

# 선호의식자료(SP Data)를 이용한 버스정보시스템(BIS)선택행태 분석

An Analysis of BIS(Bus Information System) Choice Behaviors  
Using Stated Preference Data

유은수

최희균

이훈기

(협성대학교 도시공학과 석사과정) (협성대학교 부교수) (국토연구원 책임연구원)

Key Words : 버스정보시스템, 선호의식조사, 첨단대중교통시스템

## 목 차

- |                     |                  |
|---------------------|------------------|
| I. 서론               | III. 설문조사 및 모형추정 |
| II. 버스정보시스템(BIS)    | 1. 설문조사          |
| 1. 버스정보시스템(BIS)의 개념 | 2. 모형추정          |
| 2. 국내외 사례연구         | IV. 결론           |
|                     | 참고문헌             |

## I. 서론

최근 지능형교통시스템(ITS)의 대중교통활성화분야인 실시간 버스도착안내시스템(BIS; Bus Information System)이 수도권을 중심으로 활발히 추진되고 있다.

2000년도에 교통개발연구원에서 조사한 ITS 서비스 수요 조사를 통한 사업 우선순위선정결과 버스정보제공은 우선순위 1순위로 조사되었고, 수원시 교통정보센터에서 조사한 교통 만족도 조사에서(2003, 수원시) ITS시스템 중 시내버스정보시스템의 필요성이 43%로 높은 선호도를 나타내었다. 이처럼 버스정보시스템이 시민들이 선호하고 필요로 하는 사업임은 다양한 연구로 확인되었지만, 실제 서비스가 운영중인 지역에서 정보의 부정확함, 불필요한 정보제공, 정보의 다양성 결여 등의 문제도 발생하고 있다.

이와같은 현실을 고려하여 본 연구에서는 현재 운영중 버스정보시스템의 정보형태보다 다양한 정보제공을 가정하여 작성된 설문지를 통하여, 이용객이 선호하는 정보형태를 분석하는데 목적을 두고 있다. 공간적 범위로는 자료의 신뢰성을 높이기 위하여 버스승차를 대기하고 있는 이용객을 대상으로 버스정류장을 설정하였으며, 시간적 범위는 2004년 8월 10일에서 8월 30일까지 21일간 조사하였다. 내용적으로는 BIS가 운영 중에 있는 안양과 운영되고 있지 않은 수원지역의 버스이용객을 대상으로, 일반버스와 BIS버스를 선택하는 가상적인 상황에 대한

SP(Stated Preference)조사를 실시하여 정보형태의 변화와 통행시간, 통행요금의 변화에 따른 선호행태를 분석하였다.

본 연구 II장에서 BIS의 개념 및 사례연구를 검토하였으며, III장에서는 선호도조사를 위한 설문조사 및 모형추정 내용을 분석한 결과를 제시하였다.

## II. 버스정보시스템(BIS)

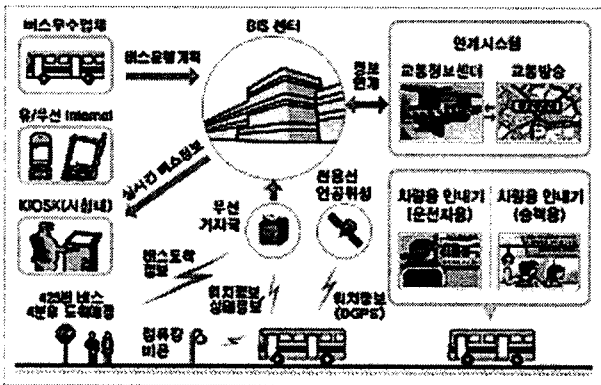
### 1. 버스정보시스템(BIS)의 개념

버스정보시스템(BIS; Bus Information System)이란 버스와 정류소에 무선 송수신기를 설치해서 버스의 운행시간을 바로 바로 파악하고, 이를 통해 정류소에 해당 노선버스의 도착시간을 안내하여 버스를 이용하는 시민들에게 편리함을 제공하고 버스회사 입장에서는 효율적인 버스 운행이 가능하도록 도와주는 시스템이다.

<표 1> 버스정보시스템(BIS) 개요

구분	장비	기능
관제센터	관제시스템 - 통신장비 - 서버/Client PC	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 교통정보를 수집, 가공, 처리하여 자료제공</li> <li>- 버스 도착시간 모니터링, 도착예정시간</li> <li>- 사고, 행사 등 지연정보 처리, 단말기</li> <li>- 버스의 이동상태 확인, 안내, 긴급상황</li> </ul>
버스정류소	버스안내단말기 - 유무선송수신기 - 안내단말기 등	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 버스 이용객에게 정보제공</li> <li>- 버스도착예정시간 안내, 운행노선정보</li> <li>- 버스운행정보(첫차, 막차)안내</li> <li>- 유고정보, 시정홍보, 공사 등 실시간 안내</li> </ul>
버스	버스탑재기기 - 운전자용안내기	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 운전자용</li> <li>- 버스운행(앞, 뒤차)안내, 도로 교통상황</li> <li>- 교통, 도로, 긴급상황(유고, 돌발)정보</li> <li>■ 승객용</li> <li>- 정류소명 안내</li> <li>- 정류소별 도착 예정시간 안내 (현재 위치에서부터의 소요시간 예측)</li> </ul>

버스정보시스템은 GPS(Global Positioning System)와 정류장 Beacon 등의 차량 검지기를 통해 버스에 장착된 단말기가 BIS 센터의 통신단말기로 교통정보를 제공하고, BIS센터에서 수집된 운행정보를 가공하여 통신단말기를 통하여 버스 정류소와 차량에 안내정보를 제공하는 일련의 과정을 수행한다. 또한 정보수집과 제공의 과정에서 생성되는 운행상황과 버스, 정류소의 통계자료는 BIS센터의 Main Computer가 Data Base로 구축하고 장래의 운행관리와 정확한 통행예측에 사용된다.



<그림 1> 버스정보시스템(BIS)의 구조

## 2. 국내외 사례연구

### 1) BIS 사업의 국내사례

국내에서 첨단대중교통시스템은 대중교통서비스의 개선, 여행자 서비스 개선, 운수운영의 합리화 및 대중교통 수송분담율 향상 등을 목표로 추진 중에 있으며 2005년까지 1단계 기초서비스를 예정하고 있다.

<표 2> 국내 BIS 시행사례<sup>1)</sup>

구분	구축내용
과천시	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 설치구간 : 종합청사인근 (약 5Km)</li> <li>- 사업규모 : 버스안내기 11대, 버스탑재기 148대, 환승정보안내기 2대</li> <li>- 사업비 : 10억1천</li> <li>- 도입시기 : 1998</li> <li>&lt;시스템평가&gt;</li> <li>시스템 구축전 시민들은 대중교통시스템 도입에 대해 89%가 긍정적인 것으로 분석 됐으나 시스템 구축 후 92% 정도가 보통이거나 불만인 것으로 분석됨</li> </ul>
부천시	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 설치구간 : 도시 전체노선</li> <li>- 사업규모 : 버스330대, 정류소안내기 320개소, 관제센터</li> <li>- 사업비 : 24억(1차 16억, 2차 8억)</li> <li>&lt;시스템평가&gt;</li> <li>■ 도시 전체규모로 BIS를 최초 시행</li> <li>- 2001년 건교부 Heat 행정상 수상</li> <li>- 2002년 행자부 경영혁신상 수상</li> </ul>
광주광역시	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 설치구간 : 호남대-문화동 (26.5Km)</li> <li>- 사업규모 : 버스 20대, 정류소안내기 20개소, 관제센터</li> <li>- 사업비 : 6억 (민자 4억 포함)</li> <li>&lt;시스템평가&gt;</li> <li>■ 광역시 단위로는 BIS 최초 시행</li> <li>- 2001.12월 : 시내버스 60번 노선 시범운영</li> <li>- 2003년 전체 노선에 대해 시행검토 중</li> </ul>
안산시	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 설치구간 : 신길은천 입구(19Km) 선부동~월피동(16.4Km) 본오동~반월공단(36.5Km)</li> <li>- 사업규모 : 버스71대, 정류소안내기 3개소, 관제센터</li> <li>- 사업비 : 2억8천</li> <li>&lt;시스템평가&gt;</li> <li>- 대 시민 설문조사 결과 이용시민 입장에서 시스템에 대한 인지도가 증대됨에 따라, 신뢰도가 향상 되고 있는 것으로 판단됨.</li> </ul>
시흥시	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 설치구간 : 신길은천 입구~오이도 (12Km)</li> <li>- 사업규모 : 버스 30대, 정류소안내기 25개소, 관제센터</li> <li>- 사업비 : 1억원</li> <li>&lt;시스템평가&gt;</li> <li>- 설문 조사 결과 버스정보시스템에 대한 시민들의 호응도가 97%로 나타남</li> </ul>
군포시	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 설치구간 : 마을버스 4개 노선</li> <li>- 사업규모 : 버스 33대, 정류소안내기 21개소, 관제센터</li> <li>- 사업비 : 4억</li> <li>- 사업기간 : 2002.11 ~ 2003.2.2</li> <li>&lt;시스템평가&gt;</li> <li>- 국내 최초 마을버스정보 시스템 도입으로 대중교통 활성화 서비스 측면에서 큰 의의가 있다고 봄</li> </ul>

### 2) BIS 사업의 외국사례

유럽과 미국, 일본은 '70년대 초부터 ITS 분야에 대한 초기연구를 시작하여 '90년대 중반까지 분야별로 연구개발 및 시험운영 등을 추진하여 왔다. '90년대 이후에는 개별적으로 개발된 기술의 통합구현 및 표준화 작업에 중점을 두고 있으며, 2000년대에는 ITS 서비스의 실용화를 계획하고 있다.

다음 <표 3> 은 외국의 대중교통정보시스템 운영현황을 보여 준다.

1) 삼성 SDS (2003.11), 실시간 버스도착 안내시스템 기능 고도화 사업, 건설교통부

<표 3> 외국 대중교통정보시스템 사례비교2)

국가	도시 / 시스템명	제공서비스
독일	Munich/ Dynamic Elektronische Fahrplan Auskunft (DEFA:전자식 시간표 정보시스템)	실시간 고려 최적이동방법, 요금안내, 사고, 정체안내
영국	Birmingham/ PTPIS (Integrated Public Transport Passenger Information System)	시간, 날짜, 지도(노선표시), 정류소/노선별 시간표, 노선안내, 요금안내, 최적노선 및 소요시간, 대기예측시간, 버스/기차출발시간, 광고, 장애자를 위한 이동정보
	South-hampton/ Stopwatch	앞으로 도착할 5대의 버스도착 예정시간과 종점안내, 운행시간표(버스,기차,비행기,선박)
	London/ Countdown	예상대기시간안내,공지사항전달,음 성정보서비스, 버스내 다음정류소안내
프랑스	Paris	다음버스대기시간(대30초변경),정류 소운행버스안내,사고안내,버스내다음 정류소안내,버스내다음정류소안내,공 지사항전달,긴급상황시메세지전달,버 스내화면관계센터전달가능
	Marseille/ AlterEgo	시간표(정류소또는노선별),최적이동 방법안내, 1/16,000지도삽입
벨기에	Brussels/ Passenger	다음 버스도착시간안내, 날짜, 시간, 간단한 문자정보(32가지)
스페인	Madrid/ SIT	시간표(정류소 또는 노선별), 최적이동방법안내
미국	Minnesota주 Minneapolis/ st. Paul시	노선, 운행시간표, 지도, 버스요금, 지연여부, 사고, 주차장행사, 노약자서비스, 노선변경, 현재시간, 노선번호, 종점, 본래스케줄, 지연시간
	Houston	교통상황, 주요 목적지까지 이동소요시간, 노선, 시간표, 비상상황전달, 운임, 주차장 안내, 다음 차량 도착안내
일본	동경/ Comprehensive Transit Control System(CTCS)	버스도착안내, 다음주요버스정류소까지의 소요시간안내, 음성정보서비스
	요코하마/ Bus Operation Improvement System(BOIS)	버스도착안내, 다음주요버스정류소까지의 소요시간안내, 음성정보서비스
	후쿠오카	정류장통과노선, 도착예정버스번호, 버스도착예정시간, 음성정보서비스

### III. 설문조사 및 모형추정

#### 1. 설문조사

##### 1) 조사개요

버스정보의 선호도를 도출하기 위하여 두 종류의 분석을 시행하였다. 하나는 일반설문으로 현재 버스서비스에 대한 만족도, 통행목적, 필요한 정보에 대한 분석이며, 다른 하나는 선호의식

2) 임경조(2001), 대중교통정보시스템 이용행태에 관한 연구, 제주대학교 석사학위논문

(SP)설문으로 버스통행시간과 편도 요금 그리고 3가지(A type, B type, C type)정보 등을 가상적으로 설정하여 이러한 요인변화에 따라 BIS버스를 선택할 것인지에 대한 조사를 실시하였다. 또한 BIS를 경험한 이용객과 이용하지 않은 자의 선호도 차가 얼마인지 분석하기 위하여 현재 버스정보시스템이 구축되어 운영중인 안양과 시스템이 없는 수원지역으로 지역을 구분하여 두 종류의 설문 조사지를 작성하였고 설문조사의 신뢰성을 높이기 위하여 버스정류소에서 기다리는 이용객을 대상으로 인터뷰 조사하였다. <표 4>는 설문조사개요를 나타내고 있으며 안양 117명(35.9%), 수원 209명(64.1%)으로 수원에서 받은 설문은 약간 많다. 성비는 3% 차이로 유사하며 20대와 30대의 비율이 전체의 70%이상을 차지하였다. <그림 2>는 버스정류장에서 정보선택여부의 SP조사의 예를 보여주고 있다.

<표 4> 설문조사 개요

지역	구분	빈도수	구성비(%)
	안양	117	35.9
성별	수원	209	64.1
	남	169	51.8
연령	여	157	48.1
	20대 미만	33	10.1
	20대	174	53.3
	30대	67	20.5
	40대	37	11.3
	50대 이상	15	4.6

일반버스		or	BIS버스		귀하의 선택은?	
통행시간	통행요금		통행시간	통행요금	일반버스	BIS버스
45분	900원		35분	1300원		
정보제공형태			정보제공형태(a)			
정보제공 없음			80-1번 9번째전 16분후 도착예정 80번 3번째전 4분후 도착예정			

<그림 2> SP조사의 예

#### 2) 주요 조사 내용

##### (1) 일반적 특성 분석

지역별, 성별, 연령별, 통행목적별과 같은 일반적인 개인특성 자료는 확률선택모형에서 설명변수로 이용될 수 있다.

본 연구에서 조사된 표본자료의 통행목적별 개인 특성을 살펴보면 다음 <표 5>와 같다.

<표 5> 표본집단의 일반적 특성

단위: 명(%)

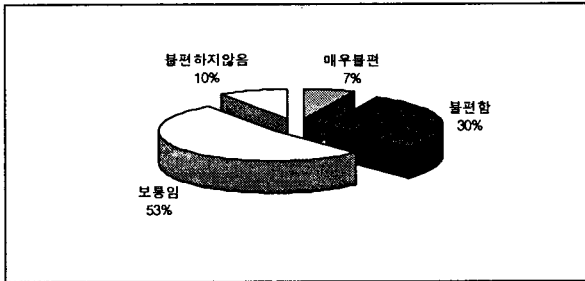
구분	통행목적별							계	
	학교	직장	시장 보기	집(숙 소)	여행, 출장	오락, 친교	기타		
설문응답자수	106 (32.5)	75 (23.0)	7 (2.1)	62 (19.0)	10 (3.0)	45 (13.8)	21 (6.4)	326	
지역	안양	19	52	4	24	3	9	6	117(35.9)
	수원	87	23	3	38	7	36	15	209(64.1)
성별	남	67	38	NA	27	7	21	9	169(51.8)
	여	39	37	7	35	3	24	12	157(48.1)
연령별	30대미만	104	28	3	29	4	28	11	207(63.5)
	30대	2	35	1	12	1	12	4	67(20.5)
	40대	NA	8	1	15	4	4	5	37(11.3)
	50대이상	NA	4	2	6	1	1	1	15(4.6)

주 : NA (No Account)

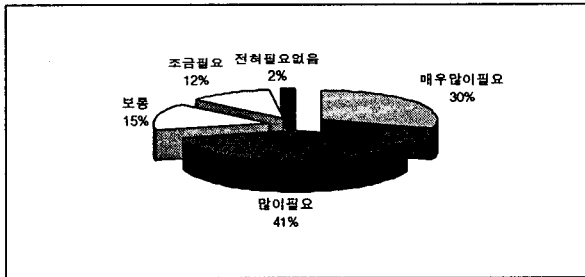
표본집단 326명의 통행목적은 학교가 32.5%로 가장 많고 직장 23%, 집 19% 등의 순서로 나타났으며, 시장보기와 여행·출장은 응답자의 표본수가 최소표본수인 30인 이하로 모집단을 대표하는 평균값으로 제시하기에는 어려울 것으로 판단된다. 또한 지역은 안양이 35.9%, 수원이 64.1%를 차지하며, 성별로는 남자가 51.8%, 여자가 48.1%를 나타내었다. 연령별로는 30대 미만이 전체 응답자의 63.5%로 학교가 104명으로 가장 많았고 40대 이상은 전체의 15%정도를 차지하고 숙소, 직장 순으로 통행 목적이 집계되었다.

### (2) 버스서비스 분석

평소 버스서비스 만족도에 관한 설문결과 보통이 52.2%로 가장 많고 불편함이 30.3%를 차지하였다. 특히 버스정보서비스 제공의 필요성은 응답자의 62.5%는 버스정보서비스 제공에 대한 필요성을 강하게 느끼고 있었고, 정보제공이 필요 없다는 응답자는 2%에 불과한 것으로 나타났다.



<그림 3> 버스 서비스 만족도



<그림 4> 버스정보서비스 제공 필요성

평소 버스서비스에 대한 불편을 느끼는 이유를 조사한 결과 전체 응답자 중 29.5%가 1순위로 '배차시간불규칙'을 지적하였고 다음으로 28.7%가 도착시간불확실을 지적하였다. 그리고 2순위에서는 '배차시간불규칙', '도착시간불확실', '갑작스런 교통혼잡' 등의 답변이 나왔다.

<표 6> 평소 버스서비스에 불편을 느끼는 이유

구분	1순위		2순위	
	응답자(명)	비율(%)	응답자(명)	비율(%)
도착시간불확실	71	28.7	46	18.6
배차시간불규칙	73	29.5	62	25.1
시설열악	12	4.8	19	7.7
안내방송부정확	5	2.0	8	3.2
비싼요금	35	14.1	30	12.1
노선복잡, 환승어려움	8	3.2	14	5.7
너무 먼 보행거리	8	3.2	16	6.5
갑작스런 교통혼잡	28	11.3	40	16.2
소음과 공해	7	2.8	10	4.0
기타	NA	0	2	0.8
합계	247	100	247	100

### (3) 버스정보 분석

버스정보의 필요성을 느끼는 통행의 종류를 조사한 결과 전체 응답자 중 69.9%가 1순위로 '출퇴근 및 등하교'를 선정하였고 다음으로 9.7%가 '업무 및 사업상 이용' 그리고 '개인용무'를 각각 선정하였다. 필요성을 느끼는 통행 중 2순위에서는 '개인용무', '업무 및 사업상 이용', '관광 및 레저' 등의 답변이 나왔다.

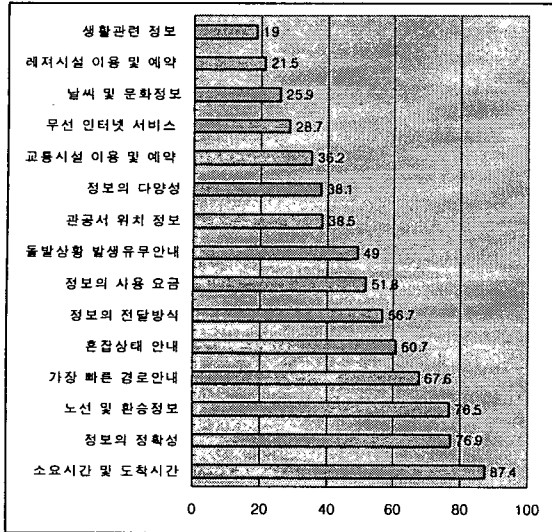
<표 7> 버스정보의 필요성을 느끼는 통행의 종류

구분	1순위		2순위	
	응답자(명)	비율(%)	응답자(명)	비율(%)
출퇴근 및 등하교	172	69.9	27	10.9
업무 및 사업상 이용	24	9.7	59	23.9
관광 및 레저	19	7.7	33	13.4
쇼핑	6	2.4	15	6.1
개인용무	24	9.7	109	44.1
기타	1	0.4	4	1.6
합계	246	100	247	100

버스정보의 종류별 선호조사는 '매우중요'와 '중요'의 응답만을 선호하는 응답수로 하며 백분율은 응답수의 모수(247명)로 나눈 값을 의미하며 결과는 다음 <표 8>과 같다. <표 8>에서 분석된 바와 같이 이용객이 필요로 하는 버스정보는 '① 버스가 목적지에 도착하는 소요시간 및 도착시간 안내(216명, 87.4%)'임을 알 수 있다. '① 버스가 목적지에 도착하는 소요시간 및 도착시간 안내'는 실시간으로 버스이용객에게 교통정보 데이터를 제시하여 주는 버스정보시스템의 주요 기능이다. 이는 이용자에게 통행시간 감소 및 쾌적성을 더해주는 중요한 정보이기 때문에 필수적이다.

<표 8> 버스정보의 종류별 응답수

정보의 종류	응답수(백분율)
① 도착 소요시간 및 도착시간 안내	216 (87.4%)
② 정보의 정확성	190 (76.9%)
③ 버스 노선 및 환승정보	189 (76.5%)
④ 목적지까지 가는 가장 빠른 경로안내	167 (67.6%)
⑤ 도로구간별 혼잡상태 안내	150 (60.7%)
⑥ 정보의 전달방식(음성, 화상, 기호 등)	140 (56.7%)
⑦ 정보의 사용 요금	128 (51.8%)
⑧ 각 노선의 도로구간별 돌발상황 발생유무안내 (도로공사, 교통사고 발생 등)	121(49.0%)
⑨ 관공서 위치 안내	95 (38.5%)
⑩ 정보의 다양성	94 (38.1%)
⑪ 교통시설 이용 및 예약 관련 정보 안내 (지하철, 열차, 항공기, 고속버스, 호출택시 등)	71 (35.2%)
⑫ 무선 인터넷 서비스 제공	71(28.7%)
⑬ 날씨 및 문화 이벤트 등 이용자 편의정보안내	64 (25.9%)
⑭ 유명 레저시설 이용 및 예약 관련 안내 (영화관, 어린이 놀이시설, 체육시설 등)	53 (21.5%)
⑮ 생활관련 정보(주요뉴스, 증권, 스포츠 등)안내	47 (19.0%)



<그림 5> 교통정보의 종류에 따른 선호도

다음으로 '② 정보의 정확성(190명, 76.9%)', '③ 버스 노선 및 환승정보(공항,버스터미널,지하철역) 안내(189명, 76.5%)'이 70%이상이 필요로 하는 정보이다. 이용자는 관련 정보인 '③ 버스 노선 및 환승정보(공항,버스터미널,지하철역) 안내' '④ 목적지까지 가는 가장 빠른 경로안내', '⑤ 도로구간별 혼잡상태 안내', 등을 매우 필요로 하고 있는 반면, 부가서비스 항목인 '⑩ 무선 인터넷 서비스 제공', '⑬ 날씨 및 문화 이벤트 등 이용자 편의정보안내', '⑮ 생활관련 정보 (주요뉴스, 증권, 스포츠, 지역별 행사등) 안내'등에 대해서는 아직까지 그 필요성을 크게 못 느끼고 있는 것으로 나타났다.

'④ 목적지까지 가는 가장 빠른 경로안내', '⑤ 도로구간별 혼잡상태 안내' 등 실시간으로 제공되어야 하는 정보에 대한 필요성이 높게 나타난 것을 고려할 때 버스정보 제공시 정보제공의 지속성 및 연속성이 중요시되어야 한다고 판단된다.

<표 9> 버스정보 전달 형태별 선호도

구분	1순위		2순위	
	응답자(명)	비율(%)	응답자(명)	비율(%)
인터넷을 통한전달	32	12.9	25	10.2
버스정류소전광판	157	63.6	41	16.6
버스정류소PDA정보제공	22	8.9	36	14.6
버스내부음성정보	26	10.5	70	28.3
버스내부모니터화상정보	10	4.0	74	30.1
합계	247	100	246	100

버스정보 전달 형태별 선호도를 조사한 결과 전체 응답자 중 63.6%가 1순위로 '버스정류소 전광판'을 선택하였고 다음으로 '인터넷을 통한 전달'을 선호하였다. 전달 형태별 선호도 중 2순위에서는 '버스내부 모니터 화상정보', '버스내부음성정보', '버스정류소 PDA정보제공' 등으로 나타났다.

## 2. 모형추정

### 1) 모형개요

본 연구에서는 '개인은 이용가능한 선택지 중에서 가장 선호

하는 선택지를 택한다.'라는 효용극대화 이론에 바탕을 두고 버스를 이용할까 하지 않을까를 0과 1의 선택문제로 상대시키려는 이산형선택모형(Discrete Choice Model)을 적용하였다. 효용극대화 이론에서의 개인은 우선 이용가능한 선택지군을 택하고 다음에 나머지 중에서 가장 선호하는 선택지를 택하므로, 선택대안(j)의 효용은 관측 가능한 요인에 대한 확정한  $V_j$ , 관측 불가능한 요인(비관측효용)에 의해 확률적으로 변동하는 확률항  $\epsilon_j$ 로 구성되며, 그 선행성을 가정하면 <식 1>과 같다.

$$U_j = V_j + \epsilon_j \quad \text{<식 1>}$$

여기서 BIS시스템선택에 영향을 미치는 변수를 버스통행시간(Rtime), 버스편도요금(Cost), 버스정류장정보(A type), 버스내부정보(B type), 들을 포함한 정보(C type)이라고 가정하면 어떤 이용객이 BIS시스템을 선택하여 통행할 효용은 다음과 같은 직선식으로 표현할 수 있다.

$$U_j = \beta_1 + \beta_2 \cdot Rtime + \beta_3 \cdot Cost + \beta_4 \cdot Atype + \beta_5 \cdot Btype + \beta_6 \cdot Ctype \quad \text{<식 2>}$$

일반적으로 이용가능한 선택지집합( $J_n$ ) 중에서 선택지 I를 선택하는 다지선택인 경우의 로짓모형식은 다음같은 식으로 표현될 수 있으며 본 연구에서는 이러한 로짓모형을 사용하였다.

$$P_{in} = \frac{\exp(V_i)}{\sum_{j \in J_n} \exp(V_j)} \quad \text{<식 3>}$$

로짓모형의 추정된 파라미터값의 통계적 유의성 검증은 t-test 계수를 고려하는데, 일반적으로 자유도가  $\infty$ 인 경우, 95%(99%)신뢰도에서 t통계치의 절대치가 1.960(2.576)보다 크면, 통계적으로 유의하며 선택확률에 영향을 주는 요인이라고 볼 수 있다.

모형의 적합도를 판정하는 지표로, 모형의 설명력을 나타내는 우도비  $\rho^2$ (rho-squared: likelihood ratio index)가 사용되며 다음과 같이 계산된다.

$$\rho^2 = 1 - \frac{L(\hat{\beta})}{L(0)} \quad \text{<식 4>}$$

여기서  $L(\hat{\beta})$ 는 로그우도함수의 최대치에서의 값이고,  $L(0)$ 은 모형에서의 모든 계수값이 0일때의 로그우도함수(Log likelihood function)의 값이다. 이  $L(0)$ 은 이항선택모형에서는 두 가지의 대안이 각기 선택될 확률이 1/2 인 모형의 로그우도(log likelihood)  $\rho^2$ 은 회귀분석에서의  $R^2$ 와 유사한 개념으로 0에서 1사이의 값을 가지며, 1에 가까울수록 좋은 적합도를 나타낸다.  $\rho^2$ 은 일반적으로  $R^2$ 보다 비교적 작은 값을 가지는데,  $\rho^2$ 의 값이 0.2와 0.4 사이의 값만 가져도 추정된 모형이 아주 좋은 적합도를 가지는 것으로 알려져 있다.<sup>3)</sup>

3) McFadden, D. and F. Reid,(1974). "Aggregate Travel Demand Forecasting from Disaggregate Behavioral Models", Transportation Research Board Record.

## 2) 모형추정

<표 10>은 TSP 프로그램에 관측된 자료를 입력하여 얻은 모형의 추정결과를 보여준다. 모형은 버스 이용객이 일반버스와 BIS버스를 선택한다고 가정할 경우로 통행시간과 요금이 음의 부호를 나타내고 있는데 이는 BIS버스 선택확률을 나타내기 때문이다. 즉 통행시간이 길고 비용이 많이 들면 그만큼 BIS버스 선택은 감소하는 결과를 보이는 것으로 적합한 부호라고 판단할 수 있다. 또한 버스 정보 중 두 가지 형태의 정보를 모두 제공하는(C type)변수의 계수가 나머지 둘보다 높게 나타남으로써 정보의 다양성을 선호함을 알 수 있다.

모형의 적합도를 살펴보면 파라미터의 t값이 통계적으로 유의하고, 우도비( $\rho^2$ )도 0.2에 가까운 0.1488를 나타내고 있어 양호한 모형으로 판단된다.

<표 10> 모형추정결과

변수	계수	t값
버스통행시간(Rtime)	-0.087944	-9.60042 **
버스편도요금(Cost)	-0.00448919	-13.5128 **
버스정류장정보(Atype)	11.3976	65.5598 **
버스내부정보(Btype)	11.4730	72.8092 **
둘을 포함한 정보(Ctype)	12.5334	88.5735 **
표본수(n)	1484	
L(0)	-1028.6	
L( $\beta$ )	-875.56	
$\rho^2$	0.1488	

주) \*: 5% 유의수준 \*\*: 1% 유의수준 이내임

지역별 모형추정결과, 안양지역의 버스정류장정보 변수를 제외하고는 두 모형의 추정계수는 설명력이 대체적으로 높게 추정되었다. 안양과 수원 모두 두 가지 정보를 포함한 C type 정보에 민감하게 반응하는 것으로 나타났다. 우도비( $\rho^2$ )는 각각 0.16과 0.15로서 양호하다고 판단된다. 또한 안양지역의 시간가치는 수원보다 500원 가량 높은 1,533(원/시)로 분석되었는데 이는 안양지역에서 이미 버스정보시스템을 경험한 이용객이 시스템에 만족하고 정보에 대한 가치를 높게 선택한 결과를 반영한다.

<표 11> 지역에 따른 소집단간 모형 추정 결과

변수	안양	t값	수원	t값
Rtime	-0.105934	-6.84369 **	-0.078422	-6.88022 **
Cost	-0.00414711	-7.53653 **	-0.004664	-11.1557 **
Atype	0.418847	1.39483	12.2193	57.0478 **
Btype	0.599013	2.25812 *	12.2442	62.2833 **
Ctype	1.82618	7.72062 **	13.2137	74.4393 **
표본수(n)	519		965	
L(0)	-359.74		-668.89	
L( $\beta$ )	-302.45		-570.43	
$\rho^2$	0.15925		0.1472	
시간가치(원/시)	1533		1009	

주) \*: 5% 유의수준 \*\*: 1% 유의수준 이내임

## IV. 결론

본 연구는 버스정보시스템(BIS)에 관한 행태연구를 목적으로 버스를 이용하는 이용객들을 대상으로 설문조사를 통하여 알아보았다. 그리고 버스정보시스템을 경험한 안양시와 경험하지 못한 수원시의 버스 이용객을 구분하여 지역별 모형을 추정하였다.

설문결과 '배차시간불규칙'과 '도착시간불확실'은 이용객이 버스서비스의 불편을 느끼는 주요 원인이며 선호하는 버스정보로서 '도착 소요시간 및 도착시간 안내'와 '버스 노선 및 환승정보'가 도출되었다. 또한 선호하는 정보 전달형태는 버스정류소 전광판'을 통한 정보제공이 63.6%로 나타났다.

선호의식조사를 통하여 산출된 로짓모형은 버스통행시간(Rtime)과 버스편도요금(Cost)의 계수값이 음(-)이고 통행시간과 비용이 증가할수록 정보선택은 낮아짐을 나타냈다. 또한 정보에대한 계수값은 양(+)의 값을 나타내었으며 3가지 종류의 정보(A type, B type, C type) 중 두가지 정보를 포함한 정보(C type)가 나머지 보다 민감하게 반응하는 것으로 나타났다.

정보에대한 비용가치는 안양지역이 1,533(원/시)이고 수원지역은 1,009(원/시)로 분석되었다.

본 연구에서는 통행시간과 비용의 변화와 함께 정보선호에 따른 BIS버스선호 행태를 분석하였다. 하지만 버스 이용객들에게 이 외에도, 환승시설의 편리함, 버스 서비스의 쾌적함, 합리적인 노선 등 다양한 요인이 선호행태에 영향을 주고 있다. 본 연구의 모형은 이러한 점을 분석할 수 없다는 점에서 그 한계성이 있으며 이에 대한 향후의 연구가 필요하다.

## 참고문헌

1. 국토연구원(2004), 고속철도의 통근이용 가능성에 관한 연구, 국토연구 제41권 별책, p.70-81.
2. 교통개발연구원(2001), Stated Preference 조사설계 및 분석 방법론에 대한 연구(2단계), p.97-105.
3. 윤대식(2001), 교통수요분석- 이론과 모형-, 박영사, p. 221-234.
4. 윤대식(1997), 통근통행자의 통행패턴 선택행태의 분석, 대한교통학회.
5. 삼성SDS(2003), 실시간 버스도착안내시스템 기능 고도화 사업, 건설교통부.
6. 임경조(2001), 대중교통정보시스템 이용행태에 관한 연구, 제주대학교 석사학위논문, p.19-32.
5. David pearmain(1991), "Stated Preference Techniques- a guide to practice", Hague Consulting Group, p.55-90.
6. TCRP(2003), "Real-Time Bus Arrival Information Systems", Transportation Reserch Board, p.10-19.
7. TCRP(2003), "Strategies for Improved Traveler Information", Transportation Reserch Board, p.23-43.