

IPA를 이용한 스마트 교통안전 시스템의 만족도 분석 연구

A Study on the Satisfaction Analysis of Smart Traffic Safety Systems using Importance-Performance Analysis

홍기만¹ · 김종훈^{2*} · 하정아³ · 김광호⁴ · 김종훈⁵Kiman Hong¹, Jonghoon Kim^{2*}, Jungah Ha³, Gwangho Kim⁴, Jonghoon Kim⁵¹Post-doctoral Researcher, Department of Highway & Transportation Research, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, Goyang, Republic of Korea²Senior Researcher, Department of Highway & Transportation Research, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, Goyang, Republic of Korea³Senior Researcher, Department of Highway & Transportation Research, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, Goyang, Republic of Korea⁴Researcher Specialist, Department of Highway & Transportation Research, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, Goyang, Republic of Korea⁵Researcher, Department of Highway & Transportation Research, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, Goyang, Republic of Korea

*Corresponding author: Jonghoon Kim, kjh4004@kict.re.kr

ABSTRACT

Purpose: The purpose of this study is to derive improvements through user satisfaction analysis for the smart traffic safety system being applied to improve traffic safety. **Method:** A survey-based IPA analysis was used to derive system and service improvements for groups of drivers and pedestrians.

Result: As a result of the analysis, both drivers and pedestrian groups showed that Quadrant 1(Keep up the Good Work) was 'Perception of risk information', and Quadrant 3(Low Priority) was 'Reliability of warning information'. On the other hand, 'AI display suitability', which was analyzed as Quadrant 1(Keep up the Good Work) in the driver group, was found to be Quadrant 3(Low priority) in the pedestrian group. **Conclusion:** Satisfaction factors for smart pedestrian safety systems may vary depending on users, and it is judged that user-centered system construction and service provision are necessary.

Keywords: Smart Traffic Safety System, AI Display, Information Provision Service, IPA, Satisfaction Survey

요약

연구목적: 본 연구는 교통안전 향상을 위해 적용중인 스마트 교통안전 시스템에 대하여 이용자의 만족도 분석을 통한 개선 사항을 도출하는데 목적이 있다. **연구방법:** 설문조사 기반의 IPA 분석을 통해 운전자와 보행자 그룹의 시스템 및 서비스 개선 항목을 도출하였다. **연구결과:** 분석 결과, 운전자와 보행자 그룹 모두 Quadrant 1(Keep up the Good Work)은 '위험정보 인지성', Quadrant 3(Low priority)은 '주의정보의 정시성'으로 나타났다. 반면 운전자 그룹에서 Quadrant 1(Keep up the Good Work)로 분석된 'AI 디스플레이 적합성'이 보행자 그룹에서는 Quadrant 3(Low priority)으로 나타났다. **결론:** 스마트 보행안전시스템은 이용자에 따라 만족 요인이 달라질 수 있으며, 이용자 중심의 시스템 구축 및 서비스 제공이 필요할 것으로 판단된다.

핵심용어: 스마트 교통안전시스템, AI 디스플레이, 정보 제공 서비스, IPA, 만족도 조사

Received | 20 October, 2022

Revised | 2 December, 2022

Accepted | 6 December, 2022

OPEN ACCESS



This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

© Society of Disaster Information All rights reserved.

서론

국내 많은 지자체에서는 차량과 보행자의 교통안전 개선을 위해 다양한 방법이 적용되고 있으며, 이 중 AI 기술을 활용한 스마트 교통안전 시스템이 도입되고 있는 추세이다. 주요 서비스는 보행자와 운전자에게 상호 위험정보를 제공하는 것으로 형태와 기능에 따라 다양한 구조로 개발되고 있다. 몇 가지 사례를 들면, 도로상의 노면에서 제공하는 바닥경광등 및 노면 LED 정보등과 집중조명시설(Costa et al., 2020; Hakkert et al., 2002; Jin et al., 2016; Lee, 2013), 도로변에서 Beacon 또는 LED를 이용한 교통안전표지(Al-Kaisy et al., 2018; Kim et al., 2017; Ross et al., 2011) 등이 있다. 이러한 정보제공 시스템은 대부분 실시간으로 이동 객체를 검지함으로써 상황에 맞는 정보를 제공하고 있다. 그리고 많은 연구에서 이러한 스마트형 교통안전 시스템에 대한 효과를 분석하였으며, 차량의 속도 감소와 운전자의 통행권 양보율 증가에 개선 효과가 있는 것으로 제시하고 있다(Al-Kaisy et al., 2018; Costa et al., 2020; Hakkert et al., 2002; Jin et al., 2016; Kim et al., 2017; Lee, 2013; Ross et al., 2011).

그러나 스마트형 교통안전 시스템의 서비스를 이용하는 보행자와 운전자는 이러한 정보제공에 얼마나 만족하고 있는지 또는 보완해야 할 사항은 없는지에 대한 연구는 아직까지 미흡한 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서는 AI기반의 스마트 디스플레이 정보 제공 시스템을 대상으로 IPA(Important-Performance Analysis) 기법을 이용한 이용자의 만족도를 분석하였으며, 이를 통해 집중적으로 개선이 필요한 항목을 도출하는데 목적이 있다.

IPA는 Martilla et al.(1977)에 의해 처음 도입된 이후 교육, 의료, 행정 등의 분야에서 많이 이용되고 있으며, 전략적 측면에서 어디에 더 우선적으로 개선해야 하는지 선정하는데 유용한 방법이다. 교통분야에서는 교통수단 또는 교통정보에 대한

Table 1. Scheme of IPA matrix

| 구분 | 특성 | 의미 |
|-----------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Quadrant 1(Keep up the Good Work) | Importance ↑, Performance ↑ | 계속적인 유지 필요 항목 |
| Quadrant 2(Concentrate here) | Importance ↑, Performance ↓ | 집중적인 개선 필요 항목 |
| Quadrant 3(Low priority) | Importance ↓, Performance ↓ | 현재 이상의 노력은 불필요, 과도한 집중 방지 항목 |
| Quadrant 4(Possible overkill) | Importance ↓, Performance ↑ | 과잉투자가 이루어지고 있는 항목 |

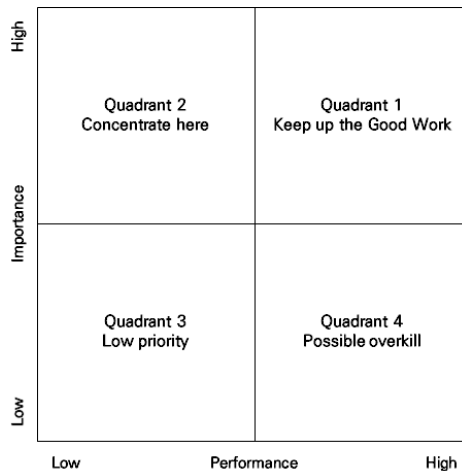


Fig. 1. IPA chart

서비스 수준을 분석하고 전략을 수립하는데 많이 적용되었다(Cao et al., 2017; Choi et al., 2006; Choi et al., 2016; Esmailpour et al., 2020; Kim et al., 2008; Kim et al., 2009; Kwon et al., 2010; Lee et al., 2008; Sum et al., 2019).

IPA 절차는 중요속성 결정, 설문조사, 실행격자 작성, 실행격자 해석의 4단계로 구분되며, 마지막 단계인 실행격자 해석 단계에서 평가하고자 하는 각 속성의 중요도와 실천정도를 측정 평가하여 그 결과를 실행격자의 4분면 상에 표기하고 그 위치에 따라 유지영역(Quadrant 1), 집중영역(Quadrant 2), 저순위영역(Quadrant 3), 과잉영역(Quadrant 4)으로 의미를 부여한다. 아래의 Table 1, Fig. 1은 IPA Matrix의 기본 개념이다.

스마트 교통안전 서비스

본 연구의 교통안전 정보 제공 서비스는 도로상에 별도로 설치된 AI 기반의 디스플레이 시설물로 현장에서 ‘객체정보 수집-위험정보 가공’을 통해 보행자와 운전자에게 각각 문자형의 정보를 제공한다. 서비스 제공 위치는 전북 지역 내 도심지역, 주거지역, 도시외곽지역 등 총 3개 지점으로 교통안전시스템 정보제공 현황은 Fig. 2와 같다.

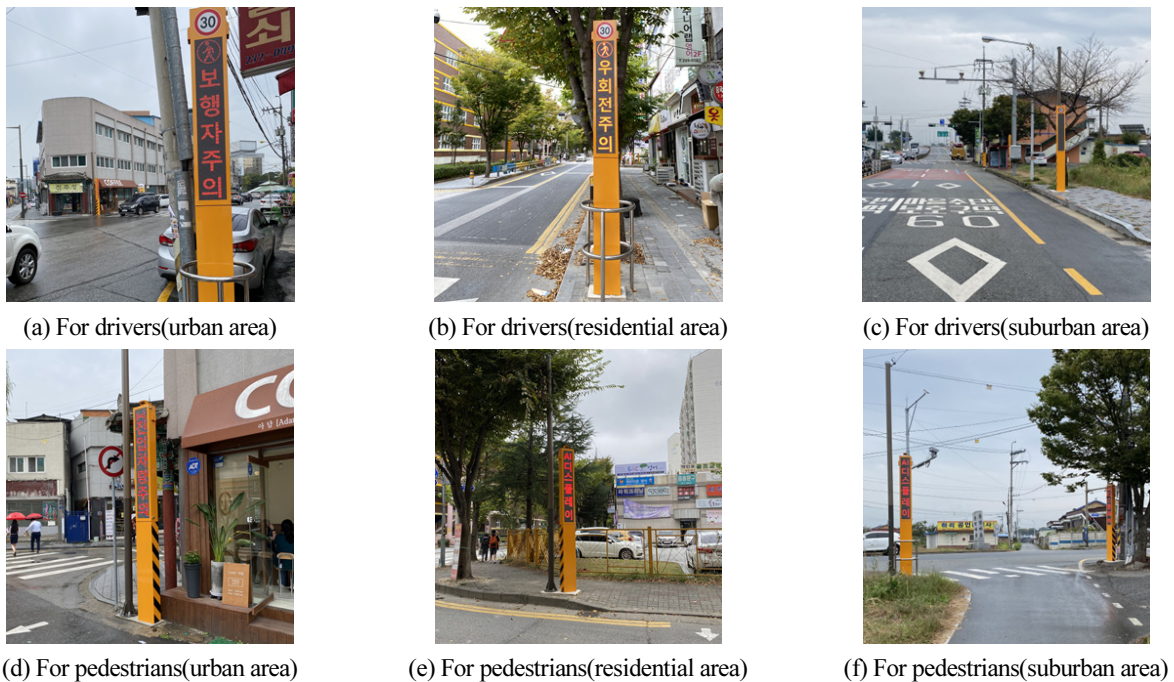


Fig. 2. Status of system installation

서비스의 기본 방향은 3단계로 구분하였으며, 1단계는 대상 횡단보도 내 보행자가 감지되고 횡단보도로 접근하는 차량의 속도가 제한속도 이상인 경우로 AI 디스플레이에서 0.2초 주기로 문자가 점멸로 표출된다. 2단계는 대상 횡단보도 내 보행자가 감지되고 횡단보도로 접근하는 차량의 속도가 제한속도 미만인 경우로 AI 디스플레이에서 점등으로 문자 정보를 표출한다. 마지막 3단계는 그 이외의 상황으로 보행자가 없거나 또는 차량의 접근이 없는 경우, 정보를 미제공 한다. 정보 표출 문자는 차량 운전자에게 ‘보행자주의’ 또는 ‘우회전주의’ 정보를 제공하며, 보행자에게는 ‘진입차량주의’ 정보를 제공한다.

설문조사 결과

조사 개요

본 시스템은 교통안전을 위해 사전에 통행정보(차량, 보행자)를 제공함에 따라 기존의 VMS 교통 정보 제공과 유사하다. 따라서 기존 연구 검토와 전문가 및 마을주민 리빙랩 운영 등 포커스 그룹 면접을 통해 설문 항목을 구성하였다. 설문 구성은 교통안전시스템에 대한 전반적인 인식, 교통안전시스템의 각 요인에 대한 중요도와 만족도 항목으로 세부 설문 내용은 Table 2와 같으며, 설문조사는 1대1 방식의 개별면접조사를 수행하였다.

Table 2. Survey components

| 구분 | 내용 |
|---------------------|---|
| 교통안전시스템에 대한 전반적인 인식 | 교통안전시스템 경험 상황 도로횡단 중 차량으로부터의 위협 정도 교통안전시스템의 인지 정도 교통안전시스템 설치에 따른 교통사고 방지 가능성 교통안전시스템에 대한 전반적인 만족도 추가 요청 사항 |
| 교통안전시스템의 중요도와 만족도 | 디스플레이 적합성 설치 위치 깜박임 변환 글자 크기 경고 소리 |
| | 위험정보의 인지성 운전자에게 위험정보 알림 보행자에게 위험정보 알림 차량 우회전시 보행자 접근 인식 보행자의 차량 접근 인식 |
| | 주의정보의 정시성 (주간)차량 접근시 주의정보 발생시기 (주간)보행자 접근시 주의정보 발생시기 (야간)차량 접근시 주의정보 발생시기 (야간)보행자 접근시 주의정보 발생시기 |
| | 주의표시의 식별성 (주간) 주의표시가 잘 보이는지 여부 (야간) 주의표시가 잘 보이는지 여부 |
| 개인속성 | 성별 연령 주소 직업 운전면허 소지 여부 |

설문조사는 2021년 11월 4일~7일(4일간) 동안 각 교통안전시스템 설치지점 인근의 거주자 및 통행자를 대상으로 수행하였다. 설문조사결과, 도심지역 65부, 주거지역 80부, 도시외곽지역 43부 등 총 188부의 유효 설문조사가 이루어졌다. 개인속성 구분에 따른 설문조사 결과는 Table 3과 같으며, 연령대 분포를 살펴보면, 도심지역은 인근의 관공서가 위치하고 있어 30~40대의 구성비가 높게 나타났다. 주거지역은 초등학교 주변지역으로 10~20대, 도시외곽지역은 농촌지역이나 대학교가 있어 20대 구성비가 높게 나타났다.

Table 3. Composition by individual attribute

| 속성 | 범위 | 전체 | | 도심지역 | | 주거지역 | | 도시외곽지역 | |
|----------|--------|---------|--------|------|--------|------|--------|--------|--------|
| | | 빈도 | 구성비(%) | 빈도 | 구성비(%) | 빈도 | 구성비(%) | 빈도 | 구성비(%) |
| 성별 | 남자 | 95 | 50.5 | 30 | 46.2 | 42 | 52.5 | 23 | 53.5 |
| | 여자 | 93 | 49.5 | 35 | 53.8 | 38 | 47.5 | 20 | 46.5 |
| 연령 | 10대 | 44 | 23.4 | 6 | 9.2 | 31 | 38.75 | 7 | 16.3 |
| | 20대 | 50 | 26.6 | 8 | 12.3 | 23 | 28.75 | 19 | 44.2 |
| | 30대 | 22 | 11.7 | 14 | 21.5 | 5 | 6.25 | 3 | 7.0 |
| | 40대 | 30 | 16.0 | 24 | 36.9 | 4 | 5 | 2 | 4.7 |
| | 50대 | 19 | 10.1 | 7 | 10.8 | 5 | 6.25 | 7 | 16.3 |
| | 60대 이상 | 23 | 12.2 | 6 | 9.2 | 12 | 15 | 5 | 11.6 |
| | 직업 | 회사원(상근) | 26 | 13.8 | 19 | 29.2 | 3 | 3.75 | 4 |
| 회사원(비상근) | | 3 | 1.6 | 1 | 1.5 | 2 | 2.5 | 0 | 0.0 |
| 자영업 | | 50 | 26.6 | 28 | 43.1 | 11 | 13.75 | 11 | 25.6 |
| 학생 | | 75 | 39.9 | 10 | 15.4 | 44 | 55 | 21 | 48.8 |
| 주부·가사 | | 18 | 9.6 | 6 | 9.2 | 11 | 13.75 | 1 | 2.3 |
| 무직 | | 11 | 5.9 | 1 | 1.5 | 7 | 8.75 | 3 | 7.0 |
| 기타 | | 5 | 2.7 | 0 | 0.0 | 2 | 2.5 | 3 | 7.0 |
| 운전면허 | | 유 | 116 | 61.7 | 49 | 75.4 | 39 | 48.75 | 28 |
| | 무 | 72 | 38.3 | 16 | 24.6 | 41 | 51.25 | 15 | 34.9 |
| 서비스 경험 | 운전중 | 79 | 42.0 | 25 | 38.5 | 35 | 43.75 | 19 | 44.2 |
| | 보행중 | 109 | 58.0 | 40 | 61.5 | 45 | 56.25 | 24 | 55.8 |

교통안전시스템 인식 수준 분석

Fig. 3은 교통안전시스템에 대한 인식 수준(5점 척도) 조사의 평균값으로 도로 횡단중 위험은 3.2점, 교통안전시스템의 인지 정도는 평균 수준인 2.5~2.8점으로 나타났다. 반면, 교통사고 방지 가능성은 3.4~3.7점 수준으로 응답자들은 교통안전시스템의 설치로 인해 교통사고 방지에 도움이 되는 것으로 나타났다. 또한, 교통안전시스템 인식 수준이 개인 속성별 차이에 대한 t-test검정 결과 Table 4와 같이 나타났다.

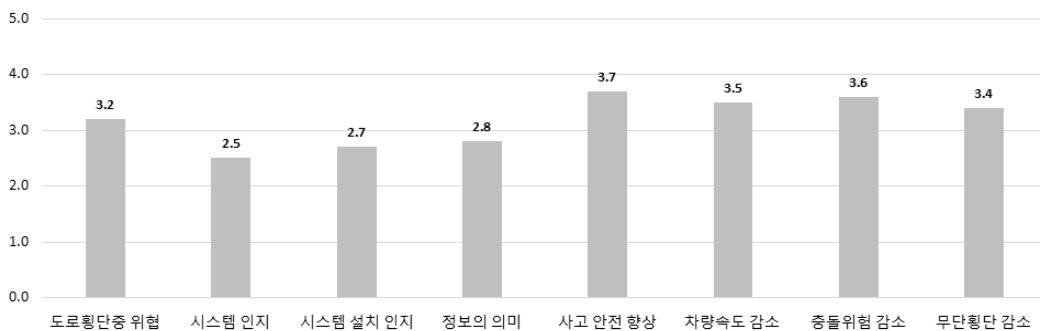


Fig. 3. Average system awareness (5point Likert scale)

- 도로 횡단중 차량으로부터의 위협에 대해서는 성별, 연령, 직업에 따라 통계적으로 유의한 차이가 있음
- 교통안전시스템의 인지는 연령(20세 기준)에 대해서만 통계적으로 유의한 차이가 있음
- 교통안전시스템 설치 인지는 연령, 직업, 운전면허에서 통계적으로 유의한 차이가 있음
- 교통안전시스템 정보의 의미는 성별, 연령에서 통계적으로 유의한 차이가 있음
- 교통사고 안전 향상 및 차량 충돌위험 감소, 무단횡단 감소는 성별에서만 통계적으로 유의한 차이가 있음
- 차량속도 감소는 성별, 연령에서 통계적으로 유의한 차이가 있음

Table 4. Results of t-test(system awareness)

| 구분 | 항목 | 표본수 | 평균 | 표준편차 | t-value | 자유도 | p-value | |
|----------------|----|--------------|-------|--------|---------|--------|---------|-------|
| 도로 횡단중 위협 | 성별 | 남 자 | 95 | 3.042 | 1.100 | -2.137 | 186 | 0.034 |
| | | 여 자 | 93 | 3.355 | 0.893 | | | |
| | 연령 | 30세 이상 | 94 | 3.553 | 0.811 | 5.144 | 186 | 0.000 |
| | | 30세 미만 | 94 | 2.840 | 1.071 | | | |
| | 직업 | 회사원, 자영업 | 79 | 3.456 | 0.829 | -3.050 | 186 | 0.003 |
| | | 그 외 | 109 | 3.009 | 1.093 | | | |
| 운전면허 | 유 | 116 | 3.267 | 1.016 | 1.212 | 186 | 0.227 | |
| | 무 | 72 | 3.083 | 1.004 | | | | |
| 교통안전 시스템 인지 | 성별 | 남 자 | 95 | 2.484 | 0.114 | -0.189 | 186 | 0.850 |
| | | 여 자 | 93 | 2.516 | 0.125 | | | |
| | 연령 | 20세 이상 | 144 | 2.403 | 1.185 | -2.109 | 186 | 0.036 |
| | | 20세 미만 | 44 | 2.818 | 0.995 | | | |
| | 직업 | 회사원, 자영업, 학생 | 154 | 2.552 | 1.161 | -1.316 | 186 | 0.190 |
| | | 그 외 | 34 | 2.265 | 1.109 | | | |
| 운전면허 | 유 | 116 | 2.448 | 11.225 | -0.779 | 186 | 0.437 | |
| | 무 | 72 | 2.583 | 1.031 | | | | |
| 교통안전 시스템 인지 정도 | 성별 | 남 자 | 95 | 2.632 | 1.140 | -1.359 | 186 | 0.176 |
| | | 여 자 | 93 | 2.860 | 1.166 | | | |
| | 연령 | 20세 이상 | 144 | 2.556 | 1.139 | -4.240 | 186 | 0.000 |
| | | 20세 미만 | 44 | 3.364 | 0.990 | | | |
| | 직업 | 회사원, 자영업, 학생 | 154 | 2.831 | 1.165 | -2.206 | 186 | 0.029 |
| | | 그 외 | 34 | 2.353 | 1.041 | | | |
| 운전면허 | 유 | 116 | 2.569 | 1.159 | -2.690 | 186 | 0.008 | |
| | 무 | 72 | 3.028 | 1.100 | | | | |
| 정보의 의미 | 성별 | 남 자 | 95 | 2.611 | 1.188 | -2.099 | 186 | 0.037 |
| | | 여 자 | 93 | 2.979 | 1.216 | | | |
| | 연령 | 20세 이상 | 144 | 2.694 | 1.259 | -2.024 | 186 | 0.044 |
| | | 20세 미만 | 44 | 3.114 | 0.993 | | | |
| | 직업 | 회사원, 자영업, 학생 | 154 | 2.864 | 1.200 | -1.720 | 186 | 0.087 |
| | | 그 외 | 34 | 2.471 | 1.237 | | | |
| 운전면허 | 유 | 116 | 2.733 | 1.281 | -0.858 | 186 | 0.392 | |
| | 무 | 72 | 2.889 | 1.095 | | | | |

Table 4. Results of t-test(system awareness) (Continue)

| 구분 | | 항목 | 표본수 | 평균 | 표준편차 | t-value | 자유도 | p-value | | |
|----------------------|----------------|------------|--------------|--------|--------|---------|--------|---------|-------|-------|
| 교통안전 시스템 인지 정도 | 정보의 의미 | 직업 | 회사원, 자영업, 학생 | 154 | 2.864 | 1.200 | -1.720 | 186 | 0.087 | |
| | | | 그 외 | 34 | 2.471 | 1.237 | | | | |
| | | 운전면허 | 유 | 116 | 2.733 | 1.281 | -0.858 | 186 | 0.392 | |
| | | | 무 | 72 | 2.889 | 1.095 | | | | |
| | 사고 안전 향상 | 성별 | 남 자 | 95 | 3.463 | 0.113 | -2.705 | 186 | 0.007 | |
| | | | 여 자 | 93 | 3.882 | 0.106 | | | | |
| | | 연령 | 20세 이상 | 144 | 3.604 | 1.154 | -1.524 | 186 | 0.129 | |
| | | | 20세 미만 | 44 | 3.886 | 0.754 | | | | |
| | | 직업 | 회사원 | 29 | 4.000 | 0.926 | -1.801 | 186 | 0.073 | |
| | | | 그 외 | 159 | 3.610 | 1.096 | | | | |
| | | 운전면허 | 유 | 116 | 3.595 | 1.134 | -1.218 | 186 | 0.225 | |
| | | | 무 | 72 | 3.792 | 0.978 | | | | |
| | 차량속도 감소 | 성별 | 남 자 | 95 | 3.358 | 1.129 | -2.252 | 186 | 0.025 | |
| | | | 여 자 | 93 | 3.731 | 1.143 | | | | |
| | | 연령 | 20세 이상 | 144 | 3.451 | 1.217 | -1.984 | 186 | 0.049 | |
| | | | 20세 미만 | 44 | 3.841 | 0.834 | | | | |
| | | 직업 | 회사원, 자영업 | 79 | 3.354 | 1.330 | 1.926 | 186 | 0.056 | |
| | | | 그 외 | 109 | 3.679 | 0.980 | | | | |
| | | 운전면허 | 유 | 116 | 3.440 | 1.225 | -1.565 | 186 | 0.119 | |
| | | | 무 | 72 | 3.708 | 0.999 | | | | |
| | 교통사고 방지 가능성 | 충돌위험 감소 | 성별 | 남 자 | 95 | 3.453 | 1.174 | -2.310 | 186 | 0.022 |
| | | | | 여 자 | 93 | 3.828 | 1.049 | | | |
| | | | 연령 | 20세 이상 | 144 | 3.569 | 1.210 | -1.521 | 186 | 0.130 |
| | | | | 20세 미만 | 44 | 3.864 | 0.765 | | | |
| 직업 | | 회사원 | 29 | 3.897 | 1.012 | -1.345 | 186 | 0.180 | | |
| | | 그 외 | 159 | 3.591 | 1.143 | | | | | |
| 운전면허 | | 유 | 116 | 3.569 | 0.113 | -1.071 | 186 | 0.285 | | |
| | | 무 | 72 | 3.750 | 0.113 | | | | | |
| 무단횡단 감소 | | 성별 | 남 자 | 95 | 3.190 | 1.205 | -2.892 | 186 | 0.004 | |
| | | | 여 자 | 93 | 3.677 | 1.105 | | | | |
| | | 연령 | 50세 이상 | 42 | 3.286 | 1.486 | -0.905 | 186 | 0.367 | |
| | | | 50세 미만 | 146 | 3.473 | 1.078 | | | | |
| | 직업 | 회사원 | 29 | 3.724 | 1.066 | -1.461 | 186 | 0.146 | | |
| | | 그 외 | 159 | 3.377 | 1.194 | | | | | |
| 운전면허 | 유 | 116 | 3.362 | 1.261 | -1.015 | 186 | 0.311 | | | |
| | 무 | 72 | 3.542 | 1.034 | | | | | | |

교통안전시스템에 대한 만족도(100점 만점) 조사에서는 평균 만족도 83.0점으로 나타났으며, 성별에 따른 만족도는 남자 78.0점(50.5%), 여자 88.2점(49.5%)로 교통안전시스템에 대한 만족도는 크게 차이가 있는 것으로 나타났다. 지점별로는 도

시지역 87.6점(남자 84.8점, 여자 90.0점), 주거지역 82.5점(남자 77.2점, 여자 88.3점), 도시외곽지점 77.0점(남자 70.3점, 여자 84.8점)으로 나타나 도시외곽지역에 비해 도시지역의 만족도가 더 높은 것으로 조사되었다.

IPA 분석 결과

교통안전시스템 요인별 분석

교통안전시스템의 주요 요인별 중요도와 만족도간의 관계를 살펴보고 IPA Matrix를 구성하기 위한 기준값 설정을 위해 t-test 검정을 수행하였다. Table 5는 주요 요인에 대한 응답자의 중요도와 만족도 간 t-test 결과로 4개의 요인에서 모두 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다. 요인별로는 ‘위험정보의 인지성’ 요인에서 중요도와 만족도가 높은 것으로 나타났으며, ‘주의정보의 정시성’ 요인은 중요도 및 만족도가 가장 낮은 것으로 나타났다.

Table 5. t-test result of Importance-Performance by factors

| 요인 | 중요도 | | 만족도 | | t-value / p-value |
|-----------|-------|----|-------|----|-------------------|
| | 평균 | 순위 | 평균 | 순위 | |
| 디스플레이 적합성 | 4.071 | 3 | 3.356 | 2 | 10.876 / .000 |
| 위험정보의 인지성 | 4.105 | 1 | 3.406 | 1 | 11.771 / .000 |
| 주의정보의 정시성 | 4.023 | 4 | 3.334 | 4 | 11.013 / .000 |
| 주의표시의 식별성 | 4.085 | 2 | 3.356 | 2 | 10.960 / .000 |

IPA Matrix 분석 결과를 살펴보면, Fig. 4와 같이 제1사분면(유지영역)의 요인으로는 ‘위험정보의 인지성’으로 나타났으며, 제2사분면(집중영역)은 ‘주의표시의 식별성’, 제3사분면(저순위영역)은 ‘디스플레이 적합성’, ‘주의정보의 정시성’으로 나타났다.

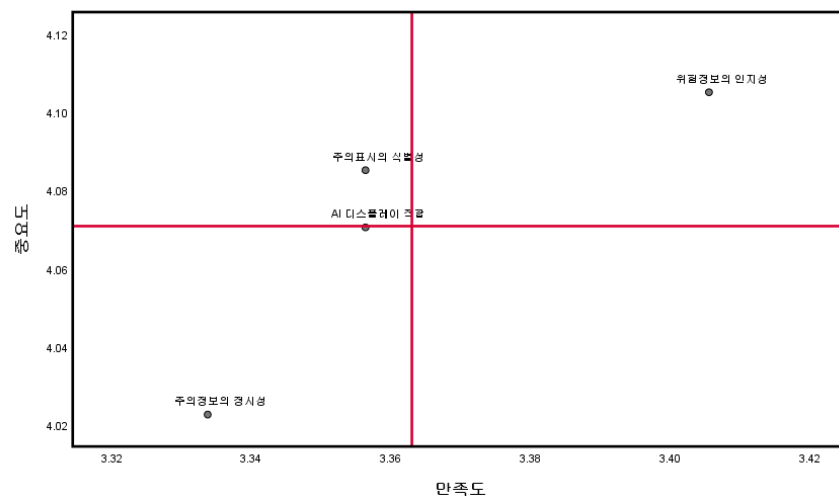


Fig. 4. Importance-Performance Analysis(IPA) results by factors

각 요인의 하위 구성요소별 중요도와 만족도간의 차이에 대한 t-test 검증 결과는 Table 6과 같으며, IPA Matrix 분석 결과, Fig. 5와 같이 제1사분면(유지영역)은 ‘설치 위치’, ‘글자 크기’, ‘운전자에게 위험정보 알림’, ‘보행자에게 위험정보 알림’, ‘보행자의 차량 접근 인식’, ‘(야간) 보행자 접근시 주의정보 발생시기’, ‘(야간) 주의표시가 잘 보이는가’ 등의 7개 요소로 나타났다. 제2사분면(집중영역)은 ‘(야간) 차량 접근시 주의정보 발생시기’, 제3사분면(저순위영역)은 ‘깜박임 변환’, ‘경고 소리’, ‘(주간) 차량 접근시 주의정보 발생시기’, ‘(주간) 보행자 접근시 주의정보 발생시기’, ‘(주간) 주의표시가 잘 보이는가’ 등 5개 요소, 제4사분면(과잉영역)은 ‘차량 우회전간 보행자 접근 인식’ 1개 요소가 해당하는 것으로 분석되었다.

Table 6. t-test result of Importance-Performance by sub-factors

| 요인 | 하위 구성 요소 | 중요도 | | 만족도 | | t-value / p-value |
|--------------|-----------------------|------|----|------|----|-------------------|
| | | 평균 | 순위 | 평균 | 순위 | |
| 디스플레이 적합성 | 설치 위치 | 4.19 | 1 | 3.43 | 1 | 10.181 / .000 |
| | 깜박임 변환 | 3.99 | 12 | 3.34 | 10 | 8.578 / .000 |
| | 글자 크기 | 4.07 | 7 | 3.41 | 3 | 8.258 / .000 |
| | 경고 소리 | 4.02 | 10 | 3.24 | 14 | 10.081 / .000 |
| 위험정보의 인지성 | 운전자에게 위험정보 알림 | 4.07 | 7 | 3.39 | 7 | 10.129 / .000 |
| | 보행자에게 위험정보 알림 | 4.11 | 6 | 3.40 | 5 | 10.944 / .000 |
| | 차량 우회전간 보행자 접근 인식 | 4.05 | 9 | 3.39 | 7 | 9.370 / .000 |
| | 보행자의 차량 접근 인식 | 4.18 | 2 | 3.43 | 1 | 10.563 / .000 |
| 주의정보의 정시성 | (주간)차량 접근시 주의정보 발생시기 | 3.91 | 14 | 3.26 | 13 | 9.394 / .000 |
| | (주간)보행자 접근시 주의정보 발생시기 | 3.92 | 13 | 3.33 | 11 | 7.649 / .000 |
| | (야간)차량 접근시 주의정보 발생시기 | 4.13 | 4 | 3.34 | 9 | 11.142 / .000 |
| | (야간)보행자 접근시 주의정보 발생시기 | 4.13 | 4 | 3.41 | 3 | 10.121 / .000 |
| 주의표시의 식별성 | (주간)주의표시가 잘 보이는가 | 4.00 | 11 | 3.31 | 12 | 9.661 / .000 |
| | (야간)주의표시가 잘 보이는가 | 4.17 | 3 | 3.40 | 5 | 10.835 / .000 |

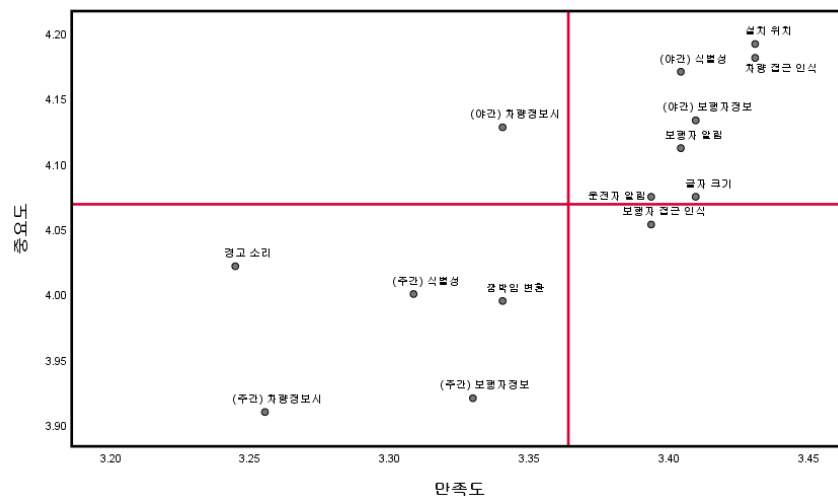


Fig. 5. Importance-Performance Analysis(IPA) results by sub-factors

교통안전시스템 이용자 구분별 분석

교통안전시스템의 이용자를 운전자와 보행자로 구분하여 살펴보면, 교통안전시스템의 주요 요인별 중요도와 만족도는 Table 7과 같이 통계적 검증 결과 유의미한 것으로 분석되었다. 운전자의 경우, ‘디스플레이 적합성’ 요인이 높은 중요도를 보이고 있으며, 만족도는 ‘위험정보의 인지성’ 요인에서 높은 것으로 나타났다. 보행자의 경우에는 ‘위험정보의 인지성’ 요인에서 중요도와 만족도가 높은 것으로 나타났다.

Table 7. t-test result of Importance-Performance by factors by users

| 구분 | 요인 | 중요도 | | 만족도 | | t-value / p-value |
|-----|-----------|-------|----|-------|----|-------------------|
| | | 평균 | 순위 | 평균 | 순위 | |
| 운전자 | 디스플레이 적합성 | 4.051 | 1 | 3.193 | 2 | 8.667 / .000 |
| | 위험정보의 인지성 | 4.044 | 2 | 3.215 | 1 | 8.459 / .000 |
| | 주의정보의 정시성 | 4.006 | 4 | 3.123 | 4 | 8.733 / .000 |
| | 주의표시의 식별성 | 4.013 | 3 | 3.165 | 3 | 6.972 / .000 |
| 보행자 | 디스플레이 적합성 | 4.085 | 3 | 3.475 | 4 | 7.039 / .000 |
| | 위험정보의 인지성 | 4.149 | 1 | 3.544 | 1 | 8.299 / .000 |
| | 주의정보의 정시성 | 4.034 | 4 | 3.486 | 3 | 7.138 / .000 |
| | 주의표시의 식별성 | 4.138 | 2 | 3.495 | 2 | 8.741 / .000 |

운전자그룹의 IPA 분석 결과

먼저 운전자의 IPA Matrix 분석 결과, Fig. 6과 같이 제1사분면(유지영역)은 ‘AI 디스플레이 적합성’, ‘위험정보의 인지성’ 요인으로 나타났으며, 제3사분면(저순위영역)은 ‘주의정보의 정시성’, ‘주의표시의 식별성’ 요인으로 나타났다.

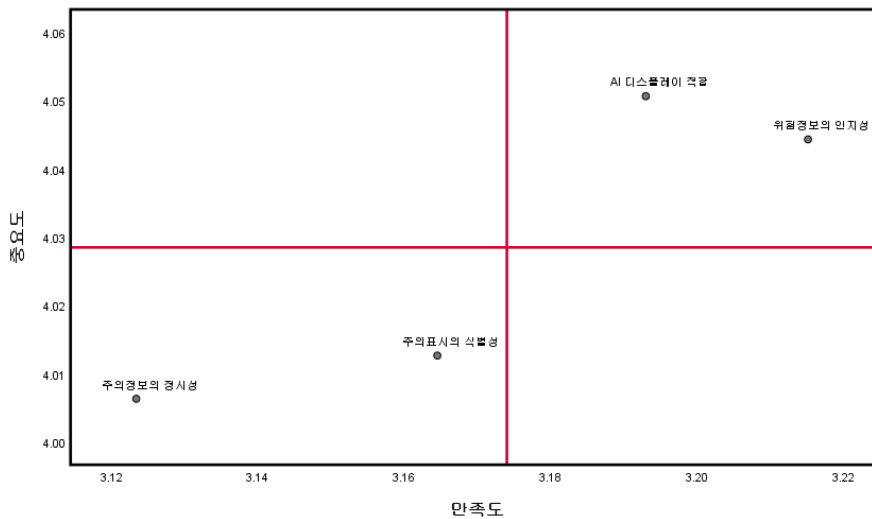


Fig. 6. Importance-Performance Analysis(IPA) results by factors(driver)

운전자의 하위구성 요소별 중요도와 만족도에 대한 분석 결과에서도 Table 8과 같이 통계적으로 유의한 것으로 나타났으며, IPA Matrix 분석 결과는 Fig. 7과 같이 제1사분면(유지영역)은 ‘설치 위치’, ‘글자 크기’, ‘차량 우회전간 보행자 접근 인식’, ‘보행자의 차량 접근 인식’, ‘(야간) 보행자 접근시 주의정보 발생시기’, ‘(야간) 주의표시가 잘 보이는가’ 등 6개 요소, 제2사분면(집중영역)은 ‘(야간) 차량 접근시 주의정보 발생시기’ 요소, 제3사분면(저순위영역)은 ‘경고 소리’, ‘보행자에게 위험정보 알림’, ‘(주간) 차량 접근시 주의정보 발생시기’, ‘(주간) 보행자 접근시 주의정보 발생시기’, ‘(주간) 주의표시가 잘 보이는가’ 등 5개 요소, 제4사분면(과잉영역)은 ‘깜박임 변환’, ‘운전자에게 위험정보 알림’ 등 2개 요소로 분석되었다.

Table 8. t-test result of Importance-Performance by sub-factors(driver)

| 구분 | 요인 | 하위 구성 요소 | 중요도 | | 만족도 | | t-value / p-value |
|------------------|----|-----------------------|-------|----|-------|----|-------------------|
| | | | 평균 | 순위 | 평균 | 순위 | |
| 디스플레이 적합성 | | 설치 위치 | 4.190 | 1 | 3.266 | 3 | 7.843 / .000 |
| | | 깜박임 변환 | 3.962 | 9 | 3.190 | 6 | 6.323 / .000 |
| | | 글자 크기 | 4.101 | 6 | 3.279 | 1 | 6.679 / .000 |
| | | 경고 소리 | 3.949 | 11 | 3.038 | 14 | 7.698 / .000 |
| 운전자 위험정보의 인지성 | | 운전자에게 위험정보 알림 | 3.962 | 9 | 3.177 | 8 | 6.916 / .000 |
| | | 보행자에게 위험정보 알림 | 4.013 | 8 | 3.152 | 9 | 8.481 / .000 |
| | | 차량 우회전간 보행자 접근 인식 | 4.038 | 7 | 3.253 | 4 | 6.831 / .000 |
| | | 보행자의 차량 접근 인식 | 4.165 | 2 | 3.279 | 1 | 7.416 / .000 |
| 주의정보의 정시성 | | (주간)차량 접근시 주의정보 발생시기 | 3.899 | 13 | 3.051 | 13 | 7.730 / .000 |
| | | (주간)보행자 접근시 주의정보 발생시기 | 3.886 | 14 | 3.152 | 9 | 5.780 / .000 |
| | | (야간)차량 접근시 주의정보 발생시기 | 4.114 | 4 | 3.089 | 12 | 8.582 / .000 |
| | | (야간)보행자 접근시 주의정보 발생시기 | 4.127 | 3 | 3.203 | 5 | 7.500 / .000 |
| 주의표시의 식별성 | | (주간)주의표시가 잘 보이는가 | 3.911 | 12 | 3.139 | 11 | 6.255 / .000 |
| | | (야간)주의표시가 잘 보이는가 | 4.114 | 4 | 3.190 | 6 | 7.270 / .000 |

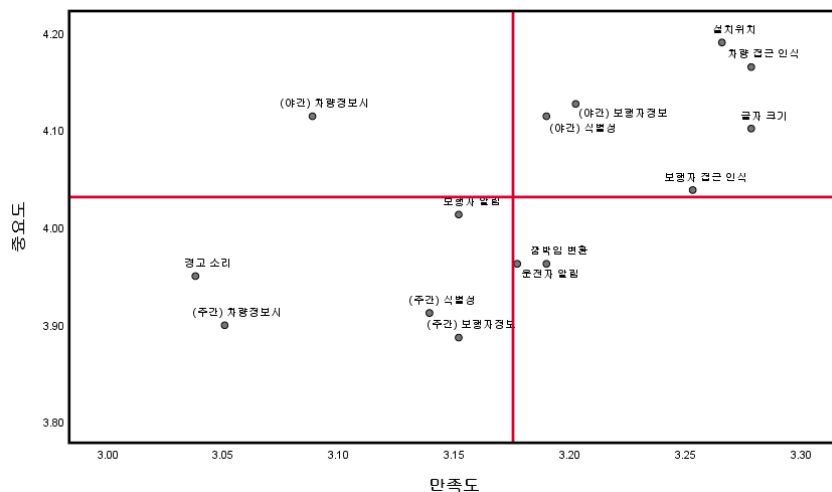


Fig. 7. Importance-Performance Analysis(IPA) results by sub-factors(driver)

보행자그룹의 IPA 분석 결과

보행자의 경우, Fig. 8에서 나타나듯 제1사분면(유지영역)은 ‘위험정보의 인지성’으로 나타났으며, 제2사분면(집중영역)은 ‘주의표시의 식별성’ 요인, 제3사분면(저순위영역)은 ‘AI 디스플레이 적합성’, ‘주의정보의 경시성’ 요인으로 나타났다.

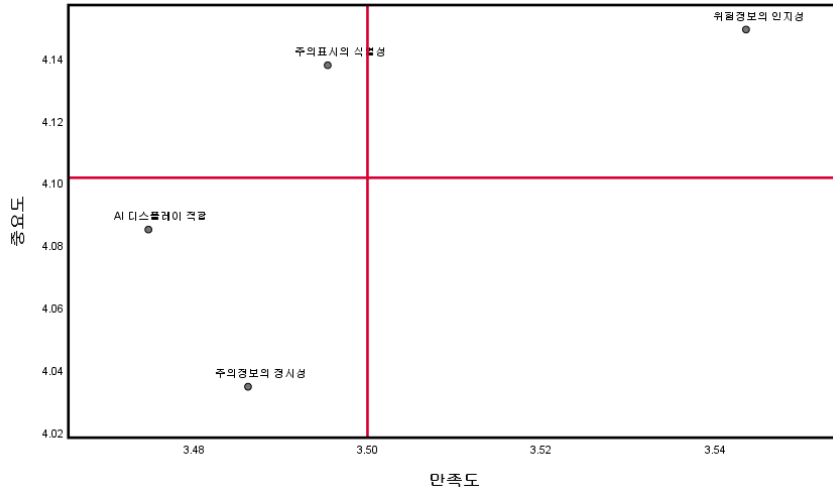


Fig. 8. Importance-Performance Analysis(IPA) results by factors(pedestrian)

보행자의 하위구성 요소별 중요도와 만족도에 대한 분석 결과, 운전자와 마찬가지로 Table 9와 같이 통계적으로 유의한 것으로 나타났으며, IPA Matrix 분석 결과는 Fig. 9와 같이 제1사분면(유지영역)은 ‘설치 위치’, ‘운전자에게 위험정보 알

Table 9. t-test result of Importance-Performance by sub-factors(pedestrian)

| 구분 | 요인 | 하위 구성 요소 | 중요도 | | 만족도 | | t-value / p-value |
|-----|-----------|-----------------------|-------|----|-------|----|-------------------|
| | | | 평균 | 순위 | 평균 | 순위 | |
| 보행자 | 디스플레이 적합성 | 설치 위치 | 4.193 | 2 | 3.551 | 4 | 6.735 / .000 |
| | | 깜박임 변환 | 4.018 | 12 | 3.450 | 11 | 5.865 / .000 |
| | | 글자 크기 | 4.055 | 11 | 3.505 | 8 | 5.219 / .000 |
| | | 경고 소리 | 4.073 | 8 | 3.395 | 14 | 6.731 / .000 |
| 보행자 | 위험정보의 인지성 | 운전자에게 위험정보 알림 | 4.156 | 5 | 3.551 | 4 | 7.437 / .000 |
| | | 보행자에게 위험정보 알림 | 4.184 | 4 | 3.587 | 1 | 7.223 / .000 |
| | | 차량 우회전간 보행자 접근 인식 | 4.064 | 10 | 3.495 | 9 | 6.479 / .000 |
| | | 보행자의 차량 접근 인식 | 4.193 | 2 | 3.541 | 6 | 7.588 / .000 |
| 보행자 | 주의정보의 정시성 | (주간)차량 접근시 주의정보 발생시기 | 3.917 | 14 | 3.404 | 13 | 5.836 / .000 |
| | | (주간)보행자 접근시 주의정보 발생시기 | 3.945 | 13 | 3.459 | 10 | 5.095 / .000 |
| | | (야간)차량 접근시 주의정보 발생시기 | 4.138 | 6 | 3.523 | 7 | 7.465 / .000 |
| | | (야간)보행자 접근시 주의정보 발생시기 | 4.138 | 6 | 3.560 | 2 | 6.986 / .000 |
| 보행자 | 주의표시의 식별성 | (주간)주의표시가 잘 보이는가 | 4.064 | 9 | 3.431 | 12 | 7.436 / .000 |
| | | (야간)주의표시가 잘 보이는가 | 4.211 | 1 | 3.560 | 2 | 8.286 / .000 |

림’, ‘보행자에게 위험정보 알림’, ‘보행자의 차량 접근 인식’, ‘(야간) 차량 접근시 주의정보 발생시기’, ‘(야간) 보행자 접근시 주의정보 발생시기’, ‘(야간) 주의표시가 잘 보이는가’ 등의 7개 요소, 제3사분면(저순위영역)은 ‘깜박임 변환’, ‘경고 소리’, ‘차량 우회전간 보행자 접근 인식’, ‘(주간) 차량 접근시 주의정보 발생시기’, ‘(주간) 보행자 접근시 주의정보 발생시기’, ‘(주간) 주의표시가 잘 보이는가’ 등 6개 요소, 제4사분면(과잉영역)에는 ‘글자 크기’의 요소가 해당하는 것으로 분석 되었다.

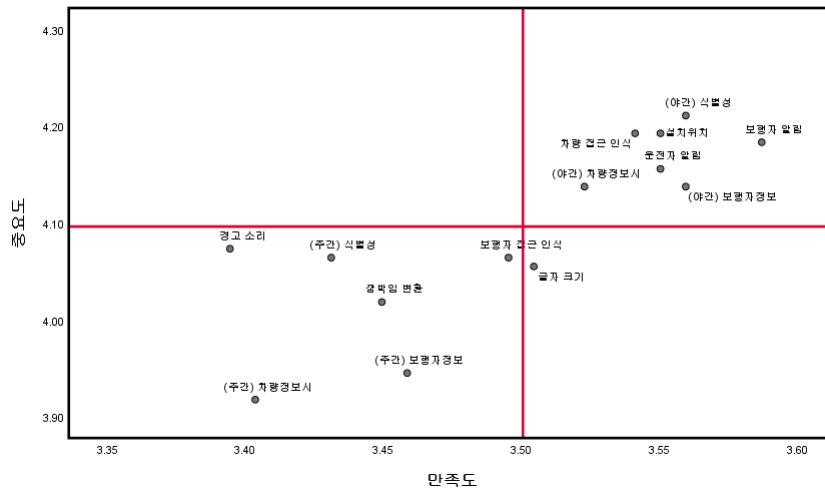


Fig. 9. Importance-Performance Analysis(IPA) results by sub-factors(pedestrian)

결론

본 연구에서는 AI 디스플레이를 활용한 교통안전시스템 구축 지점을 대상으로 서비스 이용자 구분(운전자, 보행자)에 따른 IPA 분석 기반의 만족도 조사를 통해 시스템 개선사항을 파악하였다. IPA 분석 결과를 살펴보면, Table 10에서 나타났듯 이용자 측면에서 운전자에게 제공되는 서비스 중 ‘(야간)주의정보 발생시기의 정시성’ 요소는 최우선적으로 개선이 이루어져야 할 것으로 분석되었다.

본 연구의 결과는 스마트 교통안전 시스템 구축과 정보 제공시 이용자에 따른 주요 만족 요소를 파악함으로써 유사 시스템 구축시 이용자 중심의 서비스 제공이 필요할 것으로 판단된다. 또한 향후에는 실이용자를 대상으로 한 개선 방법과 개선 방향 설정을 통해 보다 실효성 있는 시스템 구축과 서비스 제공이 필요할 것으로 판단된다.

Table 10. Importance-Performance Analysis(IPA) results by users(summary)

| 요인 | 하위 구성 요소 | 1사분면(유지영역) | | | 2사분면(집중영역) | | | 3사분면(저순위영역) | | | 4사분면(과잉영역) | | |
|--------------|----------|------------|-----|-----|------------|-----|-----|-------------|-----|-----|------------|-----|-----|
| | | 전체 | 운전자 | 보행자 | 전체 | 운전자 | 보행자 | 전체 | 운전자 | 보행자 | 전체 | 운전자 | 보행자 |
| 디스플레이 적합성 | 설치 위치 | ● | ● | ● | | | | | | | | | |
| | 깜박임 변환 | | | | | | | ● | | ● | | ● | |
| | 글자 크기 | ● | ● | | | | | | | | | ● | |
| | 경고 소리 | | | | | | | ● | ● | ● | | | |

Table 10. Importance-Performance Analysis(IPA) results by users(summary)(Continue)

| 요인 | 하위 구성 요소 | 1사분면(유지영역) | | 2사분면(집중영역) | | 3사분면(저순위영역) | | 4사분면(과잉영역) | |
|--------------|--------------------------|------------|---------|------------|---------|-------------|---------|------------|---------|
| | | 전체 | 운전자 보행자 | 전체 | 운전자 보행자 | 전체 | 운전자 보행자 | 전체 | 운전자 보행자 |
| 위험정보의 인지성 | 운전자에게 위험정보 알림 | ● | | ● | | | | | ● |
| | 보행자에게 위험정보 알림 | ● | | ● | | | ● | | |
| | 차량 우회전간 보행자 접근 인식 | | ● | | | | ● | ● | |
| | 보행자의 차량 접근 인식 | ● | ● | ● | | | | | |
| 주의정보의 정시성 | (주간)차량 접근시 주의정보 발생시기 | | | | | ● | ● | ● | |
| | (주간)보행자 접근시 주의정보 발생시기 | | | | | ● | ● | ● | |
| | (야간)차량 접근시 주의정보 발생시기 | | | ● | ● | | | | |
| | (야간)보행자 접근시 주의정보 발생시기 | ● | ● | ● | | | | | |
| 주의표시의 식별성 | (주간)주의표시가 잘 보이는가 | | | | | ● | ● | ● | |
| | (야간)주의표시가 잘 보이는가 | ● | ● | ● | | | | | |

Acknowledgement

본 논문은 2022년도 정부(행정안전부)의 재원으로 한국산업기술평가관리원의 지원을 받아 수행된 연구입니다(과제번호 20010164, 지역특화형 재난안전 연구지원 사업-노인 보행자 및 도로교통 안전을 위한 AI 교통안전시스템 실증 기술 개발).

References

- [1] Al-Kaisy, A., Miyake, G.T., Staszczuk, J., Scharf, D. (2018). “Motorists’ voluntary yielding of right of way at uncontrolled midblock crosswalks with rectangular rapid flashing beacons.” *Journal of Transportation Safety & Security*, Vol. 10, No. 4, pp. 303-317.
- [2] Cao, J., Cao, X. (2017). “Comparing importance-performance analysis and three-factor theory in assessing rider satisfaction with transit.” *The Journal of Transport and Land US*, Vol. 10, No. 1, pp. 837-854.
- [3] Choi, K.C., Choi, Y.H., Oh, S.H. (2006). “Using importance-performance analysis to improve traffic information disseminating strategies on VMS.” *Journal of the Korean Society of Civil Engineers D*, Vol. 26, No. 5, pp. 747-754.
- [4] Choi, Y.H., Ko, H.H., Yun, I.S., Kim, D.I. (2016). “Improvement of Hi-pass users’ satisfaction using modified importance performance analysis.” *The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transportation Systems*, Vol. 15, No. 1, pp. 52-65.
- [5] Costa, M., Lantieri, C., Vignali, V., Chasemi, N., Simone, A. (2020). “Evaluation of an integrated lighting-warning system on motorists’ yielding at unsignalized crosswalks during nighttime.” *Transportation Research Part F*, Vol. 68, pp. 132-143.
- [6] Esmailpour, J., Aghabayk, K., Vajari, M.A., Gruyter, C.D. (2020). “Importance-Performance Analysis(IPA) of bus

- service attributes: A case study in a developing country.” *Transportation Research Part A*, 142, No. 142, pp. 129-150.
- [7] Hakkert, A.S., Gitelman, V., Ben-Shabat, E. (2002). “An evaluation of crosswalk warning systems: Effects on pedestrian and vehicle behaviour.” *Transportation Research Part F*, Vol. 5, pp. 275-292.
- [8] Jin, M.S., Lee, S.K. (2016). “Pedestrians and drivers behaviour change by installation of crossing safety assistant system.” *The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transportation Systems*, Vol. 15, No. 3, pp. 85-93.
- [9] Kim, J.H., Ha, D.I., Park, M.C., Song, W.C., Ha, T.J. (2017). “Analysis of traffic safety facilities in pedestrian protection area: Focusing on variable speed limit signs and beacons.” *The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transportation Systems*, Vol. 16, No. 5, pp. 121-133.
- [10] Kim, T.H., Ha, J.M., Lim, J.M., Park, J.J. (2009). “An analysis on indicators of water taxi user service in Seoul using Importance Performance Analysis(IPA).” *Journal of the Korean Society of Civil Engineers D*, Vol. 29, No. 5, pp. 587-595.
- [11] Kim, T.H., Ko, J.H., Won, J.M. (2008). “Evaluation of urban roadway service quality using modified-IPA technique.” *International Journal of Highway Engineering*, Vol. 10, No. 1, pp. 91-100.
- [12] Kwon, K.H., Oh, S.H., Rhee, J.H., Kim, T.H. (2010). “An analysis on determining quality of service criteria for expressway bus passengers using the Importance-Performance Analysis(IPA) - Focussing on Yong-in City: Suji -.” *Journal of the Korean Society of Civil Engineers D*, Vol. 30, No. 3, pp. 223-229.
- [13] Lee, S.K. (2013). “Alternative to improve the lighting of crosswalk on rural highways.” *The Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 13, No. 3, pp. 435-443.
- [14] Lee, W.G., Jung, H.Y. (2008). “Establishment about service level and evaluation model of bus stop.” *Journal of the Korean Society of Civil Engineers D*, Vol. 28, No. 2, pp. 217-225.
- [15] Martilla, J.A., James, J.C. (1977). “Importance-performance analysis.” *Journal of Marketing*, Vol. 41, pp. 77-79.
- [16] Ross, J., Serpico, D., Lewis, R. (2011). *Assessment of Driver Yield Rates Pre-and Post RRFB Installation, Bend, Oregon*. FHWA, FHWA- OR-RD-12-05, Washington DC, US.
- [17] Sum, S., Champahom, T., Ratanavaraha, V., Jomnonkwo, S. (2019). “An application of importance-performance analysis(IPA) for evaluating city bus service quality in Cambodia.” *International Journal of Building, Urban, Interior and Landscape Technology*, Vol. 13, pp. 55-66.