



توسعه یک سیستم شبیه‌ساز برای دستیابی به شمای کلی

شبیه‌سازها در محیط شهری

نویسندگان

Yusuke Konishi
Ryosuke Shibasaki

Yong-Cheol Suh
Tomohiro Hakamata

مترجمین

مهرداد رفیعی

استاد دانش فضا و مخابرات و مهندسی
دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی

دکتر رحیم سرور

دانشیار دانشکده مهندسی مخابرات و مهندسی

اندک حقیقت

دانشیار دانشکده مهندسی

بر این نیاز به تعیین موقعیت با دقت هر چه بالاتر در حال افزایش است. مشکل اینجاست که در تعیین موقعیت مکان‌هایی مانند مناطق بین ساختمان‌های بلند در شهرها، تونل‌ها و فرودگاه‌های زیرزمینی (مانند فرودگاه‌های داخل مترو) یا مکان‌هایی که در عمق قرار دارند سیستم GPS یا GNSS نمی‌تواند دقت مورد نیاز کاربران را فراهم کند. زیرا ممکن است تعداد و هندسه پراکندگی مسیر ماهواره‌ها برای صحت و تعیین موقعیت قابل اعتماد در آن مکانها، کافی نباشد. برای بهبود این وضعیت از شبیه‌ساز ماهواره‌های استفاده می‌گردد که در روی زمین نصب می‌شوند و سیگنال‌های شبیه‌سازهای GPS ارسال می‌کنند که طول موج ارسال توسط این شبیه‌سازها همان طول موج GPS، L1، که 1575.42 MHz است. شبیه‌سازها قابلیت استفاده از GPS یا GNSS را میسر می‌کنند و سیگنال‌های اضافی برای این بردن خطای رفع ابهام فاز (V)، افزایش می‌دهند. واضح است که اطلاعات دریافتی از ماهواره‌ها و تعداد ماهواره‌ها و شبیه‌سازها، قابلیت اعتماد به تعیین موقعیت با این روش را افزایش می‌دهند.

به دلیل مسائل اقتصادی و مشکلات محیطی تعداد شبیه‌سازها و ماهواره‌های قابل نصب محدود است، بنابراین برای نصب شبیه‌سازها باید موقعیت آنتن و دستگاه شبیه‌ساز به دقت تعیین گردد.

این مقاله توسعه سیستم شبیه‌ساز را برای دستیابی به شمای کلی ماهواره‌ها در محیط‌های شهری بررسی می‌کند. همچنین به ارزیابی علمی و اقتصادی نصب شبیه‌سازها و چگونگی استفاده از اطلاعات دقیق مداری ماهواره و نقشه رقمی سه بعدی می‌پردازد. در این سیستم امکان تعیین تعداد و موقعیت شبیه‌سازها به وسیله شبیه‌سازی بدون نیاز به مشاهده مستقیم عملی شده است.

چکیده

اگرچه نیاز به تعیین موقعیت ماهواره تعیین موقعیت جهانی، نیاز به دوستی بیشتر و کاربرد وسیع تر به طور مستمر در حال افزایش است. بزرگترین مشکل از بزرگترین های ناوبری نیاز به تعیین موقعیت مستمر به روش های سیستم های دو سده، اطمینان بالاتر در مناطق شهری است. متأسفانه مناطق کور شهری فقط مخالف دقت در سیستم تعیین موقعیت هستند به این دلیل که در میدان رؤیت ماهواره را از زمین گیرند و دقت تعیین موقعیت را کاهش می‌دهند. برای حل این مشکل، استفاده از شبیه‌ساز ماهواره‌ها به عنوان مکمل سیستم GPS می‌تواند برای این بردن خطای رفع ابهام فاز، رفع ابهام فاز، رسیدن به صحت کامل و افزایش بهره‌وری سیستم ماهواره‌های ناوبری جهانی (GNSS) مؤثر می‌باشد. شبیه‌سازها و ماهواره‌های زمینی هستند و اصولی شبیه‌سازهای GPS را منتقل می‌کنند و می‌توانند به عنوان مکمل کاربری گیرنده‌ها را افزایش دهند. این ابزار یک عامل مشاهده‌ای اضافی برای بهبود دقت است. اما به علت صرفه اقتصادی و مشکلات محیطی تعداد شبیه‌سازها و ماهواره‌های که می‌توان نصب نمود محدود است. جهت اینکه برای کاهش خطای چندمتری^(۱) سیگنال‌های شبیه‌ساز ماهواره‌ها سه روی است. موقعیت آنتن و دستگاه شبیه‌ساز به دقت تعیین گردد.

بطور کلی، این مقاله به توسعه سیستم شبیه‌ساز ماهواره‌های ناوبری مناسب و اقتصادی آن برای پوشش نقاط کور سیستم GPS در مناطق شهری می‌پردازد. و در آن از اطلاعات دقیق ماهواره‌ها و نقشه‌های رقمی سه بعدی استفاده شده است.

واژه‌های کلیدی

شبیه‌ساز ماهواره^(۱) - سیستم تعیین موقعیت جهانی^(۲) - سیستم ماهواره‌های ناوبری جهانی^(۳) - نقشه سه بعدی رقمی^(۴) - سیستم شبیه‌ساز^(۵)

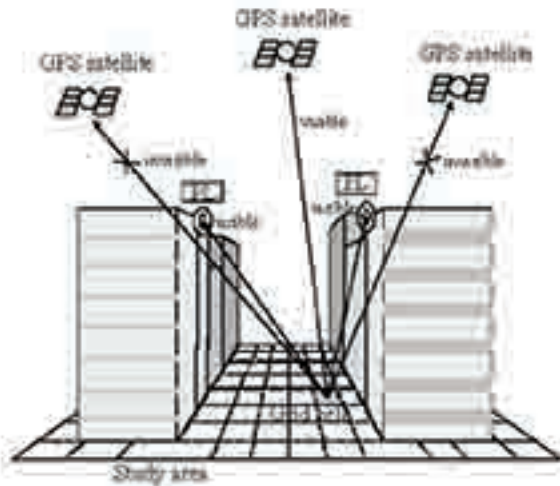
۱- مقدمه

روش‌های تعیین موقعیت بر مبنای استفاده از ماهواره‌های مانند GPS و... در سال‌های اخیر به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته‌اند. علاوه

۱-۱- سیستم تکامل یافته شبیه‌ساز ماهواره GPS

شبیه‌سازها این قابلیت را دارند که به عنوان ماهواره‌های ناوبری

سیستم شبیه ساز- خانه مورد نظر از آن شبکه (grid Cell) را برای تعیین موقعیت مناسب تشخیص می دهد. نگاره ۲ مفهوم سیستم شبیه ساز مکمل را برای تخمین در دسترس بودن ماهواره های GPS و شبیه ماهواره ها نمایش می دهد.



نگاره ۲ مفهوم تخمین منطقه قابل دسترسی برای تعیین موقعیت

علاوه بر این، سیستم شبیه ساز می تواند خطای (Dop) و خطای پراکندگی را با استفاده از اطلاعات دقیق مداری ماهواره و نقشه رقمی سه بعدی محاسبه کند. در ضمن این سیستم می تواند تعداد ماهواره های قابل رؤیت GPS یا شبیه ماهواره های فرستاده، همچنین سیستم های ماهواره ای تعیین موقعیت جدید مانند گالیله یا سیستم ماهواره ای Quasi-Zenith را تخمین بزند.

۹- شرح نحوه اندازه گیری سه بعدی سازی شده

هدف از این تحقیق ارزیابی این موضوع است که آیا استفاده از شبیه ماهواره ها در کنار سیستم GPS به عنوان مکمل، از نظر اقتصادی مقرون به صرفه هست یا خیر؟

قبل از هر چیز لازم است که تعداد و پراکندگی هندسه ماهواره ها تعیین شود. مراحل کار به شرح زیر است:

- پردازش از ساعت صفر تا ساعت یک و از ساعت صفر تا ساعت دو.
- در دوم آگوست ۲۰۰۲ که در مجموع به ۲۵ بازه زمانی تقسیم می گردد.
- تخمین مدارات ماهواره ای GPS با استفاده از عناصر حقیقی مداری ماهواره های GPS در حدود ۳۱ ماه می ۲۰۰۲.

- استفاده از نقشه سه بعدی رقمی منطقه Shinjuku در توکیو ژاپن به مساحت (۱۰۵۸۰۰۰۰ m²) که به عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب شد.

- منطقه مورد مطالعه به مربع هایی با ابعاد دو متر به صورت منظم شبکه بندی شد. نگاره ۳ وضعیت در دسترس بودن ماهواره های GPS را نشان می دهد. این نگاره وضعیت در دسترس بودن ۴ ماهواره یا بیشتر را

را دیوبین زمینی در نظر گرفته شوند. یعنی آنها سیگنالهایی را ارسال می کنند که شبیه ساختار سیگنال های GPS هستند و نصب آنها نیز ساده می باشد پس از این سیستم می توان به تنهایی یا در کنار سیستم GPS استفاده نمود.

دلایل متعددی برای استفاده از شبیه ماهواره در کنار سیستم GPS وجود دارد. یک دلیل معمولی، بهبود دقت در تعیین موقعیت است. استفاده از شبیه ماهواره ها در مکان هایی که سیگنال ماهواره دریافت نمی شود و یا ضعیف دریافت می شود ضروری است. از جمله این مکان ها می توان از محیط های شهری یا معادن عمیق نام برد. از این گذشته سه علت ارتقا پایین شبیه ماهواره ها، می توان از آنها برای بهبود هندسه سیستم تعیین موقعیت استفاده نمود. در نهایت استفاده از شبیه ماهواره ها ما را از سرگردانی برای تعیین موقعیت مکانی گیرنده ها حتی برای یک مدت زمان معین و کوتاه زمانی می بخشد.

این روش به رفع سریع ابهام فاز حامل ختم می شود. (Lawrence et al, 1995) زیرا مشخصات خطوط مبنای موجود راحت تر تشخیص داده می شود. این سیستم شبیه ماهواره ای برای کاربردهای ویژه ای مورد ارزیابی قرار گرفته است. (Erol and ran Darend on ek, 1996) and (cabb, 1997) برای مطالعه بیشتر.

۴- شرح سه بعدی سازی شده

این سیستم شبیه ساز شامل یک نقشه رقمی سه بعدی، یک مدل مداری ماهواره ای GPS و یک مدل مداری ماهواره ای Quasi-Zenith (QZ) است. این سیستم به وسیله Java (۹) تکمیل شده است و هر ماهواره GPS و داده های نقشه به صورت جداگانه به کار گرفته می شوند. نگاره ۱ نقشه سه بعدی رقمی Shinjuku را در توکیو که در این شبیه سازی مورد استفاده قرار گرفته است نشان می دهد.

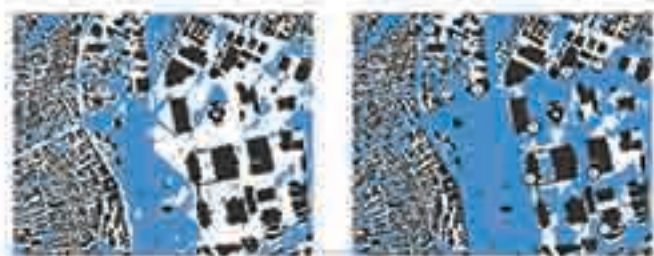


نگاره ۱ نقشه سه بعدی رقمی که در این شبیه سازی مورد استفاده گرفته است. (Developed by Mitsubishi Corporation)

ابتدا منطقه آزمایش به شبکه منظمی تقسیم بندی می گردد. سپس تخمین زده می شود که خط منظر از مرکز هر شبکه به ماهواره GPS، عوارض را قطع می کند یا نه. در مرحله بعد تعداد ماهواره هایی که در دید هر خانه شبکه قرار دارند تخمین زده می شود. در صورتی که تعداد ماهواره های قابل رؤیت در آن شبکه از چهار تا بیشتر باشد، آن شبکه، شبکه ای ویژه خواهد بود و این

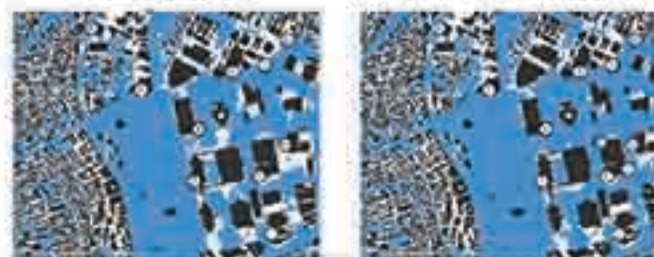
مناطق که برای تعیین موقعیت در دسترس قرار می‌گیرند، به تدریج با افزایش تعداد شبه ماهواره‌ها گسترش می‌یابد. تست مناطق قابل دسترس برای تعیین موقعیت در حالتی که فقط از ماهواره‌های GPS استفاده شده ۳۸/۵ است و این تست برای مناطقی که از ۸ شبه ماهواره نیز استفاده شده ۶۴/۴ و در حالت استفاده از ۱۰ شبه ماهواره ۶۶/۳ و در حالت استفاده از ۱۲ شبه ماهواره در منطقه مورد مطالعه به ۷۰/۴ نیز می‌رسد. خلاصه اینکه ۱۲ شبه ماهواره می‌تواند مناطقی را پوشش دهد که در آنها سیستم تعیین موقعیت GPS به تنهایی دچار مشکل می‌شوند مانند مناطقی که بین و زیر سایه ساختمان‌های بلند و جاده‌ها قرار می‌گیرند.

علاوه بر این نگاره ۵ توزیع خطای Dop را در حالتی نشان می‌دهد که فقط از سیستم تعیین موقعیت GPS و سیستم GPS تکامل یافته باشه ماهواره استفاده شده باشد. در قسمت بالایی نگاره ۵ خطای HI Dop (۱۱) و در قسمت پایینی نگاره خطای VDop (۱۲) نمایش داده شده است. خلاصه اینکه هر چه تعداد ماهواره‌های مورد استفاده بیشتر باشد، به دقت بالاتری می‌رسیم.



وضعیت پوشش فرستنده‌های GPS

وضعیت پوشش فرستنده‌های GPS و ۸ شبه ماهواره



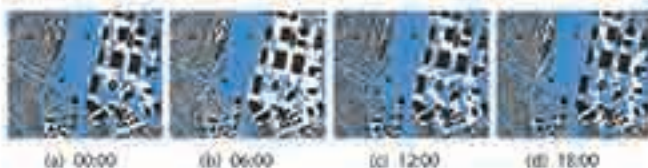
وضعیت پوشش فرستنده‌های GPS و ۱۰ شبه ماهواره

وضعیت پوشش فرستنده‌های GPS و ۱۲ شبه ماهواره



نگاره ۴ وضعیت پوشش مناطق در شرایط متفاوت استفاده از GPS و شبه ماهواره‌ها

برای هر شبکه در طول مدت ۲۴ ساعت که به دوره‌های ۶ ساعته تقسیم شده بر اساس مفهوم نگاره ۲ نمایش می‌دهد.



نگاره ۳ وضعیت ماهواره‌های قابل رؤیت GPS در هر سئول شبکه

همان‌طور که در نگاره ۳ نشان داده شده است، روی کره زمین مکانهایی وجود دارد که سیستم GPS به تنهایی نمی‌تواند آن را پوشش دهد، مناطق بین ساختمان‌های بلند و در این تحقیق از این شبه ماهواره‌ها در کنار سیستم تعیین موقعیت GPS به منظور پوشش مناطق استفاده شده است که در آن‌ها رؤیت ماهواره‌های GPS با صحت تعیین موقعیت اندک است. در نگاره‌های ۴ الف و ب مقایسه‌ای بین مناطقی که ضعیف‌ترین دریافت سیگنال GPS را دارند در ساعت ۱۹:۳۰ اول آگوست در منطقه‌ای که توسط سیستم GPS و ۸ شبه ماهواره تکامل یافته پوشش داده شده، انجام گرفته است. در مقایسه بین دو تصویر ساختار و مشاهدات یکسان بکار گرفته شده است.

در اولین گام شبه ماهواره‌ها را روی ساختمان‌هایی نصب کردیم که ایجاد مناطق کور برای گیرنده‌های GPS می‌کردند و به وسیله نقشه رقومی سه بعدی تعیین موقعیت شده بودند. به طور کلی صحت تعیین موقعیت به تعداد ماهواره‌های قابل رؤیت توسط دستگاه گیرنده بستگی دارد. به علت صرفه اقتصادی و محدودیت‌های محیطی، نصب شبه ماهواره‌ها به طور نامحدود غیرممکن است. بنابراین سعی می‌کنیم که به حداکثر کارایی با حداقل تعداد ماهواره‌ها نایل شویم. در این شبه سازی سعی شد، فرستنده‌های شبه ماهواره در فاصله یک متری از دیوار ساختمانها نصب گردند تا خطای چند مسیری که ناشی از انعکاس امواج توسط سطوح نزدیک گیرنده است کاهش یابد. در گام بعدی پراکنندگی خطای DOP محاسبه شد که از اندازه گیری هندسه ماهواره یا مراجعه به سایت مشاهداتی بدست می‌آید. هندسه ماهواره‌های قابل رؤیت عامل مهمی برای رسیدن به نتایجی با کیفیت بالا به خصوص برای تعیین موقعیت است.

۳-۳ نتایج شبه سازی

در این قسمت نتایج حاصل از مقایسه تعداد مختلف شبه ماهواره‌هایی ارائه می‌شود که در بخش قبل شرح آن داده شد. در نگاره ۵ نتایجی ارائه شده است که حاصل از مقایسه بین زمانی است که برای تعیین موقعیت فقط از ماهواره GPS به تنهایی استفاده شده است و زمانی که از ۸ و ۱۰ و ۱۲ شبه ماهواره نیز باری گرفته شده. همان‌طور که در نگاره ۴ مشاهده می‌کنید.

۳-۳ اهداف و اهدافی آن

مدارهای ماهواره‌ها در فضا تحت کنترل کاربران نیستند. در حالی که شبه ماهواره‌ها فرستنده‌هایی هستند که به راحتی روی زمین و در مناطقی مورد نیاز قابل نصب هستند. بنابراین انعطاف زیادی برای تعیین موقعیت دارند. اما انتخاب تعداد و مکان شبه ماهواره‌ها با توجه به هزینه و ساختار محیط بسیار مهم است.



2000. GPS and pseudolite integration for Information Monitoring Application, ION GPS 2000, 1922 September, Salt Lake City, UT: 1-8

6- Sandra Verhagen, 2001, Ambiguity Resolution and Success Rates With an Integration GNSS-Pseudolite System, ION GPS 2001, 11-14 september, salt lake City, UT:30363043.

7- Wang, J.Rizos, e., Dal, J.,Tsviji, T. Barnes, J.Grejner - Brzezinska, D.&Totb, C.K, 2001 Integration of GPS and Pseudo-Satellite: New Concepts for Precise Positioning, IAG Scientific Meeting, Budapest, Hungary, 3-8 September.

8- Christian Altmayer, Sven Martin, Stephan Thiel, Autonomous onboard Orbit and Attitude Control of Geostationary Satellites Using Pseudolites, ION GPS 1998,15-18 September Nashville, Tennessee, UT 1565-1575.

9- B.Hofmann-Wellenhof, H.Lichtenegger, J. Collins, 2001, GPS - Theory and Practice, Fifth, Revised Edition , Springer Wien New York.

بی‌نوشته

1. Multipath error
2. Pseudolite
3. GPS
4. GNSS
5. Three dimensional digital map
6. Simulation System
7. Carrier Phase Ambiguity

۸- سیستم ماهواره‌ای شبه مستقر است که از چند ماهواره تشکیل شده و طرح آن توسط کشور سوئیس از بخش خصوصی به دولت ژاپن پیشنهاد شده است. این طرح شامل حداقل سه ماهواره است که انواع مشابه ماهواره‌های GPS (سه‌بعدی) یا گلوبال‌نویس را ارسال می‌نمایند. مدار این ماهواره به نحوی است که تعداد ماهواره‌ها را در زاویه بالا پروی کشور ژاپن افزایش می‌دهد. اصطلاح شبه‌مستقر را از این بدین انتخاب شده است.

۹- نوعی زمان برنامه نویسی

10. Dilution of Precision
11. Horizontal dilution of Precision
12. Vertical dilution of Precision

همان گونه که نشان داده شد، ارزیابی صرفه اقتصادی و ساختار محیط در هر یک از دو سیستم GPS و شبه ماهواره‌ها بدون مشاهدات واقعی امکان پذیر نخواهد بود. ضروری است ارزیابی دقیقی در مورد تناسب و هزینه‌های آنها به عمل آید. استفاده از این سیستم به اثبات می‌رسد که موقعیت‌ها و تعداد شبه ماهواره‌های مورد استفاده، بهره‌وری سیستم تعیین موقعیت دقیق را بهبود بخشیده است.



12 Pseudo-Satellite, 10 Pseudo-Satellite, 8 Pseudo-Satellite, فقط GPS



12 Pseudo-Satellite, 10 Pseudo-Satellite, 8 Pseudo-Satellite, فقط GPS



نگاره ۵ نتایج خطای DOP با افزایش تعداد شبه ماهواره

یکی از اهداف آتی، توسعه ارزیابی برای تعیین موقعیت بهینه با کمک شبه ماهواره، به صورت خودکار است. علاوه بر این لازم است که مدل انتشار امواج رادیویی برای مقابله با مشکل خطای چند مسیری شدن (که به دلیل سطوح انعکاس دهنده نزدیک گیرنده به وجود می‌آید) توسعه یابد و ایجاد یک تابع اضافی نیز برای تخمین صحت تعیین موقعیت و ارزیابی انتشار خطای چند مسیری شدن ضروری به نظر می‌رسد.

منابع

- 1- Yong-Choul Suh, Yusuke Konishi, Ryouzoku Shibasaki 2002 Integration GPS and Pseudolite for Seamless Positioning, International Symposium for the 20 Anniversary of KSFEPC 12-13
- 2- Yusuke Konishi, Ryouzoku Shibasaki 2001 Development of A Simulation System to Estimate Available Area of GPS and Pseudolite, The 22 Asian Conference on Remote Sensing 59 November, Singapore: 1506-1511.
- 3- H.S.Cobb, 1997, GPS Pseudolites: Theory, Design, and Applications, A ph.D. Dissertation, Stanford University.
- 4- Games Stafford, 1997, Practical Investigations on DGPS for Aircraft Precision Approaches Augmented by Pseudolite Carrier Phase Tracking, ION GPS 1997, 16-19 September, Kansas City, Missouri: 1851-1860
- 5- Liwen Dal, Jun Zhang, Chris Rizos, Shaohui Han, Jinfeng Wang,