자유와 활력이 넘치는
파워풀 대구

FIX All on AI

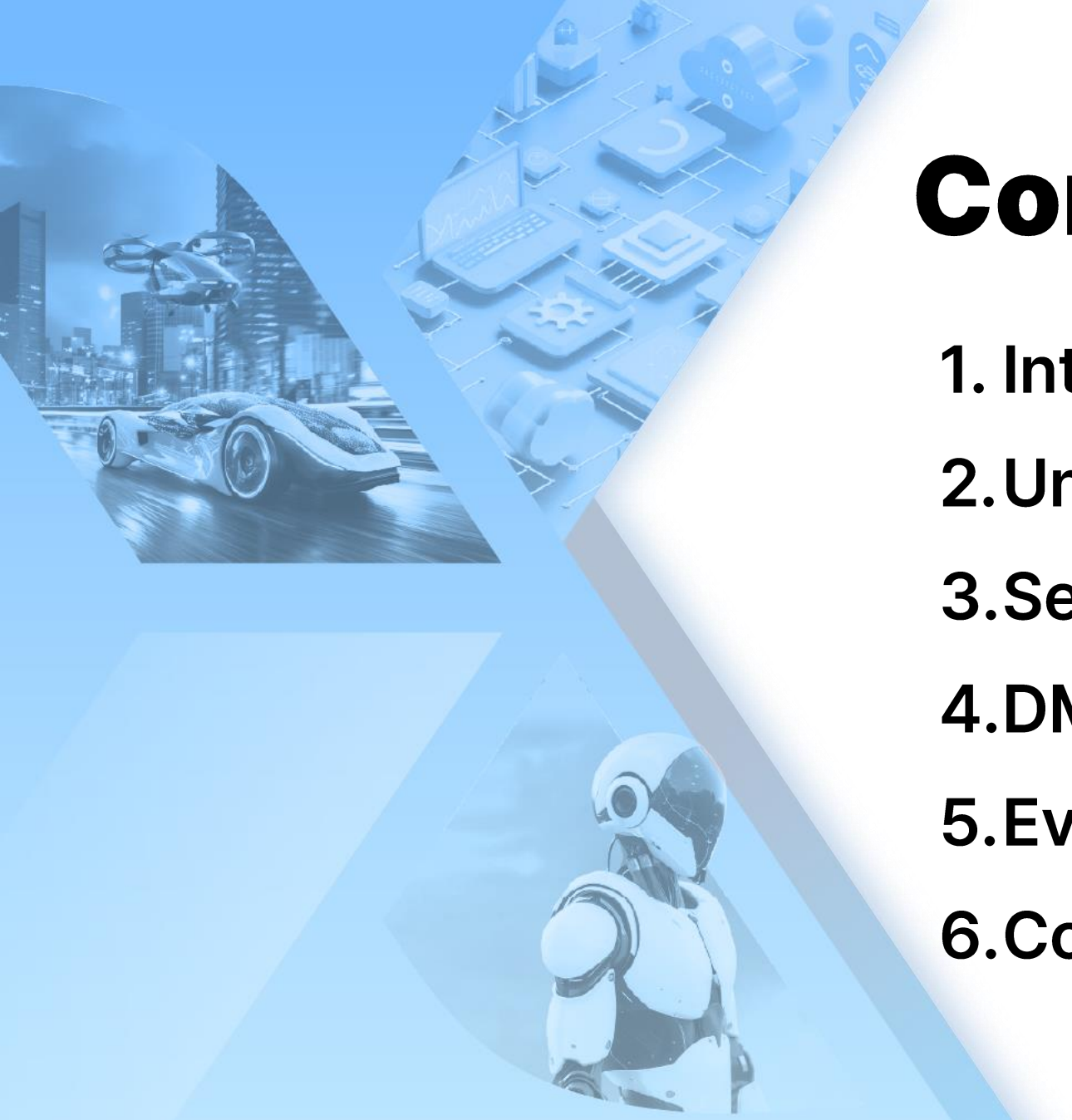
Future Innovation tech eXpo Conference 2025

Sensing and Reactive AV: Adaptive I/F Tech. on DMS

Daesub Yoon, Ph.D.

AI Robot UX Research Section

ETRI



Contents

1. Introduction
2. Understanding Human
3. Sensing Drivers
4. DMS in AVs
5. Evaluation of DMS
6. Conclusion

Introduction

Research Direction in ETRI

AI Robot UX Research Section

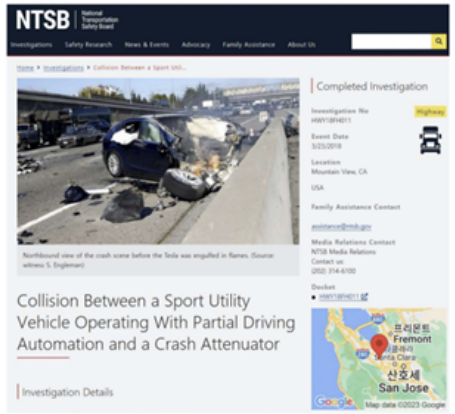
- Identify societal and technological issues **on the current and the future robotics and mobility areas**
- **Mental model** based **human factor in-depth research** for robotics and mobility users
- **UI/UX** based future robotics and mobility core technology

Main Research Interests

1. **Human status assessment**
2. Human factor based robot (mobility) **interaction**
3. **Assistive** technology for mobility users
4. Human robot(mobility) **collaboration**
5. Mobility data acquisition/**analysis**/visualization
6. Future robot and mobility infrastructure **Improvement**

Research Background

자율주행 안전 – DMS



NTSB (National Transportation Safety Board)

- 2018년 테슬라 SUV 자율주행 사고
- 7개의 자율차 안전이슈 성명 (2019)
- 운전자 관련 밀접한 이슈(2개)
  - *운전자 주의분산*
  - *운전자 모니터링*

NHTSA ANPRM (Advanced Notice of Proposed Rulemaking)

- 2021년 NHTSA 사고 데이터 기반 DMS의 효과 분석 (2022)

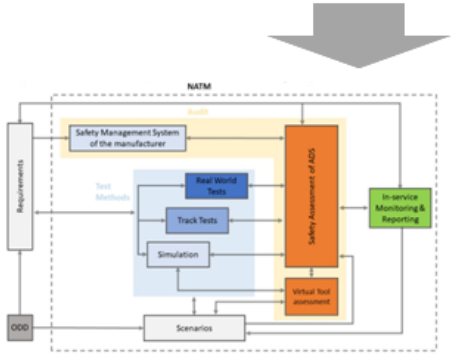
→ 사망 및 부상 30% 감소 효과 (고성능 DMS 개발 시 50% 감소 예상)

	2021 fatality numbers in ANPRM (Economic cost in parentheses)	Lives Saved (& dollars saved) Annually: DMS to reduce by 30%	Lives Saved (& dollars saved) Annually: DMS to reduce by 50% with more impactful interventions enabled by greater vehicle tech capability
Alcohol	12,581 ($160 Bn)	3,774 ($48 Bn)	6,291 ($80 Bn)
Distraction	12,405 ($158 Bn)	3,772 ($47 Bn)	6,203 ($79 Bn)
Drowsiness	684 ($9 Bn)	205 ($3 Bn)	342 ($5 Bn)
TOTAL	**25,670 ($327 Bn)**	**7,701 ($98 Bn)**	**12,835 ($164 Bn)**

DMS의 성능 평가

국제기구의 DMS 성능 기준 및 평가 프로토콜 개발

- **국제안전기준(UNECE)**: WP.29에서 자율차 운전자 가용도 인식 시스템(DARS) 요구
- **DDAW 및 ADDW (EU GSR)**: 운전자 졸음, 주의분산 등에 대한 경고 장치 평가 프로토콜 제시 및 2024/2026 까지 차량 탑재 의무화
- **Euro NCAP**: 운전자 주의 분산 및 피로 등에 대응 가능 여부를 평가하는 프로토콜을 제시
- **DAMS(중국)**: 운전자 주의 모니터링(Driver Attention Monitoring System) 요구

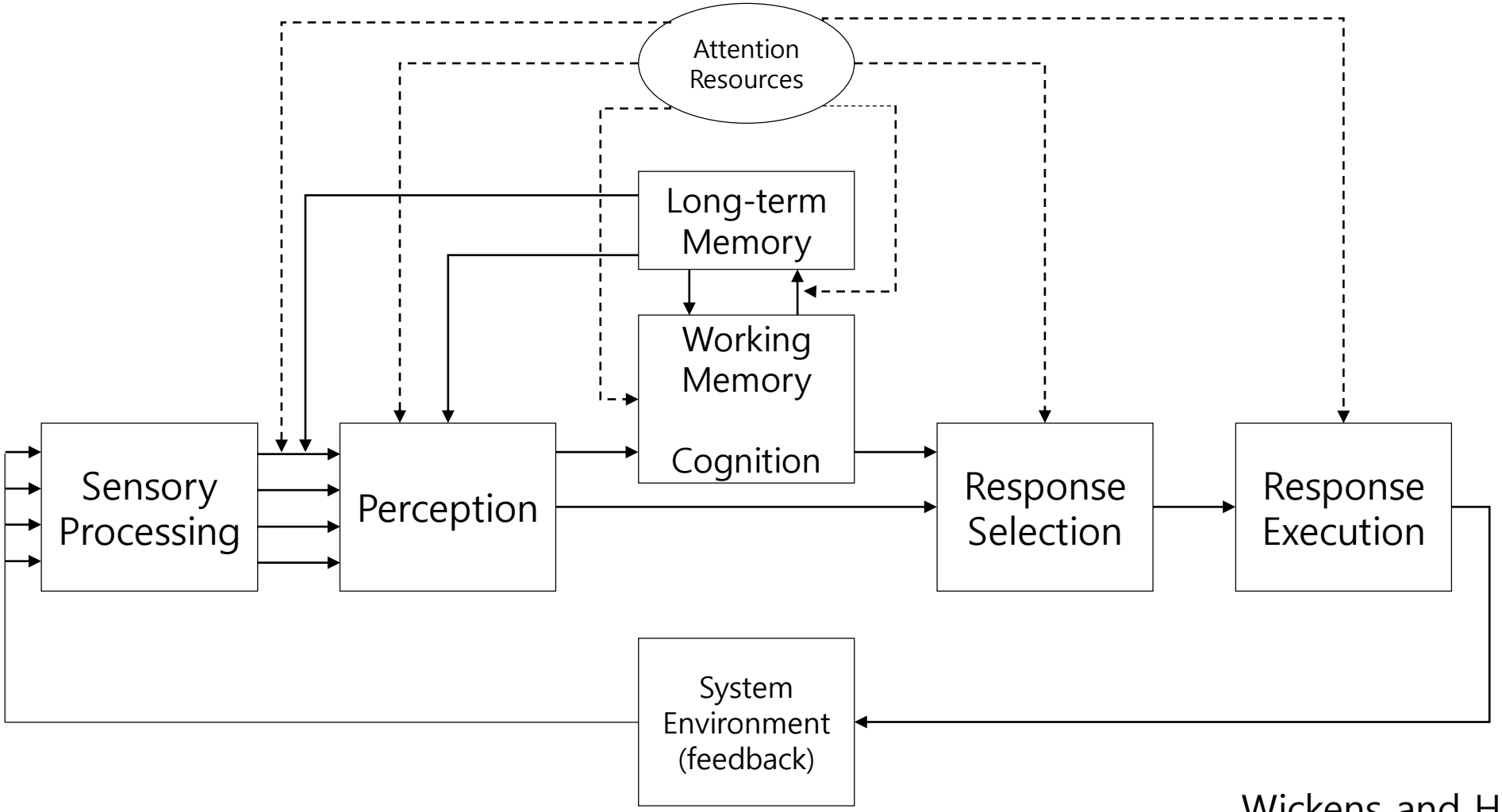


UNECE NATM 및 Euro NCAP에서 추가된 시뮬레이션 테스트 접근 방식

빠르게 변화하는 차량(특히 자율주행)기술 환경에 효과적으로 대응하기 위해
시뮬레이션 기반 테스트/평가로 패러다임 전환

Understanding Human

Human Information Processing



Wickens and Hollands, 2000

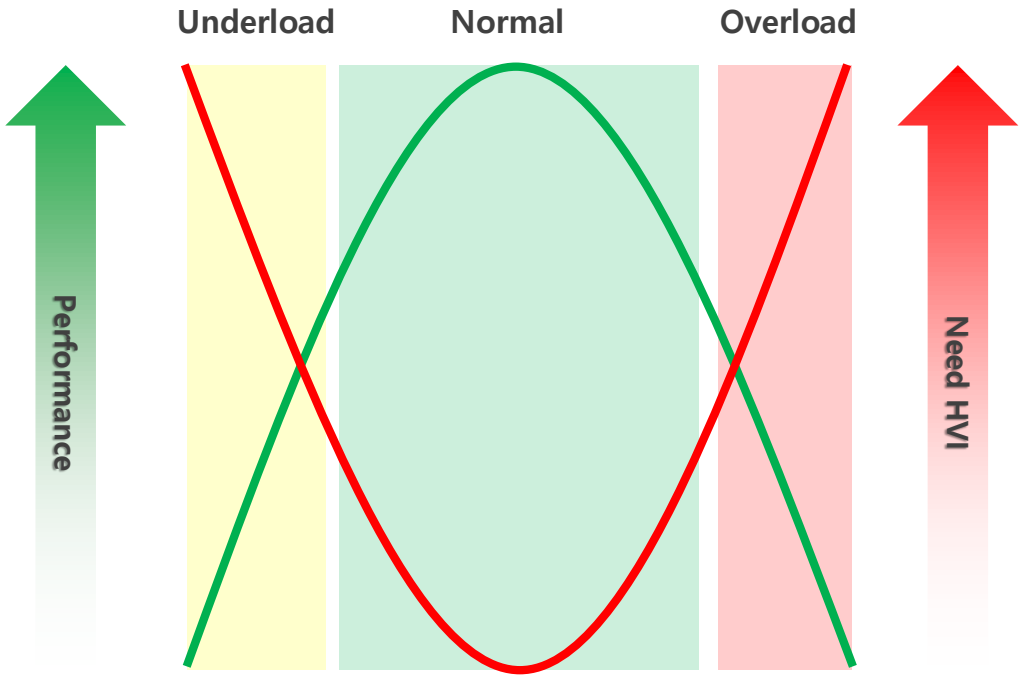
Driver Information Perception

- Sense of small (olfactory)
- Sense of taste (gustatory)
- Vision (visual)
- Hearing (acoustic)
- Sense of touch and motion (haptic)

Modality Channel

Auditory presentation	Visual presentation
Simple message	Complex message
Short message	Long message
Not be referred to later	Be referred to later
Events in time	Locations in space
Immediate action	Not immediate action
Visual channel is overburdened	Auditory channel is overburdened

Driver Status



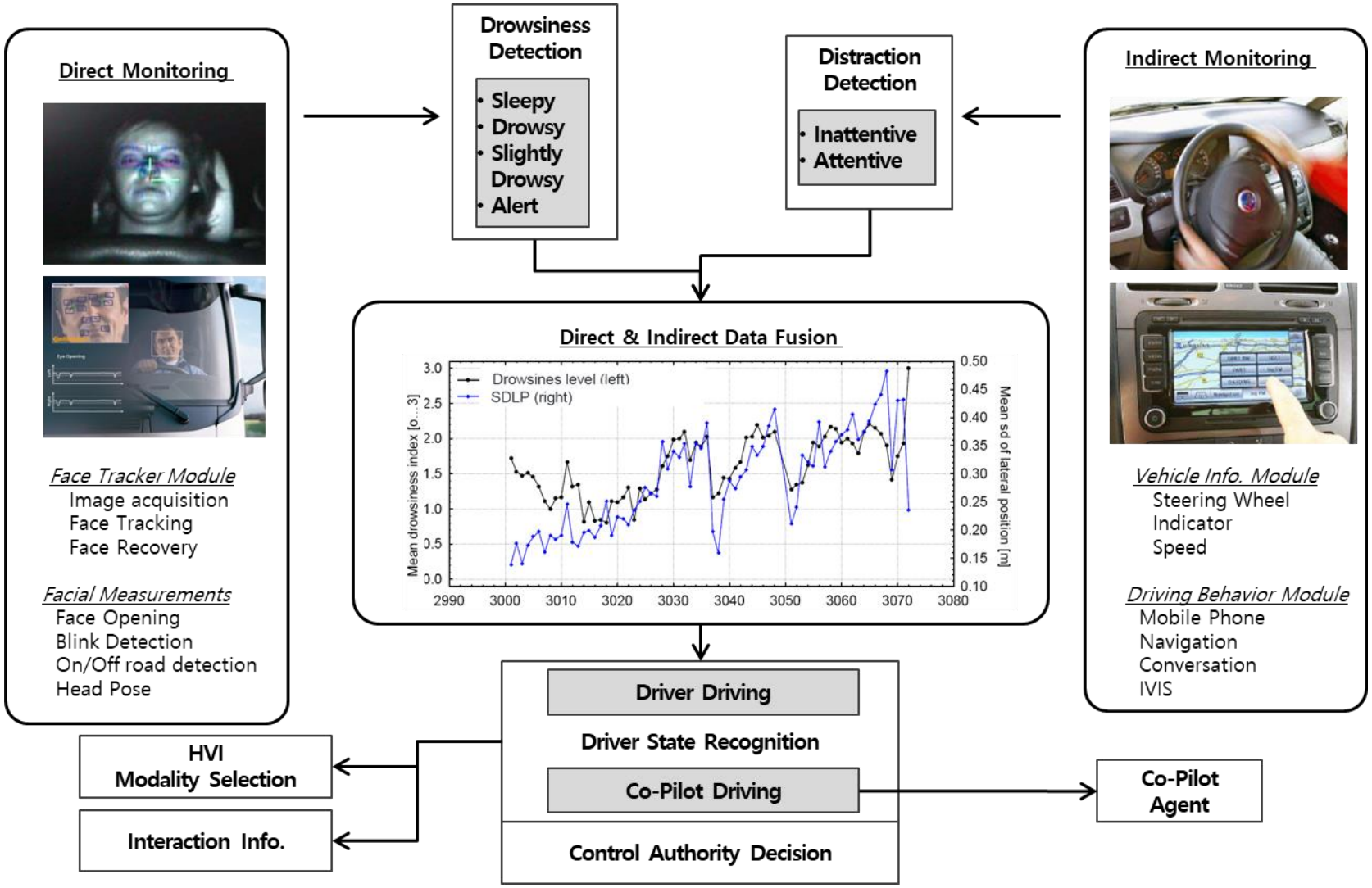
- Yerkes-Dodson Law between arousal and performance, 1908
- Drive is an "excitatory state produced by a homeostatic disturbance", [Seward, 1956]

Sensing Drivers

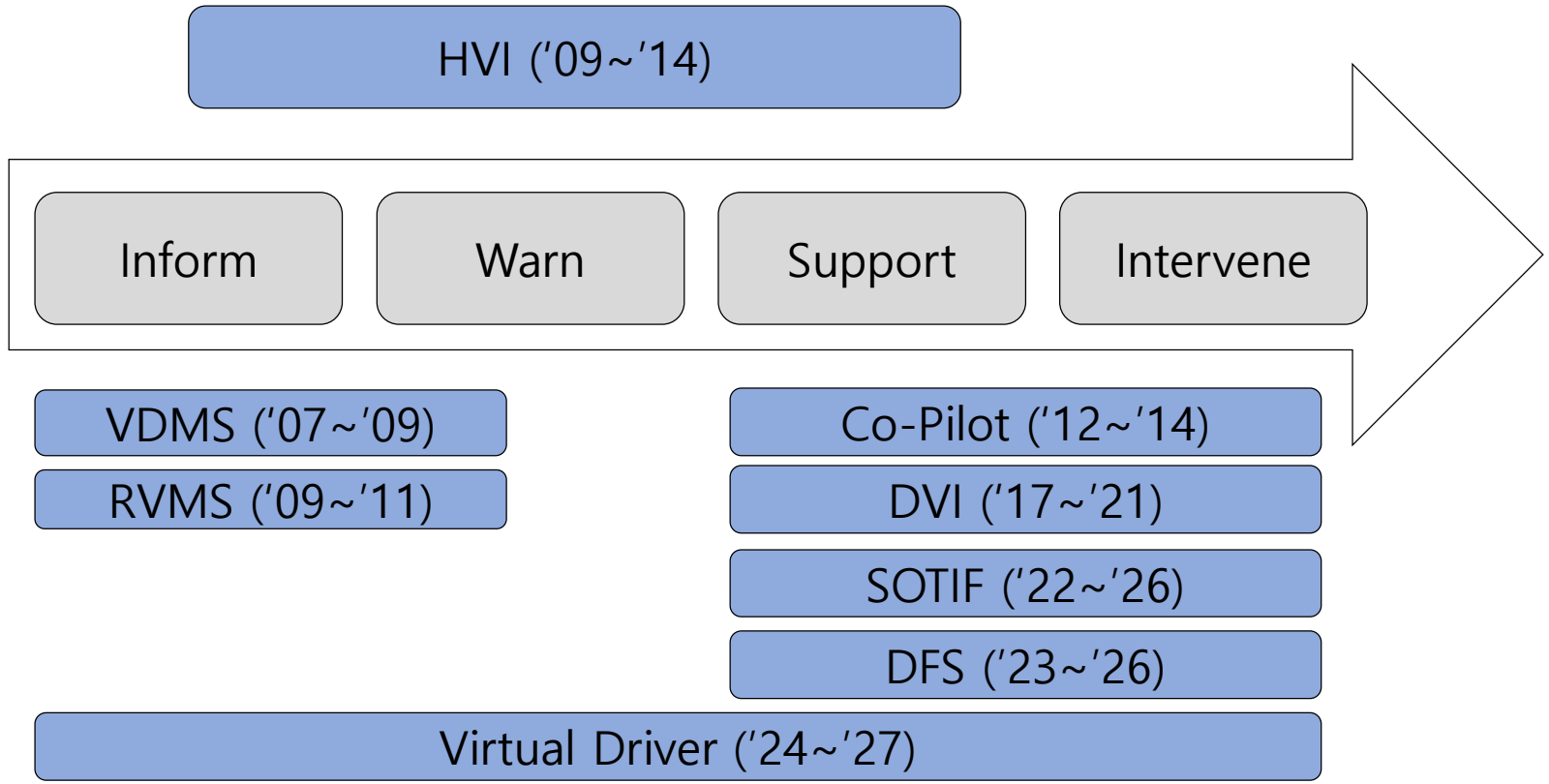
Sensing Human

- Direct Methodology
  - Questionnaire
  - Vision Sensor : Face, eye tracking
  - Bio Sensor
- In Direct Methodology
  - Vehicle Control
  - Interaction with Vehicle
  - Driver Behavior
- Cognitive Distraction?

Driver Status Monitoring

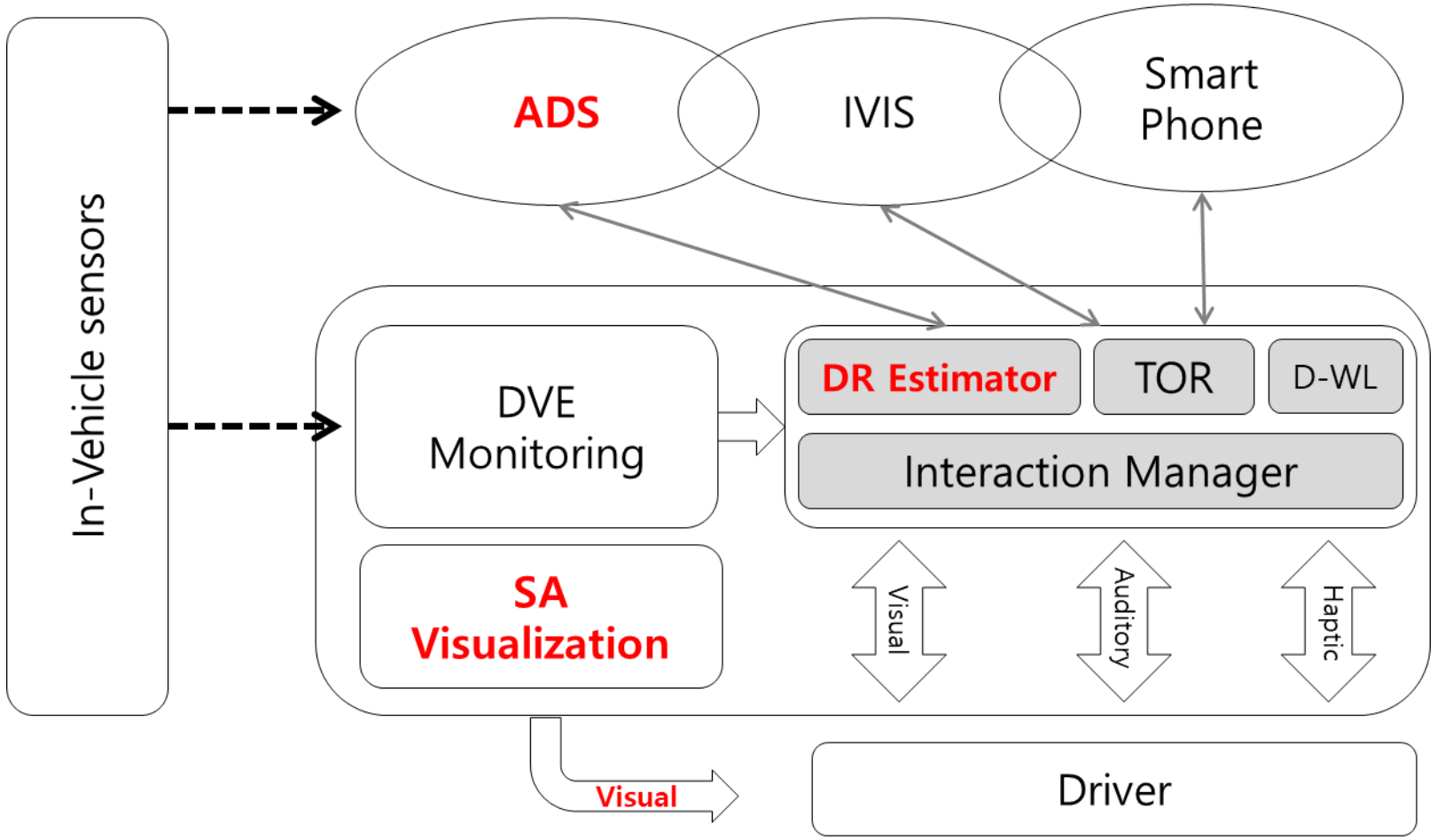


Driver Research

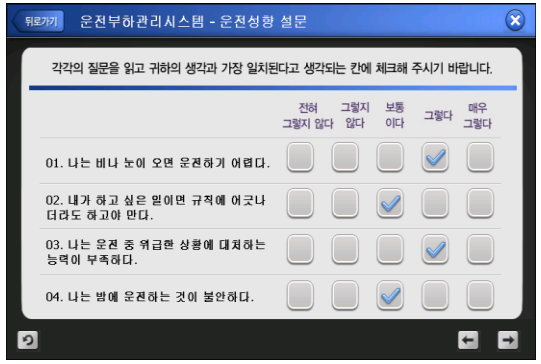


Driver Only	Semi-Autonomous	Highly Autonomous

DMS Architecture

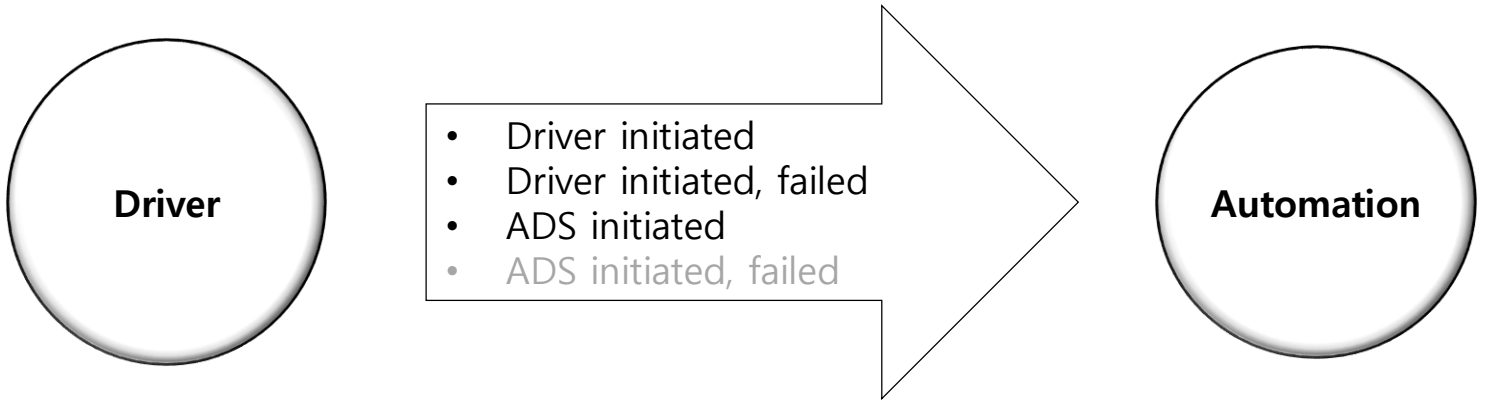


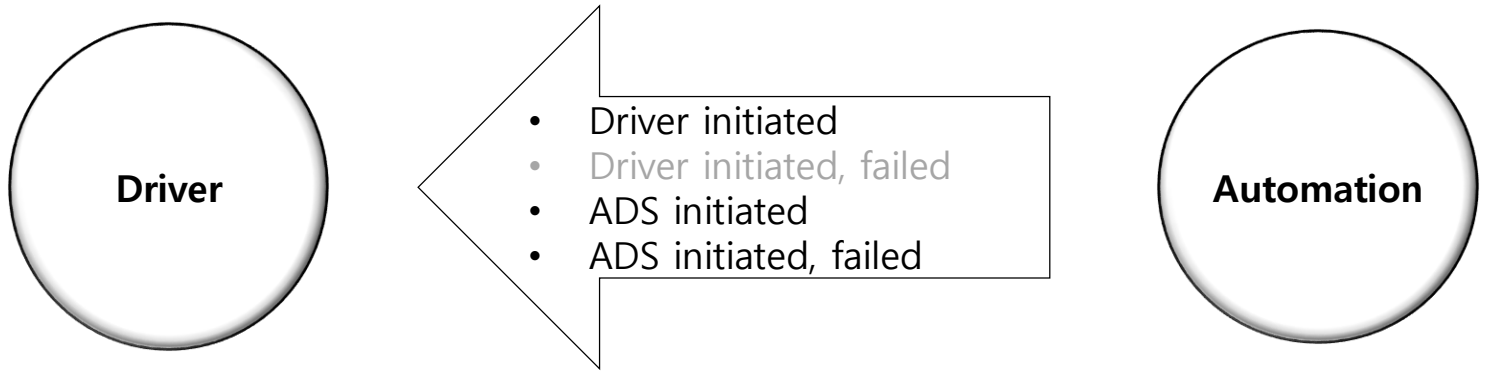
Workload Management System



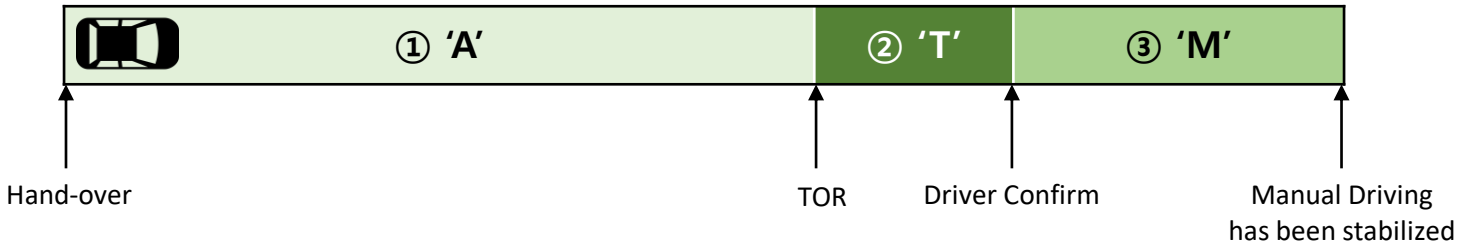
DMS in AVs

State Transition in AVs





DVI Experiments



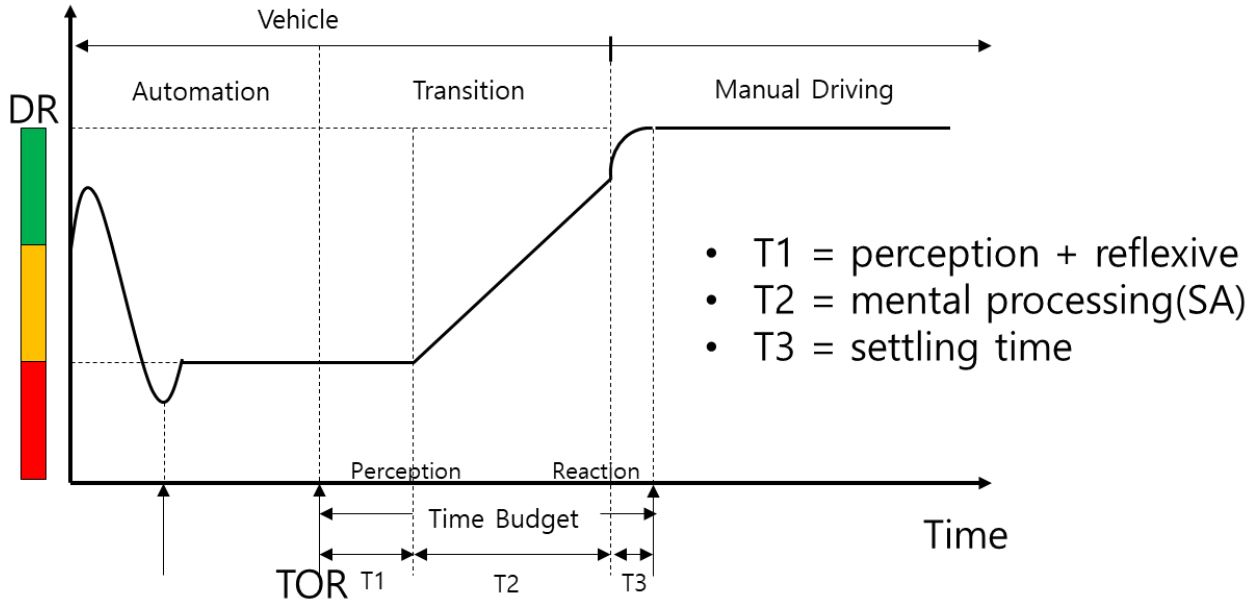
Information Collection
- Driving Simulation
- Vehicle Control
- Physiological Info.
- Driver Behavior
- Interaction
- Attention

Information Provision
- Visual
- Auditory
- Haptic
- Multi-Modal
- Pre-Cue

NDRT
- No Task
- Visually Demanding Task
- Mentally Demanding Task
- Complicated Task

Questionnaires
- Demographic Info.
- NASA-TLX
- RSME
- VAS
- Interviews

DVI Experimental Results



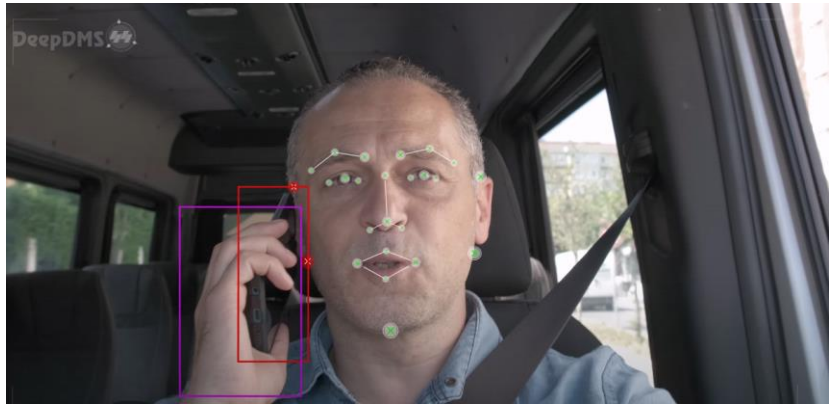
- T1 = perception + reflexive
- T2 = mental processing(SA)
- T3 = settling time

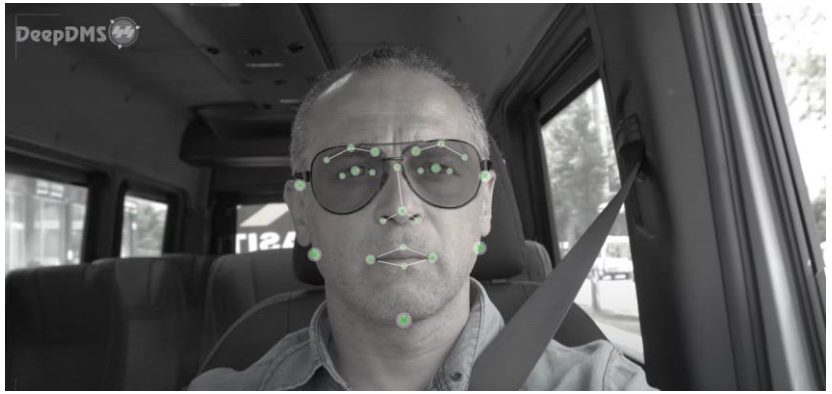
n=91, (sec)

region	mean	min	max	range	variance	standard deviation
T1	2.89	1.82	5.83	4.01	0.55	0.74
T2	1.43	0.40	7.00	6.60	0.81	0.90
T3	14.25	1.20	68.50	67.30	113.58	10.66
Time Budget	18.58	6.02	71.83	65.81	111.56	10.56

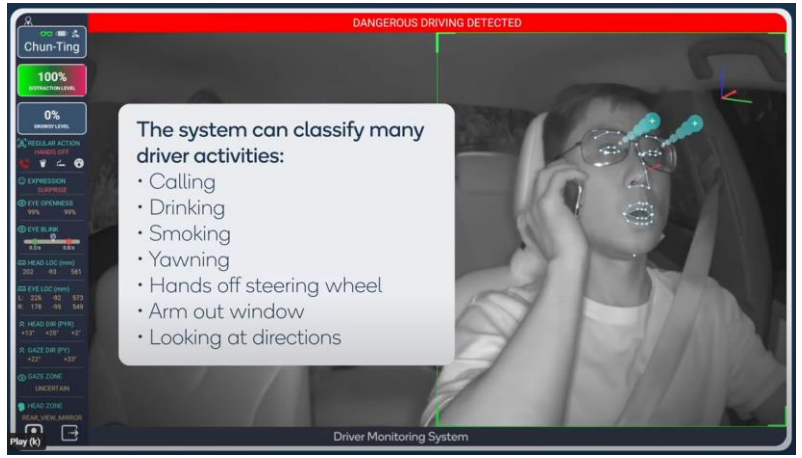
Evaluation of DMS

DMS Concepts





https://youtu.be/PiERp2cBMWg



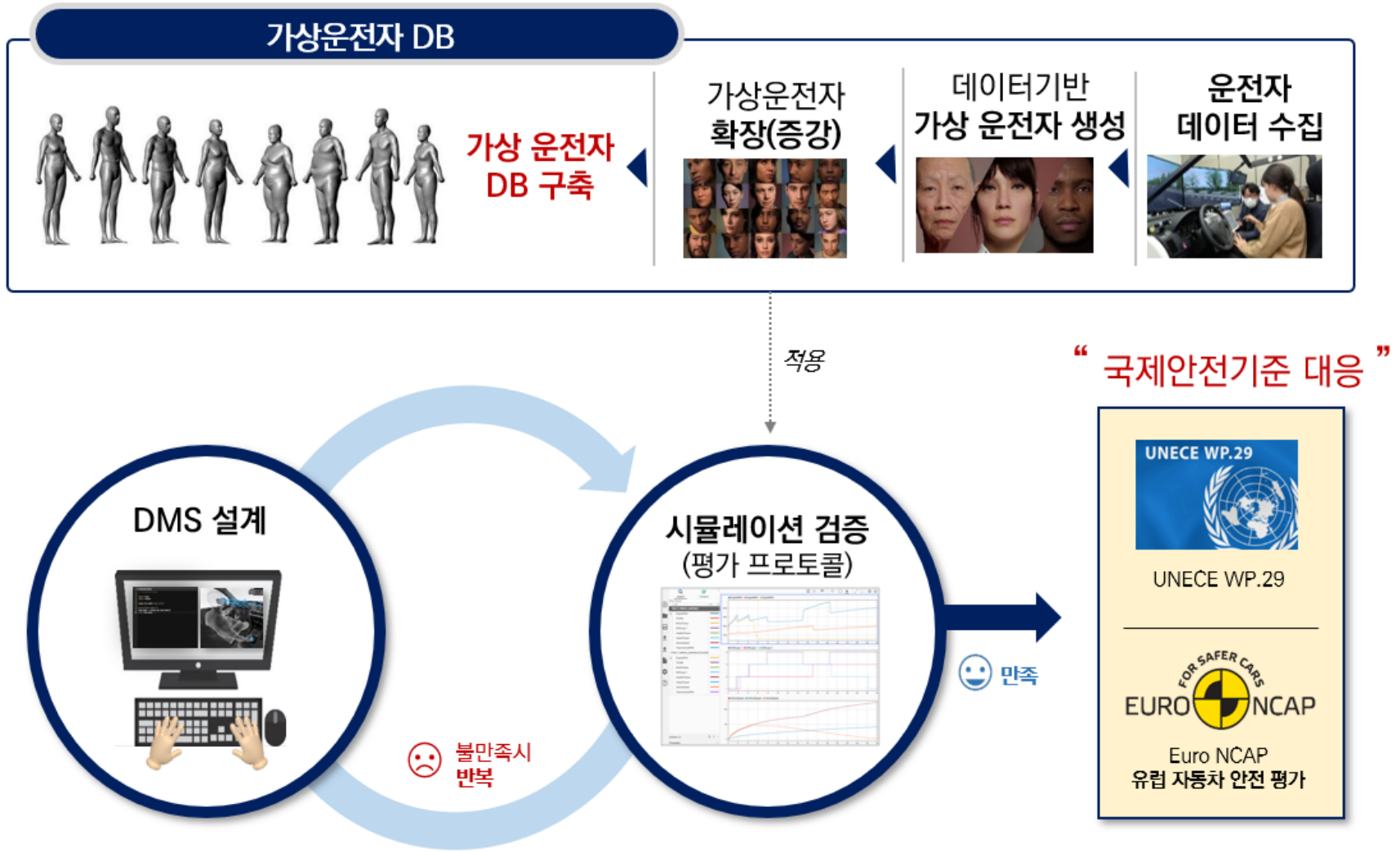
Qualcomm, https://youtu.be/-zu_uLDMV90

https://youtu.be/tTPwT7PrQmc

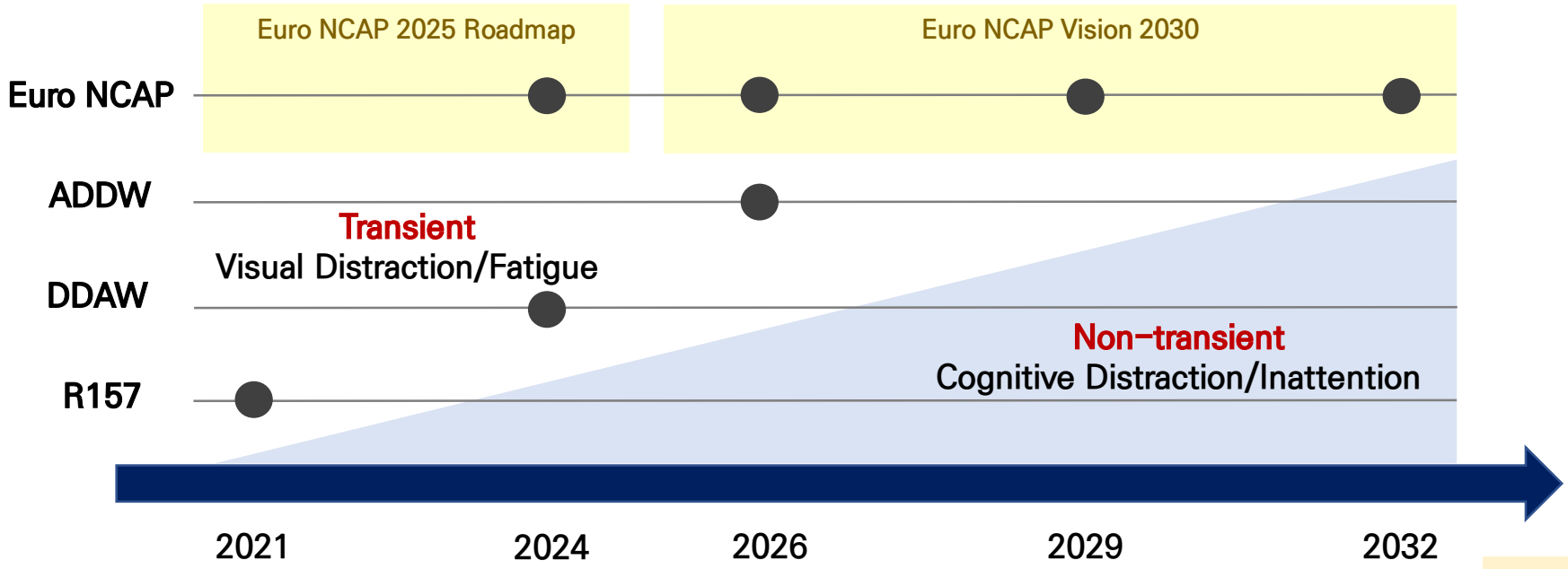
Virtual Driver Project

사업명	– 자동차산업기술개발사업 (스마트카) – 글로벌 안전기준 대응 가상 운전자 모델 기반 DMS 성능 평가 시스템 개발
사업기간	총 연구기간 2024.04.01 ~ 2027.12.31 (45개월) 당해년도 연구기간 2025.01.01 ~ 2024.12.31 (12개월)
사업비	총 89.23억 (국비 : 80억 민간 : 9.23억)
주관 기관	ETRI 한국전자통신연구원 총괄책임자 : 김우진
참여 기관	국내기관
	MORAI 책임자 : 김종화
	FUSIONSOFT 책임자 : 박종윤
	FS Solution 책임자 : 전성훈
	고려대학교 KOREA UNIVERSITY 책임자 : 명노해
	KATECH 책임자 : 이영석
	KSA 책임자 : 박수진
	KIEL 책임자 : 고재규
	HYUNDAI 책임자 : 이대선
	국외기관
	PURDUE UNIVERSITY 책임자 : Brandon Pitts
	Ford 책임자 : Mansoor Nasir

Research Concept



Euro NCAP Roadmap



"선제적 대응 필요"

Transient 시나리오

- **짧은시간**, 일시적인 운전자의 행동변화로 판단하는 **운전자상태** 시나리오
- **시각적** 주의분산, 피로(수면) 등

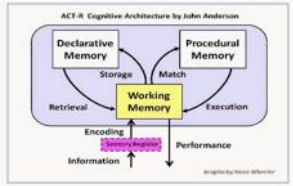
외형 모델 → 행동 모델 → 인지 모델

Non-Transient 시나리오

- **다소 긴** 시간동안 운전자의 행동을 관찰 해야 판단할 수 있는 운전자 상태 시나리오
- **인지적** 주의 분산, 주의력 결핍 등

* 피로(졸음), 신체적 주의 분산, NDRA 등

Objectives

가장 중요한 기술적 해결 과제	정교한 Human-like 가상운전자 모델링
차별화된 기술 구현 방안	**포토리얼 외형 모델링**  ✓ 언리얼 엔진 기반의 사실적 디지털 휴먼 생성 ✓ 눈 움직임, 얼굴표정 등 행동모델 애니메이팅 동기화 기술 **인공지능 기반 행동 모델링**  ✓ 시멘틱 정보(프롬프트) 기반의 설득력 있는 다변화 애니메이팅 **ACT-R 기반 인지모델링**  ✓ 인지 신경과학 기반으로 개발, Computational 인지 아키텍처 구성
도전성	Non-transient 시나리오 대응 - NDRA 모델링 - 인지 분산 모델링 - 주의력 결핍 모델링 PoC: DMS 성능 향상 검증 - 가상운전자 기반 평가 - Synthetic Data활용 - 성능향상 검증

Feasibility Test를 통한

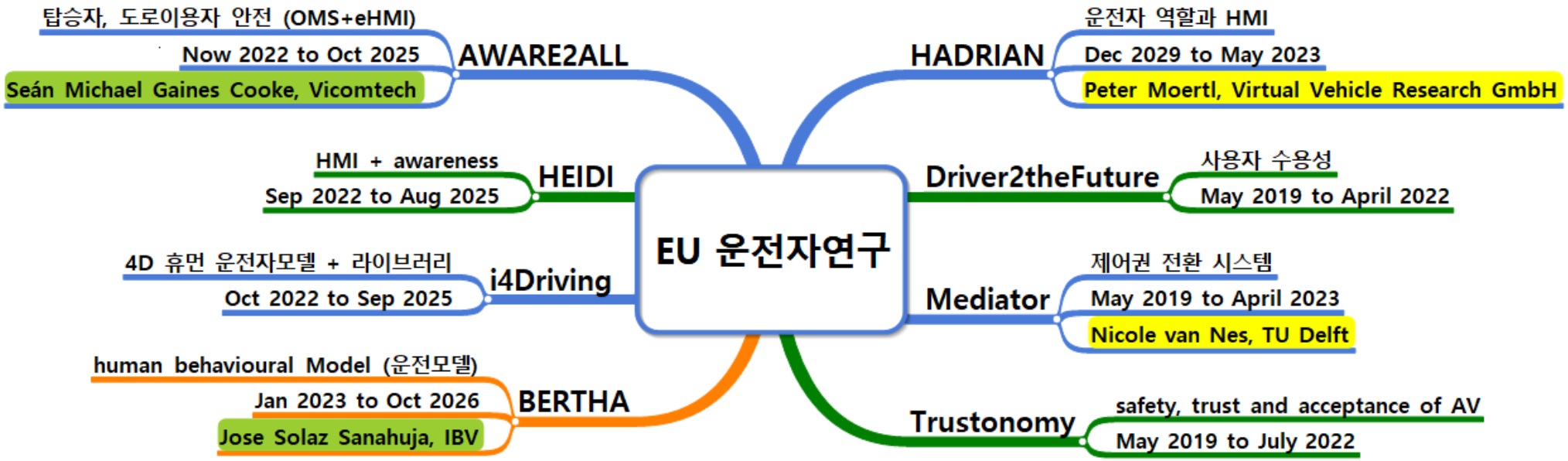
"성공 가능성" 확인

기반 보유기술

휴먼 디지털 트윈 기술 휴먼 행동 시뮬레이션	AI 기반 실사 휴먼 생성 기술
HD급 자율주행 검증용 가상 환경 생성 기술	국내유일 ACT-R 기반 인지모델링 기술
실도로/실차 운전자 데이터 취득 플랫폼	국내 유일 환경 챔버형 자율주행 시뮬레이터

Conclusion

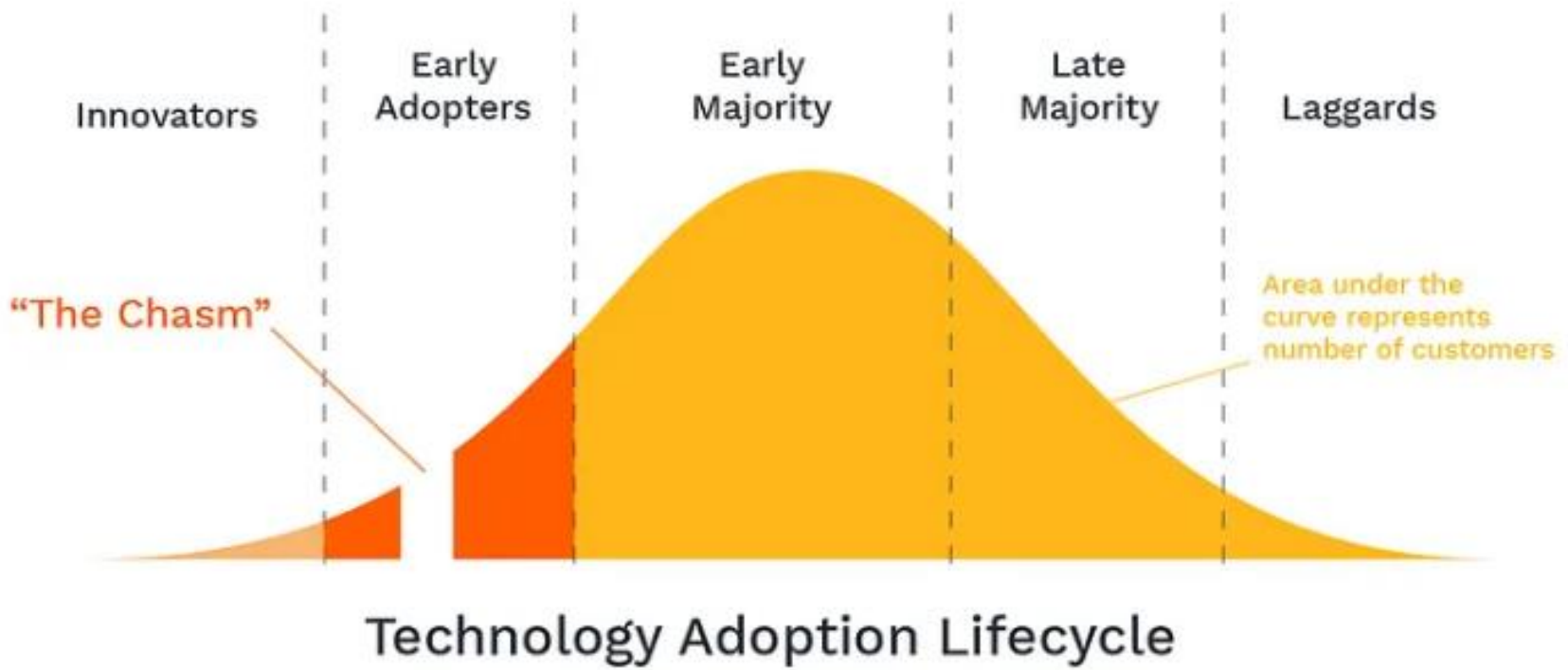
EU Driver Research



DMS Info. Requirements

DVE	Info	Research	Transfer	Market	Sensors
Driver	Eye/Head	○	△	△	Eyetracker / Head tracker
	Gesture	○	○	△	Depth camera
	Smart Phone	○	○	○	Smart Phone
	Physiological	○	△	△	ECG(HR, HRV), RSP
Vehicle	Speed	○	○	○	CAN
	Steering	○	○	○	CAN
	ADS	○	○	○	ADS
	ODD	○	○	○	ADS
Environments	Road	○	○	○	ADS (Map, FCW, LKS)
	Traffic	△	△	△	VTI
	Illumination	○	△	△	Driving time
	Weather	△	△	△	VTI

Conclusion



https://medium.com/block6/why-web3-will-have-the-hardest-ui-ux-challenge-any-industry-has-ever-faced-b418d3cc75fe