

ΟΠΤΙΚΗ ΟΔΟΜΕΤΡΙΑ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΠΟΛΛΑΠΛΩΝ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΕΡΕΥΝΑΣ

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

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. 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. Ο αλγόριθμός αποτελείται από έναν ιχνηλάτη θέσης ο οποίος εκτιμά την τρέχουσα θέση με την ελαχιστοποίηση φωτομετρικών σφαλμάτων μεταξύ των καρέ στις κάμερες και από έναν τοπικό χαρτογράφο ο οποίος αποτελείται από ένα βελτιστοποιητή συρόμενου παραθύρου και ένα διπλό στερεοφωνικό συγκρότημα.

Έχουν χρησιμοποιηθεί πολλές διαφορετικές διαμορφώσεις. Οι πιο συνηθισμένες από αυτές είναι οι μονοφωνικές και στερεοφωνικές ρυθμίσεις. Προτάθηκε ένας αλγόριθμος βασισμένος σε φιλτράρισμα ο οποίος τρέχει στα 30 Hz χρησιμοποιώντας ένα μόνο thread σε τυποποιημένο υλικό PC. Σε αντίθεση με αυτό, ο Nister et al πρότεινε έναν καθαρό οπτικό αλγόριθμο οδομετρίας χρησιμοποιώντας μια επαναληπτική προσέγγιση βελτιστοποίησης. Ο προτεινόμενος αλγόριθμος τρέχει σε ρυθμούς βίντεο σε ένα μόνο thread. Ένα σύστημα για τον ξεχωριστό εντοπισμό και χαρτογράφηση σε δύο παράλληλα threads έγινε ένα πρότυπο παράδειγμα για μεταγενέστερους αλγορίθμους VO. Αυτός ο διαχωρισμός δίνει τη δυνατότητα στο σύστημα να παράγει υψηλής ποιότητας χάρτες, χρησιμοποιώντας πιο εξελιγμένες αλλά υπολογιστικές ακριβές τεχνικές συμπερασμάτων, επιτυγχάνοντας ταυτόχρονα την παρακολούθηση της πραγματικής κάμερας. Ωστόσο, το προτεινόμενο σύστημα σχεδιάζεται κυρίως για ένα μικρό χώρο εργασίας AR. Ο Mur-Artal et al επεκτείνει το σύστημα για να χειρίζονται περιβάλλοντα μεγάλης κλίμακας ενσωματώνοντας στο σύστημα, συστήματα επανατοποθέτησης και κλεισίματος βρόχου. Ταυτόχρονα, και οι Engel et al και Forster et al πρότειναν δύο νέα μονοκλωνικά συστήματα SLAM. Για τις περισσότερες εφαρμογές ρομπότ, μια ευρεία οπτική γωνία (FoV) ή ακόμα και 360° FoV είναι απαραίτητη για την καλύτερη κατανόηση των συνθηκών και τις ικανότητες αντίληψης.

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 ιχνηλάτης αποτελείται από δύο λειτουργίες: πρόβλεψη κίνησης που χρησιμοποιείται για την αρχικοποίηση της ευθυγράμμισης και ευθυγράμμιση εικόνας που χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της τελευταίας θέσης του οχήματος σε σχέση με το τελευταίο καρέ. Για να προβλεφθεί η τρέχουσα θέση του οχήματος, χρησιμοποιούνται τα δύο τελευταία καρέ, το χρονικό διάστημα αυτό 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. Εκτός από τη χρήση μιας ισχυρής συνάρτησης απώλειας, χρησιμοποιείται επίσης ένας εξειδικευμένος μηχανισμός απομάκρυνσης εξωτερικών στοιχείων για την ολοκλήρωση τόσο του ιχνηλάτη όσο και του τοπικού χαρτογράφου. Στην εφαρμογή, χρησιμοποιείται το σκορ Zero Average Normalized Cross-Correlation (ZNCC). Εάν η βαθμολογία είναι μικρότερη από ένα προκαθορισμένο όριο, κατατάσσεται μια αντιστοίχιση χαρακτηριστικών απότομα και αφαιρείται από τη βελτιστοποίηση. Ο ιχνηλάτης χρησιμοποιεί ήδη ενημερωμένες επιδιορθώσεις γύρω από τα σημεία χαρακτηριστικών και οι επιδιορθωμένες ετικέτες εικόνες έχουν ήδη υπολογιστεί κατά την απευθείας ευθυγράμμιση της εικόνας. Έτσι, η υπολογιστική επιβάρυνση του βηματικού βαθμού απομάκρυνσης είναι οριακή. Επιπλέον, συμπεριλαμβάνεται ένα βήμα απομάκρυνσης, για να καταστεί η παρακολούθηση και η χαρτογράφηση πιο σταθερή. Η διαφορά σκηνής μεταξύ του βασικού καρέ αναφοράς και του τρέχοντος πλαισίου είναι επαρκώς μικρή. Εάν η διαφορά μεταξύ του τρέχοντος πλαισίου και του βασικού πλαισίου αναφοράς γίνει πολύ μεγάλη, δημιουργείται ένα νέο βασικό πλαίσιο. Μόλις δημιουργηθεί ένα νέο keyframe, δημιουργούνται αραιά σημεία χαρακτηριστικών από όλες τις κάμερες αναφοράς. Υπολογίζονται τα αραιά χαρακτηριστικά ομοιόμορφα από κάθε εικόνα βάσει των μεγεθών κλίσης. Δοκιμάζονται όλα τα εικονοστοιχεία ακολουθώντας ένα προκαθορισμένο πρότυπο patch (π.χ. πρότυπο 5×5) για κάθε αραιό χαρακτηριστικό. Όλα αυτά τα εικονοστοιχεία χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση της κίνησης και την τοπική χαρτογράφηση. Τα επίπεδα βάθους του δειγματοληψίου αντί για τα βάθη των ακτινών κάθε εικονοστοιχείου επισημαίνονται κατά τη διάρκεια της βελτιστοποίησης των αρθρώσεων που πραγματοποιείται από τον τοπικό χαρτογράφο. Κάθε εικονοστοιχείο από το ίδιο τεμάχιο γης έχει διαφορετικά βάθη ακτινών, αλλά έχει το ίδιο επίπεδο βάθους. Μειώνει έτσι τον αριθμό των μεταβλητών για να βελτιστοποιήσει και να αυξήσει την υπολογιστική αποτελεσματικότητα του βελτιστοποιητή. Ένας τοπικός χαρτογράφος χρησιμοποιεί ένα στερεοφωνικό σάρωθρο για να υπολογίζει το βαθμό κάθε δείγματος επιταχύνοντας αυτή τη διαδικασία με τη χρήση μιας GPU. Ο αριθμός των καταστάσεων αυξάνεται για το λόγο αυτό, όταν ο αριθμός των καταστάσεων υπερβαίνει το όριο και οι παλιές καταστάσεις διαγράφονται. Έπειτα ακολουθεί η βελτιστοποίηση της εικόνας χρησιμοποιώντας τον Gauss-Newton αλγόριθμο. Στη συνέχεια ακολουθούν συγκεκριμένα πειράματα για να αξιολογηθεί το συγκεκριμένο αλγόριθμο οπτικής οδομετρίας. Μετά από μετρήσεις 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 συμπεραίνεται ότι όσο περισσότερες φωτογραφικές μηχανές υπάρχουν, τόσο μικρότερα είναι τα σφάλματα των μετρήσεων του αλγορίθμου.