

교통약자 이동지원센터의 이용정보를 활용한 저상버스 정류장 입지선정에 관한 연구

박재국

남서울대학교 공간정보공학과 교수

A Study on the Location Selection of Low-Floor Bus Stop using the Use Information of the Mobility Support Center

Jae-Kook Park

Professor, Dept. of Spatial Information Engineering, Namseoul University

요약 우리나라는 2017년 노인비중이 14% 이상으로 고령사회에 진입하였고 2026년에는 초고령사회에 진입될 것으로 전망하고 있다. 이에 앞으로는 장애인이나 고령자와 같은 교통약자가 지속적으로 늘어날 것으로 예상되며, 교통약자를 위한 교통수단의 수요는 더욱 증대될 것이 분명하다. 이러한 이유로 국가는 지자체마다 저상버스를 도입하여 운영하고 있으나 저상버스의 정류장 위치와 노선 등이 교통약자의 정보를 충분히 반영하지 않아 이용률이 낮게 나타나고 있다. 따라서 교통약자의 저상버스 이용률을 높이기 위한 다양한 연구가 요구되고 있다. 본 연구에서는 교통약자 이동지원센터에서 운영하는 특별교통수단의 이용정보를 활용하여 교통약자의 승하차 위치, 출발시간, 도착시간, 이용목적, 요일별 이용빈도 등을 분석하였다. 그리고 지오코딩, 중첩분석, 버퍼분석, 공간분할 등의 공간분석 기법을 이용하여 교통약자의 승하차 분포와 수요를 반영한 저상버스 정류장 입지선정 방법을 제안하였다. 마지막으로 천안시의 저상버스 정류장 입지를 선정한 결과 228개소가 선정되었으며, 기존의 정류장과 입지가 중복되는 정류장을 제외하면 신규로 35개소가 필요한 것으로 나타났다.

키워드 : 교통약자, 특별교통수단, 저상버스, 정류장, 입지선정, 지리정보시스템

Abstract South Korea entered an aged society phase in 2017 with the elderly accounting for 14% or higher of the entire population. It is expected to enter a super-aged society phase in 2026. The mobility handicapped, including the disabled and the elderly, are expected to grow continuously, and the demand for transport service for the mobility handicapped will definitely increase further. Thus, there is thus a need for various research to increase the utilization rate of low-floor buses among the mobility handicapped. This study analyzed the locations of getting on and off transportation means, time of departure and arrival, purpose of use, and frequency of use by the day among the mobility handicapped by making use of the information about their use of special transport service run by the mobility support center for the mobility handicapped. The study then proposed a method of selecting locations for low-floor bus stops to reflect the distribution and need of getting on and off transportation means among the mobility handicapped with such spatial analysis techniques as geocoding, overlapping analysis, buffer analysis, and generate tessellations. Finally, the study selected 228 locations for low-floor bus stops in Cheonan and reported a need to add 35 low-floor bus stops after eliminating the ones where the locations overlapped the old ones.

Key Words : Mobility Handicapped, Special Transport Service, Low-Floor Bus, Bus Stop, Selection of Location, Geographic Information System

*Corresponding Author : Jae-Kook Park(gisdata@nsu.ac.kr)

Received November 4, 2019

Revised December 23, 2019

Accepted February 20, 2020

Published February 29, 2020

1. 서론

통계청에 따르면 우리나라는 2017년 고령화 사회에서 고령사회로 접어들었으며, 2026년에는 초고령사회에 진입할 것으로 전망하고 있다(65세 이상 20%). 이는 앞으로 버스·지하철 등의 이용이 어려운 장애인, 65세 이상 노인, 이동에 심한 불편을 느끼는 고령자의 인구가 점차 늘어남을 의미한다[1]. 이와 같이 교통약자는 지속적으로 증가될 것으로 예상되며, 교통약자를 위한 교통수단의 수요는 더욱 증대될 것이 분명하다[2-5]. 이러한 이유로 국가는 「교통약자 이동편의 증진법」을 개정하고 지자체 마다 휠체어 탑승설치를 장착한 교통약자를 위한 특별교통수단(STS : Special Transport Service)을 운영함과 동시에 저상버스를 도입하여 운영하고 있다[2,3]. 이와 같이 지자체마다 많은 예산을 투입하여 저상버스를 도입하여 운영하고 있으나 저상버스의 정류장 위치와 노선 등이 교통약자의 정보를 충분히 반영하지 않아 이용률이 낮게 나타나고 있다[2-4]. 반면에 교통약자 이동지원센터에서 운영하고 있는 특별교통수단의 경우 이용자가 원하는 출발지에서 목적지까지 운행하기 때문에 이용도는 매우 높으나 교통약자의 수요에 비해 특별교통수단의 공급이 매우 부족하다. 따라서 이용자의 차량 대기시간이 길어지고 이에 따른 민원이 자주 발생하고 있다[5].

따라서 이러한 문제를 개선하기 위해서는 장기적으로는 특별교통수단을 증설하는 것이며, 단기적으로는 교통약자를 대상으로 저상버스, 교통약자 무료셔틀, 바우처 택시 등으로 수요를 분산하는 것이다.

그러므로 본 연구에서는 교통약자 수요자 중심의 저상버스 정류장 입지를 선정함으로써 교통약자의 수요를 저상버스로 분산하고자 하였다. 이를 위해서 본 연구에서는 교통약자의 이용건수가 많은 특별교통수단의 이용정보를 활용하여 교통약자의 승하차 위치, 출발시간, 도착시간, 대기시간, 이용목적 등을 요일별로 분석하고 기존 버스 정류장과 교통약자 승하차 위치, 교통약자의 이동가능 거리 등을 비교 분석하여 최적의 저상버스 정류장 입지를 선정하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 교통약자를 위한 교통수단

2.1.1 특별교통수단

「교통약자의 이동편의 증진법」에 의하면 버스·지하철 등의 이용이 어려운 1급, 2급 장애인, 65세 이상 노인, 이동에 심한 불편을 느끼는 교통약자에 대해서 국가는 이들의 이동과 편의를 지원하기 위해 휠체어 탑승설비 등을 장착한 차량을 지자체별로 운영토록 하고 있다. 이처럼 휠체어 탑승설비를 장착한 특별교통수단으로 장애인 콜택시(소형 승합차), 무료셔틀버스가 운영되고 있다.

1. 2급 장애인을 위한 장애인 콜택시는 법정대수가 200명당 1대로 보급률은 2016년 말 기준으로 전국 평균 103.3% 넘었으나 강원도, 경남, 전남, 충남, 충북은 기준에 미달한 것으로 나타났다[5]. 또한 일부 지자체에서는 3급 이상의 장애인, 노인, 임산부와 같은 교통약자도 이용할 수 있도록 하고 있어 그 수요를 충족하기에는 현실적으로 한계가 있다[5]. 따라서 이러한 한계를 극복하기 위해 저상버스를 통해서 그 수요를 분산할 필요성이 더욱 커지고 있다.

2.1.2 저상버스

저상버스는 출입구에 계단이 없고, 차체 바닥이 낮으며, 경사판(슬로프)이 장착되어 있어 일반 시민뿐만 아니라 휠체어를 탄 장애인, 아기를 태운 유모차, 노약자들도 쉽게 이용할 수 있는 교통약자를 위한 버스이다[5]. 저상버스의 도입은 서울시에서 2003년 2대를 시범적으로 도입한 것을 시작으로 2004년에 법제화되어 현재에 이르고 있으며, 국가와 지자체는 「교통약자의 이동편의 증진법」에 따라 저상버스 도입 목표를 세우고 추진하고 있다.

그러나 Table 1에서와 같이 시내버스의 1/3에 해당하는 저상버스 법정 운영목표를 달성한 지자체는 3개 뿐인 것으로 나타났다. 특히 충남의 경우 도입율은 7%로 전국에서 제일 낮다.

이처럼 저상버스 보급률이 낮은 이유는 버스 회사 및 지자체의 재정지원 부담이 원인인 것으로 분석되고 있다[5].

장기적인으로 저상버스의 보급 확대 문제뿐만 아니라 단기적으로 교통약자의 이용률이 매우 낮은 것 또한 큰 문제로 대두되고 있다. 한 설문 결과에 의하면 휠체어 이용자의 74%는 저상버스를 이용한 경험이 없다고 응답하였으며, 그 원인으로서는 가까운 거리에 저상버스를 이용할 수 있는 정류장이 없거나 있어도 가

고자하는 목적지까지 운행하는 저상버스가 없기 때문이라고 응답하였다. 그러므로 저상버스 이용률을 높이기 위한 연구 및 대책마련이 시급한 실정이다[5].

Table 1. The number of low-floor bus in 2018

Administrative Districts	The number of buses		Rate (%)
	Regular bus	Low-floor bus	
Seoul	7,405	3,332	45.0
Busn	2,517	560	22.2
Daegu	1,521	526	34.6
Incheon	2,341	400	17.1
Gwangju	1,041	213	20.5
Daejeon	1,016	279	27.5
Ulsan	830	96	11.6
Sejong	235	54	23.0
Gyeonggi	10,548	1,343	12.7
Gangwon	554	193	34.8
Chungbuk	586	122	20.8
Chungnam	874	61	7.0
Jeonbuk	827	182	22.0
Jeonnam	722	85	11.8
Gyeongbuk	1,177	164	13.9
Gyeongnam	1,704	318	18.7
Jeju	389	88	22.6
Total	34,287	8,016	23.4

2.2 저상버스 정류장 입지선정

2.2.1 기존 연구사례

기존 연구사례를 살펴보면 저상버스의 교통약자 이용 활성화를 위해서 크게 정류장의 입지선정과 최적 노선 선정에 대한 연구가 수행되었다.

Lee(2014)는 교통약자의 수요에 기반을 둔 저상버스 노선을 선정하기 위해서 교통약자의 통행목적, 통행빈도, 통행수단, 이동경로, 방문시설 등에 대한 설문 조사를 수행하였으며 이를 활용해 읍·면·동 단위의 교통약자 거주분포를 나타내었다[2].

Park(2015)은 교통약자의 분포를 미시적으로 파악하기 위해 커뮤니티 뉴딜자료를 활용하여 통 단위에 대한 장애인구와 65세 이상 인구 등에 대한 교통약자를 산출하였고, 통행 목적 및 방문빈도를 분석하기 위해서 설문을 실시하여 교통약자의 거주분포를 나타내었다[3]. Jeon(2017)은 고령인구의 이동편의 증진을 위

한 무료셔틀버스 노선 최적화를 위해 집계구 경계(주거지역)와 통계청 인구주택총조사 자료를 이용해 고령자 인구분포를 나타내어 노선선정에 활용하였다[6].

Yun(2017)은 통계분석 도구인 R을 이용하여 서울시 교통약자의 생활권과 생활 패턴을 파악하고 저상버스의 확장 우선 지역과 확장 배차시간을 제안하기 위하여 구 단위의 고령자 인구와 장애인 인구를 활용하였다[7]. 앞서 연구된 사례의 공통점은 대부분 행정단위의 노약자 및 장애인 인구 통계를 활용하고 통행목적 및 방문빈도를 설문조사를 통해서 획득하여 교통약자의 거주분포와 목적지를 나타내었다.

즉, 실질적으로 교통약자가 원하는 승·하차 위치를 기반으로 하는 수요 분포를 나타내는 데는 한계가 있었다. 또한 교통약자의 출발지, 목적지, 이용목적, 이용시간, 이용빈도 등을 분석하는데 필요한 빅 데이터로써의 설문자료로는 부족하였다. 이는 개인정보보호법으로 인한 자료 획득의 어려움과 공신력 있는 교통약자에 대한 수요를 나타내는 자료가 부족하였기 때문 것으로 판단된다[2].

이에 본 연구에서는 이와 같은 어려움을 해결하고자 교통약자의 이용률이 매우 높고 출발지, 목적지, 대기시간, 출발시간, 도착시간 등을 알 수 있는 교통약자 이동지원센터에서 운영하는 특별교통수단에 대한 이용정보를 획득하였다.

2.2.2 저상버스 정류장 입지선정의 주요인자

저상버스 정류장의 입지를 선정하는데 있어 고려되어야 할 중요사항으로는 교통약자의 거주분포를 중심으로 저상버스를 이용하는데 불편함이 없도록 접근성이 좋아야 한다[6]. 특히 교통약자의 경우 일반인에 비해 정류장으로 이동하는데 제약이 따름으로 보행시간, 보행속도 등을 고려하여 저상버스 정류장의 입지를 선정할 필요가 있다[6,8,9].

Jeon(2017)은 고령자의 보행시간은 5분에서 10분으로 정하고 최대 도보 이동거리를 300 m와 500 m 두 가지로 설정하였다[6]. 식(1)을 이용하여 보행속도를 산정하면 각각 1 m/sec, 0.83 m/sec에 해당된다.

$$\begin{aligned} \text{Travel distance(m)} \div \text{Walking time(sec)} \\ = \text{Walking speed(m/sec)} \quad (1) \end{aligned}$$

Huh(2019)은 스마트폰 어플리케이션의 노인 이동경로 데이터를 이용하여 노인의 보행속도를 측정하였으며, 동행인이 있는 경우와 없는 경우의 보행속도를 분석하였다. Huh(2019)은 연구에서 동행인이 없는 경우 평균 보행속도가 0.98 m/sec이고 동행인이 있는 경우 0.63 m/sec로 떨어진다는 연구결과 발표하였으며[8]. Oh(2013) 또한 동행인이 있는 경우 보행속도가 떨어진다고 발표하였다[9].

교통약자 중에서도 휠체어 사용자에 대한 연령대별 이동속도에 대해 연구사례를 살펴보면 전체 연령대의 평균 이동속도는 0.5-0.8 m/sec로 나타났다[10-15], 특히 아이들의 경우 0.67 m/sec 휠체어 이동속도를 나타냈으며[11], 척추가 손상된 교통약자의 경우 0.63 m/sec로 나타났다.

이와 같이 앞서 연구된 사례를 통해서 휠체어 탑승자, 영유아를 동반한 자, 65세 이상 노인, 이동에 심한 불편을 느끼는 고령자 대부분이 동행인이 있는 경우가 많으므로 보행속도는 매우 떨어질 것이 분명하다.

따라서 이동에 가장 어려움 클 것으로 예상되는 교통약자를 고려하기 위해 본 연구에서는 선행사례 중 동행인이 있을 경우의 보행속도와 휠체어 사용자의 이동속도를 고려하여 보행속도를 0.63 m/sec로 결정하였다. 그리고 보행시간은 교통약자의 특성을 고려하여 Jeon(2017)이 제안한 최소 이동시간인 5분으로 결정하였다. 따라서 교통약자와 저상버스 정류장과의 공간적 서비스 권역(범위)은 식(2)에 의해서 189 m 이내로 결정하였다.

$$\begin{aligned} & \text{Walking speed(m/sec)} \times \text{Walking time(sec)} \\ & = 0.63(\text{m/sec}) \times 300(\text{sec}) = 189(\text{m}) \end{aligned} \quad (2)$$

3. 연구방법 및 분석

3.1 연구방법 및 기초자료처리

본 연구방법으로는 Fig. 1과 같이 천안시를 대상으로 기존에 연구되지 않았던 교통약자의 실제 승하차 위치와 교통약자를 고려한 가장 짧은 이동거리를 입지 선정의 주요 인자로 설정하고 저상버스 정류장의 입지를 선정하고자 하였다.



Fig. 1. Study area

이를 위해서 기존의 버스 정류장 중 교통약자의 승하차 위치와 이동거리가 189 m 권역 내에 있는 정류장을 저상버스 정류장 1차 후보지로 선정하였고, 그 중에서 권역 내에 승하차 발생건수가 730건 이상 발생한 정류장을 저상버스 정류장으로 선정하였다.

Fig. 2는 기존 버스 정류장 중에서 저상버스 정류장으로 선정하는 과정을 그림으로 나타낸 것으로 기존 버스 정류장으로 부터 반경 189 m 이내에 730건 이상의 교통약자 승하차 위치가 존재하면 기존 버스 정류장을 저상버스 정류장으로 선정하는 것이다.

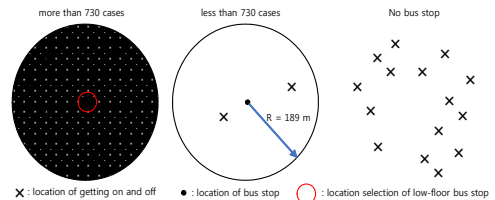


Fig. 2. Location selection of low-floor bus stop

참고로 교통약자의 승하차 위치는 천안시 교통약자 이동지원센터의 지원을 받아 특별교통수단인 장애인 콜택시 승하차 정보를 가공하여 나타낸 것이며, 권역 내에 년 중 승하차 건수를 최소 730건으로 설정한 것은 최소 매일 평균 2회 이상 이용하는 것을 전제로 설정한 것이다.

Table 2는 특별교통수단인 장애인 콜택시의 145,338건에 대한 이용정보를 나타낸 것으로 호출시간, 출발지 주소, 목적지 주소, 배차시간, 승차 시간, 하차 시간 등의 정보를 담고 있다.

Table 2. Information on the use of STS in mobile support center

Field name	Value
Call time	2018-01-01 07:00:38
Place of departure	Text address 1
Place of destination	Text address 2
Time allocation	2018-01-01 07:35:06
Get on	2018-01-01 07:50:58
Get off	2018-01-01 08:10:05

Fig. 3은 콜택시의 출발지 주소, 목적지 주소를 지오코딩(geocoding)하여 교통약자의 승하차 위치를 지도로 나타낸 것이며, 추가적으로 기존 버스 정류장과 기존 저상버스 정류장을 중첩하여 지도에 나타낸 것이다. 여기서 지오코딩이란 주소를 이용하여 위도와 경도의 좌표값을 추출하는 과정을 말한다.

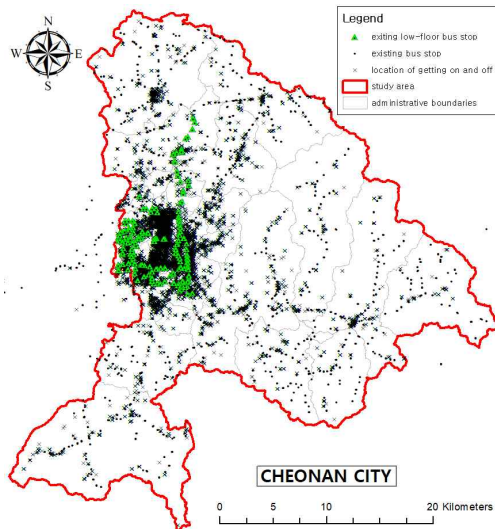


Fig. 3. Location of getting on and off

Fig. 3에서 지오코딩 결과 승하차 위치는 286,546건으로 지도에서는 포인트(point)로 표현된다. 그리고 천안시에서 수집한 기존 버스 정류장은 2130개소이며, 그중에서 307개소가 저상버스 정류장으로 지정되어 공동으로 이용되고 있다(Table 3).

Table 3. Information of GIS data

Layer		Content
Layer name	Type	
Getting on And off (286,546)	Point	Getting on (145,338)
		Getting off (145,338)
Bus stop (2,130)	Point	Regular bus stop (2,130)
		Low-floor bus stop (307)
Administrative district	Polygon	Administrative boundaries

Fig. 4는 교통약자의 승하차 위치와 이동거리 189 m 권역 내에 기존 버스 정류장이 없는 경우 신규로 저상버스 정류장의 입지를 선정하는 과정을 그림으로 나타낸 것이다. Fig. 4에서 동일하게 구획된 육각형(hexagon) 모양 안에 730건 이상의 교통약자 승하차 위치가 존재하면 육각형 중앙에 저상버스 정류장을 신규 입지로 선정하는 것이다.

참고로 육각형 모양은 연구대상지 내에 승하차 위치를 균등한 구역으로 분할하기 위해서 GIS의 공간분할 생성(generate tessellations) 도구를 이용하여 생성한 것이다. 공간분할 생성 기능은 밀집된 포인트 기반 데이터를 갖고 있는 지도 제작자가 데이터를 시각적으로 멋지고 이해하기 쉬운 맵으로 제공하거나 포인트를 집약 또는 요약하고자 할 때 규칙적인 모양의 영역을 생성할 수 있게 하는 유용한 GIS 도구이다[16].

본 연구에서는 육각형 모양의 면적을 반경 189 m의 권역 면적과 같도록 112,164 m²으로 설정하였다.

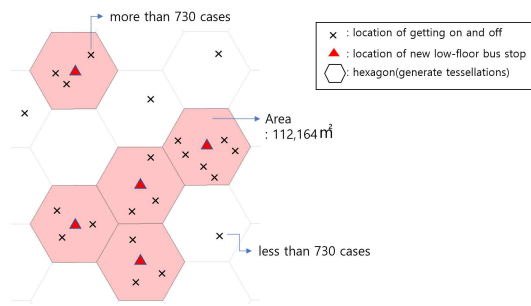


Fig. 4. Location selection of new low-floor bus stop

3.2 특별교통수단 이용정보에 대한 분석

천안시 교통약자 이동지원센터의 특별교통수단인 장애인 콜택시 이용현황은 2018년 1월에서 12월까지의 정보를 담고 있다.

장애인 콜택시(이하 콜택시) 이용현황을 분석해보면 1년 동안 이용건수는 총 145,338건이었으며, 하루 평균 이용건수는 470건, 평균 대기시간은 19분, 최대 대기시간은 4시간으로 분석되었다.

교통약자의 콜택시 주요 이용시간은 Fig. 5와 같이 오전 9시에서 9시 59분, 오후 15시에서 15시 59분으로 분석되었다.



Fig. 5. Usage status of STS by hour

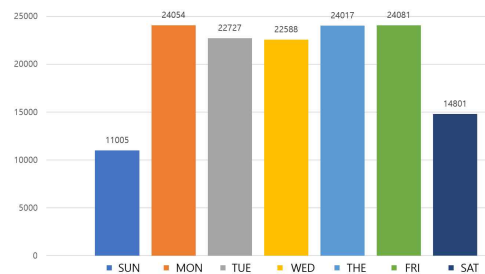


Fig. 6. Usage status of STS by day

요일별로는 Fig. 6과 같이 주말보다는 주중에 약 2배 이상 이용량이 많은 것으로 나타났다.

교통약자의 콜택시 이용 출발지를 분석하면 오전 시간에는 대부분 아파트, 주택 등으로 거주지에서 탑승한 것으로 분석되며, 오후 시간에 대해서는 대부분 오전 출발지로 복귀하기 위한 호출로 분석되었다.

교통약자의 콜택시 이용 목적지를 분석해보면 목적지가 매우 다양하여 이용 빈도가 높은 시설물에 대해서 Table 4와 같이 12가지 시설물로 분류하였다. 참고로 분류기준은 국토지리정보원의 1:1,000 수치지도 분류기준을 참조하였다.

Table 4를 살펴보면 콜택시의 목적지별 이용 건수가 가장 많은 것은 주거지(59,556건)로 나타났으며, 다음으로 병원(26,431건), 복지시설(12,925건), 마트(8,635건), 학교(6,717건), 교통(6,688건) 순으로 나타났다.

이와 같이 콜택시 이용현황을 분석한 결과 시간별, 요일별로 이용건수가 집중되는 시간과 요일이 존재하고, 목적지에 대한 이용 건수가 많은 시설이 주거지로 집중됨에 따라 저상버스 정류장의 입지를 선정하는데 중요한 의사결정 자료로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

Table 4. Number of call by destination

No	Class	Number	Rate
1	Residential facilities	59,556	41.6
2	Hospitals	26,431	18.4
3	Welfare facilities	12,925	9.0
4	Shops	8,635	6.0
5	Schools	6,717	4.7
6	Transportation facilities	6,688	4.7
7	Other facilities	6,404	4.5
8	Restaurants	4,220	2.9
9	Religious facilities	3,577	2.5
10	Leisure facilities	2,857	2.0
11	Banks	2,818	2.0
12	Public facilities	2,445	1.7
Total		143,273	100

4. 저상버스 입지선정 결과

4.1 기존 정류장을 이용한 저상버스 입지선정

Fig. 7은 기존 정류장에서 거리상 189 m 권역 내에

730건 이상의 교통약자 승하차 위치가 존재하는 기존의 정류장을 저상버스 정류장으로 선정하고 그 결과를 지도로 나타낸 것이다.

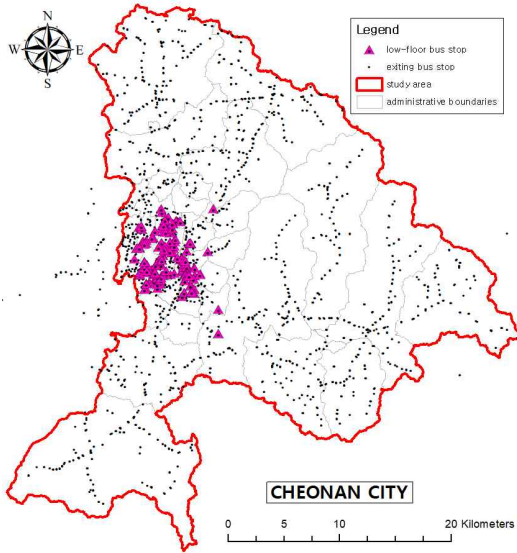


Fig. 7. Location selection of low-floor bus stop

Fig. 7에서와 같이 기존 정류장 중 193개소를 저상버스 정류장으로 지정하였으며, Fig. 8과 같이 193개소의 저상버스 정류장은 286,546개 승하차 위치 중 166,644개의 승하차 위치에 대한 수요를 처리할 수 있다.

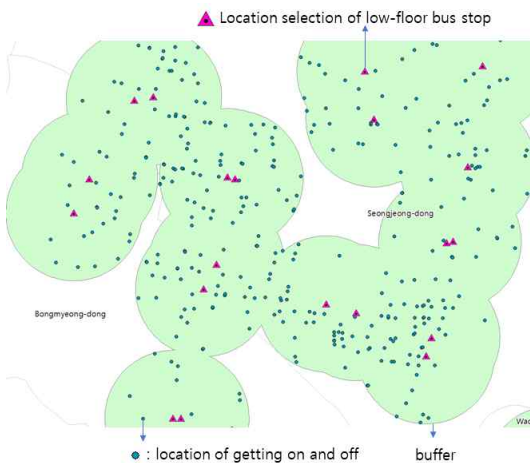


Fig. 8. Capacity of low-floor bus stop for the weak

4.2 공간분할을 통한 신규 저상버스 입지선정

Fig. 9는 교통약자의 승하차 위치와 이동거리가 180 m 권역 내에 기존 버스 정류장이 없는 경우 콜택시 승하차 위치가 730건 이상 군집되어 있는 지점에 대해서 저상버스 정류장을 신규로 선정할 결과를 지도로 나타낸 것이다.

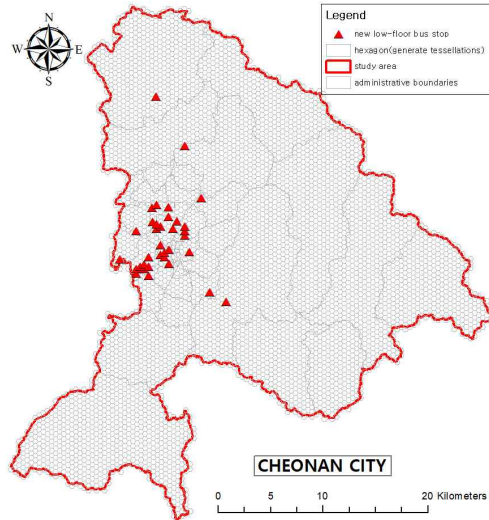


Fig. 9. Location selection of new low-floor bus stop

Fig. 9에서와 같이 35개소의 저상버스 정류장이 신규로 지정되었으며, Fig. 10과 같이 35개소의 저상버스 정류장은 119,902개 승하차 위치 중 68,737개의 승하차 위치에 대한 수요를 처리할 수 있다.

여기서 119,902개의 승하차 위치는 전체 286,546개의 승하차 위치에서 기존 정류장을 이용한 저상버스 입지 선정에서 수요로 사용된 166,644개를 뺀 개수다.



Fig. 10. Capacity of new low-floor bus stop for the weak

4.3 기존 저상버스 정류장과의 비교 분석

현재 천안시에서 지정한 기존의 저상버스 정류장 307개소와 콜택시 승하차 위치를 중첩하고 정류장으로 부터 189 m 권역 내에 위치한 승하차 위치 건수를 분석해 본 결과 80,689(28.16%)개의 승하차 위치에 대한 수요를 처리할 수 있는 것으로 나타났다.

반면에 본 연구에서는 기존 정류장에 대해서 193개소의 저상버스 정류장을 지정하고 추가적으로 35개소의 정류장을 신규로 추가함에 따라 총 228개소의 저상버스 정류장 입지를 선정하였다. 그리고 228개소의 저상버스 정류장은 전체 콜택시 승하차 위치 수요 286,546개 중 235,381(82.43%)개의 수요를 처리할 수 있는 것으로 분석되었다.

본 연구 결과가 버스 노선을 중심으로 한 정류장과 의 연계성을 고려하지는 않았지만 저상버스 입지선정 결과는 매우 의미가 있다 할 수 있다.

5. 결론

본 연구에서는 교통약자(어린이, 노약자, 장애인, 휠체어 사용자)의 특성을 고려하여 저상버스 정류장의 입지를 선정하기 위해 보행자의 이동속도를 0.63 m/sec로 규정하고 정류장까지 이동하는데 소요되는 시간을 5분으로 결정하였다. 그 결과 저상버스 서비스 권역을 189 m로 제안할 수 있었다. 또한 GIS 기술을 이용하여 약 28만 건 이상의 장애인 콜택시의 승하차 이용정보를 지도로 표현할 수 있었다.

그리고 GIS 기술인 버퍼분석, 중첩분석, 공간분할 등을 통해서 저상버스 정류장으로 대체가 가능한 기존의 정류장 193개소를 선정하였으며, 신규로 필요한 35개소의 저상버스 정류장 입지를 제안하였다.

본 연구를 통해서 교통약자 수요자 중심의 저상버스 정류장 입지를 선정함으로써 교통약자의 이동편의를 제공하고, 더불어 저상버스 이용률을 높임으로써 교통약자 수요를 분산하는데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

특히, 교통약자의 실제 수요와 위치, 보행자의 이동 속도, 저상버스 서비스 권역에 대한 정보는 향후 지자체별 버스 정류장 설치 기준과 규정을 정하는데 의사결정 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대되며, 교통약자의 이동편의를 증진하고 고려할 수 있도록 하는

「교통약자의 이동편의 증진법」을 개정하는데 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

향후 본 연구에서 선정된 저상버스 정류장을 이용하여 권역별로 각각의 차량에 대한 저상버스 노선을 선정하는 추가적인 연구가 요구된다.

ACKNOWLEDGMENTS

이 논문은 2019년도 남서울대학교 학술연구비 지원에 의해 연구되었음.

REFERENCES

- [1] C. H. Lee, S. Y. Kim & J. S. Kim. (2014). A Study on Low-Floor Bus Routes Selection - Focused on the Case of Jeollabuk-Do -. *The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, 13(4), 73-85. DOI:10.12815/kits.2014.13.4.073
- [2] J. H. Park, & K. W. Nam. (2015). A Study on the Low-Floor Bus Route Selection Considering a Residential Distribution and Traffic Characteristics of the Transportation Vulnerable - A Case of Busan -. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies*, 18(2), 161-173. DOI:10.11108/kagis.2015.18.2.161
- [3] Y. K. Cho & S. Y. Jeong. (2014). Analysis of Practices and Needs on the Low Floor Bus for People with Severe Disabilities. *Korean Journal of Physical, Multiple & Health Disabilities*, 57(3), 297-312. DOI:10.20971/kcpmd.2014.57.3.297
- [4] M. Y. Bin, C. H. Park & K. C. Park. (2015). Improvement Policies for Operation of STS(Special Transportation System) in Gyeonggi-Do. *Policy Research*, 1-77.
- [5] C. M. Kim, A. R. Han, B. H. Lee & Y. E. Park. (2017). Traffic Welfare Policy Direction of Public Transportation in the Seoul Metropolitan Area. *Policy Research*, 1-219.
- [6] C. W. Jeon & G. H. Lee. (2017). Optimal Routing of Free Shuttle Bus to Enhance the Travel

- Convenience for the Elderly: A Case of Gwanak-gu, Seoul. *Journal of The Korean Association of Regional Geographers*, 6(2), 291-304. DOI:10.25202/JAKG.6.2.11
- [7] S. H. Yun, J. J. Kim & G. I. Jeon. (2017). A Proposal for expansion of the low-floor bus based on analysis of living area for the handicapped mobility people in Seoul Using R. *The Journal of the Institute of Internet, Broadcasting and Communication*, 17(6), 195-201. DOI:10.7236/JIIBC.2017.17.6.195
- [8] J. A. Huh, S. J. Lee & S. H. Park. (2019). Exploring Residential Street Environments through Walking Companions and Walking Speeds. *Journal of The Architectural Institute of Korea Planning & Design*. 35(1), 127-138. DOI:10.5659/JAIK_PD.2019.35.1.127
- [9] S. H. Oh & S. M. Lee. (2013). *Walking environment and pedestrian behavior field survey report(1)*, AURI.
- [10] S. E. Sonenblum, S. Sprigle & R. A. Lopez. (2012). Manual wheelchair use: bouts of mobility in everyday life. *Rehabilitation Research and Practice*, 1-7. DOI:10.1155/2012/753165
- [11] R. A. Cooper, M. Tolerico, B. A. Kaminski, D. Spaeth, D. Ding, & R. Cooper. (2008). Quantifying wheelchair activity of children : a pilot study. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 87(12), 977 - 983. DOI:10.1097/PHM.0b013e31818dfc74
- [12] A. M. Karmarkar, D. M. Collins, A. Kelleher, D. Ding, M. Oyster & R. A. Cooper. (2010). Manual wheelchair-related mobility characteristics of older adults in nursing homes. *Disability and Rehabilitation*, 5(6), 428 - 437. DOI:10.3109/17483107.2010.481346
- [13] C. E. Levy, M. P. Buman, J. W. Chow, M. D. Tillman, K. A. Fournier & P. Giacobbi. (2010). Use of power assist wheels results in increased distance traveled compared with conventional manual wheeling. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89(8), 625 - 634. DOI:10.1097/PHM.0b013e3181e72286
- [14] M. L. Oyster, A. M. Karmarkar, M. Patrick, M. S. Read, L. Nicolini & M. L. Boninger. (2011). Investigation of factors associated with manual wheelchair mobility in persons with spinal cord injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 92(3), 484 - 490. DOI:10.1016/j.apmr.2010.09.025
- [15] M. L. Tolerico, D. Ding, R. A. Cooper et al. (2007). Assessing mobility characteristics and activity levels of manual wheelchair users. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 44(4), 561 - 571. DOI:10.1682/jrrd.2006.02.0017
- [16] ESRI. (2019). *Generate Tessellations*, <https://doc.arcgis.com>

박재국(Jae-Kook Park)

[정회원]



- 1997년 2월 : 강원대학교 토목 공학과(공학사)
- 2000년 2월 : 강원대학교 토목 공학과(공학석사)
- 2006년 8월 : 강원대학교 토목 공학과(공학박사)
- 2008년 2월 ~ 현재 : 남서울 대학교 공간정보공학과 조교수

- 관심분야 : 공간분석(방재/자연재해), 빅 데이터, 융합
- E-Mail : gisdata@nsu.ac.kr