροή 4

4.δ.1 Ο χρήστης επιλέγει το πλήκτρο «Νέα εργασία» της «Κύριας οθόνης».

4.δ.2 Το σύστημα επαναφέρει τις προεπιλεγμένες ρυθμίσεις εκκίνησης και καλεί την περίπτωση χρήσης «Ζωγραφική με πινέλο ή γραμμή ή έλλειψη ή παραλληλόγραμμο/Παραγωγή ήχου».

Εναλλακτική Ροή 5

4.ε.1 Ο χρήστης επιλέγει το πλήκτρο «Άνοιγμα» της «Κύριας οθόνης».

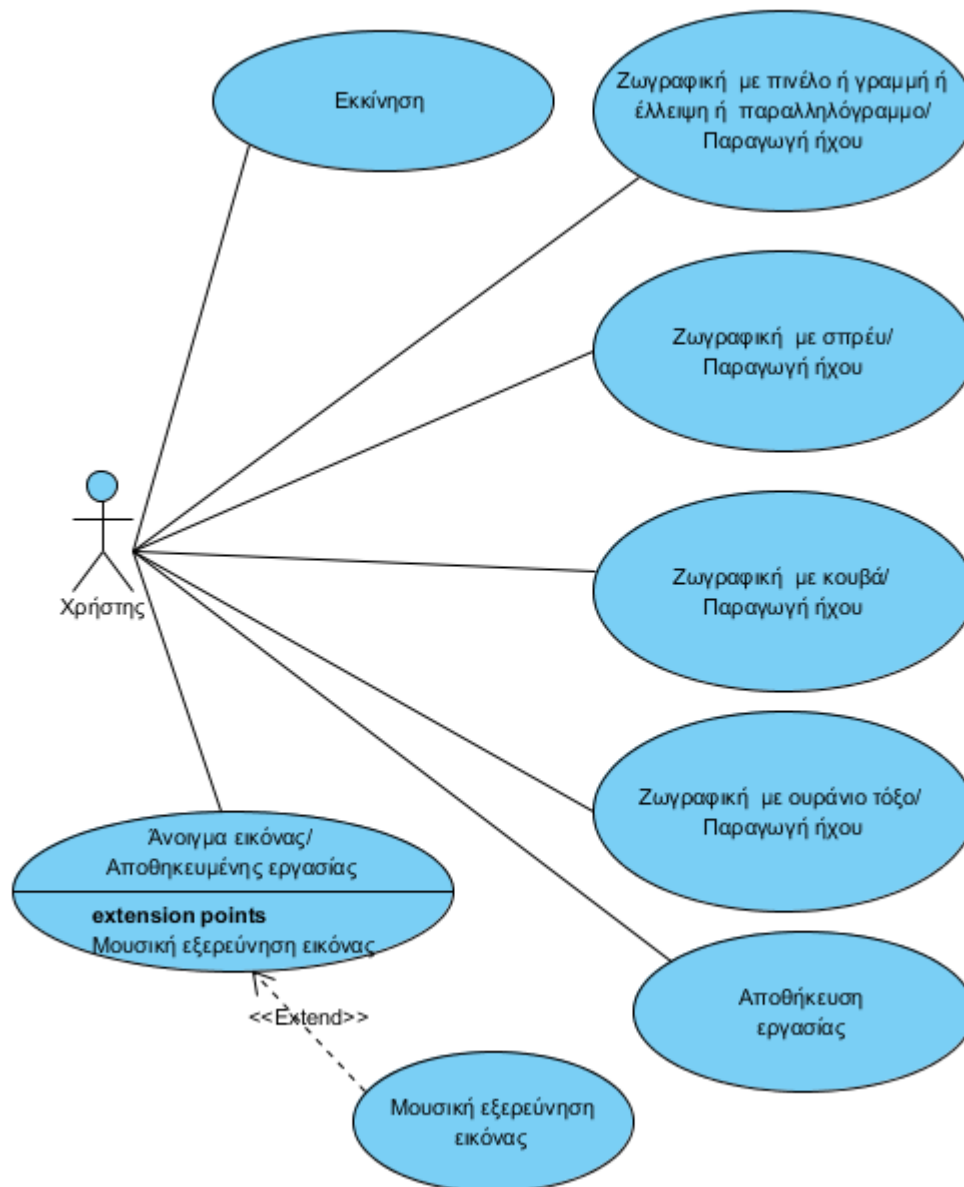
4.ε.2 Το σύστημα καλεί την περίπτωση χρήσης «Άνοιγμα εικόνας/Αποθηκευμένης εργασίας».

Εναλλακτική Ροή 6

4.ζ.1 Ο χρήστης επιλέγει το πλήκτρο «Αποθήκευση» της «Κύριας οθόνης».

4.ζ.2 Το σύστημα εμφανίζει το μήνυμα «Δεν υπάρχει εργασία για αποθήκευση» στην «Κύρια οθόνη». Η περίπτωση χρήσης συνεχίζεται από το βήμα 4 της βασικής ροής.

2.8 Το συνολικό Μοντέλο Περιπτώσεων Χρήσης



Εικόνα 16: Το συνολικό μοντέλο περιπτώσεων χρήσης

2.9 Αναθεωρημένη έκδοση του μοντέλου του πεδίου προβλήματος

1

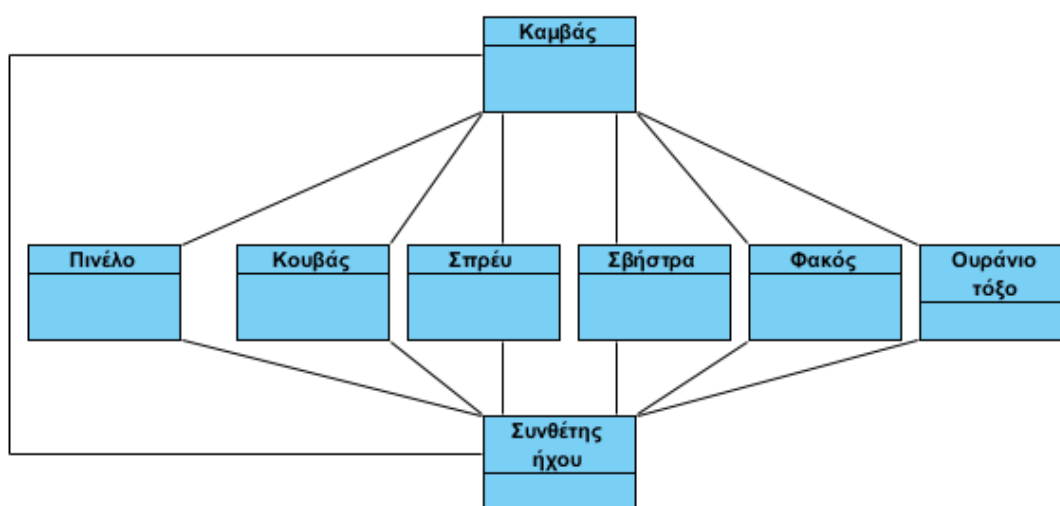
Στην επόμενη φάση της μεθοδολογίας ICONIX, ακολουθεί η δημιουργία των διαγραμμάτων ευρωστίας, η οποία στοχεύει στον έλεγχο της ορθότητας των περιπτώσεων χρήσης και της δυνατότητας υλοποίησης της συμπεριφοράς του συστήματος. Ελέγχει την πληρότητα των περιγραφών των περιπτώσεων χρήσης και υποβοηθά τον εντοπισμό επιπρόσθετων κλάσεων και τον εμπλουτισμό του μοντέλου

του πεδίου του προβλήματος, πριν το λεπτομερή σχεδιασμό των διαγραμμάτων ακολουθίας που θα ακολουθήσουν.

Από την προηγούμενη ανάλυση του συστήματος και την εξέταση των διαγραμμάτων ευρωστίας, τα οποία δημιουργήθηκαν πρόχειρα και δεν κρίθηκε σκόπιμο να παρουσιαστούν, καθώς δεν οδήγησαν σε ιδιαίτερες αλλαγές, αναθεωρείται μόνο το μοντέλο του πεδίου του προβλήματος. Περεταίρω αλλαγές και αναθεώρηση των κειμένων της αρχικής λεκτικής περιγραφής των περιπτώσεων χρήσης δε σημειώθηκαν.

Συγκεκριμένα, αφαιρείται η κλάση «Εργαλείο» από το μοντέλο του πεδίου προβλήματος και αποφασίστηκε αυτή να αποτελέσει μέρος της γραφικής διασύνδεσης. Η κλάση «Εργαλείο» της γραφικής διασύνδεσης θα είναι υπεύθυνη για τη γραφική απεικόνιση των εργαλείων, για τον έλεγχο και προσδιορισμό του εργαλείου που επιλέγεται από το χρήστη και θα δίνει τον έλεγχο κατευθείαν στην αντίστοιχη κλάση του επιλεγόμενου εργαλείου.

Επίσης, αποφασίστηκε να μην υλοποιηθούν οι κλάσεις «Γραμμή», «Έλλειψη» και «Παραλληλόγραμμο» λόγω της απλότητά τους και της ομοιότητάς τους με την κλάση «Πινέλο». Η λειτουργικότητά τους θα ενσωματωθεί στην κλάση πινέλο. Έτσι το μοντέλο του πεδίου προβλήματος παίρνει τη μορφή της εικόνας 17.



Εικόνα 17: Το αναθεωρημένο μοντέλο του πεδίου προβλήματος 1

Βασική Ροή

1. Ο χρήστης μετακινεί τη δεκτωρή συσκευή.
2. Το σύστημα διαπιστώνει ότι η δεκτωρή συσκευή βρίσκεται μέσα στον καμβά σχεδίασης και την εμφανίζει στο σχήμα του επιλεγμένου εργαλείου.
3. Ο χρήστης αρχίζει να ζωγραφίζει (πατάει με το επιλεγμένο εργαλείο σχεδίασης ένα σκονοστοιχείο του καμβά σχεδίασης).
4. Το σύστημα διαπιστώνει ότι το σκονοστοιχείο που πατήθηκε βρίσκεται μέσα στον καμβά σχεδίασης και την εμφανίζει χρησιμοποιούμενο σύμφωνα με το επιλεγμένο χρώμα και πάχος, προσδιορίζοντας την ταχύτητα κίνησης της δεκτωρής συσκευής και καταγράφει τις παραμέτρους ζωγραφιάς, ώστε να είναι δυνατή η αναστροφή της.
5. Το σύστημα καλεί το συνθέτη ήχου να παράγει ήχο σύμφωνα με το επιλεγμένο χρώμα, το επιλεγμένο πάχος, την ταχύτητα κίνησης της δεκτωρής συσκευής και το επιλεγμένο μονοσφύ οργάνο. Το χρώμα θα αναστραφεί σε νότα, το πάχος σε ένταση ήχου, η ταχύτητα κίνησης σε ταμπο.

Τα βήματα 3-5 επαναλαμβάνονται μέχρι να γίνει κάποια διαφορετική επιλογή από μέρους του χρήστη.

Εναλλακτική Ροή 1

- 3.α.1 Ο χρήστης επιλέγει άλλο χρώμα σχεδίασης από την πλέκτα χρωμάτων της «Κίτριας οθόνης».
- 3.α.2 Το σύστημα αποθηκεύει την επιλογή του χρήστη και εμφανίζει στο πλαίσιο περιβάλλον της «Κίτριας οθόνης» το επιλεγμένο χρώμα. Η περαιτέρω χρήση συνεχίζεται από το βήμα 3 της βασικής ροής.

Εναλλακτική Ροή 2

- 3.β.1 Ο χρήστης αλλάζει το πάχος σχεδίασης του επιλεγμένου εργαλείου.
- 3.β.2 Το σύστημα αποθηκεύει την επιλογή του χρήστη και εμφανίζει γραμμές το διαφορετικό πάχος σχεδίασης στην «Κίτριμη οθόνη». Η περαιτέρω χρήση συνεχίζεται από το βήμα 3 της βασικής ροής.

Εναλλακτική Ροή 3

- 3.γ.1 Ο χρήστης επιλέγει άλλο μονοσφύ οργάνο.
- 3.γ.2 Το σύστημα αποθηκεύει την επιλογή του χρήστη και εμφανίζει αναμενόμενο το μονοσφύ οργάνο που επέλεξε ο χρήστης. Η περαιτέρω χρήση συνεχίζεται από το βήμα 3 της βασικής ροής.

Εναλλακτική Ροή 4

- 3.δ.1 Ο χρήστης επιλέγει κάποιο άλλο εργαλείο σχεδίασης της «Κίτριμης οθόνης».
- 3.δ.2 Το σύστημα καλεί την περιττωσή χρήσης που αναστραφεί στο επιλεγμένο εργαλείο.

Εναλλακτική Ροή 5

- 3.ε.1 Ο χρήστης επιλέγει το πλήκτρο διακοπής/επιστροφής της μονοσφύ του καμβά της «Κίτριμης οθόνης».
- 3.ε.2 Το σύστημα εμφανίζει διαφορετικό σκονοστόιχο στο πλήκτρο και διακόπτει/επιστρέφει τον ήχο του καμβά. Η περαιτέρω χρήση συνεχίζεται από το βήμα 3 της βασικής ροής.

Εναλλακτική Ροή 6

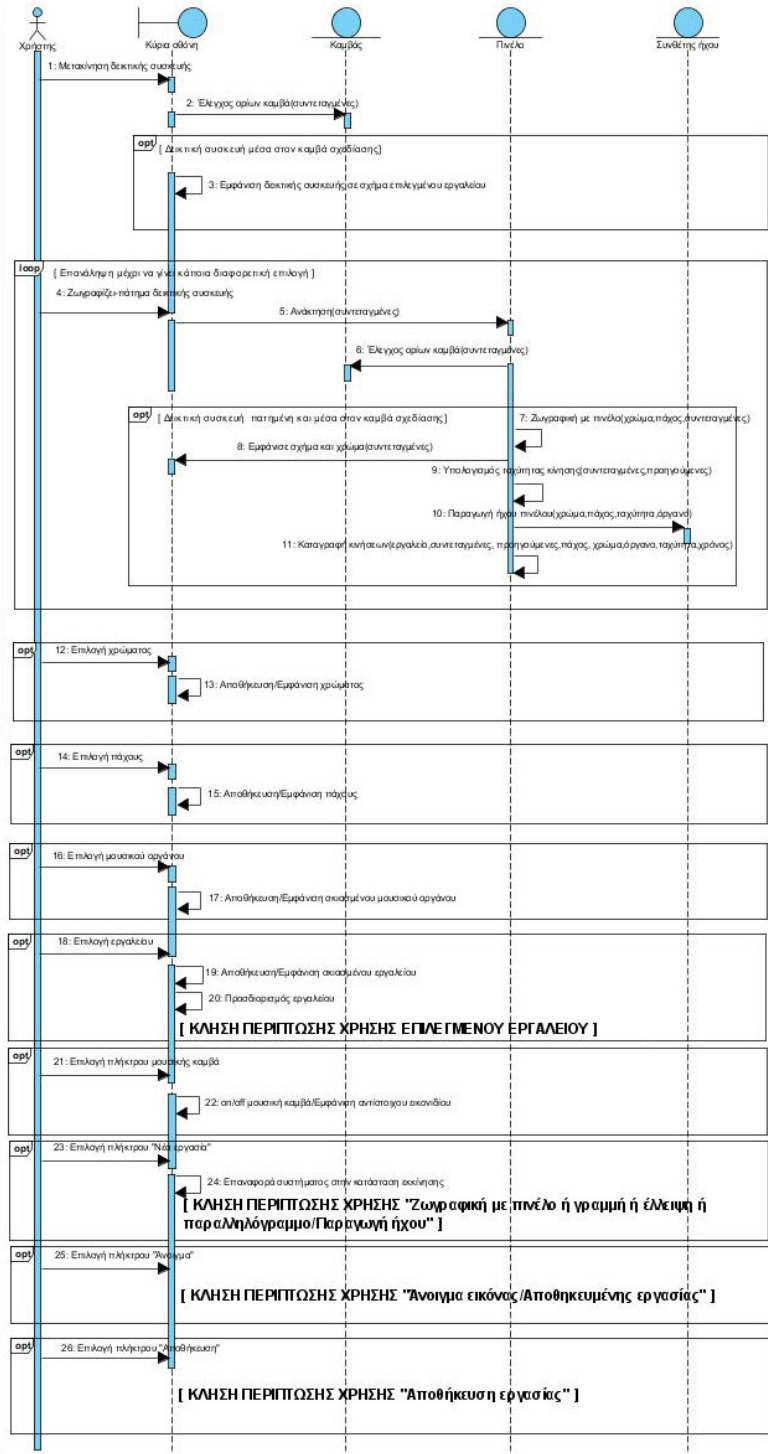
- 3.ζ.1 Ο χρήστης επιλέγει το πλήκτρο «Νέες εργασίες» της «Κίτριμης οθόνης».
- 3.ζ.2 Το σύστημα επισυνάπτει τις προσπελεγμένες ρυθμίσεις εισόδου και καλεί την περιττωσή χρήσης «Ζωγραφιστεί με πινέλο ή γραμμή ή έλλειψη ή παραλληλόγραμμο/Παραγωγή ήχου».

Εναλλακτική Ροή 7

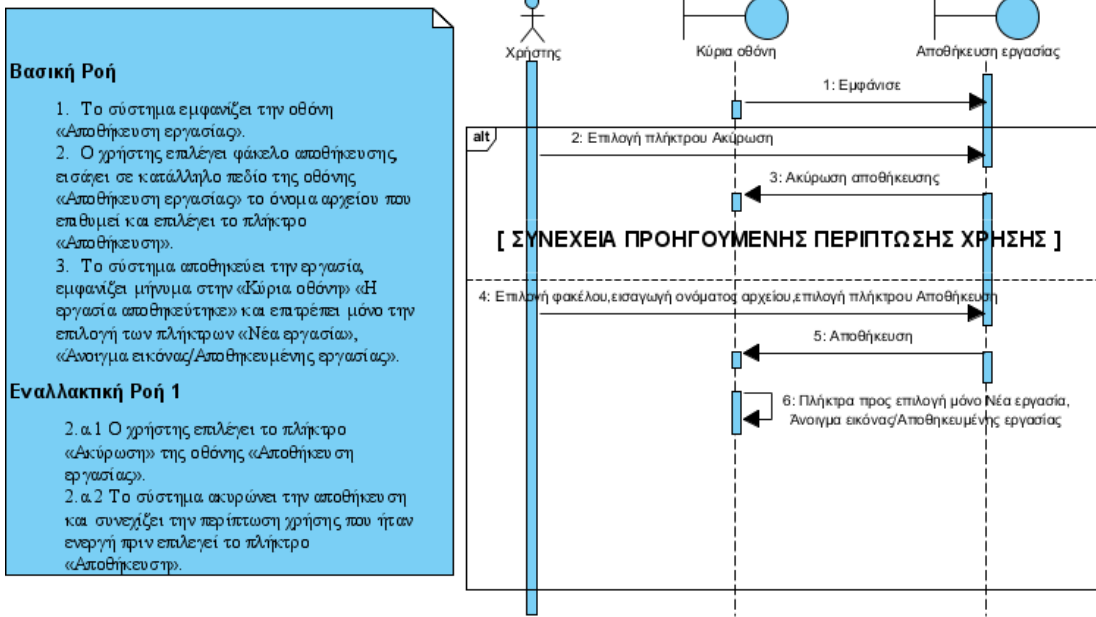
- 3.η.1 Ο χρήστης επιλέγει το πλήκτρο «Ανοίγμα» της «Κίτριμης οθόνης».
- 3.η.2 Το σύστημα καλεί την περιττωσή χρήσης «Ανοίγμα εικόνας/Αποθηκευμένης εργασίας».

Εναλλακτική Ροή 8

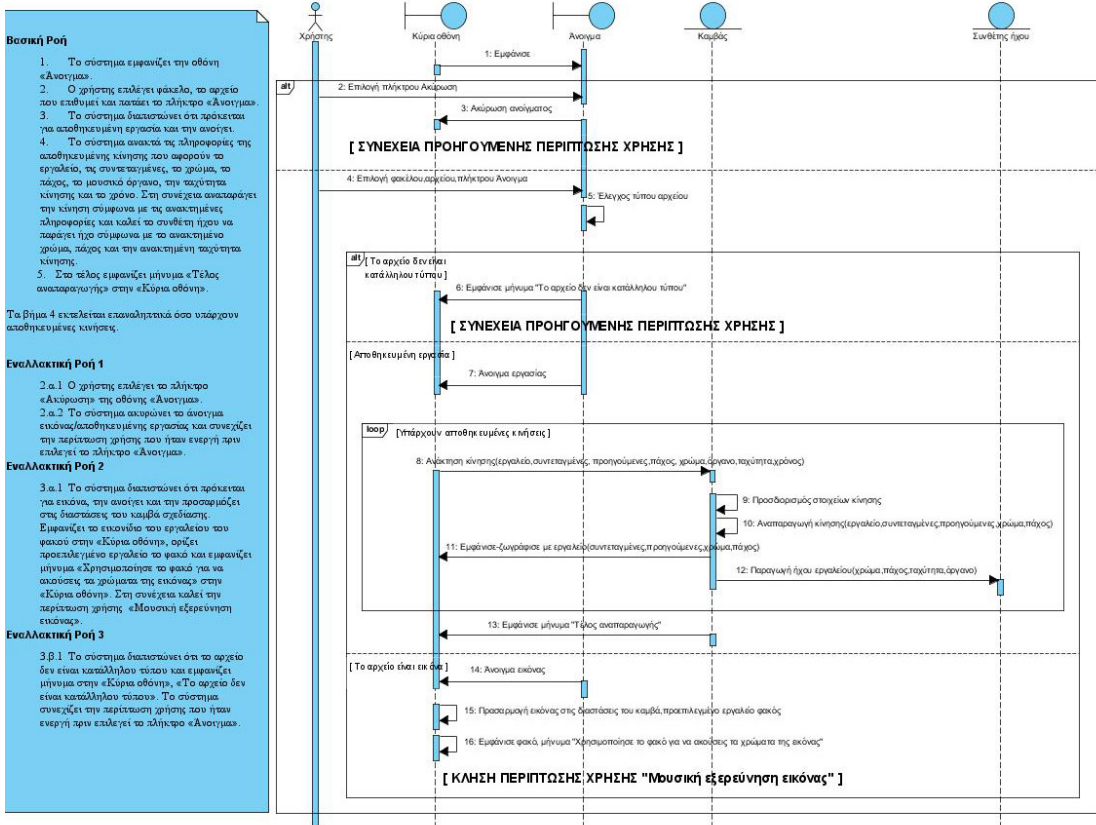
- 3.θ.1 Ο χρήστης επιλέγει το πλήκτρο «Αποθήκευση» της «Κίτριμης οθόνης».
- 3.θ.2 Το σύστημα καλεί την περιττωσή χρήσης «Αποθήκευση εργασίας».



Εικόνα 19: Διάγραμμα ακολουθίας 7.2.2 «Ζωγραφική με πινέλο ή γραμμή ή έλλειψη ή παραλληλόγραμμο/Παραγωγή ήχου»



Εικόνα 20: Διάγραμμα ακολουθίας 7.2.7 «Αποθήκευση εργασίας»



Εικόνα 21: Διάγραμμα ακολουθίας 7.2.8 «Ανοίγμα εικόνας/Αποθηκευμένης εργασίας»

Βασική Ροή

1. Ο χρήστης μετακινεί τη δεκτική συσκευή.
2. Το σύστημα διαπιστώνει ότι η δεκτική συσκευή βρίσκεται μέσα στον καμβά σχεδίασης και την εμφανίζει στο στήθια του επιλεγμένου εργαλείου.
3. Ο χρήστης πατάει με το επιλεγμένο εργαλείο σχεδίασης ένα εικονοστοιχείο του καμβά σχεδίασης.
4. Το σύστημα διαπιστώνει ότι το εικονοστοιχείο που πατήθηκε βρίσκεται μέσα στον καμβά σχεδίασης, βρίσκει το χρώμα του και το εμφανίζει στο εικόνα τετράγωνο της «Κύριας οθόνης». Στη συνέχεια καλεί το συνθέτη ήχου να παράγει ήχο σύμφωνα με το χρώμα του εικονοστοιχείου, το επιλεγμένο πάχος, την ταχύτητα κίνησης της δεκτικής συσκευής και το επιλεγμένο μουσικό όργανο. Το χρώμα θα αντιστοιχιστεί σε νότα, το πάχος σε ένταση ήχου, η ταχύτητα κίνησης σε τέμπο.

Τα βήματα 3-4 εκτελούνται επαναληπτικά μέχρι να γίνει κάποια διαφορετική επιλογή από μέρος του χρήστη.

Εναλλακτική Ροή 1

- 4.α.1 Ο χρήστης αλλάζει το πάχος σχεδίασης του επιλεγμένου εργαλείου.
- 4.α.2 Το σύστημα αποθηκεύει την επιλογή του χρήστη και εμφανίζει γραφικά το διαφορετικό πάχος σχεδίασης. Η περαιτέρω χρήση συνεχίζεται από το βήμα 4 της βασικής ροής.

Εναλλακτική Ροή 2

- 4.β.1 Ο χρήστης επιλέγει άλλο μουσικό όργανο.
- 4.β.2 Το σύστημα αποθηκεύει την επιλογή του χρήστη και εμφανίζει σκιασμένο το μουσικό όργανο που επέλεξε ο χρήστης. Η περαιτέρω χρήση συνεχίζεται από το βήμα 4 της βασικής ροής.

Εναλλακτική Ροή 3

- 4.γ.1 Ο χρήστης επιλέγει το πλήκτρο διακοπής/επιπαροφάς της μουσικής του καμβά της «Κύριας οθόνης».
- 4.γ.2 Το σύστημα εμφανίζει διαφορετικό εικονίδιο στο πλήκτρο και διακοπτεύει/επιπαροφεί τον ήχο του καμβά. Η περαιτέρω χρήση συνεχίζεται από το βήμα 4 της βασικής ροής.

Εναλλακτική Ροή 4

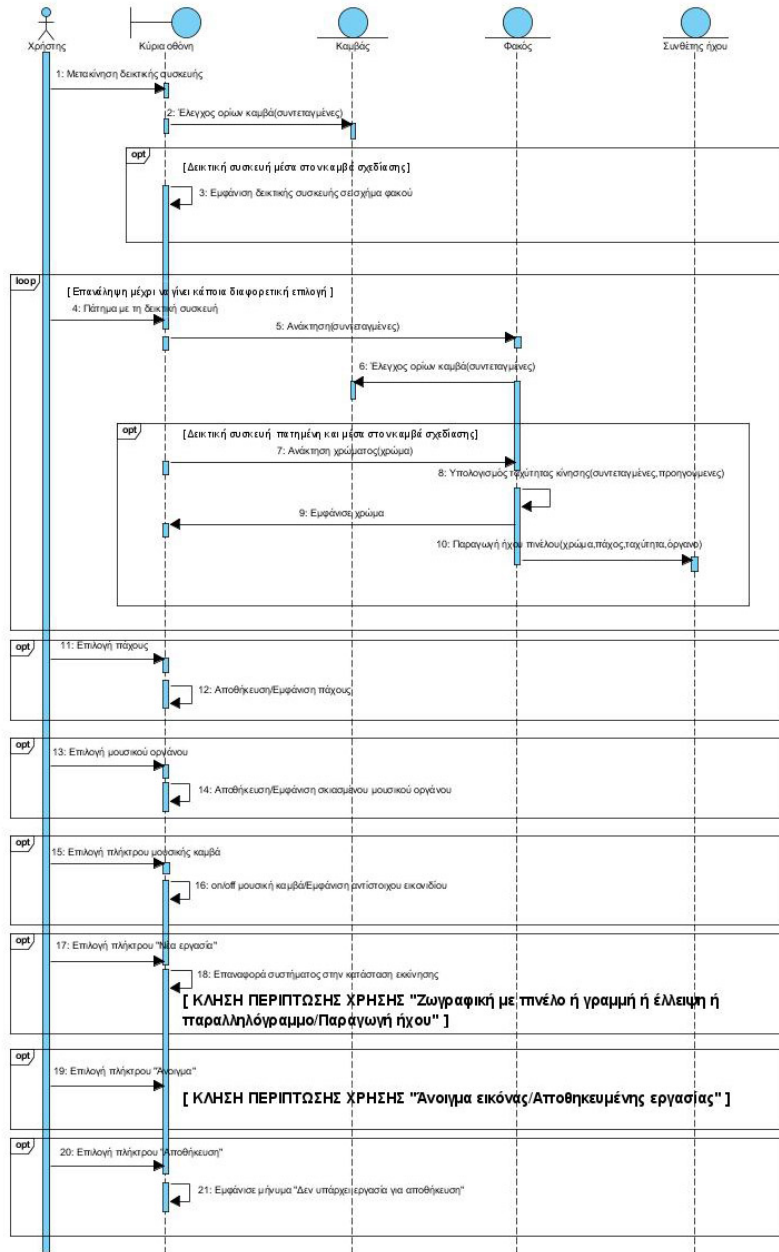
- 4.δ.1 Ο χρήστης επιλέγει το πλήκτρο «Νέα εργασία» της «Κύριας οθόνης».
- 4.δ.2 Το σύστημα επαναφέρει τις προεπιλεγμένες ρυθμίσεις εκκίνησης και καλεί την περαιτέρω χρήση «Ζωγραφική με πινέλο ή γραμμή ή έλλειψη ή παραλληλόγραμμο/Παράγωγή ήχου».

Εναλλακτική Ροή 5

- 4.ε.1 Ο χρήστης επιλέγει το πλήκτρο «Άνοιγμα» της «Κύριας οθόνης».
- 4.ε.2 Το σύστημα καλεί την περαιτέρω χρήση «Άνοιγμα εικόνας/Αποθηκευμένης εργασίας».

Εναλλακτική Ροή 6

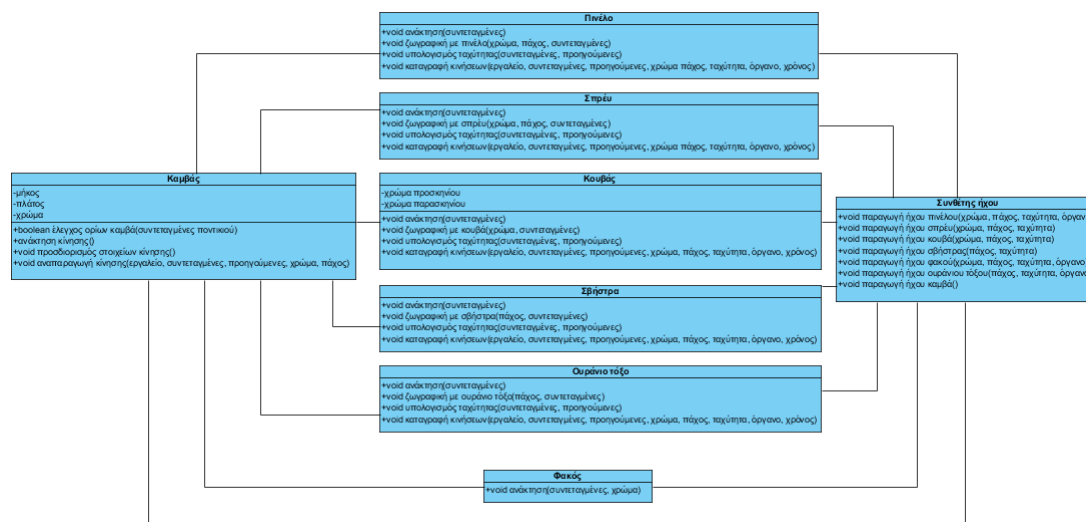
- 4.ζ.1 Ο χρήστης επιλέγει το πλήκτρο «Αποθήκευση» της «Κύριας οθόνης».
- 4.ζ.2 Το σύστημα εμφανίζει το μήνυμα «Δεν υπάρχει εργασία για αποθήκευση» στην «Κύρια οθόνη». Η περαιτέρω χρήση συνεχίζεται από το βήμα 4 της βασικής ροής.



Εικόνα 22: Διάγραμμα ακολουθίας 7.2.9 «Μουσική εξερεύνηση εικόνας»

Για τις περιπτώσεις χρήσης 2.7.3 «Ζωγραφική με σπρέι», 2.7.4 «Ζωγραφική με κουβά», 2.7.5 «Ζωγραφική με σβηστήρα», 2.7.6 «Ζωγραφική με ουράνιο τόξο» δε δημιουργήθηκαν ξεχωριστά διαγράμματα ακολουθίας, καθώς θα βασιστούν όλες στο διάγραμμα ακολουθίας της περίπτωσης χρήσης 2.7.2 «Ζωγραφική με πινέλο ή γραμμή ή έλλειψη ή παραλληλόγραμμο». Οι κλάσεις ωστόσο θα διατηρηθούν, λόγω της ιδιαιτερότητας της σχεδίασης με τη χρήση των παραπάνω εργαλείων.

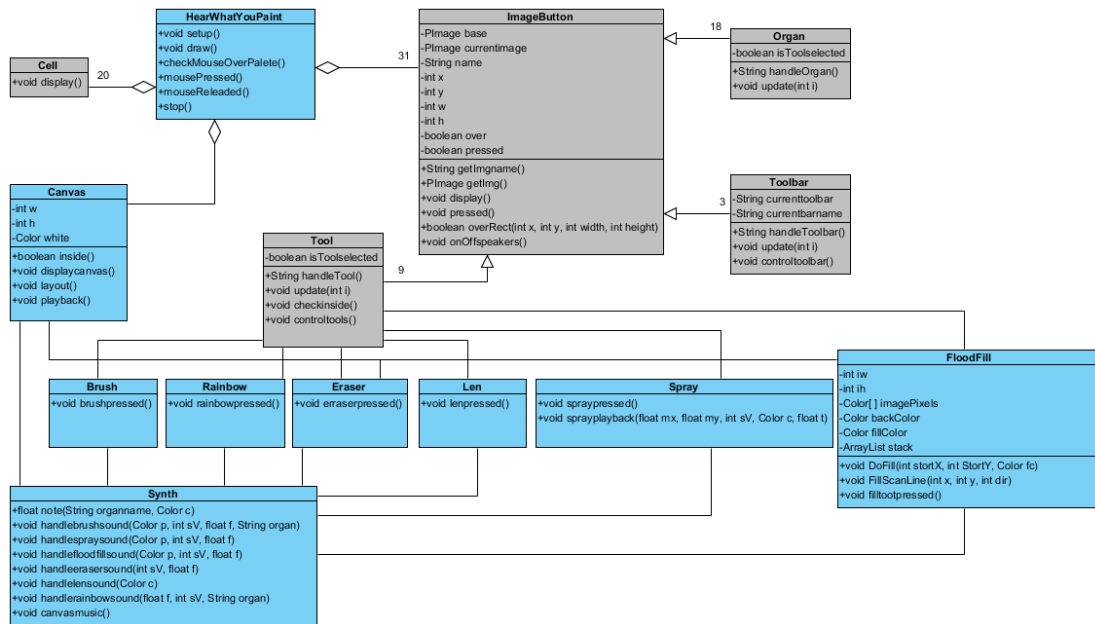
2.10 Αναθεωρημένη έκδοση του μοντέλου του πεδίου προβλήματος 2



Εικόνα 23: Το αναθεωρημένο μοντέλο του πεδίου προβλήματος

Η παραπάνω ανάλυση δεν έχει συμπεριλάβει κλάσεις που αναφέρονται στη γραφική διασύνδεση. Στη φάση αυτή της ανάλυσης, το μοντέλο του πεδίου προβλήματος έχει εμπλουτιστεί με μεθόδους που προέκυψαν από τα διαγράμματα ακολουθίας, όπως φαίνεται στην εικόνα 23. Η εξέταση όλων των διαγραμμάτων ακολουθίας (σεναρίων), αποκαλύπτει τις περισσότερες λειτουργίες/μεθόδους του συστήματος.

Ωστόσο, κάποιες μέθοδοι μπορεί να μην έρθουν στην επιφάνεια μέχρι την υλοποίηση του συστήματος. Αυτό είναι αναμενόμενο.



Εικόνα 24: Διάγραμμα κλάσεων της εφαρμογής

Το τελικό διάγραμμα κλάσεων της εφαρμογής που αναπτύχθηκε, δίνεται στην εικόνα 24, όπου οι κλάσεις με το γκρι χρώμα αντιστοιχούν σε κλάσεις της γραφικής διασύνδεσης. Οι μέθοδοι του διαγράμματος κλάσεων του μοντέλου του πεδίου προβλήματος, υλοποιήθηκαν όλες με τη διαφορά ότι κάποιες συμπυκνώθηκαν σε γενικότερες μεθόδους. Οι επιπλέον μέθοδοι που προέκυψαν, καθώς και ο τρόπος υλοποίησης της εφαρμογής θα αναλυθούν στο επόμενο κεφάλαιο.

Κεφάλαιο 3

3.1 Υλοποίηση εφαρμογής

Για την υλοποίηση της εφαρμογής, χρησιμοποιήθηκε ηλεκτρονικός υπολογιστής με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

Επεξεργαστής: Intel Pentium Dual T2410 2GHz

RAM: 2GHz

Λειτουργικό σύστημα: Windows Vista Home Basic

Η εφαρμογή αναπτύχθηκε με τη γλώσσα προγραμματισμού ανοιχτού κώδικα Processing 1.5.1 [16] η οποία εμπλουτίστηκε με τις παρακάτω βιβλιοθήκες:

ControlP5	βιβλιοθήκη γραφικού περιβάλλοντος της Processing [30]
Java Swing	βιβλιοθήκη γραφικού περιβάλλοντος της Java [31]
Minim 2.1.0 beta	μουσική βιβλιοθήκη της Processing [29]
SoundCipher	μουσική βιβλιοθήκη της Processing [28]

Η υλοποίηση της εφαρμογής ακολούθησε τα ακόλουθα στάδια: 3.1.1 Δημιουργία ψηφιακών εργαλείων σχεδίασης, 3.1.2 Δημιουργία γραφικού περιβάλλοντος εφαρμογής και 3.1.3 Παραγωγή ήχου εργαλείων και καμβά.

3.1.1 Δημιουργία ψηφιακών εργαλείων σχεδίασης

Αρχικά δημιουργήθηκαν τα ψηφιακά εργαλεία σχεδίασης, στην υλοποίηση των οποίων δε συναντήθηκε ιδιαίτερη δυσκολία, καθώς η γλώσσα προγραμματισμού Processing, είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική σ' αυτόν τον τομέα. Εξάιρεση αποτέλεσε το εργαλείο του κουβά, η υλοποίηση του οποίου χρειάστηκε περαιτέρω μελέτη και χρόνο υλοποίησης. Οι αλγόριθμοι που υλοποιούν το εργαλείο του κουβά [33], κάνουν χρήση της δομής της στοίβας ή της ουράς άμεσα ή έμμεσα. Στη συγκεκριμένη υλοποίηση χρησιμοποιήθηκε η λογική της στοίβας.

Για να γίνουν οι απαραίτητες δοκιμές των εργαλείων σχεδίασης, χρειάστηκε από ωρίς να δημιουργηθεί το γραφικό περιβάλλον της εφαρμογής, έτσι ώστε να είναι δυνατή η επιλογή χρωμάτων και πάχους εργαλείων.

3.1.2 Δημιουργία γραφικού περιβάλλοντος εφαρμογής

Η βιβλιοθήκη ControlIP5 χρησιμοποιήθηκε για την εμφάνιση και λειτουργία του επιλογέα πάχους σχεδίασης των διαφόρων εργαλείων με ενδεικτικό εύρος τιμών από 1 μέχρι 20.

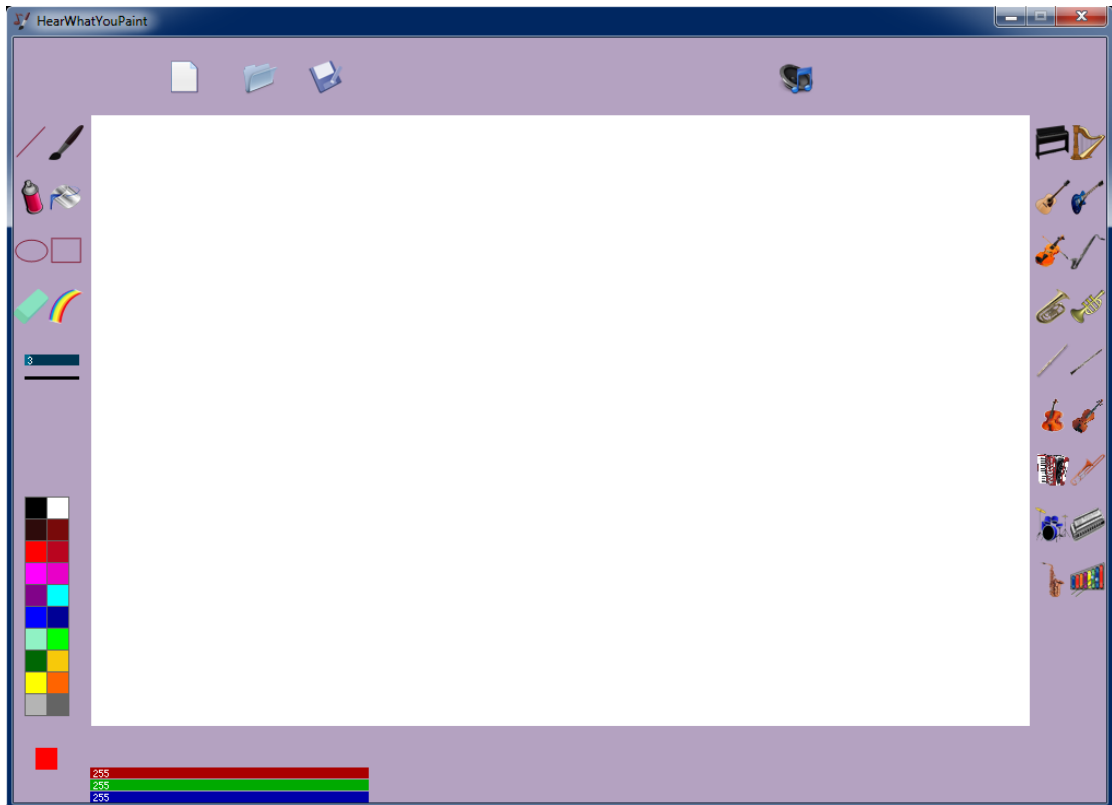
Χρησιμοποιήθηκε επίσης για την εμφάνιση και λειτουργία του επιλογέα χρωμάτων. Με τη βοήθεια του επιλογέα χρωμάτων, ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει οποιοδήποτε χρώμα, αλλάζοντας τις τιμές των βασικών χρωμάτων, του κόκκινου, του πράσινου και του μπλε. Όταν και οι τρεις μπάρες του επιλογέα χρωμάτων έχουν τη μέγιστη τιμή τους 255, το χρώμα που σχηματίζεται είναι το λευκό, όταν και οι τρεις έχουν την ελάχιστη τιμή τους, το μηδέν, σχηματίζεται το μαύρο και στις ενδιάμεσες θέσεις τα υπόλοιπα χρώματα του χρωματικού μοντέλου RGB (συνολικά 2^{24} χρώματα).

Για να γίνεται πιο γρήγορα η επιλογή χρωμάτων και κυρίως των βασικών, στην εφαρμογή ενσωματώθηκε και μια παλέτα χρωμάτων που περιλαμβάνει 20 χρώματα.

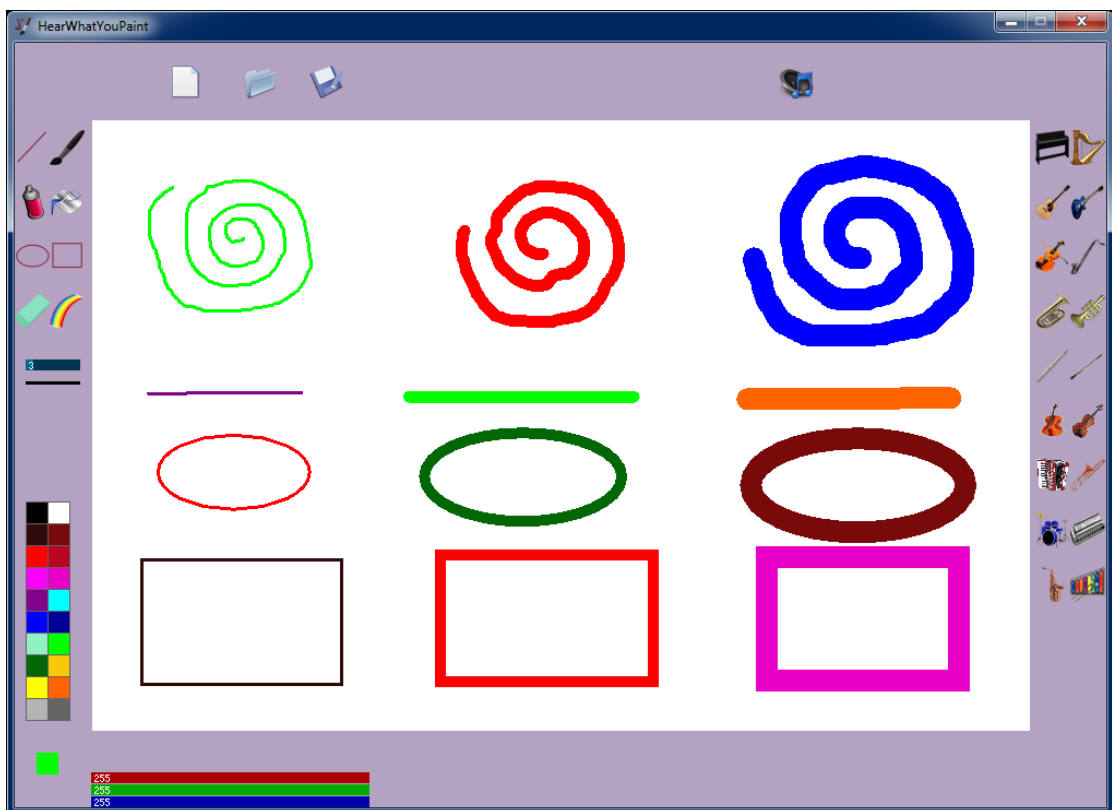
Η βιβλιοθήκη Java Swing χρησιμοποιήθηκε για την εμφάνιση των παραθύρων διαλόγου Ανοίγματος (Open) και Αποθήκευσης εργασίας (Save).

Τα εικονίδια που χρησιμοποιήθηκαν στο γραφικό περιβάλλον αναζητήθηκαν στη διεύθυνση [23].

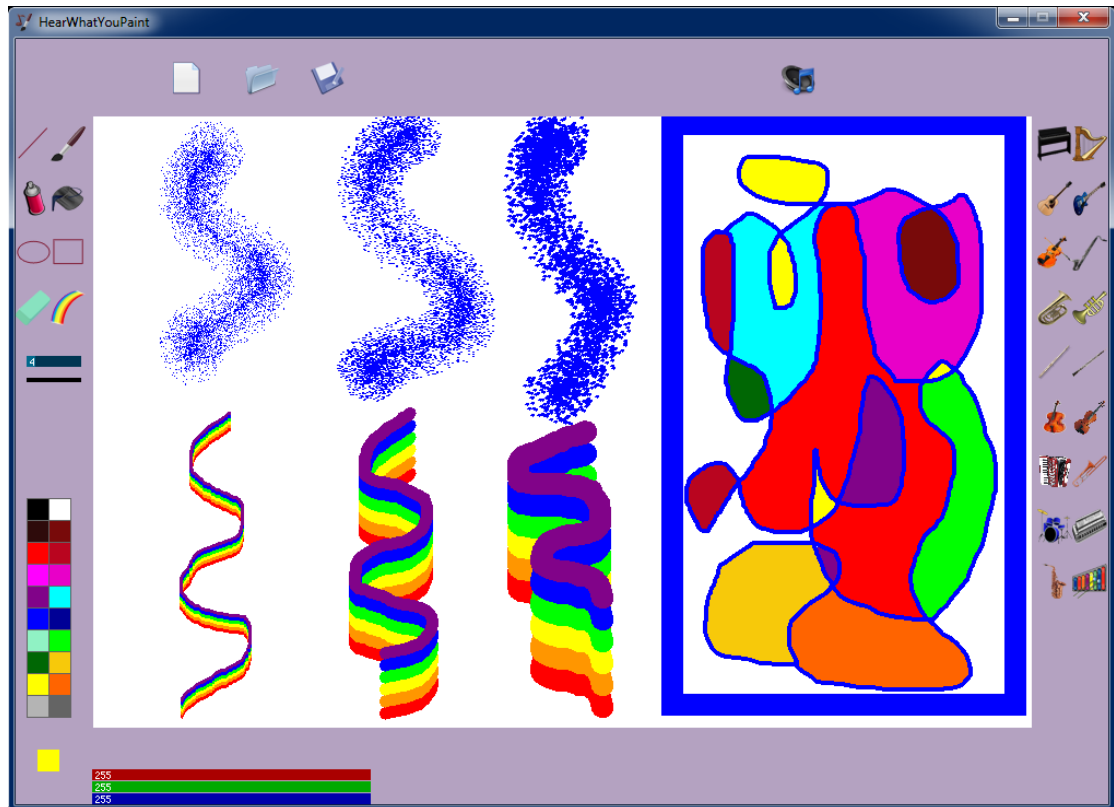
Η εικόνα 25 δείχνει την εικόνα της εφαρμογής που εμφανίζεται μετά την εκκίνηση του συστήματος.



Εικόνα 25: Εκκίνηση εφαρμογής



Εικόνα 26: Δοκιμές εργαλείων: πινέλο, γραμμή, έλλειψη, παραλληλόγραμμο



Εικόνα 27: Δοκιμές εργαλείων: σπρέι, ουράνιο τόξο, κουβάς

Στην εικόνα 26 φαίνονται διάφορες δοκιμές των εργαλείων, πινέλο, γραμμή, έλλειψη, παραλληλόγραμμο για διάφορα πάχη και χρώματα.

Αντίστοιχα δοκιμές των εργαλείων σπρέι, κουβάς, ουράνιο τόξο, φαίνονται στην εικόνα 27.

3.1.3 Παραγωγή ήχου εργαλείων και καμβά

Οι πρώτες προσπάθειες παραγωγής ήχου, αφορούσαν το εργαλείο πινέλο και βασίστηκαν στη δημιουργία ημιτονοειδών κυματομορφών, με πλάτος που καθορίζονταν από το στιγμιαίο πάχος του πινέλου και συχνότητα, τη συχνότητα της νότας που αντιστοιχούσε στο επιλεγμένο από το χρήστη χρώμα σχεδίασης. Το αποτέλεσμα δεν ήταν ικανοποιητικό αν και αναμενόμενο, καθώς ακούγονταν μονότονος συνεχής ήχος σαν θόρυβος.

Έτσι στη συνέχεια, η προσπάθεια επικεντρώθηκε στη δημιουργία και αναπαραγωγή μουσικής νότας βασισμένης στο επιλεγμένο χρώμα, μέσω του

εικονικού συνθέτη JavaSound χρησιμοποιώντας το πρότυπο MIDI. Μελετήθηκε το πρότυπο MIDI, καθώς και οι μουσικές βιβλιοθήκες της γλώσσας Processing, προκειμένου να επιλεγεί η κατάλληλη μουσική βιβλιοθήκη, κυρίως ως προς το χειρισμό δεδομένων και αρχείων MIDI.

- **Το πρότυπο MIDI**

Το πρότυπο MIDI (Musical Instrument Digital Interface) αποτελεί το Διεθνές Πρότυπο Ψηφιακού Ενδιάμεσου Μουσικών Οργάνων. Το πρότυπο MIDI καθορίζει τον ενδιάμεσο εξοπλισμό και το πρωτόκολλο επικοινωνίας για την ανταλλαγή ηχητικών δεδομένων μεταξύ μουσικών οργάνων και υπολογιστών. Σύμφωνα με αυτό, δεν αποθηκεύεται το ψηφιοποιημένο σήμα του μουσικού οργάνου, αλλά μια σειρά ειδικών πληροφοριών, που απαιτούνται για την αναπαραγωγή του ηχητικού σήματος. Συγκεκριμένα, καταγράφονται τέσσερις αριθμοί που περιγράφουν ένα μουσικό γεγονός, το οποίο αντιστοιχεί για παράδειγμα στο πάτημα ενός πλήκτρου στο πιάνο. Ο πρώτος περιγράφει τη νότα, ο δεύτερος το όργανο που την παρήγαγε, ο τρίτος την ένταση με την οποία πατήθηκε η νότα και ο τέταρτος το χρόνο που έμεινε πατημένο το πλήκτρο.

Τα όργανα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για σύνθεση μουσικής περιέχονται στον πίνακα του συστήματος MIDI, ο οποίος περιλαμβάνει 128 διαφορετικά όργανα. Επειδή τα αρχεία MIDI περιέχουν κώδικα και όχι ψηφιακές πληροφορίες κυματομορφών, έχουν σημαντικά μικρότερο μέγεθος σε σχέση με τα αρχεία ψηφιοποιημένου ήχου. Ένα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό των αρχείων MIDI, είναι ότι ο ήχος μπορεί να χωριστεί σε 16 διαφορετικά κανάλια. Σε κάθε κανάλι αντιστοιχεί ένα όργανο και με κατάλληλο συνδυασμό όλων των καναλιών μπορούμε να δημιουργήσουμε μια ολοκληρωμένη σύνθεση.

Άλλες χρήσιμες εντολές π.χ. για την επιλογή μουσικών οργάνων, ρύθμιση της έντασης και ειδικών εφέ είναι οι Program Change, Control Change [32].

- **Μουσικές βιβλιοθήκες της Processing**

Υποψήφιες βιβλιοθήκες για την υλοποίηση της εφαρμογής, ήταν ορισμένες από τις προσφερόμενες μουσικές βιβλιοθήκες της Processing όπως είναι οι Beads, Ess,

Sonia, Minim καθώς και οι βιβλιοθήκες της κατηγορίας Δεδομένων/Πρωτοκόλλων (Data / Protocols) όπως οι proMidi και themidibus.

Η βιβλιοθήκη SoundCipher παρέχει μια εύκολη διασύνδεση για δημιουργία μουσικής σύνθεσης, χρησιμοποιώντας τον εικονικό συνθέτη JavaSound, για την αναπαραγωγή αρχείων ήχου και την επικοινωνία μέσω MIDI. Χρησιμοποιώντας τις δυνατότητες της SoundChipher, μπορεί κανείς εύκολα και γρήγορα να δημιουργήσει νότες, μουσικές φράσεις (ακολουθίες από νότες), συγχορδίες και να ρυθμίσει το ρυθμό και το τέμπο τους. Η αναφορά σε νότες, κλίμακες και μουσικά όργανα γίνεται είτε ονομαστικά, είτε χρησιμοποιώντας αριθμούς, όπως αυτά καθορίζονται στο πρωτόκολλο MIDI. Επιτρέπει επίσης την εύκολη οργάνωση γεγονότων που θα λάβουν χώρα σε συγκεκριμένο χρόνο, παρέχοντας εργαλεία για τον ακριβή προγραμματισμό τους, όπως για παράδειγμα ο συγχρονισμός γραφικών που εξελίσσονται παράλληλα με μουσική. Συνδυάζεται με την Minim την προεγκατεστημένη μουσική βιβλιοθήκη της Processing αυξάνοντας τις προγραμματιστικές δυνατότητες του χρήστη.

Οι βιβλιοθήκες ProMidi, themidibus παρόλο που φαίνεται να προσφέρουν παρόμοιες δυνατότητες με τη SoundChipher, δεν προτιμήθηκαν λόγω της ελλιπούς τεκμηρίωσης και παραδειγμάτων τους.

Πρέπει να σημειωθεί ότι αρχικά δοκιμάστηκε και η Minim για την παραγωγή των ήχων της συγκεκριμένης εργασίας. Δηλαδή δημιουργήθηκαν νότες μέσω εικονικών μουσικών οργάνων που όμως, παρόλη την προσπάθεια δεν ακούγονταν το ίδιο ευχάριστα, όσο οι παραγόμενες νότες μέσω της SoundChipher.

Το ίδιο ισχύει και για τη μουσική βιβλιοθήκη Beads, μια πανίσχυρη μουσική βιβλιοθήκη της Processing, με τη βοήθεια της οποίας δεν κατέστη δυνατόν να παραχθεί ο ζητούμενος ήχος της συγκεκριμένης εργασίας.

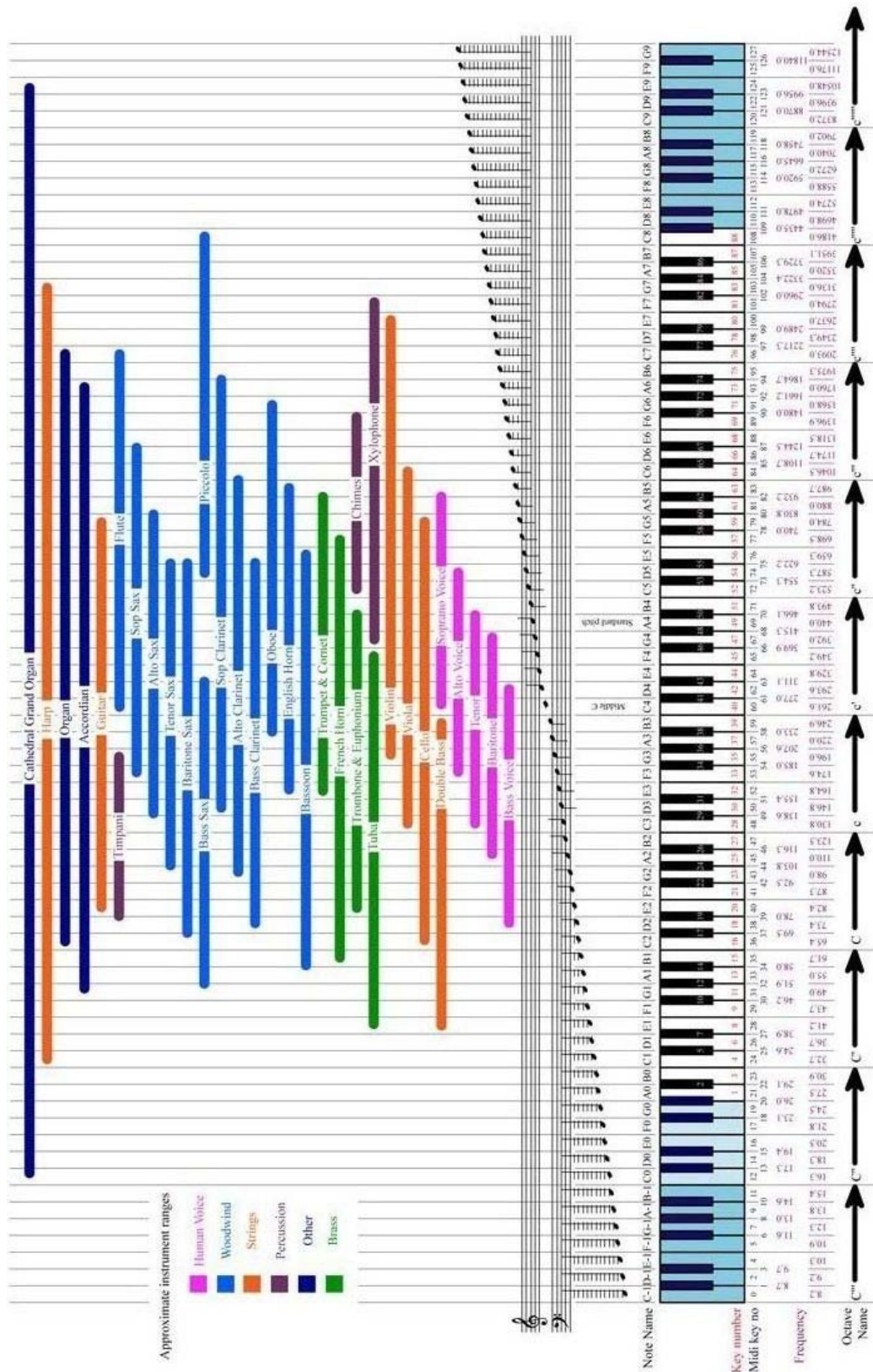
Τελικά οι βιβλιοθήκες που επιλέχθηκαν είναι η SoundCipher για την παραγωγή των ήχων των εργαλείων και η Minim beta 2.1.0 αντικαθιστώντας την προεγκατεστημένη με την Processing Minim 2.0.1, για την αναπαραγωγή των ήχων του καμβά καθώς οι δυνατότητες της SoundChipher δεν ήταν αρκετές σε αυτόν τον τομέα. Στις αναφορές [24], [25], [26], [27] της βιβλιογραφίας μπορεί κανείς να πάρει πληροφορίες για τους ήχους του καμβά.

Η αναπαραγωγή των ήχων των εργαλείων σχεδίασης γίνεται χρησιμοποιώντας το κανάλι 1, από τα 16 προσφερόμενα κανάλια του προτύπου MIDI, ενώ η αναπαραγωγή των ήχων του καμβά χρησιμοποιεί το κανάλι 0.

Όταν ο χρήστης ζωγραφίζει, δηλαδή πατάει με το ποντίκι κάποιο εικονοστοιχείο του καμβά σχεδίασης, καλείται αυτόματα η διαδικασία παραγωγής ήχου του αντίστοιχου εργαλείου. Η νότα δημιουργείται με βάση το χρώμα, όπως έχει περιγραφεί στην παράγραφο 2.3 Ερωτήματα – Παραδοχές του κεφαλαίου 2 της παρούσας εργασίας. Για τη χροιά της παραγόμενης νότας, λαμβάνεται υπόψη το επιλεγμένο μουσικό όργανο. Επειδή όλα τα μουσικά όργανα δεν μπορούν να αναπαράγουν το ίδιο εύρος συχνοτήτων, χρειάστηκε κατά την αντιστοίχιση από χρώμα σε κλίμακα του γκρι (grayscale) σε νότα, να ληφθεί υπόψη και ο πίνακας 3 που απεικονίζει το εύρος συχνοτήτων των διαφόρων μουσικών οργάνων.

Έτσι το μαύρο χρώμα, αντιστοιχίζεται στη χαμηλότερη νότα που μπορεί να αναπαράγει το βιολί, αν το βιολί είναι το επιλεγμένο μουσικό όργανο εκείνη τη στιγμή και το άσπρο στην υψηλότερη νότα που αυτό μπορεί να αναπαράγει.

Με βάση τον πίνακα 3, ενδεικτικά αναφέρεται ότι το πιάνο μπορεί να αναπαράγει τις νότες από A0 έως C8, το βιολί τις νότες G3 έως E7 και το τσέλο τις νότες C2 έως A6. Η παραπάνω αναφορά σε νότες έγινε με βάση το πρότυπο MIDI [34].



The black and white keys show the range of a standard concert piano. Keys in light blue, from C0 to G10 can be found on pianos such as the Bösendorfer Model 290 "Imperial" Concert Grand.

N.B. The information contained herein is correct as far as can be ascertained, but its exactitude cannot be guaranteed. This document is limited to printed text and is not a reproduction of any copyrightable or distributable content without the explicit written permission of the author, in any form.

© 2001 Charles Hougham-Webb & BW Music
www.bwmusic.com

Πίνακας 3: Εύρος συχνοτήτων διαφόρων μουσικών οργάνων και φωνών [34]

- **Μια διαφορετική προσέγγιση**

Η «μετάφραση» της ζωγραφικής δημιουργίας σε ηχητική, με βάση την παραπάνω ανάλυση, δίνει εν μέρει ένα ικανοποιητικό και αναμενόμενο αποτέλεσμα. Το αποτέλεσμα αυτό, έρχεται σε συμφωνία με τη γενικότερη αίσθηση του χρήστη που περιμένει να ακούσει υψηλότερους μουσικούς τόνους όταν ζωγραφίζει με ανοιχτόχρωμο χρώμα, παραδείγματος χάρη το κίτρινο για τον ήλιο, ενώ όταν ζωγραφίζει με σκούρο καφέ χρώμα τον κορμό ενός δέντρου, περιμένει να ακούσει χαμηλότερους τόνους. Παρόλα αυτά, είναι πάλι κάπως μονότονο να ακούει κανείς να αναπαράγεται η ίδια νότα μέχρι να τελειώσει ένα σχήμα που ζωγραφίζει.

Για να βελτιωθεί το ηχητικό αποτέλεσμα, επιχειρήθηκε μια διαφορετική προσέγγιση κατά την οποία δε δημιουργείται συνεχώς η ίδια νότα με βάση το χρώμα, αλλά διαφορετικές νότες μέσα από κάποιο εύρος, που καθορίζεται από το πάχος του επιλεγμένου εργαλείου. Στην προσέγγιση αυτή, το χρώμα αρχικά αντιστοιχίζεται σε νότα και οι υπόλοιπες νότες, όσο διατηρούνται οι ίδιες επιλογές, δημιουργούνται με βάση ένα «γκαουσιανό περίπατο» στις νότες μιας κλίμακας, που αντιστοιχούν στο κατάλληλο εύρος.

Παραδείγματος χάρη, η εντολή που ακολουθεί, σχηματίζει νότες μέσα από την κλίμακα των BLUES με αρχική νότα τη mynote και εύρος 3, δηλαδή δημιουργούνται 3 διαφορετικές νότες.

```
mynote=score.pcGaussianWalk(mynote,3,sc.BLUES);
```

Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί η λογική της τυχαίας επιλογής νότας μέσα από συγκεκριμένο εύρος νοτών μιας κλίμακας.

Στις δοκιμές που πραγματοποιήθηκαν με τις παραπάνω προσεγγίσεις, το ηχητικό αποτέλεσμα βελτιώθηκε, ωστόσο οι παραπάνω προσεγγίσεις δεν υιοθετήθηκαν στην τελική μορφή της εφαρμογής, καθώς όταν το εύρος μεγαλώνει, ακούγονται όλες οι νότες μιας κλίμακας, οπότε χάνεται η αντιστοίχιση χρώματος – νότας στην οποία στηρίχθηκε η παρούσα εργασία.

3.2. Εγκατάσταση εφαρμογής και οδηγίες χρήσης

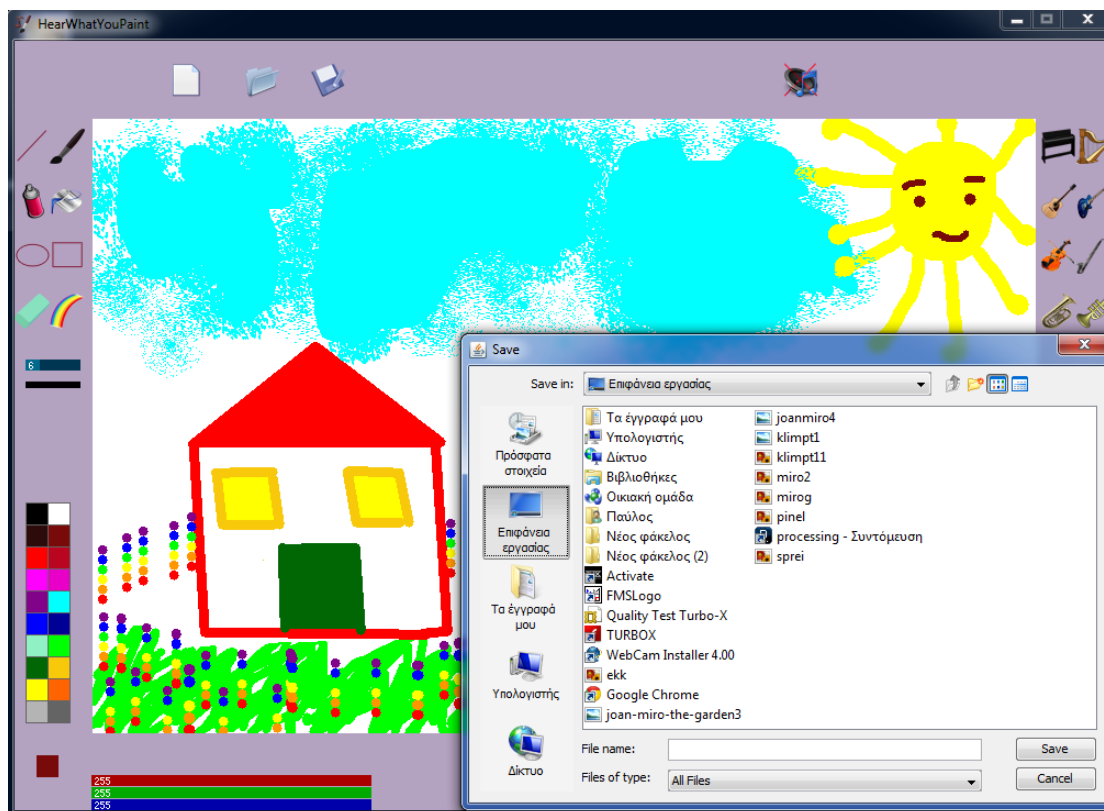
Για την εγκατάσταση της εφαρμογής ο χρήστης αρκεί να:

- Αντιγράψει το φάκελο HearWhatYouPaint σε κάποιο φάκελο της επιλογής του.
- Τρέξει το εκτελέσιμο αρχείο HearWhatYouPaint.

Μετά την εκκίνηση της εφαρμογής, ο χρήστης μπορεί να αρχίζει να ζωγραφίζει χρησιμοποιώντας τις προεπιλεγμένες ρυθμίσεις: πινέλο, κόκκινο χρώμα, πάχος πινέλου 3, πιάνο και παράλληλα να ακούει τον ήχο που παράγεται από τις κινήσεις του.

Οποιαδήποτε στιγμή θελήσει, μπορεί να αλλάξει εργαλείο σχεδίασης, το πάχος του επιλεγμένου εργαλείου, το χρώμα σχεδίασης καθώς και το μουσικό όργανο που θα ακούγεται.

Ειδικότερα για τα εργαλεία σχεδίασης του κουβά, του σπρέι και της σβηστήρας, το μουσικό όργανο που ακούγεται είναι προεπιλεγμένο (ενδεικτικό βίντεο [41]).

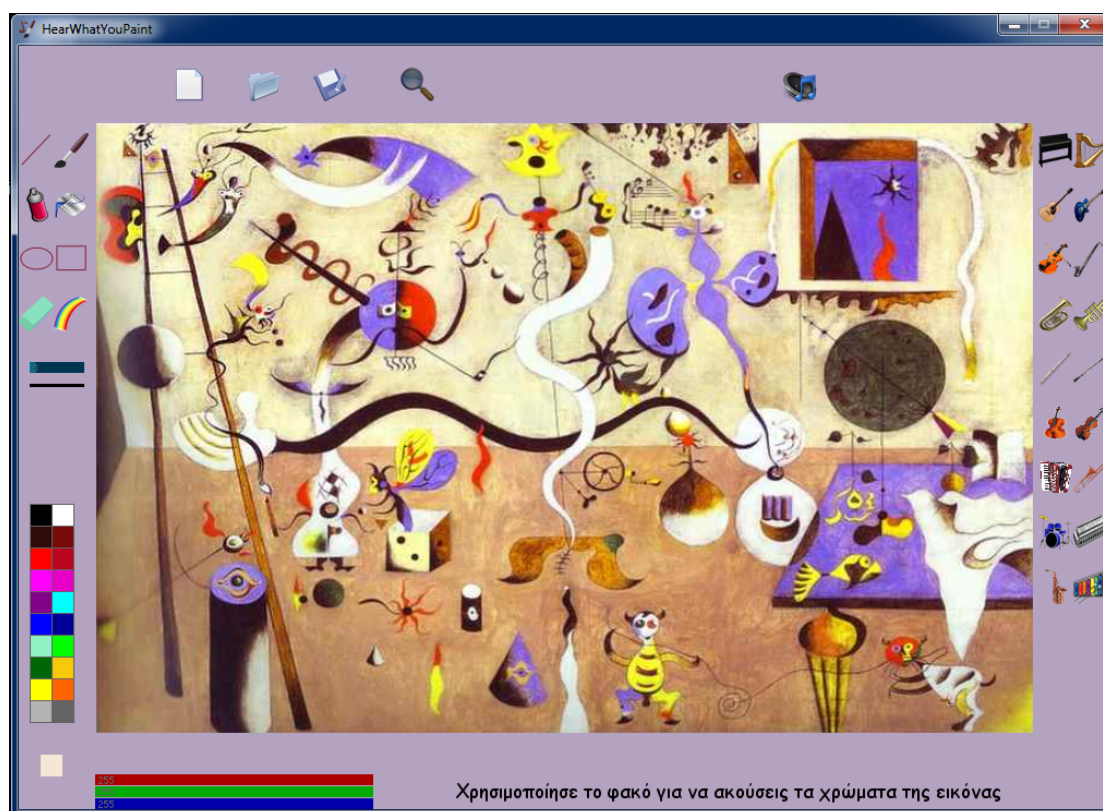


Εικόνα 28: Αποθήκευση εργασίας

Επιλέγοντας το πλήκτρο της Αποθήκευσης, ο χρήστης μπορεί να αποθηκεύσει την εργασία του σε φάκελο της επιλογής του, όπως μπορεί να δει κανείς στην εικόνα 28. Ο χρήστης εισάγει μόνο το όνομα αρχείου. Η εργασία αποθηκεύεται σε αρχείο τύπου κειμένου με επέκταση *.txt, δεδομένου ότι αποθηκεύει το σύνολο των κινήσεων που έχει κάνει ο χρήστης μέχρι εκείνη τη στιγμή. Μετά την επιτυχή αποθήκευση της εργασίας εμφανίζεται το μήνυμα «Η εργασία αποθηκεύτηκε».

Επιλέγοντας το πλήκτρο Άνοιγμα ο χρήστης έχει δύο δυνατότητες:

1. Να ανοίξει μια στατική εικόνα τύπου *.jpg, ή *.png, ή *.tif. Στην περίπτωση αυτή εμφανίζεται το εργαλείο του φακού, δίπλα στο πλήκτρο της Αποθήκευσης όπως φαίνεται στην εικόνα 29.



Εικόνα 29: Άνοιγμα στατικής εικόνας

Ο χρήστης χρησιμοποιώντας το φακό, μπορεί να εξερευνήσει μουσικά την εικόνα. Σε όποιο εικονοστοιχείο πατήσει με το ποντίκι, εμφανίζεται το χρώμα του εικονοστοιχείου στο ειδικό τετράγωνο της οθόνης που δείχνει κάθε φορά

το επιλεγμένο χρώμα και παίζει παράλληλα ο ήχος που αντιστοιχεί στο συγκεκριμένο χρώμα, πάχος και μουσικό όργανο.

Με τη διαδικασία αυτή, ο χρήστης μπορεί να αντιληφθεί το αν πρόκειται για εικόνα πλούσια σε χρώματα και σχήματα, καθώς και το αν πρόκειται για εικόνα με κυρίαρχα τα ανοιχτόχρωμα ή τα σκουρόχρωμα χρώματα (ενδεικτικά βίντεο [43], [44], [45]). Μετά το τέλος της εξερεύνησης εικόνας, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει το πλήκτρο Νέα εργασία ή την επιλογή Άνοιγμα.

2. Να ανοίξει μια ήδη αποθηκευμένη εργασία και να την αναπαράγει. Σε αυτή την περίπτωση ο χρήστης παρακολουθεί τη ζωγραφική δημιουργία του να αναπαράγεται από την πρώτη μέχρι την τελευταία κίνηση και παράλληλα ακούει τον ήχο που αντιστοιχεί σε κάθε κίνηση (ενδεικτικό βίντεο [42]). Στο τέλος της αναπαραγωγής, εμφανίζεται το μήνυμα «Τέλος αναπαραγωγής». Ο χρήστης μπορεί να συνεχίσει επιλέγοντας το πλήκτρο Νέα εργασία ή το πλήκτρο Άνοιγμα.

3.3 Η εφαρμογή HearWhatYouPaint στην πράξη

Λόγω της ιδιαιτερότητας της εφαρμογής, τα αποτελέσματά της είναι δύσκολο να περιγραφούν χρησιμοποιώντας μόνο εικόνες και κείμενο. Για το σκοπό αυτό δημιουργήθηκαν ενδεικτικά βίντεο, όπου μπορεί κανείς να παρακολουθήσει τη μετατροπή της ζωγραφικής δημιουργίας σε ήχο [41], την αποθήκευση και την αναπαραγωγή της [42], καθώς επίσης και τη μετατροπή στατικής εικόνας σε ήχο [43], [44], [45].

Για τη δημιουργία των σχετικών βίντεο, χρησιμοποιήθηκε η δωρεάν εφαρμογή Free Screen Video Capture.

Ο ήχος του καμβά απενεργοποιήθηκε κατά την δημιουργία των βίντεο, καθώς δημιουργούσε προβλήματα στον καταγραφόμενο ήχο. Το ηχητικό αποτέλεσμα είναι καλύτερο όταν εμπλουτίζεται με τους ήχους του καμβά.

Κεφάλαιο 4

Συμπεράσματα και μελλοντικές επεκτάσεις

Η εφαρμογή HearWhatYouPaint που δημιουργήθηκε στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας, προσπάθησε να συνδέσει τις δύο τέχνες ζωγραφική και μουσική.

Στο ξεκίνημα της προσπάθειας, υπήρχε μια έντονη ανησυχία και περιέργεια για το αν η ένωση των δύο αυτών κόσμων θα ήταν επιτυχής. Από τη μελέτη της σχετικής βιβλιογραφίας και παρόμοιων προσπαθειών που αποτυπώνονται στο κεφάλαιο 1 της παρούσας εργασίας, φάνηκε μια αδυναμία για μονοσήμαντες και καθολικά αποδεκτές συσχετίσεις.

Οι συσχετίσεις εικόνας – ήχου, φαίνεται ότι έχουν ιδιαίτερο νόημα και πρέπει να είναι ακριβείς, όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για να αντικαταστήσουν ή να συμπληρώσουν μια ανθρώπινη αίσθηση ή κάποιο χαρακτηριστικό που λείπει, όπως για παράδειγμα η αίσθηση της όρασης ή της αχρωματοψίας, περιπτώσεις που αναφέρθηκαν στην παράγραφο 1.2.1 της παρούσας εργασίας.

Σε άλλες περιπτώσεις όμως, όπως για παράδειγμα η αίσθηση που αποκομίζει κανείς παρατηρώντας έναν πίνακα ζωγραφικής, η «μετάφραση» αυτή, μπορεί ενδεχομένως να πάρει τη μορφή ενός είδους τέχνης. Κι αυτό γιατί με κάποιο τρόπο πρέπει να μεταδώσει και συναίσθημα.

Παραδείγματα συσχετίσεων εικόνας-ήχου που φαίνεται να κυριαρχούν, είναι η αντιστοίχιση των χρωμάτων κατευθείαν σε νότες μουσικής, η κατακόρυφη θέση ενός στοιχείου μιας εικόνας με τη συχνότητα του ήχου, η οριζόντια θέση με το στερεοφωνικό ήχο, το χρώμα με την ένταση του ήχου ή με το στερεοφωνικό ήχο, η συχνότητα της οπτικής πληροφορίας με την ακουστική συχνότητα και πλήθος άλλων.

Η παρούσα εργασία βασίστηκε, όπως αναφέρθηκε στην παράγραφο 2.3 στα αποτελέσματα των ερευνών [3], [4] που αναζήτησαν την ενστικτώδη σχετική ένωση χρώματος - ήχου που κάνει ο άνθρωπος και όχι την υποτιθέμενη φυσική ή μαθηματική. Με βάση την έρευνα [4] οι άνθρωποι κατά ένα πολύ μεγάλο ποσοστό (80% και πάνω) συσχετίζουν τους ήχους με χαμηλό τόνο σε σκούρα χρώματα και το αντίστροφο.

Συγκεκριμένα στην εφαρμογή HearWhatYouPaint, η συσχέτιση που δημιουργήθηκε είναι μεταξύ του τόνου (pitch) ενός ήχου και της τιμής (grayscale

value) ενός χρώματος, δηλαδή η χαμηλότερη τιμή (value) ενός χρώματος, αντιστοιχεί σε ήχο με χαμηλότερο τόνο (pitch). Τα χρώματα μετατρέπονται με τον αλγόριθμο που χρησιμοποιεί το Photoshop σε αποχρώσεις της κλίμακας του γκρι και στη συνέχεια ακολουθεί η αντιστοίχισή τους σε νότες μουσικής. Αντιστοιχίστηκε επίσης το πάχος των εργαλείων σχεδίασης με την ένταση του ήχου της παραγόμενης νότας και η κίνηση του ποντικιού αργή/γρήγορη με το τέμπο του παραγόμενου ήχου.

Η εφαρμογή HearWhatYouPaint παρέχει ένα ευχάριστο περιβάλλον, όπου μπορεί κανείς να διασκεδάσει ζωγραφίζοντας και ακούγοντας παράλληλα τον ήχο που αντιστοιχεί στη ζωγραφική του. Έτσι καθώς κάποιος ζωγραφίζει, ανακαλύπτει τον ήχο των χρωμάτων, των εργαλείων και των μουσικών οργάνων που έχει επιλέξει. Ο ήχος που ακούγεται έρχεται σε πλήρη αρμονία με την αίσθηση του χρήστη σε ότι αφορά την επιλογή χρωμάτων και εργαλείων. Το αποτέλεσμα είναι ικανοποιητικό, παρόλο που παρέμεινε στην παραγωγή ήχου κι όχι μουσικής.

Η γραφική διασύνδεση της εφαρμογής διατηρήθηκε απλή, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί και από μη καταρτισμένους μουσικά χρήστες. Σε μια διαφορετική υλοποίηση στηριζόμενη σε πολυπαραμετρικούς αλγορίθμους μετατροπής, ο χρήστης θα μπορούσε να έχει τη δυνατότητα να επιλέξει κλίμακες, ρυθμούς, συγχορδίες και άλλες παραμέτρους της μουσικής. Στην περίπτωση αυτή, η εφαρμογή θα απευθύνονταν σε διαφορετική ομάδα χρηστών.

Μια ακόμη διαφορετική προσέγγιση, που δεν υιοθετήθηκε στα πλαίσια των αρχικών επιλογών, καθώς υπήρχε έντονη περιέργεια για το ηχητικό αποτέλεσμα των χρωμάτων και των εργαλείων μεμονωμένα, θα μπορούσε να δίνει στο χρήστη τη δυνατότητα να ακούει ταυτόχρονα ήχους από τη συνολική ζωγραφική του καμβά. Με την προσέγγιση αυτή, θα μπορούσε κανείς να μιλήσει και για σύνθεση μουσικής με βάση τις παραγόμενες νότες του καμβά, η οποία θα άλλαζε δυναμικά καθώς θα προστίθονταν σ' αυτήν νέα στοιχεία προερχόμενα από τη ζωγραφική του χρήστη.

Σε ότι αφορά τη στατική εικόνα, όπως έχει ήδη αναφερθεί, μπορεί κανείς χρησιμοποιώντας την εφαρμογή, να προσδιορίσει το αν πρόκειται για σκουρόχρωμη ή ανοιχτόχρωμη εικόνα καθώς επίσης και το αν υπάρχουν πολλά διαφορετικά χρώματα σε αυτήν.

Θα άξιζε την προσπάθεια, μια μελλοντική εφαρμογή να εξερευνήσει την πιθανότητα, να «μετατραπεί» ένας πίνακας ζωγραφικής σε λίγα λεπτά μουσικής. Μετά την αντιστοίχιση των χρωμάτων σε νότες, λειτουργία παρόμοια με της παρούσας εφαρμογής, οι παραγόμενες νότες θα μπορούσαν να οδηγούνται σε μια

εφαρμογή κατάλληλη για σύνθεση μουσικής. Στην προσπάθεια αυτή θα μπορούσε κανείς να χρησιμοποιήσει, την αντίθεση (contrast) της εικόνας, τη διαδοχή των χρωμάτων και πολλών άλλων χαρακτηριστικών της εικόνας. Θα ήταν ακόμη δυνατόν, ο χρήστης να επιλέγει και το είδος της μουσικής που θα παραχθεί, σύμφωνα με τις μουσικές προτιμήσεις του.

Μια τέτοια προσπάθεια, θα μπορούσε απλά να στηριχθεί στην τεχνική χρήσης αλγορίθμων για σύνθεση μουσικής, αλλά ακόμη καλύτερα θα έπρεπε να καθοδηγείται από κάποιον έμπειρο μουσικό και συνθέτη ο οποίος με κάποιο τρόπο θα κατάφερνε να δώσει ζωή στις παραγόμενες νότες. Σε αυτή την περίπτωση που ενέχει έντονα το υποκειμενικό στοιχείο, η «μετάφραση» εικόνας σε μουσική θα έχει τα χαρακτηριστικά μιας νέας μορφής τέχνης.

Βιβλιογραφία - Ιστογραφία:

- [1] Glimpse (2009), article: Playing (With) Color. <http://rhythmiclight.com>
- [2] The telegraph (2006), article: The man who heard his paintbox hiss. <http://www.telegraph.co.uk/arts/main.jhtml?xml=/arts/2006/06/10/bakandinsky10.xml&sSheet=/arts/2006/06/10/ixtop.html> (ανάκτηση 20/11/2011)
- [3] Bell James C (2010): The intuitive association of color and sound, Document URL
- [4] Kostas Giannakis (2007): A comparative evaluation of auditory-visual mappings for sound visualization, Document URL
- [5] Teun Lucassen : Color_Organs
- [6] Νίκος Π. Τσινίκας (2009) :Μουσική / Ακουστική / Αρχιτεκτονική Μεταφράσεις και Συμβολισμοί
- [7] Xiaoying Wu and Ze-Nian Li: A STUDY OF IMAGE-BASED MUSIC COMPOSITION
- [8] Niall Moody: Motion as the Connection Between Audio and Visuals and how it may inform the design of new audiovisual instruments
- [9] ΕΛΕΥΘΕΡΟΤΥΠΙΑ(6-10-2010) άρθρο: Οι πράσινες, οι κόκκινες οι θαλασσιές οι νότες <http://www.enet.gr/?i=news.el.article&id=210596>
- [10] Jamie Ward, Brett Huckstep and Elias Tsakanikos: SOUND-COLOUR SYNAESTHESIA: TO WHAT EXTENT DOES IT USE CROSS-MODAL MECHANISMS COMMON TO US ALL?
- [11] Βίντεο περιγραφής του οπτιοφωνικού πιάνο του Wladimir Baranoff Rossiné http://www.youtube.com/watch?v=I2BnanDDeFg&feature=player_embedded
- [12] TO BHMA (15-6-2008) άρθρο: Η μουσική των χρωμάτων <http://www.tovima.gr/science/article/?aid=189402>
- [13] PathfinderNews (15-2-2005) άρθρο: Χρώματα που ακούγονται http://news.pathfinder.gr/periscopio/music_colours.html
- [14] The vOICe progame: <http://www.seeingwithsound.com/winvoice.htm>
- [15] Esther Lemi, Anastasia Georgaki (2007): REVIEWING THE TRANSFORMATION OF SOUND TO IMAGE IN NEW COMPUTER MUSIC SOFTWARE
- [16] Γλώσσα προγραμματισμού ανοιχτού κώδικα: <http://processing.org>
- [17] M. P. Hall. The Secret Teachings of All Ages, chapter XVII. Tarcher, 2003.

- [18] Η επίσημη ιστοσελίδα της μουσικο-εικαστικής ομάδας PanAngel8Arts
<http://www.panangel8arts.com/>
- [19] Αλέξανδρος Ν. Χατζηγεωργίου (2008): Ανάπτυξη συστήματος λογισμικού βάσει της μεθοδολογίας ICONIX Διαχείριση Παραγγελιών
- [20] ZeroCool blog: Αλγόριθμοι μετατροπής χρώματος σε grayscale
<http://zerocool.is-a-geek.net/?p=329>
- [21] The Endeavour: The blog of John D. Cook: Αλγόριθμοι μετατροπής χρώματος σε grayscale
<http://www.johndcook.com/blog/2009/08/24/algorithms-convert-color-grayscale/>
- [22] Βικιπαίδεια: Ambient <http://el.wikipedia.org/wiki/Ambient>
- [23] IconSeeker: Εικόνες γραφικού περιβάλλοντος εφαρμογής
<http://www.iconseeker.com/>
- [24] Music for airports Brian Eno: Ήχος καμβά
<http://www.youtube.com/watch?v=B9kPIp4MtX0>
- [25] ARIS : Ambient Music and Film By Ciarán Roche
 Ήχος καμβά http://www.youtube.com/watch?v=_Bbo5ygp1gw
- [26] POA ALPINA ~ Biosphere HD: Ήχος καμβά
<http://www.youtube.com/watch?v=uSf5NCw22NQ>
- [27] Ambient Music Landscapes: Ήχος καμβά
<http://www.youtube.com/watch?v=zlFK8zXUqYY>
- [28] SoundCipher: Μουσική βιβλιοθήκη της Processing
<http://explodingart.com/soundcipher/>
- [29] Minim: Μουσική βιβλιοθήκη της Processing
<http://code.compartmental.net/tools/minim/>
- [30] ControlP5: Βιβλιοθήκη γραφικού περιβάλλοντος της Processing
<http://www.sojamo.de/libraries/controlP5/>
- [31] Java Swing: http://en.wikipedia.org/wiki/Swing_%28Java%29
- [32] MIDI manufacturers association: <http://www.midi.org/index.php>
- [33] Wikipedia FloodFill: Αλγόριθμοι υλοποίησης του εργαλείου του κουβά
http://en.wikipedia.org/wiki/Flood_fill
- [34] Note names of musical notes:
<http://www.sengpielaudio.com/calculator-notenames.htm>
- [35] Project «Piano optophonique»

- <http://optophoniqueeng.heatherodonnell.info/#idea>
- [36] Βίντεο περιγραφής της εφαρμογής Hyperscore
<http://www.youtube.com/watch?v=wJn5YIEbDro&feature=related>
- [37] AudioPaint: Πρόγραμμα μετατροπής εικόνας σε ήχο
<http://www.nicolasfournel.com/audiopaint.htm>
- [38] Βίντεο μετατροπής εικόνας σε ήχο με το AudioPaint
http://www.youtube.com/watch?v=6FIVRixE_44&feature=related
- [39] Βίντεο μετατροπής εικόνας σε ήχο με το AudioPaint
http://www.youtube.com/watch?v=drGH7h2ua_g
- [40] Βίντεο περιγραφής του εργαλείου ήχου της εφαρμογής TuxPaint
<http://www.youtube.com/watch?v=tNuB9P4bBRw>
- [41] Βίντεο της εφαρμογής HearWhatYouPaint-Ζωγραφική δημιουργία σε ήχο
<http://www.youtube.com/watch?v=Mg6HTWk98o0>
- [42] Βίντεο της εφαρμογής HearWhatYouPaint-Αποθήκευση και αναπαραγωγή εργασίας
<http://www.youtube.com/watch?v=rjg2to28Cwk&feature=relmfu>
- [43] Βίντεο της εφαρμογής HearWhatYouPaint-Μετατροπή στατικής εικόνας σε ήχο
http://www.youtube.com/watch?v=f_-QMQ70VRU&feature=relmfu
- [44] Βίντεο της εφαρμογής HearWhatYouPaint-Μετατροπή στατικής εικόνας σε ήχο
<http://www.youtube.com/watch?v=bambxWI6O-Y&feature=relmfu>
- [45] Βίντεο της εφαρμογής HearWhatYouPaint-Μετατροπή στατικής εικόνας σε ήχο
<http://www.youtube.com/watch?v=RQBeSi1EvrU&feature=relmfu>

Όλοι οι παραπάνω σύνδεσμοι που οδηγούν σε συγκεκριμένες σελίδες του Internet, δοκιμάστηκαν τελευταία φορά στις 13/07/2012.

Παράρτημα Α

Ολοκληρωμένο Περιβάλλον Μετατροπής Εικόνας και Ζωγραφικής και Ηχητικά Μοτίβα

Επίβλεψη: Ανδρέας Φλώρος (floros@ionio.gr)

Στόχος: Η εργασία αυτή αφορά στην σχεδίαση και ανάπτυξη ενός περιβάλλοντος λογισμικού, το οποίο θα επιτρέπει την μετατροπή είτε στατικής εικόνας, είτε στιγμιαία σχεδιαζόμενης από τον χρήστη ζωγραφικής εικόνας, είτε συνδυασμού αυτών σε ηχητική σύνθεση.

Αντικείμενο: Η σχέση ανάμεσα στο χρώμα και την μουσική έχει αποτελέσει αντικείμενο ενασχόλησης και έρευνας για πλήθος ερευνητών προερχόμενων από διαφορετικούς τομείς της επιστήμης, (όπως π.χ. καλλιτέχνες, φιλοσόφους κ.λ.π.). Η πρώτη καταγεγραμμένη αναλυτική προσέγγιση οφείλεται στον Νεύτωνα ο οποίος διατύπωσε μία αντιστοίχιση των επτά βασικών νοτών της μουσικής με επτά χρώματα τα οποία εμφανίζονταν με την χρήση ενός συγκεκριμένου πρίσματος. Ο βασικός λόγος που ενισχύει το ενδιαφέρον για την δημιουργία “κανόνων” μετατροπής της εικόνας/ζωγραφικής σε ήχο οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι οι αντίστοιχες αισθήσεις (όραση και ακοή) αποτελούν τις πλέον σημαντικές στην καθημερινότητα του ανθρώπου. Έτσι, καθημερινά, κατάλληλα επιλεγμένοι συνδυασμοί εικόνας και ήχου καταγράφονται από τις δύο παραπάνω αισθήσεις, καθιστώντας τες σχεδόν αλληλένδετες.

Το ευρύτερο θέμα της μετατροπής των εικόνων σε ήχο αποτελεί ένα υποσύνολο της παραπάνω ιδιαίτερης σχέσης των αισθήσεων της όρασης και της ακοής και μπορεί να αναλυθεί σε δύο περιπτώσεις μετατροπής:

α) στην μετατροπή δεδομένων στατικής εικόνας σε ήχο και β) στην μετατροπή ζωγραφικών δεδομένων σε ήχο. Ειδικά για την δεύτερη περίπτωση, τα αρχικά δεδομένα μετατροπής περιλαμβάνουν όχι μόνο την χρωματική κατανομή που χαρακτηρίζει μία εικόνα στις δύο διαστάσεις, αλλά μεταβάλλονται διαρκώς με το χρόνο, καθώς λαμβάνονται υπόψιν και παράμετροι που σχετίζονται με την ίδια την ζωγραφική δημιουργία (όπως π.χ. το στιγμιαίο μέγεθος - πάχος του πινέλου που έχει επιλεγεί από τον συνθέτη της εικόνας, την ταχύτητα της κίνησής του εντός του καμβά κ.λ.π.).

Στα πλαίσια της συγκεκριμένης εργασίας, θα αναπτυχθεί ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον μετατροπής δεδομένων ζωγραφικής σε ήχο. Με τον όρο “δεδομένα ζωγραφικής” ορίζεται ακριβώς ότι η μετατροπή θα πραγματοποιείται έχοντας σαν είσοδο όχι στατικές εικόνες, αλλά την καθ’ εαυτού διαδικασία δημιουργίας της εικόνας με χρήση (ψηφιακών) εργαλείων ζωγραφικής. Με βάση την παραπάνω συνοπτική περιγραφή του θέματος, οι συνιστώσες υλοποίησης - κατευθύνσεις του αντικειμένου της συγκεκριμένης εργασίας μπορούν να συνοψισθούν (ενδεικτικά) ως εξής:

1. μελέτη και αποτύπωση των παραμέτρων ζωγραφικής σύνθεσης που χρησιμοποιούνται για την εικαστική δημιουργία με σύγχρονα ψηφιακά μέσα
2. καταγραφή των παραμέτρων ηχητικών σύνθεσης οι οποίες μπορούν να αντιστοιχιστούν στις παραμέτρους ζωγραφικής σύνθεσης που θα προκύψουν από το προηγούμενο στάδιο και δημιουργία ενός αναλυτικού αλγορίθμου μεταξύ τους σύνδεσης και απεικόνισης σε πραγματικό χρόνο
3. σχεδίαση και ανάπτυξη της πλατφόρμας λογισμικού που θα υλοποιεί στην πράξη τους μετασχηματισμούς ζωγραφικής εικόνας σε ήχο, όπως αυτοί θα ορισθούν προηγουμένως.