

## Technical Article

## 79GHz ミリ波レーダー テクノロジを活用した、キック センサのジェスチャ認識の改善



2011年に導入された静電容量式キック センサにより、リア バンパの下での簡単な足の動作で、**ハンズフリーでトランクを開けられるようになったため**、自動車の利便性が向上しました。HUFはこのテクノロジーの開発に着手し、キック センサの検出の精度と信頼性をいっそう高め続けており、静電容量性センサを上回る領域を拡張しています。テキサス インストルメンツの 79GHz ミリ波 (mmWave) テクノロジに比べて、製造と取り付けがより複雑な車内位置が必要となります。

### 静電容量性テクノロジーのアプローチ

技術的な課題の 1 つは、意図的なユーザーのジェスチャ (有効使用事例) を、意図しないジェスチャや関連しない動き (誤用事例) と区別して、キック センサの精度を高めることでした。誤用の例には、歩行者、子供の遊び、雨や雪などの気象条件があります。キック動作を検出する際、のは技術的労力はほとんど必要ありませんが、自動車のトランクが誤って開くことがないようにすることが非常に重要です。

HUF は、自動車のバンパに取り付けた 2 つの電極 (図 1 を参照) を使った静電容量式センサ テクノロジを使用し、車両の内外での動きを検出します。2 つの電極は、検出領域の幅を定義します。このシステムは、測定された信号と HUF のインテリジェントなアルゴリズムを使用してジェスチャを評価し、動作が有効使用事例か誤用事例かを判断します。

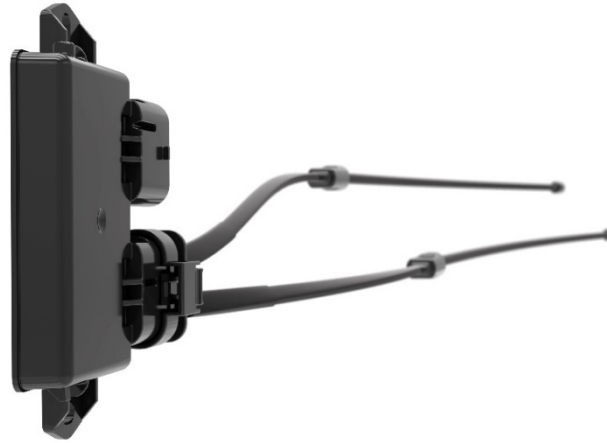


図 1. 2つの電極を持つ静電容量式センサ

### HUF と TI がジェスチャ認識を再定義する方法

正確なジェスチャ認識と、有効使用事例か誤用事例かにおける信頼性の高い差別化には、明確な課題があります。どちらも、センサが車両にどのように組み込まれているかによって異なります。たとえば、リアバンパ内の正確な位置にセンサを正確に取り付けると、視野角が制限され、他の自動車の近くに駐車したときや縁石の近くに駐車したときに、ユーザーは特定の位置でしかキック操作ができなくなる可能性があります。

これらの理由から、HUF は TI の [ミリ波レーダー システム オン チップ](#) をベースにした新しい設計を開発しました。HUF キックセンサ (図 2 を参照) は、TI の [79GHz ミリ波レーダー テクノロジー](#) を採用し、より高精度で信頼性の高いジェスチャ認識機能が備わった広い視野を作り上げるとともに、車両への採用を簡素化します。79GHz 帯域幅を採用した結果、より帯域幅の狭いレーダーの選択肢に比べて、距離分解能と速度分解能がより広くなります。

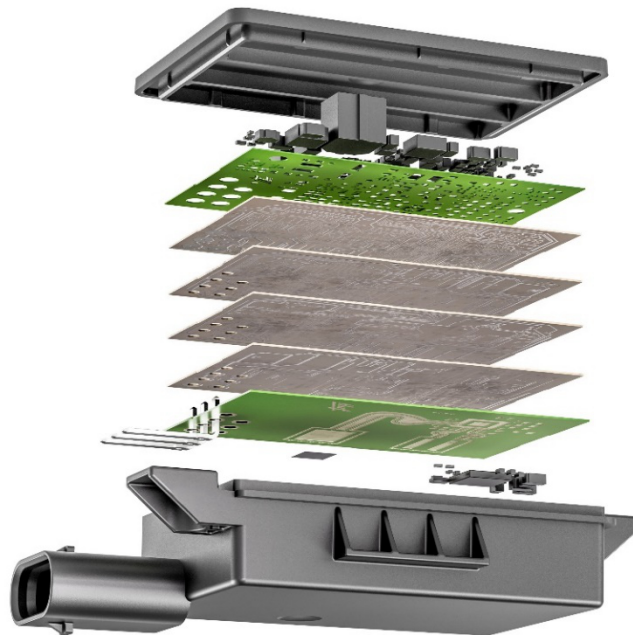


図 2. TI のミリ波レーダー システム オン チップを使用した HUF キック センサ モジュールのコンポーネント層

HUF のシステムは、調整可能なキックレンジパラメータを使用しています。これは、バンパから離れた位置にあってもジェスチャを感知する新しい機能です。また、ミリ波レーダーベースのアプローチでは、自動車のほぼすべての部分でシームレスなプラグアンドプレイを実装できるため、自動車メーカーは、サイドドアを開けたり (図 3 を参照)、足や手を振ってトランクを開けたりするなど、ジェスチャによるアクセス機能をより多く設計できます。

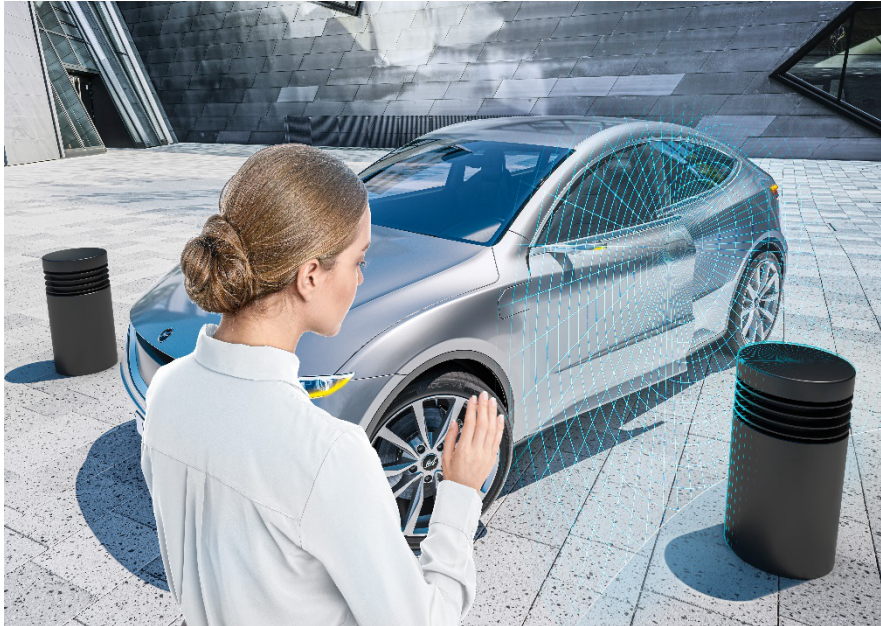


図 3. 手を振ってサイドドアを開ける

### MIMO アンテナ アレイがパフォーマンスを強化する方法

車両へのアクセス拡大は、キック センサ アプリケーション向けに最適化された MIMO (multiple-input multiple-output、複数入力複数出力) アンテナ アレイを使用して角度分解能を向上させます。これは、正確な位置検出とジェスチャ認識を実現するうえで不可欠です。

MIMO システムは、空間の多様性を通じて様々な方向からの信号を受信し、処理します。これにより、干渉とマルチパス効果を最小限に抑えながら、検出の目的とする動作を分離します。トレーラヒッチが車両後部の中央位置に影響を与える場合でも、センサの視野角によりバンパ幅の広い範囲にわたる自然な動作が可能になります。このアルゴリズムは、ミリ波レーダー システム オン チップから提供される情報を使用して、有効使用事例と誤用事例を区別します。

### 開発専門知識と高度なハードウェアの組み合わせ

ハードウェアとソフトウェアの開発で培った HUF の専門知識を、TI の高性能ミリ波レーダー IC と組み合わせ、誤用ケースに関する具体的な課題の解決が可能になりました。有効なキック動作では、ユーザーがキック エリアのどこにいても、車両に向かって足を連続的に動かす必要があります。これらのジェスチャを、猫が通り過ぎるなどの他の動きと区別して、トランクが意図せずに関閉しないようにする必要があります。

TI のミリ波レーダー システム オン チップは、周波数変調連続波 (FMCW) 信号伝送機能と、高分解能のレンジドップラマップをキャプチャして包括的な分析を実施します。HUF のアルゴリズムは、これらを分析してユーザーのエクスペリエンスを最適化し、スポーツカーやセダンから SUV に至るまで、バンパの形状や大雨などの困難な外部条件の下で、あらゆる種類の車両で信頼性の高い操作を可能にします。

### 高度な信号処理と分析

HUF のソフトウェアは、レンジドップラ情報を使用して個々のジェスチャを識別します。キック ジェスチャは、センサから規定の最大距離内で一定の期間内に発生する必要があります。特定の最小信号強度により、正確な分析が容易になります。

ただし、レンジドップラヒートマップだけでは、有効使用事例と誤用事例を区別することはできません。HUF のソフトウェアは、選択したターゲットに対する到来角 (AoA) の計算など、追加の変数を使用します。たとえば、レーダー センサで検出する人です。

ここに示す使用事例 (図 4 および 図 5 を参照) に対応する AoA 信号曲線は、シナリオによって異なります。有効な使用事例は、キック ジェスチャを完了するときに常に出発点に戻る AoA 測定値を示し (図 4 を参照)、一方で車両のそばを人が歩いている場合などは、開始ポイントと終了ポイントが異なります (図 5 を参照)。これは、ユーザーが意図したジェスチャを行うときには、車両に沿って移動しないという事実によるものです。さらに、キックがトリガされる際は、ユーザーの足は常に一箇所にあります。

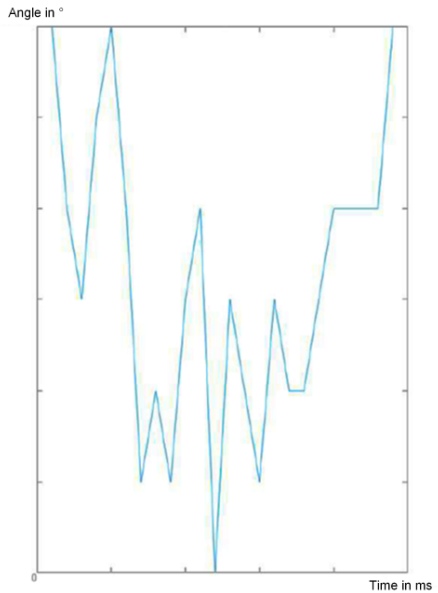


図 4. 到来角:キック ジェスチャ  
(有効使用事例)

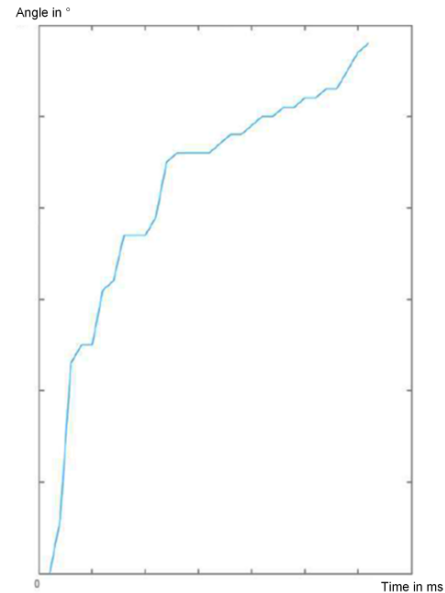


図 5. 到来角:そばを通る  
(猫が横切ったりボールが転がったりなどの誤用事例)

AoA 計算は、三角法に基づくタイム オブ フライト手順、または付近にある 2 つのアンテナ間の周波数オフセット評価という、2 つのアプローチに基づいて実施できます。

MUSIC (Multiple Signal Classification) や Capon 法などのアルゴリズムは、MVDR (Minimum Variance Distortion Less Response) と呼ばれ、一般的に角度計算を処理します。これらの方法には比較的高い計算労力が必要です。

TI のミリ波レーダー システム オン チップは、高速フーリエ変換 (FFT) を実行するハードウェア アクセラレータと、Cortex-M4F アプリケーション プロセッサを提供して、AoA 計算をサポートします。このアプローチにより、高速で効率的な角度計算が可能になります。

ハードウェア アクセラレータはメイン プロセッサから独立して動作します。測定データと処理データの分析、ドップラヒートマップの計算に使用するほか、アルゴリズムを活用してジェスチャ評価を実行できます。

## まとめ

静電容量式レーダー センサから 79GHz ミリ波レーダー センサ テクノロジに移行すると、キック センサの精度が改善され、自動車の周囲のより広い場所でジェスチャ コントロール機能を拡張する機会が得られます。将来的なアプリケーションには、環境制御システム、インフォテインメント、オーディオ コントロールなどが挙げられます。

自動車メーカー各社は、HUF が TI と開発したようなイノベーションの真のポテンシャルに気づき始めています。このイノベーションにより精度の限界を押し上げ、最終的に、ドライバと乗員に提供する体験の利便性を向上できます。

## 商標

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

## 重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとし、

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、[TI の総合的な品質ガイドライン](#)、[ti.com](#) または TI 製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。TI がカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TI の製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案する場合も、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日 : 2025 年 10 月