

# **Μετασχηματιστής Χώρου**

Η ανταπόκριση της κινητικής αρχιτεκτονικής.

Θεοφάνης Ρούσσο

Διπλωματική Εργασία για το Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών  
Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών  
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας  
2015



## **Ευχαριστίες**

Έβελυν Γαβρήλου

Ηλίας Ρούσος  
Στεφανία Ντίνου  
Μιχάλης Σμήνας  
Άννα Βλαχάκη

Βιολέτα Μπαμπατζιά



## **Περιεχόμενα**

7\_Σύνοψη

11\_Εισαγωγή

15\_Κεφάλαιο 1  
Κινησθητική και κυβερνητικά συστήματα.

25\_Κεφάλαιο 2  
Μελέτη παραδειγμάτων και αναζήτηση δεδομένων.

39\_Κεφάλαιο 3  
Τελική πρόταση κατασκευής (case study).

45\_Κεφάλαιο 4  
Κατασκευή πρωτότυπου με περιγραφή υλικού (hardware)  
και λειτουργικού (software) μέρους.

63\_Κεφάλαιο 5  
Καταγραφή ανταπόκρισης πρωτότυπου στο χώρο.

71\_Επίλογος

75\_Παράρτημα

79\_Γενική βιβλιογραφία



Σύνοψη

---

The man is connected with his environment and develops a connection with it through a kinesthetic experience resulting from the movement of the body through space. Through the kinesthetic experience, not only the material and spiritual status of the space are being understood and experienced, but also there is an interaction, creating physical and mental structures. The relationship between man and material is determined by the science of cybernetics and specifically defined as “The relationship between man and machine”. When the site is properly equipped with new technologies and special systems, as to be able to respond, a relationship between a person and a building is being created. This relationship could be based on theories of cybernetics and put questions on interactive relationship between man and space, and between people as well.

This research deals with the investigation of building - human relations and the active role of kinetic architecture on enriching these relations. Through the construction of a prototype-sample the conditions are made, in real time and space, to demonstrate the alteration of traditional relations. The main goal is the practical approach of the original theories and the creation of a new study database.



Ο άνθρωπος συνδέεται με το περιβάλλον του και αναπτύσσει σχέση με αυτό, μέσω της κιναισθητικής εμπειρίας που προκύπτει από την κίνηση του σώματος μέσα στο χώρο. Μέσα από την κιναισθητική εμπειρία, όχι μόνο κατανοείται και βιώνεται η υλική και πνευματική υπόσταση του χώρου, αλλά ταυτόχρονα υπάρχει αλληλεπιδραστική σχέση, δημιουργώντας σωματικές και ψυχικές δομές. Οι σχέσεις μεταξύ ανθρώπου και ύλης προσδιορίζονται από την επιστήμη της κυβερνητικής και συγκεκριμένα ορίζεται ως η “σχέση ανθρώπου και μηχανής”. Όταν ο χώρος εξοπλιστεί κατάλληλα με τη βοήθεια νέων τεχνολογιών, με ειδικά συστήματα, ώστε να έχει τη δυνατότητα να ανταποκριθεί, τότε αναπτύσσεται μία σχέση ατόμου και κτιρίου. Αυτή η σχέση θα μπορούσε να βασιστεί στις θεωρίες της κυβερνητικής και να τεθούν ερωτήματα διάδρασης σχέσεων μεταξύ ατόμου και χώρου, αλλά και ατόμων μεταξύ τους.

Η έρευνα αυτή ασχολείται με την διερεύνηση σχέσεων κτιρίου - ανθρώπου και τον ενεργό ρόλο της κινητικής αρχιτεκτονικής στον εμπλουτισμό αυτών των σχέσεων. Μέσω της κατασκευής ενός πρωτότυπου-δείγματος δημιουργούνται οι συνθήκες, σε πραγματικό χώρο και χρόνο, ώστε να διαπιστωθεί η εναλλαγή των παραδοσιακών σχέσεων. Στόχος είναι η πρακτική προσέγγιση των αρχικών θεωριών και η δημιουργία μιας νέας βάσης δεδομένων μελέτης.



Εισαγωγή

---



Ο αιώνας που διανύουμε έχει οριστεί ως ο ψηφιακός αιώνας ή αιώνας της πληροφορίας. Αυτή η πληροφορία διακινείται μέσω δικτύων, προγραμμάτων, υπολογιστών, μικροεπεξεργαστών και αισθητήρων. Ο ψηφιακός κόσμος σχεδόν εξισώνεται πια με τον φυσικό μέσω αυτών των συστημάτων. Όταν μιλάμε πλέον για φυσικές κατασκευές θεωρούμε δεδομένη την ενσωμάτωση ηλεκτρονικών μέσων. Αρχικά αυτή η ενσωμάτωση έγινε για να εξυπηρετήσει βασικές ανάγκες διαβίωσης, αλλά πλέον εξυπηρετεί όλες τις εκφάνσεις της ζωής (διασκέδαση, επικοινωνία, κ.α.). Η αρχιτεκτονική πλέον μετατρέπεται σε προγραμματισμό και η πρόσβαση σε υψηλή τεχνολογία και συναφή συστήματα είναι ευκολότερη από ποτέ.

Όπως καθετί νέο έτσι και η ενσωμάτωση της τεχνολογίας στο κτισμένο χώρο εγείρει αναζητήσεις νέων δομών και σχέσεων. Μία από τις σημαντικότερες σχέσεις που προκύπτουν είναι η σχέση του ανθρώπου με το περιβάλλον του και συγκεκριμένα η βιωματική εμπειρία που προσφέρεται σε αυτόν. Η αναζήτηση και ο πειραματισμός με τέτοια συστήματα, που διερευνούν τη σχέση ατόμου και κτισμένου χώρου είναι το αντικείμενο μελέτης της παρούσας εργασίας.

Η συνολική έκταση του κειμένου χωρίζεται σε πέντε μέρη. Στο πρώτο και στο δεύτερο μέρος γίνεται μία θεωρητική προσέγγιση και έρευνα παραδειγμάτων για την άρθρωση του αντικειμένου μελέτης που διατυπώνεται στο τρίτο μέρος. Το τέταρτο μέρος περιλαμβάνει τα στάδια κατασκευής ενός πρωτότυπου (σε επίπεδο hardware και software) μέσω διαδικασίας “trial and error”. Στο πέμπτο και τελευταίο μέρος γίνεται καταγραφή και διατύπωση των αποτελεσμάτων που είχε η εγκατάσταση του κατασκευασμένου πρωτοτύπου στο χώρο.



# Κεφάλαιο 1

Κινησθητική και κυβερνητικά συστήματα

---





Η σχέση του ανθρώπου με το περιβάλλον του δεν είναι απλά σχέση συνύπαρξης, αλλά και συμβίωσης. Ο άνθρωπος υπάρχει μέσα στον χώρο και ο χώρος υπάρχει μέσα από τον άνθρωπο. Ο χώρος βιώνεται εμπειρικά από το άτομο μέσω της κίνησης, η οποία εξελίσσεται στο χρόνο. “Ο αρχιτεκτονημένος χώρος βιώνεται καταρχήν με το σώμα”.<sup>1</sup> Το σώμα εσωκλείει το χώρο και το χρόνο και συνδυάζεται με αυτούς, κατά τον Merleau-Ponty.<sup>2</sup> Προκύπτει λοιπόν ότι ο άνθρωπος συνδέεται με το περιβάλλον του και αναπτύσσεται μία αμοιβαία σχέση μεταξύ τους, μέσω της κιναισθητικής.<sup>3</sup> Κιναισθητική αντίληψη είναι ο τρόπος κατανόησης και πλοήγησης στον χώρο, ο τρόπος που το σώμα αντιλαμβάνεται την κίνηση μέσω της οπτικής και ακουστικής σχέσης.<sup>4</sup> Η αρχιτεκτονική δεν βιώνεται ως μία σειρά από μεμονωμένες εικόνες και σχέδια. Ο χώρος είναι στατικός με δομή και ύλη. Ο άνθρωπος μέσα από την κιναισθητική εμπειρία, όχι μόνο κατανοεί και βιώνει την υλική και την πνευματική υπόσταση του χώρου, αλλά ταυτόχρονα αλληλεπιδρά με αυτόν δημιουργώντας “σωματικές και ψυχικές δομές, ενισχύοντας τη συνοχή και την σημασία της υπαρξιακής μας εμπειρίας”.<sup>5</sup>

Οι άνθρωποι συνάπτουν δεσμούς μέσω της επικοινωνίας που αναπτύσσουν μεταξύ τους ή με τα ζώα. “Θα μπορούσαν να κάνουν το ίδιο και με τα κτήρια;” αναρωτιέται ο Kas Oosterhuis στο βιβλίο του “Hyperbodies”, και συνεχίζει: “Τι είδους γλώσσα χρησιμοποιούσαν;”. Η απάντηση έρχεται από τον Norbert Wiener, όπου 65 χρόνια πριν, στο βιβλίο του με τίτλο: *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine* (Cambridge, MA: The Technology Press, 1948), θεμελιώνει την επιστήμη της κυβερνητικής. Ο ίδιος την ορίζει ως “την επιστήμη του ελέγχου και της επικοινωνίας στο ζώο και στη μηχανή, σε οργανισμούς και μηχανισμούς”.<sup>6</sup> Όπως ο άνθρωπος βιώνει το κτίριο κιναισθητικά, έτσι και το κτίριο μέσω μηχανισμών έρχεται να ανταποκριθεί σε αυτό το κάλεσμα. Αναφερόμαστε πλέον για μία επικοινωνία μεταξύ ατόμου και χώρου η οποία ορίζεται σε δύο επίπεδα στην επιστήμη της κυβερνητικής (cybernetics).

1. Σ. Κονταράτος, 1983, Η εμπειρία του αρχιτεκτονημένου χώρου και το σωματικό σχήμα, Αθήνα: Καστανιώτης, σ.69

2. Γ.Κ.Αντζάμπου, Χώρος και κίνηση, 2009, ΔΠΜΣ ΕΜΠ σ.3

3. Α.Κιτρινιάρης, Αισθητική οικολογία, 2013, ΔΠΜΣ ΕΜΠ σ.42

4. Lucy Bullivant, 2006, *Responsive Environments*, London: V&A publications σ.112

5. Άννα Αραμπατζή, Η μαγεία του πραγματικού, Ερευνητικό, Βόλος 2013 σ.25

6. Σ.Γαννούδης, 2012, Προσαρμοσμένη Αρχιτεκτονική, Εκδοτικός Όμιλος ΙΩΝ σ.118



Αρχικά, παρουσιάζεται το ομοιοστατικό κυβερνητικό σύστημα (πρώτης τάξης), το οποίο βασίζεται στην διατήρηση της λειτουργικότητας του, στο πλαίσιο σταθερών και δεδομένων παραμέτρων, μέσω βρόγχων ανάδρασης (feedback loops). Στην αρχιτεκτονική, εφαρμογή του ομοιοστατικού μοντέλου γίνεται στα περιβαλλοντικά ευαίσθητα κτίρια με τον όρο “προσαρμόσιμη αρχιτεκτονική”. Όταν εισάγουμε την κίνηση σε ένα τέτοιο σύστημα, οι αισθητήρες (input) του μηχανισμού που ενεργοποιείται λαμβάνουν την πληροφορία και την μετατρέπουν σε κίνηση με τη βοήθεια εξαρτημάτων (output). Η διαδικασία αυτή ορίστηκε από το Kinetic Design Group (τμήματος Αρχιτεκτονικής του MIT των ΗΠΑ), ως ένα κλειστό σύστημα διάδρασης (closed feedback loop) το οποίο λειτουργεί για τη διατήρηση μίας προβλεπόμενης ισορροπίας. Πρόκειται για ένα σύστημα μίας κατεύθυνσης (one way) επικοινωνίας, αφού η πληροφορία ανιχνεύεται από τον αισθητήρα και μετατρέπεται σε κίνηση στον μηχανισμό, χωρίς να δημιουργείται νέα πληροφορία από την κίνηση για να λάβει ο αισθητήρας.

Εάν στο παραπάνω σύστημα, η αντίδραση στην πληροφορία δημιουργήσει νέα πληροφορία προς επεξεργασία, τότε εμφανίζεται μία αμφίδρομη (bi-directional)<sup>7</sup> επικοινωνία μεταξύ των μερών. Αυτού του είδους η επικοινωνία/σχέση δύο η περισσότερων στοιχείων είναι αυτόνομη και χρησιμοποιεί την εσωτερική πολυπλοκότητα της για να αναπαράγει συνεχώς την οργάνωση που την προσδιορίζει. Στην επιστήμη της κυβερνητικής αυτή η επικοινωνία/σχέση έρχεται σε αντίθεση ή σαν εμπλουτισμένο ομοιοστατικό σύστημα και ονομάζεται αυτοποικτικό.<sup>8</sup> Η κυβερνητική δεύτερης τάξης, όπως ορίζεται, λειτουργεί ως ένα σύστημα θετικής ανάδρασης (positive feedback)<sup>9</sup>, δηλαδή εξελισσόμενο και όχι στατικό (ομοιοστατικό σύστημα).

Ήδη από το 1960 ο τομέας της κυβερνητικής (cybernetics) απασχόλησε αρχιτέκτονες, σχεδιαστές και άλλους επιστήμονες, οι οποίοι έθεσαν τη βάση της κινητικής αρχιτεκτονικής. Κυριότερος εκπρόσωπος της ήταν ο Gordon Pask (1928-96), Άγγλος επιστήμονας,

7. Kas Oosterhuis, 2003, Hyperbodies, Birkhauser σ.78

8. Σ.Γαννούδης, 2012, Προσαρμόσιμη Αρχιτεκτονική, Εκδοτικός Όμιλος ΙΩΝ σ.121

9. Στην χημεία και τη γενετική η θετική ανάδραση βασίζεται στα μη γραμμικά φαινόμενα εξέλιξης.



σχεδιαστής, ερευνητής, ακαδημαϊκός και θεατρικός συγγραφέας που πρώτος μελέτησε τον έλεγχο και την επικοινωνία συστημάτων μεταξύ ζώων και μηχανών. Ο Pask δημιουργεί διαδραστικές κατασκευές, όπου τα εισερχόμενα δεδομένα (input) ορίζονται δυναμικά, και αναλύει τους όρους “performance, conversation, interaction, environment and participation”. “Τα αρχιτεκτονικά συστήματα που δημιουργούνται κατά την στρατηγική του Pask, ανατρέπουν το παραδοσιακό μοντέλο αρχιτεκτονικής (παραγωγής και κατανάλωσης) που διαφοροποιεί σχεδιαστή, κτίστη, ιδιοκτήτη και χρήστη. Προτείνονται αρχιτεκτονικά συστήματα που ο χρήστης έχει ενεργό ρόλο στη διαμόρφωση του χώρου και έτσι προκύπτει μια παραγωγική σχέση μεταξύ ανθρώπου και περιβάλλοντος.”<sup>10</sup>

Ο Usman Haque -ερευνητής διαδραστικών συστημάτων στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό- το 2007 σε άρθρο του στο περιοδικό Architectural Design<sup>11</sup>, θέτει ξεκάθαρα το εννοιολογικό πλαίσιο της κινητικής αρχιτεκτονικής, διαχωρίζοντας τους όρους “διάδραση” και “ανταπόκριση”. Τα διαδραστικά (interactive) συστήματα είναι δυναμικά και εντάσσονται στην κυβερνητική δεύτερης τάξης (αυτοποιοτική) ενώ τα ανταποκριτικά (responsive) συστήματα ανήκουν στην πρώτη τάξη κυβερνητικής (ομοιοστατική).

Εξετάζοντας την πρώτη περίπτωση των ανταποκριτικών περιβαλλόντων (responsive environments), ο άνθρωπος έχει το πρωταγωνιστικό ρόλο στον χώρο του, μεταβάλλοντας τον. Σε αυτόν τον τομέα μελέτης του σχεδιασμού τα ψηφιακά σχεδιαστικά μέσα αλλάζουν την στατική χωρική μορφή προς μία παραμετροποιησίμα κινητική, μέσω της άμεσης ανταπόκρισης.<sup>12</sup> Το νέο αυτό μοντέλο σχεδιασμού (responsive environments) εξ’ ορισμού παράγει χώρους που ανταποκρίνονται στον άνθρωπο που τους χρησιμοποιεί μεταβαλλόμενοι στο χώρο και στο χρόνο.<sup>13</sup> Πρόκειται λοιπόν για μία σχέση ατόμου και κτισμένου χώρου που εντάσσεται στο ομοιοστατικό κυβερνητικό σύστημα (πρώτης τάξης), αφού το σύστημα λειτουργεί για τη διατήρηση μίας προβλεπόμενης ισορροπίας.

10. Architectural Design, 4dsocial, July-August 2007 σ.61

11. όπως παραπάνω

12. Patrick Schumacher, 2004, Responsive environments - From Drawing to Scripting σ.3

13. Lucy Bullivant, 2006, Responsive Environments, London: V&A publications σ.6



Επομένως το σύστημα ορίζεται ανταποκριτικό (responsive), κατά τον Usman Haque, όσον αφορά την κίνηση που εγείρεται στα μέρη του χώρου, μέσω της κίνησης του ανθρώπου μέσα σε αυτόν. Όμως αν προσπαθήσει κανείς να κατατάξει την αντίδραση του ανθρώπου, στη σχέση αυτή που δημιουργείται μεταξύ εκείνου και του χώρου, σε διαδραστικό ή ανταποκριτικό επίπεδο, δηλαδή σε ομοιοστατικό (πρώτης τάξης) ή αυτοποιοτητικό (δεύτερης τάξης) κυβερνητικό σύστημα, θα καταλάβει ότι ο διαχωρισμός δεν είναι απλός. Η ανταπόκριση του κτιρίου σίγουρα είναι καθορισμένη και εντάσσεται στο πρώτης τάξης σύστημα. Η αντίδραση του ατόμου όμως, κάθε άλλο παρά καθορισμένη είναι και αυτό το στοιχείο του απρόβλεπτου είναι που κάνει ενδιαφέρουσα την σχέση που εξετάζεται. Άρα ένα σύστημα σχέσης μεταξύ δύο μερών πρέπει να μελετηθεί και από τις δύο οπτικές που δημιουργούνται. Από την οπτική του μηχανισμού, μελετάται αλγοριθμικά και ρυθμίζεται, ενώ από την οπτική του ατόμου χρειάζεται καταγραφή, αφού πρόκειται για μία διαδραστική πλέον σχέση δεύτερης τάξης (επιστήμη κυβερνητικής).

Η αφετηρία της σχεδιαστικής διαδικασίας είναι ο άνθρωπος και οι χωρικές του εμπειρίες που αναπτύσσονται καθώς καταλαμβάνει το χώρο μέσα στο χρόνο.<sup>14</sup> Μελετάται η κιναισθητική εμπειρία του ατόμου μέσω της κίνησης του στο χώρο, όταν ο χώρος ανταποκρίνεται σε αυτή την κίνηση. “Ο χώρος αντιμετωπίζεται σαν μία ολότητα άρρηκτα δεμένη με τα αντικείμενα και το σώμα του ατόμου που περιβάλλει”, καθώς η κινητική σχέση που αναπτύσσεται αποτελεί την “βάση για την ανάπτυξη της ικανότητας του ατόμου να συνθέτει τα αισθητηριακά δεδομένα σε ολοκληρωμένες εμπειρίες”.<sup>15</sup>

Εγείρεται λοιπόν το ερώτημα: Η “κιναισθητική” εμπειρία που βασίζεται στην κίνηση του σώματος στον στατικό χώρο, θα πρέπει να επαναπροσδιοριστεί, ως όρος, στην περίπτωση της κινητικής ανταπόκρισης του χώρου; Ή ο κινούμενος χώρος θα δημιουργήσει νέες εμπειρίες “επαυξημένης κιναισθητικής”, λόγω της διάδρασης του ανθρώπου;

14. Purnima Bhaskaran, *Kinesthetics*, 2014, University School of Design, Mysore, India σ.2

15. Ναταλία Ρούσου, Πέρα από την εικόνα, 2005, Διάλεξη ΕΜΠ σ.97





## Κεφάλαιο 2

Μελέτη παραδειγμάτων και αναζήτηση δεδομένων



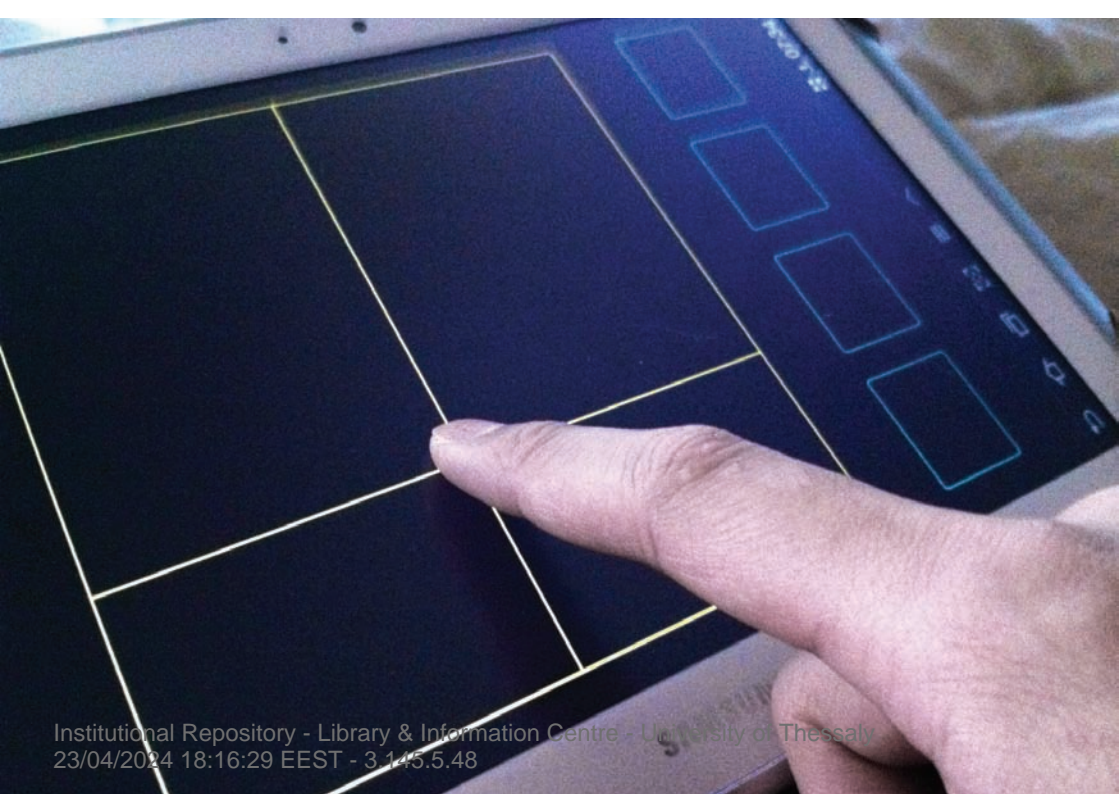
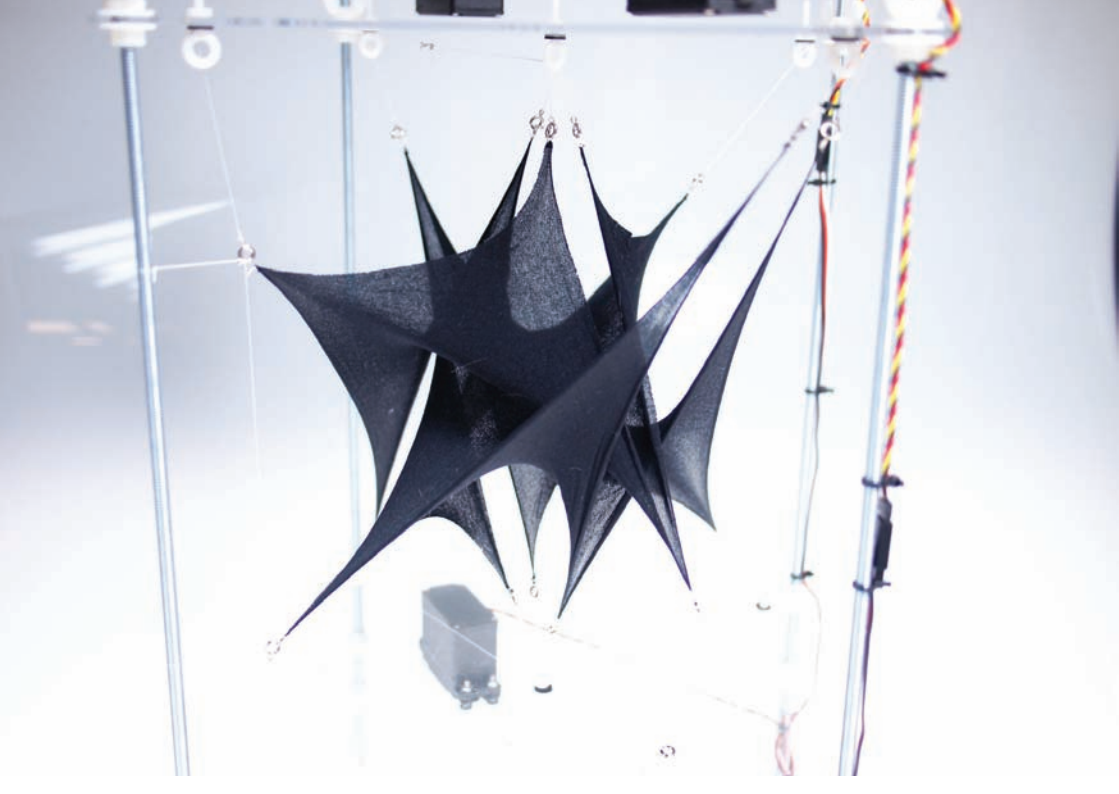
Πρακτική προσέγγιση των θεωριών θα γίνει μέσω διαδικασιών από τις οποίες θα προκύψουν σχεδιαστικές αποφάσεις και διαμόρφωση μιας περίπτωσης/υπόθεσης.

#### Έρευνα-Παρατήρηση-Σύγκριση

Αυτά τα τρία στάδια είναι που θα προηγηθούν της άρθρωσης μιας τελικής εφαρμογής. Η έρευνα αποσκοπεί στην εξεύρεση παραδειγμάτων και παρόμοιων εφαρμογών. Τα κεκτημένα γίνονται δεδομένα και έρχεται το δεύτερο στάδιο, της παρατήρησης των παραδειγμάτων, ώστε να κατανοηθούν και να αποσαφηνιστούν. Τέλος η σύγκριση των επιλεγμένων παραδειγμάτων λειτουργεί ως μία βάση μελέτης στην οποία θα στηριχθεί το πειραματικό στάδιο.

#### **Μελέτη παραδειγμάτων**

Τα παραδείγματα επιλέχθηκαν ανάμεσα σε πληθώρα άλλων, με γνώμονα την δημιουργία κατηγοριών, αναλόγως της σχέσης ατόμου και χώρου-αντικειμένου.



## **A Παράδειγμα**

Kinetic membranes<sup>16</sup>

Πρόκειται για ένα installation που αναπτύχθηκε χρησιμοποιώντας μια πληθώρα από ψηφιακές τεχνικές ώστε να δημιουργηθεί μια διαδραστική, δυναμική και ρευστή φόρμα. Αυτό αποτελεί την απόδειξη ενός πρωτότυπου προς χρήση σε μεγάλη κλίμακα, στο οποίο ένας χώρος θα μπορούσε να είναι ασύρματα ρυθμιζόμενος. Το μοντέλο χρησιμοποιεί ειδικά λογισμικά για την διαμόρφωση της μορφής μέσω οθόνης αφής για την χειρισμό των μεμβρανών. Η ανάπτυξη του έγινε στα πλαίσια εργαστηρίου στο τμήμα Αρχιτεκτονικής του Πανεπιστημίου Yale των Ηνωμένων Πολιτειών.

Η κατασκευή αυτή παράγει ρευστές ελεύθερες μορφές στο χώρο όπως ήταν αρχικός της στόχος. Όμως αν παρατηρήσουμε όλα τα μέρη που αποτελούν την κατασκευή και όχι μόνο τις μεμβράνες βλέπουμε ότι όλες οι κινήσεις περιορίζονται/εγγράφονται σε ένα ορθογώνιο παραλληλεπίπεδο σχήμα. Το σχήμα αυτό είναι ο σκελετός πάνω στον οποίο προσαρμόζεται ο μικροϋπολογιστής και τα νήματα που κινούν τις μεμβράνες μέσω της τάσης που εφαρμόζεται από τα διάφορα μοτέρ. Πρόκειται λοιπόν για μία χωρική κατασκευή όπου εγγράφεται σε ένα σχήμα και περιορίζεται από την έκταση που έχουν τα μηχανικά του μέρη. Ενδιαφέρον στοιχείο της εφαρμογής αυτής είναι το σύστημα χειρισμού από τον χρήστη, μέσω ειδικού λογισμικού, που γίνεται από μία οθόνη αφής και δίνει τη δυνατότητα στον παρατηρητή να γίνει συμμετοχος στην αλλαγή της μορφής των μεμβρανών και κατ' επέκταση του χώρου που εν δυνάμει θα προέκυπτε.

16. <http://crlrlls.com/projects/kineticmembranes/>



## **B Παράδειγμα** Cosmic Quilt<sup>17</sup>

Ξεκίνησε σαν εβδομαδιαίο workshop με φοιτητές από το Art Institute of New York, με την δημιουργική ομάδα “The Principals” να τους καθοδηγεί στην κατασκευή ενός αναδραστικού αρχιτεκτονικού περιβάλλοντος που θα παρουσιαζόταν στο κοινό κατά την διάρκεια του Design Week 2012 της Νέας Υόρκης. Χρησιμοποιώντας μία σειρά από μοτέρ ελεγχόμενα από αισθητήρες και ένα σύστημα σχεδιασμένο από τη δημιουργική ομάδα, οι φοιτητές κατάφεραν να δημιουργήσουν ένα διαδραστικό περιβάλλον που αντιδρά στην παρουσία του επισκέπτη. Περισσότερα από 3000 κομμάτια αποτελούν το “Cosmic Quilt” και λειτουργούν ενιαία για να δημιουργήσουν ρευστές κινήσεις μέσα στην συνολική κατασκευή.

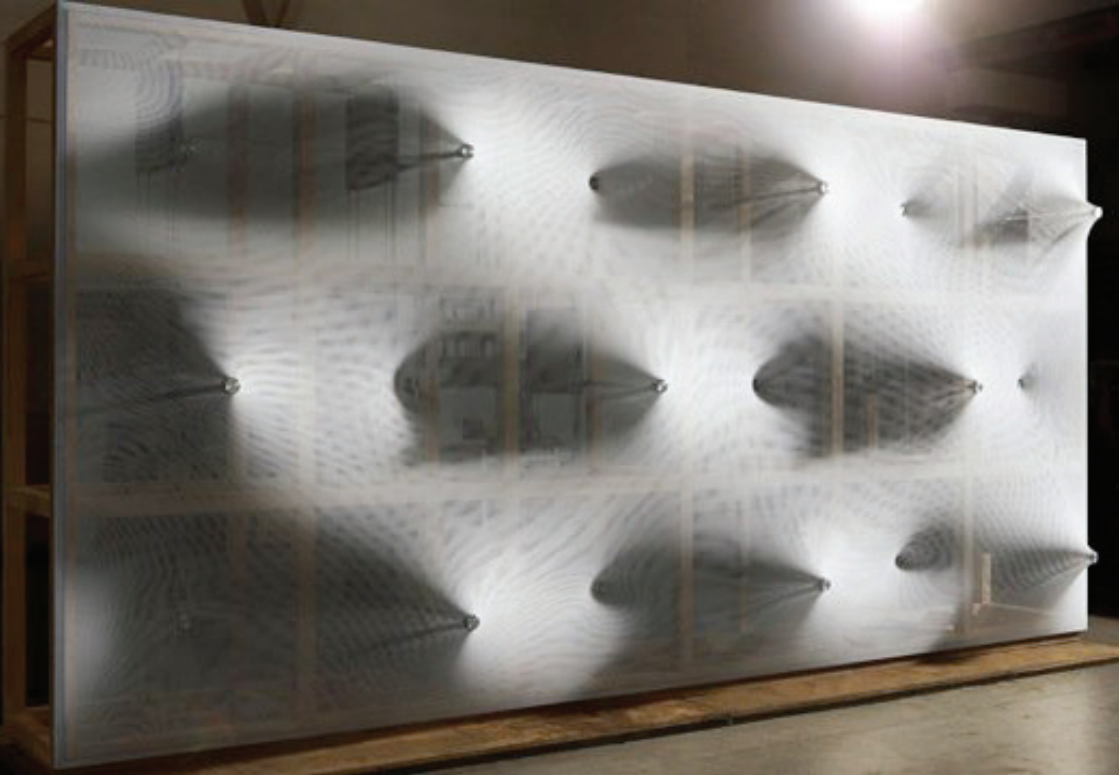
Παρατηρώντας την σχέση του χρήστη με το αντικείμενο, στην κατασκευή “Cosmic Quilt”, φαίνεται το υποκείμενο (ο άνθρωπος) να συνομιλεί/διαδρά με ένα άλλο ζωντανό ον. Θα μπορούσε κανείς να το κατατάξει στα “οριακά αντικείμενα” (μεταξύ ζωντανού και μη)<sup>18</sup>, λόγω της κίνησης του και του χρόνου απόκρισης<sup>19</sup>, που κάνουν την άψυχη επιφάνεια να παίρνει ζωή, ενώ οι αισθητήρες που ενσωματώνει την κάνουν κοινωνική. Η σχέση λοιπόν που αναπτύσσεται είναι ιδιαίτερη, αφού ο άνθρωπος διαδρά με το αντικείμενο, σε επίπεδο χώρου αυτή τη φορά, κι έτσι προκύπτει μία αλληλεπίδραση κινήσεων μεταξύ ατόμου και αρχιτεκτονικής. Σε αντίθεση με το προηγούμενο παράδειγμα ο άνθρωπος μπαίνει μέσα στην ίδια την κατασκευή και πλέον διαδρά με το αντικείμενο σωματικά και όχι μέσω μιας οθόνης. Αυτό καθιστά την εμπειρία του χρήστη πιο δυνατή/συναρπαστική και σε αυτό βοηθάει η απόκρυψη των μηχανικών μερών, η αδιαφάνεια δηλαδή της κατασκευής.<sup>20</sup>

17. <http://theprincipals.us/cosmic-quilt/>

18. Σ.Γιαννούδης, 2012, Προσαρμοσμη Αρχιτεκτονική, Εκδοτικός Όμιλος ΙΩΝ σ.221

19. Kas Oosterhuis, 2003, Hyperbodies, Birkhauser σ.55

20. Σ.Γιαννούδης, 2012, Προσαρμοσμη Αρχιτεκτονική, Εκδοτικός Όμιλος ΙΩΝ σ.222





## Γ Παράδειγμα

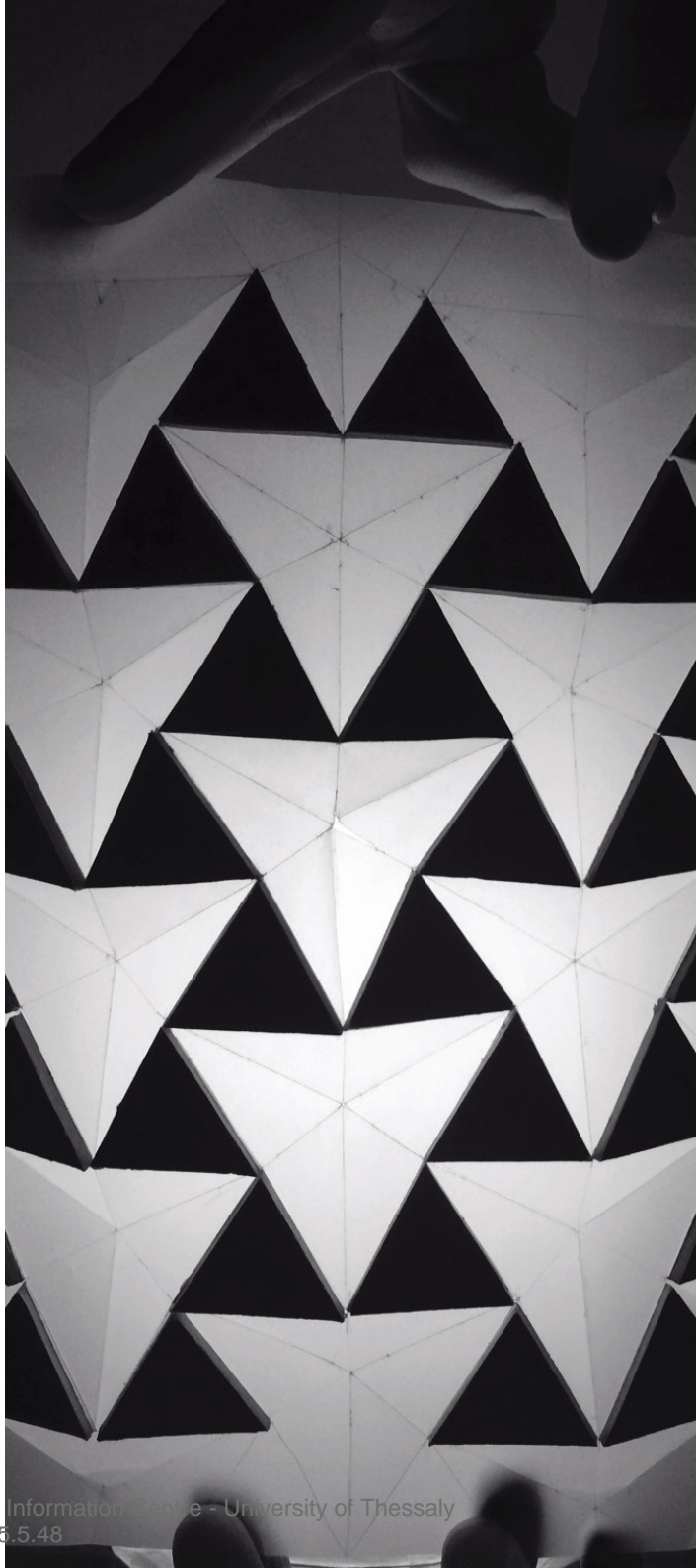
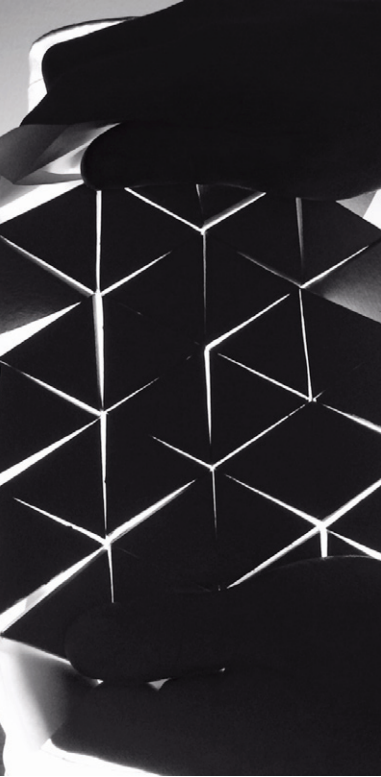
### Kinetic Wall<sup>21</sup>

Η κίνηση της επιφάνειας (του τοίχου) ενεργοποιείται μέσω μηχανοκίνητων σημείων, όπου εκτεινόμενα και συμπυκνόμενα μεταμορφώνουν ένα ελαστικό ημιδιάφανο συνθετικό ύφασμα σε τμήμα τοπογραφικού με κορυφές και υποχωρήσεις. Η επιφάνεια στηρίζεται σε έναν ξύλινο χωροκάνναβο όπου ενσωματώνει τους μηχανισμούς που ενεργοποιούν την επιφάνεια. Ο κινητικός τοίχος προσφέρει ένα εναλλακτικό μέλλον, μία αρχιτεκτονική που είναι υλικά και χωρικά δυναμική. Το πρωτότυπο κατασκευάστηκε για την 14η Μπιενάλε Αρχιτεκτονικής της Βενετίας με τίτλο “Fundamentals”.

Η κατασκευή αυτή μοιάζει περισσότερο με καλλιτεχνική εγκατάσταση που επαναπροσδιορίζει την έννοια του ορίου. Εξετάζεται η σχέση του αντικειμένου με το χώρο του και όχι η σχέση του αντικειμένου με τον άνθρωπο, όπως στα άλλα δύο παραδείγματα. Ένα δομικό στοιχείο παίρνει ζωή, κινούμενο στο χώρο του, εκτελώντας μια καθορισμένη χορογραφία και ο επισκέπτης καλείται να το παρακολουθήσει αμέτοχος. Αυτό το παράδειγμα σε συνδυασμό με τα προηγούμενα εγείρει προβληματισμούς πάνω στη σχέση του ανθρώπου με το χώρο και πως η έννοια της κίνησης έρχεται να εμπλουτίσει αυτή τη σχέση και να αναδείξει πρωταγωνιστή.

Συνοψίζοντας τα παραπάνω εκ πρώτης όψεως τα τρία παραδείγματα εντάσσονται σε μία γενική κατηγορία της κινητικής αρχιτεκτονικής. Όμως μελετώντας τα καταλαβαίνει κανείς ότι το κάθε ένα έχει τελείως διαφορετική οπτική προς την εφαρμογή της κίνησης στον χώρο. Κοινά πεδία ομοιότητας ή αντίθεσης των προκύπτουν και αποζητούν αποφάσεις για τον σχηματισμό του κατασκευασμένου παραδείγματος που έχει θεθεί ως στόχος.

21. [http://www.barkowleibinger.com/archive/view/kinetic\\_wall](http://www.barkowleibinger.com/archive/view/kinetic_wall)



Πεδίο σχέσης χώρου - ανθρώπου.

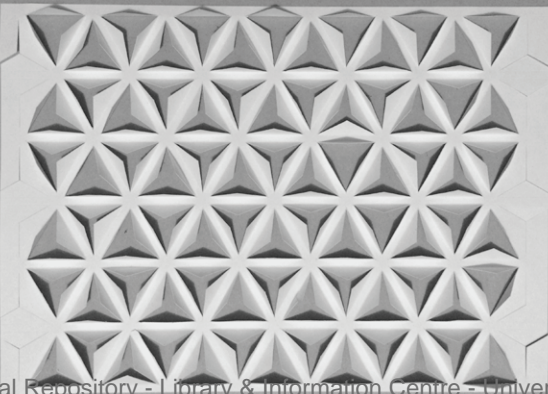
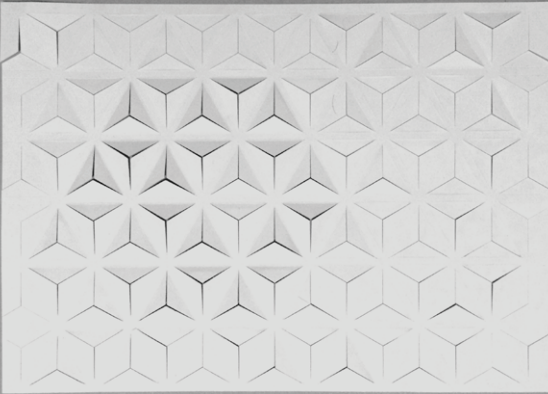
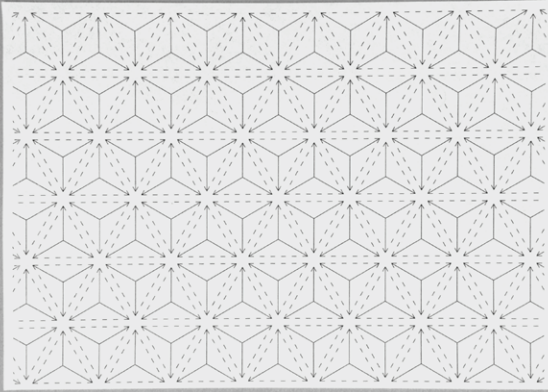
Η αρχιτεκτονική (ο χώρος) είναι μόνο το πεδίο που φιλοξενεί τη δράση του ανθρώπου;  
Ο άνθρωπος είναι απλώς παρατηρητής του χώρου;  
Ο άνθρωπος ζωντανεύει το χώρο μέσω της δράσης του,  
ή ο χώρος τον άνθρωπο μέσω της εμπειρίας που του προσφέρει;

Στο πρώτο παράδειγμα ο άνθρωπος χειρίζεται τον εν δυνάμει χώρο μέσω μίας συσκευής -μονόπλευρη σχέση-.  
Στο δεύτερο παράδειγμα ο άνθρωπος βιώνει τον χώρο και ο χορός ζει μέσω αυτού -αμφίδρομη σχέση-.  
Στο τρίτο παράδειγμα ο άνθρωπος παρατηρεί τον χώρο ως ένα έκθεμα -μονόπλευρή σχέση-.

Στην περίπτωση που διερευνάται, αναζητείται η αμφίδρομη σχέση του ανθρώπου με το χώρο που κινείται και αλληλεπιδρά. Επομένως, παραδειγματική σχέση μεταξύ των δύο υποκειμένων συναντάται στο δεύτερο παράδειγμα και θα γίνει προσπάθεια επίτευξης της στην τελική εφαρμογή που θα μελετηθεί.

Πεδίο υλικότητας.

Στις συγκεκριμένες κατασκευές η υλικότητα έχει άμεση σχέση με τη γεωμετρία και με την κίνηση της κατασκευής. Η επιλογή του υφάσματος που έγινε σε δύο από τα παραπάνω παραδείγματα δίνει μία ευκολία στην κίνηση που επιζητείτε μέσω της ελαστικότητάς του, αυτό όμως έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία ρευστών μορφών. Ωστόσο το ζητούμενο από την εφαρμοσμένη κατασκευή είναι η δημιουργία χώρου με καθαρές φόρμες που θα είναι εύκολα διαχειρίσιμες σε επίπεδο πειραματισμού. Οπότε η επιλογή μιας σταθερής μεν, άλλα κινούμενης επιφάνειας, ήταν το ζητούμενο.



## Επιφάνεια rigid origami

Η διαδικασία παραγωγής μορφών μέσω της αναδίπλωσης είναι γνωστή ως origami. Λιγότερο ίσως γνωστός είναι ένας τομέας της τεχνικής αυτής που ονομάζεται rigid origami και ασχολείται με αναδιπλούμενες κατασκευές από μία επίπεδη επιφάνεια, όπου οι πτυχώσεις λειτουργούν ως αρθρώσεις με αποτέλεσμα την δημιουργία μίας κινούμενης επιφάνειας.

Έγιναν κάποια προπλάσματα με αυτή την τεχνική ώστε να γίνει αντιληπτή η συμπεριφορά της επιφάνειας στις δυνάμεις που της ασκούνται. Έγινε χρήση φωτοδιαπερατού υλικού για την βάση, ενώ κάποια από τα σταθερά κομμάτια καλύφθηκαν για να έχουμε ευδιάκριτα αποτελέσματα κατά την κίνηση. Χαρακτηριστικό αυτής της επιφάνειας που την κατέστησε μη λειτουργική για την επιθυμητή πειραματική κατασκευή είναι η συστολή-διαστολή που παρουσιάζοταν στο σύνολο της κατά την κίνηση.

### Τομή επιφάνειας σε κάρναβο

Έχοντας δεδομένη μία σταθερή επιφάνεια που ορίζει χώρο με συγκεκριμένες διαστάσεις, την διαιρούμε σε επιμέρους κομμάτια εφαρμόζοντας ένα τριγωνικό κάρναβο. Τριγωνικός γιατί το τρίγωνο είναι το μόνο επίπεδο απαραμόρφωτο σχήμα. Η κίνηση που θέλουμε να ενσωματώσουμε μεταφέρεται στα επιμέρους τρίγωνα στα οποία δημιουργούμε τομές στις διχοτόμους των γωνιών του. Η παραπάνω διαδικασία έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία τριών επιμέρους κινουμένων τριγώνων, σε κάθε αρχικό τρίγωνο του κάρναβου, με άξονα περιστροφής μία εκ των πλευρών του βασικού τριγώνου. Η κίνηση αυτή αφενός καθιστά τον κάρναβο διαπερατό, αφετέρου η επίπεδη αρχική επιφάνεια λαμβάνει τρίτη διάσταση στο χώρο.

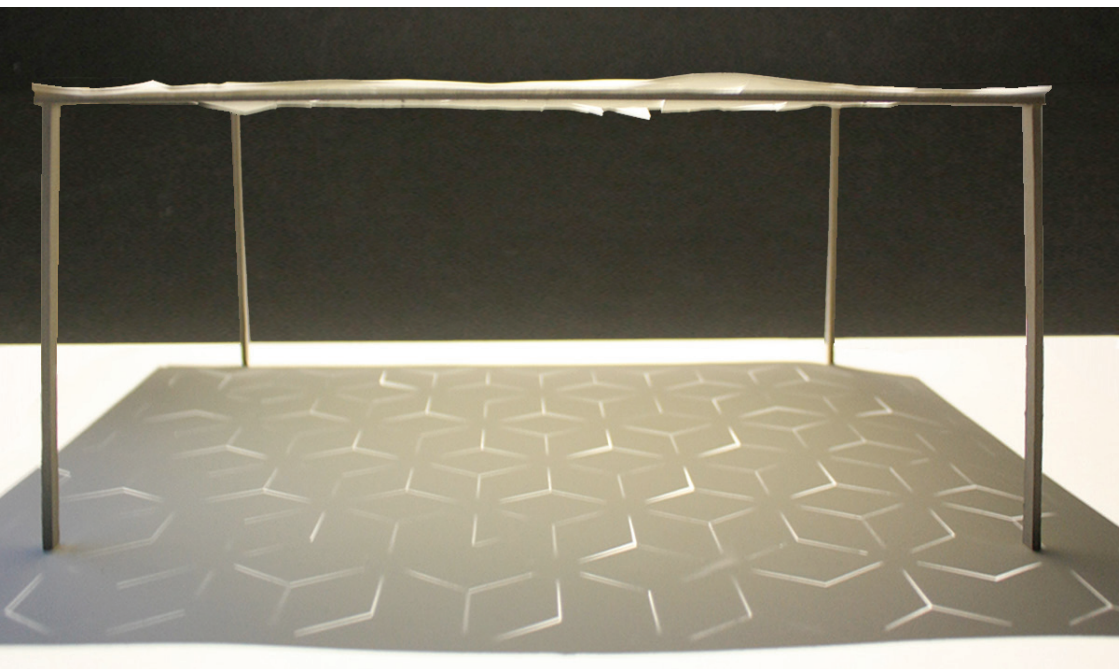
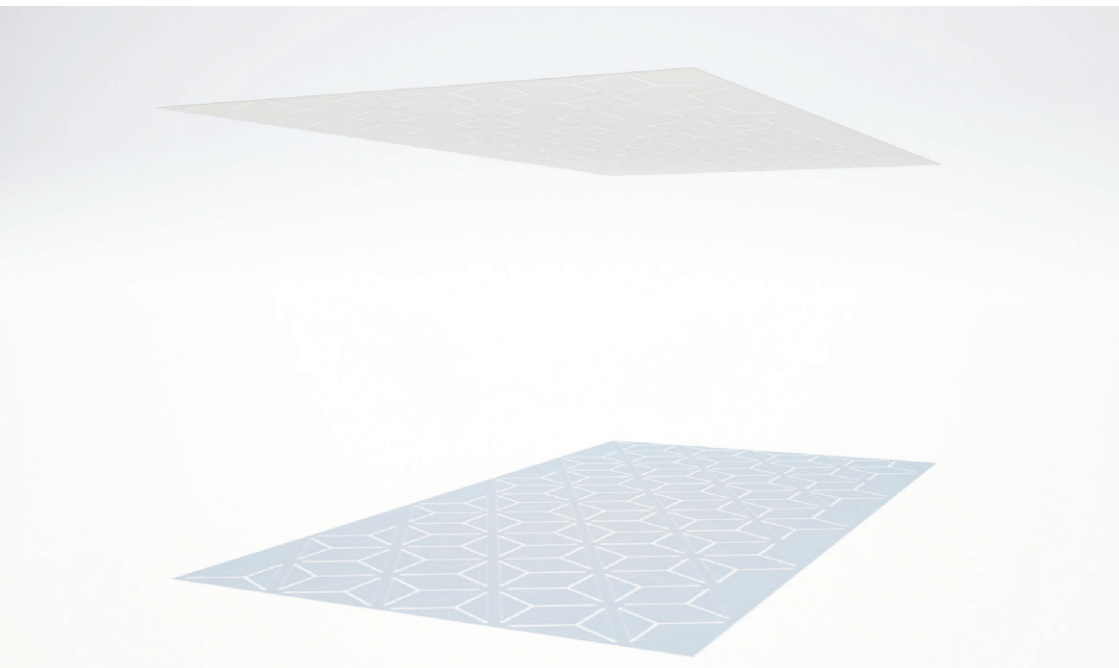
Οι παραπάνω ποιότητες της διαπερατότητας και της τρίτης διάστασης είναι βασικά χαρακτηριστικά της κίνησης στο χώρο που αναζητούσαμε για το κατασκευασμένο παράδειγμα που θα προκύψει.



# Κεφάλαιο 3

Τελική πρόταση κατασκευής (case study)

---





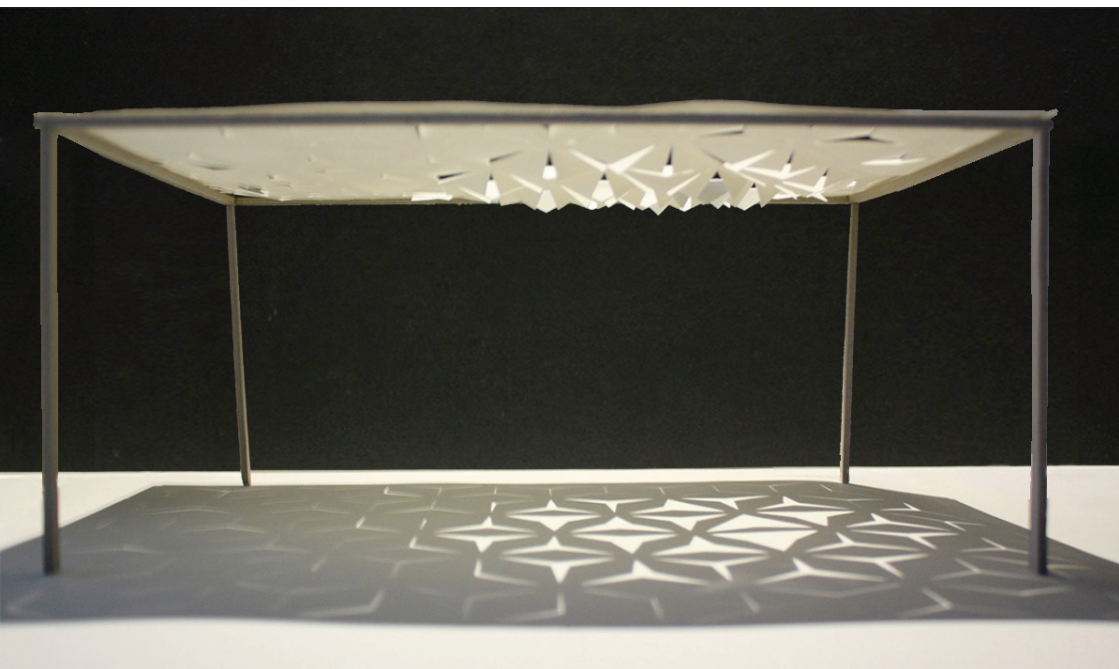
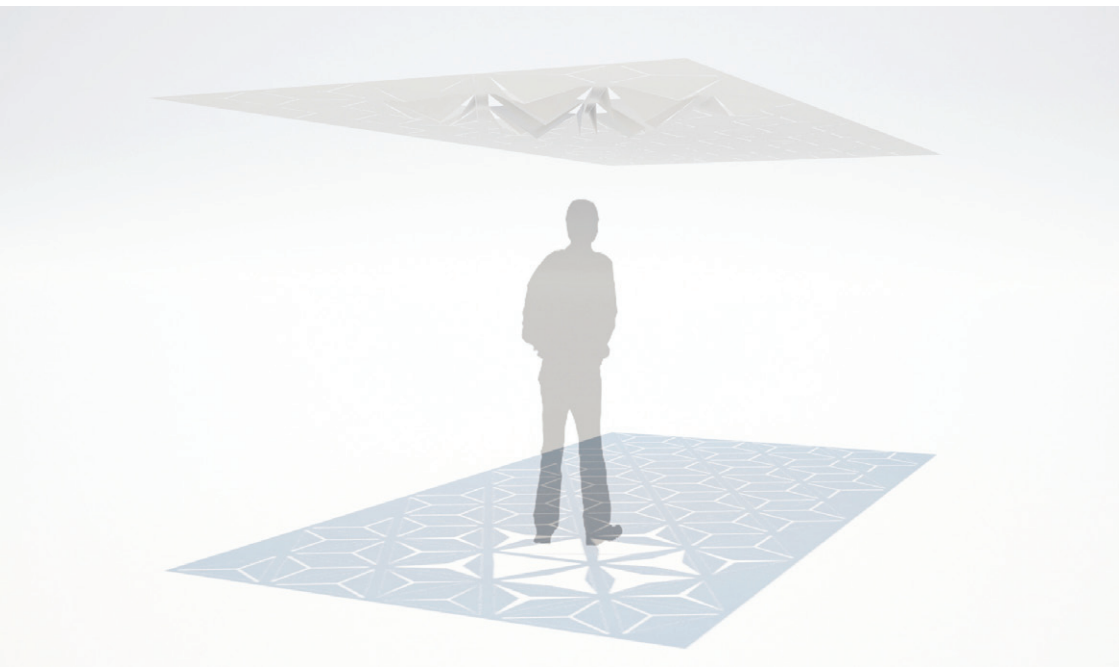
Οι ως εδώ αναζητήσεις περί διάδρασης και κινητικής αρχιτεκτονικής έθεσαν κάποιους κανόνες και περιορισμούς. Θέτοντας σε εφαρμογή τα έως τώρα δεδομένα ορίζεται μία πειραματική κατασκευή, όπου θα ακολουθήσει η υλοποίηση της.

Η κατασκευή θα είναι μία οροφή η οποία θα δημιουργεί/ορίζει χώρο όπου θα στεγάζονται εμπειρίες “επαυξημένης κιναισθητικής”. Η επεξεργασμένη επιφάνεια θα έχει τη δυνατότητα της κίνησης μέσω της διαίρεσης της σε επιμέρους τρίγωνα. Η κίνηση θα ενεργοποιείται με αισθητήρες αλληλεπιδρώντας με τον άνθρωπο και έτσι η επιφάνεια θα εκτείνεται στην τρίτη διάσταση. “Κάθε αλλαγή του χώρου αποδίδει σημαντικές διαφοροποιήσεις στην αντίληψη του και επομένως το κτίριο γίνεται καταλύτης ψυχολογικών εμπειριών.”<sup>22</sup> Η παρουσία της κατασκευής στο χώρο δεν θα γίνεται αντιληπτή μόνο στο επίπεδο της οροφής, αλλά θα ορίζεται και ένα πεδίο δράσης του ατόμου σε επίπεδο δάπεδο. Η επιφάνεια θα λειτουργεί διαφραγματικά διαιρώντας το φως που θα πέρνα από αυτήν και δημιουργώντας patterns φωτός-σκιάς στο δάπεδο, που θα διαφοροποιείται αναλόγως της κίνησης της κατασκευής. Η σχέση της κινητικής επιφάνειας και της προβολής της στο δάπεδο θα ορίζει συνολικά έναν χώρο. Αυτός ο κενός από αντικείμενα χώρος, αλλά πλήρης νοήματος και δράσης, θα μετασχηματίζεται νοηματικά. Για παράδειγμα, ένας διάδρομος θα γίνεται από χώρος κίνησης, χώρος στάσης, παρατήρησης και αλληλεπίδρασης. Πρόκειται λοιπόν για μια κατασκευή-μετασχηματιστή χώρου.

Σε πρώτη ανάγνωση η κατασκευή θα έχει τη μορφή επίπεδης επιφάνειας, αναρτημένης, με σχισμές που θα δημιουργούν επαναλαμβανόμενα σχήματα σε οροφή και δάπεδο.

Η επιφάνεια αιωρείται σταθερά, διατηρώντας την ισορροπία της. Όταν το στοιχείο ενεργοποίησης (άνθρωπος, ζώο, αντικείμενο) κάνει την εμφάνισή του στον ορισμένο χώρο, τότε η ισορροπία διαταράσσεται. Οι σχισμές αμβλύνονται αφήνοντας περισσότερο φως να διαπεράσει την επιφάνεια, τονίζοντας το σημείο δράσης.

22. Σ.Γιαννούδης,  
2012, Προσαρμόσιμη  
Αρχιτεκτονική, Εκδοτικός  
Όμιλος ΙΩΝ σ.214



Τα κινητά στοιχεία της οροφής πλησιάζουν το αντικείμενο ενεργοποίησης, δημιουργώντας μία προεξοχή στο σημείο εκείνο και ενεργοποιώντας την τρίτη διάσταση της επιφάνειας.

Η πιθανή κίνηση του ενεργοποιητή (ανθρώπου, ζώου, αντικειμένου) ακολουθείτε πιστά μέχρι την έξοδο του από τον ορισμένο χώρο.

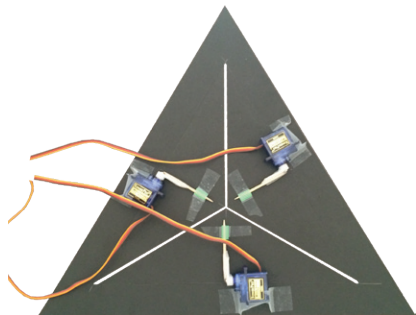
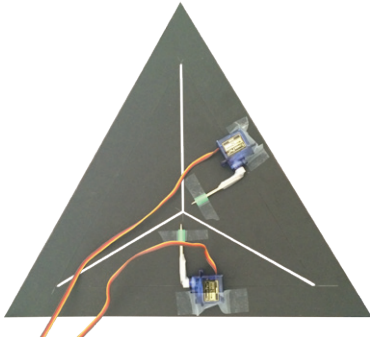
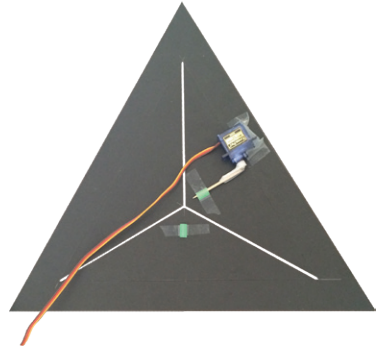
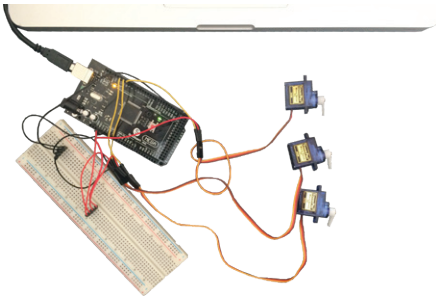
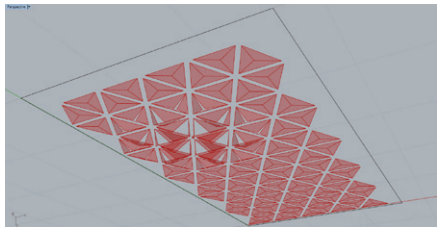
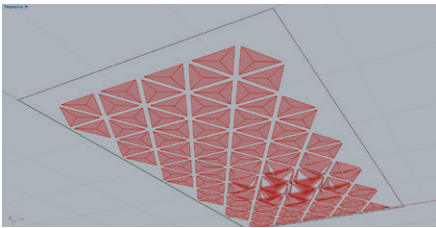
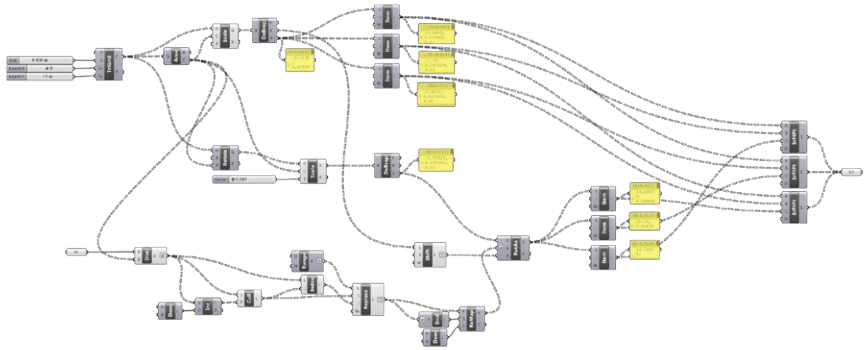
Συνοψίζοντας, ο χώρος που εγκαθίσταται κατασκευή μετασχηματίζεται, ο χώρος που ορίζει κατασκευή ανταποκρίνεται και οι κιναισθητικές εμπειρίες που δημιουργούνται επαυξάνονται.



## Κεφάλαιο 4

Κατασκευή πρωτότυπου με περιγραφή υλικού (hardware) και λειτουργικού (software) μέρους

---



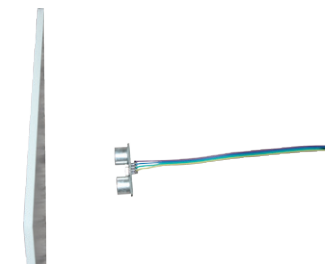
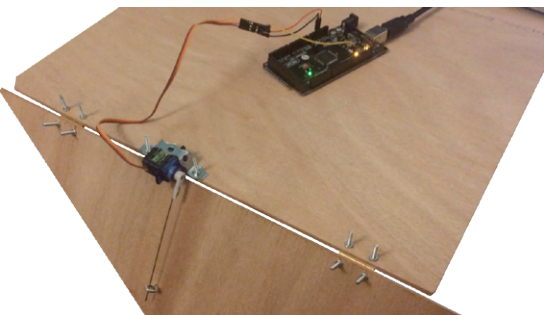
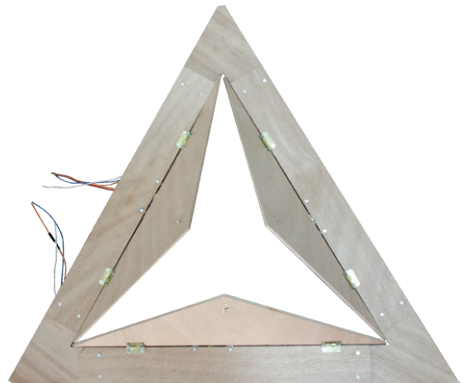
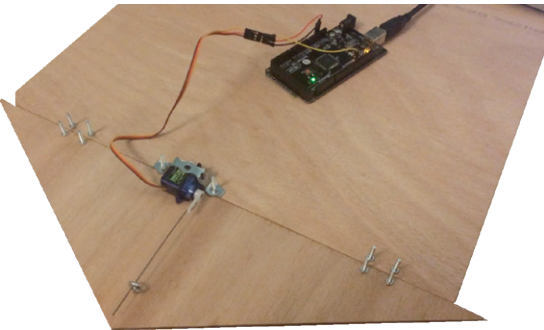
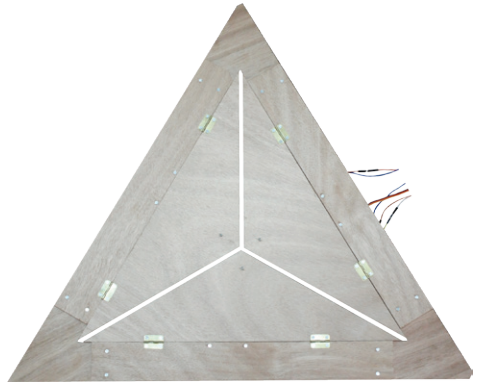
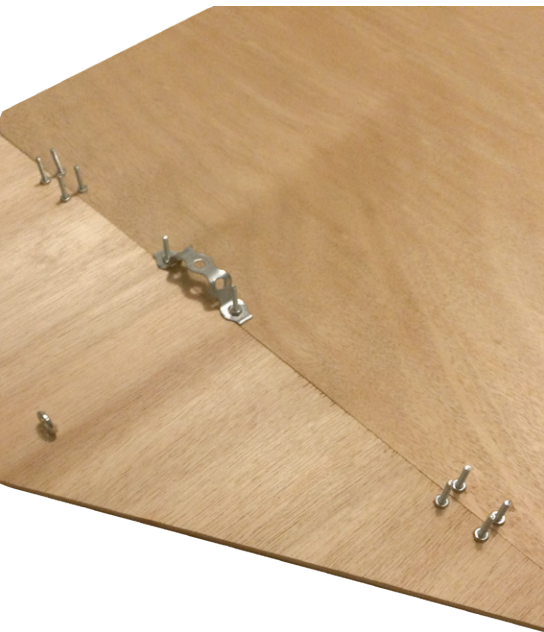
Στην επιφάνεια που ορίστηκε στο κεφάλαιο 3, αφενός για να γίνει πλήρως κατανοητή η λειτουργία της και αφετέρου για να δοκιμαστεί κατά πόσο είναι εφικτή η κατασκευή της, θα πρέπει να αναλυθούν τα μέρη της και να αποσαφηνιστούν. Θα γίνει μια μελέτη εφαρμογής για την κατασκευή ενός μέρους της συνολικής επιφάνειας με την πρακτική της δοκιμής και του λάθους (trial and error).

Αρχικά δημιουργήθηκε ψηφιακό μοντέλο της επιφάνειας με χρήση προγραμμάτων (grasshopper, rhino βλ.παράρτημα) κατάλληλων να προσομοιώσουν μία κατασκευή τέτοιας φύσης. Από το ψηφιακό μοντέλο κατανοήθηκαν επιμέρους λειτουργίες και ακολούθησαν τα φυσικά μοντέλα. Η κατασκευή τους χωρίζεται σε δύο μέρη, το υλικό κομμάτι (hardware) που περιλαμβάνει την επιφάνεια κατάλληλα χωρισμένη σε σταθερά και κινητά μέρη και το λειτουργικό μέρος που περιλαμβάνει τα εξαρτήματα για την κίνηση σε συνδυασμό με το λογισμικό (software).

Μοντέλο σε κλίμακα 1:2

Το υλικό μέρος της κατασκευής είναι τα κινητά τρίγωνα από χαρτόνι που συνδέονται με μεντεσέδες στο περίγραμμα του μεγαλύτερου τριγώνου. Στο σημείο περιστροφής εγκαθίστανται μοτέρ (τύπου servo) που συνδέονται με μικροϋπολογιστή (arduino) και λαμβάνουν την πληροφορία για την περιστροφή μέσω τιμών που εισάγονται σε ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Το αποτέλεσμα λειτουργεί και η συνδεσμολογία τριγώνων, μοτέρ και μικροϋπολογιστή είναι επιτυχής.





Δοκιμαστικό μοντέλο σε κλίμακα 1:1

Μετά το μοντέλο από χαρτόνι, ακολούθησε ένα δοκιμαστικό μοντέλο σε κλίμακα 1:1 από κόντρα-πλακέ 4mm, για να ελεγχθεί η συμπεριφορά του υλικού σε σχέση με τη δύναμη του μοτέρ.

Το κόντρα πλακέ 4mm είναι αρκετά ελαφρύ για να μπορεί το μοτέρ να το κινεί, αλλά αρκετά εύκαμπτο ώστε να καθιστά τη συνολική κατασκευή ασταθή.

Μοντέλο 1:1 (τρίγωνο με αισθητήρα)

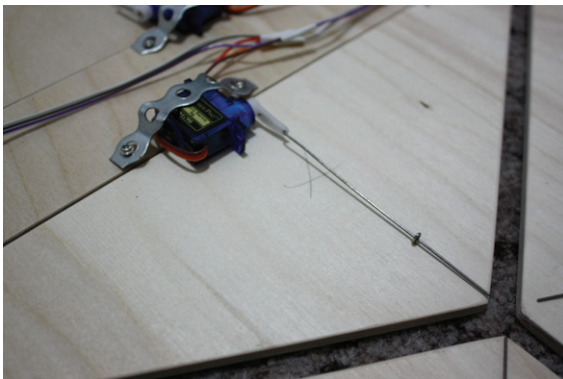
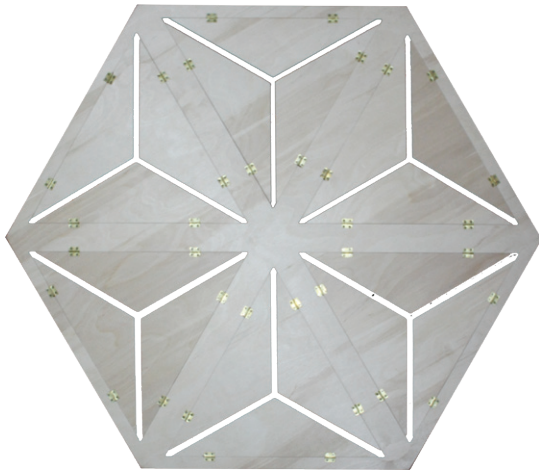
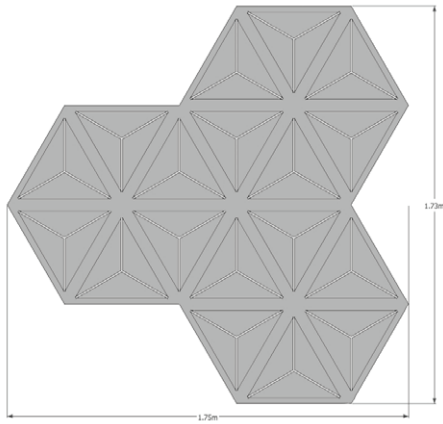
Για την ανταπόκριση της κατασκευής χρησιμοποιήθηκε αισθητήρας απόστασης υπερήχων, οπότε έγινε δοκιμή σε ένα ολοκληρωμένο τρίγωνο με τρία κινητά τρίγωνα εσωτερικά. Η λειτουργία είναι απλή: όσο πλησιάζουμε τον αισθητήρα τα τρίγωνα ανοίγουν, ενώ όσο απομακρυνόμαστε κλείνουν.

Η ανταπόκριση είναι επιτυχής, έχοντας έναν αισθητήρα και μόνο τρία κινητά τρίγωνα.

Η ανταπόκριση είναι επιτυχής, έχοντας έναν αισθητήρα και μόνο τρία κινητά τρίγωνα.

Μοντέλο 1:1 (τριών εξάγωνων με αισθητήρες υπερήχων)

Τα παραπάνω δοκιμαστικά τρίγωνα πολλαπλασιαζόμενα δημιουργούν εξάγωνα, τα οποία αποτελούν και την τελική επιφάνεια. Για τις ανάγκες της διπλωματικής εργασίας κατασκευάστηκαν τρία συνολικά εξάγωνα για να προκύψει ένα λειτουργικό μοντέλο και να έχουμε τη δυνατότητα της ανταπόκρισης σε φυσικό μέγεθος.



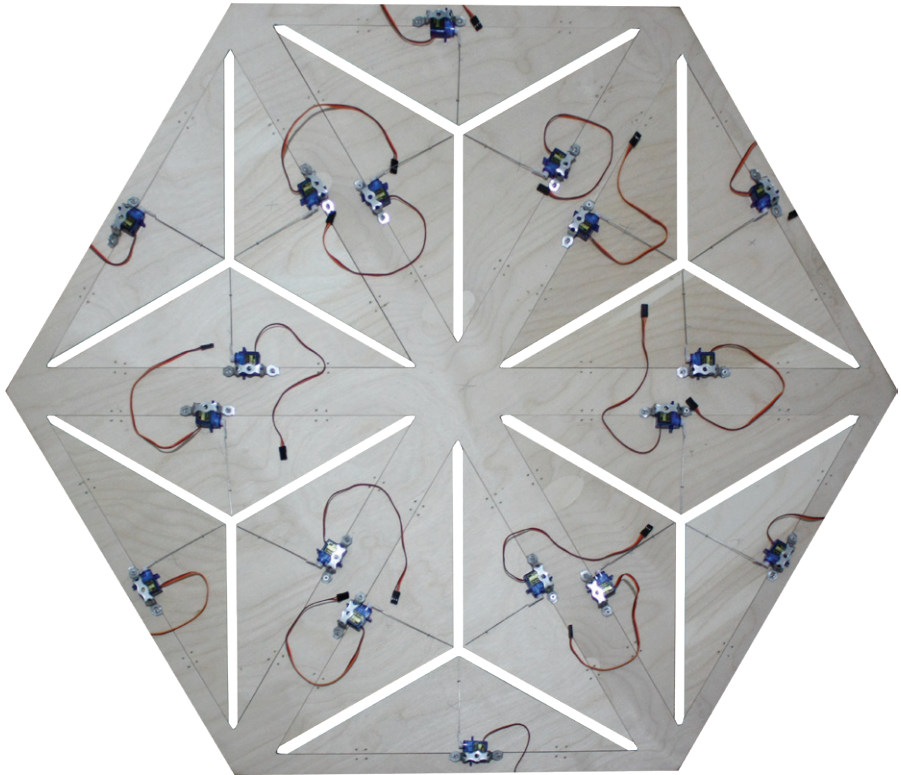
Η επιφάνεια είναι κόντρα-πλακέ 6mm (για την ακαμψία της κατασκευής) και αποτελείται από τα περιγράμματα των εξάγωνων με τα εσωτερικά τρίγωνα, όπου τοποθετούνται μικρότερα κινητά τρίγωνα και συνδέονται με μικρούς μεντεσέδες.

Στον άξονα περιστροφής των κινητών τριγώνων, σταθεροποιούνται τα μοτέρ και επεκτείνεται η κεφαλή τους με ντίζα που περνάει από δακτύλιο στην άκρη του τριγώνου. Λόγω περιορισμένης δύναμης των μοτέρ που επιλέχθηκαν (για να διατηρηθεί το μέγεθος και το κόστος σε λογικά επίπεδα), τα εσωτερικά κινητά ξύλινα τρίγωνα των 6mm αντικαταστάθηκαν από χαρτόνι πάχους 5mm. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα αφενός την ευκολότερη κίνηση και ομαλότερη λειτουργία της κατασκευής αλλά και την μείωση του συνολικού βάρους της.

Τα μοτέρ συνδέονται ανά τρία δημιουργώντας στην συνολική κατασκευή των τριών εξάγωνων 18 ομάδες, όπου κάθε ομάδα θα κινείται με τον ίδιο ρυθμό. Στην επιφάνεια τοποθετούνται τρεις αισθητήρες απόστασης υπερήχων (ένας ανά εξάγωνο). Τα μοτέρ και οι αισθητήρες συνδέονται μεταξύ τους μέσω του μικροϋπολογιστή (arduino), ο οποίος επεξεργάζεται την πληροφορία.

Ο κωδικός του μικροϋπολογιστή δημιουργείται κατάλληλα ώστε όταν ανιχνεύεται μεγάλη απόσταση από τους αισθητήρες, τα μοτέρ να παραμένουν σταθερά (διατηρώντας κλειστά τα τρίγωνα). Όσο η απόσταση που ανιχνεύεται μειώνεται (που σημαίνει ότι ένας ενεργοποιητής του μετασχηματιστή χώρου πλησιάζει), τα τρίγωνα ανοίγουν αντίστοιχα μέσω της κίνησης που μεταδίδονται από τα μοτέρ.

Η δοκιμή της παραπάνω συνδεσμολογίας με τους αισθητήρες απόστασης υπερήχων απέτυχε να λειτουργήσει όπως ορίστηκε, λόγω των μετρήσεων που προέκυπταν σε συνδυασμό με την κίνηση των τριγώνων.

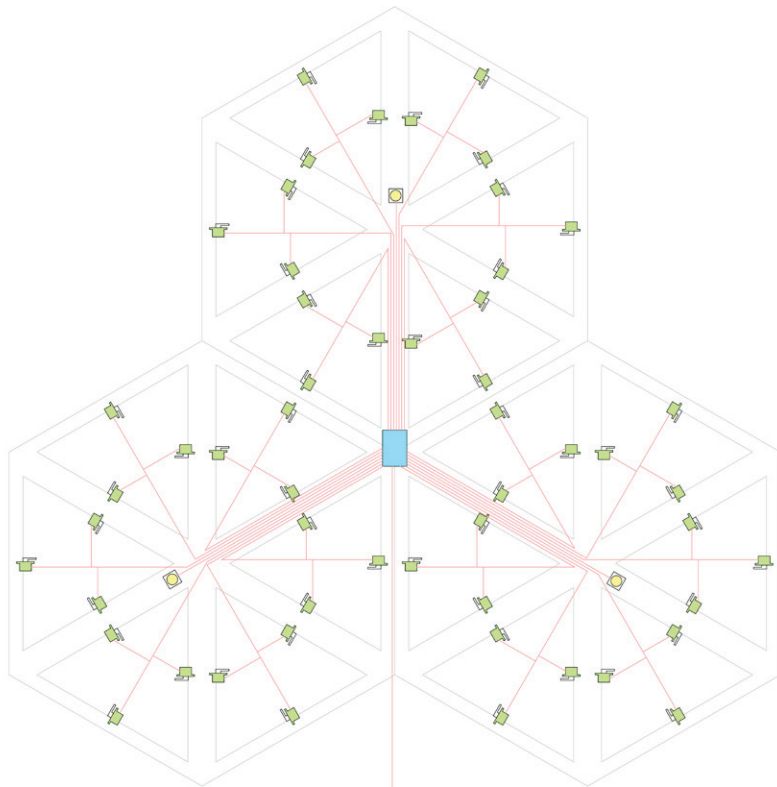


### **Τελική κατασκευή**




Την τελική της μορφή πήρε η κατασκευή όταν εγκαταστάθηκαν οι αισθητήρες απόστασης υπερήχων με αισθητήρες κίνησης. Το πλεονέκτημα ήταν η ευκολία επεξεργασίας της δεδομένης πληροφορίας, με αποτέλεσμα η ανταπόκριση της επιφάνειας να είναι άμεση με ελάχιστα (έως και μηδενικά) περιθώρια αποτυχίας.

Η συνδεσμολογία των μηχανικών μερών φαίνεται στο διάγραμμα και περιλαμβάνει 54 μοτέρ τύπου servo, τρεις αισθητήρες κίνησης, έναν μικροϋπολογιστή arduino και έναν μετασχηματιστή 5V για την τροφοδοσία.

Η ανταπόκριση της επιφάνειας ενεργοποιείται όταν ανιχνευθεί κίνηση από τους αισθητήρες. Κάθε αισθητήρας είναι υπεύθυνος για την κίνηση των τριγώνων που υπάρχουν γύρω του (δηλαδή κάθε εξάγωνου).



5V  
τροφοδοτικό — παροχή ρεύματος

-  μωτέρ servo
-  αισθητήρας κίνησης
-  μικροϋπολογιστής arduino

Παρακάτω γίνεται ανάλυση του κώδικα που δημιουργήθηκε ειδικά για την λειτουργία της κατασκευής.

```
#include <ServoEx.h>
```

Στην αρχή του προγράμματος δηλώνονται οι βιβλιοθήκες (εξωτερικοί αλγόριθμοι) που θα χρειαστούν κατά τη λειτουργία.

```
int inputPin1 = 2;  
int inputPin2 = 3;  
int inputPin3 = 4;
```

Ορίζεται η θύρα που θα παραλάβει την πληροφορία από τους αισθητήρες στην πλακέτα του arduino.

```
int pirState1 = LOW;  
int pirState2 = LOW;  
int pirState3 = LOW;
```

Ορίζεται η αρχική κατάσταση του αισθητήρα κίνησης.

```
int val1 = 0;  
int val2 = 0;  
int val3 = 0;
```

Ορίζεται η μεταβλητή που θα δίνει την κατάσταση του αισθητήρα (αν έχει ανιχνεύσει κίνηση ή όχι).

```
ServoEx servo1;  
ServoEx servo2;  
ServoEx servo3;  
ServoEx servo4;  
ServoEx servo5;  
ServoEx servo6;  
ServoEx servo7;  
ServoEx servo8;  
ServoEx servo9;  
ServoEx servo10;  
ServoEx servo11;  
ServoEx servo12;
```





```
ServoEx servo13;  
ServoEx servo14;  
ServoEx servo15;  
ServoEx servo16;  
ServoEx servo17;  
ServoEx servo18;
```

Δηλώνονται τα μοτέρ με αύξοντα αριθμό.

```
void setup() {  
  Serial.begin(9600);
```

Αρχή αλγορίθμου και επικοινωνία με τον υπολογιστή μέσω της συριακής θύρας.

```
servo1.attach(31);  
servo2.attach(32);  
servo3.attach(33);  
servo4.attach(34);  
servo5.attach(35);  
servo6.attach(36);  
servo7.attach(37);  
servo8.attach(38);  
servo9.attach(39);  
servo10.attach(40);  
servo11.attach(41);  
servo12.attach(42);  
servo13.attach(43);  
servo14.attach(44);  
servo15.attach(45);  
servo16.attach(46);  
servo17.attach(47);  
servo18.attach(48);
```

Δηλώνονται οι θύρες σύνδεσης των μοτέρ με την πλακέτα arduino.

```
pinMode(inputPin1, INPUT);  
pinMode(inputPin2, INPUT);  
pinMode(inputPin3, INPUT); }
```

Δηλώνονται οι αισθητήρες ως δέκτες πληροφορίας.



```
void loop(){  
  
val1 = digitalRead(inputPin1);  
val2 = digitalRead(inputPin2);  
val3 = digitalRead(inputPin2);
```

Οι μεταβλητές που ορίστηκαν παραπάνω λαμβάνουν τιμή.

```
if (val1 == HIGH) {  
    servo1.move(85,350);  
    servo2.move(85,350);  
    servo3.move(85,350);  
    servo4.move(85,350);  
    servo5.move(85,350);  
    servo6.move(85,350);  
}
```

Ορίζεται συνθήκη κατά την οποία εάν ο πρώτος αισθητήρας εντοπίσει κίνηση δίνει εντολή στα μοτέρ που του αντιστοιχούν να κινηθούν.

```
else {  
    servo1.move(0,350);  
    servo2.move(0,350);  
    servo3.move(0,350);  
    servo4.move(0,350);  
    servo5.move(0,350);  
    servo6.move(0,350);  
}
```

Αν ο αισθητήρας δεν λάβει κίνηση, τότε δίνεται εντολή να παραμείνουν τα μοτέρ στην αρχική τους θέση.

```
if (val2 == HIGH) {  
    servo7.move(85,350);  
    servo8.move(85,350);  
    servo9.move(85,350);  
    servo10.move(85,350);  
    servo11.move(85,350);  
    servo12.move(85,350);  
}
```



Ορίζεται συνθήκη κατά την οποία εάν ο δεύτερος αισθητήρας εντοπίσει κίνηση δίνει εντολή στα μοτέρ που του αντιστοιχούν να κινηθούν.

```
else {  
  servo7.move(0,350);  
  servo8.move(0,350);  
  servo9.move(0,350);  
  servo10.move(0,350);  
  servo11.move(0,350);  
  servo12.move(0,350);  
}
```

Αν ο αισθητήρας δεν λάβει κίνηση, τότε δίνεται εντολή να παραμείνουν τα μοτέρ στην αρχική τους θέση.

```
if (val3 == HIGH) {  
  servo13.move(85,350);  
  servo14.move(85,350);  
  servo15.move(85,350);  
  servo16.move(85,350);  
  servo17.move(85,350);  
  servo18.move(85,350);  
}
```

Ορίζεται συνθήκη κατά την οποία εάν ο τρίτος αισθητήρας εντοπίσει κίνηση δίνει εντολή στα μοτέρ που του αντιστοιχούν να κινηθούν.

```
else {  
  servo13.move(0,350);  
  servo14.move(0,350);  
  servo15.move(0,350);  
  servo16.move(0,350);  
  servo17.move(0,350);  
  servo18.move(0,350);  
}
```

Αν ο αισθητήρας δεν λάβει κίνηση, τότε δίνεται εντολή να παραμείνουν τα μοτέρ στην αρχική τους θέση.

```
}
```



# Κεφάλαιο 5

Καταγραφή ανταπόκρισης πρωτότυπου στο χώρο

---





Η επιφάνεια πήρε τη θέση στο χώρο της. Η εγκατάσταση έγινε στο κτίριο της σχολής Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και συγκεκριμένα επιλέχτηκε μία θέση στον κεντρικό διάδρομο της σχολής. Η ανάρτηση έγινε από τους διαδρόμους του όροφου με αποτέλεσμα να μπορεί κανείς να αναγνώσει την κατασκευή από δύο επίπεδα. Στο επίπεδο του ισογείου βιώνεται η εμπειρία της ανταπόκρισης της επιφάνειας καθώς κινείσαι από κάτω της, ενώ στο επίπεδο του ορόφου μπορεί κανείς να δει τη λειτουργία της από την σκοπιά της κατασκευαστικής επίλυσης.

Αφού έγινε η εγκατάσταση ο χώρος άλλαξε. Κάτι συνέβαινε στο διάδρομο και αυτό ήταν εμφανές από την περιέργεια που είχε αρχίσει να αναπτύσσεται από τους παρευρισκόμενους. Αρχικά, προσέγγιζαν την κατασκευή με εξεταστικό βλέμμα, προσπαθώντας να κατανοήσουν το λόγο που βρισκόταν εκεί. Στη συνέχεια η κίνηση του ατόμου που πλησίαζε την κατασκευή ενεργοποιούσε την ανταπόκριση της επιφάνειας και τότε ήταν που πραγματοποιούνταν σε πραγματικές συνθήκες οι υποθέσεις που είχαν τεθεί ως βάση για το σχεδιασμό της επιφάνειας.

Το άτομο κινούμενο διέσχιζε το χώρο που όριζε η στατική επιφάνεια σε συνδυασμό με την σχισμές φωτός που προβάλλονταν στο δάπεδο. Με την ενεργοποίηση της επιφάνειας και την ανταπόκρισή της στην κίνηση του ανθρώπου, άλλαζαν τα δεδομένα. Η κίνηση του ατόμου μετατρέπονταν σε στάση και εμπλουτιζόταν με παρατήρηση και αναζήτηση. Η αναζήτηση προερχόταν από την ανάγκη του ανθρώπου να αναγνωρίσει από πού προέρχεται η αλλαγή του περιβάλλοντος του και η παρατήρηση για να κατανοήσει τη λειτουργία αυτού του νέου περιβάλλοντος. Η εμπειρία της κίνησης στον κατά τα άλλα γνώριμο διάδρομο είχε αλλάξει. Όχι μόνον κίνηση έχει γίνει στάση, αλλά και το βλέμμα είχε αλλάξει κατεύθυνση. Αρχικά το άτομο κοιτούσε προς την επιφάνεια σηκώνοντας το κεφάλι προς τα πάνω και στη συνέχεια το φως που διαπερνούσε τις σχισμές κατεύθυνε το βλέμμα στο πάτωμα, όπου γινόταν προβολή της κίνησης



ενεργοποιήθηκε. Η παραπάνω εμπειρία ολοκληρωνόταν με την αλληλεπίδραση του ατόμου με τα άτομα γύρω του, είτε εκφράζοντας συναισθήματα απορίας, είτε αισθήματα χαράς, αφού είχε προηγηθεί ένα είδος παιχνιδιού.

Από την περιγραφή της παραπάνω καταγραφής γίνεται αντιληπτό ότι η επιφάνεια λειτούργησε σε πολλαπλά επίπεδα. Η κιναισθητική εμπειρία του ατόμου επαυξήθηκε, με την πρόκληση κινήσεων που δεν ήταν καθορισμένες κατά την κίνηση του σε ένα διάδρομο. Τα συναισθήματα μετατράπηκαν ή εμπλουτίστηκαν με νέα. Η ανταπόκριση του χώρου στον άνθρωπο είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη μία νέας σχέσης του ατόμου με το περιβάλλον του και παράλληλα τη δημιουργία σχέσεων διάδρασης των ατόμων μεταξύ τους. Τέλος ο χώρος κίνησης που εγκαταστάθηκε η επιφάνεια είχε αλλάξει πλέον νόημα και είχε μετατραπεί σε χώρο στάσης και αλληλεπίδρασης.

Άρα ο ορισμός της κινητικής επιφάνειας ως “Μετασχηματιστής Χώρου” είναι απόλυτα επιτυχής.







Επίλογος

---





Η άνθηση του ψηφιακού κόσμου φαίνεται ότι δε σημαίνει την κατάργηση του φυσικού, όπως έχει πολλές φορές διατυπωθεί. Ο ψηφιακός κόσμος τροφοδοτεί τον φυσικό και τον επαναπροσδιορίζει εισάγοντας νέα δεδομένα. Η σχέση των δύο κόσμων είναι αμφίδρομη και στην υλική τους έκφανση δημιουργούν δομές πολύπλοκες και ενδιαφέρουσες.

Αυτές οι δομές είναι που κάνουν τον άνθρωπο να επανατοποθετείται στο περιβάλλον του με άλλους όρους. Πλέον ο κτισμένος χορός δεν είναι απλός υποδοχέας ζωής, αλλά ζει και ο ίδιος μέσω της ζωής που περιβάλλει. Ο χώρος ανταποκρίνεται στην καθημερινές πρακτικές και ο άνθρωπος διαδρά με αυτόν όσο ποτέ άλλοτε.

Αυτή η σχέση διερευνήθηκε κι έγινε μία προσπάθεια προσδιορισμού της μέσω της μελέτης και κατασκευής του πρωτότυπο που παρουσιάστηκε. Ας ληφθεί ως αφετήρια σε μία διευρυμένη έρευνα υλικών, δομών, συστημάτων και σχέσεων που μπορεί να επακολουθήσει. Οι δυνατότητες που έχουμε είναι ασύλληπτες και τα περιθώρια εξέλιξης του κτισμένου χώρου, ώστε να ικανοποιεί τις ανάγκες μας, τεράστια. Η ανταποκρινόμενη οροφή μπορεί να μετατραπεί εύκολα σε ανταποκρινόμενα πετάσματα και στην συνέχεια σε ανταποκρινόμενα κελύφη. Έχει γίνει η αρχή για την κατασκευή χώρων που δημιουργούν νέες εμπειρίες και συνάπτουν σχέσεις με τους χρήστες τους. Το παραδοσιακό μοντέλο αρχιτεκτονικής (παραγωγής και κατανάλωσης) ανατρέπεται και προτείνονται αρχιτεκτονικά συστήματα που ο χρήστης έχει ενεργό ρόλο στη διαμόρφωση του χώρου και έτσι προκύπτει μια παραγωγική σχέση μεταξύ ανθρώπου και περιβάλλοντος.



Παράρτημα

---



Grasshopper: Το grasshopper είναι μια οπτική γλώσσα προγραμματισμού που λειτουργεί μέσα στο περιβάλλον του Rhinoceros 3D (σχεδιαστικό πρόγραμμα). Το grasshopper χρησιμοποιείται για την κατασκευή παραγωγικών αλγορίθμων (generative algorithms) και παράγει τρισδιάστατες γεωμετρίες μέσω ροής πληροφοριών μεταξύ κόμβων (components).

Arduino: Το arduino είναι ένας μικροϋπολογιστής στον οποίο μπορούν να λειτουργήσουν (μεταφερόμενοι μέσω USB) αλγόριθμοι γραμμένοι σε γλώσσες προγραμματισμού (processing, C, C++). Η πλακέτα του μικροϋπολογιστή έχει υποδοχές στις οποίες μπορούν να συνδεθούν σένσορες και ενεργοποιητές, δημιουργώντας συσκευές που αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον τους.

Servo: Το servo είναι ένα μικρό εξάρτημα (μοτέρ) που έχει έναν προεξέχοντα άξονα. Ο άξονας αυτός μπορεί να τοποθετηθεί σε συγκεκριμένες θέσεις αφού δεχθεί κάποια κωδικοποιημένα σήματα. Συνδέεται με το arduino προσφέροντας τη δυνατότητα κίνησης.

Αισθητήρας απόστασης υπερήχων: Ο αισθητήρας απόστασης υπερήχων έχει έναν πομπό και έναν δέκτη ενσωματωμένα. Ο πομπός στέλνει υπερήχους οι οποίοι ανακλώμενοι στην απέναντι επιφάνεια επιστρέφουν στον δέκτη. Από το χρόνο που χρειάστηκε ο υπέρηχος μέχρι να επιστρέψει στο δέκτη, υπολογίζεται η απόσταση της επιφάνειας ανάκλασης. Οι αισθητήρες αυτοί συνδέονται στο arduino δίνοντας του την αίσθηση της εγγύτητας.

Αισθητήρας κίνησης: Ο αισθητήρας κίνησης υπέρυθρων (PIR) βασίζεται στην αλλαγή της υπέρυθρης (θερμικής) ακτινοβολίας που εκπέμπεται στο περιβάλλον από το κινούμενο σώμα. Συνδεόμενοι στον arduino του παρέχουν τη δυνατότητα ανίχνευσης της κίνησης.



Γενική βιβλιογραφία

---





- 1\_Σ. Κονταράτος, 1983, Η εμπειρία του αρχιτεκτονημένου χώρου και το σωματικό σχήμα, Αθήνα: Καστανιώτης.
- 2\_Άννα Αραμπατζή, Η μαγεία του πραγματικού, Ερευνητικό, Βόλος 2013
- 3\_Lucy Bullivant, 2006, Responsive Environments, London: V&A publications
- 4\_Σ.Γιαννούδης, 2012, Προσαρμόσιμη Αρχιτεκτονική, Εκδοτικός Όμιλος ΙΩΝ
- 5\_Kas Oosterhuis, 2003, Hyperbodies, Birkhauser
- 6\_Patrick Schumacher, 2004, Responsive environments - From Drawing to Scripting
- 7\_Γ.Κ.Αντζάμπου, Χώρος και κίνηση, 2009, ΔΠΜΣ ΕΜΠ
- 8\_Α.Κιτρινιάρης, Αισθητική οικολογία, 2013, ΔΠΜΣ ΕΜΠ
- 9\_Ναταλία Ρούσσου, Πέρα από την εικόνα, 2005, Διάλεξη ΕΜΠ
- 10\_Purnima Bhaskaran, Kinesthetics, 2014, University School of Design, Mysore, India
- 11\_Architectural Design, 4dsocial, July-August 2007
- 12\_<http://crlrss.com/projects/kineticmembranes/>
- 13\_<http://theprincipals.us/cosmic-quilt/>
- 14\_[http://www.barkowleibinger.com/archive/view/kinetic\\_wall](http://www.barkowleibinger.com/archive/view/kinetic_wall)



15\_R.Fortmeyer&C.Linn, 2014, Kinetic Architecture, images publishing

16\_Greg Lynn, 2011, Composites, Surfaces and Software, Yale school of Architecture

17\_Kas Oosterhuis, 2011, Towards a New Kind of Building, nai010 publishers

18\_Bonnie Nardie, 2003, Acting with Technology, The MIT press

19\_S.Yiannoudes, 2006, Exploring kinesthetic spatial experience in the “active room”, intelligent Environments, 2nd IET International Conference

Εικόνες: σ.28 <http://crlrlls.com/projects/kineticmembranes/>

σ.30 <http://theprincipals.us/cosmic-quilt/>

σ.32 [http://www.barkowleibinger.com/archive/view/kinetic\\_wall](http://www.barkowleibinger.com/archive/view/kinetic_wall)

Οι υπόλοιπες εικόνες προέρχονται από προσωπικό αρχείο.



