

گزارش پیشرفت سه ماهه پروژه ربات امدادگر دوچرخ دست‌پرتاب

مقدمه

در این دوره، تمرکز اصلی بر انجام مطالعات کتابخانه‌ای، جمع‌آوری اطلاعات مرتبط با طراحی و پیاده‌سازی ربات و پیشبرد مراحل عملی پروژه بوده است. با توجه به اهداف پژوهش، گام‌های مشخصی برای توسعه ربات برداشته شد که شامل بررسی منابع علمی، تحلیل سخت‌افزارهای مورد نیاز، انتخاب الگوریتم‌های مناسب برای پردازش تصویر و کنترل حرکتی و آزمایش‌های اولیه در محیط‌های شبیه‌سازی شده است.

مرحله اول: مطالعات کتابخانه‌ای و تحلیل منابع علمی

در ابتدای این دوره، تحقیقات گسترده‌ای در زمینه ربات‌های امدادگر، سیستم‌های نهفته، کاهش نویز سنسوری و امنیت ارتباطات بی‌سیم انجام شد. بررسی مقالات علمی معتبر و مرتبط، اطلاعات ارزشمندی درباره روش‌های پیشرفته در ناوبری خودکار، مدیریت داده‌های سنسوری و بهینه‌سازی سیستم‌های کنترل فراهم کرد [1-7]. همچنین، مطالعه استانداردهای موجود در حوزه ارتباطات بی‌سیم و رمزنگاری داده‌ها، دید بهتری نسبت به فناوری‌های مورد استفاده در ربات‌های مدرن فراهم نمود. تحلیل تحقیقات پیشین نشان داد که بهینه‌سازی سیستم‌های تعبیه شده و پیاده‌سازی فیلترهای نویزگیر می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر افزایش دقت داده‌های سنسوری و کاهش خطاهای حرکتی داشته باشد. علاوه بر این، استفاده از روش‌های رمزنگاری در انتقال داده‌ها نقش مهمی در افزایش امنیت ارتباطات در ربات‌های امدادگر دارد. بر همین اساس، تصمیم گرفته شد که در ادامه پروژه، تمرکز بر سیستم‌های نهفته، بهینه‌سازی الگوریتم‌های کنترلی، کاهش نویز سنسوری، و بهبود امنیت ارتباطات باشد.

مرحله دوم: جمع‌آوری اطلاعات و انتخاب تجهیزات

پس از مطالعه منابع علمی، فاز جمع‌آوری اطلاعات آغاز شد که شامل بررسی ویژگی‌های سخت‌افزاری مورد نیاز برای پیاده‌سازی سیستم بود. انتخاب سنسورها، پردازنده‌های مناسب، ماژول‌های ارتباطی، و بررسی مشخصات فنی آن‌ها، از جمله اقداماتی بود که در این مرحله انجام شد.

انتخاب و تحلیل سخت‌افزارها

- پردازنده اصلی: رزبری پای به‌عنوان واحد پردازش مرکزی انتخاب شد، زیرا قابلیت اجرای الگوریتم‌های پردازش تصویر و یادگیری ماشین را داراست.
- پردازنده کنترلی: STM32 به عنوان میکروکنترلر اصلی برای مدیریت داده‌های سنسوری، کنترل موتورهای و ارتباط با رزبری پای انتخاب شد.
- سنسورهای مورد استفاده: دوربین، میکروفن، شتاب‌سنج وژیروسکوپ برای بهبود دقت جهت‌یابی و جلوگیری از برخورد با موانع مورد بررسی و انتخاب قرار گرفتند.
- مازول ارتباطی: با توجه به نیاز به انتقال داده‌های بلادرنگ، مازول Wi-Fi برای ارسال اطلاعات بین ربات و مرکز کنترل در نظر گرفته شد.
- باتری و سیستم مدیریت انرژی: بررسی سیستم‌های مدیریت انرژی نشان داد که استفاده از باتری‌های لیتیوم-پلیمر با کنترل کننده‌های بهینه، بهترین عملکرد را برای افزایش زمان عملیاتی ربات ارائه می‌دهد.

تحلیل نرم‌افزارهای مورد استفاده

- سیستم عامل کنترلی: برای مدیریت بلادرنگ سیستم، سیستم عامل FreeRTOS بر روی STM32 اجرا شد تا امکان پردازش همزمان و مدیریت بهتر مازول‌های مختلف فراهم گردد.
- پردازش تصویر: استفاده از کتابخانه‌هایی همچون OpenCV برای پردازش تصاویر دریافت شده از دوربین و تحلیل داده‌های محیطی برنامه‌ریزی شد.

مرحله سوم: طراحی اولیه، آزمایش‌های عملی و تحلیل عملکرد

پس از انجام مراحل قبلی و انتخاب تجهیزات مناسب، مرحله بعدی شامل بررسی و انتخاب جنس قطعات مکانیکی، طراحی اولیه بدنه، و اجرای آزمایش‌های عملی در محیط‌های کنترل شده بود. در این مرحله، با در نظر گرفتن شرایطی مانند وزن ربات، استحکام در برابر ضربه، و قابلیت تحمل فشارهای محیطی، مواد اولیه مورد بررسی قرار گرفتند. پس از ارزیابی گزینه‌های موجود، جنس بدنه از پلاستیک فیلامنت PLA-3D Print انتخاب شد که هم استحکام بالایی داشته باشد و هم مانع افزایش بیش از حد وزن ربات نشود.

سپس، یک طرح اولیه از بدنه ربات ساخته شد تا عملکرد سیستم در شرایط واقعی مورد آزمایش قرار گیرد. در این نمونه اولیه، جایگاه دقیق سنسورها، مازول‌های ارتباطی، و اجزای الکترونیکی مشخص شد و تغییراتی برای بهینه‌سازی توزیع وزن و افزایش پایداری اعمال گردید. پس از آماده‌سازی این نمونه، آزمایش‌های عملی برای ارزیابی عملکرد سیستم در شرایط کنترل شده آغاز شد. این آزمایش‌ها شامل چندین بخش اصلی بود که در ابتدا، تست سیستم حرکتی انجام شد که طی آن، عملکرد موتورها و توانایی ربات در حفظ تعادل روی سطوح مختلف مورد بررسی قرار گرفت. این آزمایش نشان داد که سیستم کنترلی قادر به تنظیم لحظه‌ای حرکت و جلوگیری از واژگونی در شرایط پایدار است، اما برای بهبود عملکرد در مسیرهای ناهموار نیاز به اصلاح برخی از پارامترهای کنترلی بود.

در مرحله بعد، ارتباطات بی‌سیم و ارسال داده‌ها از طریق پروتکل‌های مختلف همچون MQTT مورد آزمایش قرار گرفت. در این آزمایش، پایداری ارتباط بین ربات و مرکز کنترل بررسی شد و مشخص شد که در محیط‌های دارای تداخل زیاد، تأخیر در ارسال داده افزایش پیدا می‌کند. به همین دلیل، نیاز به بهینه‌سازی سیستم ارتباطی برای کاهش تأخیر و افزایش اطمینان‌پذیری داده‌ها احساس شد. در نهایت، دقت داده‌های دریافتی از سنسورها و کیفیت اطلاعات محیطی بررسی شد. ربات در محیط‌های متنوع با شرایط نوری و سطح نویز متفاوت قرار گرفت تا میزان دقت اندازه‌گیری و ارسال اطلاعات ارزیابی شود. نتایج نشان داد که بهینه‌سازی داده حسگرها و بهبود پردازش سیگنال آن‌ها می‌تواند خطاهای ناشی از شرایط محیطی را کاهش داده و عملکرد ربات را بهبود بخشد.

این مرحله از تحقیق، اطلاعات ارزشمندی درباره نحوه عملکرد بخش‌های مختلف ربات ارائه داد و نقاط قوت و ضعف سیستم را مشخص کرد. با توجه به یافته‌های به دست آمده، تغییرات لازم برای بهینه‌سازی عملکرد سیستم در مراحل بعدی پروژه برنامه‌ریزی شد.

- [1] A. Gutierrez and R. Barber, "Mobile robots history," Feb. 2005.
- [2] P. Allen, "CS W4733 NOTES-Differential Drive Robots," *Columbia University: Department of Computer Science. Evidó váno*, vol. 9, p. 16, 2013.
- [3] E. R. Messina and A. S. Jacoff, "Measuring the performance of urban search and rescue robots," *2007 IEEE Conference on Technologies for Homeland Security: Enhancing Critical Infrastructure Dependability*, pp. 28–33, 2007, doi: 10.1109/THS.2007.370015.
- [4] B. Reiner and M. Svensson, "Mimer-Developing a low-cost, heavy-duty reconnaissance robot for use in Urban Search and Rescue operations," p. 103, 2016, [Online]. Available: <https://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=8892257&fileId=8892258>
- [5] T. J. Mathew, G. Knox, W. K. Fong, T. Booysen, and S. Marais, "The Design of a Rugged, Low-Cost, Man-Packable Urban Search and Rescue Robotic System," *Proceedings of the 2014 PRASA, RobMech and AfLaT International Joint Symposium*, p. 6, 2014, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Tracy-Booyesen/publication/270507252_The_Design_of_a_Rugged_Low-Cost_Man-Packable_Urban_Search_and_Rescue_Robotic_System/links/54abe8940cf25c4c472fb97b/The-Design-of-a-Rugged-Low-Cost-Man-Packable-Urban-Search-and-Rescue-Robotic-System.pdf
- [6] S. Habibian *et al.*, "Design and implementation of a maxi-sized mobile robot (Karo) for rescue missions," *ROBOMECH Journal*, vol. 8, no. 1, pp. 1–33, 2021, doi: 10.1186/s40648-020-00188-9.
- [7] T. Booysen and T. J. Mathew, "The Case for a General Purpose, First Response Rescue Robot," *Proceedings of the 2014 PRASA, RobMech and AfLaT International Joint Symposium*, p. 6, 2014, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Tracy-Booyesen/publication/270507253_The_Case_for_a_General_Purpose_First_Response_Rescue_Robot/links/54abe83e0cf25c4c472fb93f/The-Case-for-a-General-Purpose-First-Response-Rescue-Robot.pdf