한국ITS학회논문지
제11권, 제2호 (2012년 4월)
pp.1~9

왕복통행 특성을 이용한 지방부 버스정보안내기(BIT) 지점 선정

Determining locations of bus information terminals (BITs) in rural areas based on a passenger round-trip pattern

김 형 수* **김 응 철****
(Hyoungsoo Kim) (Eungcheol Kim)

요 약

본 연구에서는 버스정보시스템 구축시 비용이 많이 소요되는 BIT 설치 정류장 조사를 적은 비용으로 간단히 수행하는 방법을 제안하였다. 도시부와 지방부를 연결하는 버스 노선의 경우 어떤 정류장에서 버스에 승차한 이용자가 용무를 마친 후에 같은 노선의 버스로 돌아오는 왕복통행을 하는 경우가 많다고 판단된다. 즉, 임의의 정류장에 하차한 사람은 이전에 길 건너편 정류장에서 승차했던 사람이라고 가정할 수 있다. 본 연구에서는 조사자가 버스에 승차하여 각 정류장에서 승차인원과 하차인원을 모두 조사하여 얻어지는 수치를 이용하여 버스정류장별 BIT 이용지수를 만들었다. 방법의 적용은 제주특별자치도의 서일주도로를 대상으로 이루어졌다. 제주특별자치도는 차량보급율이 높은 지역으로 설문조사에서 46%가 통학에 이용한다고 대답하였다. 제주시외버스터미널에서 서귀포시외버스터미널을 서쪽으로 연결하는 일주도로 80 km 구간으로 상하행 204개 버스 정류장이 운영되고 있다. 제주 도심과 서귀포 도심을 연결하지만 일주도로상에는 모두 지방부 지역으로 왕복통행 패턴이 확연한 노선이다. 조사는 제주시에서 조사자가 탑승하여 서귀포시에 갔다가 다시 제주시로 돌아오는 편도 4회(왕복 2회) 이루어졌다. 조사자는 버스에 탑승하여 승차와 하차 인원을 각각 기록하였다. 조사하여 얻어진 수치를 이용하여 버스정류장별 BIT 이용지수를 만들어 설치 우선순위를 결정하였다. 본 연구가 제안한 방법은 지역적 통행 특성에 근거한 조사 방법으로 항상 적용이 가능하다는 것은 아니다. 하지만, 통행 특성이 전제된다면 적은 비용으로 효율적인 결과를 얻었을 수 있다고 판단된다.

Abstract

This study proposed a method to determine the number and location of bus information terminals (BIT), which is a device to provide passengers with bus arrival time at bus stops in a Bus Information System (BIS). In low-density area, it is not efficient to survey bus demands such as the number of passengers at all bus stops due to time and cost. This kind of a survey would, however, competently cover all bus stops if performed inside the bus. The number of riding-on and -off passengers is observed for every bus stop, and this data collection is repeated over all day. Data obtained from the survey are aggregated each bus stop. This study defines Utility Index (UI), an aggregate each bus stop. Bus stops are ranked according to UI and determined for a BIT within budget limitation. As a case study, a bus line in Jeju island, Korea, was dealt with. This case showed that the more aggregate the better data quality. This study is expected to contribute to solving a location problem of BITs in a BIS.

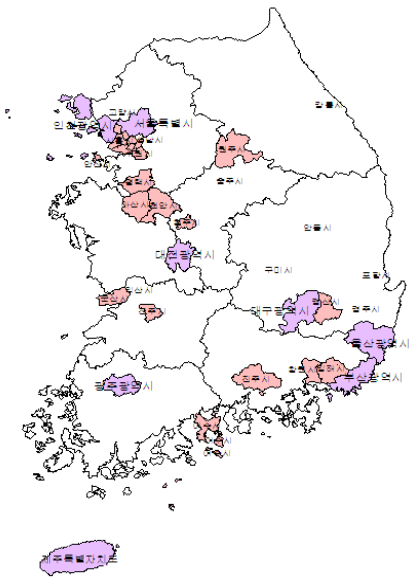
Key words : Bus information terminal(BIT), Bus information system, Round-trip pattern, Bus stop utility index

---

† 본 논문은 한국ITS학회 춘계학술대회(2011. 5. 14.)에서 발표한 논문에 기반합니다.
† 본 연구는 한국건설기술연구원 연구과제 "차세대 도로교통정보서비스 고도화 기술 개발"의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.
* 주저자 및 교신저자 : 한국건설기술연구원 첨단교통연구실 수석연구원
** 공동저자 : 인천대학교 도시과학대학 건설환경공학과 부교수
† 논문접수일 : 2011년 10월 10일
† 논문심사일 : 2011년 10월 31일
† 게재확정일 : 2012년 4월 5일

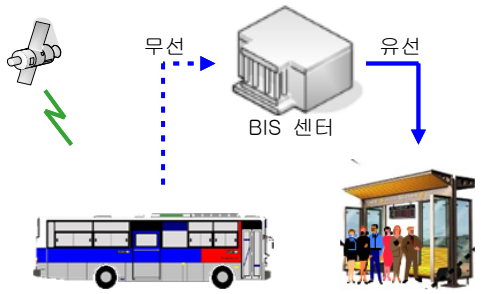
Ⅰ. 연구의 배경 및 목적

교통문제 해결을 위한 방법으로 다양한 대중교통 활성화 정책이 추진 중이다. 대규모 도시의 경우 지하철이 건설되었고, 버스전용차로제, 환승 요금제, 대중교통 환승정보 시스템(TAGO) 등 서비스의 질을 향상시키기 위한 노력이 진행 중이다. 대중교통 이용자 편의를 증진시키기 위한 버스정보시스템(Bus Informa- tion System)은 국토해양부를 중심으로 2002년부터 전국에 보급되어 지금은 30개가 넘는 도시에서 운영 중이다[1]. <그림 1>은 2009년에 버스정보시스템이 운영되고 있는 도시를 보여준다.



〈그림 1〉 버스정보시스템 구축 현황
〈Fig. 1〉 Bus Information System spread
*http://www.its.go.kr/

<그림 1>에서 보는 바와 같이, 전국 대부분의 주요 도시에 버스정보시스템이 구축되었다. 대중교통 활성화라는 측면에서 구축비용의 일부를 중앙정부에서 지원하므로 많은 도시의 참여가 가능했다고 판단된다. 버스정보시스템의 도입시 지자체는 모든 버스의 운행이 파악되므로 노선 관리가 쉽고, 운수회사는 추가 투자없이 소유한 버스의 운행기록을 파악할 수 있으므로 혜택을 얻는다[2]. <그림 2>는 전형적인 버스정보시스템의 구성을 보여준다.



〈그림 2〉 버스정보시스템의 구성
〈Fig. 2〉 Bus Information System components

버스정보시스템은 운행중인 버스의 위치를 실시간으로 파악하여 버스 이용자에게 필요한 정보를 제공한다. <그림 2>에서 Global Position System(GPS)으로부터 얻어진 버스의 현위치 자료는 실시간으로 센터에 전달되어 정류장에 설치된 버스 정보 안내기, Bus Information Terminal (BIT), 를 통하여 이용자에게 버스도착 예정정보를 제공하게 된다[3, 4]. 즉, BIT는 일반 버스 이용자에게 가장 직접적으로 정보를 제공하는 마지막 전달자 역할을 하게 된다.

금기정 외 3명은 버스정보시스템의 품질관리의 중요성을 강조하였지만 이는 비용과 직결되지 않을 수 없다[5]. 예를 들어, 충분한 비용이 확보되어 있다면 모든 버스정류장에 BIT를 설치할 수 있지만 활용이 높은 일부 정류장을 선별하는 것도 효율적인 투자 측면에서 가능한 대안이 될 수 있을 것이다. 특히, 지방부의 경우 정류장 이용자 수가 적기 때문에 활용이 높은 지점을 선별할 필요가 있다. 지점 선정은 정류장의 수요를 기준으로 하는 것이 일반적인 방법으로 정류장 이용자 수 조사가 필요하다. 하지만, 모든 정류장에 요일별 모든 시간대를 조사하는 것은 비용 측면에서 쉽지 않은 일이다. 물론 전수 조사가 가장 바람직하더라도 조사의 목적이 BIT 설치 지점 우선순의 산정이라면 조사의 양을 줄이는 방안을 찾는 것도 필요할 것이다. 예를 들어, 도시지역의 영향권에 포함되는 지방부에서는 버스로 갔다가 돌아오는 왕복통행 패턴이 나타나므로, 이와 같은 특성을 활용할 경우 효율적인 조사가 가능하리라 본다. 따라서, 본 연구에서는 비용이 많

이 소요되는 BIT 설치 정류장 선정 수요 조사를 위하여 지방부의 왕복통행 패턴과 같은 특성을 이용하여 적은 비용으로 수행할 수 있는 방법을 제안하고자 한다. 물론, 모든 경우에 적용할 수는 없지만, 몇가지 조건이 충족될 때에는 목적에 상응하는 결과를 얻을 것으로 기대되므로, 적은 비용으로 신속한 조사가 가능할 것으로 기대된다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 지점을 선정할 사용되는 방법과 일반적으로 버스정보시스템을 구축시 BIT 지점 선정 방법들이 검토된다. 3장에서는 본 연구에서 제안된 방법의 설명과 적용시 검토되어야 하는 조건들이 언급된다. 제안된 방법의 사례연구로 제주도 일주도로 일부 구간에 적용하고 실제 자세한 조사로 결정된 지점과 비교가 4장에서 설명된다. 마지막으로 연구의 결론이 5장에 언급된다.

II. 관련 연구

버스정보시스템은 버스 이용자에서 도착정보를 알려주는 것이 가장 중요한 역할로 인식되었기 때문에 주로 도착시간 예측에 관련된 연구들이 수행되었다. 예를 들어, 버스의 도착시간을 예측하기 위하여 인공신경망[6]이나 확률적 시계열[7]을 이용하거나, 첨단기술[8, 9]을 활용하기도 하였다. 하지만, 버스도착 정보를 이용자에게 전달하는 중요한 역할을 하는 BIT의 위치를 선정하는 연구는 많이 이루어지지 않았다.

위치를 선정하는 연구의 기초는 경제학에서 찾아 볼 수 있다. Weber[10]는 최소의 비용이 최대의 이윤이라는 원칙하에 최적의 생산 공장입지 선정을 모형화하여 시설 입지 연구의 기반을 마련하였다. 이후에 관련된 많은 연구가 있었으며, 결국 비용을 어떻게 정의하고 적용할 것이냐가 주안점이 된다.

시설의 입지 선정 문제(Facility location problem)에 대한 대표적인 방법으로 최소합 시설입지문제(Minsum facility location problem), 최대손실최소화 시설입지문제(Minimax facility location problem), 최소효과최대화 시설입지문제(Maxmin facility location problem) 등이 있다. 최소합 시설입지문제는 대상 시설을 필요로 하는 수요 지점으로부터 거리의 합이 최소가 되는 지점을 찾는 것이다[11]. 최대손실최소화 시설입지문제는 수요 지점까지의 최대거리를 최소로 하는 지점을, 최소효과최대화 시설입지문제는 수요 지점까지의 최소거리를 최대로 하는 지점을 찾는 것이다[12]. 이와 같은 접근 방법은 결국 수요 대상의 분포가 높은 지점을 선정하게 된다.

시설의 입지 선정 문제를 BIT 위치 결정에 적용한다면 버스정류장에서 버스를 기다리는 이용자 수가 많은 곳이 이용 효율이 높은 지점이 되므로, 우선 선택되어야 할 것이다. 버스정류장별 이용자 수요를 거시적인 측면으로 예측한다면 우선 해당 지역의 인구, 자동차 보유대수, 연령분포 등의 기초자료를 조사하게 될 것이다. 다음으로 출퇴근통행과 쇼핑통행, 평일통행과 주말통행, 일상통행과 이벤트통행 등 통행의 종류를 구분하여 수요를 예측하게 될 것이다. 하지만, 개개 버스정류장의 영향권으로 예상되는 지역이 그리 넓지 않기 때문에 거시적 접근 방법으로는 오차가 크게 나타날 수 있다.

실제 버스정보시스템 구축사업에서 BIT 설치 버스정류장을 결정하기 위한 조사에서는 직접 정류장 이용자 수, 버스 승하차 인원 등을 조사한다. 예를 들어, 사당-수원간 광역 버스정보시스템 구축에서는 실제 버스 이용자 수가 조사되었고, 정류장 주변 수요유발 시설 여부, 지역 배분, 실제 공사 가능 여부 등을 검토하여 최종 지점을 결정하였다[13].

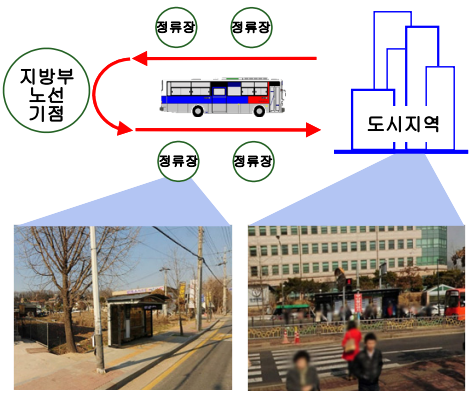
버스 이용자 수요조사를 위하여 해당 구간의 모든 버스정류장에 모든 시간대에 승하차 인원, 정류장 대기 인원 등의 조사가 필요하다. 이와 같은 조사는 조사원에 의하여 인력식으로 수행되므로 시간과 비용 측면에서 구축사업 전체 공정에 부담으로 작용하게 된다. 그러므로, 본 연구에서는 적은 시간과 비용으로 유사한 결과를 얻을 수 있는 조사 방법을 제시하고자 한다.

III. 왕복통행 특성을 이용한 수요조사

버스정보시스템은 이용자 많은 도시부 지역에 집중되어 있지만, 최근에는 대도시 주변의 중소도

시를 연결하는 광역버스를 대상으로 구축되어 지방부 지역에까지 확산되고 있다. 사실 지방부에서는 버스 이용객 수가 도시부와 비교하여 매우 낮지만 노선을 관리한다는 측면에서 지방부 버스정류장에 BIT를 설치한다. 배차간격도 이용자 수가 많지 않아 15분에서 30분까지 상대적으로 길게 운영되며, 소수의 노선버스가 배정되는 것이 일반적이다. 버스의 노선 또한 도시부에서 출발하여 지방부의 어떤 지점을 기점으로 같은 도로로 돌아오는 왕복운행 형태로 운영되는 경우가 많다.

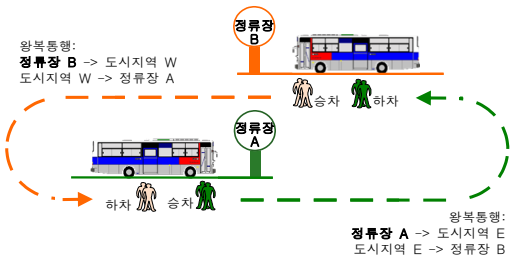
지방부 버스 노선의 운영 특성과 마찬가지로 버스 이용자의 통행 패턴 또한 일정하게 나타나는 경우가 많다. 예를 들어, 지방부 지역에서 거주하는 사람이 버스를 이용하여 도시 지역으로 갔다면 같은 노선의 버스로 돌아온다는 것이다. 이와 같은 이용자 왕복통행 특성은 지역에 따라 편차가 있지만 이용자 수가 적을수록 더욱 명확해 보인다. <그림 3>은 지방부와 도시부를 연결하는 버스 노선의 예를 그림으로 보여준다.



〈그림 3〉 지방부와 도시부를 연결하는 버스 노선
<Fig. 3> A bus route between a rural area and an urban one

<그림 3>의 오른쪽 사진(서울 신촌 연대앞 정류장)에서 보는 바와 같이 도시지역의 버스정류장은 항상 이용자가 많으므로 배차간격도 짧고, 다양한 노선이 다닌다. 하지만, <그림 3>의 왼쪽 사진(남양주시 일패 2동 정류장)과 같이 지방부의 버스는 대부분 도시지역과 관련된 통행 목적으로 이용되므로, 이용자 수가 적어 배차간격도 길고 한두 개 노선으로 운영되는 경우가 많다.

도시지역에 의존적인 지방부 버스 노선의 특징을 정리하면 첫째, 이용자 수가 적어 배차간격이 길고 한두 개 노선으로 운영되고 둘째, 버스 노선은 도시지역에서 출발하여 지방부 기점을 돌아 같은 노선으로 되돌아오는 왕복 운영된다. 이와 같은 경우, 임의의 정류장에서 승차한 이용자가 용무를 마친 후에 같은 노선의 버스로 돌아오는 이용자 왕복통행의 특성을 보이는 경우가 많다. 즉, 어떤 정류장에 하차한 사람은 이전에 길 건너편 정류장에서 승차했던 사람이라고 가정하는 것이다. <그림 4>는 도시지역 W와 E의 중간에 위치한 지방부의 이용자 왕복통행 특성을 가정할 때, 마주보는 버스정류장에서 승차와 하차하는 이용자들의 동선을 설명하고 있다.



〈그림 4〉 이용자 왕복통행 특성에 의한 동선
<Fig. 4> A passenger round-trip pattern

일반적으로 BIT 이용 수요 조사를 위하여 버스정류장 이용자 수를 조사하지만, 모든 정류장에 모든 시간대를 조사하는데 필요한 시간과 비용이 커다란 부담으로 작용하지 않을 수 없다. 하지만, <그림 4>와 같이 승차인원과 함께 반대편 정류장의 하차인원을 BIT 수요로 본다면 같은 조사에서 더 많은 정보를 얻어낼 수 있을 것이다. 본 연구에서는 이와 같은 가정하에 조사자가 버스에 승차하여 각 정류장에서 승차인원과 하차인원을 모두 조사하여 버스정류장별 BIT 이용지수를 만들었다.

$$\text{이용지수} = \sum_{i=1}^{n} \text{승차인원}_i^{\text{순방향}} + \text{하차인원}_i^{\text{역방향}} \quad \text{(식1)}$$

조사하여 얻어지는 수치를 이용하여 버스정류장별 BIT 이용지수를 만들었다. 여기서, "$승차인원_i^{순방향}$"는 i 번째 조사에서 승차인원, "$하차인원_i^{역방향}$"는 건너편 정류장의 하차인원을 의미한다. n회 반복되어 얻어진 이용지수 순으로 BIT 설치 순위를 결정한다.

IV. 조사 및 적용

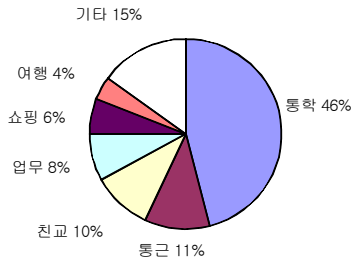
본 연구에서는 제안된 방법을 제주특별자치도의 제주와 서귀포를 연결하는 서일주도로의 사례에 적용하였다. 제주특별자치도는 자연유산을 바탕으로 하는 국내 최대 관광지로, 조사된 거주인구 보다 관광객을 포함한 실제 인구가 훨씬 많다. 한라산을 중심으로 하는 화산섬으로 대부분의 거주지역은 섬 가장자리에 형성되어 있다. <표 1>은 제주특별자치도의 일반 현황이다.

〈표 1〉 제주특별자치도 일반 현황(2010. 12. 31. 기준)
〈Table 1〉 Descriptions on Jeju special self-governing province

인구 [명]	571,255
세대수 [세대]	224,713
면적 [km^2]	1,849
차량등록대수 [대]	250,794
인구/면적 [명/km^2]	309
차량/세대 [대/세대]	1.12

* 통계청 e-나라지표(www.index.go.kr)

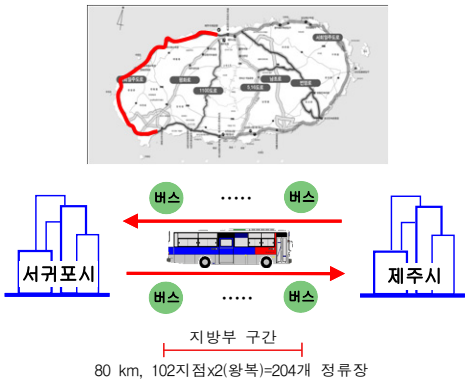
<표 1>에서 보는 바와 같이 인구밀도가 309명/km^2으로 면적을 고려할 때 인구는 적은 편이다. 하지만 세대당 차량대수는 1.12로 전국 도 단위 비교에서 가장 높은 차량 보유를 보여준다. 타 지역과 비교할 때 인구밀도가 낮아 대중교통에 대한 수요도 낮은 편이며, 자기 차량 이용 빈도가 높은 편이다. 관광객들은 주로 랜트카와 관광버스를 이용하고 있어 대부분의 노선버스는 일부 거주자 중심으로 운영되고 있다. <그림 5>는 2008년에 지역별로 나누어 버스 이용자 600명을 대상으로 실시한 버스 통행 목적 조사의 결과를 담고 있다[1].



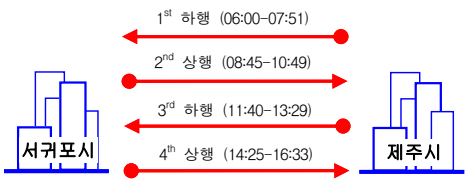
〈그림 5〉 제주특별자치도 버스 통행 목적 분포
〈Fig. 5〉 Distribution of bus trips in Jeju special self-governing province

제주특별자치도는 지역적 특성 때문에 버스 이용자가 제한된다고 보인다. 관광객이 상대적으로 많으므로 랜트카와 관광버스가 관광지를 연결하고, 노선버스는 거주자 중심으로 운영되고 있다. <그림 5>의 조사 결과에서 통학통행이 가장 많이 차지했지만, 통근통행은 높지 않게 나타나 자동차 보유가 높은 것과 같은 맥락인 것으로 보인다. 기타 친교, 업무, 쇼핑, 여행 등의 통행은 모두 낮게 나타났다. 제주특별자치도의 버스 이용자는 규칙적 통행 목적이 많으며, 비규칙적 통행 목적이 적은 편으로 본 연구에서 제안하는 방법을 적용하기에 적합한 지역이라고 판단된다. 구체적인 적용 대상 구간으로 제주시와 서귀포시를 연결하는 국가지원지방도 1132를 선택하였다. <그림 6>은 제주특별자치도내 대상 구간의 위치와 도시부/지방부 구성을 보여준다.

<그림 6>의 지도에 나타내 것과 같이 대상 도로는 제주시외버스터미널에서 서귀포시외버스터미널을 서쪽으로 연결하는 일주도로 80 km 구간으로 상하행 204개 버스 정류장이 운영되고 있다. 제주 도심과 서귀포 도심을 연결하지만 일주도로상에는 모두 지방부 지역으로 이루어져 있다. 해당노선의 시외버스는 제주와 서귀포를 왕복하며, 이용자도 많지 않기 때문에 배차가 길게 운행되고 있다. <그림 7>은 현장 조사를 설명하고 있다.



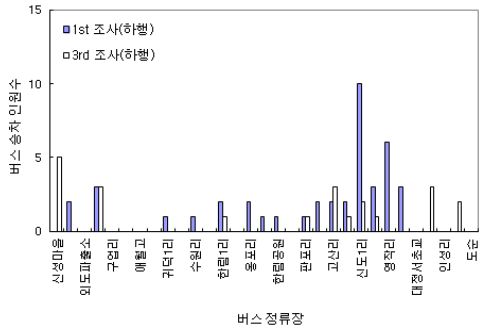
〈그림 6〉 조사 대상 구간
<Fig. 6> Site descriptions



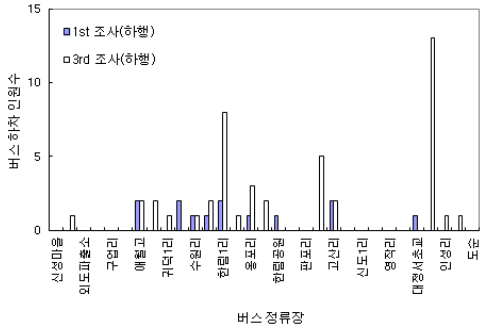
〈그림 7〉 버스 내에서 승하차 인원 조사
<Fig. 7> Survey of ride-on and -off passengers in a bus

조사는 제주시에서 조사자가 탑승하여 서귀포시에 갔다가 다시 제주시로 돌아오는 편도 4회(왕복 2회) 이루어졌다. 조사자는 버스에 탑승하여 승차와 하차 인원을 각각 기록하였다. 이전 버스 통행 목적 설문조사에서 통학 통행의 빈도가 가장 높았기 때문에 등교와 하교를 모두 포함하는 시간동안 조사가 이루어졌다. 상하행 버스 정류장은 총 204개 운영되지만 4회의 조사에서 승하차가 전혀없는 정류장을 제외한 62개 정류장에 대하여 다루었다. <그림 8>은 제주에서 서귀포로 하행 2회 조사시 기록된 승차인원과 하차인원 결과를 보여준다.

<그림 8>에서 보는 바와 같이 조사된 지방부 지역에서는 버스 이용자가 많지 않았다. 버스 이용자가 없는 정류장이 많았고, 이용자가 있다 하더라도 숫자가 적었다. <그림 8a>에서 하행으로 첫 번째 조사에서 승차인원은 신도1리에서 10명으로 가장 많았다. 이때 시각은 오전 7:21으로 출근 및 등교가 이루어졌기 때문으로 보인다. <그림 8b>는 하행의



a) 승차 인원 조사
a) Ride-on passengers

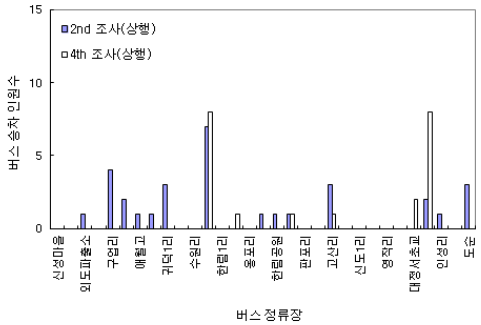


b) 하차 인원 조사
b) Ride-off passengers

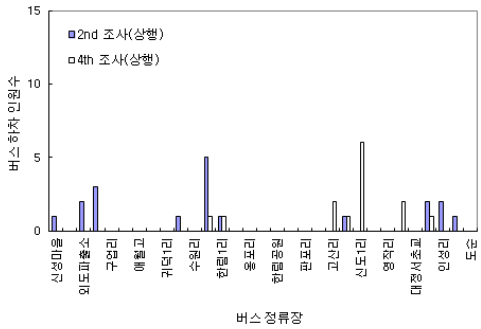
〈그림 8〉 제주->서귀포 버스 이용자 조사 결과
<Fig. 8> Bus passenger survey from Jeju to Seogwipo

하차인원 조사로 세 번째 조사시 하모리에서 13명이 하차하였다. 당시 시각은 오후 1:16으로 하모리 정류장 주변에 수요가 높은 시설이 있다고 판단된다. <그림 9>는 서귀포에서 제주로 하행 2회 조사시 기록된 승하차 인원 조사 결과를 보여준다.

<그림 9>에서 보여주는 서귀포에서 제주 방향 상행 조사에서는 승하차 인원이 흩어진 분포를 보이고 있다. 조사시간이 출퇴근 및 등교 시간이 아니기 때문에 승하차 인원이 적고 이용자가 없었던 정류장도 상대적으로 많았던 것으로 판단된다. 승차인원은 8명이 두 번, 하차인원은 6명이 가장 많은 경우였으며, 시간과 공간 측면에서 분포에 대한 관계를 찾기가 어려웠다. 그것은 대상 시외버스 노선이 이용자 수가 적고 운행 횟수도 많지 않기 때문으로 유추된다.



a) 승차 인원 조사
a) Ride-on passengers

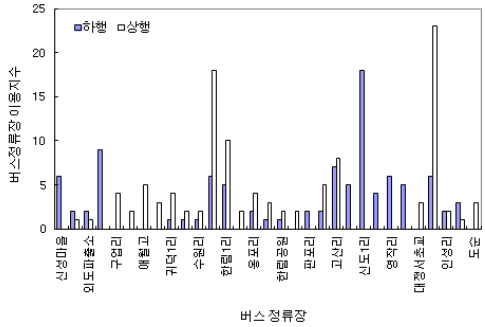


b) 하차 인원 조사
b) Ride-off passengers

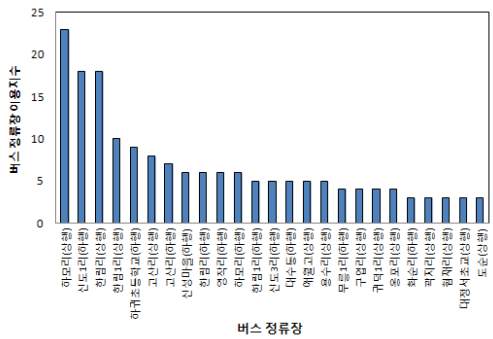
〈그림 9〉 서귀포-〉제주 버스 이용자 조사 결과
<Fig. 9> Bus passenger survey from Seogwipo to jeju

조사된 자료를 이용하여 버스 정류장 이용지수를 산정하였다. 3장에서 정의한 바와 같이 정류장에 대한 이용지수는 해당 정류장에서 승차한 이용자 수에 반대편 방향(역방향) 정류장에서 하차한 이용자 수를 합한 것이다. 제주에서 서귀포 방향 버스 정류장의 경우 <그림 8a>와 <그림 9b>의 이용자 수가 더해진 값이 되며, 서귀포에서 제주 방향 버스 정류장의 경우 <그림 9a>와 <그림 8b>의 이용자 수가 더해진 값이 된다. <그림 10>은 상하행을 포함하는 62개 버스 정류장의 이용지수를 보여준다.

<그림 10>에서 버스 정류장 이용지수가 가장 높은 정류장은 하모리(상행) 23, 신도1리(하행) 18, 한림리(상행) 18 순이다. 그 다음 순위로는 이용지수가 10으로 떨어지며 전반적으로 낮게 나타났다. 위의 이용지수에 근거하여 BIT를 설치하기 위한 버스 정류



〈그림 10〉 상하행 버스 정류장 이용지수
<Fig. 10> bus stop utility index



〈그림 11〉 이용지수에 의한 BIT 설치 우선순위
<Fig. 11> priority based on bus stop utility index

장 우선순위를 정하였다. <그림 11>에서는 전체 대상 62개 버스 정류장중 상위 25개를 보여주고 있다.

<그림 11>에서 대상 정류장별 이용지수를 비교하여 BIT 설치 우선순위를 결정하였다. 이 경우 상행과 하행 정류장은 독립적으로 순위를 결정하게 된다. 어느 순위까지 BIT 설치를 할 것인가는 가능한 예산의 범위에 따라 상위 순위의 정류장부터 선택하게 될 것이다.

정류장을 이용하는 이용자 수에 근거한 이용지수는 숫자가 높을수록 이용자가 많다는 것을 의미한다. 본 연구에서 조사된 시외버스 노선은 이용자 수가 적고 노선 배차 횟수도 많지 않았다. 그러므로, BIT 설치에 따른 효과가 도시지역보다 낮을 것으로 보이지만, 긴 배차 간격 때문에 이용자의 대기시간이 길게 되므로 개인별 설치 효과는 오히려 도시지역 보다 클 것이다.

V. 결 론

본 연구에서는 버스정보시스템 구축시 비용이 많이 소요되는 BIT 설치 정류장 조사를 적은 비용으로 간단히 수행하는 방법을 제안하였다. 도시부와 지방부를 연결하는 버스 노선의 경우 어떤 정류장에서 버스에 승차한 이용자가 용무를 마친 후에 같은 노선의 버스로 돌아오는 왕복통행을 하는 경우가 많다고 판단된다. 즉, 임의의 정류장에 하차한 사람은 이전에 길 건너편 정류장에서 승차했던 사람이라고 가정할 수 있다. 본 연구에서는 조사자가 버스에 승차하여 각 정류장에서 승차인원과 하차인원을 모두 조사하여 얻어지는 수치를 이용하여 버스정류장별 BIT 이용지수를 만들었다. 방법의 적용은 제주특별자치도의 서일주도로를 대상으로 하여 BIT 설치 정류장 우선순위를 결정하였다.

본 연구가 제안한 방법은 기존의 버스 정류장에서 상주하며 조사하는 조사방법에서 너무 많은 비용이 소요된다는 단점을 보완하고자 하였다. 또한, 버스에 탑승하여 조사하는 조사방법에서 조사자가 탑승하지 않은 버스 이용자에 대한 단점도 보완하고자 하였다. 즉, 반대편 정류장의 하차 인원을 조사에 포함시켜 단점을 보완하고자 한 것이다. 본 연구가 제안한 방법은 지역적 통행 특성에 근거한 조사 방법으로 모든 상황에서 적용 가능한 것은 아니다. 하지만, 통행 특성이 전제된다면 적은 비용으로 효율적인 결과를 얻었을 수 있다고 판단된다.

본 연구에서 시행된 조사는 제안된 방법의 가능성을 검증하기 위한 수준으로 이루어졌다. 하지만, 기대되는 조사 정확도에 따라 더 많은 조사인력을 투입시키면 그만큼 양질의 조사결과를 얻을 수 있을 것이다. 또 다른 효율적 조사 방법으로는 사전에 미시적 교통류 모의실험 모형을 통하여 확률적 모형에 근거한 조사 규모를 산정하는 것이다. 버스 이용자의 정류장 도착분포를 산정하고 대상노선을 컴퓨터 모의실험을 통하여 목적에 맞는 적정 조사 규모를 산정할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

[1] 한국건설기술연구원, *제주특별자치도 버스이용실태조사*, 제주특별자치도, 2009.

[2] 이정근, 최석우, 황병옥, “버스정보시스템의 효율성에 관한 연구,” *한국ITS학회논문지*, 5권, 3호, pp. 1-12, 2006.

[3] 고승영, 이청원, 박준식, “이벤트 기반 BIS 정보 수집방안,” 교통 기술과 정책, *대한교통학회*, 3권, 1호, pp.67-79, 2006.

[4] C. L. Schweiger, *Real-time bus arrival information systems*, TCRP Synthesis 48, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 2003.

[5] 금기정, 김원태, 왕이완, 손승녀, “버스정보시스템의 품질평가 기법 연구,” *한국ITS학회논문지*, 6권, 1호, pp.1-12, 2007.

[6] I. J. Chien, Y. Ding and C. Wei, “Dynamic Bus Arrival Time Prediction with Artificial Neural Networks,” *Journal of Transportation Engineering*, American Society of Civil Engineers, vol. 128, iss. 5, pp.429-438, 2002.

[7] R. Rajat, *Bus Arrival Time Prediction Using Stochastic Time Series and Markov Chains*, Ph. D. Dissertation, New Jersey Institute of Technology, 2005.

[8] J. Patnaik, S. Chien and A. Bladikas, “Estimation of Bus Arrival Times using APC Data,” *Journal of Public Transportation*, Center for Urban Transportation Research, vol. 7, no. 1, pp.1-20, 2004.

[9] D. Sun, H. Luo, L. Fu, W. Liu, X. Liao and M. Zhao, “Predicting Bus Arrival Time on the Basis of Global Positioning System Data,” *In Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 2034, TRB, Washington, D.C., pp.62-72, 2007.

[10] A. Weber, “Theory of the Location of Industries,” Über den Standort der Industrie, Germany, 1909.

[11] D. S. Hochbaum, “Heuristics for the fixed cost median problem,” *Math. Programming*, vol. 22, pp.148-162, 1982.

[12] G. T. Toussaint, “Computing largest empty circles with location constraints,” *International Journal of Computer and Information Sciences*, vol. 12, no. 5, pp.347-358, 1983.

[13] 한국건설기술연구원, *사당-수원축 광역 버스정보시스템 연계시범사업 사업관리*, 최종보고서, 국토해양부, 2005.

저자소개

김 형 수 (Kim, Hyoungsoo)

2008년 ~ 현 재 : 한국건설기술연구원 첨단교통연구실 수석연구원
2007년 : University of Maryland 공학박사(교통공학전공)

김 응 철 (Kim, Eungcheol)

2004년 ~ 현 재 : 인천대학교 도시과학대학 건설환경공학과 부교수
2002년 ~ 2004년 : 한국교통연구원 책임연구원
2001년 : University of Maryland 공학박사(교통공학전공)