

Δεκέμβριος 2000

Πρόγραμμα Ψυχοακουστικής Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης

Τίτλος Ανακοίνωσης

“Διαδραστικά περιβάλλοντα και η σχέση κίνησης και οργανωμένων ήχων.

Άσκηση της κιναισθητικής ικανότητας μέσα σε ηχοκινητικό διαδραστικό περιβάλλον”

Η ερευνητική ομάδα

Δασκόπουλος Δημήτρης	<a href="mailto:dimitris@ccf.auth.gr">dimitris@ccf.auth.gr</a>
Τζεδάκη Κατερίνα	<a href="mailto:tzed@mus.auth.gr">tzed@mus.auth.gr</a>
Ταρνανάς Ιωάννης	<a href="mailto:ioannist@psy.auth.gr">ioannist@psy.auth.gr</a>
Καβαζίδου Ελένη	<a href="mailto:inele@phed.auth.gr">inele@phed.auth.gr</a>
Καφέτσιου Αθηνά	<a href="mailto:athinaka@yahoo.com">athinaka@yahoo.com</a>
Αδάμ Δημήτρης	<a href="mailto:dimadam@mus.auth.gr">dimadam@mus.auth.gr</a>
Ρικάκης Θανάσης	<a href="mailto:than@music.columbia.edu">than@music.columbia.edu</a>
Καργόπουλος Φίλιππος	<a href="mailto:kargop@phy.auth.gr">kargop@phy.auth.gr</a>

### Περίληψη

Στη μελέτη αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα πιλοτικής έρευνας πάνω στην πιθανή συσχέτιση της κιναισθησης με την μουσική αντίληψη και ειδικότερα την αντίληψη του τονικού ύψους, μέσα σε ένα τεχνητό ηχοκινητικό διαδραστικό περιβάλλον. Ονομάσαμε ηχοκινητικό διαδραστικό περιβάλλον το σύστημα στο οποίο η κίνηση παράγει και διαμορφώνει τον ήχο σε πραγματικό χρόνο σύμφωνα με κατάλληλα δομημένες αρχές συσχέτισης. Η υλοποίηση του έγινε με την χρήση της γλώσσας προγραμματισμού Big-Eye για την αναγνώριση και σημασιοδότηση της κίνησης και της MAX- MSP για την σύνθεση του ήχου.

Η πιλοτική έρευνα έγινε σε τρεις ομάδες παιδιών. Η κινητική δοκιμασία και για τις τρεις ομάδες ήταν η προσπάθεια στόχευσης ορατού στόχου με δέσμη ακτίνας λέιζερ και με διαφορετική ανατροφοδότηση για την κάθε ομάδα. α. ομάδα με οπτική ανατροφοδότηση β. ομάδα με ηχητική ανατροφοδότηση και γ. ομάδα χωρίς ανατροφοδότηση (ομάδα ελέγχου). Τα αποτελέσματα έδειξαν μια μικρή βελτίωση της κιναισθητικής αντίληψης της ομάδας παιδιών με ηχητική ανατροφοδότηση σε σχέση με τις άλλες δύο ομάδες.

## Εισαγωγή

### 1.1 Ιστορικά – Στόχος

Στα πλαίσια της έρευνας του πως αντιλαμβάνονται και κωδικοποιούν οι άνθρωποι τη σχέση μεταξύ κίνησης και ήχου στα διαδραστικά ηχοκινητικά περιβάλλοντα σχεδιάστηκε και πραγματοποιήθηκε πιλοτική έρευνα σε ομάδα παιδιών ηλικίας 10 ως 12 ετών. Στην έρευνα αντικείμενο μελέτης αποτέλεσε η επίδραση οπτικής, ακουστικής και καθόλου ανατροφοδότησης σε μία νέα κινητική δεξιότητα *στόχευσης* (target-oriented movement), μέσα σε πρωτότυπο διαδραστικό περιβάλλον. Βασικός στόχος είναι η σύγκριση της επίδρασης τριών μεθόδων άσκησης της κινητικής δεξιότητας ως προς την ανάπτυξη της κιναισθητικής ικανότητας μέσα σε ένα διαδραστικό περιβάλλον.

### 1.2 Θεωρία - Βασικές έννοιες

Διαδραστικό ηχοκινητικό περιβάλλον (Η.Κ.Δ.Π.) ονομάζουμε το σύνθετο σύστημα (ανιχνευτές κίνησης, υπολογιστές, λογισμικά, μέσα παραγωγής ήχου) μέσα στο οποίο δίνεται η δυνατότητα στον άνθρωπο να ελέγχει με την κίνησή του σε πραγματικό χρόνο (real time) την παραγωγή ήχου.

Στο σχεδιασμό του ηχοκινητικού περιβάλλοντος κινήσεις ή πρότυπα κινήσεων συνδέονται με τον έλεγχο βασικών παραμέτρων του ήχου. Οι δομικοί παραλληλισμοί που αναγνωρίζονται στην οργάνωση του ήχου μπορούν να αναγνωριστούν και στην αντίστοιχη οργάνωση της κίνησης.

Σύμφωνα με σύγχρονες νευροψυχολογικές μελέτες, η εξάσκηση νέων κινητικών δεξιοτήτων επιτυγχάνεται μέσα από πολύπλοκες γνωστικές διαδικασίες ελέγχου και ανατροφοδότησης (Willingham, 1998). Σύμφωνα με το μοντέλο κινητικής εξάσκησης COBALT (Control-based learning theory), σε συνηθισμένες κινητικές δεξιότητες παρατηρείται ασυνείδητη αποτύπωση των εμπειριών κίνησης και μοντελοποίηση τους βάση της κιναισθησης, ενώ σε νέου τύπου - ασυνήθιστες κινήσεις, όπου παρατηρείται ασυμφωνία μεταξύ του στόχου της κίνησης και της νοητικής αναπαράστασης της μυϊκής δραστηριότητας της, η αποτύπωση είναι συνειδητή και γνωστικά καθοδηγούμενη (Newell, 1991). Ο ασκούμενος σε μια δυναμική - νέα κινητική δεξιότητα διαμορφώνει ένα νέο μοντέλο κίνησης ανάλογα με την ακρίβεια της νοητικής αναπαράστασης της κιναισθησης του στην συγκεκριμένη κίνηση (Willingham, in press). Επιπλέον, έρευνες έχουν δείξει ότι υπάρχει μία θετική συσχέτιση μεταξύ της μουσικής αντίληψης και της κινητικής επίδοσης σε μία καθορισμένη κινητική δοκιμασία στον χώρο (Rauscher, Shaw, Levine and Ky, 1994).

## **1.2 Σκοπιμότητα**

Προηγούμενες έρευνες στην περιοχή των διαδραστικών περιβαλλόντων έχουν καταδείξει την σύνδεση της μουσικής αντίληψης με την οπτικοχωρική αντίληψη.

Η πρωτοτυπία της έρευνας αυτής αφορά το συγκεκριμένο εκείνο κομμάτι της οπτικοχωρικής αντίληψης που έχει σχέση με την κιναισθηση. Πιο συγκεκριμένα μας ενδιαφέρει να δείξουμε μια οποιαδήποτε σχέση μεταξύ της κιναισθητικής και της μουσικής αντίληψης, είτε προς τη μία είτε προς την άλλη μεριά. Τα συμπεράσματα αυτής της μελέτης θα χρησιμοποιηθούν για μια καλύτερη κατανόηση των μηχανισμών που ενεργοποιούνται μέσα σε ηχοκινητικά διαδραστικά περιβάλλοντα.

## **1.3 Υποθέσεις**

Υποθέσαμε ότι η ηχητική ανατροφοδότηση θα ενίσχυε την κιναισθητική αντίληψη και ότι η επίδοση στην διαδικασία στόχευσης θα ήταν υψηλότερη για την οπτική ομάδα σε σχέση με την ηχητική, λόγω της μεγαλύτερης επίδρασης της φυσικής εξάσκησης.

## 2. Μεθοδολογία

### 2.1 Εργαλεία

- α) δύο ηλεκτρονικοί υπολογιστές με τα λογισμικά 1) Big-Eye (Steim) για την αναγνώριση της κίνησης και 2) MAX-MSP για την παραγωγή του ήχου,
- β) βιντεοκάμερα για την ψηφιοποίηση της κίνησης,
- γ) ένας καθρέφτης,
- δ) επιφάνεια στόχευσης - παραλληλόγραμμο φύλλο Plexiglass, λευκού γαλακτώδους χρώματος και διαστάσεων 1,5X1,5.
- ε) στόχος - δακτύλιος διαμέτρου 10 cm, από χρωματιστό χαρτόνι .
- ζ) όργανο στόχευσης -κατασκευή με κομμάτι πλαστικού σωλήνα στο εσωτερικό του οποίου είναι τοποθετημένη μία συστοιχία από 3 laser pointers, τα οποία δίνουν ένα κοινό ευδιάκριτο ίχνος στην επιφάνεια στόχευσης. Εξωτερικά υπάρχει διακόπτης λειτουργίας (on/off).
- η) πεντάλ ποδιού
- θ) ηχητικό σύστημα (ενισχυτής και ηχεία)
- ι) ειδικά γυαλιά

### 2.2 Περιγραφή πειραματικού περιβάλλοντος (Σχήμα 1)

Το πειραματικό περιβάλλον διαμορφώθηκε σε ένα δωμάτιο διαστάσεων 4 μέτρων πλάτος και 3,5 μήκος. Στον ένα τοίχο τοποθετήθηκε καθρέπτης, στον απέναντι τοίχο η επιφάνεια στόχευσης και ανάμεσα τους μία καρέκλα στραμμένη προς τον καθρέφτη έτσι ώστε ένας άνθρωπος καθισμένος στην καρέκλα να βλέπει από τον καθρέπτη την επιφάνεια στόχευσης πίσω του.

Μια βιντεοκάμερα τοποθετήθηκε δίπλα στην καρέκλα στραμμένη και κεντραρισμένη στην επιφάνεια στόχευσης και ένα ζεύγος ηχείων εκατέρωθεν του καθρέφτη.

Στο πάτωμα κοντά στην καρέκλα τοποθετήθηκε ένα πεντάλ σε σημείο που να είναι άμεση η πρόσβαση του από το πόδι του καθισμένου στην καρέκλα ανθρώπου. Η επιφάνεια στόχευσης (μικρότερη από τον τοίχο) οριοθετήθηκε με ταινία διαφορετικού χρώματος από του τοίχου.

Όταν πατήσουμε το διακόπτη στο όργανο στόχευσης τότε ενεργοποιείται μία δέσμη ακτίνας λέιζερ και αν στοχεύσουμε με αυτή στην επιφάνεια που παρακολουθεί η κάμερα – η πληροφορία της κίνησης του ίχνους της ακτίνας λέιζερ, μεταβιβάζεται στον υπολογιστή με τον οποίο είναι συνδεδεμένη η κάμερα. Σε αυτό τον υπολογιστή γίνεται η επεξεργασία και η μετατροπή των δεδομένων της κίνησης. Στην συνέχεια η πληροφορία αυτή μεταφέρεται στον δεύτερο υπολογιστή όπου ενεργοποιεί την παραγωγή του ήχου που ακολουθεί σε πραγματικό χρόνο την κίνηση.

Η λήξη της προσπάθειας στόχευσης, δηλώνεται με το πάτημα του pedal. Αυτή η πληροφορία μεταβιβάζεται στο δεύτερο υπολογιστή (Max -MSP), όπου αξιοποιείται για τη χρονομέτρηση της προσπάθειας.

Για την περίπτωση που θέλουμε να εμποδίζεται η οπτική αντίληψη της θέσης του ίχνους (κόκκινο) του laser στην επιφάνεια στόχευσης, ο συμμετέχων φοράει ζευγάρι γυαλιών με πράσινο φίλτρο.

### 2.3 Δείγμα

Η επιλογή του δείγματος έγινε με τυχαία δειγματοληψία από την περιοχή της Θεσσαλονίκης. Η συμμετοχή ήταν εθελοντική. Το δείγμα της πιλοτικής έρευνας αποτελείται από 30 παιδιά ηλικίας 10-12 ετών και μοιράστηκε σε 3 ομάδες (Α, Β και Γ) των 10 ατόμων η κάθε μία.

### 2.4 Πειραματική διαδικασία

Οι συμμετέχοντες προσήλθαν μεμονωμένα στο χώρο του πειράματος, όπου τους δόθηκαν εξειδικευμένες οδηγίες ανάλογα με την ομάδα τους. Στη συνέχεια κάθισαν στην προβλεπόμενη θέση, μπροστά στον καθρέπτη έτσι ώστε να ελέγχουν οπτικά τον πίσω χώρο δηλ. την επίπεδη επιφάνεια προβολής, όπου θα εμφανίζεται ο στόχος. Οι συμμετέχοντες, φέρνοντας το ασκούμενο (μη επικρατές) χέρι στο σύστοιχο ώμο, ανάλογα με την ερευνητική ομάδα στην οποία ανήκουν, προσπαθούν να στοχεύσουν. Στο πόδι υπάρχει ένα πεντάλ-διακόπτης, το οποίο ο/ η συμμετέχων πατάει όποτε θεωρεί ότι πέτυχε το στόχο για να σταματήσει την προσπάθεια. Η πειραματική διαδικασία ολοκληρώθηκε σε δύο φάσεις. Στην 1η φάση του πειράματος έλαβαν μέρος και οι τρεις ομάδες, ως στάδιο εξάσκησης. Στη 2η φάση του πειράματος πήραν μέρος και οι τρεις ομάδες, πραγματοποιώντας την κινητική δοκιμασία με το επικρατές χέρι, ως στάδιο μεταφοράς.

#### ΦΑΣΗ I

Οι προσπάθειες επίτευξης του στόχου στην πρώτη φάση είναι 8 μετρήσιμες και δύο δοκιμαστικές, για κάθε υποκείμενο των ομάδων (Α), (Β) και (Γ).

#### ΟΜΑΔΑ Α'

Η ανάδραση που θα βοηθάει τους ασκούμενους της ομάδας (Α) για να κατευθύνουν τη φωτεινή δέσμη με το χέρι τους (μη επικρατές), ήταν αποκλειστικά ηχητική. Οι συμμετέχοντες δε μπορούσαν να δουν το ίχνος της φωτεινής δέσμης που κατευθύνουν πάνω στην επιφάνεια προβολής (χρησιμοποιήθηκαν γυαλιά με χρωματικά φίλτρα που θα εμποδίζουν τη θέα του φωτεινού ίχνους) ενώ έχουν οπτική επαφή με το στόχο μέσω του καθρέπτη. Το ηχητικό σήμα που διαμορφώνεται ανάλογα με τη σχέση της θέσης του (μη ορατού) ίχνους της φωτεινής δέσμης και του (ορατού) στόχου, αποτελεί τη πηγή πληροφορίας (για το υποκείμενο) ως προς την έκβαση της κίνησης.

#### ΟΜΑΔΑ Β'

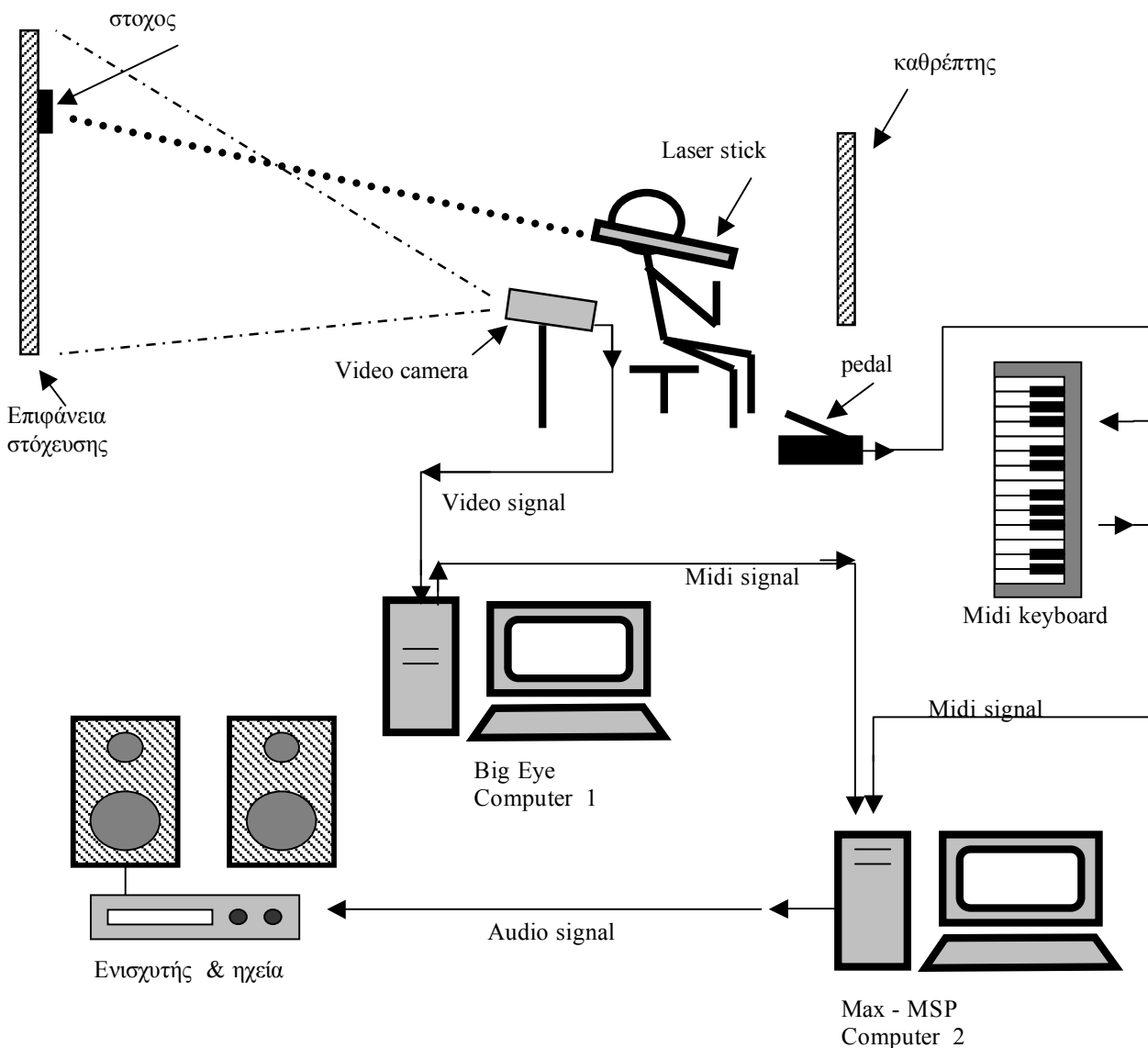
Η ανάδραση που βοηθάει τα υποκείμενα της ομάδας (Β) να κατευθύνουν τη κίνηση του χεριού τους (μη επικρατές) θα είναι αποκλειστικά οπτική δηλαδή, τα υποκείμενα θα βλέπουν, μέσω του καθρέπτη, το ίχνος της φωτεινής δέσμης πάνω στην επιφάνεια προβολής και τη θέση του στόχου, χωρίς κανένα ηχητικό ερέθισμα που να τους καθοδηγεί.

#### ΟΜΑΔΑ Γ'

Οι συμμετέχοντες της τρίτης ομάδας (Γ) θα προσπαθήσουν να κατευθύνουν την κίνηση του χεριού τους (μη επικρατές) χωρίς ανάδραση, καθοδηγούμενοι μόνο από την συνειδητή κιναισθητική αντίληψη τους για την θέση του χεριού τους (καρπός- βραχίονας- ώμος) και την νοητική αναπαράσταση της κατεύθυνσης στην οποία θα στοχεύει η φωτεινή δέσμη τον ορατό στόχο χωρίς να βλέπουν το ίχνος της.

#### ΦΑΣΗ II

Οι προσπάθειες επίτευξης του στόχου σε αυτή τη φάση είναι 4 για κάθε συμμετέχοντα. Στη 2η φάση συμμετέχουν και οι τρεις ομάδες, εκτελώντας την ίδια ακριβώς δοκιμασία, αλλά με το επικρατές χέρι και χωρίς καμία ανατροφοδότηση. Όλοι οι συμμετέχοντες έχουν τον ορατό στόχο πίσω τους και ελέγχουν τη θέση τους μέσω του καθρέπτη, αλλά δε θα μπορούν να δουν το ίχνος της φωτεινής δέσμης που θα κατευθύνουν, ούτε και δέχονται ηχητικό ερέθισμα που να δίνει στοιχεία για τη θέση του ίχνους της φωτεινής δέσμης που θα κατευθύνουν. Το μοναδικό μέσο που θα έχουν για να στοχεύσουν θα είναι η συνειδητή κιναισθητική αντίληψη τους για την θέση του χεριού τους (καρπός- βραχίονας-ώμος) και η νοητική αναπαράσταση της κατεύθυνσης στην οποία θα στοχεύει η φωτεινή δέσμη σε σχέση με τον ορατό στόχο. Οι συμμετέχοντες καλούνται να στοχεύσουν όσο το δυνατό καλύτερα, και να δηλώσουν την επίτευξη του στόχου με το πάτημα του πεντάλ στο δάπεδο.



**Σχήμα 1**

**2.5 Σχεδιασμός του ηχοκινητικού περιβάλλοντος**

Στο σχεδιασμό του ηχοκινητικού περιβάλλοντος εξετάσαμε την χρήση διαφόρων μουσικών παραμέτρων για την καλύτερη σηματοδότηση της κίνησης.

Καθώς αλλάζει η κίνηση και το ακουστικό ερέθισμα που συνδέεται με την κίνηση αλλάζει. Οι κινήσεις στόχευσης που επιλέχθηκαν στην συγκεκριμένη εφαρμογή απαιτούν τον συνδυασμό δύο ακουστικών παραμέτρων για να σημασιοδοτήσουν την απόσταση από τον στόχο.

Επιλέξαμε την παράμετρο του τονικού ύψους με παράλληλη αλλαγή της παραμέτρου του ηχοχρώματος, ώστε να μεταφέρει την πληροφορία της θέσης του ίχνους του αντικειμένου στόχευσης.

Έτσι ο **στόχος** στο ηχοκινητικό περιβάλλον διαμορφώθηκε σαν ένας συνεχόμενος στην διάρκεια ήχος, σταθερού τονικού ύψους και ηχοχρώματος (απλό ημίτονο).

Παράλληλα η **κνηση του χνους** είχε ένα διπλό ταυτόχρονο ηχητικό αποτέλεσμα.

α.) Συνεχής αλλαγή του τονικού ύψους για την κίνηση στον άξονα ψ (πάνω, κάτω)

και β.) συνεχή αλλαγή του ηχοχρώματος με χρήση της fm synthesis (αλλαγή της τιμής του index από 0-1) στην κίνηση δεξιά και αριστερά **του στόχου**.

Πάνω στον στόχο το τονικό ύψος του ίχνους **συνέπτε** με αυτό του στόχου καθώς επίσης και με το ηχοχρώμα του στόχου.

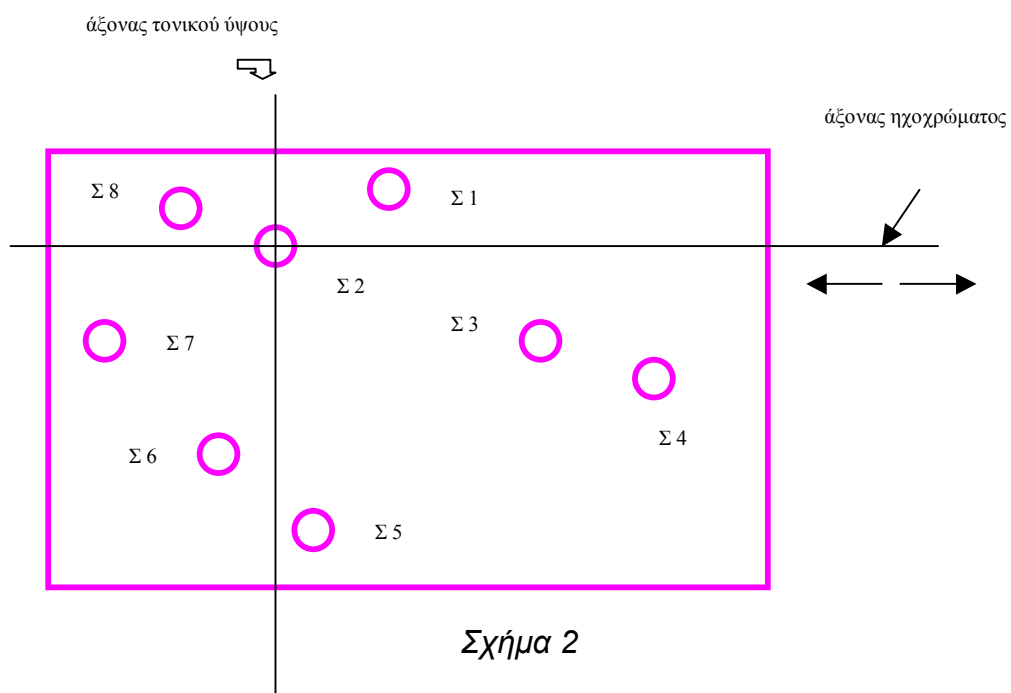
Όλη η έκταση της κίνησης δεν έφτασε το διάστημα της οκτάβας και οι 8 στόχοι που επιλέχθηκαν ήταν ίδιοι για όλους τους εξεταζόμενους.

Ο ήχος του στόχου άρχιζε πριν από την αρχή της δοκιμασίας, ώστε να τον αποτυπώσει ο δοκιμαζόμενος και συνέχιζε να ακούγεται και κατά την διάρκεια της προσπάθειας.

Η οδηγία που δόθηκε σε όλους τους συμμετέχοντες ήταν μόλις ο ήχος γίνει ακριβώς ίδιος με αυτόν που ακούγεται τότε να πατήσει το πεντάλ.

Στην περίπτωση της επιτυχίας ακούγεται ένας ήχος επιβεβαίωσης από το σύστημα

Το ίδιο ισχύει και στην περίπτωση της αποτυχίας, με διαφορετικό ήχο.



### 3. Αποτελέσματα

Τα αποτελέσματα ήταν απόρροια καταγραφής από το ΗΚΔΣ της κάθε προσπάθειας στόχευσης των συμμετεχόντων και της οπτικοακουστικής παρατήρησης.

Χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης μιας κατεύθυνσης για να εξετασθούν διαφορές μεταξύ των δύο φάσεων όσον αφορά τις ανεξάρτητες μεταβλητές απόσταση από το στόχο και το χρόνο ολοκλήρωσης κάθε προσπάθειας, στην εξαρτημένη μεταβλητή «μορφή ανατροφοδότησης κατά την πειραματική διαδικασία». Στη φάση εξάσκησης τα αποτελέσματα έδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην απόδοση των ασκουμένων ( $F(df=1)=8,024, p<0,05$ ). Στη φάση μεταφοράς όσον αφορά την απόσταση από το στόχο, και το χρόνο ολοκλήρωσης, δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Όσον αφορά την απόλυτη επιτυχία ως προς το στόχο, χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης μίας κατεύθυνσης για να εξετασθούν ποσοστιαίες διαφορές μεταξύ των τριών ομάδων (ηχητική, οπτική, ομάδα ελέγχου) στη φάση εξάσκησης και στη φάση μεταφοράς. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην εξάσκηση ( $F(df=2)=66,309, p<0,0001$ ) όχι όμως και στη μεταφορά ( $F(df=2)=1,009, p>0,05$ ). Όσον αφορά τη φάση εξάσκησης, η οπτική ομάδα είχε την καλύτερη απόδοση, όπου, όντας οι 8 προσπάθειες το 100% επιτυχίας, πέτυχε  $M=7,691$  ( $SD=0,671$ ) σημειώνοντας στατιστικά πολύ σημαντική διαφορά σε σχέση με την ηχητική και την ομάδα ελέγχου ( $0,0001$ ). Η ηχητική ομάδα ( $M=1,7975, SD=2,144$ ) είχε ξεκάθαρα καλύτερη απόδοση από την κιναισθητική ( $M=0,862, SD=0,611$ ) δεν ήταν όμως στατιστικά σημαντική. Στη φάση μεταφοράς καμία ομάδα δεν είχε στατιστικά σημαντική διαφορά σε σχέση με τις άλλες ομάδες, παρά το ότι υπήρχε μία ξεκάθαρη τάση υπέρ της ηχητικής ομάδας. Την καλύτερη απόδοση την είχε η ηχητική ομάδα όπου όντας το 100% των επιτυχιών το «4» (τέσσερις προσπάθειες) πέτυχε μέσο όρο  $0,4636$  ( $SD=0,889$ ) Δεύτερη, με μηδενική διαφορά ήταν η ομάδα ελέγχου ( $M=0,4578, SD=0,1180$ ) και τελευταία η οπτική ομάδα ( $0,1180, SD=0,315$



#### 4. Συζήτηση

Η καλύτερη επίδοση των υποκείμενων της ομάδας με την οπτική ανατροφοδότηση στην φάση της εξάσκησης είναι σύμφωνη με την αρχική μας υπόθεση και επιβεβαιώνεται από τα εμπειρικά δεδομένα. Στην φάση της μεταφοράς, λόγω του μικρού αριθμού των συνολικών προσπαθειών, τα αποτελέσματα δεν ερμηνεύονται στατιστικά σημαντικά.. Η χειρότερη πάντως επίδοση της ηχητικής ομάδας, ως προς την απόλυτη επιτυχία, στην φάση της μεταφοράς και η καλύτερη επίδοση της στην φάση της μεταφοράς επίσης επιβεβαιώνει την αρχική μας υπόθεση σχετικά με την σύνδεση της μουσικής αντίληψης με την κιναισθηση και συμφωνεί με τα νεώτερα νευροψυχολογικά δεδομένα.

Οι Craske και Bolli (1985) μιλούν για την αλληλεπίδραση μεταξύ των νοητικών οπτικών και κιναισθητικών αναπαραστάσεων κατά την διάρκεια μιας κίνησης επικεντρωμένης σε έναν στόχο. Υποστηρίζουν πως η αλληλεπίδραση αυτή έχει μια αντισταθμιστική επίδραση στην επίδοση. Δηλαδή, όσο περισσότερες συνδέσεις γίνονται μεταξύ των δυο νοητικών αναπαραστάσεων τόσο χειρότερη είναι η επίδοση του υποκείμενου. Στην δικιά μας έρευνα η ομοιογενής πλην όμως χειρότερη επίδοση της ηχητικής ομάδας κατά την φάση της εξάσκησης φανερώνει μια παρόμοια σύνδεση, αλλά μεταξύ των κιναισθητικών και των μουσικών νοητικών αναπαραστάσεων.

Ο Golton (1996) φανερώνει ακόμη μια πτυχή αυτής της αλληλεπίδρασης. Μιλάει για την ασυνείδητη επεξεργασία αυτών νοερών αναπαραστάσεων μετά από εξάσκηση και δικαιολογεί έτσι την αντισταθμιστική επίδραση στην επίδοση κατά τα πρώτα στάδια μιας εκτέλεσης. Η εξάσκηση είναι γρηγορότερη κατά την οπτική ανατροφοδότηση (φυσική εξάσκηση), γι αυτό και η εκτέλεση της ίδιας κίνησης μετά την αφαίρεση της οπτικής ανατροφοδότηση χειροτερεύει ραγδαία (Golton, 1996). Στην ηχητική ομάδα όμως η επίδοση βελτιώθηκε κατά την φάση της μεταφοράς, πράγμα που σημαίνει πως η σύνδεση μεταξύ των κιναισθητικών και των μουσικών νοητικών αναπαραστάσεων επέδρασε ασυνείδητα στην άσκηση.

Στο δικό μας πείραμα οι προσπάθειες των υποκείμενων δεν ήταν πολλές, ούτε ακολουθούσαν κάποιο γενικότερο, προβλέψιμο πρότυπο, ώστε να επέλθει ασυνείδητη μάθηση και καλύτερη επίδοση λόγω της εξάσκησης. Αυτός ο πειραματικός χειρισμός όμως ήταν απαραίτητος ώστε να παρατηρήσουμε με ποσοτικά δεδομένα την επίδραση των «συνειδητών» νοητικών οπτικών, μουσικών και κιναισθητικών αναπαραστάσεων στην επίδοση. Τα αποτελέσματα που παρατηρήσαμε είναι απόρροια αυτού του χειρισμού.

## 5. Συμπεράσματα – Μελλοντικές Κατευθύνσεις

Η αντίληψη του ανθρώπου εξελίχθηκε σαν μέσο συντονισμού και ελέγχου της συμπεριφοράς του. Αντιλαμβανόμαστε με σκοπό να ενεργήσουμε, και η σωστή αντίληψη των σωστών πραγμάτων μας επιτρέπει την επιβίωση. Υπάρχει ένα τεράστιο πόσο πληροφοριών γύρω μας που μας βομβαρδίζει καθημερινά. Η μέθοδος που έχει επιλέξει η εξέλιξη για να μας «οπλίσει» απέναντι σε αυτή την θάλασσα των πληροφοριών είναι η δημιουργία νοητικών σχημάτων και εικόνων που απλουστεύουν και κωδικοποιούν τις πληροφορίες.

Το ηχητικό διαδραστικό περιβάλλον είναι ένα τεχνητό περιβάλλον το οποίο προσφέρει με την σειρά του ένα είδος πληροφόρησης στην αντίληψη. Το περιβάλλον αυτό έχει την δυνατότητα να συνδέσει την κίνηση του χειριστή του με την παραγωγή ήχων. Ένα τέτοιο περιβάλλον μπορεί να επεκτείνει τις αισθήσεις μας μέσω της δημιουργίας νοητικών αναπαραστάσεων, ίσως και εικόνων, για την θέση μας και την κίνηση μας στον χώρο σε σχέση με την μουσική που εμείς οι ίδιοι παράγουμε.

Η πιλοτική αυτή έρευνα μελέτησε την επίδραση που μπορεί να έχει ένα τέτοιο περιβάλλον στην κιναισθηση. Τα πειραματικά δεδομένα απέδειξαν την σύνδεση μεταξύ μουσικών και κιναισθητικών αναπαραστάσεων σε ένα πρώτο, «συνειδητό» επίπεδο. Η σύνδεση αυτή θα μπορούσε ίσως να επεκταθεί και σε ένα ασυνείδητο επίπεδο μέσω της ασυνείδητης επεξεργασίας πληροφοριών και να μιλήσουμε για μια νέα αίσθηση με την οποία θα μπορούσες να «πιάσεις» τον ήχο ή να «ακούσεις» μια επιφάνεια. Παρόλα αυτά η έρευνα αυτή θα ξέφευγε από τα όρια των δυνατοτήτων και του εξοπλισμού μας, γι αυτό και αφέθηκε στο επιστημονικό ενδιαφέρον μελλοντικών ερευνών.

Το μόνο σίγουρο πάντως είναι ότι η μουσική απέδειξε για μια ακόμη φορά την αξία της ως δημιουργός «ολιστικών» πρότυπων και σχημάτων στην αντίληψη.

## Βιβλιογραφία

- Baudbovy, G. (1998). Pointing to kinesthetic targets in space, Journal of Neuroscience, Vol. 18, No. 4, 1528-1545.
- Bridgeman, B. (1997). Interaction of cognitive and sensorimotor maps of visual space, Perception and Psychophysics, Vol. 59, No. 3, 456-469.
- Burgess, P. R. and Clark, F. J. (1969). Characteristics of knee joint receptors in the cat, Journal of Physiology, 203, 317-335.
- Craske, B. and Bolli, M. (1985). Localized distortion of the human kinesthetic map.
- Craske, B. and Crawshaw, M. (1975). Shifts in kinaesthesia through time and after active and passive movement, Perceptual and Motor Skills, 40, 755-761.
- Darling, W. G. (1995). Perception of arm orientation in 3-dimensional space, Experimental Brain Research, 102, 3, 495-502.
- Edin, B. B. (1996). Strain-sensitive mechanoreceptors in the human skin provide kinaesthetic information. In Somesthesia and the Neurobiology of the somatosensory cortex (pp. 283-295). Birkenhauser: Basel.
- Ferrell, W. R. and Craske, B. (1992). Contribution of joint and muscle afferents to position sense at the human proximal interphalangeal joint, Experimental Physiology, 77, 331-342.
- Gandevia, S. C., McCloskey, D. I., Burke, D. (1992). Kinaesthetic signals and muscle contraction, Trends in Neuroscience.
- Golton, C. (1996). The role of manual kinaesthesia in building and in using mental representations of bidimensional objects, Travail Humain, Vol. 59, No. 2, 137-153.
- Goodwin, McCloskey and Matthews. (1972). Proprioceptive illusions induced by muscle vibration: contribution by muscle spindles to perception?, Science, 75, 1382-1384.
- McCloskey, D.L. (1981). Corollary discharges: motor commands and perception, Handbook of Physiology, 1415-1447.
- Melzack, R. (1989). Phantom limbs, the self and the brain (the D. O. Hebb memorial lecture), Canadian Psychology, 30, 1-15.
- Melzack, R. (1992). Phantom limbs, Scientific American, April, 120-126.
- Von Békésy, G. (1967). Sensory Inhibition.
- Walker, J. T. and Shea, K. S. (1974). A tactual size aftereffect contingent on hand position, Journal of Experimental Psychology, Vol. 103, No. 4, 668-674.
- Baily, J. (1985) Music structure and human movement. In: Howell, P., Cross, I., (editors), Musical structure and cognition, 237-258. London, UK: Academic Press.
- Benade, Arthur H. (1990) *Fundamentals of musical acoustics*. New York: Dover Publications.
- Bregman, Albert S. (1990) *Auditory scene analysis: the perceptual organization of sound*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Gibet, S., Marteau, P.-F. (1990) "Gestural control of sound synthesis." *Proceedings of the International Computer Music Conference*, pp. 387-391.
- Handel, Stephen (1989) *Listening: an introduction to the perception of auditory events*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Hutchinson, Ann (1989) *Labanotation or Kinetography Laban*. New York: Routledge, Chapman and Hall, Inc.
- Lerdahl, F., Jackendoff, R. (1996) *A Generative Theory of Tonal Music*. Cambridge MA: MIT Press.
- Moore, F. Richard (1990) *Elements of computer music*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Mulder, Axel (1994) "Virtual Musical Instruments: Accessing the Sound Synthesis Universe as a Performer."  
<http://fas.sfu.ca/cs/people/ResearchStaff/amulder/personal/vmi/BSCM1.rev.html>
- Parncutt, R. (1989) *Harmony: a psychoacoustical approach*. Berlin; New York: Springer-Verlag.
- Pressing, J. (1990) "Cybernetic issues in interactive performance systems." *Computer Music Journal*, 14(1), 12-25.
- Roads, Curtis (et al.) (1996) *The computer music tutorial*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Rowe, Robert (1993) *Interactive Music Systems*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Rikakis, T. (1994) *A system for Microtonal composition*. Doctoral thesis.
- Sloboda, John A. (1985) *The musical mind: the cognitive psychology of music*. Oxford UK: Clarendon Press.
- McAdams, S., Bigand, E. (ed.) (1993) *Thinking in sound: cognitive perspectives on human audition*. Oxford, UK ; New York: Clarendon Press.
- Todd, P., Loy G. (ed.) (1991) *Music and Connectionism*. Cambridge MA: MIT Press.

Winkler, T. (1995) "Making Motion Musical: Gesture Mapping Strategies for Interactive Computer Music." *Proceedings of the International Computer Music Conference*, pp.261-264.

## Βιογραφικά Σημειώματα:

### **Αθηνά Καφέτσιου**

Μεταπτυχιακή φοιτήτρια στην Εργασιακή Ψυχολογία, Birkbeck College, University of London. Απόφοιτος του Τμήματος Ψυχολογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Απόφοιτος του Κρατικού Ωδείου Θεσσαλονίκης στα Ανώτερα Θεωρητικά (Πτυχία Αντίστιξης και Φούγκας) και στη Διεύθυνση Χορωδίας. Η ενασχόλησή της με θέματα Ψυχοακουστικής ξεκίνησε το 1995. Παρακολούθησε τους 2 κύκλους σεμιναρίων με θέμα την έρευνα πάνω στην Ψυχοακουστική με τον Δρ. Θ. Ρικάκη στα πλαίσια του Ινστιτούτου Ψυχοακουστικής (ΙΨΑ). Από το 1996 συμμετέχει ως ερευνήτρια στις διεπιστημονικές ομάδες του ΙΨΑ: «Μουσική και Εγκέφαλος» και «Ηχοκίνηση». Η διπλωματική της διατριβή αφορούσε στο θέμα «Ηχοκίνηση και Άτομα με Ειδικές Ανάγκες» (1997). Από το 1998 συνεργάζεται στα ερευνητικά Προγράμματα του ΙΨΑ : «Μουσική Αντίληψη σε Ασθενείς με Νόσο του Alzheimer» και « Εφαρμογή Διαδραστικών περιβαλλόντων: Σχέση Κίνησης και Οργανωμένων Ήχων». Έχει λάβει μέρος σε ανακοινώσεις και παρουσιάσεις σε Συνέδρια και Ημερίδες με θέμα την Ψυχοακουστική.

### **Δημήτρης Δασκόπουλος**

Γεννήθηκε στη Θεσσαλονίκη το 1967. Πήρε το B.A. και το B.E. στο Dartmouth College των ΗΠΑ,

και το M.Sc. ως Μηχανικός Ηλεκτρονικών Υπολογιστών στο PennState. Δουλεύει στο Κέντρο Λειτουργίας Δικτύου του ΑΠΘ από το 1995 ως υπεύθυνος υπηρεσιών δικτύου. Ταυτόχρονα διδάσκει σε σεμινάρια με θέματα τεχνολογίες πολυμέσων και υπηρεσίες δικτύου. Το 1997 ξεκινάει ο διδακτορικό του στο τμήμα Πληροφορικής του Α.Π.Θ. με θέμα: Συστήματα αλληλεπίδρασης κίνησης και ήχου και επιβλέποντα καθηγητή τον Ι. Τσουκαλά. Από το 1996 συμμετέχει στην ομάδα ηχοκίνησης του Προγράμματος Ψυχοακουστικής του Α.Π.Θ. και αποκτά εμπειρία στην κατασκευή

διαδραστικών περιβαλλόντων με εργαλεία όπως η MAX/MSP και το BigEye.

**Κατερίνα Τζεδάκη** Σπούδασε Ανώτερα Θεωρητικά της μουσικής, τεχνικές ηλεκτροακουστικής μουσικής με τον Στ. Βασιλειάδη και τον Δ. Καμαρωτό στο ΚΣΥΜΕ και μουσική πληροφορική με τον Θ. Ρικάκη και τον Δ. Καμαρωτό. Έχει γράψει έργα για μαγνητοταινία, για μαγνητοταινία και όργανα, για υπολογιστή, για διαδραστικά ηχοκινητικά περιβάλλοντα και μουσική για το θέατρο. Από το 1994 εργάζεται στο Πρόγραμμα Ψυχοακουστικής του Α.Π.Θ. όπου έχει τον συντονισμό του εργαστηρίου Μουσικής Πληροφορικής Σύνθεσης και διδάσκει στα ετήσια σεμινάρια. Το 1995 στα πλαίσια του προγράμματος ανταλλαγών του προγράμματος Ψυχοακουστικής επισκέφτηκε το Princeton University όπου είχε την ευκαιρία να παρακολουθήσει μαθήματα μουσικής πληροφορικής με τον Paul Lansky. Ασχολείται με την έρευνα και συμμετέχει σε αρκετές από τις ερευνητικές ομάδες του Προγράμματος Ψυχοακουστικής.

**Θανάσης Ρκάκης** Είναι Αναπληρωτής Διευθυντής του Κέντρου μουσικής Πληροφορικής (CMC) του Columbia University στην Νέα Υόρκη. Έλαβε Διδακτορικό Δίπλωμα στην Μουσική Σύνθεση το 1994 από το Columbia University . Έχει συνθέσει έργα για σύνολα δωματίου, για ορχήστρα και για υπολογιστή.

**Δημήτρης Αδάμ** Γεννήθηκε στη Θεσσαλονίκη το 1960 όπου και σπούδασε μαθηματικά στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο. Έχει κάνει τις βασικές μουσικές σπουδές (αρμονία - ενοργάνωση - αντίστιξη - φούγκα) καθώς και σπουδές στη σύνθεση. Ασχολήθηκε με την σύγχρονη και την ηλεκτρονική μουσική (Internationales Musikinstitut, Darmstadt - IRCAM, Παρίσι - Πρόγραμμα Ψυχοακουστικής ΑΠΘ) Απο το 1994 συμμετέχει στις δραστηριότητες του Προγράμματος Ψυχοακουστικής και ιδιαίτερα στην ερευνητική ομάδα για τα διαδραστικά συστήματα κίνησης και ήχου. Διδάσκει εφαρμογές της τεχνολογίας στη μουσική. Έχει συνθέσει μουσική για θέατρο, διαφήμιση και παραστάσεις πολλαπλών μέσων.

**Ιωάννης Ταρνανάς** Απόφοιτος του τμήματος Ψυχολογίας της Φιλοσοφικής Σχολής του Α.Π.Θ με ειδίκευση στην γνωστική ψυχολογία. και του μεταπτυχιακού προγράμματος με θέμα Ανθρωποκεντρικά Προγράμματα Η/Υ του τμήματος γνωστικής επιστήμης του Πανεπιστημίου του SUSSEX με ειδίκευση στην αξιολόγηση αλληλεπιδραστικών συστημάτων πληροφορικής και νέων τεχνολογιών (Human-Computer Interaction and Usability studies).

**Ελένη Καβαζίδου** Απόφοιτος της Γυμναστικής Ακαδημίας του Α.Π.Θ και μεταπτυχιακή φοιτήτρια στην ίδια σχολή. Απόφοιτος της Κρατικής Σχολής Ορχηστρικής Τέχνης Θεσσαλονίκης.

**Καργόπουλος Φίλιππος**

Αναπληρωτής καθηγητής του Τμήματος Ψυχολογίας του Α.Π.Θ. Επιστημονικώς Υπεύθυνος της Ερευνητικής Ομάδας «Διαδραστικά Συστήματα και η Σχέση κίνησης και Οργανωμένων ήχων».

## Training of the kinesthetic ampility in an interactive Sonic and Movement Environment.

Dascopoulos Dimitris	dimitris@ccf.auth.gr
Tzedaki Katerina	tzed@mus.auth.gr
Tarnanas Ioanis	ioannist@psy.auth.gr
Kavazaidou Helen	inele@phed.auth.gr
Kafetsiou Athina	athinaka@yahoo.com
Adam Dimitris	dimadam@mus.auth.gr
Rikakis Thanasis	than@music.columbia.edu
Kargopoulos Filippus	<u>kargop@phy.auth.gr</u>

Program of Psychoacoustics  
Aristotle University of Thessaloniki  
P.O.Box 308  
54006 Thessaloniki

<http://www.auth.gr/ipsa>  
email: [ipsa@auth.gr](mailto:ipsa@auth.gr)

### **abstract**

This paper describes a pilot study on the relation of kinesthesia with the perception of pitch in an artificial sound and movement interactive environment (S.M.I.E).

A S.M.I.E is an environment that allows the user to control in real time the production of sound from specific movements or movement patterns. For the realization of the S.M.I.E the Big Eye (Steim) was used for the movement recognition and Max-Msp for the sound production.

The pilot research was realized in three groups of children (10-12 years old). All children were asked to find a visible target using different sense for feedback in each group. The first group of children had sonic feedback the second visual feedback and the third no feedback.

The results show an improvement of the kinesthetic perception for the group of children that had sonic feedback.