

교통안전시설의 효율적 운영관리를 위한 평가지표 개발

Development of Evaluation Indicators for the Efficient Operation and Management of Traffic Safety Facilities

홍기만^{1*} · 김종훈² · 하정아³Kiman Hong^{1*}, Jonghoon Kim², Jungah Ha³

¹Post-doctoral Researcher, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, Department of Highway & Transportation Research, Goyang, Republic of Korea

²Senior Researcher, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, Department of Highway & Transportation Research, Goyang, Republic of Korea

³Senior Researcher, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, Department of Highway & Transportation Research, Goyang, Republic of Korea

*Corresponding author: Kiman Hong, kmhong@kict.re.kr

ABSTRACT

Purpose: The purpose of this research is to develop an evaluation index for reliable information provision and operation management of traffic safety facilities. **Method:** As for the analysis method, evaluation indicators were selected by grasping the current state of operation and management of traffic safety facilities, and the importance of each indicator was analyzed through the AHP survey. **Result:** As a result of the comprehensive importance analysis, it was found that the highest priority was given in the evaluation index for information accuracy and computer system construction. On the other hand, the evaluation index corresponding to the service management was analyzed as having the lowest priority. **Conclusion:** The results of this study are expected to serve as a yardstick for understanding the management level of each institution for efficient operation and management of traffic safety facilities, and it is expected to establish a foundation for providing accurate information in consideration of the commercialization of autonomous driving in the future.

Keywords: Traffic Safety Facilities, Operation Management, Evaluation Indicators, AHP, Priority

요약

연구목적: 본 연구는 교통안전시설의 신뢰성 있는 정보제공과 운영관리를 위한 평가지표를 개발하는데 목적이 있다. **연구방법:** 분석 방법은 현재 교통안전시설 운영관리 현황을 파악하여 평가지표를 선정하고 AHP 조사를 통해 각 지표의 중요도를 분석하였다. **연구결과:** 종합 중요도 분석 결과, 정보 정확성과 전산체계 구축 수준에 대한 평가지표에서 우선순위가 가장 높은 것으로 나타났다. 반면, 서비스 관리 부분에 해당하는 평가지표는 우선순위가 가장 낮은 것으로 분석되었다. **결론:** 본 연구의 결과는 효율적인 교통안전시설 운영관리를 위해 각 기관별 관리 수준을 파악할 수 있는 척도가 될 것으로 보이며, 향후 자율주행 상용화를 고려하여 정확한 정보 제공을 위한 기반을 구축할 수 있을 것으로 판단된다.

핵심용어: 교통안전시설, 운영관리, 평가지표, AHP, 우선순위

Received | 18 November, 2021

Revised | 11 January, 2022

Accepted | 11 January, 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.

서론

교통안전시설은 도로의 교통사고 예방과 원활한 교통 흐름 위해 설치되는 시설물로 안전표지, 노면표시, 신호기 등을 의미하며, 최근 자율주행차의 상용화와 관련하여 교통안전시설 정보의 공공개방에 대한 요구가 발생하고 있다. 특히 Im et al.(2020)의 연구에 의하면 자율주행차량은 차량의 여러 센서를 통해 주변상황에 대한 정보 수집 및 판단, 제어 등을 통해 주행하기 때문에 교통안전시설의 정확한 정보 수집이 필요하며, 이를 위한 교통안전시설의 규제정보에 대한 제공 방안이 마련되어야 한다고 제시하고 있다.

한편 교통안전시설의 운영관리 주체를 살펴보면, 신호기에 대한 운영관리는 경찰이 수행하고 있으며, 이 외에 안전표지 및 노면표시의 경우 심의를 통한 신설 및 변경 여부는 경찰이 담당하고 있으나, 실제 해당 시설물의 설치 및 관리 권한은 지자체가 수행하고 있다. 이처럼 이원화된 업무 체계는 교통안전시설(안전표지, 노면표시)의 관리 주체 및 기관별 업무 정의가 명확하지 않아 운영관리가 미흡한 실정이며, 각 지자체별로도 교통안전시설 관리를 위한 체계 구축 수준이 상이하여 정확한 정보 제공에 한계가 있는 것으로 나타났다.

따라서 본 연구에서는 자율주행차의 안전한 도로 주행을 위한 교통안전시설 정보 제공에 앞서 교통안전시설에 대한 운영관리 수준을 파악할 수 있는 지표를 개발하는데 목적이 있으며, 이는 향후 각 지자체별로 교통안전시설 사업의 예산 요구의 근거자료 활용과 효율적인 교통안전시설 운영관리를 위한 투자의 우선순위 선정 및 예산지원 우선순위를 결정하는데 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

관련 연구 고찰

교통 부문 운영관리 평가 사례 검토

교통 부문의 시설물 또는 정보제공 목적의 시스템 운영 사례를 살펴보면, 대표적으로 국토 ITS, 국가교통DB 센터, 서울시 TOPIS 등이 있으며, 이에 대한 운영관리 평가지표에 대한 검토를 수행하였다. 우선 국토 ITS의 경우, 교통정보를 수집·제공하는 현장장비와 현장장비를 운영·관제하는 센터시스템으로 구성되며, 업무대행 전문기관을 통해 운영관리를 수행하고 있다. 따라서 업무대행기관의 업무수행 능력평가를 통해 사업의 개선사항을 도출하고 예산배분 등에 활용하기도 하였으며, 성과점검을 위한 평가항목은 운영부문, 구축부문 등 2개의 대분류 하에 운영부문에서 운영목표, 교통상황 모니터링, 실시간 대응, 시스템 유지관리, 교통개선 대책수립, 효율제고와 구축부문에서 구축목표, 계획수립, 기존시설 활용제고 등의 항목으로 구성되어 있다. 각 평가항목은 다시 세분화되어 총 16개의 평가지표를 구분되며, 별도의 가감점 항목을 평가하고 있는 것으로 나타났다.

국가교통DB센터는 교통정책 및 계획 수립 등에서 요구되는 교통기초통계와 관련된 정보를 수집·가공·제공하고 있으며, 국가교통DB 시스템 운영 및 유지보수 평가를 수행하고 있다. 주요 평가 내용은 국가교통DB 구축자료의 갱신·구축·유지관리 및 인터넷 서비스, 국가교통DB 웹사이트 및 관리시스템 관리·운영, 안정된 시스템의 운영을 위한 하드웨어 및 소프트웨어 유지관리 등으로 정보시스템 및 웹사이트 보안 취약점을 점검하여 보안 강화 및 홈페이지 품질 유지, 시스템 운영의 안정성 확보 등에 대한 평가 결과를 도출하고 있다.

서울 TOPIS의 경우, 서울시 교통통합관리 및 서비스를 위해 센터시스템에서 정보를 수집·가공·제공을 수행하고 있으며,

운영성과를 분석하여 차년도 시스템 개선을 위한 계획을 수립하고 있다. 평가의 내용은 교통정보 수집·제공, 24시간 교통상황 모니터링, TOPIS 견학지원, TOPIS 기능개선 및 교통정보 분석기능 강화 등으로 구분된다.

이외에 미국 ITS의 경우, 교통 데이터 품질을 평가하는 7단계의 프레임워크를 수립하여 교통 데이터를 이용하는 사용자 분석을 통해 평가 척도 선정 및 품질 평가를 수행하는 것으로 나타났으며, 전반적으로 운영관리 평가 사례 검토 결과, 현장 장비의 성능평가와 수집데이터의 품질평가에 대한 평가지표를 개발 및 적용하고 있는 것으로 나타났다.

관련 연구 고찰

교통안전시설과 관련된 연구를 살펴보면, Im et al.(2020)은 전문가 심층면접을 통해 교통안전시설 규제정보의 공공개방을 위한 인식조사 연구를 수행하여 자율주행차의 주행을 대비한 IoT 기반의 교통안전시설 도입의 요구사항을 도출하였으며, 서비스 제공을 위해 관리기관과 수요기관 간 협업의 필요성을 제시하였다. Yang(2020)은 자율주행환경에 맞는 도로환경기반시설로 IoT 기반의 교통안전시설 및 관리체계 구축의 필요성을 제시하였으며, 설문조사를 통해 관리자(공무원) 측면에서 관리시스템 구축 부문과 행정부문에 대한 요구사항과 유지보수 측면에서의 유지보수 시스템 구축 등의 요구사항을 도출하였다. 그리고 이전 연구(Yang et al., 2019)에서 교통안전시설 관리의 한계점으로 지자체 교통안전시설 이력 관리의 한계, 관리시스템 표준 부재, 관리체계의 이원화 등을 제시하였으며, 이에 대한 극복방안으로 통합 전산시스템 구축 및 활용방안을 제안하였다. Kim(2018)은 교통안전시설의 이원화된 관리체계 및 현장의 시설물 관리체계의 문제점을 통해 중앙정부 차원에서의 교통안전시설정보관리시스템 구축과 향후 자율주행 환경을 고려한 교통안전시설 관리의 필요성을 제시하였다.

기존 교통안전시설 관련 연구사례를 검토 결과, 자율주행 환경을 대비하여 교통안전시설 정보 제공을 위한 연구가 수행되고 있는 것으로 나타났으며, 이를 위해서는 현재 설치 및 관리중인 교통안전시설에 대한 정확한 정보 수집이 요구된다. 그러나 Yang et al.(2019), Kim(2018)이 제시한 바와 같이 현재 교통안전시설 운영관리의 한계로 인해 정보의 수집 및 관리가 미흡한 것으로 나타났으며, 특히 관리체계의 이원화와 지자체별로 상이한 교통안전시설 관리수준이 주요 요소 중 하나로 나타났다.

이에 본 연구에서는 각 지자체에서 적용 가능한 교통안전시설의 운영관리 평가지표 개발과 각 평가지표의 상대적 중요도를 분석하고자 한다.

운영관리 지표 개발 및 중요도 분석

운영관리 평가 지표 개발 및 종합평가 방안 수립

본 연구의 교통안전시설 운영관리의 목적은 현재 수준에서의 교통안전시설 운영 및 유지관리에 대한 진단을 통해 교통안전시설 정보 제공을 위한 서비스 품질과 일관성을 확보함으로써 정보를 활용하는 수요기관 또는 수요처에 정확한 정보를 제공하는 것으로 정의할 수 있다. 이러한 목적에 맞춰 교통안전시설 운영관리의 평가항목 및 지표는 현재 나타나고 있는 운영관리의 문제를 충분히 반영할 수 있어야 하며, 각각의 평가 지표가 의미하는 내용이 명확해야 한다.

따라서 평가 지표 개발에 앞서 경찰기관 및 지자체 교통안전시설 담당자를 통해 현황파악을 완료하였으며, Table 1과 같이 기존 연구에서 제시된 결과와 유사한 한계점을 도출하였다.

Table 1. Interview survey results

구분	내용
기관간 협조체계 미흡	규제심의 이후의 시설물 설치/변경/철거 등에 대한 결과 공유가 이루어지지 않음
정보 수집/관리 체계 미흡	정보의 DB화 또는 이를 관리할 수 있는 시스템 부재
정보의 불확실성	현장 시설물 정보와 DB에 입력된 정보가 정확한지 확인이 어려움
관리 인력의 부족	관리하는 시설물 양에 비해 적은 관리 인력
조사 및 관리 인력의 비전문성	인사이드 등 에 따른 관리 인력 변화 및 현장 조사자의 비전문성

따라서 본 연구에서는 앞서 검토된 운영관리 현황의 한계 등을 고려하여 운영체계 관리와 시설물 및 정보 관리, 서비스 관리 등의 3개의 평가 항목을 구성하였다. 또한, 각 평가 항목별 평가 지표는 운영체계 관리의 4개 지표, 시설물 및 정보 관리의 4개 지표, 서비스 관리의 3개 지표 등 총 11개의 평가 지표를 개발하였으며, 각 지표가 의미하는 내용은 Table 2와 같다.

Table 2. Definition of evaluation indicators for operation and management of traffic safety facilities

평가 항목	평가 지표	내용
운영체계 관리	전산체계 구축 수준	교통안전시설 운영관리를 위한 시스템 구축 수준 평가
	운영관리 방안 수립 여부	교통안전시설 운영관리에 대한 기본 방침의 존재 유무 평가
	운영관리 전문성	교통안전시설 운영관리를 수행하는 인력의 전문성 평가(질적수준)
	운영관리 적정성	교통안전시설 운영관리를 수행하는 인력의 적정성 평가(양적 수준)
시설물 및 정보 관리	시설물 관리 주기	현장에 설치된 교통안전시설물의 현황을 정확하게 파악하기 위한 관리 주기 평가
	정보 현행화(갱신) 주기	현장에 설치된 교통안전시설물의 정보 갱신 주기 평가
	정보 관리 수준	관리중인 교통안전시설물 정보의 상세정도 평가
	정보 정확성	관리중인 교통안전시설물 정보의 정확성 여부 평가
서비스 관리	서비스 접근성	교통안전시설 정보를 취득함에 있어 얼마나 용이한지에 대한 평가
	서비스 제공 범위	교통안전시설 정보 제공에 있어 공공개방(다양성, 투명성) 정도에 대한 평가
	서비스 활용 정도	교통안전시설 정보를 이용하여 정책 및 서비스 개선 등 활용하는 정도를 평가

위와 같이 개발된 11개의 평가 지표는 계층화 분석법(Analytic Hierachy Process, AHP)을 이용하여 중요도를 파악하였다. AHP분석은 다수의 속성에 대하여 계층을 분류하고 각 속성의 중요도를 파악하여 최적 대상을 선정하는 기법으로 평가 지표 개발연구에서 많이 활용되는 방법 중 하나이며(Saaty, 1990), 평가요소별 중요도에 대한 설문조사자의 주관적인 부분을 정량화 할 수 있다는 장점이 있다.

AHP 분석을 이용한 우선순위 결정 과정은 4단계로 이루어지며, 우선 첫 번째로 의사결정 문제 정의를 통한 목표 설정 과정과 목표 도달을 위한 계층 구조를 형성하고 두 번째, 동일한 계층의 평가 항목들간 상호비교를 위한 쌍대비교 작성 후, 설문 조사를 수행한다. 세 번째는 이와 같이 작성된 각 계층 내 상대적 중요도를 계산하고 마지막으로 일관성(Consistency Index, CI) 검증을 수행한다.

본 연구에서는 Fig. 1과 같이 효율적인 교통안전시설 운영관리를 위한 목표하에 상위계층(Level 1)을 운영체계·관리, 시설물 및 정보 관리, 서비스 관리 등 평가 항목으로 설정하였으며, 각 항목별 평가지표를 하위계층(Level 2)으로 구조를 형성

하였다. 여기서 중요도 측정을 위한 척도는 5점 범위로 구성하였으며, 각 척도가 의미하는 내용은 Table 3과 같다.

AHP 조사는 본 연구의 주요 내용인 교통안전시설에 대한 운영관리 현황을 충분히 인지하고 있는 교통 전문가 15인을 대상으로 2021년 10월 25일 ~ 2021년 11월 2일까지 9일간 조사를 수행하였다.

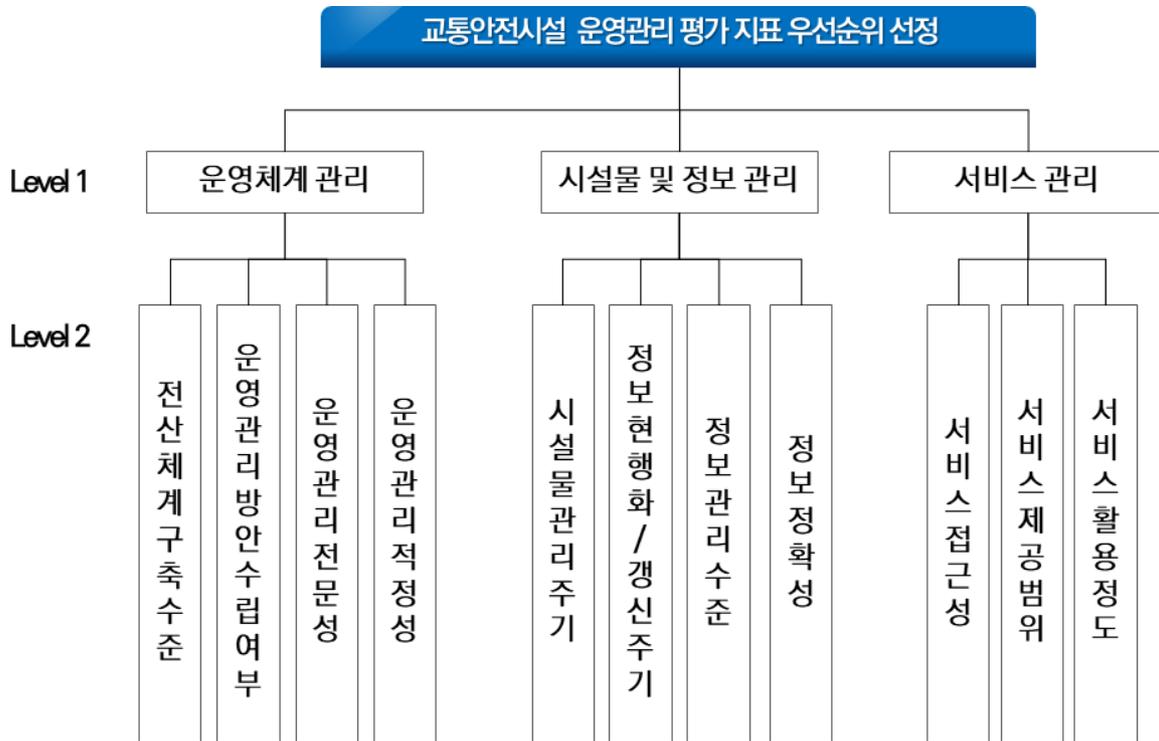


Fig. 1. Hierarchy Structure for operation and management of traffic safety facilities

Table 3. Classification of importance scale

중요도	척도의 의미
1	동등한 중요성(equal importance)
2	다른 대안에 비해 조금 중요함(weak importance of on over another)
3	비교적 중요함(essential or strong importance)
4	매우 중요함(very strong or demonstrated importance)
5	절대적으로 중요함(absolute importance)

계층별 중요도 및 우선순위 결과

상위계층(Level 1)에 대한 중요도 및 우선순위 분석 결과, Table 4 및 Fig. 2와 같이 ‘운영관리 0.429’, ‘시설물 및 정보 관리 0.378’, ‘서비스 관리 0.192’로 이때의 CR값은 0.1이하로 나타남에 따라 일관성이 확보된 것으로 분석되었다.

Table 4. Weight analysis result of Level 1

평가 항목	중요도	순위
운영체계 관리	0.429	1
시설물 및 정보 관리	0.378	2
서비스 관리	0.192	3

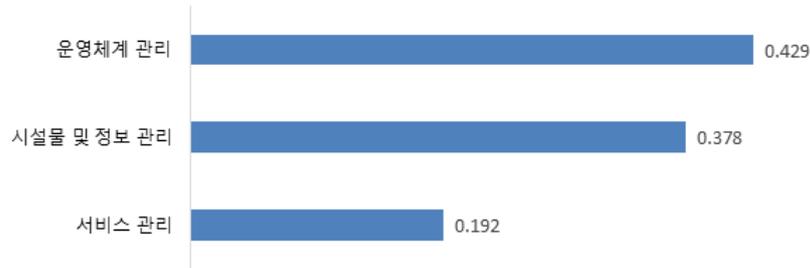


Fig. 2. Weight analysis result of Level 1

하위계층(Level 2)에 대한 중요도 및 우선순위 분석 결과, Table 5 및 Fig. 3과 같이 우선 운영체계 관리에서 ‘전산체계 구축 수준 0.358’, ‘운영관리 방안 수립 여부 0.172’, ‘운영관리 전문성 0.268’, ‘운영관리 적정성 0.203’으로 나타났으며, CR값은 0.1이하로 일관성이 확보된 것으로 분석되었다. 시설물 및 정보 관리는 ‘시설물 관리 주기 0.191’, ‘정보 현행화(갱신)주기 0.195’, ‘정보 관리 수준 0.201’, ‘정보 정확성 0.413’으로 나타났으며, CR값은 0.1이하로 일관성이 확보된 것으로 나타났다. 마지막으로 서비스 관리는 ‘서비스 접근성 0.337’, ‘서비스 제공 범위 0.354’, ‘서비스 활용정도 0.309’로 나타났으며, CR값은 0.1이하로 일관성이 확보된 것으로 나타났다.

Table 5. Weight analysis result of Level 2

Level 1	Level 2(평가지표)	중요도	순위
(a) 운영체계 관리	전산체계 구축 수준	0.358	1
	운영관리 방안 수립 여부	0.172	4
	운영관리 전문성	0.268	2
	운영관리 적정성	0.203	3
(b) 시설물 및 정보 관리	시설물 관리 주기	0.191	4
	정보 현행화(갱신) 주기	0.195	3
	정보 관리 수준	0.201	2
	정보 정확성	0.413	1
(c) 서비스 관리	서비스 접근성	0.337	2
	서비스 제공 범위	0.354	1
	서비스 활용 정도	0.309	3

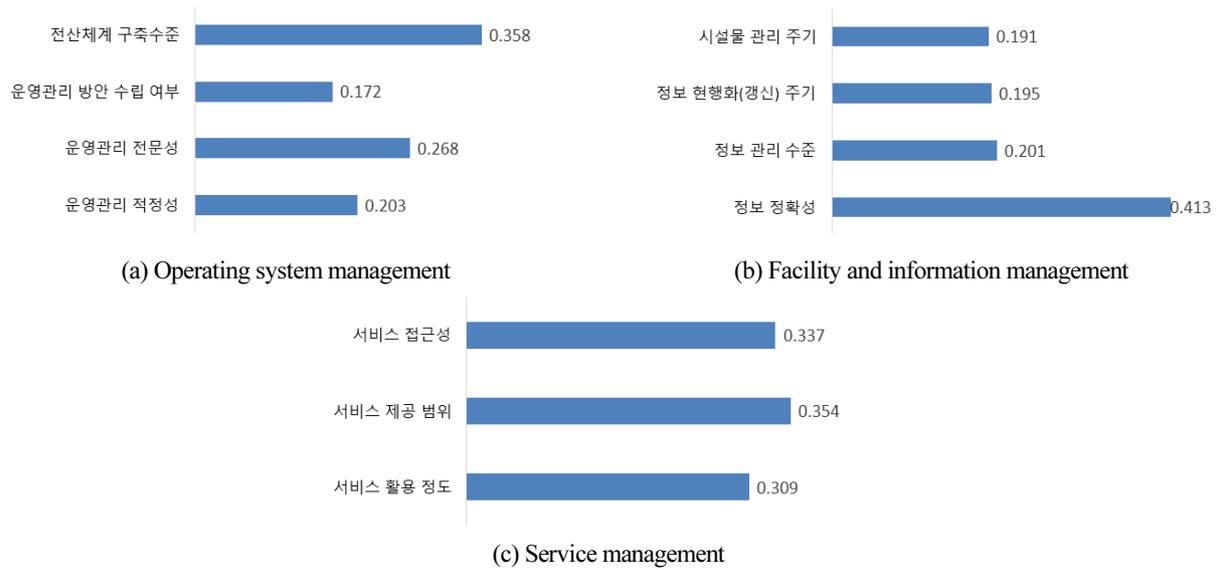


Fig. 3. Weight analysis result of Level 2

종합 중요도 및 우선순위 결과

교통안전시설 운영관리 평가지표에 대한 종합 중요도 및 우선순위 분석 결과, ‘정보 정확성 0.156’으로 가장 중요도가 높은 평가지표로 나타났으며, 다음으로는 ‘전산체계 구축 수준 0.154’, ‘운영관리 전문성 0.115’, ‘운영관리 적정성 0.087’, ‘정보 관리 수준 0.076’으로 중요도가 높은 것으로 분석되었다.

반면, ‘서비스 활용 정도 0.059’, ‘서비스 접근성 0.065’, ‘서비스 제공 범위 0.068’로 분석되어 서비스 관리 평가 항목에서 전반적으로 다른 평가항목 및 평가지표에 비해 중요도가 낮은 것으로 나타났으며, 평가지표별 종합 중요도 및 우선순위 결과는 Table 6 및 Fig. 4와 같다.

Table 6. Weight analysis result of evaluation indicators using AHP

Level 2(평가지표)	종합 중요도	순위
정보 정확성	0.156	1
전산체계 구축 수준	0.154	2
운영관리 전문성	0.115	3
운영관리 적정성	0.087	4
정보 관리 수준	0.076	5
정보 현행화(갱신) 주기	0.074	6
운영관리 방안 수립 여부	0.074	7
시설물 관리 주기	0.072	8
서비스 제공 범위	0.068	9
서비스 접근성	0.065	10
서비스 활용 정도	0.059	11

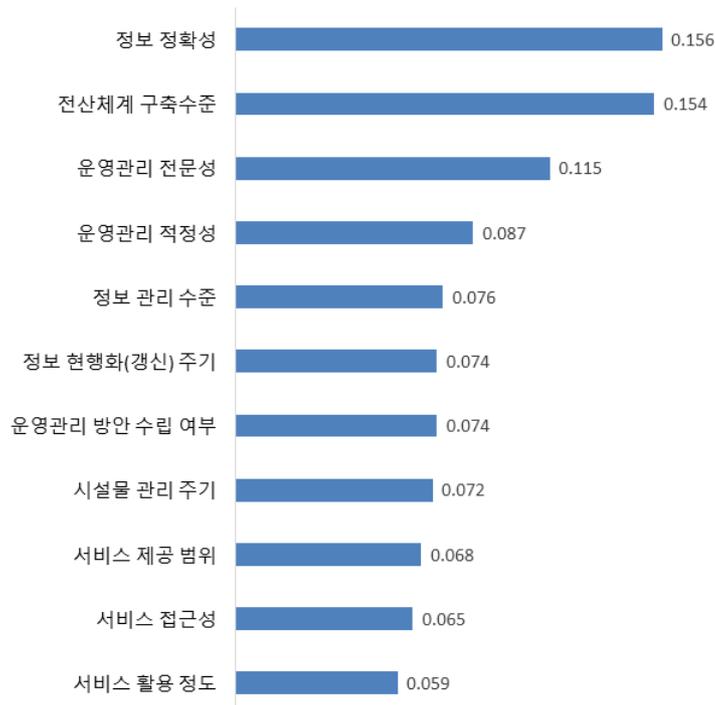


Fig. 4. Weight analysis result of evaluation indicators using AHP

결론

본 연구는 교통안전시설의 신뢰성 있는 정보제공과 운영관리를 위한 평가지표 개발을 목적으로 분석한바, 추후 자율주행차의 안전한 도로 주행시 요구되는 교통안전시설의 정확한 정보 제공에도 적용될 수 있도록 3개의 평가항목과 11개의 평가지표를 개발하고 각 지표의 중요도를 파악하기 위해 교통전문가 15인을 대상으로 AHP 분석을 수행하였다. 우선 평가항목에서는 운영체계 관리가 시설물 및 정보 관리, 서비스 관리에 비해 높은 중요도를 갖는 것으로 분석되었으며, 각 항목별 평가지표에서는 운영체계 관리 부분에서 ‘전산체계 구축 수준 0.358’, 시설물 및 정보 관리에서 ‘정보 정확성 0.413’, 서비스 관리에서 ‘서비스 제공 범위 0.354’로 중요도가 가장 높은 지표로 분석되었다. 종합 중요도 및 우선순위 분석에서는 11개 평가지표 중 ‘정보 정확성’이 0.156으로 가장 높은 중요도로 나타났으며, ‘전산체계 구축 수준’이 0.154로 ‘정보 정확성’과 유사한 수준의 중요도를 보이는 것으로 분석되었다. 반면, ‘서비스 활용 정도’와 ‘서비스 접근성’, ‘서비스 제공 범위’와 같이 서비스 관리에 해당하는 평가지표는 가장 낮은 중요도로 분석되었다.

이러한 분석 결과는 현재 교통안전시설에 대한 운영관리에 있어 정보의 정확성 확보와 이를 위한 전산체계(시스템) 구축이 가장 우선적으로 구축되어야 한다는 것과 동시에 가장 필요한 요인이나 가장 미흡한 요인임을 의미한다. 따라서 향후 자율주행시대를 고려하여 이에 대한 적극적인 투자가 이루어져야 할 것으로 보이며, 이러한 시스템 구축은 교통안전시설 운영관리의 이원화된 업무 구조에서 경찰과 지자체간 유기적 협조체계 구축이 가능할 것으로 판단된다.

Acknowledgement

본 논문은 2021년도 정부(경찰청)의 재원으로 도로교통공단의 지원을 받아 수행된 연구입니다(POLICE-L-00003-03-403, IoT 기반 교통안전시설 정보제공 및 운영관리 기술 개발).

References

- [1] Battelle (2004). Traffic Data Quality Measurement. Battelle, work order number BAT 03-007, Washington, D.C., US.
- [2] Im, I.J., Kim, Y.M. (2020). "A study on social perception on the regulatory information service diffusion of traffic facilities." *The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, Vol. 19, No. 2, pp. 1-17.
- [3] Kim, J.T. (2018). "Importance of function management of traffic safety facilities for future autonomous driving environment." *Journal of Korean Society of Road Engineers*, Vol. 20, No. 2, pp. 27-32.
- [4] Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology(2017). unpublished.
- [5] Ministry of Land, Infrastructure, and Transport(MOLIT), The Korea Transport Institute(KOTI). (2019). DB System Operation and Maintenance.
- [6] Seoul City (2020). 2020 Transport Operation & Information Service(TOPIS) Operation and Maintenance Plan (URL : <https://opengov.seoul.go.kr/sanction/18935952>).
- [7] Saaty, T.L. (1990). "How to make a decision the analytic hierarchy process." *European Journal of Operational Research*, Vol. 48, pp. 9-26.
- [8] Yang, J.W. (2020). A Study on Management of Traffic Control Devices in Autonomous Vehicles Driving Environment. Masters Dissertation, Korea National University of Transportation.
- [9] Yang, J.W., Kim, J.T. (2019). "Traffic safety control device management for autonomous driving environment." *The Conference of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, Saint Johns Hotel, pp. 287-291.