

# 자율주행 차량에서 운전자의 효과적인 차량 인터페이스 조작을 위한 멀티모달시스템 연구 방안

<sup>1</sup>김효창, <sup>2</sup>김유림, <sup>2</sup>차민철\*

<sup>1</sup>한국스탠포드센터, <sup>2</sup>연세대학교 (산업공학과)

<sup>1</sup>hckim22@stanford.edu,

<sup>2</sup>{yulim1234, mc.cha}@yonsei.ac.kr

2023년 대한산업공학회/한국경영과학회 춘계공동학술대회

## 자율주행 단계별 변화

- 자율주행 시스템은 운전자의 운전 모드와 차량의 주행 방식에 중대한 영향을 미치며, 이는 자율주행 레벨(0~5)에 따라 변화함
- 차량의 자율주행 수준이 높아짐에 따라, 운전자가 차량을 제어하는 범위가 감소하며, 다른 과업을 수행할 수 있는 능력이 증가
  - 운전 시 사용되는 운전자의 신체 부위나 감각이 변화되며, 인지적 요구도가 감소
  - 주과업인 운전 이외의 과업들에 가용할 수 있는 운전자의 신체적, 정신적 리소스는 증가

→ 운전자의 역할이 변화하면서, 자율주행 시스템 내 운전자와 여러 과업 간의 상호작용에 대한 연구가 더욱 중요해지고 있음

### 자율주행 기술 단계별 분류

시스템이 **일부** 주행을 수행 (주행 책임: 운전자)

Level 0 비자동화		Hands On	운전자 항상 운행 긴급상황 시스템 보조
Level 1 운전자 보조		Hands On	시스템이 조향 또는 감/가속 보조
Level 2 부분자동화		Hands Off	시스템이 조향 및 감/가속 수행

시스템이 **전체** 주행을 수행 (주행 책임: 시스템)

Level 3 조건부자동화		Eyes Off	위험 시 운전자 개입
Level 4 고등자동화		Mind Off	운전자 개입 불필요
Level 5 완전자동화		Driver Off	운전자 불필요

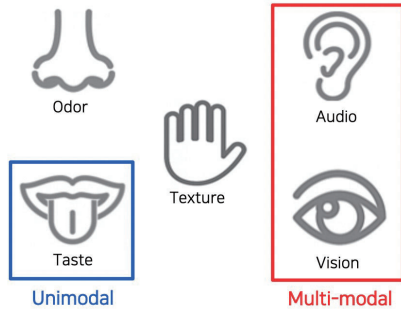
● 운전자가 수행    ● 운전자가 조건부 수행    ● 시스템이 수행

자료: 미국 자동차 공학회

KBS

# 멀티모달 시스템 (Multimodal System)

- 여러 종류의 입력 및 출력 모드를 사용하여 사용자와 컴퓨터 간의 상호작용을 지원하는 시스템
  - 사용자는 음성, 제스처, 터치, 마우스클릭 등 다양한 입력 모드를 사용하여 시스템과 상호작용
  - 시스템은 음성, 그림, 동영상, 텍스트 등 다양한 출력 모드를 사용하여 사용자에게 정보를 제공
- 멀티모달 시스템은 단일모달(Unimodal)만 사용하는 시스템과 비교하여 사용자 인터페이스의 확장성과 유연성을 높이면서 사용성을 개선하는 데 기여
  - 사용자의 다양한 선호 및 제약 조건을 고려하여 접근성을 개선하고, 불편한 작업을 줄여 사용자 만족도를 높이는 데 도움



→ 멀티모달 시스템은 다양한 분야에서 활용되고 있으며, 향후 더 많은 분야에서 사용될 것으로 예상

→ 사용자는 Multimodal 시스템 상황에서 반복 작업을 통해 가장 정확하고 효과적이며 효율적인 모달리티를 선택할 것으로 예상

(velog, 'Multi-modal : Captioning and Speaking', <https://velog.io/@dldyldy75/Multi-modal-Captioning-and-Speaking>) 2

Stanford | Stanford Center at the Incheon Global Campus

## Modality Selection

### 차량 내 디바이스

- 운전자와 차량 간의 상호작용을 위한 인터페이스의 일종 (네비게이션, 인포테인먼트, 블루투스 시스템 등)
- 운전자의 안전과 편의성을 향상시키기 위해 설계

→ 운전 과업에 몰입해야 하는 상황과 자율주행 수준이 높아진 상황에서 운전자는 각기 다른 인터페이스 사용 행태를 보일 것으로 예상

### 작업 부하

- 자율주행 레벨이 높아짐에 따라 운전자가 지속적인 제어 작업에서 벗어날 경우 정신적 부하가 줄어들 수 있는데 (De Waard, 1996), 이는 운전자의 주의 산만한 행동을 유도 (Martin et al., 2019)
- 운전자의 정신적 업무량은 차량 운전의 운영 안전에 중요한 요소 (Stapel et al., 2019)

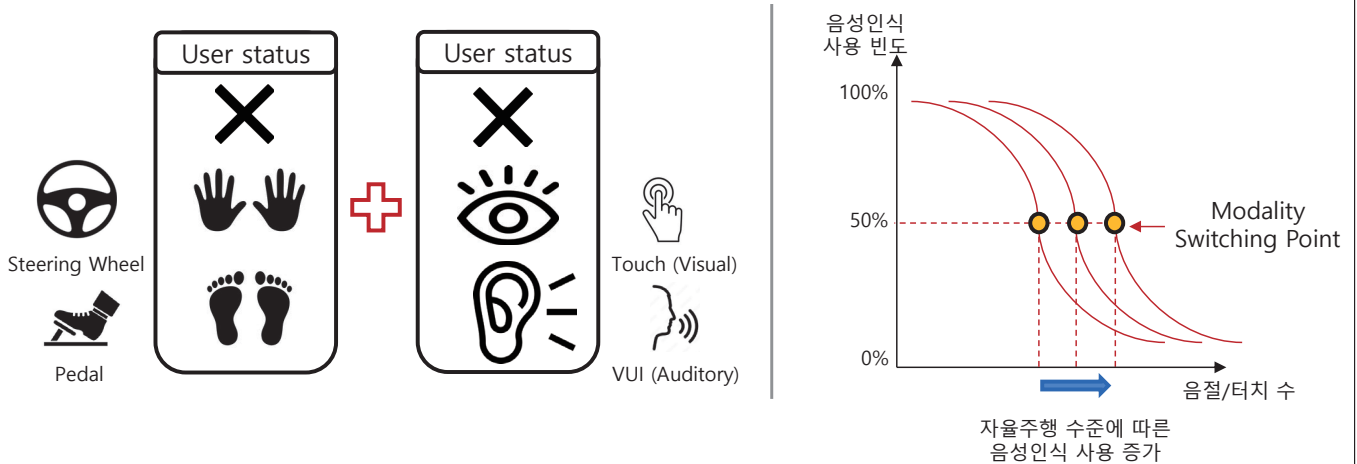
→ 차량의 자동화 및 차량 내 작업이 운전자의 작업 부하에 어떻게 영향을 미치는지를 정량적으로 파악 (Stapel et al., 2019)하는 것이 중요



Schaffer et al (2011)은 이러한 문제를 음성인식과 터치 인터페이스 간의 상호작용 단계의 수의 비교를 통해 해결하고자 하였으며 이를 Modality Selection이라 함

# 연구 목적

- 본 연구에서는 터치와 음성으로 작동하는 멀티모달 시스템을 통한 차량 내 인터페이스 조작 상황에서 자율주행 수준에 따른 사용자의 터치 및 음성 모달리티 사용행태를 연구하고자 함
  - 운전자의 차량과 원활한 상호작용을 돕기 위한, 자율주행 수준별 적합한 모달리티를 제공하는 멀티모달 시스템 연구 방안을 제시



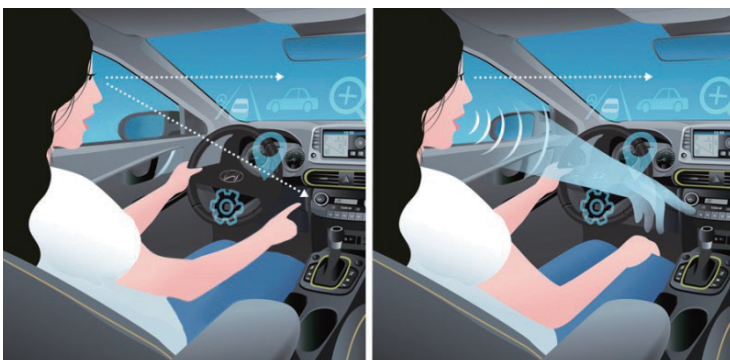
4

Stanford | Stanford Center at the Incheon Global Campus

# 연구 목적

차량용 Human Machine Interface (HMI) 설계에 있어 멀티모달 시스템에 관한 연구

1. 차량의 자율주행 수준에 따른 터치 인터랙션과 음성 사용자 인터페이스의 상호작용 비용 및 주관적 작업부하 확인
  - 자율주행 수준이 모달리티 별 사용자의 인지된 상호작용 비용에 미치는 영향 분석
  - 자율주행 수준에 따른 모달리티 별 Interaction Effort 및 Satisfaction의 변화 분석
2. 차량의 자율주행 수준에 따른 멀티모달 간 사용 역치 분석 및 차량 내 Modality Selection 모델 개발
  - 자율주행 수준에 따른 사용자의 모달리티 선택의 변화 분석
  - 차량 내 HMI 시스템 간 비교 분석을 통한 Modality Selection 모델 개발



< 터치 인터랙션 >

< 음성 사용자 인터페이스 >

\*상호작용 비용:





사용자가 목표를 달성하기 위해 인터페이스와 상호작용할 때 사용해야 하는 정신적, 육체적 노력의 합계

(현대모비스, '자동차 속 가상비서 서비스를 꿈꾸다, 음성인식 기술', [https://m.blog.naver.com/e\\_mobis/221294430030](https://m.blog.naver.com/e_mobis/221294430030)) 5




Stanford | Stanford Center at the Incheon Global Campus

# 연구 방법

## • 운전 모드 (4가지)

운전자 전부 수행	운전자 조건부 수행1	운전자 조건부 수행2	시스템 전부 수행
스티어링 휠, 페달	스티어링 휠	페달	없음
			

## • 과업 (2가지)

비계층형 과업	계층형 과업
<p>목표 숫자: 45 현재 숫자: 40</p> <p></p> <p></p> <p>조스텍뷰이쌍문역점</p>	<p>검색 대상: 라디오</p> <p></p> <p>조스텍뷰이쌍문역점</p>

### • 비계층형 과업:

목표 숫자와 현재 숫자를 일치시키기 위해 +-버튼을 터치하도록 하거나 주어진 글자를 발화하도록 함

### • 계층형 과업:

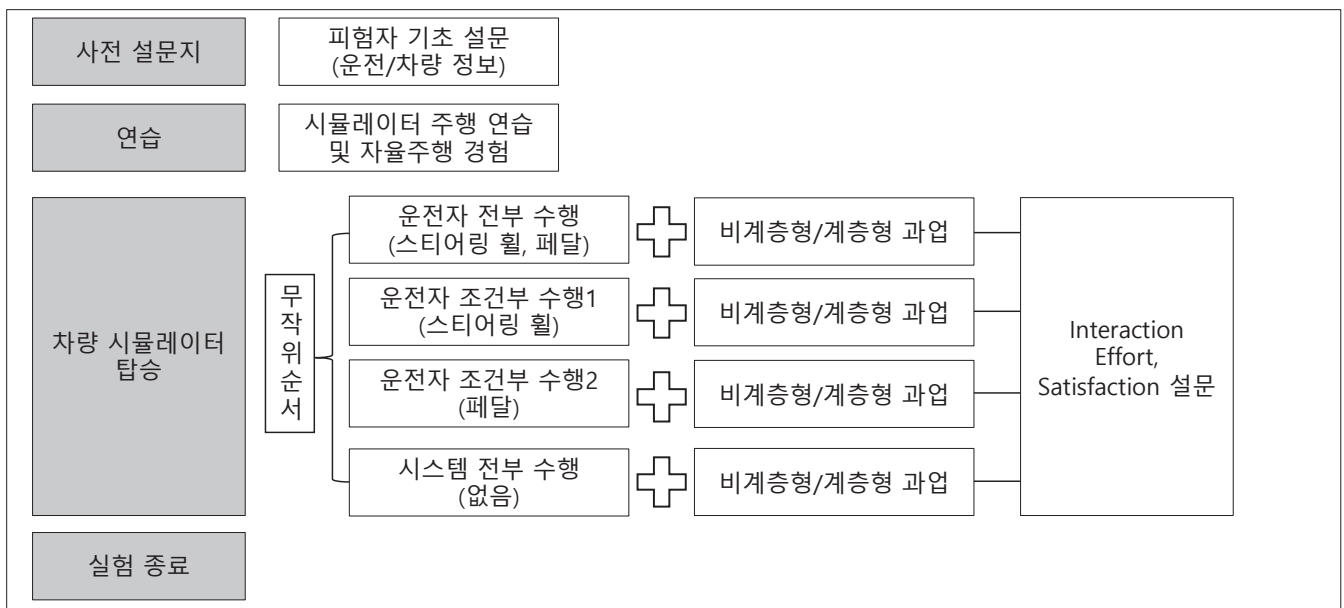
검색 대상 단어를 3X3패널에서 탐색해 터치하도록 하거나 주어진 글자를 발화하도록 함

6

# 연구 방법

## • 본 연구에서는 연구 목적을 달성하기 위하여 아래와 같이 연구 방법을 설계

- 연구 대상자: 20~40세의 건강한 성인 남녀, 운전 면허 소지자
- 피험자 내 설계 (Within subject design)



7

# 실험환경구성

- 차량 주행 환경 구현을 위하여 시뮬레이션을 활용하여 실험 환경을 구현
  - 한국스탠포드센터 내 설치되어 있는 SCANeR 를 활용하여, 주행 환경을 구성
  - 단계별 자율 주행이 가능하도록 자율주행 3~5단계의 자율주행 시스템 구현
- Modality Selection 수행을 위하여 시뮬레이터 콕핏에 터치와 음성 인식이 가능한 모니터를 설치하여 과업 수행을 할 수 있도록 함



- 운전자 전부 수행:  
운전자가 직접 운전을 수행
- 시뮬레이터를 통한 자율주행 시스템 구현으로 실제 자율주행에 대한 경험 환경을 구성

8

## Conclusion

- 본 연구에서는 자율주행 차량에서 운전자의 인터페이스 조작을 원활히 하기 위한 멀티모달시스템 설계를 위하여, 터치와 음성을 입력 방식으로 갖는 멀티모달시스템에서 자율주행 수준에 따른 운전자의 인터페이스 사용행태를 확인하고자 하였다.
- 예상 기대효과
  - 동일 과업 내 인터페이스 조작 방식에 따른 상호작용 이득과 주관적 작업부하를 분석하여, 사용자 중심의 조작 방식을 적용하여 인터페이스 구조 설계에 기초 연구로 활용 될 수 있을 것이다.
  - 자율주행 수준에 따른 인터페이스 사용 행태를 확인하고, 인터페이스 구조에 따른 조작 방식에 대한 상호작용 이득을 고려하여 효과적인 인터페이스 조작 방식과 메뉴 구조를 고려한 자율주행 차량에서의 인터페이스 설계 방향성을 제시할 수 있을 것이다.

9