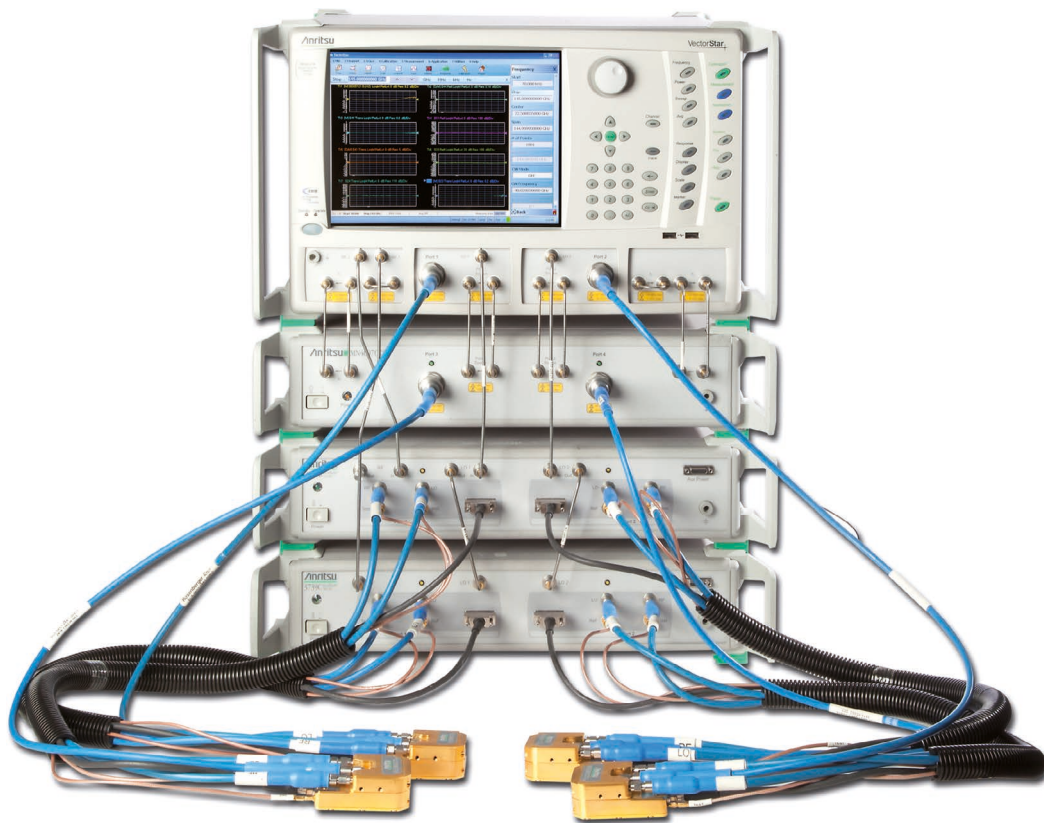


Was fördert den Einsatz von 5G für die präzise Ortung und warum ist dies so wichtig?

Das Mobilfunknetz der fünften Generation (5G) breitet sich aufgrund der vielen Vorteile, die es hinsichtlich Ortungs-/Positionierungsgenauigkeit bietet, in neue Branchen und Technologiebereiche aus.



Während sich 2G, 3G und 4G vor allem auf Consumer-Dienste wie Sprache, Messaging und mobiles Surfen konzentrierten, hat sich 5G als ideal für Anwendungen erwiesen, bei denen vernetzte Geräte ein Maß an Genauigkeit oder Abdeckung benötigen, das mit dem globalen Satellitennavigationssystem (GNSS) nicht möglich ist. Dazu gehören autonome Fahrzeuge, Roboter, Systeme für das Internet der Dinge (IoT), Indoor-Verpackung, Lagerhaltung und intelligente Fertigungsanlagen.

Präzise Positionierungstechnik

5G ermöglicht dies durch den Einsatz präziser Positionierungstechnik (PPT) im Rahmen des 3GPP (3rd Generation Partnership Project), das Telekommunikations-Regulierungsorgani-

sationen auf der ganzen Welt umfasst. Während die 3GPP-Spezifikationen Mobilfunktechnik abdecken, einschließlich Funkzugang, Kernnetz und Servicefunktionen, können wir davon ausgehen, dass PPT in lokalen 5G-Netzen für industrielle Anwendungen genutzt wird. 5G New Radio (NR) ist eine neue Funkzugangstechnik (RAT; Radio Access Technology), die von 3GPP für 5G-Anwendungen entwickelt wurde und als globaler Standard für die Luftschnittstelle von 5G-Netzen konzipiert ist.

Ziel ist es, die 3GPP-Signalisierung im 5G-Netz zu nutzen, um die Leistungsfähigkeit der Positionsberechnung zu verbessern. Dabei werden bestehende Signale im 5G-Netz genutzt und einige spezifische

neue Signale eingeführt, die die verbesserte Ortungsfähigkeit direkt unterstützen. Die 5G-Positionierungsfunktionen, die als 3GPP-Präzisionspositionierungsfunktionen eingeführt werden, können GNSS ergänzen, um die Genauigkeit zu erhöhen und/oder die Messzeiten zu verkürzen. Darüber hinaus können sie Positionsinformationen liefern, wenn GNSS einfach nicht verfügbar ist, z.B. in Innenräumen, Fabriken, Tunneln, Tiefgaragen, Straßenschluchten usw.

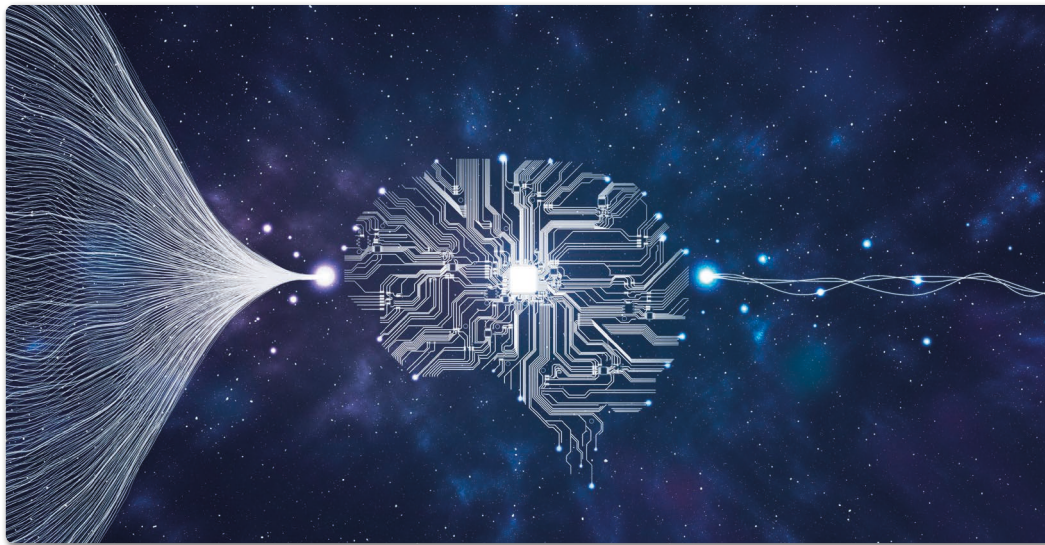
Zu denjenigen, die sich mit der Einführung von 5G PPT befassen, gehören Mobilfunknetzbetreiber (MNOs, Mobile Network Operators), Anbieter von Infrastrukturen, Chipsets, IoT-Modulen und die Ökosysteme der Automobilindustrie und Smart Factories.

Machbarkeit der technischen Einführung

MNOs sind derzeit dabei, Zeitpläne für die Netzwerkbereitstellung abzuschätzen. Obwohl es den Anschein haben kann, dass die MNOs den Aufbau von Kapazitäten im Ökosystem verfolgen, sind sie oft der Haupttreiber, der die Nachfrage bei den Infrastruktur- und Geräteanbietern weckt. Sobald die Fähigkeiten innerhalb der 3GPP-Spezifikationen festgelegt sind und Versuche die Machbarkeit der technischen Einführung bewiesen haben, wird die entscheidende Frage bei der Einführung das für jedes Industrie-segment geeignete Geschäftsmodell sein.

Die Infrastrukturanbieter begrüßen die Tatsache, dass für 5G PPT keine neuen physischen Einheiten erforderlich sind. Es geht um neue Signalisierungsfunktionen im Funkzugangszugang (RAN) und neue Softwarefunktionen im Kernnetz, sodass die

Autor:
Jonathan Borrill
Anritsu
www.anritsu.com



Standalone-Ortung

Durch den Betrieb als eigenständige Positionierungsfunktion wird die 5G-Ortung viele Vorteile der 5G-Infrastruktur übernehmen, um ihre Genauigkeit zu erhöhen. Dazu gehört die hohe Dichte an Mobilfunkstandorten, die eine bessere Ortungsgenauigkeit ermöglicht, da viele verschiedene Ankerpunkte für die Erzeugung und Verarbeitung der Ortung zur Verfügung stehen. Ein weiterer Vorteil ist der Einsatz von MIMO und Beamforming, was die Richtungsgenauigkeit für Algorithmen wie Angle of Arrival (AoA) und Angle of Departure (AoD) verbessert. Die Nutzung von HF-Kanälen in 5G-Netzen könnte ebenfalls zu einer besseren Genauigkeit beitragen, da die Kanaldichte aufgrund besserer Array-Gewinne verringert wird. Ebenso könnte die große Bandbreite eines 5G-Netzes eine bessere Mehrwegeauflösung und damit eine hohe Genauigkeit bei der Entfernungsmessung bieten, was wiederum die Genauigkeit von Positionsmessungen verbessert. Schließlich senkt eine einzige Infrastruktur für Ortungs- und Telekommunikationsfunktionen nicht nur die Gesamtkosten der Infrastruktur, sondern eröffnet auch eine Reihe neuer Geoinformationsanwendungen.

Entwicklung von Funktionen daher softwarebasiert ist. Die Anbieter richten derzeit Demo- und Versuchsanlagen ein, um die neuen Funktionen vor einer breiten kommerziellen Einführung zu testen. Sobald die 3GPP-Spezifikationen für jede Version festgelegt sind, wird die Netzfähigkeit durch die von den MNOs benötigte Markteinführungszeit bestimmt.

Chipsatz-Anbieter haben damit begonnen, die Leistungsfähigkeit und das „Proof of Concept“ für 5G PPT auf der Grundlage von 3GPP Release 16 (veröffentlicht im Juli 2020) zu demonstrieren und engagieren Branchenvertreter mit Versuchen und Evaluierungen. Wie bei den Infrastrukturanbietern sind auch hier die Funktionen hauptsächlich software-gesteuert. Bei den RAN-gestützten Funktionen befasst sich der Chipsatz vor allem mit der Messung und Meldung der 5G-NR-Positionssignale und -Messungen, wobei der Schwerpunkt auf dem Testen der Kernfunktion, der Einhaltung von Standards und der grundlegenden Leistungsfähigkeit in Bezug auf Standortgenauigkeit, Zeit bis zur Ortung und Stromverbrauch liegt.

Komplette Modullösung

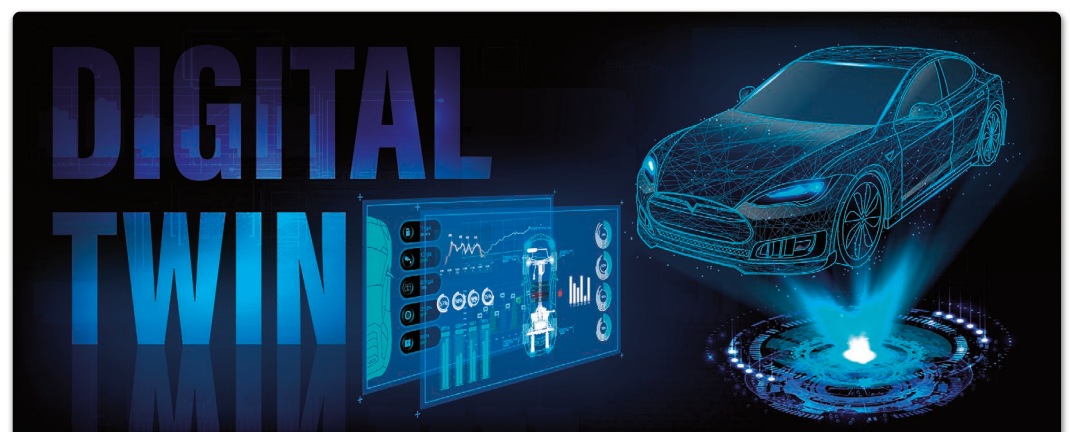
Die Anbieter von IoT-Modulen haben sich darauf konzentriert, die Mobilfunk-Chipsätze, GNSS-Funktionen und andere Sensordaten in eine komplette

Modullösung zu integrieren, die in einzelnen oder mehreren Anwendungen zum Einsatz kommen kann. Während die entscheidende Fähigkeit der 5G-NR-Positionierung bereits von den Chipsatzanbietern bereitgestellt wird, konzentrieren sich die IoT-Modulanbieter mehr auf eine umfassende Datenintegration und darauf, das erforderliche Leistungsniveau und die Steuerschnittstellen zu erreichen. Somit wird die Funktion für die verschiedenen vertikalen Industrie-sektoren nutzbar und attraktiv.

Ein vertikaler Sektor – die Automotive-Branche – evaluiert derzeit 5G NR PPT, um die Positionsgenauigkeit in Gebieten mit schlechter GNSS-Abdeckung zu verbessern. Das Ziel ist, autonomes Fahren und Vehicle-to-Everything-/V2X-Sicherheitsanwendungen zu unterstützen. Für autonome Fahranwendungen ist natürlich eine hohe Positionsgenauigkeit erforderlich, z. B.

um ein Fahrzeug in der Mitte einer bestimmten Fahrspur zu lokalisieren, aber in vielen Szenarien kann GNSS dies nicht leisten. Aus diesem Grund wird 5G NR als Teil der gesamten Sensorfusionsfähigkeiten evaluiert, um eine verbesserte Positionsgenauigkeit als Ergänzung zu GNSS zu bieten.

Der industrielle Smart-Factory-Markt hat ebenfalls ein Interesse an der präzisen Ortung mit 5G NR, insbesondere im Hinblick auf genaue Positionsdaten innerhalb einer Fabrik oder eines Lagergebäudes, wo möglicherweise keine GNSS-Abdeckung verfügbar ist. Da das Ökosystem der Smart Factories derzeit die Nutzung von 5G NR für private 5G-Netzwerke zur Bereitstellung einer Funkanbindung evaluiert, ist es ein sehr attraktiver Vorschlag, diese Netzwerkfähigkeit um präzise Positionsbestimmung zu erweitern.





sind und es Unternehmen ermöglichen, Mitarbeiter, Anlagen und Geräte in Echtzeit mit einem hohen Maß an Genauigkeit zu überwachen und zu lokalisieren. In Verbindung mit IIoT-Software-Plattformen versetzen diese Funktionen Unternehmen in die Lage, den Automatisierungsgrad zu erhöhen und die Effizienz ihrer Fertigungsprozesse zu steigern.

Eine Umfrage von ABI Research aus dem Jahr 2021 ergab, dass etwas mehr als 50% der Unternehmen in fünf verwandten Branchen – Gesundheitswesen, Fertigung, Lagerhaltung, Transportwesen, Öl und Gas – die Einführung von Echtzeit-Ortungsdiensten innerhalb der nächsten fünf Jahre planen – verglichen mit einer Einführungsrate von nur 13% zu diesem Zeitpunkt.

Sidelink-Ortung

3GPP untersucht und definiert Themen für eine erweiterte und verbesserte Ortung, insbesondere im Hinblick auf Sidelink-Positionierung/-Entfernung, verbesserte Genauigkeit, Integrität, Energieeffizienz und RedCap-Positionierung (reduzierte Leistungsfähigkeit). Die Automotive-Branche ist besonders an der Sidelink-Ortungsfunktion inte-

ressiert, da sie in Szenarien, in denen keine GNSS-Abdeckung verfügbar ist, verbesserte lokale Informationen und Positionierungsfähigkeiten bietet. Die RedCap-Funktion ermöglicht kostengünstigere Geräte mit geringeren Spezifikationen. Es wird davon ausgegangen, dass die vom 5G-Netz bereitgestellte verbesserte Ortungsfähigkeit besonders hilfreich für IoT-Anwendungen ist.

Mehrere Branchengremien im Automotive-Bereich arbeiten daran, Anforderungen und Technik für 5G PPT bereitzustellen. Organisationen wie SAE (ein US-Konsortium der Automobilindustrie) und 5GAA (Fahrzeughersteller, Netzbetreiber und damit verbundene Lieferketten) liefern Beiträge, die Anforderungen für die Entwicklung von 5G-Funktionen in den 3GPP-Spezifikationen schaffen. Zu diesen Aktivitäten zählt auch das ETSI (European Technical Standards Institute), das im Bereich der ITS-Normen für die Automobilindustrie in Europa führend ist und RTCM (Radio Technical Commission for Maritime Services), die in den USA Normen für differenzielle GNSS-Systeme bereitstellen, bei denen ein zusätzliches Signal

von einem bekannten genauen Standort verwendet wird, um die GNSS-Ortungsfähigkeit zu verbessern.

Erwartete Referenzsignale

Ein Vektorsignalanalysator (wie der Anritsu MS2850A) kann den Ausgang eines 5G-Senders erfassen und den Inhalt der einzelnen Frames oder Ressourcenblöcke anzeigen. Die spezifischen Ressourcenelemente, die sich auf die erwarteten Referenzsignale beziehen, lassen sich so hinsichtlich des richtigen Leistungspegels und Formats überprüfen.

Für Messungen und Berichte von Nutzergeräten (UE) kann ein Netzwerksimulator (wie die Anritsu MT8000A Radio Communication Test Station) verwendet werden, um das Downlink-Signal zu erzeugen, das die relevanten Positionsreferenzsignale mit bekanntem Leistungspegel und bekannter Position in den Ressourcenblöcken enthält. Anschließend können Nachrichten der Steuerebene konfiguriert und vom Simulator an das Endgerät gesendet werden, um dieses anzuweisen, Positions-messungen durchzuführen und selbige an die gNodeB-Basisstation (gNB) zurückzumelden. Der Simulator empfängt die Messbe-

richte seitens des UE und prüft, ob der Inhalt des Messberichts korrekt ist und den Bedingungen des Downlink-Positionierungsreferenzsignals entspricht. Zu diesen Bedingungen gehören der Leistungspegel, der AWGN-Pegel (additives weißes Gaußsches Rauschen) und das Timing.

Zusätzlich zu den Funktionstests lässt sich das UE mithilfe von Protokollkonformitätstests überprüfen. Dabei handelt es sich um einen standardisierten Satz von Protokollnachrichtensequenzen, mit denen sich das korrekte Format und die korrekte Reihenfolge, der an das und vom UE gesendeten Nachrichten überprüfen lassen. Außerdem gibt es eine Reihe von Konformitätstestverfahren, mit denen sich die Genauigkeit der verschiedenen Messverfahren überprüfen lässt.

Szenarien für reale Anwendungen

Es gibt weitere Funktionstests, die von verschiedenen Branchenverbänden wie der Open Mobile Alliance (OMA) und den Mobilfunknetzbetreibern spezifiziert wurden, um reale Szenarien zu simulieren, in denen das System genaue Standortinformationen liefert. Diese Szenarien erweitern den Umfang der UE-Tests um zusätzliche Variationen der GNSS-Signal- und Netzbedingungen, um Anwendungen abzudecken, die über die 3GPP-Konformitätstests hinausgehen. Dies deckt die Belange ab, die für Mobilfunknetzbetreiber oder die von ihnen gewählte Netzkonfiguration spezifisch sind.

5G ist demnach ideal für Anwendungen, bei denen eine hohe Positionierungs-/Ortungsgenauigkeit erforderlich ist und bei denen die präzise Ortung allen Möglichkeiten der GNSS-Positionierung überlegen ist. In den kommenden Jahren werden immer mehr Branchen von den Vorteilen von 5G PPT profitieren, was zu erheblichen Verbesserungen bei der Genauigkeit und Effizienz führen wird. ◀