Was ist, was kann UWB-Technologie?

Nachdem das IEEE der Spezifikation 802.15.4 Unterstützung für Ultra-Wideband-Kommunikation hinzugefügt hat, machte sich eine Reihe sehr großer Namen schnell daran, die Technologie zu übernehmen. Nicht nur Fahrzeugzugang und Autorisierung per Smartphone sind hierbei interessant.

Apple und Samsung bieten UWB jetzt als Teil ihrer neuesten Smartphones an, und eine Reihe von Autoherstellern, darunter Volkswagen, demonstrieren Autos, die mit UWB-Funktionen ausgestattet sind. Marktanalysten sagen voraus, dass es bald eine Standardoption in Fahrzeugen und Smartphones sein wird. ABI Research zum Beispiel erwartet bereits ab 2025 eine großangelegte Einführung, wobei jährlich über 1 Milliarde Geräte mit UWB-Technologie ausgeliefert werden.

Eine einzigartige Struktur

UWB mag Schlagzeilen machen, aber es ist vielen immer noch nicht so vertraut, wie es WiFi und Bluetooth sind. Angesichts des prognostizierten schnellen Wachstums in den nächsten Jahren lohnt es sich, einen genaueren Blick darauf zu werfen, was UWB ist, was es kann und wie es funktioniert, mit besonderem Bezug auf sicheres Ranging.

UWB unterscheidet sich grundlegend von anderen Kommunikationstechnologien – einschließlich WiFi und Bluetooth – darin, dass es extrem schmale HF-Impulse verwendet. Dies und die Nutzung eines breiten Spektrums (ab 500 MHz aufwärts, vgl. Bild 1) bei einer sehr hohen Frequenz ermöglichen es, die relative Position von Peer-Geräten mit einem sehr hohen Grad an Genauigkeit zu bestimmen.

Seine einzigartige Konfiguration bedeutet, dass UWB eine sichere Entfernungsmessung mit punktgenauer Genauigkeit durchführen kann, während nur sehr wenig Energie zum Senden von Signalen verbraucht wird. Es bietet eine sehr stabile Konnektivität mit wenig bis gar keinen Interferenzen selbst in dichten HF-Umgebungen.

Komplementäre Technologie

UWB liefert genauere Messwerte als jede andere derzeit verwendete Ortungstechnologie. Während Wi-Fi und Bluetooth den Standort eines Objekts auf einen Bereich von etwa 150 cm (etwa die Größe eines Esstischs) eingrenzen können, hat UWB eine Ortungsgenauigkeit von etwa 10 cm (oder die Größe eines Untersetzers) und benötigt weniger UWB Geräte, um denselben Bereich abzudecken. UWB ist auch besser als Satellitensignale, wenn es um die Indoor-Navigation geht, da die niederfrequenten, langwelligen Impulssignale von UWB besser in der Lage sind, feste Materialien wie Wände und Türen zu durchdringen.

Seitdem die IEEE der Spezifikation 802.15.4 Unterstützung für UWB-Kommunikation hinzugefügt hat, haben sich eine Reihe sehr großer Namen schnell dazu entschlossen, die Technologie zu übernehmen.

UWB schützt auch vor Relay-Angriffen, die eine immer häufigere Form des Autodiebstahls sind, weil es sich gut als sicherer Autoschlüssel eignet (und damit Ihr Smartphone diese Rolle übernimmt).

Aber UWB soll WiFi, Bluetooth oder Satellitennavigation nicht ersetzen. Sondern kann stattdessen als ergänzende Technologie dienen, die die Standortidentifikation verbessert, wenn es in Kombination mit WiFi, Bluetooth oder sogar Satellitennavigation verwendet wird. Da UWB zwar über eine große Kanalbandbreite, aber mit geringer spektraler Dichte sendet, stört es auch nicht herkömmliche Schmalband- und Trägerwellenübertragungen im selben Frequenzband.

UWB arbeitet unterhalb eines Grundrauschens von -41 dBm/MHz und ist für andere drahtlose Formate im Wesentlichen unsichtbar, sodass es neben WiFi, BLE, Satellitennavigation

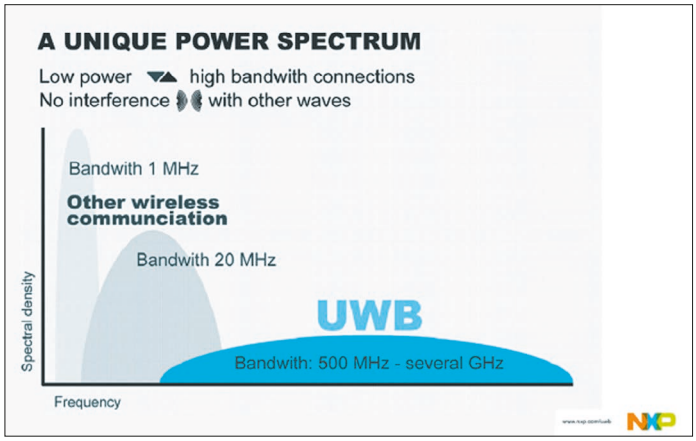

Bild 1: Leistungsspektrum von UWB

Quelle: Peter Pirc: UWB Explained: What Secure Ranging Means for the IoT and Beyond, NXP Semiconductors, 4. August 2021, www.everythingrf.com/community/uwb-explained-what-secure-ranging-means-for-the-iot-and-beyond übersetzt von FS

und Mobilfunkformaten arbeiten kann, ohne deren Übertragung zu unterbrechen.

In Bezug auf Anwendungen sind die einzigartige Signalisierung und die Fähigkeit von UWB, sicheres Ranging durchzuführen, besonders relevant für das Internet der Dinge (IoT). Das FiRa-Konsortium, eine Branchenorganisation, die sich der Entwicklung und weitverbreiteten Einführung von UWB-Technologien verschrieben hat, konnte mehr als 35 Anwendungsfälle für UWB identifizieren. Zu den bereits eingeführten oder kurz vor der Einführung stehenden Lösungen gehören Zugangskontrolle, Echtzeit-Ortungsdienste, Tracking von persönlichen und Verbraucher-Geräten, Indoor-Navigation und Point-and-Trigger-Steuerung.

Zugangskontrolle

Einer der natürlichsten Anwendungsfälle für die sicheren Ranging-Funktionen von UWB ist der Zugang mit automatischem Verriegeln und Entriegeln von Türen (s. Aufmacherfoto). UWB verfolgt Ihren genauen Standort in Bezug auf den Ein- oder Ausgang, authentifiziert Ihre Sicherheitsdaten und gewährt sofortigen, freihändigen Zugang, ohne dass Sie weiter eingreifen müssen. UWB kann erkennen, auf welcher Seite der Tür Sie sich befinden und erkennt Ihre Bewegungsrichtung, sodass Türen je nach Situation ent- und verriegelt werden können.

UWB liefert genauere Messwerte als jede andere derzeit verwendete Ortungstechnologie. Während WiFi und Bluetooth den Standort eines Objekts auf einen Bereich von etwa 150 cm (etwa die Größe eines Esstischs) eingrenzen können, hat UWB eine Ortungsgenauigkeit von etwa 10 cm (oder der Größe eines Untersetzers) und benötigt weniger UWB-Geräte, um denselben Bereich abzudecken.

UWB ist auch besser als Satellitensignale, wenn es um die Indoor-Navigation geht, da die niederfrequenten, langwelligen Impulssignale von UWB besser in der Lage sind, feste Materialien wie Wände und Türen zu durchdringen.

Direkt-Marketing

UWB kann auch für Direkt-Marketing verwendet werden, um Angebote an Kunden in der Nähe zu senden, die sich für einen solchen Dienst anmelden, und um Einzelhändlern Verkehrsanalysen bereitzustellen.

UWB ist Radar sehr ähnlich, da es einen Raum kontinuierlich scannen und ein Objekt mit laserähnlicher Präzision erfassen kann, um seinen Standort zu berechnen und Daten zu übertragen. Die Fähigkeit von UWB, zentimetergenaue Ortung, extrem niedrige Latenz und Robustheit in rauen Umgebungen zu liefern, macht es möglich, kommerzielle Umgebungen für strengere Anlagen- und Fahrzeugverfolgungsanwendungen aufzubauen, von der hochwertigen Werkzeug- und Ausrüstungsverfolgung bis hin zur Arbeitssicherheit und sogar Fahrzeugnavigation und Kollisionserkennung.

Bild 2: UWB ist weit mehr als ein „Schlüsselfinder"

Die Kamera Ihres Smartphones kann Sie visuell zu Ihrem Artikel führen, was das schnelle Finden von Dingen viel einfacher macht.

Standortaufgaben könnten sogar von der Community stammen. Dies könnte zu neuen Diensten und neuen Geschäftsmodellen für Mobilfunkbetreiber und Versicherungen führen und Mehrwerte schaffen.

Echtzeit-Ortungsdienste (RTLS)

Im Gesundheitswesen tragen UWB-basierte RTLS-Lösungen (Real-Time Location Services) dazu bei, den Betrieb zu rationalisieren und die Sicherheit der Menschen zu gewährleisten. UWB kann verfügbare Betten verfolgen, um die Auslastung zu maximieren, wertvolle Geräte verfolgen, um Diebstahl oder Verlust zu verhindern, Patienten und Personal lokalisieren, um die Sicherheit zu erhöhen, Hygienepraktiken überwachen und sicherstellen, dass die richtigen Personen Zugang zu den richtigen Bereichen und Geräten haben.

Die Satellitennavigation in Innenräumen mit einem „blauen Punkt", der sich über eine Karte bewegt, erleichtert es, ein bestimmtes Geschäft in einem Einkaufszentrum oder den richtigen Bahnsteig in einem Bahnhof zu finden oder an einem Flughafen zum richtigen Gate geleitet zu werden oder Ihre Indoor-Fahrtenabholung.

Wenn leicht verlorengehende Gegenstände mit UWB gekennzeichnet werden, bleiben sie nicht lange verschwunden. Alle Arten von persönlichen Gegenständen – Schlüssel, Brieftaschen, Ohrhörer, Fernbedienungen – können mit einem UWB-Tag ausgestattet werden. Das soll Bild 2 illustrieren.

Ein Kombinationssystem, das auf Bluetooth Low Energy (BLE) und UWB basiert, spart Strom, indem es BLE verwendet, um die allgemeine Anwesenheit zu erkennen und dann UWB nutzt, um den Standort zu lokalisieren.

Multisession-Unterstützung verhindert Tailgating (zu dichtes Auffahren), und Zugangsdaten können mit Freunden, Familie und Servicemitarbeitern geteilt werden, um bei Bedarf temporären Zugriff zu gewähren.

Point-and-Trigger Control

Richten Sie Ihr UWB-fähiges Smartphone zu Hause auf eine Glühbirne, den Thermostat, einen Lautsprecher, Ihren Fernseher oder ein anderes UWB-fähiges Gerät und öffnen Sie automatisch ein entsprechendes Bedienfeld auf dem Smartphone-Display, damit Sie das Gerät einrichten oder steuern können, was mit sprachgesteuerten Mechanismen schwer möglich ist. Neben dem Bedienfeld kann Ihr Smartphone auch auf andere Weise eingreifen, indem es beispielsweise Songtexte abruft oder Empfeh-

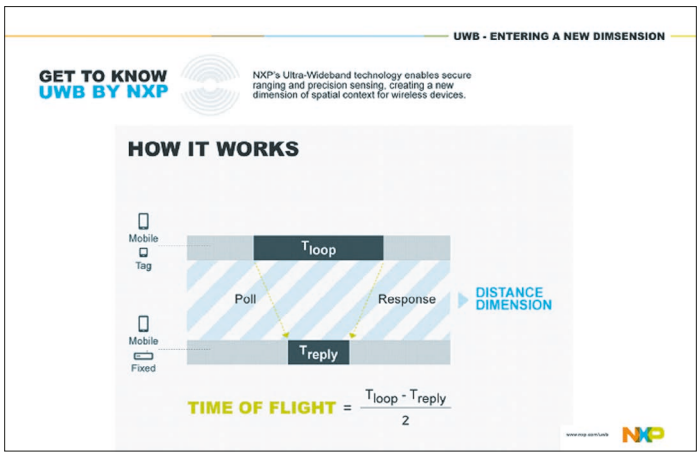

Bild 3: UWB-Lokalisierung, basierend auf Time-of-Flight

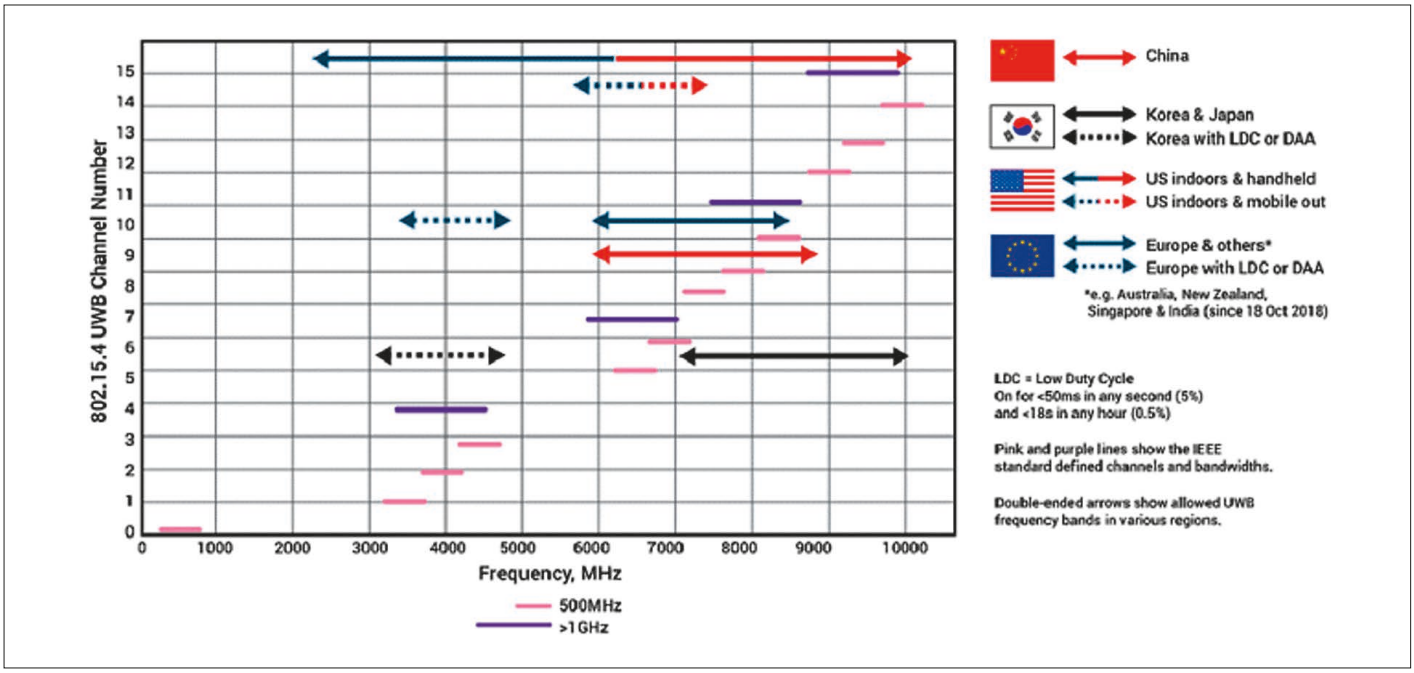

Bild 4: Verfügbarkeit von UWB-Spektrum nach Land © FiRaTM Concortium

lungen gibt, was gespielt werden soll.

Präzise Messungen

Wie in IEEE 802.15.4a/z spezifiziert, werden UWB-Pulssignale mit einer Spitzenrate von 200 bis 1000 pro Sekunde übertragen, was es ermöglicht, das Signaltiming mit einem sehr hohen Maß an Sicherheit zu markieren. Dadurch liefern die bekannten ToF- und AoA-Berechnungen zur Entfernungs- und Standortbestimmung deutlich genauere Ergebnisse (Time of Flight, Lichtlaufzeitmessung und Angel of Arrival, Ankunftswinkel eines Signals).

UWB kann WiFi- und Bluetooth-Wegfindungsanwendungen erweitern, weil es eine viel höhere Genauigkeit und stärkere Leistung in Szenarien ohne Sichtverbindung (nLOS) bietet.

Die ToF-Berechnung (vgl. Bild 3) bestimmt die Entfernung zwischen Gerät 1 und Gerät 2, indem gemessen wird, wie lange es dauert, bis ein Signal von Gerät 1 zu Gerät 2 und zurück gelangt. Die schnelle Pulsrate von UWB ergibt eine Genauigkeit von ±10 cm. ToF-Diagramme werden typischerweise als Kreise dargestellt, da ToF-Berechnungen die radiale Entfernung eines Objekts bestimmen, nicht seine Richtung. Das heißt, wenn die ToF-Berechnung ergibt, dass Gerät 2 15 cm von Gerät 1 entfernt ist, dann könnte sich Gerät 2 überall innerhalb dieses 15-cm-Radius befinden.

Die AoA-Berechnung wird verwendet, um zu bestimmen, wo sich Gerät 2 innerhalb dieses von einem ToF Device berechneten Radius befindet. Ein dediziertes Array sorgfältig positionierter Antennen macht es möglich, die winzigen Unterschiede in der Ankunftszeit und Phase des zurückgesendeten Signals an jeder Antenne zu messen. Die Differenzen werden in einer geometrischen Berechnung, ähnlich der Triangulation, verwendet, um zu bestimmen, woher das Signal stammt. Nicht alle UWB-Lösungen beinhalten die zusätzlichen Antennen, die für AoA-Berechnungen verwendet werden, aber diejenigen, die dies tun, können eine Genauigkeit von nur wenigen Zentimetern liefern.

Hohe Robustheit

Da die Sendedauer für UWB-Pulse in den meisten Fällen weniger als eine Nanosekunde beträgt, hat der reflektierte UWB-Puls nur extrem kurze Zeit, um mit dem Line of Sight Puls zu kollidieren, sodass die Wahrscheinlichkeit der Signalverschlechterung gering ist. Das Ergebnis ist eine höhere Signalstärke unter widrigen Bedingungen.

Ein weiteres Merkmal des UWB-Pulssignals besteht darin, dass es einer häufigen Schwierigkeit widersteht, die als Mehrwegeeffekt bekannt ist, was passiert, wenn Funksignale den Empfänger auf mehr als einem Weg erreichen aufgrund von Reflexion oder Brechung durch natürliche oder künstliche Objekte in der Nähe des Hauptsignalwegs.

Der Mehrwegeeffekt ist in realen Umgebungen unvermeidlich, aber die kurzen Breitbandimpulse von UWB können seinen Auswirkungen besser entkommen als die Schmalbandsignale, die von WiFi und Bluetooth verwendet werden.

Die Immunität gegen den Multipath-Effekt verbessert die Genauigkeit, insbesondere im Vergleich zu alternativen Technologien, die anfälliger sind. Darüber bedeutet die Immunität gegen schmalbandiges Fading und Jamming, dass UWB eine sehr robuste Technologie ist, selbst wenn mehrere UWB-Systeme gleichzeitig verwendet werden.

Einzigartig für die Zukunft aufgestellt

Mit seiner Fähigkeit, hochpräzise, zuverlässige, robuste und sichere Positionsinformationen für eine Vielzahl von Anwendungsfällen und Gerätetypen bereitzustellen, ist UWB bereit für eine breite Einführung. Da die installierte UWB-Basis weiter wächst, können wir uns alle auf eine neue Generation von Device-to-Device- und Device-to-Infrastructure-Anwendungen freuen inklusive freihändigem, sicherem Zugang zu Fahrzeugen und Gebäuden, Indoor-Lokalisierung, Asset-Tracking, freihändigem Bezahlen, nahtlosen Interaktionen zu Hause, Augmented-Reality, Gaming und einer ganzen Reihe von Smart-City-, Industrie- und anderen IoT-Anwendungen.

UWB kann auf globaler Ebene eingesetzt werden, wobei regional unterschiedliche Kanäle zwischen 6,49 und 7,987 GHz reserviert werden (Bild 4). Das FiRa-Konsortium empfiehlt die Verwendung der UWB-Bänder 5, 6, 8 und 9 mit Verwendung der Kanäle 5 und 9 für globale Akzeptanz. ◄