



디지털 헬스케어 기술의 차량 적용을 위한 UX 시나리오 체계화 연구

홍사라¹⁾ · 김민찬²⁾ · 김태훈³⁾ · 최명빈³⁾ · 백수진³⁾ · 양지현^{*2)}

국민대학교 자동차모빌리티대학원¹⁾ · 국민대학교 자동차공학과²⁾ · 현대모비스 크리에이티브UX셀³⁾

A Study on the Systemization of UX Scenarios for the Application of Digital Healthcare Technology in Vehicles

Sara Hong¹⁾ · Min Chan Kim²⁾ · Taehun Kim³⁾ · Myungbin Choi³⁾ · Soojin Peck³⁾ · Ji Hyun Yang^{*2)}

¹⁾Graduate School of Automobile and Mobility, Kookmin University, Seoul 02707, Korea

²⁾Department of Automotive Engineering, Kookmin University, Seoul 02707, Korea

³⁾Creative UX Cell, Hyundai Mobis, 17-2 240beon-gil, Mabuk-ro, Giheung-gu, Yongin-si, Gyeonggi 16891, Korea

(Received 8 August 2025 / Revised 12 August 2025 / Accepted 12 August 2025)

Abstract : The digital healthcare market has been growing rapidly due to the swift development of wearable devices. One notable advancement is the application of digital healthcare technology to vehicles, which is expected to provide a comfortable driving environment and prevent accidents. This study proposed user experience (UX) scenarios to apply and expand digital healthcare technology in vehicles, detailing scenario derivation, classification by type, and visualization. The UX scenarios for automotive digital healthcare were subdivided into seven categories and derived through brainwriting techniques. These scenarios were then classified into three factors reflecting their characteristics, with healthcare methods added as sub-items to each factor. The scenarios were organized using a coded nomenclature considering the vehicle perspective and system management. In the end, five scenarios were selected for detailed elaboration and visualization. The derived scenarios, the derivation process, and the classification method can serve as comprehensive guidelines for developing more systematic UX scenarios and advancing automotive digital healthcare technology.

Key words : Digital health care(디지털 헬스케어), UX scenarios(UX 시나리오), Automotive digital healthcare(차량 디지털 헬스케어), Brain writing(브레인 라이팅), Mobility(모빌리티)

Nomenclature

CID : center information display

UX : user experience

1. 서론

인공지능과 소프트웨어의 발전에 따른 4차 산업혁명 시대가 도래함에 따라 보건의료산업의 패러다임이 변화하고 있다. 웨어러블 기기의 발전은 헬스케어 분야에 새로운 변화의 바람을 불러오고 있으며, 과거 의료기관 중심이었던 헬스케어 대신 다양한 분야와 협업을 통한 디지털 헬스케어라는 새로운 시장이 성장하고 있다.¹⁾ 그 중에서도 운전자의 안전이 무엇보다 중요시되는 자동차

업계에서 헬스케어 분야와의 접목은 보다 쾌적한 주행 환경 제공, 사고 방지 등의 효과가 기대된다.²⁾ 실제로 다양한 글로벌 OEM(Original Equipment Manufacturer) 및 자동차 부품업체는 디지털 헬스케어 기술을 적용한 서비스 및 차량을 선보이고 있으며, 이러한 움직임은 점차 확대되는 추세이다.³⁾

OEM에서는 사용자의 선택을 기반으로 한 헬스케어 기능을 중점적으로 제공하고 있다.⁴⁾ 현대자동차 그룹의 제네시스 G90에 적용된 무드 큐레이터는 차량 내 시스템 조합으로 감각을 자극하여 감정 개선에 도움을 주는 Vitality, Delight, Care, Comfort 모드를 제공한다. 선택한 모드에 따라 다른 색상의 조명, 음악, 향기를 제공

*Corresponding author, E-mail: yangjh@kookmin.ac.kr

¹⁾This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium provided the original work is properly cited.

하며 무드에 따라 뒷좌석 커튼 개폐, 마사지 기능을 제공한다.⁵⁾ 메르세데스-벤츠의 에너지이징 콤포트 기능에서는 Refresh, Warmth, Vitality, Joy, Well-being모드를 제공한다. 해당 모드에서는 조명, 음악, 향기, 마사지를 통해 사용자를 케어 하는 기능을 제공하며 에너지이징 코치서비스를 통해 사용자 모니터링을 통해 알맞은 에너지이징 프로그램을 추천해주는 기능도 탑재되어 있다.⁶⁾

현대모비스, 하만과 같은 자동차 부품/전장 업체에서는 사용자 모니터링을 기반으로 캐빈 시스템에 대한 기술을 발표했다. 현대모비스는 자율주행 통합 콕핏 시스템인 엠빅스(M.VICS)를 공개했다. 엠빅스는 심전도센서, 운전자 모니터링 카메라, 멀미 저감 신기술 등을 탑재해 자율주행을 돕는다. 탑승객의 생체신호를 측정하는 네가지 센서와 이를 분석하는 제어기, 소프트웨어 로직으로 구성되며 향후 음주 여부를 감지해 주행을 원천 차단하는 기술로도 진화할 전망이다.^{7,8)}

삼성 자회사인 하만에서는 운전자의 생체신호를 측정, 분석하여 주의산만, 졸음 및 스트레스 지수 위험을 완화하는 헬스케어 시스템인 레디케어를 발표하였다. 기계학습 알고리즘과 센서를 결합한 솔루션을 통해 운전 중 졸음과 산만함을 감지한다. 또한 전방의 교통 체증이나 날씨, 운전자의 실시간 스트레스 요인을 감지하여 대체경로를 설정하고 스트레스 히트맵을 작성해 운전자의 불안 완화에 도움을 줄 수 있는 Stress-free routing기능도 존재한다.⁹⁾

이처럼 다양한 IT기업들이 앞다투어 디지털 헬스케어 기술을 개발하고 있지만, 차량의 이동성과 제한된 사용 시간으로 인해 현존하는 헬스케어 기술을 차량 도메인에 그대로 적용하기에는 어려운 실정이다. 이에 따라 차량 관점에서 운전자 상태, 타임라인 및 필요기술을 고려한 UX(User Experience)시나리오 개발이 중요하다. 선행 연구에서는 모바일 헬스케어 UX시나리오 관련 연구나,¹⁰⁾ 헬스케어 기술 동향에 대한 연구는 존재하지만,¹¹⁾ 차량 디지털 헬스케어 관련 연구는 부족한 실정이다. 또한 체계적인 UX시나리오 자체도 부족할뿐더러, 해당 시나리오를 도출하는 절차와 분류방법, 시각화와 관련된 선행연구는 더욱더 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 차량에 디지털 헬스케어 기술을 적용하기 위한 UX시나리오를 체계화하는 것이 목표이다. 이를 위해 브레인 라이팅(Brain-writing)기법을 기반으로 하여 아이디어 선(Ideation)을 진행하였고, 코드 명명법을 활용하여 시나리오를 분류하였으며 타임라인을 고려한 시나리오 시각화 방법을 사용하였다. 이를 통해 도출한 유즈 케이스 중 다섯가지의 예시를 제안한다.

2. 연구 방법

이 장에서는 첫째로 브레인 라이팅(Brain writing) 기법을 기반으로 하여 차량 디지털 헬스케어 UX 시나리오 도출 방법에 대해서 소개한다. 브레인 라이팅 기법은 브레인 인스토밍(Brain storming)의 대안적인 방법으로¹²⁾ 차분하게 아이디어를 생각하고 정리할 수 있다는 장점이 있다.¹³⁾ 다양한 아이디어를 도출하고 이를 검증하는 본 연구에 적합한 방법이라고 판단하여 해당 방법을 사용하여 아이디어 선을 진행하였다. 둘째로 브레인 라이팅 방법을 적용하여 도출한 시나리오를 발생 요인에 따라 구분하고 코드 명명법을 활용한 분류법을 소개한다. 마지막으로 고안한 시나리오를 시간순으로 시각화한 방법을 소개한다.

2.1 차량 디지털 헬스케어 UX시나리오 도출 기법

모든 시나리오는 브레인라이팅 기법을 활용한 아이디어 선 기법을 바탕으로 제작되었다. 아이디어 선 진행에 앞서서 시나리오를 일곱가지 범주로 구분하였다. 범주는 상황(Situation), 증상(Symptom), 세부 증상(Specific symptom), 사용자(User), 기기 및 데이터(Devices and data), 차량 대응 방법(Vehicle response), 사용자 가치(User values)로 일곱가지이다. 해당 범주를 바탕으로 자동차 공학 또는 디자인을 전공한 학부생 8명을 대상으로 브레인 라이팅 기법을 적용하여 초기 시나리오를 도출하였고, 이후 차량 인간공학 전공의 박사과정 연구원 및 교수, 그리고 자동차 기업의 UX 전문가들이 참여하여 시나리오를 수정 및 체계화하였다.

2.1.1 상황(Situation)

상황 범주는 차량 내부에서 디지털 헬스케어가 필요한 상황 그 자체를 의미하며 시나리오가 현재 무슨 상황인지 개괄적으로 파악할 수 있게 한다.

2.1.2 증상(Symptom)

증상 분류 범주는 증상분류 A, 증상분류 B의 두가지로 나눈다. 증상분류 A는 해당 상황에서 발생하는 인간의 신체적, 정신적 증상을 의미하고, 증상분류 B는 증상의 발생으로 인한 부 교감, 교감 신경의 활성화 여부를 의미한다.

2.1.3 세부 증상(Specific Symptom)

세부 증상 범주는 해당하는 상황에서 외부 관찰자가 인간의 오감으로 관측할 수 있는 운전자의 변화와 생체 신호 측정 장비 등으로 측정할 수 있는 운전자의 생체 지표 변화 및 운전자 스스로 감지할 수 있는 신체적, 정신적 변화와 같은 세부적인 증상을 의미한다.

2.1.4 사용자(User)

사용자 범주에서는 증상 분류, 세부 증상 범주에서 도출한 내용을 바탕으로 하여 해당 증상의 발생 대상자를 선정하였다. 이는 주행환경 및 상황을 고려하여 운전자, 동승자, 공통(운전자 및 동승자)의 세가지로 구분하였다.

2.1.5 기기 및 데이터(Devices and Data)

기기 및 데이터 범주에서는 발생할 수 있는 증상을 탐지하기 위한 장비를 외부에서 가져와야 하는지, 차량 내부에 내장되어 있는지를 기준으로 하여 장비를 Brought-in, Built-in으로 구분하였다.¹⁴⁾ Brought-in 장비로는 스마트워치와 그 외 장비로 구분하였으며 Built-in 장비로는 카메라, 마이크, 차량 거동 그 외 장비로 구분하였다. 또한 증상을 예측하기 위해 장비에서 어떤 데이터를 기반으로 예측할 수 있는지도 추가로 서술하였다.

2.1.6 차량 대응 방법(Vehicle Response)

차량 대응 방법 범주에서는 상황이 발생하였을 때 해당상황의 해결 및 완화를 위해 차량이 어떻게 대응해야 하는가를 서술하였다.

2.1.7 사용자 가치(User Values)

사용자 가치 범주에서는 증상이 발생하였을 때, 차량의 적절한 대응을 통해 사용자가 느낄 수 있는 가치에 대하여 서술하였다.

2.1.8 UX 시나리오

2.1.1에서부터 2.1.5까지 서술한 일곱가지 범주를 바탕으로 UX 시나리오를 제작하였다. 제작한 시나리오 중 세가지 시나리오를 예시로 들면 다음과 같다: 고속도로에서 접촉 사고가 발생한 상황(Collision on the highway), 주행 중에 운전자의 신체에 근육통이 발생하는 상황(Driver's muscle pain while driving), PTSD가 있는 운전자가 과거 사고 구간을 주행하는 상황(A driver with PTSD driving through a past accident zone). 해당 시나리오를 2.1.1에서부터 2.1.5까지 제안한 세분화 기법을 바탕으로 재구성하여 Table 1과 같이 표시하였다.

2.2 차량 디지털 헬스케어 UX 시나리오 세분화 기법

본 절에서는 2.1절에서 도출한 UX 시나리오를 세분화했다. 세분화를 위해 본 연구에서는 UX시나리오를 요인

Table 1 Examples of UX scenarios

Category		Subcategory	Example 1	Example 2	Example 3
Situation			Collision on the highway	Muscle pain during driving	PTSD trigger at previous accident site
Symptom categorization	Symptom category A		Injury	Muscle pain (due to prolonged driving or external factors)	Panic attacks
	Symptom category B		Sympathetic nerve system activation	Sympathetic nerve system activation	Sympathetic nerve system activation
Detailed symptoms			Vehicle collision /movement of occupants	Muscle pain / muscle cramps	Nausea / increased respiratory rate, heart rate, skin temperature / voice tremor
User			Driver or passenger	Driver	Driver
Devices and data	Brought-in devices	Smart watch	Acceleration, Gyroscope	EMG(Electromyography)	Respiration, ECG, skin temperature
		Other devices	-	-	Prior experience
	Built-in devices	Camera	User movement	User movement	User movement
		Microphone	-	-	Voice
		Vehicle movements	Collision	-	-
		Other devices	-	-	-
Vehicle actions			Emergency calls to police or ambulances, external display warning of dangerous situations	Seat massage and stretching suggestions	Alternative route avoiding driver's previous accident sites
User values			Trust, safety	Health promotion	Safety, risk prevention

으로 분류하고, 시나리오 특성을 반영하여 코드를 명명하였다.

2.2.1 요인 분류법

2.1.6에서 도출한 UX 시나리오를 세가지로 요인으로 분류하였다. Frost & Sullivan(2020)에서는 단순한 건강 관리보다 훨씬 더 넓은 정의로 건강, 웰니스, 웰빙을 예측하며 여기에는 Body, Mind, Soul이 포함된다고 서술한다.¹⁴⁾ 해당 문헌을 참고하고 도출한 시나리오의 특성을 반영하여 요인을 Environment, Mind, Body로 설정하여 시나리오를 구분하였다. 또한 그 후 각각의 요인에 따른 헬스케어 항목을 하위항목으로 추가 분류하였다.

Environment 요인의 하위에 있는 헬스케어 항목으로는 안전(Safety), 사고 대응(Accident related situations), 운습

도 조절(Temperature and humidity control)을 선정하였다.

Mind 요인의 하위에 있는 헬스케어 항목은 운전 제한(Driving restrictions), 질병 예방 및 관리(Disease prevention and management), 컨디션 관리(Condition managements)로 선택하였다.

Body 요인에서는 응급질환 대응(Medical emergency response), 질병 예방 및 관리, 컨디션 관리, 외형 관리(Appearance management)를 하위 헬스케어 항목으로 선정하였다. 해당 분류 기준을 적용할 때 활용할 수 있도록 몇 가지 예시 상황 및 증상을 정리하였다(Table 2).

2.2.2 코드 명명 규칙

분류한 UX 시나리오를 차량 관점 및 체계적인 관리를 위해 시나리오를 코드화 하였다. 코드는 요인-헬스케어 항목-번호로 구성 되어있다.

요인 코드는 2.2.1에서 제안하였던 내용을 바탕으로 하여 Env(Environment), Bdy(Body), Mnd(Mind)의 3가지로 분류하였다.

헬스케어 항목 코드는 2.2.1에서 도출한 요인 별 하위 헬스케어 항목을 바탕으로 S(안전, 사고 상황), T(온 습도 조절), L(운전 제한), P(질병 예방 및 관리), C(컨디션 관리), E(응급 질환 대응), A(외형 관리)로 명명하였다. 번호 코드는 동일한 요인과 헬스케어 항목 코드인 경우의 구분을 위해 양의 정수를 활용하여 표기하였다. 2.1.6에서 제안했던 고속도로에서 접촉 사고가 발생한 상황, 주행 중에 운전자의 신체에 근육통이 발생하는 상황, PTSD가 있는 운전자가 과거 사고 구간을 주행하는 상황을 코드로 명명하면 각각 Env-S-02, Bdy-A-03, Mnd-P-02와 같다.

2.1에서 서술했던 시나리오 도출 기법과, 2.2에서 다루었던 시나리오 분류 기법, 마지막으로 본 절에서 설명한 코드 명명 규칙을 Fig. 1과 같이 시각화 하였다.

2.3 UX 시나리오 시각화 기법

시나리오의 시각화는 타임라인 기법을 활용하였다. 이를 위해 Table 1에서 제안했던 일곱 가지 범주를 변형하여 새로운 다섯 가지 세분화 기준을 도출하였다. 다섯 가지 세분화 기준은 타임라인, 운전자 상태(Driver state), 차량 대응 방법(Vehicle response) 수집 데이터(Collected data), 필요 기술(Required technology), 사용자가 얻을 수 있는 가치(User values)이다.

타임라인은 차량에 탑승하여 하차까지 일어나는 과정을 의미한다. 운전자 상태는 타임라인에 따른 운전자의 신체적/정신적 상태를, 차량 대응 방법은 증상 발생 시에 해당 증상을 완화하기 위한 차량의 거동, 감각 자극과 같은 대응 방법을 의미한다. 수집 데이터는 운전자의 증상

Table 2 Categorizing automotive digital healthcare UX scenarios

Factor	Healthcare items	Situation and symptoms
Environment	Safety/ accident-related situations	Emergency events in the vehicle environment (e.g., post-collision response, child left behind, in-vehicle violence)
	Temperature and humidity control	Vehicle response to outside temperature and humidity environment
Mind	Driving restrictions	Driver impairment scenarios (e.g., intoxication, cognitive decline)
	Disease prevention and management	Psychological or physiological vulnerabilities (e.g., acrophobia, anxiety, fatigue)
	Condition management	Mental fatigue and stress-relief needs
Body	Medical emergency response	Cardiovascular conditions (e.g., hypertension, stroke, cerebral infarction)
	Disease prevention and management	Preventive care based on family medical history
	Condition management	Management of pre-existing conditions (e.g., asthma)
	Appearance management	Body composition and nutritional management (e.g., diet, muscle, body fat)

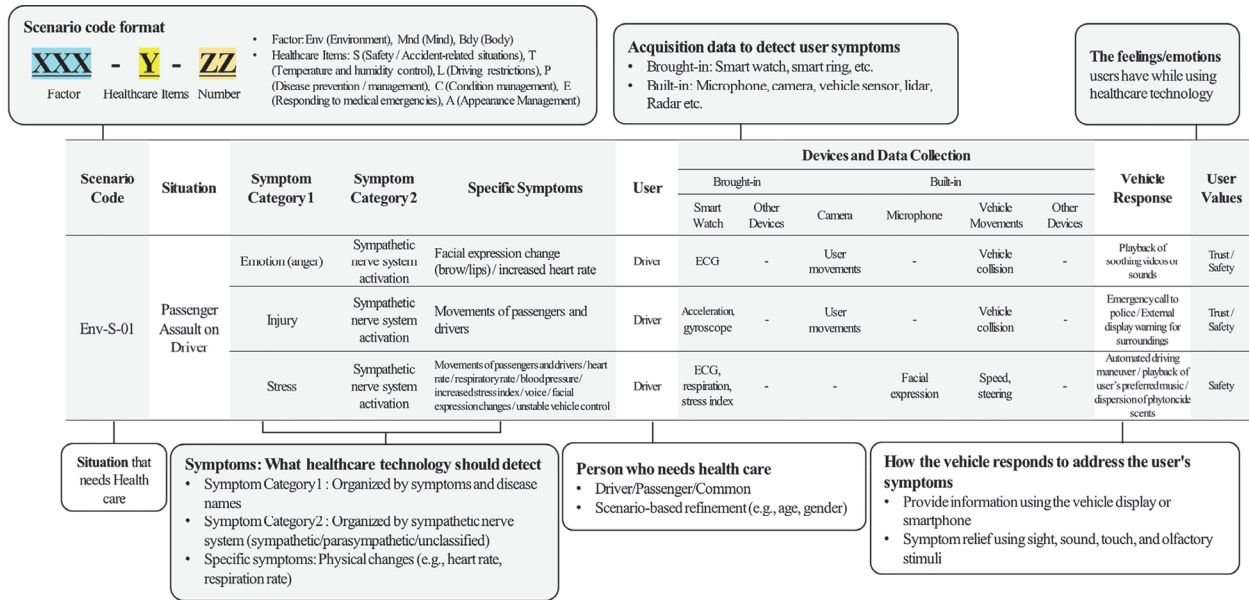


Fig. 1 Automotive digital health UX scenario categorization

을 예측하기 위해 차량이 수집해야 하는 지리, 생체, 차량 거동 데이터를 의미하며 필요 기술에서는 해당 데이터를 수집하기 위해 필요한 기술을 의미한다. 마지막으로 사용자가 얻을 수 있는 가치에서는 운전 → 증상 발생 → 차량의 대응 → 증상 완화 → 도착의 과정을 지나면서 운전자가 결과적으로 얻을 수 있는 만족도, 감정 등을 의미한다.

3. 연구 결과

이 장에서는 도출한 차량 디지털 헬스케어 UX 시나리오 중 대표 시나리오 여섯 가지를 소개하고, 이를 도식화한다. 선정된 시나리오로는 원활한 주행 중 차량 정체 상황 발생 시나리오(Traffic congestion during a smooth driving), 당뇨병이 있는 운전자가 식사 후 차량에 탑승하는 시나리오(Post meal driving by a diabetic driver), 폐소공포증이 있는 운전자가 터널로 진입하는 시나리오 (Tunnel entry by claustrophobic driver), 장시간 내부 활동으로 인해 운전자의 일조량이 부족한 상태인 시나리오(Low sunlight exposure in extended indoor conditions scenario), 수면 부족으로 인한 운전자의 컨디션 난조 발생 시나리오(Driver impairment from sleep deprivation)이다.

3.1 원활한 주행 중 교통 정체 상황 발생 시나리오

본 시나리오는 운전(Driving) → 정체 구간(Congestion Zones) → 대응(Response) → 도착(Arrival) 순서로 상황이 전개될 수 있음을 가정하였다. 수동주행 중, 운전자는 교통 정체 발생으로 인해 운전자는 긴 운전(단조로운 작업)으로 인해 흥미가 저하되어 주의가 분산되며 될 수 있으

며, 피로를 경험할 수 있다.¹⁵⁾ 운전시간이 길어짐에 따라 운전자의 주의가 산만해지고, 이로 인해 시선 이동이 빈번해지는 경향을 보일 수 있다.¹⁶⁾ 이러한 정체구간에서는 차량이 다양한 대응 방안을 제공함으로써, 운전 외 생산적인 활동을 수행할 수 있는 여지가 생긴다. 운전자의 감정은 중립적인 상태였다가 점차 지루함이나 짜증으로 변화할 수 있으며, 적절한 차량의 대응이 이루어질 경우 부정적인 감정이 완화될 것으로 기대된다.¹⁷⁾

적절한 차량 대응 방법으로는 CID(Center Information Display)에 정체 구간 메시지 팝업과 함께 자율주행으로 전환할 것을 제안할 수 있다. 운전자가 차량의 제안을 받아들인다면 자율주행 기능을 활성화하여 스티어링 휠에서 손을 떼고 운전자의 휴식을 유도하도록 한다. 그렇지 않으면 신나는 음악을 통해 운전자 각성을 유도할 수 있다.¹⁸⁾

운전자의 증상 예측을 위해 사용하는 센서에는 카메라, 가속도, 관성, 마이크, 스마트워치가 활용될 수 있다. 카메라 센서를 통해 운전자의 시선 데이터를 수집하여 운전자의 부주의를 감지할 가능성이 있으며,¹⁹⁾ 차량의 거동을 통해 속도, 가속도 등의 정보를 수집하여 운전자의 졸음을 감지하고,²⁰⁾ 마이크 센서로 운전자의 수면 시간과 운전자의 음성 데이터를 수집할 수 있다.²¹⁾ 스마트워치를 활용하여 수면 시간과 GPS 정보를 수집하고 스트레스를 모니터링하는 방안이 고려될 수 있다.²²⁾

이를 위해서는 카메라를 활용한 운전자의 시선 추적 기술, 교통 구간 정보 수집 기술, 위치 추적 기술, 차량의 주행 패턴 판단 기술, 음성 인식 기술, 음악 재생 및 자율주행 제어 등과 같은 다양한 기술의 연계 활용이 필요할

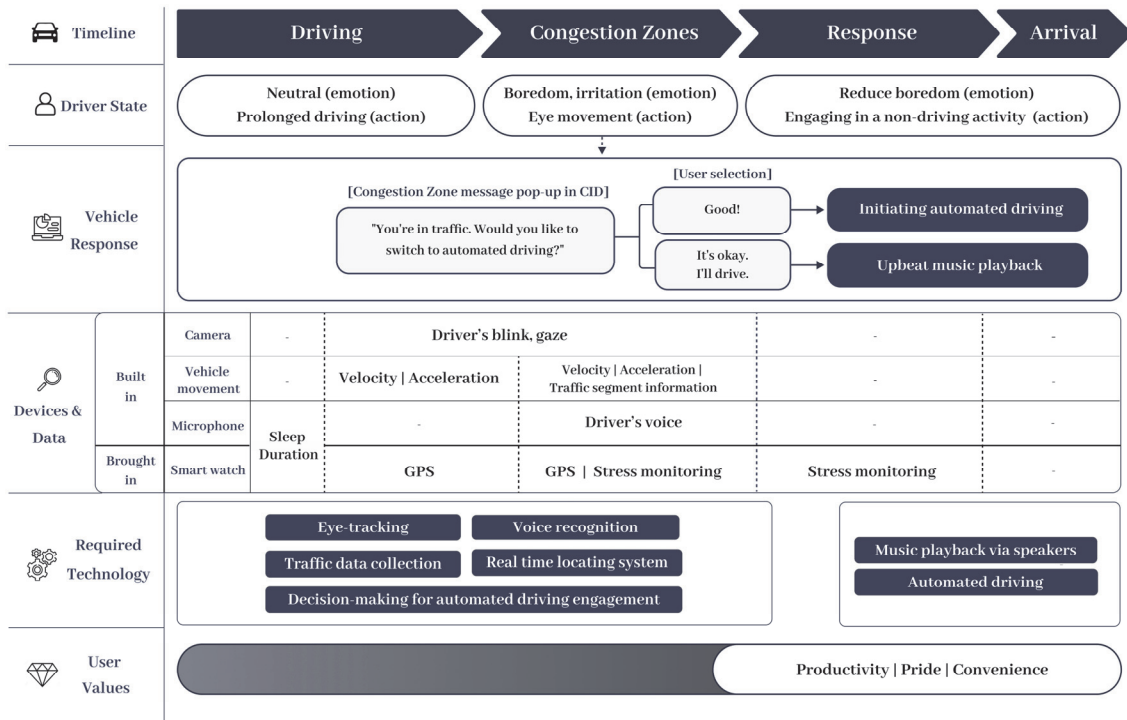


Fig. 2 Scenario: traffic congestion during smooth driving

것으로 보인다.

차량의 대응을 통해 사용자가 얻을 수 있는 가치로는 생산성, 뿌듯함, 편리함 등을 예상할 수 있다(Fig. 2).

3.2 당뇨 환자의 식사 후 차량 탑승 시나리오

본 시나리오는 운전자의 저혈당 상태인 경우(Fig. 3)와 고혈당 상태인 경우(Fig. 4)로 구분된다. 저혈당 시나리오 오는 3.2.1절, 고혈당 시나리오는 3.2.2절에 서술되었다.

3.2.1 운전 중 저혈당 증상 발생

본 시나리오에서는 운전자가 당뇨 질환 정보를 차량에 직접 입력하는 차량 설정 단계(Vehicle setting)에서 시작하여 → 운전(Driving) → 증상 발생 (Symptoms appeared) → 대응(Response) → 도착(Arrival) 순서로 상황이 전개될 수 있음을 가정하였다. 저혈당의 경우 개개인에 따라 다양한 증상이 발현될 수 있다. 일반적으로 당뇨에 의한 저혈당 증상이 발현되었을 경우 저혈당 쇼크(두통, 현기증, 메스꺼움, 손 떨림)같은 증상이 동반될 수 있다.²³⁾ 저칼륨혈증으로 인해 심전도(Electrocardiogram, ECG)의 QT 간격이 길어지는 경향을 보이며, 자율신경계(Autonomic Nervous System, ANS)의 변화가 유발될 수 있고, 이는 운전자에게 잠재적인 위협이 될 것으로 예상된다.²⁴⁾ 급성 저혈당 증상이 발현되면 포도당 섭취가 필요하다.²⁵⁾

이를 위해 차량 대응 방법으로 주행 전 사전에 포도당 캔디 비치 권장 알림을 제공하거나, 수동주행 중 질환이 발생하였을 때 '혈당 수치를 위해 포도당 캔디를 섭취하세요'와 같은 알림이 제공할 수 있으며, 증상 심각도에 따라 자율주행 기능을 활성화하여 운전자를 병원까지 안전하게 이송할 수 있도록 한다.

운전자의 증상을 예측하기 위해서는 스마트워치가 라만 분광법(Raman spectroscopy)을 이용하여 비침습적으로 운전자의 혈당²⁵⁾ 및 호흡수와 심박수를 측정할 수 있을 것으로 예상되며,²⁴⁾ 이러한 데이터를 바탕으로 차량 시스템이 사용자의 선호도에 따라 적절한 대응을 제안하는 방안도 검토되고 있다.

저혈당 증상을 예측하기 위한 필요 기술로는 스마트폰 앱과 차량 시스템을 연동하는 기술, 스마트워치를 통한 생체정보 측정 기술,²⁴⁾ 연속 혈당 측정 기술,²⁶⁾ 자율주행 기술 등으로 예상된다.

차량의 대응을 통해 운전자가 얻을 수 있는 가치로는 안전, 질병 예방이 있다.

3.2.2 운전 중 고혈당 증상 발생

시나리오 타임라인 및 수집데이터, 사용자가 얻을 수 있는 가치는 저혈당 시나리오와 유사하다(Fig. 4). 고혈당 증상으로는 고혈당성 탈수, 케톤산혈증, 의식 저하 등

Low Blood Sugar Condition

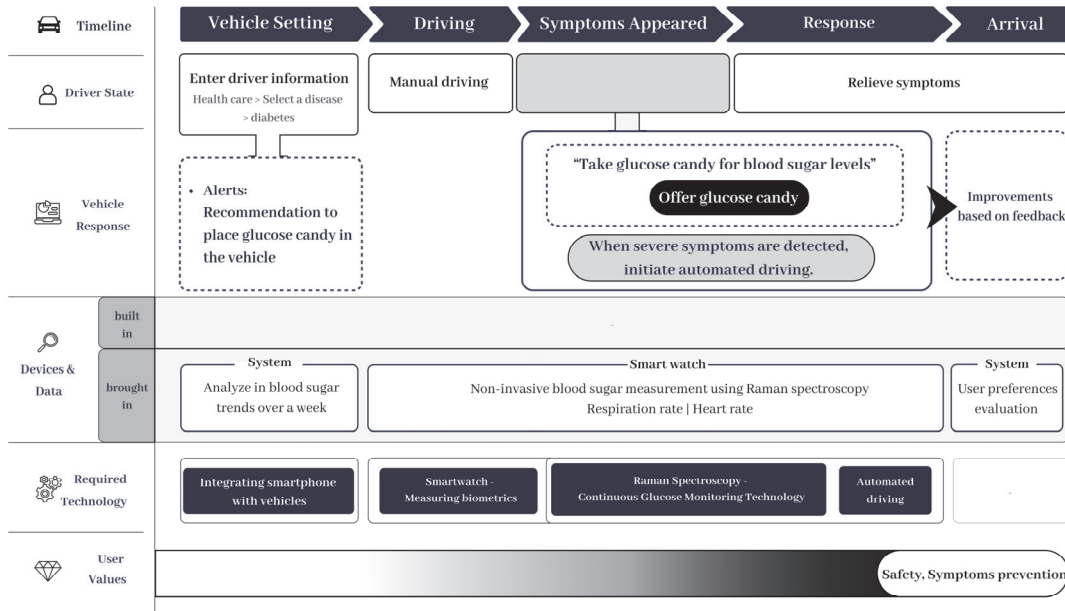


Fig. 3 Scenario: Post-meal driving by a diabetic driver where a driver with diabetes enters a vehicle after eating (low blood sugar condition)

High Blood Sugar Condition

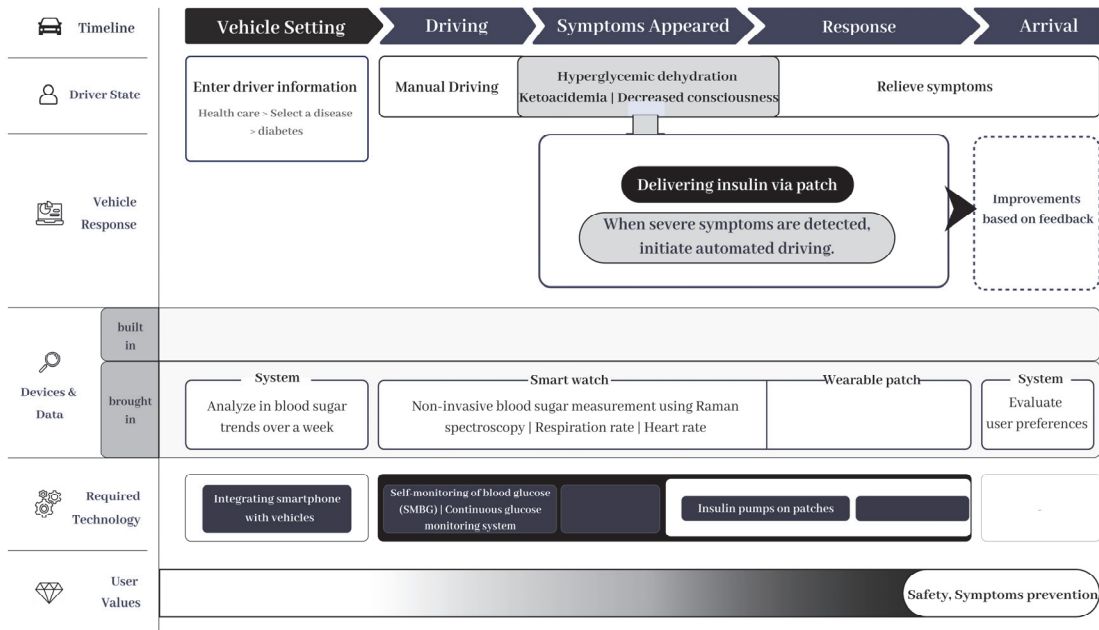


Fig. 4 Scenario: Post-meal driving by a diabetic driver (high blood sugar condition)

이 예상될 수 있다. 차량의 대응 방법으로는 패치를 통한 인슐린 제공²⁷⁾이나 증상 심각도에 따라 자율주행 기능 활성화를 통한 병원 이송을 제안할 수 있다.

고혈당을 예측하기 위한 필요 기술로는 스마트폰 앱

과 차량의 연동, 자가 혈당측정기 및 연속 혈당 측정기,²⁶⁾ 스마트워치를 통한 생체정보 측정,²³⁾ 패치에 장착된 인슐린 펌프,²⁷⁾ 자율주행 기술 등이 복합적으로 활용될 가능성이 있다.

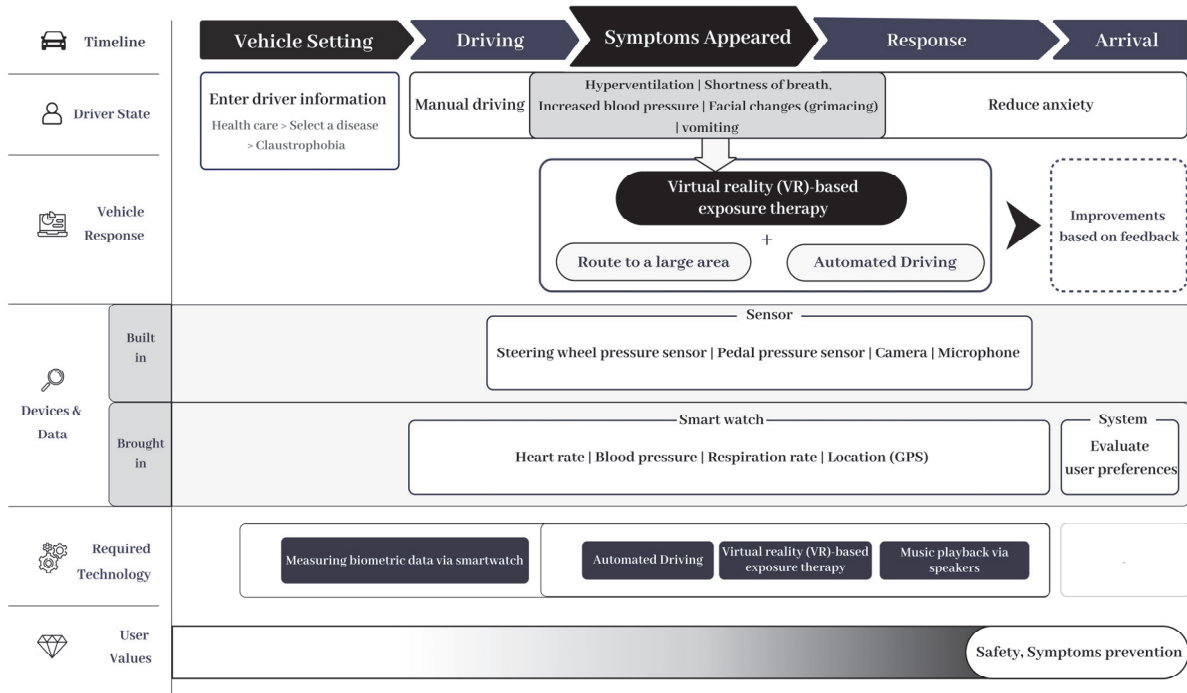


Fig. 5 Scenario where a claustrophobic driver enters a tunnel

3.3 폐소공포증이 있는 운전자의 터널 진입 시나리오

본 시나리오는 폐소공포증이 있는 운전자가 터널로 진입하는 상황을 가정했다. 타임라인은 운전자가 폐소공포증이 있다는 사전 정보를 기입하는 차량 설정 단계 (Vehicle setting) → 운전(Driving) → 폐소공포증 유발 장소에 도착 후 질환 발생(Symptoms appeared) → 대응(Response) → 도착(Arrival)으로 구성되어 있다.

수동주행 중, 운전자의 폐소공포증이 유발되었을 때 운전자의 상태는 과다호흡, 호흡곤란, 혈압 상승, 그리고 변화(찌그림) 및 구토 등의 증상을 경험할 가능성이 있다.²⁷⁾ 이러한 증상은 차량의 대응을 통해 불안감 감소로 완화될 수 있을 것으로 기대된다.

차량의 대응 방법으로는 스크린을 통한 3차원 가상현실 치료,²⁸⁾ 넓은 장소로 경로 안내, 자율주행 기능 활성화 등이 고려될 수 있다.

폐소공포증 증상을 예측하기 위해 필요한 데이터 및 기기로는 스티어링 휠 압력 센서, 페달 압력 센서, 카메라, 마이크 등이 필요하며 스마트워치의 심박수, 혈압, 호흡수, 위치정보(GPS)를 활용할 수 있다. 또한 웨어러블 바이오 센서를 활용하여 폐소공포증이 유발되었을 때 땀 분비 변화를 감지할 수 있다.²⁸⁾

필요 기술로는 스마트 워치를 활용한 생체정보 측정, 자율주행 기술, 가상 현실 스크린, 스피커를 통한 음악 재생 등이 포함될 수 있다.

차량의 대응을 통해 운전자가 얻을 수 있는 가치로는 안전, 발병 예방이 있다(Fig. 5).

3.4 장시간 실내 활동으로 인한 운전자의 일조량 부족 시나리오

본 시나리오는 장시간 실내 활동으로 인해 운전자가 일조량이 부족한 상태에 놓였다고 가정하며, 타임라인은 탑승(출/퇴근)(Pre-driving) → 운전(Driving) → 컨디션 난조 판단(Poor condition) → 대응(Response) → 도착(Arrival) 순서로 전개되는 것으로 설정하였다.

운전자의 상태는 운전자의 일조량이 부족으로 인한 컨디션 난조를 포함하며, 이로 인해 발생할 수 있는 우울감이나 활동량 감소, 식욕 감소, 식욕 증가, 불면증, 과다수면, 집중력과 기억력 장애 등이 발생할 가능성이 있다.²⁹⁾ 이러한 예방을 목표로 차량 내 대응 방안이 마련될 수 있다.

구체적인 차량의 대응 방법으로는 헬스케어 애플리케이션의 영양제 복용 기록 및 하루 활동 일과를 참고하여 목표 일조량을 산출하는 방안이 고려될 수 있다. 이후 운전자의 일과를 기반으로 예상 일조량과 목표 일조량 간의 차이를 평가하여 운전자의 일조량 상태를 판단할 수 있다. 이 과정에서 날씨가 좋은 경우 CID에 ‘창문을 열어 일조량을 보충하시겠어요?’라는 메시지 팝업을 도출하고, 날씨가 좋지 않은 경우에는 썬라이크 조명을³⁰⁾ 통해

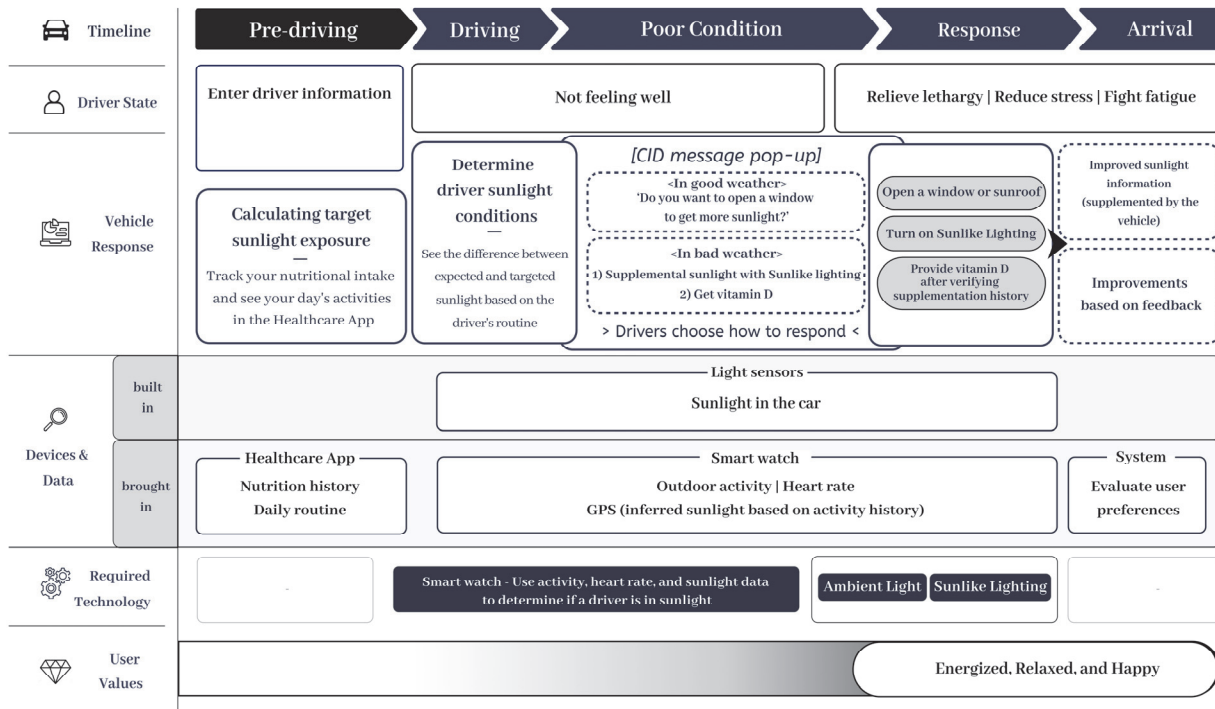


Fig. 6 Scenario: low sunlight exposure in extended indoor conditions

일조량을 보충하거나 비타민D 섭취를 권고하는 알림을 제시할 수 있다.

차량이 수집하는 데이터로는 조도 센서를 통한 차량 내 일조량 정보, 헬스케어 애플리케이션에서 영양제 복용 및 일과와 관련한 정보를 수집하고, 스마트워치를 활용하여 실외 활동량 및 심박수, GPS 정보 등이 포함될 수 있다.³¹⁾

필요 기술로는 스마트워치를 활용한 활동량, 심박수, 일조량 데이터를 활용한 운전자 일조량 판단 기술과 더불어 앰비언트 라이트나 썬라이크 조명과 같은 조명 기술이 적용될 가능성이 있다.

이를 통해 운전자가 느낄 수 있는 가치로는 활력과 편안함, 행복이 있다(Fig. 6).

3.5 수면 부족으로 인한 운전자의 컨디션 난조 발생 시나리오

운전자의 수면부족은 교통사고 발생에 기여하는 주요 원인 중 하나로 보고되고,³²⁾ 시나리오의 타임라인은 수면이 부족한 운전자가 차량에 탑승(Pre-driving) → 컨디션 난조 판단(Poor condition) → 대응(Response) → 도착(Arrival)순으로 진행되는 것으로 설정하였다.

운전자의 상태(Driver state)는 수면 부족에 따른 피로감과 스트레스 증가를 포함한다. 차량은 운전자의 상태

를 감지한 후, CID에 ‘자율주행시스템이 대신 주행하겠습니다. 편하게 쉬세요’라는 메시지를 표시하여 자율주행 전환을 제안할 수 있다. 운전자가 이를 수락할 경우, 자율주행 기능과 함께 제공하고 시트 안마 기능이 활성화될 수 있다.³³⁾ 또한 차량 내의 앰비언트 라이트와 자연 음향을 제공하여 운전자의 컨디션 완화를,³⁴⁾ 운전자가 자율주행 전환을 거절한다면 운전자가 선호하는 음악을 재생하고 피톤치드 향을 분사하는 방법으로 컨디션 개선을 도울 수 있다.

컨디션 난조를 파악하기 위해 수집하는 데이터로는 카메라를 이용한 운전자의 시선 데이터,³⁵⁾ 마이크를 활용한 운전자의 음성 데이터, 스마트워치 및 스마트폰 기반의 운전자의 수면시간 모니터링 및 심박수, 호흡수, 스트레스 지수와 같은 생체신호를 측정할 수 있다.³⁶⁾

필요 기술로는 심박수, 호흡수, 음성, 시선 데이터를 활용한 운전자의 피로도, 졸음 상태를 판단하는 기술이 필요하다. 운전자의 스트레스 수치를 측정하는 기술, 음악 재생, 자율주행, 안마 시트, 앰비언트 라이트 조정, 방향제 분사기 등의 기술이 복합적으로 활용될 가능성이 있다.

이를 통해 운전자가 얻을 수 있는 가치(User values)로는 심리적 안정감, 활력, 안락함, 기쁨, 상쾌함 등이 있다(Fig. 7).

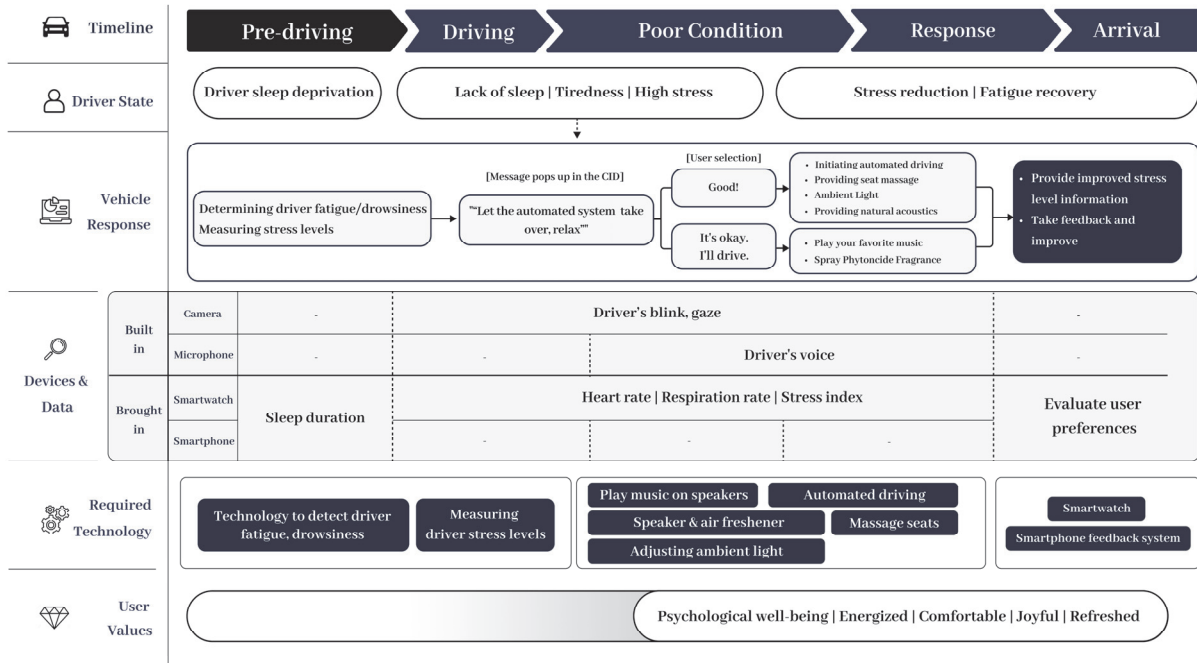


Fig. 7 Scenario: driver impairment from sleep deprivation

4. 결론 및 논의

본 논문에서는 디지털 헬스케어 기술을 차량에 적용할 때 사용될 수 있는 차량 디지털 헬스케어 UX 시나리오와 시나리오의 도출 및 분류 방법에 대해서 다루었다.

첫째로 시나리오 도출 과정에서는 상황, 증상 분류, 세부 증상, 사용자, 기기 및 데이터, 차량 대응 방법, 사용자 가치의 일곱가지 분류를 활용한 브레인라이팅 기법을 제안하였다. 해당 방법은 운전자가 차량의 탑승부터 하차까지의 과정을 일곱가지로 세분화한 것으로, 시간에 흐름에 따른 UX 시나리오 도출에 활용할 수 있다.

둘째로 시나리오 분류 과정에서는 시나리오의 특성을 반영하여 요인을 Environment, Mind, Body로 분류하고 각각의 요인에 하위 헬스케어 항목을 배정한 후, 코드 명명법을 사용하여 시나리오를 분류하였다. 해당 분류법을 사용하면 다양한 요인으로 인해 발생하는 시나리오를 더욱 체계적으로 분류하고 활용할 수 있다.

마지막으로 본 논문에서 제안한 시나리오 제안 방법과 분류 방법을 활용해서 도출한 UX 시나리오 중 여섯가지의 시나리오를 상세화 및 시각화 작업을 진행하였다. 해당 시나리오는 차량 디지털 헬스케어 기술을 개발하는 데에 가이드라인으로 사용될 수 있다.

개인의 안전과 건강에 대한 관심이 높아지면서, 자동차 업계의 운전자 생체 정보를 측정하고 분석하여 안전한 운전 환경을 조성하는 기술에 대한 수요가 증가하고

있다.³⁷⁾ 이러한 수요를 만족시키기 위한 기술개발에는 UX 시나리오 개발이 필연적으로 요구된다. 따라서 본 연구를 활용하여 차량 디지털 헬스케어 기술을 개발한다면, 보다 효과적인 기술을 개발할 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구에서 헬스케어 기술에 대해 조사하고, 이를 차량에 적용하는 시나리오를 제안했다. 운전자 상태를 감지 및 예측하는 기술은 의학적 기술 자체의 한계보다는 차량 내 적용 및 실질적 응용을 위해 극복해야 할 다양한 공학적 과제가 남아 있다. 각 시나리오별로 극복해야 할 요소는 다음과 같다.

원활한 주행 중 교통 정체 상황 발생 시나리오: 카메라를 이용해 운전자의 표정에 기반하여 감정 상태를 추정하는 다양한 연구용 디바이스와 관련 연구들이 보고되고 있다. 또한, 표정뿐만 아니라, 감정 변화에 따른 운전자의 생체신호(예: 심박수, 피부전도 등) 차이를 분석하려는 시도도 진행된 바 있다.¹⁷⁾ 예를 들어, 운전자의 감정 상태 중 중립보다는 분노 상태에서 Arousal과 Valence 값이 상대적으로 높게 나타난다. 이와 같이 차량 환경에서 운전자의 감정 상태를 생체신호 등과 연결하려는 시도가 이루어지고 있으나, 실제 차량 내 환경에서의 정확도와 실용성, 그리고 감정 정보의 구체적 활용방안 등에 대해서는 추가적인 연구가 필요한 실정이다. 아울러, 카메라, 가속도 센서, 관성 측정장치(IMU), 마이크 등 다양한 센서를 활용하여 운전 중 부주의 상태를 실시간으로 감

지하려는 연구 사례도 다수 확인된다.^{15,19-22)} 한편, 갤럭시 워치, 애플워치 등 스마트워치를 활용해 수면시간이나 GPS 데이터를 수집하는 기술은 일반적으로 널리 보급되어 있으나, 이러한 생체 및 위치 정보와 차량 시스템 간의 실시간 통합 및 데이터 연동(Integration) 측면에서는 여전히 기술적 발전이 필요한 상황이다.

당뇨병 환자의 식사 후 차량 탑승 시나리오(저혈당/고혈당): 연속 혈당 측정 등 당뇨 환자의 저혈당 및 고혈당 상태를 진단하는 의료 기술은 이미 상용화 단계에 진입해 다양한 형태로 활용되고 있다. 그러나 이러한 생체 데이터의 실시간 모니터링 정보를 차량 시스템과 효과적으로 연계하여 운전자 상태를 즉각적으로 반영하거나, 차량 내에서 적절히 활용하려는 시도는 아직 초기 단계에 머무르고 있다. 또한 당뇨로 인한 저혈당 또는 탈수와 같은 증상²²⁻²⁶⁾이 운전 중에 발생할 경우, 차량이 이를 감지하고 적절히 개입하는 구체적 대응 전략 및 알고리즘 개발 또한 추가적으로 요구된다. 예를 들어, 실제 당뇨병 환자의 운전 중 경험 데이터를 수집 및 분석함으로써, 위험 상황 인지 및 알림 시스템, 휴식 권장, 또는 주변 의료 기관 안내 등 운전자 맞춤형 대응 방안을 개발할 필요성이 지속적으로 제기되고 있다. 더불어, 당뇨 환자를 대상으로 한 인터뷰, 설문, 사용자 경험(UX) 연구를 통해 운전 시 기대하는 가치, 필요 서비스, 그리고 데이터 연동 과정에서의 프라이버시 및 안전성 요구 사항에 대해서도 심층적인 검토가 요구된다. 향후에는 혈당 측정 데이터와 차량의 각종 시스템(예: 내비게이션, 인포테인먼트, 스마트폰 연동 등) 간의 실시간 연동성 강화, 개인 맞춤형 알림 및 지원 서비스 구현, 다양한 긴급 대응 시나리오 실험 및 평가 등이 주요 극복 과제로 남아 있다.

폐소공포증이 있는 운전자의 터널 진입 시나리오: 폐소공포증에 대한 다양한 치료법 및 중재 방법에 대한 연구가 이루어져오고 있으나,^{27,28)} 실제 차량 탑승 및 운전 상황에서 이러한 치료법의 효과성과 적용 가능성에 대해서는 추가적인 사용자 경험 분석 및 실증 연구가 필요한 실정이다. 운전 중 폐소공포증이 유발될 경우, 땀 분비와 같은 생리적 반응이 흔히 관찰되지만,²⁸⁾ 이러한 생체신호가 폐소공포증의 발현을 신뢰성 있게 나타내는 지표로 활용 가능한지에 대해서도 추가 검증이 요구된다. 아울러, 스티어링 휠 그립 강도, 페달 압력, 운전 패턴 등 차량 센서 데이터를 활용하여 폐소공포증 등의 심리적 상태를 실시간으로 탐지하고 평가하는 기술 역시 아직 초기 연구 단계에 머무르고 있다. 향후에는 다양한 차량 내·외 센서 데이터를 통합적으로 분석해 폐소공포증 발현 여부를 보다 정밀하게 판단할 수 있는 알고리즘 개발과, 실제 운전 환경에서의 임상적 유효성 평가가 필

요할 것이다.

장시간 실내 활동으로 인한 운전자의 일조량이 부족

시나리오: 장시간 실내 활동으로 인해 운전자 및 동승자의 일조량(Sunlight exposure)이 부족해질 수 있는 상황에서는, 차량에서 추가적인 일조(혹은 밝기) 충족 욕구에 대한 사용자 니즈 분석이 선행되어야 한다. 현재 스마트워치 등 웨어러블 디바이스를 활용하여 개인의 실외활동량, 일광 노출 정도 등을 측정하는 기술은 널리 활용되고 있으나,³¹⁾ 이와 같은 데이터를 바탕으로 해당 정보의 부족 수준을 정량적으로 산출하고, 이를 실시간으로 차량 시스템과 연동하여 해석 및 활용하는 기술적 프레임워크는 여전히 개발이 필요한 단계이다. 특히, 사용자의 일상생활 정보를 차량 데이터와 통합적으로 처리하고, 환경적 요인(예: 계절, 시간대, 운전자 개인 특성 등)을 함께 고려한 맞춤형 대응 알고리즘의 설계가 중요하다. 추가로, 차량 내에서 썬라이크 조명³⁰⁾ 등의 솔루션이 실제로 효과적으로 작동하는지에 대한 임상적·실증적 평가 연구가 필요하며, 사용자 건강 및 주행 경험 개선에 미치는 영향을 다각적으로 분석해야 한다. 향후 연구에서는 일조 부족 상태의 실시간 모니터링, 차량-웨어러블 기기-스마트폰 간 데이터 연계성 강화, 그리고 운전자 맞춤형 광(光) 환경 제공의 실용성과 안전성 평가 등이 중요한 과제로 제시된다.

수면 부족으로 인한 운전자 컨디션 난조 발생 시나리오

요: 운전자의 졸음 및 피로 상태에 대한 연구는 1990년대부터 진행되어 왔으며, 최근에는 실시간 운전자 상태 모니터링과 대응 기술 개발에 많은 진전이 이루어지고 있다. 고급 차량 트립에서는 운전자의 컨디션 개선을 위해 차량 시트 안마 기능,³³⁾ 앰비언트 라이트, 자연 음향,³⁴⁾ 향기 발산 등 다양한 편의 기능을 제공하고 있으나 이러한 기능들은 주로 사전적·비실시간적 지원에 그친다. 현재 운전자의 생체 신호를 활용하여^{35,36)} 컨디션을 실시간으로 모니터링하고, 졸음이나 피로 상태를 인지하여 차량 시스템과 즉각적으로 연계하는 통합 기술들이 개발 중에 있다.^{7,8)} 그러나 운전자의 생체 신호와 차량 시스템 간의 실시간 데이터 통합(Integration), 다양한 환경 변수에 대한 대응, 개인 맞춤형 경고 및 편의 기능 제공 등의 개선 등 실용화 및 고도화가 요구된다.

미래의 차량 헬스케어 기술은 자율주행, 첨단 운전자 보조 시스템, 전기차 등 신기술의 발전에 힘입어 그 활용성과 실현가능성이 커질 것으로 기대된다. 향후 추가적인 연구를 통해 차량이 더 이상 단순 이동수단이 아닌 건강관리 서비스를 제공하는 새로운 플랫폼으로 발전하기를 기대해 본다.

후 기

본 연구는 현대모비스 “차량 디지털 헬스케어 UX 기술 발전 방향” 기술자문 과제의 지원을 받아 수행된 연구입니다. 본 연구는 부분적으로 대한민국 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 4단계 BK21사업(5199990814084)의 지원을 받았으며 산업통상자원부 자율주행기술개발 혁신사업의 지원을 받아 수행된 연구입니다(20018101, T-Car기반 자율주행 인지예측지능제어 차량부품시스템 통합평가 기술개발). 이 논문은 2024년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국산업기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구입니다. (P0017120, 2024년 산업혁신인재성장지원사업). 시나리오 아이디어선 및 관련 문헌조사를 진행한 김기훈, 김동환, 권순원, 전민하, 배이슬 학생에게 감사드리며 시나리오 시각화 작업을 수행한 장시아 학생에게 감사드립니다.

References

- 1) Y. S. Shin, “A Plan to Reorganize the Health Care System in Accordance with the 4th Industrial Revolution,” Korea Institute for Health and Social Affairs, Sejong City, pp.3–4, 2017.
- 2) H. Kim, “A Comparative Study on Healthcare Autonomous Vehicle Technologies between South Korea and the US Based on Social Network Analysis,” Journal of Korea Technology Innovation Society, Vol.20, No.4, pp.1036–1056, 2017.
- 3) W. S. Oh, Design Management Strategy for Convergence U-Healthcare Electric Vehicle, Ph.D. Dissertation, Chung-Ang University, Seoul, 2014.
- 4) S. Hong, I. Bae, T. Kim, M. Choi, S. Peck and J. Yang, “Trends in Digital Healthcare Technology and Application from the Automotive Perspective,” Journal of the Korean Society of Automotive Engineers, Vol.46, No.2, pp.48–55, 2024.
- 5) Genesis, Mood curator, <https://webmanual.genesis.com/ccIC/AVNT/RS4/KOR/Korean/others024.html>, 2024.
- 6) Mercedes-Benz, Energizing comfort, <https://shop.mercedes-benz.com/kokr/connect/pdp/energizing-comfort/708>, 2024.
- 7) Hyundai Mobis, M.Vics and Smart cabin, <https://www.mobis.co.kr/kr/aboutus/press.do?category=press&idx=5621>, 2024.
- 8) S. Hong, J. Park, H. Lim, C. Lee, J. Lee and J. Yang, “Evaluation of EEG-Based Driver Inattention Warning System in Real Road Environment,” Transactions of KSAE, Vol.31, No.8, pp.585–596, 2023.
- 9) Harman, Ready Care, <https://car.harman.com/experiences/ready-care>, 2024.
- 10) J. Y. Shin, UX Scenario Of Healthcare Application to Build Exercise Habits: Focused on Lifestyle Application Linkage, Master’s Dissertation, Sung Kyun Kwan University, Seoul, 2016.
- 11) H. Kang, S. Byeon and S. Lee, “A Study on the Global Trend and Development Strategy of Digital Healthcare Industry,” The e-Business Studies, Vol.23, No.5, pp.227–241, 2022.
- 12) M. Litcanu, O. Prosteian, C. Oros and A. V. Mnerie. “Brain-writing vs. Brainstorming Case Study for Power Engineering Education”, Procedia-Social and Behavioral Sciences, Vol.191, pp.387–390, 2015.
- 13) M. Ha, “A Study of Establishing Guidelines of Concept Structuring for Thinking Design(2) - A Comparison Analysis of Concept Structuring and Major Thinking Tools -,” A Treatise on The Plastic Media, Vol.18, No.2, pp.303–312, 2015.
- 14) Frost & Sullivan, Health, Wellness and Well-Being Features in Cars to Accelerate Due To COVID-19, <https://www.frost.com/frost-perspectives/health-wellness-and-well-being-features-in-cars-to-accelerate-due-to-covid-19/>, 2024.
- 15) G. Sikander and S. Anwar, “Driver Fatigue Detection Systems: A Review,” IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Vol.20, No.6, pp.2339–2352, 2019.
- 16) M. Körber, A. Cingel, M. Zimmermann and K. Bengler, “Vigilance Decrement and Passive Fatigue Caused by Monotony in Automated Driving,” Procedia Manufacturing, vol.3, pp.2403–2409, 2015.
- 17) B. Choi, D. Kim and J. Yang, “The Effect of Driver Anger on Physiological Signals and a Comparison of Anger Induction Methods,” Transactions of KSAE, Vol.32, No.11, pp.899–909, 2024.
- 18) A. B. Ünal, D. de Waard, K. Epstude and L. Steg, “Driving with Music: Effects on Arousal and Performance,” Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, Vol.21, pp.52–65, 2013.
- 19) S. Lee, Y. Ahn and C. Hong, “Driver Distraction Detection using Gaze Estimation and Activity Recognition,” Proceedings of the Korean Society of Computer Information Conference, pp.1782–1784, 2022.
- 20) M. Ramzan, H. U. Khan, S. M. Awan, A. Ismail, M. Ilyas and A. Mahmood, “A Survey on State-of-the-Art Drowsiness Detection Techniques,” IEEE Access, Vol.7, pp.61904–61919, 2019.

- 21) Y. Rong, C. Han, C. Hellert, A. Loyal and E. Kasneci, "Artificial Intelligence Methods in In-Cabin Use Cases: A Survey," *IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine*, Vol.14, No.3, pp.132–145, 2021.
- 22) A. Tavakoli, N. Lai, V. Balali and A. Heydarian, "How are Drivers' Stress Levels and Emotions Associated with the Driving Context? A Naturalistic Study," *Journal of Transport & Health*, Vol.31, Paper No.101649, 2023.
- 23) Y. S. Lyu, J. H. Kim and S. Kim, "Differential Diagnosis of Hypoglycemia," *The Korean Journal of Internal Medicine*, Vol.96, No.6, 2021.
- 24) J. Kim, B. Shin, S. Im, J. Bae, J. Kang, D. Eum, E. Urtnasan, K. Lee and J. Park, "Development of AIoMT Device for Hypoglycemia Monitoring," *The Institute of Electronics and Information Engineers Conference Proceedings*, pp.1818–1819, 2022.
- 25) A. Nakhleh and N. Shehadeh, "Hypoglycemia in Diabetes: An Update on Pathophysiology, Treatment, and prevention," *World Journal of Diabetes*, Vol.12, No.12, pp.2036–2049, 2021.
- 26) H. Kim, J. Moon, Y. Yun, H. Lee, H. Jang, H. Lee, T. Um, J. Lee and S. Lee, "A Deep Learning-Based Hypoglycemic Prediction Model Using Continuous Glucose Measurement Data," *Korean Institute of Information Scientists and Engineers Conference Proceedings*, pp.1900–1902, 2021.
- 27) EO patch online education center, EO patch, https://eopatch.com/product/eopatch_intro.html, 2024.
- 28) A. Francová, M. Jablonská and I. Fajnerová, "Design and Evaluation of Virtual Reality Environments for Claustrophobia," *PRESENCE: Virtual and Augmented Reality*, Vol.32, pp.23–34, 2023.
- 29) J. Lee, S. Kim, J. Jung, W. Jung and J. Park, "Melatonin in Psychiatric Disorders," *Sleep Medicine and Psychophysiology*, Vol.22, No.1, pp.5–10, 2015.
- 30) Volvo, Volvo Cars is the First in the Automotive Industry to Offer 'SunLike LEDs' for a Glow Closer to natural light, <https://www.volvocars.com/kr/news/technology/230414-Volvo-EX90-SunLike-LED/>, 2023.
- 31) Apple, Apple Watch User Guide, <https://support.apple.com/ko-kr/guide/watch/apd3ab22534c/watchos>, 2024.
- 32) S. Lee, "Drowsy Driving and Traffic Accidents," *Sleep Medicine and Psychophysiology*, Vol.10, No.2, pp.84–87, 2003.
- 33) S. Lee, M. Kim, H. Jung, D. Kwon, S. Choi and H. You, "Effects of a Motion Seat System on Driver's Passive Task-Related Fatigue: An On-Road Driving Study," *Sensors*, Vol.20, No.9, Paper No.2688, 2020.
- 34) G. Hong, S. Kim, B. Lee, D. Yi and S. An, "The Effect of Color Therapy on Stress and Electroencephalogram Variation," *Asian Society of Beauty & Cosmetology*, Vol.7, No.1, pp.51–59, 2009.
- 35) L. Bier, P. Wolf, H. Hilsenbek and B. Abendroth, "How to Measure Monotony-Related Fatigue? A Systematic Review of Fatigue Measurement Methods for Use on Driving Tests," *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, Vol.21, No.1, pp.22–55, 2020.
- 36) N. Kim and D. Kim, "Development of Mobile User Fatigue Measurement System Using Smart Wearable Device," *Journal of the Korea Institute of Information & Communication Engineering*, Vol.21, No.12, pp.2357–2364, 2017.
- 37) D. Cha and P. Park, "Comparative Study of Subjective Mental Workload Assessment Technique for the Usability Evaluation of In-Vehicle Information System," *KSAE Fall Conference Proceedings*, pp.79–92, 2003.