

-Creating through Dividing-

- designing a cathedral via fractal use -

ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ / COMPUTER SCIENCE - 4342

- ΣΥΝΟΔΕΥΤΙΚΟ ΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ -

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κατά την Σύνθεση του κειμένου αυτού, η ανθρωπότητα διανύει τον 21ο αιώνα, τον αιώνα των τεράστιων τεχνολογικών εξελίξεων, της ψηφιακής επανάστασης και της όλο και μεγαλύτερης ανάγκης για ένταξη των νέων τεχνολογικών μέσων στην καθημερινότητα του ανθρώπου, σε κάθε εργασία, κάθε πολιτικό, πολιτιστικό ή κοινωνικό τεκτενόμενο. Κάθε περίοδος βέβαια της ανθρώπινης ιστορίας, έχει διαφορετικές αλλαγές στον τρόπο ζωής, στην καθημερινότητα και στον τρόπο εργασίας του ανθρώπου, καθώς πέραν των σκοταδιστικών χρόνων όπου ο άνθρωπος χάνει την εμποστοσύνη αλλά και πίστη στον εαυτό του και η σκέψη του αγκυλώνεται σε κάτι άλλο (είτε αυτό ονομάζεται θρησκεία, είτε αυτό ονομάζεται συντηρητισμός και απόλυτη λατρεία των προγώνων κ.ο.κ) ο άνθρωπος προοδεύει, αλλάζει και προσπαθεί να εφεύρει νέα μέσα, νέες μεθόδους και νέα εργαλεία.

Ζεκινώντας λοιπόν με ένα γρήγορο, αλλά ουσιαστικό βλέμα στο μέλλον μπορούμε να δούμε μία εικόνα διαφορετική από τη σημερινή. Από εκεί και πέρα είτε από φιλοδοξία για το καινούριο, το διαφορετικό και το αξιομνημόνευτο, είτε ως ανάγκη να λυθεί ένα σημαντικό πρόβλημα της εποχής, οι δημιουργικοί άνθρωποι δεν μπορούν παρά να συνεχίσουν να πειραματίζονται με τα όσα τους δίνει η εποχή τους.

Επιστρέφοντας βέβαια στην εποχή μας, η γενιά μας έχει να αντιμετωπίσει πολλά προβλήματα. Με την κλιματική κρίση, τους προβληματισμούς περί ποιότητας ζωής και τα επικίνδυνα αυξημένα προσοστά αστικοποίησης εμείς, η νέα γενιά σχεδιαστών και δημιουργών έχουμε την ανάγκη να αφοσιωθούμε στα έργα μας και να δημιουργήσουμε με τον οποιοδήποτε τρόπο μπορούμε κάτι διαφορετικό από τους προηγούμενους. Έχουμε λοιπόν την ανάγκη (και την υποχρέωση ίσως) να εφεύρουμε καινούριους τρόπους ζωής και να δομήσουμε πρωτοπόρα και έξυπνα τον κόσμο γύρω μας. Σήμερα ένα από τα μέσα με τα οποία μπορούμε να πειραματιστούμε είναι η τεχνολογία και φυσικά κάθε παρακλάδι αυτής. Επομένως, σε αυτό το κείμενο θα αναλύσουμε μία εφαρμογή του προγραμματισμού στο σχεδιασμό παραμετρικών κτηρίων, χρησιμποποιώντας τη γλώσσα p5.js.

– ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ –

H Iδέα...

1.1 Πηγή έμπνευσης...

Η φύση είναι πηγή έμπνευσης του ανθρώπου, καθώς τόσο η ομορφιά όσο και ο μοναδικός τρόπος με τον οποίο όλα είναι σχεδιασμένα, με στόχο η αλληλεπίδρασή τους να φέρει το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα για την διαιώνισή της, είναι ένα αξιοθαύμαστο και άξιο μίμησης για τον άνθρωπο αντικείμενο. Παρόλη όμως την περιπλοκότητα που την διακατέχει ακόμα και αυτή φαίνεται να έχει ορισμένες σχεδιατικές επιλογές, με μία από αυτές να είναι η recursive επινάληψη δομών. Ενώ σε μία επέκταση αυτής μπορούμε να οδηγηθούμε και στα πιο γνωστά Fractals.

Ένα παράδειγμα που μας απασχόλησε ήταν τα φύλλα των δέντρων.

Τα δέντρα για να επιβιώσουν απαιτούν τη φωτοσύνθεση, μία διαδικασία η οποία μετατρέπει την ενέργεια του ήλιου σε χημική ενέργεια μέσα στα κύτταρα των φυλωμάτων τους, και στη συνέχεια μεταφέρει τα συστατικά στοιχεία που παράγει στον υπόλοιπο οργανισμό. Αυτό βέβαια απαιτεί έναν συνδυασμό δύο πραγμάτων, την μέγιστη έκθεση δηλαδή στον ήλιο σε συνδυασμό με την καλύτερη διακίνηση των συστατικών στοιχείων.

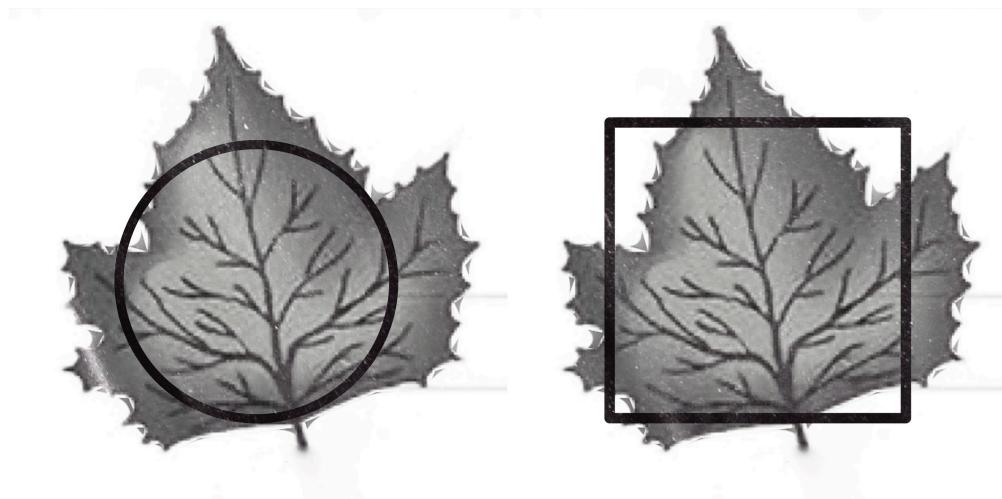


Πώς όμως κατέληξε στη δομή των φύλων που βλέπουμε συχνά χύρω μας:

Ένα τετράγωνο αν και συμπληρώνει στο 100% τον χώρο από τον οποίο οριοθετείται (χονδρικά), δεν θα μπορούσε να μετακινήσει με αποτελεσματικότητα θρεπτικά στοιχεία από όλη την επιφάνεια του, ενώ αντίθετα ενας κύκλος αν και έχει απόλυτη συμμετρία

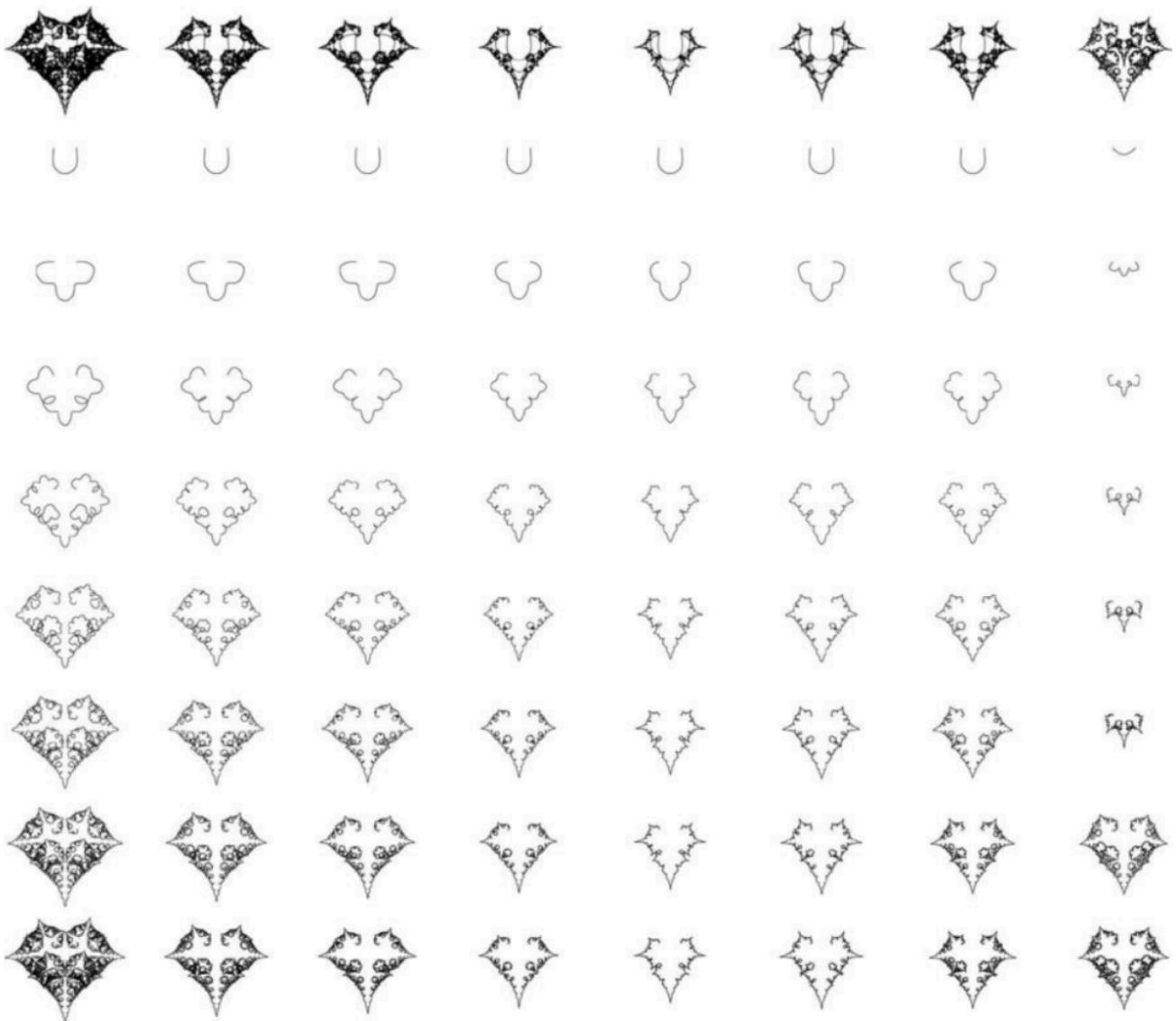
γύρω από ένα σημείο, δεν συμπληρώνει έναν αρκετά μεγάλο χώρο μέσα σε αυτόν που ορίζεται (μικρό εμβαδόν και άρα μικρή επαφή με τον ήλιο).

Η φύση μέσω αων δέντρων φαίνεται να έχει δώσει μία λύση σε αυτό το πρόβλημα, με τη γεωμετρία των φυλωμάτων τους. Στα οποία φαίνεται να λειτουργούν κατάλληλα κανάλια και διακλαδώσεις από το κοτσάνι προς όλη την επιφάνεια, διατηρώντας παράλληλα το μέγιστο δυνατόν εμβαδόν. Κατά πόσο λοιπόν θα μπορούσαμε να εφαρμόσουμε αυτή τη δομή και στις κατόψεις κτηρίων με μεγάλες απαιτήσεις σε χώρο, συνδυαστικά με την μέγιστη άνεση στην κίνηση των ανθρώπων σε αυτόν?



Στην απάντηση αυτού του ερωτήματος βοήθησαν δύο κείμενα από το βιβλίο [EN]CODING ARCHITECTURE - THE BOOK

Βάση μας αποτελεί το κείμενο COLLATERAL INTRICACY (Fleet Hower, RPI [Rensselaer Polytechnic Institute]) στο οποίο αναγράφεται ως μια λύση στην αισθητική έκπτωση της εποχής μας η υιοθέτηση ενός νέου ρεύματος αρχιτεκτονικής, την πρόσμιξη γοτθικών μορφών και ρυθμού με την λογική σκέψη τον οποίο διέπει, με την μαθηματική σκέψη και τις νέες μεθόδους της εποχής μας. Η δημιουργία του συνδυασμού αυτού βοηθάει τον αρχιτέκτονα να κατανοήσει και σχεδιάσει μετέπειτα κάτι το πιο παραδοσιακό και κοντύτερα στο ευρέως αντιληπτό ως αισθητικά ωραίο χρησιμοποιώντας κάτι το πρωτοπόρο, την άμεση χρήση της Recursive λογικής.



Πηγή έμπνευσης επίσης υπήρξαν οι ιδέες του κειμένου DIGITAL DECADENCE - THE FRACTAL DIMENSIONS το οποίο τονίζει του DECADENCE ως μία ολική αποδόσμηση ενός συστήματος, όπως για παράδειγμα κοινωνικού.

"It is about
the process of disintegration of an organism,
of a society or a culture and, more generally,
it concerns the process of fragmentation of a
system of relations."

Είναι λοιπόν, κατά τη γνωμη μας, δυνατόν να διασπάσουμε ένα recursive μοντέλο, δημιουργώντας ιεραρχικά δομημένες αλληλοεξαρτώμενες ομάδες μονάδων. Με αυτό τον τρόπο η αυτονομία της μονάδας είναι σχετική, χωρίς να παύει να έχει μια συγκεκριμένη λογική, της επιτρέπεται να δουλεύει τόσο ατομικά όσο και σε συνεργασία με τις υπόλοιπες μονάδες και με το σύστημα.

— Και τελικά αυτό προτείνουμε ως μία εναλλακτική κάτοψη του κλασσικού γοτθικού ναού, ένας ναός μάλιστα με μεγάλες απαίτήσεις σε χωριτικότητα, ορθή κίνηση στον χώρο, συμμετρία και φωτισμό.

1.2 επί του έργου...

Με την ιδέα της βιομιμιτικής στη δομή των φύλλων, το νέο αρχιτεκτονικό ρεύμα *collateral intricacy* και της φιλοσοφικής έννοιας της διάσπασης της μονάδας έναντι του συνόλου, προχωράμε στο σχεδιασμό. Το εργαλείο που θα δημιουργήσουμε θα υπάγεται στο φάσμα του *parametric design*, ενώ θα έχει και επεκτάσεις σε *generative based design*. Πιο συγκεκριμένα, θέλουμε να εφαρμόσουμε τον νέα αυτό καθεδρικό στην πράξη και να δώσουμε στον χρήστη την ευκαιρία να πειραματιστεί με αυτόν και να δει τι σχήματα μπορούν να παραχθούν. Παράλληλα, θα επιχειρίσουμε να επενδύσουμε το πρόγραμμα με ένα σύστημα προσέγγισης των γενικών του αναλογιών, το οποίο μπορεί να μετεξελιχθεί σε ένα ολικό σύστημα προσέγγισης πολλών στοιχείων του *fractal* ναού (χρησιμοποιώντας την έννοια των *neural networks* και του *backtracking*). Τέλος, μας ενδιαφέρει και η γενίκευση της χρήσης του προγράμματος, οπότε θέλουμε σε έναν πίνακα να δείξουμε τις μαθηματικές λίστες που περιγράφουν τη δομή που δημιουργείται. Με αυτό τον τρόπο ο καθένας μπορεί να αντιγράψει τις τιμές και άρα να αναπαράξει τον ναό σε άλλον υπολογιστή.

Με αυτά ως δεδομένα προχωρήσαμε στην εμβάθυνση της μορφής και το σχεδιασμό του προγράμματος...

— ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ —

Κατασκευατική λογική και πορεία υλοποίησης...

2.1 Εμβάθυνση στην μορφή

Η μορφή του καθεδρικού ναού που δημιουργήσαμε θα θυμίζει, όπως προαναφέρθηκε, το σχήμα ενός φύλλου. Ο ναός θα διατηρεί το κεντρικό κλίτος του, με μία επιμηκυμένη αψίδα, αλλά αντίθετα προτείνει 4 -δυνητικά ίσως και παραπάνωκεραίες, το οποίο μορφολογικά, έχει τη δυνατότητα να δώσει την αίσθηση περίκεντρου ναού (διατηρώντας βέβαια έναν κύριο άξονα).

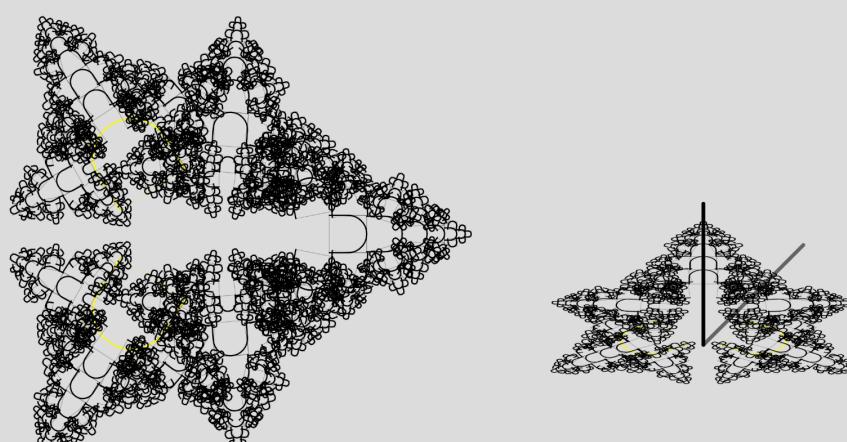
Ως τομή προτείνεται η υιοθέτηση της δουλειάς του Antonio Gaudi η οποία επίσης άμεσα επηρεασμένη από τη φύση ακόμα και σε μορφολογικό στάδιο, ακολουθεί μία παρόμοια λογική ως προς την χρήση της βιομιμιτικής, χρησιμοποιώντας την μορφή πλευρικά εξασφαλισμένων αλυσίδων για τη δημιουργία των τόξων στις μοναδικές του συνθέσεις με το πιο γνωστό παράδειγμα να είναι η Sagrada Famillia στην Βαρκελώνη.

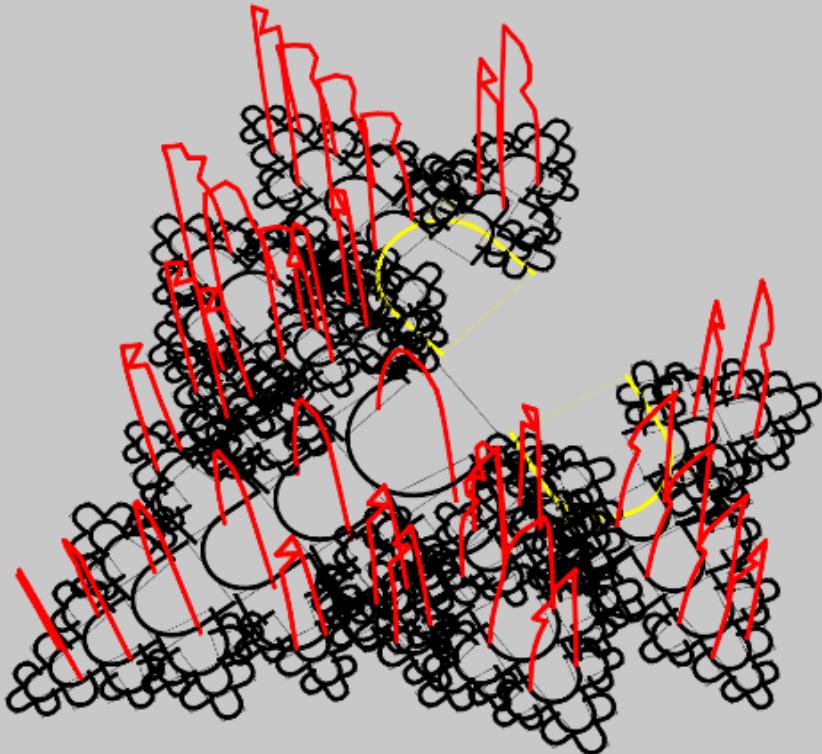
Ως τελευταίο λοιπόν στάδιο της εργασίας μας θα προσθέσουμε μία άποξη των τόξων που θα αποτελούν την ραχοκοκαλιά του ναού, εμπνευσμένοι από το έργο του Gaudi.



Το τελικό αποτέλεσμα εξελίχθηκε ως εξής:

height	
rotation0_1:	0.7504943502824858
rotation0_2:	0.5504943502824857
rotation0_3:	0.9400000000000001
rotation0_4:	0.9400000000000001
rotation0_5:	0.9400000000000001
rotation0_6:	0.4916243654822335
rotation0_7:	0.5038071065986846
rotation0_8:	0.4400000000000001
rotation0_9:	0.4400000000000001
rotation0_10:	0.7294416243654822
rotation0_11:	0.7294416243654822
rotation0_12:	0.6
rotation0_13:	0.6
rotation0_14:	0.6
rotation0_15:	0.6
rotation0_16:	0.6
rotation0_17:	0.6
rotation0_18:	0.6
rotation0_19:	0.6
rotation0_20:	undefined





2.2 Εμβάθυνση στην σύνθεση του κάδικα και την λογική του

Μέσα από το εργαλείο, ο χρήστης είναι ικανός να διαχειριστεί την κάτοψη ενός καθεδρικού ναού, οργανωμένου με την λογική του Fractal. Πατώντας το πάνω βελάκι μπορεί να αλλάξει τον κόμβο που επεξεργάζεται (ο οποίος είναι highlighted με κίτρινο χρώμα) και μετακινώντας το ποντίκι να αλλλάζει την κλίση του κόμβου (κάθετη μετακίνηση) και την αναλογία με την οποία αυτός πολλαπλασιάζεται (οριζόντια μετακίνηση).

Ανάλογα με την στροφή που θα δώσουμε στον πρώτο κόμβο, η πίσω αψίδα του ναού θα επιμυκινθεί ή θα μικρίνει, προκειμένου να διατηρήσει μία σωστή αναλογία στο ναό, αλλάζοντας τη μορφή του από επίκεντρο σε βασιλική.

Για την εκτέλεση του προγράμματος δανειζόμαστε την λογική του tree fractal, αφού αυτή παραπέμπει καλύτερα στην δεντροειδή μορφή που αναλύσαμε παραπάνω. Το πρόγραμμα λοιπόν θα λειτουργήσει σε δύο άξονες, ο ένας εκ των οποίων θα φτιάξει τον κορμό, με τις απαραίτητες αναλογίας και στροφές κόμβων και μονάδων, ενώ ο άλλος θα λαμβάνει τις τιμές του πρώτου για να επενδύσει το οπτικό κομμάτι. Με αυτόν τον τρόπο υπάρχει απόλυτη ελευθερία στο εικαστικό μέρος, όσο έχει να κάνει με την επεξεργασία της μορφής της κύριας μονάδας, καθώς μάλιστα αυτή θα την περιγράψουμε σε ένα class.

Η δυσκολία των fractal σε σχεδιαστικό επίπεδο είναι ότι είναι πολύ δύσκολο να υπολογίσει κάποιος την ακριβή μορφή τους. Μια αλλαγή μπορεί να φέρει αμέτρητες άλλες, ενώ η υπολογιστική προσέγγιση της πρόσθεσης της κλίσης και του μεγέθους όλων των τμημάτων είναι χρονοβόρα και δύσκολη, ειδικά όταν οι μονάδες λειτουργούν ανεξάρτητα με push-pop και translate() στον κώδικα. Για αυτό το λόγο, δημιουργείται ένα απλό σύστημα αξιολόγησης των rotation11, ration01, ration02, ration11 και ration12, πολλαπλασιάζοντας τις τιμές τους με έναν συντελεστή ο οποίος ορίζει την επιρροή που έχουν στην αλλαγή του μήκους και ύψους. Όποτε το πρόγραμμα, μέσω του function network(), μπορεί να αναγνωρίσει ποια είναι η μεγαλυτερη διάσταση.

Την λυση αυτήν την προτείνουμε ως έναν αποτελεσματικό τρόπο να προσεγγίσει κάποιος τη μορφή του fractal, καθώς με ένα αρκετά εξελιγμένο neural network, θα ήταν δυνατόν προσεγγίσουμε πολλές λεπτομέρειες. Μόνο τότε θα μπορεί το πρόγραμμα να εξελιχθεί σε generative tool.

— Πιο συγκεκριμένα:

Το αυτοεπαναλαμβανόμενο σύστημα παίρνει τις τιμές από 5 πίνακες, οι οποίοι περιέχουν λίστες με τις κλίσεις και τις αναλογίες που θα έχει η κάθε μονάδα(ή σύστημα μονάδων), και οι οποίες είναι τόσο μεγάλες όσο και τα repetitions του precursion τα οποία μετράμε σε κάθε επανάληψη και αποθηκεύουμε στη μεταβλητή “repnew”. Το σύστημα σταματάει να πολλαπλασιάζεται μόλις έχει φτάσει ένα συγκεκριμένο μέγεθος “d”

```
function setup() {
  createCanvas(windowWidth, windowHeight);
  background(180);

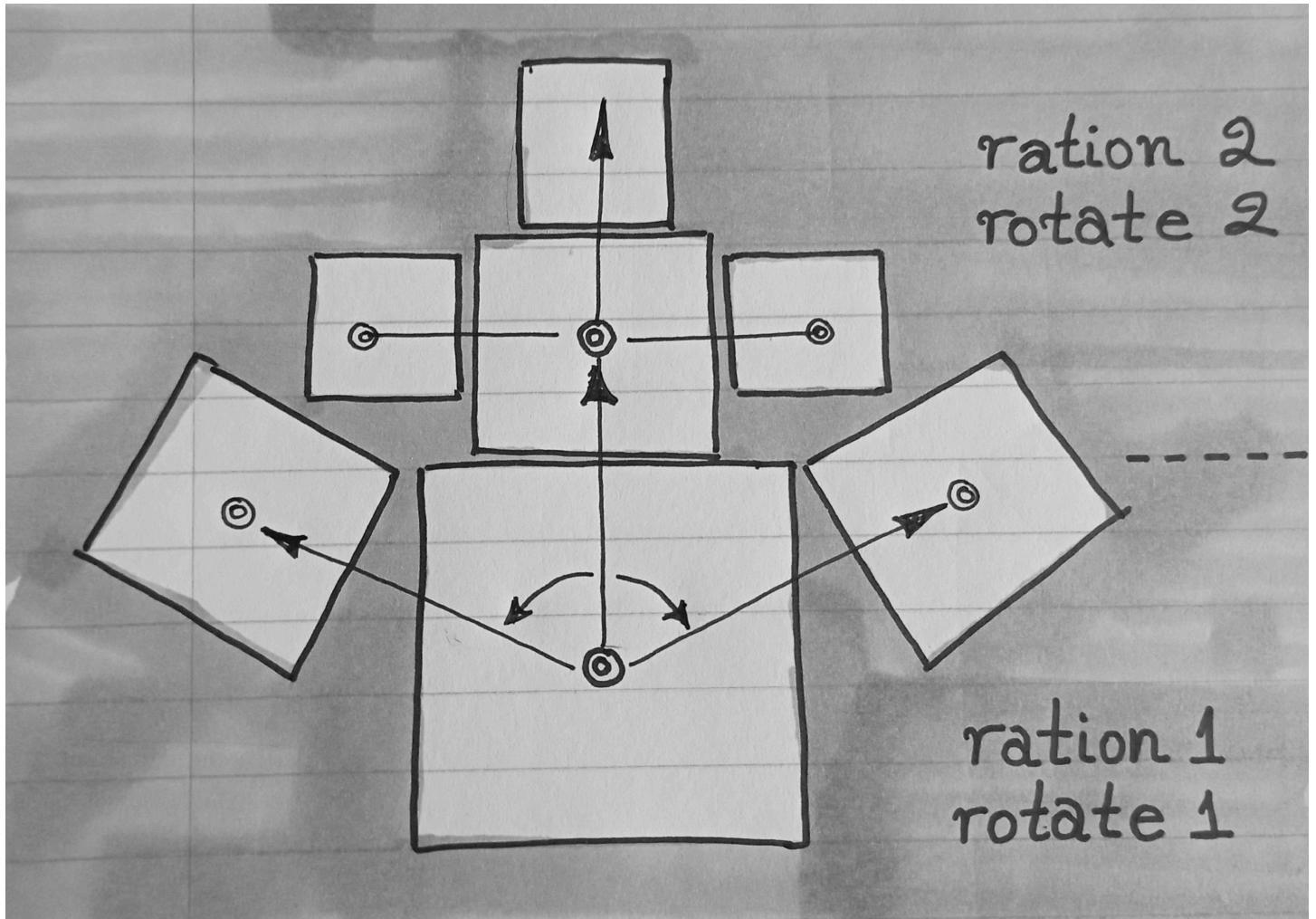
  dim = windowHeight/15;

  for (let i=0; i<20; i++){
    rotation[0].push(PI/2.2);
    rotation[1].push(PI/2.2);
    ration[0].push(0.7);
    ration[1].push(0.6);
    ration[2].push(0.6);
    //ration[1][1] = 0.5;
  }
}
```

```
function church(rep,dim,ratio){
  if (dim>d){
    rep++;
    repnew = rep;

    push();
    strokeWeight(5);
    translate(0,dim+dim*ratio+difa);
    //point(0,0);
```

Στη συνέχεια δημιουργούμε το recursion βασισμένο στο σύστημα του fractal tree, το οποίο σε κάθε του βήμα σπάει σε τρεις κινήσεις, οι οποίες μέσα από τις λειτουργίες translate και rotate, θα αξιοποιήσουν τις τιμές των παραπάνω πινάκων για να αλλάξουν το σημείο 0 των συντεταγμένων και πάνω σε αυτό να τοποθετήσουν την κατάλληλη μονάδα.



Δημιουργούμε λοιπόν ένα class, το οποίο λαμβάνει ως στοιχεία κατασκευής την ανάλογη γωνία, αναλογία, χρώμα (αν αποτελεί κόμβος διαχείρισης) και αν βρίσκεται αριστερά δεξιά ή πάνω από το σημείο εφαρμογής. Τότε δημιουργείτε το κατάλληλο τετράγωνο και εγγεγραμμένο σε αυτό το καμπύλο τελικό σχημα. Παράλληλα, με τη μεταβλητή "difa" μπορούμε να πειράξουμε κατά ποσό αυτό θα επιμηκυνθεί, οξύνοντας τη γωνία της μορφής.

```

class cube {
  constructor(x,y,dim,ratio,direction,difference,k,rep){
    this.xposition = x;
    this.yposition = y;
    this.side = ratio*dim;
    this.direction = direction;
    this.dif = difference;
    this.mode = k;
    this.rep = rep
  }
  render(){
    //fill("black");
    noFill();
    if (this.mode == this.rep){
      stroke("yellow");
    }else{
      //print(rep);
      stroke("black");
    }
    if (this.direction == 1){
      strokeWeight(0.2);
    }
    rect (this.xposition - this.side, this.yposition - this.side, this.side*2, this.side*2+this.dif);
    strokeWeight(weight);
    line(this.xposition - this.side,
        this.yposition - this.side,
        this.xposition - this.side,
        this.xposition+this.dif );
    line(this.xposition + this.side,
        this.yposition - this.side,
        this.xposition + this.side,
        this.xposition+this.dif )
    //line(this.xposition - this.side, this.yposition - this.side*2, this.xposition + this.side*2, this.yposition+this.dif, 2*this.side, 2*this.side, 0, PI);
    arc(this.xposition, this.yposition+this.dif, 2*this.side, 2*this.side, 0, PI);
  }
}

```

Για τη διαχείρηση φτιάχνουμε το function `sculpt()` το οποίο διαβάζει τον κόμβο του οποίο θελουμε να επεξεργαστούμε -αυτος βασίζεται στο βάθος των repetition που γίνονται- και ανάλογα με την θέση του ποντικιού επηρεάζει την τιμή του πίνακα που ανταποκρίνεται στο σωστό repetition.

```

//Χρήσεις προγράμματος manual
function sculpt(){
  if (go === 1){
    //ration[0][2] = 0.3;
    //ration[1][2] = 0.2;
    ration[1][k] = map(mouseX,0,width,0.3,0.8)
    ration[2][k] = map(mouseX,0,width,0.3,0.8)
    rotation[0][k] = map(mouseY,0,height,PI/1.3,PI/2.9)
    rotation[1][k] = map(mouseY,0,height,PI/1.3,PI/2.9)
  }
}

```

Οι τιμές είναι περιορισμένες αφού από ένα σημείο και μετά το τελικό αποτέλεσμα θα απομακρυνόταν πολύ από τη μορφή ναού (αν για παράδειγμα στρίβατε τον κόμβο 180 μοίρες).

Ακόμα, σχεδιάζουμε τα δυο τελευταία functions, `table()` και `axonometric()`, τα οποία συμπληρώνουν το interface. Το πρώτο εκτυπώνει στην οθόνη της τιμές των μεταβλητών που δομούν το σύστημα, ώστε αυτές να μπορούν να αντιγράφουν και να αποθηκευτούν, ενώ το δεύτερο αλλάζοντας το scale σε `scale(1,0.5)` θα συμπιέσει το σύστημα στο δεξιά μέρος την οθόνης για να δώσει την ψευδαίσθηση του αξονομετρικού σχεδίου, ως μία δεύτερη οπτική γωνία.

```

function table(){
  let Numratio = repnew + ration[1].length;
  let Numratio = rotation[0].length;
  //text(Numratio,0,0);
  point(0,0);

  for(let i=0; i<Numratio; i++){
    textSize(10);
    push();
    noStroke();
    strokeWeight(1);
    rect(0,10,(repnew-1)*(windowHeight/Numratio)+60,(repnew-1)*(windowHeight/Numratio)+5)
    rect((repnew-1)*(windowHeight/Numratio)+65,10,(repnew-1)*(windowHeight/Numratio)+60,(repnew-1)*(windowHeight/Numratio)+5)
    pop();
    push();
    noFill();
    strokeWeight(1);
    rect(0,(repnew-1)*(windowHeight/Numratio)+5,(repnew-1)*(windowHeight/Numratio)+60,windowHeight - (repnew-1)*(windowHeight/Numratio)+5);
    rect((repnew-1)*(windowHeight/Numratio)+5,(repnew-1)*(windowHeight/Numratio)+65,(repnew-1)*(windowHeight/Numratio)+5,(repnew-1)*(windowHeight/Numratio)+60);
    windowHeight - (repnew-1)*(windowHeight/Numratio)+5);
    pop();
  }
}

```

Τέλος, ως προς το `network()`, οι τιμές που διαβάζει θα μετατραπούν μέσω του `function map`, σε ανάλογες τιμές ανάμεσα στο 0.1 και 1. όσο μεγαλύτερη είναι η επίδραση μιας τιμής στη διάσταση, τόσο μεγαλύερος θα είναι και ο αριθμός με τον οποίο πολλαπλασιάζεται. Αν μία τιμή μικραίνει μία διάσταση, τότε αυτή θα πολλαπλασιαστεί με αριθμό <1. Στη συνέχεια, όλες οι τιμές θα προστεθούν στις μεταβλητές `wid` (`width`) και `height`, ώστε να βρεθεί η αναλογία των δύο, να γίνει `return` και στη συνέχεια αυτή να περάσει σε μία μεταβλητή `rat` (`ratio`) για ευρύτερη χρήση.

```
function network(){
let rotation1 = map(rotation[0][1],PI/1.3,PI/2.9,0.1,1);

let ratio01 = (ration[0][1],0.3,0.8,0.1,1);
let ratio02 = (ration[0][2],0.3,0.8,0.1,1);
let ratio11 = (ration[1][0],0.3,0.8,0.1,1);
let ratio12 = (ration[1][1],0.3,0.8,0.1,1);

let wid = rotation1*1 + ratio01*2.7 + ratio02*1.6 + ratio11*1 + ratio12*1.3
let heigh = rotation1*1.1 + ratio01*0.8 + ratio02*0.8 + ratio11*3.45 + ratio12*1.5

scale(1,-1);
rotate(-PI/2);
translate(-width/3.4,-240);
if (wid>heigh){
  textSize(102);
  //text("width", 50, 50);
  stop = 1;
} else{
  //text("height", 50, 50);
  //ration[0][1] -= 0.05;
}
return(wid/heigh);
}
```

Ως τελευταίο στάδιο του κώδικα προστίθεται μέ το πάτημα του αριστερού βέλους, μία αξιονομετρική άποψη του ναού με τη μορφή οργανωτικού συστήματος στα τόξα.

- Προστίθεται ένα νέο `class Rope`, του οποίου ο αρχικός κώδικας προήλθε για θέμα οικονομίας χρόνου από το ChatGPT, και με μερικές αλλαγές συντονίστηκε με το υπόλοιπο πρόγραμμα.
- Στο `class cube` προστίθεται ένα ακόμα `function rope`, το οποίο δίνει στο `class` τις τιμές των θέσεων στις οποίες θα εξασφαλιστούν τα σχοινιά, καθώς και μία ανάλογη με το `this.side` τιμή "Gravity", ώστε να ελεγχθούν οι καμπύλες.
- Δίνεται η μεταβλητή `gaudi` = 0, η οποία θα γίνει ίση με ένα (1) όταν πατηθεί το αριστερό βέλος, και τότε θα ανοίξει στο `Loop draw`, μία καόμα διεργασία, η οποία θα αλλάζει τον καμβά σε `WEBGL` και πάνω στο νεο τρισδιάστατο σύστημα θα ζωγραφίζει την κάτοψη με τα `ropes` στις σωστές θέσεις.

```
if (gaudi==1){
  push();
  createCanvas(windowWidth>windowHeight,WEBGL)
  rect(10,10,10,10)
  background(200);

  orbitControl(); // Allows mouse control for orbiting the view
  rotateX(PI/7);
  translate(0,-height/10,0);
  //rotateY(-PI/10);
  rotateZ(theta);
  church(rep,dim-10,ration[0][rep+1],dmin);
  theta += 0.02;
  i=0;
  pop();
}
```

[Link to download content](#)



-Το κυκλοφοριακό σύστημα της αθήνας υποδεικνύει τη σημασία των διακλαδώσεων στην μετακίνηση-

– ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ –

User interface....

3.1 Άμεσο αποτέλεσμα – περιβάλλον χρήστη (user interface).

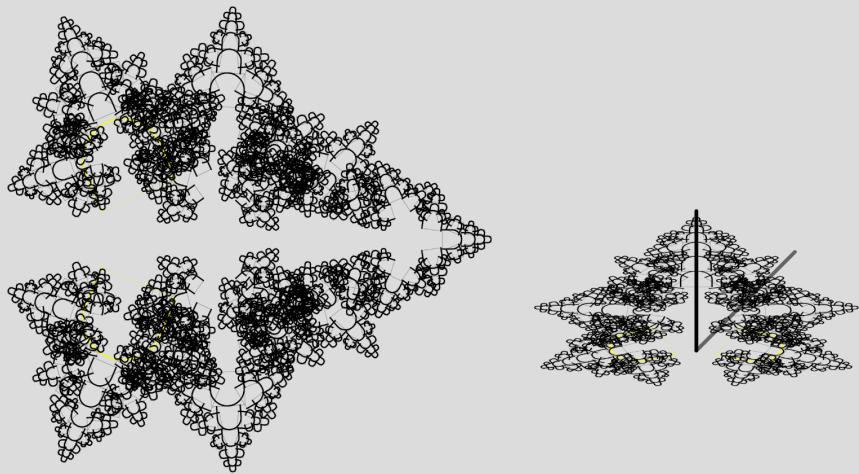
Έχοντας τεκμηριώσει πλέον την πορεία της κατασκευής του διαδραστικού αυτού μοντέλου σχεδιασμού, καταλήγουμε σε έναν τρόπο σχεδιασμού νέο και πρωτοπόρο.

Συγκεκριμένα με το παρόν μοντέλο, ο χειριστής / χρήστης έχει την δυνατότητα να επιλέξει τις διαφορετικές ομάδες μονάδων που έχουν προκύψει από το generative design μιας επαναλαμβανόμενης διασπώμενης μονάδας. Υστερα μπορεί αυτός να επιδράσει στον σχεδιασμό μέσω των γωνιών που σχηματίζονται μέσω αυτών των μονάδων αλλά και ολόκληρων των προαναφερθέντων ομάδων μέσω της κίνησης του κέρσορα εντός του παραθύρου. Παράλληλα, με κάθε αλλαγής μέσω κινήσεων και επιλογών, το σύστημα παρεμβαίνει στην επιδιόρθωση της μορφής της ανατολικής αψίδας, ώστε να επιτευχθεί η συνθετική ισορροπία, καθώς με κάθε μορφολογική αλλαγή, αυτόματα η υπόλοιπη σύνθεση αλλάζει (μακραίνοντας ή μικραίνοντας ή φαρδαίνοντας τον εαυτό της) έτσι

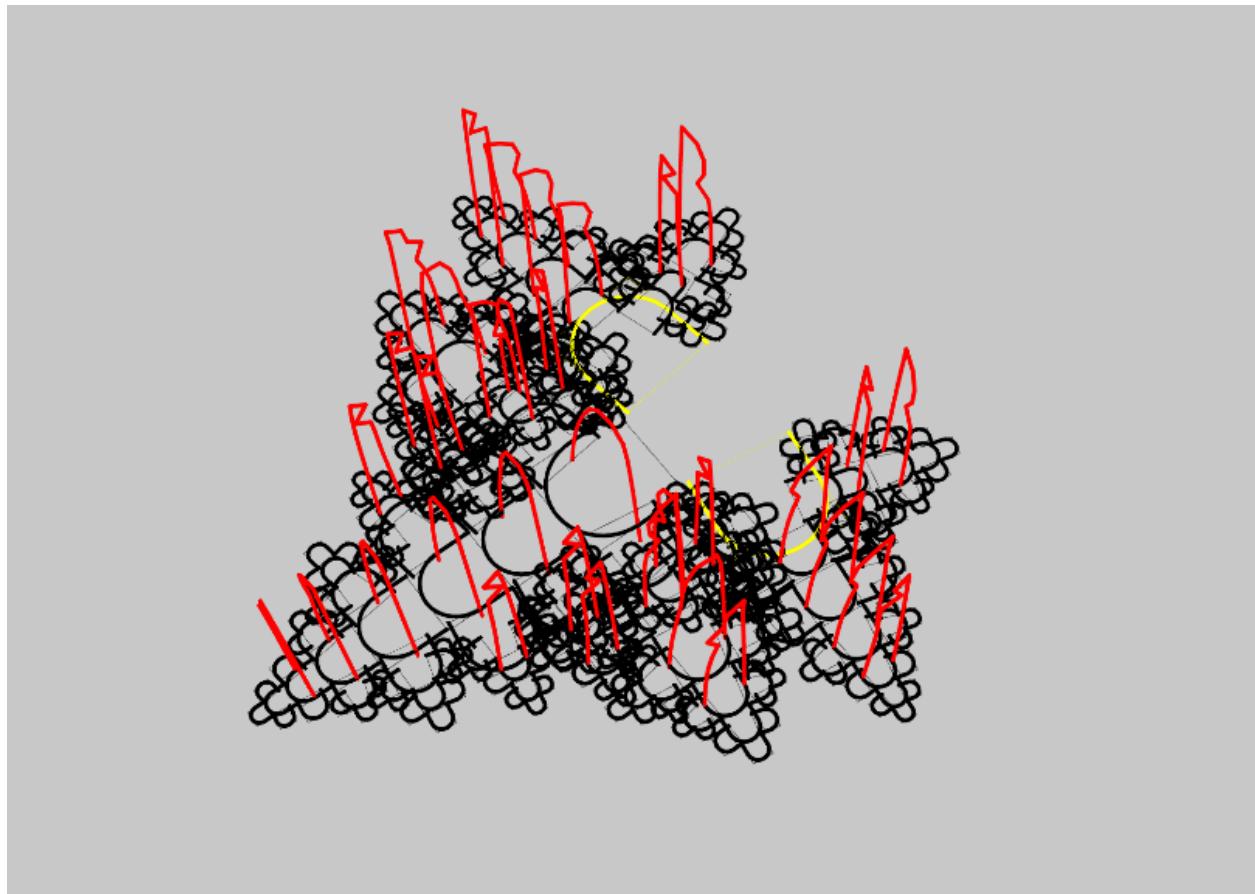
ώστε η σύνθεση ως όλον να αντικατοπτρίζει κάτι το αισθητικά ωραίο αλλά και δομικά εφικτό.

Περεταίρω generative παραμετρικές αλλαγές απαιτούν είναι δύσκολες χωρίς κάποιο neural network, αφού κάθε μονάδα απομονώνεται στον κόμβο της, κάνοντας το δύσκολο να κάνουμε την υπολογιστική μετάβαση από τη μονάδα στο σύνολο με αριθμητικές μεθόδους (υπολογισμό γωνίας και μεγέθους).

height	
ration0_1:	0.7829802259887005
ration0_2:	0.5828622259887005
ration0_3:	0.9400000000000001
ration0_4:	0.9400000000000001
ration1_1:	0.433502539971086
ration1_2:	0.5038071059898648
ration1_3:	0.5332487309864407
ration1_4:	0.73832487309864407
ration1_5:	0.4479956543472091
ration1_6:	0.8362944162436548
ration1_7:	0.6
ration1_8:	0.49771573694060915
ration1_9:	0.6
ration1_10:	0.6
ration1_11:	0.6
ration1_12:	0.6
ration1_13:	0.6
ration1_14:	0.6
ration1_15:	0.6
ration1_16:	0.6
ration1_17:	0.6
ration1_18:	0.6
ration1_19:	0.6
ration1_20:	undefined



Αφού ο σχεδιασμός ολοκληρωθεί, ο χρήστης μπορεί να πατήσει το αριστερό βελάκι και το πρόγραμμα να προτείνει ένα στρεφούμενο αξονομετρικό με τη χρήση τόξων βασισμένων στη λογική του Antonio Gaudi.

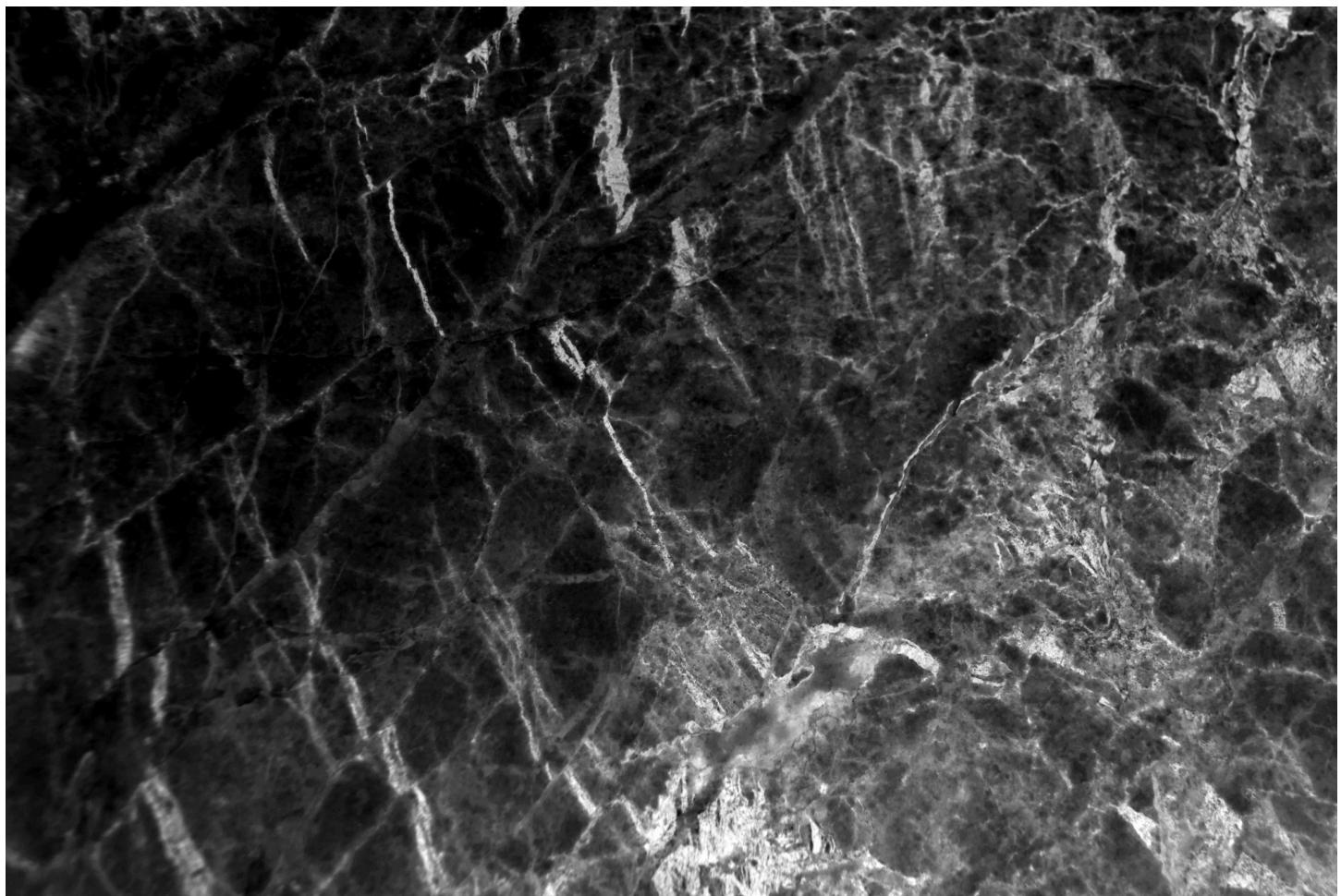


– ΜΕΡΟΣ ΤΕΤΑΡΤΟ –

4.1 Άλλες πιθανές χρησεις...

Το πρόγραμμα αυτό, αν και έχει δημιουργηθεί για να αντικατοπτρίσει και να βοηθήσει στον σχεδιασμό και την κατασκευή ενός καθεδρικού ναού, εφόσον δεχτεί τις ανάλογες αλλαγές μπορεί να βοηθήσει στον σχεδιασμό ακόμα περισσότερων αντικειμένων όπως τα προαναφερθέντα πόλεις, βιολογικά στοιχεία κ.λπ.

Ακόμα, καθώς το μοντέλο αυτό εκτός από ξεκάθαρες μορφές με κενά και πλήρη δύναται να αναδείξει πυκνόματα, αφού σε μία μεγαλύτερη γενίκευση το σύνολο της σύνθεσης αποτελείται από πυκνόματα και αραιώματα μορφών, το σκεδιαστικό αυτό εργαλείο μπορεί να βοηθήσει και σε γενικότερα αρχιτεκτονικά προβλήματα. Το αποτέλεσμα του προγράμματος αυτού (ως μια γενίκευση) μπορεί να θυμίσει την ιδιότητα -noise- η οποία απασχολεί από σχεδιαστές παιχνιδιών κατά την δημιουργία εδάφους φερ'ειπείν μέχρι και τους φωτογράφους...



-Δημιουργία πυκνωμάτων και αραιωμάτων στον χώρο...

– ΜΕΡΟΣ ΠΕΜΠΤΟ –

5.1 Βλέψεις και επιθυμίες σε άλλους τομείς της αρχιτεκτονικής...

Στην προκείμενη περίπτωση μπορεί να είναι καθεδρικός ναός, ωστόσο με βλέψεις σε ακόμα περισσότερες εναλλακτικές. Συγκεκριμένα θέλαμε παράλληλα να δημιουργήσουμε ένα εργαλείου μοναδικό, το οποίο να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορους κλάδους της αρχιτεκτονικής εάν αυτό βέβαια εξελισσόταν με τον κατάλληλο τρόπο ώστε να καλύψει τις ανάγκες του εκάστοτε τομέα.

Πιθανοί τομείς χρήσης του παραμετρικού αυτού σχεδιαστικού προγράμματος θα μπορούσαν να είναι:

- Αρχιτεκτονικός σχεδιασμός σύνθετων μορφών.
- Πολεοδομία και ρημοτομία σύνθετων πόλεων εκτεταμένη ένταξη δεδομένων στον σχεδιασμό, ιδίως μέσω του generative έξυπνου σχδιασμού, εφαρμοσμένου σε έναν εκάστοτε χώρο.
- Μορφοποίηση αρχιτεκτών στοιχείων/λεπτομεριών.

— Είθε να μπορέσουμε να υλοποιήσουμε τις σκέψεις και τις ιδέες μας καθώς καθένας μας έχει πολλά να προσφέρει στον πολυδιάστατο και συνεχώς μεταβαλλόμενο κόσμο.

-----**Μάθημα: Πληροφορική / computer science-----**

--**Ομάδα: Βάκρινος Αντώνης - Γιαννοκώστας Ιωάννης - Μπακέλας Βασίλης--**

--**Διδάσκων: Ππαπανικολάου Δημήτριος - Επικουρικό έργο: Σαλτα Στέλλα--**

-----**Έτος : 2023-2024 - Εξάμηνο : 2ο-----**

