

Technical Article

79GHz mmWave 레이더 기술로 킥 센서 제스처 인식 개선



2011년에 출시된 정전식 킥 센서는 리어 범퍼 아래에서 간단한 발 동작을 통해 **손을 사용하지 않고 트렁크를 열 수** 있도록 하여 차량의 편의성을 향상시켰습니다. Huf가 이 기술을 개척했으며, 킥 센서를 보다 정확하고 안정적으로 만들고 있으며, 텍사스 인스트루먼트의 79GHz 밀리미터파(mmWave) 기술에 비해 제조 및 장착이 더 복잡한 차량에서 다른 위치를 필요로 하는 정전식 센서를 넘어 확장하고 있습니다.

정전식 기술 방식

하나의 엔지니어링 과제는 의도적인 사용자 제스처(유효한 사용 사례)와 의도하지 않은 제스처 또는 관련 없는 움직임(오사용 사례)을 구별하여 킥 센서를 더 정확하게 만드는 것입니다. 예를 들어 보행자, 놀고 있는 어린이 또는 비 또는 눈과 같은 날씨 상황이 여기에 해당합니다. 킥 모션을 감지하는 것은 기술적인 노력이 거의 필요하지 않지만 차량 트렁크가 실수로 열리는 것을 방지하는 것이 가장 중요합니다.

Huf는 차량 범퍼에 2개의 전극(그림 1 참조)이 있는 정전식 센서 기술을 사용하여 차량 뒤쪽과 아래쪽의 움직임을 감지함으로써 이를 해결합니다. 두 전극은 감지 영역의 너비를 정의합니다. 시스템은 측정된 신호와 Huf의 지능형 알고리즘을 통해 제스처를 평가하여 동작이 유효한 사용 사례인지 오사용 사례인지 판단합니다.

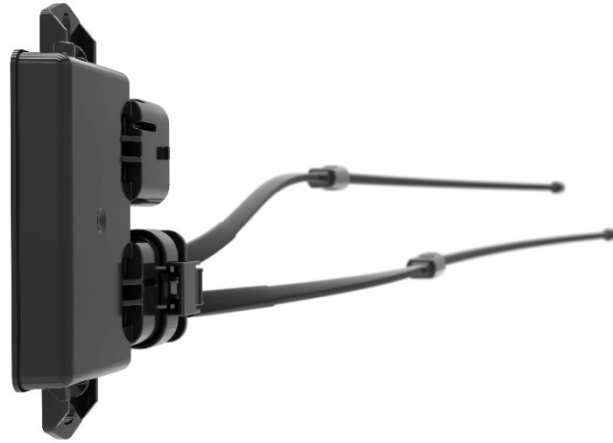


그림 1. 전극이 2개인 정전식 센서

Huf와 TI가 제스처 인식을 재정의하는 방법

유효한 사용 사례와 오사용 사례 간에 정밀하게 제스처를 인식하고 신뢰할 수 있게 구분하기 위해서는 해결해야 할 분명한 과제가 있습니다. 둘 다 센서가 차량에 어떻게 통합되어 있는지에 따라 달라집니다. 예를 들어, 리어 범퍼 내 센서의 정확한 설치 위치는 시야를 제한할 수 있으므로 다른 차량 가까이에서 또는 연석 옆에 주차할 때 특정 영역에서만 발차기를 할 수 있습니다.

이러한 이유로 Huf는 TI의 mmWave 레이더 온 칩 기반의 새로운 설계를 개발했습니다. Huf 킥 센서(그림 2 참조)는 TI의 79GHz mmWave 레이더 기술을 사용하여 보다 정밀하고 신뢰할 수 있는 제스처 인식을 통해 넓은 시야를 확보하는 동시에 차량 통합을 간소화합니다. 79GHz 대역폭은 더 좁은 대역폭을 가진 다른 레이더 대안에 비해 더 넓은 감지 범위와 높은 속도 분해능을 제공합니다.

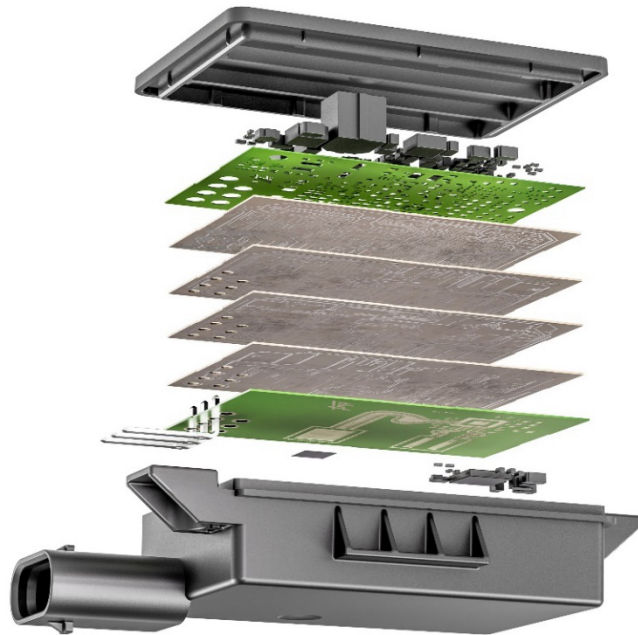


그림 2. TI의 mmWave 레이더 시스템 온 칩이 탑재된 Huf 킥 센서 모듈의 구성 요소 계층

Huf 시스템은 범퍼에서 멀리 떨어져 있을 때에도 제스처를 감지하는 새로운 기능인 조절 가능한 킥 범위 매개 변수를 사용합니다. 또한 mmWave 레이더 기반 방식은 차량의 거의 모든 부분에서 원활한 플러그 앤 플레이를 구현하도록 지원하므로 자동차 제조업체가 측면 도어(그림 3 참조)를 열거나 발 또는 손을 흔들어 트렁크를 여는 등의 더 많은 제스처 기반 액세스 기능을 설계할 수 있습니다.

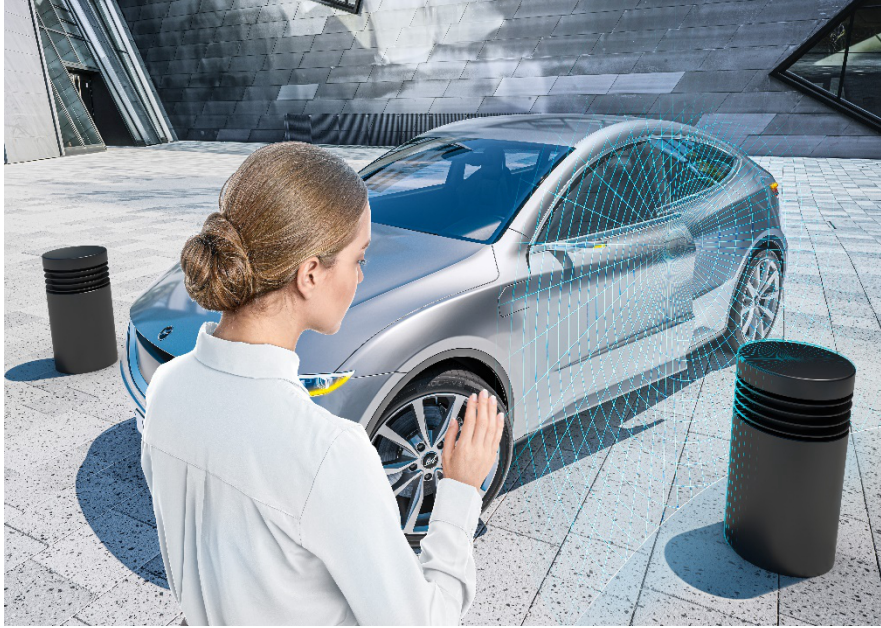


그림 3. 손을 흔들어 측면 도어 열기

MIMO 안테나 어레이가 성능을 향상시키는 방법

확장된 차량 액세스 기능에는 킥 센서 애플리케이션에 최적화된 가상 MIMO(다중 입력 다중 출력) 안테나 어레이가 사용되어 각도 해상도를 개선하며, 이는 정확한 위치 및 제스처 인식에 매우 중요합니다.

MIMO 시스템은 공간 다이버시티를 통해 서로 다른 방향에서 신호를 수신하고 처리하여 간섭과 다중 경로 효과를 최소화하는 동시에 감지를 위한 의도된 동작만 분리해 냅니다. 트레일러 히치가 차량 후방의 중앙 위치에 센서를 설치하지 못하게 하더라도, 센서의 시야각 덕분에 범퍼의 더 넓은 범위에서 자연스럽게 작동할 수 있습니다. 이 알고리즘은 mmWave 레이더 시스템 온 칩이 제공하는 정보를 사용하여 유효한 사용 사례를 오사용 사례를 구분합니다.

개발 전문 지식과 고급 하드웨어의 만남

Huf의 하드웨어 및 소프트웨어 개발 전문 지식을 TI의 고성능 mmWave 레이더 IC와 결합하면 잘못된 특정 사례 관련 과제를 해결할 수 있습니다. 발차기 제스처가 유효하려면 발차기 영역에서의 사용자 위치에 관계없이 차량 쪽으로 발을 연속적으로 움직여야 합니다. 시스템은 이러한 제스처를 지나가는 고양이와 같은 다른 움직임과 구별하여 트렁크가 잘못 열리거나 닫히지 않도록 해야 합니다.

TI의 mmWave 레이더 시스템 온 칩은 FMCW(주파수 변조 연속파) 신호를 사용하고 포괄적인 분석을 위해 고해상도 거리 도플러 맵을 캡처합니다. Huf의 알고리즘은 이를 분석하여 사용자의 경험을 최적화하고 폭우와 같은 어려운 외부 조건에서도 다양한 구조의 범퍼를 지닌 스포츠카, 세단부터 SUV까지 모든 유형의 차량에서 신뢰할 수 있게 작동하도록 합니다.

고급 신호 처리 및 분석

Huf의 소프트웨어는 거리 도플러 정보를 사용하여 개별 제스처를 식별합니다. 킥 제스처는 특정 시간 내에 센서로부터 지정된 최대 거리 내에 발생해야 합니다. 특정 최소 신호 강도는 정확한 분석을 용이하게 합니다.

그러나 거리 도플러 히트 맵만으로는 유효한 사용 사례와 오사용 사례를 구분할 수 없습니다. Huf의 소프트웨어는 선택된 대상에 대한 AoA(도래각) 계산 등 추가 변수를 사용합니다(예: 레이더 센서에 의해 감지되는 사람).

표시된 사용 사례(그림 4 및 그림 5 참조)에 대한 AoA 신호 곡선은 경우마다 다릅니다. 유효한 사용 사례에는 킥 제스처를 완료할 때 항상 시작점으로 돌아오는 AoA 측정이 표시되며(그림 4 참조), 예를 들어 사람이 차량 옆을 걸을 때 시작 지점과 끝점이 다릅니다(그림 5). 이는 의도한 제스처를 취할 때 사용자가 차량을 따라 움직이지 않기 때문입니다. 또한 발차기를 할 때 사용자의 발이 항상 한 곳에 위치합니다.

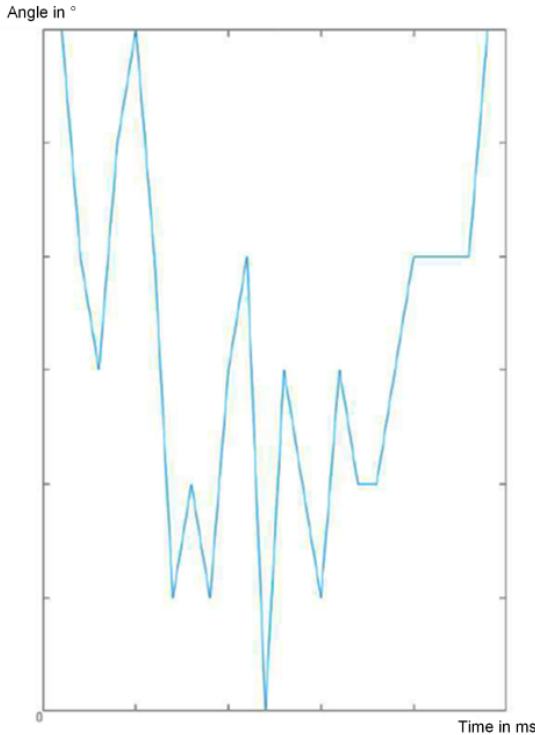


그림 4. 도래각: 킥 제스처 (유효한 사용 사례)

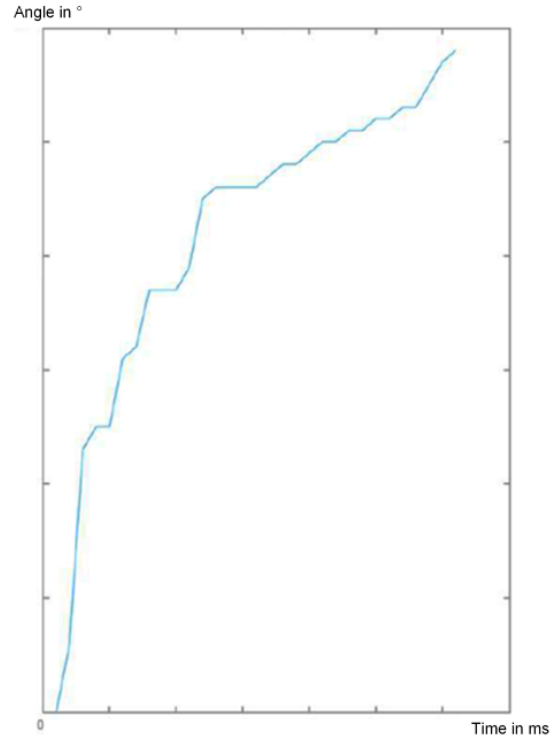


그림 5. 도래각: 보행 또는 통과(오사용 사례, 지나가는 고양이 또는 굴러가는 공 등)

AoA 계산은 두 가지 방식, 즉 삼각법 기반 ToF(비행 시간) 방법 또는 근접한 두 안테나 간의 주파수 오프셋 평가에 기반할 수 있습니다.

일반적으로 MUSIC(다중 신호 분류) 또는 Capon 방법(MVDR(최소 분산 무왜곡 응답)이라고도 함)과 같은 알고리즘이 각도 계산을 처리합니다. 이러한 방법들은 비교적 많은 계산 작업을 필요로 합니다.

TI의 mmWave 레이더 시스템 온 칩은 FFT(고속 푸리에 변환)와 Cortex-M4F 애플리케이션 프로세서를 위한 하드웨어 가속기를 제공하여 AoA 계산을 지원합니다. 이 방식을 통해 빠르고 효율적인 각도 계산이 가능합니다.

하드웨어 가속기는 메인 프로세서와 독립적으로 작동하며, 측정 및 처리된 데이터를 분석하고, 거리 도플러 히트 맵을 계산하고, 알고리즘을 통한 계산을 통해 제스처 평가를 지원합니다.

결론

정전식에서 79GHz mmWave 레이더 센서 기술로 전환하면 킥 센서 정확도를 개선하고, 차량의 더 많은 위치로 제스처 제어 기능을 확장할 수 있는 기회를 얻을 수 있습니다. 향후 애플리케이션에는 실내 온도 제어 시스템, 인포테인먼트 및 오디오 제어기가 포함될 수 있습니다.

자동차 제조업체들은 Huf가 TI와 함께 개발한 것과 같은 혁신의 진정한 잠재력을 깨닫기 시작했으며, 정밀도의 한계를 뛰어넘어 궁극적으로 운전자와 승객에게 더 편리한 경험을 제공하기 시작했습니다.

상표

모든 상표는 해당 소유권자의 자산입니다.

중요 알림 및 고지 사항

TI는 기술 및 신뢰성 데이터(데이터시트 포함), 디자인 리소스(레퍼런스 디자인 포함), 애플리케이션 또는 기타 디자인 조언, 웹 도구, 안전 정보 및 기타 리소스를 "있는 그대로" 제공하며 상업성, 특정 목적 적합성 또는 제3자 지적 재산권 비침해에 대한 명시적 보증을 포함하여(그러나 이에 국한되지 않음) 모든 명시적 또는 묵시적으로 모든 보증을 부인합니다.

이러한 리소스는 TI 제품을 사용하는 숙련된 개발자에게 적합합니다. (1) 애플리케이션에 대해 적절한 TI 제품을 선택하고, (2) 애플리케이션을 설계, 검증, 테스트하고, (3) 애플리케이션이 해당 표준 및 기타 안전, 보안 또는 기타 요구 사항을 충족하도록 보장하는 것은 전적으로 귀하의 책임입니다.

이러한 리소스는 예고 없이 변경될 수 있습니다. TI는 리소스에 설명된 TI 제품을 사용하는 애플리케이션의 개발에만 이러한 리소스를 사용할 수 있는 권한을 부여합니다. 이러한 리소스의 기타 복제 및 표시는 금지됩니다. 다른 모든 TI 지적 재산권 또는 타사 지적 재산권에 대한 라이선스가 부여되지 않습니다. TI는 이러한 리소스의 사용으로 인해 발생하는 모든 청구, 손해, 비용, 손실 및 책임에 대해 책임을 지지 않으며 귀하는 TI와 그 대리인을 완전히 면책해야 합니다.

TI의 제품은 [TI의 판매 약관](#), [TI의 일반 품질 지침](#) 또는 [ti.com](#) 이나 해당 TI 제품과 함께 제공되는 기타 조건의 적용을 받습니다. TI가 이러한 리소스를 제공한다고 해서 TI 제품에 대한 TI의 해당 보증 또는 보증 부인 정보가 확장 또는 기타의 방법으로 변경되지 않습니다. TI가 명시적으로 제품을 사용자 정의 또는 고객 정의용으로 지정하지 않는 한, TI 제품은 범용의 표준 카탈로그 장치입니다.

TI는 사용자가 제안할 수 있는 어떠한 추가적이거나 상이한 조건도 반대하며 이를 거부합니다.

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

최종 업데이트: 2025/10/25

IMPORTANT NOTICE AND DISCLAIMER

TI PROVIDES TECHNICAL AND RELIABILITY DATA (INCLUDING DATASHEETS), DESIGN RESOURCES (INCLUDING REFERENCE DESIGNS), APPLICATION OR OTHER DESIGN ADVICE, WEB TOOLS, SAFETY INFORMATION, AND OTHER RESOURCES "AS IS" AND WITH ALL FAULTS, AND DISCLAIMS ALL WARRANTIES, EXPRESS AND IMPLIED, INCLUDING WITHOUT LIMITATION ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF THIRD PARTY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

These resources are intended for skilled developers designing with TI products. You are solely responsible for (1) selecting the appropriate TI products for your application, (2) designing, validating and testing your application, and (3) ensuring your application meets applicable standards, and any other safety, security, regulatory or other requirements.

These resources are subject to change without notice. TI grants you permission to use these resources only for development of an application that uses the TI products described in the resource. Other reproduction and display of these resources is prohibited. No license is granted to any other TI intellectual property right or to any third party intellectual property right. TI disclaims responsibility for, and you fully indemnify TI and its representatives against any claims, damages, costs, losses, and liabilities arising out of your use of these resources.

TI's products are provided subject to [TI's Terms of Sale](#), [TI's General Quality Guidelines](#), or other applicable terms available either on ti.com or provided in conjunction with such TI products. TI's provision of these resources does not expand or otherwise alter TI's applicable warranties or warranty disclaimers for TI products. Unless TI explicitly designates a product as custom or customer-specified, TI products are standard, catalog, general purpose devices.

TI objects to and rejects any additional or different terms you may propose.

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

Last updated 10/2025