

HEITEC



engineering solutions



IoT-Lösungen

Maßgeschneiderte IoT-Lösungen dank modernster Schnittstellentechnologie

IoT 4.0 (Internet of Things), 5G, Autonomes Fahren, Selbstlernende Systeme (KI) sind nur einige Begriffe, die unsere Zukunft und die derzeitigen Entwicklungen hinsichtlich Digitalisierung prägen. Ziel ist es, immer effizientere Lösungen zu schaffen, die den Alltag erleichtern, Ausfallzeiten minimieren und Fehlerraten reduzieren. Diese Ziele bedeuten jedoch auch technologische Herausforderungen, die ein Umdenken in der bisherigen Strukturgestaltung der Datenerfassung/ Datenverarbeitung und Übermittlung erfordern.

Wer glaubt, die technologischen Neuerungen seien z.B. nur in hochentwickelten Steuereinheiten in der Automobilindustrie zu finden, liegt falsch. Auch im Alltag erleichtern diese Möglichkeiten den Ablauf, sorgen für Entlastung und bringen ein hohes Maß an Sicherheit und Automatisierung.

Ein Beispiel hierfür sind ESL (Electronic Shelf Labels), welche dem Kunden in vielen Läden bereits digital Preise und Produktinformationen zur Verfügung stellen. Durch diese Art von Etikettierung ist es möglich, zentral Produktinformationen, Preise, Lagerbestand, Bilder usw. zu hinterlegen, zu pflegen und diese Informationen flächendeckend auch über alle Filialen hinweg zu übermitteln.

Bereits bei der Erstellung und Planung von Aktionen können so entsprechende Preissenkungen im System terminiert und zum gegebenen Zeitpunkt entsprechend versendet werden. Der Kunde sieht immer die aktuellen Preise, Werbeaktionen oder bei Bedarf auch Lagerbestände. Mitarbeiter vor Ort werden entlastet und zeitintensives Labeln der Produkte entfällt komplett. Außerdem werden Preise sofort und effizient verwaltet – die Fehlerrate bei Preisanpassungen sinkt gegen Null.

Diese Art der Datenübermittlung basiert auf einer LPWA(Low Power Wide Area)-Technologie.

Moderne Funkstandards im Vergleich

Drahtlose Wide Area Netzwerke umfassen unter anderem GSM, UMTS und LTE; zu den LPWA-Netzen gehören unter anderem NB-IoT, SIGFOX, Weightless, LoRaWAN und viele mehr.

Die Bezeichnung Low Power bezieht sich bei der Technologie nicht auf die Sendeleistung, sondern auf

den Energieverbrauch – und wird somit oft falsch gedeutet. Die Energie erhält man durch die Multiplikation aus Spannung, Strom und Zeit. Eine Batterie mit einer Spannung von 1,5V und 2700mAh hätte somit z.B. eine Energie von 233.280.000mWs.

Vergleicht man nun die unterschiedlichen WA und LPWA Technologien hinsichtlich Energieverbrauch, werden die energetischen Vorteile deutlich.

Die limitierte Bandbreite von LPWA-Netzwerken ist für die meisten kommerziellen Anwendungen wie Telefonie, Video, Audio oder auch SMS-Nachrichten nicht geeignet. Deshalb finden LPWA-Netzwerke fast ausschließlich im IoT Bereich und zur M2M-(Machine-to-Machine) Kommunikation Verwendung.

In der folgenden Gegenüberstellung diverser LPWA Technologien wurde zur Vereinfachung das Beispiel einer einmalig zu versendenden Nachricht herangezogen.

Eine Textnachricht bei 33 dBm Sendeleistung, inkl. Registrieren im GSM-Netz bei 880 MHz – 960 MHz, benötigt circa 4 Ws. LPWA-Module mit NB-IoT, SIGFOX oder LoRaWAN benötigen weniger Energie für diese Übertragung.

Bei SIGFOX wird jede Nachricht unabhängig von Verlusten dreimal mit maximaler Leistung gesendet, diese ist jedoch bei SIGFOX-Modulen in Europa auf 14dBm begrenzt. In diesem Fall werden pro Sendepaket ca. 0,3Ws = 1Ws pro Nachricht benötigt, selbst wenn man sich in der unmittelbaren Nähe der Basisstation befindet. SIGFOX basiert auf dem Aloha-Prinzip. Hierbei wird nicht überprüft, ob der verwendete Kanal frei ist. Durch das dreimalige Senden auf unterschiedlichen und zufällig gewählten Kanälen (192 mögliche Kanäle) wird die Wahrscheinlichkeit der Kollision mit anderen Teilnehmern verringert.

LoRaWAN nutzt ebenfalls das Aloha-Prinzip, ist jedoch in der Lage nach jedem Senden zu prüfen, ob eine Empfangsbestätigung ankommt. Eine wesentliche Eigenschaft von LoRa-Funkbausteinen ist die Separierung von Bandbreite und Bitrate. Durch einen Spreizfaktor kann das Verhältnis zwischen Bandbreite und Bitrate variabel verändert werden. Dadurch ergeben sich mit drei definierten Bandbreiten (125 kHz, 250 kHz

und 500 kHz) und sieben möglichen Spreizfaktoren 21 mögliche Arbeitspunkte, die aus nominalen Bitraten von 290 bit/s bis 37,5 kbit/s hervorgehen. Mit jeder Variation des Faktors halbiert sich die Empfangsensitivität um 3dB. Im gleichen Maß reduziert sich die Energie für die zu sendende Nachricht. D.h. je näher das LoRa-Modul an der Antenne des Gateways ist, umso weniger Zeit und Energie sind notwendig, um die Nachricht zu senden. Aufgrund dieser Anpassung ist ein besonders energiesparender Betrieb möglich. Hierbei werden beim 3-maligen Senden ca. 0,5Ws benötigt. Wird lediglich ein Sendeversuch benötigt, reduziert sich der Energiebedarf auf ca. 0,15Ws.

Ein NB-IoT-Modul benötigt bei der erstmaligen Netz-Registrierung bei 154dB Link Budget circa 6Ws, anschließend nur noch 0,4Ws für eine Nachricht. NB-IoT regelt ähnlich wie LoRaWAN die Modulation und reduziert somit die benötigte Energie in Abhängigkeit von der Entfernung zur Basisstation. NB-IoT-Module haben im Durchschnitt einen ähnlichen Energiebedarf wie LoRaWAN-Module und liegen bei 3-maligen Senden bei ca. 0,6Ws.

Vorteil ist hierbei, dass alle Basisstationen der gleichen Tracking Area die ID des angemeldeten NB-IoT-Gerätes kennen. Somit ist ein Zugriff auch über mehrere Basisstationen hinweg möglich.

Der größte Unterschied von LoRa zu NB-IoT und SIGFOX besteht somit im Aufbau der Netzwerkstruktur. Bei den beiden letzteren stellen Telekommunikationsunternehmen das erforderliche Netzwerk bereit und der Anwender benötigt nur einen kompatiblen Sensor – vorausgesetzt, dass die Netzabdeckung in der eigenen Region vorhanden und ausreichend gut ist. Die Preisgestaltung liegt in der Hand der Provider, was bedeutet, dass für den Nutzer pro versendeter Nachricht Kosten entstehen. Ein LoRa-Netzwerk ist Provider-unabhängig und stellt ein eigenständig funktionierendes System dar.

Das Konzept der LPWA-Technologie besteht im Prinzip aus Sensoren/Empfänger, Gateways, Server und dazugehörigen Datenbanken und Software.

Sensoren können beispielsweise entweder bei Unterschreiten festgelegter Schwellen automatisch Meldungen über das Gateway an die Rechenzentrale senden oder aktiv bei Bedarf in festgelegten Zeitabständen

abgefragt werden. Rechenzentrale, Gateway und die Möglichkeit auch kabelgebundene Sensoren auszuwerten, werden in separaten Modulen und Systemen realisiert. Dies birgt einerseits immer die Herausforderung der Interoperabilität und andererseits bedeuten mehr Geräte auch höhere Kosten.

Eine All-in-One-Lösung, welche Gateway und Rechenzentrale darstellt, wurde kürzlich von HEITEC gelancet. Die neue Systemplattform HeiSys bietet neben voller Skalierbarkeit hinsichtlich Rechenperformance und Modularität kabelgebundener I/O Schnittstellen die volle Flexibilität bezüglich kabelloser Übertragungstechniken, die über m.2-Schnittstellen gewährleistet werden. Ausgelegt ist die Plattform bzgl. Wireless-Übertragung außerdem für die Nutzung von WLAN, LTE, 5G, UMTS, GSM, LPWA, LoRa, WiFi, Bluetooth sowie GPS/GLONASS Multiband-Funkmodulen für die industrielle Datenkommunikation. Die Übertragungsbreiten müssen zusammenpassen.

Die zunehmend wachsende Anforderung, möglichst viele Daten in kürzester Zeit mit geringer Reaktionsdauer zu senden und zu empfangen, erfordert nicht nur ein entsprechendes Interface, sondern setzt vor allem auf der Schnittstellen- und verarbeitenden Seite eines Systems High-Speed-Datenübertragungs-Anbindungen voraus, um die anfallenden Datenmengen bewältigen zu können.

An dieser Stelle stehen sich z.B. 5G an der Interface-Seite und PCIe hinsichtlich interner Schnittstellen/Übertragungsgeschwindigkeiten gegenüber.

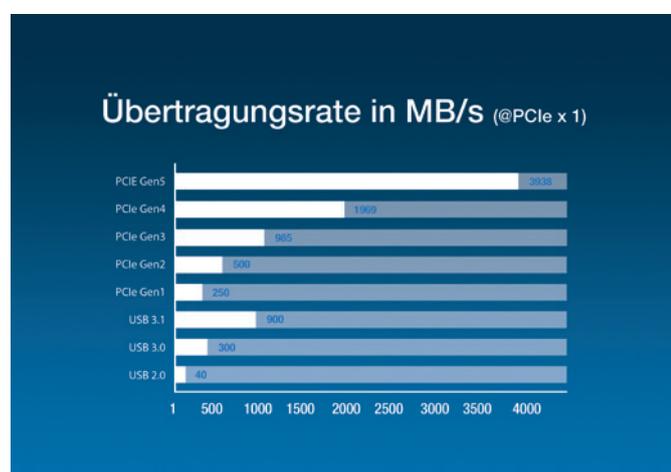
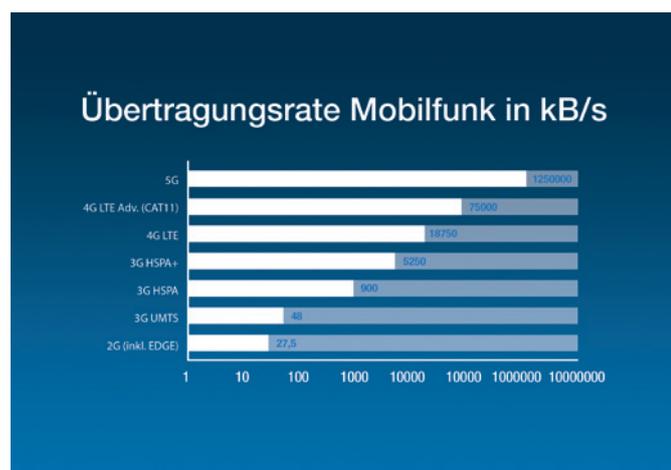
Die Bandbreite und Übertragungsgeschwindigkeiten von 5G stellen die Hersteller und Kommunikationsanbieter vor ganz neue Herausforderungen. Wichtig zu wissen ist, dass 5G sich von den bisher genutzten Systemen und Frequenzen trennt. Die Länge der 5G-Mobilfunkwelle beträgt zwischen 1 und 10 Millimeter und ist somit erheblich komprimierter als bestehende Mobilfunkwellen (einige Zentimeter). Um das bisherige Netz nicht zu überlasten, werden höhere Frequenzen zwischen 6 und 300 GHz zur Übertragung verwendet. Bestehende Mobilfunknetze liegen zwischen 800MHz und 2,6GHz. Es gibt jedoch einige Maßnahmen, die erforderlich sind und berücksichtigt werden müssen, um diese Frequenzen nutzen zu können. Da es sich um sehr kurzwellige Übertragungswellen handelt, erzeugt

die Durchdringung von Wänden und Hindernissen eine erheblich höhere Signaldämpfung. Dies hat zur Folge, dass ein Vielfaches an Antennen notwendig ist und Funkzellen engermaschiger angeordnet werden müssen. Um die schnellen Reaktionszeiten unter 1ms gewährleisten zu können, ist es notwendig, das MIMO (Multiple Input Multiple Output)-Verfahren zu nutzen. Diese Methode sieht vor, mehrere Antennen für eine Zelle zur Übertragung zu verwenden. Das MIMO-Codierverfahren beschreibt die Möglichkeit eines Funksystems oder einer Funktechnik durch simultane Nutzung von Frequenz, Zeit und Raum und einer intelligenten Signalverarbeitung, gleichzeitige Datenübertragungen über mehrere Antennen zu senden und zu empfangen. Jeder Empfänger erhält nun die Funksignale aller Sendeantennen und errechnet ein optimales Eingangssignal.

ist es mit derzeit erhältlichen Modulen möglich, eine Übertragungsgeschwindigkeit von <5Gbit/s zu gewährleisten. Im 4G Netz bzw. LTE Advanced (2014) war es bislang möglich, bis zu 600Mbit/s im Down- und bis zu 1Gbit im Up-load zu erzielen. LTE (2010), welcher auf die UMTS- Struktur aufbaut, erlaubt zum Vergleich eine Bandbreite von 150Mbit/s. Bei providerbedingter Reduzierung auf EDGE-Geschwindigkeit (2006) ist jedoch lediglich eine Bandbreite von bis zu 220kbit/s möglich.

Die schnellste Wireless-Verbindung nutzt jedoch nichts, wenn man die Daten weder verarbeiten noch zum Senden zur Verfügung stellen kann. Bislang war PCIe Mini Card der etablierte Formfaktor für Wireless Module. Dieser Standard unterstützt neben USB 2.0 auch eine Anbindung per PCIe Gen2 mit einer Lane. Für bisherige LTE Module war die USB 2.0 Anbindung mit max. 40Mbyte/s möglich. Wireless-Module mit 2,4Gbit/s konnten mit der zu Verfügung stehenden PCIe Gen2-Verbindung bei dieser Schnittstellenanbindung mit max. 4Gbit/s (theoretisch) unterstützt werden.

Dieser Standard ist aufgrund steigender Übertragungsgeschwindigkeiten veraltet und wird durch den neuen Standard m.2 abgelöst. Hier stehen den Modulen je nach Codierung USB 3.0 oder auch PCIe mit 4 Lanes und noch weitere Signale/Busanbindungen wie SATA III, DP, I²C usw. zu Verfügung. Die Größe von M.2-basierenden Modulen wird durch deren Formfaktor gekennzeichnet – Dieser gibt die Breite mal die Länge an. Beim Formfaktor 2280 z.B. ist das Modul 22mm breit und 80mm lang. Der M.2-Standard sieht Module vor, die 12, 16, 22 oder 30 mm breit und 16, 26, 30, 38, 42, 60, 80 oder 110 mm lang sein können. Derzeit werden 4 unterschiedliche Key's für M.2-Module und den entsprechenden Sockel verwendet: Key A - Anwendungen, die drahtlose Konnektivität einschließlich Wi-Fi (Frequenzbereich 2,4 – 5,9GHz), Bluetooth, NFC und / oder WiGig (Frequenz 60GHz) nutzen. Zu den verwendeten Modul-Formfaktoren gehören 1630, 2230 und 30. Key B - Anwendungen, die WWAN+GNSS oder Solid State Storage Devices (SSD) einsetzen. Zu den verwendeten Modul-Formfaktoren gehören 3042, 2230, 2242, 2260, 2280 und 22110. Key E - Anwendungen, die drahtlose Konnektivität einschließlich Wi-Fi, Bluetooth, NFC oder GNSS nutzen. Zu den verwendeten Modul-Formfaktoren gehören 1630, 2230 und 3030. Key M - Anwendungen, die Host Interfaces



Mit 5G sind theoretische Geschwindigkeiten von 10Gbit/s möglich, was eine theoretisch 100-mal schnellere Geschwindigkeit als LTE darstellt. Praktisch

verwenden, die entweder von PCIe mit bis zu vier Lanes oder SATA sowie von Solid State Storage Devices (SSD) unterstützt werden. Zu den verwendeten Modul-Formfaktoren gehören 2242, 2260, 2280 und 22110.

Übertragungsraten von 5Gbit/s (theoretisch) bei USB 3.0 und 32Gbit/s mit 4 Lanes bei PCIe Gen3 eröffnen dem Modulmarkt auf Basis des M.2-Standards komplett neue Möglichkeiten, erschließen im Zusammenspiel mit weiteren Modulen und Standardschnittstellen wie COM Express, SMARC und COM HPC auf Systemebene grundlegend neue Märkte und bieten viele Applikations-Möglichkeiten - vereint in einem Gerät.

Eine Plattform vereint alle passenden Modulstandards

Je nach Komplexität des Designs und den Anforderungen an Bandbreite, Signalvielfalt, Rechenperformance und Stromverbrauch können bei der Systemkonfiguration z.B. COM Express Boards gewählt und in Kombination mit SMARC Modul-basierten FPGA-Boards über das entsprechende FPGA-Design eine große Varianz an Schnittstellen abgebildet werden. Dennoch ermöglicht dies eine kundenspezifische Systemlösung, jedoch auf Basis etablierter und entsprechend zertifizierter Standardkomponenten, welche mehrere notwendige Komponenten einer neuen Infrastruktur wie Gateway/ Rechenzentrale und Schnittstelle zur Cloud inkl. sicherer und zugleich schneller Datenübertragung in einem Gerät vereint.

Basierend auf den Erfahrungen und dem Austausch mit seinen Kunden hat HEITEC deshalb die Embedded Systemplattform HeiSys entwickelt, welche die über die Jahre gewonnenen Erkenntnisse kombiniert, zukünftige Trends aufgreift und die Vorteile etablierter Plug-on Module nutzt. Die neue Systemplattform ist für die Bereiche Medizin, Energie und Verkehrstechnik, Industrie und Digitalisierung geeignet und kann unter anderem die Aufgaben eines Gateways übernehmen. Durch die Auswahl auf standardisierten Schnittstellen basierender und dadurch herstellerunabhängiger Module kann ihre Rechenleistung skaliert sowie multidimensionale Modularität in punkto Kommunikation und I/O-Schnittstellen erreicht werden.

Autor: Alexander Jäger
Portfolio-Solution Manager
Geschäftsgebiet Elektronik, HEITEC AG

Stand 03/2021

HEITEC AG

Geschäftsbereich Elektronik

Dr.-Otto-Leich-Str. 16
90542 Eckental

Telefon: +49 9126 2934-0
Fax: +49 9126 2934-140

E-Mail: elektronik@heitec.de
Internet: www.heitec-elektronik.de

