

안정성 향상을 위한 정보 연계 기반의 서비스 운영 플랫폼 구축에 관한 연구

김 윤 철¹ · 홍 주 형^{2*} · 김 영 곤^{3*}¹한국공학대학교 컴퓨터공학과 박사과정 ^{2*}(주)트라콤 대표이사 ^{3*}한국공학대학교 컴퓨터공학과 교수

Establishment of a Service Operation Platform Based on Information Linkage to Improve Stability

Yun-Chul Kim¹ · Joo-Hyung Hong^{2*} · Young-Gon Kim^{3*}¹Ph.D. Student, Department of Computer Engineering, Tech University of Korea, Siheung 15073, Korea^{2*}CEO, TRACOM Co. Ltd., Anyang 14057, Korea^{3*}Professor, Department of Computer Engineering, Tech University of Korea, Siheung 15073, Korea

[요 약]

기존 간선급행버스체계(BRT)는 주로 도시 내에서 교통체증을 줄이고 환경 친화적인 대안을 제공하기 위해 사용되어왔고, 도시철도의 이점인 정시성, 신속성, 쾌적성, 안정성을 적용한 S-BRT가 등장하였다. 본 연구에서는 편리하고 빠른 도시철도 수준의 버스 서비스 제공을 위한 S-BRT의 센터 기술 개발 및 실증 운영을 위한 시스템을 제안하였다. 차량 운행의 상황을 짧은 주기로 전송받아 S-BRT 차량 운전자의 운행을 관제하는 서비스 제공을 목적으로 S-BRT 서비스 운영 플랫폼을 설계 및 구축하였고, 통합 운영 관리 시스템과 차량 운행관리 시스템의 서버를 물리적으로 분리하고, in-memory DB의 테이블 및 관련 로직을 변경하여 S-BRT 서비스 운영 플랫폼의 안정화 및 성능 개선하였으며, 이를 통하여 Dispatch 생성시간을 약 77% 성능 개선을 이루었다. 또한, 정보 연계 시스템의 고도화를 통하여 신호 연계 결과 시간을 약 73% 성능 개선을 이루었다. 따라서 본 연구의 시스템을 통하여 도시의 교통체증을 완화하고 대기오염 감소와 대중교통 이용률을 높일 수 있는 기존 대비 향상된 효과의 시스템이 될 것이라 기대된다.

[Abstract]

The Bus Rapid Transit (BRT) system has been mainly used to reduce traffic congestion and provide environmentally friendly alternatives in the city, and S-BRT has emerged, which applies the advantages of urban railroads: punctuality, speed, comfort, and stability. This study proposes a system for the development and demonstration of the center technology of S-BRT to provide convenient and fast urban railway-level bus services. The S-BRT service operation platform was designed and built to provide services to control the operation of S-BRT vehicle drivers by receiving vehicle operation conditions at short intervals. The integrated operation management system and vehicle operation management system were physically separated. In addition, through the advancement of the information linkage system, the signal linkage result time improved by about 73%. Therefore, it is expected that the system proposed in this study will have an improved effect compared to the previous one, which can alleviate traffic congestion in cities, reduce air pollution, and increase public transportation utilization.

색인어 : 간선급행버스체계, S-BRT, 버스 우선신호 시스템, 플랫폼, 정보 연계 시스템**Keyword** : Express Bus System, S-BRT, Bus Priority Signaling System, Platform, Information Linkage System<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2023.24.7.1583>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 20 June 2023; Revised 30 June 2023

Accepted 06 July 2023

***Corresponding Author; Joo-Hyung Hong, Young-Gon Kim**

Tel: +82-31-389-8877

E-mail: kyc715715@naver.com

1. 서론

기존 간선급행버스체계(BRT)는 주로 도시 내에서 교통체증을 줄이고 환경 친화적인 대안을 제공하기 위해 사용되어 왔고, 도시철도의 이점인 정시성, 신속성, 쾌적성, 안정성을 적용한 Super-BRT가 등장하였다. S-BRT는 이용자들이 편하게 접근할 수 있는 버스 장점과 정시 도착, 출발하는 철도의 장점을 합친 교통수단으로서 S-BRT의 핵심기술은 교차로를 정차 없이 주행할 수 있는 우선적인 교통 신호 기술, 이용자의 안정성을 최우선으로 하고 불편을 최소화하는 기술, 차량의 고성능화 시스템이다. 하지만 S-BRT 시스템을 구축하기 위해서는 전용차선, 버스 정류장, 교통 신호 제어 시스템 등 추가적인 인프라 구축이 필요하다는 문제점이 있으며, 차량 운영과 관리 및 노선 계획도 필요하다. 따라서 본 연구에서는 편리하고 빠른 도시철도 수준의 버스 서비스 제공을 위한 센터 기술 개발 및 실증 운영의 시스템을 구축할 것이다. 본 연구의 시스템을 통하여 도시의 교통체증을 완화하고 대기오염 감소와 대중교통 이용률을 높일 수 있는 기존 대비 향상된 효과의 시스템이 될 것이라 기대 된다.

II. 관련 연구

2-1 BRT (Bus Rapid Transit)

BRT는 버스 운행에 철도 시스템 개념을 도입한 새로운 대중교통시스템으로서 도시와 도시를 연결하는 주요 간선도로에 버스 전용 차로를 설치하고 급행으로 버스를 운행시키는 교통시스템이다. 주요 기반 시설과 운영시스템으로 버스 통행권, 교차로 버스 우선처리, 쾌적한 차량, 편리한 환승시설, 효율적 관리시스템 서비스 등을 갖추어 버스 운행에 자동요금징수, 적은 정류장 수, 지하철 수준의 정류장 등 철도 시스템을 도입한 새로운 대중교통수단으로, 대도시와 인근 도시를 연결하는 주요 도로에 설치된 버스전용차로로 주행함으로써 일반버스의 주행속도보다 빠른 운행속도를 낼 수 있는 운행 시간이 정확하고 이용이 편리한 첨단 버스 운용체계이다. BRT는 종래의 버스 중심의 대중교통을 격상시켜 고급교통수단으로 발전시키는 것으로 기존 대중교통 이용자의 감소를 방지하고 아울러 승용차 이용객을 흡수하는 효과가 도시철도와 유사하며, 타 신교통수단에 비해 효과/비용 면에서 유리하다. 또한, 차량이 CNG버스 또는 전기버스로 기존의 버스와 승용차에서 배출되는 CO2량을 단기간에 감소시킬 수 있는 유일한 교통부문의 대책이며, 기존 버스산업과의 연계성 및 사업 모형 개발 가능성 등 다양한 필요성이 존재한다. 간선급행버스체계(BRT)의 시스템 개념도는 다음 그림 1과 같다[1].

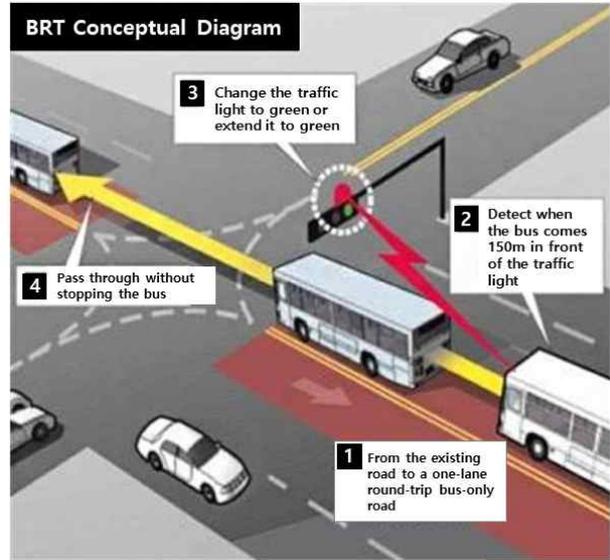


그림 1. 간선 급행 버스 체계(BRT) 시스템의 개념도
Fig. 1. System conceptual diagram for Bus Rapid Transit

2-2 버스 우선신호 시스템(Signal Priority)

버스에 대한 우선신호란 교차로 신호 현시 체계를 일시적 제어를 통해 노면전차, bus와 같은 대중교통들이 우선 통과할 수 있도록 우선권을 부여하여 현재보다 높은 수준의 대중교통 서비스를 제공, 대중교통 이용을 활성화하고자 하는 신호체계를 말한다. Priority란 차량의 연동 진행이라는 정상 신호 운영의 기본이 유지되는 상태로 버스의 우선신호 제공을 위해 신호 시간을 조정하는 방법이다. 이는 신호 운영시간의 변화를 통하여 일반차량 이동류의 방해 최소화하면서 버스의 정시성을 개선시킴으로써, 버스의 효율성뿐만 아니라 도로 전체 네트워크의 효율성을 향상시킬 수 있는 방법이다. 버스 우선신호 시스템은 그림 2와 같다[2]-[6].

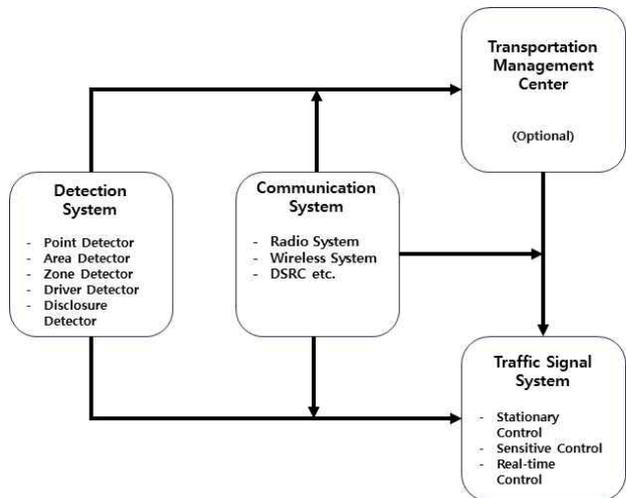


그림 2. 버스 우선신호 시스템 구성요소
Fig. 2. Bus priority signal system components

2-3 통합 관계 시스템

통합 관계 시스템은 내/외부와 인터페이스 되는 각종 시스템의 정보 및 영상 화면을 종합 모니터링 할 수 있도록 구성하며, 운영자가 쉽고 간편하게 조작할 수 있도록 통합 운영 시스템을 구축하는 것이다. 또한, 통합 관계센터는 환경적인 여건을 분석하여 장시간 근무하는 근무자 위주로 효율적인 공간을 확보하여야 하기에 실측부터 마감 인테리어까지 최적의 환경을 구축한다. 통합 관계 시스템의 가이드라인은 그림 3과 같다[7].



그림 3. 통합 관계 시스템의 가이드라인
Fig. 3. Guidelines for integrated control systems

III. 본 론

3-1 관리센터 운영시스템 아키텍처 설계

S-BRT의 정시성, 신속성, 쾌적성, 안정성 향상을 위한 센터 기술 개발 및 실증 운영을 위한 아키텍처를 설계하였다. 목표 시스템은 서비스 레이어, 플랫폼 레이어, 하드웨어 레이어 3단계의 레이어로 아키텍처를 정의하였다. 차량 운행관리 시스템은 운행/배차 계획, BRT 모니터링, 정시성 분석, BRT 우선신호, 돌발 관리, Dispatch 서비스로 구성하였으며, 통합 운영 관리는 기반 정보 관리, 위반 관리, 운행지원 정보 제공, 시설물 관리, 통계, 차내 장치 관리, 승객 정보 제공 서비스로 구성하였다. 또한, 정보 연계는 내부망을 사용하는 내부 연계 채널, 외부망을 사용하는 외부 연계 채널로 구성하였다. 서비스 운영 플랫폼 SW 구성도는 그림 4와 같다.

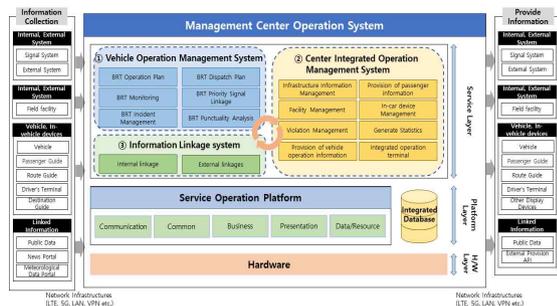


그림 4. 서비스 운영 플랫폼 SW 구성도
Fig. 4. Service operation platform SW configuration diagram

3-2 센터 시스템 서비스 플랫폼 설계

S-BRT 센터 시스템은 플랫폼 서비스, 저장소, 가공 서비스, WAS, 플랫폼 게이트웨이 등으로 구성되어 있으며, Micro Service Architecture에 기반 하여 설계하였다. 본 연구의 시스템은 서비스 확장과 관리의 용이성을 제공하며, 사용자들은 플랫폼 서비스를 활용하여 자체 서비스를 개발하고 운영할 수 있다. 또한, 저장소와 가공 서비스를 통해 데이터의 안전성과 가치를 확보하고, WAS를 통해 다양한 기능을 제공하는 웹 어플리케이션을 실행할 수 있다. 마지막으로, 플랫폼 게이트웨이는 외부와의 연결과 통신을 관리하여 시스템의 안전성과 보안성을 유지하도록 설계하였다. 센터 시스템 서비스 플랫폼 구성도는 그림 5와 같다.

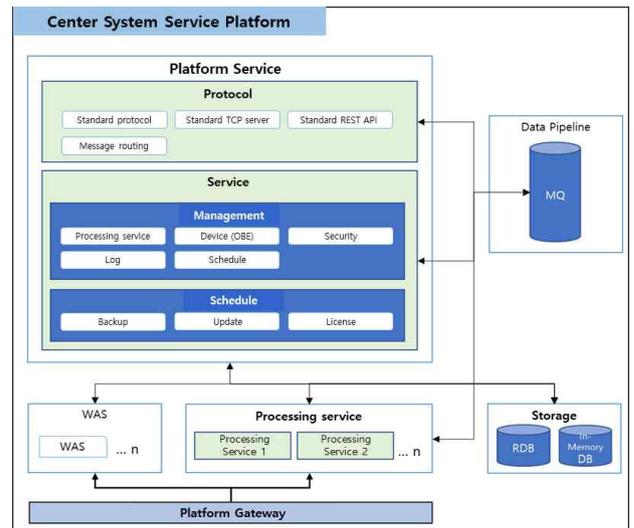


그림 5. 센터 시스템 서비스 플랫폼 구성도
Fig. 5. Center system service platform configuration diagram

3-3 S-BRT 서비스 운영 플랫폼 구현

차량 운행의 상황을 짧은 주기로 전송받아 S-BRT 차량 운전자의 운행을 관제하는 서비스 제공을 목적으로 서비스 플랫폼을 구축하기 위해 마이크로서비스 아키텍처(MSA) 구조를 도입하였다. MSA는 확장성을 고려한 개별 서비스를 개발할 수 있도록 함으로써 시스템의 유연성을 향상시켰으며, 각 서비스의 모니터링을 위해 통합 운영 서비스를 구축하여 서비스 상태를 실시간으로 모니터링 할 수 있게 하였다. 또한, 서비스 간 효율적인 통신을 위해 메시지 서비스를 구축하였다. 이 메시지 서비스는 1:1 및 1:N 통신이 가능하도록 설계되었으며, 서비스로의 직접적인 메시지 전달이 아닌 메시지 브로커를 통해 카프카를 이용하여 메시지 서비스를 제공하고 소진 방식을 채택하여 신규 서비스에 대한 대응성을 높였다. 시스템 내부 및 외부 통신에 일관성을 부여하기 위해 설계된 표준 프로토콜을 구현하여 적용하였다. 이를 통해 서비스 간의 상호 연동이 원활하게 이루어질 수 있었다. 또한, 높은 실

시간성이 요구되는 서비스의 경우 In-memory 데이터베이스를 도입하여 실시간성 서비스에 적극적으로 대응할 수 있도록 개발하였다. 이를 통해 실시간 데이터 처리 및 반응이 빠른 서비스를 제공하였다. 각 서비스에서 생성된 데이터를 효율적으로 관리하기 위해 통합 데이터베이스를 구축하였으며, 이 통합 데이터베이스는 각 서비스가 데이터를 재조합하고 재사용할 수 있도록 하였다. 마지막으로, 각 서비스와 시스템의 원활한 운영을 위해 서버 설치를 진행하였으며, 관리자 및 운영자용 운영 단말기를 설치하여 시스템 운영을 효율적으로 수행하도록 하였다. 표준 프로토콜 구조는 그림6과 같으며, 운영 서버 목록은 표 1과 같다.

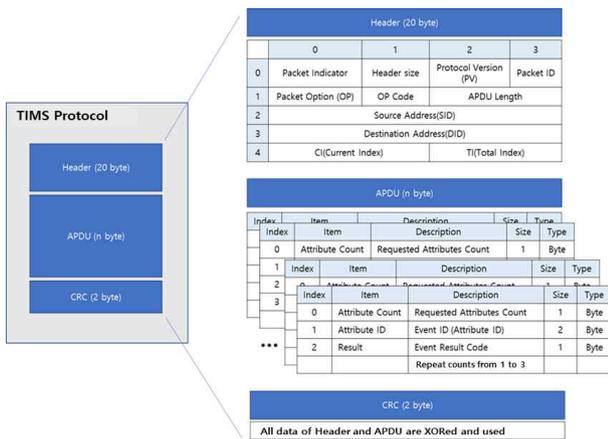


그림 6. 표준 프로토콜 구조
Fig. 6. Standard protocol structure

표 1. 운영 서버 목록
Table 1. List of production servers

Server name	Service	Location
Communication /Links Server	Internal Links Service(TIMs, Kafka) External Links Service (REST)	DMZ
WAS/DB Server	Integration Operation Service Vehicle Management Service Database	PRIVATE
Message Server	Kafka Broker/Manager Zookeeper Eureka Regularity Analysis Service	PRIVATE

3-4 차량 운행 관리 시스템 구현

차량 운행 관리 시스템은 정시성 확보를 위한 중요한 기능으로 차량 운전자 관제를 위한 Dispatch 기능을 효과적으로 동작하도록 시스템 구성 및 UI를 구현하였다. 이를 위해 운행 계획, 배차, 차량 운행 궤적 예정까지 이어지는 프로세스의 프로그램을 구현하였다. 운행 계획 수립의 용이성을 위해 프로그램 내에 배차 중복 필터링 기능을 구현하여 운행 방향 및 운행 간격 설정 시 발생하는 동일한 시간대의 운행 데이터를 필터링할 수 있도록 하였고, 신호 시스템과의 연계를 통해 정밀한 차량 운행 궤적 예정 데이터를 생성하였다. 실시간 차량 위치 관제를 통해 운전자의 운행 속도를 관제하고 정류장 대기 시간 정보를 제공하는 차량 Dispatch 서비스를 구현하였다. 또한, 정시성 허용 기준인 50% 지점과 100% 지점, Dispatch 시간 간격, 변경 운행 기준을 변수화 하여 현장의 특수성에 최대한 부합하도록 시스템을 개발하였다. 이는 노선 특성과 운전자 특성 등을 고려하여 운영되는 시스템에 유연성을 부여하였다. 또한, 실시간 차량 위치 관제를 통해 차량 운행 궤적 예정 데이터의 변경 기능을 프로그램으로 구현하였으며, 차량 운행 궤적 예정 정보와 실제 운행 정보를 실시간으로 비교하고 이력을 관리하는 프로그램을 구현하였다. 시스템은 실시간 차량 위치와 신호를 모니터링 할 수 있는 모니터링 프로그램을 구현하였으며, 실시간 차량 위치와 실시간 버스 운행 제어 정보를 종합하여 각 정류장의 도착 예정 정보를 제공하였다. 예측 정보와 실 운행정보의 비교는 그림 7과 같고, Dispatch이력은 그림 8과 같다.

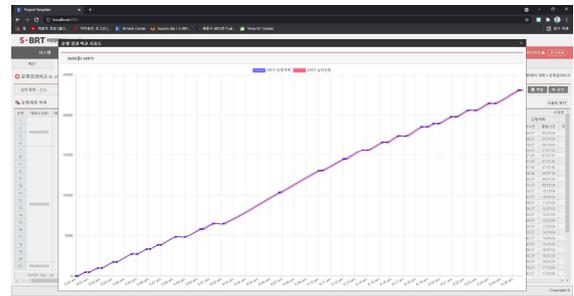


그림 7. 예측 정보와 실 운행정보의 비교
Fig. 7. Comparison of forecast information and actual operation information

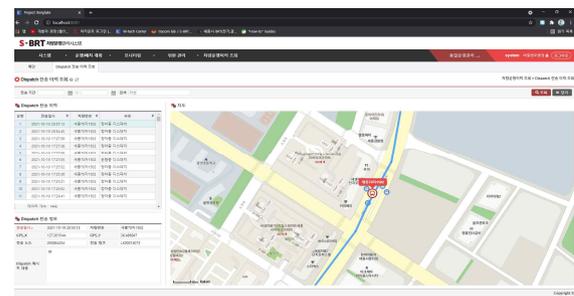


그림 8. Dispatch 이력
Fig. 8. Dispatch history

3-5 정보 연계 시스템 구현

외부 시스템 및 내부 장치와 정보 송수신을 위해 설계되었으며, 실증시 실증지역 시스템과의 연계를 위해 Web API가 개발되었으며, 실증환경에 따라 추가 인터페이스를 유연하게 추가할 수 있도록 개발되었다. 먼저, 실시간 차량 정보 모니터링 및 실시간 운행 제어 정보를 제공하기 위한 프로세스가 개발되었다. 이를 통해 운행 중인 차량의 정보를 실시간으로 모니터링하고 운행 제어에 필요한 정보를 제공할 수 있다. 또한, 차량 내의 디스플레이 장치에는 뉴스, 날씨, 대기 등의 정보를 제공하기 위한 데이터 수집 인터페이스가 개발되었다. 이를 통해 승객들은 차량 내에서 다양한 유용한 정보를 확인할 수 있다. 차량 내의 장치 모니터링을 위한 상태 정보를 수집하는 인터페이스를 개발하였으며, 이를 통해 차량 내의 다양한 장치들의 상태를 모니터링하고 필요한 조치를 취할 수 있다. 실시간 배차 제어를 위해 기반 정보를 수집하는 수집 인터페이스도 개발하였다. 이를 통해 배차 제어에 필요한 정보를 실시간으로 수집하고 처리할 수 있다. 또한, 정류소 내의 인프라 장치의 상태 정보를 통합적으로 수집하는 통합 인터페이스가 개발되었으며, 이를 통해 정류소 내의 다양한 장치들의 상태를 종합적으로 파악하고 관리할 수 있다. 마지막으로, 차량별 운행상태와 앞·뒤차 차량정보, 전방 스테이션 상태 정보, 교차로 상황 및 신호 정보 등을 종합하여 운행 지시 정보를 제공하는 프로세스를 개발하였으며, 이를 통해 운행에 필요한 다양한 정보를 종합하여 운전자에게 정확한 운행 지시를 제공할 수 있다. 외부 연계와 내부 연계는 그림 9, 그림 10과 같고, 정보수집 연계 목록은 표 2와 같다.

표 2. 정보수집 연계 목록

Table 2. Information collection association list

Items	Contents	Linked Method
Traffic signal	Signal plan, Current information etc.	TIMS(socket)
Vehicle	Vehicle location & dispatch information etc.	TIMS(socket)
Station device 1	Fine dust reduction device control	TIMS(socket)
Station device 2	Thermal imaging camera control	TIMS(socket)
News	News information links	REST
Weather	Weather information links	REST
Air	Air pollution information links	REST
Route information	Bus route information links	REST
Route station information	Route station information links	REST
Traffic information	Route traffic information links	REST
Tagless device information	Tagless device information links	REST

3-6 통합 운영 시스템 구현

통합 운영 시스템은 차량의 운행을 위한 노선(노드, 링크, 정류소)을 생성하고 관리할 수 있게 프로그램을 개발하였으며, 동적 정보 수집 주기를 설정할 수 있는 기능을 구현하여 수집 정보의 정밀도를 향상시켰다. 또한, 승객에게 제공되는 음성, 영상, 행선지 안내기 등을 편성할 수 있는 프로그램을 개발하였고, 승객에게 전달되는 정보는 즉시 또는 예약된 날짜에 OBE(On-Board Equipment)로 전송되도록 예약 기능을 구현하였다. 차량, 차내 장치 및 시설물의 기초 정보를 등록하고 관리할 수 있는 프로그램을 개발하였다. 마지막으로, 차내 장치와 정류장의 장치 등을 모니터링 할 수 있는 모니터링 프로그램을 구현하였다. 통합 운영 시스템의 구현 화면은 그림 11과 같다.

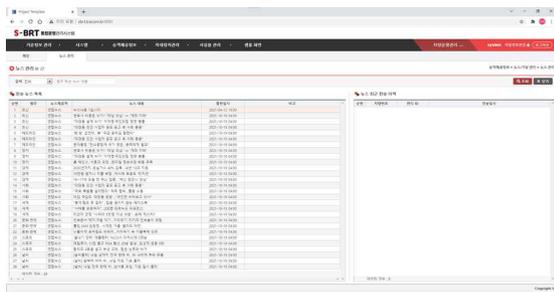


그림 9. 외부 연계
Fig. 9. External links

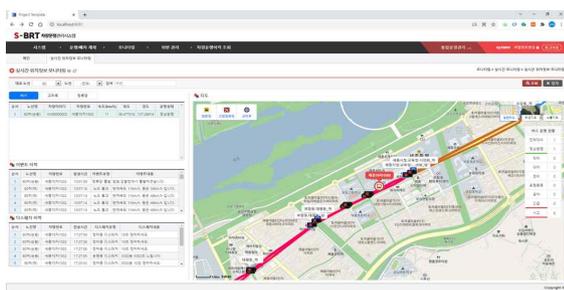


그림 10. 내부 연계
Fig. 10. Internal links

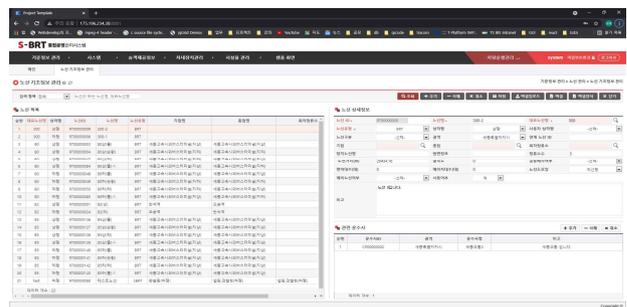


그림 11. 통합 운영 시스템 구현 화면
Fig. 11. Integrated operating system implementation screen

3-7 S-BRT 서비스 운영 플랫폼 고도화

기존 S-BRT 서비스 운영 플랫폼에서는 통합 운영 관리 시스템과 차량 운행관리 시스템이 단일 서버를 사용함으로써 인하여 메모리, 소켓 처리, CPU 처리량의 한계로 인하여 시스템의 안전성 및 성능 저하 발생하였고, In-memory DB에서 가공정보(운행계획, 노선 링크 정보 등) 관리하기 위하여 VIEW TABLE을 사용하였으나, VIEW TABLE의 잦은 IO로 인하여 성능 저하 발생하였다. 이를 해결하기 위하여 In-Memory DB의 VIEW TABLE 잦은 IO로 인하여 발생하는 성능 저하를 indexing 되는 데이터 TABLE로 변경하는 고도화 시행하였다. S-BRT 서비스 운영 플랫폼 고도화 구성도는 그림 12와 같다.

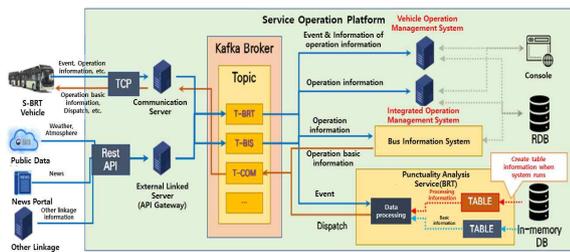


그림 12. S-BRT 서비스 운영 플랫폼 고도화 구성도
 Fig. 12. S-BRT service operation platform advancement schematic

3-8 S-BRT 시스템 성능 고도화

기존 S-BRT 차량 운행 관리 시스템은 데이터 퓨전시 기초 정보를 DB에서 조회함으로써 인하여 성능 저하가 발생하였다. 이는 이벤트 정보와 메모리에 적재된 기초 정보를 데이터 퓨전함으로써 DB IO를 최소화하여 처리 속도를 개선하였으며, 이벤트 정보를 통한 정시성 분석 로직 처리 소요 시간을 약 77% 성능 개선을 달성하였다. 또한, 정보 연계 시스템의 데이터 가공 서비스와 데이터 로깅 서비스를 분리하여 처리 속도를 개선 하였으며, 가공 서비스 수행에 필요한 기초 정보를 시스템 구동시 필요 데이터를 메모리 적재하여 DB IO를 최소화하였다. 이를 통해 S-BRT 차량 위치정보의 처리 로직 분리를 통하여 평균 전송 시간을 약 73% 성능 개선하였다. 가공 서비스 데이터 처리 결과 측정은 그림 13과 같고, 정보 연계 시스템 신호 연계 결과 측정은 표 3과 같다.

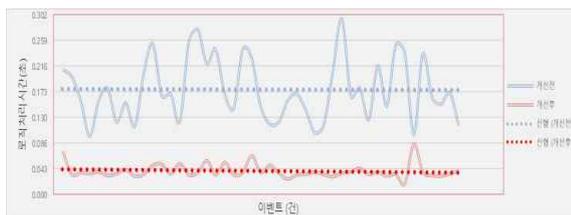


그림 13. 가공 서비스 데이터 처리 결과 측정
 Fig. 13. Measurement of processing service data processing results

표 3. 정보수집 연계 목록

Table 3. Information collection association list

Items	Location information transfer(No.)	Over 1000ms(No.)	Less than 1000ms(No.)	Average transfer time(ms)
Before	35,000	32,027	2,973	1,876
After	35,000	0	35,000	491

IV. 결론

본 연구에서 기존 BRT 시스템은 전용차선, 버스 정류장, 신호 제어 시스템 등 추가적인 인프라 구축이 필요하며, 차량 운영과 관리 및 노선 계획도 필요하다는 문제점이 있다. 본 연구에서는 기존 BRT 시스템에서 필요로 하는 추가적인 인프라 구축과 더불어 편리하고 빠른 도시철도 수준의 버스 서비스 제공을 위한 센터 기술 개발 및 실증 운영의 시스템을 제안하였다. 관리센터 운영 시스템의 아키텍처 설계는 서비스 레이어, 플랫폼 레이어, 하드웨어 레이어 3단계의 레이어로 아키텍처를 정의하였고, S-BRT 센터 시스템을 플랫폼 서비스, 저장소, 가공 서비스, WAS, 플랫폼 게이트웨이 등으로 구성하였으며, Micro Service Architecture에 기반 하여 설계 하였다. 또한, 차량 운행의 상황을 짧은 주기로 전송받아 S-BRT 차량 운전자의 운행을 관제하는 서비스 제공을 위해 S-BRT 서비스 운영 플랫폼을 구현하였으며, S-BRT 정시성 확보를 위한 핵심기능인 차량 운전자 관제를 위한 Dispatch 기능이 효과적으로 동작하고 운영하기 위한 시스템 구성 및 UI를 구현하여 운행 관리 시스템으로 구현하였다. 또한, 외부 시스템 및 내부장치 등과 정보 송수신을 위해 S-BRT 정보 연계 시스템을 구현하였고, 노선관리 및 모니터링을 위한 통합 운영 시스템을 구현하였다. 또한, 기존 가공 서비스 데이터 처리 시스템의 고도화를 위하여 시스템 구동 시 기초 정보를 메모리 적재를 데이터 퓨전 함으로써 DB IO를 최소화하여 처리 속도를 개선하였다. 이를 통해 Dispatch 생성시간을 약 77% 성능 개선을 이루었다. 또한, 정보연계 시스템의 고도화를 통하여 신호연계 결과 시간을 약 73% 성능 개선을 이루었다. 본 연구의 시스템을 통하여 도시의 교통체증을 완화하고 대기오염 감소와 대중교통 이용률을 높일 수 있는 기존 대비 향상된 효과의 시스템이 될 것이라 기대 된다. 추후 연구로는 다양한 도로 환경 및 교통 신호 환경에서 S-BRT 시스템의 객관적인 성능 확보를 위한 성능 지표와 측정 방법을 도출하고 분석 항목들을 시각적으로 다양하게 표현 할 수 있는 통계 프로그램의 고도화를 진행할 예정이다.

감사의 글

본 연구는 2020년도 국토과학기술진흥원의 지원에 의하여 이루어진 연구로서, 관계진흥원에 감사드립니다.

참고문헌

[1] M. J. Kim, Y. H. Han, and Y. C. Kim, "Control Strategy of Transit Signal Priority by S-BRT Driveway," *Journal of the Korean ITS Society*, Vol. 21, No. 5, pp. 78-89, 2022. <https://doi.org/10.12815/kits.2022.21.5.78>

[2] C. S. Lim and Y. W. Choi, "A Study on the Introduction of Bus Priority Signal Using Deep Learning in BRT Section," *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, Vol. 40, No. 1, pp. 59-67, 2020. <https://doi.org/10.12652/Ksce.2020.40.1.0059>

[3] M. J. Kim, Y. H. Han, and Y. C. Kim, "Analysis of Bus Signal Priority Effect by BRT Stop Types: Focusing on Hannuri-daero, Sejong," *Journal of the Korean ITS Society*, Vol. 20, No. 3, pp. 20-33, 2021. <https://doi.org/10.12815/kits.2021.20.3.20>

[4] J. H. Lee, "A Study on the Legal Improvement for Autonomous Vehicle Testing on BRT Roads," *Hannam Journal of Law & Technology*, Vol. 26, No. 3, pp. 169-202, 2020. <http://doi.org/10.32430/ilst.2020.26.3.169>

[5] T. S. Yoon and Y. S. Park, "Establishment and Effectiveness Analysis of Emergency Vehicle Priority Signal Control System in Smart City and Directions for ISMS-P Technical Control Item Improvement," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, Vol. 25, No. 9, pp. 1166-1175, 2021. <http://doi.org/10.6109/jkiice.2021.25.9.1166>

[6] E. J. Ko, J. H. Cho, and J. Y. Lee, "A Study on Improving Operational Criteria of Preemption/Priority Signal Control for Emergency Vehicles," *Korean Transportation Society*, Vol. 39, No. 3, pp. 299-311, June 2021. <https://doi.org/10.7470/jkst.2021.39.3.29>

[7] J. K. Bae, "A Study on the Establishment of Enterprise Security Management System Based on Artificial Intelligence and Big Data Analysis," *Logos Management Review*, Vol. 18, No. 1, pp. 151-166, 2020. <https://doi.org/10.22724/LMR.2020.18.1.9>

김윤철(Yun-Chul Kim)



2012년 : 아주대학교 교통ITS대학원 (공학석사)
 2022년 : 한국공학대학교 대학원 박사과정

2010년~2018년: (주)비즈니스 상무
 2019년~2020년: (주)데일리블록체인 상무
 2020년~현 재: (주)트라콤 상무
 2022년~현 재: 한국공학대학교 컴퓨터공학과 박사과정
 ※ 관심분야 : 정보시스템(Information Communication System), 지능형교통정보시스템(ITS), Smart City, 사물인터넷(IoT) 등

홍주형(Joo-Hyung Hong)



1993년 : 건국대학교 대학원 (이학석사)

2004년~현 재: (주)트라콤 대표이사
 ※ 관심분야 : 지능형 교통정보시스템(ITS), 지리정보시스템(GIS), 데이터베이스(Database) 등

김영곤(Young-Gon Kim)



1985년 : 연세대학교 대학원 (공학석사)
 2000년 : 한국과학기술원(KAIST) 대학원 (공학박사)

1985년~2007년: (주) KT
 1997년~2000년: KAIST 인공지능연구센터 연구원
 2007년~현 재: 한국공학대학교 컴퓨터공학과 교수
 ※ 관심분야 : 소프트웨어공학(Software Engineering), 정보시스템(Information Communication System), 객체지향분석 설계(Object-Oriented Analysis and Design) 등