

제한적 자율주행에서의 제어권 전환을 위한 청각 사용자 인터페이스 가이드라인 설계

Auditory user interface design guidelines for control transitions in the conditional self-driving phase

남궁기찬¹, 유채문², 전해미³, 반영환^{4*}

Kiechan Namkung¹, Chaemoon Yoo², Hyemi Jeon³, Younghwan Pan^{4*}

요약

자율주행 자동차의 단계 중 제한적 자율주행 단계에서는 자동차와 운전자 사이의 운전에 대한 제어권 전환이 상호적으로 발생하게 되므로, 안전한 제어권 전환을 수행할 수 있는 사용자 인터페이스의 동작 시나리오 설계가 필요하다. 하지만 기존 연구의 대부분은 자율주행 시스템의 성능과 안전성을 평가하는 데 초점이 맞추어져 있다. 제한적 자율주행 단계에서는 운전자의 시선을 강제로 제어할 수 없으므로 기존의 주행 환경에서 사용되던 시각 중심의 사용자 인터페이스에만 의존한 제어권 전환 시나리오를 설계할 수 없다. 따라서 본 연구는 기존 연구와 달리 사용자 경험 디자인 방법론을 적용하여 제어권 전환 시에 운전자의 경험을 고려한 청각 사용자 인터페이스의 동작 시나리오를 제안하고자 한다. 음성 피드백과 사운드 피드백의 적절한 조합으로 구성된 청각 사용자 인터페이스는 안전한 제어권 전환을 도울 수 있다.

핵심어 : 제어권 전환, 청각 사용자 인터페이스, 제어권 인수, 제어권 이양, 제한적 자율주행

Abstract

Among the phases of self-driving, the transition of control over driving from vehicles to drivers occurs in the conditional self-driving phase. Therefore, designing appropriate user interfaces to perform safe control transitions is crucial. However, most previous studies have focused on evaluating the performance and safety of self-driving systems. In the conditional self-driving phase, no regulations that can force drivers to control their eyes currently exist, meaning the control transition, which relies solely on the visual-centric user interfaces used in traditional driving environments, is not safe. Therefore, in this study, we developed guidelines for an auditory user interface design to ensure safe control transition. We derived these guidelines by applying a user experience design methodology and defining important principles in the appropriate combination of voice and sound feedback.

Keyword : control transitions, auditory user interface, take-over, hand-over, conditional self-driving

- 1 Sound UX Design Center, Department of Smart Experience Design, Kookmin University, Seoul, Korea [Research Director]
e-mail: kc.namkung@gmail.com
- 2 Department of Smart Experience Design, Kookmin University, Seoul, Korea [Graduate Student]
e-mail: chaemooyoo@gmail.com
- 3 Department of Experience Design, Kookmin University, Seoul, Korea [Graduate Student]
e-mail: olivia.j1102@gmail.com
- 4 Department of Smart Experience Design, Kookmin University, Seoul, Korea [Professor]
e-mail: peterpan@kookmin.ac.kr (Corresponding author)

Received(January 03, 2020), Review Result(1st: January 20, 2020, 2nd: February 27, 2020), Accepted(March 13, 2020), Published(March 31, 2020)



© 2020 The Authors. Published by NCISS.
This is an open access article licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.
To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

1. 연구배경 및 목적

현재 자율주행 자동차와 관련된 연구들은 제한적 자율주행(Limited self-driving)의 상용화를 목표로 하고 있다 [1-6]. 이러한 연구들에서 다루고 있는 제한적 자율주행 단계는 [표 1]과 같이 미국 자동차 기술회(Society of Automotive Engineers, SAE)에서 정의한 3단계(Level 3) 자율주행에 해당한다 [7].

[표 1] 자율주행 단계의 정의 (SAE)

[Table 1] Self-driving phases defined by the Society of Automotive Engineers (SAE)

자율주행 단계	설명
Level 0 : 비자동 (No Automation)	운전자가 항상 운전을 제어한다.
Level 1 : 운전자 지원 (Driver Assistance)	차량에 장착된 운전자 지원 시스템(ADAS)은 운전자의 조향 또는 제동/가속 기능을 보조할 수 있지만 동시에 운전할 수는 없다
Level 2 : 부분적 자율주행 (Partial Automation)	차량의 운전자 지원 시스템(ADAS)은 특정 상황에서 조향과 제동/가속 모듈을 동시에 제어할 수 있다. 운전자는 항상 모든 주의를 기울이고("주행 환경 모니터링") 나머지 주행 과제를 수행해야 한다.
Level 3 : 제한적 자율주행 (Conditional Automation)	차량의 운전자 지원 시스템(ADAS)은 특정 상황에서 스스로 주행 작업의 모든 측면을 수행할 수 있다. 그런 상황에서 운전자는 시스템이 요청할 때 언제든지 다시 운전할 준비가 되어 있어야 한다. 다른 모든 상황에서는 운전자가 운전 임무를 수행한다. 운전자는 운전 중에 계속해서 도로를 주시하지 않는다.
Level 4 : 고도 자율주행 (High Automation)	차량의 운전자 지원 시스템(ADAS)은 스스로 모든 주행 작업을 수행하고 특정 상황에서 기본적으로 모든 주행 환경을 모니터링 할 수 있다. 운전자는 그런 상황에서 주의를 기울일 필요가 없다.
Level 5 : 완전 자율주행 (Full Automation)	차량의 운전자 지원 시스템(ADAS)은 모든 상황에서 운전을 수행 할 수 있다. 탑승자는 단지 승객일 뿐 운전에는 관여할 필요가 없다.

제한적 자율주행 단계에서는 자동차와 운전자 사이의 운전에 대한 제어권 전환이 상호적으로 발생하게 된다. 운전자는 이러한 전환 동작을 수행하기 위해 차량 내의 인터페이스에 의존한다. 따라서 안전한 제어권 전환을 수행할 수 있는 인터페이스 동작 시나리오에 대한 연구가 필요하다.

제한적 자율주행 단계에서 제어권 전환은 운전자가 운전 외의 작업(Non-Driving related tasks)을 수행하는 도중 발생할 수 있으므로, 제어권 전환 발생 시점에서의 다양한 운전자 상황을 고려한 연구가 필요하다. 하지만 기존 연구의 대부분은 자율주행 시스템의 성능을 평가하는 데 초점이 맞추어졌거나, 각기 다른 제어권 전환 시나리오에서의 운전자와 자율주행 시스템 사이의 상호작용

성능 평가를 중심으로 한 연구가 대부분이며, 운전자의 상황을 고려한 제어권 전환에 대한 연구는 활발히 진행되고 있지 않은 상황이다. 이러한 운전자의 상황을 고려한 연구는 실제 운전자의 경험을 중요시해야 함을 의미한다.

또한 제한적 자율주행 단계에서는 운전자의 시선을 강제로 제어할 수 있는 규정이 없다. 이러한 제약은 제어권 전환에 대한 정보의 알림을 기존의 주행 환경에서 사용되던 시각 중심의 사용자 인터페이스에 의존할 수 없음을 의미한다. 즉, 시각 중심의 인터페이스 이외의 다른 종류의 사용자 인터페이스 동작이 필요함을 알 수 있다.

따라서 본 연구는 제한적 자율주행 상황에서의 안전한 제어권 전환을 위한 운전자 경험 중심의 청각 사용자 인터페이스 동작 시나리오를 제안하고자 한다.

2 문헌 연구

2.1 제어권 전환의 종류

제어권 전환을 다룬 선행연구들은 제어권 전환을 전환 수행 이후에 제어권을 소유하는 주체에 따라 두 가지로 분류하고 있다 [1][8]. 운전의 제어권이 운전자에게서 자동차로 넘어가는 전환인 경우는 제어권 이양(Hand-Over)으로 정의하며, 운전자가 제어권을 받는 전환인 경우는 제어권 인수(Take-Over)로 정의한다[표 2].

[표 2] 제어권 전환의 종류

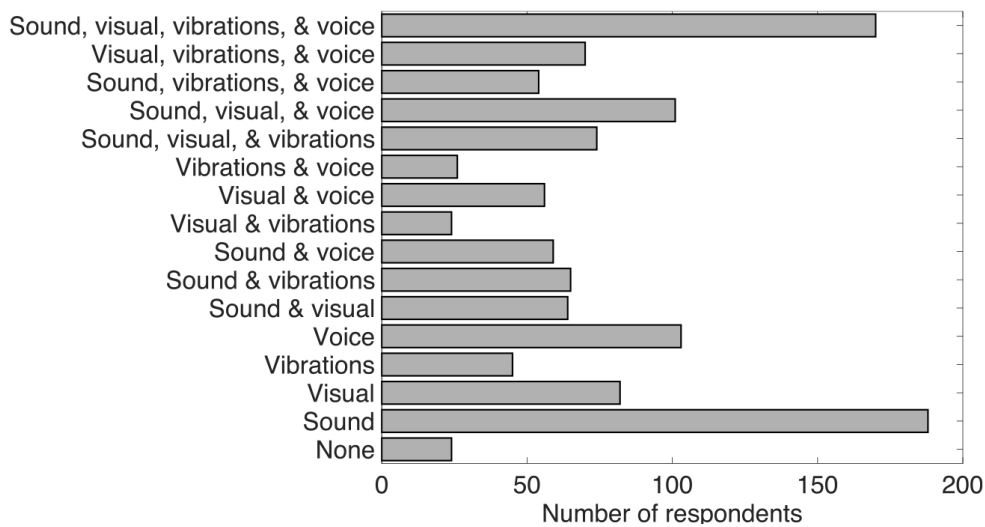
[Table 2] Type of control transition

제어권 전환 종류	제어권의 이동	
	전	후
제어권 이양 (Hand-Over)	운전자	시스템
제어권 인수 (Take-Over)	시스템	운전자

하지만 이렇게 두 종류로 나눈 제어권 전환 상황은 제어권 전환 시점에서의 운전자의 상황에 따라 보다 다양한 동작 시나리오로 구분할 수 있다. 예를 들어, 자율 주행 시스템의 갑작스런 오류로 인한 제어권 인수 상황과 운전자의 의도에 따른 제어권 인수 상황은 각각 다른 인터페이스 동작 시나리오가 적용되어야 할 것이다. 또한 갑작스런 운전자의 건강 악화에 따른 제어권 이양 상황과 운전자의 의도에 의한 일반적인 제어권 이양 상황 등에서의 인터페이스 동작도 구분지어 생각해 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서는 다양한 자율주행 상황에서의 제어권 이양과 제어권 인수를 모두 고려한 인터페이스 시나리오를 찾고자 하였다.

2.2 제어권 전환 시의 사용자 인터페이스

선행연구들은 제어권 전환 상황에서 적절한 정보를 줄 수 있는 사용자 인터페이스에 대한 필요성을 주장하였다 [9][10]. 이러한 연구들은 제어권 전환 상황에서 운전자를 도와줄 수 있는 정보의 유형이 시각, 청각, 촉각 등으로 구성된 복합적인 유형이어야 한다는 공통적인 의견을 제시한다. 이들은 기존에 연구되었던 다양한 기기들의 사용자 인터페이스 연구에서와는 다르게 청각 사용자 인터페이스의 중요성을 가장 강조하고 있으며, 제어권 전환 시 사용자 인터페이스의 선호도에서 청각 피드백은 [그림 1]과 같이 음성 피드백(voice feedback)과 사운드 피드백(sound feedback)의 형태로 적용되어야 한다는 사용자 의견이 있음을 설문 평가를 통해 검증하기도 하였다 [10].



[그림 1] 자율주행 중 제어권 인수를 위한 인터페이스 조합에 대한 선호도

[Fig. 1] Preference to combinations of types of interfaces for aiding take-over requests during automated driving

[그림 1]에서와 같이 대부분의 사용자들은 제어권 인수 상황에서 청각 사용자 인터페이스의 알림을 가장 선호하였으며, 청각 사용자 인터페이스를 배제한 제어권 인수 상황에서의 알림은 그 선호도가 떨어짐을 알 수 있다. 이러한 연구는 제어권 인수 상황을 중심으로 이루어졌지만, 제어권 인수와 제어권 이양은 모두 제어권 전환이라는 큰 범위 안에서 유사한 인터페이스 동작 시나리오를 가지므로, 인터페이스의 선호도 역시 유사하다고 유추할 수 있다.

2.3 청각 사용자 인터페이스 가이드라인

청각 사용자 인터페이스 가이드라인은 청각 사용자 인터페이스 설계와 관련된 맥락과 특성들을

분석하여 핵심적으로 활용되는 사운드 요소들을 제품의 대표 기능에 대응시키는 것을 정의한다.

이러한 청각 사용자 인터페이스 가이드라인에 대한 선행 연구는 주로 중소형 디지털 기기의 인터페이스 설계 중심으로 진행되었으며, 주로 비언어 기반(non-speech-based)의 청각 사용자 인터페이스인 사운드 피드백의 특징을 정의하고 있다 [11-13].

하지만 자동차의 운전자 보조 시스템은 비언어 기반의 청각 사용자 인터페이스보다 네비게이션(navigation)과 같은 언어 기반(speech-based)의 청각 사용자 인터페이스인 음성 피드백이 주로 사용되고 있는데, 이는 안전과 관련된 정보의 정확한 의미 전달이 가능하기 때문이다. 따라서 자율주행의 제어권 전환과 관련된 청각 사용자 인터페이스 가이드라인은 기존 연구와 달리 언어 기반의 인터페이스를 포함하여 정의되어야 한다. 본 연구에서는 임의의 동작에 대한 특정한 소리의 사용을 정의해 온 기존의 청각 사용자 인터페이스 가이드라인과는 다르게 청각 사용자 인터페이스의 전체적인 동작 시나리오에서의 공통된 가이드라인을 제시하고자 한다.

3. 실험

3.1 개요

본 연구는 제한적 자율주행의 상용화를 앞둔 현재의 시점에서, 청각 사용자 인터페이스 디자인과 관련된 연구가 부족함을 인지하고 시작되었으며, 2019년 4월에 진행되었다. 제한적 자율주행의 세부적인 인터페이스 설계는 시각, 청각 등 다양한 인터페이스의 복합적인 동작을 고려하여 설계되어야 하지만, 본 연구 결과는 그 보다 높은 단계에서 지켜져야 할 청각 사용자 인터페이스의 핵심적인 가이드라인을 제시한다.

3.2 참가자

연구의 참가자는 총 24명의 UX 디자이너로 구성되었으며, UX 디자인 경력 15년 이상의 수석 디자이너 1명, 8년 이상의 책임 디자이너 6명, 5년 이상의 선임 디자이너 17명 이었다. 진행 전, 참가자들은 약 2달 동안 관련된 선행 연구들을 함께 리뷰했으며, 이를 통해 자율 주행 사용자 인터페이스에 대한 충분한 지식을 숙지하였다.

3.3 실험방법

본 연구의 연구 방법으로는 포커스 그룹 인터뷰(focus group interview)를 사용하였다.

포커스 그룹 인터뷰는 전문가들이 모여서 개인의 경험을 통해 습득한 지식을 자유롭게 토의하는 방식이다. 참여자 간의 상호작용이 가능하기 때문에, 본인이 갖고 있는 지식뿐만 아니라 상대방

의 지식도 함께 공유할 수 있으며, 따라서 좀 더 다양하고 자세한 정보를 얻을 수 있다 [14].

본 연구의 인터뷰는 총 3회에 걸쳐 진행되었다. 인터뷰에서는 먼저 제어권 전환 상황과 청각 사용자 인터페이스 시나리오를 도출하였으며, 도출된 자료들을 UX 디자인 방법론을 이용하여 상,하향식 방법으로 분류하였다. 마지막으로 분류된 자료들을 검토한 후 가이드라인으로 정리하였다.

4. 실험 결과

4.1 제어권 전환 상황과 청각 사용자 인터페이스 동작 시나리오

다양한 시나리오 도출을 위해 참가자들을 두 조로 나누어 인터뷰를 진행하였다. 그 결과, [표 3] 과 같이 각각 17개의 제어권 이양과 18개의 제어권 인수 등 총 35개의 제어권 전환 상황 시나리오 와 각 상황에서 발생할 수 있는 청각 사용자 인터페이스의 동작 시나리오를 도출하였다. 도출된 시나리오들은 중복 항목이 있을 수 있지만, 이러한 중복 항목들은 분류 단계에서 제거되므로 연구 의 결과에는 영향을 끼치지 않는다.

[표 3] 제어권 전환 상황 및 청각 사용자 인터페이스 시나리오

[Table 3] Control Transition Situation and Auditory User Interface Scenarios

팀	제어권 전환 상황	상황 설명	청각 사용자 인터페이스 시나리오 (I: User's input, VF: Voice feedback, SF: Sound feedback R: Reconfirm, S: Suggestion, N: Notice of completion)
A	제어권 인수 (Take-Over)	운전자의 의지로 인한 단순 전환	I - VF(R) - I - SF - VF(N)
		목적지의 변경	I - VF(R) - I - SF - VF(N)
		다른 도로로 이동	I - VF(R) - I - SF - VF(N)
		갑작스런 날씨 변화	I - VF(R) - I - SF - VF(N)
		어린이 보호 구역 등 안전 운전 구간	I - VF(R) - I - SF - VF(N)
		톨게이트 등 일정시간의 정차 필요	I - VF(R) - I - SF - VF(N)
		사고가 잦은 도로 운전	I - VF(R) - I - SF - VF(N)
		복잡한 시내 도로 운전	I - VF(R) - I - SF - VF(N)
		갑작스런 보행자 발견	I - SF - VF(N)
		제한 구역, 공사 구역 등	VF(S) - I - SF - VF(N)
		시스템 오류	SF - I - SF - VF(N)
		정체 구간	I - VF(R) - I - SF - VF(N)
		갑작스런 사고	SF - I - SF - VF(N)
	제어권 이양 (Hand-Over)	운전 중 피곤할 때	I - VF(R) - I - SF - VF(N)
		전화, 메시지 수신	I - VF(R) - I - SF - VF(N)
		다른 업무	I - VF(R) - I - SF - VF(N)
		갑작스런 동승자의 행동	I - SF - VF(N)
		건강에 대한 응급상황	I - SF - VF(N)
시야 확보가 어려울 때	I - SF - VF(N)		

B		도로가 단순해 질 때	I - VF(R) - I - SF - VF(N)
		주차	I - VF(R) - I - SF - VF(N)
		구간단속	I - VF(R) - I - SF - VF(N)
		정체구간	I - VF(R) - I - SF - VF(N)
	제어권 인수 (Take-Over)	사고발생	SF - I - SF - VF(N)
		사각지대에서의 돌발 상황	I - SF - VF(N)
		정체구간	VF(S) - I - SF - VF(N)
		시스템 오류	SF - I - SF - VF(N)
	제어권 이양 (Hand-Over)	운전자의 피로	I - VF(R) - I - SF - VF(N)
		운전자의 졸음	I - VF(R) - I - SF - VF(N)
		차량 내부의 긴급 상황	I - SF - VF(N)
		차량 외부의 긴급 상황	I - SF - VF(N)
		운전 외 다른 행동 수행	I - VF(R) - I - SF - VF(N)
		주차	I - VF(R) - I - SF - VF(N)
차선이탈		SF - I - SF - VF(N)	
과속		VF(S) - I - SF - VF(N)	

인터뷰 참가자들은 각자 다양한 가상의 운전자의 입장을 고려한 페르소나 방법론을 통해 시나리오를 도출하였다. 페르소나 방법론은 모든 사용자의 입장을 대신할 수는 없지만, UX 서비스 기획의 기초가 되며, 안정적인 UX 설계를 가능하게 하는 방법론이다.

도출된 시나리오들에서 음성 피드백은 상황에 따라 다른 의미를 갖어야 한다. 예를 들어, 운전자가 인풋을 통해 제어권 요청을 할 경우는 재확인(R)을 위한 음성 피드백이 필요하며, 공사 구역 등에서는 제어권 전환을 제안하는(S) 음성 피드백이 필요하다. 또, 제어권 전환이 완료된 후에는 운전자에게 현재의 제어권 상태를 알려주어야 한다 (N). 각각의 상황에 대한 상세적인 음성 스크립트의 구성은 본 연구의 대상에서 제외하기로 한다.

4.2 분류

먼저, 도출된 시나리오를 제어권 전환 상황에 따라 상향식 방법으로 분류하였다. 분류 방법으로는 어피니티 다이어그램(Affinity Diagram)을 사용하였다. 그 결과, [표 4]와 같이 제어권 전환의 시작 주체 및 상황의 긴급성에 따라 제어권 인수와 제어권 이양이 분류됨을 알 수 있었다. 분류과정에서 유사한 의미를 갖는 시나리오들은 그 의미를 포함할 수 있는 단어들로 대체되었다.

다음, 청각 사용자 인터페이스 동작 시나리오를 상향식으로 분류하였다. 그 결과, 제어권 전환 시의 청각 사용자 인터페이스 동작은 총 4가지 패턴으로 분류할 수 있었다. 재확인(R), 제안(S), 알림(N) 등으로 구분했던 음성 피드백의 의미는 분류를 단순화시키기 위해 배재하였다. 결과는 [표 5]와 같다.

두 번의 분류를 통해, 제어권 전환 상황에서의 청각 사용자 인터페이스 시나리오는 총 4종류로 구분할 수 있으며, 각각의 시나리오는 [표 4]의 제어권 전환의 시작 주체와 긴급성과 관련됨을 발

견했다.

[표 4] 제어권 전환 시나리오의 상황식 분류 결과

[Table 4] Bottom-up Classification Results for Control Transition Scenarios

제어권 전환 종류	제어권 전환의 시작 주체	긴급성	상황 예시
제어권 인수 (Take-Over)	자동차	일반	안전 운전 필요, 정체 구간 등
		긴급	공사 구역, 시스템 오류, 갑작스런 사고 등
	운전자	일반	운전자의 의지로 인한 전환, 목적지의 변경, 다른 길로 이동, 날씨 변화, 일정 시간 정차 등
		긴급	갑작스런 보행자 발견(사각지대), 공사 구역 등
제어권 이양 (Hand-Over)	자동차	일반	과속 등
		긴급	차선이탈 등
	운전자	일반	운전자의 피로, 다른 업무, 도로가 단순해질 때, 주차, 구간단속 등
		긴급	차량 내/외부 긴급 상황, 시야 확보가 어려울 때 등

[표 5] 청각 사용자 인터페이스 동작 시나리오의 상황식 분류 결과

[Table 5] Bottom-up classification results for auditory user interface behavior scenarios

청각 사용자 인터페이스 시나리오	제어권 전환 상황 (HO: Hand-over, TO: Take-over)
I - VF - I - SF - VF	운전자의 의지로 인한 전환(TO), 목적지의 변경(TO), 다른 길로 이동(TO), 날씨 변화(TO), 안전 운전 필요(TO), 일정 시간 정차(TO), 운전 중 졸릴 때(HO), 피곤할 때(운전자의 피로)(HO), 전화, 메시지 등(다른 업무)(H.O), 도로가 단순해질 때(HO), 주차(H.O), 구간단속(HO)
I - SF - VF	갑작스런 보행자 발견(사각지대)(TO), 공사 구역(TO), 갑작스런 행동(차량 내/외부 긴급 상황)(HO), 시야 확보가 어려울 때(HO)
VF - I - SF - VF	안전 운전 필요(TO), 정체 구간(TO), 과속 등(TO)
SF - I - SF - VF	공사 구역(TO), 시스템 오류(TO), 갑작스런 사고(TO), 차선이탈 등(TO),

따라서 [표 4]의 제어권 전환 상황을 기준으로 [표 5]의 청각 사용자 인터페이스 동작 패턴을 하향식으로 정리하여 [표 6]과 같이 분류할 수 있었다.

[표 6]에서 알 수 있듯이, 제어권 전환 시의 청각 사용자 인터페이스 동작은 제어권 인수 및 제어권 이양과 관계없이, 제어권 전환의 시작 주체와 긴급성에 따라 나눌 수 있다. 이러한 결과를 통해 청각 사용자 인터페이스 동작 가이드라인을 도출하였다.

[표 6] 제어권 전환 상황을 기준으로 한 청각 사용자 인터페이스 동작 패턴의 하향식 분류

[Table 6] Top-Down classification based on the control transition situation

제어권 전환 종류	제어권 전환의 시작 주체	긴급성	청각 사용자 인터페이스 동작 패턴
제어권 인수 (Take-Over)	자동차	일반	VF - I - SF - VF
		긴급	SF - I - SF - VF
	운전자	일반	I - VF - I - SF - VF
		긴급	I - SF - VF
제어권 이양 (Hand-Over)	자동차	일반	VF - I - SF - VF
		긴급	SF - I - SF - VF
	운전자	일반	I - VF - I - SF - VF
		긴급	I - SF - VF

5. 결론 & 토의

본 연구를 통해 다음과 같은 청각 사용자 인터페이스 동작 가이드라인을 정의할 수 있다.

첫째, 긴급을 필요로 하는 제어권 전환 상황에서는 빠르게 운전자의 주의를 환기 시켜야하기 때문에 상대적으로 인식 시간이 긴 음성 피드백이 아닌 경고음과 같은 사운드 피드백의 알림이 필요하다.

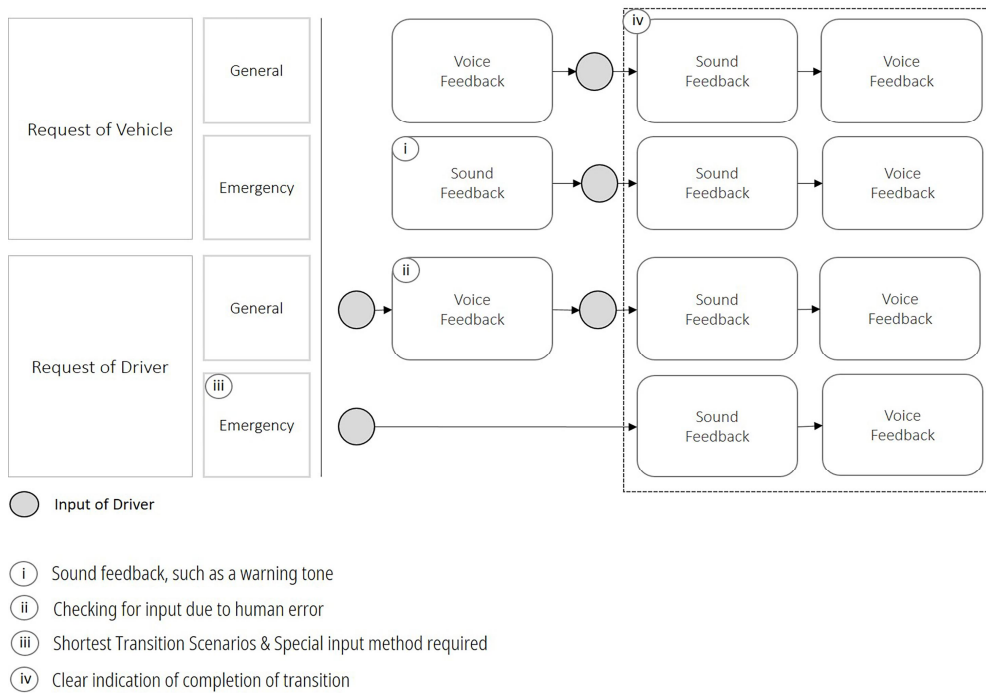
둘째, 긴급 상황이 아닌 운전자의 요청으로 인한 제어권 전환의 경우, 운전자의 실수(human error) 여부를 확인하기 위한 음성 피드백이 필요하다.

셋째, 긴급 상황에서의 운전자의 제어권 전환 요청은 최대한 짧은 동작 시나리오가 필요하다. 재확인을 요청하는 음성 피드백 등이 불필요하며, 따라서 이러한 요청에 대한 인풋은 운전자의 음성 입력이 아닌 별도의 입력 방식이 필요하다.

넷째, 제어권 전환이 완료된 후에는 정확한 전환의 완료를 알려주는 사운드 피드백과 음성 피드백이 필요하다.

[그림 2]는 최종적으로 도출된 제어권 전환 상황에서의 청각 사용자 인터페이스 가이드라인을 도식화한 것이다.

본 연구는 제한적 자율주행 상황에서의 안전한 제어권 전환을 위한 청각 사용자 인터페이스 가이드라인을 제안하였으며, 현재까지의 관련 연구가 대부분 시뮬레이션 실험을 통한 제어권 전환에서의 안전성 평가 위주로 진행되었던 것에 비하여, UX 디자인 방법론을 통해 청각 인터페이스 동작 가이드라인을 처음으로 제안했다는 점에서 의미를 갖는다.



[그림 2] 제어권 전환을 위한 청각 사용자 인터페이스 가이드라인
 [Fig. 2] Auditory User Interface Guidelines for Control Transition

하지만 본 연구는 청각 인터페이스만을 고려한 연구 결과이므로, 향후 멀티모달 인터페이스의 설계에 있어서는 보다 복잡한 상황과 인터랙션 분석을 통해 본 연구의 결과를 검증 및 개선할 필요가 있음을 밝힌다.

References

- [1] M. Park, J. Son, “Reference Test Scenarios for Assessing the Safety of Take-over in a Conditionally Autonomous Vehicle”, Transaction of the Korean Society of Automotive Engineers, vol. 27, no. 4, April 2019, pp. 309-317, doi: 10.7467/KSAE.2019.27.4.309.
- [2] C. Lee, C. Hwang, “Level 3 Automated Vehicle Accident and its Implication for Liability Structure”, CHUNG-ANG law review, vol. 20, no.3, January 2018, pp. 7-41.
- [3] J. Yi, “Improvement of Road Traffic Act for Level 3 Autonomous Driving Vehicle”, Ajou Law Research, vol. 11, no. 1, May 2017, pp. 91-123, doi: 10.21589/ajlaw.2017.11.1.91.
- [4] C. Gold, R. Happee, K. Bengler, “Modeling take-over performance in level 3 conditionally automated vehicles.”, Accident Analysis and Prevention, vol. 116, July 2018, pp. 3-13, doi: 10.1016/j.aap.2017.11.009.
- [5] W. Vlakveld, N. van Nes, J. de Bruin, L. Vissers, M. van der Kroft., “Situation awareness increases when

- drivers have more time to take over the wheel in a Level 3 automated car: A simulator study”, *Transportation Research Part F-Traffic Psychology and Behaviour*, vol. 58, October 2018, pp. 917-929, doi: 10.1016/j.trf.2018.07.025.
- [6] D. Kim, S. Lee, H. Lee, I. Choi, J. Shin, and K. Park, “Development of Quantitative Methods for Evaluating Failure Safety of Level 3 Autonomous Vehicles”, *The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, vol. 18, no. 1, February 2019, pp. 91-102, doi: 10.12815/kits.2019.19.1.91.
- [7] L. Blain, “Self-driving vehicles: What are the six levels of autonomy?”, *newsatlas.com*, <https://newatlas.com/sae-autonomous-levels-definition-self-driving/49947/> (accessed October 30, 2019).
- [8] Z. Lu, R. Happee, C. D. Cabral, M. Kyriakidis, J. C. F. de Winter, “Human factors of transitions in automated driving: A general framework and literature survey”, *Transportation Research Part F: Psychology and Behaviour*, vol. 43, November 2016, pp. 183-198, doi: 10.1016/j.trf.2016.10.007.
- [9] N. Kim, M. Yang, J. Lee, J. Kim, “A study on the effect of information types on Drivers in Takeover period of automated vehicles”, *Journal of Digital Contents Society*, vol. 19, no. 1, January 2018, pp. 113-122, doi: 10.9728/dcs.2018.19.1.113.
- [10] P. Bazilinsky, J. de Winter, “Auditory interfaces in automated driving: an international survey”, *PeerJ Computer Science*, vol. 1, August 2015, doi: 10.7717/peerj-cs.13.
- [11] H. Yoo, D. Y. Ju, “Auditory User Interface Guideline Development for Industrial Sound Design: focused on Function Preference and Sexual Difference”, *Asia-pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology* vol. 7, no. 4, September 2017, pp. 193-202, doi: 10.14257/AJMAHS.2017.04.04.
- [12] T. H. Kim, S. H. Jin, “Development of auditory design guidelines for improving learning on mobile phones”, *Computers & Education*, vol. 91, December 2015, pp. 60-72, doi: 10.1016/j.compedu.2015.09.011.
- [13] J. Lee, M. Jeon, K. Han., “Developing the Design Guideline of Auditory User Interface for Digital Appliances”, *Korean Journal of the science of Emotion & sensibility*, vol. 10, no. 3, September 2007, pp. 307-320.
- [14] K. Namkung, “A Sound Identity Structure in Communication Environment between Company and User”, Doctoral thesis, The Graduate School of Techno Design, Kookmin University, Republic of Korea, 2018.