



UWB (超広帯域無線) の活用

モビリティシステムにおいては、位置や進行方向に関する情報は特に有益な情報です。この原則は道路を走行する車両だけでなく、ドライバーや同乗者、そして付近を通行する歩行者や自転車などの交通弱者にも該当します。

超広帯域 (UWB) は、通信と同時に特定の用途でオブジェクトの位置を正確に判断できる有望な無線技術として登場しました。特に主要スマートフォンが UWB 対応になったことで状況が一変し、スマートフォンを持っている人の位置を車両システムで把握できるようになりました。

OEM 各社がこのトレンドに乗って多数の UWB デバイスを車両に搭載するには、コスト効率と効果の最大化を考慮したシステムの最適化に加えて、システムの最適化が必要になります。



徹底的な位置特定を実現するには

UWB デバイスが他の UWB 対応デバイスと通信する際は、低出力の高周波を幅広い電磁スペクトル (帯域幅 500 MHz 超) にわたって使用します。2000 年代初頭、各企業は UWB を主に家庭用電子機器間のデータ転送に使うことを検討していましたが、その性能は当初の期待を下回るものでした。

しかし、UWB が精密な位置測定に優れていることがわかったため、モバイル機器によく使用されるようになりました。

たとえば Bluetooth や Wi-Fi などのワイヤレステクノロジーでも、信号の強度でデバイスからの距離を測定できるかもしれませんが、この方法では限界があります。信号が弱いからといって、その物体が遠くにあるとはかぎらないからです。他の物体の陰に入ってしまった可能性などがあります。たとえば、Bluetooth で使用される 2.4 GHz 帯の電波は水と干渉するので、人体も通り抜けられません。つまり、このようなテクノロジーで正確に距離を測定できるのは、たった数メートル程度の距離までということになります。

対照的に、UWB は信号の飛行時間を利用して物体の距離を判断します。あるデバイスから別のデバイスに信号が到達するまでの時間を計測するのです。幅広い帯域で使用できるため、特定の狭帯域で発生する干渉の問題を避けられます。

複数の UWB トランシーバーが備わった車両なら、位置特定アルゴリズムを使用して取得データを相関させ、近くの UWB デバイスの位置を判断できます。その精度は ±10 cm (4 インチ) で、電力レベルによっては測定可能距離は最大 300 m に達します。

他のワイヤレステクノロジーには、これほどの距離にわたる位置測定精度はありません。たとえば、スマートフォンには非接触型決済のための近距離通信機能がありますが、その距離は非常に短く、ほぼ 4 cm 程度です。GPS では精度が不足しています。メートル単位でしか計測できないうえ、障害物がある場合は特に不正確です。

キーとしてのスマートフォン

自動車で UWB を活用した初の事例は、スマートフォンを車両のキーとして使用する機能でした。最新のスマートフォンは UWB に対応しています。検証済みでリンクされたスマートフォンの接近を車両が検知すると、車両によってドアの開錠や起動などの動作が行われます。この機能では、ドアのハンドルに何も触れないうちからキーの接近を検知できるため、その他のワイヤレステクノロジーで発生する「壁効果」が抑えられます。壁効果とは、システムが低速であるためにキーを認証してドアを開錠するまでに時間がかかり、まるで壁があるかのようにドアが開かず、ユーザーが何度もハンドルを引くことになる現象です。

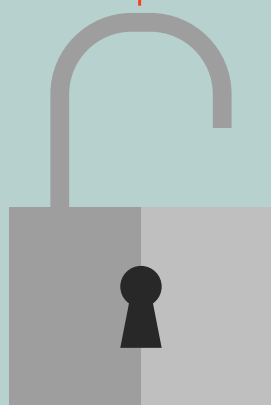
今のスマートキーの多くには、長波 (LF) 無線の伝送装置が使用されています。UWB のような高精度の位置測定機能がないと、スマートキーの LF テクノロジーは 1 ~ 2 m、最大でも 8 m までしか使用できません。とはいえ、Thatcham Research が設定した標準に準拠していれば、スマートキーが車内にあるかどうかを ±10 cm の精度で検知することはできます。

しかし、LF の主な欠点はセキュリティの低さにあります。車両の窃盗犯は、LF ベースのキーレス エントリーシステムに対して中間者攻撃 (リレーアタック) をしかけることがあります (図を参照)。窃盗犯が車両と所有者の間に割り込めてしまった場合、特殊な機器を使用して車両からの信号をスマートキーにリレーし、正しいキーが接近していると錯覚させて、ドアを開錠させることができます。

1 窃盗犯が車両の近くに立ち、デバイスを使用して別の窃盗犯に信号を送る。



2 信号の送信先となるデバイスを持った2人目の窃盗犯が、本来の所有者のスマートキーに可能な限り近づく。



4 1人目の窃盗犯のデバイスを検知した車両が、ドアを開錠する。



3 2人目の窃盗犯が、スマートキーからの信号を傍受して、1人目の窃盗犯のデバイスに送信する。

UWB のように信号の飛行時間を使用して距離を測定する方法なら、この種の攻撃からシステムを守ることができるうえ、攻撃者は信号を非常に偽造しづらくなります。

キーとしてのスマートフォンという機能の裏で、新技術が次々と生まれています。最新のスマートフォンには、すでにさまざまなテクノロジーが搭載済みです。UWB は、2019 年に Apple iPhone 11 に搭載され、2021 年には Samsung Galaxy S21 に搭載されました。このような状況の中、[Car Connectivity Consortium](#) は車両とスマートフォンとの将来的な接続を見据えて標準を策定中です。その標準の中には、UWB を基盤としたキーとしてのスマートフォン導入における相互運用性を保証する、Digital Key 仕様も含まれています。この業界団体の主導により、多数の OEM、Aptiv をはじめとするサプライヤー、Apple や Samsung などのスマートフォンメーカー 7 社など、さまざまな企業が標準の策定に参画しています。

キーとしてのスマートフォンテクノロジーがあれば、興味深い機能が実現します。たとえば、OEM は承認済みのスマートフォンが車両へ接近しているのを検知できる機能を利用して、パーソナライズされた照明や音でユーザーを出迎える車両を設計できるかもしれません。

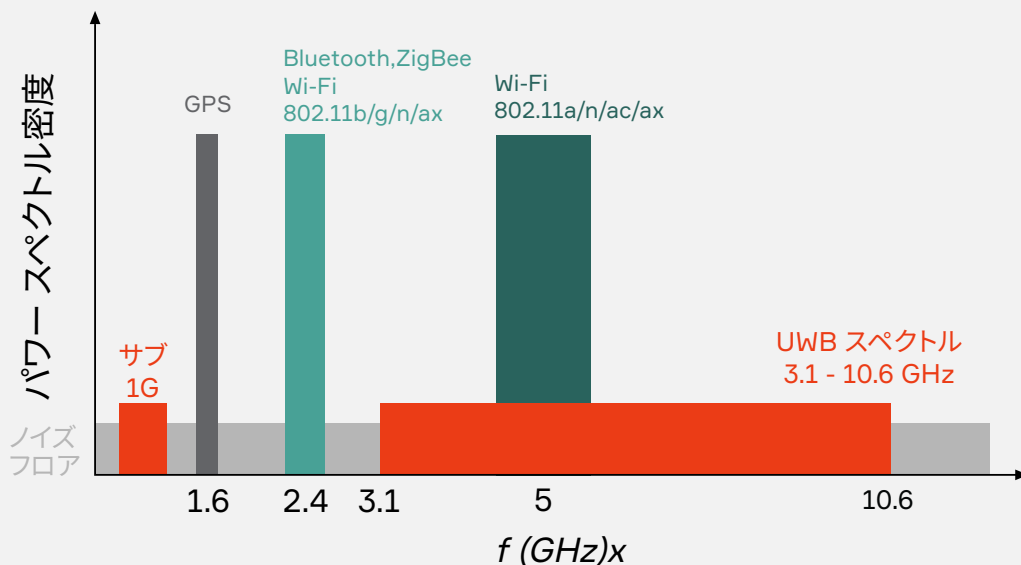
また、仮想的なキー共有も実現します。たとえば、ドライバーが仮想キーを友人のスマートフォンに送信すると、その友人が一時的に車両のドアを開錠できるなどです。同様に、レンタカー会社も、物理的なスマートキーではなく仮想キーを顧客のスマートフォンに送信するようになる可能性があります。

UWB 展開の最適化

車両への UWB 機能の搭載は、最低限のコストで最大限の効果を発揮させられるよう、慎重に計画する必要があります。主な課題は、必要になる UWB ノードの数です。特に OEM では、すでに電子機器、センサー、作動装置などが隙間なく詰まった車両に、少しでも空間を見つけていることが課題となっています。

低周波かつ広域

UWB は、低電力で幅広い無線周波数帯を網羅できます。



接近するスマートフォンを検知するには、車両に最低でも3つのUWBノードが必要です。さらに車両の周囲を全方位にわたって確認したり、デバイス自体が車内にあることを検知したりする必要もあるので、8～12個のノードを搭載した車両も多くなっています。通常、ノードはコンパクトなサイズですが、動作するためには電源やデータ回線も必要です。

空間に関する問題を解決する1つの方法が、車両にすでに搭載されている機器にUWBノードを統合してしまうことです。たとえば、AptivはコーナーレーダーとUWBノードを組み合わせるテクノロジーで特許を取得しています。このテクノロジーがあれば、必ず車両に搭載されるレーダーセンサーに、少なくとも4つのノードを統合できる可能性があります。

もうひとつのアプローチは、使用するUWBノードの位置を最適化することです。Aptivは車両レベルのシミュレーションに基づき、最大限の効果を得るには車両内のどの位置にUWBノードを配置すべきか判断するための、高度なアルゴリズムを開発中です。これを利用すれば、たとえばOEMは使用可能な空間をいくつも見つけられるほか、デザイナーはシミュレーションによって、最も効率的かつ確実に検知可能な配置場所の組み合わせを特定できるようになります。

UWBノード自体の位置計測アルゴリズムの質も向上すれば、ノードの必要数を減らして設計から省き、コストや重量も削減できる可能性があります。

将来の展望

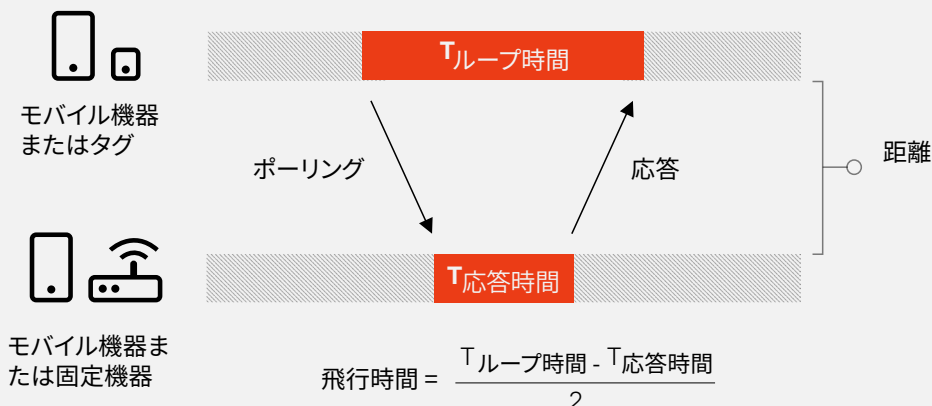
車両にUWBセンサーを搭載できるようになれば、キーとしてのスマートフォンにとどまらず、さまざまな新機能が実現します。これらは、高精度な情報の収集によって実現します(スマートフォンの位置、所有者、移動の様子、他のUWBトランシーバーと車両との位置関係など)。

引上げゲートの解放

UWBは、バックドアの解放にも使用できます。承認ユーザーが車両の後ろに立っていることを車両が検知し、事前に定義されたルートで移動したらバックドアに一步近づいてから離れるなど、それを合図にバックドアが解放されるというような使い方が考えられます。

距離の計測

UWBデバイスでは、別のデバイスとの距離を、そのデバイスへのポーリングから応答までにかかった時間を計測することで判断します。



ドライバーの特定

ドライバーが車内にいるとき、システムによってそのドライバーのスマートフォンを検知し、運転席にあるのか、その隣のコンソールに置いてあるのかを特定できるようになるでしょう。そのとき、所有者が運転中であることをスマートフォンに通知し、運転の邪魔を極力しないドライバーモードに切り替えさせるような機能も想定できます。反対に、同乗者のスマートフォンは車内のさまざまな位置にあることが予想されます。システムはそれらを検知して、所有者が運転中でないことをスマートフォンに通知します。こうすることで、移動速度だけで判断してスマートフォンがドライバーモードに移行することがないように防止できます。

交通弱者の位置特定

UWB は、車両に検知されていないスマートフォンと組み合わせても便利です。運転中の車両の UWB によって、付近の自転車に乗っている人や歩行者のポケットにあるスマートフォンの位置を正確に把握し、高度な運転支援システムに伝達することができます。このデータは、システムのセンサー フュージョン機能への入力となり、レーダー スキャンやカメラ画像と比較されます。

駐車支援

スマートフォン外部の UWB トランシーバーとも連携できるようになれば、興味深いユースケースが生まれます。たとえば、ガレージの壁に UWB ノードがあれば、これらと車両が連携することで、車両がガレージ内の位置を正確に把握することができ、高精度な自動駐車が実現します。ドライバーは玄関口で降り、車両がガレージに入っていくのを見送るだけです。このとき車両はガレージのコンピューターと通信し、空きスペースを特定して、

そこに向かって運転を行います。UWB を使用した自動システムなら、他の車両に非常に近い位置に駐車することも可能です。たとえば、隣の車と 30 cm 程度しか離れていない、ドアを開けられない位置にも駐車できるようになり、ガレージの空間効率を最大限に高められます。

ワイヤレス充電ステーションでの位置調整支援

また、UWB は電気自動車用ワイヤレス充電ステーションの位置特定にも役立ちます。ワイヤレスステーションでは、車両を正確な位置に駐車しなければ効率的な充電ができません。ステーションに UWB が備わっていれば、自動運転車でもステーション内の的確な位置に移動することができます。

変革が起きる理由

UWB の活用は、エンジニアたちにとってすら、まだまだ始まったばかりです。しかし、いずれこのテクノロジーが人々のスマートフォンに標準搭載されるようになれば、OEM 各社は車両のアーキテクチャーを最適化して UWB を搭載し、私たちの暮らしが一層楽になるような変革が進められるはずです。

著者について



Todd P. Oman

アドバンスト エンジニアリング担当グローバル イノベーションおよび継続改善
マネージャー

Todd Oman は、シックス シグマのマスター ブラック ベルトと Design for Six Sigma (DFSS) で得たさまざまなツールを駆使して、イノベーション、設計の最適化、継続的改善を推進しています。Todd は 1981 年に Aptiv の前身となる組織に参加し、半導体製品開発、テスト開発、製造エンジニアリングの分野でいくつかの役職を経験しました。アドバンスト エンジニアリング分野では、高出力半導体デバイスのパッケージングテクノロジーの設計や、車両アクセス製品のコンセプトの開発を手掛け、北米における Aptiv の Connectivity & Security ビジネスを先導しました。23 件の特許を獲得し、さらに保留中の出願もいくつかあります。Todd は現在、Surface Mount Technology Association のインディアナ チャプターで、技術プログラムの担当副社長を務めています。

詳細については、[APTIV.COM/CONNECTIVITY-AND-SECURITY](https://www.aptiv.com/connectivity-and-security) をご覧ください →