



راهبری بدون جی‌پی‌اس در هوا

رویداد ملی علم و فناوری سورنا





به نام خدا

پیشینه‌ی مسئله:

سیستم‌های موقعیت‌یابی و ناوبری از زمان‌های گذشته تا به امروز، نقشی کلیدی در پیشرفت صنایع مختلف داشته‌اند. ناوبری هوایی از اوایل قرن بیستم، با ظهور هوانوردی به عنوان یک فناوری جدید، به تدریج توسعه یافت. در ابتدا، خلبانان برای هدایت و موقعیت‌یابی، از مشاهده بصری محیط و نقشه‌های کاغذی استفاده می‌کردند. در این روش ابتدایی، شناسایی نقاط برجسته زمینی مانند رودخانه‌ها، کوه‌ها و ساختمان‌های بزرگ نقش اساسی داشت. با این حال، این روش در شرایط جوی نامساعد یا پروازهای طولانی که مسیر از مناطق ناشناخته عبور می‌کرد، محدودیت‌های بسیاری داشت. در دهه‌های ۱۹۲۰ و ۱۹۳۰، ابزارهای مکانیکی مانند قطب‌نما و ارتفاع‌سنج وارد هوانوردی شدند و خلبانان را قادر ساختند که در مسیرهای طولانی و بدون دید مستقیم زمین، ناوبری کنند.

با پیشرفت فناوری در میانه قرن بیستم، سیستم‌های رادیویی مانند VOR (VHF Omnidirectional Range) و NDB (Non-Directional Beacon) به عنوان ابزارهای دقیق‌تر ناوبری معرفی شدند. این سیستم‌ها به خلبانان اجازه می‌دادند موقعیت خود را نسبت به ایستگاه‌های زمینی تشخیص دهند و مسیرهای مشخصی را دنبال کنند. در دهه‌های بعد، با ورود فناوری‌های پیشرفته‌تر مانند INS (Inertial Navigation System) و سامانه‌های موقعیت‌یابی جهانی (GNSS)، ناوبری هوایی به دقت و قابلیت اطمینان بسیار بالایی دست یافت. این تحولات، ناوبری هوایی را از وابستگی به دید مستقیم و ابزارهای زمینی رها کرد و امکان پروازهای بین‌المللی و خودکار را فراهم ساخت.

همچنین در صنعت خودرو، به‌ویژه با پیشرفت خودروهای خودران، ناوبری به یکی از اجزای حیاتی تبدیل شده است. از نقشه‌های کاغذی و سیستم‌های ناوبری ساده تا فناوری‌های پیشرفته‌ای مانند GPS، LiDAR، و الگوریتم‌های یادگیری ماشین، مسیر حرکت خودروها را به‌طور دقیق مشخص می‌کنند. ناوبری هوشمند به خودروها امکان





می‌دهد که مسیرهای بهینه، شرایط ترافیکی و موانع جاده‌ای را در زمان واقعی تحلیل کرده و تصمیم‌گیری کنند. این پیشرفت‌ها نشان می‌دهد که ناوبری در صنایع مدرن، به‌ویژه هوایی و خودرویی، نقش بی‌بدیلی در بهبود کارایی و توسعه فناوری‌های هوشمند ایفا کرده است.



علت اهمیت:

ناوبری و موقعیت یابی یکی از ارکان اصلی سیستم های کنترلی در وسایل نقلیه خودران، ربات های صنعتی، بسیاری از تجهیزات نظامی از جمله پهپادها و... است. این فناوری با ارائه اطلاعات دقیق در مورد مکان، سرعت، و جهت حرکت، نقش کلیدی در اجرای تصمیمات کنترلی و دنبال کردن و بهینه سازی مسیر حرکت ایفا می کند. در سیستم های کنترلی پیشرفته، موقعیت یابی به عنوان مبنای ورودی برای الگوریتم های هدایت و کنترل عمل می کند و امکان تطبیق آنی با شرایط محیطی و تغییرات غیرمنتظره را فراهم می سازد. بدون دسترسی به داده های دقیق موقعیت یابی، کارایی و ایمنی سیستم های خودکار به طور جدی تحت تأثیر قرار می گیرد و عملکرد آن ها در محیط های پیچیده یا بدون دسترسی به سیگنال GPS غیرممکن می شود.

سامانه های موقعیت یاب جهانی (GNSS)، از جمله GPS، GLONASS، Galileo، و BeiDou، به عنوان یکی از راه حل های رایج در ناوبری و موقعیت یابی، با استفاده از شبکه ای از ماهواره ها و گیرنده های زمینی، اطلاعات دقیق در مورد مکان، زمان و سرعت را ارائه می دهند. این سامانه ها به دلیل پوشش جهانی، دقت بالا، و قابلیت دسترسی آسان، به یک ابزار اساسی در کاربردهای مختلف، از جمله خودروهای خودران، رباتیک، هوانوردی، حمل و نقل دریایی، و حتی دستگاه های روزمره مانند تلفن های هوشمند تبدیل شده اند. با این حال، GNSS با محدودیت هایی مانند وابستگی به سیگنال های ماهواره ای، تداخل با موانع فیزیکی (مانند تونل ها و محیط های بسته)، و آسیب پذیری در برابر حملات سایبری و جنگ الکترونیک مانند جمر و اسپوفینگ مواجه است. به رغم این چالش ها، GNSS همچنان به عنوان پایه ای ترین فناوری ناوبری شناخته می شود و در بسیاری از سیستم های کنترلی با سایر فناوری های کمکی ادغام می شود تا قابلیت اطمینان و عملکرد بهینه تری ارائه دهد.





بیان مسئله:

با توجه به عدم دسترسی به سیگنال های ماهواره ای به دلیل برخی شرایط از جمله وجود جنگ الکترونیک و همین طور کافی نبودن اطلاعات به دست آمده از سامانه موقعیت یابی جهانی، اکتفا به روش های مبتنی بر سامانه های موقعیت یابی جهانی متحرک هارا با چالش های جدی روبرو کرده است. ازین رو توسعه راه حل هایی برای غلبه بر این چالش همواره از موضوعات داغ پژوهشی در سراسر دنیا بوده است و مورد توجه سازمان های گوناگون قرار گرفته است.

محدودیت هایی که معمولا برای پیشنهاد راه حل با آن روبرو هستیم را می توان در ۴ دسته زیر دسته بندی کرد:

۱. محدوده دقت ناوبری بدون GPS

۲. هزینه تمام شده

۳. مقدار توان مصرفی

۴. جرم و حجم محصول خروجی راه حل

در نهایت ما در اینجا به دنبال راه حلی هستیم که بتوانیم همواره به ۱- موقعیت ۲- سرعت ۳- زوایای متحرک در هر لحظه، به صورت برخط و با ملاحظه محدودیت ها دسترسی داشته باشیم. راه حل پیشنهادی باید بتواند بدون استفاده از GNSS عمل کرده و در برابر هرگونه اختلال بیرونی مقاوم باشد.





رشته‌های مرتبط:

توسعه سیستم‌های ناوبری هوایی و خودرویی نیازمند تخصص‌های میان‌رشته‌ای است که حوزه‌های مختلف علم و مهندسی را در بر می‌گیرد. از مهم‌ترین رشته‌های مرتبط به این حوزه میتوان به رشته‌های مهندسی مکانیک و برق اشاره کرد، زیرا این دو رشته اساس طراحی و توسعه سیستم‌های ناوبری را تشکیل می‌دهند. مهندسی برق با تمرکز بر توسعه حسگرها، مدارهای الکترونیکی، و سیستم‌های کنترل، زیرساخت‌های فنی را فراهم می‌کند، در حالی که مهندسی مکانیک با تحلیل دینامیک حرکت و طراحی سازه‌ها، عملکرد فیزیکی و پایداری سیستم‌ها را تضمین می‌کند. در هر دو رشته نیز الگوریتم‌های مورد استفاده در این حوزه قابل پیگیری خواهد بود. همچنین دانشجویان رشته مهندسی هوافضا میتوانند در این حوزه نقش ایفا کنند. با توجه به الگوریتم‌های و روش‌های جدیدی که در این حوزه مورد استفاده قرار می‌گیرند، دانشجویان رشته مهندسی کامپیوتر و علوم داده میتوانند با تحلیل داده‌ها، هوش مصنوعی، و یادگیری ماشین، یکپارچه‌سازی و هوشمندسازی سیستم‌های ناوبری را تسهیل می‌کنند. سایر رشته‌ها مانند نقشه‌برداری و ژئودزی، ریاضیات و فیزیک کاربردی، و مهندسی مواد، نقش‌های تکمیلی در بهبود اطلاعات مکانی، مدل‌سازی، و توسعه تجهیزات مقاوم ایفا کرده و سیستم‌های ناوبری را دقیق‌تر و کارآمدتر می‌سازند. این ترتیب اهمیت نشان‌دهنده نیاز به همکاری میان‌رشته‌ای برای توسعه فناوری‌های پیشرفته ناوبری است.