JESK J Ergon Soc Korea 2019; 38(3): 177-189
http://dx.doi.org/10.5143/JESK.2019.38.3.177
http://jesk.or.kr eISSN:2093-8462

Posture-Based Personalized Lighting for Passengers in a Premium Bus

Jinyoung Jeong[1], Taesu Kim[1], Seung Won Lee[2], Hui Cheon Im[2], Hyeon-Jeong Suk[1]

[1]KAIST, Department of Industrial Design, Daejeon, 34141
[2]Hyundai Motor Group, Commercial Vehicle Trim Engineering Design Team, Gyeonggi, 18280

자세에 기반한 승객 개인 맞춤형 조명 – 우등 버스 적용에 대하여

정진영[1], 김태수[1], 이승원[2], 임희천[2], 석현정[1]

[1]KAIST 산업디자인학과
[2]현대자동차 상용의장설계팀

Corresponding Author
Hyeon-Jeong Suk
KAIST, Department of Industrial Design,
Daejeon, 34141
Phone : +82-42-350-4523
Email : color@kaist.ac.kr

Received : March 18, 2019
Revised : March 28, 2019
Accepted : June 16, 2019

Copyright@2019 by Ergonomics Society of Korea. All right reserved.

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.

Objective: This study proposes a personalized lighting system to enhance the affective quality of passengers' experience in a premium bus.

Background: As concerns about user centered aspect increases in public transportation, this study considers passengers' seating postures as the cue to optimally related the behavioral patterns to their desired emotion.

Method: Empirical test and user workshop were conducted to explore the personalized lighting in a premium bus. In an empirical test, 34 college students participated and their posture changes were measured with two angle joints- backrest and footrest. Eight types of given activity were narrowed down into four categories, and then during the user workshop, 26 college students explored and assessed the quality of lighting to best enhance affective experience for each of the activity category.

Results: We found a noticeable difference across the activity types, and the changes were consistent among the participants in the case of the backrest. In the case of the footrest, however, the representative data were not found as the angle varied a lot individually. Based on the observation we derived four categories of activities: Focus, Casual, Relax, and Sleep. Individual variations were observed as height and sitting habits of participants varied. In total, there are 108 different types of emotional lighting collected, and seven patterns of light distribution were proposed.

Conclusion: Passengers are willing to adjust their sitting postures by changing the angles of backrest and footrest, where we can make a good assumption of their desired behavior and emotion based on their postures. Based on empirical studies, we suggest four types of lighting that optimally fits to the frequent activities in a premium bus, such as focus, casual, relax, and sleep.

Application: Furthermore, we expect advancement of user-centered lighting design by achieving emotional satisfaction not only in a public transportation but also in any personalized space.

Keywords: Sitting posture, Emotional lighting, Public transportation, Bus, Desired emotion, Personalization

1. Introduction

조명 기술의 발달과 사용자 중심의 감성 연구가 고도화되면서 조명은 공간의 조도를 확보하는 역할을 넘어 다양한 감성을 효과적으로 유도할 수 있는 디자인 요소로 주목받고 있다. 조명이 공간의 시각적 매력을 향상시키고, 특정한 감정을 불러일으키거나, 정보를 전달하는데 어떻게 사용될 수 있는가에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는 추세이다. 특히 공간에 대한 긍정적인 인상과 호감을 이끌어 내기 위한 조명 디자인에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 예를 들어, Essig와 Setlow (2012)의 연구에서는 침실에 설치된 조명이 침실 밖을 편안하게 느낄 수 있는 감정을 유도하고, 더 아름답게 보이게 하여 시각적 미향을 향상시키며, 방 밖에 있는 사람들에게 잠을 자야 할 때라는 사실을 전달하는 정보 전달의 역할을 수행할 수 있다고 정의내리고 있다. Choi et al. (2016)의 연구에서는 주거 공간 내에서 조명의 색상과 조도를 사용자의 활동 경험과 감성에 최적화하여 제안한 바 있다. 이는 공간을 디자인하는 단계에서 사용자 만족도의 증가를 위해 디자인 전략으로써 조명이 제공될 수 있음을 시사한다. Jung et al. (2018)의 연구에서는 조명의 조도, 색온도, 색조가 사용자의 집중도에 크게 영향을 미치지만, 그들의 가정 환경 내 조명 선호도는 필요한 집중 정도에 따라 크게 좌우됨을 확인하였다. 나아가 특정 행동이나 사용자 상황에 집중하여 조명을 통해 사용자가 소구하는 감성을 충족시킬 수 있는 방안으로 심화된 연구가 감성 조명의 실효성에 힘을 실어주고 있다. 예로, Bae et al. (2015)의 연구에서는 사무실 환경에서 업무자의 자세의 다양함에 기반하여 소구 감성에 최적화된 조명을 제안했다. 그러나 이는 주로 업무과 관련된 조명에 대하여 서술하며, 타인에게 빛이 노출되는 공간의 특성상 개인의 업무 현황이 노출되기를 꺼려하게 된다는 점에서 그 목적과 달리 한계를 갖는다. 그럼에도 불구하고 조명의 제어에 대한 입력값을 사용자의 자세에 기반하여 활용한다는 점에서 감성 조명이 일상 생활에 자연스럽게 통합될 수 있는 가능성을 탐색한 연구로서 의의를 갖는다.

근래 편리한 대중 교통에 대한 제안과 이에 대한 내부 좌석의 고급화에 대한 수요가 증가하고 있다. 이에 실내에서 다양한 감성을 유도할 수 있는 조명의 역할이 대두되고 있으며, 위에서 언급한 바와 같이 조명이 다양한 감성을 유도하는데 어떻게 사용될 수 있는지에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는 추세이다. 그러나, 해당 연구들은 사전에 설정된 조명 환경 아래에서 조도나 색온도와 같은 조명의 물리 값을 도출해내거나, 설정된 배광 중 선호하는 배광을 선택하게 하는 것과 같이 실험자 중심으로 설계된 환경에서 사용자에게 적합한 환경을 탐색하는 것에 국한되어 그 한계가 있다. 이 수요를 충족시키고 한계를 극복하고자 본 연구에서는 개인 별 소구 감성과 행동 패턴에 최적화된 조명을 대중 교통 환경에서 탐색하고자 하였다. 감성 조명을 통해 탑승자 개인 별 공간에 특별한 의미를 부여할 수 있겠다는 가능성을 전제로 연구를 시작하였다. 대중 교통 탑승객의 감성적 니즈에 대한 연구에 따르면, 타인과 같은 공간에서 장시간을 보내면서 직간접적으로 상호작용에 참여해야 하는 부분이 가장 큰 스트레스 요인인 것으로 밝혀진 바 있다(Sánchez et al., 2007). 대중 교통을 이용하는 여러 가지 장점을 그대로 유지하면서 마치 개인 공간에 있는 듯한 환경을 조성하기 위한 방법으로써 항공기나 기차의 고급 클래스에서는 칸막이나 공간의 재배치 등 대안이 제공되고 있다. 이러한 공간의 분리는 대중 교통 좌석의 개인화를 가능하게 하며 단순히 교통 수단이 아닌 실내 공간이라는 개념을 강화시킨다. 더불어 프리미엄 버스와 같은 대중 교통의 발달로 이동하는 동안 할 수 있는 활동의 다양성이 증가하고 개인적 공간이 보장되면서, 대중 교통은 더 이상 단순한 이동 수단이 아닌 실내 공간이라는 개념이 강해지고 있다(Kwon and Ju, 2018).

그러나 이동 수단 내 실내 활동에 대한 연구는 현재 승용차에 치중되어 있다. 대중 교통은 다수의 대중이 동시에 이용하기 때문에 교통 수단 내에서 승객 각각이 다양한 행동을 취하고, 각자 소구하는 감성 또한 다양하다. 이 점이 승용차 연구 내용을 대중 교통 상황에 그대로 반영하기에 가장 큰 한계점이다(Mahmoud and Hine, 2016).

본 연구에서는 개인화를 바라는 공간인 버스에서 개인화 감성 조명을 통해 고급화 전략을 세우고자 한다. 본 연구의 궁극적 목적은 대중 교통을 이용하는 탑승객 개인의 태도에 기초하여, 조명을 통해 소구 감성을 충족시켜 감성적 경험을 향상시키고자 하는 것에 있다. 이를 위한 세부 목표는 첫째, 대중 교통 좌석에서 사용자들의 행동을 분석하고, 자세에 따라 각 활동을 분류하고, 둘째, 대중 교통에서 각 활동별 조명의 구성 및 위치를 탐색하여, 버스 내에서의 조명을 통한 고급화 전략을 수립하는 것이다.

2. User Activity Categorization: Categorize based on angle of the back by bus activities

2.1 Methods

장시간 여행하는 버스 승객의 행동 유형에 따라 착석 자세를 수집하고 탑승객의 소구 감성에 따라 분류하기 위해 다음과 같이 실험

연구 범위와 방법을 계획하였다.

2.1.1 Extract user activities

차량 탑승객의 대표 활동을 선정하기 위해 선행연구에서(Kwon and Ju, 2018) 자율 주행 자동차 실내에서 선호하는 활동에 대한 빈도 조사와 각 실내 활동의 필요도 조사를 종합해 대표적인 실내 활동 패턴 8가지(수면-Sleep, 미디어 시청-Viewing Display, 음악 감상-Listen to music, 미디어 인터렉팅(SNS, 웹 서핑)-Media interacting, 업무-Work, 식사 및 간식-Meals and snacks, 풍경 감상-Landscape appreciation, 독서-Read)를 추출하였으며, 해당 활동에 대한 설명을 Table 1을 통해 제시하였다.

Table 1. User Activities on Bus (Kwon and Ju, 2018)

Activities	Description
Sleep	Close eyes and take a nap or sleep
Viewing display	Viewing media contents through screen
Listen to music	Listening to music using earphones plugged in
Media interacting	Interacting with the screen for consuming contents
Work	Work on electronic devices or documents
Meals and snacks	Ingesting food inside of the bus
Landscape appreciation	Observing the landscape by window
Read	Consuming reading content through electronic devices or paper

2.1.2 Participants and stimuli

실험에는 버스를 자주 이용하는 대학생 34명이 참여하였으며 이 중 남학생은 21명, 여학생은 13명으로 평균 연령은 21.3세였다.

실험 중 자연스러운 활동을 위해 '식사 및 간식(Meals and snacks)'과 '독서(Read)'는 일회성의 활동을 유도하기 위해 간단한 간식과 책을 제공하였으며, '미디어 시청(Viewing Display)', '음악 감상(Listen to music)', '미디어 인터렉팅(Media interacting)', '업무(Work)'는 개인 노트북, 휴대폰, 이어폰 등을 자극물로 이용하였다.

2.1.3 Experiment setup on the bus

대중 교통 중 가장 보편화된 우등 고속 버스 내부에서 실험을 진행하였다. 회 당 최대 7명을 대상으로 실험을 진행하였으며, 앉은 방향이 정면으로 보이도록 Figure 1와 같이 착석 좌석의 반대편 창가에 휴대폰 카메라를 설치하였다. 한 사람에 대해 Table 1에 정리한 8가지의 활동을 2회씩 무작위 순서로 진행하였다. 피험자가 활동에 편안한 자세와 각도를 찾은 경우, 진행자가 측면에 설치된 카메라를 블루투스 리모컨으로 조작하여 원격으로 그 모습을 기록하였다. 각 회 당 10분 정도가 소요되었으며, 각 참여자가 주어진 태스크를 모두 수행하는 데 약 20~25분이 소요되었다.

2.2 Results

2.2.1 Data extraction

실험 조사 중 촬영한 사진을 활용하여 Figure 2에 제시된 바와 같이 등받이의 각도와 발받이의 각도가 변화된 정도를 측정하였다. 등

받이의 각도는 착석 시트와 등받이 연결점의 중심인 A와 등받이 머리의 중심 B를 연결하여, 발받이의 각도는 착석 시트와 분리되는 지점인 C와 발받이의 끝의 안쪽인 D를 연결하여 측정하였다.

대체로 사용자가 집중을 하는 상황에서는 등받이와 발받이를 이용하지 않는 모습이 관찰되었다. 이때, 상반신은 기준보다 앞쪽으로, 하반신은 기준보다 뒤쪽으로 기울이며 좌석에 의존하지 않는 것으로 관찰되었기 때문에 그 자세에 집중하여 꼬리뼈와 머리, 무릎과 발목의 각도를 이용해 변화를 측정 및 분석하였다.

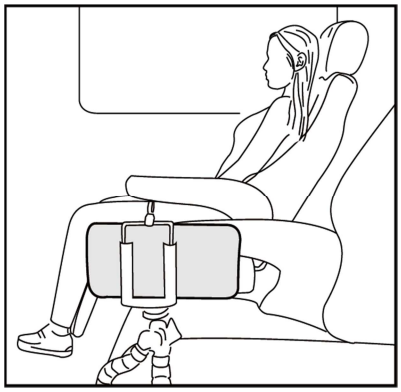

Figure 1. Experiment setup for seat angle measurement of bus indoor activities

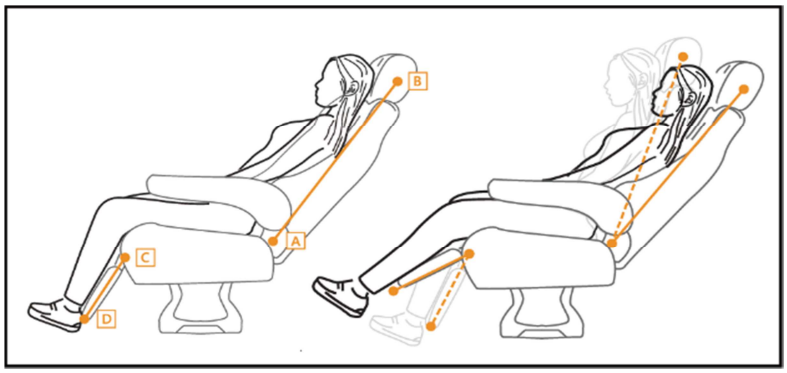

Figure 2. Measured point (left) and process for measuring angle (right)

2.2.2 Angle of activities on the bus

사진 기록을 토대로 주어진 활동 별 변화된 각도를 살펴 보았다. 먼저 등받이 기울기와 발받이 기울기를 활동 별로 비교 분석하였다(Figure 3). 그 결과, 등받이의 경우에는 차이가 1°에서 15° 사이로 작게 나타나고 표준 편차가 발받이에 비해서 작게 나타났다(활동 별 표준 편차의 범위: 2~7°). 발받이의 경우에는 각도 변화는 18°에서 32°로 등받이와 유사하나, 표준 편차가 크게 관찰되었다(활동 별 표준 편차의 범위: 12~16°). 즉 사용자는 등받이의 각도를 적게 조절하지만, 활동에 기반하여 그 변화가 확실함을, 발받이의 경우 각도의 변화가 크지만, 개인 별 편차가 클 수 있는 것이다. Figure 3에서는 실험 조사에 사용된 8가지 활동 유형에 대하여 각도 변화량의 평균값을 나타내고 있다. 가로 방향은 발받이의 각도 변화량을, 세로 방향은 등받이의 각도 변화량을 나타내고 있는데, 수면(Sleep)의 경우 발받이와 등받이 모두 다른 활동 유형에 비하여 월등히 각도 변화량이 두드러짐을 확인할 수 있다. 반면 풍경 감상(Landscape Appreciation)

이나 인터넷 사용(Viewing Display)은 착석 자세 기준으로 볼 때 비슷한 정도임을 파악할 수 있다. 즉 자세를 기반으로 한다면 이 두 가지 활동은 한 가지 패턴으로 수렴될 수 있는 가능성이 있다.

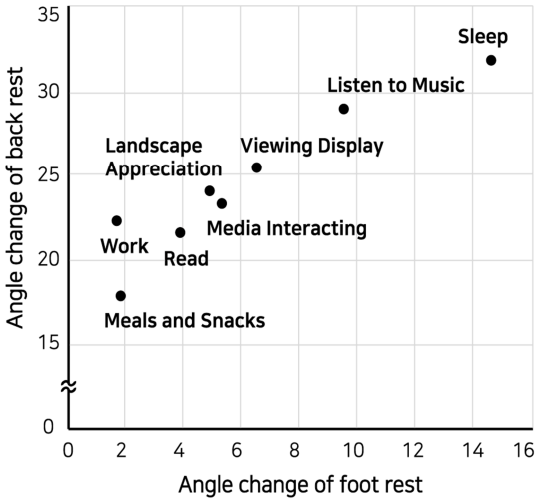

Figure 3. Results for angle of the back and leg by activities in bus

이에, 활동 별 각도 데이터를 기반으로 분류를 시도하였다. 일원 배치 분산분석(One-way ANOVA)의 Tukey의 사후 검증으로 총 네 가지의 활동 유형을 분류할 수 있었고, 내용을 살펴보면 등받이의 경우, 활동 유형에서 눈에 띄는 차이가 발견되었다(Table 2). 그러나 발받이의 경우 각도의 변화는 개인 별 차이가 두드러지는 것으로 관찰되었지만 활동 별 뚜렷한 차이를 보이지 않았다(일원분산분석 $p > .05$). 따라서 본 연구에서는 등받이 각도의 변화를 위주로 탑승객의 활동 유형을 구분하는 것으로 진행하게 되었다.

Table 2. Homogeneous subsets produced by Tueky's HSD post-hoc test of angle of the back by bus activities

Activities	Subset for alpha = .05 (Mean ± SE)			
	Focus	Casual	Relax	Sleep
Work	1.66 ± 0.41			
Meals and snacks	1.77 ± 0.37			
Read	3.83 ± 0.61	3.83 ± 0.61		
Landscape appreciation		4.86 ± 0.62		
Media interacting		5.20 ± 0.72		
Viewing display		6.48 ± 0.68		
Listen to music			9.47 ± 0.87	
Sleep				14.56 ± 0.86

조사된 바를 바탕으로 8가지 활동을 각도에 따라 총 4가지로 분류하였다. 이는 각 '집중(Focus) - 업무, 식사 및 간식, 독서', '일상(Casual) - 독서, 풍경 감상, 인터넷 사용, 미디어 시청', '휴식(Relax) - 음악 감상', '수면(Sleep) - 수면'으로 구분되었다.

2.3 Discussion

본 탐색 실험에서는 편리한 대중 교통 실내 활동에 대한 수요와 이에 따른 대중 교통 고급화 방향 탐색을 위해 탑승객의 활동 별 자세 변화와 탑승객의 소구 감성 간 연관관계를 실험 및 분석하고 그룹화하였다. 그 결과, 활동 별 등받이 각도 변화의 경우 활동 별로 뚜렷한 차이를 보인 반면, 발받이는 각도의 변화는 크지만 활동 별로 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 이는 버스 승객석의 인간공학적 평가 방법에서 발받이를 제외한 부분만 고려하는 것과 유사한 결과를 보인다(Park et al., 2015).

그리고 Table 2에 정리된 바와 같이 '독서' 활동의 자세와 소구 감성의 상관관계에서 다른 활동들과는 다르게 집중(Focus), 일상(Casual) 카테고리에 중복으로 해당되었다. 집중하여 책을 읽을 때는 등받이와 발받이에 기대지 않아 좌석 각도의 변화가 적은 경우에는 업무 활동으로 분류될 수 있었다. 반면 힐링이나 수면을 유도하며 책을 읽을 때는 등받이를 살짝 기울이고 뒤로 기대어 앉으므로 좌석 각도가 풍경 감상과 유사한 수준으로 관찰되었다. 이는 Kang과 Eune (2013)의 연구에서 언급한 바와 같이 독서의 경우 그 콘텐츠에 따라 사용자들의 소구 감성이 상이할 수 있기 때문이다.

수면(Sleep) 활동의 경우는 탑승객이 우등 버스에서 허용되는 최대한으로 등받이와 발받이를 기울이는 것으로 관찰되었다. 이는 Hayashi와 Abe (2008)의 연구에서 자동차 카시트에서 낮잠을 잘 때, 등받이의 각도가 수직에 가까울 때보다 150°에 가까울수록 주관적 피로도와 졸음 수치가 낮아지는데 더 효율적이라는 결과와 같이 사용자가 수면 활동에 있어 가장 효율적인 자세를 취하는 것이라고 볼 수 있다.

3. Lighting Exploration Workshop: Explore Lighting Based on Posture Categories

본 탐색 실험에서는 앞서 2장에서 도출된 활동별 각도를 바탕으로, 사용자 맞춤형 개인 조명 제공을 위한 배광 형태를 파악하고자 사용자 참여 워크숍을 진행하였다.

3.1 Methods

장시간 여행하는 버스의 행동 유형에 따른 배광과 감성 조명을 탐색하기 위하여, 해당 실험 연구의 범위 및 방법을 설정하였다.

3.1.1 Experiment setup on the bus

차량 탑승객의 활동을 설정하기 위하여, 2장에서 도출된 결론으로부터 우등 버스 내 탑승객들의 활동 유형을 4가지 카테고리로 선정하였다. 각 활동 유형은 1. 집중(Focus), 2. 일상(Casual), 3. 휴식(Relax), 4. 수면(Sleep)로 선정하였으며, 각 활동에 적합한 등받이와 발받이 기울기를 사전에 세팅하여 Table 3의 환경으로 실험자에게 제공하였다.

Table 3. The angle of the back and leg by activities set in bus

Activity category	Focus	Casual	Relax	Sleep
Angle of back rest	2°	5°	10°	15°
Angle of leg rest	20°	25°	29°	32°

3.1.2 Participants and stimuli

워크숍에는 시외 및 고속 버스를 자주 이용하는 대학생 26명이 참여하였으며, 총 인원은 남자 19명, 여자 7명으로 이들의 평균 연령은 20.1세이다.

활동에 따른 배광을 탐색하기 위하여, 탑승객들에게 총 3종류의 조명을 제공하였다. 실험에 사용된 조명은 Point-점조명(손전등), Line-선조명(독서대용 조명), 그리고 Plane-면조명(스탠드)으로 구성하였으며 개수의 제한을 두지 않았다(Figure 4).

Figure 4. Lighting variations: (Left) point lighting, (center) line lighting, (right) plane lighting

3.1.3 Lighting exploration workshop

조명의 배광에 대한 대부분의 기존 연구는 연구자가 배광 방식을 다수 제시하고 각각에 대해 평가하는 방식으로 진행되었다. 본 연구에서는 조명 배광의 다양한 가능성을 탐색하고자 워크숍에 참여한 대학생들로 하여금 직접 조명이 필요한 위치를 탐색하는 방식으로 진행하였다.

워크숍은 2인 1조로 진행되었으며, 회 당 최대 2팀, 즉 최대 4명을 대상으로 좌석에 착석한 탐색자와 배광을 조절하는 조절자로 역할을 나누어 진행하였다. 세 종류의 조명을 활용해 탐색자와 조절자는 구두로 커뮤니케이션하며, 탐색자가 원하는 배광으로 조절하는 참여자가 조명을 배치하면, 블루투스 리모컨을 통해 맞은편 좌석에 부착된 카메라를 통해 배광을 촬영하여 기록한다(Figure 5). 따라서 참여자와 조절자의 역할을 상호 교환하므로 모든 참여자는 두 가지 세션에 참여하게 되었다. 각 세션에서는 활동에 적합하도록 미리 각도를 세팅해 놓은 4가지 카테고리의 좌석에 착석하여 배광을 탐색하였다. 조명을 탐색한 후에는 탐색자가 준비된 설문지에 배광 위치와 조명의 종류를 간단히 스케치하고 소구 감성을 기록하며, 블루투스 리모컨을 이용해 측면에 위치한 휴대폰 카메라를 원격으로 조정하여 촬영한다. 조명 탐색을 위한 행동의 종류로 '일상-휴식-집중/수면'이 무작위의 순서로 설정되었다. 네 가지 활동이 끝나면, 세션을 바꾸어 탐색자와 조절자의 역할을 교체하였다. 각 세션 당 15~20분이 소요되었으므로, 참여자들이 주어진 태스크를 모두 수행하는데 40~45분이 소요되었다.

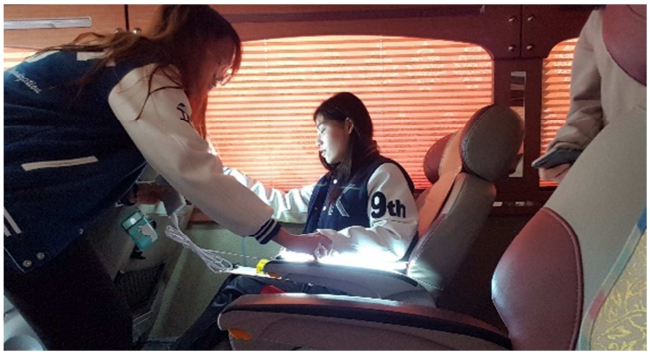

Figure 5. Lighting exploration process and filming method

3.2 Results

3.2.1 Data extraction

조명 디자인 워크숍을 통해 도출된 데이터를 분석하기 위하여, 일차적으로 사용자들이 조명을 디자인하고 설명할 때 표기되는 주 요인을 3가지로 분류하였다. 이는 각 1) 조명을 좌석의 어디에 설치하였는가(배광 패턴), 2) 제공된 점, 선, 면 조명 중 어떤 조명을 이용하여 디자인하였는가, 3) 조명의 광원이 직접적으로 사용자에게 비추어지는가(직접등), 혹은 벽과 같은 반사체를 통해 반사되어 밝히는가(간접등)였다.

워크숍에서 도출된 조명 컨셉은 총 108가지로, 각 컨셉에서 사용자들은 작게는 1가지 조명을, 많게는 3가지 조명을 사용하여 컨셉을 제안하였다. 이에 조명 컨셉에 사용된 조명은 총 131개로, 이를 모두 일러스트 위에 표기하여 분포를 알아보았다(Figure 6). 그 결과, 사용자들의 조명 사용 패턴을 7가지로 나눌 수 있었다(Table 4). 이는 각 천장, 천장 앞, 창문/측면, 창틀, 앞 좌석 뒤편, 손잡이 아래, 발 밑으로 분류되며, 각 패턴 별 관찰 된 조명의 수를 Table 5와 같이 정리하였다.

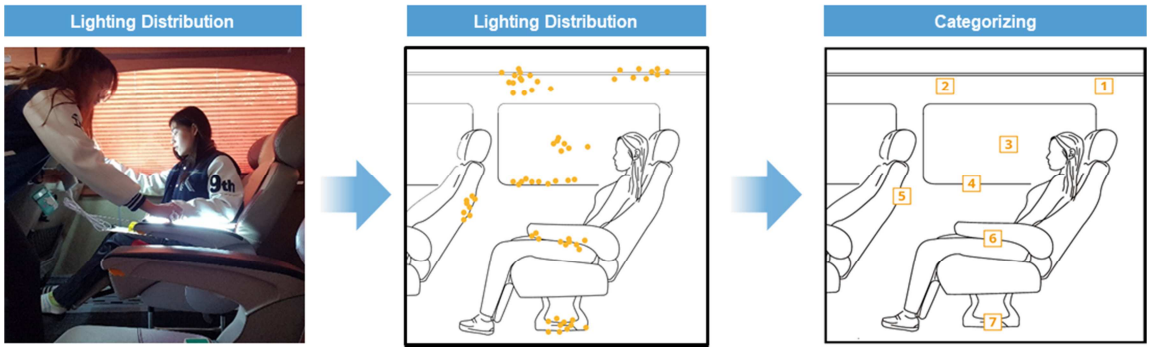

Figure 6. Procedure of lighting placement: (Left) an image recording the workshop scene (center) lighting distribution (right) converge into seven placements

Table 4. Observed frequency of lighting in each categories (N=131)

Light category	Back of ceiling	Front of ceiling	Window / side	Window frame	Behind of front seat	Under the handle	Under the seat
Observed frequency	27.48%	25.19%	4.58%	8.40%	19.85%	7.63%	6.87%

Table 5. Exploration of lighting configuration results (If people design indirect lighting, it described configuration number of indirect lightings)

		Back of ceiling	Front of ceiling	Window / side	Window frame	Behind of front seat	Under the handle	Under the Seat
Focus	Point	2	6	–	–	4	–	–
	Line	2	7	–	1	5 (3)	–	–
	Plane	6	1	1	1	3	–	–
Casual	Point	1	1	–	–	–	–	–
	Line	4	9 (1)	1	2 (1)	1	1 (1)	–

Table 5. Exploration of lighting configuration results (If people design indirect lighting, it described configuration number of indirect lightings) (Continued)

		Back of ceiling	Front of ceiling	Window / side	Window frame	Behind of front seat	Under the handle	Under the Seat
Casual	Plane	11	2	1	–	1	–	–
Relax	Point	3	–	–	–	–	–	–
	Line	2 (1)	2 (2)	1 (1)	2 (2)	–	–	1 (1)
	Plane	2	4 (3)	–	3 (1)	7 (3)	1	1
Sleep	Point	3	–	1 (1)	–	–	–	–
	Line	–	–	0	–	–	1	2 (2)
	Plane	–	1 (1)	1 (1)	2	5 (4)	7 (7)	5 (3)

3.2.2 Lighting distribution based on posture categories

추출된 데이터를 바탕으로, 사용자들이 조명을 디자인 할 때 고려한 패턴을 파악하였다. 첫째, 조명을 좌석의 어디에 설치하였는가(배광 패턴)에 대해 관찰하였으며, 그 결과를 Figure 7에 제시하고 있다. 사용자들은 활동 유형에 따라 조명을 선호하는 경향이 달랐는데, 일

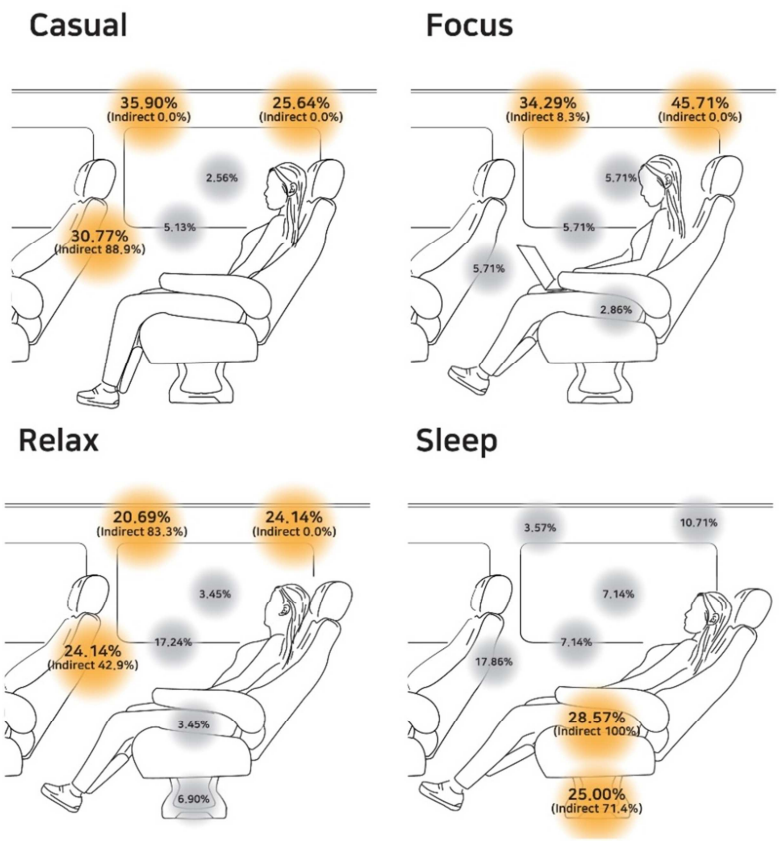

Figure 7. Exploration of lighting configuration results and indirect light rates (Marked orange color for positions with 20% or more)

상 유형에서 사용자들은 천장과 좌석 앞에서 사용자를 밝히는 조명을 선호하였다. 집중 유형에서는 천장에 조명을 설치하면서도, 사용자를 직접 비추는 천장 부분에 조명을 설치하는 것을 선호하였다(집중 조명 전체 중 45.71%). 휴식 유형에서 일상 유형과 비슷한 배광 선호도를 보였는데, 일상 유형과는 달리 간접광으로 조명을 구성하는 경우가 더 빈번하게 관찰되었다. 수면 유형에서는 사용자들이 조명을 시야각 밖에 설치하고자 하는 경향이 관찰되었는데, 팔걸이 하단과 발받이 하단에 조명을 설치하는 경향이 관찰되었다.

두 번째로는, 제공된 점, 선, 면 조명 중 어떤 조명을 이용하여 디자인하였는가에 대한 관찰로, 이에 대해서도 카테고리별 다른 양상을 보였다. 예를 들어, 일상 활동에서는 점, 선, 면 조명을 다양하게 사용하여 배광을 구성하는 경향을 보였다(점 조명 - 30.77%, 선 조명 - 38.46%, 면 조명 - 30.77%). 집중 활동에서는 선 조명을 사용하거나 면 조명을 사용해 가시성을 높였다. 휴식 활동과 수면 활동 모두 면광원을 이용하여 조명을 디자인하는 경향이 관찰되었다.

마지막으로, 조명 구성에 있어 사용자들이 조명을 광원이 노출되는 형태인 직접광으로 설치하거나, 광원을 반사시켜 빛이 분산되도록 하는 간접광 형태로 설치하는 경향을 보이는 것에 대한 분석을 진행하였다. 해당 조명의 사용 비율은 카테고리에 따라 다른 경향을 보였는데, 일상-집중-휴식-수면 활동에 있어 일상 활동으로 갈수록 직접광 조명을 사용하는 경향을(88.9%), 수면 활동으로 갈수록 간접광을 이용(66.7%)하여 배광을 구성하는 경향을 보였다. 제시된 Figure 7에서는 연구 결과를 도식화하여 설명하고 있다.

3.3 Discussion

본 탐색의 결과에서는 사용자들이 실제로 배광을 구성한 결과를 바탕으로 총 108가지의 감성 조명이 수집되었고, 7가지의 배광 패턴을 발견해 활동 별 배광 방식을 관찰하였다. 활동 유형 카테고리 별로 선호하는 배광 패턴이 다르게 나타났으며, 직접 혹은 간접광을 선호함에 있어 일상-집중-휴식-수면 카테고리에서 일상으로 갈수록 직접광 조명을 많이 사용하고, 수면으로 갈수록 간접광을 이용하여 배광을 구성하는 경향을 보였다.

이처럼 일상 및 집중 환경에서 위치 및 광원의 직접광 사용으로 사용자의 활동 범위에 직접적으로 빛이 쬐어지는 감성 조명 설계가 비중 높게 선호되었다. 기존 연구에서도 유사한 결과가 확인된 바 있는데, 집중하는 활동에 대해서는 직부등의 고조도 조명을 선호하는 경향과 일치하는 점을 확인할 수 있다(Durak et al., 2007).

또한, 휴식 및 수면의 경우 광원이 시야각 범위 외부에 존재하거나 간접등을 이용하여 은은하게 배광하는 형태가 많이 관찰되었는데, 이는 Durak et al. (2007)의 연구와 같이, 시야에 광원이 덜 노출될수록 사용자는 보다 편안함을 느끼는 점과 일치하여, 해당 감성 조명의 타당성을 더욱 확보할 수 있도록 해준다. 또한, 휴식 및 수면의 경우 광원이 시야각 범위 외부에 존재하거나, 간접등을 이용하여 은은하게 배광하는 형태가 많이 관찰되었는데, 이는 Jung et al. (2018)의 연구에서 주장하는 시각적 편안함(Visual comfort)이 매우 중요한 척도로 고려되는 바와 같이, 시야에 광원이 덜 노출될수록 사용자는 보다 편안함을 느끼는 점과 일치하여, 해당 배광의 타당성을 더욱 확보할 수 있도록 해준다.

4. Discussion: Suggesting Lighting Environment and Limitation of Research

본 연구에서는 대중 교통을 이용하는 탑승객 개인의 태도에 기초하여 활동을 분석 및 분류하고, 각 활동별 배광 탐색을 통해 소구 감성을 충족시킴으로써 탑승객의 감성적 경험을 향상시키는데 그 목적이 있다.

탑승객은 대중 교통 내부에서 행하고자 하는 목적성과 소구하는 감성에 따라 앉는 방식과 의자 각도를 조절한다. 총 8가지의 대표 활동(수면, 미디어 시청(TV, 영화 등), 음악 감상, 미디어 인터렉팅(SNS, 웹 서핑), 업무, 식사 및 간식, 풍경 감상, 독서)들을 탑승객의 자세 변화 기울기에 따라 분류하였을 때, 집중(Focus), 일상(Casual), 휴식(Relax), 수면(Sleep)로 분류된다. 4가지 카테고리 별 대표 자세를 행하며 2인 1조 워크숍 형태로 배광을 탐색하여, 총 108가지의 감성 조명이 수집되었고, 7가지의 배광 패턴을 발견하였다. 활동 유형 카테고리 별로 선호하는 배광 패턴이 다르게 나타났으며, 직간접광 사용에 있어 일상-집중-휴식-수면 카테고리에서 일상으로 갈수록 직접광 조명을 많이 사용하고, 수면으로 갈수록 간접광을 이용하여 배광을 구성하는 경향을 보였다. 또한 탑승객들은 일상 활동에서 천장 앞부분과 앞 좌석 뒤 조명을 선호하는 경향을, 집중 활동에서는 천장과 천장 앞에 부착된 조명을 선호하며, 휴식의 경우 천장, 천

장 앞, 앞 좌석 뒤와 같이 다양한 선호도를 보였다. 수면의 경우 손잡이 아래와 발밑에 조명을 설치하는 경향을 보였다.

본 연구의 결과를 이동 수단에서 프리미엄 좌석의 개인 조명 설치를 위한 데이터 및 가이드로 활용한다면 대중 교통의 고급화 전략으로써 개인화 조명을 제안할 수 있을 것이다. 또한 다양한 장거리 이동 교통 수단 내부에 적용한다면 단순한 이동 수단이 아닌 편안한 실내 공간으로서 대중 교통 전반의 고급화를 이루고 탑승객의 실내 공간 개인화를 보다 효율적으로 제공할 수 있으리라 기대된다.

하지만 본 탐색 실험은 대중 교통 중에서도 사용 빈도가 높다고 생각되는 우등 버스 내에서만 이루어졌기 때문에 탐색 결과 또한 우등 버스에 최적화되어 있음에 그 한계를 갖는다. 탐색 실험은 우등 버스뿐만 아니라 다양한 대중 교통 내부에서도 적용해 볼 수 있을 것이다. 따라서 다른 대중 교통의 환경에 적용할 때 그 기본값은 어떤지, 얼마나 좌석을 조절할 수 있는지와 같은 사항이 사용자 편의성에 큰 영향을 미칠 것이다. 그러므로 대중 교통 별 좌석의 최대 변화에 대한 인간공학적인 연구가 추가적으로 수반될 필요가 있다. 또한 본 탐색 실험은 한 탑승객이 독립적으로 조명을 제어할 때의 환경을 다루었다. 하지만 실제 버스에서 승객이 조명을 사용할 때는 앞, 뒤, 양 옆의 승객들의 자세와 조명의 영향을 받아 착석 자세나 배광의 선호도 또한 변화할 것으로 예상된다. 이의 개선을 위해 다수의 승객들이 임의적으로 착석자 세와 배광을 조절하는 환경에서의 연구가 추가적으로 수반될 필요가 있다. 특히 본 연구에서 도출된 대중 교통 실내 활동 별 자세 및 감성 조명은 20-30대 사용자들에 국한되어 있음은 물론, 참여자들의 신체 조건이 상이하다는 점을 구체적으로 분석 결과에 고려하지는 못한 한계점이 있다.

그럼에도 불구하고 본 연구는 조명을 활용하여 버스를 포함한 대중 교통 내부의 개인화 및 고급화가 어떻게 설계될 수 있는가를 정량적으로 제시하고 있다. 다가오는 자율 주행 시대를 대비하여 대중 교통이 이동 수단의 역할에 머무르는 것이 아니라 편안한 실내 공간으로서 역할을 수행할 것이라 예상한다. 대중 교통 전반의 고급화를 이루고 탑승객의 실내 공간 개인 맞춤화를 보다 효율적으로 제공할 수 있을 것이라 기대되는 바이다.

5. Conclusion

대중 교통 탑승객의 편리한 사용 경험의 중요도가 높아짐에 따라 탑승객의 소구 감성 충족을 위한 개인 공간의 필요도 또한 높아지고 있다. 탑승객은 대중 교통 내부에서 행하고자 하는 목적성과 소구하는 감성에 따라 앉는 방식과 의자 각도를 조절한다. 총 8가지의 대표 활동(수면, 미디어 시청(TV, 영화 등), 음악 감상, 인터넷 사용(SNS, 웹 서핑), 업무, 식사 및 간식, 풍경 감상, 독서)들을 탑승객의 자세 변화 기울기에 따라 분류하였을 때, 집중(Focus), 일상(Casual), 휴식(Relax), 수면(Sleep)으로 분류된다. 배광 탐색 워크숍에서는 총 108가지의 감성 조명이 수집되었고, 7가지의 배광 패턴을 발견하였다. 활동 유형 카테고리별 로 선호하는 배광 패턴이 다르게 나타났으며, 직간접광 사용에 있어 일상-집중-휴식-수면 카테고리에서 일상으로 갈수록 직접광 조명을 많이 사용하고, 수면으로 갈수록 간접광을 이용하여 배광을 구성하는 경향을 보였다.

본 연구의 결과를 대중 교통 좌석의 개인 조명 설치를 위한 데이터 및 가이드로 활용할 수 있을 것이라 기대한다. 프리미엄 버스와 같은 대중 교통의 좌석의 각도 조절 자동화 시스템, 휴식/수면 활동 시 커튼 시스템, 집중 활동 시 테이블 시스템, 실내 활동 별 조명 자동화 시스템 등으로 제안될 수 있다. 다양한 장거리 이동 교통 수단 내부에 적용해 단순한 이동 수단이 아닌 편안한 실내 공간으로서 대중 교통 전반의 고급화를 이루고 탑승객의 실내 공간 개인화를 보다 효율적으로 제공할 수 있으리라 기대된다.

Acknowledgement

This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIP) (No. 2018R1A1A3A04078934).

References

Bae, H., Kim, H. and Suk, H.J., Sitting posture-based lighting system to enhance the desired mood. Journal of the Ergonomics Society of Korea, 34, 191-198, 2015.

Choi, K., Lee, J. and Suk, H.J., Context-based presets for lighting setup in residential space. *Applied Ergonomics*, 52, 222-231, 2016.

Durak, A., Olguntüsrk, N.C., Yener, C., Güvenç, D. and Gürçınar, Y., Impact of lighting arrangements and illuminances on different impressions of a room. *Building and Environment*, 42(10), 3476-3482, 2007.

Essig, L. and Setlow, J., Lighting and the design idea (3rd ed.): Wadsworth Cengage Learning. 2012.

Hayashi, M. and Abe, A., Short daytime naps in a car seat to counteract daytime sleepiness: The effect of backrest angle. *Sleep and Biological Rhythms*, 6(1), 34-41, 2008.

Jung, J., Cho, K., Kim, S. and Kim, C., Exploring the effects of contextual factors on home lighting experience. *Archives of Design Research*, 31(1), 5-21, 2018.

Kang, M. and Eune, J., A Study on a Digital Reading Ecosystem based on Content for Flow Improvement. *Archives of Design Research*, 26(3), 177-194, 2013.

Kwon, J. and Ju, D., Analysis and Classification of In-Vehicle Activity Based on Literature Study for Interior Design of Fully Autonomous Vehicle. *Journal of the HCI Society of Korea*, 13(2), 5-20, 2018.

Mahmoud, M. and Hine, J., Measuring the influence of bus service quality on the perception of users. *Transportation Planning and Technology*, 39(3), 284-299, 2016.

Park, J., Lee, H., Choi, Y., Park, K., Kim, M. and You, H., Development of an Evaluation Protocol for a Bus Seat. *Journal of Korean Institute of Industrial Engineers*, 41(1), 74-78, 2015.

Sánchez Pérez, M., Carlos Gázquez Abad, J., María Marín Carrillo, G. and Sánchez Fernández, R., Effects of service quality dimensions on behavioural purchase intentions: A study in public-sector transport. *Managing Service Quality: An International Journal*, 17(2), 134-151, 2007.

Author listings

Jinyoung Jeong: jjy814@kaist.ac.kr
Highest degree: Undergrad. Student, Department of Industrial Design, KAIST
Position title: Undergrad. Student, Department of Industrial Design, KAIST
Areas of interest: Human Cognition, Lighting Design

Taesu Kim: tskind77@kaist.ac.kr
Highest degree: Bachelor of Science, Department of Industrial Design, KAIST
Position title: Ph.D. Student, Department of Industrial Design, KAIST
Areas of interest: Human Cognition, Lighting Design, Design Based Strategy

Seung Won Lee: freeman@hyundai.com
Highest degree: Bachelor of Science

Position title: Research Engineer
Areas of interest: Vehicle design

Hui Cheon Im: heecheon@hyundai.com
Highest degree: Bachelor of Science
Position title: Senior Engineer
Areas of interest: Vehicle engineering

Hyeon-Jeong Suk: color@kaist.ac.kr
Highest degree: Ph.D., Department of Psychology, University of Mannheim
Position title: Associate professor
Areas of interest: Color Perception, Emotional Design