

다변량 분석에 의한 도로경관 분류 및 평가

Classification and Evaluation of Road Landscape by Multi-variate Analysis

김대연* · 이길주** · 이재선*** · 이병주**** · 남궁문*****

Kim, Dae Yeon · Lee, Kil Ju · Lee, Jae Sun · Lee, Byung Joo · Namgung, Moon

1. 서론

경제 성장과 더불어 우리 삶을 구성하고 있는 주변 환경의 질에 대한 관심 및 요구가 꾸준히 높아지고 있는 실정이다. 도로 분야에서도 주행성, 안전성 같은 기본적인 기능이 확보되면서 최근에는 도로 이용자 측면에서 쾌적성, 심리적 안정성 및 안락성 등을 고려한 도로경관 조성에 사회적인 관심이 확대되면서 도로의 질적 개선을 위한 노력이 요구되고 있다. 이는 도로 이용자들의 심리적인 안정감 및 안락성, 쾌적성 등을 유도함으로써 더욱 안전하고 쾌적한 도로교통 환경을 조성하기 위한 목적이라고 볼 수 있다. 따라서 공학적인 측면에서 기준화된 설계지침이 아닌 도로 이용자 측면에서의 감성인지를 고려한 안전하고 쾌적한 도로설계 기준의 정립이 절실히 필요한 실정이다. 이에 본 연구에서는 도로경관 특성 및 정적·동적 실험 환경에 따라 도로 이용자들이 느끼는 감성적인 만족도에 차이가 있을 것이라는 가정 하에 실제 도로횡단면을 구성하고 있는 차로 폭, 차로 수, 길어깨 폭, 유효 보도 폭, 중앙 화단 폭, 중앙 가로수 높이, 중앙 여유 폭, 보도 가로수 높이, 건물 높이를 도로경관 구성요소로 설정하고 정적·동적 도로경관 감성인지 실내 실험을 실시하였다. 그리고 주성분 분석(Principal Analysis)과 군집분석(Cluster Analysis)을 통해 도로 이용자들의 감성 인지에 따른 도로경관의 분류와 평가 가능성을 파악하고자 한다.

2. 조사 및 실험내용

도로경관에 대한 감성인지 실험을 실시하기 위하여 표 1과 같은 도로경관 구성요소의 3수준을 조합하여 그림 1에 나타낸 것과 같이 27개의 동적 도로경관 화면 이미지를 구현하고 한 시점의 정지 이미지를 정적 도로경관 이미지로 결정하였다. 동적 도로경관 실험은 운전자가 실제 도로에서 경험하는 전방 60° 범위의 경계 시계 및 좌·우측 안구의 188° 범위와 상하 130° 범위의 주위 경계 시계를 고려해야 하나 본 연구에서는 실내 실험으로 실제 현장 주행환경과는 다소 차이가 있을 수 있다. 즉, 실험은 피실험자가 상하, 좌우 경계 시계(각 60°)에서만 볼 수 있도록 LCD Projector를 이용하여 Screen에 실험 이미지를 구현하여 환경적인 제약과 현실 재현성에 한계가 있을 수 있지만 피실험자인 운전자들을 대상으로 도로경관 이미지에 대해 충분히 설명함으로써 실험 오차를 최소화하고자 노력하였다.

표 1. 정적·동적 도로경관 이미지 구성요소 및 수준값

구분	차로 폭	차로 수	길어깨 폭	중앙 화단 폭	중앙 여유 폭	가로수 높이		유효 보도 폭	건물 높이
						중앙	보도		
1수준	3.0m	2차로	0.5m	1.0m	0.5m	5.0m	5.0m	2.0m	5층(15m)
2수준	4.0m	4차로	1.0m	1.5m	1.0m	10.0m	10.0m	3.0m	10층(30m)
3수준	5.0m	6차로	1.5m	2.0m	1.5m	15.0m	15.0m	4.0m	15층(45m)

* 학생회원 · 원광대학교 토목환경공학과 석사과정 · 063-850-6722(E-mail:youngaru@hanmail.net)

** 학생회원 · 원광대학교 토목환경공학과 석사과정 · 063-850-6722(E-mail:comewiz486@hanmail.net)

*** 학생회원 · 원광대학교 토목환경공학과 박사과정 · 공학석사063-850-6722(E-mail:sun90128@naver.com)

**** 정회원 · 원광대학교 토목환경공학과 겸임교수 · 공학박사063-850-6722(E-mail:lbj3891@hanmail.net)

***** 정회원 · 원광대학교 토목환경공학과 교수 · 공학박사063-850-6722(E-mail:ngmoon@wonkwang.ac.kr)

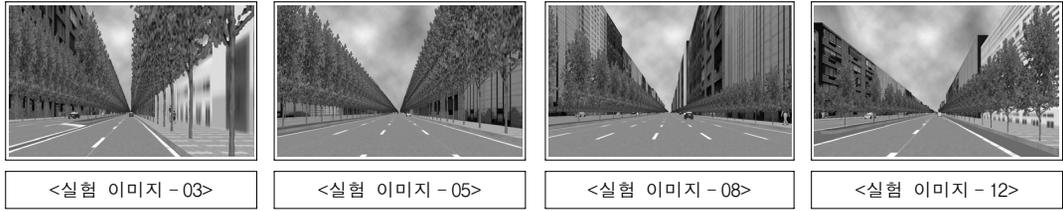


그림 1. 정적·동적 도로경관 실험 화면 이미지 예

도로경관 감성인지의 본 실험은 2006년 9월 10~20일까지 약 11일간 이루어졌으며, 20~30대 운전자 150명을 대상으로 실시하였다. 정적·동적 도로경관에 대한 감성인지 실험은 감성 형용사에 의한 SD(Semantic Differential)법을 이용하여 정적·동적 도로경관 이미지를 바라보는 느낌 및 경관에 대한 만족도 등을 조사하였다.

3. 도로경관 구성요소의 인지특성 분석

3.1 평상시 도로경관의 인지특성

평상시 도로경관 구성요소에 대한 피실험자들의 인지특성 및 선호 기준을 파악하기 위하여 도심지 주요 도로의 차로 폭 및 도심지에서 적정 편도 차로 수, 건물 층수, 가로수 높이, 보도 폭 등을 조사하였다. 그 결과, 표 2에 나타난 것과 같이 차로 폭에 대해서는 3.203m로 인지하고 있었고 편도 차로 수는 3.944차로, 건물 층수는 9.611층, 가로수 높이는 7.325m, 보도 폭은 3.326m가 적정하다고 생각하고 있음을 알 수 있었다. 특히, 차로 폭을 제외한 다른 구성요소는 운전 중 큰 영향을 미치지 않는 요인이라 표준편차가 높게 나타난 것이라고 생각된다. 또한 본 실험의 한계 정도를 파악하기 위하여 도로경관 화면 이미지에 대해 느낀 현실감 정도를 조사하여 분석해 본 결과, 평균 65.99%(표준편차 18.51%) 정도라고 응답하여 동적 도로경관 감성인지 실험이 어느 정도는 적절하다고 생각할 수 있었다.

표 2. 평상시 도로경관 구성요소의 인지특성 및 선호 기준

구 분	차로폭 인지특성	적정 편도 차로수	적정 건물 층수	적정 가로수 높이	적정 보도폭
평 균	3.203m	3.944m	9.611층	7.325m	3.326m
표준편차	0.378m	1.045m	4.826층	3.510m	1.079m

3.2 정적·동적 도로경관의 인지특성

피실험자들이 느끼는 정적·동적 도로경관의 감성 형용사에 대한 인지특성 차이를 분석하기 위하여 쌍체 비교(Paired Comparison) 검정을 실시하였다. 표 3에서 보는 것과 같이 “불안한-안전한”, “좁아지는-넓어지는”, “답답한-확 트인”, “조화되지 않은-조화된”의 항목에서 정적·동적 도로경관 감성 형용사 차이의 평균값이 부(-)의 부호 조건을 나타내 동적 도로경관에서 더 높게 인지하고 있는 것으로 나타났으며, “마음에 들지 않는-마음에 드는”의 항목에서는 정(+)의 부호 조건으로 정적 도로경관에서 더 높게 인지하고 있음을 확인할 수 있었다. 그리고 쌍체 비교 검정 결과의 각 항목별 유의확률(*p-value*)에서 “조화되지 않은-조화된”의 항목에서만 유의수준(5%)보다 낮게 나타나 정적·동적 도로경관의 감성 형용사 인지에 차이가 있는 것으로 분석되어 “조화성”에 의해 도로경관을 분류할 수 있음을 확인할 수 있었다. 또한 도로경관의 인지 이미지에 대해서도 표 3에서 보는 것과 같이 모든 항목이 정(+)의 부호 조건을 나타내 정적 도로경관에서 더 높게 인지하고 있는 것으로 나타났다. 그리고 “차로 폭이 좁다-차로 폭이 넓다”, “차로 수가 적다-차로 수가 많다”, “중앙 분리대의 가로수가 낮다-중앙 분리대의 가로수가 높다” 항목의 유의확률이 유의수준(5%)보다 낮게 나타나 정적·동적 도로경관의 인지 이미지에 차이가 있는 것으로 분석되어 “개방성”에 의해 도로경관을 분류할 수 있음을 확인할 수 있었다.

표 3. 정적·동적 도로경관 감성 형용사 및 인지 이미지에 대한 쌍체 비교 검정 결과

감성 형용사	DIFF	t-값	p-value	인지 이미지	DIFF	t-값	p-value
1. 불안한 - 안전한	-0.003	-0.05	0.9619	차로 폭이 좁다 - 차로 폭이 넓다	0.192	3.15	0.0018
2. 좁아지는 - 넓어지는	-0.019	-0.32	0.7455	차로 수가 적다 - 차로 수가 많다	0.112	2.35	0.0194
3. 답답한 - 확 트인	-0.051	-0.90	0.3689	중앙분리대 가로수가 낮다 - 중앙분리대 가로수가 높다	0.102	1.96	0.0505
4. 조화되지 않은 - 조화된	-0.179	-2.80	0.0055	보도의 가로수가 낮다 - 보도의 가로수가 높다	0.045	0.87	0.3824
5. 마음에 들지 않는 - 마음에 드는	0.019	0.28	0.7797	건물이 낮다 - 건물이 높다	0.016	0.31	0.7584

주) DIFF = 정적·동적 도로경관 감성 형용사 및 인지 이미지 차이의 평균값

4. 도로경관 설계요소의 군집분석

군집분석은 군집들을 계층화(Hierarchical) 유도 여부에 따라 크게 계층적 방법(Hierarchical Method)과 비계층적 방법(Non-Hierarchical Method)으로 구분할 수 있으며, 계층적 방법에서는 군집 형성에 위계가 있어 일단 한 군집에 속한 두 개체는 다시 흩어지지 않고 비계층적 방법에서는 군집이 형성된 이후에도 일정 기준에 따라 개체들이 이합집산을 되풀이 하는 과정을 거친다. 본 연구에서는 비계층적 방법에 의한 군집분석을 실시하고 군집 특성을 통해 가장 합리적인 군집을 분류하고 피실험자들이 긍정적으로 평가하는 군집에서의 설계요소 기준을 파악하여 비교함으로써 걱정된 도로경관 설계요소들의 기준을 확인한다. 그리고 군집으로 분류된 도로경관이 명확하게 분류되는지를 검토하기 위하여 주성분 분석을 통해 이를 확인한다. 도로경관 구성요소에 대한 비계층적 군집분석을 통해 3개의 군집으로 분류하고 군집간 도로경관에 대한 이미지 종합 점수에 차이가 있는지를 파악하기 위하여 ANOVA 분석을 실시하였다. 그리고 정적·동적 도로경관에서의 피실험자들이 느끼는 이미지 만족도에 차이가 있는지를 파악하기 위하여 대응 표본에 대한 쌍체 비교 검정을 실시하였다. 비계층적 군집분석 결과에 의한 정적 도로경관의 분산분석 결과, F 값이 3.22, 유의확률이 0.0413으로 유의수준 5%에서 군집별 도로경관 구성요소에 차이가 있는 것으로 분석되었다. 특히, Duncan 사후 검정에서 군집 2와 3은 차이가 없으나 군집 1과는 차이가 있는 것으로 분석되었는데 도로경관 구성요소에서도 중앙 화단의 가로수 높이와 건물 높이가 군집 2와 3보다 낮게 나타나 공간적인 개방감이 높을수록 이미지 만족도가 높음을 알 수 있었다. 그러나 동적 도로경관에 대한 분산분석 결과에서는 F 값이 2.26, 유의확률이 0.1063으로 유의수준 5%에서 차이가 없는 것으로 분석되었다. 또한 도로경관 구성요소에 대한 군집분석 결과를 보다 명확하게 파악하기 위하여 주성분 분석을 실시한 결과, 제1주성분은 “개방성”을 의미하고 제2주성분은 “인위성”을 의미한다고 볼 수 있었다. 그리고 도로경관 구성요소에 대한 주성분 점수에 의해 27개의 도로경관 이미지를 군집별로 분류해 보았으나 도로경관 이미지가 명확하게 구분되지 않았다. 이는 도로경관 구성요소의 최소 수준이 현재 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙에 의한 기준을 만족하고 피실험자들이 도로경관의 개별 구성요소를 명확하게 인지하기 어렵기 때문이라고 생각된다.

표 4. 도로경관 구성요소에 대한 비계층적 군집분석 결과

군집	Case Number	차로 폭	차로 수	길어깨 폭	중 양 화단폭	중 양 여유폭	가로수 높이		유 효 보도폭	건물 높이	종합점수	
							중 양	보 도			정 적	동 적
1	1, 2, 4, 11, 17, 22	3.67	3.33	0.67	1.58	0.83	6.67	9.17	2.50	25.00	73.52	74.97
2	3, 5, 6, 7, 8, 9, 13, 15, 16, 18, 19, 26	3.58	5.00	1.04	1.42	1.00	12.08	11.67	3.25	28.75	68.65	71.25
3	10, 12, 14, 20, 21, 23, 24, 25, 27	4.67	3.56	1.06	1.44	1.17	9.44	8.33	3.22	35.00	67.52	70.00

5. 도로경관 구성요소에 의한 이미지 분류 및 평가

도로경관에 대한 주성분과 군집분석 결과를 바탕으로 도로경관 이미지를 좋은, 보통, 나쁜 경관의 3가지 경우로 분류해 보고 현재 주어진 설계요소 및 피실험자들의 인지특성에 의해 도로경관을 평가해 본다. 이를 위해 실험대상 도로경관의 설계요소인 변량을 주성분 부하량(고유 벡터)로 곱하여 추정하고 각 공통 주성분

의 경향을 각 도로경관 이미지가 어느 정도 가지고 있는지를 나타내는 주성분 점수를 계산한다. 그리고 제1 주성분 축과 제2주성분 축을 기준으로 27개의 도로경관 이미지에 대한 제1주성분과 제2주성분 점수를 산정하고 해당 도로경관 이미지가 위치하는 영역을 파악함으로써 도로경관을 평가하기로 한다. 그 결과, 그림 2에서 보는 것과 같이 제1주성분과 제2주성분 축을 기준으로 제 I 사분면은 개방성과 인위성이 양호하고 제 II 사분면은 개방성이 양호하고 인위성은 미흡하며, 제 III 사분면은 개방성과 인위성이 미흡하고 제 IV 사분면은 개방성은 미흡하고 인위성은 양호한 영역을 의미한다고 볼 수 있다.

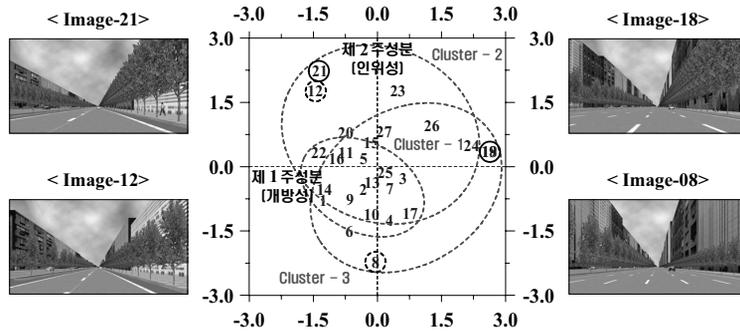


그림 2. 도로경관 구성요소의 주성분 점수에 따른 이미지 분류

그림 2에서 제1주성분인 개방성 축에 대해서 양호한 이미지는 21번 이미지이고 미흡한 이미지는 8번 이미지이며, 제2주성분인 인위성 축에 대해서 양호한 이미지는 18번과 19번 이미지이고 미흡한 이미지는 12번 이미지로 나타났다. 이는 분산분석의 Duncan 사후 검정 결과에서와 같이 군집 2와 3은 차이가 없으나 군집 1과는 차이가 있는 것으로 분석되었는데 이는 이미지가 개방성과 인위성 축에서 아주 양호하거나 미흡한 상태인 경우 군집 2와 3에 해당하고 있기 때문이라고 생각된다. 따라서 도로경관 이미지는 어느 한 요인만을 기준으로 분류하는 것보다는 종합적인 평가가 중요함을 알 수 있다.

6. 결론

본 연구는 도로 이용자들이 느끼는 도로경관의 감성인지 특성을 파악하기 위하여 정적·동적 실험을 실시하고 도로 이용자들의 감성 인지에 따른 도로경관을 분류하고 평가하기 위하여 주성분 분석과 군집분석을 실시하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

평상시 도로경관 구성요소인 차로 폭은 3.203m로 인지하고 있었고 가장 선호하는 편도 차로 수는 3.944차로, 건물 층수는 9.611층, 가로수 높이는 7.325m, 보도 폭은 3.326m임을 알 수 있었다. 그리고 정적·동적 도로경관의 감성 형용사에 대한 인지특성 분석에서는 “조화성”, 도로경관의 인지 이미지 특성 분석에서는 “개방성”에 의해 도로경관을 분류할 수 있음을 확인할 수 있었다. 또한 주성분 분석과 군집분석을 통해 도로경관 이미지는 어느 한 요인만을 기준으로 분류하는 것보다는 종합적인 평가해야 함을 알 수 있다.

따라서 안전하고 쾌적한 도로경관을 구성하기 위해서는 구성요소들의 조화가 매우 중요하다고 판단되므로 향후 연구과제로는 공학적인 측면의 안전성뿐만 아니라 감성적인 측면에서의 안전성 및 쾌적성 등이 확보될 수 있는 도로횡단면 구조설계 기준에 대한 연구를 수행해야겠다.

참고 문헌

1. 김종구(2001), “가로경관의 심리평가와 물리적 공간구성요소”, 대한토목학회 논문집, 제21권 제1D호, pp.23~31.
2. 박상명(2007), “운전자의 감성요인을 고려한 도로경관설계모형 개발”, 원광대학교 일반대학원 박사학위논문.
3. 堀啓造(2001), “日本語のSD意味空間の検討”, 日本心理學會發表論文集, pp.162~163.
4. 菅田擇兒他(1993), “ファジイ理論を用いた感性工學エキスパートシステムの研究”, 人間工學, 26特別号, pp.318~319.