

## IoT 기반 지게차 실시간 모니터링 시스템 개발

임재윤<sup>1</sup> · 한승우<sup>2\*</sup> · 장경열<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>제주대학교 통신공학과 교수

<sup>2</sup>(주)인피니트랜스알파 회장

<sup>3</sup>(주)인피니트랜스알파 연구소장

## IoT Based Forklift Realtime Monitoring System Development

Jea-yun Lim<sup>1</sup> · Seung-woo Han<sup>2\*</sup> · Kyoung-yeol Jang<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Professor, Department of Telecommunication, Jeju National University, Jeju, Korea

<sup>2</sup>President, InfitransAlpha Co.Ltd, Incheon, Korea

<sup>3</sup>Research director, InfitransAlpha Co.Ltd, Incheon, Korea

### [요 약]

본 논문은 지게차의 실시간 제어 및 모니터링 시스템 구현을 위해 TECU를 설계 제작하였다. TECU로 부터의 지게차관련 주요 정보에 대한 CAN 통신 프로토콜을 정의 하였으며, 이를 기반으로 CAN 수신모듈 및 블루투스 4.0 기반의 송신모듈을 제작 하여 자체 제작된 지게차에 착용하여 운행하였다. CAN수신 모듈로부터 수집된 지게차의 주요 정보를 종합 분석하여 실시간 수신 기능을 구현하였다. 안드로이드 기반의 IECU 제작 하고 이를 지게차에 탑재 하여 그 기능을 검증하였다. 지게차의 주요 운행정보를 서버에 실시간 저장한 후 인터넷 및 모바일기기를 통한 통합 모니터링 시스템을 구현하였다. 다만 변속 동력전달장치 와 TECU, IECU를 통해서 지게차가 제어됨으로써 기존의 지게차에 비해 평균 30% 전후의 연료절감 효과를 가져오게 되었다.

### [Abstract]

This paper proposed Forklift realtime monitoring system based on IoT which include TECU, CAN receiving and Bluetooth 4.0 transmission modules. Realtime Forklift operating conditions can be analysed by CAN received informations. By developing android-based IECU and adopting it to Forklift, Various Forklift operating functions has been verified. Forklift's realtime operating informations has been saved on remote system server and analysed using Internet, mobile devices. By controlling using multi-level transmission, TECU and IECU, we can achieve average 30% fuel saving effects.

색인어 : 사물인터넷, 블루투스4.0, 지게차, 실시간 모니터링, CAN통신

Key word : IoT, Bluetooth 4.0, Forklift, Real-time Monitoring, CAN Communication

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2020.21.1.237>



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 November 2019; Revised 10 December 2019

Accepted 23 January 2020

Corresponding Author; Jea-yun Lim

Tel: +82-64-754-3635

E-mail: [jylim@jejunu.ac.kr](mailto:jylim@jejunu.ac.kr)

## I. 서론

지게차(Forklift)는 저속운행으로 물건을 운반하기 위한 목적으로 사용되며, 운행특성상 많은 위험을 내포하고 있어, 이를 실시간으로 모니터링하고 제어할 필요가 있다. 이를 위해 지게차의 각종 기능을 모니터링하고 제어할 수 있는 고기능의 TECU(Transmission Electronic Control Unit)가 필요하고, 이를 기반으로 한 실시간 제어를 수행할 필요가 있다[1]-[3]. CAN(Controller Area Network)통신은 1985년 Bosch사에서 차량 네트워크용으로 최초로 개발되었다. 과거에 자동차 제조업체들은 포인트 투 포인트 와이어링 시스템을 사용하여 차량 내 전자장치를 연결하였다. 그러나 더욱 더 많은 전자장치를 차량 내에 탑재하게 됨에 따라, 배선 장치(wire harnesses)는 공간을 많이 차지할 뿐 아니라 무게가 많이 나가며 비용이 많이 들게 되었다. 이에 업체들은 전용 와이어링을 사용함으로써 배선 비용, 복잡성 그리고 무게를 경감시킬 수 있었다[4]-[6].

최근 지게차에 IoT(Internet of Things) 개념을 적용하여 지게차의 안정성을 도모하기 위한 장치를 추가하고, 운행 결과를 모니터링 하기 위한 다양한 방법들이 시도되고 있다[7]-[11]. 현재 일반적으로 지게차에 적용되는 IoT시스템은 단순히 지게차에 센서를 부착하여 사용자의 업무 및 창고 관리 모니터링을 하거나, 지게차 후미에 사람이 있을 경우 경고하는 알림 기능등 기초적인 제어 및 모니터링 기능을 가지고 있다[12][13].

본 논문에 기술되는 IoT 시스템은 지게차에 장착되는 동력 전달장치에 자동제어장치와 IoT를 융합시켜 지게차 및 부품에 대한 정보(성능상태, 부품교체주기, 고장진단 등)를 모니터링 하고, 운전자 행동에 따라 지게차를 제어하여 자동으로 멈추게 하는 등 능동형 IoT 시스템을 제안한다.

본 논문은 지게차의 주요 특징 및 이를 개선하기 위한 방안에 대해 기술 한 후, 이러한 기능들을 구현하기 위한 TECU를 제작하였으며, 이를 기반으로 CAN 통신을 통해 지게차의 주요 정보를 수신한 후 이를 실시간 데이터베이스화 한 후, 차량내부 모니터링 및 원격에서의 모니터링을 수행하기 위한 주요 기능 및 시스템에 대해 기술한다.

## II. 주요기능 및 시스템 구성도

그림 1은 본 논문에 적용된 지게차의 정보 공유 시스템을 개략화 하여 표현한 것이다.

TECU는 동력전달장치와 차량에 연결된 센서, 변속레버, 스위치, 페달의 정보 등을 통합적으로 판단하고 동력전달장치를 최적제어하여 안전하고 연료 소모가 적게 운행하게 한다. TECU는 입력된 동력전달장치와 차량의 상태 정보를 제어알고리즘을 통해 동력전달장치를 제어하고 상태정보를 출력한다. 이를 CAN을 통하여 IECU(Information Electronic Control Unit)로 관련 정보를 전달하면 이를 사용자나 관리자가 파악할 수 있게 실시간으로 관련 정보를 저장하고 볼 수 있다.

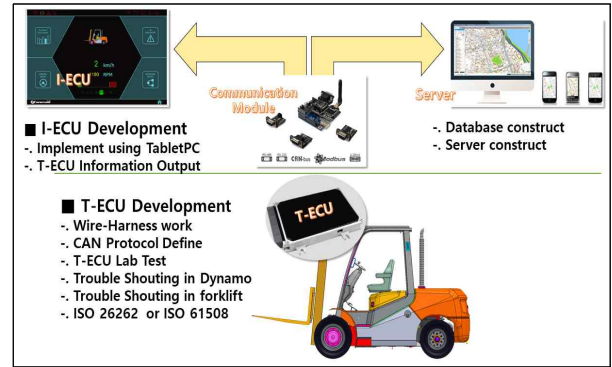


그림 1. 지게차의 정보 공유 시스템 개략도  
Fig. 1. Forklift Information Sharing System Structure

그림 2는 전체 모니터링 시스템 구성도 및 TECU로부터 전송된 정보를 CAN을 통해 데이터 수집, IECU를 통한 모니터링, 관련 정보의 외부서버 저장 및 인터넷을 통한 실시간 모니터링 등 종합적인 시스템 동작과정을 나타내었다. 스마트지게차에 대한 TECU에 기반 한 차량정보 및 차량운행정보 등은 효율적인 보관 및 관리를 위해 내·외부에 데이터베이스 형태로 실시간 저장된다. 개별차량에 대해서는 TECU로 부터의 차량정보를 실시간으로 저장하기 위해 내부 데이터베이스를 활용하여 저장하며, 필요시 이를 가공하여 외부의 종합 데이터베이스에 전송하여 관리자로 하여금 종합적인 차량 운행관련 모니터링 및 관제를 수행할 수 있도록 설계하였다. 이 두 데이터베이스간에는 실시간 또는 가공된 형태의 차량정보를 교환할 수 있도록 설계하였으며 외부에서는 모바일기기 또는 인터넷상에서 외부 데이터베이스에 연결하여 관련정보를 모니터링 할 수 있도록 구성하였다. 차량내부에서는 모바일기기에 내장되어 있는 SQLite DB를 사용하여 파일 형태로 저장하며, 외부에서는 공공기관이 운영하는 웹서버에 저장하여 활용할 수 있도록 설계하였다.

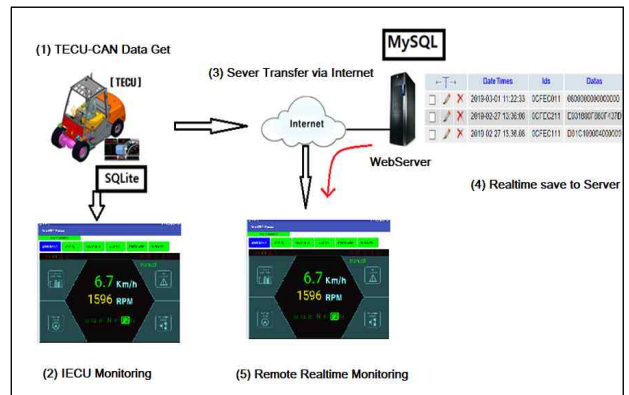


그림 2. 전체 모니터링 시스템 동작과정  
Fig. 2. Total Monitoring System Operating Process

TECU를 비롯한 지게차에서 생성되는 각종 정보를 실시간으로 저장하고, 필요시 재생하며, 수행되는 결과에 대한 다양한

정보를 제공함을 목적으로 한다. 이중 일부 정보는 가공하여 외부 종합 DB에 저장한다. 일반차량의 블랙박스의 기능을 수행하며 날짜별로 별도 DB로 저장한다. 모바일기기 자체내에 생성된 자료를 MySQL로 변환하여 파일 형태로 저장한 후, 이를 MySQL에서 import 하여 자체 데이터베이스로 구축하도록 설계하였다

그림 3은 1개 이상의 지게차에 대한 정보를 실시간으로 서버에 저장하고 이를 하나의 모니터상에서 구현할 수 있도록 한 예를 보여주고 있으며 모바일기기의 크기에 따라 최대 6개까지를 동시에 표시할 수 있도록 구현하였다. 동시 구현되는 정보들은 0.1초 간격으로 재구성할 수 있도록 설계하였으며, 외부 서버를 거쳐 수신되는 정보들의 최대 지연시간은 0.5초 이내임을 확인하여 지게차 운행에 관련한 실시간 모니터링이 가능함을 보였다.

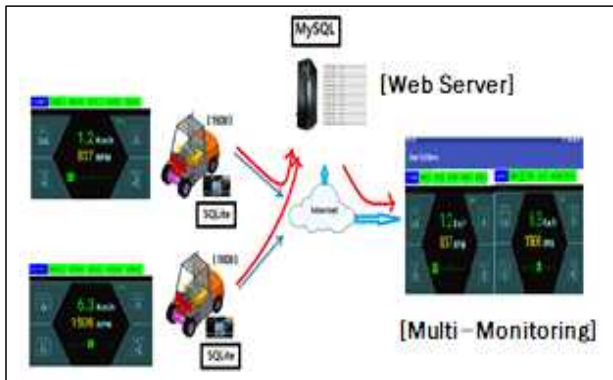


그림 3. 지게차 다중 모니터링 시스템  
Fig. 3. Forklift Multi-monitoring System

### III. TECU 및 CAN 통신 프로토콜

TECU는 동력전달장치와 지게차에 연결된 다양한 센서들, 변속레버, 스위치, 페달등에 대한 실시간 정보를 통합적으로 판단하고 동력전달장치를 최적제어할 수 있도록 설계하였으며, 동시에 안전하고 연료가 적게 소모될 수 있도록 제작되었다. TECU는 입력된 동력전달장치와 차량의 상태 정보를 제어알고리즘을 통해 동력전달장치를 제어하고 상태정보를 출력하며, 그림 4는 TECU와 관련된 외부 전장에 대한 구성도를 표현한 것이다.

TECU를 기반으로 실제 지게차에 탑재한 후, 측정 및 제어되는 각종 정보들을 CAN 수신 모듈 및 블루투스통신을 통하여 모바일 기기로 전송한 후 모바일기기에서의 모니터링 및 제어, 각종 통계처리등의 기능에 대해서 기술한다. 표 1.은 본 논문에서 정의한 지게차의 CAN 통신 프로토콜에 대한 형식 및 주요 내용을 표시하였으며, 이에 기반하여 지게차의 주요 기능 및 제어상태를 모니터링 할 수 있도록 제작하였다.

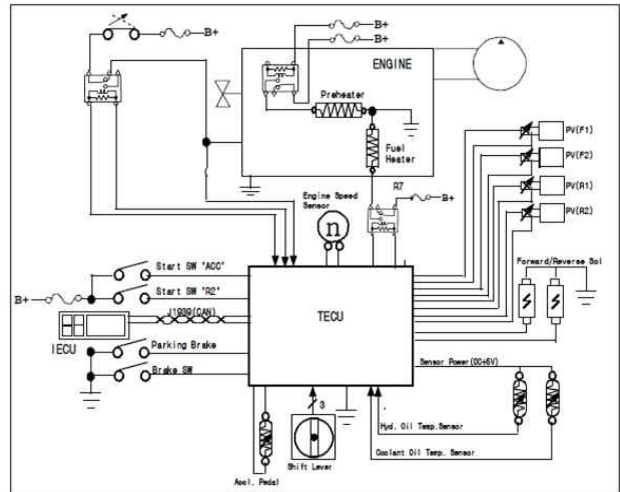


그림 4. TECU 외부전장 구성도  
Fig. 4. TECU External Wiring Block Diagram

표 1. CAN 프로토콜 형식 및 내용  
Table 1. CAN Protocol Types & Contents

Types	Total Length			Contents
UID1	0C FE C0 11	8	8 Bytes	Shift State
UID2	0C FE C1 11	8	8 Bytes	Sensor State
UID3	0C FE C2 11	8	8 Bytes	Sensor Value
UID4	0C FE C3 11	8	8 Bytes	Pedal State

각 형식에 대한 주요 정보 구성내용은 다음과 같다. 각 패킷은 헤더 포함 총 13 바이트로 구성되었으며 주요 센서들의 제어 및 상태를 모니터링 할 수 있도록 설계하였다. 수신되는 패킷의 종류는 총 4가지 UID(User Information Data)로 정의하였다. 우선 UID1은 기어의 상태, 변속상태, Break 및 출발상태 여부를 감지할수 있는 총 9 바이트로 구성되며 4바이트는 향후 기능 확장용으로 설계하였다. UID2는 TECU와 연결된 각종 주요 센서들을 감지하고 이를 제어하기 위한 기능으로서 총 12바이트로 구성되며 1바이트는 확장용으로 설계하였다. 이중 7바이트는 출발조건, 사용자 입력제어, TECU 밸브, TECU 오일, 내부 오유 및 밸브 오유 상태들을 나타낼 수 있도록 구성하였으며 해당 바이트는 각 비트별로 상태에 따른 제어 및 모니터링을 수행할 수 있도록 설계하였으며 각 바이트단위로 세부 기능들을 모니터링 할 수 있도록 제작하였다. UID3는 트랜스미션 속도, 휠속도 및 압력센서들의 상태를 출력할수 있는 총 13바이트로 구성하였다. UID4는 엑셀페달, 브레이크페달 및 인칭페달에

대한 상태값을 나타내는 8바이트로 구성되며 5바이트는 확장형으로 설계하였다. 이러한 기능들은 향후 지게차의 기능이 확대됨에 따라 지속적으로 보완될 예정이며 TECU의 기능이 업그레이드 될 때마다 수정될 예정이다.

이렇게 정의된 CAN 정보는 0.1 초 단위로 실시간 송·수신되어 관련 정보들은 시스템 서버의 데이터베이스에 저장되며, MySQL내에 저장된 CAN 수신정보를 원격에서 수신할 수 있도록 PHP(Hypertext Preprocessor)로 프로그래밍하여 PC기반 인터넷 및 안드로이드 기반의 모바일기기상에서 확인할 수 있도록 구성하였다. 그림 5는 표 1에서 정의되어 실시간으로 저장되는 CAN 정보를 패킷 형태로 인터넷상에서 모니터링 한 예이다.

Date	ID	Datas
2019-02-07 16:27:45	0CFEC011	0A00000000000000
2019-02-07 16:27:45	0CFEC211	0000000000000000
2019-02-07 16:27:45	0CFEC111	181A001004000000
2019-02-07 16:27:45	0CFEC211	0000000000000000
2019-02-07 16:27:45	0CFEC211	0000000000000000
2019-02-07 16:27:45	0CFEC211	0000000000000000
2019-02-07 16:27:45	0CFEC111	181A001004000000
2019-02-07 16:27:46	0CFEC211	0000000000000000
2019-02-07 16:27:46	0CFEC211	0000000000000000
2019-02-07 16:27:46	0CFEC011	0A00000000000000
2019-02-07 16:27:46	0CFEC011	0A00000000000000
2019-02-07 16:27:46	0CFEC111	181A001004000000
2019-02-07 16:27:46	0CFEC011	0A00000000000000
2019-02-07 16:27:46	0CFEC111	181A001004000000
2019-02-07 16:27:46	0CFEC011	0A00000000000000

그림 5. 실시간 모니터링 데이터베이스 모니터링 예  
**Fig. 5. Realtime monitoring Database monitoring Example.**

확장형 모드로 수신되며 수신된 패킷들로부터 4가지 형태의 패킷으로 분리한 후 각 패킷에 적합하게 디코딩 하여 해당기능을 모바일 상에서 구현한다. 수신된 패킷은 ASCII(American Standard Code for Information Interchange) 형태를 갖는 8bit(1byte) 단위로 구성되며 처음 4바이트에 대해 수신된 패킷을 기반으로 세부적인 동작 및 상태에 대한 정보를 분석하여 제어 및 모니터링을 수행한다. 그림 6은 수신된 패킷으로부터 4가지 형태로 분리하여 각 기능을 처리하는 프로그램 예이다.

이렇게 정의되어 저장된 각종 정보들은 실시간으로 수신되어 각 기능별로 상세히 확인하여 그 결과를 IECU 상에서 실시간 모니터링 할 수 있도록 설계하였으며, 필요에 따라 지게차의 각종 운행 상태를 제어할 수 있도록 제작하였다.

```

void ParsingPackets( String RecivePackets )
{
    char inchh, incl;

    inchh = ReceivePackets.charAt(4);
    incl = ReceivePackets.charAt(5);

    if( inchh == 'C')
    {
        if( incl == '0')
            UID1Parsing();
        else if( incl == '1')
            UID2Parsing();
        else if( incl == '2')
            UID3Parsing();
        else if( incl == '3')
            UID4Parsing();
    }
}
    
```

그림 6. CAN 정보 수신 및 분석 예  
**Fig. 6. CAN Information Receive & Analysis Example.**

그림 7. 은 지게차의 운행에 따른 속도, RPM 및 기어의 상태를 실시간으로 모니터링 한 예이다.



그림 7. CAN를 통한 지게차 속도, RPM 및 기어상태 표시  
**Fig. 7. CAN based Forklift Speed, RPM & Gear State**

4종류의 CAN 통신 정보들은 다시 세부적인 상세 제어 및 모니터링 정보로 구분되며, 각 정보에 따라 지게차의 주요 기능에 대한 제어기능 및 IECU에 관련 정보들을 실시간으로 전송하여 차량의 주요 상태를 모니터링 할 수 있도록 설계하였다. 표 2는 이러한 세부 프로토콜의 한 예로서 UID2로부터 수신된 패킷 중 지게차의 브레이크 상태 및 출발모드에 대한 각 비트별 정의를 나타낸 것이다.



표 2. CAN 통신에 근거한 브레이크 및 출발 모드

Table 2. CAN based Braking &amp; Starting Mode

BIT	Description	State
Bit 7	Clutch Braking	0b : OFF 1b : ON
Bit 6	Service Braking	0b : OFF 1b : ON
Bit 5	Inching Braking	0b : OFF 1b : ON
Bit 4	Parking Braking	0b : OFF 1b : ON
Bit 3	TECU Parking Braking	0b : OFF 1b : ON
Bit 2	Clutch Brake Starting	0b : OFF 1b : ON
Bit 1	Normal Starting	0b : OFF 1b : ON
Bit 0	Inching Mode	0b : OFF 1b : ON

다음 그림 8.은 수신된 CAN 패킷을 분석하여 지게차의 오류를 검출해 내는 하나의 예를 보인 것이다. 동일한 방식으로 각 패킷에 대한 상태들을 개별적으로 수신하여 IECU 상태에서 표출될 수 있도록 제작하였으며 이러한 정보들을 실시간으로 저장하여 지게차 운행에 대한 각종 통계자료로 활용되며 이를 기반으로 보다 안전하고 효율적인 차량운행 정보에 대한 서비스를 확대해 나갈 예정이다.

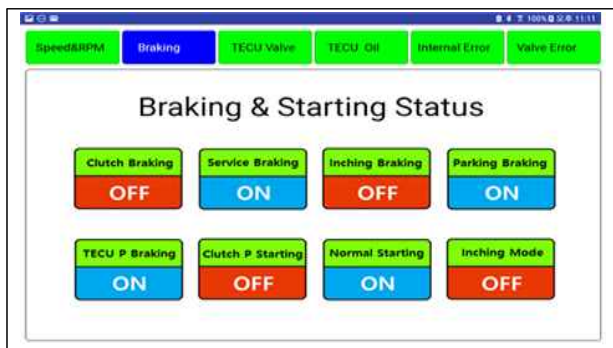


그림 8. CAN을 통한 차량내부 오류상태 검사

Fig. 8. CAN based Forklift internal error state check

#### IV. 지게차 실시간 모니터링 시스템

TECU로부터 CAN 패킷을 수신한후 이를 1차 가공하여 BT(Bluetooth) 모듈을 통해 모바일기기 ( 휴대폰 또는 갤럭시 등 ) 로 전송하여 지게차의 각종 상태를 실시간으로 모니터링 하고, 필요시 모바일 기기로부터 명령을 받아 TECU로 관련 명령어를 전송하는 역할을 한다. CAN 모듈을 MCP2515를 사용하였으며, 전체 제어모듈은 사용의 편의성 및 가격등을 고려하여 아두이노를 사용하였다. BT 모듈은 사용의 편의성 및 가격등을 고려하여 BT4.0 기반의 블루투스 모듈을 사용하여 구성하였다.

TECU로부터의 차량관련 정보는 CAN 패킷으로 구현되어 전송되며, CAN 모듈을 통해 수신하여 블루투스 모듈로서 전송된다.

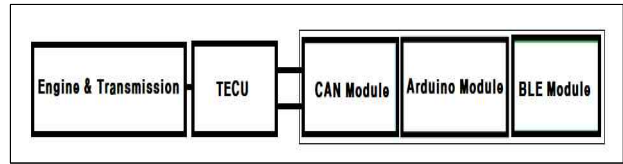


그림 9. TECU와 CAN모듈, BT모듈 연결도

Fig. 9. TECU, CAN Module &amp; BT Module

모바일로 전송되는 패킷은 일단 ASCII 코드 형식으로 전송되며, 이를 분석하여 해당 기능에 적합하도록 모바일기기(갤럭시 및 휴대폰) 상에서 구현된다.

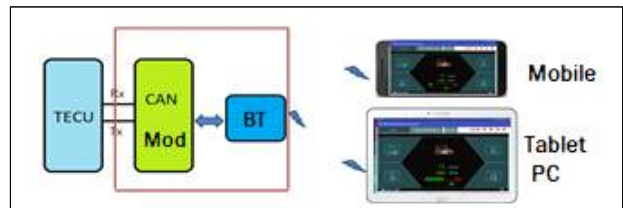


그림 10. TECU 로부터 모바일기기로의 정보전송

Fig. 10. Information Transfer from TECU to Mobile device

실제 TECU 및 기타 센서들로부터 수집된 정보를 기반으로 한 모니터링 시스템을 제작하기에 앞서 이에 필요한 주요 기능 및 관련 프로그램을 구현하기 위해 시뮬레이터를 제작하였으며 이를 기반으로 실제 차량에 부착하여 실시간 모니터링 시스템을 제작하였다.

지게차 운행에 필요한 각종 기능을 정의하고 실제 운행시 수집되는 자료를 정의하며 이를 기반으로 PC, 안드로이드기반의 모바일 기기를 통해 운행사항을 실시간으로 모니터링하는 시스템을 구축하였다. 차량운행 시 주요정보를 데이터베이스화 하고 이를 종합적으로 분석하여 차량주에게 다양한 형태의 정보를 제공하고, TECU와 연동하여 강제속도 제어 또는 비상시 브레이크 작동 등 주요 기능에 대한 제어를 가능하게 하는 시스템을 구현하였다.

이를 위해 우선 지게차 운행정보를 구성하여 관련 모니터링 시스템을 구축하고 이를 TECU와의 연동을 통해 실제정보가 수신되면 상황에 맞도록 재구성하도록 유연성 있게 구축하였다. 개별 지게차에서 서버로 전송된 정보를 기반으로 최대 6대의 지게차를 실시간 모니터링하는 예를 나타낸 것이다. 운행중인 각각의 지게차에 대한 실시간 운행정보를 동시에 모니터링 가능하며, 실제 작업현장에서의 운행 상황을 모니터링 할수 있도록 구성하였다. 그림11은 6대의 지게차 각각의 현재 속도, RPM, 그리고 기어 상태 등을 한눈에 표시해주는 메인화면이다. 좌측상단부터 오른쪽 순서대로 1번~6번의 지게차상태를 나타낸다. 지게차 그림을 선택하거나 우측상단의 작은 지게차 모형을 선택하면 해당 지게차의 세부정보를 표시할 수 있도록 구성하였다.



그림 11. 상태기반 통합 모니터링 시스템  
**Fig. 11.** State-based Total Monitoring System

사전에 실제 창고 등 작업장소에 대한 자료를 입력하여 두면 이를 기반으로 현재 지게차의 운행상태를 모니터링 할 수 있도록 제작하였다. 그림 12는 회사내 작업창고에 대한 상황을 모델화하여, 실제 지게차의 이동 상황을 시각적으로 자세하게 볼 수 있도록 제작된 화면이다. 왼쪽은 상품창고이며 오른쪽은 해당 상품을 적재하는 곳이다. 우측상단을 보면 작은 지게차모형이 나타나는데 순서대로 1번~6번 차량을 표시한다. 지게차모형을 선택하면 해당 지게차의 수행상황을 기기화면에서 표출하거나 사라지게 할 수 있도록 구성하였다. 이동하는 지게차에게는 정해진 번호를 갖고 운행하는 모습을 표출함으로써 해당 지게차의 운행 현황을 실시간으로 모니터링 가능하도록 설계하였다. 화면에서의 지게차는 창고에 들어가면 짐을 들고 나오는 모양이 되고, 적재 장소에 도착하면 짐을 싣고 나서는 모습으로 바뀌도록 함으로써 실제 상황과 동일하게 구성하였다. Slope는 기울기를 지면의 기울기를 나타내며 실제 지게차가 그 각도로 기울도록 표시함으로써 실제 경로상에서의 구동 상태를 표현하였다.



그림 12. 위치기반 통합 모니터링 시스템  
**Fig.12.** Position-based Total Monitoring System

다단 변속 동력전달장치와 TECU, IECU를 통해서 지게차가 제어됨으로써 연료절감 효과를 가져오게 되는데 이에 대한 비교 데이터는 표 3과 같다. 동급의 지게차를 가지고 비교를 하였으며, 비교군 1과 2는 현재 상용으로 사용되고 있는 지게차이고 I社 지게차에는 본 논문에서 제시한 새로운 다단변속의 동력전달장치와 TECU, IECU를 장착한 지게차의 시험결과이다. 시험 방법은 동일한 작업 구간에 작업시간을 비슷하게 반복 주행하여 연료 사용량을 측정하였다. 시험한 결과 대조군 1은 약 42.2%, 대조군 2는 약 19.3%의 연료 절감되는 것으로 확인 되었으며, 지속적인 시험 결과 평균 30% 전후의 연료절감 효과를 확인할 수 있었다.

표 3. 연료 절감 비교 시험

**Table 3.** Fuel Saving Comparison Test

1. Compare 1 : A社 model1 - 3.0 ton tubo

No.	weight	time(sec.)	Fuel consumption(cc)
1	3 ton Laden	597	521.73
2	3 ton Laden	598	510.23
3	3 ton Laden	607	530.93
4	3 ton Laden	608	487.90
5	3 ton Laden	597	510.15
AVERAGE		601.4	512.19

2. Compare 2 : A社 model2 - 3.0 ton

No.	weight	time(sec.)	cc.
1	3 ton Laden	546	433.15
2	3 ton Laden	579	430.20
3	3 ton Laden	578	435.95
4	3 ton Laden	588	425.53
5	3 ton Laden	612	423.73
AVERAGE		580.6	429.71

3. I社 - 3.0 ton

No.	weight	time(sec.)	cc.
1	3 ton Laden	591	383.20
2	3 ton Laden	604	364.85
3	3 ton Laden	601	358.18
4	3 ton Laden	597	344.05
5	3 ton Laden	607	350.90
AVERAGE		600	360.24

V. 결 론

본 논문은 지게차의 주요 기능에 대한 기능을 정의하고 이에 적합한 지게차의 트랜스미션을 자체 제작하였으며, 이를 수행하기 위한 TECU를 설계하였다. 이에 대한 주요기능을 수행하기 위한 CAN통신 프로토콜을 제시하여 이를 통해 모바일기기로 실시간 전송 및 모니터링 하기 위한 시스템을 제작하였다. 본 시스템을 통해 지게차의 주요 기능들을 실시간으로 제어 및 모니터링 가능하게 하였으며, 이러한 주요 정보들은 시스템 서버에 데이터베이스화 하여, 지게차의 주요 기능들을 원격에서도 실시간으로 모니터링할 수 있도록 제작하여 실제 운행사

항과 동일한 기능을 모니터링 할수 있도록 제작하였다. 다만 변속 동력전달장치와 TECU, IECU를 통해서 지게차가 제어됨으로써 기존의 지게차에 비해 평균 30% 전후의 연료절감 효과를 가져오게 되었다. IoT 개념을 도입하여 지게차의 주요 기능들에 대한 실시간 제어 및 모니터링을 통해 사고의 위험을 최소화 할수 있도록 제작 하였다.

향후 연구방향으로는 TECU의 기능을 지속적으로 보완하고, 현 시스템과 연동한 전기 지게차를 제작하여 동일한 기능을 확대 적용하고자 하며, 이를 기반으로 무인 지게차운행에 필요한 기능들을 추가 보완할 계획이다.

## 참고문헌

- [1] C.S. Oh, M.S. Seo, J.H. Lee, S.H. Kim, Y.D. Kim, H.J. Park, "Indoor Air Quality Monitoring Systems in the IoT Environment", *J. of KICS*, Vol.40, No.5, , pp. 886-891, May, 2015.
- [2] J.H. Lee, S.H. Kim, C.S. Oh, M.S. Seo, Y.D. Kim, H.J. Park, "Implementation of Smart Multi-tap System based on Zigbee Communication", *J. of KICS*, Vol.39C, No.10, , pp. 930-936, Oct., 2014.
- [3] S.H. Lee, S.Y. Jeong, S.J. Kang, W. J. Lee, "Design and Implementation of IoT Chatting Service Based on Indoor Location", *J. of KICS*, Vol.39C, No.10, , pp. 920-929, Oct., 2014.
- [4] A. A. Chandra, J. S. Back, S.R. Lee, "Internet-of-Things Based Approach for Monitoring Pharmaceutical Cold Chain", *J. of KICS*, Vol.39C, No.9, , pp. 828-840, Sept., 2014.
- [5] G.T Oh, I.H Park, S.Y Lee, I.P Cho, J.J Ko, "Development of AVN application Software to service vehicle information based on Android", *Conf. of IEIE*, pp.1040-1042, June, 2017
- [6] B.J Kim, D.H Han, Y.J Baek. "Design and Implementation of Filtering-Based Automatic Extraction System for Real-Time Monitoring of Vehicle Information", *J. of KICS*, No 9, pp.1778-1787, Sept., 2019
- [7] Gubbia J., Buyyab R., Marusica S., Palaniswamia M., "Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions", *Future Generation Computer Systems*, Volume 29, Issue 7, Sept. 2013, Pages 1645–1660.
- [8] P.P. Ray, A survey on Internet of Things architectures, *Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences*, 2016.
- [9] V. Sandeep, K.L. Gopal, S. Naveen, A. Amudhan, L.S. Kumar, "Globally accessible machine automation using Raspberry pi based on Internet of Things", *Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI), Int'l Conf.*, pp. 1144-1147, 10-13 Aug. 2015.
- [10] S.I.Na, H.J.Kim, "Design of Anomaly Detection System Based on Big Data in Internet of Things", *Journal of Digital Contents Society(JDCS)*, 19(2), p377-383, Feb., 2018.
- [11] J.H. Han, J.H. Kim, J.H. Bae, S.H. Bak, "Design and Implementation of IoT and Non-IoT Modules for Smart Factory", *Journal of Digital Contents Society(JDCS)*, 19(12), pp.2447-2452, Dec., 2018.
- [12] N. Agrawal, S. Singhal, "Smart drip irrigation system using raspberry pi and arduino", *Computing, Communication & Automation (ICCCA), 2015 Int'l Conf.*, pp. 928-932, 15-16 May 2015.
- [13] M. Ammar, G. Russello, and B. Crispo, "Internet of Things: A survey on the security of IoT frameworks," *J. Inf. Security Appl.*, vol. 38, pp. 8–27, Feb. 2018.



**임재윤(Jea-yun Lim)**

1981년 2월 : 한양대학교 전자공학과 공학사  
1983년 2월 : 한양대학교 전자공학과 공학석사  
1990년 2월 : 한양대학교 전자공학과 공학박사

1988년 4월 ~ 현재 : 제주대학교 통신공학과 교수  
※관심분야 : 임베디드 시스템, SoC, 사물인터넷 등



**한승우(Seung-woo Han)**

1979.03-1986.04 쌍용자동차  
1986.05-1996.10 삼성중공업 기술연구소 수석연구원  
1997.01-1999.12 이태리 CARRARO 한국생산기반구축  
2000.01-2006.03 INTERPOTRA 대표  
2006.04-2012.03 ㈜우영유압 합병 부사장

2012년 2월~현재 : 인피니트랜스알파 회장  
※관심분야 : IoT, 트랜스미션설계, 전기차, 자율주행 등



**장경열(Kyoung-yeol Jang)**

2001. 2 : 인천대학교 산업공학과 졸업  
2003. 8 : 인천대학교 대학원 산업공학과 공학석사  
2009. 2 : 인천대학교 대학원 산업경영공학과 공학박사

2012년 2월 ~ 현재 : 인피니트랜스알파 연구소장  
※관심분야 : CAD/CAM, 물류정보시스템, IoT, 트랜스미션설계 등