پیاده‌سازی سامانه ناوبری تطبیقی مبتنی بر تلفیق GPS و VIO با بهره‌گیری از تخمین افق متحرک و کنترل فازی

چکیده

سامانه‌های ناوبری مبتنی بر موقعیت‌یاب جهانی در محیط‌های شهری، دره‌های ساختمانی و شرایط اختلال یا جمینگ سیگنال، با افت شدید دقت یا قطع کامل سرویس مواجه می‌شوند. ناوبری بصری-اینرسی به‌عنوان یک راهکار محلی مکمل مطرح است، اما به دلیل ماهیت نسبی‌سنجی خود، مستعد انباشت خطا و رانش موقعیت و جهت‌گیری در بلندمدت است. این رانش در پیکربندی تک‌چشمی با ابهام ذاتی در مقیاس و نیز حساسیت به تغییرات نور، بافت ضعیف صحنه و تاری حرکت تشدید می‌شود. از این رو، تلفیق تطبیقی GPS و VIO با بهره‌گیری از چارچوب‌های تخمین بهینه‌سازی‌محور، برای افزایش پایداری و دقت ناوبری در شرایط محیطی نامطمئن ضرورت می‌یابد.

هدف این پایان‌نامه، طراحی و پیاده‌سازی یک سامانه ناوبری تطبیقی مبتنی بر تلفیق GPS و VIO با استفاده از تخمین‌گر افق متحرک و کنترل فازی تطبیقی تاکاگی-سوگنو است. در روش پیشنهادی، ویژگی‌های بصری با شبکه SuperPoint استخراج و ردیابی می‌شوند و به‌همراه داده‌های پیش‌انتگرال‌گیری‌شده واحد اندازه‌گیری اینرسی، درون یک گراف عاملی حل‌شونده با iSAM2 روی یک پنجره زمانی لغزان تلفیق می‌گردند. یک کنترلگر فازی تاکاگی-سوگنو با ورودی‌های نرخ چرخش، شتاب پویا و اطمینان بصری، ماتریس‌های نویز مدل را به‌صورت لحظه‌به‌لحظه با شرایط حرکتی و کیفیت مشاهدات بصری تطبیق می‌دهد. برخلاف رویکردهای رایج، GPS تنها در یک بازه کوتاه کالیبراسیون ابتدایی و در ارزیابی نهایی به کار می‌رود و در طول مسیر اصلی به‌صورت پیوسته در حلقه تخمین دخالت داده نمی‌شود. به‌جای آن، رانش موقعیت و جهت‌گیری با ترکیبی از سازوکارهای سازگاری درونی شامل کاهش تدریجی اعتبار پیشین کالیبراسیون، لنگر مستقل چرخش برگرفته از انتگرال‌گیری خام ژیروسکوپ، وزن‌دهی انطباق‌محور نشانگرها و پایش رانش مقیاس با مسیر سایه، مهار می‌شود.

عملکرد سامانه پیشنهادی در دو آزمون مستقل ارزیابی شده است. در مقایسه مستقیم با یک تخمین‌گر گراف عاملی افزایشی، با پیکربندی یکسان استخراج ویژگی و مدل نویز فازی، روی ۱۰ دنباله از مجموعه‌داده KITTI، روش پیشنهادی در ۹ دنباله از ۱۰ دنباله خطای کمتری داشته و به‌طور میانگین ٪ ۳۷.۶ بهبود در RMSE موقعیت و ٪ ۴۹ کاهش در رشد حافظه نسبت به روش مرجع حاصل کرده است. در آزمون دوم، عملکرد سامانه در برابر پنج سامانه شناخته‌شده بصری-اینرسی و بصری بر روی شش دنباله از مجموعه‌داده KITTI-360 سنجیده شد. علی‌رغم عملکرد در پیکربندی کاملا تک‌چشمی، در حالیکه برخی از سامانه‌های مقایسه‌شده از پیکربندی دوسویه بهره می‌برند، سامانه پیشنهادی دقتی رقابتی و در بسیاری از موارد برتر نسبت به این روش‌ها نشان داده و خطای انتقال متوالی آن در هیچ‌یک از دنباله‌ها از میانگین ۰.۴۲ متر فراتر نرفته است. در حالیکه دو سامانه دیگر در دنباله طولانی و چالش‌برانگیز مورد بررسی، دچار واگرایی شدید با مرتبه بزرگی بسیار بالاتر شده‌اند.

دانشجو: **علی بوذری**

استاد راهنما: **دکتر سید محمدرضا موسوی میرکلائی**

استاد مشاور:

هیات داوري: **دکتر نرجس راحمی ؛ دکتر محمد عادی علائیان**

تاریخ دفاع: **شنبه ۱۴۰۵/۸/۱۶** ساعت: **۱۳**

محل: **سالن خوارزمی دانشکده برق**