

Ιόνιο Πανεπιστήμιο Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

«Τέχνες και Τεχνολογίες του Ήχου»

Κομπιλάκος Πέτρος

Εργασία Εξαμήνου

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Ανάπτυξη Μουσικής Πληροφορικής και Γλωσσών Προγραμματισμού**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Εξάμηνο 1ο

Μάθημα: Μουσική Πληροφορική

Διδάσκων: Ζάννος Ιάνης

Κέρκυρα 2019

**ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Η τεχνολογική πρόοδος και η ραγδαία ανάπτυξη της πληροφορικής δεν άφησαν ανεπηρέαστο τον χώρο της μουσικής. Το πάντρεμα μουσικής και πληροφορικής γέννησε την Μουσική Πληροφορική , σταυροδρόμι που συναντιούνται 2 κλάδοι τέχνης αλληλοτροφοδοτούμενες και με ανοιχτό το πεδίο εμπλοκής και άλλων επιστημών. Μια διεπιστημονική οδό που δύναται να εκφραστούν πολλές μορφές τεχνών κι επιστημών, δημιουργώντας νέους τρόπους μουσικής έκφρασης. Και που έχει παρουσιάσει ραγδαία πρόοδο κι ανάπτυξη τις τελευταίες δεκαετίες με συμμετοχή όλων των συσχετιζόμενων επιστημών.(

Αιώνες τώρα είχε επικρατήσει στην μουσική παράδοση της Δύσης, ο συνθέτης να απεικονίζει την σκέψη του σε ένα χαρτί με τα κατάλληλα σύμβολα ώστε ο μουσικός να μπορέσει να εκτελέσει την σύνθεση. Σήμερα αμφισβητείται αυτή η διμερής σχέση καθώς και η έννοια του μουσικού έργου αυτού καθεαυτού μεταλλάσσεται καθώς εξελίσσεται και μεταμορφώνεται. Το ίδιο ακριβώς ισχύει και για τα όργανα· νέα ηχοχρώματα εμφανίζονται κι επικρατούν νεωτεριστικές μέθοδοι στη σύνθεση, που απαιτούν από την ίδια την μουσική να απορροφήσει και κατανοήσει την εξέλιξη και τεχνογνωσία των θετικών επιστημών και της πληροφορικής.(Λώτης 78, Μαργουνάκης 30)

**ΒΑΣΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΜΟΥΣΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**

Από τη δεκαετία του 1870 µέχρι και τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεµο ήταν μια περίοδος γεμάτη ανατροπές για τις τέχνες. Η σιγουριά που προσέδιδε η επιστήµη και η τεχνολογία οριοθετούσαν μια νέα εποχή καινοτομιών στη διαμόρφωση των ρευμάτων και των τάσεων. Μεταξύ1940 και 1950, διαδραματίστηκαν τεκταινόμενα που συνέδεσαν την νεωτερική μουσική με την τεχνολογία και που αργότερα συσχετίστηκαν με την ηλεκτρονική μουσική και τη μουσική με υπολογιστές . Ο προγραμματισμός επίτρεψε στους συνθέτες να διασπάσουν και να αναλύσουν τα προβλήματα της μουσικής φόρμας και να δομήσουν σύνθετες κωδικοποιήσεις σε απλές και λογικές εντολές. Η τεχνολογία των υπολογιστών απαίτησε την ποσοτικοποίηση της συνθετικής σκέψης και την παραμετροποίηση των ποιοτήτων και των πολλαπλών επιλογών που είχε στη διάθεσή του ο συνθέτης.(Λώτης 1, Μαργουνάκης 30).

Αναλυτικότερα μια σημαντική ανακάλυψη έγινε στη Γερμανία το 1935, όταν παρήχθη από την AEG το Magnetophon, ένα μηχάνημα που χρησιμοποίησε μια πλαστική ταινία επικαλυμμένη με λεπτά σωματίδια σιδήρου. Αυτή η εφεύρεση ήταν μια αξιοσημείωτη βελτίωση στην διαδικασία καταγραφής και προκάλεσε την έναρξη μιας σειράς τεχνολογικών εξελίξεων που οδήγησαν μέχρι το τέλος του Δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου σε ένα συμπαγές και ευπροσάρμοστο σύστημα καταγραφής, έτοιμο να ανταγωνιστεί τις άμεσες μεθόδους κοπής δίσκων της προηγούμενης εποχής. Τα κύρια πλεονεκτήματα του νέου μέσου ήταν η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης της ταινίας εγγραφής, η ευκολία της επεξεργασίας και της δυνατότητας καταγραφής δύο ή περισσότερων διακριτών κομματιών καταγεγραμμένων πληροφοριών ταυτόχρονα στο ίδιο κομμάτι ταινίας(Manning 20). «Η μαγνητοταινία τότε, δεν ήταν ένα μέσο για τη σύνθεση με ήχους, ήταν ένας μεταφορέας, ένας τρόπος να ηχογραφήσουμε και να αναπαράξουμε τους ήχους, τον ένα μετά τον άλλον σε χρονολογική σειρά» (Lucier και Douglas, 1980, σελ. 30-34)

Ο πρώτος προγραμματιζόμενος ηλεκτρονικός ψηφιακός υπολογιστής γενικού σκοπού υπήρξε ο ENIAC. Πρωτολειτούργησε τον Δεκέμβριο του 1945 για τον στρατό των ΗΠΑ. Ήταν ικανός όχι μόνο για την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων αλλά και για την επέκταση της έρευνας στον νεοσύστατο τομέα της τεχνητής νοημοσύνης. Ιστορικά καταγράφεται η πρώτη μουσική παραγωγή το 1951 από τους Αυστραλούς Pearcey και Beard στο ερευνητικό κέντρο CSIRAC, όπου ο ομώνυμος πρώτος υπολογιστής της Αυστραλίας, παρήγαγε και αναμετάδωσε μια μελωδία. Ο πρώτος αληθινά εμπορικός υπολογιστής , ο UNIVAC (Universal Automatic Computer) εισήλθε στην παραγωγή το l951, δημιουργώντας μια αγορά που συγκέντρωσε περαιτέρω δυναμική το 1953, με την κυκλοφορία το πρώτο μοντέλο της IBM , το 701. (Λώτης 10),(Manning 183).

Το 1957, ο Αμερικάνος μηχανικός και μουσικός Max Mathews είχε τη δυνατότητα να χρησιμοποιήσει έναν από τους πρώτους μετατροπείς ψηφιακού σήματος σε αναλογικό, στο τμήμα Ακουστικής Έρευνας των εργαστηρίων Bell στο New Jersey. Στο άρθρο του 1963 στο περιοδικό Science, υποστήριξε μεταξύ άλλων: Η μουσική με υπολογιστή φαίνεται να είναι ιδιαίτερα υποσχόμενη σε τεχνικό επίπεδο...Τώρα, ο στόχος μας είναι να προσελκύσουμε και να εκπαιδεύσουμε (σοβαρούς) συνθέτες στη χρήση του(Mathews, 1963, σελ. 553-557). Το πρώτο ουσιαστικό πρόγραμμα μουσικής γράφτηκε από τον ίδιο στις αρχές της δεκαετίας του ’60.(Λώτης 6), (Μαργουνάκης 30).

Ο Mathews ανέπτυξε το πρώτο λογισμικό (MUSIC) ερασιτεχνικά, καθώς εργαζόταν στο ερευνητικό κέντρο των εργαστηρίων Bell. Η τρίτη έκδοση της εν λόγω γλώσσας μουσικού προγραμματισμού MUSIC III (1960) εισήγαγε την έννοια της γεννήτριας μονάδων, μιας υπορουτίνας που δημιουργούσε ένα συγκεκριμένο είδος ήχου και χρειαζόταν μόνο μερικούς αριθμούς για την παραμετροποίησή της. Το 1962, ο Max Mathews ολοκλήρωσε την Music IV. Μέχρι το 1965, οι γλώσσες της οικογένειας MUSIC N γράφονταν σε γλώσσα μηχανής assembly. Τα προγράμματα απεικονίζονταν σε διάτρητες καρτέλες , μέθοδος που καθιστούσε τη μεταφορά τους από τον υπολογιστή σε έναν άλλο δύσκολη διαδικασία. Αυτά τα προγράμματα δεν μπορούσαν ακόμη να λειτουργήσουν σε πραγματικό χρόνο (real time operation), ενώ για να εξαχθεί το αποτέλεσμα του προγραμματισμού απαιτούνταν ημέρες, λόγω του υπολογιστικού χρόνου που χρειαζόταν ο υπολογιστής ή λόγω μακράς λίστα αναμονής για τη χρήση του. Μετά από κοπιαστική και χρονοβόρα τροφοδότηση του υπολογιστή με κείμενο, το αρχείο από τον υπολογιστή περνούσε μέσω ενός μετατροπέα ψηφιακού σε αναλογικού στην ταινία ηχογράφησης έτσι ώστε ο συνθέτης να ακούσει το ηχητικό αποτέλεσμα.(Μαργουνάκης 30), (Λώτης 15).

Η συνήθης διαδικασία, όπως την περιγράφει ο Joel Chadabe, ήταν η εξής: «Ο ήχος που φαντάστηκε ο συνθέτης παραγόταν από τον υπολογιστή – ο οποίος στην εποχή της Music IV ήταν ο IBM 7094 – ως ένας συνεχώς αυξανόμενος και άηχος πίνακας με αριθμούς που ονομάζονταν δείγματα (samples), τα οποία αποθηκεύονταν σε μια μαγνητική ταινία υπολογιστή. Στη συνέχεια, με μια ξεχωριστή διαδικασία, αυτά τα δείγματα μετατρέπονταν σε ήχο και αποθηκεύονταν σε μαγνητοταινία ήχου» (Chadabe,1997, σελ. 113.).

Από το 1965, η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας των υπολογιστών απαίτησε από τον προγραμματισμό στη δημιουργία γλωσσών υψηλότερου επιπέδου. Αυτές οι γλώσσες περιείχαν ένα ενδιάμεσο πρόγραμμα με την ονομασία compiler (μεταγλωττιστής), το οποίο μετέτρεπε τις εντολές των γλωσσών σε γλώσσα μηχανής και, συνεπώς, μπορούσαν να εκτελεστούν από διαφορετικούς υπολογιστές. Ο Max Mathews ολοκλήρωσε τη Music V το 1968, έδινε τη δυνατότητα στον χρήστη να συνδυάζει κυματομορφές, ταλαντωτές και άλλες γεννήτριες για τη δημιουργία οργάνων. Επίσης σχεδίασε ένα σύστημα που έδινε την δυνατότητα σε έναν υπολογιστή να ελέγχει ένα αναλογικό μηχανισμό παραγωγής συνθετικού ήχου σε πραγματικό χρόνο: το πρόγραμμα GROOVE κατέγραφε, ως μουσικά δεδομένα, τις ενέργειες ενός μουσουργού, όταν έπαιζε ένα συνθεσάιζερ με μεγάλη γκάμα ελεγκτών. Πολλά άλλα παρόμοια υβριδικά συστήματα κατασκευάστηκαν έκτοτε, ειδικά όταν ήρθαν στην αγορά οι αποκαλούμενοι σταθμοί εργασίας στις αρχές του 1970. (Λώτης 15) (Μαργουνάκης 31).

Το 1972, ξεκίνησε να αναπτύσσεται η γλώσσα προγραμματισμού C η οποία αποτέλεσε ένα από τα σπουδαιότερα προγραμματιστικά περιβάλλοντα και μια αναγκαία πλατφόρμα για την ανάπτυξη μουσικών προγραμμάτων. Με την εφεύρεση του μικροεπεξεργαστή το 1972, τα θεμέλια μιας ακόμη πιο εκτεταμένης τεχνικής επανάστασης εγκαθιδρύθηκε σύντομα, οδηγώντας εν ευθέτω χρόνω στον επιστημονικό σταθμό εργασίας και όλο και περισσότερο ισχυρό αντίπαλο, τον προσωπικό υπολογιστή. Ως φυσικό επακόλουθο, ο μικροεπεξεργαστής ανέλαβε σύντομα τα ηνία των εξελίξεων με την εμφάνιση των πρώτων σοβαρών προσωπικών υπολογιστών, όπως ο Apple II. Αυτή η εξέλιξη έφερε σε πολλούς εμπλεκόμενους μουσικούς μια έκφανση της μουσικής που παράγεται από ηλεκτρονικούς υπολογιστές, χωρίς να χρειάζεται ο παραγωγός της να είναι ερευνητής σε κάποιο ινστιτούτο μουσικής πληροφορικής. (Λώτης 16) (Μαργουνάκης 31) (Manning 182)

Το 1977, ο Γιάννης Ξενάκης (ή Iannis Xenakis όπως αναφέρεται συχνά) ολοκλήρωσε το UPIC (Unité Polyagogique Informatique CEMAMu) στο Centre d’Etudes de Mathématique et Automatique Musicales στο Παρίσι. Το σύστημα περιελάμβανε μια ψηφιακή ταμπλέτα συνδεδεμένη σε έναν υπολογιστή Hewlett- Packard. Ο χρήστης μπορούσε να ζωγραφίσει στην ταμπλέτα γραφήματα μεταξύ των οποίων γραμμές, σχήματα, επίπεδα, κυματομορφές και περιβάλλουσες. Τα γραφήματα μετατρέπονταν από τον υπολογιστή σε ήχο. «Με το UPIC ο Ιάννης Ξενάκης κατάφερε να συνδυάσει όλες τις παραμέτρους της μουσικής σημειογραφίας που σχετίζονται με τον χώρο της σύνθεσης (γραφικές απεικονίσεις, δυναμική και ηχητική αναπαράσταση) δίνοντας έμφαση στο σχέδιο ως τον κύριο φορέα της μουσικής σύνθεσης(Ο φιλελεύθερος από : http://www.philenews.com/downtown) ». (Λώτης 16)

**ΟΙ ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΓΛΩΣΣΕΣ ΜΟΥΣΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**

Η δεκαετία του 1980 προσέφερε καθοριστικές εξελίξεις στους τομείς της τεχνολογίας υπολογιστών και των γλωσσών μουσικού προγραμματισμού. Ήδη, από τις αρχές της δεκαετίας του 1970 η εμφάνιση των μικρο-επεξεργαστών οδήγησε ταχύτατα στην ανάπτυξη γρήγορων υπολογιστών για οικιακή χρήση. Μέχρι τα μέσα της δεκαετίας, οι προσωπικοί υπολογιστές προσήλκυσαν ένα μεγάλο μέρος συνθετών και μουσικών εκτός πανεπιστημιακών και ερευνητικών ιδρυμάτων. Η έλλειψη πρωτοτυπίας ορατά κατεύθυνε τον χώρο της μουσικής σε αναρχία και αποπροσαρμογή καθώς οι υπολογιστές και τα ηλεκτρονικά μουσικά όργανα από διαφορετικούς κατασκευαστές ήταν πολύ συχνά ασύμβατα στην επικοινωνία μεταξύ τους. Επίσης στις αρχές της δεκαετίας του 1980 θεμελιώδη θέματα που αφορούσαν τόσο στη δειγματοληψία όσο και την ποσοτικοποίηση ηχητικών σημάτων δεν είχαν εξεταστεί πλήρως από την πλειοψηφία των εμπορικών συστημάτων. .

Το δυναμικό των νέων μεθοδολογιών παραγωγής ήχου και επεξεργασίας ήχου θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί μόνο εάν οι προκύπτοντες ήχοι επιτύχαιναν τις υψηλότερες προσδοκίες όσον αφορά την εγγενή πιστότητα τους .Το πρότυπο MIDI, που συστάθηκε το 1981, αποτελεί σημείο αναφοράς και έκανε δυνατή τη διασύνδεση όλων των συσκευών μεταξύ τους υπό τη λειτουργία της κοινής MIDI διεπαφής. Η εμφάνιση του MIDI είχε μικρή επίδραση στα ερευνητικά κέντρα παραγωγής μουσικής μέσω υπολογιστών, αλλά μεγάλη εμπορική διείσδυση στα ηλεκτρονικά μουσικά όργανα, η εξέλιξη των συνθετητών και των ελεγκτών (controllers) με την παρουσίαση του πρωτοκόλλου MIDI προσέφερε τη δυνατότητα ενός πλήρως εξοπλισμένου μουσικού στούντιο. Ταυτόχρονα, οι προσωπικοί υπολογιστές εφοδιάστηκαν με αρκετή υπολογιστική δύναμη και ταχύτητα. Αυτό είχε ως συνέπεια τη δυνατότητα της ηχητικής σύνθεσης και επεξεργασίας σε πραγματικό χρόνο αποδεσμεύοντας τους συνθέτες από τον καταναγκασμό της εργασίας τους σε μη πραγματικό χρόνο (offline). Σταδιακά, ο βασικός όγκος της έρευνας στράφηκε στις «καθαρόαιμες» εφαρμογές των υπολογιστών για τη μουσική. Το σχετικά χαμηλό κόστος των υπολογιστών, η παράλληλη ανάπτυξη και εξάπλωση των συνθετητών και η εμφάνιση του πρωτοκόλλου MIDI συνέτειναν στη ραγδαία ανάπτυξη της μουσικής τεχνολογίας στα χρόνια που ακολούθησαν. (Manning 240-241) (Λώτης 17) (Μαργουνάκης 31)

Η μουσική κατευθυνόταν στην ψηφιακή εποχή της. Σε αυτό το πλαίσιο , μεταξύ του 1986 και του 1987, οι Trevor Wishart, Tom Endrich, Richard Orton, Phil Ellis, Graham Hearn, Chris Fox και Andrew Bentley παρουσίασαν την πρώτη έκδοση ενός κοινού προγράμματος με όνομα «Composers’ Desktop Project» (CDP). Το CDP δημιουργήθηκε για τον ατομικό υπολογιστή Atari ST και ήταν μια από τις πρώτες προσπάθειες δημιουργίας ενός ολοκληρωμένου προγράμματος για τη σύνθεση και την ηχητική επεξεργασία. Παράλληλα, την ίδια εποχή, ο Bill Schottstaedt του Πανεπιστημίου Stanford παρουσίασε τη γλώσσα σύνθεσης ήχου Common Lisp Music (CLM), απογόνου της οικογένειας MUSIC N. Τόσο η CLM όσο και η μεταγενέστερη γλώσσα σύνθεσης και ανάλυσης ήχου Nyquist του Roger Dannenberg, βασίστηκαν στη γλώσσα προγραμματισμού LISP. (Λώτης 17)

Στα μέσα της δεκαετίας του 1980, ο Barry Vercoe του MIT Media Lab ολοκλήρωσε τη Csound η οποία αποτέλεσε στην ουσία μεταφορά της γλώσσας Music 11 σε περιβάλλον C. H Csound είναι μια από τις γνωστότερες ως σήμερα απογόνους της οικογένειας MUSIC N. Η CSound λειτουργεί σαν μεταγλωττιστής , όχι πολύ διαφορετικός από τον μεταγλωττιστή μιας κλασικής γλώσσας προγραμματισμού, όπως η C ή η Pascal. Η CSound είναι βασικά ένας πολύ ισχυρός μεταγλωττιστής, που παράγει ηχητικά σήματα, σύμφωνα με τη μουσική περιγραφή που της παρέχει ο χρήστης. (Λώτης 17) (Μαργουνάκης 48)

Στα μέσα της δεκαετίας, ο Miller S. Puckette συνέταξε ένα πρόγραμμα με την ονομασία Patcher για υπολογιστή Mackintosh στο Ινστιτούτο IRCAM. Το πρόγραμμα εξελίχθηκε σε μια από τις πλέον διαδεδομένες ως σήμερα γλώσσες γραφικού προγραμματισμού. Αρχικά ως Max, το πρόγραμμα προσέφερε ένα ευέλικτο και φιλικό προς το χρήστη περιβάλλον ηχητικής σύνθεσης, επεξεργασίας και διάδρασης. Απόγονος της Music V και φέρουσα το θρυλικό όνομα του Max Mathews, η καινούργια γλώσσα καινοτόμησε στον τομέα της σπονδυλωτής (modular) διάρθρωσης. Η Max είναι μια γλώσσα προγραμματισμού πραγματικού χρόνου, βασισμένη στον οπτικό προγραμματισμό. Γράφτηκε αρχικά από τον Miller Puckette στο IRCAM τη δεκαετία του ’80 με σκοπό να δώσει στους συνθέτες ένα διαδραστικό σύστημα για συνθέσεις μουσικής πληροφορικής. Η Max είναι μια γραφική γλώσσα προγραμματισμού υψηλού επιπέδου. Οι εφαρμογές τρέχουν σε πραγματικό χρόνο. Επειδή είναι βασισμένη στη γλώσσα προγραμματισμού C, μπορούν να γραφούν νέα αντικείμενά της σε C. Οι τελευταίες εκδόσεις της υποστηρίζουν επίσης τη Java και τη Javascript. Στο περιβάλλον της, μπορεί ο χρήστης να ενώσει σπονδυλωτά διαφορετικά υποπρογράμματα ηχητικής σύνθεσης και επεξεργασίας. Τα εικονίδια της Max/MSP είναι γραφικές αναπαραστάσεις προγραμματιστικών ενεργειών. Κάθε αντικείμενο εκτελεί μία ή περισσότερες συγκεκριμένες εργασίες.(Λώτης 17-18) (Μαργουνάκης 55-56)

Το 1996, ο Puckette παρουσίασε ένα παρόμοιο περιβάλλον προγραμματισμού, ανοικτού κώδικα (open source) με την ονομασίαPure Data (PD). Στην αρχική φάση τους τα δύο αυτά περιβάλλοντα είχαν διακριτούς στόχους. Το Pure Data\μπορούσε να επεξεργαστεί σήματα ήχου ενώ το Max διαχειριζόταν εντολές MIDI. Τη λειτουργία της επεξεργασίας ηχητικού σήματος σε πραγματικό χρόνο στο περιβάλλον Max, κλήθηκε μετά από λίγο να παίξει ένα ένθετο πρόγραμμα (plugin) με την ονομασία MSP38 που δημιούργησε ο David Zicarelli. Έτσι , η Max μετονομάστηκε σε Max/MSP39. Σήμερα, τα δύο προγράμματα είναι ενοποιημένα με την κοινή ονομασία Max. Η Max και το Pure Data δρομολόγησαν την ανάπτυξη του γραφικού προγραμματισμού, του περιβάλλοντος δηλαδή εκείνου στο οποίο ο χρήστης, αντί να γράφει κώδικα, συνδέει με καλώδια διάφορα αντικείμενα κάθε ένα εκ των οποίων διενεργεί μια συγκεκριμένη λειτουργία. Το κύριο παράθυρο στο οποίο συμβαίνουν αυτές οι συνδέσεις ονομάζεται patcher. Στη σημερινή της μορφή , η Pure Data είναι μια οπτική γλώσσα προγραμματισμού που διευκολύνει την κατασκευή προγραμμάτων επεξεργασίας σήματος και μπορεί πλέον να δημιουργήσει και να επεξεργαστεί βίντεο, γραφικά OpenGL, εικόνες και άλλα αντικείμενα πολυμέσων σε πραγματικό χρόνο με πρακτικά ανεξάντλητες δυνατότητες διαδραστικότητας, ήχου, εξωτερικών αισθητήρων, κλπ. .(Λώτης 18) (Μαργουνάκης 59-60)

Το 1996 ήταν και η χρονιά κατά την οποία ο James MacCartney παρουσίασε μια από τις ισχυρότερες έως σήμερα γλώσσες αλγοριθμικής σύνθεσης σε περιβάλλον C++. Στο SuperCollider κεντρικό δομικό ρόλο εξακολουθεί να παίζει η έννοια Unit Generator (UGen), ενώ υποστηρίζεται τόσο το πρωτόκολλο MIDI όσο και το Open Sound Control (OSC). Η SuperCollider αποτελεί ένα περιβάλλον για σύνθεση ήχου σε πραγματικό χρόνο και αλγοριθμική σύνθεση και υποστηρίζει πολλές τεχνικές σύνθεσης. Πλέον, είναι μια από τις πιο σημαντικές γλώσσες στον τομέα του μουσικού προγραμματισμού και βρίσκει εφαρμογή σε διάδραση πραγματικού χρόνου, εγκαταστάσεις μουσικής τεχνολογίας, μουσικές γεννήτριες και οπτικοακουστικές παραστάσεις (Wilson et. al. 2011). Η κεντρική ιδέα του SuperCollider είναι να παρέχει ηχητική σύνθεση σε μια γλώσσα υψηλού επιπέδου με συντακτικό έλεγχο σε πραγματικό χρόνο (dynamic typing), λίστες, συλλογή απορριφθέντων στοιχείων (garbage collection) και κλεισίματα (closures). Το σύστημα συλλογής απορριφθέντων στοιχείων είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε ποτέ να μην σταματάει η επεξεργασία. Οι περισσότερες παραγωγικές μονάδες της γλώσσας είναι υλοποιημένες με κλεισίματα. Το κλείσιμο είναι μια λειτουργία, που μαζί με το περιβάλλον της, είναι ομαδοποιημένα σε μία μόνο τιμή. Η SuperCollider μπορεί να διαβάσει και να γράψει ήχο σε πραγματικό χρόνο χρησιμοποιώντας τις θύρες in και out της διαχείρισης ήχου. Ακόμα, μπορεί να παράγει ροή ήχου από και προς ένα αρχείο. Οι χρήστες μπορούν να δημιουργήσουν τα δικά τους γραφικά όργανα ελέγχου για το πρόγραμμά τους. Επίσης, η γλώσσα SuperCollider παρέχει έναν εύκολο τρόπο για την επεξεργασία των ηχητικών κυματομορφών. Τέλος, η γλώσσα υποστηρίζει έλεγχο MIDI. Οι μπάρες ολίσθησης στον πίνακα ελέγχου μπορούν να ανατεθούν σε ελεγκτές MIDI και να είναι χρηστικές κατά την εκτέλεση μουσικής σε πραγματικό χρόνο . Η αρχιτεκτονική δομή του SuperCollider αποτελείται από δύο τμήματα τα οποία επικοινωνούν μέσω OSC: το server με την ονομασία scsynth και το client με την ονομασία sclang. Το SuperCollider, με σύνταξη παρόμοια των γλωσσών C και Lisp, διανέμεται δωρεάν από το 2002 και είναι ένα από τα δημοφιλέστερα περιβάλλοντα μουσικού προγραμματισμού και live coding.(Λώτης 18) (Μαργουνάκης 49)

Το OpenMusic είναι ένα περιβάλλον γραφικού προγραμματισμού βασισμένο στη γλώσσα LISP, το οποίο αναπτύσσεται στο IRCAM από το 1998 από τους Carlos Agon, Gérard Assayag και Jean Bresson. Παρότι η λειτουργία του παραπέμπει στα περιβάλλοντα Max και Pure Data (τα προγράμματα δημιουργούνται με τη σύνδεση γραφικών αντικειμένων) το αποτέλεσμα μιας αλγοριθμικής διαδικασίας στο OpenMusic είναι μια μουσική παρτιτούρα. (Λώτης 18)

Ένα ακόμη περιβάλλον μουσικού προγραμματισμού που διευκολύνει, όπως και το SuperCollider, τη συγγραφή κώδικα σε πραγματικό χρόνο (live coding), είναι το ChucK. Το πρόγραμμα, που μοιάζει με τη γλώσσα C, ανήκει στην κληρονομιά των γλωσσών MUSIC N και χρησιμοποιεί την έννοια του UGen. Η ανάπτυξή του ξεκίνησε το 2003 από τους Ge Wang και Perry R. Cook. Είναι πρόγραμμα ανοικτού κώδικα και υποστηρίζει, όπως και τα Max και SuperCollider, τα πρωτόκολλα MIDI και OSC, καθώς και πολυκαναλικό ήχο. Η ChucK είναι μια γλώσσα μουσικού προγραμματισμού για σύνθεση ήχου και μουσικής σε πραγματικό χρόνο, καθώς και ζωντανές παραστάσεις, η οποία τρέχει στα εμπορικά λειτουργικά συστήματα. Εκτός από το βασική command-line διεπαφή της, έχουν κυκλοφορήσει (σχετικά πρόσφατα) και γραφικά περιβάλλοντα που την υποστηρίζουν. Π.χ. το miniAudicle είναι ένα γραφικό ολοκληρωμένο περιβάλλον για ψηφιακή σύνθεσημε τη γλώσσα ChucK και επιτρέπει στους προγραμματιστές της ChucK να αναπτύξουν προγράμματα εκτός της command-line διεπαφής (Salazar et. al. 2006). Η θεμελίωση της γλώσσας ChucK στηρίζεται σε τέσσερις βασικές ιδέες. Η ChucKσχεδιάστηκε με τρόπο ώστε να αποτελεί μια φυσική γλώσσα προγραμματισμού, η οποία(1) αναπαριστά ταυτόχρονα και με ακρίβεια πολύπλοκη σύνθεση ήχου, (2) επιτρέπει λεπτομερή και ευέλικτο έλεγχο του χρόνου, (3) παρέχει τη δυνατότητα της λειτουργίας σε πολλαπλά, δυναμικά και ταυτόχρονα σήματα ελέγχου, και (4) επιτρέπει το «εν λειτουργία» (on-the-fly) στυλ προγραμματισμού (Wang & Cook 2003). Η παρουσίαση της γλώσσας ChucK επικεντρώνεται σε αυτά τα τέσσερα βασικά σημεία. (Λώτης 18) (Μαργουνάκης 50)

Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί πολλά περιβάλλοντα τα οποία προσφέρουν δυνατότητες προγραμματισμού για τη σύνθεση και επεξεργασία ήχου. Κάποια από αυτά είναι τα εξής: το Reaktor (από τα τέλη της δεκαετίας του 1990) της εταιρίας Native Instruments είναι δομημένο στη λογική ενός σπονδυλωτού συνθετητή. Το AudioMulch, επίσης σπονδυλωτό περιβάλλον γραφικού προγραμματισμού προσφέρει ένα ευέλικτο εργαλείο ηχητικού σχεδιασμού. Το Kyma γράφτηκε το 1986 σε γλώσσα Smalltalk από την Carla Scaletti και αποτελεί ένα εξειδικευμένο περιβάλλον ηχητικού σχεδιασμού, ηχητικής σύνθεσης και επεξεργασίας που λαμβάνουν χώρα σε μια εξωτερική DSP μονάδα. (Λώτης 18)

Οι γλώσσες μουσικού προγραμματισμού ανέπτυξαν νέες κατηγορίες λογισμικών που ώθησαν την μουσική πληροφορική σε υψηλή προσαρμοστικότητα και ωφελιμότητα . Τα σύγχρονα μουσικά περιβάλλοντα είναι υψηλού επιπέδου, χρησιμοποιούνται για σύνθεση ήχου και μουσικής, για εκτέλεση και προγραμματισμό σε πραγματικό χρόνο, ενσωματώνουν σύγχρονη διαχείριση εισόδων / εξόδων και παρέχουν ευκολόχρηστες διεπαφές. Παρόλα αυτά οι περισσότεροι μουσικοί το πιθανότερο είναι να μην γνωρίζουν κάποια γλώσσα μουσικού προγραμματισμού είτε να μην απαιτηθεί να μάθουν μολονότι οι εφαρμογές ετούτων θα μπορούσαν να προσφέρουν χαρακτηριστική ευελιξία. Βέβαια υποβόσκει ο κίνδυνος να αποδειχθεί ιδιαίτερα χρονοβόρος η διαδικασία καθώς και το παραγόμενο αποτέλεσμα να καταλήξει ημιτελές η ελαττωματικό. (Μαργουνάκης 75-77)

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

* Θεόδωρος Λώτης, Ταξιάρχης Διαμαντόπουλος: Μουσική Πληροφορική και Μουσική με Υπολογιστές, Έτος έκδοσης: 2015,

Έκδοση: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών

* Δημήτριος Μαργουνάκης: Σχεδίαση Γλωσσών Προγραμματισμού και διε̟παφών για χρήση στη Μουσική Πληροφορική (Διδακτορική Διατριβή), Έτος συγγραφής: 2013
* Peter Manning: Electronic and Computer Music, Έτος έκδοσης: 2004, Έκδοση: Oxford University Press