

أنظمة الملاحة العالمية

فدوى الشواف، لمشروع TRYAT



اليوم، ربما يعرف الجميع ما هو الـ (GPS)، النظام العالمي لتحديد المواقع. المستقبلات الخاصة بـ الـ (GPS) موجودة في هاتفك الخليوي، الساعة الذكية، أجهزة الملاحة، الكاميرات، النظارات، وغيرها الكثير. لكنك ربما لم تسمع بمصطلح GNSS (أنظمة الرصد الملاحة العالمية). في هذا الفيديو، ستتعرف على GNSS وكيف تستخدم في تحديد المواقع.

تشتمل GNSS على أنظمة تحديد المواقع عبر الأقمار الصناعية التي تعمل الآن أو المخطط لها. GPS، النظام الأمريكي هو أقدم نظام GNSS تم تطويره من قبل وزارة الدفاع الأمريكية، للتطبيقات العسكرية. كان يطلق عليه Navstar، ولكن منذ بداية التسعينات، تم استخدام GPS لمجموعة واسعة من التطبيقات المدنية. ثم جاء النظام الروسي GLONASS، ونظام الاتحاد الأوروبي غاليليو، والنظام الصيني بيدو، والنظام الياباني، والنظام الهندي.

تميز الأنظمة اليابانية والهندية بتغطية إقليمية بينما الأنظمة الأخرى فتغطيها عالمية. يتم استخدام الـ GNSS بشكل متزايد لتحديد المواقع والتنقل والتتبع في عديد المجالات منها العسكرية، والطيران، والبحرية، والزراعة، الطائرات بدون طيار، والروبوتات. أيضاً، للـ GNSS مساهمات مهمة في العديد من مجالات البحث العلمي مثل مراقبة حركات الصفائح التكتونية، والإزاحة الرأسية لقشرة الأرض، وتقدير التشوهات الناجمة عن النشاط الزلزالي أو البركاني، ومراقبة الغلاف الجوي المتأين للأرض الأيونوسفير والغلاف العديلي التروبوسفير، وتقدير رطوبة التربة، وغيرها الكثير!

ما الذي السبب وراء سعة انتشار الـ GNSS؟

تعمل GNSS تحت جميع الظروف الجوية، ليلاً ونهاراً، لها تغطية عالمية. توفير البيانات بلا تأخير بمعدل زمني مرتفع ودقة عالية. وهي خدمة منخفضة التكلفة نسبياً لأن المستخدم يحتاج إلى الاهتمام بالمستقبلات فقط. يتركب كل نظام ملاحة، GNSS، من ثلاثة أجزاء: الجزء الفضائي وجزء التحكم والجزء الخاص بالمستخدم. يشير الجزء الفضائي إلى الأقمار الصناعية التي تطير في مدارات دقيقة حول الأرض. نظام الـ GPS، على سبيل المثال، عبارة عن تآلف من 31 قمر صناعياً تطير على ارتفاعات تقارب 20000 كيلومتر فوق سطح الأرض وتم الأقمار الصناعية دورة كاملة حول الأرض كل 12 ساعة تقريباً.

لدى GNSS الأخرى أقمارها الصناعية في مداراتها الخاصة، مما يعني أن أكثر من 120 قمر موجودة في الفضاء اليوم. تعلم الأقمار الصناعية معلوماتها المدارية والوقت بدقة شديدة. يتم إرسال المعلومات اللازمة إلى أجهزة الاستقبال للحصول على موقع القمر الصناعي ووقته وحالته.

يشتمل جزء التحكم على شبكة من محطات المراقبة والتحكم ورفع المعلومات لضمان صحة الأقمار الصناعية.

يشير جزء المستخدم إلى المستقبلات التي تعالج إشارات GNSS لاستخلاص معلومات الموقع والوقت. المستقبلات تتكون من الهوائيات ووحدات المعالجة، التي يمكن دمجها في مجسم واحد وقد تكون منفصلة. هنا، ترى هوائيات محطتين تستخدمان في البحث العلمي. يتم تثبيت الهوائيات على سطح المبنى، بينما يتم الاحتفاظ بوحدات المعالجة آمنة في المختبر. لنرى الآن كيف يتم تقدير موقع المستخدم. تنتقل إشارة GNSS من القمر الصناعي عبر الفضاء، ثم عبر طبقات الغلاف الجوي المختلفة إلى الأرض. للحصول على موقع المستخدم الدقيق (x,y,z) والوقت، نحتاج إلى معرفة طول المسار من القمر الصناعي إلى المستقبل. يسمى ذلك المسار المدى إلى القمر الصناعي. سنرى في الفيديو التالي أن الإشارة لا تنتقل في مسار مستقيم. للحصول على المدى، نحتاج إلى معرفة مدة انتشار الإشارة.

مدة الانتشار = زمن وصول الإشارة إلى المستقبل - زمن الانطلاق من القمر الصناعية
مدة الانتشار * سرعة الضوء = المسافة إلى القمر الصناعي، أو المدى، أو المدى الزائف لأن القياسات تحتوي على أخطاء.

لتقدير إحداثيات المستخدم الثلاثة (x,y,z)، نحتاج إلى قياسات من ثلاثة أقمار صناعية ومواقعها بالضبط. وتسمى هذه الطريقة التثليث. كيف يتم ذلك؟

عندما يعلم المستخدم المدى إلى القمر الصناعي A وموقعه، يعرف أنه داخل كرة مركزها موقع القمر الصناعي ونصف قطرها يساوي المدى. عندما يعلم المسافة إلى قمر صناعي آخر، B، فسيكون داخل تقاطع الكرتين. بوجود قياس آخر، يتم تحديد موقع المستخدم!

يرجى ملاحظة أن الكرة تظهر كدائرة في الرسم التوضيحي.

لحظة فقط من فضلك. قلنا أن المستقبل لا بد أن يرى ثلاثة أقمار صناعية على الأقل لتحديد موقع المستخدم. لكن، اتضح أن ساعات المستقبلات ليست دقيقة مثل الساعات الموجودة على متن الأقمار الصناعية، وبالتالي يفترض أن زمن الاستقبال مجهول. هذا يعني أنه يجب أن يكون هناك أربع معادلات لأربع أقمار صناعية على الأقل من أجل توفير إحداثيات المستخدم والوقت.

هناك ملاحظة أخيرة يجب ذكرها في هذا السياق.

تحتوي القياسات على مصادر مختلفة للأخطاء، التي إن تركت دون تصحيح، فإنها تسبب في حساب غير دقيق لموقع المستخدم. للحصول على الموقع الحقيقي أو على الأقل موقع دقيق، يلزم اختزال مصادر الخطأ:

تبلغ دقة تحديد المواقع لشرائح GPS في الهاتف الخليوي، عدة أمتار، بينما في البحوث تكون الدقة بعض المليمترات. تشمل أخطاء القياس:

الدقة غير المتناهية لساعات الأقمار الصناعية وأخطاء المدارات وتأخر الإشارة بسبب الأيونوسفير والتروبوسفير وتعدد المسارات وضوضاء المستقبل.

الخبر السار هنا هو: أن التأخيرات التروبوسفيرية يمكن، على سبيل المثال، أن تستغل لمراقبة بخار الماء الجوي.

إن كنت مهتماً بالتفاصيل، يمكنك متابعة الفيديو التالي.

شكراً لاهتمامك!