

Σχεδιασμός και υλοποίηση εφαρμογής με
την τεχνολογία Tango

Νικόλαος Καραμπινάς

AEM: 2355

Email: nkarampi@csd.auth.gr

Υπεύθυνος καθηγητής: Ιωάννης Σταμέλος

1. Εισαγωγή

Το θέμα της εργασίας

Εισαγωγή

Στην εργασία καλούμαστε να σχεδιάσουμε και να αναπτύσσουμε μια εφαρμογή επαυξημένης πραγματικότητας με την πλατφόρμα Tango. Ουσιαστικά θα μελετήσουμε:

- ▣ Τρόπος ανάκτησης των δεδομένων από την κάμερα
- ▣ Επεξεργασία των δεδομένων
- ▣ Η σωστή χρήση για καλύτερα αποτελέσματα

Η εφαρμογή που καλούμαστε να υλοποιήσουμε είναι μια εφαρμογή αναγνώρισης βιβλιοθήκης.

2. Επαυξημένη πραγματικότητα

Ορισμός και χαρακτηριστικά

Επαυξημένη πραγματικότητα Ορισμός

Η επαυξημένη πραγματικότητα (Augmentation Reality) είναι μια τεχνολογία η οποία είναι ικανή να συνδέσει άμεσα τον πραγματικό κόσμο με ηλεκτρονικές πληροφορίες.

Η επαυξημένη πραγματικότητα δεν περιορίζεται σε συγκεκριμένες συσκευές αλλά πρέπει να έχει τα ακόλουθα τρία χαρακτηρίστηκα:

- Συνδυασμός πραγματικής και εικονικής πραγματικότητας
- Διαδραστικότητα σε πραγματικό χρόνο
- Καταχωρημένο σε τρισδιάστατο περιβάλλον

Επαυξημένη πραγματικότητα Ιστορικά

Το 1965 σε μια έκθεση του Ivan Sutherland έγινε η πρώτη αναφορά σε μια τεχνολογία που πρόκειται για τη σημερινή επαυξημένη πραγματικότητα.

Μέχρι τις αρχές του 90 χρειαζόταν ισχυρότεροι ηλεκτρονικοί υπολογιστές για να μπορέσει να γίνει έρευνα.

Το 1992 δημιουργήθηκε ο όρος «επαυξημένη πραγματικότητα».

Μετά το 2000 τα κινητά τηλέφωνα ξεκίνησαν να εξελίσσονται πολύ γρήγορα και να δημιουργούνται πλατφόρμες και εφαρμογές επαυξημένης πραγματικότητας.

3. Τεχνολογία Tango

Χαρακτηριστικά και λειτουργίες

Τεχνολογία Tango Χαρακτηριστικά

Η τεχνολογία Tango διαφέρει από τις υπόλοιπες τεχνολογίες επαυξημένης πραγματικότητας. Η διαφορά είναι ότι το Tango μπορεί να γνωρίζει τη θέση και τον προσανατολισμό της συσκευής στο χώρο. Αυτό το καταφέρνει με τις τρεις λειτουργίες που διαθέτει.

- ▣ Motion-tracking (Ανίχνευση κίνησης)
- ▣ Area learning (Εκμάθηση χώρου)
- ▣ Depth perception (Αντίληψη βάθους)

Τεχνολογία Tango

Λειτουργίες

Motion tracking

- Συγκεντρώνει δεδομένα από την fisheye κάμερα και τους μαγνητικούς αισθητήρες.
- Υπολογίζει τη θέση της συσκευής σε σχέση με την αρχική θέση(origin).
- Εκφράζει τη θέση και τον προσανατολισμό της συσκευής με τον όρο στάση (pose).

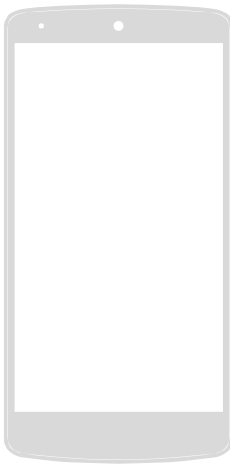
Area learning

- Δέχεται τα δεδομένα από τις κάμερες και τους μαγνητικούς αισθητήρες.
- Αναγνωρίζει βασικά χαρακτηριστικά του πραγματικού κόσμου που έχει επισκεφτεί.
- Εκπαιδεύεται, αποθηκεύει και φορτώνει ειδικά αρχεία(Area Description Files).

Depth perception

- Υπολογίζει το βάθος με τις εξής τεχνολογίες:
- Structured Light, προβάλλει συγκεκριμένα σχήματα στο χώρο
 - Time of flight, υπολογίζει το χρόνο της προβολής του infrared σήματος
 - Stereo, συγκρίνει την εικόνα από δύο κάμερες

Τεχνολογία Tango Συσκευές



- The Peanut phone (2014)
- The Yellowstone tablet (Dev Kit)
- Lenovo Phab 2 Pro (2016)
- Asus Zenfone AR (2017)

Το Tango απαιτεί συγκεκριμένες συσκευές με ειδικό υλισμικό(hardware)

- IR Projector
- RGB-IR Camera
- Fisheye Camera

Επίσης χρειάζεται γυροσκόπιο και επιταχυνσιόμετρο(accelerometer).

4.

Ανάπτυξη εφαρμογών με Τεχνολογία Tango

Προγραμματιστικό περιβάλλον και APIs

Ανάπτυξη εφαρμογών με Τεχνολογία Tango APIs

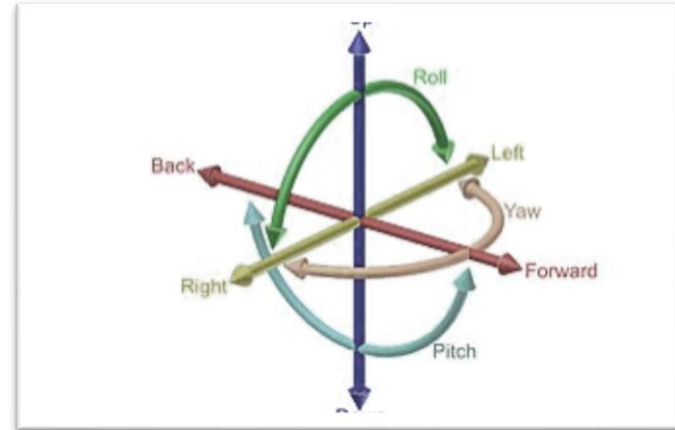


Το Tango προσφέρει APIs για:
C, JAVA, Unity (C#)

Τεχνολογία Tango Motion Tracking API

Στάση(Pose)

Το Tango επιστρέφει τη θέση και τον προσανατολισμό της συσκευής στο full six degrees of freedom. Αυτό είναι και το pose.



Καταστάσεις Pose:

POSE_INITIALIZING – Το σύστημα δεν είναι έτοιμο.

POSE_VALID – Το σύστημα λειτουργεί κανονικά.

POSE_INVALID – Το σύστημα δέχεται μη έγκυρους υπολογισμούς και πρέπει να γίνει επανεκκίνηση.

POSE_UNKNOWN – Όλες οι άλλες περιπτώσεις.

Τεχνολογία Tango Motion Tracking API

Υπάρχουν δύο τρόποι λειτουργίας του Motion Tracking:
Υπολογίζοντας σε σχέση με την εκκίνηση του service και σε σχέση με την προηγούμενη στάση(rose).

Για την εκκίνηση του service, το Pose υπολογίζεται σε σχέση με τη θέση που βρισκόταν όταν ξεκίνησε το Motion Tracking.
Για το προηγούμενο Pose, υπολογίζεται σε σχέση με την τελευταία γνωστή θέση της συσκευής.

Τεχνολογία Tango Area Learning API

Το Area Learning δίνει τη δυνατότητα στη συσκευή να καταλαβαίνει και να θυμάται σημεία στο χώρο, ώστε να τα αναγνωρίσει μελλοντικά. Για να το επιτύχει αυτό, αποθηκεύει μαθηματικές περιγραφές των οπτικών χαρακτηριστικών στη συσκευή και κάνει αντιστοιχίσεις χωρίς χρήση κάποιου cloud service.

Η περιοχή(area) η οποία έχει αποθηκευτεί στη συσκευή μπορεί σε συνδυασμό με το Motion Tracking:

Να αυξήσει την ακρίβεια της τροχιάς (trajectory), αφού γίνουν διορθώσεις στη μετατόπιση (drift corrections)

Να μετατοπίσει το Pose μέσα στον προηγούμενω αποθηκευμένο χώρο, εντοπίζοντας τη συσκευή στο χώρο

Τεχνολογία Tango Area Learning API

Υπάρχουν δύο τρόποι εκμάθησης της περιοχής:

Learning mode, είναι απλός ο οποίος συγκεντρώνει τα δεδομένα του χώρου και τα αποθηκεύει.

Learning mode with loaded area description, θα φορτώσει κάποιο υπάρχον ADF και θα λειτουργήσει όπως ο πρώτος τρόπος. Όμως εάν υπάρξει διαφορά (conflict) μεταξύ των δύο σε κάποιο συγκεκριμένο σημείο, τότε θα αποθηκευτεί ένα νέο αρχείο ADF με το συνδυασμό των δύο.

ADF metadata

KEY_DATE_MS_SINCE_EPOCH, KEY_NAME,
KEY_TRANSFORMATION, KEY_UUID

Τεχνολογία Tango Depth Perception API

Το Depth Perception, υπολογίζει το βάθος μέσω των τεχνικών Structured Light, Time of Flight, and Stereo.

Επιστρέφει τα σημεία σε μορφή Point clouds

Τα σημεία στα Point clouds έχουν συντεταγμένες (x, y, z) και σε κάθε frame εντοπίζονται χιλιάδες από αυτά. Η κάθε διάσταση είναι ένα float το οποίο καταγράφει τη θέση του κάθε σημείου σε μέτρα.

5.

Παράδειγμα εφαρμογής - αναγνώριση βιβλιοθήκης

Let's start with the first set of slides



Thesis Project

- ▣ Σάρωση βιβλιοθήκης
- ▣ Ανάλυση βιβλιοθήκης
- ▣ Σάρωση βιβλίου

Thesis Project

Σάρωση βιβλιοθήκης

Σκοπός της λειτουργίας είναι:

- ▣ Να αναδείξει την ανάκτηση δεδομένων θέσης από το Tango
- ▣ Η μετατροπή των συντεταγμένων Tango σε πραγματικές
- ▣ Η μέτρηση αποστάσεων και η αίσθηση του βάθους

Ροή λειτουργίας:

- ▣ Ο χρήστης δίνει σημεία
- ▣ Υπολογίζεται το μήκος και το ύψος της βιβλιοθήκης
- ▣ Αποθήκευση και χρήση στην ανάλυση

Thesis Project Ανάλυση βιβλιοθήκης

Η ανάλυση βιβλιοθήκης έχει σκοπό να δείξει (rendering) τα σημεία που απαρτίζουν τη βιβλιοθήκη για να ξεχωρίσουμε τα τμήματα της.

Για να επιτευχθεί αυτό:

- Χρησιμοποιούμε τις μετρήσεις από τη σάρωση
- Επεξεργαζόμαστε τα σημεία στα Point Clouds
- Με 3D βιβλιοθήκες εμφανίζουμε αυτά τα σημεία

Thesis Project Σάρωση βιβλίου

Η σάρωση του βιβλίου χωρίζεται σε 3 μέρη:

- Σάρωση του Barcode
- Μέτρηση του μήκους και του ύψους
- Αναζήτηση αποτελεσμάτων από βάση δεδομένων

Ροή λειτουργίας:

1. Ανοίγουμε την κάμερα και σαρώνουμε το Barcode
2. Για τη μέτρηση, η διαδικασία είναι ίδια με τη σάρωση βιβλ.
3.
 - Εάν βρεθεί το βιβλίο με το αντίστοιχο barcode, υπολογίζουμε την ακρίβεια των μετρήσεων Tango.
 - Εάν όχι, εμφανίζουμε τα βιβλία με παρόμοιες διαστάσεις για να συγκρίνουμε την ακρίβεια των μετρήσεων.

Thesis Project
Προβλήματα υλοποίησης

Αντιμετωπίσαμε τα παρακάτω προβλήματα κατά την υλοποίηση της εφαρμογής:

- ▣ **Η υλοποίηση και ο έλεγχος είχε την ανάγκη συσκευής Tango**
- ▣ **Έλεγχοι στον κώδικα για το αν σαρώνουμε βιβλίο ή βιβλιοθήκη**
- ▣ **Ανάλυση βιβλιοθήκης ανάγκη διαφορετικής έκδοσης 3D Lib.**
- ▣ **Η επεξεργασία των σημείων του point cloud (~30.000/frame)**

6. Πλεονεκτήματα - μειονεκτήματα - προβλήματα

Θετικά, αρνητικά και προβλήματα του Tango

Πλεονεκτήματα - μειονεκτήματα - προβλήματα
Πλεονεκτήματα, Μειονεκτήματα

Πλεονεκτήματα

- Μοναδικά δεδομένα σημείων
- Απλή και μέθοδοι για μετατροπή των σημείων
- Διαφορετικές γλώσσες προγραμματισμού/πλατφόρμες
- Αρκετά παραδείγματα εφαρμογών
- Συνδυασμός λειτουργιών Tango

Μειονεκτήματα

- Απαιτεί ειδικές συσκευές Tango
- Περιορισμός σε εσωτερικούς χώρους και σε συνθήκες καλού φωτισμού
- Περιορισμός αποστάσεων για επίτευξη καλής ακρίβειας
- Τέλος υποστήριξης του Tango από το Μάρτιο του 2018

Πλεονεκτήματα - μειονεκτήματα - προβλήματα Προβλήματα

Υπάρχουν μεγάλα περιθώρια για σφάλματα και αυτό είναι το πιο σημαντικό πρόβλημα του Tango. Ο περιορισμός στους εσωτερικούς χώρους και ο καλός φωτισμός βοηθούν να μειώσουμε τα σφάλματα και να έχουμε μια αρμονική εμπειρία επαυξημένης πραγματικότητας.

Είναι ζήτημα όμως να γίνει ο σωστός έλεγχος, στο σωστό περιβάλλον και να τεθούν οι σημαντικοί παράμετροι για να μπορούμε να έχουμε ένα εμπορικό προϊόν.

Όλα αυτά αποτελούν θέματα της τεχνολογίας λογισμικού τα οποία όμως είναι αναγκαίο να προδιαγραφούν.

Πλεονεκτήματα - μειονεκτήματα - προβλήματα Ακρίβεια

Εφαρμογή η οποία κάνει κατασκευή 3D μοντέλων των σημείων που σαρώνει. Σημαντικοί παράγοντες ήταν η κίνηση της συσκευής, ο φωτισμός του χώρου και οι αποστάσεις από τα αντικείμενα.

Για το πείραμα με τη μέτρηση η ακρίβεια ήταν περίπου 2-3 χιλιοστά. Οι μετρήσεις από την εφαρμογή είχαν 2-5% σφάλμα σε σχέση με τις πραγματικές αποστάσεις.

Μέσα από τη δική μας υλοποίηση επιβεβαιώσαμε τους περιορισμούς της απόστασης και του φωτισμού.

7.

Συμπεράσματα - μελλοντική εργασία

Σύνοψη και μελλοντικά

Συμπεράσματα - μελλοντική εργασία

Σύνοψη

Συνοψίζοντας,

- Ορίσαμε την επαυξημένη πραγματικότητα και την τεχνολογία Tango
- Αναλύσαμε την ανάπτυξη εφαρμογών με τεχνολογία Tango (Motion Tracking, Area Learning, Depth Perception)
- Αναλύσαμε τη δική μας υλοποίηση (Σάρωση βιβλιοθήκης/βιβλίου, Ανάλυση βιβλιοθήκης)
- Αναφέραμε τα προβλήματα του Tango
- Τέλος θα θέσαμε μελλοντικά ζητήματα

Συμπεράσματα - μελλοντική εργασία

Μελλοντικά

Στον ερευνητικό τομέα, τα επόμενα βήματα είναι να γίνει περαιτέρω έρευνα για την παρουσίαση ολοκληρωμένων προδιαγραφών μιας εφαρμογής επαυξημένης πραγματικότητας. Επίσης, πρέπει να θέσουμε το περιβάλλον ελέγχου, δηλαδή τον τρόπο με τον οποίο γίνεται ο έλεγχος μιας τέτοιας εφαρμογής, τις παραμέτρους που επηρεάζουν τον έλεγχο και κάποιες ακραίες περιπτώσεις για έλεγχο της σταθερότητας και συνέπειας μιας τέτοιας εφαρμογής.

Όσον αφορά την υλοποίηση της εφαρμογής, υπάρχουν πλάκα για την κλιμάκωση της εφαρμογής. Η εφαρμογή θα μπορούσε να επεκταθεί και με δημιουργία νέων εργαλείων αναδεικνύοντας και άλλες δυνατότητες του Tango.

8. Ξεκινώντας με το Tango

Τα βασικά

Τεχνολογία Tango Εκκινώντας με το Tango

- Documentation (Archived)

<https://developers.google.com/tango/apis/java/>

- GitHub

[Projects Link](#)

- Stack overflow

<https://stackoverflow.com/search?q=google+tango>

- Videos

[Follow this link](#)

- More

<http://projecttango.wikidot.com/>

Τεχνολογία Tango Εκκινώντας με το Tango

■ Book

Augmented Reality: Principles and Practice Book by Dieter Schmalstieg and Tobias Höllerer

■ Papers

1. **Rafael Roberto, João Paulo Lima, Thúlio Araújo, Veronica Teichrieb. Evaluation of Motion Tracking and Depth Sensing Accuracy of the Tango Tablet. 2016.**
2. **Prof. Dr. Eberhard Gülch. Investigations on Google Tango Development Kit for Personal Indoor Mapping**

Ευχαριστώ!

Ερωτήσεις;

`nkarampi@csd.auth.gr`

`nkarampi@gmail.com`

Presentation template by SlidesCarnival