사람-차량 상호 작용을 재고하게 하는 자율 주행

완전 자율 주행 차량은 등장할 테지만 자율 시스템이 모든 상황과 환경, 조건을 설명할 수 있을 때까지 자율 주행은 여전히 진행 중이며, 사람은 필수적인 주행 요소입니다.

그 진행의 흐름에는 분명한 과제가 따릅니다. 현재 많은 OEM이 레벨 2 이상의 부분 자동화와 레벨 3의 조건부 자동화 단계로 이동하여 일정 시간 동안 운전자가 운전에 집중하지 않아도 되도록 하며 성능과 경제성 면에서 균형을 맞추고 있습니다. 이 장점의 이면에 있는 사실은 사람이 다시 시스템에 개입해서 차량을 제어해야 하는 때가 존재한다는 것입니다.

최대한 원활한 제어 전환을 가능하게 하는 것이 사람들의 목표이자 자동화 시스템의 목표가 되어야 합니다. 여기에 요구되는 것은 차량 내외부의 환경 모델을 상황에 따라서 지원하고 그 의미를 이해하는 운전자 모델과 결합하여 운전자로의 제어 전환을 안전하게 성공적으로 허용할 수 있는 도구를 제공하면서 운전자와 상호 작용할 수 있는 지능형 접근 방식입니다.

준비 여부

여러분이 국토를 횡단 중이라고 가정하겠습니다. 주를 있는 고속도로의 완만한 커브는 차량 앞의 대초원으로 몇 마일이나 뻗어 있습니다. 여러분은 여기저기를 살피고 있으며 10대 아들은 운전을 하고 있습니다. 아마도 당신은 지금까지 당신의 휴가에서 본 광경을 되돌아보고, 앞으로 다가올 모험에 대해 상상하고 있을 것입니다. 아니면 책을 펼쳐 들었거나, 소셜 미디어를 들여야 보거나, 잠깐 졸 수도 있습니다.

갑자기 발생한 상황에서 아들은 어찌할 바를 모르고 운전을 맡아달라고 부탁합니다. 그러나 여러분은 가능한 빨리 상황을 판단하려고 다른 생각을 합니다. 우리는 어디에 있지? 어떤 차선에 있지? 주변에 어떤 차량이 있지? 위험 요소는 무엇이고 얼마나 긴급하지? 어떤 교통 표지판과 관련이 있지?

당연하게도 사람은 고속도로 중간에서 안전하게 운전자를 바꿀 수 없지만 이 예시는 자율 주행의 특정 수준에 대한 문제를 묘사합니다. 차량이 레벨 3 자율 주행을 시작하면서 사람은 특정 상황에서 운전하는 행위에서 완전히 벗어날 것을 기대하는 문제가 발생하고 있습니다. 어떤 시점에서 자율 주행 시스템은 사람이 운전을 완전히 넘겨 받도록 준비시켜야 할 수 있습니다.

제어를 전환하기 위해 현재 시스템은 경고등을 깜박이거나 운전자가 제어를 넘겨 받게 될 시간을 알립니다. 하지만 운전자가 제어를 넘겨 받는 시간과 적절성은 많은 요인으로부터 영향을 받습니다. 운전자가 운전과 관련되지 않은 작업에 어떻게 관여합니까? 운전자가 산만한 상태입니까? 주행 상황이 얼마나 복잡합니까?

	0 자율 주행 없음 자율 주행 없음. 운전자가 모든 주행을 수행합니다.	1 운전자 보조 차량은 운전자가 제어하지만 일부 주행 보조 기능이 차량의 설계에 포함될 수 있습니다.	2 부분적 자율 주행 차량에는 가속 및 조향과 같은 자동화된 기능이 결합되어 있지만, 운전자는 항상 주행에 관여하고 환경을 모니터링해야 합니다.		3 조건부 자율 주행 운전자는 부득이 하지만, 그렇지만, 환경을 모니터링할 필요는 없습니다. 운전자는 항상 통지를 받고 차량을 통제할 준비가 되어 있어야 합니다.		4 고도의 자율 주행 차량은 특정 조건에서 모든 주행 기능을 수행할 수 있습니다. 운전자는 차량을 제어하는 옵션을 가질 수 있습니다.	5 완전 자율 주행 차량은 모든 조건에서 모든 주행 기능을 수행할 수 있습니다. 운전자는 차량을 제어하는 옵션을 가질 수 있습니다.
			2	2+	3	3+		
비상 정지	아니오	아니오	가능성 (차선에서 감속)	가능성	가능성	예	예	예
센서	-	1 - 2	3 - 4	4 - 6	10 - 12	15 - 20	20+	20+
시스템 이중화	아니오	아니오	아니오	아니오	아니오	아니오	예	예
운전자 모니터링	아니오	아니오	아니오	터치/운전자 상태	운전자 준비	운전자 준비	운전자 준비	아니오
ON / OFF 상황 인지	⏻	⏻	⏻	⏻	⏻	⏻	⏻	⏻
시선 직시	⏻	⏻	⏻	⏻	⏻	⏻	⏻	⏻
운전대 위의 손	⏻	⏻	⏻	⏻	⏻	⏻	⏻	⏻
페달에 놓인 발	⏻	⏻	⏻	⏻	⏻	⏻	⏻	⏻

OEM은 운전하는 사람이 효과적이고 신속하게 제어를 넘겨 받을 수 있도록 준비할 방안을 모색해야 합니다. 사람과 기계로 구성된 주행 팀에서는 시스템이 인간 파트너를 실시간으로 이해하는 것 즉, 운전자의 인지 상태, 행동 및 의도를 이해하고 자동화를 통해 안전 운전을 위한 개인화된 운전자 프로필을 생성하는 것이 중요합니다.

이해를 연결하는 중간 지점

좋은 소식은 업계에서는 현재 차량에 제어를 전환하기 위해 운전자의 현재 신체 상태뿐만 아니라 해당 운전자와 상호 작용할 수 있는 가장 효과적인 방법을 학습할 만큼 충분한 지능을 제공하는 도구를 개발하고 있다는 것입니다. 이렇게 인식한 것을 차량 주변 환경에 대한 정보와 결합하여 자동화 시스템이 사전에 차량 인터페이스를 조정하여 운전자의 의사 결정을 지원할 수 있습니다.

환경 모델

이러한 것을 효과적으로 달성하기 위한 핵심은 차량 주변의 환경에 주의하는 것입니다. 첨단 운전자 보조 시스템(ADAS)은 날씨, 교통 상황, 시간대, 고속도로 및 시내 주행 여부와 같은 여러 환경적 측면을 고려합니다.

각 세대를 거듭할 수록 차량에는 레이더, 카메라, 라이다 및 초음파와 같은 더 많은 센서가 추가되면서 지도, 교통 및 날씨 데이터에 대한 무선 액세스가 더 강화됩니다. 센서 통합을 통해 시스템은 차량 주변에서 발생하는 일과 위험 요소에 대한 판단을 반영할 수 있는 뛰어난 환경 모델을 구축할 수 있습니다.

사람은 고유한 감각과 시스템과 환경에 대한 고유한 심리 모델을 가지고 있기 때문에 차량의 환경 모델을 사람의 모델에 부합시키는 것이 관건입니다.

사람과 로봇은 화합할 수 있습니다

자동차 도메인은 자동화 시스템과 사람이 협력하는 첫 번째 사례가 아닙니다. 대표적인 예로 항공, 방위 및 우주 탐사가 있습니다. 이러한 모든 도메인은 다음을 요구합니다.

- 안전한 문화
- 예상 밖이고 역동적이고 불확실한 조건에서 사람-기계 간 조정에 대한 탄력성
- 여러 사람과 기계 간의 유동적인 작업 제어 전환
- 자동화 시스템의 기능에 대한 사용자 교육 및 훈련

또한 이러한 각 영역은 조정과 지원이라는 공통의 팀 목표로 상호 보완되는 감독 역할을 수행하는 팀 기반 프레임워크를 채택했습니다. 이러한 영역에서 얻은 교훈은 자동 운전의 등장에 적용되어야 합니다.

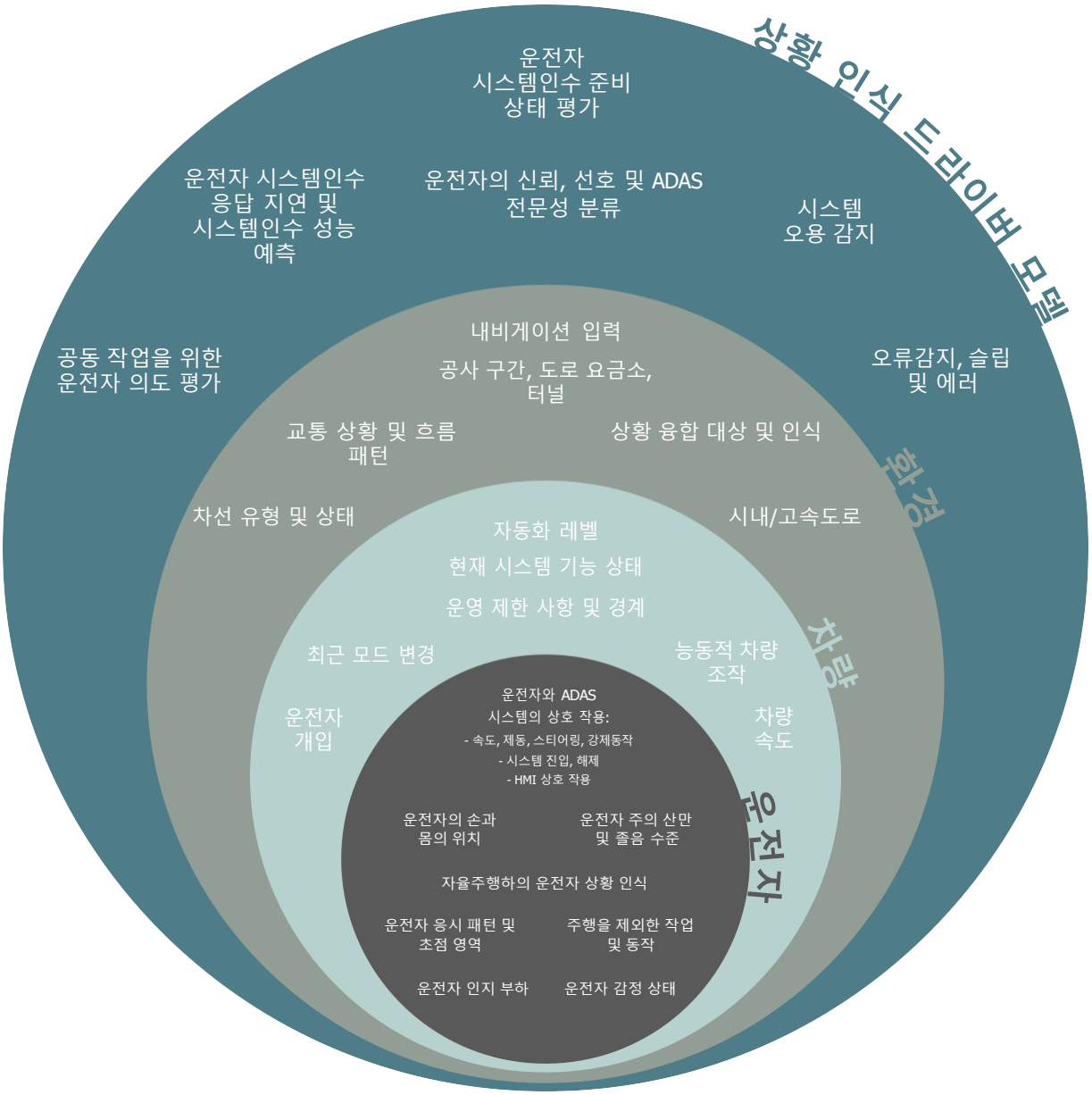
운전자 모델

이 격차를 잇는 한 가지 방법은 카메라를 사용해서 운전자가 주의를 기울이는지, 산만하거나 졸린지 판단하는 운전자 모니터링 시스템을 활용해서 시스템이 운전자 모델을 생성하는 것입니다.

기존의 시스템은 규칙에 기반한 접근 방식을 따랐거나 운전자의 행동이 정적이라고 가정했지만 특히 얼굴 표정 및 인식과 같은 여러 변수를 모니터링할 때 훨씬 더 큰 잠재된 부분이 있습니다. 예를 들어 시스템은 종종 운전자가 차선을 변경하려는 의도가 있는 것인지 또는 그 순간에 운전자가 어느 정도의 주의를 기울이는지에 관계없이 차선 이탈 경고를 보냅니다. 하지만 첨단 내부 감지 시스템은 줄곧 운전자를 관찰하여 여러 가지 상태와 다양한 주행 조건에서의 모습과 행동에 대한 모델을 생성할 수 있습니다.

운전자는 자동 차선 변경 보조와 같은 레벨 2 기능을 경험하면서 불안정한 교통 흐름, 다양한 교통량, 합류 간격 등을 포함한 다양한 주행 시나리오에서 시스템 동작과 처리 방식을 점진적으로 학습합니다. 운전자가 시스템의 기능을 학습하는 이러한 초기 탐색 단계는 전반적으로 기술을 신뢰하고 수용하게 하는 중요한 역할을 합니다. 이러한 동작에 대한 심리 모델을 형성하고 시스템의 동작이 보수적인지, 적극적인지, 거슬리는지, 적합한지 판단하게 됩니다.

또한 이때 운전자 모델은 실시간으로 운전자에 대해 학습할 수 있습니다. 위의 예시에서 운전자 모델은 자동 차선 변경의 전과 후 및 도중에 시스템에 대한 운전자의 반응과 상호 작용을 분류할 수 있습니다.



드라이버 모델을 통해 시스템은 운전자를 더 자세히 관찰할 수 있습니다. 상호 작용 이력을 사용해서 운전자가 자동화 시스템을 신뢰하는 경향이 지나치거나 부족하지 않은지 확인합니다. 운전자가 개입하거나 하지 않은 상황에서 패턴을 찾습니다. 그리고 어떤 방법이 앞으로 해당 운전자와 통신하는 가장 좋은 방법인지 도출합니다. 예를 들어 시스템은 운전자가 차량의 동작과 원인에 대한 정확한 정보를 더 많은 원하는지 또는 간섭을 원하지 않는지 관찰할 수 있습니다.

상황 보조

환경 모델 및 운전자 모델을 통해 자동화 시스템은 운전자가 운전이라는 행위를 위해 필요로 하는 것이 무엇인지 더 정확히 이해할 수 있게 되었습니다. 예를 들어 시스템은 운전자의 행동에 대해 머신 러닝으로 강화된 의미 분석을 수행하여 서로 관련된 개념과 상황을 더 효과적으로 연결할 수 있습니다. 자동화 시스템은 상황에 따른 지원 기능을 가지고 있어야 하며, 운전자의 요구를 예상하고 운전자에게 필요한 정보를 가장 적합한 형태로 제공하는 것이 목적입니다.

상황 보조 기능은 어떤 방법으로 언제 운전자가 도움을 필요로 하는지 예측할 수 있습니다. 예를 들어 운전자의 혼선을 감지하여, 동승자가 그러하듯이 차량은 사전에 신뢰를 구축할 수 있는 정보를 제공할 수 있습니다.

운전자 모델을 지원할 수 있는 두 가지 방법은 다음과 같습니다.

- **통신과 운전자의 패턴과 일치하도록 사람과 기계 간의 인터페이스를 조정합니다.** 열악한 주행 조건과 같은 불확실한 상황에서 이는 특히 중요합니다. 예를 들어 차선을 변경하는 상황에서 시스템은 운전자에게 차선 변경에 대해서 예상할 수 있는 위험을 알리고 주변 교통 흐름의 복잡성에 기초한 사전 경고를 제공할 수 있으며, 이러한 모든 것은 시스템에 대한 운전자의 신뢰 구축에 도움이 될 수 있습니다.
- **각각의 운전자의 개인적인 운전 특성에 맞춰 ADAS 반응을 조정합니다.** 차선 변경을 예로 들면 속도, 적극성 및 차량 간 허용 간격과 변수는 운전자가 편한 수준에 맞춰 개인화할 수 있습니다.

또한 운전자 모델 및 상황별 지원은 인적 오류를 줄이기 위한 도움이 될 수 있습니다. 예를 들어 운전자가 고속도로에서 갑자기 레벨 3의 자율 주행을 비활성화하는 경우 시스템은 상황을 고려하여 운전자가 스위치에 반응하는 방식을 관찰하고 실수로 스위치 오프 여부를 판단할 수 있습니다. 운전자가 차량의 제어를 넘겨받을 인식이나 준비가 되지 않으면 상당히 위험한 상황이 될 수도 있습니다. 이러한 경우를 대비해 이 전환 중에 제어 지원을 순간적으로 활성화하여 운전자를 지원하도록 시스템을 설계할 수 있습니다.

Aptiv는 현재 여러 OEM 업체와 협력하여 운전자 모델링 작업 및 특정 주행 시나리오에 따른 주의 기준 관리를 수행하고 있습니다.

상황 인식 시스템의 장점

상황 인식 시스템은 의사 결정 과정에서 다음을 통해 운전자를 지원합니다.

- 운전자의 상태, 도로 상황 및 ADAS 상태를 고려한 종합적인 상황 평가
- 운전자의 편안함과 기술 및 현재 정보를 처리하는 능력에 대해 고려하면서 안전상 최고의 혜택을 제공하는 방식의 운전자 지원

제어 전환

제어를 전환하기 위한 주요 과제는 운전자가 편안한 상태에서 신속하게 능동적인 주의 상태로 전환시키는 것입니다. 또한 국토 횡단 여정일 필요는 없습니다. 운전자가 손에 커피를 들고 있거나 이메일을 확인하거나 눕거나 고개를 돌리고 있는 교통 체증 상황을 고려해 보십시오.

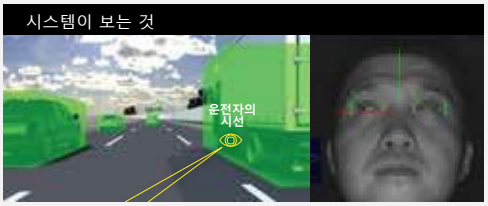
여기가 바로 환경 모델의 상황 및 위협 평가와 운전자 모델이 작용하는 부분입니다. 시스템의 환경 모델을 통해 어떠한 요소가 주의를 요하고 어떤 요소가 주의를 요하지 않는지 확인할 수 있습니다. 예를 들어 운전자가 주변의 큰 트럭 2대에는 즉시 주의를 기울이겠지만, 같은 차선으로 합류하는 차량에 대해서는 우려가 됩니다. 시스템은 운전자 모델을 사용하여 그 차량 주변으로 헤드업 디스플레이의 알림을 표시하거나 인포테인먼트 시스템의 정보 또는 오디오 통신을 통한 유용한 방식으로 해당 차량에 대한 경고할 수 있습니다.

원활한 제어 전환을 위한 새로운 접근 방식은 운전자와 차량이 함께 동작과 불확실성을 처리하는 협력적인 상호 작용을 모색하는 것입니다. 능동 안전 시스템은 특정 환경 또는 교통 상황에서 취해야 할 동작에 대해서 모를 수 있습니다. 차량은 특정 주행 기준에서 운전자와 '관리 감독에 대한 합의'를 형성할 수 있으며, 차량은 운전자에게 (예를 들면 건설 현장과 같은) 전방의 불확실성을 알리고 운전자의 보조 의도를 평가할 수 있습니다. 운전자는 적극적으로 협력을 승인하고 건설 현장 주변 차선에서 시스템의 동작을 주의 깊게 관찰하게 됩니다. 이러한 밀접한 협력으로 사람과 기계가 팀을 이뤄 안전을 향상시킵니다.

여기서부터 다음 지점으로 가기 위해서

결국에 운전자와 협업하는 접근 방식은 원자력 발전소의 기술자 또는 현대 비행기의 조종사의 협업과 유사할 수 있습니다. 전력 발전소와 비행기 또한 안전이 중요한 시스템이지만 책임자가 언제나 제어하는 것은 아닙니다. 대신 이들은 중대한 시스템의 상태를 식별할 수 있고 변칙 상황 또는 위협을 주시하도록 훈련을 받습니다.

리디렉션 및 리포커싱



상황: 시스템이 주변 차량을 추적하고 위협이 되는 부분을 확인함과 동시에 운전자의 시선과 상황 인식 패턴을 추적합니다.

인식 평가: 시스템이 운전자에게 제어권을 양도할 준비를 할 때 좌측의 더 높은 위협을 인식하지 못하고 있다고 판단하여 이를 헤드업 디스플레이에서 강조 표시합니다.

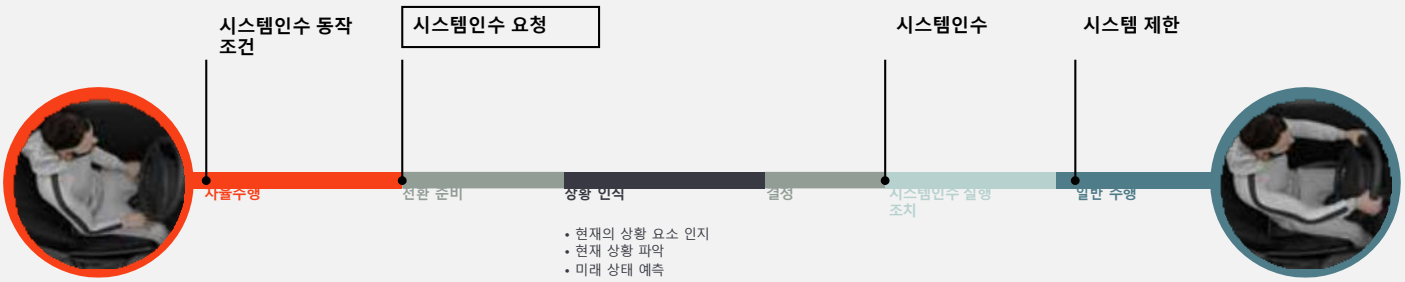
방향 변경: 차선으로 진입하는 차량을 강조 표시함으로써 운전자가 제어권이 전환되는 순간 가장 우려되는 환경 요소에 관심을 기울이게 되었습니다.

사람은 변칙성을 찾고 분류하거나 일반화하는 데 능숙한 반면 컴퓨터는 많은 양의 데이터를 보고 분석하고 한 번에 많은 복잡한 작업을 수행하는 데 더 능숙합니다. 뛰어난 상황 보조는 데이터를 처리하고 운전자의 변칙적 상황을 주시하는 것처럼 인간의 사고 방식과 일치할 수 있습니다. 또한 상황 보조는 운전자가 차량과 협조하도록 안내를 도와 ADAS를 훌륭하게 다루는 운영자가 되도록 지원할 것입니다.

개발자는 레벨 2 및 3의 차량 동작에서 운전자가 여전히 필수라는 관점을 버려서는 안되며 운전자가 차량을 안전하게 운행하기 위한 지원을 제공하는 시스템을 설계해야 합니다. 사람마다 서로 다른 방식으로 시스템을 학습하고 상호 작용하기 때문에 천편일률적인 접근 방식이 항상 적합한 것은 아닙니다.

운전자가 시스템이 운전자를 이해하고 차량 주변에서 발생하는 상황을 깊이 인지한다고 느낄 때 더 신뢰하고 더 이용하게 되는 것처럼 운전자와 환경에 대한 정교한 모델을 구축하는 것은 안전하고 협력적인 운전자와 차량의 관계를 조성하기 위해 필수적입니다.

운전자 인수 단계



운전자의 인수 준비

차량, 교통 및 도로 상황과 같은 주변 환경에 대한 운전자의 인식은 안전한 제어 전환에 중요합니다. Aptiv는 운전자가 주시하고 있는 것을 확인하여 이것이 차량 주변과 전체 환경에 얼마나 연관되어 있는지 평가하는 운전자의 초기 상황 인식 평가 모델을 개발했습니다.

이 모델은 주변 감지와 운전자 감지 데이터를 결합하여 제어를 인수받으려고 할 때 운전자의 상황 인식의 질적인 면을 추론합니다. 운전자가 제어를 전환할 준비를 할 때 상황을 깊이 인식하지 않는 것으로 보일 때 차량은 시선을 전환하는 방향으로 향하도록 안내할 수 있으며 시스템은 잠재적 위험 요소인 물체에 대한 주의를 표시할 수 있습니다.

저자 정보

Nandita Mangal
플랫폼 기능 소유자 - HMI, 자율 주행

Nandita Mangal은 Aptiv에서 첨단 운전자 보조 시스템의 사람과 기계 간의 상호 작용(HMI) 플랫폼에 대한 개발을 이끌고 있습니다. "안전을 위한 설계"에 따른 시스템을 만드는 데 초점을 맞추고 있으며 실내에서 사람과 차량의 상호 작용을 중점으로 다룹니다. L4/L5뿐만 아니라 L2/L3 ADAS 시스템에 대한 제품 설계 및 상호 작용 연구에 대한 광범위한 경험을 가지고 있습니다. Aptiv의 자율 주행 공유 모빌리티에 대한 설계 연구를 주도했으며, Lyft와 파트너십을 통한 Aptiv의 로보택시 제품군 출시를 위해 라스베이거스에서 대규모 온로드 AV 연구를 수행했습니다. Nandita는 13개의 미국 특허를 보유하고 있으며, 2021년에는 이러한 공헌으로 Aptiv Innovation Hall of Fame에 입성하였습니다. Aptiv에 합류하기 전에는 육군 연구소(Army Research) 및 국방부(Department of Defense)와 제휴하여 지상 전투 차량 및 야전 로봇 설계를 이끌었습니다.

에서 자세히 알아보십시오 →