

Reif für den Einsatz in der realen Welt?

Six-9s-Verfügbarkeit der neuen 5G-Technik

Die aktuelle Installation von 5G ist auch von daher ein Novum, weil sie nicht nur Menschen, sondern auch Maschinen und diversen Systemen direkt dient.



Blick zurück

Bis zur Markteinführung von 5G dienten alle Generationen der mobilen Telefontechnologie primär dazu, den Betrieb des Handgeräts zu verbessern.

Die erste Generation der Mobiltelefon-Netzwerke war ein analoges System, das gerade genügend Bandbreite für eine Sprachübertragung bot. In den frühen neunziger Jahren kam mit 2G die erste digitale Mobiltelefon-Technologie auf den Markt, und 3G ermöglichte es Ende der Neuniger einem mobilen Endgerät, erstmals E-Mail-Nachrichten zu verarbeiten und einen rudimentären Zugriff auf Inter-

net-Seiten zu erhalten. Doch erst als 2008 die 4G-Technik eingeführt wurde, eröffneten sich echte Smartphone-Fähigkeiten: Das breitbandige mobile 4G führte zur Entwicklung von Smartphone-Apps, zur Verbreitung von Multimedia und Streaming-Diensten sowie zu schnellem Internet-Zugang auch unterwegs.

Und heute?

Die Pläne der Telekom-Industrie für 5G streben einen technischen Durchbruch in drei Hauptbereichen an:

- Komplex „Latenz, Zuverlässigkeit und Determinismus“
- Verbindungsdichte
- Bandbreite und damit möglicher Geschwindigkeit des Datentransfers

Der Grund für die Ausweitung der Leistungsfähigkeit bezüglich dieser Parameter ist die Echtzeitüberwachung und -steuerung von Geräten, die dicht beieinander sind

und gleichzeitig kommunizieren. In einer smarten City wird beispielsweise von 5G erwartet, dass es Echtzeitinformationen über den Ort verfügbarer Parkplätze liefert und diese im Navigationssystem von Autos in der Umgebung anzeigt. Ein solches smartes Parkleitsystem erfordert die simultane Verbindung von tausenden von Näherungssensoren oder Kameras mit tausenden von Autos in einem kleinen Gebiet. Dabei müssen kontinuierlich Echtzeitdaten über die Verfügbarkeit und den Ort der Parkplätze übertragen werden.

URLLC, eMBB und mMTC

Die Anforderungen dieser und weiterer Anwendungen an Latenz, Verbindungsdichte und Bandbreite wird von drei technischen Fortschritten erfüllt, die in den Spezifikationen des 5G-Standards enthalten sind:

- extrem zuverlässige Kommunikation mit geringer Latenz (URLLC = Ultra-Reliable Low Latency Communication)

- erweiterte mobile Bandbreite (eMBB = enhanced Mobile Broadband), um die neuen bandbreitenabhängigen Anwendungsfälle einschließlich erweiterter und virtueller Realität zu unterstützen

- verbesserte/massive Maschinenkommunikation (mMTC = enhanced/massive Machine Type Communications) für drahtlose Weitbereichsnetzwerke mit geringem Strombedarf

Diese Eigenschaften der 5G-Technik erlauben es, die Anforderungen von Fabriksteuerungssystemen an Echtzeit-Determinismus und einer sogenannten Six 9s-Verfügbarkeit (99,9999 %) zu erfüllen. Allerdings ist die Erfahrung der meisten Nutzer von mobilen Endgeräten, die über 2G-, 3G- und 4G-Netze auf das Internet zugreifen, dass die Netzabdeckung schwach oder gar nicht vorhanden ist und die Verbindungen vereinzelt und unvorhersehbar abbrechen. Dennoch gibt es realistische Zukunftsaussichten, dass

Autor:
Brendan O'Dowd,
General Manager
(Industrial Automation),
Analog Devices, Inc.
www.analog.com

die Mobiltelefon-technik genutzt werden wird, um sicherheits- und zeitkritische industrielle Maschinen miteinander zu vernetzen.

Ablösung der 4...20-mA-Technik

Die meisten Installationen von Prozessausrüstungen nutzen immer noch drahtgebundene 4...20-mA-Verbindungen – eine bewährte Technik. Dies zeigt das Bedürfnis der Industrie nach hoher Zuverlässigkeit bei der Implementierung von unternehmens- oder sicherheitskritischen Systemen.

Aber Innovationen in der Art und Weise wie Fabriken arbeiten fordern Entwickler von Steuerungssystemen heraus, nach Alternativen für die 4...20-mA-Technik zu suchen. Dabei treiben zwei Trends die Einführung von neuen Netzwerk-techniken: die Einführung von autonomen mobilen Maschinen und der Aufbau von flexibleren Fabriken, um die wachsende Nachfrage der Konsumenten nach personalisierten oder konfigurierten Produkten zu befriedigen.

Autonome mobile Maschinen

Bei der Einrichtung von Fabriken und Lagerhallen bietet der Einsatz von autonomen, geführten Fahrzeugen (AGVs = Automated Guided Vehicles), Cobots und weiteren mobilen Geräten einen geeigneten Weg, sowohl Effektivität als auch Produktivität zu steigern. Da automatisiertes Equipment von der Bürde befreit, einfache Tätigkeiten ständig wiederholen zu müssen, können die Mitarbeiter höherwertigere und interessantere Aufgaben übernehmen.

Diese neue Generation autonomer mobiler Geräte benötigt eine drahtlose Kommunikationsverbindung, die eine geringe Latenz für die Echtzeitsteuerung bietet, und eine hohe Bandbreite hat, um die Signale von verschiedenen Sensoren wie LiDAR-Scannern und Videokameras zu übertragen sowie eine hohe Unempfindlichkeit gegenüber Interferenzen aufweist – die typischen Merkmale von mobilen 5G-Netzwerken.

Aufbau von flexibleren Fabriken

Wenn Fabrikbetreiber eine drahtgebundene durch eine drahtlose Vernetzung ersetzen, gewinnen sie auch an Flexibilität, um ihre Produk-

tionsanlagen schnell neu zu konfigurieren, um damit die neuen oder geänderten Bedürfnisse der Kunden zu erfüllen. Denn das Aufkommen des E-Commerce hat die Erwartungen der Konsumenten nach einer praktisch sofortigen Lieferung von bestellten Produkten gesteigert sowie die Möglichkeit, aus einer größeren Palette an Produktvarianten als je zuvor auszuwählen zu können geschaffen. Die Fähigkeit, Produktions- oder Prozessausrüstungen schneller und einfacher zu versetzen wird dafür immer wichtiger.

Eine drahtgebundene Kommunikationsinfrastruktur ist jedoch nicht so flexibel wie ein drahtloses Netzwerk, in das Equipment von jedem Ort aus eingebunden werden kann. Drahtlose Netzwerke reduzieren auch die Kosten sowie Unbequemlichkeiten und technische Schwierigkeiten, die mit der Installation der Netzwerkverkabelung zusammenhängen.

Damit sind Fabrikbetreiber langfristig in der Lage, zusammen mit den etablierten drahtgebundenen Kommunikationstechnologien von den Steuerungsmöglichkeiten der drahtlosen Kommunikation zu profitieren.

Implementierung des TSN-Standards

In naher Zukunft muss die Industrie jedoch eine Priorisierung der dafür wichtigsten Anforderungen machen, die da sind:

- hohe Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit
- Sicherheit
- Robustheit, um die herausfordernden Bedingungen in industriellen Betriebsumgebungen zu verkraften
- extrem geringe Latenz

Diese Faktoren sind der Grund der Langlebigkeit des 4...20-mA-Standards für die Fabrikkommunikation. Und während die Fabrikbetreiber danach trachten, die 4...20-mA-Technologie zu ersetzen, liegt ihr Fokus heute besonders auf der Implementierung des TSN-Standards (Time Sensitive Network) für die drahtgebundene industrielle Ethernet-Kommunikation und nicht für irgendetwas Drahtloses.

TSN hat sich als bevorzugter Standard für eine drahtgebundene

Datenkommunikation mit hoher Bandbreite in der Fabrik entwickelt, da er die ideale Kombination aus Zuverlässigkeit, Robustheit und hohen Datenübertragungsraten, geringer Latenz im Mikrosekundenbereich sowie einfacher Integration in die IT-Netzwerksysteme der Unternehmen ist.

Und weil die TSN-Spezifikationen Unterstützung aus vielen verschiedenen Branchen erhalten, entwickelt sich schnell ein reichhaltiges Eco-System mit Lieferanten von TSN-Komponenten und -Systemen, in dem auch Analog Devices tätig ist.

Daneben wird derzeit jedoch auch der Spielraum zur Verbesserung der Fabrikationsabläufe durch die Implementierung von drahtlosen Netzwerken aktiv evaluiert. Einige frühe Anwender in der Branche haben bereits damit begonnen den Betrieb von 5G-Netzwerksystemen in ihren Fabriken zu testen, zu validieren und zu evaluieren, wobei sie die 4...20-mA-Systeme durch die neuen TSN-Netzwerke ersetzen. Dadurch wird man die geeignetsten Anwendungen für die 5G-Technologie finden.

Die innovativen Eigenschaften von 5G

Fabrikbetreiber fangen nun damit an, die innovativen Eigenschaften der 5G-Spezifikation zu prüfen, wie Massive MIMO – die Nutzung eines Antennenarrays, um mehrfache physikalische Übertragungspfade zwischen Sender und Empfänger zu realisieren. Ein Array kann so konfiguriert sein, dass es mehrfache gerichtete Antennenstrahlen an verschiedene Empfänger sendet und empfängt. Dies erlaubt die Implementierung von Techniken wie Channel-Hardening (Reduktion von Multipfadausbreitung), Strahlformung, schnelle Kanalschätzung und Antennen(spatial)-Diversity, also die Eigenschaften, die im Vergleich zu 4G die Zuverlässigkeit drastisch verbessern und die Latenz reduzieren.

In der Tat war es ein Ziel der Entwickler des 5G-Standards, dass drahtlose Netzwerke eine Zuverlässigkeit von Six-9s für die Übertragung der Datenpakete erreichen, vergleichbar mit der eines drahtgebundenen Ethernets und entsprechend einer Paketfehlerrate von 1:1.000.000. Eine Latenz von nur

1 ms ist ebenfalls möglich und liegt damit voll im erforderlichen Bereich vieler industrieller Steuerungsapplikationen.

Die Frage ist: Kann diese Leistungsfähigkeit auch unter realen Betriebsbedingungen in einer Fabrik erzielt werden, wenn das Kommunikationsequipment mehreren Störquellen mit hoher Amplitude, Spannungsspitzen, hohen Temperaturen und weiteren Interferenzen ausgesetzt ist?

Beim Validieren der Leistungsfähigkeit unter realen Betriebsbedingungen haben die Entwickler von Fabrikationssystemen die Wahl: Sie können natürlich die hohe Netzabdeckung von 5G nutzen, die von den Service-Providern mobiler Kommunikationsnetzwerken geboten wird. Der 5G-Standard erlaubt aber auch die Implementierung in private Systeme, sogenannte Nicht-Öffentliche Netzwerke (NPNs), die z.B. einen Industriecampus oder einen großen Fabrikkomplex abdecken. Unterschiedliche Industrienutzer werden in solchen Fällen auch eine unterschiedliche Wahl an öffentlichen oder privaten Netzwerken bevorzugen.

Das Implementieren eines 5G-Netzwerks in die Fabrik wird auch durch die Entwicklung der OpenRAN-Spezifikation (Open Radio Access Network) durch die Betreiber mobiler Netzwerke vereinfacht. Dies hat den Markt für 5G-Funk- und -Kernkomponenten für eine breitere Palette an Lieferanten geöffnet.

Als ein Anbieter von Komponenten für den physikalischen Layer und Protokoll-Software für die Hersteller sowohl von TSN-Ausrüstungen als auch der 5G-Infrastruktur ist Analog Devices ideal positioniert, die Zukunftsaussichten jeder dieser Technologien zur Implementierung in industrielle Steuerungssysteme richtig einzuschätzen. Während die nahe Zukunft der drahtgebundenen industriellen Ethernet-Technik gehört, kann man sich eine Zukunft mit AGVs und Robotern in der Fabrik, die zeit- und missionskritische Daten über ein 5G-Netzwerk senden und empfangen, sehr gut vorstellen. Die Verfügbarkeit der hohen 5G-Netzabdeckung bedeutet dabei, dass dies bereits heute eine reale und nicht mehr nur theoretische Möglichkeit ist. ◀