

부분 자율주행 환경에서 능동형 제어권 전환 알람 시스템 제안 -모바일 네비게이션 사운드 알람 중심으로-

Proposal of active control switching alarm system in partial autonomous driving environment -Focused on mobile navigation sound alarm-

장재인¹, 반영환^{2*}

Jae-in Jang¹, Young-Hwan Pan^{2*}

요약

스마트 폰은 현대인의 생활 도구로서 많은 운전자들이 차량에 탑재된 네비게이션 대신 보다 쉽고 빠르게 목적지를 탐색 할 수 있고 빠른 업데이트로 정확한 길안내가 가능하여 대부분의 운전자들이 모바일 네비게이션을 이용하는 추세이다. 따라서 부분 자율주행 시 필요한 정보를 차량에 탑재된 네비게이션 보다는 모바일 네비게이션에 적용하는 것이 합리적인 상황이라고 볼 수 있다. 현재 시판되고있는 자동차에는 자율주행 레벨 2단계인 부분적인 자율주행 기능이 적용되어 있다. 완성된 자율주행자동차(autonomous vehicle)의 경우 탑승자가 목적지를 설정한 후 인위적인 운전자의 조작 없이 차량이 스스로 주행환경을 인식하고 판단하여 목적지까지 운행 가능한 자동차를 말하지만 레벨 2단계의 경우 자동차의 완벽한 자율 주행이 아닌 부분 자율주행 상태로 자동차와 운전자 간의 제어권 전환 시점이 존재하게 된다. 운전자의 판단에 따라 자율 주행 On/Off 를 컨트롤해야하며 자동차가 주행을 하고 있을 때에도 운전자는 주변 상황 및 주행에 대한 정보를 인지하고 다양한 위험 및 돌발 상황에 운전자 스스로 인지하고 대응해야한다. 부분 자율주행 중에는 필연적으로 제어권 전환이 발생할 수 있기 때문에 운전자에게 제어권 전환에 대한 정보 알람이 운전자의 안전과 직결되는 문제로 무엇보다 중요하다. 본 연구에서는 부분 자율주행 시 운전자 제어권 전환 발생 상황을 분류하여 모바일 네비게이션을 이용한 능동형 청각 정보 알람이 운전자의 상황 인지 및 조작도에 미치는 영향을 연구하였다. 결론적으로 부분 자율주행 시 모바일 네비게이션의 능동형 청각 알람의 제공은 운전자 상황 인지 및 자율주행기능 사용에 효과적이며, 능동형 청각 알람을 효과적으로 적용하기 위한 청각 사운드 유형 및 구조 시스템을 제안하고자 한다.

핵심어 : 능동형, 청각 정보, 제어권 전환, 사운드 알람, 모바일 네비게이션, 부분 자율주행

1 Department Experience Design, Kookmin University, Seoul, Korea [Graduate Student]

e-mail: jaein1515@gmail.com

2 Department Experience Design, Kookmin University, Seoul, Korea [Professor]

e-mail: peterpan@kookmin.ac.kr (Corresponding author)

* 본 연구는 2018년도 산업통상자원부 R&D사업 '창조혁신형 디자인고급인력양성사업'의 지원을 받아 수행된 연구임.(N0001436)

Received(January 4, 2019), Review Result(1st: January 05, 2019), Accepted(March 08, 2019), Published(March 31, 2019)

Abstract

Smart phones are a living tool of modern people, and many drivers can navigate to their destinations more easily and quickly than with vehicle-based navigation. Most drivers are using mobile navigation to get accurate directions with quick updates. Therefore, it is reasonable to apply the information necessary for the partial autonomous vehicle to the mobile navigation rather than the navigation on the vehicle. Currently commercially available automobiles have been commercialized by applying the autonomous driving level 2. The completed autonomous vehicle is a vehicle which can recognize the vehicle's own driving environment and operate the vehicle to its destination without the operation of an artificial driver after the passenger sets the destination. However, in the case of the level 2, There is a time point of switching control between the automobile and the driver in the non-partial autonomous driving state. The driver must control the autonomous on / off control at the driver's discretion. Even when the vehicle is driving, the driver must be aware of the surrounding situation and driving information, and the driver must recognize and respond to various risks and unexpected situations. Control shift can occur at any time during partial autonomous driving, and it is important for the driver to be informed of the switching of the control right directly to the safety of the driver. In this study, we classify driver control transition scenarios in partial autonomous driving and investigate the influence of active auditory information alarm on driver 's situation and manipulation using mobile navigation. In conclusion, the provision of active auditory alarms for mobile navigation during partial autonomous navigation is effective in recognizing and using the driver's situation, and proposes an auditory sound type and structure system for effectively applying active auditory alarms.

Keyword : Active, Audible information, Control switching, Sound alarm, Mobile navigation, Partial autonomous

1. 서론

1.1 연구목적

자율주행자동차는 운전자는 차량에 탑승하지만 목적지를 설정한 후 다른 조작 없이 목적지까지 차량이 스스로 주행환경을 인식 및 판단하여 운행 가능한 자동차를 뜻한다. 첨단 운전자 지원 시스템(Advanced Driver Assistance System, ADAS)은 주행 안전을 보장하고 편의를 증진하기 위해 발전되어왔다.

현재 상용화 되어있는 자율주행 기술은 미국 도로교통안전국 (National Highway Traffic Safety Administration, NHTSA)의 구분에 따르면 레벨 2단계로 자율주행자동차는 운전자와 차량 사이에 제어권 전환이 필요하다[1]. 제어권 전환은 차량이 지속적으로 안전운전을 담보할 수 없다고 판단할 경우 운전자가 주행권한을 받도록 하는 경우 혹은 운전자 스스로 판단에 의해 주행권한을 되찾아 오는 경우 등이 포함된다. 부분 자율주행인 레벨 2 단계에서 제어권 전환에 관한 정보 알람은 안전과 직접적으로 연관된 중요 요소 중 하나이지만 상용화된 자율주행은 차량에 탑재된 네비게이션의 목적경로를 연동하여 제공되는 것이 아닌 차량 주행 보조수단으로써 주행의 기능적인 부분만 실행되고 있다. 현재 제공되고 있거나 연구되는 정보 알람은 사후의 제어권 전환 피드백 알람이나

알람에 대한 운전자의 반응 시간 모달리티의 요소(시각, 청각, 촉각)등의 제어권 전환의 시점에서 제공하는 알람에 많은 연구들이 존재하지만 전환 시점이 도래하기 전 능동형 알람의 경우 연구가 미흡한 상황이다[2-4]. 따라서 본 연구에서 레벨2 단계의 부분 자율주행차량의 제어권 전환 발생 상황에 주행 경로와 연동된 정보를 모바일 네비게이션 활용하여 운전자에게 능동적으로 제공하였을 때 운전자의 상황 인지에 어떠한 긍정적인 영향이 있는지 탐구하고 청각 알람의 효과적인 적용 방안을 모색하고자 한다.

1.2 연구방법

- 1) 제어권 전환 관련 정보를 모바일 네비게이션을 이용하여 사전에 능동적으로 제공함으로써 운전자의 상황인지에 긍정적인 영향을 미치는가?
- 2) 운전자에게 제어권 전환관련 정보를 알람 사운드의 유형과 구조를 모바일 네비게이션에서 어떤 방식으로 전달할 것인가?

본 연구에서 부분 자율주행 시스템의 제조사 매뉴얼을 기반으로 제어권 전환 상황을 조사하여 알람 제공이 필요한 시나리오를 도출한 후 시나리오별 능동형 알람 시스템을 설계하였다. 설계를 바탕으로 능동형 알람 제공 /미제공 상황을 시뮬레이션 실험을 실시하여 사용자 상황인지 척도의 변화를 알아보고 실험 내용을 토대로 모바일 네비게이션에 청각 알람의 유형과 구조의 구체적인 시스템 설계 방안을 제안하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 차량 내 스마트폰의 활용

스마트 폰과 스마트 카의 사이의 연결에 관한 기술은 최근 각 차량 및 스마트 폰 제조사와 통신 사업자 등 관련 분야 사업자들이 함께 미래링에 대한 표준화를 추진하고 있으며 사업자마다 특화된 애플리케이션 연결 기술을 발전해 나가는 단계에 이르렀다. 현재 스마트 폰과 자동차의 연결을 강화하고 이를 기반으로 새로운 서비스를 도입하거나 기존 서비스를 개선하고자 하는 다양한 사업 시장의 배경에는 운전자들이 스마트 폰의 서비스를 차량에서 손쉽게 사용하고자 하는 사용자 욕구가 존재하며 스마트 폰 스마트 카 그리고 통신 분야의 여러 사업자들은 이용자의 이러한 사용자의 욕구를 만족시키기 위해 앞으로도 차량과 스마트 폰의 연결에 관한 다양한 연결 솔루션들과 연관 서비스들이 등장할 것이다.

스마트 카의 인포테인먼트 서비스와 스마트폰 연결기술 연구에 따르면 스마트 폰과 자동차와의 연결 정도에 따라 다음과 같이 분류 할 수 있다[5].

- 1단계 : 스마트 기기를 부착하여 통신기능만 이용한 상태(스마트폰 네비게이션을 자동차에 부착하여 사용, 스마트폰 테더링 사용)
- 2단계 : 스마트한 기기에서 실행되는 앱의 정보나 화면을 전송하여 자동차 헤드유닛에서 조작하거나 볼 수 있음.(미러링크, 카플레이, 안드로이드 오토, 애플링크 등)
- 3단계 : 스마트기기와 완벽하게 연동하여 자동차 부품의 데이터를 활용(스마트폰에서 ADAS 처리, 스마트폰에서 자율주행 처리 기능 보조, 스마트폰의 비서기능을 이용한 자동차 정보 처리)하고 처리기능도 자동차에 내장한 단계임[6].

현재는 스마트폰 화면 미러링인 2단계에서 자동차 정보를 처리하는 3단계로 발전하고 있다고 볼 수 있다.[5] 현재 2014년 이후 생산된 400여종이 넘는 국내외 차량에서 차량 인포테인먼트 시스템인 구글의 '안드로이드 오토'와 애플 '카플레이' 제공하고 있으며 스마트폰과 차량을 연결해 음성 명령으로 네비게이션·음악·전화·메시지 기능 등 다양한 스마트폰 서비스를 차량 디스플레이로 이용이 가능하다[7][8]. 이러한 스마트폰 연동 기술의 발전에 따라 GPS 정보를 이용하여 길안내 서비스를 제공하는 네비게이션 앱이 자동차에서 가장 많이 사용하는 스마트 폰 콘텐츠 중 하나이다. 스마트카 자율주행시대가 도래함에 따라 스마트폰이 자동차와 연결되어 자동차가 점점 스마트 카로 변하는 시대가 오고 있으며 앞으로 다가올 자율주행시대에서 더욱 활용성이 높아질 것이다[5].

2.2 자율주행의 개념

자율주행자동차(Automated Vehicle)는 운전자의 차량 제어를 최소화하는 가운데 자동차 스스로 판단하여 방향을 설정하고 주변 상황들에 대응하며 주행 하는 자동차이다[9].

NHTSA (미 도로교통 안전국)에 따르면 자율주행기술은 운전자가 차량 제어자로서 주행을 하는 Level 0부터 차량이 모든 제어를 하고 안전 운전에 대한 책임을 갖는 Level 4-5까지 구분되어 있다. 1단계는 기능특화적인 자동화로서 하나 혹은 여러 개의 기능이 독립적으로 동작하는 단계이다 [9]. 2단계는 적어도 두 가지 이상의 기능이 함께 동작하도록 하여 운전자의 운전권한(active primary control)을 공유하지만 1단계와 마찬가지로 전 여정에서 운전자가 도로의 상황과 안전조작에 대한 책임을 져야만 하는 단계이다. 3단계는 특정 교통상황과 환경조건에서 자율주행차량이 운전자에게 완전한 제어권(control)을 양도 받아 주행을 하지만 때때로 운전자의 조작을 필요로 하는 단계이다. 마지막으로 4단계의 경우 자율주행차량이 전체 여정에서 모든 운전안전에 관련된 기능 그리고 주행상황을 관장하는 단계로 차량에 탑승자가 있는 상황은 물론이고 없는 상황까지도 포괄

하는 단계이다[10]. 현재 자율주행기술을 상용화하고자 하는 대부분의 기업들에서 2단계에 해당하는 기술을 시장에 출시하였다. 학계와 산업계 모두 빠른 시일 내에 완전자율 주행이 가능할 것으로 보고 있으나 앞으로 운전자 없이도 운행이 가능한 4단계 수준의 기술이 대중화되기 위해서는 기술적, 제도적인 측면에서 많은 발전과 개선이 이루어져야 한다. 현 시점에서 완전자율주행이 보편화되는 시점까지의 과도기 동안 운전자의 개입, 다시 말해 인간이 운전의 주체가 되어야 하는 상황은 자율주행기술의 고도화 정도에 따라 그 횟수와 시간에는 차이가 있겠으나 반드시 존재할 것이다. NHTSA 에 따르면 주행의 주체가 되는 권리를 이전해야 하는 상황에서 차량은 운전자에게 충분한 시간을 주어 운전자가 안전하게 제어권을 양도 받을 수 있도록 해야 한다.

제어권 전환은 크게 주행 제어권을 차량에서 운전자로 이양하는 경우와 운전자에서 차량으로 이양하는 경우의 2가지로 구분할 수 있으며 차량이 운전자에게 제어권을 주는 경우는 자율주행 자동차가 주행 중 더 이상 안전운행을 지속할 수 없다고 판단 하여 운전자에게 제어권을 받도록 하는 경우와 운전자가 스스로 의 판단에 따라 주행권한을 되찾아 오는 경우로 나눌 수 있다[11]. 제어권 전환의 안전성과 관련하여 중요한 상황은 제어권을 운전자로 차량에게서 이양 받을 때 발생한다. 특히 현재 도래해 있는 자율주행기술이 완전하지 못하여 다양하게 제어권 전환 상황이 발생할 수 있기 때문에 치명적인 안전문제를 완화하고 사용자의 편리한 사용을 위해서라도 반드시 연구가 필요한 문제이다.

2.3 자율주행 알람 시스템

현재 자율주행기술은 주행 보조 장치에 머물러 있기 때문에 운전자는 도로 조건 및 주변상황에 변화를 스스로 인지하고 대응이 가능해야 하며 문제 상황 발생 시 모든 책임은 운전자에게 있다. 제어권 전환 알람에 대하여 운전자의 반응시간 및 시점, 사용자별 시나리오 연구 및 감각 모달리티의 효율성에 대한 연구들이 선행되어 왔으며 이를 바탕으로 차량에서 운전자에게 경고나 알림이 시각, 청각, 촉각 요소로 제공되고 있다[24].

현재 상용차 제조 기업들은 운전자의 주의가 요구되는 상황에서 알림음과 클러스터 혹은 HUD(Head Up Display)의 GUI(Graphic User Interface)를 통해 운전자의 주의를 환기시키고 있다. 기업에서 제공하는 제어권 전환 알림의 경우 크게 알림음과 GUI를 통한 방법으로 나누어 볼 수 있으며, GUI를 통한 알림은 운전자 전방에 위치한 클러스터 (cluster)와 HUD 를 통해 이루어진다[4].

자율주행 기능을 탑재한 국내외 대표적인 상용차 기업은 주로 운전자가 핸들 (steering wheel)를 잡고 있는지 여부를 확인하여 운전 중 주의를 기울이고 있는지 아닌지를 판단한다. 만약 자율주행 기능을 켜 상태에서 핸들을 잡고 있는 손이 감지되지 않는다면 알림음과 함께 그래픽을 띄워 경고한다[4]. 대부분의 상용차 브랜드에서 전환에 대한 알림은 운전자의 상황에 대한 고려 없이 단순하게 이루어지며 심지어는 급커브나 오르막길 등의 예외적인 도로환경에서 경고나 알림 없이 기능이

꺼지거나 일시적으로 정지된다[4].

2.4 모바일 내비게이션 능동형 청각 알람시스템의 필요성

자율주행 차량의 경우 높은 자동화로의 부작용으로 인해 운전자는 자기 안주 (Complacency)를 하게 되고 반응 속도가 느려지는 인지 저부하(Underload)상태가 된다. 이러한 상태에서는 운전자의 상황 인지 부족으로 빠르게 적절한 대처를 할 수 없는 위험한 상황이 발생할 수 있다[4].

하지만 현재 기술에서 자동차가 목적지 및 경로를 인지하고 해당 경로에 맞게 능동적으로 알람을 제공하기 어려운 실정이다. 운전자가 주변경로에 대한 정보가 부족할 경우 부분 자율주행 기능 해제 위험 안내(도로,기상) 및 경로에 대한 정보를 스마트폰 내비게이션과 연동하여 제공한다면 돌발 상황에 보다 빠르게 대처하고 부분 자율주행 운전자의 안전운행에 도움을 줄 수 있을 것이다. 주행 경로와 날씨 및 교통상황 등을 연동하여 사용자에게 자율주행 사용정보를 미리 알려주는 모바일 알람 시스템은 많은 부분 자율주행 사용자에게 보다 안전하고 편리한 운전 환경을 제공하게 될 것이므로 부분 자율주행차량 이용 중 운전자가 인지해야하는 상황의 시나리오를 분류하고 상황별 적합한 안내를 제공할 수 있는 모바일 알람 시스템이 운전자 상황 인지에 어떠한 영향을 미치는지 알아보려고 한다.

3. 연구방법

본 연구에서는 운전자의 관여가 항상 필요하고 제어권 전환이 빈번하게 발생 할 수 있는 자율주행 2단계 부분 자율주행 차량을 대상으로 설정하였다. 실험 전 제어권 전환 발생 상황을 자동차 제조사 사용 매뉴얼 기준으로 분석하여 도출한 시나리오 기반으로 알람 시스템을 설계하여 실험이 진행되었다. 운전자에게 능동형 청각 알람시스템을 제공 유/무에 따른 운전자 상황 인지 및 조작 빈도를 변화와 상황 인지의 영향을 중점적으로 검증하고자 한다. 주행 시나리오는 청각 알람 정보 기준 사용여부, 시스템 자동해제 2회, 주의환기 4가지 알람을 들을 수 있는 주행 경로이며 실험시간은 1인 30~40분이 소요된다.

3.1 실험 시나리오 설계

[3]에서 모션 베이스의 주행 시뮬레이션을 이용하여 경보 알람 시스템은 운전자가 위험한 상황에서 빨리 발생할 경우 더 효과적이며, [4]에서 사람들이 일상생활에서 정보를 얻을 때 시각 다음으로 많이 활용하는 감각인 청각정보에 많이 의존하여 위험 상황에서 청각 자극을 중심으로 제공되는 경우가 만족도 및 효율성이 가장 높게 나타났다. 두 가지 연구 결과를 바탕으로 위험 상황 정보를 운전자에게 모바일 내비게이션의 청각 요소를 채택하여 위험 요소를 능동적으로 제공하는

방식으로 설계하여 운전자의 부분 자율주행 기능 사용에 대한 정보를 효과적으로 인지 할 수 있도록 구현하였다. 본 연구에서는 부분 자율주행 시 알람이 필요한 상황을 사용자 리뷰 및 자동차 제조사 사용 메뉴얼 기준으로 [표 1] 과 같이 부분 자율주행 기능 사용여부, 시스템 자동해제 상황, 운전중 돌발상황, 운전자 상황의 4가지 범주에서 구분하고 세부 상황별 제공 메시지를 [표 2] 와 같이 설계하였다.

[표 1] 제어권 전환 발생 상황 분석

[Table 1] Analysis of control transition situation

사용여부	목적 경로 내 On/Off 의사결정	<ul style="list-style-type: none"> · 고속도로 진입 · 일반도로 진입 · 정체,서행 구간(사고, 고장, 공사) · 원할구간 · 도로상태
시스템 자동해제	도로조건	<ul style="list-style-type: none"> · 급경사 · 급커브
	기상조건	<ul style="list-style-type: none"> · 폭우 · 폭설 · 태풍
돌발상황	예측불가상황	<ul style="list-style-type: none"> · 사람 또는 동물의 출현 · 다른 차량의 급 차선 변경 · 낙하물 발생 · 사고,고장 차량
운전자	행동 및 조작	<ul style="list-style-type: none"> · 2차 과업 수행 · 졸음 · 핸들에서 손을 땀 · 전방주시 태만

[표 2] 제어권 전환 발생 청각정보 알람 메시지

[Table 2] Control Changeover Auditory Information Alarm Message

분류	상황	설명	청각 알람 메시지
사용여부	고속도로	도시고속도로 및 시외고속도로	고속도로에 진입합니다. 크루즈 컨트롤을 사용하셔도 좋습니다.
	일반도로	시내 일반도로 및 이면도로	일반도로 입니다. 크루즈 컨트롤 사용은 위험할 수 있습니다.
	정체구간	경로 상 교통정보에 시속 40km 이하로 서행하는 구간이 2Km이상 지속될 경우	전방에 정체구간이 있습니다. 크루즈 컨트롤을 사용에 주의하세요.
	원할구간	경로 상 교통정보에 막힘 없는 길이 3 km이상 지속될 경우	할구간입니다. 크루즈 컨트롤을 사용하셔도 좋습니다.

	도로상태	경로상 비포장또는 노면 불량 도로가 포함된 경우	노면 불량 구간입니다. 크루즈 컨트롤을 사용은 위험할 수 있습니다.
시스템 자동해제	급경사구간	45도 이상 오르막 및 내리막길	전방에 급경사가 있어 크루즈 컨트롤이 자동 해제 될 수 있습니다. 운전이 주의하세요.
	급커브구간	60도 이상 커브 길	전방에 급커브가 있어 크루즈 컨트롤이 자동 해제 될 수 있습니다. 운전이 주의하세요.
	기상조건	폭우,폭설,태풍	기상 상태가 좋지 않아 크루즈 컨트롤이 자동 해제 될 수 있습니다. 운전이 주의하세요.
주의환기	장시간 연속주행	주행 30분 경과	운전중 돌발상황이 발생할 수 있으니 주의하세요.
		주행 1시간 경과	운전 중 발생하는 사고의 모든 책임은 운전자에게 있습니다. 안전운전하세요.
		1시간 경과 후 1시간 단위	운전 중 발생하는 사고의 모든 책임은 운전자에게 있습니다. 주행 상황에 집중하세요.

3.2 실험 참가자

실험 참여자는 남자 6명 여자 4명의 구성으로 총 10명의 참여자를 모집하였다. 참여자 선정기준은 운전면허 소지자로 운전경력 3년 이상 부분 자율주행기능 월 1회 이상 사용하는 사람을 대상으로 하였다.

3.3 실험 방법

실험 방법은 총 10명의 실험 대상자가 [그림 1]과 같이 시뮬레이터를 이용하여 실험하였으며 자율주행 기능의 사용은 카운터 버튼을 이용하여 측정되었다. 1차 실험 시 주행은 스마트폰 네비게이션 능동형 음성알람이 제공되지 않은 상태로 주행 후 SART(Situation Awareness Rating Technique) 문항지를 작성하고, 1주 후 2차 실험 시 스마트폰 네비게이션 능동형 음성 알람을 제공한 환경에서 주행하고 SART(Situation Awareness Rating Technique) 문항지를 작성하는 형태로 총 2회로 구성하였다. 실험 주행구간에 설정된 안내는 직선구간 사용안내, 커브 위험(해제)안내, 급경사 위험(해제)안내, 일반도로 진입 주의환기 안내 총 4가지 상황의 알람 메시지를 제공하였고 사용자의 부분 자율주행 기능의 사용 및 해제 등의 의사결정에 의한 사용빈도의 변화를 측정하고 실험 주행 직후 능동형 알람기능이 네비게이션에 활용되었을 때의 사용자의 상황인지 평가 문항지를 작성하여 능동형 청각 알람의 효과를 알아보고자 한다.



[그림 1] 실험과정

[Fig. 1] Experimental process

3.4 인지척도 평가기준

본 연구에서 운전자의 부분 자율주행 기능 사용빈도의 측정은 안내를 듣고 사용자가 기능을 작동 또는 해제를 실행수를 카운트 하여 측정하였으며 1차, 2차 실험 후 [표 3]의 10가지 구성을 평가하는 상황 인식 평가 기법인 SART(Situation Awareness Rating Technique) 7점 척도의 문항지를 작성하여 인지력에 도움을 주는지 측정하였다[12].

[표 3] SART(Situation Awareness Rating Technique)의 10 가지 구성

[Table 3] 10 configurations of SART (Situation Awareness Rating Technique)

Domains	Construct	Definition
Attentional demand	Instability of situation	Likelihood of situation to change suddenly
	Variability of situation	Number of variables that require attention
	Complexity of situation	Degree of complication of situation
Attentional supply	Arousal	Degree that one is ready for activity
	Spare mental capacity	Amount of mental ability available for new variables
	Concentration	Degree that one's thought are brought to bear on the situation
	Division of attention	Amount of division of attention in the situation
Understanding	Information quantity	Amount of knowledge received and understood
	Information quality	Degree of goodness of value of knowledge communicated
	Familiarity	Degree of acquaintance with situation experience

4. 연구 결과

4.1 사용빈도

능동형 알람이 운전자의 제어권 전환 기능 사용빈도 미치는 영향을 분석하기 위하여 1차와 2차 실험 두 집단 간 자율주행기능 총 사용빈도를 대응표본 T검정을 실시하였다. 80개의 데이터를 분석한 결과 능동형 알람의 제공 되었을때 [표 5]를 보면 총 사용빈도에 유의미한 차이를 보였다. 2차 실험 안내 제공(대응표본 통계량 M=5.00, SD=2.160 [표 4])이 1차 실험 안내 미제공(대응표본 통계량M=1.75, SD=1.500 [표 4])에 비하여 높은 사용빈도 수준을 보였다.

상황별 안내 유형이 운전자에게 미치는 영향을 분석하기위해 대응표본 T검정을 실시한 결과 상황별 안내 유형에 따라 [표 6]과 같은 차이가 발견되었다. 직선구간의 실행 의사결정 관련 안내와 급커브 위험 안내 상황에서 유의미한 차이를 보였다.(p =.037 < .05)

[표 4] 대응표본 통계량

[Table 4] Paired t-test statistic

구분	M	SD	평균오차평균
no_Alarm	1.75	1.500	.750
Alarm	5.00	2.160	1.080

[표 5] 대응표본 검정

[Table 5] Paired t-test results total frequency of use by alarm

	M	SD	t	p
대응	-3.250	.957	-6.789	.007

[표 6] 상황별 T-test results

[Table 6] Variable T-test results

		M	SD	t	p
직선구간	N alarm1-1 & Y alarm2-1	-.400	.516	-2.449	.037
커브구간	N alarm1-2 & Y alarm2-2	-.400	.516	-2.449	.037
경사구간	N alarm1-3 & Y alarm2-3	-.200	.422	-1.500	.168
주의구간	N alarm1-1 & Y alarm2-1	-.300	.483	-1.964	.081

4.2 인지 평가

1차와 2차 실험 후 SART평가는 SART는 평가판을 통해 시행되며 10 가지 측정 기준 각각에 대한 참여자 등급이 7 점 척도 (1 = 낮음, 7 = 높음)로 표시되고 종합 SART 점수는 $SA = U - (D - S)$ 공식을 사용하여 계산된다.(U = 합계 된 이해, D = 합계 수요, S = 합계 공급) 1차실험 후 평가 지 측정 결과 상황인식 척도는 8.2-(11.3-14.5)=5.0, 2차 실험 후 평가지 측정 결과 상황 인식 척도는 10.7-(10.5-14.5)=6.7로 능동형 음성안내 제공시 상황인지 평가에서 1.7(5.5<6.7) 상승하는 차이를 보였다.

4.3 모바일 네비게이션 사운드 알람 유형 및 구현 방안 제안

실험 결과 능동형 청각 알람 제공이 사용자 상황인지 척도 및 사용도에 긍정적인 영향을 준다는 것을 검증하였다. 사용자에게 정보를 더욱 효과적으로 전달하기 위해서는 사운드 디자인 과정이 필요하다. 청각 정보는 최근에 목적과 부합하도록 의도적으로 소리를 설계하고 이에 맞도록 구현하는 사운드 디자인의 개념이 적용되고 있으며, 사운드 디자인은 조건 및 상황별 시스템에게 기대되는 소리를 정의하는 과정과 이를 시스템에 구현하기 위한 방법을 제시하는 단계로 구분 할 수 있다. 본 연구에서는 실험에 적용된 운전자 청각 알람 제공 시나리오 기반으로 조건 및 상황별 유형을 정의하고 시스템 구현 방안을 제안하고자 한다.

[표 7] 부분 자율주행 중 모바일 네비게이션 청각알림 유형

[Table 7] Types of mobile navigation hearing alerts during semi-autonomous driving

주행 안내 유형	성분	설명
정보 (Information)	자율주행 사용여부 · 고속도로 진입 · 일반도로 진입 · 정체구간 · 원활구간 · 도로상태	목적 경로 내 상황 지각 정보 제공
경고 (Warning)	제어권 해제 및 전환 위험 구간 · 급경사 · 급커브 · 기상조건	해제 위험 상황 경고
주의환기 (Attention)	행동 및 조작 · 장시간 운전	주행중 주의력 저하 방지

[13]에서 사운드 아이덴티티 유형을 Sound Impression (사운드 인상), Sound Activity (사운드 활동), Sound Personality (사운드 차별성) 크게 3가지 유형으로 구분하였으며 부분 자율 주행중 제공하여야할 사운드의 성분은 총 5가지 성분중 Sound Activity (사운드 활동)에 속하는 성분으로 제품에서 발생하는 인터랙션 사운드 및 음성 피드인 Interaction Sound (인터랙션 사운드)에 속한다. 모바일 네비게이션의 부분 자율주행 중 청각알람 제공 시나리오를 기반으로 분류하였을 때 성분을 [표 7]과 같이 정보안내(Information)를 알람음, 경고(warning) 알람음, 주의환기(Attention) 알람음으로 총 3개의 유형으로 구분하고 9개의 성분으로 구조화하였다.

4.3 주행안내 유형에 따른 알림 제안

주행 중 네비게이션에 제공되는 알람의 경우 위험의 감성을 나타내는 청각 자극을 이용하여 운전자가 운전 과업을 수행하는 중에도 알림을 효율적으로 인지 할 수 있도록 제공해야한다.

자율주행 상황은 높은 자동화의 부작용인 자동화 편향(Automation-bias)로 인한 자기 안주와 상황 인지 감소 상황을 고려하여 주행알림 유형의 위험성의 정도에 따라 알림음을 차별화하여 제공하여 사용자에게 정보를 보다 효과적으로 전달하는데 목적이 있다.

청각 정보 알람에 사용되는 사운드는 크게 Speech-Based Interface와 Non Speech-Based Interface로 구분할 수 있다[14]. Speech-Based Interface는 인공적으로 만들어낸 사람 목소리로 정보를 제공하는 방식이며, 소리 요소로 구성된 Non Speech-Based Interface는 평소 일상적인 소리인 auditory icon[15], 특정한 악기 또는 인위적인 소리를 활용한 earcon[16], 인공적인 특징과 추상적인 요소를 가진 소리인 metaphoric sound 3가지 유형으로 분류 할 수 있다[17].

[18]의 선호도 분석 결과에 따르면 사용자의 음의 개수가 적게 제공했을 때 경고나 알림의 음의 속성에 적합하다고 선호했으며, 음의 개수가 많아질수록 시작, 기능완료, 전원끄기, 배터리 부족과 같은 기능에 적합하다고 선호하였다. 하향식은 시스템 비활성화에 적합하다고 선호 하였으며, 상향식은 시스템 활성화에 적합하다고 선호하는 경향을 보였다. 본 연구에서 진행된 실험의 경우 Speech-Based Interface를 이용하여 진행되었지만 Non Speech-Based Interface를 음의 개수를 1-2개 제한적으로 적용하고 기능 활성화에 적합한 상향식의 멜로디를 적절히 구성하여 Speech-Based Interface와 복합적으로 제공된다면 운전자 상황인지 및 정보의 성분 분류를 보다 정확하게 구분하여 제공 할 수 있을 것으로 기대할 수 있을 것이다.

[표 8]과 같이 정보 유형에 따라 사운드를 다른 형태로 제공할 수 있도록 설계한다.

- (1) 정보(Information)의 경우 위험도가 낮은 권장 정보로 알람은 반복 없이 1회, 음의 개수는 1-2개로 제한하고 멜로디는 상향식을 적용한다.
- (2) 경고(Warning)의 경우 위험도가 높은 위험 정보로 다른 안내와 차별화가 필요한 알람으로 짧

은 반복 3회 이상, 음의 개수는 1-2개로 제한하고 멜로디 없이 적용하여 위험을 인지할 수 있도록 한다.

- (3) 주의환기(Attention)의 경우 위험도가 보통인 정보로 주행 시간별 주의 정보로 시간별 긴 주기의 반복 알람을 지속적으로 제공, 음의 개수는 1-2개로 제한하고 멜로디는 상향식을 적용한다.

정보의 성격 위험도에 따라 반복 및 음의 개수, 멜로디의 형태 등의 청각 알람 사운드의 제공의 구성을 다르게 설정하여 Speech-Based Interface와 함께 구현하여 제공하기를 권장한다.

[표 8] 주행안내 유형 따른 사운드 제공

[Table 8] Provides sound according to driving guidance type

주행 안내 유형	위험도	반복	반복주기	음	멜로디
정보 (Information)	낮음	없음	없음	1-2개	상향식
경고 (Warning)	높음	있음	짧은주기	1-2개	없음
주의환기 (Attention)	보통	있음	긴주기	1-2개	상향식

5. 결론 및 향후 연구

5.1 연구 결론

본 연구는 현재의 불완전한 자율주행 환경에서 운전자가 처할 수 있는 제어권 전환 상황에 대한 능동형 알람기능을 제공하였을 때 사용빈도 및 상황인지에 미치는 영향을 알아보기 위해 실험을 진행하였다. 실험은 부분 자율주행 차량 이용 시 On/Off에 대한 의사결정, 기능 자동해제 상황, 주의환기 상황을 제어권 전환 상황으로 분류하고 세부 상황의 시나리오를 기반으로 모바일 네비게이션을 이용하여 청각 알람 메시지를 제공하였을 때 실험 결과 능동형 청각 알람을 제공함으로써 운전자의 상황인지에 도움이 되어 사용빈도 및 상황인지 능력이 향상 되는 부분을 검증하였다. 모바일 네비게이션의 청각 알람의 보다 효과적인 정보전달을 위해 부분 자율주행 모바일 네비게이션 주행 안내 청각정보 유형 분류 하며 구체적인 사운드 구현 방안을 제안함으로써 아직 완전하지 않은 자율주행 차량의 제어권 전환 문제의 위험성에 대하여 효율적으로 대처를 할 수 있는 구체적인 방안을 제시했다는 것에 의의가 있다. 추후 연구 범위가 AI 기술로 확장되고 스마트폰과 차량 센서의 연동이 실현 된다면 모바일 네비게이션이 운전자 주행 경로와 교통, 기상 상황에 맞추어 운

전자에게 청각 알람이 제공되도록 설계 및 구현 해준다면 보다 효과적일 수 있을 것이다.

5.2 한계 및 향후 연구

본 연구는 다음과 같은 한계점을 가진다.

첫째, 경로 내 모든 알람을 제공하는데 한계가 있었다는 점이다. 최대한 경로 내 많은 상황 시나리오를 설정하였지만 모든 상황의 알람을 제공할 수는 없으며 Speech-Based Interface에 대한 실험만 진행되었다.

둘째, 실험자의 수가 절대적으로 충분하지 않았고 주로 30대에 국한되어있었고 실험의 모수가 10명으로 절대적인 참여자 수가 충분하지 않았다.

셋째, 능동형 알람 네비게이션을 실행한 자율주행자동차 탑승 시간이 30 분 내외로 진행되었다는 점이다. 운전자의 다양한 도로상황에 대한 경험 변화 양상을 파악하기에 30 분은 비교적 짧은 시간이라는 점에서 본 연구는 단기 경험 조사에 국한한다고 볼 수 있다.

이러한 이유로 본 연구가 가지는 한계점을 보완하고 더욱 다양한 상황(Context) 시나리오에서 운전자의 경험을 살펴보기 위해 추가적으로 Speech-Based Interface와 Non Speech-Based Interface를 복합적으로 제공하는 능동형 사운드 알람 네비게이션의 장기 사용 경험 조사가 실행된다면 더욱 의미 있는 결론을 도출해 낼 수 있을 것으로 기대된다.

References

- [1] <https://www.nhtsa.gov/technology-innovation/automated-vehicles#36046>, Retrieved: Oct 12 (2018)
- [2] Kyungbo Min, Xu. Long, Kwangoh Kim, Myungjin Choi and Sangwon Lee, A proposal of customized notification system based on scenarios to cede control on autonomous driving, Conference HCI Korea, (2017), pp.1156-1160.
- [3] T. Wakasugi and K. Hiramatsu. "Driver reaction time for forward vehicle collision warning,"JARI Research Journal, (2011), Vol. 21, No.10, 1999, pp. 574-577.
- [4] Jiin Lee, Naeun Kim and Jinwoo Kim, The Effects of Feedback in an Automated Car, Conference HCI Korea, (2017), pp.669~672.
- [5] Daerim Son, The Role of Smartphone in Smart Car / Autonomous Driving, The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences, (2016), Vol.33(4), pp. 34~40.
- [6] Sang-Yool Lee, Eun-Kyung Won, Jun-Yong Jeong, Hyung-Suk Noh, Dae-Lim Son and Eun-Bok Lee, Infotainment Service and Smartphone Connectivity for Smart Car, Telecommunication Review, Vol.22(2012), No 4, August 2012.
- [7] <https://blog.hmgjournal.com/MediaCenter/News/Press-Releases/hkmc-android-auto-180712.blg>, Retrieved: Jul 24 (2018)
- [8] <https://www.apple.com/kr/ios/carplay/available-models/>, Retrieved: Jan 22 (2019)
- [9] Seonho Park , Haerim Jeong, Gyeonghyeon Kim and Ilsun Yoon, Development of safety assessment scenario for autonomous vehicle on highway, The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems, Vol.17, pp.142-151
- [10] Donghun Yoo and Gyeongpyo Kang, Autonomous driving technology trends - Technical level classification (SAE, NHTSA, VDA, BAST), Monthly KOTI Magazine on Transport, (2016), Vol.218, pp.54-59.
- [11] Harim Jeong, Seongho Park, Gyeonghyeon Kim, Jihyeon Yang, Yongwon Yoon and Ilsu Yoon., Development of Safety Evaluation Scenario for Autonomous Vehicle Takeover through Traffic Accident Data Analysis, 2017 The Korea Institute of ITS Fall Conference, (2017), October 20-21; Korea, Seoul
- [12] R.M. Taylor, Situational Awareness Rating Technique(sart):The development of a tool for aircrew systems design, Situational Awareness in Aerospace Operations, pp.17,1990
- [13] NamKung Kie Chan and Pan Young Hwan. A Study on the Structural Definition of Sound Identity for Brand Management in Corporate Auditory Communication. A Journal of Brand Design Association of Korea(2018), 16(3), 245-254.
- [14] D. Gärdenfors, Auditory Interfaces a Design Platform, Grafisk form och PDF Jonas Lindkvist Design AB, (2001)
- [15] W. W. Gaver, The Sonic Finder: An Interface that Uses Auditory Icons, SIGCHI Bull, (1989), Vol.21, No.1, p.124.

- [16] M. M. Blattner, D. A. Sumikawa and R. M. Greenberg, Ear-cons and Icons: Their Structure and Common Design Principles, *Human-Computer Interaction*, (1991), Vol.4, No.1, pp.11-44.
- [17] S.A. Brewster, Using Non Speech Sounds to Provide Navigation Cues, *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact*, (1998), Vol.5, No.3, pp.224-259.
- [18] Hoon Sik Yoo and Da Young Ju. Auditory User Interface Guideline Development for Industrial Sound Design: focused on Function Preference and Sexual Difference. *The Convergent Research Society Among Humanities, Sociology, Science, and Technology*, (2017), Vol.7(4): 193-202