KIPS Tr. Comp. and Comm. Sys.
Vol.5, No.9 pp.261~268 pISSN: 2287-5891

http://dx.doi.org/10.3745/KTCCS.2016.5.9.261

A Study on Traffic Analysis Using Bus Information System

Kim Hong Geun† · Park Chul Young†† · Shin Dong Chul††† ·
Shin Chang Sun†††† · Cho Yong Yun†††† · Park Jang Woo†††††

ABSTRACT

One of the most comfortable transportation in our day to day life is the bus, which provides real time information. In order to obtain reliable information on the arrival time of this information, BIS (Bus Information System) needs to analyse the main factor for the traffic environment. To manage the system, regional information analysis by local municipalities should be prioritized. In this paper, we analyse the features that are expected to affect traffic environment by commuting the travel to school, market, tourism and other influences around Suncheon-si, which has the facilities for education, tourism and urban locality. Data cleaning is performed on the DB information that is being collected from characterization BIS, which is organized by day of the week, day and month, to analyse the key factors of the traffic flow. If this is utilized by applying a key factor to the real time information, it is expected to provide more reliable and accurate information.

Keywords : BIS, Passing Speed, Service-Time, Data Cleaning, Data Analysis

버스정보시스템을 이용한 교통흐름 분석에 관한 연구

김 홍 근† · 박 철 영†† · 신 동 철††† ·
신 창 선†††† · 조 용 윤†††† · 박 장 우†††††

요 약

현대생활을 영위하는데 있어 자주 애용되는 교통수단인 버스는 실시간으로 정보를 제공해주고 있다. 이러한 BIS 정보 중 도착예정시간에 대한 신뢰성 높은 정보를 얻기 위해서는 교통 환경에 대한 주요 요인들에 대한 분석이 필요하다. 국내 지방자치단체별로 관리를 수행하는 만큼 지역별 정보 분석이 우선시 되어야 한다. 따라서 본 논문에서는 교육, 관광 및 배후도시에 대한 특성을 가지고 있는 순천시를 중심으로 출퇴근, 학교, 시장, 관광 및 기타 다른 영향에 의해 교통 환경에 영향을 미칠 것으로 예상되는 특징을 분석했다. 특징 분석을 위해 BIS에 수집되고 있는 DB 정보에 대한 데이터 정제를 수행했고, 요일별, 일별, 월별, 시간대별로 구분하여 교통흐름에 대한 주요요인에 대한 분석을 수행했다. 지방중소규모의 도시로서 버스전용차선이 운영되지 않는 지역인 순천은 교통흐름과 밀접한 관계를 갖는 버스에 대한 특징 분석을 통해 구간별 교통체증에 대한 분석이 가능할 것으로 예상된다. 또한, BIS의 실시간 정보 제공에 대한 주요요인을 적용하여 활용한다면 보다 신뢰성 있고 정밀한 정보를 제공할 수 있을 것으로 예상된다.

키워드 : 버스정보시스템, 통행속도, 정차시간, 데이터 정제, 데이터 분석

1. 서 론

지방자치단체에서는 현대생활을 영위하는데 있어 자주 애용되는 교통수단인 버스의 서비스 향상 및 교통문제 등을 해결하기 위해 실시간 버스정보시스템(Bus Information System, 이하 BIS)을 구축하여 운영하고 있다. 버스정보시스템을 통해 버스의 운행정보, 도착시간 및 소요시간 안내, 버스노선 및 환승정보에 대한 정보를 스마트폰, 버스정보단말기를 통해 안내받을 수 있다[1].

BIS의 도착예정시간에 대한 정확도는 시스템에 대한 가치평가 가장 중요한 요소 중 하나이다. 실시간으로 수집되는 데이터를 활용하여 정확한 정보를 제공하기 위해 필터링 기법 및 시스템 보정 기법을 활용하여 정보를 제공하고 있으나 실시간 교통 환경 정보를 반영하지 못한 상태로, 도착예정시간의 급격한 감소 및 몇 정거장 전에 잠시 후 도착이라는 메시지를 송출하는 등 부정확한 정보가 제공되고 있는 실정이다[2]. 또한, 이러한 정보제공을 위한 실시간 처리는 버스 내

※ 본 연구는 2016년도 순천대학교 학술기반조성비로 연구되었음.
† 준 회 원 : 순천대학교 전기·전자·정보통신공학부 박사과정
†† 비 회 원 : 순천대학교 전기·전자·정보통신공학부 박사과정
††† 비 회 원 : 순천시 교통과 주무관
†††† 정 회 원 : 순천대학교 정보통신공학과 부교수
††††† 비 회 원 : 순천대학교 정보통신공학과 교수
Manuscript Received : August 9, 2016
Accepted : August 29, 2016
* Corresponding Author : Park Jang Woo(jwpakr@sunchon.ac.kr)

에 설치되어 있는 소형 단말에서 처리해야 하는 경우가 발생하기에 적용하기에는 어려움이 따른다[3]. 따라서 지역에서 발생되는 실제 교통흐름에 대한 주요 요인을 분석하는 것이 필요하다[4].

본 논문에서는 교육/관광/배후 도시 특성을 가지고 있는 순천시의 교통 환경에 영향을 미치는 주요 요인에 대한 현상 정보에 대한 분석을 수행하였다. 출퇴근시간의 영향을 받는 구간, 학생들의 영향을 받는 학교, 시장, 기타 다른 영향(주상복합, 신도심-구도심 연결, 백화점 등)을 받는 구간 등을 월/일/요일/시간 별로 구분하여 구간별 버스에 대한 주요 특성을 분석하였다.

본 논문은 2장에서 기존의 버스정보 시스템 및 지방자치단체의 버스정보에 대해 분석하고, 3장에서 자료 수집 방법에 대한 설명 및 기반데이터 분석을 수행하고, 4장에서 구간별 주요 요인을 분석한 후 5장에서 결론 및 향후 연구에 대한 설명을 하여 마무리한다.

2. 관련 연구

기존 연구는 이동평균필터링, 칼만필터링, 신경망을 이용한 추정법, 동적 통행배정 모형 등 다양한 방법으로 통행시간 및 교통흐름을 예측했고, 지역별 환경요인들이 매우 다양하게 존재하기 때문에 단순한 필터링만으로는 정확한 정보를 제공할 수 없다[5, 6].

본 논문에서는 교육, 관광, 배후도시 특성을 종합적으로 가지고 있는 순천시 교통흐름을 BIS를 통해 다양한 주요요인들의 특성을 분석하고, 차후 교통흐름이나 버스 정보 시스템 신뢰성을 높일 수 있으며 기존 모델을 개선할 수 있는 방안에 대해 연구했다.

순천시 시내버스는 광양시, 여수시, 보성군 일부를 포함하여 4개 운송회사에서 142대의 인가된 버스가 51개 노선을 운행하고 있다. 매년 평균 1,500만명의 인원을 수송하고 있는 매우 중요한 대중교통 수단이다. 순천시 BIS는 운행정보(현재위치 및 배차시간), 도착예정시간, 정차시간 등에 대한 정보를 제공받을 수 있다[7].

3. 자료수집 및 기반 데이터 분석

본 연구에서는 순천시 버스정보시스템에서 수집되는 '15년도에 해당되는 1년간 데이터베이스 정보를 활용했다. 구간별로 통행흐름에 영향을 주는 요인을 분석하기 위해 출퇴근 구간, 학생들의 등·하교 구간, 시장 앞, 역전 앞, 기타 구간 등 총 5개의 왕복 구간에 대해 중점적으로 분석했다.

Table 1은 출·퇴근 영향을 많이 받는 구간인 조례주공1차아파트↔국민은행(이하 버스라인1, 버스라인2), 등·하교 영향을 많이 받는 구간인 북초등학교↔순천대학교(이하 버스라인3, 버스라인4), 시장 영향을 많이 받는 구간인 순천종합버스터미널↔아랫장(이하 버스라인5, 버스라인6), 관광이나 출장 등 영향을 많이 받는 구간인 순천역↔중앙초등학교(이하 버스라인7, 버스라인8), 복합적인 영향을 받는 구간인 조례시영아파트↔NC백화점(이하 버스라인9, 버스라인10) 구간에 대한 거리, 평균 정차시간(120초 이상의 이상점 제거 후 값), 평균 통행속도(80km/h 이상의 이상점 및 과속 데이터 제거 후 값)를 나타냈다.

Fig. 1은 5개 왕복구간 통행 속도에 대한 1년치 데이터를 월별로 표기한 박스플롯(Boxplots) 이다. 5개 왕복구간에 대한 전체 평균속도는 약 24.2km/h로 버스라인2, 버스라인4, 버스라인5, 버스라인6, 버스라인7의 5개 구간이 평균 평행속도 보다 낮은 편으로 나타났다. 또한, 전체 평균정차시간(표기준)은 약 21.78s로 버스라인2, 버스라인4, 버스라인6, 버스라인7, 버스라인8의 5개 구간이 평균보다 긴 정차시간을 갖는다는 것을 확인할 수 있다.

Table 1. Detail information of the Bus Line

No.	Bus-line	Length of Link (m)	Mean of Service Time (s)	Mean of Passing Speed (km/h)
1	Jorye jukong 1st APT→Kookmin Bank	394.5	20.17249	26.92612
2	Kookmin Bank→Jorye jukong 1st APT	411.6	27.04287	12.8709
3	Buk Elementary School→Suncheon National University	447.1	14.20769	41.44708
4	Suncheon National University→Buk Elementary School	412.5	22.97823	23.76888
5	Aratjangl→Suncheon Bus Terminal	333	15.82289	21.82383
6	Suncheon Bus Terminal→Aratjang	467.5	26.04184	13.35489
7	Suncheon Station→Jungang Elementary School	277.6	25.52104	18.25754
8	Jungang Elementary School→Suncheon Station	168.9	23.90162	24.79757
9	Jorye Siyeong APT, Court→NC Department	322.2	20.74351	27.40253
10	NC Department→Jorye Siyeong APT, Court	320.2	21.33187	31.3993
Average Value			21.776405	24.204864

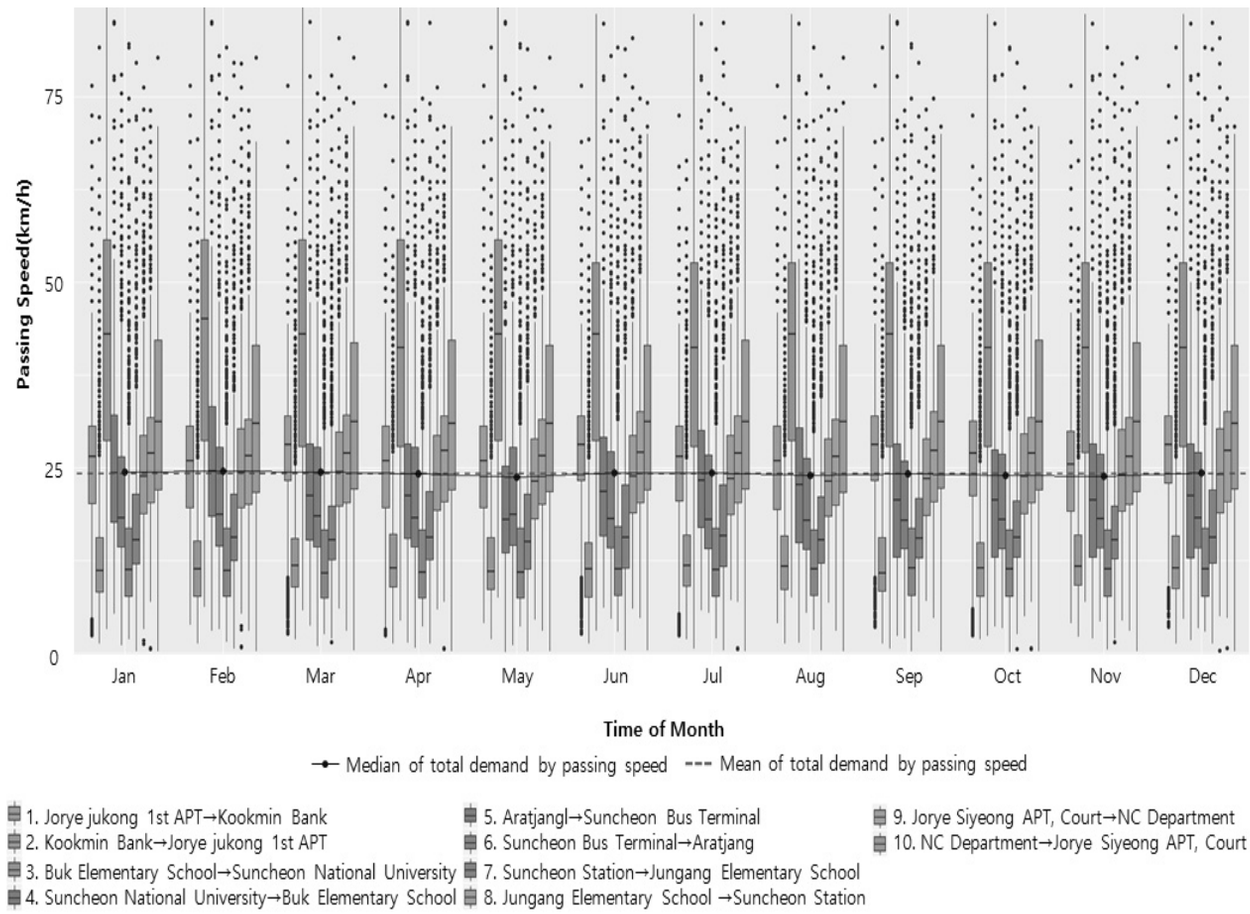

Fig. 1. Total demand Boxplots for the time of year 2015

Table 2는 Fig. 1에 해당되는 구간별 정차시간 및 통행속도의 분산값에 대한 것이다. 통행속도의 분산에 대한 전체 평균 값은 113.12이고, 버스라인3, 버스라인4, 버스라인10이 평균 분산 값을 상회하고 있다. 또한, 정차시간의 분산에 대한 전체 평균값은 174.82이고, 버스라인3, 버스라인5, 버스라인7, 버스라인8, 버스라인10이 평균 분산 값을 상회하고 있다.

이러한 정보를 토대로 평균속도가 낮거나 정차시간이 오래 걸리는 구간에 대해 중점적으로 분석하고, 기타 분석이 되지 않는 구간은 분산 값을 고려하여 분석했다.

Fig. 2는 구간별 통행속도의 평균값을 월별로 표현하였다. 대부분 구간은 자기평균에 대한 월별 통행속도에 일정하게 움직이는 반면 버스라인4는 매우 급격하게 변하는데, 이 구간은 학교 구간으로 방학기간인 1, 2, 7, 8월의 학교만의 특성을 가진다.

Fig. 3은 구간별 정차시간의 평균값을 월별로 표현하였다. Fig. 2와 같이 버스라인4는 방학기간의 영향을 받는 학교의 특성을 가지는 것을 확인할 수 있고, 버스라인2는 1,2월 버스라인7은 5월, 8월에 정차시간이 평균 정차시간보다 길어지는 특성을 가진다.

Fig. 4와 5는 구간별 속도 및 정차시간의 평균값을 각 요일별로 표현하였다. 전체적으로 주말에는 통행속도가 평균보다 원활해지거나 정차시간이 짧아지는 특성을 가진다.

Table 2. Detail information of the BusLine(No.)

Bus-line No.	Variance of Service Time(s)	Variance Passing Speed (km/h)
Busline1	107.3322	68.10878
Busline2	122.0708	38.27912
Busline3	191.7271	260.7157
Busline4	162.2075	141.032
Busline5	235.3227	113.0753
Busline6	172.7627	59.55592
Busline7	228.2764	89.94116
Busline8	189.1872	82.58657
Busline9	122.0795	73.3102
Busline10	217.2182	204.5979
Average	174.82	113.12

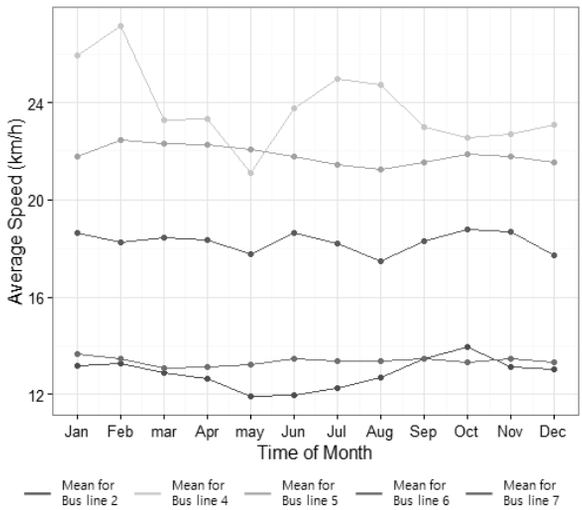

Fig. 2. Average speed for the time of month

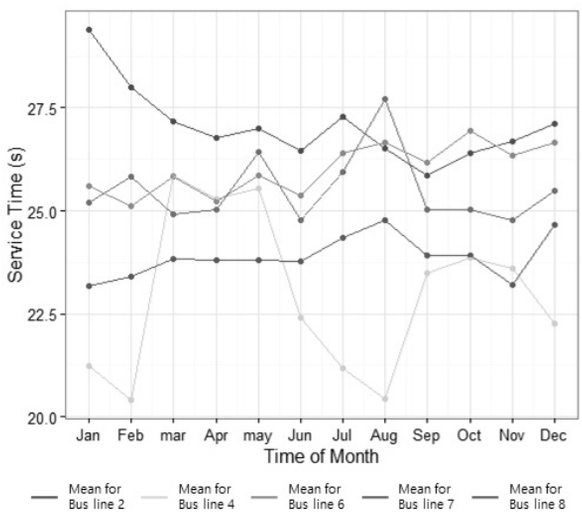

Fig. 3. Average of service-time for the time of month

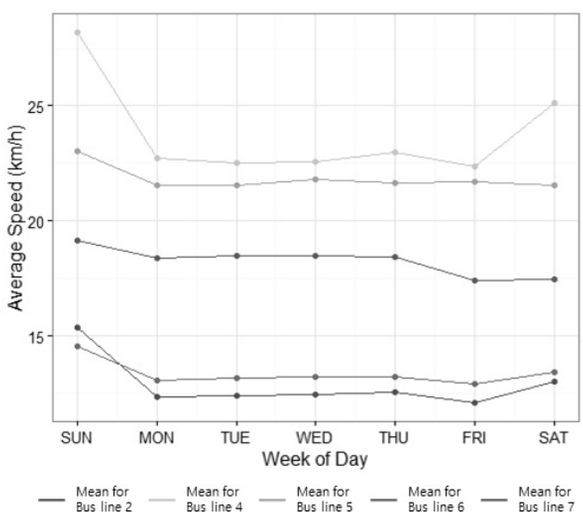

Fig. 4. Average speed for week of days

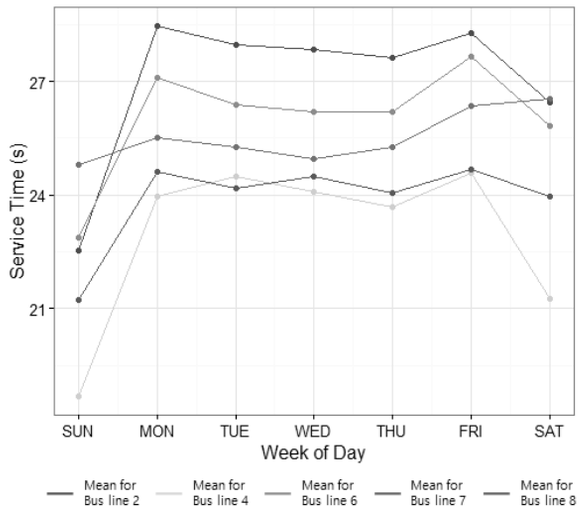

Fig. 5. Average of service-time for week of Days

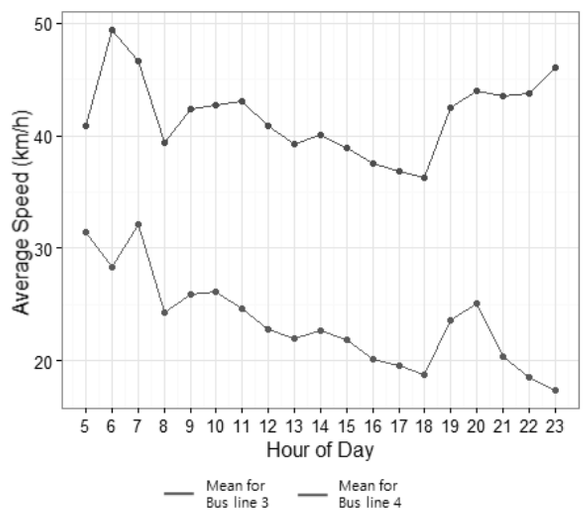

Fig. 6. Average speed for hour of days

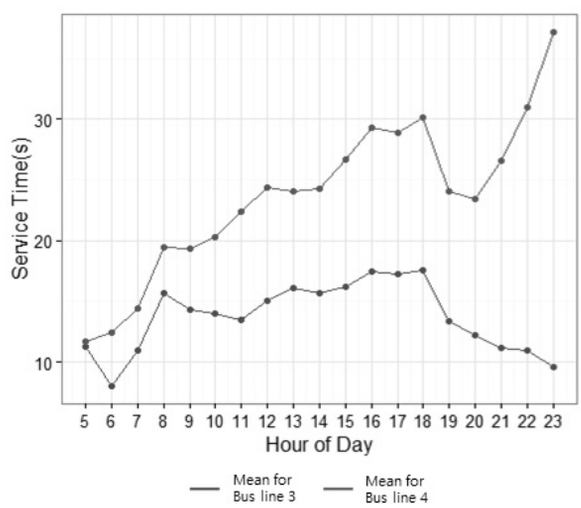

Fig. 7. Average of service-time for hour of days

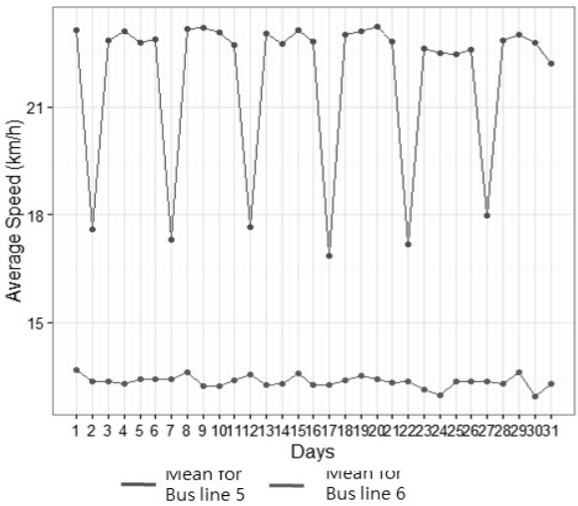

Fig. 8. Average speed for Days

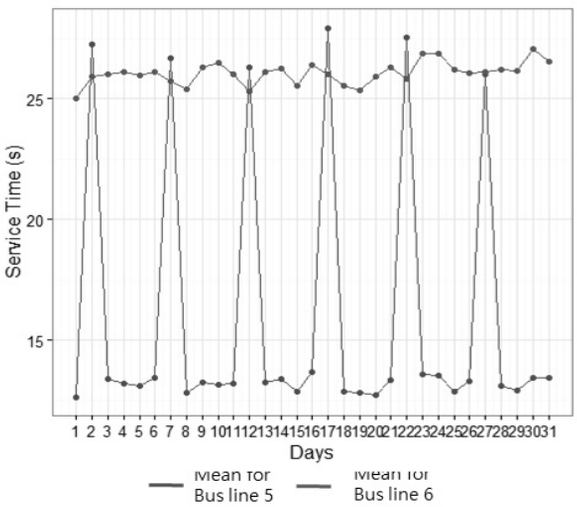

Fig. 9. Average of Service time for Days

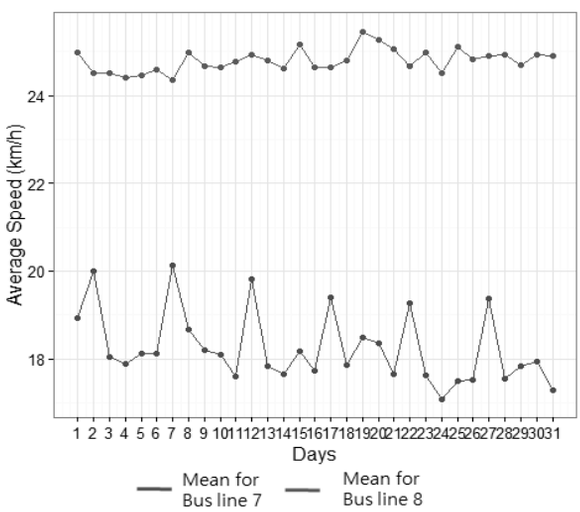

Fig. 10. Average speed for Days

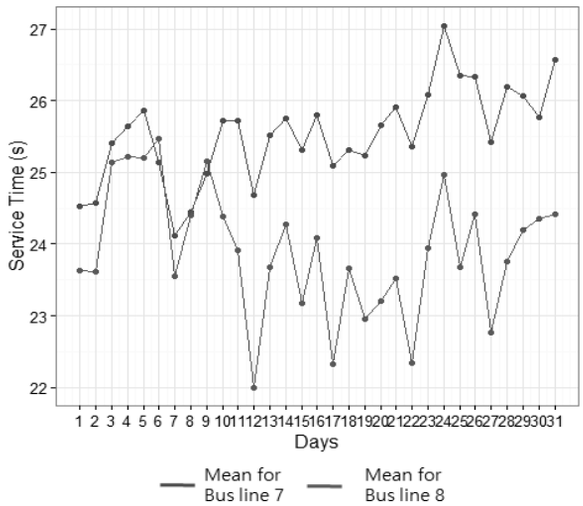

Fig. 11. Average of Service time for Days

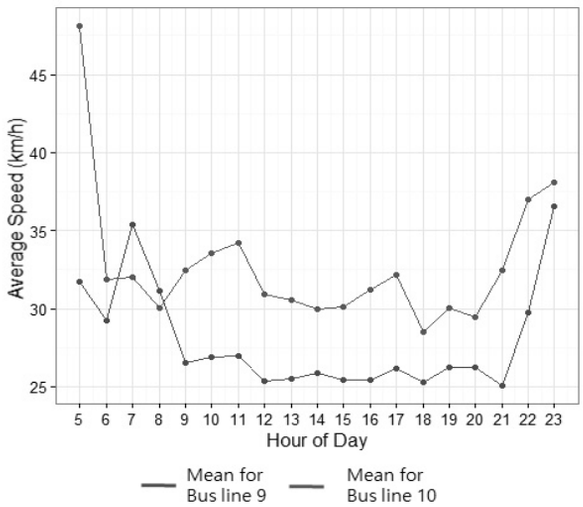

Fig. 12. Average Speed for Hour of Day

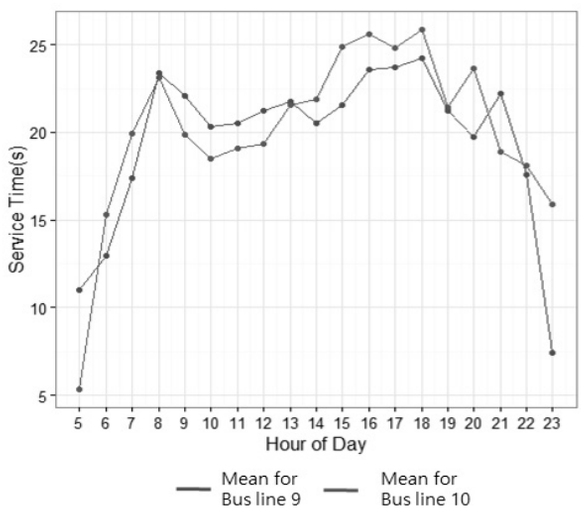

Fig. 13. Average of Service Time for Hour of Day

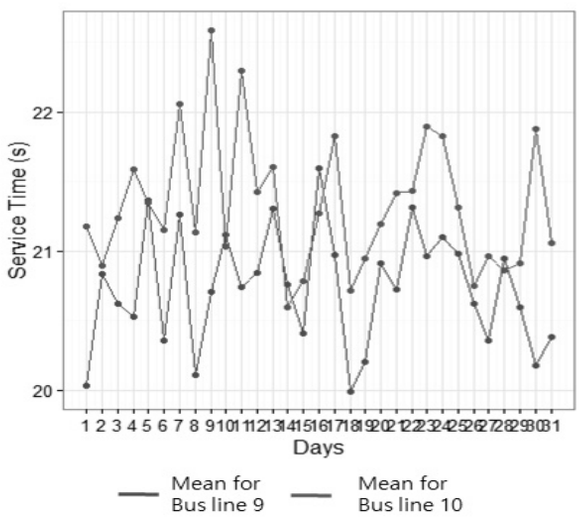

Fig. 14. Average of Service time for Day

4. 구간별 주요 요인 분석

본 장에서는 각 구간별로 늦어지는 양상이 출·퇴근/등·하교와 같은 특성 또는 역전, 시장, 관광 등의 특성으로 구분한다. 3 장에서 제시된 정보들을 토대로 주요 요인을 분석을 위해 시간별, 주별(주간, 주말, 장날 등)로 분석을 수행하였다. 출·퇴근 구간은 요일별 정보 이외에 뚜렷한 양상을 보이지 않아 주요 요인 분석에서 제외했다.

4.1 등·하교 구간

3장에서 분석된 방학기간에 대한 특성 이외의 요인을 분석하기 위해 시간대별 구간 분석을 수행했다. 방학기간동안의 정보를 제외하진 않은 상태로 분산값이 높은 상태에 속한다. Fig. 6은 평균 통행속도를 Fig. 7은 평균 정차시간을 각각 시간대별로 나타내었다. 버스라인3은 14시에서 18시까지의 경우 속도가 느려지거나 정차시간이 길어지는 것을 확인할 수 있고, 버스라인4는 꾸준히 낮아지다 19시-20시쯤 통행시간이 빨라지다 그 이후에 정차시간이 점점 길어지는 양상을 보이는 것을 확인할 수 있다. 이러한 양상은 도서관에서 공부하는 학생들이 막차시간을 이용하여 귀가하는 것으로 예상할 수 있다.

4.2 시장 구간

순천시의 시장은 5일 장으로 2일과 7일로 열리는 아랫장을 기준으로 버스라인5와 버스라인6 구간을 비교하였다. 분석 방법은 구간별로 일별 특성 및 시간대별 특성을 파악했다.

Fig. 8은 구간의 일별 평균 통행속도이고, Fig. 9는 평균 정차시간이다. 버스라인5는 시장에서 시내권이나 주거지역으로 들어가는 구간으로 장날의 특성이 매우 크게 드러나는 것을 확인할 수 있다. 그러나 버스라인6은 다른 시내권으로 가는 통로로 버스라인5 구간에 비해 매우 빠르고 시장의 특성을 거의 나타내지 않는다.

4.3 순천역 구간

순천역은 관광객 및 출장인들로 인해 매우 복잡한 구간이다. Fig. 10은 일별 평균속도로 버스라인7이 시장구간인 아랫장의 영향을 받는 양상을 띄고, 평균속도가 매우 낮다. 버스라인8은 약 24km/h의 평균 속도를 가지며 뚜렷한 요인은 보이지 않고 있다. Fig. 11은 일별 평균 정차시간으로 버스라인7과 8의 분산값이 매우 높아 정확한 데이터로 판단하기에는 무리가 있다.

4.4 기타 구간

버스라인9와 버스라인10에 해당되는 구간은 유동인구가 많고 외곽순환도로와 순천IC가 연결되어 있는 주상복합지역이다. Fig. 12는 시간대별 평균속도이고, Fig. 13은 시간대별 정차시간에 대한 것으로 두 그래프를 분석해보면 오전7시 이전, 오후7시 이후에 빠른 속도를 보이거나 낮은 정차시간을 갖는 것을 확인할 수 있다. 그 이외의 뚜렷한 정보는 확인할 수 없다. Fig. 14 에서는 해당 구간의 일별 정차시간에 대한 그래프이다. 백화점, 법원, 주거 지역 등의 특성을 고루 갖고 있으며 신도심과 구도심을 잇는 구간으로 여러 특성을 고루 갖고 있기 때문에 이와 같은 요소들 더 파악할 필요가 있다.

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 실시간 BIS의 DB 정보에 대한 데이터 정제를 통해 각 구간별로 주요 교통 환경 특성에 대해 분석하였다. 데이터 분석을 위한 특성별 구간은 출·퇴근/등·하교와 같은 특성 또는 역전, 시장, 관광 등의 특성으로 구분하였고, 월, 요일, 일, 시간 등으로 각각 분석함으로써 주요 요인에 대한 특성을 분석했다.

이러한 구분점을 기준으로 요일별 분석을 통한 출·퇴근 특성, 일별 분석을 통한 시장의 특성, 월별 및 시간대별 분석을 통한 등·하교 특성, 뚜렷한 정보를 확인할 수 있는 기타 지역 등의 특성을 분석했다.

본 논문에서는 각 구간별/방향별로 통행속도 및 정차시간을 분석함으로써 도착예측시간의 신뢰성 및 정확도를 향상시킬 수 있는 주요 요인에 대한 특성을 파악했다. 지방중소규모의 도시로서 버스전용차선이 운영되지 않는 지역인 순천은 교통흐름과 밀접한 관계를 갖는 버스에 대한 특징 분석을 통해 구간별 교통체증에 대한 분석이 가능하다.

향후에는 이러한 주요 요인을 기초 분석 자료로 활용하여

구간별 속도 및 신호등 시간 등을 이용하여 버스의 이동시간에 대한 정확도를 높이고, 버스별 데이터 자료를 추가 분석하여 도착시간 예측에 대한 정밀한 모델을 설계할 예정이다.

References

[1] S. J. Kim, S. G. Hong, Y. S. Cha, and J. W. Kim, "An Empirical Study on the Factors to Affect a BIS Use and Its Vitalization Plan: Busan Metropolitan City," *Korea IT Service Journal*, Vol.12, No.1, pp.1-14, 2013.

[2] Y. W. Lee, "A Study on Estimating Route Travel Time Using Collected Data of Bus Information System," *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, Vol.33, No.3, pp.1115-1122, 2013.

[3] S. I. Kim, Y. C. Kim, and C. W. Lee, "Systematic Error Term Analysis on Bus Arrival Time Estimation," *International Journal of Sustainable Transportation*, Vol.24, No.4, pp.117-127, 2006.

[4] T. Zhu, J. Dong, J. Huang, S. Pang, and B. Du, "The bus arrival time service based on dynamic traffic information," *6th International Conference on Application of Information and Communication Technologies*, pp.1-6, 2012.

[5] L. Tang and P. Thakuriah, "Ridership effects of real-time bus information system: A case study in the City of Chicago," *Transportation Research Part C*, Vol.22, pp.146-161, 2012.

[6] W. S. Choi, " A Study on user satisfaction survey analysis of Bus Information System in Suncheon - Gwangyang corridor," *Study of Regional Development*, Vol.43, No.1, pp.1-25, 2011.

[7] City Bus of Suncheon-si [Internet], https://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%88%9C%EC%B2%9C%EC%8B%9C%EC%9D%98_%EC%8B%9C%EB%82%B4%EB%B2%84%EC%8A%A4.

김 홍 근

e-mail : khg_david@sunchon.ac.kr
2011년 순천대학교 정보통신공학과 (공학사)
2013년 순천대학교 정보통신공학과 (공학석사)
2013년~현 재 순천대학교 전기·전자·정보통신공학부 박사과정
관심분야 : 기계학습, 시계열분석, IoT

박 철 영

e-mail : naksu21@gmail.com
2010년 순천대학교 정보통신공학과(공학사)
2012년 순천대학교 정보통신공학과 (공학석사)
2012년~현 재 순천대학교 전기·전자·정보통신공학부 박사과정
관심분야 : 기계학습, 시계열 분석, IoT

신 동 철

e-mail : shin2463@korea.kr
1997년 광주대학교 교통공학과(학사)
1999년 광주대학교 교통공학과(석사)
2005년~현 재 순천시 교통과 주무관
관심분야 : 교통데이터 분석

신 창 선

e-mail : csshin@sunchon.ac.kr
1996년 우석대학교 전산학과(학사)
1999년 한양대학교 컴퓨터교육과(석사)
2004년 원광대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
2005년~현 재 순천대학교 정보통신공학과 부교수
2016년~현 재 순천대학교 정보전산원 원장
관심분야 : 분산컴퓨팅, 실시간 객체모델, 시계열분석

조 용 윤

e-mail : yycho@sunchon.ac.kr
1995년 인천대학교 전산학과(학사)
1998년 숭실대학교 컴퓨터학과(공학석사)
2006년 숭실대학교 컴퓨터학과(공학박사)
2009년~현 재 순천대학교 정보통신공학과 부교수
관심분야 : 시스템 소프트웨어, 유비쿼터스 컴퓨팅, 기계학습

박 장 우

e-mail : jwpark@sunchon.ac.kr

1989년 한양대학교 전자공학과(공학사)

1991년 한양대학교 전자공학과(공학석사)

1993년 한양대학교 전자공학과(공학박사)

1995년~현 재 순천대학교 정보통신공학과 교수

관심분야 : SoC, USN, 기계학습, 시계열 분석