



تعیین اتوماتیک وضعیت ماهواره‌ها با استفاده از ردیاب ستاره

محمد علی شریفی^۱، سعید فرزانه^۲

۱- استادیار گروه مهندسی نقشه‌برداری دانشکده فنی، دانشگاه تهران

۲- دانشجوی دکتری گروه مهندسی نقشه‌برداری دانشکده فنی، دانشگاه تهران

Farzaneh@ut.ac.ir

چکیده

مهمترین وسیله بر روی هر فضاپیما، وسیله‌ای است که وضعیت فضاپیما را تعیین می‌کند. روش‌های زیادی برای تعیین وضعیت وجود دارد ولیکن یکی از روش‌هایی که بطور وسیعی از آن استفاده می‌شود ردیاب ستاره است. روش‌های دیگر از جمله سنسورهای خورشیدی، مغناطیس سنج‌ها یا جاذبه‌سنج‌ها می‌باشند که دقت آنها بسیار کمتر از یک ردیاب ستاره است در بهترین شرایط سیستم شامل سنسور خورشیدی و مغناطیس سنج، دقتی در حدود یک دهم درجه دارد. در حالیکه یک ردیاب ستاره خوب دقتی در حدود چند میلی درجه (حدوداً ۲۸/ میلی درجه) دارد. ردیاب ستاره متصل به بدنه سنسورهای هستند که تصاویر دلخواه نواحی مختلف آسمان را گرفته، ستاره‌ها را شناسایی می‌کنند و وضعیت خودشان را با مقایسه ستاره‌های شناسایی شده و ستاره‌های موجود در کاتالوگ تعیین می‌کنند. قبل از اینکه تعیین وضعیت توسط ردیاب ستاره انجام شود ابتدا بایستی ستاره‌های درون میدان دید ردیاب ستاره شناسایی شوند. مسئله مهم در شناسایی اتوماتیک ستاره در سیستم‌های بینایی-مبنا، دستیابی به روشی سریع با قابلیت اعتماد و دقت بالا در انطباق ستارگان استخراج شده از تصویر با مختصات سماوی آنها می‌باشد هرگاه ردیاب ستاره بتواند حداقل دو ستاره را شناسایی کند می‌تواند وضعیت خودش را تعیین کند که این وضعیت می‌تواند به وضعیت فضاپیما که ردیاب ستاره بر روی آن قرار دارد تبدیل شود. در این مقاله پس از تشریح اصول استخراج و شناسایی و نهایتاً تعیین ماتریس وضعیت، آثرا بر روی تصویر اخذ شده از یک ایستگاه مورد آزمایش قرار می‌دهد. نتایج حاصل دستیابی به مولفه‌های وضعیت ماهواره با دقت بسیار بالایی را نشان می‌دهد.

کلمات کلیدی: ردیاب ستاره، تعیین وضعیت ماهواره، ماتریس اولیه، کوواترینون، تئوری حرکت موقت، SIFT

مقدمه

یکی از اولین ایده‌ها برای ناوبری یک جسم پرنده در آسمان، استفاده از موقعیت اجسام سماوی در آسمان بود. با پیدایش چنین ایده‌ای، سیستم‌های ناوبری نجومی سیر تکاملی خود را شروع کردند. در گذشته‌های نه چندان دور سیستم‌های ناوبری نجومی یکی از ارکان مهم و اساسی در هدایت هواپیماها، کشتی‌ها، موشک‌ها و فضاپیماها بودند. لیکن با سرآغاز تکنولوژی مدرن سیستم‌های ناوبری رادیویی در دهه‌های گذشته، ناوبری نجومی کم‌کم تبدیل به یک سیستم پشتیبان گردید و در ادامه با پیدایش GPS، عملاً از ناوبری نجومی تنها در ماموریت‌های فضایی استفاده شد. در حال حاضر یکی از مهمترین ارکان سیستم‌های ناوبری فضاپیماها در ماموریت‌های فضایی ردیاب‌های ستاره می‌باشند. این ردیاب‌ها با حجم، وزن و توان مصرفی کم از جدیدترین سیستم‌های الکترونیکی و اپتیکی بهره می‌گیرند. اکثر فضاپیماها از ژيروسکوپ‌ها برای اندازه‌گیری مداوم سرعت زاویه‌ای‌شان استفاده می‌کنند. مشکل عمده در بکارگیری ژيروسکوپ‌ها در سیستم‌های تعیین وضعیت فضاپیماها این است که با گذشت زمان بایاس آنها دستخوش خطایی تدریجی می‌شود و این امر باعث خواهد شد که اختلاف وضعیت حقیقی فضاپیما با گذشت زمان با مقدار اندازه‌گیری شده آن بتدریج افزایش یابد. برای رفع این مشکل نیاز به یک منبع خارجی (خورشید، ماه، زمین و ستاره‌ها) است که خطای ژيروسکوپ‌ها را بطور پریودیک تعدیل کند. بطور معمول ژيروسکوپ‌ها و سنسورهای منابع خارجی (ردیاب ستاره) در کنار هم در سیستم تعیین وضعیت بکار گرفته می‌شوند [۱-۲]. یکی از مهمترین ملزومات تمامی ماهواره‌ها از بدو پیدایش، زیر سیستم تعیین و کنترل وضعیت می‌باشد چرا که بدون آن عملاً بهره‌گیری از ماهواره در جهت انجام ماموریت‌های تعیین شده ممکن نیست. انجام مانورهای مختلف مداری و حتی حصول مدار از عمومیت‌های تمام اینگونه سیستم‌ها با ماموریت‌های مختلف است. سیستم تعیین وضعیت که جزء جدایی‌ناپذیر سیستم کنترل ماهواره می‌باشد نقش بسزایی در الگوریتم‌های کنترلی ماهواره ایفا می‌کند. به منظور توجیه ماهواره در یک سیستم مرجع اینرشیال تعیین وضعیت ماهواره امری حیاتی می‌باشد. علاوه بر آن با مروری بر تاریخچه ماهواره‌هایی که به منظور شناسایی فضا مورد استفاده قرار گرفته‌اند متوجه خواهیم شد که بسیاری از این قبیل ماهواره‌ها بدلائل نامعلومی در فضا ناپدید شده‌اند [۳]، یکی از احتمالات وقوع

^۱ استادیار گروه مهندسی نقشه‌برداری دانشکده فنی، دانشگاه تهران

^۲ دانشجوی دکتری گروه مهندسی نقشه‌برداری دانشکده فنی، دانشگاه تهران