

360도 인식이 가능한

서라운드뷰와 자동 주차 시스템



John Smrstik

제품 마케팅

Jacinto™

프로세서

Aish Dubey

시스템 엔지니어

Jacinto 프로세서

텍사스 인스트루먼트

소개

늦은 밤 자전거, 스포츠 장비 및 조경 장비로 가득 찬 차고에 도착했을 때, 당신은 차가 들어갈 수 있는 충분한 공간이 있기를 바랄 것입니다.

비가 내리는 추운 아침에는 사무실 주차장이 거의 가득 차고, 이러한 날씨 때문에 비어 있는 주차 공간은 출입문에서 마치 몇 마일이나 떨어진 것처럼 느껴질 것입니다.

당신이 즐거운 금요일 밤을 보낼 수 있는지는 주차 공간을 제대로 찾을 수 있느냐에 따라 달려있습니다.

이러한 상황들은 비를 피하거나, 서둘러야 하거나, 편의를 더 추구하는 운전자들에게는 실망스러울 수 있는 전형적인 시나리오입니다.

자율 주행 기능은 이러한 실망스러운 상황을 줄여주고, 일상 속에서 편리하고 즐거운 주행 및 주차 경험을 제공합니다.

기본 서라운드뷰 시스템은 운전자에게 시각적 정보를 제공하여 주변 환경을 보다 잘 파악하고 인식할 수 있도록 합니다. 자동차 카메라로 캡처한 비디오 이미지에 딥러닝 기술을 적용하면 빈 주차 공간 찾기, 주차 프로세스 자동화 및 운전자 없는 "자동 주차" 기능과 같은 보다 정교한 서비스가 가능합니다.

다수의 카메라 입력, 시각적 인식 및 장면 생성을 포함하는 자동화 기능은 차량 내부의

강력한 신호 처리를 필요로 합니다. 첨단 운전자 지원 시스템(ADAS) 애플리케이션용 프로세서는 운전자의 유무에 관계없이 저속에서 안전하게 차량이 운행될 수 있도록 시각 센서 또는 기타 센서로부터 메가바이트의 데이터를 결합하여 주변 환경을 해석할 수 있어야 합니다. TI(텍사스 인스트루먼트)의 Jacinto™ 7 프로세서 제품군은 이 문제를 해결하기 위해 설계되었습니다.

이 백서에서는 차량 디자이너들이 자동 주차 보조 및 완전 자동 주차 기능을 구현하기 위해 TI Jacinto TDA4VM 디바이스로 ADAS 애플리케이션을 구축하는 방법을 설명합니다. 소형, 중형, 대형 및 고급 자동차에 걸쳐 자동차 시장의 모든 부문의 ADAS 시스템에 대한 기술 요구 사항을 Jacinto TDA4VM 실리콘 디바이스 및 소프트웨어 플랫폼과 연관 지어 설명하고, 안전하고 편안한 완전 자동 주차에 필요한 기술을 도입하는 방법을 안내합니다.

자동 주차 및 주차

보조 시스템

주차 보조 시스템은 시스템의 기능에 따라 세 가지 기본 유형으로 구분할 수 있습니다. 표 1은 각 유형에 대한 전체적인 개요를 보여줍니다.

기본 서라운드뷰 시스템은 여러 대의 카메라 입력을 통해 운전자에게 차량 주변의 360도 뷰를 제공합니다. 카메라 입력 정보는 중앙의 자동차에 하나의 조감도처럼 전달됩니다. 이미지는 운전자에게 시각적 정보로 펼쳐지며 수동 주차를 돕습니다. 도로 위 물체, 연석 또는 페인트 된 주차 선 등과 연관해서 자동차의 위치를 표시하는 오버레이는 서라운드뷰 이미지를 향상시킵니다.

시스템 유형	기능 설명	사용된 센서의 개수와 유형	알고리즘 요구 사항	디바이스 기능 요구 사항
서라운드뷰 시스템(서라운드뷰 모니터링)	운전자에게 수동 주차를 지원하기 위해 차량 주변 영역을 360도 2D 또는 3D 뷰로 제공	<ul style="list-style-type: none"> • 4-6대의 카메라 	<ul style="list-style-type: none"> • GPU(그래픽 처리 유닛) 및 DSP(디지털 신호 프로세서)를 기반으로 2D 및 3D 뷰 생성 • 경우에 따라 특수 하드웨어 가속기를 제한된 3D 뷰에 사용 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 임베디드 ISP • 뷰 생성용 GPU 또는 HWA
반자동 무인 주차	운전자가 사용 가능한 공간을 식별합니다. 평행 및 수직 주차를 차량이 대신합니다. 또한 자동으로 "주차 해제"가 가능하여 운전자가 시스템을 궁극적으로 제어합니다.	<ul style="list-style-type: none"> • 4-6대의 카메라 • 6-12대의 소나 센서 • 4-6대의 단거리 레이더 센서 • 관성 측정 유닛(IMU) • 지역화 하드웨어 및 소프트웨어 	<ul style="list-style-type: none"> • 주차 공간 및 차선 감지 • 저속에서 근거리 및 원거리 물체 감지 및 분류 • 동시 지역화 및 매핑(SLAM) • 주어진 지도 및 주행 조건에 대한 L4 레벨의 경로 계획 • 차량 동작 기록을 위한 비디오 스트림 인코딩 및 녹화 	<ul style="list-style-type: none"> • 임베디드 ISP • 시각적 분석 및 CNN(Convolutional Neural Network) 프로세싱을 위한 임베디드 HWA • 제한된 센서 퓨전 및 의사 결정 통신을 위한 ASIL-D 처리 • GPU • 범용, 제한된 성능의 경로 계획 및 센서 퓨전을 위한 MCU(ASIL-B) DMIPS
완전 자동 주차	명확한 주차 구역이나 주차장에서 자동 주차와 주차 해제가 가능합니다. 차량이 자동으로 사용 가능한 공간을 식별합니다. 이 과정에서 운전자는 차량을 통제할 수 없습니다.	<ul style="list-style-type: none"> • 4-6대의 카메라 • 6-12대의 소나 센서 • 4-6대의 단거리 레이더 • IMU • 지역화 하드웨어 및 소프트웨어 	<ul style="list-style-type: none"> • 주차 공간 및 차선 감지 • 저속에서 근거리 및 원거리 물체 감지 및 분류 • SLAM • 차량 동작 기록을 위한 비디오 스트림 인코딩 및 녹화 	<ul style="list-style-type: none"> • ASIL-D SLAM • 임베디드 ISP • 시각적 분석, 경로 계획 및 CNN 처리를 위한 임베디드 HWA • 전체 범위 센서 퓨전을 위한 ASIL-D 처리 • 경로 계획을 위한 ASIL-D DMIPS • 온칩 비디오 인코더

표 1. 서라운드뷰 및 자동 주차 애플리케이션 및 요구 사항.

다음 유형의 주차 보조 시스템은 반자동 무인 주차 시스템입니다. 이 시스템은 카메라, 초음파 및 위치 정보를 종합하여 자동차 주변 환경에 대한 보다 많은 정보를 제공하므로 어느 정도의 자동 주차가 가능합니다. 이 정보를 바탕으로 차량은 스티어링, 브레이크, 가속 및 기어 변속을 제어하여 사용 가능한 평행 또는 수직 주차 공간에 자동 주차를 지원합니다. 이 시나리오에서 운전자는 먼저 빈 공간을 식별해야 하고 필요에 따라 자동 주차를 제어하기 위해 통제권을 가지고 있습니다.

마지막 단계인 완전 자동 주차 시스템은 차량이 명확한 주차 구역에 완전 주차 및 주차 해제가 가능합니다. 주차 과정에서 운전자는 빈 공간을 식별하는 것을 비롯해 다른 차량 제어가 필요 없습니다. 이 애플리케이션은 안정적이고 안전한 자동 주차를 위해 더 많은 수량의 센서와 보다 정교한 프로세싱 및 알고리즘을 필요로 합니다.

기본 서라운드뷰에서 완전 자동 주차에 이르기까지 각 시나리오에는 점점 더 많은 센서의 개수, 데이터 및 데이터 프로세싱이 필요합니다. 이러한 애플리케이션 구현하기 위한 프로세서 시스템 온칩(SoC)의 요구 사항은 다음과 같습니다:

- 이미지 입력 파이프라인 프로세싱
- 범용 프로세싱
- 딥 러닝 작업을 위한 특수 가속
- 오버레이로 이미지를 생성하기 위한 그래픽

프로세싱

- 시스템의 안전한 작동을 보장하는 ASIL(Automotive Safety Integrity Level) 등급

프로세싱

표 1은 각 시스템 유형에 필요한 알고리즘 및 온칩 기능을 명시하고 있습니다. 신호 프로세서 (ISP) 또는 하드웨어 가속기(HWA) 엔진의 DLTOPS(deep learning tera-operations per second), DMIPS (Dhrystone million instruction per second), 수십억 개의 부동 소수점 연산(GFLOPS) 또는 메가픽셀 프로세싱 능력과 같은 알고리즘 및 온칩 기능에 요구되는 절대적 성능은 시스템 유형을 더욱 작은 세부유형으로 분류합니다.

Jacinto TDA4VM 프로세서 제품군이 서라운드뷰 및 자동 주차 문제를 해결하는 방법

표 1의 정보에서 확인할 수 있는 것처럼, 자동차 제조업체 및 Tier 1 공급 업체의 시스템 설계자 및 비즈니스팀들이 차량 제조 과정에 이러한 기능을 도입하기 위해서는 몇 가지 해결해야 하는 과제가 있습니다. 먼저, 자동차 제조업체는 전체 모델에 걸쳐 다양한 유형의 기능을 제공할 수 있기를 원합니다. 예를 들어 경제적인 모델에는 간단한 서라운드 기능을, 중형 및 고급 차량에는 더 높은 수준의 통찰력과 자율성을 갖춘 기능을 추가하고자 합니다. 각 모델에는 경제성 측면에서 다양한 현실적인 제약들이 있습니다. 경제적인 모델에 고급 럭셔리 모델과 동일한 유형의 전자 장치가 장착될 수는 없습니다. 각 모델 유형에 맞는 새 소프트웨어를

개발하고 검증하기 위해 프로세서 플랫폼을 변경하는 것은 많은 시간과 비용을 소요합니다. Tier 1 공급업체는 기본 설계에 센서와 카메라를 추가하여 저가형 차량에서 고급 차량까지 확장할 수 있는 솔루션을 구현하기 위한 일반적인 접근 방식을 제공하는 플랫폼을 선호합니다. 하드웨어 및 소프트웨어 자산을 재사용하면 R&D 비용을 최소화하고 다양한 대안 제품으로 빠르게 시장에 출시할 수 있어 엔지니어링 효율성을 실현할 수 있습니다.

Jacinto TDA4VM 프로세서 제품군과 TI의 프로세서 소프트웨어 개발 키트(SDK)는 OEM과 Tier 1 공급업체에게 이러한 문제를 해결하는 새로운 방법을 제공합니다. 이 디바이스는 이기종 처리 기능이 있어 애플리케이션 성능을 제공하는 동시에 전력 소비를 관리하여 열 및 크기 제약이 있는 임베디드 공간에서 사용될 수 있습니다. TI의 Jacinto TDA4VM SoC는 하드웨어 액셀러레이션, 맞춤형 프로세서 코어, 신호 프로세서, 범용 프로세서 및 마이크로 컨트롤러(MCU)를 사용하여 설계자가 효율적인 시스템 솔루션을 생성할 수 있도록 지원합니다. TI는 이 디바이스가 특정 문제를 해결하고 다양한 최종 시스템 요구 사항을 충족할 수 있도록 각 지적 재산권(IP) 구성 요소를 선택하고 설계했습니다.

표 2에서는 간단한 서라운드뷰 모니터링 애플리케이션에서 일반적으로 사용되는 프로세싱 단계, IP 구성 요소, 그리고 보다 복잡한 자동 주차 사례를 설명합니다.

프로세싱 단계	SoC IP 구성 요소
이미지 캡처	이미징 입력/출력(카메라 직렬 인터페이스(CSI)-2)
이미지 프로세싱	ISP 및 비전 액셀러레이션 구성 요소
기능 추출을 위한 분석 프로세싱	DSP 및 딥 러닝 가속기
퓨전 프로세싱(다중 센서 입력)	범용 프로세서, MCU
디스플레이 이미지 준비	GPU
디스플레이 출력	다중 디스플레이 서브시스템

표 2. 서라운드뷰 및 자동 주차 애플리케이션의 프로세싱 단계 및 사용된 SoC IP.

이기종 방식에서는 각 유형의 프로세서 코어 또는 가속기를 위한 특정 소프트웨어가 필요합니다. 고급 소프트웨어 컨셉을 사용하여 코어에 최적화된 낮은 급의 소프트웨어 스택을 추출하면 개발을 간소화하고 고성능 코어에도 액세스할 수 있습니다. OpenVX는 그러한 소프트웨어 프레임워크 중 하나입니다. 누구에게나 개방되어 있고 로열티가 없으며 실시간 임베디드 비전 프로세싱을 위해 설계되었습니다. TI 프로세서 SDK는 OpenVX를 기반으로 하는 예제들을 사용하여 SDK의 소프트웨어 구성 요소로 서라운드뷰 모니터링과 같은 애플리케이션을 구축하는

방법을 보여줍니다.

모든 것을 종합하면:

Jacinto TDA4VM SoC

주차 보조 및 자동화 애플리케이션에 대한 기본 애플리케이션 요구사항은 카메라 및 이미지 센서 데이터를 수집하고 프로세싱 단계를 위해 해당 데이터를 준비하기 위한 특정 기능입니다. 프로세싱 단계에서는 수집된 이미지 데이터들이 분석 및 딥 러닝 알고리즘을 거쳐 주차 애플리케이션과 관련된 주요 기능으로 추출됩니다. 차량을 주차 공간 안팎으로 안전하게 조종할 수 있도록 이 단계에서는 다른 센서의 데이터들이 통합(또는 퓨즈) 되어 차량 주변 환경을 더욱 완벽하게 구성하고 의사 결정을 위한 이미지를 애플리케이션에 제공합니다. 마지막 단계는 차량을 안전하게 작동할 수 있도록 이미지 데이터를 직관적인 방식으로 운전자에게 제시하는 것입니다. 특히 완전 자동화 상태에서는 향후 검토투를 위해 비디오 데이터를 보존하는 것도 중요합니다. 이러한

모든 단계는 중복적이고, 미션 크리티컬 기능을 다른 작업과 논리적으로(또는 물리적으로) 분리하는 기능적이면서 안전한 환경에서 수행되어야 합니다.

TI는 TDA4VM SoC 설계에서 이러한 모든 애플리케이션에 대한 요구 사항을 고려했습니다. 시스템에 대한 이해를 바탕으로 효율적이고 유연하며 사용하기 쉬운 솔루션을 제공하기 위해 TDA4VM SoC는 캡처, 프로세싱 및 렌더링에 요구되는 구성 요소들을 통합했습니다. 주요 설계 옵션 중 하나는 프로세싱 시스템이 높은 효율로 유지되도록 하면서 충분한 로컬 메모리와 고속 외부 메모리에 대한 적절한 액세스를 보장하기 위해 프로세싱 및 데이터 요구 사항의 균형을 유지하는 것입니다.

그림 1은 서라운드뷰 사용 사례에서의 TDA4VM 디바이스의 단순화된 블록 다이어그램이며

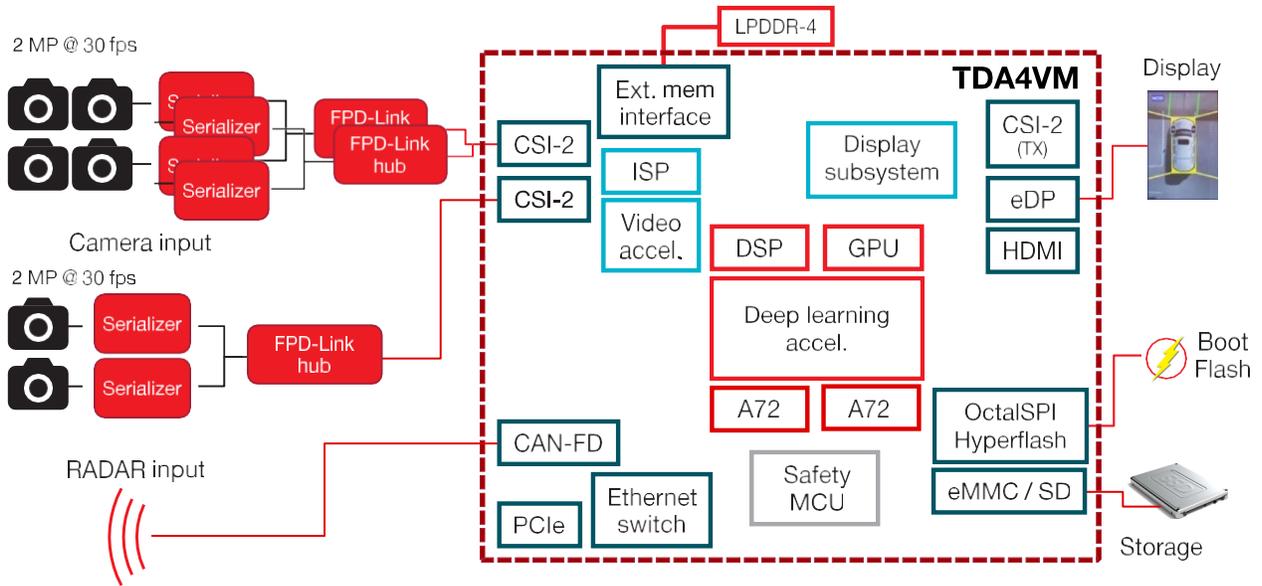


그림 1. TDA4VM 기반의 단순화된 서라운드뷰 시스템.

서라운드뷰/자동 주차 애플리케이션 단계	TDA4VM SoC 기능
이미지 데이터 캡처	<ul style="list-style-type: none"> • 저전압 차동 신호 카메라용 CSI-2 인터페이스 • 이더넷 기반 카메라용 이더넷 • 7세대 TI ISP • 렌즈 왜곡 보정 하드웨어 가속기 • 노이즈 필터 하드웨어 가속기 • 다중 스칼라 하드웨어 가속기
센서 퓨전 및 분석 프로세싱	<ul style="list-style-type: none"> • C66x 및 C7x DSP 코어 • 딥 러닝 애플리케이션을 위한 밀접하게 결합된 매트릭스 멀티플라이 가속기 • 고밀도 광학 흐름 하드웨어 가속기 • 스테레오 뎁스(stereo depth) 엔진 하드웨어 가속기 • Arm® Cortex®-A72 CPU 2개 • Arm Cortex-R5F MCU 4개 • CAN-FD 및 UART • 대용량 내부 공유 메모리(8MB) • 고효율, 고대역폭 온칩 패브릭 • 17GBps 피크 대역폭의 LPDDR4(low power-double data rate 4)
이미지 디스플레이 및 준비	<ul style="list-style-type: none"> • Imagination GE8430 GPU 코어(100 GFLOPS) • H.264 인코딩 하드웨어 • H.265 디코딩 하드웨어 • 4K 및 2.5K 해상도 비디오 디스플레이 출력
안전 및 보안	<ul style="list-style-type: none"> • 듀얼 락스텝 R5F MCU(ASIL-C 안전 아일랜드) • IP 보안에 대한 시스템 접근 및 침입과 공격 방지

표 3. TDA4VM 디바이스 기능에 매핑된 서라운드뷰 애플리케이션 단계.

비디오 및 기타 센서 입력, 디스플레이 출력 및 압축 비디오 파일의 스토리지 액세스를 보여줍니다. 표 3에서는 서라운드뷰 및 자동 주차 애플리케이션의 프로세싱 단계와 해당 프로세싱 단계를 지원하는 TDA4VM 디바이스의 주요 기능에 대해 설명합니다. 위와 같이, TDA4VM 디바이스는 이러한 주차 애플리케이션을 위한 매우 완벽한 "시스템 온칩"입니다.

칩을 수용할 수 있는 소프트웨어 환경이 없다면 칩 솔루션은 완성되지 않습니다. TDA4VM SoC는

Linux 및 TI RTOS(실시간 운영 체제) 커널용 소프트웨어 키트에서 지원됩니다. 프로세서 SDK라고 하는 이 키트에는 실제 시스템 애플리케이션에서 소프트웨어 및 하드웨어 구성 요소를 사용하는 방법을 보여주는 드라이버, 운영 체제 커널, 애플리케이션 라이브러리, 부팅 예시, OpenVX 기반 애플리케이션 프레임워크 및 애플리케이션 예로 구성된 세트가 포함되었습니다. 이 키트는 TI에서 제공하는 디바이스에 대한 평가 모듈에서 검증되었습니다.

Jacinto TDA4는 계획된 제품군으로, TDA4VM이 가장 첫 번째 제품입니다. 앞으로 출시될 이

프로세서 제품군의 다른 제품에는 ADAS 시장의 모든 부문에 보다 최적화된 제품을 제공할 수 있도록 동일한 칩 수준의 다양한 IP 조합이 적용될 예정입니다. 해당 기술이 적용될 수 있는 분야는 분석 수준이 높은 애플리케이션부터 비용 최적화가 요구되는 컨슈머용 차량까지 아우릅니다. 이 디바이스들은 동일한 기본 하드웨어 IP 및 소프트웨어 기술로 구축되므로 디바이스 간의 호환성은 그대로 유지됩니다. 하나의 디바이스를 수용하도록 개발된 소프트웨어 자산은 제품군의 다른 디바이스에서 확장 및 재사용할 수 있기 때문에 개발 효율성은 향상되며 차량 모델에 따라 다양한 주차 보조 기능을 갖춘

제품 라인을 보다 쉽게 개발할 수 있습니다. 주차 보조 및 자동 주차에 접목되는 서라운드뷰 시스템은 Jacinto 제품군 기술을 사용하여 쉽게 개발할 수 있는 애플리케이션입니다.

기타 리소스

- ADAS 애플리케이션용 [Jacinto TDA4x 프로세서](#)에 대해 자세히 알아보십시오.
- 자세한 내용은 ADAS를 위한 [TI 솔루션 및 설계 리소스](#)를 참조하십시오.
- ADAS 애플리케이션을 위한 [FPD-Link 카메라 시리얼라이저 및 디시리얼라이저](#) 살펴보기

알림: 텍사스 인스트루먼트와 이 문서에 기술된 자회사의 제품 및 서비스는 TI의 판매 표준 약관에 의거하여 판매됩니다. TI 제품과 서비스에 대한 최신 정보를 완전히 숙지하신 후 제품을 주문해 주시기 바랍니다. TI는 애플리케이션 지원, 고객의 애플리케이션 또는 제품 설계, 소프트웨어 성능 또는 특허권 침해에 대해 책임을 지지 않습니다. 다른 모든 회사의 제품 또는 서비스에 관한 정보의 출판물은 TI가 승인, 보증 또는 동의한 것으로 간주되지

플랫폼 바 및 Jacinto는 Texas Instruments의 상표입니다. 그 외 다른 상표는 각 소유주의 재산입니다.



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, 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 will 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 (www.ti.com/legal/termsofsale.html) 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.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2020, Texas Instruments Incorporated