

# 이용자 중심의 버스운영 평가지표 반응행태 계층화분석

## Hierarchical Analysis of Users' Perception to Bus Service In Seoul Metropolitan Area

박 준 서

(연세대학교 도시공학과 석사,  
junseo61@naver.com)

손 봉 수

(연세대학교 도시공학과 교수,  
sbs@yonsei.ac.kr)

### 목 차

- |                         |                           |
|-------------------------|---------------------------|
| I. 서론                   | III. 이용자 중심의 버스운영 평가지표 선정 |
| 1. 연구의 배경 및 목적          |                           |
| 2. 연구의 방법               | IV. 설문자료의 구축 및 AHP 분석 결과  |
| II. 문헌고찰                |                           |
| 1. 버스서비스 평가에 대한 국내 사례분석 | V. 결 론                    |

## I. 서론

### 1. 연구의 배경 및 목적

현재 대도시들은 심각한 교통문제에 직면해 있으며, 이를 해결하기 위한 노력의 일환으로 대중교통의 시설정비 및 서비스 수준의 개선을 실시함으로써 자가용 승용차 이용에 대한 수요 억제를 유도하고자 하고 있다.

버스교통의 문제점을 개선하기 위해서는 효율적인 정책 수립이 필요하다. 기본적으로 개별 버스노선이나 한 도시의 버스교통 전체에 대한 서비스수준을 파악할 수 있는 기준이 필요하며 버스교통문제의 계량화와 개선을 위한 목표치 설정 등을 위해서도 합리적인 이용자 중심의 평가지표 설정이 반드시 필요하다. 그러나 현재 서울시 버스교통의 서비스수준을 알기 위한 버스관련 평가지표들은 일반 시민들이 인식하기 힘든 전문적인 표현들이 많고 교통전문가들 사이에도 명확한 평가지표들이 정립되어 있지 않아 현재의 버스 서비스 수준을 평가하기에도 어려움이 있을 뿐만 아니라, 버스서비스의 개선 방향설정에도 혼선이 있는 실정이다.

따라서 본 연구의 관심은 첫째, 교통전문가 뿐

만 아니라 버스를 이용하는 주체인 시민들이 쉽게 인식 가능하도록 버스의 각종 서비스수준을 일목요연하게 표현할 수 있는 버스서비스 운영에 대한 평가지표를 선정하고, 둘째 선정된 버스운영 평가지표를 가지고 버스운영에 대한 효율성을 극대화하기 위해 AHP기법을 활용한 계층화 분석을 통해 평가지표에 대한 우선순위를 설정하여 향후 버스운영 정책에 유의한 시사점을 제공하고자 한다.

### 2. 연구의 방법

#### 1) AHP의 개요

계층분석법(AHP, Analytic Hierarchy Process)은 의사결정문제를 계층구조로 정리하여 최적 대안을 도출하는 의사결정방법으로서 AHP기법은 1970년대 초 Pennsylvania 대학의 Thomas L. Saaty 교수가 미 국무부의 무기통제 및 군비 축소국에서 세계적 경제학자, 게임이론 전문가들과 협력작업을 하는 과정에서 의사결정과정의 비능률을 개선하기 위한 대안의 일환으로 개발한 의사결정방법이다.

계층분석에서는 각 대안의 속성 수준에 각 속

성별 가중치를 곱하여 대안별 최종 값을 계산하여 이러한 최종 값이 가장 큰 대안을 최적의 대안으로 선택한다. 투자사업의 다양한 효과를 고려하기 위해서는 복수의 평가 기준을 설정하는데, 이러한 복수의 평가기준은 상위의 개념에서 하위의 개념으로 내려갈수록 점차 다원화된다. 의사결정자는 각 평가기준에 상응하는 상대적 중요성과 대안의 각 평가기준에 대한 대안의 선호도를 결정하고, 이를 토대로 하여 최종적 각 대안에 대한 전반적 선호도를 도출한다. 다기준 의사결정 방법으로서의 AHP는 다기준 하에서 대안들을 비교·평가하는데 있어 의사결정자들로 하여금 표준화된 비율척도를 이용하여, 유형의 요소(Tangible elements)뿐만 아니라 정성적인 요소(intangible elements)도 함께 고려할 수 있도록 함으로써 속성과 측정척도가 다양한 평가 기준들을 종합화하여 대안들의 우선순위와 가중치를 합리적으로 도출하는 기능을 수행하는 특성을 지니고 있다. 이러한 관점에서 AHP의 유용성은 다음 세 가지로 요약할 수 있다.

첫째, AHP는 하나의 구성적 시스템 접근방식으로 복잡한 문제 상황을 관리 가능한 문제들로 계층화하여 분석하고, 이러한 분석결과를 다시 통합하여 전체문제를 해결하는 창조적 설계방식을 취하고 있다.

둘째, AHP는 속성과 측정척도가 다양한 정보들을 의사결정의 평가요소로 모두 고려함으로써 정보의 손실을 막을 수 있을 뿐만 아니라 편중된 계량 정보가 일으킬 수 있는 판단의 왜곡을 방지할 수 있다.

셋째, AHP의 간결한 적용절차에도 불구하고 척도선정, 가중치 산정결과 민감도 분석 등에 사용되는 각종 기법이 실증분석과 엄밀한 수리적 검증과정을 거쳐 채택된 방법들을 활용한다는 점에서 이론적으로 높게 평가되고 있다.

## 2) AHP의 분석과정

일반적으로 AHP의 분석과정은 다음과 같은 단계로 구성된다.

① 단계 1 : 문제를 정확히 정의하여 문제의 요구사항을 명확히 한다.

② 단계 2 : 문제와 관련된 모든 요소들을 조망하여, 최고 단계인 문제의 목표에서부터 중간

수준의 평가항목 선정 및 배치를 거쳐 최하위 수준인 대안들의 비교까지를 포괄하여 계층구조를 구성한다.

③ 단계 3 : 중간 수준에 있는 한 평가항목을 기준으로 하여 하부 수준에 있는 종속 평가항목들이 어느 정도 중요한가를 판단하기 위해 평가항목들 간의 쌍대비교를 해당 종속 평가항목 전부에 대해 실시하여 상위 수준에 있는 평가항목에 대한 종속 평가항목들의 상대적 중요도를 비교행렬로 작성한다.

④ 단계 4 : 제3단계에서 구한 비교행렬로부터 평가항목간 상대적 추정 가중치를 구하고 기하평균 등을 이용하여 구한 후 응답의 일관성을 검토한다. 만약 일관성이 없는 경우, 쌍대비교 결과를 재검토하여 일관성을 갖도록 한다. 응답의 일관성을 측정하는 척도로는 비일관성 비율(CR : inConsistency Ratio)을 사용한다. 계층구조의 복잡성에 따라 상이하기는 하나 일반적으로 10%이하의 경우 판단의 일관성에 문제가 없는 것으로 보고, 20%이상이면 일관성 문제를 재검토한다.

⑤ 단계 5 : 단계 2에서 설정한 계층구조에 속한 모든 수준의 평가항목들에 대하여 앞의 단계 3~4과정을 반복한다.

⑥ 단계 6 : 어떤 수준에 있는 평가기준의 상대 가중치를 하위수준에 있는 종속평가 기준의 상대적 가중치와 곱하는 과정을 최상의 수준부터 순차적으로 최하의 수준까지 실시한 후 평가 기준별로 구한 대안들의 상대적 가중치를 각각의 대안별로 합산(모든 평가 기준들을 종합적으로 감안한 대안의 상대적 가중치)한다.

⑦ 단계 7 : 단계 6에서 구한 각 대안의 평가 점수를 비교하여 가장 점수를 얻은 대안을 선택한다.

⑧ 단계 8 : 평가결과에 대한 전체적인 일관성을 검토하여 일관성이 떨어지는 경우 비표판상의 일관성이 결여되었는지 또는 처음부터 문제의 계층구조 설정에 잘못이 있었는지를 검토한다.

위와 같은 AHP의 단계적인 방법에 따라서 먼저 대중교통 서비스 평가지표에 대한 기존의 연구를 수집하고 검토하여 평가지표를 작성하였고, 이를 이용하여 직접 버스를 이용하는 시민들에게 설문조사를 실시하였다. 설문조사는

2007년 5월 한달동안 실시하였으면 유효부수는 약 202부 정도 되며 대상은 서울시에 거주하며 버스를 이용하는 일반시민으로 선정하였다.

## II. 문헌고찰

### 1. 버스서비스 평가에 대한 국내 사례분석

본 장은 버스서비스 평가체제와 관련된 국내 사례 및 연구 등을 수집, 분석하여 본 연구에서 제시하게 되는 버스운영 평가지표 선정의 기초 자료로 활용되었다.

#### 1) 시내버스운송사업조정 기준 및 방법

##### (1) 개요

시내버스 노선조정의 문제점을 해결할 수 있도록 버스 노선조정의 기준 및 절차를 제시하는 등 교통공학적인 사항에 중점을 두고 이를 토대로 제도개선 방안을 마련하고자 한다.

##### (2) 이용자 측면의 평가지표 선정

버스노선이 변경되면 접근시간, 대기시간, 통행시간 및 요금 등이 변화함으로써 버스이용자의 버스이용 행태가 변화되므로 이 연구에서는 수도권, 부산권, 광주권의 버스이용자를 대상으로 버스이용자의 행태 및 설문조사를 통하여 이들 요소 가운데 어떤 요소에 가장 큰 영향을 받는지를 분석하고 항목을 선정한다.

##### (3) 도시교통정책 측면의 평가지표 선정

- 지하철 운행구간과의 중복여부 : 대중교통수단간 기능분담의 중요성을 고려하여 버스노선의 기각하는 판단의 기준으로 지하철 운행구간과의 중복여부를 평가한다.

- 버스노선간 경합 여부 : 기존 버스운행거리와의 경합거리, 주요 정류장 통과여부 등을 종합적으로 고려하여 버스노선간 경합 여부를 평가한다.

- 도로혼잡구간의 통과여부 : 버스노선을 특정 구간에 집중시키는 것 보다 일정간격을 유지하여 분산 운행함이 적절하다고 판단하여 21km/h를 기준 속도로 설정하고 버스노선의 도로혼잡 구간 통과 여부를 평가한다.

<표 1> 이해관계자별 평가지표

이해관계자	평가지표
이용자 측면	- 접근시간, 대기시간, 통행시간
도시교통 정책 측면	- 지하철 운행구간과의 중복여부 - 버스노선간 경합 여부 - 도로혼잡구간 통과 여부

## III. 이용자 중심의 버스운영 평가지표 선정

### 1) 이용자 측면의 평가지표 선정

버스이용자들은 버스운행서비스로부터 얻는 각자의 편익이 극대화되기를 원하며 이러한 이용자 편익 중 일반적으로 중요시 되는 사항은 통행시간(접근시간, 대기시간, 차내통행시간 포함)의 최소화, 탑승 중의 안락성, 기타 버스 이용상의 편의성 등이라 할 수 있다. 따라서 버스 이용자 측면에서 버스의 서비스 수준 평가항목으로 이동성, 경제성, 편의성, 쾌적성, 신뢰성, 안전성, 친절성 등을 들 수 있다.

또한 이용자의 만족도 수준을 종합적으로 평가하는 방법이 일반적으로 적용되고 있음이 국내외 사례에서도 발견할 수 있다.

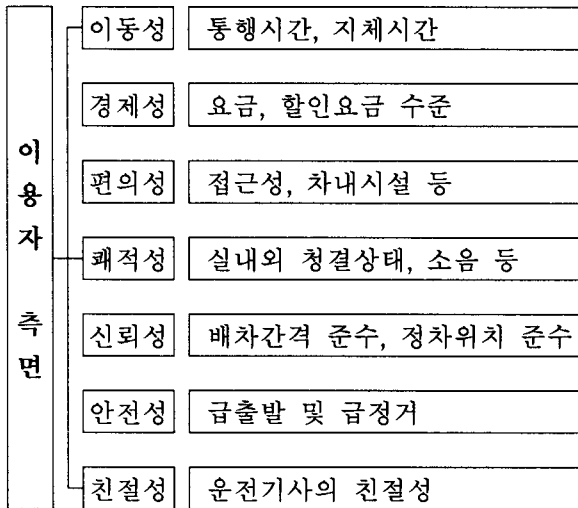
따라서 본 연구에서는 <표 2>과 같이 이용자 측면의 평가지표를 선정하였다.

<표 2> 이용자 중심에서 선정된 평가지표

이동성	• 각종 교통수단 및 시설에 대한 이용능력의 향상으로 인한 이동성 개선 의미
경제성	• 단일통행일 경우 요금수준과 환승에 따른 할인요금 수준 같은 지표를 말함
편의성	• 승객이 얼마만큼 쉽게 대중교통을 이용할 수 있는가를 가늠하기 위함

쾌적성	• 승객들이 버스를 이용하며 느낄 수 있는 일반적인 혼잡정도를 말함
신뢰성	• 버스가 정해진 스케줄을 준수하여 정해진 장소에서 운영되는지를 말함
안전성	• 버스의 과속 및 난폭운전 실태, 교통법규 준수여부 등을 말함
친절성	• 운전기사의 친절성, 정류장 안내 방송 등을 말함

위와 같이 선정된 7개의 버스운영 평가지표를 정리 요약하면 다음과 같다.



<그림 1> 이용자 측면의 평가항목 및 세부지표

#### IV. 설문자료의 구축 및 AHP분석 결과

##### 1) 설문자료의 개요

이용자 중심의 버스운영 평가지표에 대한 시민들의 반응행태를 측정하기 위하여 서울시에 거주하며 버스를 이용하는 시민을 상대로 2007년 5월 7일부터 5월 31일까지 약 3주 동안 설문조사를 실시하였다. 위 기간 동안 실시한 설문지는 총 220부이며, 이중 AHP분석이 가능한 유효 설문지는 총 202부이다.

설문의 내용은 버스를 이용하는 시민들의 답변에 대한 Grouping 분석을 위해서 노선에 따른 분류와 버스를 이용하는 시간대의 분류로 나누어서 실시하였고, 또한 버스이용자들의 버스선택은 Behavior 특성을 반영하는 것으로 판단되어 남성 / 여성에 따른 성별분류를 통하여 분석결과를 제시하였다.

제시한 7개의 버스운영 평가지표 (이동성, 경제성, 편의성, 쾌적성, 신뢰성, 안전성, 친절성)에 대한 세부 가중치 값을 부여하기 위해 AHP를 적용한 설문내용으로 구성하였다. 또한 각 항목별 상대적 중요도를 측정하기 위하여 쌍대 비교 항목으로 구성하였다.

##### 2) AHP 분석 결과

###### (1) 일관성 지수

AHP에서는 일관성을 검정하기 위해서 평균 무작위지수(Random Index : RI) 또는 난수지수라는 것을 사용한다. 이는 Saaty(1980)가 제시하는 RI값은 9점 척도를 이용하여 표본 크기를 100으로 하여 무작위로 만들어 낸 역수행렬의 일관성 지수값의 평균값으로 역수행렬의 차원 1에서 차원 15까지 값을 제시한 것이다.

<표 3> 평균 무작위 지수

n	3	4	5	6	7
RI	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32
n	8	9	10	11	12
RI	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48

따라서 일관성을 검정하기 위해 일관성지수(CI)를 평균무작위지수(RI)로 나눈 비일관성비율(inConsistency Ratio : CR)을 사용한다. 일관성에 대한 가설과 검정통계량은 다음과 같다.

귀무가설(H0) : 의사결정자의 평가는 무작위로 이루어졌다.

대립가설(H1) : 의사결정자의 평가는 무작위로 이루어지지 않았다.

검정통계량 :  $CR = CI / RI$

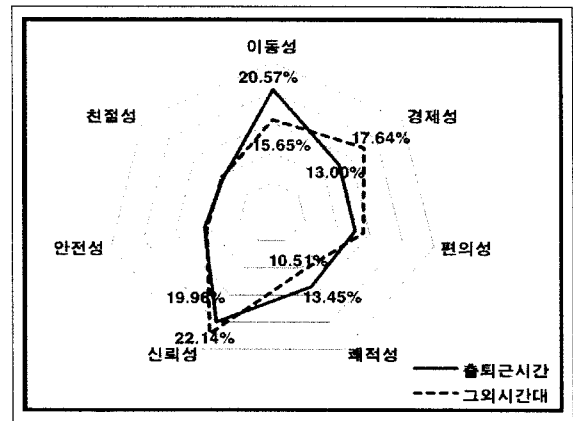
여기서 CR값이 0.1미만이면 H0가 기각된다. 따라서 CR이 0의 값을 갖는다는 것은 응답자가 완전한 일관성을 유지하면 쌍대비교를 수행하였음을 의미한다.

반면에, CR값이 0.1이상이면 일관성이 부족한 것으로 재검토가 필요함을 의미한다.

다음은 본 연구의 설문에 대한 버스 이용자들의 일관성 비율을 나타낸 표이다.

그룹별 (응답자)	비율(%)	적용여부
통합 (202명)	0.0043	○
출퇴근시간 (108명)	0.0046	○
그 외시간대 (92명)	0.0064	○
광역버스 (57명)	0.0087	○
간선버스 (84명)	0.0060	○
지선버스 (56명)	0.0068	○
남 성 (117명)	0.0070	○
여 성 (85명)	0.0039	○

## (2) 출퇴근 / 그 외시간대 지표별 가중치 비교



<그림 2> 출퇴근시간과 그 외시간대 비교

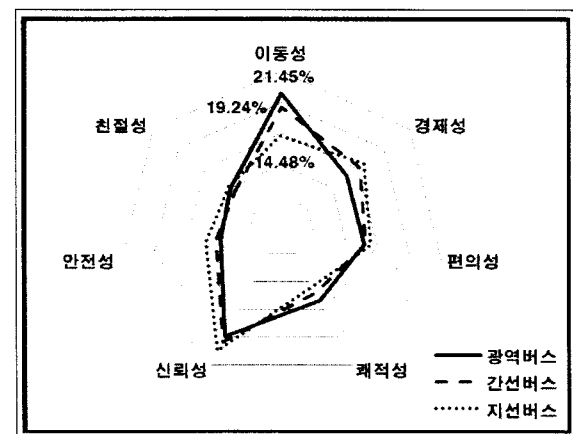
### ① 첨두시간과 그 외시간대 가중치 결과

신뢰성, 친절성, 안전성, 편의성 부분에서는 상당히 비슷한 특성을 보이고 있지만 이동성에서는 첨두시간대(출퇴근시간)에서 큰 차이를 보이고 있다. 또한, 신뢰성부분에서는 모든 그룹에서 가장 높은 순위에 공통적으로 분포되어 있지만 출퇴근시간대에서는 이동성에 뒤져 2순위로 상이한 결과를 보이고 있다.

이는 시간대가 첨두시간인 만큼 버스를 이용하는 시민들이 버스의 이동성에 많은 관심도를 갖고 있음을 시사한다.

이밖에도 출퇴근시간에 버스를 이용하는 시민들은 버스의 쾌적성 부분에도 높은 가중치 값을 주고 있다. 이러한 결과는 시간대의 특성에 맞게 이용자가 많기 때문에 공간적인 여유에 대한 요구가 반영된 결과로 해석된다.

## (3) 버스운행노선에 따른 지표별 가중치 비교



<그림 3> 버스노선별 가중치 비교

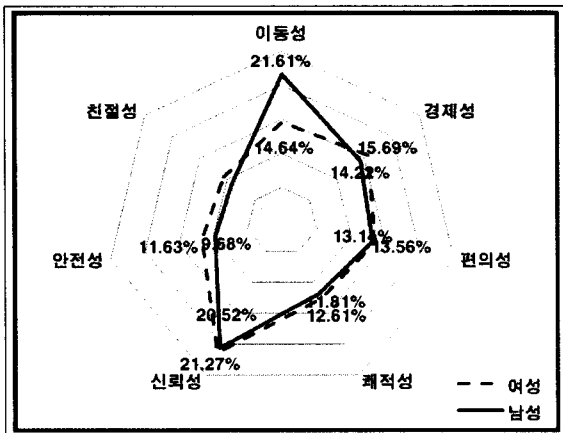
① 버스운행노선별 가중치 결과

먼저, 광역버스의 경우 서울과 수도권을 연결하는 버스의 특성이 가장 크게 반영되어 버스의 이동성 부분이 가장 높은 가중치 값을 가지고 있다. 또한 다른 노선에 비하여 광역버스는 장시간 운행되는 경우가 많기 때문에 이용자들은 버스의 쾌적성 또한 높은 가중치 값을 부여하고 있음을 알 수 있다.

지선버스는 환승 및 교통권역내를 이동하는 버스의 특성을 가지고 있다. 때문에 이용자들은 지하철과 버스의 연계성을 고려하여 정확한 배차간격을 나타내는 신뢰성 부분과 환승요금할인 측면의 경제성부분이 1순위와 2순위에 반영되고 있다.

버스노선별 가중치 결과에서 주목할 점은 신뢰성부분은 모든 버스부분에서 높은 순위에 반영되고 있지만, 그 외의 부분에서는 운영되는 버스 특성에 따라 순위가 점차적으로 변화한다는 것이다.

(4) 남성 / 여성 평가지표의 가중치 비교



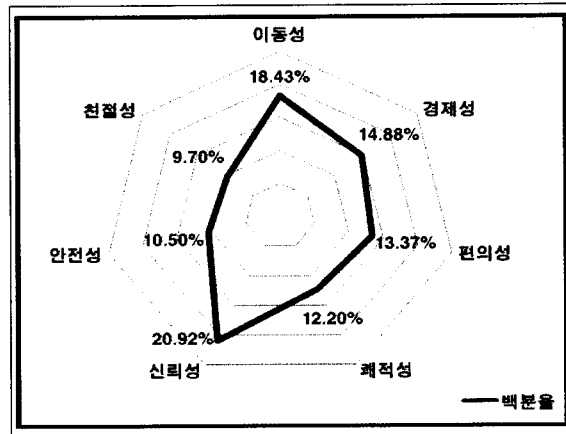
<그림 4> 성별분류에 따른 가중치 비교

① 성별분류에 따른 가중치 결과

기본적으로 버스운행관리는 남성과 여성의 구분을 두고 스케줄을 관리하는 것은 아니지만, 이러한 분석을 하게 된 가장 큰 목적은 이용자들이 대중교통(지하철, 버스, 택시)을 선택하는 것은 개인의 Behavior 특성을 나타내는 것이기 때문에 추가적으로 성별분류에 따른 연구를 수행하게 되었다.

여성의 경우는 이동성보다는 버스의 정확한 배차간격을 나타내는 신뢰성부분을 가장 강조하고 있으며, 이에 반해 남성의 경우는 신뢰성보다는 버스의 이동성부분에서 높은 점수를 주고 있다. 또한 버스의 요금 및 환승요금할인과 같은 경제성부분에서 여성과 남성의 견해차가 크다는 것을 알 수 있다. 이는 남성과 여성이 각각 다른 행동특성을 가지고 있음을 시사한다.

(5) 전체 DATA 가중치 결과 비교



<그림 5> 전체 DATA 가중치 비교

① 전체 DATA 가중치 결과

다음의 최종 가중치는 연구의 방법에서 언급을 하였듯이 1순위와 그 하위요인별 각 가중치는 Saaty의 AHP기법을 이용해 1대1 비교라는 행렬비교를 통해 수행하였고, Saaty가 제시한 별도의 무작위지수를 이용해 비일관성비율 구해 설문 응답의 일관성 검증을 마쳤다. 이용자 중심의 버스운행 평가지표에 대한 계층화 분석 결과는 다음과 같이 정리할 수 있다.

순위	항 목	가중치
1	신뢰성	0.2092
2	이동성	0.1843
3	경제성	0.1488
4	편의성	0.1337
5	쾌적성	0.1220
6	안전성	0.1050
7	친질성	0.0970

## V. 결론

버스교통의 문제점을 개선하기 위해서는 효율적인 정책수립이 가장 필요하다. 이러한 정책수립을 하기 위해서는 먼저 개선을 위한 목표지 설정 등과 같은 합리적인 평가지표의 설정이 필요하다. 때문에 본 연구에서는 대중교통 서비스 평가지표에 대한 기존의 연구를 수집하고 검토하여 비단 교통전문가 뿐만 아니라 버스를 이용하는 일반 시민들이 쉽게 인식 가능하도록 표현할 수 있는 이용자 중심의 평가지표(이동성, 경제성, 신뢰성, 편의성, 쾌적성, 안전성, 친절성)을 선정하였다.

선정된 버스운영 평가지표를 가지고 지표간의 계층화 분석을 위해 이용자 중심으로 설문조사를 실시하고 각 지표들의 가중치를 산정하기 위해 AHP(Analytic Network Process)분석을 그룹별(성별, 노선별, 이용시간대별)로 실시하였다.

이용시간대별 결과에서는 시민들이 가장 중요하게 평가된 부분은 첨두시간대의 경우 이동성과 신뢰성이 가장 높았으며, 비첨두시간대의 경우에는 버스의 이동성보다는 버스의 정확한 배차간격과 같은 신뢰성이 가장 높게 평가되었다.

다음으로 버스의 운행 노선별 그룹에서는 광역버스의 경우 서울과 도심 외곽지역을 연결하는 버스의 특성을 반영하여 이동성부분이 가장 높았고, 간선버스와 지선버스의 경우 환승 및 교통권역내를 이동하는 버스의 특성을 반영하고 버스의 신뢰성부분이 가장 높게 평가되었다.

마지막으로 전체 DATA의 가중치 결과에서 시민들이 가장 중요시하게 생각하는 평가지표 순위는 신뢰성(1순위), 이동성(2순위), 경제성(3순위), 편의성(4순위), 쾌적성(5순위), 안전성(6순위), 친절성(7순위)로 결과가 도출되었다. 여기서 볼 수 있듯이, 일반적으로 민감하다고 생각할 수 있는 버스의 요금(경제성)보다 버스의 신뢰성과 이동성이 높은 가중치 결과를 받은 것으로 볼 때, 버스교통의 활성화를 위해서는 시민들이 버스운행에 대하여 신뢰할 수 있는 효율적인 운영측면 개선이 절실하다는 것을 알 수 있다.

본 연구는 버스교통 활성화를 위한 기초연구로서 버스교통 정책현안에 대한 구체적인 개선 방안을 찾는 데 하나의 출발점이 될 수 있기를 기대한다.

## 참고문헌

1. 원제무, 도시교통론(1999), 전영사
2. 이재관(1993), 의사결정과 경영과학, 전영사
3. 김성희 · 정병호 · 김재경(1999), 의사결정 분석 및 응용, 영지문화사
4. 박용성 · 박태근, AHP를 위한 의사결정론, 자유아카데미
5. 김강수, Stated Preference 조사설계 및 분석 방법론에 대한 연구(1단계), 교통개발연구원
6. 이상용 · 박경아(2003), 시내버스노선체계 평가를 위한 정량적 지표의 설정 및 적용, 대한교통학회
7. 전수연(2006), 유비쿼터스 신서비스 성공요인의 중요도에 관한 연구, 연세대학교 정보대학원 석사학위 논문
8. 윤혁렬(2004), 서울시 버스체계개편에 따른 모니터링 연구, 서울시정개발연구원
9. 2001년 대중교통서비스 모니터링 보고서, 녹색교통운동
10. 시내버스운송사업조정 기준 및 방법 (2001), 교통개발연구원
11. TRB, A handbook for Measuring Customer Satisfaction and Service Quality, TCRP Report47, 1999
12. J. Schiavone, Monitoring BUS Maintenance Performance; A Synthesis of Transit Practice 22, TRB, 1997