

El camino hacia el posicionamiento de alta precisión en el mercado masivo



www.u-blox.com

Autor: Thomas Nigg,
Senior Director Product Strategy, Product Center Positioning de u-blox

Si vamos a ver vehículos totalmente autónomos en la carretera, es necesario que un gran número de tecnologías se desarrollen y se desplieguen de manera simultánea. Una de la más importantes es la capacidad de posicionamiento de alta precisión fiable, asequible y escalable.

La tecnología del sistema global de navegación por satélite (GNSS) ha avanzado a pasos agigantados en las últimas décadas. Por ejemplo, poco después del cambio de siglo vimos cómo el tiempo que se necesita para conseguir una lectura inicial de posicionamiento precisa pasaba de minutos a menos de 30 segundos. Más tarde, en esa misma década, vimos cómo mejoraba la sensibilidad del receptor, de 130 dBm a 167 dBm. Y, mientras que al iniciarse el nuevo milenio, el Sistema de Posicionamiento Global Americano (GPS) era la única constelación de satélites de posicionamiento del mundo, desde entonces, se han unido a ella el sistema europeo Galileo, así como el BeiDou de China y el GLONASS de Rusia.

Todo eso antes de que se añadieran los sistemas regionales NAVIC de India y QZSS de Japón. Esta proliferación ha permitido que los fabricantes de chips GNSS construyan receptores que funcionan con múltiples constelaciones. Además, las señales de los satélites se han modernizado y, este año, por primera vez, el GNSS multibanda se ha vuelto asequible. Todo esto sienta las bases para el siguiente tema clave sobre el GNSS: lograr una precisión que llegue al nivel de decímetros, e incluso de centímetros.

El reto de la precisión

Para identificar su posición, un receptor GNSS utiliza la triangulación, captando su distancia de cuatro o más satélites. La distancia se calcula en función del tiempo que la señal del satélite necesita

para llegar al receptor. La dificultad reside en que un error de incluso un par de milmillonésimas partes de segundo puede influir en la precisión de la lectura. Si se produce un error en la posición de la órbita del satélite, la precisión disminuye hasta en 2,5 metros.

Un error en el reloj del satélite puede conllevar otra disminución de hasta 1,5 metros. Las alteraciones en la troposfera y la ionosfera añaden más pérdidas de precisión de 1 metro y 5 metros respectivamente, y más cuando el satélite se encuentra cerca del horizonte o cuando la actividad solar es especialmente intensa. Sin embargo, el mayor error se produce cuando las señales del satélite alcanzan el receptor indirectamente, o en varias ocasiones, como puede ocurrir cuando rebotan en las paredes de los edificios. Es lo que se conoce como efecto «multicamino».

Si está a cielo abierto, un receptor GNSS estándar le dará una lectura con una precisión de hasta 2 metros.

Lograr GNSS de alta precisión

Los datos de corrección del GNSS permiten niveles de precisión mucho más altos al eliminar errores del GNSS. Estos datos de corrección se pueden recopilar utilizando una estación base en una ubicación conocida, que controle señales procedentes de satélites e identifique cualquier discrepancia entre su posición real y la obtenida de las señales GNSS.

Estas desviaciones se envían a vehículos «rover» en movimiento adheridos al servicio, lo que les permite identificar su posición de manera más precisa al utilizar los datos de corrección para ajustar la lectura de los satélites GNSS. Si las condiciones son buenas y tanto el rover como la estación base están relativamente cerca, esta técnica puede ofrecer de decímetros o de centímetros.

No obstante, aunque los datos de corrección pueden abordar los errores del reloj de satélite, de la posición del satélite y los atmosféricos, los errores multicamino a menudo son exclusivos del entorno de un dispositivo, lo que significa que pueden diferir entre el rover y la estación base. Esto significa que estos errores deben abordarse en el dispositivo receptor individual.

El GNSS de alta precisión existe desde hace algún tiempo, pero dado que tanto el kit como los servicios de corrección han sido muy caros, ha quedado limitado a unos cuantos sectores especializados, como el de la vigilancia. Sin embargo, gracias a las nuevas tecnologías, el posicionamiento de alta precisión se está volviendo accesible para el mercado masivo. Se trata de aplicaciones como la navegación con precisión de carril, los vuelos y aterrizajes precisos de drones, la maquinaria agrícola no tripulada, la realidad aumentada y las comunicaciones de vehículos con cualquier receptor (vehicle-to-everything, V2X), en la cual los vehículos se comunican de forma inalámbrica con otros vehículos y con las infraestructuras para evitar colisiones.

Ofrecer un posicionamiento de alta precisión para el mercado masivo utilizando servicios de corrección

Existen dos métodos para ofrecer servicios de corrección GNSS. El primero es la representación del espacio de observación (OSR). En este método, el servicio calcula el error esperado en la ubicación de cada rover específico y transmite esta información directamente al dispositivo rover.

El otro método recibe el nombre de representación del espacio de estados (SSR). En este caso, se monitorizan los errores de la señal GNSS y luego se utilizan para modelar físicamente los errores en

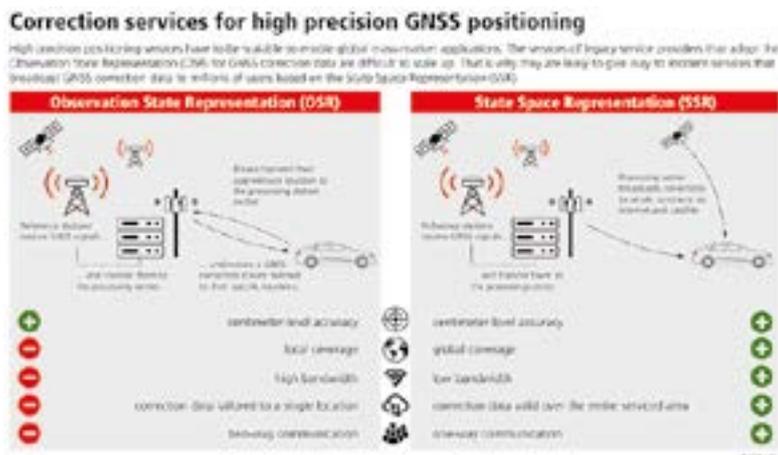


Figura 1. Cómo funcionan los métodos OSR y SSR: comparación.

una región completa, en el llamado modelo de «espacio de estados». Los datos que describen el modelo en un momento determinado se transmiten a los rovers de la zona de cobertura.

Solo el método SSR puede escalar de manera factible hasta convertirse en una auténtica solución para el mercado masivo. La razón es la siguiente.

Aplicable en situaciones que necesitan una precisión a nivel de centímetros o milímetros, el OSR se utiliza en cinemática en tiempo real (RTK) y en navegación por satélite RTK en red. Los sistemas basados en el OSR requieren una comunicación bidireccional entre el rover y el proveedor del servicio de datos de corrección. Además,

para una precisión óptima, el rover debe mantenerse en un radio de 30 km respecto a la estación base. El reto con el OSR es que, si el mercado masivo tuviera que adoptarlo, las redes de comunicación móvil actuales tendrían problemas a la hora de ofrecer los niveles de comunicación necesarios de manera fiable. Como consecuencia, el OSR no es una opción idónea para la implantación a gran escala.

Las técnicas basadas en el SSR, por otro lado, envían un flujo de datos que abarca toda el área de servicio y cualquier rover puede recibirlo. Gracias a este método de comunicación más sencillo, y al hecho de que solo se necesita una estación de referencia cada 150-250 km, el SSR es la única técnica

viable para el posicionamiento de alta precisión para el mercado masivo, incluida la conducción asistida de alto nivel.

Además, veremos incluso un mejor rendimiento cuando se implemente un hardware mejorado del receptor, con la capacidad de recopilar más datos de los satélites. Los primeros satélites GNSS transmitían en una sola banda de frecuencia. Los más modernos utilizan hasta tres: GPS, por ejemplo, envía sus señales en bandas L1 (centradas en 1575 MHz), L2 (1227 MHz) y L5 (1176 MHz). BeiDou y GLONASS utilizan L1 y L2. Los receptores de alta precisión pueden beneficiarse del uso de más de una banda de frecuencia de la misma constelación, lo que acelera de manera significativa la velocidad a la que pueden lograr lecturas de alta precisión. En última instancia, esto da como resultado un servicio de localización más robusto y fiable.

Los sistemas GNSS de alta precisión del futuro estarán formados por una variedad de componentes que trabajarán juntos. En primer lugar, estarán las constelaciones de satélites existentes. En segundo lugar, habrá estaciones base de referencia, que registrarán los errores de la señal del satélite en tiempo real. También habrá servicios de corrección que transmitirán los componentes del error a través de Internet y los satélites geoestacionarios.

Y, por último, el kit de los dispositivos rover, incluidos los receptores GNSS de banda dual, un módem celular (para recopilar datos de corrección enviados a través de Internet) y un receptor de banda L (para recopilar los datos de corrección de los satélites geoestacionarios).

Tecnología de posicionamiento de alta precisión aplicada a los vehículos en carretera

Hoy en día, los vehículos en carretera están controlados prácticamente en su totalidad por el conductor, pero cada vez más cuentan con algún tipo de sistema de asistencia. Mientras avanzamos hacia la conducción totalmente

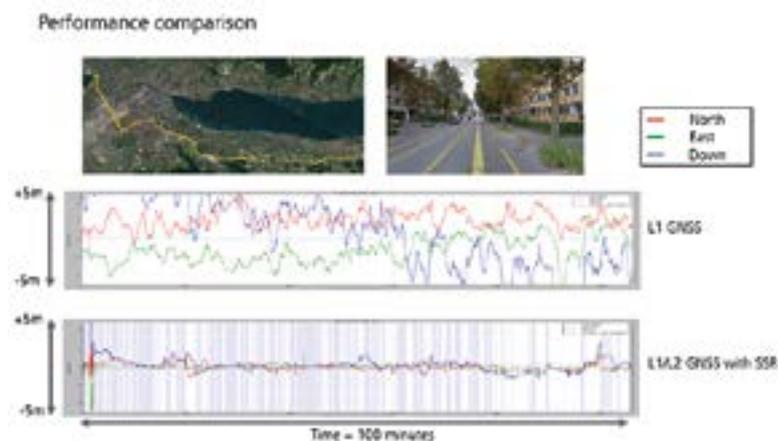


Figura 2: Estos gráficos muestran la mejora de rendimiento que se obtiene al utilizar una banda dual GNSS con datos de corrección SSR, en comparación con una sola banda GNSS por sí sola.

autónoma, veremos crecer poco a poco el nivel de automatización en diferentes escenarios, como a la hora de aparcar o en la conducción en autopista. En los modernos vehículos con conducción asistida, el conductor todavía es responsable de mantenerse en el carril o de cambiar de carril (es el nivel 1 en el gráfico que aparece a continuación). Ya hay vehículos que se sitúan en el segundo nivel, con sistemas parcialmente automatizados capaces de mantenerse en el carril o de cambiar de carril en determinadas situaciones.

Si avanzamos en la escala hasta el nivel 3, los conductores incluso podrán dejar el volante en algunas circunstancias, aunque tienen que estar preparados para volver a tomar el mando si fuera necesario. En el nivel 4, en algunos casos ni siquiera hará falta un conductor. Solo cuando se haya logrado todo esto, la posibilidad de ofrecer vehículos sin necesidad de conductor se convertirá en el siguiente objetivo factible (nivel 5).

Para que la conducción autónoma sea segura, una gran cantidad de tecnologías tienen que trabajar en armonía. Ya es posible combinar imágenes de cámara, datos LIDAR y de radares con mapas en alta definición para permitir a los vehículos posicionarse con una precisión de hasta 10 cm, así como detectar obstáculos en muchas situaciones. Pero por sí solos, estos sistemas no puede reemplazar por completo a un conductor humano.

Por ejemplo, a medida que nos acercamos a la conducción totalmente automatizada, los sistemas de un vehículo tendrán que basarse

en una lectura de posición precisa para decidir si es seguro cambiar del control humano al autónomo. Sin embargo, si las condiciones del entorno no son buenas o no hay puntos de referencia distintivos, puede ocurrir que los sistemas ópticos no logren determinar correctamente si el modo autónomo se puede activar de manera segura. Esto supone un problema en los sistemas de nivel 4, porque es aquí donde, en ciertos escenarios, el conductor puede delegar todo el control a los sistemas autónomos, y es clave decidir en qué momento esto se puede hacer.

En situaciones como esta, el GNSS de alta precisión se puede utilizar con la navegación a estima para vehículos. Esto combina la información de la navegación por satélite con datos de los sensores del vehículo, como el acelerómetro, el giroscopio y los detectores de la velocidad de las ruedas, lo que proporciona una información de posicionamiento precisa e independiente, incluso cuando el GNSS no está disponible.

La lectura precisa de la posición puede ayudar a señalar en qué segmento de un mapa de alta definición está el vehículo, y combinada con geocercas de áreas clave, se puede utilizar para reducir la velocidad por motivos de seguridad, por ejemplo. La lectura también puede usarse para calibrar los sensores del vehículo.

La norma ISO 26262 establece los requisitos de seguridad para los vehículos autónomos, incluida la llamada «seguridad funcional», que abarca la capacidad del vehículo para responder a errores de manera

segura, ya sean del firmware o del hardware, con el fin de mantener la seguridad de los pasajeros. Para cumplir estos requisitos, los tipos de sistemas que acabamos de describir son vitales.

Sin embargo, aunque la seguridad funcional es un componente esencial de la seguridad del vehículo autónomo, solo trata errores que podrían ocurrir en el mismo vehículo. Como hemos visto, cuando se trata de posicionamiento, las zonas clave para el error son externas al vehículo. Así que, incluso si un vehículo fuera seguro desde el punto de vista funcional, no sabría rechazar datos de posición imprecisos. Se necesita entonces un método de seguridad más holístico, que se llamaría «integridad» y abarcaría todo el panorama tecnológico, incluidos los sensores, los sistemas de seguridad y las comunicaciones V2X. La integridad requiere que cada elemento de la tecnología identifique el nivel de confianza en lo que emite. Si la confianza es demasiado baja, el vehículo sabrá cuándo cambiar a una tecnología alternativa.

Las bases del control del futuro

La alta precisión del GNSS es un facilitador central de sistemas de asistencia de conducción avanzados (ADAS, por sus siglas en inglés) y vehículos completamente autónomos que, a la larga, mejoran la seguridad en carretera. Al utilizar receptores multibanda y datos de corrección SSR, el GNSS de alta precisión, proporciona una lectura fiable de la posición del vehículo independientemente de las circunstancias. La precisión deberá descender hasta el nivel de decímetros en autopistas abiertas y, por ahora, a menos de un metro en carreteras urbanas más complejas. Además, así como es necesaria la alta precisión a la hora de indicar la ubicación física del vehículo, la lectura de posición tiene que ofrecerse con un grado de confianza muy alto en cuanto a su precisión. Por último, si la tecnología quiere lograr la adopción masiva, tendrá que funcionar perfectamente y ser asequible. ■

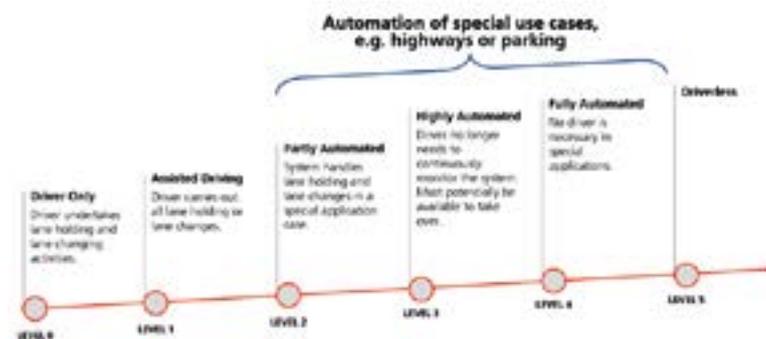


Figura 3. El viaje paso a paso hacia la conducción totalmente autónoma.