

市場調査レポート

Bluetooth® チャンネルサウンディングが 形作るデバイス測位の未来



目次

はじめに.....	3
Bluetoothデバイス測位の進化.....	4
Bluetooth®チャンネルサウンディングとは.....	5
PBR (Phase-Based Ranging: 位相ベース測距)	5
RTT (Round-Trip Time: 往復時間)	6
Bluetooth®の各種測位機能.....	7
Bluetooth®チャンネルサウンディングの主なメリット.....	8
Bluetooth®チャンネルサウンディングのユースケース.....	10
紛失防止	10
デジタルキー	11
その他のユースケース.....	11
資産追跡	12
HID (ヒューマンインターフェースデバイス).....	12
近接インタラクションおよびオートメーション.....	12
HMI (ヒューマンマシンインターフェース).....	13
将来的なユースケース.....	13
多くの距離認識ユースケースで活用できる	
Bluetooth®チャンネルサウンディング.....	14
業界に向けた推奨事項.....	16
対応ハードウェアの速やかな普及の確保	16
ユースケースやフォームファクターごとに最適化されたソリューションの創造	16
業界コンソーシアムとの協力	16
差別化要素へのフォーカス	17
Bluetooth®チャンネルサウンディングの利点を業界に周知.....	17
新しいユースケースや体験を実現	17
Bluetoothのエコシステムが持つ偏在性のメリットを活用	17
他の技術との連携活用を探る.....	18
Bluetooth市場調査コミュニティ.....	19



Andrew Zignani

シニアリサーチディレクター

ABI Researchで戦略的テクノロジーチームのシニアリサーチディレクターを務めるZignani氏は、Bluetooth技術、Wi-Fi 802.15.4、近距離無線通信 (NFC)、HaLow、WiGig、その他の新しいワイヤレス規格とプロトコルを網羅した市場予測と定性的分析を中心に、急速に変化を続けるワイヤレス接続市場の調査を実施しています。

またZignani氏は、とりわけモノのインターネット (IoT) に特化した新たな分野への進出が進むなかでのワイヤレス接続技術の技術的進化と、長期的見通しに関するレポートも発表しています。

はじめに

短距離無線接続の世界は、急速に進化を続けています。Bluetooth®、Wi-Fi、UWB（超広帯域無線通信）など、かつては主にデバイス間でデータの送受信を担っていた技術は、ますます多機能になりつつあります。最近、Bluetooth®チャンネルサウンディングの登場により、Bluetooth技術の測位機能にセキュアな高精度測距が加わり、正確な距離認識が可能になりました。Bluetooth®チャンネルサウンディングは、高精度かつセキュアなデバイス測位を活用する多種多様なユースケースの実現に特に効果的です。この対象には、紛失防止トラッカーやデジタルキーをはじめ、2台のBluetooth®デバイス間の正確な距離測定を機能の一部に含む、数多くのユースケースが含まれます。既に市場には、Bluetoothデバイスの巨大なエコシステムが存在しています。これらのBluetoothデバイスのほぼすべてが、紛失物を探すための紛失防止ネットワークの中で正確な位置情報を提供できるようになるポテンシャルを踏まえると、今回の機能追加は、今後のコネクテッドデバイスにおける真の距離認識の実現に弾みをつける大きな可能性があります。

Bluetoothデバイス測位の進化

Bluetooth LEの測位機能は2010年に最初に導入されて以来大きく進化を続け、今ではデバイスの存在、方向、距離を特定するためのさまざまな技術を含んでいます。測位技術の第一世代は「Bluetoothビーコン」という形で登場しました。ビーコンはBluetooth LEのアドバタイズ機能を利用して情報を発信し、近くのデバイスがそれをスキャンして受信するもので、店舗内のビーコンとスマートフォンなど、近くのデバイスの存在検出に最適な方法です。受信側のデバイスは、RSSI (Received Signal Strength Indicator: 受信信号強度インジケータ) によって受信信号の強度を判定し、信号強度に基づいてビーコンまでの距離を概算できます。これに三辺測量技術を組み合わせることで、紛失防止トラッカー、近接マーケティング、屋内ナビゲーション、デジタルキー、資産追跡など、一般的に数メートル級の精度を持つBluetooth LEのユースケースが実現しています。

2019年、Bluetooth®に方向検知 (Direction Finding) 機能が追加され、AoA (受信角度) とAoD (放射角度) による測位技術を用いて、Bluetoothデバイスが別のBluetoothデバイスから発信された信号の方向を特定できるようになりました。これにより、位置情報サービスのユースケースにおける精度が向上しました。AoAでは、複数アンテナ (またはアレイアンテナ) を備えた固定位置のロケータを基準点として、単一アンテナから信号を発信するBluetooth LEタグの位置を特定できます。信号を受信したロケータは発信元を計算でき、これによりリアルタイム位置情報システム (RTLS) や資産追跡の精度が誤差1メートル以下にまで大きく向上します。一方AoDでは、スマートフォンなどのデバイスが、複数アンテナを備えた固定位置のロケータを基準点にして自身の位置を特定する仕組みです。スマートフォンが基準点から発信された信号を受信すると、発信元を特定することで、その環境内の自身の位置を計算します。これらの機能により、交通拠点、病院、教育施設キャンパス、スタジアムその他の公共の場における屋内ナビゲーションシステムの著しい向上が図れるようになりました。

Bluetooth®チャンネルサウンディングとは

Bluetooth LEの測位機能の進化における最新の進歩が、Bluetooth®チャンネルサウンディングです。この新しくセキュアな高精度測距機能によって、2つのBluetooth LEデバイス間の距離を測る際に、RSSIをはるかにしのぐセンチメートル単位の精度が実現します。用いているのは、PBR (Phase-Based Ranging: 位相ベース測距) とRTT (Round-Trip Time: 往復時間) という、2つの主要な測距技術です。これらの技術の詳細は、[こちら](#)をご覧ください。

PBR (Phase-Based Ranging: 位相ベース測距)

Bluetooth®チャンネルサウンディングは、PBRを活用して2つのデバイス間の距離を正確に測定します。PBRではイニシエータデバイスがリフレクタデバイスに信号を送信し、リフレクタデバイスは受け取った信号を返します。このプロセスを複数の周波数帯で繰り返し、複数周波数帯にわたる送信信号と受信信号の位相の違いに基づいてデバイス間の距離が計算されます。図1は、PBRの仕組みを図式化したものです。

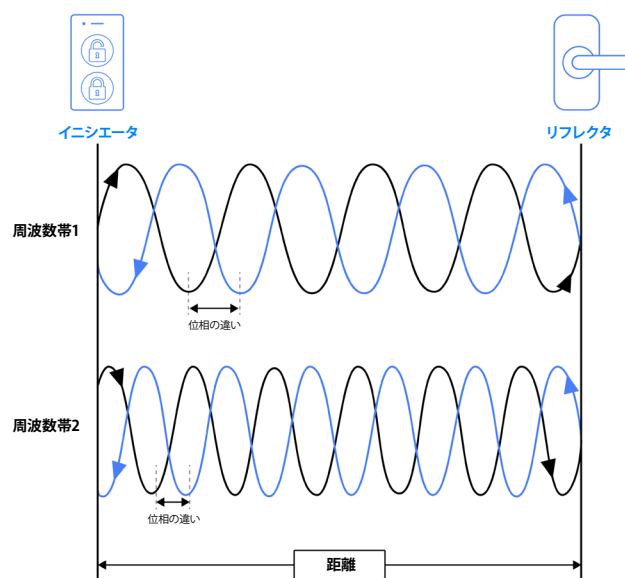


図1: PBR (出典: Bluetooth SIG)

RTT (Round-Trip Time: 往復時間)

Bluetooth®チャンネルサウンディングでは、高度な中間者攻撃 (MITM攻撃) 対策として、RTTという二次的な測位方法も用います。RTTでは、イニシエータデバイスはリフレクタデバイスにスクランブル暗号化されたパケットを送信し、リフレクタがそれを返します。デバイス間の距離は、このパケットの往復時間に基づいて計算されます。PBRとは別の距離測定で距離限界を割り出すRTTは、PBRの測定のクロスチェックに使用され、中間者攻撃のリスクを大幅に減らします。

PBRとRTTの併用で、Bluetooth®チャンネルサウンディングはデバイス間の安全かつ正確な距離測定を実現できます。図2にRTTの仕組みを図式化しています。

高精度測距を方向・存在検知機能と組み合わせることで、Bluetoothの測位機能がそろいました。図3は、現在までのBluetooth LEの主要測位機能をまとめています。

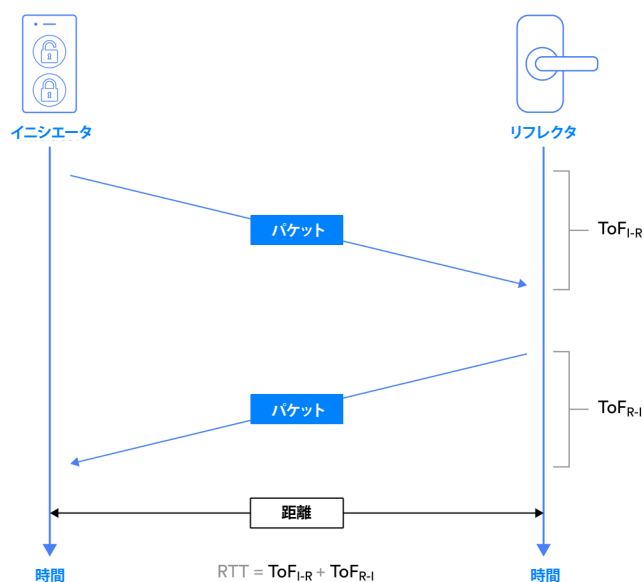
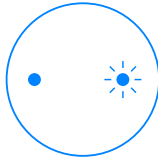


図2: RTT (出典: Bluetooth SIG)

Bluetoothの各種測位機能

Bluetooth®チャンネルサウンディングが加わったことで、Bluetooth技術の測位機能には、デバイスの存在と方向を検知するための実績ある手法に加え、2つのデバイス間の距離を測定するための方法も複数そろうことになりました。

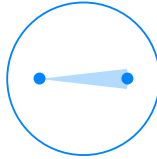
存在 近くにあるか



Bluetooth®アドバタイジングによって、デバイスは周辺エリア内でスキャンを実行している他のデバイスに自分の存在を知らせることができ、デバイスの存在検知が可能になります。

Bluetoothアドバタイジングでは、一般的に100m以上離れた場所にあるデバイスの存在も検知できます。

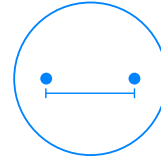
方向 どちらの方向にあるのか



Bluetooth®の方向検知機能により、受信機は送信機から送信される信号の方向を特定できます。信号の方向を特定する方法はAoA(受信角度)とAoD(放射角度)の2つがあります。

Bluetooth方向検知機能では、一般的に ± 5 度の精度で信号の方向を特定できます。

距離 どのくらい遠いのか



BluetoothのRSSIとチャンネルサウンディングは、それぞれ粗測距と高精度測距を行う機能です。どちらの場合も、信号を受信するデバイスが送信デバイスまでの距離を推定できます。RSSIでは受信した無線信号の強度を測ることで距離を推定します。Bluetooth RSSIでは、一般的にメートル単位の精度で距離を推定できます。

Bluetooth®チャンネルサウンディングではPBPとRTTを用いて2つのデバイス間の距離をセンチメートル単位の精度で計算できるようになり、正確な距離認識が実現します。

Bluetoothチャンネルサウンディングでは、一般に100メートルまでの距離について ± 50 cmの精度の測距を行えます。

図3: Bluetoothの各種測位機能 (出典: Bluetooth SIG)

Bluetooth®チャネルサウンディングの主なメリット

Bluetooth®チャネルサウンディングは先述した各種機能によって、数多くのメリットをもたらします。以下の表1はその詳細です。

主なメリット	説明
正確性の高い測距	Bluetooth®チャネルサウンディングはマルチチャネルのPBRを活用し、Bluetooth接続デバイス間で高精度な距離測定を可能にします。Bluetooth®チャネルサウンディングでは、長距離でもセンチメートル単位の精度を実現し、数多くのアプリケーションのニーズに応え、極めてシンプルなデバイスであっても正確な距離認識のメリットを実現できます。
高いセキュリティ	PBRとRTTを組み合わせることで、Bluetooth®チャネルサウンディングでは、権限を与えられたデジタルキーやリモコンキーが一定の距離内にある場合にのみ、車やビルのドアの解錠を可能にします。これにより、中間者攻撃 (MITM攻撃) を受けにくくすることができます。
あらゆるトラッキングデバイスに搭載	Bluetooth LEはスマートフォン、PC、タブレット、ウェアラブルなど、コンシューマー向けプラットフォームデバイスに広範に搭載されているため、膨大な数のデバイスが既にイニシエータデバイスとして利用できる状態にあります。Bluetooth®チャネルサウンディングに対応するためにはハードウェアのアップグレードが必要になる可能性がありますが、市販デバイスの一部はアップグレードが可能です。また、UWB高精度測位の拡大が今後見込まれる一方で、Bluetooth®チャネルサウンディング対応のハードウェアの普及はUWB技術の普及よりも大幅に速く進むと予想されます。
Bluetoothデバイスの巨大なエコシステム	2029年単年でもBluetoothデバイスの年間出荷台数は80億台近くになると予想され、Bluetoothチャネルサウンディングを搭載できる可能性のあるデバイスは膨大な数に上ります。複数アンテナのBluetooth®チャネルサウンディングの高度な実装はより複雑化する可能性がありますが、単一アンテナでの実装であればデバイス内に既にあるBluetoothチップを利用し、既存のBluetooth LE製品の設計に影響することなく実現できます。そのため、紛失防止ネットワークなどコネクテッドデバイスによるさまざまなソリューションの一部を形成できる、拡張性の高いデバイスのエコシステムを形成します。

主なメリット	説明
コストと複雑性を低減	Bluetooth®チャンネルサウンディングを実装するためにデバイスに無線を追加する必要はなく、部品表 (BOM) コストを抑えながら、新たにセキュアな測位を付け加えることができます。例えば、Bluetooth LE Audio対応の完全ワイヤレスイヤホンや充電ケースの場合、UWBチップを搭載するための基板設計変更を要せずにBluetooth®チャンネルサウンディングを実装できるため、コストと複雑性を減らし、製品化までの期間を短縮しながら、デバイス紛失時の正確な位置把握を実現できます。Bluetooth LEチップはデバイスのオーディオ機能のために本来的に必要なため、唯一のコスト増要素は、Bluetooth®チャンネルサウンディング対応のチップセットを選択することのみです。
相互運用性の確保	Bluetoothエコシステムの一部となる利点の一つが、すべてのデバイスが完全な相互運用性を備えている点です。Bluetooth®チャンネルサウンディング対応のスマートフォンやモバイルデバイスは、別メーカーのBluetooth®チャンネルサウンディング対応デバイスを追跡できます。これにより、複数のデバイスやアプリケーションを含む、各種ソリューションからなる拡張性の高いエコシステムが形成しやすくなります。
消費電力を削減	Bluetooth®チャンネルサウンディングでは、Bluetooth LE技術本来の低消費電力の特性を活用できます。これは、バッテリー消費への配慮が必要なデバイスで高精度測位が必要な場合に、採用する技術を決定づける大きな要因となります。
高い信頼性	Bluetooth®チャンネルサウンディングのソリューションで複数アンテナを使用する場合、マルチパス反射が精度に与える悪影響を低減できます。これにより、多種多様な環境において、距離認識の信頼性向上が図れます。

表 1 : Bluetooth®チャンネルサウンディングの主なメリット

Bluetooth®チャネルサウンディングのユースケース

Bluetooth®チャネルサウンディングは採用の初期段階にあります。プラットフォームデバイスおよびコネクテッドデバイスの両方において同様に搭載されているというBluetooth技術の独自の立ち位置から、距離認識における市場プレゼンスを消費者、企業、産業にわたって大きく拡大させ得るポテンシャルを持っています。同時に、Bluetooth®チャネルサウンディングはセンチメートル単位の精度によって、以下に紹介する高精度測位のユースケースの大部分で要求を満たせるため、UWBなどの他の高精度測位技術に比べ極めて魅力的な選択肢です。UWBではさらに高い精度と低い遅延性が得られるものの、無線を追加するためのコストや、モバイルデバイスおよびプラットフォームデバイスにおけるサポートがより限定的になること、また全体的な消費電力がより高いといった、複数の潜在的なマイナス要素があります。2029年単年でBluetooth対応デバイスの年間出荷台数が80億台近くに上がることが予想される中、大きなビジネスチャンスも期待できます。以下では、容易かつ優れたコスト効果で導入できるBluetooth®チャネルサウンディング技術が、いかに幅広い種類の高精度測位アプリケーションに対応できるかについて紹介します。

紛失防止

2010年にBluetooth LEが登場して以来、測位機能の活用という点で最も主要な用途は、バッテリー駆動の紛失防止トラッカーでした。これは、財布やハンドバッグ、バックパック、自転車、電話・タブレットケース、スーツケース、鍵、楽器ケース、ペット、その他の貴重品や思い出のある品に取り付けられる専用タグです。Bluetooth®チャネルサウンディングでは、探し物に近づいているか離れているかがセンチメートル単位でわかるため、より正確に紛失物を探せます。紛失物をより容易に、直感的に、すばやく見つけられるようにすることで、ユーザー体験が向上します。

さらに大きく期待できる点として、Bluetooth®チャネルサウンディングの登場によって、対応チップセットを備えるBluetooth LEデバイスのほぼすべてで、別のタグを埋め込む必要なしに今まで以上に正確なトラッキングが可能になった点があります。例えば、Bluetooth LE対応のリモコン、オーディオ機器、コネクテッド玩具、ゲームコントローラなどで、より強力な距離認識機能が専用のハードウェアの追加を要せずに実現します。

Bluetooth対応プラットフォームデバイスへの紛失防止機能の搭載が拡大するにつれ、Bluetooth®チャネルサウンディング対応のコネクテッドデバイスの普及によって、紛失物や紛失したデバイスを探すための紛失防止ネットワークの規模と精度も大幅に向上します。それにより、紛失物をより簡単に見つけ出せる、広大なBluetoothの紛失防止ネットワークが実現します。

デジタルキー

RSSIに基づいたBluetooth LEのデジタルキーは以前からあり、Bluetooth LEを用いたリモコンキーやスマホキーは、ドア、門、車庫、自転車、金庫、戸棚、引き出しなどの施錠・解錠に使用できます。Bluetooth®チャンネルサウンディングは中間者攻撃（MITM攻撃）に対する保護層を追加し、デジタルキーやアクセス制御にBluetooth技術を採用する際の主な懸念を払拭しながら、利用シナリオの大部分で十分に高い正確性と低い遅延性を実現します。

現在、マルチプロトコルのアクセス制御ソリューションの市場での勢いが高まっています。特に自動車分野では、[CCC（カー・コネクティビティ・コンソーシアム）](#)と、UWB、Bluetooth LE、NFCを組み合わせたCCCデジタルキー・リリース3.0仕様がその勢いを後押ししています。同様に、CSA（コネクティビティ・スタンダード・アライアンス）が2023年に公開した[Aliro](#)は、アクセス制御における利便性と一貫性のある使用感を意図し、アクセス制御側の読み取り装置とスマートフォン、ウェアラブルなどのユーザーデバイスとの間の通信プロトコルの標準化を図っています。その一方で、中国のICCOA（インテリジェント・カー・コネクティビティ・オープン・アライアンス）およびICCE（インテリジェント・コネクテッド・カー・エコシステム・アライアンス）など他の組織でも、CCCと同様のUWB、Bluetooth LE、NFCの技術を組み合わせたアプローチについて、検討を進めています。

しかし、UWBの普及はまだ完全ではなく、その採用はコスト増と複雑化につながります。そのことから、業界の大方の見解として、ハイエンドおよびプレミアム層以外の多くのメーカーでは、スマートフォンをはじめ各種デバイスに広く搭載されるBluetooth LE技術の優位性を踏まえ、Bluetooth®チャンネルサウンディングを自動車、住宅、ビルのアクセス制御における現実的でコスト効果の高い選択肢として利用すると見えています。そのためBluetooth®チャンネルサウンディングは、自動車、住宅、企業、産業のアクセス制御におけるデジタルキーおよびスマホキーの展開拡大に貢献する可能性を持っています。

Bluetooth®チャンネルサウンディングを単独で用いるデジタルキーに加え、Bluetooth®チャンネルサウンディングはUWB技術を補完する役割を果たす可能性も高いと考えられます。例えばアクセス制御ソリューションでは、ユーザーが離れた場所にいる場合にBluetooth®チャンネルサウンディングで距離を測定し、解錠および車内での操作はUWBに切り替えて行います。そうすることで、UWBを活用するアクセス制御ソリューションの消費電力が、Bluetooth®チャンネルサウンディングによって抑えられます。

その他のユースケース

コネクテッドデバイスが他のデバイスに対する自デバイスの位置を正確に把握できるようになると、資産追跡やアクセス制御を超えた革新的なユースケースも現れるかもしれません。Bluetooth®チャンネルサウンディングで強化されたセンチメートル単位の精度によって、HID（ヒューマンインターフェースデバイス）、近接インタラクションおよびオートメーション、HMI（ヒューマンマシンインターフェース）をはじめ、Bluetooth LEデバイスに新たな革新的機能を実現できる可能性があります。

資産追跡

Bluetooth®チャンネルサウンディングは、屋内資産追跡アプリケーションの性能とセキュリティを大幅に向上させながら、従来のソリューションに比べて導入時の複雑性を低減できる可能性があります。病院などの事業現場では、スマートフォンを活用して高額備品をより容易に追跡できるため、生産性向上と重要資産の紛失防止を図れます。小売現場では、高額備品にBluetooth®チャンネルサウンディングの専用タグを取り付け、特定エリアの外に出たときに警報を発信することができます。倉庫や工事現場であれば、複数のロケータを使用する複雑なRTLSインフラを導入することなく、Bluetooth®チャンネルサウンディング対応のツール類を追跡管理できます。その他の高額資産についても、あらかじめ設定された場所から急に外に持ち出された場合に警報が発信されるようにし、盗難を防止できます。このようなソリューションでRSSIおよびAoA/AoDに基づいたより大規模な資産追跡システムを補完すれば、数百・数千単位に及ぶ資産を追跡できます。加えて、Bluetooth®チャンネルサウンディングを方向検知など他の手法と組み合わせれば、資産追跡プラットフォームの正確性とセキュリティをさらに高めることができます。

HID (ヒューマンインターフェースデバイス)

センチメートル単位の精度を持つ距離測定機能により、多種多様な周辺機器・アクセサリ機器が、スマートフォン、PC、タブレット、スマートTVなどのプラットフォームデバイスに対する自デバイスの相対的な位置を正確に判定できるようになります。マウス、キーボード、コントローラなどのデバイスは、PCとの距離に基づいて稼働・非稼働状態を自動的に切り替えることができます。例えばノートパソコンを持ち運ぶ場合、あらかじめ設定した距離を超えたときにはキーボードやマウスを非稼働状態にできます。同様に、ノートパソコンの近くにゲームコントローラを置くと、ゲームコントローラが稼働状態になるようにすることも可能です。こうすることで、デバイスのバッテリー寿命を延ばしながら、エンドユーザーの使い勝手の向上につながります。

近接インタラクションおよびオートメーション

Bluetooth®チャンネルサウンディングのもう一つの活用の可能性として、プラットフォームデバイスにユーザーのスマートフォンまたはスマートウォッチが近づいてきたことを検知させ、特定の距離以上に近づいた場合に自動的に画面をロックまたはロック解除させることが考えられます。例えば、Bluetooth®チャンネルサウンディング対応のスマートウォッチを装着したユーザーがPCに近づくと自動的にロックを解除し、特定の距離以上離れた場合には再びロックできます。PCを使用する人を検知し、ログインユーザーの切り替えができる可能性もあります。

Bluetooth®チャンネルサウンディングは、近接・ジオフェンシングに基づいたオートメーションによって、多種多様の革新的なユーザー体験を実現させる可能性があります。例えば、スマートフォンを家電に近づけただけでその家電に関連する操作パネルがスマートフォンに表示されるようにでき、スマートフォンにインストールされているアプリの中から必要なアプリを探す必要がなくなります。ドアの鍵と同様に、照明、オーディオ機器、サーモスタットなどの機器も、各部

屋にいる人に反応して動作させることができます。これは、室内環境を各人の好みに合わせるためにも使用できます。病院では、患者に合わせて病院スタッフのデバイスにカルテを自動的に表示できます。また、使用制限の設定も可能で、適切な資格を持つ人がデバイスの近くにいない限り、権限のない人による資産、器具、機器の操作を制限できます。同じ技術を用い、デバイスのオンボーディングとプロビジョニングのプロセスを、近接性に基づいて円滑に進めることも可能です。

HMI (ヒューマンマシンインターフェース)

上記とは反対に、危険性のある機器や機械について、人が安全な距離まで離れた場合にのみ稼働を可能にすることで安全を確保するユースケースもあるかもしれません。例えば、商業・産業現場でロボティクス、機械、器具、ツールを操作するためのHMIの場合、Bluetooth®チャンネルサウンディングはRSSIソリューションに比べてより正確に位置を判定でき、人が安全な操作に必要な距離を確保していることを保証できる利点があります。

将来的なユースケース

Bluetooth®チャンネルサウンディング技術は初期段階にあり、今後登場するユースケースやデバイスを具体的に予測するには時期尚早です。しかし将来的なユースケースとして可能性がある中に、例えばBluetoothスマート照明などでシステムのパフォーマンス最適化を図るため、デバイスが自己最適化および自己設定を行うことが考えられます。スマートフォンをはじめとするプラットフォームでBluetooth LEが広く普及していることから、ABI Researchでは、今後Bluetooth®チャンネルサウンディングの普及が加速するに従い、数多くのユースケースが新たに登場すると予測しています。

多くの距離認識ユースケースで活用できる Bluetooth®チャンネルサウンディング

距離測定機能を市場に提供する無線技術はいくつかあり、代表的なものはUWB、Wi-Fi、Bluetooth LEです。正確性、消費電力、遅延性、通信範囲、拡張性、実装の容易さ、エコシステム実現、コストなどにそれぞれ独自の利点と弱点があります。Bluetooth®チャンネルサウンディングは、センチメートル単位の精度、スマートフォンなどのプラットフォームデバイスにおけるBluetoothの遍在的な普及、低コストのチップセット、低消費電力、設計の複雑性の低減、無線の追加を回避できることなどから、測位関連の数多くのユースケースでUWB高精度測位に代わる単独の選択肢として十分に魅力的なものとなる可能性があります。Bluetooth®チャンネルサウンディングに関しては、UWBと競合するアプリケーション分野もあれば、連携して全体的な測位パフォーマンスを向上させる分野もあるでしょう。

ただし、セキュアな測距に関する要件がユースケースによって異なるという点への留意は重要です。UWBのより高い精度を必要とするアプリケーションがある一方で、それが過剰である場合も多く、企業によってはセキュアな測距を実現するためにUWBを採用し、増大するコストと複雑性を受け入れるのは難しい場合もあるかもしれません。例えば個人用の紛失防止トラッカーでは、紛失物の位置をミリメートル単位で特定できるメリットは、数十センチメートル単位、また品物の大きさによっては1メートル単位で特定できる場合に比べ、大きなものとならないことが考えられます。このため、十分な性能と強力な相互運用性、低コスト・低消費電力を実現するBluetooth®チャンネルサウンディングが選ばれる場合もあれば、より高いコストと消費電力を要するとしても、より高性能のソリューションが選択される場合もあるかもしれません。

スマホキーの場合、一般的にドアを施錠・解錠するには、ユーザーが1メートル以内まで近づいているかを判別できれば十分です。既に現在、モバイルデバイス搭載のBluetooth LEを活用し、接近することで自動的に解錠するBluetooth LEドアロックは数多くあります。Bluetooth®チャンネルサウンディングは、RSSIに比べ、より接近した場合にのみ解錠しながら、UWB無線の追加によるコスト増を回避できるため、セキュリティを強化すると同時にユーザー体験の向上も図ることができます。既に2021年にはBroadcomがアルプスアルパイン株式会社と協業し、自動車分野におけるBluetooth LEベースのセキュアな測距ソリューションの開発を開始しています。

同様に、倉庫、病院、キャンパス、産業現場において限られた数の高額資産を追跡する場合、大抵は1メートルから5メートルの距離内であれば位置を特定するには十分です。その一方で、追跡する対象が道具類など小さな物である場合は、Bluetooth®チャンネルサウンディングのセンチメートル単位の精度が役立つでしょう。

Bluetooth®チャンネルサウンディングが持つポテンシャルの発揮を加速させる可能性のある大きな利点の一つは、追跡対象となり得る無線デバイスの多くに、既にBluetooth技術が搭載されている点です。Bluetooth®チャンネルサウンディングに対応することで、多くの新たなデバイスカテゴリにおいて、専用のスマートタグやUWB無線の追加を必要とせず、追跡機能を追加できます。特に、単一アンテナの低コストIoTソリューションでは、精度は落ちるものの、新技術への投資、無線の追加、設計の複雑化を必要とせずに、品物を探すために十分な距離認識を実現できます。これは、モバイルデバイスでのBluetooth LEの遍在性と相まって、紛失防止トラッカー、存在検知、近接作動などの各種ユースケースの実現のため、ますます多くのエンドデバイスでBluetooth®チャンネルサウンディングソリューションの実装が進む可能性があります。スマートフォンではUWBの普及も進むと見られていますが、2023年に出荷されたスマートフォンのうちUWBを搭載していたのは、全体の4分の1にすぎません。

ABI Researchでは、Bluetooth®チャンネルサウンディング対応のハードウェアの普及に伴い、スマートフォンをはじめとするプラットフォームデバイスでのBluetooth®チャンネルサウンディングの実装は、より迅速に進むと予想しています。

加えて、Bluetooth®チャンネルサウンディングには柔軟性があることから、アプリケーションに合わせ、高セキュリティ、高精度、低遅延性、低消費電力など、優先する項目を変えることができます。

業界に向けた推奨事項

Bluetooth®チャンネルサウンディングは、従来のRSSI技術に比べ大幅に測距性能が向上しているため、位置情報のエコシステムにいくつもの利点をもたらします。その一方で、UWBなど、搭載コストとエコシステムにおける幅広い採用では不利な半面、他にはない正確性と低遅延性で優位にある技術と競合することにもなります。このため、BluetoothのエコシステムはBluetooth®チャンネルサウンディングに特有の利点を最大限活用できるよう、今後の成功に向けて全力で取り組んでいく必要があります。以下ではその取り組みについて解説します。

対応ハードウェアの速やかな普及の確保

既に数社のチップセットベンダーでは、Bluetooth®チャンネルサウンディングをソリューションに組み込んでいます。しかしその普及は、プラットフォームデバイスおよびタグ、ドアロック、アクセス制御用の読み取り装置などのデバイスにおいて、対応するハードウェアやデバイスがあるかにかかっています。スマートフォンなどのプラットフォームデバイスにおけるBluetooth®チャンネルサウンディング対応の迅速な進展が、新しいユースケースや距離認識機能を備えるエンドデバイスの開発促進につながります。

ユースケースやフォームファクターごとに最適化されたソリューションの創造

対応スマートフォンに加え、チップセットベンダーには、Bluetooth®チャンネルサウンディングの異なるアプリケーションを対象として最適化されたソリューションの提供が求められます。既に一部のベンダーから、高額資産向けの資産追跡アプリケーション用シングルアンテナソリューションが発売されています。現在はリモコンキーなど、サイズ面で制約のあるデバイス向けのデュアルアンテナソリューションの開発が進められています。今後は、最高の精度とセキュリティを可能にするBluetoothチャンネルサウンディングソリューションが登場する可能性もあります。製品メーカーは、これら3つの性能項目に基づき、取り組みの優先順位を決める必要があります。Bluetooth®チャンネルサウンディングが持つ柔軟性によって、チップセットベンダーは正確性、遅延性、セキュリティ、コストおよびその他の項目で差別化を図り、競合に差を付けることができます。

業界コンソーシアムとの協力

Bluetoothのエコシステムは、CCC（カー・コネクティビティ・コンソーシアム）、ICCOA（インテリジェント・カー・コネクティビティ・オープン・アライアンス）、ICCE（インテリジェント・コネクテッド・カー・エコシステム・アライアンス）、CSAのAliroなど、分野・地域的組織や取り組みと密に連携し、Bluetooth®チャンネルサウンディングについて、アクセス制御およびキーレスエントリーに活用でき、同時にUWB技術を補完できる技術として推進していく必要があります。これによりBluetooth®チャンネルサウンディングに対する信頼を確かなものとし、同技術がより厳格かつセキュリティ重視のアプリケーションにも実用できることを示すことにもつながります。

差別化要素へのフォーカス

位置情報のエコシステムは、従来、最も高い精度を提供できる技術を追求してきました。しかし近年、技術の成功には、コスト効果、導入と運用の容易さ、相互運用性、拡張性も同様に重要であるとの認識が生まれています。この点でBluetooth®チャンネルサウンディングは、大規模なハードウェアのアップグレードや設計の複雑化なしに容易にデバイスに搭載でき、魅力的です。さらに、Bluetooth LEが既に搭載された膨大な数のデバイスとの通信能力、強力な相互運用性、低コスト、低消費電力が加わることで、Bluetoothチャンネルサウンディングは測位における幅広い課題に対する理想的な解決策となります。Bluetooth®チャンネルサウンディングの推進においては、厳しい性能要求を求めるアプリケーションではなく、センチメートル単位の精度と高いセキュリティ機能で十分に対応できる最も幅広いアプリケーションに焦点を定めるべきです。追加の無線が必要となるUWBと精度の高さで競うのではなく、容易に搭載可能なRSSIソリューションとの対比において、大幅な性能の向上を強調します。

Bluetooth®チャンネルサウンディングの利点を業界に周知

Bluetooth®チャンネルサウンディングがまだ比較的新しいことを考えると、この技術の利点をユーザーに理解してもらい、さまざまなデバイスの種類におけるBluetooth®チャンネルサウンディングの主要な性能上の指標を効果的に伝えるためには、多くの取り組みを行っていく必要があります。デモンストレーション、トライアル、ケーススタディ、市場に出ている製品とその性能・利点の紹介は、今後の普及を促進する上で重要です。

新しいユースケースや体験を実現

業界は、Bluetooth®チャンネルサウンディングによって実現可能な新しいユースケースについて、アクセス制御と紛失防止トラッカー以外にも目を向ける必要があります。アクセス制御と紛失防止トラッカーは依然として大きな可能性を持つ一方で、今後初めて測距機能を搭載することができるようになる数多くの種類のデバイスに圧倒される可能性もあります。新しいユースケースは新しいユーザー体験を生み出すほか、人が周囲の世界とつながる新たな方法をもたらし、数多くの場面のパーソナライズと自動化の強化にも寄与します。

Bluetoothのエコシステムが持つ遍在性の活用

Bluetooth®チャンネルサウンディング対応のハードウェアの展開が進む中、測距機能のためだけに製品の再設計や無線を追加することなく、高精度の測距機能を搭載できるデバイスが十億台規模で市場に出回ることになります。これにより、Bluetoothデバイスが互いの相対的な距離を共有し、紛失物を探すための現在の紛失防止ネットワークを大きく拡大できる、極めて拡張性の高いエコシステムが生み出される可能性があります。これはさらに魅力的な新しいユースケースやユーザー体験の誕生につながりますが、発生する追加コストはBluetooth®チャンネルサウンディング対応ハードウェアへのアップグレードだけです。その一方で、Bluetooth LEベースのRSSIによる粗測距を既に使用する数多くのユースケースでは、ハードウェアの設計を大幅に変更するための大規模な投資を必要とせず、目覚ましい性能の向上を実現できます。

他の技術との連携活用を探る

ベンダーは、Bluetooth®チャンネルサウンディングがBluetooth RSSI、Bluetooth方向検知、Wi-Fi、UWBなど他の技術と連携し、性能を最大限に発揮しながら電力消費と導入の複雑性を抑える、より独自性の高い位置情報ソリューションを実現する方法についても検討する必要があります。例えば現在、UWBとBluetooth LE技術を組み合わせたデバイスは市場に数多く存在し、Bluetooth®チャンネルサウンディングがその多くで今後さらなる機能強化をもたらす可能性があります。UWBは一般的にBluetooth LEの搭載も必要とし、この点もBluetoothのエコシステムに有利に働くことが期待できます。

最後に、Bluetooth®チャンネルサウンディングは、セキュアな測距ソリューションの幅広い展開を十分に実現できる位置付けにあります。この機能は、Bluetooth®コア仕様に含まれたことで急速に拡大し、多種多様なデバイスにおいて、正確で低消費電力かつセキュアな高精度測距を広く提供できるポテンシャルを持っています。それにより今後、正確な紛失防止ソリューションやセキュアなアクセス制御といった革新的な位置情報サービスと、その他の画期的なデバイス間通信の開発が可能になります。

Bluetooth市場調査コミュニティ

Bluetooth市場調査コミュニティに是非ご参加ください。コミュニティメンバーになることにより、Bluetooth®技術の最新のトレンドや分析をご紹介する市場データにいち早くアクセスできるだけでなく、御社や御自身にとって最も価値のある調査データを得られるよう収集・共有データについて意見を述べるすることができます。

ご登録はこちらから

bluetooth.com/marketresearch

Bluetooth®のワードマークとロゴはBluetooth SIG, Inc. が所有する登録商標です。Auracast™のワードマークとロゴは、Bluetooth SIG, Inc.の所有する登録商標です。その他のサードパーティのブランドおよび名称はそれぞれの所有者に帰属します。