도로의 기하구조가 운전자의 감성적 요인에 미치는 영향

Effects of Road Geometrical Structure in Driver Facts of Sensibility

서 임 기
(원광대학교 대학원 토목환경공학과 박사과정)

박 상 명
(전북발전 연구원 공학박사)

이 병 주
(전라북도청 건설물류국 교통정책과 교통전문위원)

남 궁 문
(원광대학교 토목환경도시공학부 교수)

목 차

Ⅰ. 서론
1. 연구배경 및 목적
2. 연구범위 및 방법

Ⅱ. 도로경관 만족도 영향요인
1. 도로경관 종합평가
2. 감성형용사에 대한 신뢰도 분석
3. 감성형용사에 대한 주성분 분석

Ⅲ. 도로경관 구성요소에 의한 선호모형
1. 조화성에 의한 선호모형
2. 불안성에 의한 선호모형
3. 도로경관 종합만족도에 의한 선호모형

Ⅲ. 결론 및 향후 연구과제

참고문헌

Ⅰ. 서 론

1. 연구배경 및 목적

도시경관체계를 이루는 외부공간으로의 기능은 '이동공간의 역할', '인간의 다양한 활동을 수용하는 생활공간', '사회적 접촉을 가능하게하는 커뮤니티 공간', '인간의 지역 공동체의 상징적 공간', '도시 하부구조의 다양한 기능을 수용하는 공간'과 같은 다양한 역할을 수행하도록 만들어진 가로공간이다. 하지만 경제발전 위주로 발전해오면서 도시 가로환경은 기능적, 이동성, 경제적인 관점 위주로 건설되어 도시구조는 극도의 과밀화와 주변으로의 무원칙적인 확대를 통해 도시중심부의 부조화현상이 나타나고 있다. 삶의 질적 변화로 인한 도시의 경관과 가로환경의 중요성이 증대됨에 따라 도시의 가로 설계방향을 고려한 친환경적인 측면에서의 환경개선사업의 필요하다.

이에 본 연구를 수행하기 위하여 가로경관을 구성하는 도로폭, 차로수, 건물높이, 가로수 높이요인을 고려한 3D 동영상 27개를 제작하여 실내실험을 통하여 어의구별법을 이용한 감성조사를 실시하였다. 조사된 데이사를 이용하여 도로를 구성하는 물리적 요인(가로수 높이, 도로 폭, 도로 차로수, 건물높이, 하늘 공간)과 감성적 요인을 규명하기 위하여 15개의 감성언어에 대한 상관성 분석을 통하여 상관성이 높은 언어를 제거하였으며, 추출된 감성형용사들간에 일관성있게 조사되었는지를 파악하기 위하여 감도 및 신뢰성 분석을 실시하였다. 그리고 물리적 요인의 변화에 따른 감성평가와 함께 상대성을 고려한 공간구성도간의 감성요인평가를 통하여 적정구성비 및 도로경관종합만족도에 가장 큰 영향을 미치는 요인을 파악하였다.

2. 연구범위 및 방법

본 연구를 수행하기 위하여 가로경관을 구성하는 도로폭, 차로수, 건물높이, 가로수 높이요인에 대하여 각 구성요소를 3수준으로 설정하고 이를 고려한 3D 동영상 27개를 구축하여 실험을 실시하였다. 그리고 동영상을 평가하는데 있어 인지적인 측면에서의 상대성을 고려하기 때문에 동영상 전체를 100이라는 기준을 설정하여 으로 하여 녹지 비율, 건물비율, 도로비율, 하늘비율을 각각 측정하여 <표 1>에 나타내었다.

<표 1> 도로경관 동영상의 구성요소 수치

Card	차로폭	차로수	가로수높이	건물높이	녹지비율	건물비율	도로비율	하늘비율
1	3m	2차로	5m	15m	30%	46%	17%	7%
2	3m	2차로	10m	30m	25%	16%	46%	13%
3	3m	2차로	15m	45m	22%	22%	48%	8%
4	3m	4차로	10m	45m	28%	20%	47%	5%
5	3m	4차로	15m	15m	26%	17%	48%	9%
6	3m	4차로	5m	30m	29%	9%	48%	14%
7	3m	6차로	15m	30m	16%	25%	48%	11%
8	3m	6차로	5m	45m	20%	19%	48%	13%
9	3m	6차로	10m	15m	33%	16%	46%	5%
10	4m	2차로	10m	45m	27%	8%	48%	17%
11	4m	2차로	15m	15m	17%	13%	47%	23%
12	4m	2차로	5m	15m	28%	7%	47%	21%
13	4m	4차로	15m	30m	9%	15%	48%	28%
14	4m	4차로	5m	45m	30%	14%	48%	11%
15	4m	4차로	10m	15m	17%	17%	48%	21%
16	4m	6차로	5m	15m	26%	4%	48%	22%
17	4m	6차로	10m	30m	21%	17%	49%	13%
18	4m	6차로	15m	45m	16%	17%	48%	19%
19	4m	6차로	15m	45m	29%	16%	48%	7%
20	5m	2차로	5m	45m	30%	13%	48%	9%
21	5m	2차로	10m	15m	15%	14%	48%	23%
22	5m	4차로	5m	15m	21%	9%	48%	22%
23	5m	4차로	10m	30m	16%	19%	49%	16%
24	5m	4차로	15m	45m	28%	12%	49%	11%
25	5m	6차로	10m	45m	15%	20%	48%	17%
26	5m	6차로	15m	15m	23%	4%	49%	24%
27	5m	6차로	5m	30m	7%	10%	49%	34%

구축된 동영상의 순위를 결정하여 응답자들이 가장 선호하는 동영상의 도로 구성요소를 파악한다. 그리고 응답자들이 동영상에 대한 감성을 평가하기 위하여 감성형용사간에 일관된 있게 조사되었는지를 파악하기 위하여 신뢰도 분석을 실시하였으며, 감성형용사들간의 감성형용사의 동질성이 있는 항목을 단순화 및 집단화하여 잠재되어 있는 항목을 읽기 쉽게 하는 해석하는 주성분 분석을 통하여 제 1, 2 주성분에서 가장 영향이 있는 형용사에 대한 회귀분석을 통하여 도로경관을 평가하는 중요한 구성요소를 파악하였다. 또한 도로경관의 인지특성을 파악하기 위하여 도로경관의 종합적인 만족도에 의한 구성요소와 공간비율을 각각 분석하여 도로경관에 미치는 구성요소를 파악하였다.

II. 도로경관 만족도 영향요인

1. 도로경관 종합평가

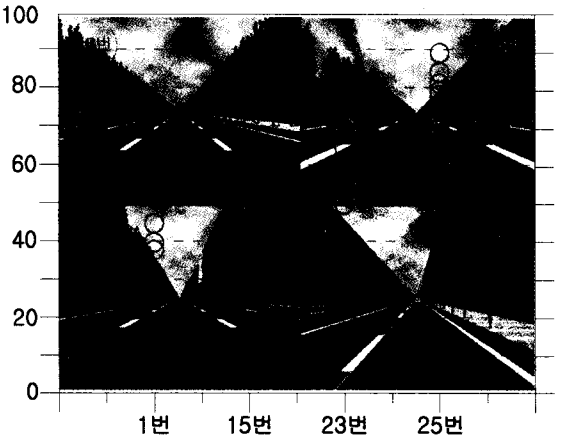
구축된 도로경관 동영상을 응답자들이 평가한 종합만족도를 이용하여 동영상에 대한 평균을 통한 순위를 결정하였으며 그 결과를 <표 2>에 나타내었다.

<표 2> 도로경관 동영상의 종합평가

Card	최소값	최대값	표준편차	평균	순위
1	20	60	10.29	38.00	27
2	50	90	9.75	74.00	8
3	40	75	12.27	57.22	22
4	35	75	10.44	56.56	23
5	55	85	8.68	69.75	12
6	30	65	13.93	45.83	26
7	45	70	10.29	58.57	21
8	35	80	11.1	60.00	20
9	35	85	14.73	66.28	17
10	38	85	11.74	67.12	15
11	60	80	9.04	70.83	11
12	60	90	10.69	71.42	10
13	60	95	9.98	80.21	4
14	60	85	8.45	74.44	7
15	70	95	7.07	81.64	1
16	50	90	10.84	67.63	14
17	20	70	12.44	53.19	24
18	50	100	18.48	80.00	5
19	60	95	8.86	79.69	6
20	30	60	8.98	46.57	25
21	50	80	12.11	66.66	16
22	40	85	12.2	68.10	13
23	40	80	10.72	65.86	18
24	70	100	7.27	80.62	2
25	55	88	10.32	72.60	9
26	45	85	13.07	64.64	19
27	75	90	6.34	80.55	3

그 결과 15번 동영상 84.64로 가장 높게 평가되었으며, 가장 선호하지 않은 동영상으로는 1번 동영상으로 38.0으로 평가되었다.

종합 만족도에 대하여 분석된 1순위, 9순위, 18순위, 27순위의 표준편차를 통한 응답자들의 분포를 파악하였다. 그 결과 도로경관이 가장 좋은 것과 나쁜 동영상에서는 표준편차가 적게 분포되어 있는 것을 볼 수 있으며 중간 정도에 위치한 동영상은 분포가 넓게 분포되어 있음을 볼 수 있었다. 참조<그림 1>



<그림 1> 도로경관 종합점수 분포

2. 감성형용사에 대한 신뢰도분석

동일 평가 기준의 인지 값을 반복적으로 기입하도록 하여 조사한 감성형용사 이므로 신뢰도 분석을 통해 자료의 신뢰도 검증을 실시하였다.

신뢰도는 동일한 대상에 대하여 같거나 유사한 측정도구를 사용하여 반복 측정할 경우에 동일하거나 비슷한 결과를 얻을 수 있는 정도를 말하는 것으로써 측정오차가 클 경우에는 측정된 변수들간의 관계성을 설명하는 통계적 검증결과는 신뢰하기 어렵게된다. 따라서 본 연구에서는 내적 일관성 분석 방법인 Cronbach's Alpha 계수를 활용하여 신뢰성 검증을 실시하였다. Cronbach's Alpha 계수는 0.5~0.6 정도이면 비교적 양호한 수준이고 0.7이상이면 비교적 신뢰성이 높다고 볼 수 있다. 도로경관 감성형용사에 대한 신뢰도 분석 결과 Cronbach's Alpha 계수가 0.916913이상으로 신뢰성이 있는 자료라 볼 수 있으며 <표 3>에 나타내었다.

<표 3> 도로경관 감성형용사에 대한 신뢰도 분석결과

도로경관 감성형용사	평균값	표준오차	Alpha Coef.	
불안한-안전한	3.34889	1.16015	0.892405	0.916913
좁아지는 - 넓어지는	3.31941	1.20598	0.892734	
답답한-확트인	3.21867	1.2293	0.898686	
조화되지않은 - 조화된	3.09113	1.0179	0.920714	
불편안-편안한	3.15233	1.08795	0.902071	
좁은-넓은	3.2801	1.25363	0.903347	

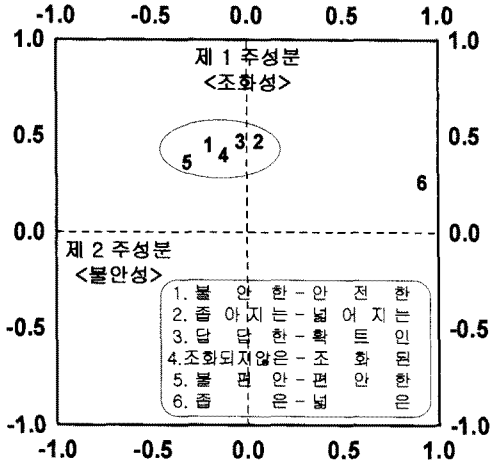
3. 감성형용사에 대한 주성분 분석

도로경관 동영상에서 전달되는 감성형용사에 대해서 응답자들이 느끼는 감성을 표현하는 디자인된 동영상들의 적절성을 평가하는 것이다. 응답자들에 의해 관찰된 도로경관 동영상을 유형별로 분석하기 위하여 주성분 분석을 통한 감성형용사의 동질성이 있는 항목을 단순화 및 집단화하여 잠재되어 있는 항목을 읽기 쉽게 하는 해석법으로 주로 이용하고 있다. 또한 주성분 분석에서 누적기여율이 60%이상과 고유치 1이상인 요인을 선택하는데 누적기여율이 60%에서는 아직 고려할 수 있는 요인축이 있으며, 70~80%이상이면 모든 항목을 평가하는데 신뢰할 수 있으므로 2개 요인을 추출하였다. 따라서 감성형용사 설명변수가 내재하고 있는 의미를 설명하는 누적기여율 82%로 감성형용사가 내재하고 있는 의미를 설명할 수 있다고 판단하였다.

<표 4> 도로경관의 감성형용사에 대한 주성분 분석 결과

도로경관 감성형용사	제1주성분	제2주성분
불 안 한 - 안 전 한	0.44928	-0.20080
좁아 지는 - 넓어지는	0.46734	0.05987
답 답 한 - 확 트 인	0.40271	-0.11840
조화되지 않은 - 조 화 된	0.47016	-0.03268
불 편 안 - 편 안 한	0.35941	-0.31463
좁 은 - 넓 은	0.25947	0.91761
고유치(Eigenvalue)	3.708	0.8468
누적기여율(Cumulative)	0.6181	0.7592

먼저 제1주성분으로는 "불안한-안전한", "좁아지는-넓어지는", "답답한-확트인", "조화되지 않은-조화된", "불편안-편안한"의 감성형용사가 포함되고, 모든 항목에서 (+)을 나타내고 있어 도로경관의 "조화성"을 나타낸다고 볼 수 있다. 제2주성분은 "좁은-넓은"에서 큰 영향을 미치고 "불안한-안전한", "좁아지는-넓어지는", "답답한-확트인", "조화되지 않은-조화된", "불편안-편안한"의 항목에서 부(-)의 영향을 나타내고 있어 "불안성"을 나타낸다고 볼 수 있으며 <표 4>에 나타내었다.



<그림 3> 감성형용사에 대한 주성분 부하량

주성분간의 관련성을 알아보기 위하여 변수들의 부하량을 좌표상에 주성분 상호간의 관련성에 의한 변수특성을 분류하여 <그림 3>에 나타내었다. 주성분 분석 결과와 같이 "불안한-안전한", "답답한-확트인", "답답한-확트인", "조화되지 않은-조화된", "불편안-편안한"의 항목이 그룹화 되어 있음을 볼 수 있다.

III. 도로경관 구성요소에 의한 선호모형

도로경관에 큰 영향을 준다고 생각되는 설계요소를 추출하고 설계요소가 각 감성형용사에 어떤 영향을 미치는가를 회귀분석을 통해 분석한다. 먼저 주성분 분석 결과의 제 1 주성분 요인에 있는 "조화되지 않은 - 조화된"라고 하는 감성형용사에 도로특성이 어느정도 영향을 주는가를 분석하고, 제2주성분 요인인 "좁은 - 넓은"항목에 대하여 회귀분석을 한다. 감성형용사는 응답자들이 주관성을 가지고 인지도를 측정한 것으로 다중공선성(Multicollinearity)의 존재 가능성이 있을 것으로 판단하여 다중공선성을 함께 검토하였다. 다중공선성을 검토하기 위하여 분산확대지수(VIF : Variance Inflatilon Factors)를 이용하였으며, 분산확대지수 계산식은 식(1)과 같다.

$$VIF_i = 1/(1-R_i^2) \quad (1)$$

여기서, R_i^2는 i번째 독립변수를 종속변수로 하고 나머지 독립변수들을 독립변수로 한 모형의 R^2이다.

1. 조화성에 의한 선호모형

운전자가 도로경관에서 느끼지는 "조화되지 않은 - 조화된"과 도로경관을 구성하는 도로폭, 차로수, 가로수 높이, 건물높이에 대해 이 미치는 영향을 파악하기 위하여 회귀모형을 구축하여 <표 5>에 나타내었다. 그 결과 모형의 적합도를 평가하는 수정된 R2가 0.8826으로 높게 나타나 설명력이 있는 것으로 분석되었으며, 도로경관의 모든 구성요소에서 정(+)의 부호를 가지고 있어 차로폭, 차로수, 가로수 높이, 건물높이가 클수록 조화성이 있는 것으로 나타났으며 도로폭이 가장 크게 영향을 보이는 것으로 분석되었다. 또한 다중공선성을 나타내는 VIF-Value 36.07가 각 요소의 VIF보다 큰 값을 보이고 있어 다중공선성은 존재하지 않는 것으로 나타났다.

<표 5> 감성형용사 "조화되지 않은 - 조화된"과 구성요소간의 회귀분석

구분	계수	t-값	VIF
차로폭	0.4710	10.15**	11.48
차로수	0.0944	2.73**	7.94
가로수 높이	0.0309	2.24*	7.03
건물높이	0.0148	3.43**	6.52
R^2	0.8838		
수정된 R^2	0.8826		
VIF-Value	36.07		

* : 신뢰수준 99%에서 유의 ** : 신뢰수준 99%에서 유의

2. 불안성에 의한 선호모형

제2주성분인 불안성에 가장 큰 영향을 미치고 있는 좁은-넓은의 감성형용사를 종속변수로 하여 도로의 구성요소를 설명변수로 하여 회귀분석 결과를 <표 6>에 나타내었다. 그 결과 차로폭과 가로수 높이가 유의수준 99%에서 유의한 것으로 나타났으며 모형의 적합도는 0.8496으로 설명력이 있는 모형으로 분석되었다. 또한 다중공선성을 나타내는 VIF-Value 41.51로 각 구성요소의 VIF보다 큰 값을 보이고 있어 다중공선성은 존재하지 않는 것으로 나타났다. 모든 변수에서 정(+)부호를 가지고 있으며, 가로폭과 가로수 높이이 클 수록 불안성이 큰 것으로 분석되었다.

<표 6> 감성형용사 "좁은-넓은"과 구성요소간의 회귀분석

구분	계수	t-값	VIF
차로폭	0.58934	10.43**	11.44
차로수	0.02860	0.68	7.90
가로수 높이	0.06825	4.06**	7.00
건물높이	0.00199	0.38	6.53
R^2	0.8511		
수정된 R^2	0.8496		
VIF-Value	41.51		

** : 신뢰수준 99%에서 유의

3. 도로경관 종합만족도에 의한 선호모형

도로경관을 구성하고 있는 구성요소의 변화와 응답자가 느끼는 종합만족도와의 관계를 파악하기위하여 도로폭, 차로수, 가로수 높이, 건물의 높이를 설명변수로 하여 회귀모형을 구축하여 <표 7>에 나타내었다. 그 결과 차로폭과 차로수, 건물높이에서 유의수준 99%에서 유의하며, 가로수 높이는 유의수준 95%에서 유의한 것으로 나타났다. 그리고 모형의 적합도는 0.9526으로 설명력이 있는 모형으로 분석되었다. 또한 다중공선성을 나타내는 VIF-Value 22.40으로 각 구성요소의 VIF보다 큰 값을 보이고 있어 다중공선성은 존재하지 않는 것으로 나타났다. 차로폭과 가로수 높이는 정(+)부호이며, 차로수와 건물높이는 부(-)의 부호를 가지고 있었다. 이는 차로폭이 넓고 차로수는 적을 수록, 가로수 높이는 높을 수록, 건물이 낮을수록 도로경관을 선호하는 것으로 나타났다.

<표 7>도로경관 만족도에 의한 구성요소 선호모형

구분	계수	t-값	VIF
차로폭	8.7537	14.27**	11.48
차로수	-2.1279	-4.65**	7.90
가로수 높이	1.7761	9.75**	7.03
건물높이	-0.1328	-2.32*	6.55
R^2	0.9530		
수정된 R^2	0.9526		
VIF-Value	22.40		

* : 신뢰수준 99%에서 유의 ** : 신뢰수준 99%에서 유의

도로경관은 시각적으로 느끼는 평가가 중요하므로 구축된 동영상을 녹지, 건물, 도로, 하늘 비율을 각각 측정하여 종합만족도에 미치는 영향요인을 파악하여 <표 8>에 나타내었다. 그 결과 녹지비율과 건물비율이 유의수준 99%에서 유의한 것으로 나타났다. 그리고 모형의 적합도는 0.8871으로 설명력이 있는 모형으로 분석되었다. 또한 다중공선성을 나타내는 VIF-Value 22.49으로 각 구성요소의 VIF보다 큰 값을 보이고 있어 다중공선성은 존재하지 않는 것으로 나타났다.

<표 8>도로경관 만족도에 의한 공간요소 선호모형

구분	계수	t-값	VIF
녹지비율	5.4798	3.55**	2.14
건물비율	-6.4613	-3.23**	2.29
도로비율	-1.9212	-1.16	1.28
하늘비율	0.6314	0.38	3.05
R^2	0.8873		
수정된 R^2	0.8871		
VIF-Value	22.49		

** : 신뢰수준 99%에서 유의

녹지비율과 하늘비율이 정(+)부호이며, 건물비율과 도로비율은 부(-)의 부호를 가지고 있었다. 이는 녹지와 하늘비율이 많을수록, 도로비율과 건물비율이 낮을수록 도로경관을 선호하

는 것으로 나타났다.

Ⅳ. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 운전자가 느끼는 도로경관의 구성만족도에 영향을 주는 감성요인과 도로경관을 구성하는 구성요소간의 영향을 미치는 요인 규명에 대한 연구를 수행하였다.

1) 감성형용사 변수들간의 일관성을 검증하기 위하여 신뢰도 분석을 실시한 결과 Cronbach's Alpha계수가 0.916913으로 신뢰성 있는 자료로 분석되었다.

2) 감성형용사에 대한 주성분 분석한 결과 제1주성분 "조화성", 제2주성분 "불안성"으로 분석되었다. 제1주성분에 가장 큰 영향을 주는 요인으로는 "조화되지않은-조화된"항목이며, 제2주성분에 영향을 주는 요인은 "좁은-넓은"항목으로 나타났다.

3) 종합만족도에 의한 회귀분석한 결과 차로폭이 넓을수록, 차로수가 적을수록, 가로수가 높을수록, 건물이 낮을수록 도로경관을 만족하는 것을 나타났다.

4) 종합만족도에 대한 공간요소를 회귀분석한 결과 녹지비율이 많을수록, 건물비율이 낮을수록, 도로비율이 낮을수록, 하늘비율이 높을수록 도로경관을 선호하는 것으로 나타났다.

따라서, 종합만족도를 이용한 회귀분석결과에서 보듯이 도로경관에 큰 요소로 나타나고 있는 것은 도로와 가로수이며, 저해하는 요인은 건물인 것임을 볼 수 있다.

향후 연구로는 도로경관을 평가하는 요인인 감성요인, 도로의 기하구조, 응답자들의 개인속성간의 연관성을 규명하는 연구를 진행하여야 할 것이다.

참고문헌

1) 이병주, 박상명, 남궁문(2006), 감성데이터를 이용한 보도환경의 경관평가에 관한 연구, 대한토목학회 논문집, 대한토목학회, 제26권 2D호, pp. 265-273

2) 송대호, 윤종국(2006), 도시가로경관의 선호특성 분석에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 대한건축학회, 제 22권 9호. pp. 243-250

3) 권상준, 홍영록, 이호식(2005), 도로경관의 물리적 조건과 심리적 반응과의 상관성, 청주대학교, 산업과학연구소, 제22권 3호, pp. 83-92

4) 최임주(2003), CG Simulation을 이용한 가로경관의 시지각적 평가에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 대한건축학회, 제19권 제10호, pp.101-110.

5) 이병주, 이수범, 남궁문(2003), 감성적인 요인을 고려한 정적 도로 기하구조 인지평가, 대한토목학회 논문집, 대한토목학회, 제23권 제3-D호, pp. 283-290

6) 임승빈(1984), 시각적 선호의 예측모델에 관한 연구, 대한국토도시계획학회, 제19권 제1호

7) Mattews, G., D.R. Davies, S.J. Westerman and R.B. Stammers(2000) Human Performance : Cognition Stress and individual Difference, Psychology Press. Hove.

8) Yasser Hassan and Said Easa(2000) Visual Perception of Horizontal Curves in Three-Dimensional Combined Alignments, Transportation Research Board 79th Annual Meeting, January 9-13, Washington, D.C