

자율주행환경의 비주행활동 콘텐츠로서 음악소비 경험증진을 위한 차량내 조명효과

김수정¹ · 이주환^{2*}¹서울미디어대학원대학교 융합미디어학과 석사과정²서울미디어대학원대학교 융합미디어학과 부교수

Effect of In-Vehicle Lighting on Driver's Music Experience as Non-Driving Related Task in Autonomous Driving

Su-Jeoung Kim¹ · Ju-Hwan Lee^{2*}¹Master's Course, Department of Convergence Media, Seoul Media Institute of Technology, Seoul 07590, Korea²Associate Professor, Department of Convergence Media, Seoul Media Institute of Technology, Seoul 07590, Korea

[요약]

기존 비자율주행 환경에서도 선호된 음악 콘텐츠 소비는 대표적인 비주행 관련 활동으로 주행 조작에 사용하는 인지적 자원을 줄일 수 있는 고도 자동화 단계의 자율주행 차량에서 운전자는 몰입감 있고 풍부한 음악 콘텐츠 소비 활동이 가능해진다. 본 연구는 자율주행 차량에서 음악과 동기화된 조명이 운전자에게 몰입감 있는 음악 콘텐츠 소비 경험을 제공할 수 있다는 관점에서 음악-조명 동기화에 대해 운전자 경험과 기대를 탐색하는 포커스 그룹 인터뷰와 시각화 가능한 조명 배치 방식에 대한 실증적 평가 실험을 수행했다. 두 과정의 연구 수행 결과, 자율주행 차량에서 음악과 동기화된 조명을 함께 경험하는 것에 대한 운전자의 선호가 공통적으로 나타났다. 특히 선호되는 조명 활용 배치 조건은 차량 내부 하부 영역에만 배치하거나 하부와 중앙부 영역 조합이 선호됐다. 이러한 결과는 완성되지 않은 미래 기술의 사용경험을 미리 고려하고 적절한 대응 방식을 준비하는데 도움이 될 것이다.

[Abstract]

Music content consumption, which is preferred even in the existing non-autonomous driving environment, is a representative non-driving-related activity. In a highly automated autonomous vehicle (AV) that can reduce cognitive resources used for driving operation, drivers can enjoy immersive and rich music content consumption activities. This study conducted focus group interviews to explore driver experiences and expectations for music-light synchronization. Additionally, we employed an empirical evaluation experiment on the synchronized placement method from the viewpoint that lights synchronized with music in AVs can provide drivers with an immersive music content consumption experience. As a result of the two courses of research, drivers' preference for experiencing such lights in an AV was common. In particular, the preferred placement conditions were for lighting placed only in the lower area inside the vehicle or a combination of the lower and central areas. These results will help to consider the experience of using unfinished future technologies and prepare appropriate countermeasures in advance.

색인어 : 자율주행자동차, 비주행관련과업, 음악콘텐츠, 앰비언트 조명, 사용자경험**Keyword** : Autonomous Vehicle, NDRT, Music Content, Ambient Lighting, User Experience<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2023.24.8.1849>

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.

Received 30 June 2023; Revised 01 August 2023

Accepted 01 August 2023

***Corresponding Author; Ju-Hwan Lee**

Tel: +82-2-6393-3240

E-mail: jhlee@smit.ac.kr

1. 서론

좋아하는 음악을 들으며 도심과 자연 사이를 미끄러지듯 운전할 때 느끼는 즐거움은 자동차 운전자라면 한 번쯤 꼭 경험해보았을 것이다. 차량주행 중 음악 감상은 운전자가 차량 내에서 쉽고 흔하게 즐기는 활동으로 주행과 직접적인 관련성은 없지만 주행의 즐거움을 더해주시기도 하고 운전의 지루함이나 졸음을 쫓는 도구적 목적으로 활용되기도 한다. 이와 더불어 자동차는 공공도로를 달리는 밀폐된 사적인 공간으로 타인을 의식하지 않고 음악을 즐기는 공간으로 활용되고 있다. 실제로 다양한 고급 차량 브랜드에서도 차량 오디오 성능을 중요하게 여기고, 이 경험이 차량에 대한 운전자들의 주요한 질적 평가 지표 및 만족도에 영향을 주는 요인이기도 하다.

그러나 차량 주행 환경에서 운전자로서 가장 중요하고 주요한 활동은 주행을 안전하게 수행하는 것이다. 주행활동은 많은 인지적 주의 에너지를 요구하며, 일반적으로 운전자는 대부분의 시각정보처리 자원을 전방주시에 사용하게 된다. 이 제한된 과업수행상황에서 음악감상은 청각을 사용하여 주행 과업과 동시에 수행할 수 있는 보조적 활동으로 소비되어왔다. 그럼에도 불구하고 안전운행을 위해 운전자는 주된 과업인 차량 주행 조작을 위해 시각뿐 아니라 청각적 주의 및 정보처리 자원을 가용할 수 있어야 하므로, 비주행활동(NDRT; non-driving related task)인 음악감상에 온전히 몰입할 수 없는 것이 현실이다.

자율주행차량에 대한 기술적 연구와 상용화의 노력이 활발한 가운데, 그림 1과 같이 SAE International의 자율주행단계계를 운전자의 개입 여부와 시스템의 자동화 역할에 따라 0~5단계로 구분하고 있으며, 이 가운데 운전자가 시스템에 개입하지 않고 시스템이 정해진 도로와 조건 하에 운전이 가능한 고도 자동화 단계를 4단계(SAE Level 4)로 정의하여 분류하고 있다. 이처럼 운전자가 주행 조작에서 자유로울 수 있는 4단계 이상의 자율주행차량은 아직 도래하지 않은 미래이지만 첨단 주행 보조 시스템(ADAS; Advanced Driver Assistance System), 적응형 크루즈 컨트롤(Adaptive Cruise Control) 등으로 이미 조금씩 경험하고 있다. 우리가 운전을 위한 기능 조작과 주행 과업에 완전히 신경을 쓰지 않게 되었을 때 자동차는 운전 이외에 여러 가지 활동을 할 수 있는 '공간'으로서의 성격이 강화되고 차량 내부에서 지금까지 해왔던 활동의 성격과 종류도 변화할 것이다. 주행 중 운전자들이 가장 많이 선호하는 활동인 음악 감상도 지금까지 주행 과업을 이행하는 환경에서 보조적으로 이루어졌다면, 고도 자동화된 4단계 이상의 자율주행차량 환경은 비주행활동으로서의 음악 감상 활동에 적극적으로 몰입하여 즐길 수 있는 공간적 특성을 요구받게 될 것이다.

사람들이 차량 주행 중에도 온전히 정신적 자원을 음악 감상에 몰입할 수 있을 때 차량내 음악청취는 사람들에게 더 깊은 즐거움을 제공할 수 있을 것이다. 이와 같이 음악 감상에

SAE J3016™ LEVELS OF DRIVING AUTOMATION™

Learn more here: sae.org/standards/content/j3016_202104

SAE LEVEL 0™	SAE LEVEL 1™	SAE LEVEL 2™	SAE LEVEL 3™	SAE LEVEL 4™	SAE LEVEL 5™
You are driving whenever these driver support features are engaged – even if your feet are off the pedals and you are not steering			You are not driving when these automated driving features are engaged – even if you are seated in "the driver's seat"		
You must constantly supervise these support features; you must steer, brake or accelerate as needed to maintain safety			When the feature requests, you must drive	These automated driving features will not require you to take over driving	

Copyright © 2021 SAE International.

These are driver support features			These are automated driving features		
These features are limited to providing warnings and momentary assistance	These features provide steering OR brake/acceleration support to the driver	These features provide steering AND brake/acceleration support to the driver	These features can drive the vehicle under limited conditions and will not operate unless all required conditions are met	This feature can drive the vehicle under all conditions	
• automatic emergency braking • blind spot warning • lane departure warning	• lane centering OR • adaptive cruise control	• lane centering AND • adaptive cruise control at the same time	• traffic jam chauffeur	• local driverless taxi • pedals/steering wheel may or may not be installed	• same as level 4, but feature can drive everywhere in all conditions

그림 1. 미국자동차공학회(SAE) J3016 자율주행 단계 분류
Fig. 1. SAE J3016 levels of driving automation

집중할 수 있는 환경을 조성하기 위해서 필요한 자율주행 환경에서의 차량내 비주행활동 콘텐츠 경험증진 방법을 고려할 필요가 있고, 비주행활동 콘텐츠로서 가장 많은 사람들의 요구를 포함하는 음악소비 경험에 가능한 방안으로 음악과 조명의 통합된 경험으로 차량내 공간특성을 보다 몰입감 있게 즐길 수 있는 효과를 기대할 수 있다. 특히 음악은 시간적 흐름에 따라 변화하는 소리 특성의 기록이고, 조명을 통해 표현되는 빛은 음악의 빠르기나 소리의 강약에 맞춰 변화할 수 있고 그림이나 언어와 같은 정보 해석의 필요성 없이 직관적으로 이해할 수 있다는 점에서 매력적이다. 차량 내부 천장이나 면을 이용해 빛을 내는 인테리용 간접조명인 앰비언트 조명(ambient lighting) 설치하는 차량내 정서적 만족감을 높이고자 하는 차별화 요소로 일부 차량 설계 과정에서 이미 활용되고 있다.

이러한 측면 중에서도 본 연구에서는 자율주행 4단계 이상의 환경에서 인지적 자원을 풍부히 사용하여 차량내 음악 감상을 즐기기 위하여 음악과 조명이 제공되는 적절한 배치 형태(in-vehicle lighting arrangement)를 주요한 자율주행 이용환경 속성인 동승자 유무와 음악 감상의 몰입 정도 등을 고려하여 살펴보고, 특정한 차량내 조명 배치 구조가 자율주행환경에서 비주행활동인 음악감상 경험을 최적화하는 효과를 갖는지 실증적으로 확인하고자 한다.

II. 본론: 자율주행 차량내 음악콘텐츠와 조명효과

2-1 차량 주행 중 음악 콘텐츠 경험의 특성

일반적으로 차량주행 중 음악 콘텐츠 소비 활동은 '비어있는' 시간의 재전유(re-appropriation)이자 음악을 취향에 따

라 즐길 수 있는 사적 공간의 가치를 가지고 있다[1]. 음악감상에 대한 기존 연구들은 운전자가 주행 과업을 진행하는 환경에서 음악감상 활동이 운전자의 주행 능력에 미치는 영향에 집중하고 있다. 예를 들면, 운전 중 음악을 청취하면 운전자의 스트레스를 줄이고 기분을 개선하여 운전 중 발생 가능한 공격성을 줄일 수 있거나[2], 단조로운 운전상황에서 운전 성능에 미치는 영향을 탐구한 결과를 보면 작업에서 성능을 손상시키지 않고 차선 유지와 관련하여 각성을 제공하므로 긍정적인 영향을 줄 수 있다[3]. 그러나 주행상황이 길어지면 점진적으로 음악 청취의 각성효과가 둔화될 수 있고, 음악의 장르나 볼륨 크기에 따라서 주행 성능 감소에 영향을 미칠 수 있음을 시사하고 있다. 차량주행 중 음악청취는 주행 상황의 다양한 맥락적 상황(예를 들어 운전자의 성향, 언제, 누구와, 어디서 등등)과 엮여있기 때문에 운전자의 음악청취가 주행 능력에 어떤 영향을 미치는지 직접적으로 파악하기는 어려우나, 주의 분산 또는 감각의 둔감화에 영향을 주어 간접적으로 주행능력을 감소시킬 수 있음이 보고되어왔다. 즉 음악청취 활동은 도구적 역할로 운전자의 주의 집중이 필요할 경우에는 제한되어야 하는 활동이었다. 그러나 정해진 조건 하에서 운전자의 개입이 불필요한 자율주행 4단계 이상의 자율주행 차량 내에서 운전자는 안전한 주행 능력과 음악 콘텐츠 소비의 영향 관계에서 자유로울 수 있고, 음악 감상은 주행 능력과 성취에 어떤 영향을 주는지에 대한 관점에서 벗어나 주행 중 음악 콘텐츠를 더 몰입해서 즐기기 위한 차량내 환경 특성을 고려하는 관점으로 바꾸어 접근할 수 있게 된다.

2-2 자율주행환경의 비주행활동(NDRT)과 음악 콘텐츠

자율주행 차량은 운전자를 주행 과업에서 해방시키므로 기존 차량에서 운전자가 수행해야했던 주행 조작과 전방 주시 의무, 안전운행 관련 신호의 준수와 같은 부차 활동의 필요성도 사라지게 된다. 동시에 기존에 주행 과업을 수행하기 위해 고안된 차량 공간의 디자인도 차량 내에서 어떤 활동이 가능할 것인지에 따라 다시 설계되어야 한다.

고도 자동화 단계의 자율주행 기술이 아직은 완성되지 않았기 때문에 운전자들의 반응도 현재 수준의 자동차 이용 경험 범위 내에서 다뤄지고 운전자들이 상상하는 것과 실제 이용 상황이 완전히 일치하지 않을 수 있으나, 자율주행 환경에서 운전자들이 기대하는 비주행활동(NDRT)은 어떤 성격의 것들이 있을지는 중요한 질문이 되고 있다. 기존 연구 결과들은 운전자들이 자율주행 환경에서 주행의 '비어 있는' 시간을 생산적인 활동으로 보내려는 의도가 강하며, 이러한 의도는 주행중인 차량 내에서 기존에 없었던 새로운 활동 영역으로 '여가'나 '휴식'의 성격이 가장 두드러지게 나타난다[4].

우리가 이미 이용하는 대중교통의 경험을 자율주행 차량 경험과 유사한 것으로 빗대어 볼 때, 이동시간 중에는 긴장을 풀고 수동적인 활동(스마트폰 사용, 음악 청취 등)을 선호하는 경향이 여전히 높을 수 있다. 즉 음악 감상 활동은 여전히

자율주행 차량 내에서도 기대되는 활동이다. 자율주행 차량은 우리가 감각적, 인지적 집중력을 온전히 쏟아 몰입하여 비주행활동의 핵심적인 콘텐츠로서의 음악을 온전하고 풍부하게 경험할 수 있는 가능성을 제공할 것이며, 사적 공간으로서 차량 인테리어 속성인 시각적 정보 요소들을 활용하여 청각적 음악 콘텐츠를 다중감각적으로 더욱 풍성하게 즐길 수 있는 공간의 가능성도 제시할 수 있다.

2-3 음악 콘텐츠 소비와 시각적 조명의 영향 관계

디지털화된 음악 콘텐츠 소비 측면에서 음악은 '보이는 것'과 '들리는 것'을 종합하여 즐기는 예술이기도 하다. 관련 연구에 따르면, 특히 공연 음악의 경우 시각적 정보 값이 청각적 정보의 판단 값보다 우세한 영향을 주는 것으로 나타났다[5]. 녹음 기술이 존재하기 전 음악을 상상해 보면 음악감상이란 누군가의 연주행위를 통해서 나오는 소리를 즐기는 것 것이라고 생각했을 때, 시청각을 함께 사용하는 활동이다. 반드시 공연 음악이 아니더라도 1965년 상업 시장에 비디오 매체가 등장하면서 우리가 즐기는 현대 음악은 대체로 멀티미디어 속성을 포함하고 있다[6]. 시청각적이고 영화적인 공간을 크게 확장할 수 있는 라이브, 인터랙티브 오디오 비주얼이 장려되었고, 최근 유튜브(Youtube)와 같은 동영상 플랫폼의 발달로 시각과 함께 음악을 소비하는 현상은 더 늘어나고 있다. 이러한 현상은 앞서 언급한 것처럼 시각정보가 청각정보와 상호작용하며 영향을 미칠 수 있기 때문에 음악 콘텐츠 소비 경험을 한층 풍성하게 만들고, 사용자의 만족도를 높일 수 있는 것이다.

본 연구에서는 고도 자동화된 자율주행 차량에서 기대되는 비주행활동 중 적극적인 콘텐츠 소비 활동으로서 음악 감상의 사용자경험 증진을 위해 차량내 공간을 활용한 시각적 조명 배치의 통합적 효과를 평가하고, 적절한 콘텐츠 소비환경의 가능성을 제안하고자 한다. 먼저 자율주행 차량내 음악 감상과 실내조명 사이에 가능한 관계를 고찰해보면 아래와 같이 가능한 콘텐츠 소비환경으로서의 자율주행 차량내 음악 감상에 요구되는 조명 특성을 이해할 수 있다.

1) 동기화된 조명 효과(Synchronized Lighting effect)

일부 자율주행 차량에는 재생 중인 음악의 리듬이나 분위기와 동기화되는 실내조명 시스템이 있을 수 있다. 여기에는 음악 감상 경험을 향상시키는 몰입적 및 역동적인 환경을 조성하기 위해 조명의 색상, 패턴 또는 강도를 변경하는 것이 포함될 수 있다.

2) 주변 조명 테마(Ambient Lighting theme)

자율주행 차량에는 종종 승객이 다양한 조명 테마 중에서 선택할 수 있는 맞춤형 주변 조명 시스템이 있다. 이러한 테마는 다양한 음악 장르를 보완하거나 특정 분위기를 조성하도록 디자인될 수 있다. 예를 들어 차분한 주변 조명 테마는

클래식 음악과 짝을 이룰 수 있는 반면, 활기찬 테마는 경쾌한 음악 장르와 동기화될 수 있다.

3) 음악 시각화(Music Visualization)

자율 차량의 실내조명 시스템은 음악 시각화 기능을 통합할 수 있다. 즉, 조명이 실시간으로 음악에 반응하여 비트, 멜로디 또는 보컬과 같은 음악의 다양한 요소에 해당하는 시각적 패턴 또는 애니메이션을 표시한다. 오디오 경험에 시각적 차원을 추가하여 음악을 더욱 매력적으로 만든다.

4) 무드 기반 조명 사전 설정(Mood-based Lighting Preset)

자율 주행 차량에는 특정 분위기 또는 음악 장르와 관련된 사전 설정된 조명 프로파일 또는 사전 설정이 있을 수 있다. 예를 들어, "휴식" 모드를 선택하면 부드럽고 따뜻한 조명이 활성화되고 "파티" 모드를 선택하면 다채롭고 역동적인 조명 효과가 유발될 수 있다. 이러한 사전 설정은 원하는 분위기에 맞게 음악과 조명을 결합하여 응집력 있고 몰입감 있는 경험을 제공할 수 있다.

5) 개인화 및 기본 설정(Personalization & Preference)

개인 설정이 있는 자율주행 차량에서 개인은 자신의 음악 및 조명 기본 설정을 사용자 지정할 수 있다. 승객은 선호하는 조명 색 구성표, 강도 수준을 선택하고 취향에 맞는 음악 장르 또는 재생 목록을 선택할 수 있다. 이 사용자 정의를 통해 보다 개인화되고 즐거운 여행을 할 수 있게 된다.

자율주행 차량에서 음악과 내부 조명 간의 구체적인 관계는 제조사와 모델에 따라 다를 수 있지만, 음악과 조명의 통합은 궁극적으로 승객의 전반적인 편안함과 경험을 향상시키는 것을 목표로 하는 디자인 선택이 될 수 있고, 특히 고도 자동화된 자율주행시 운전자에게 사적 공간특성을 제공할 수 있는 비주행활동으로서의 음악 콘텐츠 소비 경험을 질적으로 향상시키고 풍성하게 만드는 중요한 기능을 기대할 수 있다.

2-4 비주행활동 음악 콘텐츠 경험과 차량내 공간 조명 효과

기본적으로 공간 조명은 사용하는 공간의 분위기를 만드는 중요한 요소 중 하나이다. 분위기는 감정이나 기분과 같은 정서적 상태가 아니라 우리 자신과 관련된 주변 환경의 경험으로 상황에 맞는 적절한 조명의 사용을 통한 분위기 조성은 사람의 인식에 영향을 줄 수 있다[7]. 조명의 밝기와 색상, 움직임 등이 기분과 감정에 영향을 준다는 사실은 다수의 연구로 알려져 있다[8]-[10]. 사람들이 좋아하는 음악을 감상하는 활동 또한 기분과 감정에 영향을 준다. 음악에 반응하여 경험하는 즐거움의 정도가 매개되어 감정적인 각성상태를 만들어 내고 물질적 보상이나 특정한 기능적 목적을 동반하지 않는 이러한 각성된 감정은 그 자체로 음악을 즐기는 것에 대한 보

상이다[11]. 조명이 음악의 분위기에 맞게 잘 조성된 환경은 이러한 감정적인 즐거움의 상태를 배가시켜 줄 수 있을 것이다. 요가를 하면서 차분한 음악과 은은한 조명 내에서 휴식과 명상을 취하기도 하고, 멋진 공연장에서 화려한 조명과 폭발적인 사운드를 즐기면서 고양감을 느끼는 것은 보편적인 경험이고, 이미 시중에도 조명과 음악을 결합한 형태의 제품들이 판매되고 있다(그림 1 참조).



그림 2. 음악과 연동된 조명 효과를 제공하는 발뮤다 더스피커(위) 및 필립스 휴(아래) 제품 사례

Fig. 2. The Speaker of Balmuda (above) and Hue of Philips Hue (below) as the products including the lighting synchronized with music play

차량 내 조명은 개선된 공간감, 안전, 편안함에 대한 인상을 제공하고, 감성적이고 브랜드 지향적인 분위기를 전달할 수 있는 요소로 사용자들에게 긍정적으로 지각된 품질과 경험을 전달하기 위해 미학적 관점에서 고려되고 있다. 앰비언트 조명을 사용하여 차량 내부의 편안함을 높여주는 것은 프리미엄 자동차의 표준으로 여겨지며, 최근에는 대중적인 자동차들에도 해당 기능을 제공하는 경향을 볼 수 있다[12]. 특히 낮은 조도에서 공간 지각, 기능성 및 지각된 내부품질에 관한 앰비언트 조명의 영향은 명확하다[13]. 자율주행 차량의 경우, 주행 중 운전자의 행동에 제약이 적고 활동 성격이 다양해지므로 내부 조명의 사용 목적과 기대효과 및 요구사항 또한 기존보다 다양해 질 것이다. 자동차 제조사 BMW는 이미 2014년 자료에서 가까운 미래에 차량 내부 조명요소가 전통적인 영역대비 10배 이상 증가할 것이라고 예측했다[14]. 차량 조명의 위치에 대한 기존 연구에서는 대체로 전방을 주시하는 운전자의 시야에 들어오는 위치는 기피되는 것으로 나타났다으나, 이는 조명을 차량내 공간을 구성하는 요소로서 평가한 것으로 본 연구에서는 자율주행환경 차량 내 조명을 음악 감상시 시각적 효과를 사용하는 환경에서 조명이 어떤 구성적 배치로 제공되는 것이 적절한지 파악해본다. 차량내부는 전장이 2~3미터 내의 크지 않은 공간으로 너무 강한 광원이거나 직접적인 조명의 노출은 시각적 피로감을 야기할 수 있으므로[15], 앰비언트 조명을 기준으로 운전자의 관점에서 음악과 조화롭게 통합적인 음악소비 경험을 느낄 수 있는 조명의 구성과 배치를 알아보려고 한다.

자율주행 차량에서 재생되는 음악을 시각적으로 나타내는 대화형 디스플레이 또는 라이트 스트립의 실내조명 배열은 차량의 디자인과 원하는 시각적 효과에 따라 달라질 수 있고, 아래와 같이 몇 가지 가능한 배치(arrangement) 방식의 특징들을 살펴볼 수 있다.

1) 천장 악센트 조명(Ceiling Accent Lighting)

차량 천장의 가장자리나 운곽을 따라 라이트 스트립(light strip) 또는 대화형 디스플레이(interactive display)를 설치하는 방식이다. 이 배열은 음악과 동기화된 동적 시각화를 표시할 수 있는 오버헤드 조명 효과를 생성한다. 승객에게 몰입감 있는 경험을 제공하고 넓은 디스플레이 영역을 허용한다.

2) 도어 패널 조명(Door Panel Lighting)

라이트 스트립 또는 대화형 디스플레이를 차량 도어 패널에 통합하는 방식이다. 이 패널은 음악에 반응하는 시각화 기능을 제공하여 승객이 차량에 탑승하거나 하차할 때 매혹적인 시각적 디스플레이를 생성할 수 있다. 패널은 인테리어의 전반적인 미학을 보완하도록 설계할 수 있다.

3) 바닥 조명(Floor Illumination)

차량 바닥을 따라 라이트 스트립 또는 대화형 디스플레이를 통합하는 방식이다. 이 배열은 승객의 몰입형 경험을 향상

시키는 눈길을 끄는 시각적 효과를 생성할 수 있다. 조명은 움직이거나 색상을 변경하거나 음악과 동기화되는 패턴을 표시하여 차량 내부에 역동적인 요소를 추가할 수 있다.

4) 대시보드 통합(Dashboard Integration)

대화형 디스플레이 또는 라이트 스트립을 차량의 대시보드 또는 계기판에 내장하는 방식이다. 이 배열은 운전자와 조수석 탑승자를 위한 시각적 중앙 지점에 제공한다. 이러한 방식은 산만함 없이 쉽게 볼 수 있는 음악 시각화를 선보일 수 있다.

5) 좌석 악센트 조명(Seat Accent Lighting)

좌석의 운곽이나 가장자리를 따라 조명 스트립 또는 대화형 디스플레이를 설치하는 방식이다. 이 배열은 각 승객에게 개인화된 시각적 경험을 제공할 수 있다. 조명은 음악에 반응하여 좌석을 강조하고 개별화된 몰입감을 더할 수 있다.

위와 같은 방식 외에도 다양한 배치 방식으로 음악 콘텐츠 재생과 통합될 수 있는 자율주행 차량내 조명 배열이 있을 수 있다. 특정 실내조명 배열은 차량 디자인, 사용 가능한 공간 및 원하는 시각적 효과와 같은 다양한 요소에 따라 달라지며, 궁극적인 목표는 음악과 차량 내부 공간 간의 연결을 강화하여 시각적으로 놀랍고 몰입감 있는 음악 콘텐츠 소비 경험을 만드는 것이다.

Ⅲ. 자율주행 차량내 비주행활동 음악 콘텐츠 소비경험 탐색을 위한 포커스 그룹 인터뷰

본 연구는 자율주행 중 차량내 비주행활동(NDRT)으로 음악 콘텐츠를 소비하는 상황에서 음악 콘텐츠와 내부 공간의 연결을 통해 통합된 사용경험을 제공하는 앰비언트 조명 배열에 대한 가능성을 탐색하고자 두 단계로 구분된 연구 과정을 수행했다. 먼저 일반 운전자들을 대상으로 포커스 그룹 인터뷰(FGI; focus group interview)를 진행하여 자율주행 차량과 차량내 음악소비 경험 등에 대한 참가자들의 경험과 기대를 살펴보고, 특히 고도 자동화된 자율주행 중 몰입감 있고 풍성한 음악 소비 경험 필요한 특성, 그리고 차량 내부 공간의 조명을 활용한 음악 콘텐츠 통합 경험에 필요한 구체적인 조명 배치 등을 논의했다. 다음으로는 포커스 그룹 인터뷰를 통해 수렴된 의견 분석을 근거로 자율주행 차량내 음악 콘텐츠와 동기화된 조명 효과 배치에 대한 가능한 제공 방식을 구체적인 차량 내부 디자인 시안을 구성하여 운전경력자를 대상으로 평가실험을 진행 및 결과를 분석했다.

3-1 포커스 그룹 인터뷰 (FGI) 구성 및 진행

차량운행을 위한 운전 조작 행위에 주의를 기울일 필요가 없는 고도 자동화 단계 이상 자율주행 차량 환경에서 차량내

조명 요소를 시각정보로서 음악 콘텐츠와 함께 경험할 경우 기대되는 조명의 형태와 기능적 요구사항, 그리고 사용맥락을 실제 자율주행 차량 이용자를 대상으로 파악할 필요가 있다. 그러나 아직 완성되지 않은 기술적 수준을 고려하여 차량 운행 경험이 있는 운전경력자를 대상으로 자율주행 차량의 이용경험을 예상해보고, 특히 자율주행중 음악 감상과 내부 조명의 통합 효과를 살펴보고자 포커스 그룹 인터뷰(FGI)를 진행했다.

인터뷰 참가자로는 자동차 주행능력이 미숙하여 대부분의 인지적 자원을 주행조작에 할당해야 하거나 자동차 이용시 음악소비 경향이 낮은 운전자를 제외하고자 경력 운전자를 대상으로 주행 경력(2년 이상 오토 드라이버)과 주행중 음악 청취비중(5점 척도에서 4점 이상, '대부분의 주행에서 음악을 청취함') 조건 등에 부합하는 5명의 참가자(남성 3명, 여성 2명; 나이 평균 37.4세; 운전경력 평균 12.7년; 누적주행거리 평균 187,000 km; 주행중 음악청취비중 평균 4.6점)가 선정되어 참여했다.

표 1. 포커스 그룹 인터뷰 주요 항목
Table 1. Focus group interview topics

Category	Details
Understanding current in-vehicle music consumption	<ul style="list-style-type: none"> • Conditions and Purposes of in-vehicle music consumption • Context and situations of music consumption • Individual preferences during music consumption • Characteristics of the car space affecting music consumption • Cases and reasons for not engaging in the in-vehicle music consumption
Expectations for music consumption in autonomous vehicles	<ul style="list-style-type: none"> • Conditions for music consumption in autonomous vehicles • Changes in the context and situations of music consumption in autonomous vehicle environments • Visual elements expected during music consumption in autonomous vehicles
Expectations for using lighting as part of music consumption experience	<ul style="list-style-type: none"> • Impressions of using lighting during music consumption • Impressions and expectations for using lighting during music consumption in autonomous vehicle environments
Visual representation of interior lighting for music consumption in autonomous vehicles	
The Impact of Providing a Music Consumption Environment with Lighting in Autonomous Vehicles	<ul style="list-style-type: none"> • Utilization scenarios and purposes of lighting during music consumption • Changes in the way of using vehicles due to music consumption with lighting • Concerns and considerations when designing a music consumption environment with lighting

인터뷰 진행은 먼저 참가자 소유 차량 내에서의 음악 감상에 대한 특징을 파악하고, 자율주행 차량에서 참가자들의 음악 감상에 대한 기대사항을 확산적으로 논의한 후 음악 감상과 시각적 요소로 '차량내 조명 사용'에 대한 기대사항을 파악하는 순서로 구성했다. 고도 자동화 4단계 이상 자율주행 차량의 사용경험과 이용방식에 대한 이해가 다를 수 있기 때문에 인터뷰 중 현대자동차 자율주행 4단계 이상 콘셉트 소개영상을 함께 시청하여 공통적인 인식수준을 맞추고자 했다 [16]. 인터뷰의 후반부에는 1)운전자석에 바라본 차량 내부 [17], 2)측면에서 바라본 차량 전반의 사진 자료를 제공[18]하고 참가자가 기대하는 음악 콘텐츠 소비경험을 위해 최적화된 차량 내부의 조명 배치를 직접 그림으로 표현하도록 요청했다. 4단계 이상 자율주행 차량의 내부 구조를 현재와 유사한 형태로 가정하는 것은 한계가 있으나, 완전히 다른 차량 환경을 고려해서 평가하는 것은 형태의 다양성과 선정한 형태에 대한 타당성 확보의 한계가 있으므로 현재와 유사한 형태를 전제하고 진행했다. 인터뷰 진행시간은 대략 120분이었고, 인터뷰를 통해 논의된 주요 항목 구성은 표 1과 같다.

3-2 포커스 그룹 인터뷰 결과 및 분석

1) 현재 차량 이용중 음악 콘텐츠 소비경험 특성

인터뷰 참가자들은 차량 이용시 습관적, 반사적으로 음악 콘텐츠를 소비하는 경향이 많았고, 특수 상황에 따라 목적성을 갖고 음악을 소비하는 특성도 나타났다. 특히 차량주행 과업이 인지적 자원을 많이 사용하면서 동시에 지루한 부분도 있기 때문에 주의 환기나 스트레스 해소 기능 역할을 하는 음악 소비 행태가 두드러지게 나타났다. 즉 차량 이용시 음악 청취에 대한 목적성이 크지 않고, 기대도 높지 않으나 항상 소비하는 경향과 운전 주행 능력을 제고하기 위한 활동이나 기분 전환 및 각성 필요로 음악 청취를 소비하는 경향이 동시에 존재하는 것이다. 차량 내부는 운전자 홀로 즐길 수 있는 밀폐된 사적 공간으로 비트가 강하거나 높은 음량으로 음악을 즐길 수 있는 자유로운 환경이어서 음악을 따라 부르기도 한다는 의견이 많았다. 어떤 참가자는 집에서 음악을 전혀 듣지 않는데 반해 차량 이용 시에만 음악을 듣는다는 의견도 있었다.

차량 이용중 대부분의 참가자들이 혼자 음악을 들을 때와 동승자와 함께 있을 때에 따라 음악 콘텐츠 소비 특성이 다르다고 반응했다. 동승자가 있을 경우, 동승자와의 분위기를 부드럽고 편안하게 만들기 위해 음악을 트는 경향이 있고 동승자와의 친밀도나 관계성에 따라 음악 선곡에도 영향을 받는 것으로 드러났다. 차량공간은 차량 소유 운전자의 공간이라는 의식이 존재하고 운전자가 주도권을 갖고 동승자를 고려해서 음악을 선곡하게 되는데 매우 친밀한 관계일 경우 동승자가 음악을 선곡하기도 한다. 친밀한 관계일 경우, 동승자가 운전자의 선곡을 평가하기도 하고 운전자는 동승자에게 본인의 취향을 드러내기 위한 수단으로 음악을 활용하기도 한다.

차량 이용시 음악 콘텐츠를 선택할 때는 거의 큐레이션 추천 알고리즘(curation recommendation algorithm)에 맞춰져 있으며, 주행중에 선곡을 변경하는 조작 인터랙션이 어려워므로 탑승하자마자 처음 설정하는 플레이 리스트가 매우 중요하게 된다. 차량을 운행하는 목적 및 특성(택락, 동승자, 날씨 등)에 따라서 음악 장르(genre)나 플레이리스트(playlist)를 선택하기도 하고, 플레이리스트에서 제공되는 곡들을 주로 소비하는 편이다. 현재 이용중인 비자율주행 환경에서는 필요시마다 원하는 음악을 찾아 듣기 어려운 상황이기 때문에 알고리즘 의존도가 더욱 큰 것이 현실이다. 이러한 경우 본인의 취향과 다르면 전반적으로 음악 콘텐츠 소비경험의 만족도가 저하되는 경향이 있다. 음악을 청취하지 않는 경우는 교통방송과 같은 다른 정보를 수집해야하거나 동승자와 운전자의 관계성에 따라서 생각에 집중하는 경우도 있다.

2) 자율주행 차량에서 음악 콘텐츠 소비 기대사항

기존 비자율주행 차량에서는 주행조작 그 자체에 대부분의 인지적 자원을 사용했다면, 자율주행 환경에서는 다른 활동, 즉 비주행활동(NDRK; 예를 들면, 수면, 책읽기, 대화 등)에서 음악을 배경(BGM)과 같은 목적으로 활용하여 차량내 분위기 조성 용도로 소비하려는 성격 변화가 기대되었다. 이에 더하여 음악과 시각적 요소를 함께 즐기는 것을 기대했으며, 비자율주행 환경에서 안전한 주행을 위해 주변 소리 정보(경적 소리나 기타 위험 신호)에 주의할 필요가 컸지만 자율주행 환경이라면 외부 소리 정보에 크게 주의할 필요가 없이 음악 콘텐츠에 몰입할 수 있을 것으로 기대했다.

3) 음악 콘텐츠 소비와 시각적 '조명 사용' 기대사항

인터뷰 참가자들은 음악 콘텐츠 소비를 더욱 풍성하게 즐길 수 있는 요건으로는 눈에 부담이 가지 않는 정도의 앰비언트 조명을 통해 공연장과 같은 현장감 있는 분위기 조성이나 날씨나 밤/낮 여부, 여행 등 환경에 적절한 무드(mood)를 조성하여 더 풍부하게 음악 콘텐츠를 소비할 수 있을 것으로 기대했다. 음악의 비트, 멜로디에 따라 조명 변화가 제공되는 것도 기대되지만, 음악을 듣는 상황에 사용하고 싶은 조명을 운전자가 직접 선택 가능한 방식의 필요성이 높았다. 음악과 동기화된 통합 조명을 제공해주는 방식이 일방적일 경우, 운전자의 감정이나 상황과 잘 어울리지 않을 수 있다는 우려가 있는 것이다. 기대되는 조명 형태는 앰비언트 조명뿐 아니라 차량 내부 전면 혹은 측면의 유리면을 활용한 조명이나 미디어 아트처럼 사용자가 조명에 인터랙티브한 효과를 줄 수 있는 형태도 기대할 수 있는 것으로 나타났다. 구체적인 조명 효과의 경우는 빛의 흐름에 따른 움직임, 색의 변화와 조량, 조도의 변화에 따른 반짝거리는 효과 등도 기대되었다.

4) 음악-조명 동기화 제공과 자율주행 차량 이용의 관계

자율주행 차량의 경우, 차량의 특성으로 '이동성'뿐 아니라 '공간성'이 커지면서, 그 공간에서 음악 콘텐츠에 맞춰 표현되

는 적절한 조명은 내부 공간을 매력적이게 만드는 요소로 나타났다. 음악과 어울리는 조명 공간 경험을 즐기기를 위한 것이 드라이빙을 하게 되는 이유 중 하나가 될 수 있으며, 해당 환경을 즐기기를 위해 차량을 더 오래 이용하고 싶은 빈도 또한 증가할 것으로 기대되었다. 즉 음악과 동기화된 조명 효과를 제공하는 것은 자율주행 차량에 대한 '공간'으로서의 차량 활용도가 높아질 것으로 나타났다. 구체적인 의견으로는 음악과 어울리는 조명은 데이트나 대화 등 소통하기에 좋은 분위기를 제공해주고, 캠핑이나 여행에는 감성을 고양해서 여행을 더 자주 다니게 될 요인으로 느꼈다.

자율주행중 음악과 조명을 함께 즐길 경우의 효과로는 화려함, 역동성을 많이 기대했으며 라이브콘서트 공간 같은 생생함, 역동성이 강한 음악을 더 듣게 될 가능성과 음악 장르 선정시 조명을 고려해서 음악을 선택하거나 음악 장르 선정시에 무드가 고려요소로 작용할 수 있을 것으로 보인다. 해당 기능을 이용함에 따른 우려사항으로는 다른 주행차량에 내가 즐기는 빛이 방해가 되지 않도록 설계되어야 할 것과 동시에 밖에서 들어오는 빛을 적절히 차단해서 내 차량내의 조명을 충분히 즐길 수 있도록 조성하고, 유리창을 전면적으로 활용하게 되더라도 도로 상황의 가시성을 확보할 수 있는 창구는 확보되어야 한다는 점 등이 있었다.

위와 같이 포커스 그룹 인터뷰 진행을 통해 분석한 내용은 동승자에 따라서 음악 콘텐츠 소비의 목적과 장르에 영향이 존재하며, 자율주행 차량 내부의 비주행 관련활동이 다양해지면서 음악을 활용하는 목적도 다양해지는 것을 확인할 수 있었다. 자율주행 차량내 음악과 동기화된 조명 효과의 활용에 대해서 인터뷰 참가자들의 자연스러운 수요가 존재했으며 조명 형태나 배치는 앰비언트 조명을 선호했다. 이에 더하여 자율주행 차량 내부에서 적극적이고 대담한 조명의 배치와 사용을 기대하는 측면도 발견되었다. 운전자에게 차량내 조명의 활성화 및 활성화 위치, 색상과 밝기에 대한 세부 조정의 필요성 또한 요구되는 것으로 나타났다.

IV. 자율주행중 음악-조명 동기화 배치 평가실험

본 연구의 다음 단계로 위와 같이 진행된 포커스 그룹 인터뷰 결과에 근거하여 자율주행 차량내 음악 콘텐츠와 동기화된 조명 효과 배치에 대한 가능한 제공 방식을 구체적인 차량 내부 디자인 시안으로 구성하고 실제 운전 경력자들을 대상으로 음악과 동기화된 조명 효과의 배치 특성을 평가 받는 평가실험을 수행했다.

4-1 평가실험 참가자

총 38명(평균 38세; 여성 18명, 남성 20명)의 운전 경력자들이 평가실험에 참가했으며, 전체 참가자의 누적 주행거리 평균은 약 130,000 km이다.

4-2 평가실험 설계 및 절차

본 연구의 평가실험은 4단계 이상의 고도 자동화된 자율주행 중 음악과 동기화된 조명 효과 제공이 가능한 차량내 공간적 조명 배치를 운전 경력자들을 대상으로 직접 평가받아 가능한 프로토타입 제작에 필요한 중요한 정보로 삼고자 하였다. 이를 위해 핵심 요소로 1)차량내 음악-조명 동기화 배치 조건을 독립변수로 설정하고, 음악 콘텐츠 소비에 영향을 미치는 주요 요인으로 2)음악청취 목적에 따른 맥락 조건과 3)차량 동승자 여부 조건을 추가적인 독립변수로 포함하였다. 이와 같은 세 가지 독립변수에 따라 자율주행 차량 이용환경과 음악-조명 동기화 내부 배치 조합을 구성하여 평가실험 참가자에게 제시하고 각 조합이 반영된 시안에 대해 선호도(5점 척도)를 평가받았다. 조명 효과의 배치 조건뿐 아니라 음악청취 맥락과 동승자 여부 등 추가적인 독립변수를 포함한 이유는 이러한 조건들이 차량내 음악 콘텐츠 소비 경험에 영향을 미쳐서 적절한 조명 배치에 대한 평가 결과를 다르게 만들 수 있기 때문이다.

첫 번째로 차량내 음악-조명 동기화 배치 조건은 그림 4와 같이 가상적인 자율주행 차량의 내부 이미지를 기준으로 주행관련 시각 영역인 상부(A영역), 직접적인 시각 영역이 아닌 하부(B영역), 그리고 차량내 인포테인먼트 제시 중심의 중앙(C영역)으로 구분했다. 이와 함께 적극적인 공간 조명 구성의 가능성을 위해 차량내 유리면(b영역)을 조명 배치 영역으로 활용하는 방안을 포함하여 평가 대상 시안을 구성했다. 이를 통해 가능한 조명 배치 영역의 조합 조건이 다양하게 제공될 수 있으나 이전 포커스 그룹 인터뷰 결과와 차량 이용의 일반적인 행태를 고려하면 모든 조명 배치 공간 조합이 평가되 필요는 없을 것이다. 이에 자율주행 중 음악 콘텐츠 소비를 위해 다소 소극적인 조명 배치 공간 활용에서부터 매우 적극적인 조명 배치 공간 활용까지를 반영하여 (1)하부, (2)하부+중앙, (3)하부+중앙+상부, (4)하부+유리면, (5)하부+중앙+유리면, (6)하부+중앙+상부+유리면 등으로 총 6가지 조명 배치 공간 조합을 구성하였다. 총 6가지 평가 대상 조명 배치 조건부+중앙+상부+유리면 모두를 포함하여 가장 적극적인 배치 조건의 시안 이미지는 그림 5와 같다.



그림 3. FGI 참가자가 그린 조명 형태와 위치 사례
 Fig. 3. An example of lighting forms and positions drawn by FGI participants

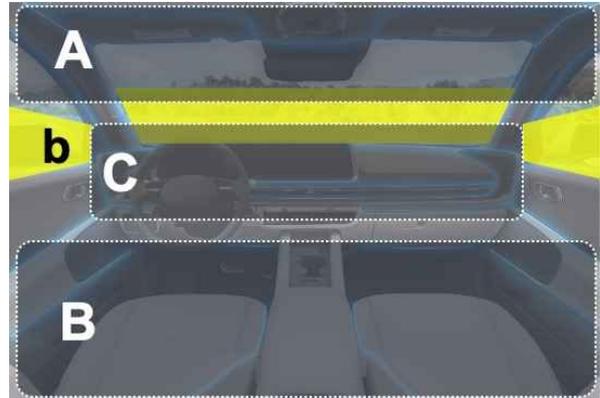


그림 4. 평가실험 대상 조명 배치 영역 (A: 시야에 직접적인 상부 영역, B: 시야에 간접적인 하부 영역, C: 시야 중앙 영역, b: 유리면 조명 효과 적용-노란색으로 표시)
 Fig. 4. Lighting areas for the participant's evaluations (A: Direct upper area in the field of view, B: Indirect lower area in the field of view, C: Central area in the field of view, b: Lighting effect applied on the glass surface - indicated in yellow)

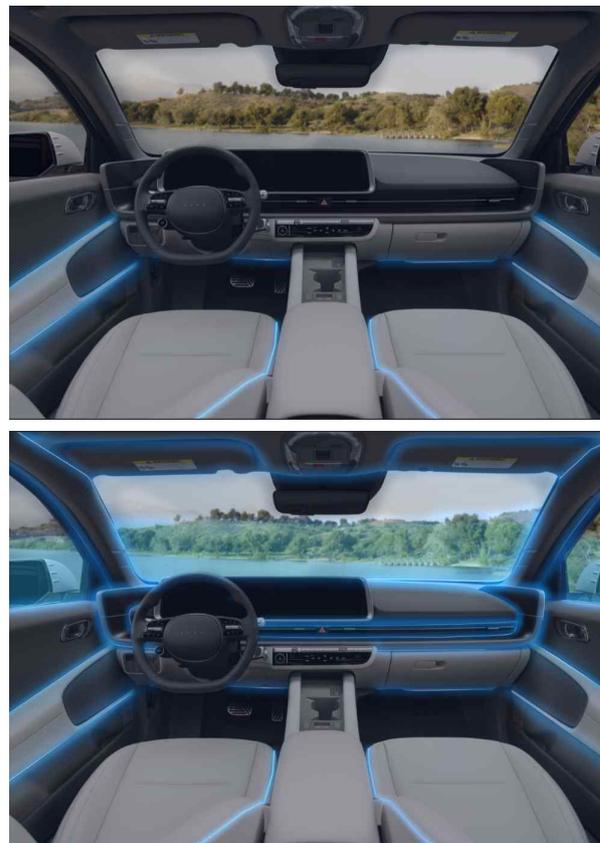


그림 5. 음악 동기화 앰비언트 조명을 하부 영역에만 제공하는 소극적 배치 조건(위)과 모든 영역에 제공하는 적극적 배치 조건(아래)의 평가 시안 사례
 Fig. 5. Prototype design images of the indirect lower area version (above) and all area version (below) providing ambient lighting synchronized with music play

두 번째로 음악 청취 목적에 따른 맥락은 음악 콘텐츠 소비의 몰입 정도에 따라 (1)몰입, (2)가벼운 소비, (3)도구적 소비로 구분된 3가지 조건을 설정했다. 자율주행 중 음악 감상 자체에 몰입하여 집중하는 경우를 몰입 정도가 가장 높은 수준으로 정의하고, 자율주행 중 음악 감상 외의 다른 활동을 하지 않지만 음악을 가볍게 소비하는 경우(기분 전환, 무드 환기 등)를 중간 단계, 주행중 음악을 다른 활동(식사, 책읽기 등 업무와 관련되지 않은 활동)에 도구적으로 활용할 경우를 낮은 몰입 수준으로 구분했다. 이를 동승자 유무와 조합하여 6가지 자율주행중 음악 청취 상황 맥락 조건을 구성하고, 각각의 상황을 가정하는 맥락 조건에서 앞서 소개한 6가지 음악-조명 동기화 배치 조건들에 대한 선호도를 평가했다.

평가실험 전 참가자들에게 자율주행 상황에서 비주행활동 특성과 사용경험을 공통적으로 이해하고 예상할 수 있도록 아우디(Audi)의 자율주행 4단계 이상 콘셉트 영상[19]을 시청하도록 제공하였다. 또한 차량 탑승 위치 및 목적과 내부에서 겪는 경험의 성격과 관점을 한정 짓기 위해 참가자를 운전석에 탑승한 운전자 역할로 탑승위치를 한정 짓고, 이에 더하여 다양한 제공 방식과 조합으로 평가에 영향을 미칠 수 있는 조명 색상과 밝기, 그리고 자율주행 차량의 실내 디자인 구조 등은 평가대상에서 통제하도록 제외했다.

4-3 평가실험 결과 분석

본 연구의 주요 변수들에 대한 평가 결과 분석을 살펴보면, 첫 번째로 자율주행 음악-조명 동기화 배치 조건 6가지에 대한 선호도 평가에서 통계적 차이가 나타났다($F(5,185)=40.836, p<.001$). 그림 6의 결과 그래프에서 확인할 수 있듯이, 음악-조명 동기화 배치 조건이 시야를 차지하는 공간이 최소화된 차

량내 하부 영역에 대해 가장 높은 선호도($M=3.711$)를 보였고, 다음으로 하부+중앙($M=3.254$), 그리고 하부+유리면($M=2.794$), 하부+중앙+유리면($M=2.531$), 하부+중앙+상부($M=2.456$), 하부+중앙+상부+유리면($M=2.101$) 순으로 나타났다. 이러한 결과는 선호도 평가 기준의 보통에 해당하는 점수가 3점인 것을 고려하면, 음악과 함께 제시되는 조명 효과에 대한 선호가 하부 영역, 그리고 하부+중앙 영역의 경우를 제외하면 크게 선호되지 않음을 의미한다고 해석할 수 있다.

두 번째로 음악 청취 목적의 몰입 정도 3가지 조건에 따른 선호도 차이는 통계적으로 유의미하지 않았다($F(2,74)=1.443, p>.05$). 즉 이들 3가지 다른 몰입 정도의 음악 청취 맥락에 따른 선호도 차이는 없는 것으로 나타났다. 그러나 평가 결과에서 흥미로운 부분은 그림 7의 결과 그래프와 같이 자율주행 차량내에서 음악 청취 목적의 몰입 정도에 따른 음악-조명 배치 조건에 대한 선호도가 다르게 평가되었다는 점이다. 즉 음악 청취 목적의 몰입 정도와 조명 배치 조건 사이의 상호작용이 통계적으로 유의미하게 나타났다($F(10,370)=5.666, p<.001$). 이러한 결과를 상세히 살펴보면, 음악 자체에 몰입 및 집중하는 경우, 상부 및 유리면 영역까지 포함해서 차량내 조명 배치 영역에 따른 선호도 차이가 크지 않고 전반적으로 유사한 선호도를 보였으나, 가볍게 소비하는 음악 청취 중에 조명 배치 영역에 대한 선호도 점수는 상부 및 유리면 영역을 더 넓게 포함할 경우 보다 가파르게 낮아지는 것을 볼 수 있다. 즉 음악 청취 목적의 몰입 상황이 앰비언트 조명의 구성과 상호작용하여 자율주행 차량 이용자들의 사용경험에 영향을 미칠 가능성을 의미한다.

마지막으로 운전환경(동승자 유무)에 따른 조명 배치 선호도 점수의 통계적 차이가 유의미하게 나타났다($F(1,37)=6.164, p=.018$). 즉, 자율주행차량을 혼자 이용할 때($M=2.670$)보다는

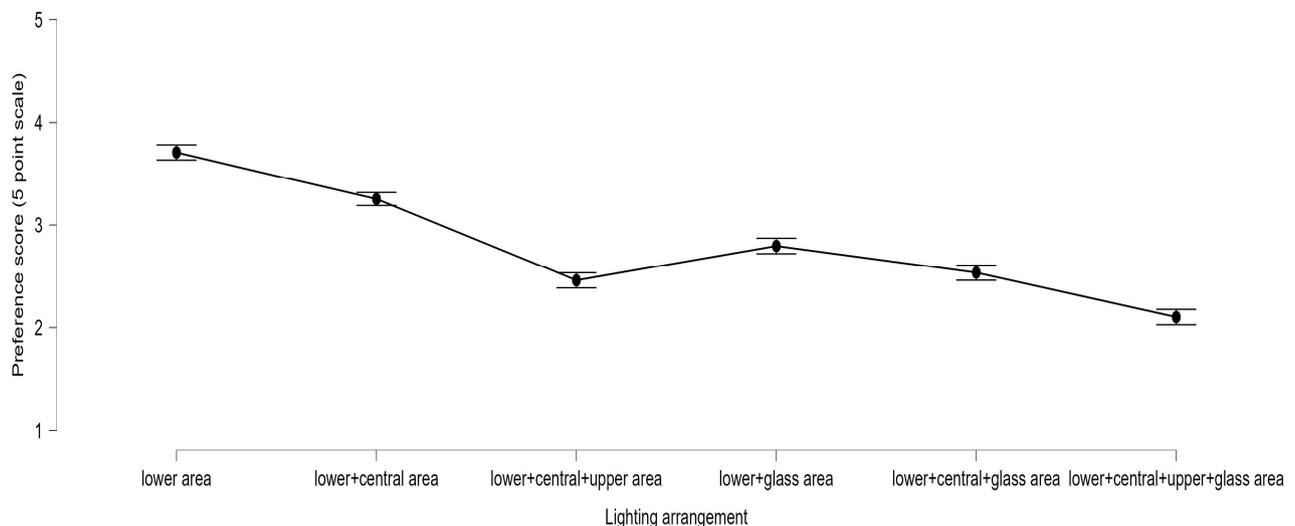


그림 6. 고도 자동화된 4단계 이상 자율주행 중 음악-조명 동기화 배치 조건 6가지에 따른 선호도 점수 차이

Fig. 6. Preference differences for six lighting arrangement conditions during music listening in the level 4+ autonomous vehicles

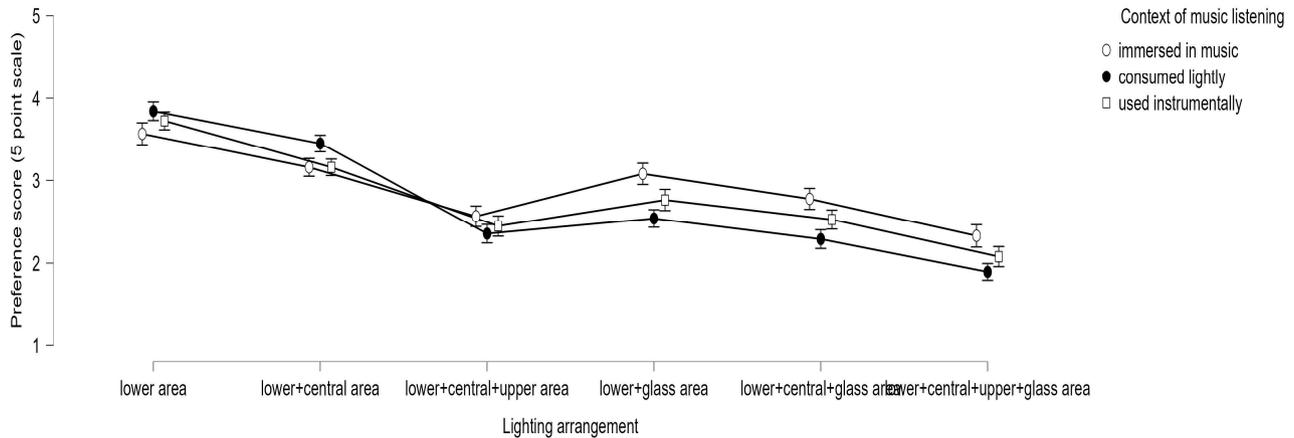


그림 7. 자율주행 중 음악-조명 동기화 배치 조건 6가지와 음악 청취의 몰입 정도 3가지의 선호도 점수에서 상호작용 효과
 Fig. 7. The interaction effects on the preference score for six lighting arrangement and three context of music listening conditions in the level 4+ autonomous vehicles

가까운 관계의 동승자와 함께 이용할 때(M=2.946) 전반적으로 음악에 따른 조명 효과를 전반적으로 더 선호하는 것으로 나타났다.

전체 분석결과를 종합해보면, 위와 같은 결과들은 하부 및 하부+ 중앙 영역과 같은 최소화되고 시야를 덜 침범하는 영역의 조명 효과는 음악 청취 몰입 상황에 크게 구애 받지 않으나, 차량내 상부 및 유리면 영역 등 보다 넓은 영역을 조명으로 활용하는 경우는 음악 청취 목적의 상황적 맥락에 따라 선호 경향이 크게 나타날 수 있다는 것을 의미한다. 평가실험 참가자들의 평가의견을 수집한 내용을 살펴보면, 음악-조명 동기화를 적극적으로 사용하고 싶다는 의견과 거부감이 든다는 의견으로 나뉘기도 했다. 전반적으로 적극적인 음악-조명 동기화 배치에 대해서는 다소 방어적으로 나타났는데, 이는 자율주행 차량과 비주행활동의 가능성 등에 대한 실제 경험과 신뢰감을 쌓기 어려운 현실적 평가 상황의 한계와 관련될 것으로 보인다. 또한 음악-조명 동기화 배치를 위해 차량 내부 전면부의 활용은 점진적인 사용경험을 제공하여 운전자들이 새로운 콘텐츠 소비 방식에 익숙하고 안전감을 느낄 수 있는 적응기간을 요구하는 것으로 보인다.

V. 결론

고도 자동화된 4단계 이상 자율주행 차량에서 음악과 조명을 함께 즐기는 것에 대한 확산적인 의견을 탐색적으로 청취하고자 했던 포커스 그룹 인터뷰에서는 음악과 함께 즐길 수 있는 시각적 요소로서 앰비언트 조명 활용을 자연스럽게 기대했으며, 음악과 동기화된 조명의 통합 배치는 일반적으로 선호되는 조명 위치인 차량 하부 영역 이외에도 가시적으로 운전자의 시야에 잘 들어오는 중앙부 및 상부, 더 나아가 유리면 조명도 선호할 수 있는 것으로 나타났다. 조명의 형태 측면에서도 앰비언트 조명을 기본으로 하여 조명 자체를 소

비할 수 있는 장식적, 미학적 형태에 대한 요구 또한 어느 정도 존재했다. 차량내 음악 콘텐츠 소비 행위는 누구와, 언제, 그리고 주행 목적에 따라 적절한 장르의 선택과 활용 목적이 달라지는 것으로 파악됐다. 평가실험은 인터뷰의 질적 평가를 통해 도출된 음악-조명 동기화의 적극적인 배치 형태와 음악 콘텐츠 소비 활동시 조명 활용의 다양한 요구 특성을 평가하기 위해 양적 평가 방식으로 진행됐다. 인터뷰 결과에 근거하여 차량내 음악-조명 동기화 배치가 가능한 영역을 범주화하여 시각적 자료로 제공하고, 음악 콘텐츠 소비 경험에 영향을 줄 수 있는 청취 상황을 조건화하여 몰입 기준으로 활동 위계를 구분했다. 평가실험 결과에서 4단계 이상 자율주행 차량에서 가장 선호된 음악-조명 동기화 배치 조건은 하부 영역에 대한 선호가 가장 높았고, 그 다음으로 하부+ 중앙까지의 영역이 수용적으로 평가됐다. 이러한 결과는 차량 상부, 유리면 등의 조명 활용에 기대감이 높았던 인터뷰 결과와 일부 상반되는 결과이지만, 음악 자체에 몰입하여 집중 소비하는 경우에는 상부 및 유리면 등 적극적인 영역에 대한 선호도 낙폭이 음악을 가볍게 소비하는 경우에서보다 완만하게 나타났다. 즉 음악에 몰입해서 즐길 수 있는 사적 공간으로서의 4단계 이상 자율주행 차량내에서 음악-조명 동기화의 적극적인 배치 구성에 대한 운전자의 수용성이 존재한다고 이해할 수 있다.

동승자 여부에 따라서 조명효과와 선호여부에 유의한 차이가 존재하는데, 동승자(가까운 관계)가 함께 탑승할 때 조명 효과를 더 선호하는 것으로 나타났다. 이는 동승자의 존재 유무가 차량내 음악 감상 활동에 영향을 주는 것을 의미한다. 일부 평가실험 참가자 의견에 따르면, “동승자랑 있을 경우, 들어서 음악을 즐기거나 대화를 많이 하는데 조명이 있고 음악도 있으면 분위기 조성에도 도움이 많이 될 것 같다”, “동승자가 있다면 어쩔 때는 조명으로 과시를 하고 싶을 수 있으나 과하지 않은 것을 선호한다”, “동승자가 있을 경우에는 외부 위험요소보다 동승자와의 분위기를 중요하게 생각했기 때문에 선호도를 높게 평가했다” 등의 의견을 살펴볼 때, 음악과

조명 동기화를 차량주행시 분위기 형성의 도구로 기대하기 때문일 것으로 이해할 수 있다.

본 연구의 서론에서 밝힌 바와 같이 완성되지 않은 미래의 기술을 가정하여 사용자들의 의견과 경험을 이해하려는 시도에는 여러 가지 한계점들이 있을 수밖에 없다. 그럼에도 불구하고 미래 기술의 고려해야 할 중요한 사용경험 이슈를 미리 살펴보는 목적에서 본 연구는 질적 및 양적 평가를 수행했으며, 그 결과에서 주행 활동으로부터 자유로운 고도 자동화된 4단계 이상 자율주행 차량 내에서 좋아하는 음악이나, 평소 듣고 싶었던 음악을 조명과 동기화 시켜서 함께 경험하는 것에 대한 긍정적인 측면을 공통으로 살펴볼 수 있었다. 앞으로의 자율주행 차량은 이동하는 공간으로서 비주행활동(NDRT) 활용이 다양해지는 만큼 내부 디자인과 구조에 변화 폭도 클 것으로 예상된다. 본 연구 결과와 논의 내용은 자율주행 차량 내부를 디자인하는데 있어 비주행활동으로서의 음악 콘텐츠 소비를 운전자에게 가시성이 높은 영역의 조명 배치 구성과 함께 고려할 수 있는 여러 조건들이 무엇인지 파악하는 측면에서 도움이 될 것이다. 이후 운전자에게 더 사용자 친화적이고 만족스러운 음악-조명 활용 경험을 설계하기 위해서는 차량내 조명 색상, 밝기, 행태, 움직임 등 시각적 요소와 음악을 구성하고 특징짓는 청각적 요소 등의 상호 관계성을 면밀히 살펴보고 사용자 경험 설계에 반영 할 수 있는 추가 연구들이 필요하다.

참고문헌

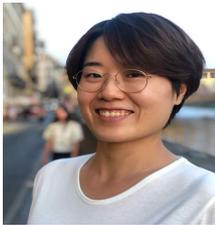
- [1] M. Bull, Soundscapes of the Car: A Critical Study of Automobile Habitation, in *Car Cultures*, Oxford, UK: Berg, ch. 8, pp. 185-202, 2001.
- [2] N. Dibben and V. J. Williamson, "An Exploratory Survey of In-Vehicle Music Listening," *Psychology of Music*, Vol. 35, No. 4, pp. 571-589, October 2007. <https://doi.org/10.1177/0305735607079725>
- [3] 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, November 2013. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2013.09.004>
- [4] C. Wilson, D. Gyi, A. Morris, R. Bateman, and H. Tanaka, "Non-Driving Related Tasks and Journey Types for Future Autonomous Vehicle Owners," *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, Vol. 85, pp. 150-160, February 2022. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2022.01.004>
- [5] C.-J. Tsay, "Sight Over Sound in the Judgment of Music Performance," *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 110, No. 36, pp. 14580-14585, September 2013. <https://doi.org/10.1073/pnas.1221454110>
- [6] H. Rogers, Multimedia Art: Video Art-Music, in *The Routledge Companion to Music and Visual Culture*, New York, NY: Routledge, ch. 43, pp. 367-375, 2014.
- [7] I. Vogels, Atmosphere Metrics: Development of a Tool to Quantify Experienced Atmosphere, in *Probing Experience: From Assessment of User Emotions and Behaviour to Development of Products*, Dordrecht, Netherlands: Springer, pp. 25-41, 2008.
- [8] T. A. M. van Erp, The Effects of Lighting Characteristics on Atmosphere Perception, Master's Thesis, Eindhoven University of Technology, Eindhoven, Netherlands, April 2008.
- [9] Y. Lu, W. Li, W. Xu, and Y. Lin, "Impacts of LED Dynamic White Lighting on Atmosphere Perception," *Lighting Research & Technology*, Vol. 51, No. 8, pp. 1143-1158, December 2019. <https://doi.org/10.1177/1477153518823833>
- [10] H. Wang, M. R. Luo, P. Liu, Y. Yang, Z. Zheng, and X. Liu, "A Study of Atmosphere Perception of Dynamic Coloured Light," *Lighting Research & Technology*, Vol. 46, No. 6, pp. 661-675, December 2014. <https://doi.org/10.1177/1477153513506591>
- [11] V. N. Salimpoor, M. Benovoy, G. Longo, J. R. Cooperstock, and R. J. Zatorre, "The Rewarding Aspects of Music Listening are Related to Degree of Emotional Arousal," *PLoS One*, Vol. 4, No. 10, e7487, October 2009. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0007487>
- [12] K. Styliadis, A. Woxlin, L. Siljefalk, E. Heimersson, and R. Söderberg, "Understanding Light: A Study on the Perceived Quality of Car Exterior Lighting and Interior Illumination," in *Proceedings of 53rd CIRP Conference on Manufacturing Systems*, Chicago: IL, pp. 1340-1345, July 2020. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.04.080>
- [13] L. Caberletti, K. Elfmann, M. Kummel, and C. Schierz, "Influence of Ambient Lighting in a Vehicle Interior on the Driver's Perceptions," *Lighting Research & Technology*, Vol. 42, No. 3, pp. 297-311, September 2010. <https://doi.org/10.1177/1477153510370554>
- [14] BMW Group. BMW Lights the Way into the Future [Internet]. Available: <https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0176448EN/bmw-lights-the-way-into-the-future?language=en/>.
- [15] C. Weirich, Y. Lin, and T. Q. Khanh, "Evidence for Human-Centric In-Vehicle Lighting: Part 1," *Applied Sciences*, Vol. 12, No. 2, 552, January 2022. <https://doi.org/10.3390/app12020552>
- [16] Hyundai Motor Company. Autonomous Driving Vision

Campaign [Internet]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=sRbQBcUzn-4/>.

[17] Hyundai Motor Company. 2023 IONIQ 6 Image [Internet]. Available: <https://www.hyundainews.com/gallery/images/52886/>.

[18] BMW Group. The New BMW 6 Series Gran Turismo - Interior Sketch Image [Internet]. Available: <https://www.press.bmwgroup.com/global/photo/detail/P90259062/the-new-bmw-6-series-gran-turismo-%E2%80%93-interior-sketch-06/2017/>.

[19] Audi. The Next Sphere of Future Premium Mobility: The Audi Activesphere Concept [Internet]. Available: https://youtu.be/5V7_e-38ZsE/.



김수정(Su-Jeoung Kim)

2009년 : 성신여자대학교
(사회교육 학사)
2017년 : 서울미디어대학원대학교
(융합미디어전공 석사과정)

2017년~현 재: LINE Plus 프로젝트 매니저
2017년~현 재: 서울미디어대학원대학교 융합미디어학과
석사과정

※ 관심분야 : 인간-컴퓨터 상호작용(HCI), 사용자 경험 디자인
(User Experience Design), 미디어 커뮤니케이션
(Media Communication) 등



이주환(Ju-Hwan Lee)

2003년 : 연세대학교 대학원
(인지공학석사)
2007년 : 연세대학교 대학원
(인지공학박사-HCI)

2000년~2007년: 연세대학교 인지과학연구소 연구원/전문연구
구원
2007년~2009년: 영국 옥스퍼드대학교 Crossmodal Research
Lab 박사후연구원
2009년~2010년: 성균관대학교 인터랙션사이언스학과 선임연
구원(연구교수)
2010년~현 재: 서울미디어대학원대학교(SMIT) 뉴미디어학
부 융합미디어학과 부교수

※ 관심분야 : 다중감각 사용자 인터페이스(Multisensory User
Interfaces), 인간-컴퓨터 상호작용(HCI), 가상 &
증강현실 인터랙션(VR & AR Interaction) 등