

Einsatz von Assured Position, Navigation und Zeitmessung (A-PNT)

Ob Wegbeschreibung beim Autofahren oder Steuerung von Präzisionswaffen: Positionskenntnis, Navigation und Zeitmessung (PNT) sind nicht nur hier entscheidend, sondern ermöglichen es auch, dass Telefone kommunizieren, Schiffscontainer ihr Ziel zu erreichen und Landwirte ihre Ernteerträge optimieren.



Heute stützt sich PNT auf globale Satellitennavigationssysteme (GNSS) wie das US-amerikanische Global Positioning System (GPS), Galileo der Europäischen Union, das russische Global Navigation Satellitensystem (GLONASS) und das chinesische BeiDou.

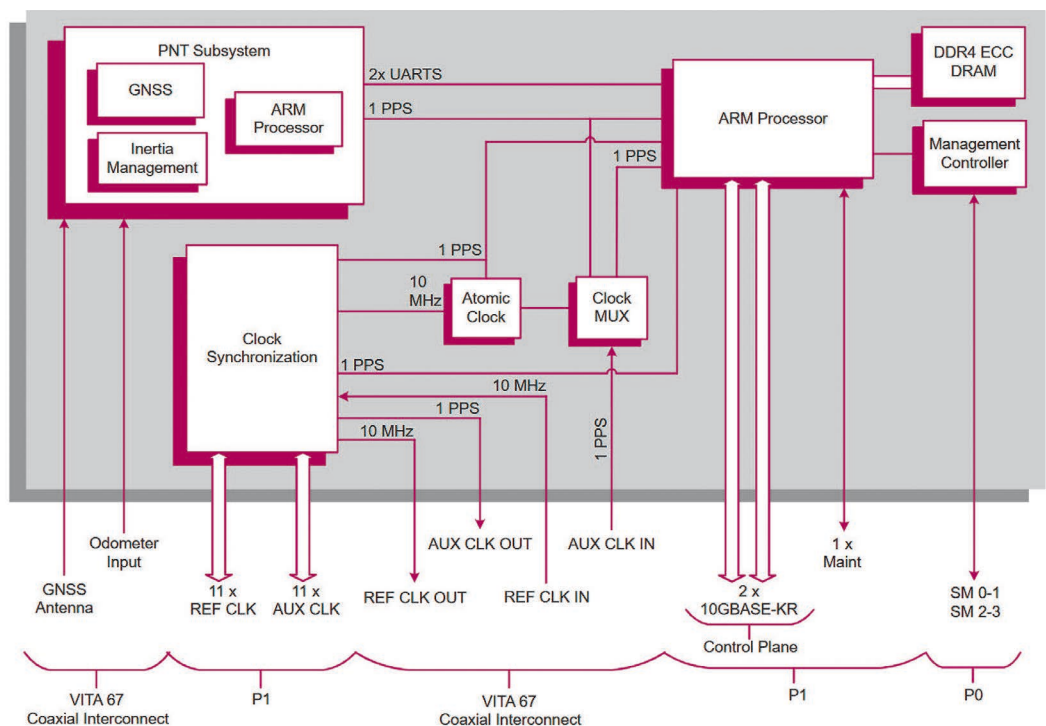
Was ist SBAS?

Das satellitengestützte Ergänzungssystem (Satellite Based Augmentation System, SBAS) ist ein Erweiterungssystem zur Satellitennavigation. Es steigert regional begrenzt die Positionsgenauigkeit von einem oder mehreren globalen Navigationsatellitensystemen (GNSS). SBAS liefert zusätzliche Informationen, die von üblicherweise geosynchronen (meistens geostationären) Satelliten ausgestrahlt werden und Zuverlässigkeit, Genauigkeit und Verfügbarkeit der Positionsbestimmung erhöhen. SBAS ist ein regionales Netzwerk von Boden- und Satellitensystemen, das die Genauigkeit und Zuverlässigkeit von GNSS-Daten verbessert. Der Europäische Geostationäre Navigations-Overlay-Dienst (EGNOS) ist die europäische Version dieses Sys-

tems, und das Wide Area Augmentation System (WAAS) ist das US-amerikanische Äquivalent. Japan hat sein multifunktionales Satellitensystem Augmentation System (MSAS) entwickelt, das SBAS-Funktionen bietet. Indien hat sein eigenes SBAS-Programm (GAGAN) gestartet und China, Russland, Südkorea, Australien und Neuseeland haben Pläne angekündigt, ihre eigenen SBAS-Einführungen zu starten.

Kompatible und interoperable Systeme

Obwohl es sich um eine Fülle von fragmentierten Systemen zu handeln scheint, entsprechen sie alle einem gemeinsamen globalen Standard und sind daher kompatibel und interoperabel. Jedes GNSS hat seine eigene „Konstellation“ von



Blockaufbau der 3U-VPX-Einsteckkarte

Quelle:
„Deploying Assured Position, Navigation & Timing (A-PNT)“
Concurrent Technologies
www.gocct.com
übersetzt von FS

Satelliten, die 20.000 km über der Erde angeordnet sind, um die gewünschte Abdeckung zu erreichen. Jeder Satellit in einer GNSS-Konstellation sendet ein Signal aus, das ihn identifiziert und seine Zeit, seine Umlaufbahn und seinen Status angibt.

Doch diese GNSS-Satelliten sind anfällig für Spoofing, Jamming und Cyberangriffe und sind somit zu einer einzigen Schwachstelle geworden, die militärisches Personal, militärische Operationen und Ausrüstungen gefährdet.

Militärische Anwendungen im Blickpunkt

Gesicherte Positionierungs-, Navigations- und Zeitgebungssysteme (A-PNT) stützen sich auf Informationen aus mehreren komplementären Quellen und/oder mehrere Frequenzen innerhalb einer einzigen Konstellation. A-PNT soll das ge-

Form Factor	Processor	Control Plane	
SOSA Compliant 3U VPX	Embedded Processor for control & management	2x 10GBASE-KR	
GNSS Module	Assured PNT Features	Timing / Synchronisation Distribution	VITA 67 - Coaxial Interconnect
Multi-constellation Multi-frequency Interference and jamming mitigation	Chip Scale Atomic Clock (CSAC) Inertial Measurement Unit (IMU)	Differential radial clock distribution IEEE1588 PTP (802.1AS) Grandmaster NTPv4	GNSS Antenna Input Odometer Input Ref Clocks in/out Aux Clocks in/out

Schlüssel-Features von 3U VPX PNT PIC

che oder ein höheres Leistungsniveau bieten wie die einzelnen GNSS-Systeme, die derzeit von Streitkräften und zivilen Organisationen genutzt werden.

Militärische Anwendungen basieren auf dem technischen SOSA-Standard mit der OpenVPX-Technologie als Hardware-Enabler der Wahl, um die Inter-

operabilität und die Anpassung an offene Standards zu gewährleisten.

Bei militärischen Anwendungen erfordert PNT auch, die Genauigkeit der Position bis auf wenige Zentimeter genau zu bestimmen, um zum Beispiel genau zu wissen, wo sich Militärfahrzeuge auf dem Schlachtfeld befinden. In Bezug auf das Timing bestehen ebenfalls hohe Anforderungen auf Systemebene beispielsweise für eine präzise zeitliche Abstimmung von per Funk übertragenen Informationen.

NATO Generic Vehicle Architecture (NGVA) Data Format & Generic Vehicle Architecture (GVA)

Die generische Fahrzeugarchitektur der NATO (NGVA) ist ein NATO-Standardisierungsabkommen (STANAG 4754), das auf offenen Standards beruht und zur Integration militärischer Sys-

teme und zum Datenaustausch zwischen Fahrzeug-Subsystemen dient. Die britische GVA (Def Stan 23-009) definiert ebenfalls einen Datenmodellansatz für Interoperabilitätszwecke. Der NGVA-Standard baut auf der Infrastruktur der Data Distribution Services (DDS) auf und dient dazu, das Datenverteilungsprotokoll für den interoperablen Informationsaustausch zwischen den verschiedenen Subsystemen auszutauschen.

Herausforderungen des A-PNT-Einsatzes

Die Entwicklung und Einführung einer A-PNT-Lösung stellt Anforderungen an Hauptauftragnehmer und Systemintegratoren. Es geht um schnelle Datenverarbeitung, Konnektivität, Interoperabilität, Sicherheit und Nutzerfreundlichkeit:

Verarbeitung: Daten aus verschiedenen Quellen, die zu

GNSS-Verweigerung

Es sind Techniken erforderlich, um eine böswillige Unterbrechung des GNSS-Dienstes zu verhindern, etwa durch Jamming und Spoofing. Jamming ist in der Regel das bewusste Stören der Signale auf GNSS-Frequenzen, kann jedoch auch ungewollt verursacht werden, z.B. durch Weltraumwetter oder fehlerhafte Geräte. Spoofing ist die Bereitstellung von GNSS-ähnlichen Signalen, die lokal übertragen werden und so codiert sind, dass sie dem Empfänger vortäuschen, dass er sich an einem Ort befindet, an dem er nicht ist. Funktionen, die die GNSS-Verweigerung entschärfen, sind:

- Verfolgung mehrerer Satellitenkonstellationen
- mehrere Frequenzen
- Maskierung der Elevation
- Trägheitsmesseinheit (IMU)
- Kilometerzähler

Die Jamming-Erkennung überwacht den Rauschpegel und meldet anhand konfigurierbarer Schwellenwerte Dauerstrich- und Breitbandstörungen. Die Spoofing-Erkennung verfolgt die Signale und meldet alle verdächtigen Veränderungen.

Nicht jede GNSS-Verweigerung ist böswillig. Ein GNSS-Empfänger braucht eine klare Sichtlinie zu den Satelliten, die er verfolgt. Wenn die Sichtlinie zu einem Satelliten durch Objekte wie Gebäude oder Bäume blockiert ist, kann der Empfänger keine Signale von diesem Satelliten empfangen. An Orten mit vielen Hindernissen, wie zum Beispiel im Zentrum einer großen Stadt, können die Hindernisse so viele Satelliten blockieren, dass der Empfänger seine Position oder Zeit nicht berechnen kann.

Was macht PNT sicher (assured)?

Die Verwendung mehrerer komplementärer PNT-Technologien, die sich auf bewährte und vertrauenswürdige Techniken stützen, ermöglicht es einem System, das Konzept einer „Wahrheit“ (truth) in der PNT-Terminologie zu erreichen. Diese Validierung von Daten durch Querverifizierung ist das, was PNT als „sicher“ oder „gesichert“ macht. Die Verwendung mehrerer Satellitenkonstellationen und Frequenzen ist eine Methode zur Validierung von GNSS-Daten. A-PNT-Systeme verwenden auch ein Trägheitsnavigationssystem, das die Rotations- und Beschleunigungsinformationen von einer Trägheitsmesseinheit nutzt, um eine relative Position über die Zeit zu berechnen. All diese Daten können sich gewissermaßen gegenseitig verstärken und so eine leistungsstarke Navigationslösung darstellen.

(NATO) Generic Vehicle Architecture (N)GVA Assured Position Navigation Timing (A -PNT) Rugged SFF system

- "(N)GVA Ready" Assured Position Navigation Timing System
- Plug-In Ready to Go
- Dual 1000BaseT Ethernet connections
- GNSS Antenna Input connector
- Odometer Input
- Ref and Aux CLK In
- Ref and Aux CLK Out
- Anti Tamper / Tamper Evident



Konzeptnachweis (Proof of Concept) NVGA A-PNT

unterschiedlichen Quellen, die zu verschiedenen Zeiten und in verschiedenen Formaten eingehen, müssen schnell und effizient verarbeitet werden. Diese Daten müssen dann an eine Reihe an eine Reihe anderer Systeme sowohl vor Ort als auch in den Kommandozentralen verteilt werden (Konnektivität). A-PNT-Lösungen sind Teil eines größeren Systems und müssen daher mit anderer Hardware und Software zusammenarbeiten (Interoperabilität). An allen Punkten des Prozesses müssen nicht nur die Daten geschützt werden, son-

dern auch unterschiedliche Kombinationen von klassifizierten und nichtklassifizierten Informationen (Sicherheit). Schließlich die Benutzerfreundlichkeit: Der Endnutzer erwartet einen nahtlosen Übergang von seiner GNSS-Schnittstelle zu einem leistungsfähigeren und sicheren A-PNT-System.

Wie wird A-PNT implementiert?

Die im Aufmacherbild gezeigte PR A11/61d-RCx von Concurrent Technologies ist eine 3U-VPX-Einsteckkarte, die für

hochpräzise A-PNT-Anwendungen entwickelt wurde. Sie dient der Verarbeitung von Daten aus verschiedenen Quellen, die zu unterschiedlichen Zeiten und in unterschiedlichen Formaten schnell und effizient verarbeitet werden müssen. Das Blockschaltbild und die Tabelle informieren näher über den internen Aufbau und die Möglichkeiten. Concurrent Technologies erweiterte damit sein Produktportfolio um das NGVA-Format.

Ein paar Schlaglichter: Das GNSS-Modul bietet eine genaue Zeitreferenz und Position und ist außerdem für die Erkennung und Meldung von Störungen und von Spoofing zuständig. Die Chip Scale Atomic Clock (CSAC) unterstützt die Genauigkeit und Stabilität der Taktsignale und liefert weiterhin eine hochgenaue Zeitreferenz, wenn die primäre GNSS-Referenz verlorengeht. Die Trägheitsmess-einheit (IMU) verfolgt eine relative Position über die Zeit, um GNSS-Signale zu validieren und weiterhin Daten zu liefern, wenn die GNSS-Signale beeinträchtigt sind. Die IMU liefert zusätzliche Bodeninformationen durch das dreiaxige Gyroskop und einen dreiaxigen Beschleunigungsmesser. Es gibt auch einen Kilometerzähler-Eingang, der ein üblicher externer Sensor für Bodenfahrzeuge ist für eine

weitere unabhängige Weg- und Geschwindigkeitsmessung, die die gesamte Navigationslösung unterstützen kann.

Das A-PNT-Datenformat

Die Konnektivität über zwei 10GBASE-KR-Ethernet-Schnittstellen ist die Grundlage für die Zeit- und Synchronisationsverteilung sowie für den Versand der A-PNT-Informationen an die Teilnehmer. Diese Daten können so konfiguriert werden, dass sie dem NMEA-Datenformat (National Marine Electronics Association) entsprechen, einem industrieweiten Defacto-Standard, der von vielen GNSS-Herstellern verwendet wird.

Die ITAR-Vorschriften (International Traffic in Arms Regulations) regeln die Herstellung, den Verkauf und den Vertrieb von verteidigungs- und raumfahrtbezogenen Artikeln und Dienstleistungen gemäß der Definition in der United States Munitions List (USML). Die Nachfrage nach zuverlässigen, tragbaren und integrierten PNT-fähigen Lösungen, die ITAR-frei sind und auf offenen Standards beruhen, war noch nie so hoch wie heute. ◀

Was ist PNT?

Das U.S. Verkehrsministerium hat eine Zusammenfassung einer nationalen PNT-Architektur vorgelegt:

• Positionierung (P)

Fähigkeit zur genauen und zweidimensionalen (oder dreidimensionalen, wenn erforderlich) Bestimmung des eigenen Standorts und Orientierung, bezogen auf ein standardisiertes geodätisches System

• Navigation (N)

Fähigkeit zur Bestimmung der aktuellen und gewünschten Position (relativ oder absolut) und Anwendung von Korrekturen für Kurs, Orientierung und Geschwindigkeit, um eine gewünschte Position zu erreichen überall auf der Welt, von der Erdoberfläche bis in den Weltraum

• Zeitmessung (T)

Fähigkeit zur Erfassung und Aufrechterhaltung der präzisen Zeit von einem Standard (UTC) überall auf der Welt und innerhalb benutzerdefinierter Parameter einschließlich Zeitübertragung

Wo wird A-PNT eingesetzt?

Typische militärische Anwendungen für A-PNT umfassen elektronische Kriegsführung (EW), Software Defined Radio (SDR) und Radar-Verarbeitung. Das Programm der US-Armee für A-PNT heißt MAPS (Mounted Assured Precision Navigation and Timing System). Dieses ist bereits im Einsatz, aber möglicherweise nicht kosteneffektiv für Anwendungen in allen militärischen Zweigen. Viele komplexe Systeme, die GPS verwenden, müssen auf A-PNT umgestellt werden, sodass zusätzliche ergänzende Lösungen zu MAPS benötigt werden.