



Asamblea General

Distr. general
11 de noviembre de 2021
Español
Original: inglés

Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos

Informe del curso práctico de las Naciones Unidas y Mongolia sobre las aplicaciones de los sistemas mundiales de navegación por satélite

(Ulaanbaatar, 25 a 29 de octubre de 2021)

I. Introducción

1. Sistema mundial de navegación por satélite (GNSS) es un término general que describe cualquier constelación de satélites que proporciona servicios de determinación de la posición, navegación y cronometría a nivel mundial y regional y cuyos datos se utilizan en una amplia gama de aplicaciones. Los GNSS actuales incluyen las siguientes constelaciones mundiales y regionales: el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) de los Estados Unidos de América; el Sistema Mundial de Satélites de Navegación (GLONASS) de la Federación de Rusia; el Sistema de Navegación por Satélite BeiDou (BDS) de China; el Sistema Europeo de Navegación por Satélite, Galileo, de la Unión Europea; el sistema Navegación con Constelación India (NavIC) de la India; y el Sistema de Satélites Cuasi Cenitales (QZSS) del Japón. El rendimiento de los GNSS puede mejorarse mediante sistemas de aumentación basados en satélites con el fin de lograr mayor precisión, integridad y disponibilidad para el uso profesional y las aplicaciones en sectores en que la seguridad es un aspecto crítico, como el de la aviación, que deben contar con requisitos estrictos en materia de verificación de la integridad.

2. El Comité Internacional sobre los Sistemas Mundiales de Navegación por Satélite es una importante plataforma de comunicación y cooperación en el ámbito de los GNSS. La Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre de las Naciones Unidas, en su calidad de secretaria ejecutiva del Comité Internacional, apoya los avances hacia el logro de la compatibilidad e interoperabilidad entre todos los sistemas de navegación por satélite. A medida que surgen otros nuevos, la compatibilidad de la señal y la interoperabilidad de los GNSS, así como la transparencia en la prestación de servicios civiles de libre acceso, son decisivas para garantizar que los usuarios civiles de todo el mundo obtengan el máximo provecho de los GNSS y sus aplicaciones.

3. La Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre y el Comité Internacional colaboran para dar a conocer mejor el importante papel que desempeñan los GNSS en nuestras sociedades y promover la colaboración internacional en esta esfera. Los ámbitos específicos de interés para el Comité Internacional y sus grupos de trabajo son, entre otros: sistemas, señales y servicios (Grupo de Trabajo S); mejora del rendimiento, nuevos servicios y capacidades de los GNSS (Grupo de Trabajo B); difusión de información y creación de capacidad (Grupo de Trabajo C); y marcos de referencia



temporales y geodésicos (Grupo de Trabajo D). Puede obtenerse información más detallada en www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/icg/icg.html (en inglés únicamente).

4. El curso práctico de las Naciones Unidas y Mongolia sobre las aplicaciones de los GNSS fue organizado por la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre en cooperación con la Asociación Geoespacial de Mongolia y la Agencia de Administración y Gestión del Territorio, Geodesia y Cartografía de Mongolia. El curso práctico se celebró en línea del 25 al 29 de octubre de 2021. Contó con el apoyo del Comité Internacional.

5. En el presente informe se describen los antecedentes, los objetivos y el programa del curso práctico y se resumen los aspectos más importantes de cada sesión técnica y de las observaciones formuladas por los participantes. El informe se ha preparado para presentarlo a la Comisión sobre la Utilización del Espacio Ultraterrestre con Fines Pacíficos en su 65º período de sesiones, previsto para 2022, y a sus subcomisiones.

A. Antecedentes y objetivos

6. Los principales objetivos del curso práctico eran reforzar el intercambio de información entre países y ampliar las capacidades de la región para seguir aplicando soluciones basadas en los GNSS; intercambiar información sobre proyectos e iniciativas nacionales, regionales y mundiales, que podrían beneficiar a las regiones; y potenciar la transmisión de ideas entre esos proyectos e iniciativas.

7. Los objetivos específicos del curso práctico eran presentar la tecnología de GNSS y sus aplicaciones; promover un mayor intercambio de experiencias reales con aplicaciones concretas; y centrarse en proyectos de aplicaciones de los GNSS apropiados a nivel nacional o regional.

B. Programa

8. En la inauguración del curso práctico, hicieron declaraciones de presentación y bienvenida el Secretario de Estado de Relaciones Exteriores del Gobierno de Mongolia, el Subdirector General de la Agencia de Administración y Gestión del Territorio, Geodesia y Cartografía y el representante de MonMap LLC. También pronunció unas palabras el primer cosmonauta mongol. El representante de la Oficina de las Naciones Unidas de Asuntos del Espacio Ultraterrestre pronunció un discurso de apertura.

9. El curso práctico incluyó las siguientes sesiones técnicas sobre una amplia gama de cuestiones relacionadas con la tecnología basada en los GNSS y sus aplicaciones: a) información actualizada sobre los GNSS y sus aplicaciones; b) el clima espacial; c) el posicionamiento de alta precisión mediante GNSS; d) la cronometría, la frecuencia y las aplicaciones; e) las redes de referencia geodésicas; f) programas y proyectos nacionales relativos a los GNSS; g) estudios de casos; y h) informes del Subgrupo de Aplicaciones del Grupo de Trabajo B del Comité Internacional. En total se presentaron 48 ponencias durante los cinco días del curso práctico. Los participantes fueron seleccionados atendiendo a su formación en ciencias o en ingeniería, la calidad de los resúmenes de las ponencias que presentaron y su experiencia en programas y proyectos basados en la tecnología de los GNSS y sus aplicaciones.

10. Con arreglo a su plan de trabajo, los días 26 y 27 de octubre de 2021 los expertos del Grupo Especial de Detección y Mitigación de Interferencias del Grupo de Trabajo S del Comité Internacional celebraron un seminario sobre la protección del espectro y la detección y mitigación de interferencias. Ese seminario tenía por objeto explicar la importancia de proteger el espectro de los GNSS a nivel nacional y la forma de aprovechar los beneficios de esos sistemas. Las notas de las conferencias del seminario pueden consultarse en la dirección www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/psa/schedule/2021/2021-seminar_IDM_presentations.html (en inglés únicamente).

11. El programa fue preparado por la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre y la Asociación Geoespacial de Mongolia, en cooperación con los grupos de trabajo del Comité Internacional.

12. Las ponencias y los resúmenes de los documentos presentados en el curso práctico, así como el programa, pueden consultarse en el sitio web de la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre (www.unoosa.org).

C. Asistencia

13. Se invitó a participar en el curso práctico a 324 especialistas que representaban a organismos espaciales nacionales, instituciones académicas, instituciones de investigación, organizaciones internacionales y el sector industrial, tanto de países en desarrollo como de países desarrollados, interesados en el desarrollo y la utilización de GNSS para aplicaciones prácticas y para la exploración científica.

14. Estuvieron representados en el curso práctico los 61 Estados Miembros siguientes: Alemania, Arabia Saudita, Argelia, Australia, Azerbaiyán, Bahrein, Bangladesh, Brasil, Burkina Faso, Camboya, Canadá, Chile, China, Côte d'Ivoire, Croacia, Cuba, Ecuador, El Salvador, Emiratos Árabes Unidos, Estados Unidos de América, Etiopía, Federación de Rusia, Fiji, Filipinas, Finlandia, Francia, Gabón, India, Indonesia, Irán (República Islámica del), Japón, Kenya, Kiribati, Lesotho, Malasia, Maldivas, Marruecos, México, Mongolia, Mozambique, Myanmar, Nepal, Nigeria, Omán, Pakistán, Perú, Portugal, República Democrática Popular Lao, Rwanda, Sri Lanka, Tailandia, Tayikistán, Togo, Tonga, Túnez, Turquía, Uganda, Uzbekistán, Venezuela (República Bolivariana de), Zambia y Zimbabwe. También estuvo representada la Comisión Europea. Asimismo, participaron representantes de la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre y la Unión Internacional de Telecomunicaciones.

II. Resumen de las deliberaciones y observaciones

15. En las ponencias y el intercambio de opiniones que tuvieron lugar durante el curso práctico, los participantes tomaron conciencia de los problemas y las oportunidades en la utilización de los GNSS para diversas aplicaciones que podrían proporcionar beneficios sociales y económicos sostenibles, en particular para los países en desarrollo. Cada una de las sesiones técnicas incluyó un debate sobre los principales retos y problemas presentados.

16. En el curso se señaló que el campo de los GNSS se estaba desarrollando de un modo que favorecía que los operadores de satélites responsables de los sistemas actuales y previstos y sus sistemas de aumentación cooperasen a nivel internacional entre sí y con la comunidad de usuarios. Se observó que el Comité Internacional se había convertido en una importante plataforma de comunicación y cooperación en el ámbito de los GNSS y que la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre seguía apoyando los avances hacia el logro de la compatibilidad e interoperabilidad entre los sistemas de navegación espaciales mundiales y regionales. También se señaló que el Comité Internacional, en su calidad de mecanismo de coordinación multilateral, había permitido que la tecnología de los GNSS evolucionara a lo largo del tiempo, mientras seguía proporcionando la estructura necesaria para lograr una interacción eficaz en uno de los campos más importantes de las aplicaciones espaciales.

17. En el curso se observó que el clima espacial era uno de los principales factores que limitaban la precisión y la fiabilidad de los servicios de determinación de la posición, navegación y cronometría proporcionados por los GNSS. Las tormentas y subtormentas geomagnéticas, las erupciones solares y las irregularidades ionosféricas podían provocar el deterioro de esos servicios. Los estudios de casos sobre los efectos del clima espacial en los GNSS pusieron de manifiesto los diferentes enfoques para mitigar las influencias del clima espacial en la determinación de la posición de frecuencia única, de doble frecuencia, cinemática en tiempo real y de puntos precisos. Otra de las cuestiones que recibieron especial atención en las ponencias fue la

evaluación de las características de los diferentes modelos ionosféricos utilizados en las operaciones de frecuencia única durante los fenómenos meteorológicos espaciales.

18. En el curso práctico se señaló que la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre, en cooperación con el Centro Internacional Abdus Salam de Física Teórica de Italia, el Boston College de los Estados Unidos y el Comité Internacional, había previsto una serie de actividades de formación centradas en la física ionosférica y la ciencia del clima espacial, que se celebrarían en 2022.

19. En un seminario dirigido por el Grupo Especial de Detección y Mitigación de Interferencias del Grupo de Trabajo S del Comité Internacional se presentó la administración del espectro para los servicios de radionavegación por satélite (RNSS) y la mitigación de las interferencias radioeléctricas, a lo que se denomina en conjunto “protección del espectro”. Distintos expertos con experiencia en la creación, la explotación y el uso de RNSS debatieron aspectos regulatorios, técnicos, operativos y normativos de la protección del espectro de los RNSS. Se observó que el número de aplicaciones de los GNSS era prácticamente ilimitado y que estos sistemas revestían una importancia crucial para las economías nacionales y mundiales.

20. En cuanto a la vulnerabilidad de los GNSS y las amenazas a que están expuestos, se observó que las señales de satélites que captan los receptores de GNSS eran mucho más débiles que las señales de radio que normalmente utilizaban los sistemas terrestres, como las emisoras de televisión o las redes de telefonía móvil, de modo que era indispensable mantener las frecuencias utilizadas por los servicios terrestres bien separadas de las que usaban los GNSS. Había numerosas fuentes de interferencias capaces de reducir el rendimiento de los GNSS e impedir el uso de estos.

21. Por lo tanto, se animó a los asistentes en el curso práctico a que mantuvieran contactos con los reguladores del espectro y los responsables de la toma de decisiones en sus respectivos países con el fin de asegurarse de que se comprendían cabalmente los procesos y las organizaciones que intervienen en la regulación del espectro de los GNSS y de que este espectro estaba debidamente protegido. Solo asegurando que el espectro de los GNSS se mantuviese limpio y libre de interferencias sería posible obtener el máximo beneficio de ellos.

22. Se señaló que los sistemas GNSS, que utilizaban receptores GNSS estándar, podían ofrecer una precisión de posicionamiento de unos 10 metros. Sin embargo, ese nivel de precisión podía mejorarse mediante técnicas de corrección de errores. Las mediciones de los GNSS se veían afectadas por los errores del reloj del satélite, los errores de órbita (errores de efemérides), los efectos ionosféricos, los efectos troposféricos, los errores de los circuitos del receptor y la distorsión por trayectos múltiples. Todos esos efectos, a excepción de la distorsión por trayectos múltiples, que seguía siendo una fuente de error importante, podían ser eliminados o reducidos utilizando métodos especiales de observación de la señal y técnicas de procesamiento de esta. Uno de esos métodos era la observación diferencial, en la que una estación de referencia, instalada en un lugar de posición conocida, permitía calcular con exactitud los errores de medición, proporcionando así una precisión de unos pocos centímetros; este proceso se conocía como procesamiento cinemático en tiempo real. Otro método tenía en cuenta los datos de error relacionados con el satélite (datos del reloj y de la órbita) procedentes del propio satélite mediante una señal o enlace independiente. En el curso práctico se presentó una metodología sencilla para diseñar y poner en marcha a bajo costo un receptor de radio controlado por programa informático de GNSS. Se señaló que la disponibilidad de receptores fiables y flexibles era una prioridad para muchas aplicaciones, incluida la investigación.

23. Los participantes indicaron que el acceso a los servicios de posicionamiento de gran precisión que prestaban los GNSS y los sistemas regionales de navegación por satélite favorecería la adopción de aplicaciones de ese tipo que estaban apareciendo en el mercado general, como las que se usaban en sistemas autónomos para los sectores del transporte, la construcción, la minería, la agricultura y los servicios basados en la ubicación. También se observó que la capacidad de medir y supervisar la calidad de la

señal de los GNSS era fundamental para evaluar la funcionalidad y el rendimiento de los sistemas.

24. Se señaló en el curso práctico que el Grupo de Trabajo C del Comité Internacional, dirigido por la Oficina de Asuntos del Espacio Ultraterrestre, y el Centro de Ciencias de la Información Espacial de la Universidad de Tokio (Japón) organizaron entre 2018 y 2020 una serie de cursos de formación centrados en un receptor de bajo costo para el posicionamiento de alta precisión y el tratamiento de datos de los GNSS mediante la técnica cinemática en tiempo real posterior al procesamiento. Las notas de los cursos de formación pueden consultarse en el portal de información del Comité Internacional (www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/icg/activities.html, en inglés únicamente). En 2022 estaba previsto comenzar una nueva serie de programas de formación centrados en el tratamiento de datos de los GNSS. Esta serie incluiría una sesión para las autoridades normativas y decisorias sobre los principios y aplicaciones de los GNSS.

25. Se observó que los satélites de los GNSS estaban equipados con relojes atómicos que tenían una precisión de nanosegundos. Aunque se trataba de una precisión asombrosa, las mediciones temporales eran necesarias para el cálculo del posicionamiento del GNSS. Los receptores de los GNSS también podían utilizar las mediciones temporales para ofrecer precisiones de cronometría inferiores a 20 nanosegundos. Se mostró a los participantes un ejemplo de los métodos de transferencia temporal de los GNSS para los relojes remotos de las observaciones de vista común y de vista completa basadas en mediciones de códigos y en la escala temporal de referencia del GNSS.

26. Los participantes tomaron nota de los recientes avances en el uso tanto del Marco Estratégico General como de la Guía de Implementación del Marco Integrado de Información Geoespacial a efectos de la creación de capacidades geodésicas, con ejemplos de países que actualmente utilizaban el Marco para elaborar planes de acción a nivel nacional. Se reconoció la necesidad de contar con normas y procedimientos idóneos, entre ellos listas de verificación consolidadas que sirvieran para garantizar la utilización coherente y sostenible de los GNSS, y las actividades conexas en las regiones.

27. En el curso práctico se señaló que la Comisión 5 sobre posicionamiento y medición de la Federación Internacional de Agrimensores (FIG) estaba organizando seminarios técnicos sobre los marcos de referencia en la práctica, en cooperación con la Asociación Internacional de Geodesia, el Servicio Internacional de GNSS y los Grupos de Trabajo C y D del Comité Internacional. Los seminarios se celebraban durante la Semana de Trabajo de la FIG para provecho de los geodestas o agrimensores que topaban con problemas del marco de referencia en entornos tanto públicos como comerciales.

28. Se informó a los participantes acerca de los programas de educación y formación sobre el GNSS. Se señaló que el desarrollo social y económico de los países de la región podría potenciarse mejorando las capacidades y los conocimientos de los educadores universitarios y los científicos mediante una formación teórica rigurosa, investigaciones, ejercicios sobre el terreno y proyectos experimentales relacionados con las tecnologías de los GNSS. También se ofreció información sobre los cursos de corta y larga duración sobre diversos aspectos de los GNSS que se impartían en los centros regionales de formación en ciencia y tecnología espaciales, afiliados a las Naciones Unidas.

29. La sesión dedicada a los estudios de casos ofreció a los participantes otra oportunidad para compartir sus experiencias sobre la utilización y las aplicaciones de los GNSS. Los participantes tuvieron conocimiento de los productos de posicionamiento de alta precisión que mejoran la eficiencia y ahorran tiempo y costos de insumos para la industria agrícola. También se presentó una amplia selección de productos innovadores de posicionamiento de los GNSS que podrían ayudar en aplicaciones de construcción y minería.

30. Los participantes agradecieron los diversos informes del Subgrupo de Aplicaciones del Grupo de Trabajo B del Comité Internacional sobre cuestiones como las aplicaciones y los servicios del sistema de transporte inteligente, un sistema de alerta

de emergencia basado en los GNSS que respondía a todo tipo de peligros, desde terremotos hasta incendios forestales, la tecnología para el usuario de los GNSS, los productos y servicios de alta precisión y las aplicaciones de autenticación de señales de los GNSS, todo lo cual ilustraba que la tecnología de los GNSS estaba experimentando una rápida evolución que respondía a la necesidad de acceso desde cualquier lugar, automatización y posicionamiento seguro, y mostraba la forma en que las últimas novedades aportarían precisión, integridad y solidez sostenidas en los principales dominios de aplicación.

31. Se informó durante el curso práctico sobre la segunda edición de la publicación *The Interoperable Global Navigation Satellite Systems Space Service Volume (ST/SPACE/75/Rev.1)*, cuyo contenido había sido objeto de una profunda revisión y actualización; se habían incluido los datos más recientes de las constelaciones de todos los proveedores de GNSS y las experiencias de vuelo de los usuarios del espacio en relación con los GNSS. Los asistentes al curso práctico tomaron nota de la aparición del vídeo que acompañaba a la publicación. Ambos podían consultarse en www.unoosa.org/oosa/en/ourwork/icg/documents.html (en inglés únicamente).

III. Observaciones finales

32. La sesión de debate dio lugar a orientaciones sobre la forma en que las instituciones podrían colaborar entre sí por medio de alianzas regionales para compartir y transferir conocimientos y poner en marcha actividades y propuestas de proyectos conjuntos. Las observaciones formuladas por los participantes fueron sumamente positivas; algunos señalaron que las cuestiones examinadas satisfacían sus necesidades y expectativas profesionales.

33. También se destacó que la Oficina continuaría su labor de creación de capacidad por conducto de los centros regionales de formación en ciencia y tecnología espaciales, afiliados a las Naciones Unidas, y los centros de excelencia, y seguiría trabajando para que los usuarios finales se beneficiaran de los GNSS multiconstelación.

34. Los asistentes manifestaron su agradecimiento a las Naciones Unidas, al Gobierno de Mongolia y a los grupos de trabajo del Comité Internacional tanto por la excelente organización como por el contenido del curso práctico.