

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ / ΕΞΕΤΑΣΗ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

**Πορφυράκης Εμμανουήλ- Ούλφφ  
Μεταπτυχιακός Φοιτητής**

**Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Κρήτης  
Επόπτης Μεταπτ. Εργασίας: Καθηγητής, Α. Αργυρός**

**Παρασκευή , 05/04/2019, 12:30**

**Αίθουσα Β108, Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών, Πανεπιστήμιο Κρήτης**

**“ 3D Παρακολούθηση του Ανθρώπινου Χεριού με Χρήση Πιθανοτικής Ανάλυσης Κύριων  
Συνιστωσών για τη Μοντελοποίηση της Δραστηριότητάς του ”**

### **ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Ένα σημαντικό πρόβλημα στην υπολογιστική όραση είναι η εκτίμηση της 3D θέσης και της διάρθρωσης του ανθρώπινου χεριού με βάση οπτική πληροφορία. Η λύση αυτού του προβλήματος μπορεί να διευκολύνει την ανάπτυξη πολλών εφαρμογών, όπως την αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή, τον τηλεχειρισμό ρομπότ και άλλα. Οι κύριες προκλήσεις που πρέπει κανείς να αντιμετωπίσει αφορούν στην υψηλή διάσταση του προβλήματος, τις επικαλύψεις που οφείλονται στη γεωμετρία του χεριού και στην ενδεχόμενη αλληλεπίδρασή του με αντικείμενα, την ταχύτητα των κινήσεων του χεριού και τη μεταβλητότητα των συνθηκών φωτισμού και του υποβάθρου της σκηνής.

Η παρούσα εργασία ασχολείται με το πρόβλημα της τρισδιάστατης εκτίμησης της πόζας του χεριού μοντελοποιώντας συγκεκριμένες δράσεις χεριών με χρήση μιας τεχνικής μείωσης διαστατικότητας, την Πιθανοτική Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών. Καθεμία από τις θεωρούμενες ενέργειες, αναπαριστάται σε ένα παραμετρικό υπόχωρο που εκτιμάται από ένα σύνολο χαρακτηριστικών εκτελέσεων αυτής της δράσης. Έχουμε αναπτύξει δύο μεθόδους 3D παρακολούθησης οι οποίες λειτουργούν είτε στην περίπτωση γενικής κίνησης του χεριού είτε

στην περίπτωση που το χέρι εμπλέκεται σε κάποια από τις μοντελοποιημένες ενέργειες. Η πρώτη μέθοδος βασίζεται σε μέθοδο φιλτραρίσματος σωματιδίων (particle filtering) ενώ η δεύτερη σε μία μέθοδο σύγκλισης με ελάττωση της παραγώγου (gradient descent). Και στις δύο περιπτώσεις στόχος είναι η βελτιστοποίηση του ταιριάσματος ενός 3D μοντέλου του χεριού στις διαθέσιμες παρατηρήσεις. Επιπρόσθετα, και οι δύο μέθοδοι αποφασίζουν αυτόματα το κατά πόσον η 3D παρακολούθηση του χεριού θα πρέπει να γίνεται θεωρώντας γενική κίνηση του χεριού ή κίνηση στο πλαίσιο κάποιας από τις μοντελοποιημένες δράσεις του.

Για να εκπαιδύσουμε και να αξιολογήσουμε τις προτεινόμενες μεθόδους, αναπτύξαμε ένα νέο σύνολο δεδομένων που περιλαμβάνει δείγματα εκτελέσεων 5 διαφορετικών ενεργειών αλληλεπίδρασης ενός χεριού με αντικείμενα. Αποτιμήσαμε τις προτεινόμενες μεθόδους τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά. Για την ποσοτική αξιολόγηση χρησιμοποιήσαμε το σύνολο δεδομένων που αναπτύχθηκε, ώστε να δημιουργήσουμε συνθετικές ακολουθίες από τις οποίες αφαιρέσαμε παρατηρήσεις ώστε να προσομοιώσουμε έλλειψη μετρήσεων λόγω επικαλύψεων. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν δείχνουν ότι οι προτεινόμενες μέθοδοι βελτιώνουν την εκτίμηση της πόζας του χεριού σε σχέση με υφιστάμενες προσεγγίσεις, ιδίως παρουσία επικαλύψεων, όπου τα χρησιμοποιούμενα μοντέλα δράσης βοηθούν στην ακριβέστερη εκτίμηση της πόζας του χεριού και την αντιμετώπιση των ελλειπουσών παρατηρήσεων.

**Porfirakis Emmanouil- Oulof**

**M.Sc. Thesis**

**Computer Science Department**

**University of Crete**

**Master's Thesis Supervisor: Professor, A. Argyros**

**Friday 05/04/2019, 12:30**

**Room B108, Computer Science Dept., University of Crete**

**“3D Hand Tracking by Employing Probabilistic Principal Component Analysis to Model Action Priors”**

**ABSTRACT**

One important problem in computer vision is the estimation of the 3D pose and full articulation of a human hand based on visual information. The solution of this problem can facilitate the

development of many applications such as human-computer interaction, robot teleoperation and others. The main challenges concern the high dimensionality of the problem, the occlusions due to the hand geometry or due to the manipulation of objects, the fast hand motion and the variability of the illumination conditions and the scene context.

This thesis addresses the problem of 3D hand pose estimation by modeling specific hand actions using a dimensionality reduction technique, the probabilistic Principal Component Analysis. For each of the considered actions, a parametric subspace is learnt based on a dataset of sample action executions.

We developed two hand trackers that can perform 3D hand pose estimation either in the case of unconstrained hand motion or in the case that the hand is engaged in some of the modelled actions. The first tracker is based on particle filtering while the second is based on gradient descent optimization. In both cases the goal is to fit a 3D hand model to the available observations. Both methods employ an online criterion for automatically switching between tracking the hand in the unconstrained case and tracking it in the case of learnt action sub-spaces.

To train and evaluate the proposed methods, we developed a new dataset that contains sample executions of 5 different grasp-like hand actions and hand/object interactions. We tested the proposed methods both quantitatively and qualitatively.

For the quantitative evaluation we relied on our dataset to create synthetic sequences from which we artificially removed observations to simulate occlusions. The obtained results show that the proposed methods improve 3D hand pose estimation over existing approaches especially in the presence of occlusions, where the employed action models assist the accurate recovery of the 3D hand pose despite the missing observations.