

Ατομική Διπλωματική Εργασία

**ΓΕΝΕΑΛΟΓΙΚΟ ΔΕΝΤΡΟ ΤΩΝ ΧΟΡΩΝ  
(DANCE ETHNOGRAPHY)**

Ανδρέας Κύζης

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ**



**ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**

**Μάιος 2017**

# **ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ**

## **ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**

**Γενεαλογικό δέντρο των χορών  
(Dance Ethnography)**

**Ανδρέας Κύζης**

Επιβλέπων Καθηγητής  
Γιώργος Χρυσάνθου

Η Ατομική Διπλωματική Εργασία υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των  
απαιτήσεων απόκτησης του πτυχίου Πληροφορικής του Τμήματος Πληροφορικής του  
Πανεπιστημίου Κύπρου

Μάιος 2017

## **Ευχαριστίες**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω των υπεύθυνο καθηγητή μου κ. Γιώργο Χρυσάνθου ο οποίος καθόλη την διάρκεια της διπλωματικής μου εργασίας μου παρείχε μεγάλη βοήθεια με το ενδιαφέρον του πάντα αμείωτο και συνεχές. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρ. Ανδρέα Αριστείδου ο οποίος υπήρξε πολύτιμη βοήθεια πάντα με τη σωστή καθοδήγηση του, τη συνεισφορά του σε κάποια θέματα υλοποίησης, καθώς και την παροχή κάποιων κομματιών από κώδικα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την εξαγωγή κάποιων συμπερασμάτων.

## Περίληψη

Το θέμα της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η δημιουργία μιας αυτόματης τεχνικής που εντοπίζει πιθανές συσχετίσεις μεταξύ χορών από διαφορετικές χώρες, και η δημιουργία του γενεαλογικού δέντρου των χορών. Η προτεινόμενη τεχνική λαμβάνει υπόψη ομοιότητες τόσο στη στάση του σώματος (δηλαδή τη γεωμετρία του σώματος), όσο και σε στυλιστικά χαρακτηριστικά της κίνησης, όπως για παράδειγμα η απαιτούμενη προσπάθεια, το συναίσθημα και η πρόθεση του χορευτή. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται σε παραδοσιακούς χορούς της Ανατολικής Μεσογείου - χοροί που έχουν ήδη καταγραφεί στο Πανεπιστήμιο Κύπρου αλλά και σε χορούς που υπάρχουν σε άλλες ελεύθερης πρόσβασης βιβλιοθήκες. Η διπλωματική χωρίζεται σε πέντε φάσεις.

Στην πρώτη φάση έγινε η ετοιμασία των δεδομένων μας, δηλαδή η επεξεργασία (retargeting) στους χορούς που πήραμε από βιβλιοθήκες ελεύθερης πρόσβασης, ούτως ώστε οι χοροί μας να χρησιμοποιούν τον ίδιο σκελετό για να μπορούμε να συγκρίνουμε όμοια πράγματα. Στην δεύτερη φάση έγινε η εξαγωγή των LMA χαρακτηριστικών για κάθε χορό που βρίσκεται στην βάση δεδομένων. Στην επόμενη φάση έγινε μελέτη στον εντοπισμό πιθανών συσχετίσεων μεταξύ των χορών, όπου σαν πρώτο στάδιο υλοποιήθηκαν κάποιες συναρτήσεις οι οποίες προβάλλουν τους πίνακες συσχετίσεων. Στο επόμενο βήμα γίνεται ο εντοπισμός των συσχετίσεων με την χρήση τριών διαφορετικών μεθόδων όπου η πρώτη μέθοδος εντοπίζει την ομοιότητα βάση του στυλ των χορών, η δεύτερη εντοπίζει την ομοιότητα με την χρήση των style words, και η τρίτη προσέγγιση εντοπίζει όμοιες κινήσεις μεταξύ των χορών. Στην συνέχεια έγινε συλλογή μεταδεδομένων για κάθε χορό και ακολούθως με την χρήση των αποτελεσμάτων από τις τρεις προσεγγίσεις εντοπισμού της ομοιότητας έγινε η παραγωγή του γενεαλογικού δέντρου και γράφου βάση της χρονολογίας εμφάνισης του κάθε χορού. Τέλος στην πέμπτη φάση έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των τριών μεθόδων και έγινε η εξαγωγή κάποιων συμπερασμάτων ως προς το κόστος και χρόνο που απαιτεί κάθε μέθοδος, και ποια μέθοδος δίνει τα πιο λογικά αποτελέσματα.

# Περιεχόμενα

|                                                               |           |
|---------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή .....</b>                              | <b>1</b>  |
| 1.1 Κίνητρο .....                                             | 1         |
| 1.2 Περιγραφή Προβλήματος .....                               | 1         |
| 1.3 Στόχος διπλωματικής εργασίας.....                         | 2         |
| 1.4 Δομή Διπλωματικής Εργασίας.....                           | 2         |
| <b>Κεφάλαιο 2 Ανασκόπηση βιβλιογραφίας.....</b>               | <b>5</b>  |
| 2.1 Εισαγωγή κεφαλαίου .....                                  | 5         |
| 2.2 Περιγραφή βασικών εννοιών του υπό μελέτη προβλήματος..... | 5         |
| 2.2.1 Καταγραφή κίνησης (Motion Capture).....                 | 6         |
| 2.2.2 Ανάλυση της κίνησης (Motion Analysis) .....             | 7         |
| 2.2.3 Laban Movement Analysis (LMA).....                      | 8         |
| 2.2.4 LMA χαρακτηριστικά .....                                | 9         |
| 2.2.5 Δομή του σκελετού .....                                 | 11        |
| 2.2.6 Αλγόριθμος ταξινόμησης K-means .....                    | 12        |
| 2.3 Προηγούμενη Εργασία .....                                 | 13        |
| 2.4 Παρόμοια Συστήματα .....                                  | 13        |
| <b>Κεφάλαιο 3 Επισκόπηση .....</b>                            | <b>16</b> |
| 3.1 Εισαγωγή κεφαλαίου .....                                  | 16        |
| 3.2 Εντοπισμός ομοιότητας μεταξύ των χορών .....              | 17        |
| 3.2.1 Συνολική ομοιότητα μεταξύ των χορών .....               | 18        |
| 3.2.2 Εντοπισμός συσχέτισης με την χρήση Style Words .....    | 19        |
| 3.2.3 Εντοπισμός όμοιων κινήσεων.....                         | 20        |
| 3.3 Αυτόματη παραγωγή γενεαλογικών δέντρων και γράφων .....   | 21        |
| 3.3.1 Πρώτη προσέγγιση.....                                   | 21        |
| 3.3.2 Δεύτερη προσέγγιση .....                                | 22        |
| 3.3.3 Τρίτη προσέγγιση.....                                   | 23        |

|                                                                   |           |
|-------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Κεφάλαιο 4 Τεχνολογίες και τεχνικές .....</b>                  | <b>24</b> |
| 4.1 Εισαγωγή κεφαλαίου .....                                      | 24        |
| 4.2 Τεχνολογίες.....                                              | 24        |
| 4.2.1 MATLAB.....                                                 | 24        |
| 4.2.2 Autodesk MotionBuilder 3D character animation.....          | 25        |
| 4.3 Τεχνικές .....                                                | 25        |
| <b>Κεφάλαιο 5 Υλοποίηση .....</b>                                 | <b>28</b> |
| 5.1 Εισαγωγή κεφαλαίου .....                                      | 28        |
| 5.2 Διαδικασία Διπλωματικής Εργασίας .....                        | 28        |
| 5.3 Φόρτωση των χωρών σε MATLAB .....                             | 30        |
| 5.4 Εντοπισμός συσχετίσεων μέσω του πίνακα συσχετίσεων .....      | 30        |
| 5.4.1 Εντοπισμός όμοιων πλαισίων .....                            | 31        |
| 5.4.2 Προβολή όμοιων πλαισίων .....                               | 31        |
| 5.5 Υπολογισμός συσχετίσεων με τρεις προσεγγίσεις .....           | 32        |
| 5.5.1 Συνολική ομοιότητα δύο χωρών.....                           | 32        |
| 5.5.2 Υπολογισμός συσχέτισης με την χρήση των Style Words .....   | 32        |
| 5.5.3 Εντοπισμός όμοιων κινήσεων.....                             | 34        |
| 5.6 Προβολή του πίνακα ομοιοτήτων .....                           | 36        |
| 5.6.1 Προβολή του πίνακα ομοιοτήτων .....                         | 36        |
| 5.6.2 Υπολογισμός συσχέτισης με βάρη στα LMA χαρακτηριστικά. .... | 36        |
| 5.7 Συλλογή μεταδεδομένων για κάθε χορό .....                     | 37        |
| 5.8 Αυτόματη παραγωγή γενεαλογικών δέντρων-γράφων .....           | 38        |
| 5.8.1 Αλγόριθμος 1 για παραγωγή ιεραρχικού δέντρου .....          | 38        |
| 5.8.2 Αλγόριθμος 2 για παραγωγή ιεραρχικού δέντρου .....          | 39        |
| 5.8.3 Αλγόριθμος για παραγωγή γράφου.....                         | 39        |
| 5.8.3 1η προσέγγιση.....                                          | 40        |
| 5.8.4 2η προσέγγιση.....                                          | 40        |
| 5.8.5 3η προσέγγιση.....                                          | 41        |

|                                                        |           |
|--------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Κεφάλαιο 6 Συμπεράσματα-Μελλοντική Εργασία.....</b> | <b>42</b> |
| 6.1 Εισαγωγή κεφαλαίου .....                           | 42        |
| 6.2 Αποτελέσματα.....                                  | 42        |
| 6.3 Συμπεράσματα .....                                 | 55        |
| 6.4 Μελλοντική Εργασία .....                           | 65        |
| <b>Βιβλιογραφία .....</b>                              | <b>66</b> |
| <b>Παράρτημα Α .....</b>                               | <b>68</b> |

# Κεφάλαιο 1

## Εισαγωγή

---

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| 1.1 Κίνητρο                      | 1 |
| 1.2 Περιγραφή Προβλήματος        | 1 |
| 1.3 Στόχος διπλωματικής εργασίας | 2 |
| 1.4 Δομή διπλωματικής εργασίας   | 2 |

---

### 1.1 Κίνητρο

Αρχικά το ενδιαφέρον για την ανάπτυξη αυτής της διπλωματικής εργασίας ξεκίνησε λόγω της αύξησης των δεδομένων καταγραφής της κίνησης (motion capture data) [3], και κυρίως αυτά τα οποία απευθύνονται σε χορούς. Έτσι το περισσότερο ενδιαφέρον υπήρξε στο αν θα ήταν εφικτό μέσω των δεδομένων καταγραφής της κίνησης να γίνει εξαγωγή κάποιων συμπερασμάτων. Επομένως θεωρήθηκε πολύ ενδιαφέρον στο να γίνει μελέτη ως προς την συσχέτιση που μπορεί να υπάρχει μεταξύ των χορών, και πώς η συσχέτιση μπορεί επηρεάζεται χρονολογικά από τους χορούς. Ακολουθώντας αυτό το οποίο θα έδινε περισσότερο ενδιαφέρον στην διπλωματική εργασία, θα ήταν η μελέτη και χορών από διάφορες χώρες έτσι ώστε να διαφανούν διαφορές συσχετίσεις που μπορεί να προέκυψαν στην πάροδο του χρόνου.

### 1.2 Περιγραφή Προβλήματος

Το πρόβλημα όπως τέθηκε και πιο πάνω είναι η μεγάλη αύξηση των Motion Capture δεδομένων, καθώς και το πως μπορεί να γίνει αξιοποίηση τους, και πως από αυτά μπορεί να γίνει εξαγωγή σημαντικών πληροφοριών. Το ενδιαφέρον όμως

επικεντρώθηκε περισσότερο στο να βρεθούν ομοιότητες που έχουν οι χοροί μεταξύ στην πάροδο του χρόνου. Έτσι, αξιοποιώντας αυτά τα αποτελέσματα να δημιουργηθεί ένα γενεαλογικό δέντρο, το οποίο στην συνέχεια θα μπορεί να προσομοιωθεί και σαν γράφος. Η δημιουργία του δέντρου και του γράφου θα αντικατοπτρίζει τόσο την ομοιότητα που έχουν οι χοροί μεταξύ τους όσο και το πώς η ομοιότητα επηρεάζεται με βασικό γνώμονα την πάροδο του χρόνου.

### **1.3 Στόχος διπλωματικής εργασίας**

Ο κύριος στόχος αυτής της εργασίας/έρευνας είναι η δημιουργία μιας αυτόματης τεχνικής που θα μπορεί να εντοπίσει και να παρουσιάσει πιθανές σχέσεις/συσχετίσεις μεταξύ της χορευτικής παράδοσης γειτονικών χωρών, με απώτερο σκοπό τη δημιουργία του γενεαλογικού δέντρου των χωρών. Η προτεινόμενη τεχνική πρέπει να λαμβάνει υπόψη ομοιότητες τόσο στη στάση του σώματος (δηλαδή τη γεωμετρία του σώματος), όσο και σε στυλιστικά χαρακτηριστικά της κίνησης. Ιδιαίτερη έμφαση θα δοθεί σε παραδοσιακούς χορούς της Ανατολικής Μεσογείου - χοροί που έχουν ήδη καταγραφεί στο Παν. Κύπρου αλλά και σε χορούς που υπάρχουν σε άλλες ελεύθερης πρόσβασης βιβλιοθήκες.

Στην συνέχεια ο επόμενος στόχος αφορά την συλλογή των πληροφοριών των μεταδεδομένων για κάθε χορό. Για την συλλογή των δεδομένων εκτός από την εύρεση στο διαδίκτυο θα πρέπει να γίνει και επικύρωση των δεδομένων από κάποια σχολή χορού. Επομένως θα πρέπει να γίνει αναδιοργάνωση της βάσης των χωρών, έτσι ώστε να πάρει το σχήμα της. Επίσης ή βάση δεδομένων πρέπει να είναι επεκτάσιμη ώστε τα δεδομένα και τα μεταδεδομένα να μπορούν να συσσωρεύονται όταν καταστούν διαθέσιμα.

### **1.4 Δομή Διπλωματικής Εργασίας**

Για την ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας χρειάστηκαν πολλά βήματα. Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια σύντομη περιγραφή για το κίνητρο της διπλωματικής εργασίας, το πρόβλημα που τέθηκε, οι στόχοι και η δομή που ακολουθήθηκαν σε αυτήν την διπλωματική εργασία.

Στο δεύτερο κεφάλαιο περιγράφονται οι βασικές έννοιες του υπό μελέτη προβλήματος όπως για την καταγραφή κίνησης (Motion Capture), των LMA χαρακτηριστικών, καθώς επίσης το πώς διαβάζουμε και αναλύουμε την κίνηση και τέλος γίνεται αναφορά στην δομή του σκελετού. Στην συνέχεια γίνεται αναφορά στην μεθοδολογία που περιγράφηκε από τους Aristidou et. al. 2015 [1] και πιο συγκεκριμένα είναι και το σύστημα στο οποίο βασίζεται και η διπλωματική εργασία. Ακολούθως γίνεται μια ανασκόπηση σε άλλες μεθόδους της βιβλιογραφίας που ασχολούνται με την ταξινόμηση και την ανάλυση της κίνησης, την αξιολόγηση των χορών χρησιμοποιώντας ανάλυση κίνησης (Laban), καθώς και την μεταβαλλόμενη οργάνωση της συλλογής καταγραφής των κινήσεων. Τέλος γίνεται μια μικρή ανάλυση σε παρόμοια συστήματα που ασχολούνται με την ανάλυση της κίνησης.

Στο τρίτο κεφάλαιο, με την παράθεση κάποιων αντιπροσωπευτικών διαγραμμάτων και με επεξήγηση σε υψηλό επίπεδο, γίνεται μια επισκόπηση σε όλη την διπλωματική εργασία. Γίνεται επισκόπηση στα πιο σημαντικά σημεία που υλοποιήθηκαν στην διπλωματική εργασία τα οποία είναι ο εντοπισμός συσχετίσεων μεταξύ των χορών όπου γίνεται με την χρήση τριών διαφορετικών μεθόδων και την αυτόματη παραγωγή γενεαλογικών δέντρων και γράφων.

Στο επόμενο κεφάλαιο αναφέρονται οι απαιτούμενες γνώσεις όπως την προγραμματιστική γλώσσα Mathworks MATLAB®, και το λογισμικό Autodesk Motion Builder. Στην προγραμματιστική γλώσσα Mathworks MATLAB® έγινε η υλοποίηση όλων των κομματιών που αποτελούν την διπλωματική εργασία, δηλαδή ο εντοπισμός συσχετίσεων μεταξύ των χορών, και η παραγωγή του γενεαλογικού δέντρου και γράφου. Το εργαλείο Autodesk Motion Builder χρησιμοποιήθηκε για την ετοιμασία των δεδομένων. Επίσης θα γίνει αναφορά σε τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν όπως είναι η τεχνική “characterize skeleton and retarget motion from one character to another”. Σε αυτό το κομμάτι γίνεται αναφορά των δυνατοτήτων των λογισμικών που χρησιμοποιήθηκαν καθώς και των μειονεκτημάτων που παρατηρήθηκαν.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα βήματα που ακολουθήθηκαν καθώς και το πώς διαχωρίστηκαν σε υπό-προβλήματα για την επίτευξη του τελικού στόχου ο οποίος είναι η παραγωγή του γενεαλογικού δέντρου και γράφου. Σε συνέχεια του κεφαλαίου

περιγράφεται όλη η υλοποίηση της παρούσας εργασίας. Πιο συγκεκριμένα αναλύονται όλα τα βήματα που έγιναν και όπου χρειάζονται περαιτέρω διευκρινήσεις γίνονται με την χρήση παραδειγμάτων για την καλύτερη κατανόηση των διαδικασιών που ακολουθήθηκαν. Περιγράφονται οι ενέργειες που έγιναν για την ανάλυση των δεδομένων και ο εντοπισμός συσχετίσεων και τέλος η παραγωγή την γενεαλογικών δέντρων και γράφων.

Στο τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζονται και αναλύονται τα αποτελέσματα των διαδικασιών που ακολουθήθηκαν και εξάγονται κάποια συμπεράσματα σε σχέση με τις τακτικές που ακολουθήθηκαν για την ολοκλήρωση της εργασίας. Επίσης γίνεται ανάλυση των προβλημάτων που συναντήθηκαν σε κάθε στάδιο. Τέλος γίνεται αναφορά σε πιθανή μελλοντική εργασία για περαιτέρω ανάπτυξη της εργασίας, καθώς επίσης και πιθανές εφαρμογές.

# Κεφάλαιο 2

## Ανασκόπηση βιβλιογραφίας

---

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| 2.1 Εισαγωγή κεφαλαίου                                   | 5  |
| 2.2 Περιγραφή βασικών εννοιών του υπό μελέτη προβλήματος | 5  |
| 2.3 Προηγούμενη Εργασία                                  | 13 |
| 2.4 Παρόμοια συστήματα                                   | 13 |

---

### 2.1 Εισαγωγή κεφαλαίου

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναφορά σε βασικές έννοιες του υπό μελέτη προβλήματος, οι οποίες προκύπτουν μέσα από άρθρα τα οποία μελετήθηκαν. Στην συνέχεια γίνεται αναφορά στην προηγούμενη εργασία που αναπτύχθηκε στο Πανεπιστήμιο Κύπρου και στο τέλος του κεφαλαίου παρουσιάζονται παρόμοια συστήματα και μέθοδοι που υλοποιήθηκαν στην βιβλιογραφία.

### 2.2 Περιγραφή βασικών εννοιών του υπό μελέτη προβλήματος

Πιο κάτω γίνεται ανάλυση των βασικών εννοιών του υπό μελέτη προβλήματος, παραδείγματος χάριν πώς γίνεται η καταγραφή μιας κίνησης και πιο συγκεκριμένα λεπτομέρειες που αφορούν τους χορούς που καταγράφηκαν στο Πανεπιστήμιο Κύπρου. Ακολούθως περιγράφεται τι είναι η ανάλυση της κίνησης, καθώς και την μέθοδο ανάλυσης της κίνησης που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα διπλωματική εργασία.

### 2.2.1 Καταγραφή κίνησης (Motion Capture)

Motion Capture είναι η διαδικασία καταγραφής της κίνησης τόσο των ανθρώπων όσο και των αντικειμένων. Χρησιμοποιείται στον στρατό, τον αθλητισμό, για ιατρικές εφαρμογές, για ψυχαγωγία, καθώς και την ρομποτική. Η πιο διαδεδομένη χρήση των συστημάτων motion capture είναι ο κινηματογράφος και τα ψηφιακά παιχνίδια ηλεκτρονικών υπολογιστών ή κονσόλων, αφού αναφέρεται στην καταγραφή των κινήσεων από ανθρώπινες μορφές, χρησιμοποιώντας έτσι την πληροφορία για την εμφύχωση ψηφιακών μοντέλων χαρακτήρων σε 2D ή 3D animations. Όπως αναφέρεται και στο Meredith et al. [8]. αξίζει να σημειωθεί πως οι motion capture συσκευές επιτρέπουν την καταγραφή της κίνησης με την παρακολούθηση ενός αριθμού αισθητήρων στο πέρασμα του χρόνου, που στην συνέχεια μεταφράζονται σε μια τρισδιάστατη ψηφιακή αναπαράσταση. Ουσιαστικά τα συστήματα motion capture χρησιμοποιούνται για να εξάγουν την κίνηση ενός χαρακτήρα από τον πραγματικό κόσμο και να την περάσουν ψηφιακά σε μια μορφή την οποία μπορεί να καταλάβει ο υπολογιστής. Ο τρόπος με τον οποίο επιτυγχάνεται αυτό είναι ότι κάθε χαρακτήρας φορεί μια ειδική στολή η οποία φέρει πάνω της αισθητήρες (markers), οι οποίοι γίνονται αντιληπτοί από διάφορες κάμερες που περιβάλλουν τον χώρο όπου κινείται εν ο λόγω χαρακτήρας. Εξασφαλίζοντας 3 αισθητήρες (markers) ώστε να φαίνονται σε κάθε τμήμα του σώματος για κάθε χρονική στιγμή και ακολούθως με τη χρήση μαθηματικών εξισώσεων είναι δυνατόν να βρεθεί το κέντρο περιστροφής του κάθε τμήματος με μεγάλη ακρίβεια. Επομένως βρίσκοντας τα κέντρα περιστροφής μπορεί να αναπλάθει το περίγραμμα του σκελετού του χαρακτήρα , άρα και η κίνηση του στο χρόνο και το χώρο. Στο επόμενο στάδιο οι γραφίστες παίρνουν την κίνηση του σκελετού όπως δημιουργείται από το σύστημα motion capture, και αφού το δομήσουν σε μια μορφή που θέλουν ενσωματώνουν ένα ψηφιακό πλέγμα για να δώσουν μια γραφικά πιο ρεαλιστική απεικόνιση του χαρακτήρα. Επιπρόσθετα να σημειωθεί αυτό το οποίο καταγράφεται μπορεί να είναι οτιδήποτε υπάρχει στον πραγματικό κόσμο, έχοντας τοποθετημένα τα βασικά σημεία έτσι ώστε να αντιπροσωπεύουν καλύτερα τα κινούμενα τμήματα του αντικειμένου, για παράδειγμα τις αρθρώσεις ή τα σημεία περιστροφής.

Υπάρχουν διάφορα τεχνολογικά συστήματα τα οποία συμβάλλουν στην καταγραφή τη κίνησης (π.χ. PhaseSpace Inc, Kinect, IMUs), μεταφέροντας την κίνηση από τον πραγματικό κόσμο στον ψηφιακό, διατηρώντας τις σωστές αναλογίες και την φυσικότητα στην κίνηση. Το εργαστήριο γραφικών του Πανεπιστημίου Κύπρου από το οποίο είναι και οι πλείστες καταγραφές από χορούς που χρησιμοποιούνται στην παρούσα διπλωματική εργασία, είναι εξοπλισμένο με το Phasespace Impulse X2 motion capture system with active LEDs καθώς και από ένα 3-wall immersive virtual reality set-up. Το πιο πάνω σύστημα καταγραφής της κίνησης χρησιμοποιεί οκτώ κάμερες οι οποίες μπορούν συλλαμβάνουν τρισδιάστατη κίνηση (3D motion) χρησιμοποιώντας διαμορφωμένα LEDs. Οι κάμερες περιλαμβάνουν ένα ζεύγος από γραμμικές συστοιχίες σαρωτή (linear scanner arrays) οι οποίες λειτουργούν σε υψηλές συχνότητες και η κάθε μια συστοιχία σαρωτή μπορεί να συλλάβει την θέση για κάθε αριθμό φωτεινών σημείων που παράγονται από τα LEDs. Το σύστημα καταγραφής προσφέρει ένα γρήγορο ρυθμό σύλληψης της κίνησης στα 480Hz. Επίσης οι markers οι οποίοι είναι τοποθετημένοι στην στολή αυτού που εκτελεί την κίνηση, αναγνωρίζονται συνδυάζοντας την πληροφορία από αρκετά πλαίσια και ως εκ τούτου γίνεται εντοπισμός του κάθε marker από την μοναδική του διαμόρφωση [10]. Επιπρόσθετα το σύστημα μπορεί να καταγράψει τρισδιάστατα δεδομένα κίνησης στο πέρασμα του χρόνου, διατηρώντας την ορθότητα των αναλογιών του ανθρώπου καθώς και την φυσικότητα της ενέργειας εφόσον υπάρχει πραγματική κίνηση. Το πιο πάνω σύστημα είναι σχεδιασμένο ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί από σχολές χορού καθώς μπορεί να μετακινηθεί και να εγκατασταθεί σε άλλα μέρη (π.χ. σχολή χορού).

### 2.2.2 Ανάλυση της κίνησης (Motion Analysis)

Η ανάλυση της κίνησης χρησιμοποιείται στην επεξεργασία εικόνας, computer vision, φωτογραφίες υψηλών ταχυτήτων, καταγραφή της κίνησης (motion capture) καθώς και την μηχανική όραση. Σε αρκετές εφαρμογές η κάμερα βρίσκεται σε σταθερό σημείο και τα διάφορα αντικείμενα μετακινούνται στην σκηνή, σε άλλες όμως εφαρμογές η σκηνή και η κάμερα δεν βρίσκονται σε σταθερό σημείο αλλά μετακινούνται. Στην παρούσα διπλωματική εργασία τα δεδομένα κίνησης που χρησιμοποιούνται έχουν καταγραφεί από κάμερες οι οποίες βρίσκονταν σε σταθερή θέση.

Η διαδικασία ανάλυση της κίνησης στην απλούστερη περίπτωση μπορεί απλά να ανιχνεύει κάποια κίνηση στον χώρο. Πιο περίπλοκοι τύποι της διαδικασίας ανάλυσης της κίνησης είναι η ανίχνευση συγκεκριμένου αντικειμένου σε μια εικόνα κατά το πέρασμα του χρόνου, κατηγοριοποίηση σημείων τα οποία ανήκουν σε ένα αντικείμενο το οποίο κινείται στην σκηνή ή το πώς θα καθοριστεί το μέγεθος και η κατεύθυνση της κίνησης κάθε σημείου στην σκηνή. Μια προσέγγιση του τελευταίου τύπου κατά την διαδικασία ανάλυσης της κίνησης είναι η ανάλυση της κίνησης με την μέθοδο Laban Movement Analysis η οποία αναλύεται στην επόμενο υποκεφάλαιο. Πιο συγκεκριμένα όταν η ανάλυση της κίνησης γίνεται σε motion capture δεδομένα γίνεται με δύο διαφορετικούς μεθόδους. Η πρώτη μέθοδος συγκρίνει αποκλειστικά την γεωμετρία του σώματος, όπως αναφέρεται από τους Kovar et al. 2002 [4] και Lee et al. 2002 [5]. Η δεύτερη μέθοδος όπως αναφέρεται από τους Muller et al. 2005 [6] συγκρίνουν την κίνηση ανά μικρά παράθυρα χρησιμοποιώντας κάποια εννοιολογικά χαρακτηριστικά. Για το σκοπούς της διπλωματικής εργασίας η ανάλυση της κίνησης γίνεται εξάγοντας τα ποιοτικά χαρακτηριστικά μιας χορευτικής παράστασης με βάση την μέθοδο LMA όπως αναφέρεται και στο Aristidou et al [2]. Οι πληροφορίες που παράγονται σχετίζονται με μια συγκεκριμένη ακολουθία από skeletal data, τα οποία αντιστοιχούν σε ένα συγκεκριμένο χρονικό σημείο. Αυτό σημαίνει ότι η ανάλυση της κίνησης μπορεί να παράγει χρονικά εξαρτώμενες πληροφορίες σχετικά με την κίνηση. Όταν η ανάλυση της κίνησης γίνεται με την μέθοδο Laban Movement, έχει το πλεονέκτημα πως αντλεί χαρακτηριστικά του από έννοιες που δημιουργήθηκαν από ανατομία, κινησιολογία και ψυχολογία.

### **2.2.3 Laban Movement Analysis (LMA)**

LMA είναι ένα διεπιστημονικό σύστημα, ενσωματώνοντας πληροφορίες από ανατομία, κινησιολογία και ψυχολογία τα οποία αντλούνται από τις θεωρίες του Rudolph Laban για να ερμηνεύσουν και να τεκμηριώσουν τις ανθρώπινες κινήσεις. Είναι ένα από πιο ευρέως διαδεδομένο σύστημα το οποίο αναφέρεται για ανάλυση της κίνησης. Κατά τον τελευταίο αιώνα χρησιμοποιείται για την περιγραφή και τεκμηρίωση τόσο για χορούς όσο και για χορογραφίες. Οι αρχές του LMA χρησιμοποιούνται στην δημιουργία εικονικών χαρακτήρων για πάνω από μια δεκαετία. Επίσης χρησιμοποιείται με επιτυχία

σε αρκετές εφαρμογές των γραφικών ηλεκτρονικών υπολογιστών όπως για παράδειγμα η ανάλυση της κίνησης [1].

#### **2.2.4 LMA χαρακτηριστικά**

LMA είναι μια γλώσσα για την διερμηνεία, περιγραφή, οπτικοποίηση και την απεικόνιση όλων των ανθρώπινων κινήσεων, το οποίο ξεκάθαρα ορίζει και κατηγοριοποιεί την ανθρώπινη κίνηση σε τέσσερα διαφορετικά συστατικά στοιχεία: BODY, EFFORT, SHAPE και τον SPACE [2].

Το συστατικό BODY πρωτίστως αναπτύσσει το σώμα και τις συνδέσεις μεταξύ σώματος και χώρου. Ακόμη περιγράφει την δομή και τα φυσικά χαρακτηριστικά του ανθρώπινου σώματος, καθώς είναι υπεύθυνο για την περιγραφή των διάφορων τμημάτων του σώματος τα οποία κινούνται, συνδέονται και επηρεάζονται από άλλα τμήματα. Επίσης ορίζει την ακολουθία την κίνησης μεταξύ των τμημάτων του σώματος και τις γενικές καταστάσεις που αφορούν την οργάνωση του σώματος.

Το συστατικό στοιχείο EFFORT περιγράφει την πρόθεση την δυναμική ποιότητα της κίνησης, την υφή, τον τόνο του συναισθήματος και πως η ενέργεια χρησιμοποιείται για κάθε κίνηση. Επίσης οι αλλαγές στην προσπάθεια γενικότερα σχετίζονται με τις αλλαγές της διάθεσης ή του συναισθήματος τα οποία είναι απαραίτητα για την εκφραστικότητα. Να σημειωθεί ότι το συστατικό στοιχείο EFFORT περιλαμβάνει τέσσερις υποκατηγορίες και κάθε υποκατηγορία έχει δυο παραμέτρους οι οποίες ονομάζονται EFFORT factors.

Το συστατικό SHAPE αναλύει τον τρόπο τον οποίο το σώμα αλλάζει μορφή κατά την διάρκεια την κίνησης. Επίσης περιγράφει τις στατικές μορφές τις οποίες παίρνει το σώμα, την σχέση του σώματος με τον εαυτό του, την σχέση του σώματος με το περιβάλλον, τον τρόπο τον οποίο το σώμα αλλάζει σε κάποιο σημείου του χώρου, και τον τρόπο τον οποίο μπορεί να αλλάζει ο κορμός του σώματος σε τέτοια μορφή ώστε να υποστηρίξει τις κινήσεις ακόμη και όταν το σώμα βρίσκεται σε ξεκούραση.

Το συστατικό στοιχείο SPACE περιγράφει την κίνηση σε σχέση με το περιβάλλον, δρόμους και γραμμές της χωρικής έκτασης. Ο Laban κατηγοριοποιεί τις αρχές του προσανατολισμού της κίνησης που βασίζονται στον χώρο όπου το σώμα μπορεί να φτάσει, καθώς και την προσωπική σφαίρα που μετακινείται το σώμα, επίσης οι αρχές προσανατολισμού της κίνησης βασίζονται στον χώρο όπου οι ενέργειες του σώματος λαμβάνουν χώρα, και τον γενικό χώρο όπου είναι ένα σημαντικό μέρος του προσωπικού στυλ.

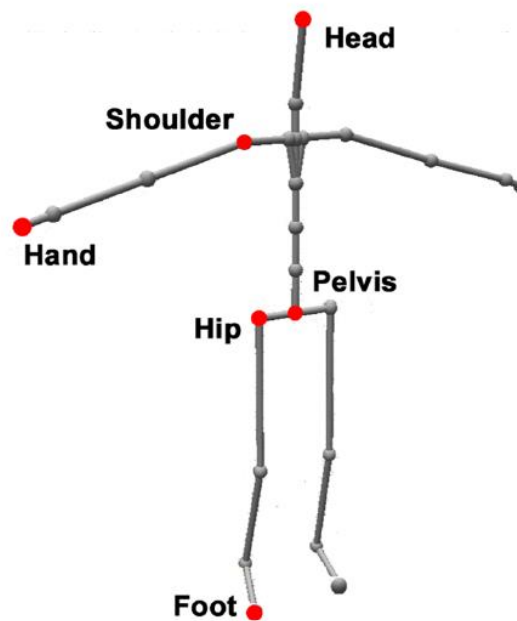
Στην πιο κάτω Πίνακα 2.1 φαίνονται για κάθε ένα από τα πιο πάνω συστατικά στοιχεία BODY, EFFORT, SHAPE, και SPACE τα συστατικά τα οποία τα χαρακτηρίζουν. Τα πιο κάτω χαρακτηριστικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να κωδικοποιήσουν την πληροφορία που αφορά το συναίσθημα και την κίνηση ενός εκτελεστή μιας κίνησης ή χορού, λαμβάνοντας υπόψη τόσο το σώμα όσο και τις διάφορες παραλλαγές μιας παράστασης. Τα χαρακτηριστικά τα οποία φαίνονται στον Πίνακα 2.1 χρησιμοποιήθηκαν στο παρελθόν από τους A. Aristidou et al. [2] συγκρίνοντας την κίνηση ανά μικρά παράθυρα.

|        | $f_s$    | Measurement                        |             |             |             |             |                         |
|--------|----------|------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------------------|
|        |          | Description                        | max         | min         | mean        | std         | #                       |
| BODY   | $f_1$    | Feet-hip distance                  | $\phi_1$    | $\phi_2$    | $\phi_3$    | $\phi_4$    |                         |
|        | $f_2$    | Hands-shoulder distance            | $\phi_5$    | $\phi_6$    | $\phi_7$    | $\phi_8$    |                         |
|        | $f_3$    | Hands distance                     | $\phi_9$    | $\phi_{10}$ | $\phi_{11}$ | $\phi_{12}$ |                         |
|        | $f_4$    | Hands-head distance                | $\phi_{13}$ | $\phi_{14}$ | $\phi_{15}$ | $\phi_{16}$ |                         |
|        | $f_5$    | Hands-hip distance                 | $\phi_{17}$ | $\phi_{18}$ | $\phi_{19}$ | $\phi_{20}$ |                         |
|        | $f_6$    | Hip-ground distance                | $\phi_{21}$ | $\phi_{21}$ | $\phi_{23}$ | $\phi_{24}$ |                         |
|        | $f_7$    | Hip-ground minus feet-hip distance | $\phi_{25}$ | $\phi_{26}$ | $\phi_{27}$ | $\phi_{28}$ |                         |
|        | $f_8$    | Gait size                          | $\phi_{29}$ | $\phi_{30}$ | $\phi_{31}$ | $\phi_{32}$ |                         |
| EFFORT | $f_9$    | Head orientation                   | $\phi_{33}$ | $\phi_{34}$ | $\phi_{35}$ | $\phi_{36}$ |                         |
|        | $f_{10}$ | Deceleration peaks                 |             |             |             |             | $\phi_{37}$             |
|        | $f_{11}$ | Hip velocity                       | $\phi_{38}$ | $\phi_{39}$ |             | $\phi_{40}$ |                         |
|        | $f_{12}$ | Hands velocity                     | $\phi_{41}$ | $\phi_{42}$ |             | $\phi_{43}$ |                         |
|        | $f_{13}$ | Feet velocity                      | $\phi_{44}$ | $\phi_{45}$ |             | $\phi_{46}$ |                         |
|        | $f_{14}$ | Hip acceleration                   | $\phi_{47}$ |             |             | $\phi_{48}$ |                         |
|        | $f_{15}$ | Hands acceleration                 | $\phi_{49}$ |             |             | $\phi_{50}$ |                         |
|        | $f_{16}$ | Feet acceleration                  | $\phi_{51}$ |             |             | $\phi_{52}$ |                         |
| SHAPE  | $f_{17}$ | Jerk                               | $\phi_{53}$ |             |             | $\phi_{54}$ |                         |
|        | $f_{18}$ | Volume (5 joints)                  | $\phi_{55}$ | $\phi_{56}$ | $\phi_{57}$ | $\phi_{58}$ |                         |
|        | $f_{19}$ | Volume (All joints)                | $\phi_{59}$ | $\phi_{60}$ | $\phi_{61}$ | $\phi_{62}$ |                         |
|        | $f_{20}$ | Volume (upper body)                | $\phi_{63}$ | $\phi_{64}$ | $\phi_{65}$ | $\phi_{66}$ |                         |
|        | $f_{21}$ | Volume (lower body)                | $\phi_{67}$ | $\phi_{68}$ | $\phi_{69}$ | $\phi_{70}$ |                         |
|        | $f_{22}$ | Volume (left side)                 | $\phi_{71}$ | $\phi_{72}$ | $\phi_{73}$ | $\phi_{74}$ |                         |
|        | $f_{23}$ | Volume (right side)                | $\phi_{75}$ | $\phi_{76}$ | $\phi_{77}$ | $\phi_{78}$ |                         |
|        | $f_{24}$ | Torso height                       | $\phi_{79}$ | $\phi_{80}$ | $\phi_{81}$ | $\phi_{82}$ |                         |
| SPACE  | $f_{25}$ | Hands level                        |             |             |             |             | $\phi_{83} - \phi_{85}$ |
|        | $f_{26}$ | Total distance                     |             |             |             |             | $\phi_{86}$             |
|        | $f_{27}$ | Total area                         |             |             |             |             | $\phi_{87}$             |

Πίνακας 2.1: Table (LMA) Measurements / A. Aristidou et al. [2] / Folk Dance  
Evaluation Using Laban Movement Analysis

### 2.2.5 Δομή του σκελετού

Πάρα πολύ σημαντικό να σημειωθεί είναι ότι μεταφέρουμε την κίνηση σε ένα σκελετό ούτως ώστε οι κινήσεις που θα συγκρίνουμε να είναι συγκρίσιμες. Αν ο σκελετός δεν είναι ο ίδιος, τότε οι μετρήσεις δεν θα είναι ακριβής (π.χ. άνοιγμα χεριών). Η απόσταση μεταξύ των δύο χεριών δεν θα είναι η ίδια αν ο σκελετός Α είναι μεγαλύτερος από τον σκελετό Β. Για να γίνει η εξαγωγή των LMA χαρακτηριστικών χρειάζεται η δομή του σκελετού. Η δομή του σκελετού για να εκφραστεί γίνεται με την χρήση της πληροφορίας που παίρνουμε από τους διάφορους αισθητήρες (markers) οι οποίοι είναι τοποθετημένοι στην στολή αυτού που εκτελεί την κίνηση. Στην συνέχεια μπορούμε να δούμε στην Εικόνα 2.2 την μορφή του σκελετού και ένα σχεδιάγραμμα Εικόνα 2.3 της ακολουθίας που γίνεται μέχρι να φτάσουμε στην εξαγωγή των LMA χαρακτηριστικών με ενδιάμεσο βήμα τον ορισμό του σκελετού.



**Figure 3:** Representation of the articulated skeletal structure used to calculate the LMA features. Key joints used in the calculations are clearly indicated.

Εικόνα 2.2: Skeletal structure(A. Aristidou et al. [1] / Emotion Analysis and Classification)



Εικόνα 2.3: Ακολουθία για εξαγωγή των LMA χαρακτηριστικών

### 2.2.6 Αλγόριθμος ταξινόμησης K-means

K-means ομαδοποίηση είναι μία μέθοδος vector quantization η οποία είναι δημοφιλής στην ανάλυση συστάδων (Clusters). Σύμφωνα με τον αλγόριθμο αρχικά επιλέγουμε  $k$  σημεία ως τα αρχικά κέντρα των συστάδων, στην συνέχεια υπολογίζουμε την απόσταση μεταξύ κάθε σημείου και κάθε κέντρου συστάδας και το αναθέτουμε στην κοντινότερη συστάδα, στην συνέχεια διορθώνω τους μέσους όρους όλων των συστάδων, επαναλαμβάνω την διαδικασία μέχρι το κριτήριο να μην ταιριάζει. K-means ομαδοποίηση στοχεύει τον διαχωρισμό των δεδομένων σε  $k$  συστάδες όπου κάθε τιμή δεδομένων ανήκει στην συστάδα με το κοντινότερο μέσο όρο [9]. Στην συνέχεια μπορούμε να δούμε τον αλγόριθμο υπό την μορφή ψευδοκώδικα στην Εικόνα 2.4. Όπου  $x^{(1)}, \dots, x^{(m)}$ , είναι τα σημεία των δεδομένων μου και  $c^{(i)}$  είναι η συστάδα στην οποία ανήκει το κάθε σημείο των δεδομένων μου.

```

1. Initialize cluster centroids  $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_k \in \mathbb{R}^n$  randomly.
2. Repeat until convergence: {
    For every  $i$ , set
        
$$c^{(i)} := \arg \min_j \|x^{(i)} - \mu_j\|^2.$$

    For each  $j$ , set
        
$$\mu_j := \frac{\sum_{i=1}^m 1\{c^{(i)} = j\} x^{(i)}}{\sum_{i=1}^m 1\{c^{(i)} = j\}}.$$

}
  
```

Εικόνα 2.4: Αλγόριθμος K-means [11]

## 2.3 Προηγούμενη Εργασία

Την τελευταία δεκαετία λόγω αύξησης των διαθέσιμων motion capture δεδομένων, έχει ξεκινήσει ένα ρεύμα προς την ανάλυση κίνησης σε motion-capture δεδομένα και πιο συγκεκριμένα σε χορούς. Ο τομέας αυτός έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον αφού μέσα από την ανάλυση των δεδομένων μπορεί να προκύψουν σημαντικές πληροφορίες όπως η ομοιότητα μεταξύ δύο χορών καθώς και κινήσεις τις οποίες μπορεί να έχει δανειστεί ένας χορός από κάποιον άλλο.

Η προηγούμενη εργασία στο παρόν θέμα ξεκίνησε από τους Aristidou et al. 2015 [2], στην οποία βασίζεται και η παρούσα διπλωματική εργασία. Πιο συγκεκριμένα σε αυτή την εργασία έχει δημιουργηθεί μια δομή η οποία βασίζεται στις αρχές του Laban Movement Analysis (LMA), όπου στοχεύετε ο προσδιορισμός του στυλ και της ποιότητας σε κινήσεις χορού. Ο αλγόριθμος ο οποίος αναπτύχθηκε σε αυτή την εργασία εξάγει τα τέσσερα LMA χαρακτηριστικά (BODY, EFFORT, SHAPE, SPACE), τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην συνέχεια για την σύγκριση και αξιολόγηση της κίνησης. Επίσης έχει σχεδιαστεί και υλοποιηθεί ένα πρωτότυπο προσομοιωτή εικονικής πραγματικότητας το οποίο στοχεύει τη διδασκαλία παραδοσιακών χορών, όπου ο χρήστης μπορεί να προβάλει διάφορα κομμάτια χορού τα οποία αντιπροσωπεύουν κινήσεις ενός δασκάλου/επαγγελματία χορευτή όπου στην συνέχεια ο χρήστης πρέπει να επαναλάβει. Οι κινήσεις του χρήστη καταγράφονται και στην συνέχεια συγκρίνονται με τις πρότυπες κινήσεις του αντίστοιχου παραδοσιακού χορού. Ακολούθως δίνεται μια αξιολόγηση στον χρήστη η οποία βασίζεται στα LMA Features. Τα αποτελέσματα του πιο πάνω συστήματος καταδεικνύουν την αποτελεσματικότητα του συστήματός, ανοίγοντας νέους ορίζοντες για αυτόματες διαδικασίες σύγκρισης της κίνησης καθώς και αξιολόγησης χορών.

## 2.4 Παρόμοια Συστήματα

Πιο κάτω μπορούμε να δούμε κάποια συστήματα τα οποία ασχολούνται με την ανάλυση της κίνησης από motion capture δεδομένα. Τα δύο πρώτα συστήματα συγκρίνουν αποκλειστικά την γεωμετρία τους σώματος συγκρίνοντας μεμονωμένες πόζες. Τα άλλα δύο συστήματα δεν συγκρίνουν αποκλειστικά την γεωμετρία του

σώματος, αλλά συγκρίνουν την κίνηση ανά μικρά παράθυρα εξάγοντας σχετικά ή στιλιστικά χαρακτηριστικά ( LMA Features). Πιο συγκεκριμένα το τρίτο σύστημα προτείνει ένα σύνολο σχετικών χαρακτηριστικών και το τελευταίο σύστημα προτείνει ένα μικρό αριθμό από τα LMA χαρακτηριστικά.

Πιο κάτω παρουσιάζεται μια μέθοδος για την δημιουργία ρεαλιστικών κινήσεων. Με την χρήση μιας συλλογής από motion capture δεδομένα, δημιουργείται αυτόματα ένας κατευθυνόμενος γράφος ο οποίος ονομάζεται γράφος κίνησης (motion graph). Ο γράφος κίνησης που δημιουργείται αποτελείται από κομμάτια αληθινής κίνησης καθώς και από αυτομάτως παραγόμενες κινήσεις. Η κίνηση που δημιουργείται από το σύστημα μπορεί να παραχθεί απλά χτίζοντας βαδίσματα στον γράφο [3]. Πολύ σημαντικό για να αναφερθεί είναι ότι το πιο πάνω σύστημα συγκρίνει τις κινήσεις μετρώντας τις αποστάσεις που έχουν μεταξύ τους οι σύνδεσμοι του σκελετού (joints) μεταξύ δύο χαρακτήρων. Ουσιαστικά γίνεται σύγκριση σε μεμονωμένες πόζες βάση της γεωμετρίας του σώματος.

Μια άλλη μέθοδος δείχνει το πώς μια βάση δεδομένων από κινήσεις μπορεί να προεξεργασθεί για έλεγχο των avatar σε πραγματικό χρόνο παρέχοντας ευελιξία στη συμπεριφορά καθώς και αποτελεσματική αναζήτηση. Η ευελιξία δημιουργείται εντοπίζοντας εύλογες μεταβάσεις μεταξύ τμημάτων κίνησης και η αποτελεσματική αναζήτηση προκύπτει μέσω της δομής γράφου όπου αποκτάται μέσω της ομαδοποίησης. Στην συνέχεια τρεις τεχνικές διεπαφής επιδεικνύονται για τον έλεγχο του avatar motion χρησιμοποιώντας τις πιο κάτω δομές: ο χρήστης επιλέγει από ένα σύνολο διαθέσιμων επιλογών, σκιαγράφηση μιας διαδρομής μέσα από ένα περιβάλλον . ή όταν γίνεται μια επιθυμητή κίνηση μπροστά από μια βιντεοκάμερα. Επίσης επιδεικνύεται η ευελιξία της προσέγγισης μέσω τεσσάρων διαφορετικών εφαρμογών συγκρίνοντας την κίνηση του avatar με ανθρώπινη κίνηση που καταγράφεται απευθείας [5]. Επομένως η πιο πάνω μέθοδος βρίσκει τις διαφορές που έχουν μεταξύ τους οι τρισδιάστατες περιστροφές των συνδέσμων (joints), άρα όπως και στο προηγούμενο σύστημα η σύγκριση βασίζεται στην γεωμετρία του σώματος.

Όπως αναφέρεται στο Muller et al. 2005 [6] η συγκεκριμένη προσέγγιση ασχολείται με ποικίλα είδη ποιοτικών χαρακτηριστικών που περιγράφουν συσχετίσεις γεωμετρίας

μεταξύ συγκεκριμένων σημείων του σώματος και δείχνουν πως από motion capture ροές δεδομένων (motion capture data streams) αυτά τα χαρακτηριστικά χωρίζονται σε τμήματα κατά τη διάρκεια του χρόνου. Επίσης με την ενσωμάτωση της χωροχρονικής ανανέωσης μέσα στα γεωμετρικά χαρακτηριστικά και προσαρμοστικά τμήματα, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν αποδοτικά μέθοδοι ευρετηρίασης (indexing methods) επιτρέποντας για ευέλικτη και αποδοτική ανάκτηση και αναζήτηση περιεχομένου από τεράστιες βάσεις από motion capture δεδομένα. Επιπρόσθετα γίνεται μια μέθοδος προ εξεργασίας που ουσιαστικά επιταχύνει τις δαπανηρές κλασικές τεχνικές δυναμικής χρονικής στρέβλωσης για την ευθυγράμμιση χρόνου λογικά παρόμοιων ροών δεδομένων κίνησης.

Μια άλλη μέθοδος ή οποία απευθύνεται στο ότι βασική προϋπόθεση για να αξιοποιήσεις την κίνηση είναι η αποτελεσματική μέθοδος της εύρεσης και ανάκτησης κινήσεων από τεράστιες βάσεις δεδομένων από motion capture αναφέρεται στο Karadia et al. 2013 [7]. Η συγκεκριμένη μέθοδος είναι μια ευέλικτη και αποδοτική μέθοδος ή οποία αναζητά αυθαίρετα πολύπλοκες κινήσεις από μεγάλες βάσεις που αποτελούνται από δεδομένα κίνησης. Οι κινήσεις κωδικοποιούνται με την χρήση κλειδιών τα οποία αντιπροσωπεύονται από γεωμετρικά και δυναμικά χαρακτηριστικά της ανθρώπινης κίνησης. Αυτά τα κλειδιά όπως παρουσιάζονται, παρέχουν ένα αντιπροσωπευτικό χώρο αναζήτησης για την εφικτή εύρεση διάφορων κινήσεων, επίσης παρέχεται η δυνατότητα όπου οι χρήστες μπορούν να καθορίσουν τις ακολουθίες από τιμές κλειδιών καθώς και τον συνδυασμό από ακολουθίες κλειδιών ώστε να αναζητήσουν πολύπλοκες κινήσεις. Ακόμη σε αυτή την μέθοδο χρησιμοποιούνται δομές βασισμένες σε ψηφιακά δέντρα ώστε να προωθήσουν την αποδοτική χαρτογράφηση από τις ακολουθίες κλειδιών σε κινήσεις. Τέλος η πιο πάνω μέθοδος πολύ πιθανόν να δίνει την δυνατότητα χρήσης μεγάλων δεδομένων κίνησης σε εφαρμογές πραγματικού χρόνου.

# Κεφάλαιο 3

## Επισκόπηση

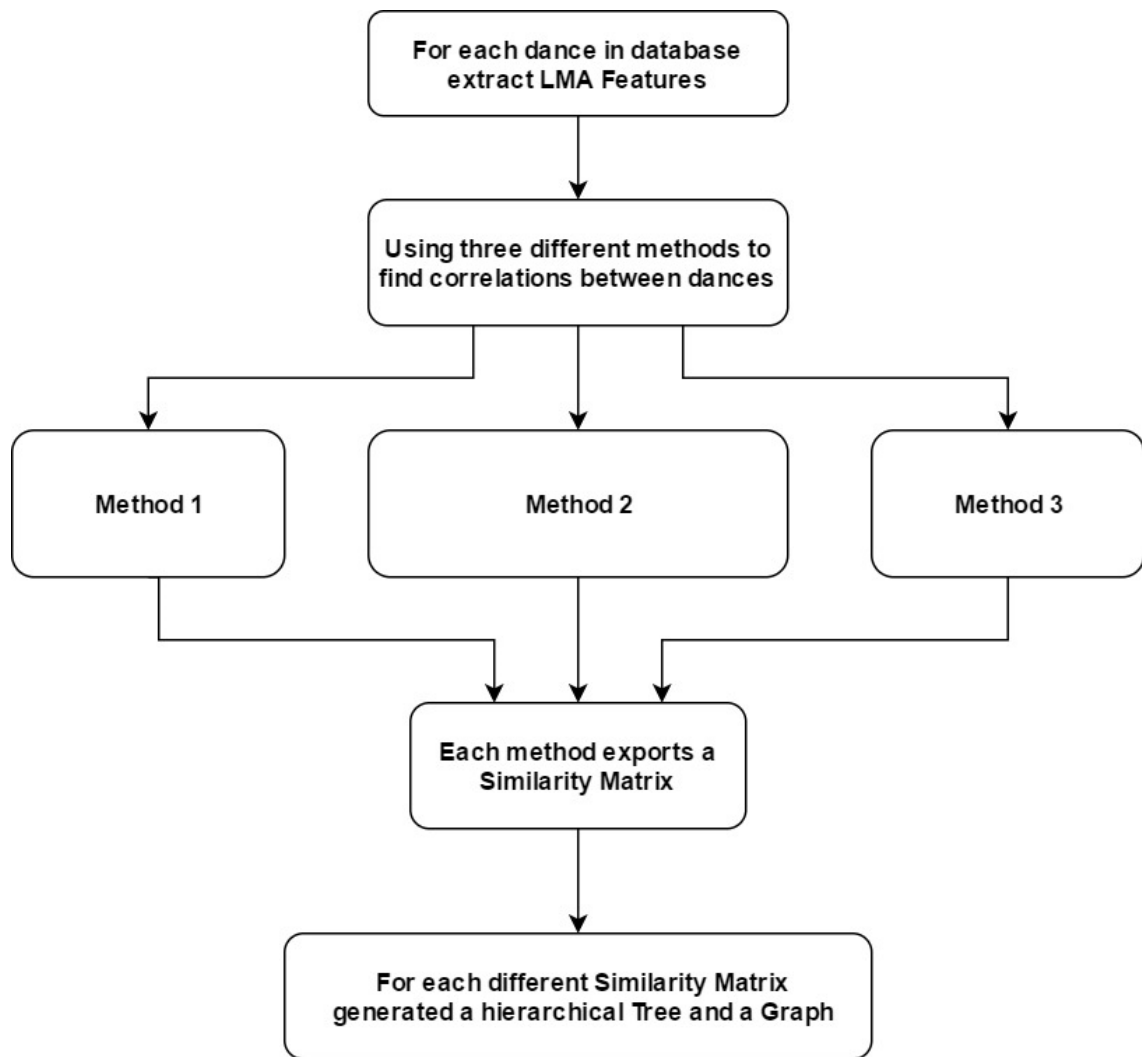
---

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| 3.1 Εισαγωγή κεφαλαίου                                | 16 |
| 3.2 Εντοπισμός ομοιότητας μεταξύ των χωρών            | 17 |
| 3.3 Αυτόματη παραγωγή γενεαλογικών δέντρων και γράφων | 21 |

---

### 3.1 Εισαγωγή κεφαλαίου

Σκοπός του πιο κάτω κεφαλαίου είναι να δώσει μια πιο γενική και ξεκάθαρη εικόνα για το πρόβλημα της διπλωματικής εργασίας, και ακολούθως το πώς προσεγγίστηκε, και ποια ήταν τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την επίλυση του. Όπως αναφέρεται και προηγουμένως στο κεφάλαιο της εισαγωγής το πρόβλημα είναι το πώς μπορεί να αξιοποιηθεί η βάση των χωρών του Πανεπιστημίου Κύπρου αλλά και άλλων βιβλιοθηκών ελεύθερης πρόσβασης ώστε να γίνει εξαγωγή σημαντικών πληροφοριών. Αρχικά το πρόβλημα προσεγγίστηκε με το να βρεθούν ομοιότητες που έχουν οι χοροί μεταξύ τους. Για τον εντοπισμό των ομοιοτήτων χρησιμοποιήθηκαν τρεις διαφορετικές προσεγγίσεις, η πρώτη μέθοδος εντοπίζει την συσχέτιση βάση του στυλ των χωρών, η δεύτερη μέθοδος εντοπίζει την συσχέτιση με την χρήση των style words, και η τρίτη μέθοδος εντοπίζει όμοιες κινήσεις μεταξύ των χωρών. Οι τρεις προσεγγίσεις αναλύονται στην συνέχεια. Επόμενος στόχος ήταν η δημιουργία κάποιων γενεαλογικών δέντρων αλλά και γράφων οι οποίοι να απεικονίζουν τις τρεις διαφορετικές προσεγγίσεις οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για τον εντοπισμό ομοιότητας μεταξύ των χωρών. Στην πιο κάτω Σχήμα 3.1 φαίνεται ένα σχεδιάγραμμα το οποίο απεικονίζει τα βήματα και τον τρόπο τον οποίο προσεγγίστηκε το πρόβλημα.



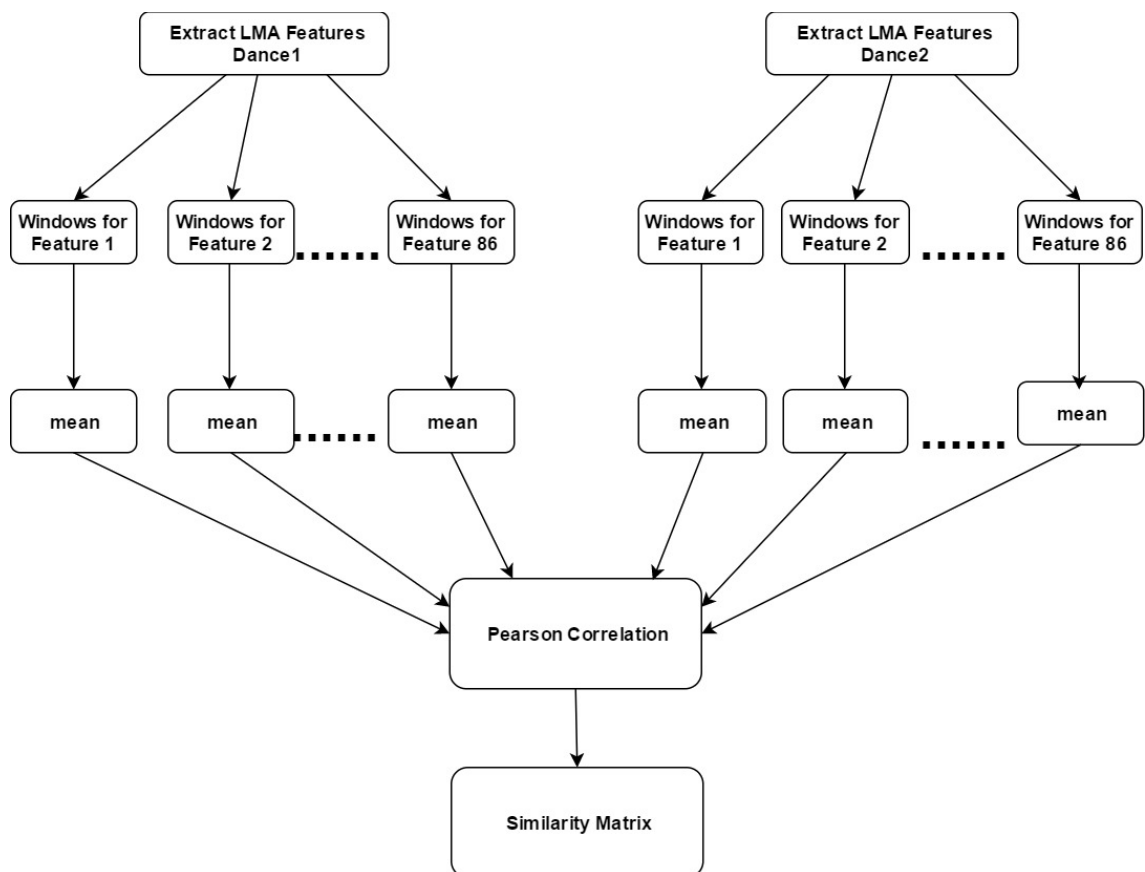
Σχήμα 3.1: Τα διάφορα στάδια για την επίτευξη του τελικού στόχου

### 3.2 Εντοπισμός ομοιότητας μεταξύ των χορών

Πιο κάτω γίνεται ανάλυση των τριών διαφορετικών προσεγγίσεων που χρησιμοποιήθηκαν ώστε να εντοπιστεί η ομοιότητα που έχουν οι χοροί μεταξύ τους. Η πρώτη προσέγγιση εντοπίζει την ομοιότητα στο στυλ που έχουν οι χοροί στο σύνολο τους χρησιμοποιώντας την μέθοδο του Aristidou et al. 2015 [1], η δεύτερη προσέγγιση εντοπίζει την ομοιότητα που έχουν οι χοροί μεταξύ τους μέσω της κατανομής των style-words που αποτελούν μια κίνηση σε ομάδες. Η τρίτη προσέγγιση εντοπίζει όμοιες κινήσεις ενός συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος που έχει ένας χορός με κάποιον άλλο.

### 3.2.1 Συνολική ομοιότητα μεταξύ των χορών

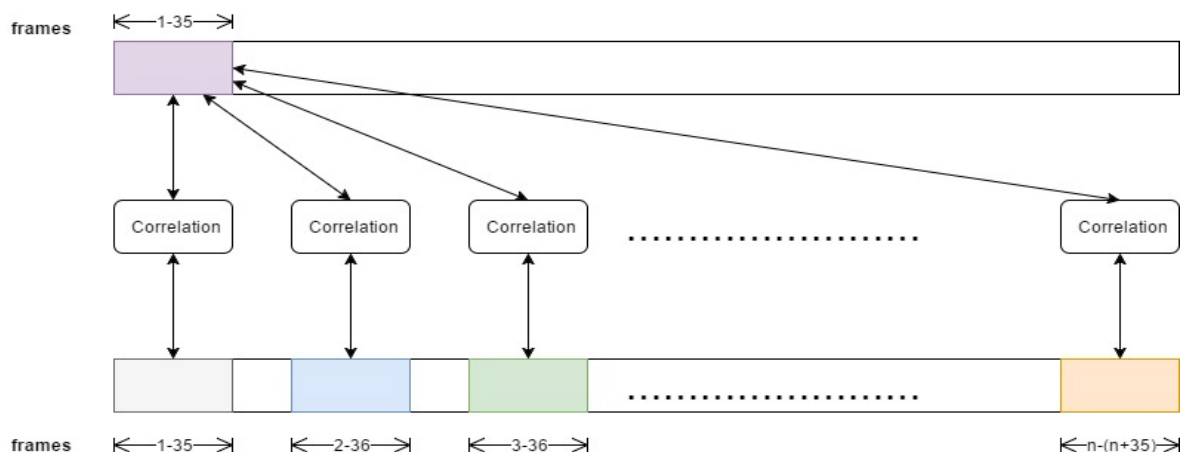
Η πρώτη προσέγγιση έχει ως στόχο να εντοπίσει την ομοιότητα μεταξύ των χορών στο σύνολο τους, δηλαδή χοροί οι οποίοι έχουν είτε το ίδιο στυλ, είτε έχουν όμοιες κινήσεις σε ένα μεγάλο εύρος τους. Για την υλοποίηση αυτής της προσέγγισης, γίνεται εξαγωγή των LMA χαρακτηριστικών (παράθυρα των 35 πλαισίων) όπως αναφέρεται και στο Aristidou et al. 2015 [1]. Για του σκοπούς αυτής της μεθόδου υπολογίζεται ο μέσος όρος όλων των παραθύρων κάθε χαρακτηριστικού που εκφράζει ένα χορό. Αξίζει να σημειωθεί πως κάθε παράθυρο χαρακτηρίζεται από ένα διάνυσμα των 86 τιμών οι οποίες είναι οι τιμές που φαίνονται στον Πίνακα 2.1. Στην πιο κάτω εικόνα φαίνεται η διαδικασία για τον υπολογισμό της συσχέτισης μεταξύ δύο χορών, η οποία διαδικασία ισχύει και για τον υπολογισμό συσχετίσεων μεταξύ όλων των χορών. Αξίζει να αναφερθεί πως ή έξοδος της πιο πάνω διαδικασίας είναι ένας πίνακας συσχετίσεων που εκφράζει την ομοιότητα μεταξύ των χορών.



Σχήμα 3.2: Διαδικασία υπολογισμού συσχέτισης δύο χορών

### 3.2.2 Εντοπισμός συσχέτισης με την χρήση Style Words

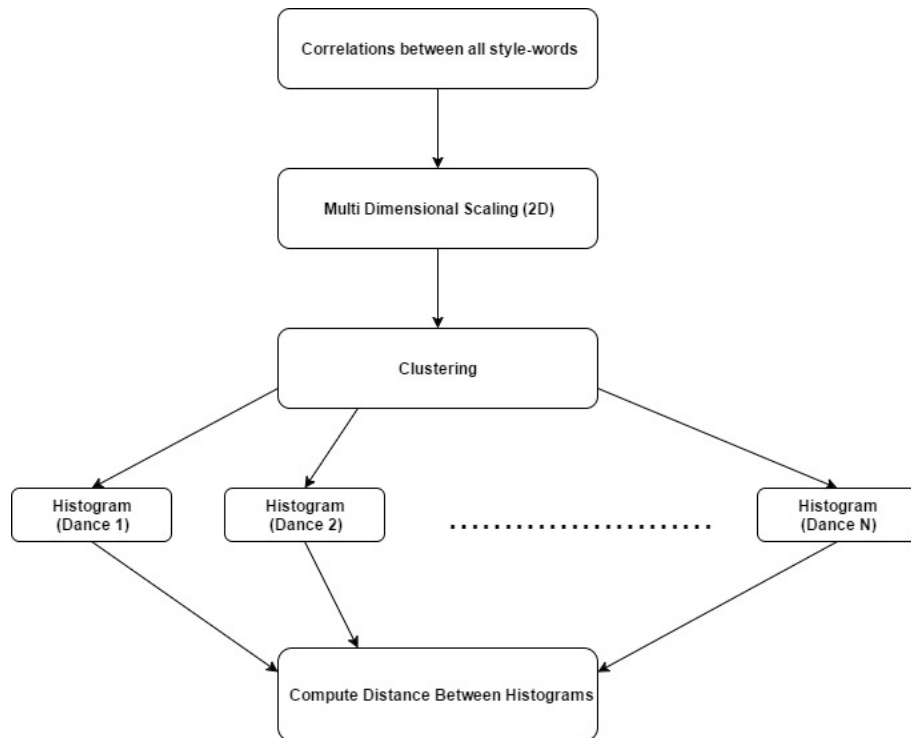
Η δεύτερη προσέγγιση έχει τεθεί και υλοποιηθεί από τον Ανδρέα Αριστείδου όπου εντοπίζει την ομοιότητα μεταξύ δύο χορών με ένα πολύ διαφορετικό τρόπο, αντίστοιχο με την μέθοδο Bag-of-words που χρησιμοποιείται στην επεξεργασία κειμένου και εικόνας. Αρχικά γίνεται εξαγωγή των LMA χαρακτηριστικών από κάθε χορό σε παράθυρα των 35 πλαισίων, όπως αναφέρεται και στο Aristidou et al. 2015 [1] τα οποία παράθυρα κινούνται με βήμα ίσο με 5 πλαίσια (frames). Μετά την εξαγωγή των LMA χαρακτηριστικών σε κάθε παράθυρο, τα οποία πλέον ονομάζονται Style Words συγκρίνονται μεταξύ τους με την μετρική του Pearson Correlation Coefficient. Στην πιο κάτω εικόνα φαίνεται ένα σχεδιάγραμμα το οποίο απεικονίζει την διαδικασία για τον υπολογισμό της συσχέτισης μιας κίνησης (style words) του ενός χορού με όλες τις κινήσεις τού άλλου χορού, το αντίστοιχο γίνεται για κάθε κίνηση του ενός χορού. Στην πιο κάτω εικόνα απεικονίζεται και η διαδικασία υπολογισμού συσχέτισης μεταξύ των κινήσεων του ίδιου χορού.



Σχήμα 3.3: Διαδικασία υπολογισμού συσχέτισης κινήσεων

Στην συνέχεια οι διαστάσεις των συσχετίσεων των style-words μειώνονται στον χώρο στις 3-διαστάσεις (3D) χρησιμοποιώντας Multidimensional scaling (MDS). Ακολουθώς τα σημεία στον χώρο, δηλαδή τα style words χωρίζονται σε Clusters, και για κάθε ξεχωριστό Cluster υπολογίζονται πόσα style-words ανήκουν στον κάθε χορό, για κάθε χορό δημιουργείται ένα ιστόγραμμα. Στην συνέχεια υπολογίζεται η απόσταση ανάμεσα στα ιστογράμματα μέσω της μετρικής Earth Mover Distance. Τέλος δημιουργείται ένας

πίνακας αποστάσεων ο οποίος κανονικοποιείται, και στην συνέχεια υπολογίζεται το συμπλήρωμα του ώστε να απεικονίζει την ομοιότητα μεταξύ των χορών. Στην πιο κάτω εικόνα φαίνεται ένα σχεδιάγραμμα το οποίο αντικατοπτρίζει την διαδικασία που μόλις περιεγράφηκε.

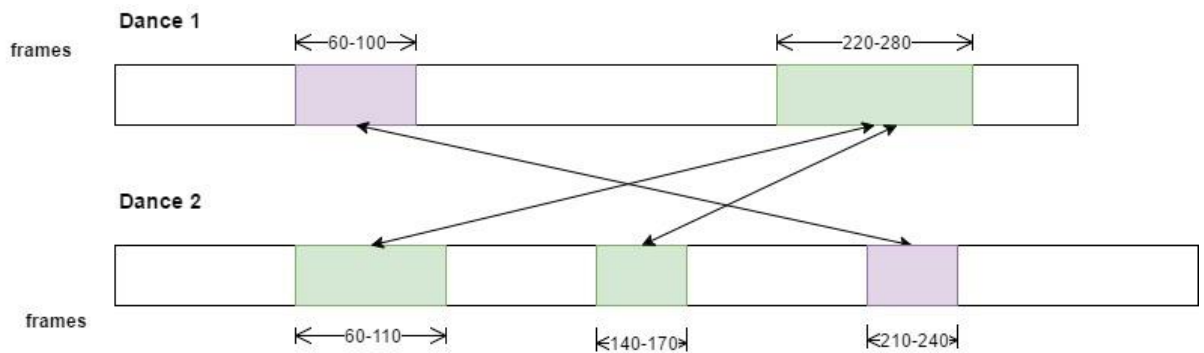


Σχήμα 3.4: Διαδικασία υπολογισμού συσχέτισης μεταξύ των χορών

### 3.2.3 Εντοπισμός όμοιων κινήσεων

Η τελευταία προσέγγιση για τον εντοπισμό ομοιότητας μεταξύ των χορών, είναι διαφορετική από τις προηγούμενες προσεγγίσεις αφού σκοπός της είναι να εντοπιστούν όμοιες κινήσεις τις οποίες μπορεί να έχει υιοθετήσει ένας χορός από κάποιον άλλο. Δηλαδή ακόμη και για δύο χορούς οι οποίοι έχουν ένα πολύ διαφορετικό στυλ, μπορεί να έχουν κάποιες κοινές κινήσεις. Όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις, εξάγουμε τα LMA χαρακτηριστικά (παράθυρα των 35 frames) βάση της μεθόδου που αναφέρεται στο Aristidou et al. 2015 [1]. Για κάθε παράθυρο του πρώτου χορού (το οποίο είναι ένα vector με τα 86 measurements) υπολογίζουμε το Pearson Correlation Coefficient (PCC) του έναντι όλων των παραθύρων του δεύτερου χορού. Έτσι, θεωρούμε πως δύο

παράθυρο μοιάζουν όταν έχουν συσχέτιση (PCC) μεγαλύτερη από ένα Threshold (0.95). Ακολουθώντας εντοπίζουμε τα συνεχόμενα frames με υψηλή συσχέτιση μεταξύ κάθε χορού. Σε αυτή την προσέγγιση δεν σημαίνει απαραίτητα πως οι κινήσεις πρέπει να είναι ίσου μεγέθους, πιο κάτω φαίνεται ένα παράδειγμα το οποίο παρουσιάζει την λογική της πιο πάνω προσέγγισης.



Σχήμα 3.5: Διαδικασία υπολογισμού όμοιων κινήσεων

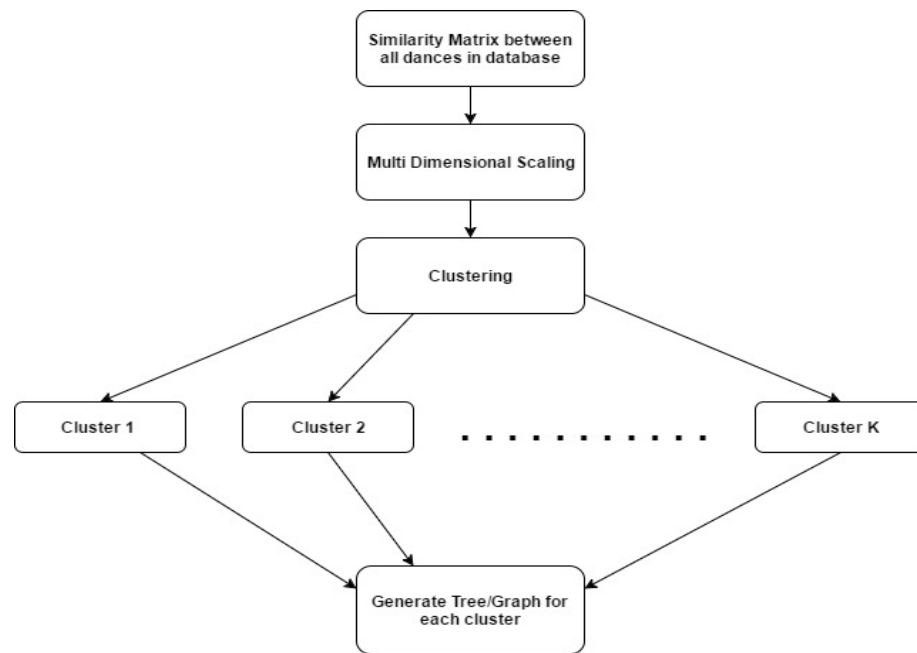
### 3.3 Αυτόματη παραγωγή γενεαλογικών δέντρων και γράφων

Σε αυτό το βήμα γίνεται περιγραφή για το πώς δημιουργούνται τα γενεαλογικά δέντρα και οι γράφοι, η δημιουργία γίνεται ανάλογα με τις τρεις διαφορετικές προσεγγίσεις υπολογισμού ομοιότητας μεταξύ των χορών. Η απεικόνιση γίνεται και με γράφους και με γενεαλογικά δέντρα, για τον λόγο ότι στους γράφους θα φανεί η ομοιότητα την οποία έχει ένας χορός με όλους τους άλλους, και με τα γενεαλογικά δέντρα για τον λόγο ότι θα φανεί κατά πόσο ένας χορός έχει επηρεαστεί από κάποιον άλλο στο πέρασμα του χρόνου. Πολύ σημαντικό για να σημειωθεί είναι το ότι το κτίσιμο των δέντρων γίνεται με την χρήση ενός αλγορίθμου ο οποίος αναλύεται στο κεφάλαιο 5.

#### 3.3.1 Πρώτη προσέγγιση

Αναφορικά με την πρώτη προσέγγιση όπου εντοπίζετε η συνολική ομοιότητα μεταξύ των χορών, πρέπει με κάποιο τρόπο ο χοροί να χωριστούν σε διάφορες κατηγορίες. Στόχος είναι να γίνει ο διαχωρισμός ανάλογα με τα διαφορετικά είδη χορών που βρίσκονται στην βάση του Πανεπιστημίου Κύπρου. Ο διαχωρισμός γίνεται σε Clusters

με την χρήση του αλγορίθμου ταξινόμησης K-means, βάση του πίνακα ομοιότητας που αναφέρεται πιο πάνω στην υποενότητα 2.2.1 (συνολική ομοιότητα μεταξύ των χορών). Αξίζει να αναφερθεί πως πριν την εφαρμογή του αλγορίθμου ταξινόμησης, πρέπει να γίνει μείωση των διαστάσεων των σημείων μας στον χώρο, δηλαδή των χορών. Επίσης για κάθε ξεχωριστό cluster δημιουργείται το ανάλογο γενεαλογικό δέντρο και γράφος, στην πιο κάτω Σχήμα 3.6 φαίνεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε.



Σχήμα 3.6: Διαδικασία υπολογισμού όμοιων κινήσεων

### 3.3.2 Δεύτερη προσέγγιση

Η δεύτερη προσέγγιση όπως αναφέρεται και πιο πάνω εντοπίζει την ομοιότητα μεταξύ των χορών με την χρήση των style-words. Όπως και στην προηγούμενη προσέγγιση το τελικό αποτέλεσμα της διαδικασίας είναι ένας πίνακας ομοιοτήτων, όπου με την χρήση του θα γίνει και η παραγωγή του γενεαλογικού δέντρου και γράφου. Σε αυτή την προσέγγιση η ταξινόμηση σε Clusters γίνεται στα style words.

### 3.3.3 Τρίτη προσέγγιση

Η τρίτη προσέγγιση εντοπίζει όμοιες κινήσεις που έχουν οι χοροί μεταξύ τους. Όπως και στις δύο προηγούμενες μεθόδους το αποτέλεσμα της προσέγγισης είναι ένας πίνακας ομοιοτήτων. Παρομοίως με την δεύτερη προσέγγιση η παραγωγή του γενεαλογικού δέντρου και γράφου θα γίνει με την χρήση του πίνακα ομοιοτήτων.

# Κεφάλαιο 4

## Τεχνολογίες και τεχνικές

---

|                        |    |
|------------------------|----|
| 4.1 Εισαγωγή κεφαλαίου | 24 |
| 4.2 Τεχνολογίες        | 24 |
| 4.3 Τεχνικές           | 25 |

---

### 4.1 Εισαγωγή κεφαλαίου

Το παρόν κεφάλαιο αναφέρεται στις απαιτούμενες γνώσεις, δηλαδή έννοιες που χρησιμοποιήθηκαν καθόλη την διάρκεια της διπλωματικής εργασίας. Αναφέρονται επίσης οι τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν καθώς και τεχνικές που εφαρμόστηκαν.

### 4.2 Τεχνολογίες

#### 4.2.1 MATLAB

Η Mathworks MATLAB ® είναι ένα περιβάλλον το οποίο απευθύνεται για μηχανικούς και επιστήμονες δίνοντας τους την δυνατότητα να αναλύσουν και να σχεδιάσουν συστήματα και προϊόντα. Επίσης η MATLAB είναι μια γλώσσα βασισμένη σε πίνακες όπου είναι και ο πιο φυσικός τρόπος στον κόσμο για να εκφραστούν μαθηματικοί υπολογισμοί. Μια ακόμη σημαντική δυνατότητα είναι το ότι μπορεί εύκολα να απεικονίσει δεδομένα ώστε να αποκτηθεί γνώση από αυτά. Για τους σκοπούς της διπλωματικής εργασίας ήταν πολύ χρήσιμη η MATLAB αφού παρέχει την δυνατότητα παρουσίασης 2D και 3D γραφικών παραστάσεων ώστε να απεικονίσεις και να επικοινωνήσεις με τα δεδομένα σου. Επίσης την καθιστά πολύ χρήσιμη μέσω κάποιων εφαρμογών που παρέχει όπως για παράδειγμα την προβολή γραφικών

παραστάσεων καθώς και αναπαράστασης γράφων και δέντρων τα όποια χρησιμοποιήθηκαν καθόλη την διάρκεια της διπλωματικής εργασίας.

#### **4.2.2 Autodesk MotionBuilder 3D character animation**

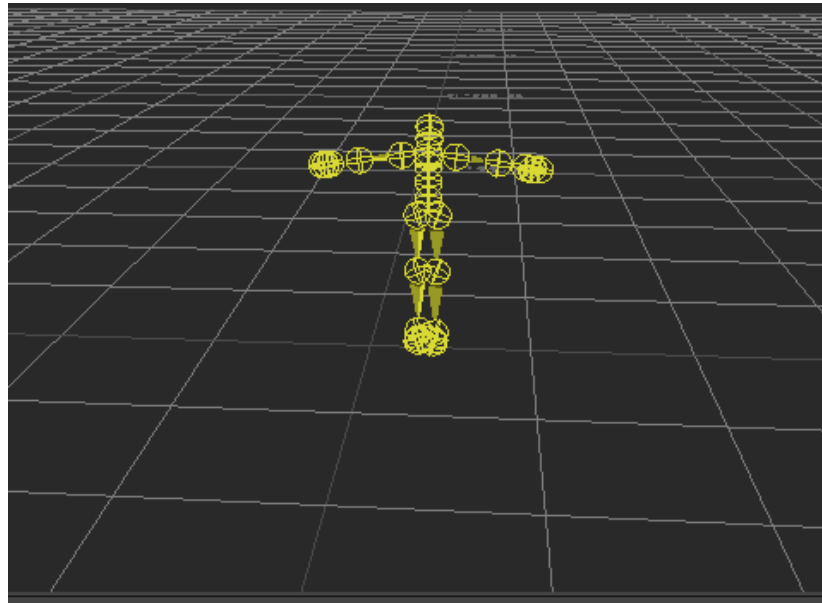
Το λογισμικό Autodesk MotionBuilder 3D character animation χρησιμοποιείται για την εικονική παραγωγή η οποία βοηθά για πιο αποτελεσματικό χειρισμό των δεδομένων καθώς και την βελτίωση τους με μεγαλύτερη αξιοπιστία. Παρέχει την δυνατότητα μεταφοράς των raw motion data σε skeletal data, την επεξεργασία και αναπαραγωγή πολύπλοκων χαρακτήρων σε ένα διαδραστικό περιβάλλον υψηλής απόδοσης, το οποίο απευθύνεται για δημιουργούς κινούμενων σχεδίων και βιντεοπαιχνιδιών. Μερικά από τα χαρακτηριστικά του που χρησιμοποιήθηκαν για την διπλωματική εργασία είναι επεξεργασία motion capture δεδομένων και η κινηματική μεταφορά ενός χαρακτήρα με επαναστόχευση της κίνησης.

### **4.3 Τεχνικές**

Μια από τις τεχνικές που χρησιμοποιήθηκε καθόλη την διάρκεια της διπλωματικής εργασίας ήταν η τεχνική του characterize skeleton and retarget motion from one character to another, αυτή η τεχνική εφαρμόστηκε για να μετατρέψουμε τις κινήσεις που πήραμε από άλλες βιβλιοθήκες κίνησης, στην ίδια μορφή με τα δικά μας δεδομένα ώστε να έχουμε συγκρίσιμες τιμές. Οι χοροί που προστέθηκαν στην βιβλιοθήκη του Πανεπιστημίου Κύπρου είναι από την ελεύθερη πρόσβασης βιβλιοθήκη του Carnegie Mellon University. Σκοπός αυτής της τεχνικής είναι να μετατρέψουμε τον σκελετό που χρησιμοποιείται από Carnegie Mellon University στον σκελετό που χρησιμοποιείται από το Πανεπιστήμιο Κύπρου. Επίσης αφού μετατραπεί ο σκελετός πρέπει εφαρμοστεί σε αυτούς η κίνηση του προηγούμενο σκελετού. Αφού οι χοροί περάσουν από την πιο πάνω επεξεργασία είναι έτοιμοι να περάσουν πάνω από τον αλγόριθμο του Aristidou et al 2015 [1]. Η πιο πάνω τεχνική έγινε στο πρόγραμμα Autodesk MotionBuilder 3D character animation, ήταν μια χρονοβόρα αλλά και επίπονη διαδικασία αλλά άκρως απαραίτητη γιατί σου δίνει την δυνατότητα αξιοποίησης και άλλων χορών. Αξίζει να σημειωθεί πως η πιο πάνω διαδικασία έγινε για αρχεία εισόδου σε FBX και BVH

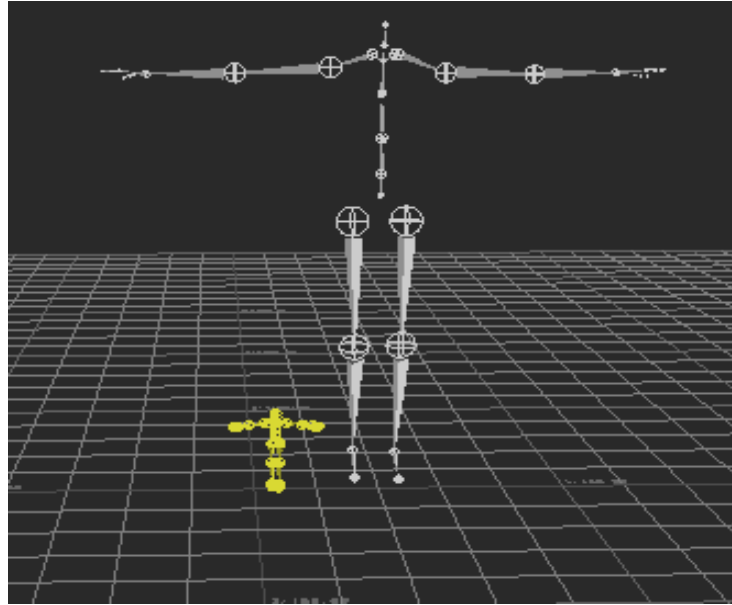
μορφή και η εξαγωγή του τελικού αρχείου έγινε σε BVH μορφή. Πιο κάτω φαίνονται μερικά παραδείγματα εφαρμογής της πιο πάνω τεχνικής.

- Στην πιο κάτω εικόνα φαίνεται η εισαγωγή ενός BVH αρχείου από την ελεύθερης πρόσβασης βιβλιοθήκης του Carnegie Mellon University, καθώς και ο σκελετός που χρησιμοποιείται.



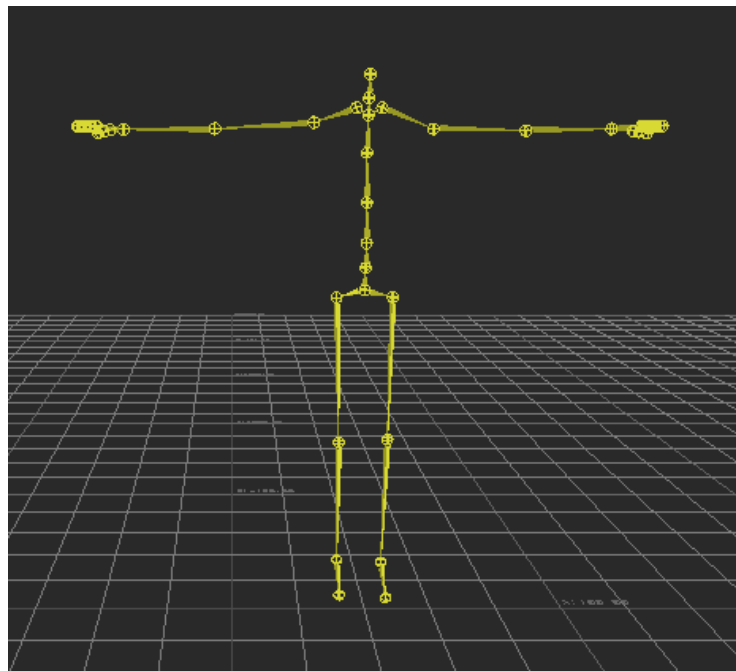
Εικόνα 4.1: Σκελετός του CMU

- Στην πιο κάτω εικόνα φαίνεται και ο σκελετός στα δεξιά που χρησιμοποιείται από το Πανεπιστήμιο Κύπρου, στον οποίο έχει εφαρμοστεί η πιο πάνω τεχνική, και πλέον ο νέος σκελετός έχει την κίνηση του προηγούμενου σκελετού.



Εικόνα 4.2: Μεταφορά κίνησης στο νέο σκελετό

- Στην συνέχεια γίνεται η εξαγωγή του νέου σκελετού ως BVH αρχείο, ο οποίος φαίνεται πιο κάτω.



Εικόνα 4.3: Νέος σκελετός σε BVH μορφή

# Κεφάλαιο 5

## Υλοποίηση

---

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| 5.1 Εισαγωγή κεφαλαίου                                 | 28 |
| 5.2 Διαδικασία Διπλωματικής Εργασίας                   | 28 |
| 5.3 Φόρτωση των χορών σε MATLAB                        | 30 |
| 5.4 Εντοπισμός συσχετίσεων μέσω του πίνακα συσχετίσεων | 30 |
| 5.5 Υπολογισμός συσχετίσεων με τρεις προσεγγίσεις      | 32 |
| 5.6 Προβολή του Πίνακα ομοιοτήτων                      | 36 |
| 5.7 Συλλογή μεταδεδομένων για κάθε χορό                | 37 |
| 5.8 Αυτόματη παραγωγή γενεαλογικών δέντρων-γράφων      | 38 |

---

### 5.1 Εισαγωγή κεφαλαίου

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην διαδικασία για την επίτευξη του τελικού στόχου και στην συνέχεια αναλύονται τα βήματα υλοποίησης της διπλωματικής εργασίας. Έπειτα το κάθε βήμα αναλύεται και παρουσιάζεται ξεχωριστά καθώς και οποιαδήποτε προβλήματα μπορεί να προέκυψαν για την υλοποίηση κάποιου βήματος.

### 5.2 Διαδικασία Διπλωματικής Εργασίας

Για να γίνουν πιο ξεκάθαρα και δομημένα τα βήματα για την επίτευξη του πιο πάνω στόχου έχει χωριστεί σε πέντε μικρότερους στόχους οι οποίοι περιγράφονται πιο κάτω.

Ο πρώτος στόχος είναι το διάβασμα και η ικανότητα ανάλυσης της κίνησης. Δηλαδή να γίνει κατανόηση της ιεραρχίας των βνη αρχείων, τα αρχεία στα οποία είναι καταγεγραμμένοι οι χοροί της βάσης του Πανεπιστημίου Κύπρου. Στην συνέχεια να

γίνει επίσης κατανοητό το πώς διαβάζονται τα bnh αρχεία και πως μπορούν να επεξεργαστούν. Τα πιο πάνω είχαν σκοπό την πρώτη επαφή με τα δεδομένα της βάσης, το διάβασμα, την επεξεργασία τους και την πλήρη αντίληψη για το πώς υπολογίζονται τα χαρακτηριστικά τα οποία εκφράζουν τα δεδομένα μας.

Ο επόμενος στόχος είναι η αξιοποίηση χορών οι οποίοι βρίσκονται σε βιβλιοθήκες ελεύθερης πρόσβασης, ούτως ώστε να επεκταθεί η βάση δεδομένων που θα χρησιμοποιήσουμε και να γίνει σύγκριση και με χορούς εκτός από τους παραδοσιακούς χορούς της Ανατολικής Μεσογείου. Όμως για την σωστή αξιοποίηση των χορών πρέπει να περάσουν από την διαδικασία του characterize skeleton and retarget motion from one character to another και αποθήκευση του χορού σε BVH μορφή, ούτως ώστε όλοι οι χοροί (αυτοί που καταγράφηκαν στο Παν. Κύπρου και αυτοί από άλλες βιβλιοθήκες) να έχουν την ίδια μορφολογία σκελετού. Η επίτευξη του πιο πάνω στόχου μπορεί να γίνει με την χρήση του προγράμματος Motion Builder .

Τρίτος στόχος της διπλωματικής εργασίας είναι η φόρτωσή ποικίλων χορών στο λογισμικό της Mathworks MATLAB ® και χρησιμοποιώντας τον κώδικα του Aristidou et al. 2015 [1] όπου γίνεται εξαγωγή των LMA χαρακτηριστικών σε παράθυρα των 35 frames, να βρεθεί η συσχέτιση μεταξύ των χορών χρησιμοποιώντας την μετρική Pearson Correlation. Πρακτικά θα πρέπει να βρεθεί ο πίνακας ομοιοτήτων (similarity matrix) όπως φαίνεται στην πιο κάτω εικόνα.

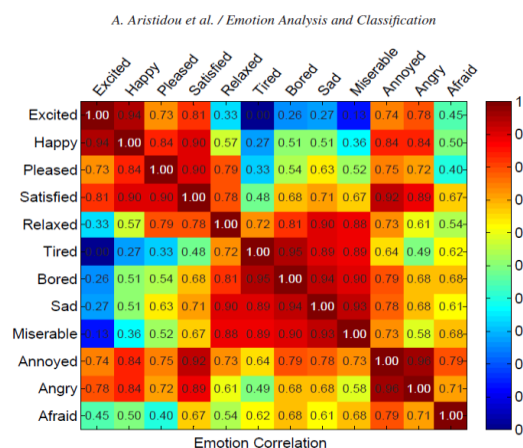


Figure 4: The Pearson's correlation coefficients, showing the correlation between the 12 emotional states. 0 (blue) indicates no correlation, where 1 (red) high correlation.

Εικόνα 5.1: Πίνακας ομοιοτήτων από χορούς συναισθημάτων

Τέταρτος στόχος είναι ο εντοπισμός της ομοιότητας μεταξύ των χορών χρησιμοποιώντας διαφορετικά βάρη στα LMA χαρακτηριστικά, και δημιουργώντας διαφορετικούς πίνακες ομοιότητας (similarity matrix) να μελετηθεί το πώς αλλάζουν.

Σε πέμπτο βήμα γίνεται η αξιοποίηση της βάσης των χορών και η χρησιμοποίηση των χορών για την αυτόματη παραγωγή των γενεαλογικού δέντρου και γράφου. Η πιο πάνω υλοποίηση θα πρέπει να υποστηρίζει την δυνατότητα επιλογής διαφορετικών χρωμάτων από τον γονέα στο παιδί και από το παιδί στο παιδί του. Επιπλέον πρέπει να παρέχεται η δυνατότητα καθορισμού της σημασιολογίας που θα χρησιμοποιηθεί για την δομή του γενεαλογικού δέντρου.(π.χ. ημερομηνία/χρόνος, άντρας/γυναίκα). Και τέλος αν υπάρχει κάποιος τρόπος βελτίωσης του δέντρου. Εφόσον τον γενεαλογικό δέντρο είναι έτοιμο θα πρέπει να συγκριθεί με δέντρα τα οποία έχουν γίνει από σχολές χορών.

### **5.3 Φόρτωση των χορών σε MATLAB**

Αφού οι χοροί πέρασαν από την κατάλληλη εξεργασία, το επόμενο στάδιο είναι η φόρτωση των χορών και το πέρασμα τους από τον αλγόριθμο του Ανδρέας Αριστείδου ώστε να γίνει εξαγωγή των LMA χαρακτηριστικών σε παράθυρα των 35 πλαισίων. Αφού τα βνή αρχεία των χορών τρέξουν πάνω από τον αλγόριθμο θα μας δώσουν ένα αρχείο το οποίο θα περιέχει 86 στήλες όσες και οι μεταβλητές που περιγράφουν τα LMA χαρακτηριστικά και γραμμές όσο και τα πλαίσια του χορού (frames). Σε αυτή την περίπτωση ο αλγόριθμος φιλτράρει κάθε πλαίσιο κίνησης με ένα μετακινούμενο παράθυρο των 35 πλαισίων, το οποίο μετακινείται κάθε φορά κατά ένα. Αυτή η προσέγγιση μετακίνησης του παραθύρου κατά ένα, αυξάνει σε μεγάλο βαθμό τον χρόνο υπολογισμού αλλά παράλληλα αυξάνει και την ακρίβεια των δεδομένων μας.

### **5.4 Εντοπισμός συσχετίσεων μέσω του πίνακα συσχετίσεων**

Στα πιο κάτω υποκεφάλαια εξηγείται το πώς γίνεται ο εντοπισμός της ομοιότητας μεταξύ των χορών με την χρήση του πίνακα συσχετίσεων, καθώς και την αλληλεπίδραση που έχουμε με τον συγκεκριμένο πίνακα ώστε να προβάλουμε κάποια κομμάτια χορού.

#### 5.4.1 Εντοπισμός όμοιων πλαισίων

Σε αυτό το βήμα στόχος είναι να ανακαλυφθούν τα κοινά πλαίσια μεταξύ δύο χορών, δηλαδή όμοιες κινήσεις. Αυτό το βήμα γίνεται για να εξακριβώσουμε κατά πόσο ένας χορός έχει υιοθετήσει κινήσεις από κάποιον άλλο.

Αρχικά γίνεται κανονικοποίηση των δεδομένων μας όπως και στο προηγούμενο βήμα, στην συνέχεια για κάθε πλαίσιο του πρώτου χορού υπολογίζεται η συσχέτιση του με όλα τα υπόλοιπα πλαίσια του δεύτερου χορού. Όπως και πριν ο υπολογισμός συσχέτισης γίνεται με την συνάρτηση corr. Έτσι δημιουργείται ένας πίνακας  $M \times N$  όπου  $M$  είναι ο αριθμός των πλαισίων του πρώτου χορού και  $N$  ο αριθμός των πλαισίων του δεύτερου χορού. Στην συνέχεια για τον εντοπισμό των όμοιων πλαισίων, έγινε προβολή του πιο πάνω πίνακα ως μια εικόνα μέσω της συνάρτησης `imagesc`, για να γίνει πιο ξεκάθαρο που παρατηρούνται όμοια πλαίσια και πόση συσχέτιση έχουν μεταξύ τους.

Για να γίνουν πιο κατανοητά τα πλαίσια τα οποία παρουσιάζουν υψηλές συσχετίσεις, γίνεται προβολή της πιο πάνω εικόνας σε μαυρόασπρη, στην οποία παίρνουν τα πλαίσια τα οποία είναι πιο μεγάλα από ένα συγκεκριμένο κατώφλι.

#### 5.4.2 Προβολή όμοιων πλαισίων

Σε συνέχεια του πιο πάνω στόχου όπου εντοπίζονται τα κοινά πλαίσια, δημιουργείται μια διεπαφή όπου με την χρήση του ποντικιού δίνεται η δυνατότητα επιλογής κάποιου πλαισίου από την εικόνα και στη συνέχεια προβάλλεται ένα κομμάτι χορού, δηλαδή αντίστοιχα πλαίσια στον πρώτο και δεύτερο χορό. Για την προβολή του χορού, επιλέγεται ένας αριθμός πλαισίων πριν και μετά το συγκεκριμένο πλαίσιο που επιλέχθηκε ώστε η προβολή του συγκεκριμένου πλαισίου να είναι συνεχόμενη. Επίσης δίνεται μια εναλλακτική δυνατότητα επιλογής δύο σημείων, όπου σε αυτή την προσέγγιση θα γίνει προβολή των πλαισίων μεταξύ αυτών των σημείων. Έπειτα σε αυτό το σημείο υπάρχει η δυνατότητα καταγραφής αυτών των κομματιών των δύο χορών και σε μορφή βίντεο, η συνάρτηση καταγραφής του βίντεο έχει υλοποιηθεί από τον Ανδρέα Αριστείδου. Σκοπός της προσέγγισης προβολής όμοιων πλαισίων είναι για την εξακρίβωση ότι σε ένα κομμάτι που παρατηρούνται υψηλές συσχετίσεις υπάρχει

όντως όμοια κίνηση, πιο συγκεκριμένα τα σημεία με υψηλές συσχετίσεις είναι τα κόκκινα σημεία τα οποία φαίνονται ξεκάθαρα και στην Εικόνα 6.2.

### **5.5 Υπολογισμός συσχετίσεων με τρεις προσεγγίσεις**

Πιο κάτω γίνεται εξηγείται αναλυτικά το πώς υλοποιήθηκαν οι τρεις διαφορετικές προσεγγίσεις, που χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό της συσχέτισης μεταξύ των χορών. Δηλαδή ο εντοπισμός την συνολικής ομοιότητας των χορών, ο εντοπισμός ομοιότητας με την χρήση των Style Words και ο εντοπισμός όμοιων κινήσεων.

#### **5.5.1 Συνολική ομοιότητα δύο χορών**

Σκοπός αυτής της προσέγγισης είναι η δημιουργία ενός αντίστοιχου πίνακα ομοιότητας με τον πίνακα που φαίνεται στην Εικόνα 5.1 όπου θα περιλαμβάνει όλους τους χορούς οι οποίοι βρίσκονται στην βάση δεδομένων.

Αρχικά γίνεται εξαγωγή των LMA χαρακτηριστικών από κάθε χορό σε παράθυρα των 35 πλαισίων (frames) όπως γίνεται και αναφορά στο Aristidou et al. 2015 [1]. Ακολούθως γίνεται κανονικοποίηση στα δεδομένα ώστε να παίρνουν τιμές από το 0 μέχρι το 1, αυτό το βήμα γίνεται ώστε να ερμηνευτεί στην συνέχεια η συσχέτιση. Επομένως υπολογίζεται ο μέσος όρος όλων των παραθύρων (35 frames) για κάθε χαρακτηριστικό. Ουσιαστικά κάθε παράθυρο περιγράφεται από ένα διάνυσμα από τους μέσους όρους των χαρακτηριστικών του γνωρισμάτων τα οποία στο σύνολο είναι 86. Στην συνέχεια χρησιμοποιώντας την μετρική του Pearson Correlation Coefficient υπολογίζεται η συσχέτιση που έχουν τα διανύσματα των χορών μεταξύ τους, το αποτέλεσμα εκφράζει την ομοιότητα που έχουν οι χοροί μεταξύ τους. Χρησιμοποιώντας το αποτέλεσμα της πιο πάνω μετρικής δημιουργείται ο αντίστοιχος πίνακας ομοιοτήτων όπως και στην Εικόνα 5.1 ο οποίος δείχνει το ποσοστό ομοιότητας που έχουν οι χοροί αναμεταξύ τους.

#### **5.5.2 Υπολογισμός συσχέτισης με την χρήση των Style Words**

Αρχικά αυτή η προσέγγιση είναι μια υλοποίηση του Ανδρέα Αριστείδου η οποία είναι πολύ διαφορετική από την προηγούμενη προσέγγιση που διατυπώθηκε, όμως θα

αξιοποιηθεί το αποτέλεσμα της για την παραγωγή του γενεαλογικού δέντρου – γράφου με λίγο διαφορετικό τρόπο ο οποίος αναλύεται πιο κάτω.

Όπως αναφέρθηκε και πιο πάνω στο Κεφάλαιο 2 αρχικά γίνεται εξαγωγή των LMA χαρακτηριστικών από κάθε χορό σε παράθυρα των 35 πλαισίων. Πιο συγκεκριμένα σε αυτή την προσέγγιση ο κάθε χορός σπάζει σε κομμάτια, για παράδειγμα όταν ένας χορός αποτελείται από 1000 πλαίσια, και ξεκινώντας από το πρώτο πλαίσιο και προχωρώντας κάθε 5 πλαίσια αποθηκεύεται ένα παράθυρο των 35 πλαισίων. Δηλαδή για τον πιο πάνω χορό των 1000 πλαισίων θα έχω 193 διαφορετικά παράθυρα των 35 πλαισίων. Με πιο απλά λόγια είναι μια όμοια τεχνική με την τεχνική Bag-of-words που χρησιμοποιείται στην επεξεργασία κειμένου και εικόνας. Στην συνέχεια αφού γίνει ο πιο πάνω υπολογισμός για κάθε χορό που βρίσκεται στην βάση, υπολογίζεται ένας πίνακας αποστάσεων ο οποίος περιλαμβάνει τις αποστάσεις που έχει κάθε κομμάτι ενός χορού με τα όλα τα υπόλοιπα κομμάτια των υπόλοιπων χορών, καθώς και με τα κομμάτια του ίδιου χορού. Για τον υπολογισμό του πίνακα αποστάσεων χρησιμοποιούνται οι μετρικές Pearson Correlation Coefficient ή Ευκλείδεια απόσταση. Αυτά τα κομμάτια χορού ονομάζονται style-words όπως ειπώθηκε και πιο πάνω στο δεύτερο κεφάλαιο. Στην συνέχεια γίνεται κλιμάκωση των σημείων του πίνακα στις τρεις διαστάσεις (3D) χρησιμοποιώντας Multi Dimensional Scaling όπου είναι μια μορφή Nonlinear Dimensionality Reduction, εφόσον και τα δεδομένα μας δεν είναι γραμμικά. Ακολούθως γίνεται ταξινόμηση των σημείων, δηλαδή των style-words μέσω του αλγορίθμου ταξινόμησης K-Means. Εφόσον γίνει η ταξινόμηση των σημείων σε Clusters, τότε για κάθε χορό εντοπίζονται πόσα style-words ανήκουν σε κάθε cluster και στην συνέχεια για κάθε χορό δημιουργείται ένα ιστόγραμμα. Ακολούθως υπολογίζεται ένας τελικός πίνακας αποστάσεων ο οποίος εκφράζει την απόσταση που έχουν τα ιστογράμματα μεταξύ τους μέσω της μετρικής Earth Mover Distance. Επομένως ο πίνακας αποστάσεων αντικατοπτρίζει την απόσταση που έχει ένας χορός με έναν άλλο. Τέλος ο πίνακας αποστάσεων ο οποίος δημιουργήθηκε κανονικοποιείται, και στην συνέχεια υπολογίζεται το συμπλήρωμα του ώστε να απεικονίζει την ομοιότητα μεταξύ των χορών.

### 5.5.3 Εντοπισμός όμοιων κινήσεων

Στόχος αυτής της προσέγγισης είναι η εξακρίβωση κοινών κινήσεων μεταξύ των χορών. Μέσω αυτής της προσέγγισης μπορούμε να εντοπίσουμε ακόμη και σε χορούς οι οποίοι στο σύνολο τους δεν έχουν κάποια συσχέτιση, κινήσεις οι οποίες είναι όμοιες. Με αυτό τον τρόπο μπορεί να γίνει ορατό εάν ένας χορός έχει υιοθετήσει κινήσεις από κάποιον άλλο.

Όπως και στις δύο προηγούμενες μεθόδους γίνεται εξαγωγή των LMA χαρακτηριστικών (παράθυρα των 35 πλαισίων) βάση της μεθόδου που αναφέρεται στο Aristidou et al. 2015 [1]. Το πρώτο βήμα της μεθόδου είναι ότι για κάθε παράθυρο του πρώτου χορού το οποίο είναι ένα διάνυσμα όσα και τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα όπως αναφέρεται στην μέθοδο 1 του πρώτου κεφαλαίου, υπολογίζεται το Pearson Correlation Coefficient έναντι όλων των παραθύρων του δεύτερου χορού. Επίσης αποθηκεύονται τα παράθυρα τα οποία παρουσιάζουν συσχέτιση (PCC) μεγαλύτερη από ένα κατώφλι όπως αυτό έχει οριστεί. Στο επόμενο βήμα εντοπίζονται πλαίσια τα οποία είναι συνεχόμενα.

Ο εντοπισμός των συνεχόμενων όμοιων πλαισίων, θα καθορίσει κατά πόσο αυτά τα πλαίσια εκφράζουν κάποια κοινή κίνηση ή όχι. Για να εντοπιστούν αυτά τα πλαίσια γίνεται κάποια προ επεξεργασία στα δεδομένα. Δηλαδή γίνεται ταξινόμηση κατά αύξουσα σειρά βάση των πλαισίων του πρώτου χορού, λαμβάνοντας υπόψη όμως και τα πλαίσια του δεύτερου χορού ώστε να είναι σε αύξουσα σειρά. Στο επόμενο βήμα εντοπίζονται για κάθε παράθυρο του πρώτου χορού σε ποια παράθυρα παρουσιάζει ομοιότητα με τον δεύτερο χορό για παράδειγμα το πλαίσιο 200 του πρώτου χορού μοιάζει με τα πλαίσια 300-400 και 800-900 του δεύτερου χορού. Η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται για κάθε παράθυρο του πρώτου χορού. Πιο κάτω φαίνεται ένα παράδειγμα το οποίο δείχνει πως αρχικά εντοπίζονται τα κοινά πλαίσια για κάθε ξεχωριστό παράθυρο, στον Πίνακα 5.2 αξίζει να αναφερθεί πως όταν για παράδειγμα απευθύνεται στο παράθυρο 200 εννοεί τα πλαίσια 200-235.

|               |             |             |             |             |       |             |             |               |             |             |               |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|-------------|-------------|---------------|-------------|-------------|---------------|
| <b>Dance1</b> | 200         | 200         | 201         | 201         | ..... | 500         | 500         | 500           | 501         | 501         | 501           |
| <b>Dance2</b> | 300-<br>400 | 800-<br>900 | 302-<br>401 | 800-<br>901 | ..... | 200-<br>300 | 500-<br>600 | 1000-<br>1050 | 200-<br>299 | 510-<br>600 | 1000-<br>1060 |

Πίνακας 5.2

Το επόμενο βήμα της μεθόδου είναι να χωριστούν τα παράθυρα τα οποία απευθύνονται σε κοντινά πλαίσια. Ο Πίνακας 5,3 δείχνει τα πιθανά σημεία τα οποία μπορεί να έχουμε όμοια κίνηση.

| 1 <sup>st</sup> Movement | 2 <sup>nd</sup> Movement | 3 <sup>rd</sup> Movement | 4 <sup>th</sup> Movement | 5 <sup>th</sup> Movement |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 200/300-400              | 200/800-900              | 500/200-300              | 500/500-600              | 500/1000-1050            |
| 201/302-401              | 201/800-901              | 501/200-299              | 501/510-600              | 501/1000-1060            |
| .                        | .                        | .                        | .                        | .                        |
| .                        | .                        | .                        | .                        | .                        |
| .                        | .                        | .                        | .                        | .                        |

Πίνακας 5.3

Επόμενος στόχος είναι να εξακριβώσουμε τα παράθυρα τα οποία είναι συνεχόμενα και στους δύο χορούς, αυτό επιτυγχάνεται ελέγχοντας κάθε παράθυρο με το προηγούμενο του αν δεν παρουσιάζει απόσταση μεγαλύτερη των 150 πλαισίων. Στην Πίνακα 5.4 φαίνεται ο τελικός πίνακας της μεθόδου όπου έχει εντοπίσει όμοιες κινήσεις, βάση των κοινών και συνεχόμενων πλαισίων, επίσης υπολογίζεται ο μέσος όρος ομοιότητας που παρουσιάζουν τα συγκεκριμένα πλαίσια καθώς και η τυπική τους απόκλιση.

| Dance 1 | Dance 2   | Average | Standard Deviation |
|---------|-----------|---------|--------------------|
| 200-300 | 300-410   | 0.96    | 0.02               |
| 200-202 | 800-901   | 0.98    | 0.01               |
| 500-650 | 200-350   | 0.90    | 0.5                |
| 500-650 | 500-610   | 0.95    | 0.02               |
| 500-600 | 1000-1080 | 0.97    | 0.03               |

Πίνακας 5.4

Τέλος υπολογίζεται ο πίνακας ομοιότητας χρησιμοποιώντας την πιο κάτω φόρμουλα

$$Similarity = \sum_{k=1}^n \frac{fkMean}{fkDance1 * fkDance2}$$

όπου  $n$  είναι ο αριθμός των συνολικών όμοιων κινήσεων που εντοπίστηκαν,  $fkDance1$  και  $fkDance2$  είναι αριθμός των πλαισίων για την  $k$  όμοια κίνηση αντίστοιχα του πρώτου και δεύτερου χορού, και  $fkMean$  είναι ο μέσος όρος ομοιότητας μεταξύ των συγκεκριμένων πλαισίων για την  $k$  όμοια κίνηση.

## 5.6 Προβολή του πίνακα ομοιοτήτων

### 5.6.1 Προβολή του πίνακα ομοιοτήτων

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως κάθε μια από τις διαφορετικές προσέγγισης εντοπισμού των ομοιοτήτων εξάγει ένα πίνακα ομοιοτήτων ο οποίος εκφράζει τις συσχετίσεις που έχουν οι χοροί μεταξύ τους. Για δημιουργήσουμε ένα πίνακα όμοιο με τον Πίνακα 5.1 και να δώσουμε χρώματα αναλόγως με το πόσο ψηλή είναι μια συσχέτιση έγινε χρήση της συνάρτησης `imagesc` και η μπάρα χρωμάτων `jet` (`colormap jet`). Ο υπολογισμός του πιο πάνω πίνακα γίνεται για την αρχική κατανόηση των συσχετίσεων μεταξύ των χορών και πιο συγκεκριμένα για να γίνει πιο ξεκάθαρο ποιοι από τους χορούς πρέπει να αναλυθούν περισσότερο, δηλαδή χοροί οι οποίοι τείνουν περισσότερο προς τα κόκκινα σημεία επομένως έχουν και αρκετά ψηλή συσχέτιση.

### 5.6.2 Υπολογισμός συσχέτισης με βάρη στα LMA χαρακτηριστικά.

Στην πιο πάνω προσέγγιση δίνεται βαρύτητα στα τέσσερα διαφορετικά LMA χαρακτηριστικά ώστε να εντοπίσουμε ως προς ποιο από τα τέσσερα χαρακτηριστικά υπάρχει πιο υψηλή συσχέτιση. Επίσης ο πιο πάνω υπολογισμός γίνεται για παραχθούν διάφοροι πίνακες με διάφορα βάρη, ώστε να μελετηθούν και να γίνει εξαγωγή κάποιων συμπερασμάτων για το πώς αλλάζουν τα LMA χαρακτηριστικά. Ο τρόπος υλοποίησης περιγράφεται πιο κάτω. Όπως αναφέρεται και στην υποενότητα 5.3 Φόρτωση των

χορών σε MATLAB γίνεται εξαγωγή των LMA χαρακτηριστικών σε παράθυρα των 35 πλαισίων, όπου κάθε παράθυρο χαρακτηρίζεται από ένα vector με τα 86 measurements. Βάση του Πίνακα 2.1 τα τέσσερα διαφορετικά LMA χαρακτηριστικά, τα οποία αναπαριστώνται από τα 86 χαρακτηριστικά χωρίζονται ως εξής όπως φαίνονται και στον πιο κάτω Πίνακα 5.5.

| <b>LMA Features</b> | <b>86 Measurements</b> |
|---------------------|------------------------|
| <b>Body</b>         | 1:35                   |
| <b>Effort</b>       | 33:54                  |
| <b>Shape</b>        | 54:85                  |
| <b>Space</b>        | 86                     |

Πίνακας 5.5 Χωρισμός των 86 μετρήσεων στα LMA χαρακτηριστικά

Στην συνέχεια υπολογίζεται ο μέσος όρος όλων των παραθύρων τα οποία έχουν παραχθεί για κάθε ένα από τα τέσσερα χαρακτηριστικά, και ακολούθως με την χρήση της μετρικής Pearson Correlation Coefficient υπολογίζεται για το κάθε χαρακτηριστικό. Επομένως με την χρήση της πιο κάτω φόρμουλας δίνονται τα βάρη στα LMA χαρακτηριστικά και υπολογίζεται η τελική συσχέτιση.

$$Similarity = (Body * \beta_1) + (Effort * \beta_2) + (Shape * \beta_3) + (Space * \beta_4)$$

οπού  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$  είναι τα αντίστοιχα βάρη τα οποία μπορούν να πάρουν τιμές ως εξής:  $\beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4 = 1$ .

### 5.7 Συλλογή μεταδεδομένων για κάθε χορό

Η συλλογή των μεταδεδομένων για κάθε χορό έγινε με σκοπό να δώσει ένα σχήμα στην βάση δεδομένων. Τα μεταδεδομένα τα οποία μαζεύτηκαν για κάθε χορό είναι η χώρα προέλευσης, το φύλο του εκτελεστή ενός χορού, αν ο χορός εκτελέστηκε σόλο ή σε ομάδα ατόμων, ημερομηνία εμφάνισης ενός χορού, και το όνομα του εκτελεστή. Επίσης η βάση δεδομένων είναι επεκτάσιμη αφού όταν υπάρξουν διαθέσιμα μεταδεδομένα

μπορούν εύκολα να συγχωνευθούν σε αυτή χωρίς να επηρεάζουν οποιαδήποτε άλλη λειτουργία που χρησιμοποιεί δεδομένα από την βάση.

## **5.8 Αυτόματη παραγωγή γενεαλογικών δέντρων-γράφων**

Η αυτόματη παραγωγή των γενεαλογικών δέντρων και γράφων έχει ως σκοπό να απεικονίσει τις τρεις διαφορετικές προσεγγίσεις οι οποίες υπολογίζουν τις συσχετίσεις μεταξύ των χορών. Δηλαδή με τη χρήση δέντρων και γράφων να παρουσιαστούν το πώς συσχετίζονται οι χοροί μεταξύ τους, χρησιμοποιώντας κάποιους σημασιολογικούς συνδέσμους οι οποίοι αναφέρθηκαν και στο Κεφάλαιο 2. Οι τρεις προσεγγίσεις όπως αναφέρθηκαν και πριν είναι η πρώτη προσέγγιση η οποία λαμβάνει υπόψη την συνολική ομοιότητα που έχουν οι χοροί μεταξύ τους, η δεύτερη προσέγγιση η οποία είναι μια υλοποίηση του Ανδρέας Αριστείδου όπου εντοπίζει την ομοιότητα που έχουν οι χοροί μεταξύ τους μέσω της χρήσης των style-words (διαφορετικά είδη κινήσεων). και η τρίτη προσέγγιση είναι ο εντοπισμός όμοιων κινήσεων μεταξύ των χορών. Αξίζει να σημειωθεί πως η παραγωγή τόσο του ιεραρχικού δέντρου αλλά και του γράφου θα γίνει με την χρήση του αντίστοιχου πίνακα ομοιοτήτων τον οποίον παράγουν οι τρεις διαφορετικές μέθοδοι. Πιο κάτω περιγράφονται οι αλγόριθμοι οι οποίοι χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή δέντρων/γράφων καθώς και το πώς έγινε η παραγωγή για τις τρεις διαφορετικές προσεγγίσεις.

### **5.8.1 Αλγόριθμος 1 για παραγωγή ιεραρχικού δέντρου**

Πιο κάτω φαίνεται ο πρώτος αλγόριθμος για την παραγωγή του ιεραρχικού δέντρου υπό την μορφή ψευδοκώδικα.

- Ταξινομούμε τους χορούς σε αύξουσα σειρά με βάση το έτος.
- Θέτουμε ως ρίζα του δέντρου τον παλαιότερο/αρχαιότερο χορό (πρώτο χορό)
- Για κάθε χορό που βρίσκεται στο cluster/βάση δεδομένων
  - Εντοπίζουμε από το δέντρο τον χορό με τον οποίο έχει την μεγαλύτερη ομοιότητα (βάση του similarity matrix)

- Θέτουμε τον νέο χορό ως παιδί του χορού με τον οποίο βρέθηκε η μεγαλύτερη ομοιότητα.

### 5.8.2 Αλγόριθμος 2 για παραγωγή ιεραρχικού δέντρου

Πιο κάτω φαίνεται ο δεύτερος αλγόριθμος για την παραγωγή του ιεραρχικού δέντρου υπό την μορφή ψευδοκώδικα.

- Ταξινομούμε τους χορούς σε αύξουσα σειρά με βάση το έτος.
- Θέτουμε ως ρίζα του δέντρου τον παλαιότερο/αρχαιότερο χορό (πρώτο χορό)
- Αρχικοποιούμε το Similarity Threshold
- Για κάθε χορό που βρίσκεται στο cluster/βάση δεδομένων
  - Για κάθε δέντρο που έχει δημιουργηθεί
    - Εντοπίζουμε από το δέντρο τον χορό με τον οποίο έχει την μεγαλύτερη ομοιότητα (βάση του similarity matrix) και είναι μεγαλύτερη και ίση από ένα Similarity Threshold.
    - Εάν εντοπιστεί τέτοιος χορός τότε:
      - Θέτουμε τον νέο χορό ως παιδί του χορού με τον οποίο βρέθηκε η μεγαλύτερη ομοιότητα.
    - Αλλιώς:
      - Δημιουργούμε ένα νέο δέντρο με ρίζα τον συγκεκριμένο χορό.

### 5.8.3 Αλγόριθμος για παραγωγή γράφου

Πιο κάτω φαίνεται ο αλγόριθμος για την παραγωγή του γράφου υπό την μορφή ψευδοκώδικα.

- Ταξινομούμε τους χορούς σε αύξουσα σειρά με βάση το έτος.
- Για κάθε χορό που βρίσκεται στο cluster/βάση δεδομένων
  - Συγκρίνουμε τον χορό με όλους χορούς οι οποίοι είναι αρχαιότεροι από αυτόν.

- Ένα υπάρχει ομοιότητα (βάση του similarity matrix) μεγαλύτερη από κάποιο threshold (Similarity > Threshold)
  - Θέτουμε τον νέο χορό ως παιδί του χορού με τον οποίο βρέθηκε ομοιότητα μεγαλύτερη από το threshold

### 5.8.3 1η προσέγγιση

Αρχικά εξάγεται ο πίνακας ομοιοτήτων (similarity matrix) από την μέθοδο που υπολογίζει την συνολική ομοιότητα μεταξύ των χορών, και ακολούθως υπολογίζεται και το συμπλήρωμα του πίνακα, δηλαδή ο πίνακας αποστάσεων (Distance Matrix) ο οποίος εκφράζει την διαφορά που έχουν οι χοροί μεταξύ τους. Στο επόμενο βήμα χρησιμοποιείται ένας αλγόριθμος ταξινόμησης και συγκεκριμένα ο K-Means, ο οποίος θα ταξινομήσει τους χορούς σε ένα αριθμό από Clusters. Αξίζει να αναφερθεί πως γίνεται κλιμάκωση στα δεδομένα που βρίσκονται στον distance matrix ώστε να βρίσκονται στις τρεις διαστάσεις (3D), η κλιμάκωση που χρησιμοποιείται είναι η Nonclassical multidimensional scaling. Η επιλογή του αριθμού των Clusters που θα χρησιμοποιηθεί είναι βάση των διαφορετικών κατηγοριών χορών που βρίσκονται στην βάση δεδομένων. Ένας τέτοιος διαχωρισμός των χορών σε διαφορετικά Clusters θα μπορούσε να γίνει και χωρίς την χρήση κάποιου αλγορίθμου, όμως το ζητούμενο είναι να γίνει ξεκάθαρο ποιοι χοροί πιθανόν να παρουσιάζουν ομοιότητα, κάτι το οποίο θα οδηγήσει στην συνέχεια σε περαιτέρω αναζήτηση για τους συγκεκριμένους χορούς. Πιο συγκεκριμένα αυτή η αναζήτηση είναι ο εντοπισμός όμοιων κινήσεων ο οποίος αναλύεται πιο κάτω.

### 5.8.4 2η προσέγγιση

Για την παραγωγή του γενεαλογικού δέντρου – γράφου θα χρειαστεί ο πίνακας αποστάσεων ο οποίος έχει παραχθεί από την δεύτερη προσέγγιση εντοπισμού ομοιοτήτων μεταξύ των χορών που γίνεται με την χρήση των style words. Στην συγκεκριμένη περίπτωση θα χρησιμοποιήσουμε την διαφορά του τελικού πίνακα αποστάσεων ή οποίος μας δίνει την ομοιότητα που έχουν οι χοροί μεταξύ τους. Αυτό γίνεται γιατί ο αλγόριθμος τόσο του γράφου όσο και του δέντρου χρησιμοποιούν τον πίνακα ομοιοτήτων. Επίσης αξίζει να σημειωθεί πως τα δεδομένα κανονικοποιούνται

ώστε να παίρνουν τιμές από το 0 μέχρι το 1. Ακολούθως γίνεται κλήση στους αλγορίθμους δημιουργίας γράφου/δέντρου όπου με βάση τον πίνακα ομοιοτήτων της μεθόδου 2 γίνεται παραγωγή τόσο του γράφου όσο και του ιεραρχικού δέντρου.

#### **5.8.5 3η προσέγγιση**

Η παραγωγή του γενεαλογικού δέντρου – γράφου θα γίνει με τον ίδιο τρόπο όπως γίνεται και για την προηγούμενη προσέγγιση με την μόνη διαφορά ότι στην κλήση παραγωγής δέντρου και γράφου θα περάσει ως είσοδο ο πίνακας ομοιοτήτων που δημιουργείται από την συγκεκριμένη μέθοδο.

# Κεφάλαιο 6

## Συμπεράσματα-Μελλοντική Εργασία

---

|                        |    |
|------------------------|----|
| 6.1 Εισαγωγή κεφαλαίου | 42 |
| 6.2 Αποτελέσματα       | 42 |
| 6.3 Συμπεράσματα       | 55 |
| 6.4 Μελλοντική Εργασία | 65 |

---

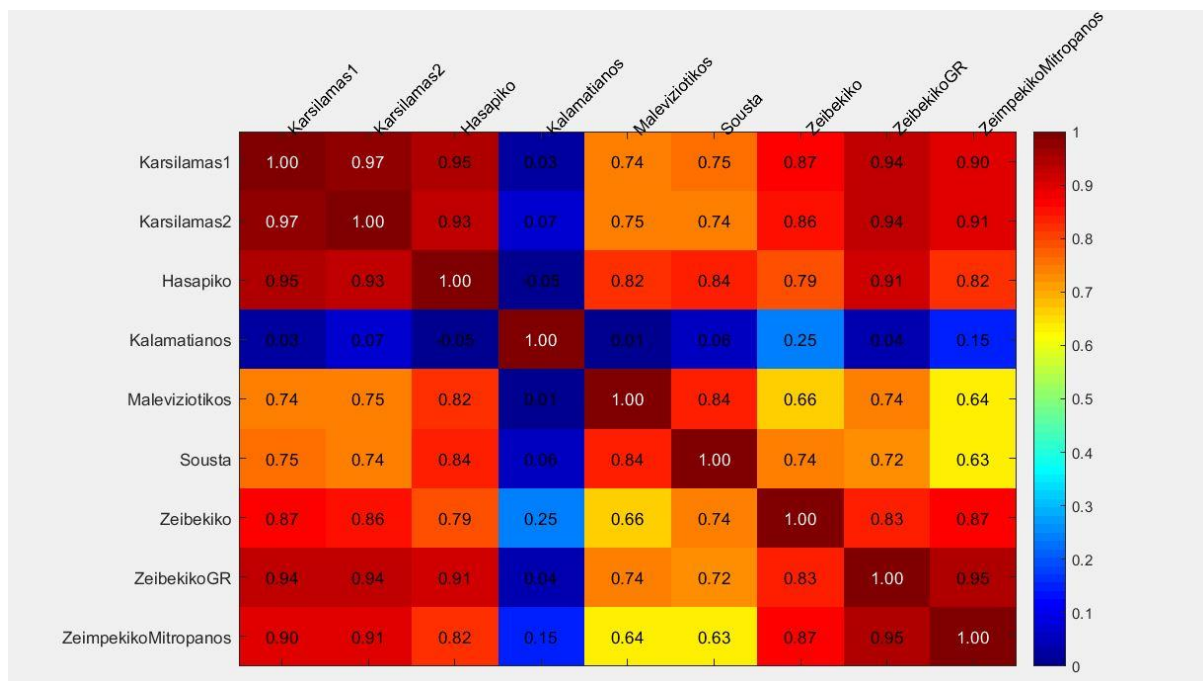
### 6.1 Εισαγωγή κεφαλαίου

Στο τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα διπλωματικής εργασίας καθώς και τα συμπεράσματα που προέκυψαν. Τέλος αναλύονται τα προβλήματα που αντιμετωπίστηκαν και πως μπορούν να ξεπεραστούν σε μελλοντική εργασία.

### 6.2 Αποτελέσματα

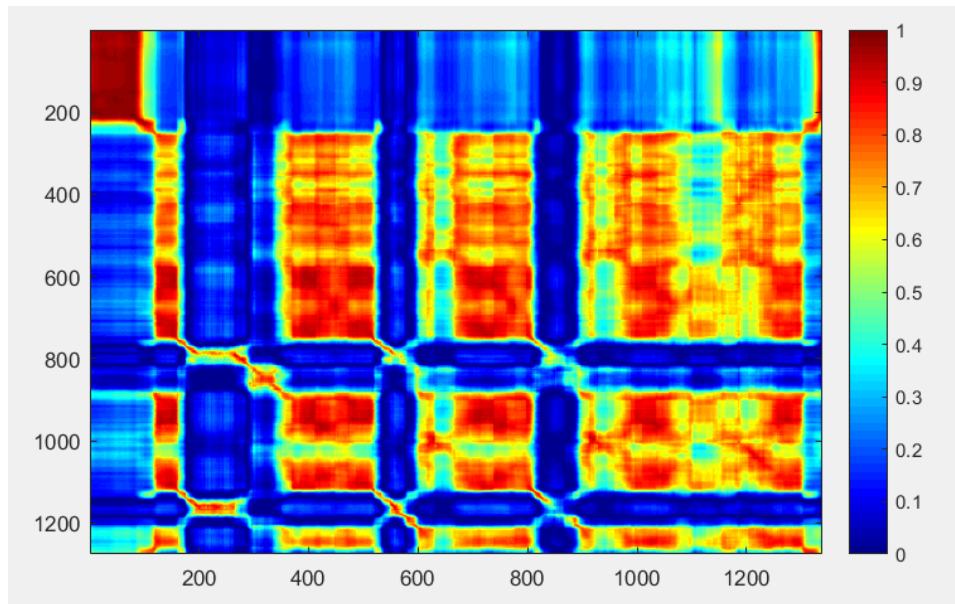
Πιο κάτω φαίνονται τα αποτελέσματα τα οποία παράχθηκαν καθόλη την διάρκεια της διπλωματικής εργασίας. Σε κάποιες από τις υλοποιήσεις φαίνονται κάποια δείγματα και όχι το αντίστοιχο αποτέλεσμα για κάθε χορό τον οποίο βρίσκετε στην βάση δεδομένων.

Στην πιο κάτω Εικόνα 6.1 φαίνεται ένα δείγμα του πίνακα συσχέτισης το οποίο αφορά ελληνικούς και κυπριακούς χορούς, ο πίνακας έχει παραχθεί βάση της Μεθόδου 1 που χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό της ομοιότητας βάση του στυλ των χορών.



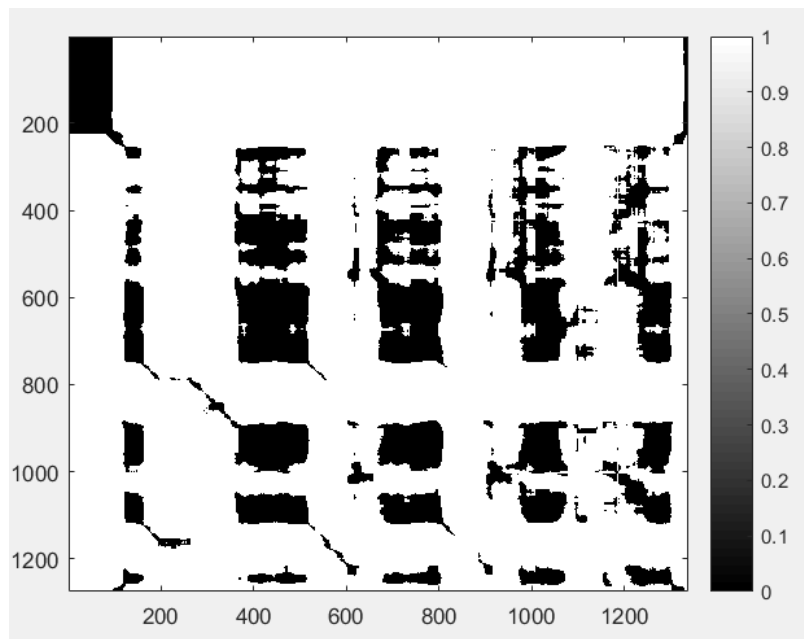
Εικόνα 6.1: Δείγμα του πίνακα ομοιότητας από Ελληνικούς και Κυπριακούς χορούς

Η πιο κάτω Εικόνα 6.2 απευθύνεται στην υλοποίηση εντοπισμός όμοιων πλαισίων του Κεφαλαίου 5 όπου μπορούμε να παρατηρήσουμε την συσχέτιση που έχουν δύο χοροί μεταξύ τους συγκρίνοντας κάθε πλαίσιο του πρώτου χορού με όλα τα πλαίσια του δεύτερου χορού. Στον άξονα των X φαίνονται τα πλαίσια του πρώτου χορού και στον άξονα των Y τα πλαίσια του δεύτερου χορού. Αξίζει να αναφερθεί πως στα σημεία τα οποία το χρώμα τους γίνεται πιο κόκκινο είναι πλαίσια με υψηλή συσχέτιση.



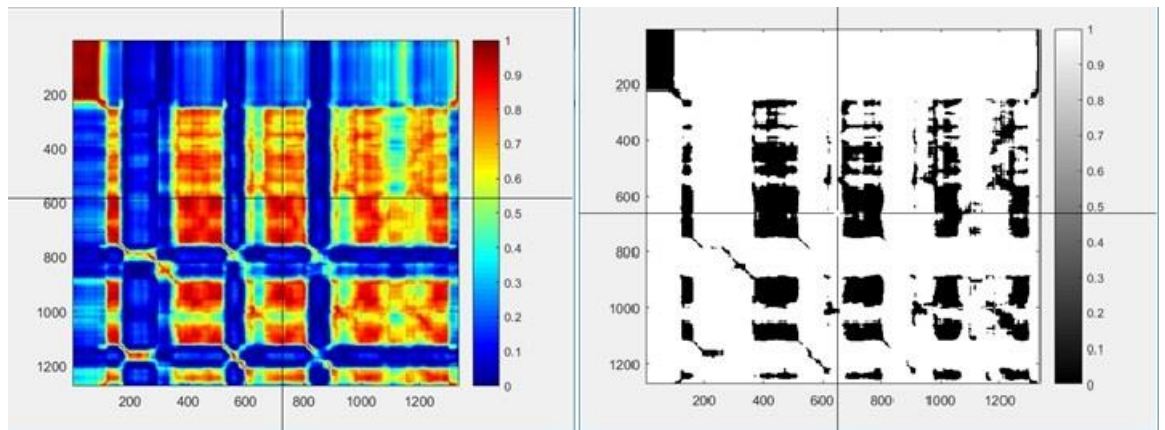
Εικόνα 6.2: Δύο χοροί με υψηλή συσχέτιση

Η πιο κάτω Εικόνα 6.3 είναι η συνέχεια της υλοποίησης που μόλις αναφέρθηκε πιο πάνω, όπου φιλτράροντας την προηγούμενη εικόνα βάση κάποιου κατωφλίου στην συγκεκριμένη περίπτωση 0.85, μπορούμε να δούμε πιθανά σημεία μεταξύ δύο χορών τα οποία να εκφράζουν όμοιες κινήσεις.



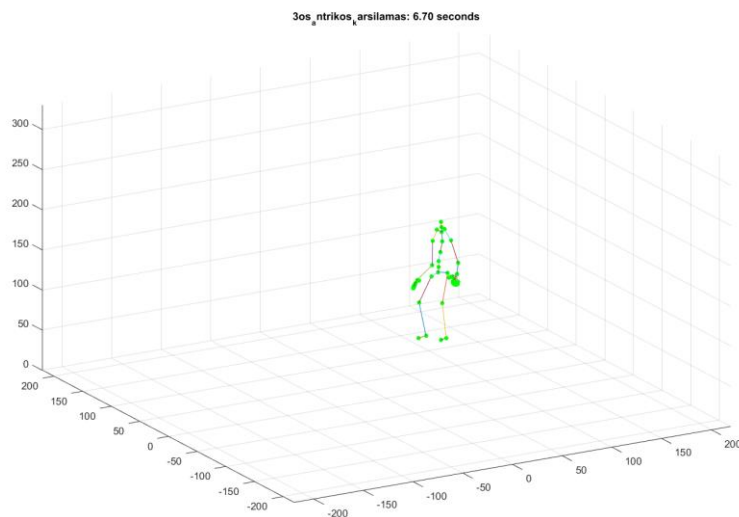
Εικόνα 6.3: Δύο χοροί με υψηλή συσχέτιση

Η επόμενη εικόνα αναφέρεται στην υλοποίηση προβολή όμοιων πλαισίων του Κεφαλαίου 5 όπου ο χρήστης μπορεί να προβάλει τις δύο προηγούμενες εικόνες (Εικόνα 6.2 και Εικόνα 6.3) και ακολούθως να επιλέξει συγκεκριμένα πλαίσια ώστε να δει την συγκεκριμένη κίνηση και στους δύο χορούς. Πιο κάτω φαίνεται ένα παράδειγμα χρήσης της προβολής όμοιων πλαισίων.



Εικόνα 6.4: Επιλογή πλαισίων για προβολή

Στην πιο κάτω εικόνα φαίνεται ένα παράδειγμα προβολής των πλαισίων που επιλέχθηκαν από την πιο πάνω εικόνα.

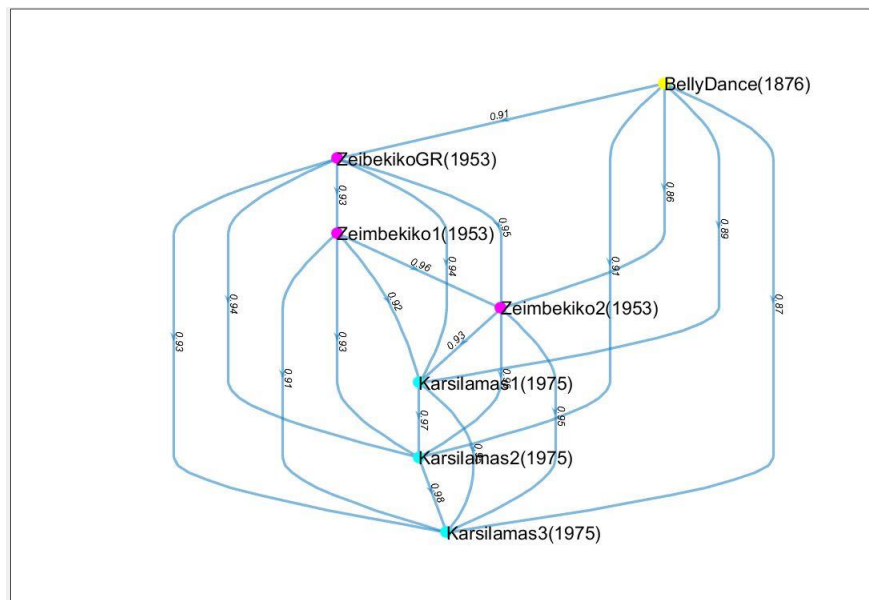


Εικόνα 6.5: Προβολή κίνησης

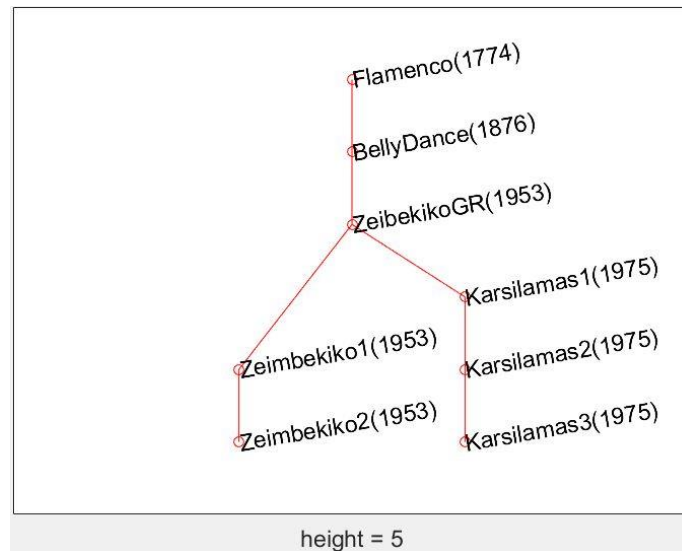
Στην συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των δέντρων και γράφων και για τις τρεις διαφορετικές μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν για τον εντοπισμό των συσχετίσεων μεταξύ των χορών. Πιο κάτω μπορούμε να δούμε τα αποτελέσματα της πρώτης μεθόδου όπου οι χοροί συγκρίνονται στο σύνολο τους. Στην πρώτη Εικόνα 6.6 μπορούμε να δούμε πως έγινε ο διαχωρισμός στα διάφορα Clusters, και από την Εικόνα 6.7 μέχρι και την Εικόνα 6.15 βλέπουμε τα ιεραρχικά δέντρα και γράφους που αντιστοιχούν σε κάθε Cluster.

|    | 1            | 2           | 3                    | 4              | 5                  | 6              | 7         | 8           | 9           | 10           |
|----|--------------|-------------|----------------------|----------------|--------------------|----------------|-----------|-------------|-------------|--------------|
| 1  | Karsilamas1  | Indian4     | Capoeira1            | Bridge1        | Angry1             | BollywoodDance | Hasapiko  | DanceTurns2 | Indian2     | ChaCha1      |
| 2  | Karsilamas2  | Indian5     | Capoeira2            | DanceTurns1    | Happy1             | Salsa1         | XinJiang2 | Indian1     | Indian7     | Bachata1     |
| 3  | Karsilamas3  | Indian6     | Zumba                | Maleviziotikos | Angry2             | Salsa4         |           | Indian3     | Indian11    | Bachata2     |
| 4  | BellyDance   | Indian14    | Afraid1              | Sousta         | Excited2           | Salsa5         |           | Indian10    | Indian13    | Happy2       |
| 5  | Flamenco     | Indian15    | Relaxed1             | XinJiang3      | TraditionalChinese | Salsa6         |           | Indian12    | Lambada     | Relaxed2     |
| 6  | ZeimbekikoGR | Salsa3      | ZeimpekikoMitropa... | Indian8        | Salsa2             | Russian1       |           | Salsa7      | Charleston1 | Bachata3     |
| 7  | Zeimbekiko1  | Charleston3 | Afraid2              | Salsa8         |                    | Charleston4    |           | Salsa10     | Charleston2 | Kalamatianos |
| 8  | Zeimbekiko2  |             | Sad2                 |                |                    |                |           | Salsa11     |             |              |
| 9  |              |             | Reggaeton            |                |                    |                |           | Salsa12     |             |              |
| 10 |              |             | Zeimbekiko           |                |                    |                |           | Russian2    |             |              |
| 11 |              |             | Indian9              |                |                    |                |           | Macarena    |             |              |
| 12 |              |             | Salsa9               |                |                    |                |           |             |             |              |
| 13 |              |             | Sad1                 |                |                    |                |           |             |             |              |
| 14 |              |             | Indian16             |                |                    |                |           |             |             |              |

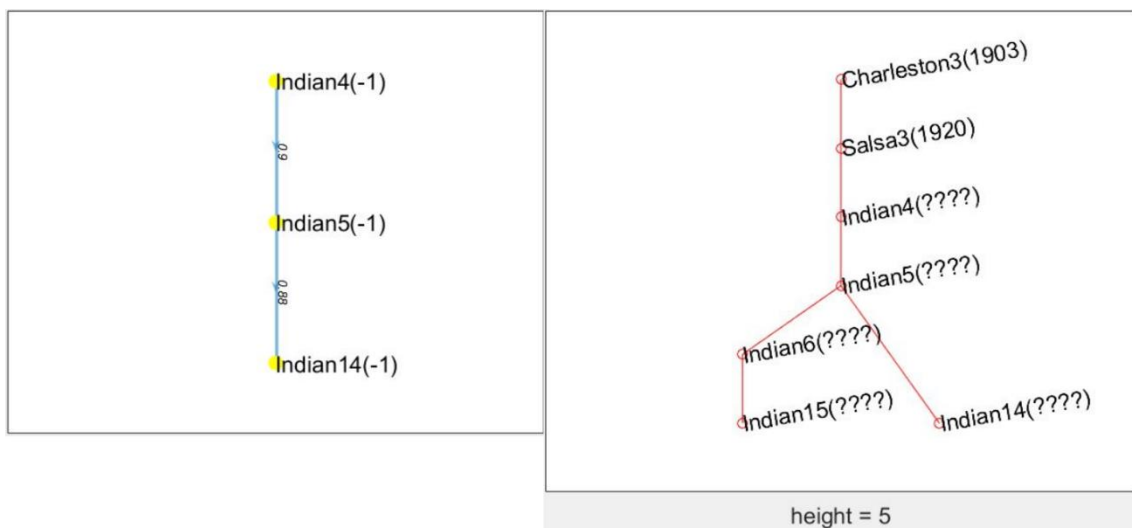
Εικόνα 6.6: Διαχωρισμός σε Clusters



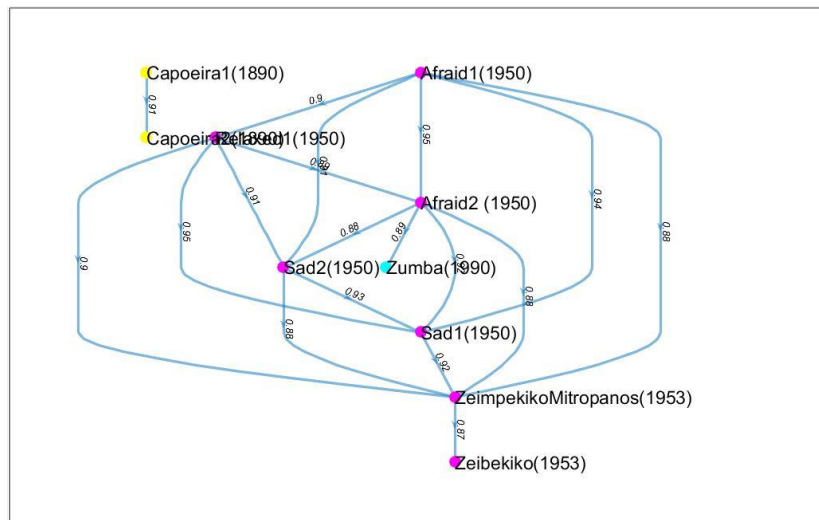
Εικόνα 6.7: Γράφος για Cluster 1



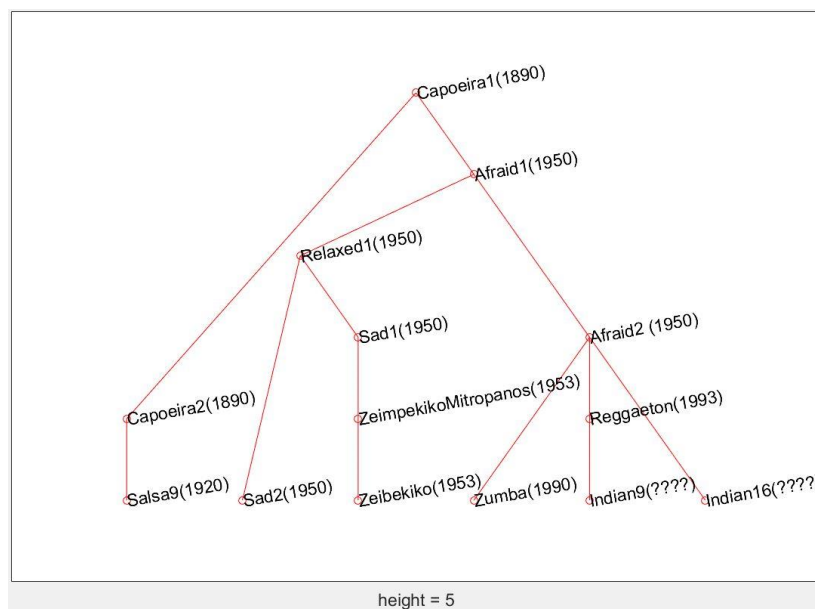
Εικόνα 6.8: Δέντρο για Cluster 1



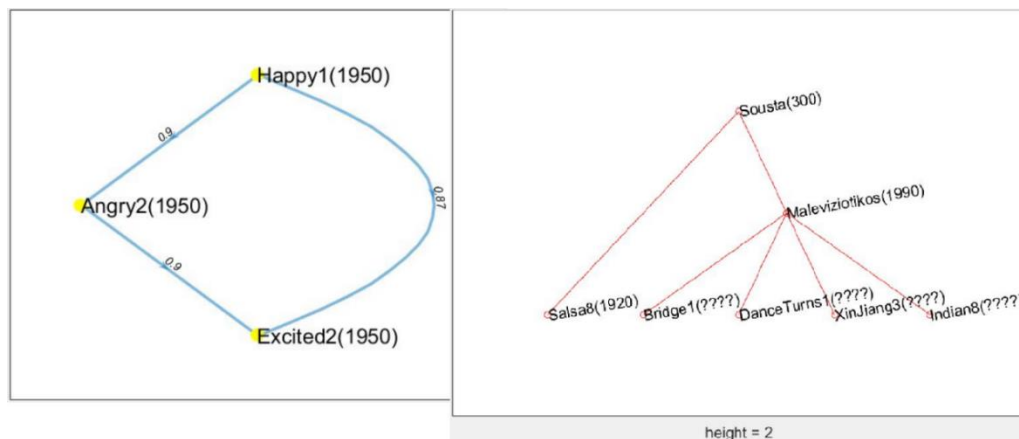
Εικόνα 6.9: Γράφος και δέντρο για Cluster 2



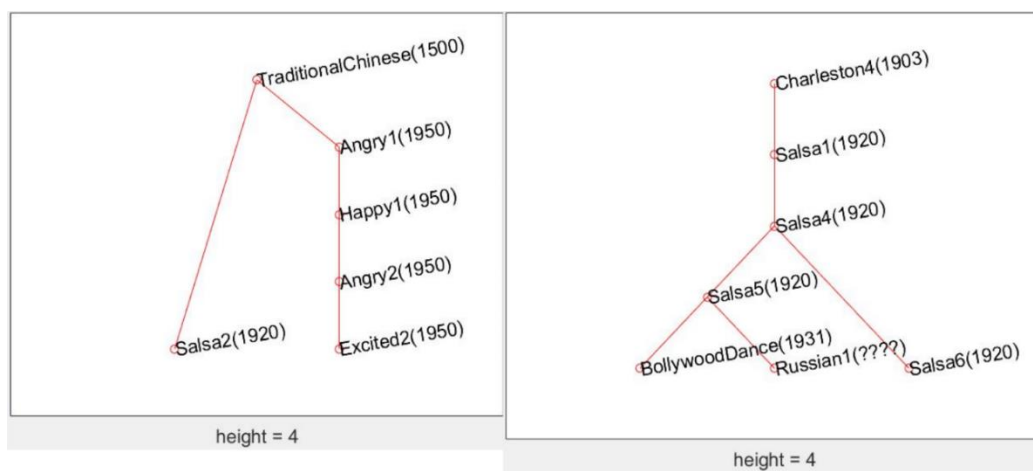
Εικόνα 6.10: Γράφος για Cluster 3



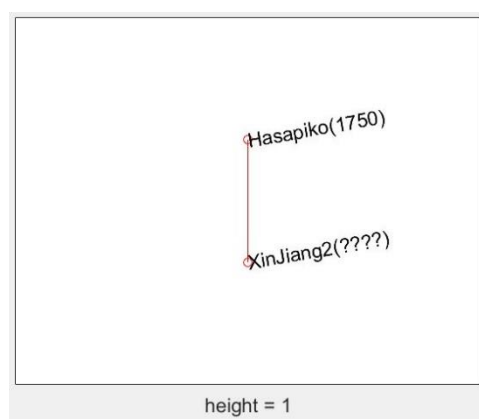
Εικόνα 6.11: Δέντρο για Cluster 3



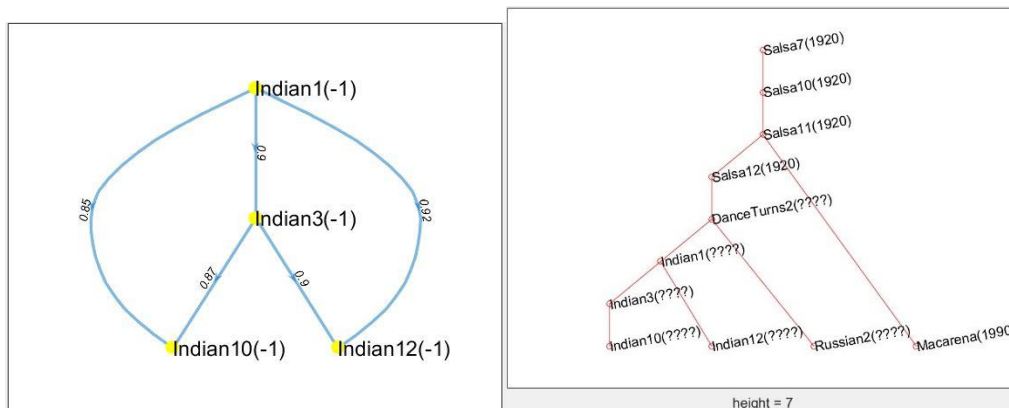
Εικόνα 6.12: Γράφος και δέντρο για Cluster 4



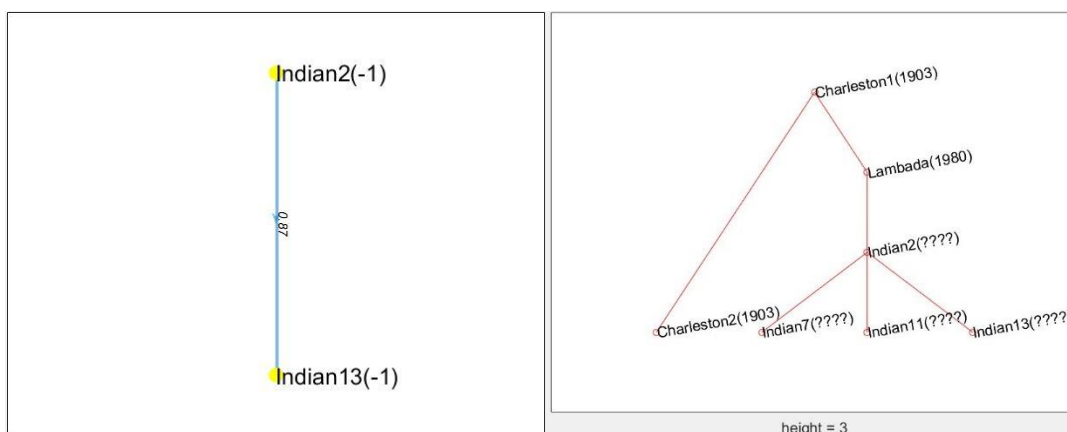
Εικόνα 6.12: Δέντρα για Cluster 5 και 6 αντίστοιχα



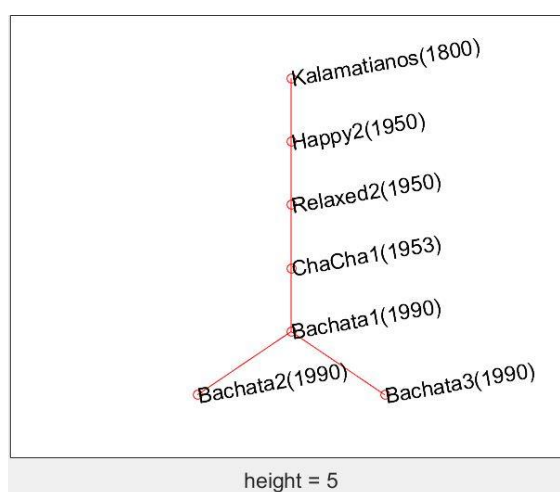
Εικόνα 6.13: Δέντρο για Cluster 7



Εικόνα 6.13: Γράφος και δέντρο για Cluster 8

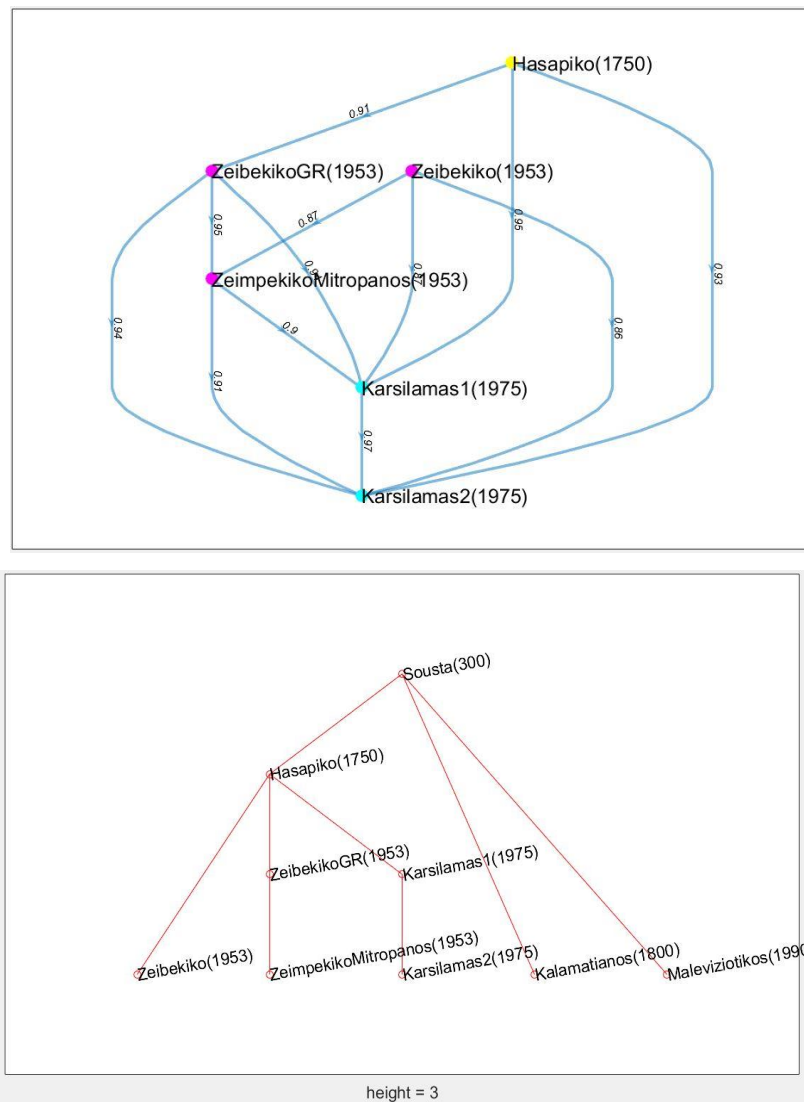


Εικόνα 6.14: Γράφος και δέντρο για Cluster 9



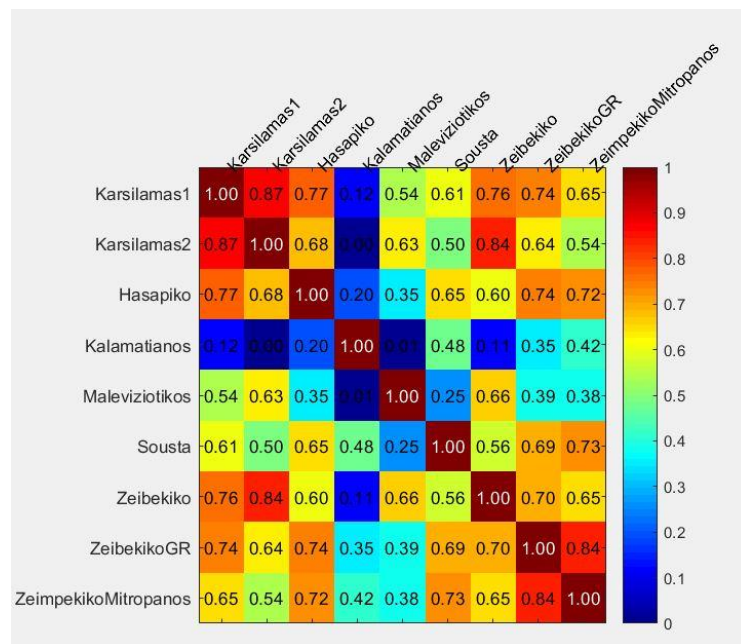
Εικόνα 6.15: Γράφος και δέντρο για Cluster 10

Ακολούθως φαίνεται η χρήση των τριών διαφορετικών μεθόδων για τον εντοπισμό της ομοιότητας, για ένα συγκεκριμένο αριθμό χορών, οι οποίοι είναι χοροί από την βάση του Πανεπιστημίου Κύπρου και συγκεκριμένα Ελληνικοί και Κυπριακοί χοροί. Οι λόγοι για του οποίους έγινε επιλογή ενός συγκεκριμένου αριθμού από χορούς εξηγούνται στο επόμενο υποκεφάλαιο όπου είναι τα συμπεράσματα. Πιο κάτω παρουσιάζονται κάποιες εικόνες που αφορούν τα αποτελέσματα για την Μέθοδο 1, όπου γίνεται εντοπισμός της ομοιότητας του στυλ μεταξύ των χορών. Η πίνακας συσχετίσεων που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή δέντρου και γράφου είναι ο πίνακας της Εικόνας 6.1. Ακολούθως στην Εικόνα 6.16 μπορούμε να δούμε τον γράφο και το ιεραρχικό δέντρο το οποίο προκύπτει για την Μέθοδο 1.

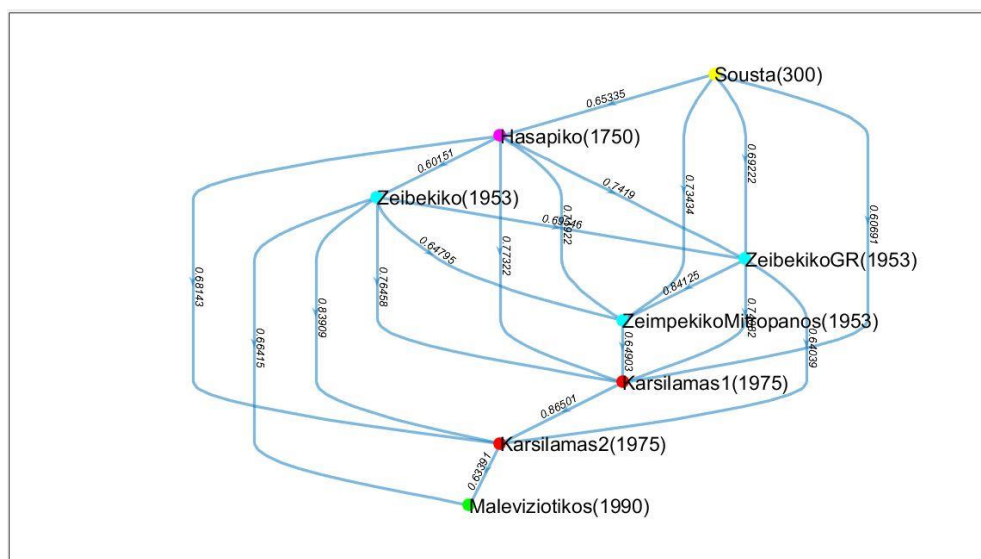


Εικόνα 6.16: Γράφος και δέντρο για την Μέθοδο 1

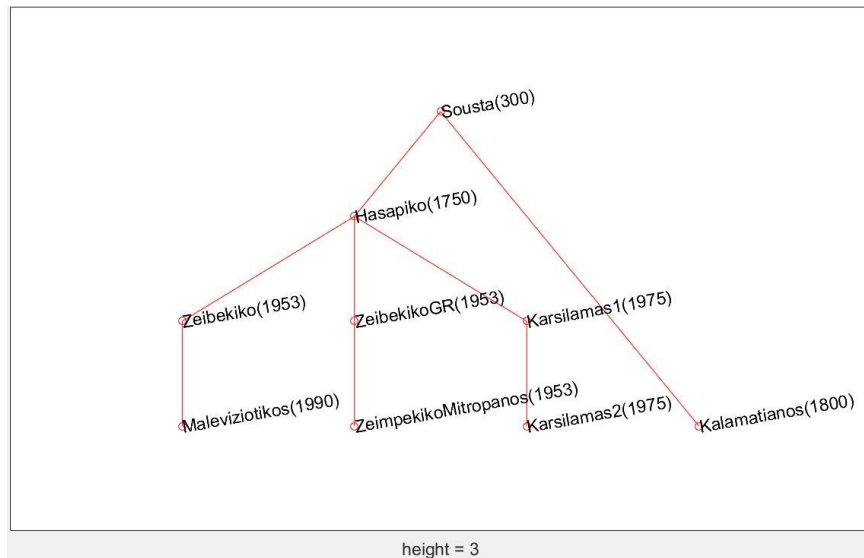
Στην συνέχεια μπορούμε να δούμε τα αποτελέσματα που αφορούν την Μέθοδο 2 όπου γίνεται ο υπολογισμός της συσχέτισης μεταξύ των χωρών με την χρήση των Style Words. Πιο κάτω στην Εικόνα 6.17 φαίνονται ο πίνακας συσχετισμού που αφορά την συγκεκριμένη μέθοδο, καθώς και ο γράφος και το ιεραρχικό δέντρο τα οποία προκύπτουν στην Εικόνα 6.18 και Εικόνα 6.19 αντίστοιχα .



Εικόνα 6.17: Πίνακας συσχετισμού για Μέθοδο 2

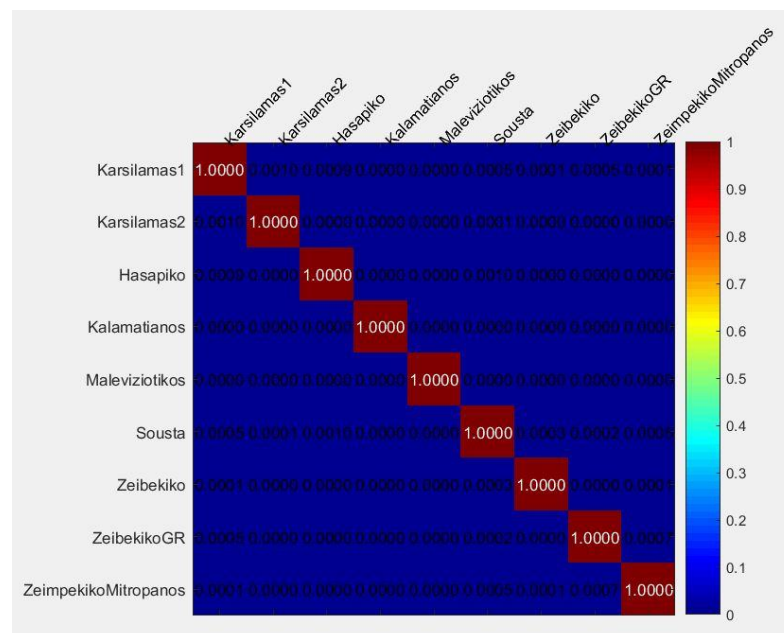


Εικόνα 6.18: Γράφος για Μέθοδο 2

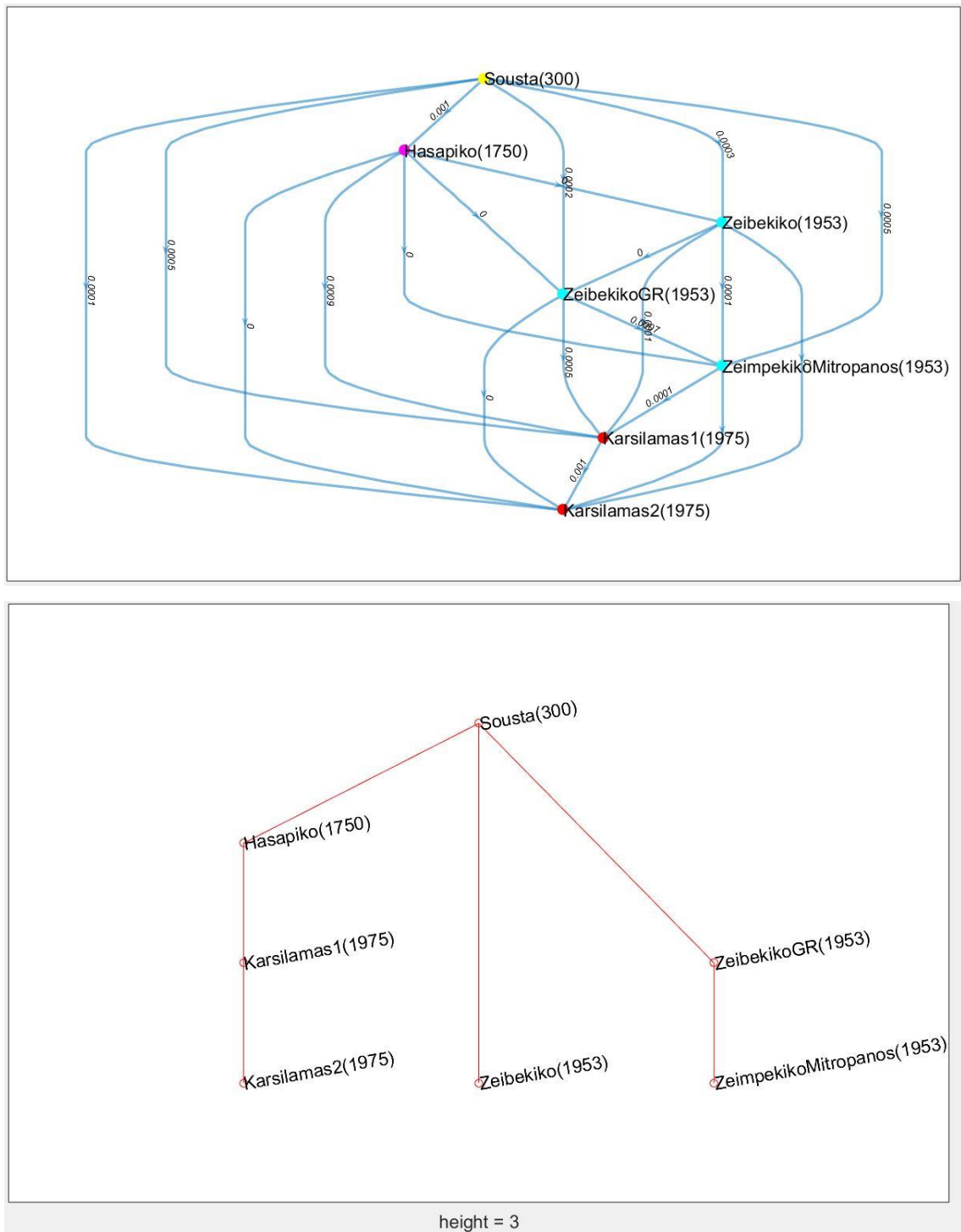


Εικόνα 6.19: Δέντρο για Μέθοδο 2

Στην συνέχεια μπορούμε να δούμε τα αποτελέσματα που αφορούν την Μέθοδο 3 όπου γίνεται ο υπολογισμός της συσχέτισης μεταξύ των χωρών εντοπίζοντας όμοιες κινήσεις μεταξύ τους. Πιο κάτω φαίνονται ο πίνακας συσχετισμού που αφορά την μέθοδο Εικόνα 6.20, καθώς και ο γράφος και το ιεραρχικό δέντρο τα οποία προκύπτουν στην Εικόνες 6.21.



Εικόνα 6.20: Πίνακας συσχετισμού για Μέθοδο 3



Εικόνα 6.21: Γράφος και Δέντρο για Μέθοδο 3

Στην συνέχεια μπορούμε να δούμε και ένα παράδειγμα το οποίο δείχνει τον εντοπισμό των όμοιων κινήσεων μεταξύ δύο χωρών.

| CSVsFramesTest/Karsilamas1_Karsilamas2_Corr_Frames.csv |           |           |           |           |         |              |
|--------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|--------------|
|                                                        | MinDance1 | MaxDance1 | MinDance2 | MaxDance2 | Average | StdDeviation |
| 1                                                      | 200       | 605       | 200       | 405       | 0.9844  | 0.0106       |
| 2                                                      | 571       | 609       | 363       | 407       | 0.9455  | 0.0203       |
| 3                                                      | 895       | 938       | 434       | 492       | 0.9451  | 0.0068       |
| 4                                                      | 2401      | 2518      | 200       | 403       | 0.9546  | 0.0239       |

Εικόνα 6.22: Παράδειγμα για την Μέθοδο 3

Και τέλος μπορούμε να δούμε ένα παράδειγμα της βάσης δεδομένων, η οποία αντικατοπτρίζει τα μεταδεδομένα που αφορούν τον κάθε χορό στην Εικόνα 6.23.

| Database |                      |       |                    |        |               |           |
|----------|----------------------|-------|--------------------|--------|---------------|-----------|
|          | Dances               | Years | Country of Origin  | Gender | Group or Solo | Performer |
| 1        | Karsilamas1          | 1975  | Cyprus             | M      |               |           |
| 2        | Karsilamas2          | 1975  | Cyprus             | M      |               |           |
| 3        | Karsilamas3          | 1975  | Cyprus             | M      |               |           |
| 4        | BellyDance           | 1876  | India              | F      |               |           |
| 5        | BollywoodDance       | 1931  | India              | F      |               |           |
| 6        | Bridge1              | ????  | ????               |        |               |           |
| 7        | Capoeira1            | 1890  | Brazil             | M      |               |           |
| 8        | Capoeira2            | 1890  | Brazil             | M      |               |           |
| 9        | ChaCha1              | 1953  | Cuba               |        |               |           |
| 10       | DanceTurns1          | ????  | ????               |        |               |           |
| 11       | DanceTurns2          | ????  | ????               |        |               |           |
| 12       | Zumba                | 1990  | Colombia           |        |               |           |
| 13       | Flamenco             | 1774  | Spain              | F      |               |           |
| 14       | Hasapiko             | 1750  | Makedonia          |        |               |           |
| 15       | Maleviziotikos       | 1990  | Greece             | F      |               |           |
| 16       | Afraid1              | 1950  | US-Europe          | F      |               |           |
| 17       | Angry1               | 1950  | US-Europe          | F      |               |           |
| 18       | Happy1               | 1950  | US-Europe          | F      |               |           |
| 19       | Relaxed1             | 1950  | US-Europe          | F      |               |           |
| 20       | Bachata1             | 1990  | Dominican Republic | M      |               |           |
| 21       | ZeimpekikoMitropanos | 1953  | Greece             | M      |               |           |
| 22       | Bachata2             | 1990  | Dominican Republic | F      |               |           |

Εικόνα 6.23: Παράδειγμα της βάσης μεταδεδομένων

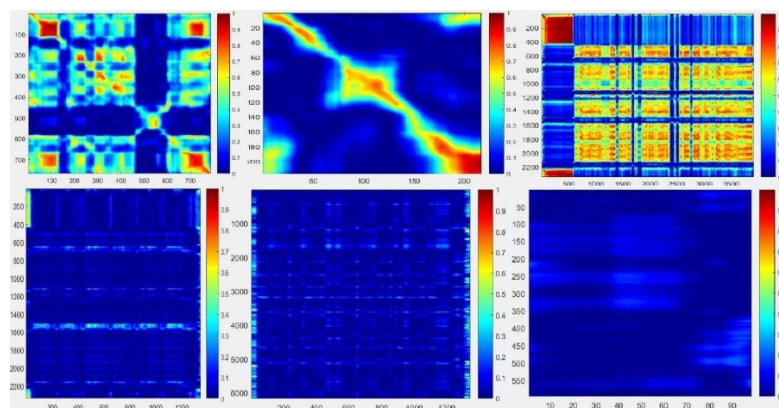
### 6.3 Συμπεράσματα

Στόχος της διπλωματικής εργασίας ήταν η δημιουργία μιας αυτοματοποιημένης τεχνικής ή οποία να εντοπίζει και να παρουσιάζει πιθανές συσχετίσεις μεταξύ των χορών που βρίσκονται στην βάση δεδομένων του Πανεπιστημίου Κύπρου αλλά και σε χορούς από βιβλιοθήκες ελεύθερης πρόσβασης. Για τους σκοπούς εντοπισμού και παρουσίασης των πιθανών συσχετίσεων μεταξύ των χορών χρησιμοποιήθηκαν και μελετήθηκαν τρεις διαφορετικές προσεγγίσεις. Ακολούθως απώτερος σκοπός ήταν βάση της πιο πάνω τεχνικής, να γίνει η παραγωγή ενός γενεαλογικού δέντρου και γράφου. Για να πετύχει ο σκοπός έπρεπε να γίνουν πολλά βήματα. Χρειάστηκε να επεξεργαστούν τα δεδομένα

(αρχεία των χορών), να φορτωθούν οι χοροί στο λογισμικό της Mathworks MATLAB®, να υλοποιηθούν και να χρησιμοποιηθούν κάποιες μέθοδοι σύγκρισης των χορών και τέλος να παραχθεί το γενεαλογικό δέντρο/γράφος.

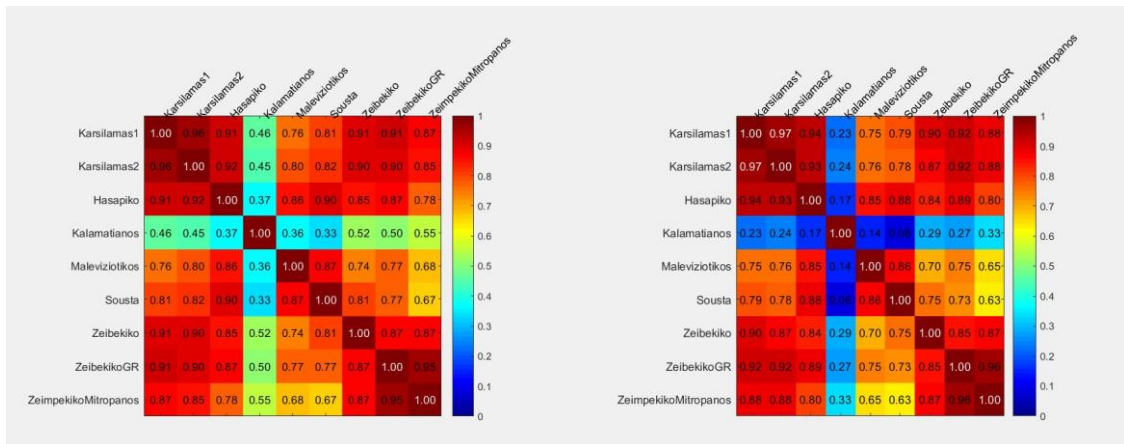
Αρχικά να αξίζει να σημειωθεί πως αρκετοί από τους χορούς της βάσης και κυρίως από χορούς εκτός του Πανεπιστημίου Κύπρου έπρεπε να περάσουν από την τεχνική του characterize and retarget motion from one character to another, όπου ήταν μια πολύ χρονοβόρα διαδικασία αλλά εξίσου απαραίτητη. Δεν εντοπίστηκαν ιδιαίτερα προβλήματα στην χρήση του λογισμικού Autodesk MotionBuilder 3D character animation όπου έγινε και η πιο πάνω διαδικασία. Ακόμη μια χρονοβόρα διαδικασία αλλά επίσης απαραίτητη ήταν η διαδικασία φόρτωσης των χορών στο λογισμικό της Mathworks MATLAB®, όπου οι χοροί έπρεπε να περάσουν από τον αλγόριθμο του Δρ. Ανδρέας Αριστείδου για να γίνει η εξαγωγή των LMA χαρακτηριστικών. Όλα τα κομμάτια της διπλωματικής εργασίας βασίζονται στην έξοδο του πιο πάνω αλγορίθμου.

Ακολούθως μπορούμε να δούμε κάποιες εικόνες που αντικατοπτρίζουν χορούς με αρκετά υψηλή συσχέτιση και χορούς με χαμηλή συσχέτιση. Στην Εικόνα 6.24 φαίνεται ένα παράδειγμα της πιο πάνω σύγκρισης, στις πάνω εικόνες είναι χοροί με υψηλή συσχέτιση και συγκεκριμένα οι δύο πρώτες εικόνες είναι μίμηση τους ενός χορού με του άλλου και η τρίτη εικόνα είναι ελληνικοί παραδοσιακοί χοροί (Καρσιλαμάς με Χασάπικο). Στις κάτω εικόνες με χαμηλή συσχέτιση η πρώτη εικόνα είναι Καρσιλαμάς με Καλαματιανό, η δεύτερη εικόνα είναι Belly Dance με Καλαματιανό και η τρίτη εικόνα είναι Bollywood Dance με Bridge.



Εικόνα 6.24: Σύγκριση χορών με υψηλή και χαμηλή συσχέτιση

Στην συνέχεια γίνεται σύγκριση των πινάκων ομοιότητας δίνοντας διαφορετικά βάρη στα LMA χαρακτηριστικά. Στην Εικόνα 6.25 φαίνεται η σύγκριση, και η ανάθεση στα διαφορετικά βάρη γίνεται ως εξής αριστερά πίνακας: BODY %30 EFFORT %30 SHAPE %20 SPACE %20 και δεξιά πίνακας: BODY %60 EFFORT %15 SHAPE %15 SPACE %10. Όπως φαίνεται και από την εικόνα κάποιοι χοροί με την αλλαγή στα βάρη παρουσιάζουν υψηλότερη συσχέτιση και άλλοι χαμηλότεροι.



Εικόνα 6.25: Σύγκριση πινάκων ομοιότητας με διαφορετικά βάρη στα LMA χαρακτηριστικά

Στην συνέχεια εξάγονται κάποια συμπεράσματα όσο αφορά τον εντοπισμό ομοιότητας μεταξύ των χορών χρησιμοποιώντας τις τρεις διαφορετικές προσεγγίσεις. Αρχικά η πρώτη μέθοδος τρέχει για όλους τους χορούς που βρίσκονται στην βάση, ενώ οι άλλες δύο μέθοδοι τρέχουν για ένα συγκεκριμένο αριθμό από χορούς. Ο λόγος για τον οποίο χρησιμοποιείται ένας συγκεκριμένος αριθμός από χορούς είναι γιατί η δεύτερη μέθοδος για ένα συγκεκριμένο αριθμό χορών γεμίζει την μνήμη του συστήματος. Για την τρίτη μέθοδο ο λόγος ο οποίος επιλέγεται ένας συγκεκριμένος αριθμός από χορούς είναι γιατί είναι μια πάρα πολύ αργή μέθοδος αφού για να τρέξει πάνω από όλους τους χορούς χρειάζονται μέρες. Βάση τα πιο πάνω αποφασίστηκε να γίνει μελέτη των χορών που καταγράφηκαν στο Πανεπιστημίου Κύπρου και κυρίως Κυπριακούς και Ελληνικούς παραδοσιακούς χορούς. Πιο κάτω πίνακα μπορούμε να δούμε τα συμπεράσματα τα οποία πρόκυψαν μετά από την σύγκριση μεταξύ των τριών μεθόδων.

Αρχικά για την πρώτη μέθοδο θεωρούμε πως δυο χοροί μοιάζουν μεταξύ τους όταν η συσχέτιση τους είναι μεγαλύτερη από ένα κατώφλι το οποίο μετά από αρκετές δοκιμές για καλύτερα αποτελέσματα, καθορίστηκε στο 85%. Υπολογίζοντας την ομοιότητα μεταξύ δύο χορών σε όλη τους την διάρκεια μπορεί να παρατηρηθεί αλλοίωση των αποτελεσμάτων, η οποία οφείλεται στο ότι δύο χοροί μπορεί έχουν πολύ μεγάλη διαφορά στον συνολικό αριθμό των πλαισίων τους. Επίσης αυτή η διαφορά μεταξύ του αριθμού των πλαισίων επηρεάζει το αποτέλεσμα μας εφόσον η ομοιότητα μπορεί να υπάρχει σε ορισμένα σημεία και όχι σε ολόκληρο το χορό, επομένως αυτά τα σημεία στην ομοιότητα του συνολικού χορού δεν μπορούν να φανούν. Τέλος είναι μια μέθοδος απλή στην υλοποίηση της, που μπορεί με την χρήση να δώσει πληροφορίες οι οποίες να οδηγούν σε περεταίρω ανάλυση κάποιων χορών

Όσο αφορά την δεύτερη μέθοδο εντοπισμού ομοιοτήτων, είναι μια προσέγγιση η οποία εκφράζει την ομοιότητα μεταξύ των χορών, βάση τα διαφορετικά είδη κινήσεων που προκύπτουν. Επιπρόσθετα είναι μια μέθοδος η οποία είναι αρκετά απαιτητική ως προς την μνήμη αφού με την σύγκριση των style words όπως αναφέρεται και στο Υποκεφάλαιο 3.2.2, δημιουργείται ένας πίνακας πολύ μεγάλου μεγέθους με αποτέλεσμα να ξεπερνά το επιτρεπτό όριο μνήμης της MATLAB. Παρομοίως με την πρώτη μέθοδο θεωρούμε πως δυο χοροί μοιάζουν μεταξύ τους όταν η συσχέτιση τους είναι μεγαλύτερη από ένα κατώφλι, το οποίο για την συγκεκριμένη μέθοδο έχει οριστεί στο 60%. Ο λόγος για τον οποίο το κατώφλι που χρησιμοποιείται είναι μικρότερο σε σχέση με την πρώτη μέθοδο που είναι 80%, είναι γιατί στην συγκεκριμένη μέθοδο μπορεί να υπάρχει πληθώρα διαφορετικών κινήσεων σε κάθε χορό, με αποτέλεσμα να έχουμε κάποια αισθητή πτώση προς τις συσχετίσεις. Η πιο πάνω παρατήρηση της μείωσης των τιμών των συσχετίσεων φαίνεται και στην σύγκριση των εικόνων Εικόνα 6.1 και Εικόνα 6.17 αντίστοιχα για την πρώτη και δεύτερη μέθοδο.

Τέλος η τρίτη μέθοδος η οποία είναι μια διαφορετική προσέγγιση από τις δύο προηγούμενες αφού δεν ελέγχει τους χορούς προς το στυλ τους, ούτε προς τα διαφορετικά είδη κινήσεων, αλλά προσπαθεί να εντοπίσεις πιθανές κινήσεις που μπορεί να είναι όμοιες. Αξίζει να σημειωθεί πως είναι μια πάρα πολύ χρονοβόρα μέθοδος αφού για γίνει εφαρμογή της προς όλους τους χορούς θα χρειαστεί ακόμα και μέρες. Επίσης είναι αρκετά απαιτητική ως προς την μνήμη και κυρίως για την αποθήκευση των

δεδομένων τα οποία χρειάζεται για τρέξει. Όπως και στις δύο προηγούμενες μεθόδους θεωρούμε πως δυο χοροί μοιάζουν μεταξύ τους όταν η συσχέτιση τους είναι μεγαλύτερη από ένα κατώφλι, το οποίο έχει οριστεί στο 0%. Ο λόγος για τον οποίο το κατώφλι είναι πολύ πιο χαμηλό σε σχέση με τις άλλες δύο προσεγγίσεις είναι γιατί τα ποσοστά ομοιότητας είναι αρκετά χαμηλά, και ο αριθμός των χορών που έχουν υιοθετήσει κινήσεις ο ένας από τον άλλο δεν είναι τόσο μεγάλος, έτσι γίνεται αναπαράσταση όλων των χορών που έχουν υιοθετήσει κινήσεις από κάποιον άλλο.

Στην συνέχεια έγινε μελέτη ως προς τις μετρικές που χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό της ομοιότητας μεταξύ των χορών και τους αλγόριθμους ταξινόμησης που χρησιμοποιούνται για την ταξινόμηση των χορών σε Clusters. Ο λόγος για τον οποίο έγινε η πιο πάνω μελέτη ήταν για να εξακριβώσουμε ποια μετρική και ποιος αλγόριθμος ταξινόμησης μας δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα. Έτσι επιλέξαμε 3 χορούς από 5 διαφορετικές κατηγορίες χορών, και στην συνέχεια είδαμε ποιος συνδυασμός μετρικής και αλγορίθμου ταξινόμησης μας δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα. Στον Πίνακα 6.26 φαίνεται η επιλογή των χορών, και πώς γίνεται ο δικός μας διαχωρισμός σε Clusters.

|             |         |          |         |            |
|-------------|---------|----------|---------|------------|
| Zeibekiko1  | Afraid1 | Indian1  | Salsa1  | BellyDance |
| ZeibekikoGR | Angry1  | Indian10 | Salsa6  | Flamenco   |
| Karsilamas1 | Happy1  | Indian15 | Salsa12 | Charleston |

Πίνακας 6.26: Σύγκριση των Clusters

Στην πιο κάτω Εικόνα 6.27 φαίνεται πως έγινε ο διαχωρισμός σε Clusters και πάνω από κάθε πίνακα φαίνεται η μετρική και ο αλγόριθμος ταξινόμησης που χρησιμοποιήθηκε. Είναι ξεκάθαρο πως το κοντινότερο αποτέλεσμα μας το δίνει η μετρική Pearson Correlation Coefficient σε συνδυασμό με τον αλγόριθμο K-means. Τα πιο κάτω αποτελέσματα απευθύνονται στην πρώτη μέθοδο εντοπισμού ομοιότητας, όπου η ομοιότητα εντοπίζεται βάση του στυλ των χορών.

### Pearson Correlation / K-means

|   | 1        | 2           | 3       | 4      | 5           |
|---|----------|-------------|---------|--------|-------------|
| 1 | Indian1  | charleston1 | salsa1  | Angry1 | Zeibekiko   |
| 2 | Indian10 |             | salsa6  | Happy1 | ZeibekikoGR |
| 3 | Indian15 |             | salsa12 |        | Karsilamas1 |
| 4 |          |             |         |        | Afraid1     |
| 5 |          |             |         |        | BellyDance  |
| 6 |          |             |         |        | Flamenco    |

### Pearson Correlation / Agglomerative

|   | 1        | 2        | 3       | 4           | 5           |
|---|----------|----------|---------|-------------|-------------|
| 1 | Indian15 | Indian1  | salsa1  | Zeibekiko   | charleston1 |
| 2 |          | Indian10 | salsa6  | ZeibekikoGR |             |
| 3 |          |          | salsa12 | Karsilamas1 |             |
| 4 |          |          |         | Afraid1     |             |
| 5 |          |          |         | Angry1      |             |
| 6 |          |          |         | Happy1      |             |
| 7 |          |          |         | BellyDance  |             |
| 8 |          |          |         | Flamenco    |             |

### Euclidean distance / K-means

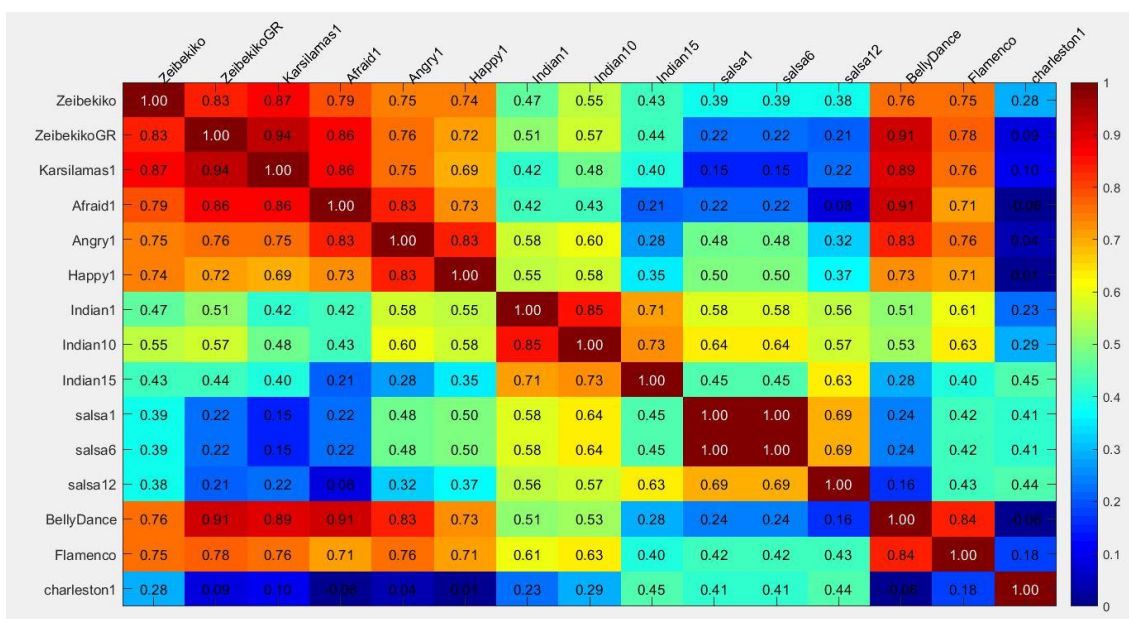
|   | 1          | 2           | 3       | 4           | 5        |
|---|------------|-------------|---------|-------------|----------|
| 1 | Angry1     | ZeibekikoGR | Afraid1 | Zeibekiko   | salsa12  |
| 2 | Happy1     | Indian1     |         | Karsilamas1 | Flamenco |
| 3 | Indian10   | charleston1 |         | salsa1      |          |
| 4 | Indian15   |             |         | salsa6      |          |
| 5 | BellyDance |             |         |             |          |

### Euclidean distance / Agglomerative

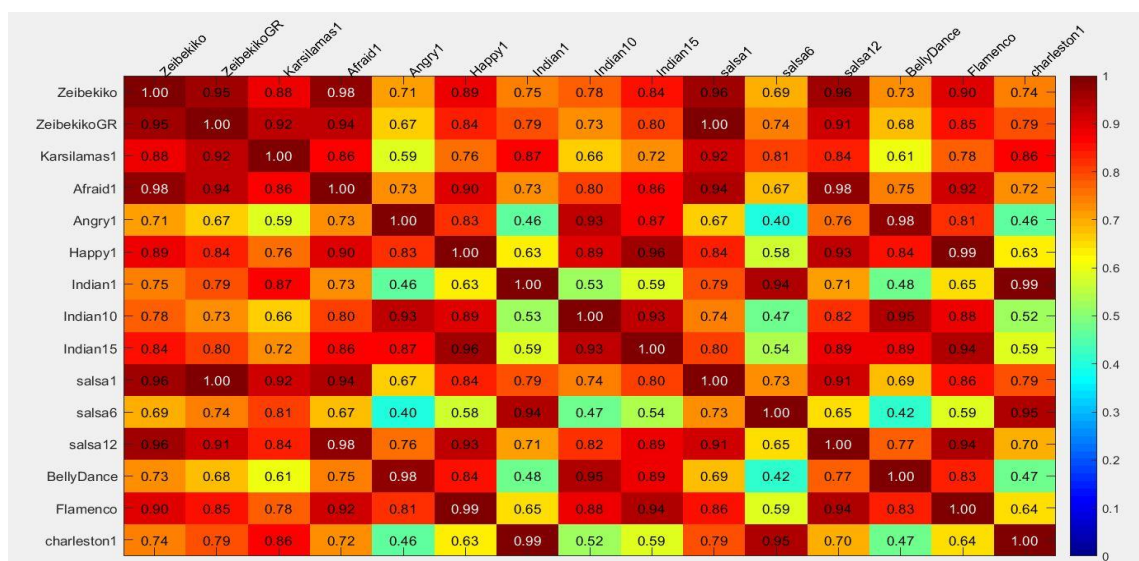
|   | 1        | 2           | 3          | 4           | 5           |
|---|----------|-------------|------------|-------------|-------------|
| 1 | Happy1   | Zeibekiko   | Angry1     | Karsilamas1 | Indian1     |
| 2 | Indian15 | ZeibekikoGR | Indian10   |             | salsa6      |
| 3 | Flamenco | Afraid1     | BellyDance |             | charleston1 |
| 4 |          | salsa1      |            |             |             |
| 5 |          | salsa12     |            |             |             |

Εικόνα 6.27: Ταξινόμηση σε Clusters Μέθοδος 1

Στους δύο πιο κάτω πίνακες φαίνονται οι πίνακες ομοιοτήτων που χρησιμοποιήθηκαν πιο πάνω για τον διαχωρισμό σε Clusters. Στο Πίνακα 6.28 φαίνεται ο πίνακας ομοιοτήτων με την μετρική Pearson Correlation Coefficient και στο Πίνακα 6.29 ο πίνακας ομοιοτήτων με την μετρική Euclidean Distance.



Πίνακας 6.28: Πίνακας ομοιοτήτων με την μετρική Pearson Correlation



Πίνακας 6.29: Πίνακας ομοιοτήτων με την μετρική Euclidean Distance.

Στην συνέχεια φαίνονται τα αποτελέσματα για την δεύτερη μέθοδο εντοπισμού ομοιότητας. Στην Εικόνα 6.30 φαίνονται οι μετρικές που χρησιμοποιήθηκαν για τον εντοπισμό της συσχέτισης μεταξύ των style words, και τους αλγόριθμους ταξινόμησης που χρησιμοποιήθηκαν για την ταξινόμηση των χορών στα Clusters. Τα αποτελέσματα που είναι πιο κοντά στον δικό μας διαχωρισμό των χορών στα Clusters είναι οι συνδυασμοί Pearson Correlation / K-means και Euclidean distance / K-means

Pearson Correlation / K-means

|   | 1           | 2           | 3        | 4       | 5           |
|---|-------------|-------------|----------|---------|-------------|
| 1 | Karsilamas1 | Zeibekiko   | Afraid1  | salsa1  | ZeibekikoGR |
| 2 | Happy1      | Indian1     | salsa6   | salsa12 | Angry1      |
| 3 | Indian15    | BellyDance  | Flamenco |         | Indian10    |
| 4 |             | charleston1 |          |         |             |

Pearson Correlation / Agglomerative

|   | 1          | 2           | 3         | 4      | 5           |
|---|------------|-------------|-----------|--------|-------------|
| 1 | Afraid1    | ZeibekikoGR | Zeibekiko | salsa6 | charleston1 |
| 2 | salsa1     | Karsilamas1 | Indian1   |        |             |
| 3 | salsa12    | Angry1      |           |        |             |
| 4 | BellyDance | Happy1      |           |        |             |
| 5 |            | Indian10    |           |        |             |
| 6 |            | Indian15    |           |        |             |
| 7 |            | Flamenco    |           |        |             |

Euclidean distance / K-means

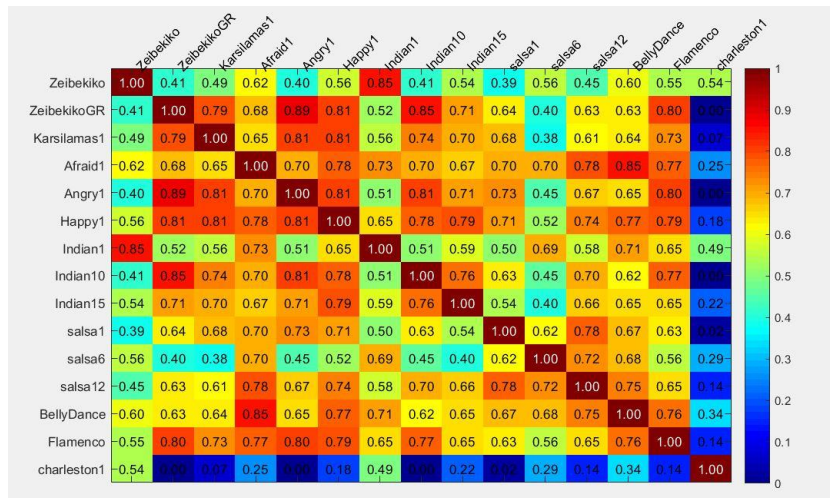
|   | 1           | 2         | 3           | 4           | 5        |
|---|-------------|-----------|-------------|-------------|----------|
| 1 | Karsilamas1 | Zeibekiko | Indian1     | ZeibekikoGR | salsa6   |
| 2 | Angry1      | Indian10  | Indian15    | Afraid1     | Flamenco |
| 3 | Happy1      |           | charleston1 | salsa12     |          |
| 4 | salsa1      |           |             | BellyDance  |          |

Euclidean distance / Agglomerative

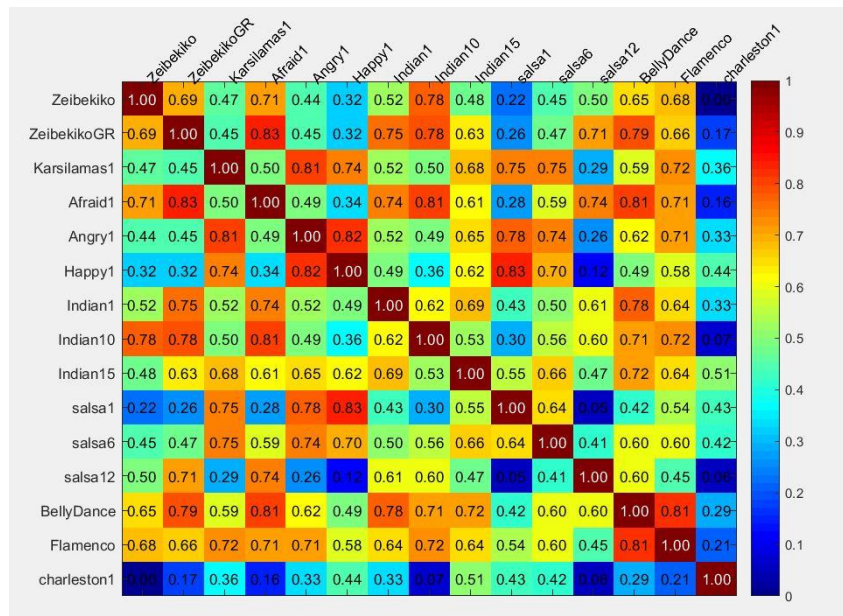
|   | 1        | 2           | 3           | 4       | 5           |
|---|----------|-------------|-------------|---------|-------------|
| 1 | Indian15 | Karsilamas1 | Zeibekiko   | salsa12 | charleston1 |
| 2 |          | Angry1      | ZeibekikoGR |         |             |
| 3 |          | Happy1      | Afraid1     |         |             |
| 4 |          | salsa1      | Indian1     |         |             |
| 5 |          | salsa6      | Indian10    |         |             |
| 6 |          |             | BellyDance  |         |             |
| 7 |          |             | Flamenco    |         |             |

Εικόνα 6.30: Ταξινόμηση σε Clusters Μέθοδος 2

Στις δύο πιο κάτω πίνακες φαίνονται οι πίνακες ομοιοτήτων που χρησιμοποιήθηκαν πιο πάνω για τον διαχωρισμό σε Clusters. Στο Πίνακα 6.31 φαίνεται ο πίνακας ομοιοτήτων με την μετρική Pearson Correlation Coefficient και στο Πίνακα 6.32 ο πίνακας ομοιοτήτων με την μετρική Euclidean Distance. Να σημειωθεί πως η μετρική που χρησιμοποιείται για να εντοπίσει τις αποστάσεις μεταξύ των χορών είναι η μετρική Earth Mover Distance.

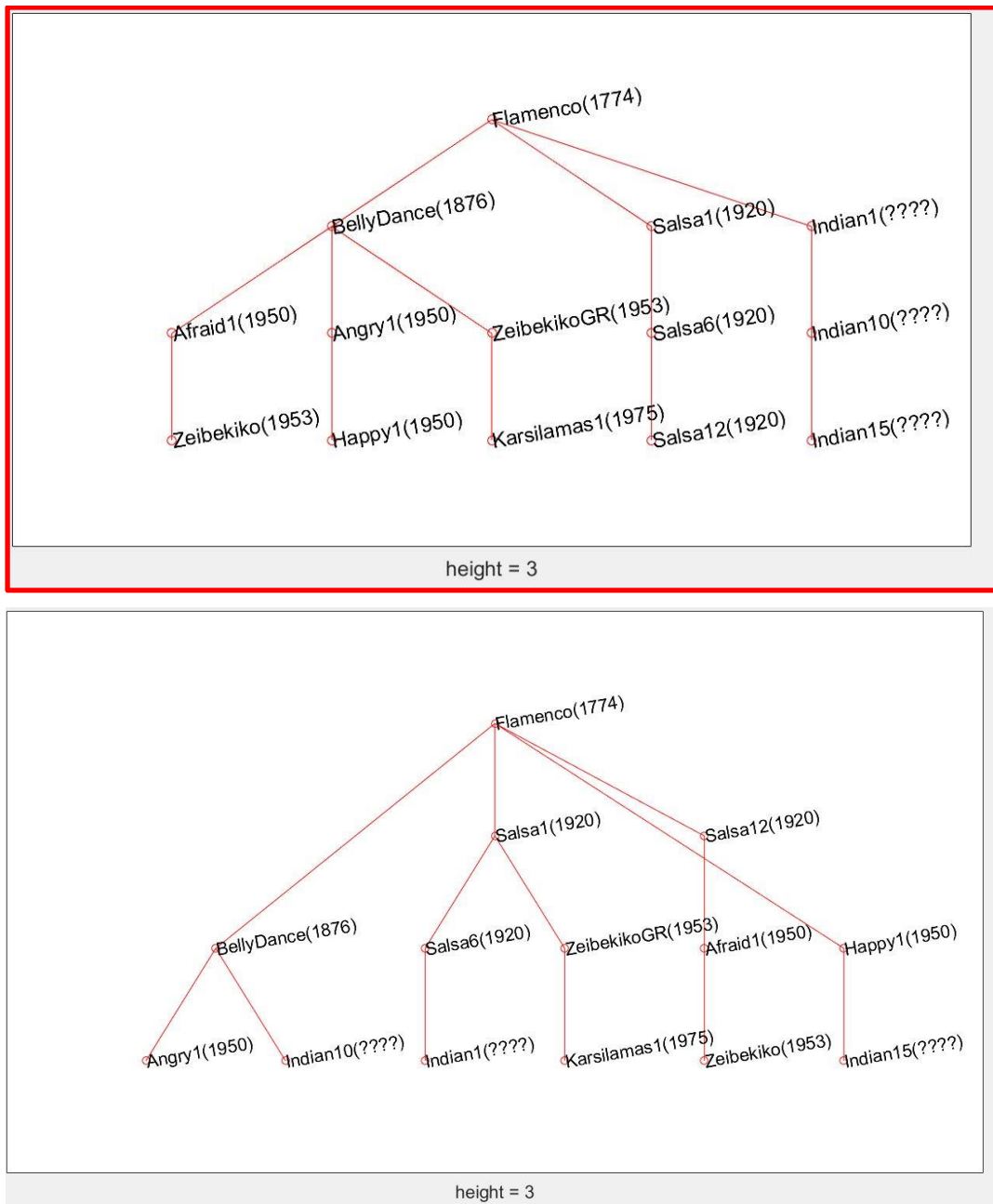


Πίνακας 6.31: Πίνακας ομοιοτήτων με την μετρική Pearson Correlation (style words)



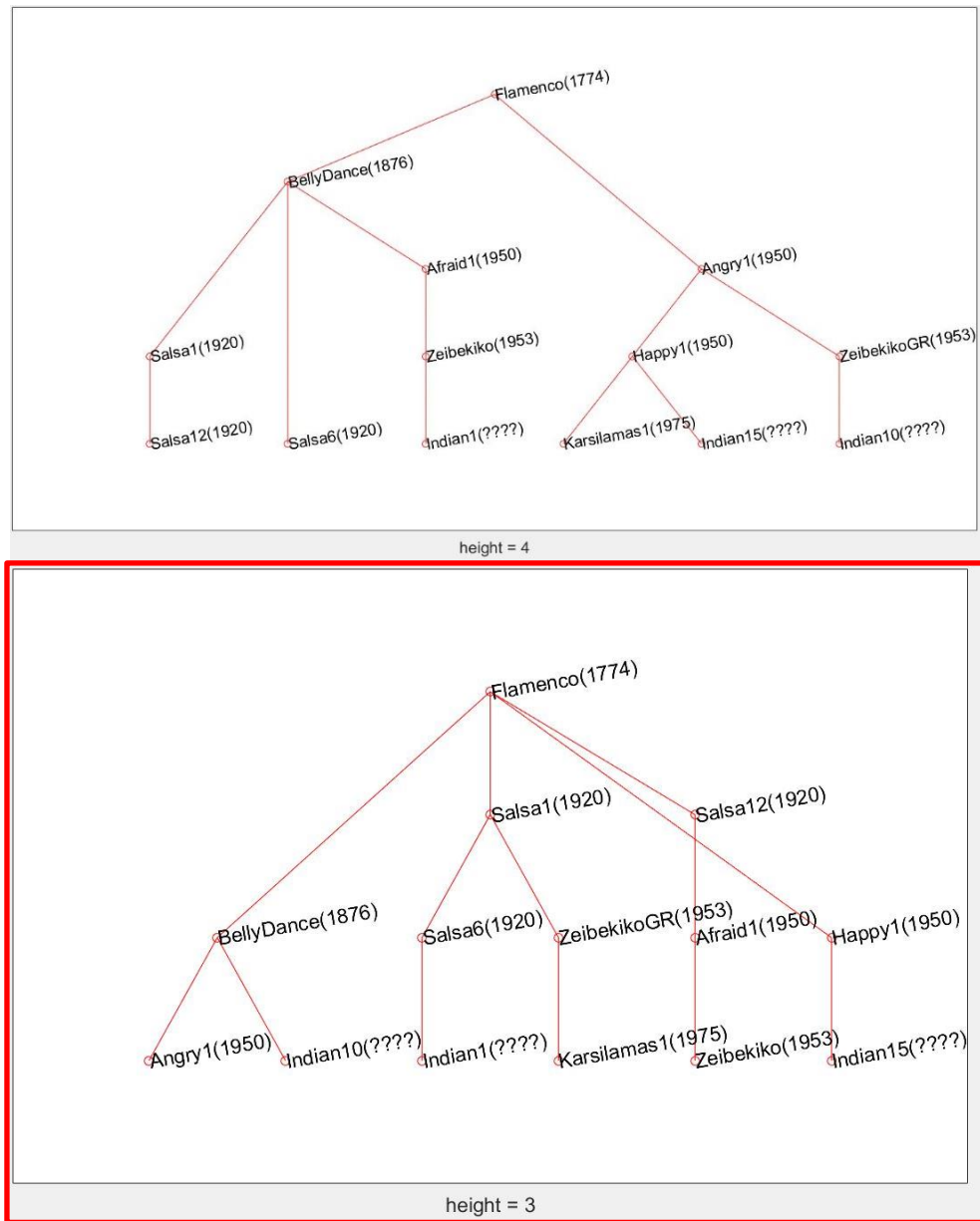
Πίνακας 6.32: Πίνακας ομοιοτήτων με την μετρική Euclidean Distance (style words)

Ακολούθως έγινε μια σύγκριση ως προς τα δέντρα που παράγουν οι δύο μέθοδοι εντοπισμού ομοιότητας (Μέθοδος 1, Μέθοδος 2), με την χρήση των μετρικών Pearson Correlation Coefficient και Euclidean Distance. Στην πιο κάτω Εικόνα 6.33 φαίνονται τα δέντρα για την Μέθοδο 1, και το καλύτερο αποτέλεσμα βάση του διαχωρισμού στον Πίνακα 6.26, μας το δίνει το πρώτο δέντρο το οποίο δημιουργήθηκε βάση του Πίνακα 6.28 όπου είναι ο πίνακας ομοιοτήτων με την μετρική Pearson Correlation.



Εικόνα 6.33: Ιεραρχικά δέντρα για Μέθοδο 1

Τέλος στην πιο κάτω Εικόνα 6.34 φαίνονται τα δέντρα για την Μέθοδο 2, και το πιο κοντινό αποτέλεσμα βάση του διαχωρισμού στον Πίνακα 6.26, μας το δίνει το δεύτερο δέντρο το οποίο δημιουργήθηκε βάση του Πίνακα 6.32 όπου είναι ο πίνακας ομοιοτήτων με την μετρική Euclidean Distance.



Εικόνα 6.34: Ιεραρχικά δέντρα για Μέθοδο 2

#### **6.4 Μελλοντική Εργασία**

Σαν μελλοντική εργασία υπάρχουν κάποια σημεία τα οποία πρέπει να ληφθούν υπόψη και ακολούθως προτείνεται μια ιδέα για μελλοντική υλοποίηση. Αρχικά όταν έγινε η ολοκλήρωση των τελικών αποτελεσμάτων, δόθηκαν σε κάποιους ειδικούς και συγκεκριμένα στο Πολιτιστικό Κέντρο του Πανεπιστημίου Κύπρου, ώστε να πάρουμε κάποια αξιολόγηση. Τα σχόλια τα οποία πήραμε ήταν πως θα πρέπει να γίνει μια επέκταση της βάσης του Πανεπιστημίου Κύπρου με περισσότερους τοπικούς παραδοσιακούς χορούς, και ως επίσης μερική διόρθωση ως προς τις χρονολογίες των χορών.

Επίσης για μελλοντική εργασία θα μπορούσε να μελετηθεί το ενδεχόμενο συγχώνευσης των πινάκων ομοιοτήτων που παράγονται από τις τρεις μεθόδους εντοπισμού ομοιότητας μεταξύ των χορών. Τέλος αυτό το οποίο θα πρότεινα σαν μελλοντική υλοποίηση θα ήταν η δημιουργία μιας διαδικτυακής εφαρμογής ή οποία θα συμπεριλαμβάνει της υλοποιήσεις που έγιναν στην παρούσα διπλωματική εργασία. Πιο συγκεκριμένα να παρέχεται η δυνατότητα στον χρήστη, μέσω της επιλογής ενός συνόλου από χορούς να μπορεί να παράξει το ιεραρχικό δέντρο ή γράφο με την χρήση των τριών μεθόδων εντοπισμού ομοιότητας. Ακολούθως να δίνεται η δυνατότητα προβολής των όμοιων κινήσεων που έχουν οι χοροί αναμεταξύ τους. Επίσης πολύ ενδιαφέρον θα ήταν κάθε χορός να αναπαρίσταται από την τοπική του παραδοσιακή στολή.

## Βιβλιογραφία

- [1] Andreas Aristidou, Panayiotis Charalambous, Yiorgos Chrysanthou: Emotion Analysis and Classification: Understanding the Performers' Emotions Using the LMA Entities. *Comput. Graph. Forum* 34(6): 262-276 (2015)
- [2] Andreas Aristidou, Efstathios Stavrakis, Panayiotis Charalambous, Yiorgos Chrysanthou, Stephania Loizidou Himona: Folk Dance Evaluation Using Laban Movement Analysis. *JOCCH* 8(4): 20:1-20:19 (2015)
- [3] Andreas Aristidou, Efstathios Stavrakis, Yiorgos Chrysanthou, Marinos Ioannides, "Intangible Cultural Heritage: Digitizing Cypriot Folk Dance and e-Learning methodologies", In *Proceedings of the Hellenic Conference in Digitization of Cultural Heritage (Euromed 2015)*, Volos, Greece, September, 2015
- [4] Lucas Kovar, Michael Gleicher, Frédéric H. Pighin: Motion graphs. *ACM Trans. Graph.* 21(3): 473-482 (2002)
- [5] Jehee Lee, Jinxiang Chai, Paul S. A. Reitsma, Jessica K. Hodgins, Nancy S. Pollard: Interactive control of avatars animated with human motion data. *ACM Trans. Graph.* 21(3): 491-500 (2002)
- [6] Meinard Müller, Tido Röder, Michael Clausen: Efficient content-based retrieval of motion capture data. *ACM Trans. Graph.* 24(3): 677-685 (2005)
- [7] Kapadia, M., Chiang, I. K., Thomas, T., Badler, N. I., & Kider Jr, J. T. (2013, March). Efficient motion retrieval in large motion databases. In *Proceedings of the ACM SIGGRAPH Symposium on Interactive 3D Graphics and Games* (pp. 19-28). ACM.

- [8] M. Meredith, S.Maddock: Motion Capture File Formats Explained, Department of Computer Science, University of Sheffield
- [9] Bharat Tidke, Sachin Shinde, “Improved K-means Algorithm for Searching Research Papers,” International Journal of Computer Science & Communication Networks, vol. 4, pp. 197-202
- [10] UCY Computers Graphics Lab  
<https://graphics.cs.ucy.ac.cy/labv>
- [11] Stanford CS221: Artificial Intelligence: Principles and Techniques  
<http://stanford.edu/~cpiech/cs221/handouts/kmeans.html>

# Παράρτημα Α

Σε αυτό το παράρτημα δίνεται ο τρόπος εκτέλεσης για κάθε αρχείο που υλοποιήθηκε στην παρούσα διπλωματική εργασία, καθώς και μια μικρή περιγραφή για το ποια είναι η λειτουργία του. Επίσης δίνεται μια μικρή εξήγηση για τους φάκελους και τι αρχεία περιέχουν.

## Φάκελοι

1. Στον φάκελο BVHs περιέχονται όλα τα bvh αρχεία που αναπαριστούν όλους τους χορούς της βάσης δεδομένων.
2. Στον φάκελο CSVs περιέχονται αρχεία τύπου csv τα οποία αναπαριστούν την εξαγωγή των LMA χαρακτηριστικών για κάθε χορό.
3. Στον φάκελο CSVsFramesCorrelation περιέχονται αρχεία τύπου csv τα οποία αναπαριστούν τον πίνακα συσχετίσεων μεταξύ κάποιων χορών, τα οποία παράχθηκαν για τους σκοπούς της Μεθόδου 3 που εντοπίζει όμοιες κινήσεις μεταξύ των χορών.
4. Στον φάκελο CSVsFramesTest περιέχονται αρχεία τύπου csv τα οποία αναπαριστούν τα παράθυρα μεταξύ των χορών που παρουσιάζουν υψηλή συσχέτιση και χρησιμοποιούνται για τους σκοπούς της Μεθόδου 3.

## Αρχεία

Για τα αρχεία τα οποία δεν δίνεται τρόπος εκτέλεσης, μπορούν να τρέξουν κανονικά χωρίς κάποια παράμετρο ως είσοδο.

1. Το αρχείο CallMethod3.m τρέχει για ένα συγκεκριμένο αριθμό από χορούς και παράγει τα αποτελέσματα της Μεθόδου 3, τα οποία είναι η Εικόνα 6.20 και η Εικόνα 6.22.
2. Το αρχείο DatabaseMetadata.m είναι το αρχείο το οποίο περιέχει τα μεταδεδομένα για κάθε χορό της βάσης δεδομένων, και τρέχοντας το παράγει αποτέλεσμα που φαίνεται στην Εικόνα 6.23 του έκτου κεφαλαίου.
3. Τα αρχεία DisplayImage.m και DisplayImageGrey.m προβάλλουν τον πίνακα συσχετίσεων μεταξύ δύο χορών. Τα αρχεία που χρειάζονται για να τρέξουν οι δύο συναρτήσεις βρίσκονται στο φάκελο CSVsFramesCorrelation.

Τρόπος εκτέλεσης: `DisplayImage('Sousta_Zeibekiko_Corr.csv')`.

4. Το αρχείο `DisplaySimilarityMatrix.m` προβάλλει τον πίνακα ομοιότητας για ένα σύνολο χορών για τις Μεθόδους 2 και 3. Ένα παράδειγμα είναι η Εικόνα 6.17.
5. Το αρχείο `DisplaySimilarityMatrixMethod1.m` προβάλλει τον πίνακα ομοιότητας για ένα σύνολο χορών για την Μέθοδο 1. Ένα παράδειγμα είναι η Εικόνα 6.1.
6. Το αρχείο `GenerateTreeGraph.m` παράγει τα ιεραρχικά δέντρα και γράφους για ένα σύνολο από χορούς ή και ακόμη για όλους τους χορούς της βάσης δεδομένων χωρίζοντας τα πρώτα σε Clusters (`Clustering.m`). Τα αρχεία που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή των γράφων και των δέντρων είναι τα εξής:

Γράφος → `CreateGraph2.m`

Δέντρο αλγόριθμος 1 → `TreeCreate.m`

Δέντρα αλγόριθμος 2 → `TreeCreate2.m`

7. Το αρχείο `Main5.m` χρησιμοποιείται για την εξαγωγή των LMA χαρακτηριστικών και το αποτέλεσμα αποθηκεύεται στον φάκελο CSVs. Τα αρχεία που χρειάζεται για τρέξει βρίσκονται στον φάκελο BVHs.  
Τρόπος εκτέλεσης: `Main5('Zeibekiko')`.

8. Το αρχείο `Method1.m` παράγει και αποθηκεύει τον πίνακα ομοιοτήτων για ένα σύνολο από χορούς για τους σκοπούς της Μεθόδου 1.
9. Το αρχείο `SelectFramesToShow.m` προβάλλει τον πίνακα συσχετίσεων μεταξύ δύο χορών και στην συνέχεια δίνεται η δυνατότητα επιλογής του χρήστη ενός συγκεκριμένου σημείου από τον πίνακα συσχετίσεων, και ακολούθως γίνεται προβολή των δύο χορών για το συγκεκριμένο σημείο. Η τρίτη μεταβλητή που παίρνει ως είσοδο η συνάρτηση καθορίζει αν η εικόνα θα είναι μαυρόασπρη (true) ή όχι.

Τρόπος εκτέλεσης: `SelectFramesToShow('Zeibekiko','Karsilamas1','true')`