

MASTER 2018-2020

ART, VIRTUAL REALITY AND MULTIUSER SYSTEMS OF ARTISTIC EXPRESSION

Athens School of Fine Arts

Arts et Technologies de l'Image, Université Paris8

TITΛΟΣ PROJECT: PiXCell

Δημιουργία μιας οπτικοακουστικής διαδραστικής εγκατάστασης με χρήση του CA

των Άννα Γράδου και Βασιλική Μιχαλοπούλου

I. Κεντρική ιδέα:

Η παρούσα εργασία έχει στόχο την αξιοποίηση των δυνατοτήτων ενός Δισδιάστατου Totalistic Κυτταρικού Αυτόματου(CA), βασισμένο στον κώδικα του Game of Life του John Conway, για τη δημιουργία μιας διαδραστικής οπτικοακουστικής σύνθεσης. Αφορμή για την εργασία αποτέλεσε το ιδιαίτερα ενδιαφέρον στοιχείο της τυχαιότητας αυτής της δομής και του μη προβλεπόμενου αποτελέσματός της, το οποίο θα μπορούσε να αξιοποιηθεί για τη δημιουργία μιας μοναδικής, συνεχώς μεταβαλλόμενης εμπειρίας. Με βάση αυτό το δεδομένο, το ερώτημα που μας απασχόλησε αρχικά είναι το τι μουσική θα μπορούσε να παράξει το Κυτταρικό Αυτόματο. Κατά την διάρκεια της εργασίας μας πάνω σε αυτό το ερώτημα, δημιουργήθηκε επίσης η επιθυμία να διερευνηθεί και το κατά πόσο θα μπορούσε να μεταβληθεί το γραφικό αποτέλεσμα του CA εάν αλλάζαμε τους κανόνες γειννίας των κυττάρων. Αυτή η δυνατότητα δόθηκε τελικά στον χρήστη μέσω διάδρασης. Τέλος, θελήσαμε να δώσουμε μια χωρική υπόσταση στο έργο για να αποκτήσει η εμπειρία του χρήστη μεγαλύτερο ενδιαφέρον. Μέσω λοιπόν μιας εγκατάστασης, ο χρήστης αλληλεπιδρά με το κυτταρικό αυτόματο και παράγει μουσική και γραφικά αποτελέσματα.

Τα ερωτήματα λοιπόν που καλούνται να απαντηθούν στην παρούσα εργασία είναι:

- Τι μουσική θα μπορούσε να παράξει το CA;
- Με ποιους τρόπους θα μπορούσε να παραχθεί η μουσική;
- Πώς θα μπορούσαν να μεταβληθούν οι κανόνες γειννίας των κυττάρων;
- Πώς θα μπορούσε να αλληλεπιδράσει ο χρήστης;
- Ποιο θα μπορούσε να είναι το βασικό μέσο διάδρασης ώστε να δημιουργηθεί μια εγκατάσταση;

II. Μεθοδολογική προσέγγιση:

Αρχικά, για την **παραγωγή της μουσικής** επιλέχτηκε η δικτυακή επικοινωνία Processing - SuperCollider μέσω OSC. Θεωρήθηκε ότι το CA είναι ένα μουσικό όργανο το οποίο έχει «κουρδιστεί» στη σκάλα της Ντο μείζονα και άρα αποτελείται από τις 7 βασικές νότες (ντο, ρε, μι, φα, σολ, λα, σι) σε 7 διαφορετικές οκτάβες. Δημιουργήθηκε λοιπόν με τη

μέθοδο Downsampling ένας δισδιάστατος 7X7 πίνακας, όπου οι γραμμές προσδιορίζουν την οκτάβα και οι στήλες περιέχουν τις νότες της αντίστοιχης οκτάβας. Η μέθοδος ανάγνωσης των ήχων βασίστηκε στη λογική της Πιανόλα και του Πικάπ. Δημιουργήθηκε μια κάθετη γραμμή, η οποία σαρώνει το Κυτταρικό Αυτόματο από αριστερά προς τα δεξιά και αποτελεί την «βελόνα» που διαβάζει τους ήχους που περιέχονται σε κάθε στήλη, εφόσον εκείνη τη στιγμή που βρίσκεται η βελόνα σε μια στήλη γεννιούνται κύτταρα. Όταν λοιπόν η βελόνα βρίσκεται σε κάποια στήλη όπου γεννιούνται κύτταρα, η Processing στέλνει μηνύματα στο SC και παράγονται οι αντίστοιχοι ήχοι, ανάλογα με τη θέση των κυττάρων. Η ένταση των ήχων αυτών είναι ανάλογη του πλήθους γεννήσεων. Τέλος, όταν δεν υπάρχει κανένα ζωντανό κύτταρο, η Processing στέλνει στο SC ένα μήνυμα για να αναπαραχθεί ένας «ήχος τέλους».

Επίσης, δίνεται η δυνατότητα μεταβολής του σχήματος του κάθε κυττάρου μέσω 4 πλήκτρων. Με το πλήκτρο 'q' το νέο κύτταρο εκτείνεται προς τα δεξιά κατά ένα κελί (σε σχέση με τον αρχικό κánaβο). Με το πλήκτρο 'a' το νέο κύτταρο εκτείνεται προς τα κάτω κατά ένα κελί. Αντίστοιχα με τα πλήκτρα 'w' και 's' το νέο σχήμα μικραίνει στον οριζόντιο ή κάθετο άξονα.

Σε σχέση με το **γραφικό αποτέλεσμα**, ανάλογα με την ένταση των εισερχόμενων δεδομένων του μικροφώνου, αλλάζει το μέγεθος και το χρώμα των κυττάρων. Έτσι όσο πιο χαμηλή είναι η ένταση του ήχου που παράγεται από το κυτταρικό αυτόματο, τόσο πιο θαλασσί και μικρό είναι το κύτταρο, ενώ όσο πιο υψηλή είναι η ένταση, τόσο πιο κόκκινο και μεγάλο είναι το κύτταρο.

Σε ότι αφορά την **διάδραση** επιλέχθηκαν οι εξής δυνατότητες για τον χρήστη:

- Αναλόγως της έντασης της φωνής του στο μικρόφωνο, μεταβάλλονται το μέγεθος και το χρώμα των κυττάρων κατά ανάλογο τρόπο που μεταβάλλονται και λόγω της έντασης των παραγόμενων ήχων.
- Ο χρήστης μπορεί να γεννήσει κύτταρα μέσω Kinect. Το Kinect διαβάζει τη θέση των αντίχειρων του χρήστη, και σε αυτές τις συντεταγμένες γεννιούνται κύτταρα.
- Ο χρήστης πατώντας τα πλήκτρα «q, a, w, s» μεταβάλλει το σχήμα των κυττάρων.

Η **εγκατάσταση** αποτελείται από μια οθόνη όπου προβάλλεται το CA και μια διαγραμματισμένη περιοχή στο πάτωμα όπου μπορεί να βρίσκεται ο χρήστης έτσι ώστε να διαδρά με το CA μέσω Kinect.

III. Τεχνική περιγραφή:

Βασικός αλγόριθμος υλοποίησης

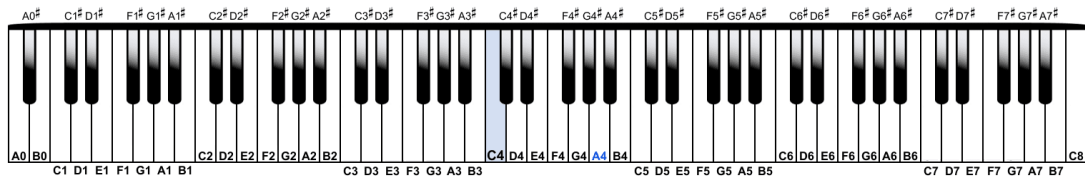
Για την **παραγωγή της μουσικής** και άρα την **επικοινωνία Processing-SuperCollider μέσω OSC** βασικό ρόλο έχει ο δισδιάστατος πίνακας με το όνομα toneCell .

Οι τιμές του πίνακα αντιστοιχούν στις παρακάτω νότες:

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7

G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7

Όπως φαίνεται το C4 είναι το Ντο της πρώτης γραμμής (Middle C), C5 είναι το ντο της αμέσως επόμενης οκτάβας και C3 το ντο της αμέσως προηγούμενης. Σημειώνεται η αντιστοίχιση των νοτών: C , D, E, F, G, A, B → Ντο, Ρε, Μι, Φα, Σολ, Λα, Σι.



Εικόνα 1: του Brandy Kraemer

Το CA είναι “κουρδισμένο” στη σκάλα της Ντο Μείζονα. Επομένως, αναλόγως με τις τιμές που δίνονται εξ αρχής στον πίνακα, “κουρδίζεται” το CA και σε διαφορετική κλίμακα.

Σε κάθε frame, λόγω του downsampling, συνυπάρχουν δύο πίνακες. Ένας που αφορά τα κύτταρα κι ένας τον ήχο.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0																					
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					
7																					
8																					
9																					
10																					
11																					
12																					
13																					

Εικόνα 2: τα χρωματιστά κελιά αντιστοιχούν στον πίνακα toneCell

Η μεταβλητή toneIndex, εντοπίζει σε ποια στήλη του πίνακα toneCell βρίσκεται η «βελόνα». Σε κάθε frame , ο ήχος παράγεται μόνο από μία στήλη του πίνακα toneCell. Ένας μονοδιάστατος πίνακας amp αποθηκεύει τις εντάσεις με τις οποίες θα αναπαραχθεί ο ήχος του κάθε κελιού.

Τρέχουν οι κανόνες του Game of life . Όταν γεννιέται ένα κύτταρο στην περιοχή που βρίσκεται η βελόνα, ελέγχουμε σε ποια γραμμή του πίνακα toneCell αντιστοιχίζεται και προσθέτουμε μια μονάδα στην ένταση με την οποία θα ακουστεί ο ήχος που βρίσκεται στο κελί αυτό.

Έπειτα ζωγραφίζονται τα κύτταρα σε σχήμα έλλειψης, με το κανάλι R του RGB χρώματος να εξαρτάται από την ένταση b του ήχου που λαμβάνει ως εισερχόμενο δεδομένο το μικρόφωνο. Ακόμα από την εισερχόμενη μεταβλητή b εξαρτάται και το μέγεθος της έλλειψης των κυττάρων.

Στη συνέχεια στέλνονται τα μηνύματα στο SC, ένα για κάθε κελί, εφόσον θα έχει ένταση μεγαλύτερη του μηδενός. Το πρώτο όρισμα του μηνύματος στέλνει τιμές στην μεταβλητή ~var1 του SC, η οποία αποτελεί και την αντίστοιχη νότα που υπάρχει στον

δισδιάστατο αρχικό πίνακα `toneCell`.. Το δεύτερο όρισμα του μηνύματος στέλνει τιμές στην μεταβλητή `~var2` που ελέγχει την ένταση του ήχου. Επιπλέον δημιουργήθηκε στο SC μια δομή `SynthDef`, η οποία είναι υπεύθυνη για την χροιά του ήχου που παράγει το CA και η οποία έχει ως κύρια γεννήτρια ήχου την πριονική κυματομορφή `Saw`. Τέλος, υπάρχει ένας μετρητής `sumArray`, ο οποίος ελέγχει πόσα κύτταρα είναι ζωντανά συνολικά στο παράθυρο και όταν είναι ίσος με μηδέν, η `Processing`, στέλνει στο SC το μήνυμα ενεργοποίησης του ήχου τέλους `"endS"`.

Αλλαγή σχήματος κυττάρων

Με την χρήση του πληκτρολογίου, μπορεί να αλλάξει το σχήμα των κυττάρων άρα τα κύτταρα γίνονται μεγαλύτερα και λιγότερα. Με κάθε αλλαγή στο μέγεθος, ορίζονται κελιά "γονείς" εκείνου του frame. Σε κάθε frame ελέγχονται μόνο οι γονείς, και το status που θα πάρουν κληρονομείται στα διπλανά τους κελιά "παιδιά".

Η αρχική συνθήκη έχει οριζόντιο και κάθετο βήμα ίσο με την μονάδα και όλα τα κελιά είναι γονείς. Αν αυξηθεί το οριζόντιο βήμα κατά μία μονάδα τότε, ονομάζονται γονείς τα κελιά που βρίσκονται σε ζυγές θέσεις (στήλες), ελέγχονται από τους κανόνες του `Game of Life` μόνο τα κελιά αυτά και πλέον οι γειτονές τους δεν είναι τα αμέσως διπλανά κελιά αλλά όσα έχουν απόσταση μία μονάδα (όσο το βήμα). Αντίστοιχα και για το κάθετο βήμα. Σε κάθε αλλαγή βήματος, ορίζονται οι νέοι "γονείς".

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0																					
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					
7																					
8																					
9																					
10																					
11																					
12																					
13																					

Εικόνα 3: με κόκκινο χρώμα κάποιες από τις στήλες "γονείς". Με μπλε χρώμα το νέο σχήμα των κυττάρων. Οριζόντιο βήμα 2

Διάδραση με Kinect

Το Kinect εντοπίζει τον δεξί και τον αριστερό αντίχειρα και κρατάει τις συντεταγμένες τους για να εμφανίσει μια έλλειψη για το κάθε χέρι ώστε να μπορεί ο χρήστης να καταλάβει την σχέση του στο χώρο με το CA. Στη συνέχεια η `Processing` ελέγχει αν τα χέρια βρίσκονται πάνω σε κάποιο νεκρό κύτταρο κι αν είναι τότε αυτό ζωντανεύει.

Διάδραση με μικρόφωνο

Ο χρήστης μπορεί να μεταβάλει μέσω μικροφώνου το μέγεθος και το χρώμα των κυττάρων με τον ίδιο τρόπο που μεταβάλλονται και λόγω της έντασης του παραγόμενου ήχου από το SC.