


Οπτική οδομετρία με χρήση πολλαπλών φωτογραφικών μηχανών

ΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠ'Ο: ΙΩΑΝΝΗ ΚΥΡΙΑΖΗ, ΜΑΜΟΥΛΕΛΛΗ ΑΠΟΣΤΟΛΟ

**ΣΤΟΧΟΣ: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΕΝΟΣ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥ ΟΠΤΙΚΗΣ ΟΔΟΜΕΤΡΙΑΣ ΠΟΥ
ΕΙΝΑΙ ΑΞΙΟΠΙΣΤΟΣ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΜΕ ΜΕΓΑΛΗ ΔΥΣΚΟΛΙΑ**

Τι είναι οπτική οδομετρία;

- ▶ [1] Οπτική οδομετρία στην ρομποτική και την όραση του υπολογιστή είναι η διαδικασία προσδιορισμού της θέσης και του προσανατολισμού ενός ρομπότ με την ανάλυση σχετικών εικόνων κάμερας.



[2] Καθότι υπάρχουν αρκετές προσεγγίσεις για την συγκεκριμένη τεχνολογία δεν έχει ακόμα κατορθωθεί στο να είναι αξιόπιστη κάτω από διαφορετικές συνθήκες. Έχουν προταθεί αρκετοί τρόποι για να βελτιωθεί η συγκεκριμένη τεχνολογία αλλά στην συγκεκριμένη περίπτωση προτείνεται ένα σύστημα πολλαπλών φωτογραφικών μηχανών το οποίο μπορεί να ανταπεξέλθει σε κάθε είδους συνθήκες και φωτισμό.

Από τι αποτελείται αυτός ο αλγόριθμος;

Αποτελείται από:

- ▶ έναν ιχνηλάτη θέσης (tracker) ο οποίος εκτιμά την τρέχουσα θέση με την ελαχιστοποίηση φωτομετρικών σφαλμάτων μεταξύ των καρέ στις κάμερες.
- ▶ έναν τοπικό χαρτογράφο (local mapper) ο οποίος αποτελείται από ένα βελτιστοποιητή συρόμενου παραθύρου (sliding window optimizer) και ένα διπλό στερεοφωνικό συγκρότημα καμερών.

Ποιες είναι οι διαφορετικές διαμορφώσεις;

- ▶ Μονοφωνική ρύθμιση κάμερας.
- ▶ Στερεοφωνική ρύθμιση κάμερας.

Προτάσεις

- ▶ Προτάθηκε ένας αλγόριθμος βασισμένος σε φιλτράρισμα ο οποίος τρέχει στα 30 Hz χρησιμοποιώντας ένα μόνο thread σε τυποποιημένο υλικό PC.
- ▶ Ο Nister et al πρότεινε έναν καθαρό αλγόριθμο οπτικής οδομετρίας χρησιμοποιώντας μια επαναληπτική προσέγγιση βελτιστοποίησης. Ο προτεινόμενος αλγόριθμος τρέχει σε ρυθμούς βίντεο σε ένα μόνο thread.
- ▶ Ο Mur-Artal et al επεκτείνει το σύστημα για να χειρίζονται περιβάλλοντα μεγάλης κλίμακας ενσωματώνοντας στο σύστημα, συστήματα επανατοποθέτησης και κλεισίματος βρόχου.
- ▶ οι Engel et al και Forster et al πρότειναν δύο νέα μονοκλωνικά συστήματα SLAM*[3].

*[3] το πρόβλημα ταυτόχρονου εντοπισμού και χαρτογράφησης (SLAM) είναι ένα πρόβλημα ρομποτικής στο οποίο ένα κινητό ρομπότ πρέπει ταυτόχρονα να δημιουργήσει ένα χάρτη του περιβάλλοντος του και να εκτιμήσει τη θέση του μέσα σε αυτόν τον χάρτη.

*[5] Στην πληροφορική, ένα νήμα εκτέλεσης (Αγγλικά: *thread*) είναι η μικρότερη ακολουθία προγραμματισμένων εντολών που μπορεί να υποστεί διαχείριση ανεξάρτητα από το λειτουργικό σύστημα. Ένα νήμα είναι μια ελαφριά διεργασία.

Τι περιγράφει τελικά ο αλγόριθμος αυτός;

Ο αλγόριθμος αυτός θα περιγράφει ένα πλαίσιο οπτικής οδομετρίας με βάση μία φωτομετρική συνάρτηση για ένα αραιό σύνολο εικονοστοιχείων (pixels).

Αρχικά θα επεκταθεί η σύνθεση αυτή σε ένα σύστημα πολλαπλών φωτογραφικών μηχανών το οποίο θα λειτουργήσει ως γενική κάμερα με πολλαπλά κέντρα προβολής.

Ο αλγόριθμος αυτός αποτελείται από τον **ιχνηλάτη (tracker)** που υπολογίζει την θέση του οχήματος σε σχέση με την τελευταία θέση και από έναν **τοπικό χαρτογράφο** που ελαχιστοποιεί την μακροπρόθεσμη μετατόπιση βελτιώνοντας την θέση του οχήματος και το εκτιμώμενο σύννεφο σημείων 3D.

Προκειμένου να λειτουργήσει ο αλγόριθμος αυτός για διαφορετικές διαμορφώσεις υλικού, κάθε κάμερα διαμορφώνεται ή ως κάμερα για την παρακολούθηση κίνησης ή ως βοηθητική κάμερα για στατική στερεοφωνική αντιστοίχιση.

Ο ρόλος του ιχνηλάτη

- ▶ πρόβλεψη κίνησης που χρησιμοποιείται για την αρχικοποίηση της ευθυγράμμισης
- ▶ ευθυγράμμιση εικόνας που χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της τελευταίας θέσης του οχήματος σε σχέση με το τελευταίο καρέ.

Για να προβλέψουμε την τρέχουσα θέση του οχήματος, χρησιμοποιούμε τα δύο τελευταία καρέ, το χρονικό διάστημα αυτών των δύο και την κινητική δύναμη. Για ανανέωση, χρησιμοποιείται ένας άμεσος σποραδικός ιχνηλάτης και η παρακολούθηση της κίνησης επιτυγχάνεται μόνο με εικόνες από κάμερες αναφοράς.

Ο ρόλος του Zero Average Normalized Cross-Correlation (ZNCC)*[4].

Εάν η βαθμολογία είναι μικρότερη από ένα προκαθορισμένο όριο, κατατάσσουμε μια αντιστοίχιση χαρακτηριστικών απότομα και αφαιρείται από τη βελτιστοποίηση.

Ο ιχνηλάτης χρησιμοποιεί ήδη ενημερωμένες επιδιορθώσεις γύρω από τα σημεία χαρακτηριστικών και οι επιδιορθωμένες ετικέτες εικόνas έχουν ήδη υπολογιστεί κατά την απευθείας ευθυγράμμιση της εικόνas. Έτσι, η υπολογιστική επιβάρυνση του βηματικού βαθμού απομάκρυνσης είναι οριακή.

*[4] cross-correlation είναι ένα μέτρο ομοιότητας δύο σειρών ως συνάρτηση της μετατόπισης του ενός σε σχέση με τον άλλο.

Μετά από πολλά πειράματα και μετρήσεις...

[2] ...των σημείων που ακολουθεί το όχημα και έχοντας σιγουρευτεί ότι όλα πραγματοποιούνται με τις ίδιες παραμέτρους και ρυθμίσεις, παρατηρείται ότι ένας αλγόριθμος πολλαπλών φωτογραφικών μηχανών λειτουργεί με μεγαλύτερη ακρίβεια όταν εγκατασταθούν περισσότερες κάμερες προβολής. Από αυτό συμπεραίνουμε ότι όσο περισσότερες φωτογραφικές μηχανές υπάρχουν, τόσο μικρότερα είναι τα σφάλματα των μετρήσεων του αλγορίθμου.

ΒΙΒΛΙΟΦΡΑΦΙΑ

- ▶ **[1]:** http://okeanis.lib.puas.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/3663/Ilias_Adamidis_Thesis.pdf?sequence=1
- ▶ **[2]:** <http://www.cvlbs.net/publications/Liu2018IROS.pdf>
- ▶ **[3]:** https://de.wikipedia.org/wiki/Simultaneous_Localization_and_Mapping
- ▶ **[4]:** <https://en.wikipedia.org/wiki/Cross-correlation>
- ▶ **[5]:** [https://en.wikipedia.org/wiki/Thread_\(computing\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Thread_(computing))