

# Técnicas de análisis y métodos para el incremento de la precisión posicional relativa utilizando receptores GPS monofrecuencia L1

Alberto Eduardo Riba<sup>(1)</sup>, Nelson Acosta<sup>(2,3)</sup>, Juan Manuel Toloza<sup>(2,3)</sup>, Fernando Emmanuel Frati<sup>(1)</sup>, Carlos Kornuta<sup>(2)</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Básicas y Aplicadas, Universidad Nacional de Chilecito  
9 de Julio 22, Chilecito, La Rioja, Argentina  
{ariba, fefrati}@undec.edu.ar

<sup>2</sup> Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires  
General Pinto 399, Tandil, Buenos Aires, Argentina  
{nacosta, jmtoloza}@exa.unicen.edu.ar, c\_kornuta@hotmail.com

<sup>3</sup> Universidad Nacional de Tres de Febrero  
Mosconi 2736 - Sáenz Peña (B1674AHF), Buenos Aires, Argentina

## Resumen

La tendencia actual de la georreferenciación en todos los ámbitos radica en la utilización de sistemas globales de navegación por satélite conocidos como GNSS, el más antiguo, conocido y difundido en la actualidad sin dudas es la tecnología NAVSTAR-GPS, pero existen otras implementadas como GLONASS y en vías de implementación como GALILEO y COMPASS que amplían esta oferta inicial.

Los receptores GPS monofrecuencia L1 de código C/A de bajo costo, son un caso particular de receptores que en la actualidad se están utilizados ampliamente en múltiples sectores y con diferentes finalidades. La presente línea de I+D apunta al estudio, diseño y desarrollo de algoritmos, técnicas y métodos que permitan mejorar la precisión del posicionamiento entregada por el sistema de posicionamiento global NAVSTAR-GPS utilizando receptores GPS estándar de bajo costo.

Los temas abordados son transversales a varias áreas, como algoritmos, lógica, programación, arquitectura de

computadoras, sistemas de posicionamiento. Se espera que de esta línea surjan futuras tesis de grado de las carreras relacionadas al área de la UNDeC, UNICEN y UNTREF.

## Palabras clave:

Posicionamiento de precisión, GPS diferencial de bajo costo, Minimización de errores de sensores, Sistemas globales de posicionamiento, GNSS, GPS, DGPS

## Contexto

Forma parte de esta línea de investigación el proyecto “Incremento de la precisión posicional relativa utilizando receptores GPS de bajo costo” presentado en la Secretaría de Ciencia y Tecnología convocatoria para estímulo y desarrollo de la investigación científica y tecnológica (FICyT - UNDeC - convocatoria 2013-2014).

Cabe destacar que esta línea se presenta como continuidad del proyecto de tesis doctoral “Algoritmos y técnicas de

tiempo real para el incremento de la precisión posicional relativa usando receptores GPS estándar” del Dr. Juan Manuel Toloza becario CONICET.

## Introducción

Durante años el posicionamiento de un objeto sobre la corteza terrestre ha sido objeto de innumerables investigaciones, desde los mercantes que usaban los cuerpos celestiales para ubicarse en su navegación por los océanos [1, 2], hasta los nuevos sistemas autónomos que, portando un micro-dispositivo embebido con distintos tipos de sensores, resuelven en cuestión de segundos la posición actual sobre la faz de la tierra para poder realizar su navegación [3].

Los GNSS (Global Navigation Satellite System) utilizan satélites para poder ubicar un receptor en tierra basado en técnicas de triangulación y medición de retardo de la señal [4]. Existen distintos sistemas GNSS implementados como NAVSTAR-GPS (Departamento de Defensa de EEUU) y GLONASS (Ministerio de Defensa de la Federación Rusa) y en vías de implementación como GALILEO (Unión Europea - GSA European GNSS Agency) y COMPASS (Gobierno Chino).

En nuestro país existe una gran cantidad de receptores de bajo costo que utilizan la tecnología NAVSTAR-GPS y existe una gran oferta de los mismos. Cuando se trabaja con este sistema utilizando los receptores mencionados, no se puede asegurar de obtener posiciones con una precisión mayor a los 15 metros el 95% de las veces [5].

Existe un gran número de aplicaciones que utilizan esta tecnología y pueden llevar a cabo su tareas sin inconvenientes en cuanto a la precisión obtenida, pero alguna áreas específicas como la

agricultura de precisión, la aeronavegación, la navegación marítima, los desarrollos aeroespaciales, entre otras, necesitan una mayor precisión.

Varios desarrollos de empresas, gobiernos e instituciones afrontan a diario este desafío de encontrar nuevas técnicas para mejorar la precisión del posicionamiento, muchos de ellos con resultados exitosos y comprobables [6]. Pero estos desarrollos no alcanzan a la totalidad de los usuarios que los necesitan, en algunos casos las razones son económicas y en otros porque la región de residencia no se ve beneficiada por el servicio. Adquirir la infraestructura para montar un sistema de posicionamiento preciso, puede requerir la inversión de millones de dólares. En otros casos puede implicar el abono de un servicio mensual. Aun así, y más allá de contar con la capacidad económica, en ciertas regiones no es posible acceder a las señales de corrección por características del terreno o por estar fuera del área de cobertura. Por este motivo es muy importante desarrollar soluciones tecnológicas que cubran estas necesidades.

Algunos de los requisitos operacionales para los que las constelaciones GPS y GLONASS no se elaboraron, se enuncian a continuación:

- **Exactitud:** diferencia entre la posición estimada y la real.
- **Integridad:** confianza sobre la información total proporcionada.
- **Continuidad:** funcionamiento sin interrupciones no programadas.
- **Disponibilidad:** es la parte del tiempo durante la cual el sistema presenta simultáneamente la exactitud, integridad y continuidad requeridas.

Para garantizar que los GNSS actuales cumplan con estos requisitos se requiere de diversos grados de aumentación.

Se han diseñado y normalizado para superar las limitaciones inherentes a los GPS tres sistemas de aumentación: el sistema basado en aeronave (Aircraft Based Augmentation System – ABAS), el basado en tierra (Ground Based Augmentation System - GBAS), y el basado en satélite (Satellite Based Augmentation System –SBAS). Para aplicaciones en tiempo real, las correcciones de los parámetros de cada satélite de las constelaciones GNSS existentes (GPS y GLONASS) deberán ser transmitidas a los usuarios a través de equipos de radio VHF (GBAS) o si se requiere una amplia cobertura a través de satélites geostacionarios que emitan pseudocódigos con información de corrección (SBAS).

Esta línea de investigación pretende reducir la brecha existente entre estos desarrollos y los usuarios finales que necesitan realizar tareas con mayor precisión posicional que la entregada originalmente por un sistema global de navegación satelital (GNSS) como es el NAVSTAR-GPS, utilizando receptores GPS de bajo costo.

### **Líneas de Investigación, Desarrollo e Innovación**

- Posicionamiento de precisión
- Sistemas de Tiempo Real
- Protocolo NMEA
- Geometría de los satélites
- Posicionamiento diferencial de bajo costo
- Minimización de errores de posicionamiento

## **Resultados y Objetivos**

### **Resultados**

Si bien la línea recién se inicia como resultados se puede mencionar el trabajo de tesis doctoral de uno de los integrantes, que desarrolló una herramienta donde se implementa un conjunto de técnicas y algoritmos para el tratamiento de información que proviene de los receptores para incrementar la exactitud del posicionamiento.

Esta herramienta es totalmente configurable y posee portabilidad de manera que funcione en cualquier región donde no se cuenta con servicios de aumentación para mejorar la precisión.

### **Objetivo General**

Desarrollar un conjunto de técnicas y algoritmos de mejora a la precisión del posicionamiento utilizando receptores GPS estándar de bajo costo en un prototipo de GPS diferencial

### **Objetivos Específicos**

Analizar técnicas y algoritmos de mejora de la precisión del posicionamiento para receptores GPS estándar. Analizar y diseñar técnicas para el análisis geométrico de la posición de varios satélites. Estudiar el impacto que tiene el factor de dispersión espacial de los satélites en el error de posicionamiento de un GPS de bajo costo. Analizar técnicas y algoritmos de la integridad de los datos recibidos por el dispositivo. Analizar técnicas de aumentación de la precisión.

## **Formación de Recursos Humanos**

El equipo de investigación que lleva a cabo esta línea de trabajo en posicionamiento está compuesto por 5 docentes y 3 alumnos de grado. De los docentes: 2 son doctores en informática, uno de ellos realizando un posdoctorado

en la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires; un maestrando que presentará su tesis en la Universidad Nacional de San Juan; un doctorando que presentará su tesis en la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires; y un doctorando que presentará su tesis en la Universidad Nacional de La Plata. Cabe destacar que tanto los dos doctorandos como el posdoctorando son becarios CONICET. También se están desarrollando dos tesinas finales de grado en el marco de este proyecto donde participan los 3 alumnos de grado.

## Referencias

[1] Rao (2010) Global Navigation Satellite Systems. Tata McGraw-Hill Education, 478 pp.

[2] Misra P. & Enge P. (2010) Global Positioning System: Signals, Measurements, and Performance. New York, Ganhga-Jamuna Press, 590 pp.

[3] Enrique David Martí, David Martín, Jesús García, Arturo de la Escalera, José Manuel Molina and José María Armingol. "Context-Aided Sensor Fusion for Enhanced Urban Navigation". Open Access Sensors, Article.

[4] Gleason S. & Gebre-Egziabher D. (2009) Gns Applications and Methods. Artech House, 508 pp.

[5] Zandbergen P. A. & Arnold L. L. (2011) Positional accuracy of the Wide Area Augmentation System in consumer-grade GPS units. Computers & Geosciences Volume 37 Issue 7, Elsevier, pp. 883-892.

[6] Tolosa Juan Manuel. (2012) "Algoritmos y técnicas de tiempo real para el incremento de la precisión posicional relativa usando receptores GPS estándar". SEDICI, Universidad Nacional de La Plata.