

실시간 위치정보 및 운행패턴을 적용한 도시철도 운행정보 시스템 개발

곽연석*, 안태기*, 손우용^o

Development of Urban Railway Information System Applying Real-Time Location Information and Operation Pattern

Yeon-suk Kwak*, Tea-ki An*, Woo-yong Sohn^o

요약

본 논문에서는 도시철도 운영기관에서 제공하는 실시간 열차 정보를 활용하여 도시철도 이용객들에게 안정적이고 신뢰성 있는 실시간 열차 위치 정보를 제공하기 위한 도시철도 운행정보 시스템에 대해 기술한다. 실시간 열차 정보의 경우 역을 기준으로 접근/도착/출발 신호만을 제공하고 있기 때문에 운영기관에서 제공하는 정보만을 활용하여 역간 이동 중인 열차의 실시간 열차 위치 정보를 제공하기에는 어려움이 있다. 또한 실시간 열차 위치 신호 데이터는 열차 레일상의 신호감지기 인식오류, 전기적 신호 노이즈발생, 시리얼통신 전송 실패, 실시간 정보 제공 서버와 수신 서버간의 네트워크 혼잡 등의 복합적인 이유로 실시간 신호가 간헐적으로 단절되거나 중복되는 현상이 발생한다. 따라서 본 논문에서는 실시간 열차 정보를 이용하여 실시간 열차 위치 추정과 열차의 정상운행 상태에서 실시간 정보 단절로 인한 데이터 누락이 되는 상황에서 열차의 실시간 위치를 보정해 줄 수 있는 실시간 열차 위치 보정 알고리즘을 적용한 실시간 운행정보 시스템에 대해 기술한다.

Key Words : Real-Time, TTC, Urban Railway, Location Estmation, Location Compensation

ABSTRACT

This study describes about the urban railway information system using the real-time train location information provided by urban railway operator in order to provide stable and reliable real-time train location to users. Real-time train information only provides approach/arrival/departure signals for relevant station, so it is difficult to provide real-time location of the train that is moving between stations using the information provided by the operator. Also, real-time location signal data is intermittently disconnected or repeated due to complex reasons including signal detector error on the rail, electric signal noise, serial communication transmission failure, and network congestion between server that provides real-time information and receiving server. Therefore, this study describes about real-time information system applying real-time location correction algorithm, which can estimate real-time location of trains and correct the real-time location of trains in situations where real-time information supply is cut off during normal train operation.

* 본 연구는 국토교통부 철도기술연구사업의 “ICT기반 철도 이용객 정보제공기술 개발” 연구비지원(17RTRP-B086931-04)에 의해 수행되었습니다.

♦ First Author : Research Institue, OCEAN Information Technology co., Ltd, yskwak@ocean-it.co.kr, 정희원

° Corresponding Author : Research Institue, OCEAN Information Technology co., Ltd, wysohn@ocean-it.co.kr, 정희원

* New Transportation System Research Center, Korea Railroad Research Institute, tkahn@krii.re.kr, 정희원

논문번호 : KICS2017-02-052, Received February 27, 2017; Revised May 22, 2017; Accepted May 22, 2017

1. 서 론

도시철도는 1974년 8월 15일 서울의 지하철 1호선이 처음 개통된 이후 2009년 7월 24일 9호선까지 개통되고, 부산 등 5대 광역시에도 모두 건설되어 운행되고 있는 주요 대중교통 수단으로써 서울의 경우 2014년 기준 지하철 수송분담률이 시내 차량통행인구의 39%에 이르고 있다^[1].

이처럼 많은 인구가 매일 도시철도를 이용하고 있지만 도시철도 실시간 운행 정보 제공은 현재 매우 미미한 상황이다. 버스의 경우 버스운행관리시스템(BMS : Bus Management System)과 버스정보제공시스템(BIS : Bus Information System)을 통해 버스 운행 관련 실시간 정보를 제공하여 대중교통 서비스 질적 향상 및 대중교통이용 활성화에 이바지하고 있다.

하지만 도시철도의 경우는 현재까지 실시간 열차 운행 정보 제공의 폐쇄성으로 인해 대부분의 도시철도 운행정보 서비스들은 운영기관에서 제공하는 시간표를 기반으로 서비스를 제공하고 있다. 시간표 기반의 운행정보 서비스를 제공하다 보니 열차 지연, 사고 등과 같은 돌발 상황에 대한 정보를 실시간으로 제공할 수 없기 때문에 열차 지연 등으로 인해 발생하는 불편함은 이용객들 스스로 감수해야만 하는 상황이다.

이러한 문제점들을 해결하기 위해서 도시철도 운행 정보 관련 어플리케이션에서는 다양한 방법으로 열차 위치, 목적지 도착 알림과 같은 서비스를 제공하고 있다. 일반적으로 실외 위치 기반 서비스에는 GPS를 이용한 위치 추적이 대중적으로 사용되고 있지만, 도시철도의 경우 GPS 위성과 통신할 수 없는 지하구간이 많아 사용이 제한적이다. 최근에는 무선 통신 기술이 급격하게 발전함에 따라 WiFi를 활용한 위치 추적 기술이 활발하게 연구되어 활용되고 있는데 WiFi를 활용한 위치 추적 기술에서는 Cell-ID, 삼각측량법, 핑거프린트(Fingerprint) 3가지 기술이 있다^[2-6]. 최근 스마트 디바이스 어플리케이션에서 많이 사용되는 열차 위치 추정 방법인 Cell-ID 방식의 경우 위치 측정 대상 주변에 가장 근접한 AP(access point)를 기준으로 현재의 위치를 추정하는 기술로 구현 방법은 가장 단순하지만, 측위 정밀도가 높지 않다는 단점이 있다^[7]. 또한 플랫폼의 WiFi MAC address를 이용하여 도착 정보를 확인 할 경우 출발역에서 도착역까지 이동 중 발생할 수 있는 지연·사고 등과 같은 돌발 상황을 실시간으로 파악 할 수 없는 단점을 가지고 있다.

국내의 경우 TOPIS(교통정보센터)에서 수도권 도시철도운영기관들의 실시간 정보를 제공받아 실시간

열차 운행정보 서비스를 제공해 주고 있지만 제공되고 있는 실시간 정보 자체가 역을 기준으로 접근·도착·출발 정보만을 제공하고 있기 때문에 이용자 입장에서 완벽한 실시간 정보라 보기 어렵다.

또한 그림 1과 같이 실시간 운행 열차 위치 정보가 노선도 상에 표시되어 있기는 하지만 화면상에서 자동으로 실시간정보를 반영하지 않아 처음 화면 조회 후 열차가 움직이지 않으므로 실시간 열차 정보에 대한 직관성이 현저히 떨어지는 것으로 판단된다.

국의 도시철도 실시간 위치 정보 제공 현황을 살펴보면 철도 선진국 중 하나인 영국 런던의 경우 TfL(Transport for London)에서 제공하는 Open Data를 활용하여 런던지하철의 실시간 운행 정보를 제공하고 있다.

런던지하철 실시간 정보의 경우 SVG를 활용하여 구축하였다. SVG는 XML을 기반으로 2차원 그래픽을 표현하기 위해 만들어진 언어로서 W3C(World Wide Web Consortium)에 의해 제안된 XML 그래픽 표준으로 해상도에 상관없이 확대와 축소를 해도 그래픽의 품질을 유지할 수 있는 장점을 가지고 있다^[8]. 하지만 1분마다 갱신되어 제공되는 열차 위치 정보의 경우 역간 거리가 짧은 구간의 경우 열차가 역을 통과하는 상황도 발생하고 있어 도시철도 이용자 입장에서는 정보



그림 1. 서울대중교통 실시간 지하철 정보
Fig. 1. Seoul Public Transportation real-time subway information
[http://bus.go.kr/subWayMain2.jsp?mnuNm=3]



그림 2. 런던지하철 실시간 정보
Fig. 2. Live London underground map
[http://traintimes.org.uk/map/tube/]

의 신뢰성을 보장 받을 수 없는 실정이다.

본 연구에서는 도시철도 운영기관에서 제공해주는 실시간 열차 상태 정보를 통해 실시간 도시철도 운행 정보 시스템을 개발하였다. TTC 정보의 경우 역을 기준으로 접근/도착/출발 3가지 제한적인 신호만을 가지고 있기 때문에 역과 역 사이를 이동 중인 열차의 위치를 제공하기는 어려움이 있었으며, 운행 중인 열차의 신뢰성 있는 위치 정보를 제공하기 위해서 열차 위치 추정 알고리즘과 보정 알고리즘 개발 및 적용을 통해 신뢰성 있는 도시철도 실시간 운행정보 시스템을 개발하였다.

II. 실시간 동적 정보 수집시스템

2.1 실시간 정보 수집시스템

도시철도 운영기관의 노선별 열차 운행정보는 해당 노선의 TTC(Total Traffic Control) 정보를 HSE(Host Station Equipment)와 LSE(Local Station Equipment)를 통해 도시철도 이용객들에게 제공해 주고 있다. 실시간 운행정보 시스템을 개발하기 위해서는 운영기관의 TTC 정보를 수집할 수 있는 별도의 수집시스템 구축이 필요하였으며, 그림 3은 부산교통공사의 TTC 정보 수집을 위해 구축한 수집시스템 구성도이다.

TTC에서 수신되는 신호 데이터는 HSE로 수신되고, 다시 HSE에서 분배기를 통해 분배되는 구조를 가지고 있다. 이때 TTC에서 수신된 데이터는 HSE에서 어떠한 가공처리도 하지 않고 동적정보 수집서버로 바로 보내지게 된다.

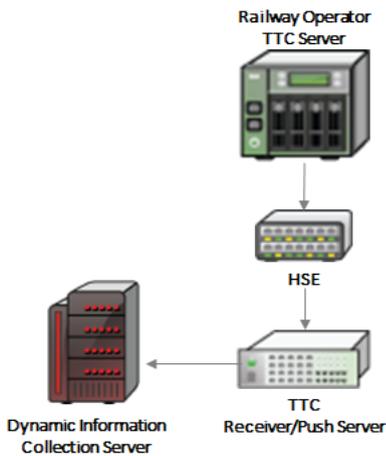


그림 3. 부산교통공사 TTC 정보 수집시스템 구성도
Fig. 3. Humetro TTC information collection system diagram

2.2 실시간 열차 운행 정보 구성 요소 및 패킷 구조

2.2.1 실시간 열차 운행 정보 구성

운영기관에서 제공하는 실시간 열차 정보의 경우 열차를 식별할 수 있는 열차 식별 구분 정보와 열차의 상태를 구분할 수 있는 열차 상태 구분 정보로 구성되어 있다. 표 1에서 보는 바와 같이 열차 식별 구분 정보에는 열차 운행기관, 운행호선, 운행 편성, 차량번호, 종별번호 등의 내용으로 구성되어 있으며, 열차 상태 구분 정보에는 열차의 현재 상태를 알 수 있는 열차 시/종착역 정보, 정차 역 정보, 접근/도착/출발정보, 선로점유정보 등으로 구성되어 있다.

표 1. 실시간 열차 정보 구성 요소
Table 1. Real-time train information component

Train identification information	
Agency identification information	Operator identification information on train information
Line Information	Line identification information for trains
Organization Information	Train-set Information
Train Number	Train number to identify train operation
Train type Information	Train Type ummber to identify the train operation status
Train status information	
Train Departure / arrival station Information	Departure / arrival station information of train operation
Stop station information	Train station information
approach/arrival/departure information	Information about train's reverse approach / arrival / departure status
Line occupancy information	Line of Train Location information

2.2.2 실시간 열차 정보 패킷 구조

운영기관에서 제공하는 열차 정보의 구성 및 내용은 거의 차이가 없지만 통신패킷을 구성하는 데는 운영기관 및 호선에 따라 다소 상이하게 제공되고 있다.

표 2는 부산도시철도 1·3호선에서 제공하는 실시간 열차 정보의 패킷 구조로써 보는 바와 같이 동일한 운영기관이지만 호선에 따라 상이한 패킷 구조로 전송되는 것을 알 수 있으며, 이렇게 전송되어진 패킷 원문은 표준화된 패킷 형태로 파싱(Parsing)하여 동적 수집시스템에 저장 되고 도시철도 이용객들에게 실시간으로 정보를 제공하게 된다.

표 2. 부산교통공사 1·3호선 패킷 구조
Table 2. Packet structure of Humetro line 1·3

1 Line	02 00 14 d1 b2 00 10 09 h9 09 ...				
3 Line	02 87 7e 41 40 20 31 f4 31 ...				
1 Line			3 Line		
no	Information Name	Packet Original Value	no	Information Name	Packet Original Value
1	STX	02	1	STX	02
2		00	2	Function Code	87
3	Data Length	14	3	SEQ	7e
4	SEQ	d1	4	Data Length	41
...			...		

```

Standardized Packet Structure
<Msg organization="Humetro">
  <LineNo line="3" standardtime="2017-01-02 04:30:12">
    <Train>
      <Direction code="2">상행</Direction>
      <TrainNo>2602</TrainNo>
      ...
      <Station code="317">대저</Station>
    </Train>
  </LineNo>
</Msg>
    
```

III. 실시간 열차 위치 정보 추정 알고리즘

3.1 알고리즘 개발의 개요

실시간 열차 정보에서 열차의 위치를 판단할 수 있는 가장 중요한 정보는 열차 상태를 구분할 수 있는 접근/도착/출발 상태 정보이다. 열차 상태 신호 데이터의 경우 역을 기준으로 접근/도착/출발 3가지 형태로 제공되는 상태 정보로써 접근 신호는 열차가 역에 도착하기 30초 이전 시점에서 접근 신호 데이터가 발생되며, 도착 신호는 열차가 역에 도착하여 출입문이 열리는 시점에 도착 신호 데이터가 발생된다. 출발 신호의 경우는 열차가 출발하고 나서 마지막 객차가 플랫폼을 빠져나간 시점에 출발 신호 데이터가 발생하게 되는데, 이처럼 실시간 열차 위치 신호는 열차 운행에 따라 3가지의 상태 정보만을 가지고 있기 때문에 다음 역을 향해 이동 중인 열차의 위치를 추정하기에는 어려움이 있다.

또한 실시간 열차 상태 신호 데이터는 열차 레일상의 신호감지기 인식오류, 신호감지기와 실시간 정보 관제 서버간의 전기적 신호 노이즈발생, 실시간 내부 구간의 시리얼통신 전송 실패, 실시간 정보 제공 서버

와 수신 서버간의 네트워크 혼잡상태에 따른 패킷 손실과 같은 복합적인 문제로 인해 실시간 열차 상태 신호가 간헐적으로 수신되지 않는 문제로 인해 실시간 열차 위치 추정 과정에 오류가 발생하기도 한다.

그림 4는 이러한 문제점을 해결하기 위해서 실시간 열차 상태 정보에 실시간 열차 위치 추정 알고리즘과 실시간 열차 위치 보정 알고리즘을 적용하여 실시간 열차 위치를 도출하는 흐름도이다.

실시간 열차 위치 추정을 위해서는 역간 이동평균시간이 필요하며, 실시간 열차 위치 보정을 위해서는 역간 운행평균시간이 필요하다.

그림 5는 이동평균시간과 운행평균시간을 데이터베이스에 저장하기 위한 처리 로직을 도식화 한 것으로, 열차가 운행되는 동안 지속적인 데이터 갱신을 통해 최신 데이터를 저장하게 된다.

이동평균시간은 역과 역사이를 이동 중인 열차의 위치를 추정할 때 필요한 요소로 식 1을 통해 도출된 역간 이동시간(M_i)과 데이터베이스에 저장된 이동평균시간(Φ_m)을 활용하여 식 2를 통해 도출할 수 있다.

열차마다 새롭게 계산된 각 구간별 이동평균시간 데이터는 데이터베이스에 저장되며, 이는 다음 열차의 실시간 열차 위치를 추정할 때 이용 된다.

$$M_i = A_{i(n)} - D_{i(n-1)} \quad (1)$$

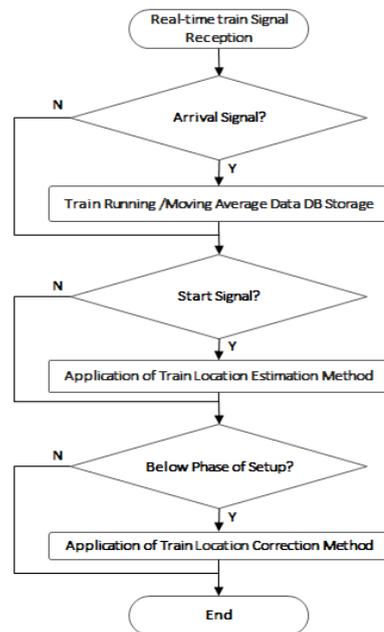


그림 4. 실시간 열차 위치 정보 도출 흐름도
Fig. 4. Real-time train location information flowchart

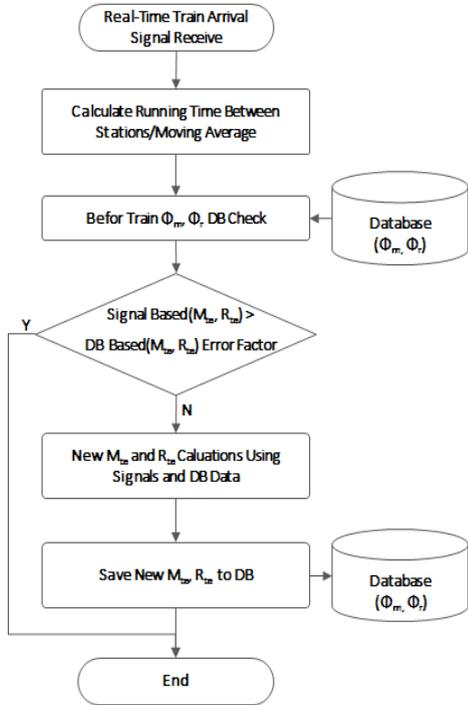


그림 5. 역간 운행·이동 평균시간 데이터 생성 과정
Fig. 5. The process of generating running time and moving average time data between stations

$$M_{ta} = (M_t + \Phi_m)/2 \quad (2)$$

여기서 $A_{t(n)}$: 도착역 도착신호 발생시간
 $D_{t(n-1)}$: 이전역 출발신호 발생시간
 M_{ta} : 이동평균시간

운행평균시간은 간헐적 신호단절로 발생하는 열차 위치에 대한 오류를 보정하기 위해서 필요한 요소로, 식 3을 통해 구한 구간 운행시간(R_t)을 식 4에 적용하여 기존 데이터베이스에 저장된 운행평균시간(Φ_t)과의 합을 통해 현재 구간의 운행평균시간을 계산하게 된다. 운행평균시간 또한 이동평균시간과 마찬가지로 구간별 새롭게 계산된 값은 데이터베이스에 저장되어 다음 열차 위치 보정에 활용된다.

$$R_t = A_{t(n)} - A_{t(n-1)} \quad (3)$$

$$R_{ta} = (R_t + \Phi_t)/2 \quad (4)$$

여기서 $A_{t(n-1)}$: 이전역 도착신호 발생시간

이때 데이터베이스에 저장된 이동·운행평균시간을

활용하는 것은 선형열차에서 발생할 수 있는 특이사항(열차 지연, 사고 등)으로 인해 생성될 수 있는 가비지 데이터(Garbage Date)를 배제하고 가장 신뢰성 있는 결과물을 산출하기 위해서이다.

3.2 실시간 열차 위치 추정 알고리즘

실시간 열차 위치 추정 알고리즘은 그림 6에서 보는 바와 같이 냉정역에서 개금역으로 이동하는 열차의 위치를 실시간으로 추정하는 알고리즘으로 냉정역에서 출발한 열차의 위치는 데이터베이스에 저장된 이동평균시간을 이용하여 개금역 접근 신호가 들어오기 전까지 실시간으로 열차 위치를 추정하게 된다.

그림 7은 실시간 열차 위치를 추정하기 위한 과정으로 운영기관에서 제공해 주는 실시간 열차 상태 정보가 출발신호인지 확인하여 출발신호가 맞으면 열차 상태 정보 확인, 데이터베이스 정보조회, 다음역 도착

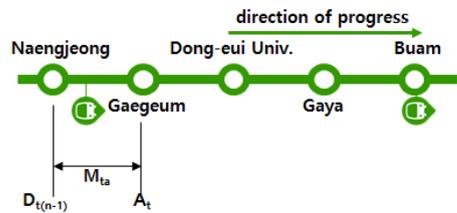


그림 6. 실시간 열차 위치 추정 모식도
Fig. 6. Real-time train location estimation diagram

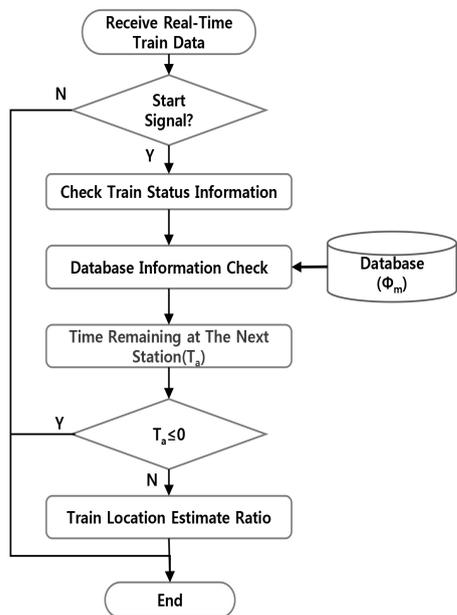


그림 7. 실시간 열차 위치 추정 순서도
Fig. 7. Real-time train location estimation flowchart

남은 시간(T_a) 순으로 열차 위치를 추정하게 된다.

열차 상태 정보에서는 표 1에서와 같이 호선번호, 상/하행구분, 현재역, 열차번호 정도 등의 기본 정보를 확인하게 된다. 데이터베이스 정보 조회에서는 열차 상태 정보를 기준으로 해당역 열차 출발신호 발생시간(D_i)과 다음역 이동평균시간(M_{ia})을 추출하게 되며, 이를 통해 현재시간(T_p) 기준 다음역 도착 남은 시간(T_a)을 구하는데 사용하게 된다.

$$T_a = M_{ia} - (T_p - D_i) \quad (5)$$

다음역 도착 남은 시간이 0초 이상일 경우 열차는 다음역에 도착한 것으로 판단하여 노선도 상에서 열차를 다음역으로 이동시키게 되며, 0초 이하일 경우에는 열차 위치 추정 비율(S)을 산출하게 된다.

열차 위치 추정 비율 산출은 식 7과 같은데 식 6에서 계산된 열차 출발 신호 발생 후 지나간 시간을 이동평균시간으로 나눈 시간의 비율을 의미한다. 이와 같은 과정을 통해 다음역 도착까지 남은 시간동안 매 초마다 몇 % 이동했는지 위치정보를 추정하게 된다.

$$T_n = T_p - D_i \quad (6)$$

$$S = (T_n / M_{ia}) \times 100 \quad (7)$$

여기서 T_n : 열차 출발 신호 발생 후 지나간 시간
 S : 열차 위치 추정 비율

3.3 실시간 열차 위치 보정 알고리즘

열차 상태 신호가 발생되지 않는 상황은 크게 두 가지로 설명할 수 있다. 첫 번째는 열차 사고, 열차 장애, 급행열차를 먼저 보내기 위한 일반열차 대기 등과 같이 열차가 이동하지 않아 신호도 발생되지 않는 경

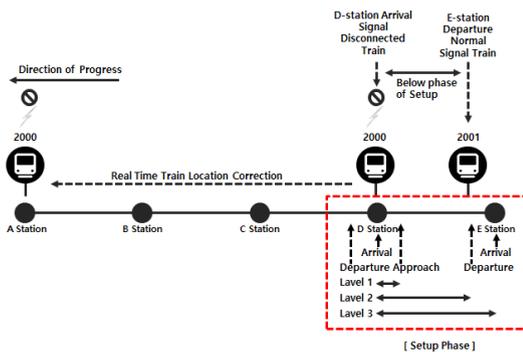


그림 8. 실시간 열차 위치 보정 모식도
 Fig. 8. Real-time train location compensation diagram

우이며, 두 번째는 열차는 정상 운행되고 있지만 앞에서 설명한 것과 같은 이유로 간헐적인 신호 데이터 누락 현상이 발생하는 상황이다.

실시간 열차 위치 보정 알고리즘은 두 번째(그림 8) 경우와 같이 정상 운행 중인 열차가 신호 단절로 인해 발생하는 노선도 상의 열차 위치 오류를 보정해 주는 알고리즘이다.

그림 9는 실시간 열차 위치 보정 순서도로 위치 보정 알고리즘 적용을 위해 선행열차가 신호 단절 열차 인지를 판별하는 과정을 가장 먼저 처리하게 된다. 그림 8에서 보는 바와 같이 정상신호 수신열차(2001)와 신호단절열차(2000)와의 신호구간 차이가 설정단계 이하일 경우 신호단절 열차의 위치를 예측하는 열차 위치 보정을 진행하게 된다.

설정단계는 기준 열차와 선행열차와의 신호 차이를 의미하는데 현재 실시간 운행정보 시스템의 경우 설정단계 3단계 이하이면 열차 위치 보정을 진행하고 있다.

실시간 열차 위치 보정을 위한 선행 열차의 신호단절시간(T_i)은 식 8을 통해 산출되며, 이는 위치 보정을 위한 기준 시간이 된다. 식 9에서는 데이터베이스에 저장된 역간 운행평균시간($\Phi_{r,k}$)을 순차적으로 합산하여 신호단절시간(T_i) 보다 커지는 n 번째 역을 산출하게 되며, 이를 토대로 노선도 상에서 열차를 n 번째 역으로 이동시켜 열차 위치를 보정 하게 된다.

$$T_i = T_p - L_s \quad (8)$$

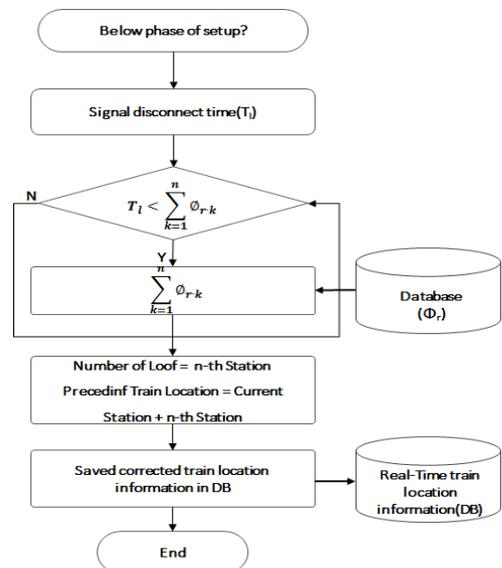


그림 9. 실시간 열차 위치 보정 순서도
 Fig. 9. Real-time train location compensation flowchart

$$T_1 < \sum_{k=1}^n \Phi_r \cdot k \quad (9)$$

여기서, L_s : 신호 단절 열차의 마지막 신호 수신시간

IV. 실시간 열차 운행 정보 시스템

4.1 실시간 정보 처리 프로세스

운영기관에서 제공하는 실시간 열차 정보를 활용한 실시간 웹 서비스를 위해서는 정보 전달 시점에 대한 실시간 특성을 보장해야 한다. 실시간 특성을 보장하기 위해서는 데이터 발생 시점부터 정보 제공 시점까지의 데이터 전송·저장·처리 시간을 최소화 하는 과정이 필요하다. 이를 위해 운영기관에서 제공하는 열차 운행 정보를 수집하는 수집 프로세스와 운행정보 시스템에서 처리하는 데이터 처리 프로세스를 최적화하여 시간손실(Timeloss)를 최소화 하였다.

그림 10은 운영기관에서 제공하는 열차 운행 정보의 전송 및 처리시간을 나타낸 것으로 TTC서버에서 생성된 운행정보 데이터는 웹서버에 전달되어 저장되기까지 소요시간은 1초미만으로 분석되었다. 하지만 웹브라우저를 통해 실시간 운행정보가 표출하기 위해서 웹서버에 저장된 운행정보를 2초마다 확인하여 운행열차의 실시간 운행 상태 결과를 표시하기 때문에 데이터 발생시점부터 정보표출까지의 시간차는 최대 2초인 것으로 나타났다.

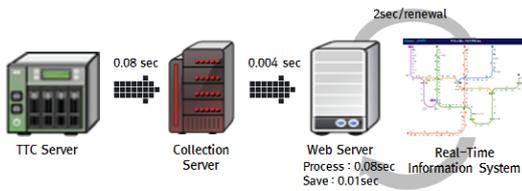


그림 10. 열차 운행 정보 데이터 전송 및 처리 시간
Fig. 10. Train operation information data transmission and processing time

4.2 실시간 운행정보 시스템 구현

그림 11은 부산교통공사에서 제공 받는 열차 정보를 실시간 열차 위치 추정 알고리즘과 실시간 열차 위치 보정 알고리즘을 적용하여 개발한 부산도시철도 실시간 운행정보 시스템의 웹브라우저 화면이다.

실시간 운행정보 시스템은 운영기관으로부터 실시간으로 발생된 3가지 형태의 신호 데이터를 수신 후 빠른 처리과정을 거쳐 이용객들에게 실시간 운행정보를 웹 브라우저상에 제공하게 된다. 이때 웹 브라우저 상에서 제공되는 운행정보의 가시성 향상을 위해 XML 기반의 가변 벡터 도형처리를 적용하였다.

가변 벡터 도형처리로 제작한 그래픽 객체들은 벡터 방식으로 처리되며 웹브라우저 화면 확대/축소의 해상도 변경에도 그래픽의 품질을 유지할 수 있으며, 그래픽 객체에 대한 동적제어가 용이하기 때문에 벡터라인으로 구성된 노선도를 따라 움직이는 열차의 정확성을 향상 시킬 수 있다.

그림 12는 실시간 열차 정보를 활용하여 웹브라우저에 실시간 정보를 표출하기까지의 과정을 도식화한 것으로 크게 노선도 화면 생성, 실시간 데이터 연산, 객체 제어로 나눌 수 있다.



그림 11. 실시간 열차 운행 정보 시스템
Fig. 11. Real-time train information system

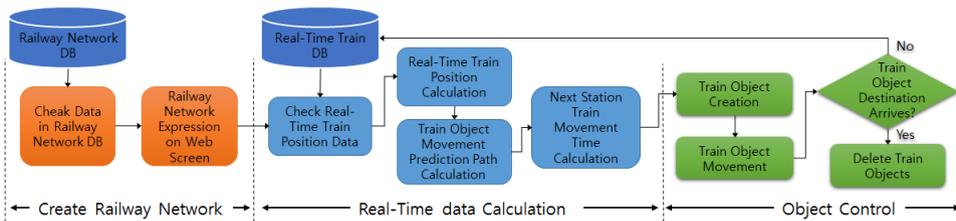


그림 12. 실시간 운행정보 시스템 구현 프로세스
Fig. 12. Real-time driving information system realization process

V. 결 론

도시철도 이용객 서비스 향상 및 이용 활성화를 목적으로 실시간 운행정보 시스템을 개발하였다. 시스템을 개발하기 위해서 운영기관에서 제공하는 TTC 정보를 분석하여 실시간 열차 운행정보 시각화 방안을 모색하였다. TTC 정보를 활용하여 역간 이동 중인 열차의 위치를 추정하기 위해 열차 위치 추정 알고리즘을 개발하였으며, 간헐적 신호 단절로 인해 발생하는 열차 위치 오류를 보정하기 위해 열차 위치 보정 알고리즘을 개발하여 적용하였다. 또한 실시간 운행정보의 가시성과 직관성 향상을 위해 XML 기반의 애니메이션 기법을 적용하였으며, 이렇게 구축된 실시간 운행정보 시스템은 현재 부산교통공사에서 통해 부산도시철도 이용객들에게 서비스되고 있다.

실시간 운행정보 시스템은 도시철도이용객들 뿐만 아니라 도시철도 운영기관에서도 활용 가능한 시스템으로 열차 사고 등으로 인해 열차 운행 시간 및 구간이 일시적으로 변경 되었을 경우 실시간 운행정보 시스템을 활용하여 도시철도 이용객들에게 실시간 운행안내 등을 할 수 있을 것으로 사료된다.

References

- [1] Statistics Korea, *Urban railway transportation performance and rail passenger transportation trend by year*, 2015.
- [2] G. Kim, I. Park, Y. I m, A. Hong, J. Kim, and Y. Shin, "Recent trends in location-based services," *J. KICS*, vol 28, no. 7, pp. 3-14, Jun. 2011.
- [3] L. Wu, J.-L. Huang, and Z.-H. Zhao, "ZigBee wireless location system research," in *Proc. ICCMS*, vol. 3, pp. 316-320, Sanya, China, Jan. 2010.
- [4] U. Bandara, M. Hasegawa, M. Inoue, H. Morikawa, and T. Aoyama, "Design and implementation of a Bluetooth signal strength based location sensing system," in *Proc. IEEE Radio Wireless Conf.*, pp. 319-322, Atlanta, USA, Sept. 2004.
- [5] S. Han, H. S. Lim, and J. M. Lee, "An efficient localization scheme for a differential-driving mobile robot based on RFID system," *IEEE Trans. Ind. Electron.*,

vol. 54, no 6, pp. 3362-3369, Dec. 2007.

- [6] C. Wu, Z. Yang, Y. Liu, and W. Xi, "WILL: wireless indoor localization without site survey," in *Proc. IEEE INFOCOM 2012*, pp 64-72, Orlando, USA, Mar. 2012.
- [7] S. Son, Y. Park, B. Kim, and Y. Baek, "Wi-Fi fingerprint location estimation system based on reliability" *J. KICS*, vol. 38c, no.6, pp 531-539, Jun. 2013.
- [8] H. S. Lee and S. H. Lee, "An SVG code generator for algorithm visualization," *J. Korea Multimedia Soc.*, vol. 13, no. 3, pp. 359-368, Mar. 2010.

박 연 석 (Yeon-suk Kwak)



2007년 8월 : 공주대학교 건설
환경공학과 졸업
2011년 2월 : 한양대학교 건설
환경공학과 석사
2007년~2011년 2월 : 한국철도
기술연구원
2016년 3월~현재 : (주)오션정보
기술 선임연구원

<관심분야> IoT, 측위 시스템, 장거리 통신 시스템

안 태 기 (Tae-ki An)



1996년 2월 : 경북대학교 전자
공학과 석사
2011년 2월 : 성균관대학교 전
자전기컴퓨터공학과 박사
1996년~현재 : 한국철도기술연
구원 책임연구원
<관심분야> 멀티미디어 통신,
영상분석, 인공지능

손 우 용 (Woo-yong Sohn)



2000년 2월 : 한남대학교 컴퓨
터공학과 석사

2004년 8월 : 한남대학교 컴퓨
터공학과 박사

2006년 3월~2009년 2월 : 대전
보건대학교 초빙전임교수

2014년~현재 : (주)오션정보기술
연구소장

<관심분야> IoT, ICT, 빅데이터