



دانشکده مهندسی

گروه برق

عنوان:

سیستم ردیابی داخلی عابر به روش ناوبری کور

دانشجو: آراد آرنگ

استاد راهنما: دکتر مهرداد بابازاده

PDR – ZUPT - AHRS - Neural Networks - Dead Reckoning

یکی از چالش‌ها و معضلات سیستم‌های جهت‌یابی از دست دادن سیگنال جهت‌یابی یا کاهش کیفیت و در نتیجه خطای بالای آن در محیط حامل نویز از جمله سد فیزیکی و الکترومغناطیسی می‌باشد.

در نتیجه بازه‌های بلندی در این محیط‌ها وجود دارد که تخمین مکان به وسیله روش‌های ماهواره‌ای یا ایستگاهی غیرقابل اعتماد است.

برای مرتفع کردن این مشکل می‌توان با استفاده از آخرین مکان دقیق و خروجی‌های شتاب خطی، دورانی و قطب نما و تکنیک‌های کاهش خطا از طریق هوش مصنوعی کیفیت و دقت این تخمین را افزایش داد.

با استفاده از یک میکروکنترلر **esp32** ابتدا داده‌های خام سنسور **MARG** به سرور محلی فرستاده می‌شود سپس سرور محلی پردازش و در نهایت مکان نسبی دکارتی و رباعی حالت (**pos quaternion**) به دستگاه و سرور اصلی فرستاده می‌شود تا کاربر مشاهده کند.

سنسور بر روی پاشنه پا سه فرد با قد و جنسیت متفاوت نصب شده است و در سه مسیر از پیش مشخص شده داده‌ها با فکانس **200Hz** ثبت شده است.

سه الگوریتم ناوبری کور در این پروژه پیاده‌سازی شده که به صورت موازی خروجی‌های مورد نیاز را تولید می‌کنند و در انتهای پروژه این سه الگوریتم مقایسه شده‌اند:

پیش فرض: با استفاده از یکی از سه الگوریتم (AHRS (Madgwick,

Mahoney, EKF) رباعی حرکت بدست آورده می‌شود و در نتیجه آن

شتاب خطی خام در محور مختصات **NED** محاسبه می‌شود سپس با انتگرال‌گیری دوگانه از این شتاب‌ها مکان نسبی بدست آورده می‌شود. بدیهی است که این روش خطای انباشتی بالایی دارد و تنها برای مقایسه در این پروژه استفاده شده است.

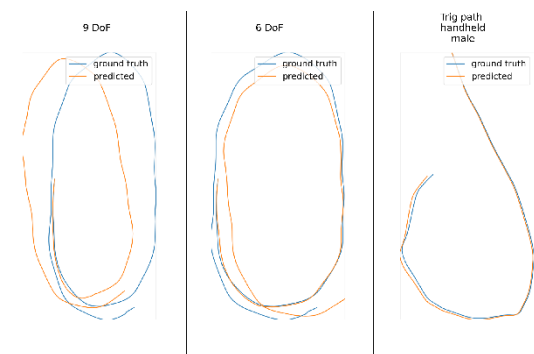
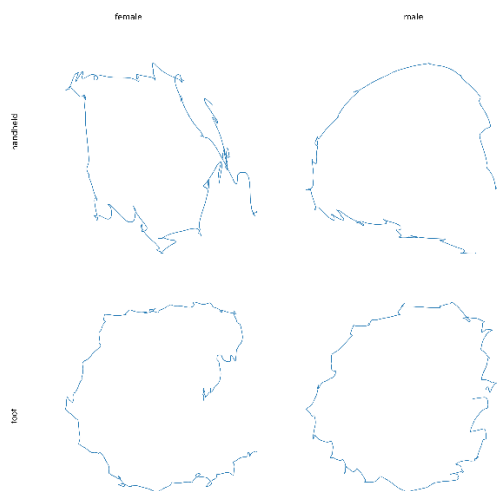
• **ZUPT**: در این روش مانند قست اول روش پیش فرض، شتاب‌های خام در

محور **NED** بدست آورده می‌شود سپس آستانه‌ای برای حرکت سرعت دار در نظر گرفته می‌شود بازه‌هایی که اندازه بردار شتاب در آن نزدیک به جاذبه زمین باشد بی حرکت (سرعت 0) اطلاق می‌شود (**input gaiting**) و با انتگرال‌گیری سرعت جدید، مکان مشخص می‌شود.

• **CNN**: با استفاده از یک مدل هوش مصنوعی که بر روی داده‌های **OxiOD**

یادگیری انجام شده از داده‌های خام ورودی مستقیماً خروجی‌های رباعی و مکان بدست آورده می‌شود.

نتایج تنها با شکل کلی و درون‌یابی شده مسیر مقایسه شده و قابلیت تخمین خطای موقعیت یا جهت دقیق در هنگام پیاده‌سازی در دسترس نبوده است. با توجه به میزان خطای میانگین مربعات (**MSE**) دو رویکرد **ZUPT** و **CNN** عملکرد مشابهی داشته‌اند اما قابل توجه است که هوش مصنوعی بر روی داده‌ای **handheld** یادگیری شده است که به مراتب چالش‌برانگیزتر از حرکات تناوبی حرکت پنجه می‌باشد و پتانسیل این روش برای پیش‌بینی بهتر را انواع حرکت‌ها نشان می‌دهد.



در ادامه می‌توان حجم شبکه عصبی را کاهش داد تا بتوان مستقیماً خروجی‌های مورد نظر را بدون نیاز به سرور محلی و تنها پردازش داخل میکروکنترلر انجام داد.

همچنین داده‌های ورودی با حجم بالاتری و متنوع‌تر با نوع حرکت جمع‌آوری نمود.

- End-to-End Learning Framework for IMU-Based 6-DOF Odometry: 10.3390/s19173777
- AI-IMU Dead-Reckoning: 10.1109/TIV.2020.2980758
- Implementing a Pedestrian Tracker Using Inertial Sensors: 10.1109/MPRV.2012.16
- MEMS-MARG-BASED DEAD RECKONING FOR AN INDOOR POSITIONING AND TRACKING SYSTEM: YIQIONG MIAO, M.Sc. thesis