

# 빅데이터 분석 기법을 이용한 실시간 대중교통 경로 안내 시스템의 설계 및 구현

## Design and Implementation of

### a Realtime Public Transport Route Guidance System using Big Data Analysis

임종태, 복경수, 유재수  
충북대학교 정보통신공학부

Jongtae Lim(jtlim@chungbuk.ac.kr), Kyoungsoo Bok(ksbok@chungbuk.ac.kr),  
Jaesoo Yoo(yjs@chungbuk.ac.kr)

#### 요약

최근 빅데이터 분석을 통해 새로운 정보들을 도출해내기 위한 분석 기법들과 이를 이용한 다양한 서비스들이 개발되고 있다. 그 중에서 빅데이터가 중요하게 활용될 수 있는 분야 중의 하나가 교통 분야이다. 기존 대중교통 안내 서비스의 경우 현재 교통정보를 기준으로 추천하기 때문에 실제로는 최적이지 않은 경로가 추천될 수 있다. 본 논문에서는 빅데이터 분석을 통한 실시간 최적 교통 경로 안내 시스템을 설계하고 구현한다. 설계한 시스템은 실시간 교통정보를 활용함과 동시에 과거 수집된 교통 정보를 분석하여 각 경로들의 교통 상황을 예측하여 경로 이동 계획을 설정해준다. 또한 중간에 교통상황이 급변하여 경로를 수정해야 할 필요가 있을 때 사용자에게 알림을 주고 그에 대한 조치를 취할 수 있도록 지원한다.

■ 중심어 : | 빅데이터 분석 | 교통 경로 안내 시스템 | 실시간 교통 정보 | 회귀 분석 | 공공 데이터 |

#### Abstract

Recently, analysis techniques to extract new meanings using big data analysis and various services using these analysis techniques have been developed. Among them, the transport is one of the most important areas that can be utilized about big data. However, the existing traffic route guidance system can not recommend the optimal traffic route because they use only the traffic information when the user search the route. In this paper, we propose a realtime optimal traffic route guidance system using big data analysis. The proposed system considers the realtime traffic information and results of big data analysis using historical traffic data. And, the proposed system show the warning message to the user when the user need to change the traffic route.

■ keyword : | Big Data Analysis | Traffic Route Guidance System | Realtime Traffic Information | Regression Analysis | Public Data |

\* 본 연구는 2016년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원(No. 2016R1A2B3007527), 2014년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술연구원(KETEP)의 에너지인력양성사업(No. 20164030201330), 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원(No.NRF-2017S1A5B8059946)을 받아 수행된 연구 결과임

접수일자 : 2019년 01월 16일

심사완료일 : 2019년 02월 12일

수정일자 : 2019년 02월 12일

교신저자 : 유재수, e-mail : yjs@chungbuk.ac.kr

## 1. 서론

최근 사회 전반적으로 빅데이터가 주목 받고 있다[1]. 빅데이터는 기존의 데이터베이스 시스템으로 처리할 수 없을 정도로 방대하며 다양한 형태를 가지는 데이터를 의미한다. 초기의 빅데이터에 대한 연구는 빅데이터를 어떤 방법으로 저장 및 관리하고 처리할 것인가가 중요하게 연구되었다. 대표적인 연구로 오픈 소스 플랫폼인 하둡이 존재한다[2]. 하둡은 하둡 파일시스템(HDFS)[3]과 맵리듀스(MapReduce)[4]로 구성된다. 하둡 파일 시스템은 빅데이터 환경에서 데이터를 여러 대의 서버에 분산 저장하기 위한 플랫폼이다. 맵리듀스는 하둡 파일 시스템에 저장된 데이터를 분산 병렬 처리하기 위한 플랫폼이다. 현재 빅데이터를 활용하는 많은 연구와 서비스들이 하둡, 그리고 하둡과 함께 동작하는 하둡 에코시스템을 기반으로 동작한다. 하지만 최근 빅데이터에 대한 연구는 빅데이터를 어떻게 저장하고 처리하는가를 넘어 어떻게 빅데이터로부터 의미 있는 새로운 정보를 도출하고 이를 서비스에 활용할 것인가가 중요하게 연구되고 있다. 빅데이터 분석을 통해 기존에 알려져 있었지만 검증되지 않았거나 기존에는 알 수 없었던 새로운 정보들을 도출해내기 위한 분석 기법들과 이를 이용한 다양한 서비스들이 개발되고 있다.

빅데이터는 교통, 치안, 공공, 보건, 마케팅 등의 분야에 다방면으로 활용되고 있다[5-24]. 빅데이터가 교통에 활용된 사례로는 서울시 심야버스 정책 수립[5], 2013년 차량통행속도 작성[6], 전력안내!내비를 활용한 11년 일본 대지진시 도로교통 체증 피해 최소화[7], 미국 애터비스타의 스트리트 범프 모바일 앱[8] 등이 존재한다. 빅데이터가 치안에 활용된 사례로는 산타크루즈 경찰서의 범죄자 SNS 모니터링[7], 미국 샌프란시스코의 범죄 지도 및 예보[7] 등이 존재한다. 빅데이터가 공공에 활용된 사례로는 미국 국세청의 탈세 및 사기 범죄 예방 시스템[7], 한국석유공사의 유가 예보 시스템[7] 등이 존재한다. 빅데이터를 보건에 활용한 사례로는 미국 국립보건원과 75개 기업 및 기관들이 공동으로 진행한 1000 유전체 프로젝트[7] 등이 존재한다. 마지막으로 빅데이터를 마케팅에 활용한 사례로는 영국

테스코의 고객 구매행동 분석을 통한 맞춤형 마케팅, 미국 신시내티 동물원의 입장객 행동 분석 시스템[8] 등이 존재한다.

빅데이터가 중요하게 활용될 수 있는 분야 중의 하나가 교통 분야이다. 현재 시점에도 많은 실시간 교통 정보들이 생산되고 있으며 이러한 정보는 내비게이션이나 대중교통 안내 서비스 등에 활용되고 있다. 현재 많은 교통 안내 서비스들이 웹 서비스 또는 어플리케이션의 형태로 제공되고 있으며, 출발지와 도착지를 입력하면 실시간 교통정보를 이용하여 사용자에게 이용하여야 할 대중교통 정보와 경로를 추천한다. 하지만 현재 교통정보를 기준으로 추천하기 때문에 실제로는 최적이지 아닌 경로가 추천될 수 있다. 예를 들면, 사용자는 “출발지로부터 도착지까지 이동할 수 있는 최적 경로를 알려 달라”는 서비스를 요청 할 수 있다. 만약 출발지로부터 도착지까지 많은 시간이 걸린다고 할 때, 기존 기법처럼 검색 시점의 실시간 교통정보를 이용하여 경로를 추천한다면 사용자는 출발할 시점에는 혼잡하지 않을 것으로 예상되었던 구간에서 교통 혼잡을 겪을 수 있다. 이는 자신이 직접 차량을 이용하여 이동하는 상황보다 대중교통 등을 통하여 이동하는 상황일 때 더욱 중요하다. 따라서 최적의 교통 경로를 추천할 때는 사용자가 특정 구간을 지나갈 미래의 시점에 교통 상황이 어떠한 것인가를 예측하는 기법이 필요하다. 본 논문에서는 빅데이터 분석을 통한 실시간 최적 교통 경로 안내 시스템을 설계하고 구현한다. 설계한 시스템은 실시간 교통정보를 활용함과 동시에 과거 수집된 교통 정보를 분석하여 각 경로들의 교통 상황을 예측하여 경로 이동 계획을 설정해준다. 또한 중간에 교통상황이 급변하여 경로를 수정해야할 필요가 있을 때 사용자에게 알림을 주고 그에 대한 조치를 취할 수 있도록 지원한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 빅데이터가 교통분야에서 활용된 사례를 소개한다. 3절에서는 제안하는 최적 교통 경로 안내 시스템의 설계 내용을 서술한다. 4절에서는 제안하는 최적 교통 경로 안내 시스템의 구현 내용을 서술한다. 마지막으로 5장에서는 본 논문의 결론과 추후 연구 방향을 제시하고 본 논문의 서술을 마친다.

## II. 관련연구

### 1. 서울시 “심야버스” 정책 수립

[그림 1]은 서울시 심야 유동 인구를 분석한 결과를 보여준다. 서울시에서 야간 유동인구가 높은 지역들을 대상으로 운영한 심야버스는 귀가에 어려움을 겪고 있던 시민들의 문제를 효과적으로 해결한 정책이다[5]. 이 정책을 수립하는 과정에서 노선을 결정하고 시행하는 과정이 빅데이터 분석을 통해 이루어졌다. 2013년 3월 한 달간 시민들이 자정부터 새벽 5시까지 사용한 KT 휴대폰 전화 데이터 30억여 건의 빅데이터를 분석하였다.

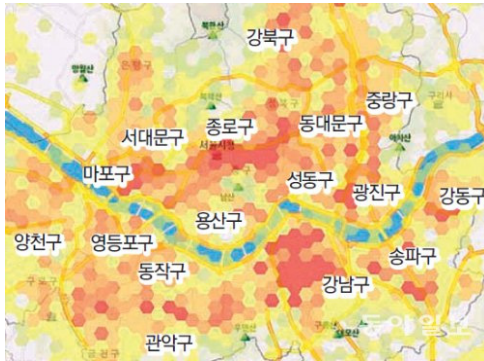


그림 1. 서울시 심야 유동 인구 분석

### 2. 서울시 “차량통행속도” 작성

[그림 2]는 서울시 자치구별 전구간 통계 속도를 보여준다. 서울시는 빅데이터를 기반으로 하는 시내 통행 속도 분석체계를 새롭게 구축하고, 연간 76억 여건의 빅데이터를 활용해 2013년 서울시 ‘차량통행속도’를 발표하였다[6]. 3만1천여대의 카드택시 카드 단말기에 GPS운행기록을 10초 단위로 저장 후 매 2분 30초마다 수집하여 5분 단위로 통행속도를 생성, 연 평균 약 76억 건의 빅데이터를 활용하는 방식으로 개선하였다. 홈페이지, 모바일 앱으로 제공했던 실시간 교통정보를 모아 2013년 한 해 서울시 전체의 연평균 속도뿐만 아니라 도로별, 지역별, 시간대별 등으로 나누어 종합적으로 분석했다.

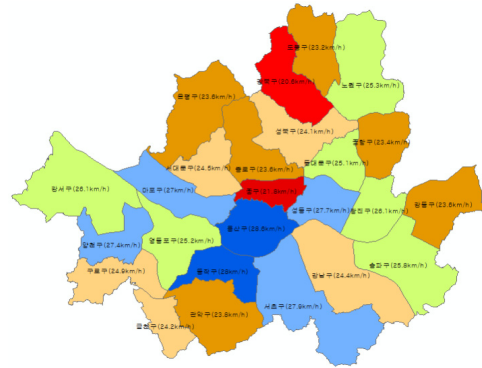


그림 2. 자치구별 전체구간 통행속도

### 3. 일본 “전력안내!내비”

[그림 3]은 도쿄 도심부의 도로 혼잡 상태를 보여준다. 일본 노무라 연구소는 스마트폰형 내비게이션 서비스인 ‘전력안내!내비’를 활용하여 2011년 일본 대지진시 도로교통 체증 피해 최소화하였다[7]. 또한, 일본 전역 지정도시의 택시 약 11,000여 대와 데이터 제공에 동의한 사용자로부터 실시간 교통 정보를 수집하여 최적의 교통 안내 서비스를 제공하고 있다. 이 서비스는 GPS 데이터에서 자동차의 주행속도를 계산하여 도로 교통정보를 예측한 후 사용자의 스마트폰으로 송신한다. 만약 도로 체증이 발생할 경우 이 서비스는 최상의 빠른 길을 재검색하여 출발지에서 목적지까지의 최적 경로를 안내한다.



그림 3. 도쿄 도심부의 도로혼잡상태

#### 4. 미국 “스트리트 범프”

[그림 4]는 스트리트 범프의 모바일 앱 화면을 보여준다. 미국의 벤처회사 애터비스타는 스트리트 범프 모바일 앱을 개발하여 미국 보스턴 시에 2012년 말부터 보급하고 있다[8]. 스트리트 범프는 운전자의 스마트폰을 이용해 도로 노면이 파인 지역을 자동으로 감지하고 도로 관리국에 데이터 전송하고 근처 지역을 운전하는 다른 운전자들에게도 정보를 제공한다. 이 서비스는 애플리케이션을 설치한 차량 운전자가 도로가 파손되어 폭 파인 곳을 지나게 되면 자동적으로 도로 파손을 인식해 보스턴시에 파손 신고를 한다.

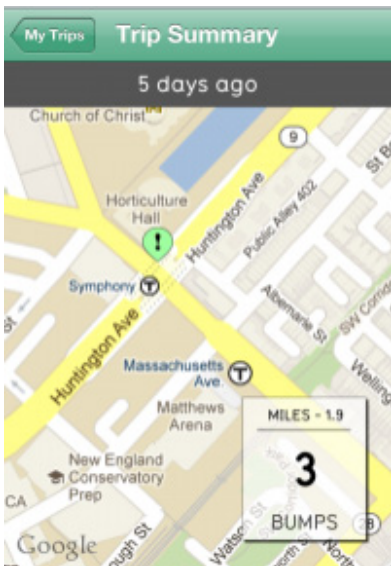


그림 4. 스트리트 범프 모바일 앱

### III. 최적 교통 경로 안내 시스템 설계

#### 1. 시스템 구조

본 논문에서는 빅데이터 분석을 통한 실시간 최적 경로 안내 서비스를 제안한다. 제안하는 시스템은 실시간 교통정보를 활용함과 동시에 과거 수집된 교통 정보를 분석하여 각 경로들의 교통 상황을 예측하여 경로 이동 계획을 설정해준다. 제안하는 시스템은 서버-클라이언

트 구조를 가진다. 클라이언트는 제안하는 경로 안내 서비스를 제공한다. 서버는 수집된 교통정보의 빅데이터 분석 결과를 제공한다. [그림 5]는 제안하는 시스템의 구조를 보여준다. 제안하는 시스템은 데이터 수집, 데이터 저장 관리, 데이터 분석, 서비스 개발 부분으로 구성된다. 데이터 수집 부분은 다양한 소스로부터 수집되는 빅데이터들을 데이터 전처리 모듈을 통해 개발하려고 하는 서비스에 최적화된 형태로 가공한다. 가공된 데이터는 데이터 저장 관리 부분에서 하둠 분산 파일 시스템과 HBase에 저장된다. 기존에 수집되어 있는 방대한 데이터들은 일괄 처리 모듈을 통해 빠르게 입력하며, 실시간으로 수집되는 데이터들은 실시간 처리 모듈을 통해 저장한다. 데이터 분석 부분은 저장된 빅데이터를 그룹화, 분류, 랭킹 등의 빅데이터 분석 기법을 이용하여 다각도로 분석하고 그 결과를 가시화 도구를 이용하여 표현한다. 예를 들어 그룹화와 분류는 교통안전 분석을 수행할 때 특정 지점이나 서로 영향을 주는 요소들의 유사성이나 관련성들을 분석함으로써 새로운 정보가 입력되었을 때 기존 그룹화, 분류되어 있는 정보를 이용하여 빠르고 정확하게 분석을 수행할 수 있다. 랭킹은 최종 결과가 도출되었을 때 사용자에게 우선적으로 노출할 결과를 선택하는데 활용한다.

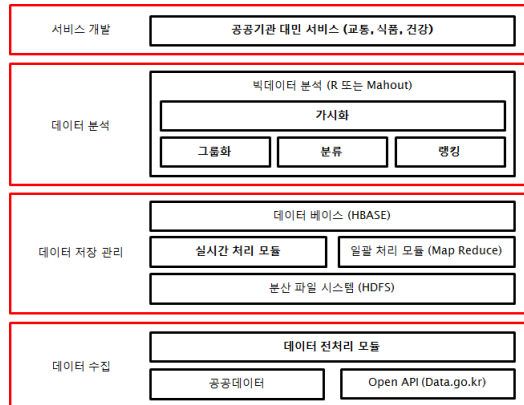


그림 5. 제안하는 시스템 구조

#### 2. 서버 구조

[그림 6]은 제안하는 교통 경로 안내 시스템 서버의

프로세스 흐름을 보여준다. 제안하는 시스템의 서버는 데이터 입력 및 관리 모듈, 교통 데이터 수집 모듈, 교통 데이터 통계 모듈, 교통데이터 분석 모듈, 최적경로 구성 모듈, 통신 모듈, 가시화 모듈, 인터페이스로 구성되어 있다. 데이터 입력 및 관리 모듈은 공공데이터포털 등으로부터 다양하게 수집되는 데이터를 수집하여 서비스에 활용하기 유용한 형태로 가공하여 저장 및 관리한다. 교통 데이터 수집 모듈, 교통 데이터 통계 모듈, 교통 데이터 분석 모듈은 클라이언트로부터 수집되는 교통 데이터를 저장 및 관리하고 빅데이터 분석 기법을 사용하여 분석한다. 특히, 본 논문에서 제안하는 시스템에서는 교통 데이터 분석 모듈을 통해 요일, 시간, 날씨 등과 같은 교통 상황에 영향을 주는 요소들을 분석하여 미래 교통 상황 예측에 활용한다. 미래 교통 상황 예측 값은 수식(1)에 의해 계산된다. 수식(1)에서  $Time_{init}$ 은 아무런 지연이 존재하지 않을 때 해당 경로를 이동하는 시간을 의미한다. 그리고  $\alpha(value_k)$ 는 인접 도로의 교통 상황, 날씨, 요일, 시간 등 해당 경로의 교통 상황에 영향을 미칠 수 있는 요소를 의미한다. 영향을 미치는 요소  $\alpha(value_k)$ 에 보정상수  $\alpha_k$ 와 단위 시간  $Time_{unit}$ 을 곱해서 각 요소에 따른 지연 시간을 계산한다. 미래 교통 상황 예측 값  $Time_{pred}$ 은 원래 계획되어 있는 시간  $Time_{init}$ 에 각 요소들이 단위 시간  $Time_{unit}$ 의 지연에 미치는 영향력  $\alpha(value_k)$ 을 곱한 값을 모두 더하여 계산된다. 제안하는 시스템에서 영향력 수치는 빅데이터 분석 기법 중의 하나인 회귀·연관 분석을 이용하여 도출했다 [26][27]. 예를 들어 어떤 지점이 출퇴근 시간에 교통 지연이 많이 발생한다면 해당 지점의 연관 분석 결과로 시간과 요일이 교통에 영향을 많이 미치는 것으로 빅데이터 분석 결과가 도출될 것이다. 해당 회귀·연관 분석 결과는 미래의 교통 상황을 예측하는데 있어서 각 요소의 가중치로 반영된다. 최적 경로 구성 모듈은 교통 데이터 분석을 통해 나온 결과들을 이용하여 교통 정보를 예측하고 이를 실시간 교통 정보와 결합하여 최적의 경로를 구성한다.

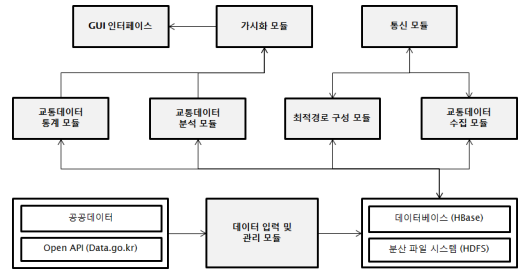


그림 6. 제안하는 시스템의 서버 프로세스 흐름

$$Time_{pred} = Time_{init} + \sum_{k=1}^n (Time_{unit} \times \alpha_k \times c(value_k)) \quad \text{수식(1)}$$

## 2. 클라이언트 구조

[그림 7]은 설계한 교통 경로 안내 시스템 클라이언트의 프로세스 흐름을 보여준다. 제안하는 시스템의 클라이언트는 경로 저장 및 관리 모듈, 지연 분석 모듈, 지연 알람 모듈, 지연 조치 모듈, 통신 모듈, 교통데이터 수집 모듈, 가시화 모듈, 인터페이스로 구성되어 있다. 경로 저장 및 관리 모듈은 사용자가 검색한 경로를 저장해두고 불러와서 사용할 수 있는 방법을 지원한다. 지연 분석 모듈, 지연 알람 모듈, 지연 조치 모듈은 현재 경로를 수정해야할 필요가 있을 때 사용자에게 소리, 진동, 팝업 등 다양한 방법으로 사용자에게 알려주고, 사용자가 재탐색, 인터넷 등을 통해서 조치할 수 있도록 지원한다. 특히 지연 알람은 검색된 사용자가 대중 교통 경로를 통해 이동하고 있을 때 예측된 교통 상황보다 지연이 발생하여 버스, 지하철 환승 등에 영향을 주어 예정된 경로로 이동이 불가능할 때 사용자에게 알려주어 새로운 경로를 검색할 수 있도록 한다. 교통 데이터 수집 모듈과 통신 모듈은 사용자가 어플리케이션

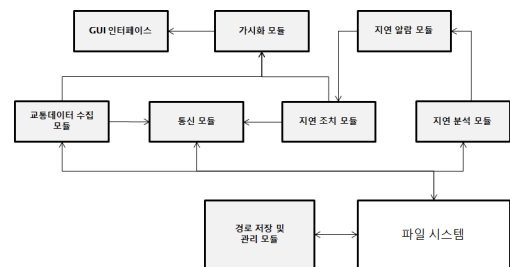


그림 7. 제안하는 시스템의 클라이언트 프로세스 흐름

을 사용하는 과정에서 발생하는 교통 데이터를 수집하여 서버가 분석을 수행할 수 있도록 서버로 데이터를 전송하는 역할을 수행한다.

#### IV. 최적 교통 경로 안내 시스템 구현

##### 1. 클라이언트 서비스 구현

클라이언트는 안드로이드 운영체제를 사용했다. 메인 메뉴는 탭 방식을 지원하여 사용자가 전체 메뉴를 손쉽게 선택할 수 있도록 하였다. [그림 8]은 제안하는 경로 안내 시스템의 검색 화면을 보여준다. 사용자는 출발지, 도착지 검색을 통해 최적 경로를 안내 받을 수 있다. 출발지로는 특정한 위치를 선택할 수 있고 현재 위치를 출발지로 넣을 수도 있다. 사용자는 검색 버튼을 눌러 검색을 수행한다.

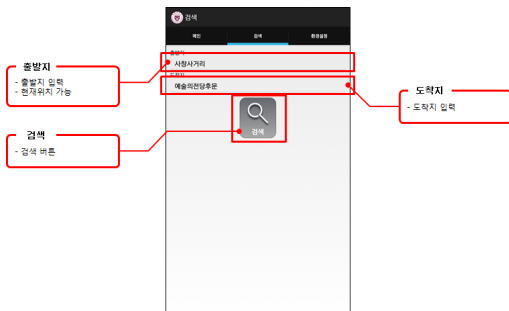


그림 8. 클라이언트 구현 : 검색 화면

[그림 9]는 제안하는 경로 안내 시스템의 검색 결과 화면을 보여준다. 제안하는 시스템은 사용자가 입력한 출발지와 도착지를 기반으로 사용자가 선택할 수 있는 다양한 경로를 안내한다. 제안하는 시스템은 검색된 경로 중에서 예상 이동 시간이 적은 경로를 우선으로 하여 결과 화면을 출력한다. 검색 결과에는 경로 요약, 경로 정보, 경로 예측 정보들이 표시된다. 경로 요약 정보는 추천 경로 요약 및 환승 정거장 등을 표시한다. 경로 정보는 정류장 개수와 경로 길이를 표시한다. 마지막으로 경로 예측 정보는 예상 시간과, 예상 교통 상황을 표시한다. 사용자는 추천된 경로 중에 하나를 선택하여 해당 경로에 따라 이동할 수 있다.

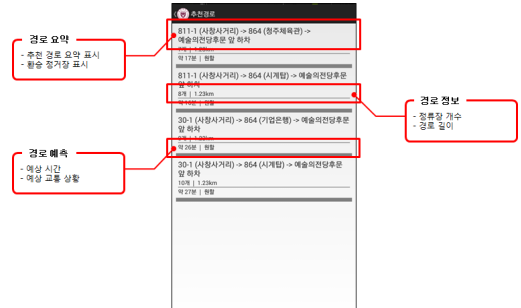


그림 9. 클라이언트 구현 : 검색 결과 화면

[그림 10]은 제안하는 경로 안내 시스템의 경로 화면을 보여준다. 경로 화면은 상단에 표시되는 경로 정보와 하단에 표시되는 정류장 정보로 구성된다. 제안하는 시스템에서는 요일, 시간, 날씨 등의 빅데이터 분석을 수행하여 예측한 교통 정보와 실시간 교통 정보를 결합하여, 사용자에게 보다 정확도 높은 결과를 제공한다. 경로 화면에서 사용자는 현재 운행 정보와 탑승 정보들을 확인할 수 있다. 또한 사용자는 빅데이터 분석을 통해 예측된 해당 구간의 요일, 시간, 날씨 등에 따른 현재 교통 상황을 확인할 수 있다. 마지막으로 사용자는 현재 지연 시간과 환승 허용 가능 시간 등을 확인하여 현재 이동 계획대로 이동 할 수 있을지를 확인할 수 있다. 사용자는 해당 경로로 이동을 수행한다. 제안하는 클라이언트 프로그램은 각 정류장에 도달했을 때 해당 구간의 운행 소요 시간과 함께 시간, 날씨, 요일 등 현재 사용자의 상황을 저장한다. 이렇게 수집된 정보는 서버로 전송되어 데이터베이스에 저장되고 추후에 빅데이터 분석에 활용된다.



그림 10. 클라이언트 구현 : 경로 화면

[그림 11]은 제안하는 경로 안내 시스템의 알람 화면을 보여준다. 알람은 현지 지연 시간이 환승 허용 가능 시간을 초과했을 때 발생한다. 제안하는 시스템은 사용자가 경로를 수정해야 할 필요가 있을 때 사용자에게 소리, 진동, 팝업 등 다양한 방법으로 사용자에게 알려준다. 알람을 받은 사용자는 재탐색, 인터넷 등을 통해서 현재 지연 상황의 조치를 수행 할 수 있다.

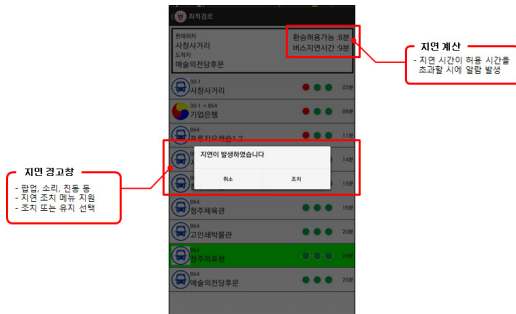


그림 11. 클라이언트 구현 : 알람 화면

## 2. 웹 서비스 구현

제안하는 시스템은 웹 서비스로 구축하였다. 서버에서는 수집된 교통정보에 대한 빅데이터 분석 결과를 그래프 등의 직관적 인터페이스를 통해 확인할 수 있다. 그래프 작성은 구글 그래프 API[25]를 이용했다. [그림 12]는 설계한 교통 경로 안내 시스템의 웹 서비스 구현 화면 중 하나인 시간대별 정류장 지연시간을 보여준다. 시간대별 정류장 지연시간 그래프는 각 시간에 해당 정류장에서 원래 버스 운행 계획에 비해 얼마나 지연이 발생했는지를 통계 분석하여 사용자에게 표시한다.

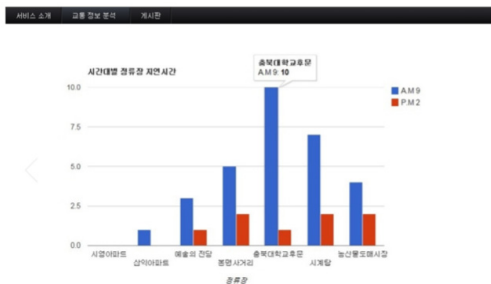


그림 12. 웹 구현 : 시간대별 정류장 지연시간

[그림 13]은 설계한 교통 경로 안내 시스템의 웹 서비스 구현 화면 중 하나인 시간별 노선 지연시간을 보여준다. 시간별 노선 지연시간 그래프는 특정 노선이 시간대별로 원래 운행 계획에 비해 얼마나 지연이 발생하였는지를 통계 분석하여 사용자에게 표시한다.

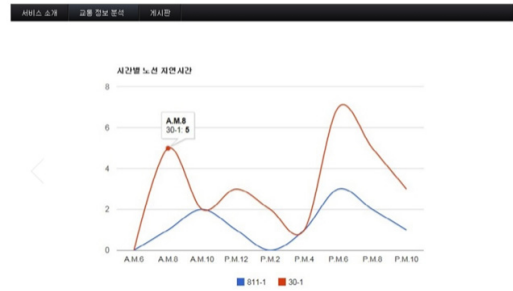


그림 13. 웹 구현 : 시간별 노선 지연시간

[그림 14]는 설계한 교통 경로 안내 시스템의 웹 서비스 구현 화면 중 하나인 지연 요소 분석을 보여준다. 지연 요소 분석 그래프는 특정 구간의 교통 상황이 요일, 날씨, 시간 등과 같은 외부 요인에 의해 얼마나 영향을 받는지를 보여준다. 지연 요소는 수집된 상황별 교통 정보와 외부 요인들을 빅데이터 분석 기반의 연관 분석을 수행하여 도출한다. 도출된 정보들은 실시간 교통 정보와 함께 결합되어 사용자에게 최적의 교통 경로를 안내할 목적으로 이용된다.

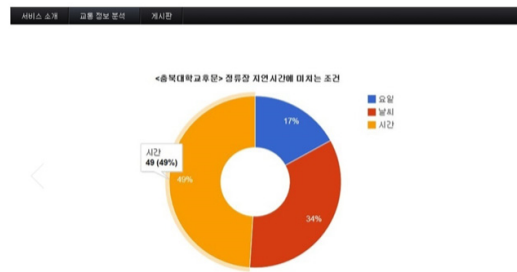


그림 14. 웹 구현 : 지연 요소 분석

## V. 결론

본 논문에서는 빅데이터 분석을 통한 실시간 최적 교통 경로 안내 시스템을 설계하고 구현하였다. 설계한 시스템은 실시간 교통정보를 활용함과 동시에 과거 수집된 교통 정보를 분석하여 각 경로들의 교통 상황을 예측하여 경로 이동 계획을 설정해준다. 또한 중간에 교통상황이 급변하여 경로를 수정해야할 필요가 있을 때 사용자에게 알림을 주고 그에 대한 조치를 취할 수 있도록 지원한다. 향후 연구로는 현재 제안한 서비스가 청주시 데이터를 기반으로 구현되어 다양한 경로 및 상황을 고려하지 못한 부분이 존재하기 때문에 보다 다양한 데이터를 수집하여 기존 서비스와의 차이를 보여줄 수 있는 다양한 성능평가를 수행할 예정이다. 또한 새로운 요소들과의 연관 분석을 수행하여 교통에 영향을 주는 새로운 요소들을 도출하고 이를 활용하여 경로 안내의 정확도를 높이는 연구를 수행할 예정이다.

## 참고 문헌

- [1] J. Manyika, M. Chui, B. Brown, J. Bughin, R. Dobbs, C. Roxburgh, and A. H. Byers, "Big data: The Next Frontier for Innovation, Competition, and Productivity," McKinsey Global Institute, 2011.
- [2] T. White, "Hadoop: The Definitive Guide: The Definitive Guide," O'Reilly, 2009.
- [3] K. Shvachko, Sunnyvale, K. Hairong, S. Radia, and R. Chansler, "The Hadoop Distributed File System," Proc. IEEE 26th Symposium on Mass Storage Systems and Technologies, pp.1-10, 2010.
- [4] J. Dean and S. Ghemawat, "MapReduce: simplified data processing on large clusters," Communications of the ACM, Vol.51, No.1, pp.107-113, 2008.
- [5] 성지은, 박기량, "빅데이터를 활용한 정책 사례 분석과 시사점," 과학기술정책연구원 과학기술정책, 제24권, 제2호, pp.94-106, 2014.
- [6] <http://opengov.seoul.go.kr/section/1520565>
- [7] 윤미영, 권정은, *Big Data* 글로벌 10대 선진 사례 - 빅데이터로 세상을 리드하다, 한국정보화진흥원, 2012.
- [8] 윤미영, *더 나은 미래를 위한 데이터 분석 Big Data* 글로벌 선진 사례 II, 한국정보화진흥원, 2013.
- [9] "빅데이터(Big Data) 활용단계에 따른 요소기술별 추진동향과 시사점," 한국방송통신전파진흥원 방송통신기술 이슈&전망, 제10호, pp.1-19, 2013.
- [10] 배상태, *과학기술정책 네트워크 분석 기반의 빅데이터 활용 방안 연구*, 한국과학기술기획평가원 정책기획 보고서, 2014.
- [11] 이재호, "정부3.0 빅 데이터 활용 확대 방안," 안전행정부, 2013.
- [12] "정부3.0 세부추진계획," 안전행정부, 2013.
- [13] 이진형, "데이터 빅뱅, 빅 데이터(BIG DATA)의 동향," Journal of Communications & Radio Spectrum, 제47호, pp.43-55, 2012.
- [14] *빅데이터 산업의 현황과 전망*, KISTI Market Report, 2013.
- [15] 배동민, 박현수, 오기환, "빅데이터 동향 및 정책 시사점," 정보통신방송정책, 제25권, 제10호, pp.37-74, 2013.
- [16] "싱가포르의 빅데이터(Big Data) 활성화 정책 분석," 해외 ICT R&D 정책동향, 제7호, 2013.
- [17] 최진명, "빅 데이터 시대(Big Data Era)의 데이터 활용과 전략," 한국지역정보개발원 지역정보화 동향 분석, 제3호, pp.1-11, 2012.
- [18] "일본 빅데이터 정책 추진 현황 분석과 국내 시사점 I," 한국인터넷진흥원 글로벌 정보통신(ICT)·방송 Weekly Issue, 2014.
- [19] *빅데이터로 진화하는 세상 Big Data* 글로벌 선진 사례, 한국정보화진흥원, 2012.
- [20] M. Saecker and V. Markl, "Big Data Analytics on Modern Hardware Architectures: A Technology Survey," Proc. European Business



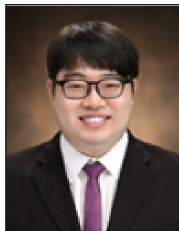
Intelligence Summer School, pp.125-149, 2012.

- [21] J. S. Ward and A. Barker, "Undefined By Data: A Survey of Big Data Definitions," CoRR abs/1309.5821, 2013.
- [22] M. Chen, S. Mao, and Y. Liu, "Big Data: A Survey," Mobile Networks and Applications, Vol.19, No.2, pp.171-209, 2014.
- [23] "Big Data: Beyond the Hype: Why Big Data Matters to You," DATASTAX CORPORATION White Paper, 2013.
- [24] 북경수, 유재수, "빅데이터 활성화 정책 및 응용 사례," 정보과학회지, 제32권, 제11호, pp.46-57, 2014.
- [25] <https://developers.google.com/chart/>
- [26] Allison and D. Paul, "Testing for interaction in multiple regression," American Journal of Sociology, Vol.83, No.1, pp.144-153, 1977.
- [27] Bryson and Arthur Earl, "Applied optimal control: optimization, estimation and control," Routledge, Routledge, 2018.

**저 자 소 개**

**임 종 태(Jongtae Lim)**

정회원



- 2009년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학사)
  - 2011년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학석사)
  - 2015년 8월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학박사)
  - 2015년 9월 ~ 현재 : 충북대학교 정보통신공학과 Postdoc
- <관심분야> : 소셜 네트워크, 빅데이터, 시공간 데이터베이스 등

**북 경 수(Kyoungsoo Bok)**

중신회원



- 2009년 2월 : 충북대학교 수학과(이학사)
  - 2000년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학석사)
  - 2005년 8월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학박사)
  - 2005년 3월 ~ 2008년 2월 : 한국과학기술원 정보전자연구소 Postdoc
  - 2008년 3월 ~ 2011년 2월 : 가인정보기술 연구소 연구원
  - 2011년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 전자정보대학 정보통신공학부 초빙교수
- <관심분야> : 데이터베이스 시스템, 이동 객체 데이터베이스, 이동 P2P 네트워크, 소셜 네트워크 서비스, 빅데이터 등

**유 재 수(Jaesoo Yoo)**

중신회원



- 1989년 2월 : 전북대학교 컴퓨터공학과(공학사)
  - 1991년 2월 : 한국과학기술원 전산학과(공학석사)
  - 1995년 2월 : 한국과학기술원 전산학과(공학박사)
  - 1995년 2월 ~ 1996년 8월 : 목포대학교 전산통계학과 전임강사
  - 1996년 8월 ~ 현재 : 충북대학교 전자정보대학 정교수
- <관심분야> : 데이터베이스 시스템, 멀티미디어 데이터베이스, 센서 네트워크, 바이오인포매틱스, 빅데이터 등