



## 화물자동차용 고정밀 연료측정시스템 구현

김성호\*, 김지훈\*\*, 이인수\*\*\*

### Implementation of High Precision Fuel Measurement System for the Freight Car

Seong-Ho Kim\*, Ji-Hoon Kim\*\*, and In-Soo Lee\*\*\*

#### 요약

일부 개인 화물자동차운수사업자와 가맹주유소에 의해서 주유를 하지 않고 부정확한 방법으로 유가보조금을 지급하는 사례가 증가하고 있어 관련 대책 마련이 필요하다. 이 문제를 해결하기 위해서는 실 주유량을 실시간으로 확인할 수 있는 연료계측시스템이 필요하다. 본 논문에서는 기존의 플로터 연료레벨센서를 이용한 연료레벨측정 방법에서 발생하는 측정오차를 줄일수 있는 고정밀 연료측정시스템을 구현하였으며, 시범 운영시스템도 개발 하였다. 또한 측정 정밀도를 향상시키기 위해서 연료레벨센서 하우징도 개발하여 적용하였다. 실제 측정 실험을 통해 개발된 고정밀 연료측정시스템은 연료 조절 계통이 1%미만의 오차 범위로 연료 사용량을 측정할 수 있음을 보여 주었다.

#### Abstract

There are more cases in which some individual freight transport operators and affiliated gas stations receive oil price subsidies in an unfair way without refueling. In order to solve these problems, a fuel measurement system is required to verify the actual amount of fuel flow in real time. In this paper, a high-precision fuel measurement system was developed to reduce measurement errors which were generated by the conventional plotter fuel level sensor, and the pilot operating system was developed. In addition, the fuel level sensor housing was developed and applied to improve measurement precision. The developed high precision fuel measurement system developed through the actual measurement experiment showed that the fuel metering system was able to measure fuel usage with less than 1 % error range.

#### Keywords

high precision, fuel measurement system, housing, truck oil subsidy, pilot operating system

\* (주)큐택코리아

- ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9288-3343>

\*\* 경북대학교 IT대학 전자공학부

- ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4243-1998>

\*\*\* 경북대학교 IT대학 전자공학부 교수(교신저자)

- ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9773-4710>

· Received: Aug. 23, 2017, Revised: Sep. 21, 2017, Accepted: Sep. 24, 2017

· Corresponding Author: In-Soo Lee

School of Electronics Engineering, Kyungpook National University,  
80 Daehakro, Bukgu, Daegu, 702-701, Korea.

Tel.: +82-53-950-7843, Email: [insoolee@knu.ac.kr](mailto:insoolee@knu.ac.kr)

## I. 서 론

화물자동차 유가보조금 제도는 개인 화물자동차 운수사업자의 제정지원을 위해서 개인 화물자동차 운수사업자가 구입한 유류 대금의 일부를 정부가 보조금으로 지급하는 제도[1]인데 부정한 방법으로 유가 보조금을 수급하는 사례가 증가하고 있다 [2][3]. 그러므로 유가보조금 제도의 문제점을 해결 하기 위한 대책마련이 시급하다.

유가보조금 부정수급의 사례를 보면 실제로 주유를 하지 않고 카드 결제를 하는 경우와 대상 차량이 아닌 자가용에 대해서 유가보조금 카드를 사용하는 경우가 대부분이다. 그러므로 한가지 해결 방법으로는 화물자동차의 실제 연료사용량을 파악하는 것이다. 즉, 정밀 연료계측시스템을 통해서 유가보조금 지급대상인 화물자동차의 연료탱크 내부의 연료잔량과 사용량을 24시간 모니터링 할 수 있다면, 주유 결제 내역과 비교하여 부정수급 여부를 정확히 판단할 수 있을 것이다[4][5].

그리고 우리나라는 2009년 저탄소 녹색성장 기본법을 제정하고 녹색성장 국가전략 및 5개년 계획을 발표한 이래로 2014년에 국가 온실가스 감축을 위한 2020년 로드맵을 수립하는 등 꾸준히 온실가스 배출량 감축을 위한 노력을 하고 있다. 2009년 운수 부문 온실가스 배출량 통계[6]에 따르면 총배출량 약 7천7백만 tCO<sub>2</sub> 중에 화물자동차를 활용하는 육상운송업의 배출량이 약 2천1백만 tCO<sub>2</sub>로 전체 배출량의 27%를 차지하고 있다[5].

그러므로 정밀 연료계측시스템이 도입되어 과적과 유가보조금 부정수급을 방지할 수 있다면 연간 600억 원 이상의 경제적인 효과를 거둘 수 있으며, 과적으로 인한 교통사고를 예방하여 인명과 재산의 피해도 예방할 수 있을 것이다[7].

본 논문에서는 기존의 플로터 연료레벨센서를 이용한 연료레벨측정 방법에서 발생하는 측정오차를 줄일 수 있는 고정밀 연료측정시스템을 구현하였으며, 시범 운영시스템도 개발 하였다. 또한 측정 정밀도를 향상시키기 위해서 연료레벨센서 하우징도 개발하여 적용하였다. 제작한 고정밀 연료측정시스템의 실제 측정 실험을 통해서 개발한 연료측정시

스템은 오차범위 1% 미만으로 연료사용량의 측정이 가능함을 알 수 있었다.

## II. 제안한 고정밀 연료측정시스템

### 2.1 기존의 화물자동차 연료측정시스템

현재 출시되는 대부분의 화물자동차는 그 형태는 다양하지만 그림 1과 같이 연료 탱크내부의 유면에 플로트(Float)를 띄우고 그 위치를 플로트 암(Arm)이 위치각을 표시하여 각 접점에 해당하는 연료량을 지시하는 방식의 연료측정시스템을 사용한다. 이러한 플로트 연료레벨센서는 오랜 기간 동안 자동차 연료레벨계측 장치의 표준으로 사용되어 왔다[8].

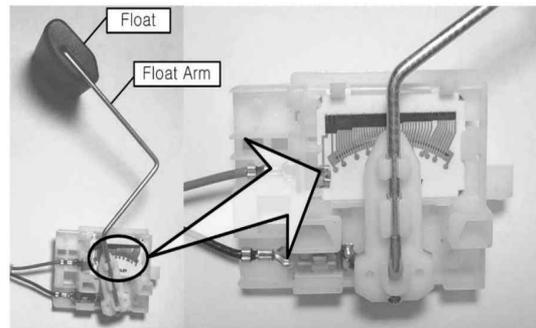


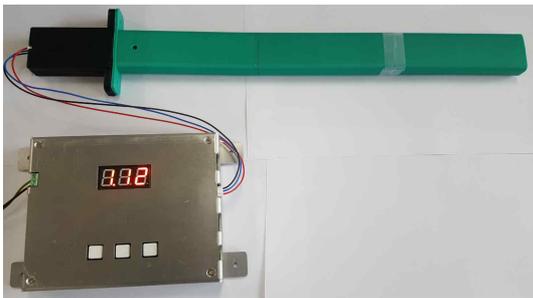
그림 1. 기존의 화물자동차 플로트 연료레벨센서  
Fig. 1. Conventional float fuel level sensor for freight car

그러나 플로트 연료레벨센서는 운전자에게 연료가 완전히 소모되기 전에 주유를 할 수 있도록 현재 탱크내부의 연료 잔량의 수준을 대략적으로 알려줄 수는 있지만 정밀한 연료량을 계측하기는 어렵다. 이러한 플로트 방식의 연료레벨계측 장치가 대부분의 자동차에 사용되는 이유는 차량 제조사 입장에서도 자동차 운전자에게 필수 조건이 아닌 연료 사용량 정밀 계측을 위해서 가격 경쟁력을 포기할 수는 없었기 때문이다.

### 2.2 제작한 고정밀 연료측정장치

본 연구에서 제작한 고정밀 연료측정시스템은 그림 2와 같이 화물자동차의 연료탱크에 내장하는 레

벨센서와 데이터를 수집 및 표시하는 연료계측단말기, 연료계측단말기로부터 계측된 데이터를 서버로 전송하는 통신모뎀과 데이터를 수신하는 운영서버를 포함한 데이터송수신부로 구성되어 있다[9]. 그림 2(c)는 연료측정시스템 제작을 위해 사용한 상용의 eTape® 유량레벨센서[10]이다. 동작원리는 유체의 압력에 의해서 센서를 감싸고 있는 봉투가 압축되고 그 결과로 저항의 변화 값을 반환하는데, 센서가 유체에 의해 잠긴 정도(센서를 감싸고 있는 봉투가 유체에 의해서 눌려지는 위치, 레벨)에 반비례하는 저항 값을 반환한다.



(a) 전체시스템



(b) 제어보드



(c) 센서

그림 2. 제안한 고정밀 연료측정시스템

Fig. 2. Proposed high precision fuel measurement system, (a) Overall system, (b) Control board, (c) Sensor

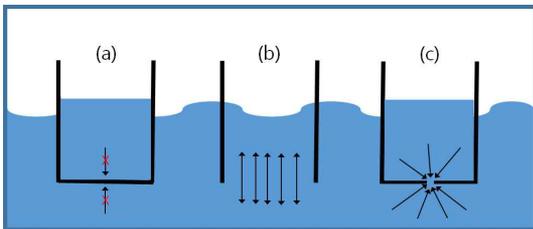


그림 3. 다양한 형태의 하우징 구조의 작용  
Fig. 3. Various forms of housing construction

### 2.3 하우징제작

특히 주행 중에 연료레벨을 측정할 경우에는 연료탱크 내부의 출렁임으로 인해 정확한 측정이 어렵다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 제안한 연료측정 장치에서는 2.3절에서 설명할 하우징 제작을 통해서 센서 튜브의 바닥면에 미세한 홈을 만들어 출렁임에 의한 영향을 감소시켰다. 이로 인해 운행 중인 자동차의 연료레벨을 정확히 계측할 수 있고, 이에 따라 자동차의 연료소모량, 연비, 탄소배출량 등을 보다 정확히 계산할 수 있는 등 연료 계측의 신뢰성을 높일 수 있는 효과가 있다.

화물자동차 연료탱크 내부 유면의 출렁임은 차량 운행에 따른 관성에 의한 것이다. 여기서 작용하는 관성은 유량(질량)과 비례한다. 예를 들면, 빠른 속도로 달리고 있는 자동차 내부에 물이 절반 정도 채워져 있는 큰 어항과 작은 컵이 있을 때, 브레이크를 밟아 급정거를 할 경우 큰 어항과 작은 컵에 있는 물은 넘쳐흐를 것이다. 이때 만약 큰 어항과 작은 컵이 밀봉되어있다면 빠져나갈 구멍이 없는 물은 어항과 컵 안에서 출렁일 것이며, 이 출렁임의 정도는 물의 양과 비례할 것이다. 이것은 운동에너지에 의한 것이고 운동에너지는 질량에 비례한다.

그림 3은 연료탱크 내부에 다양한 형태의 하우징을 설치했을 경우를 가정한 것이다. (a)는 탱크내부와 하우징내부가 완전히 독립적인 형태이며, (b)는 하우징의 하부가 완전히 열려있어 탱크내부와 연결된 형태이다. 그리고 (c)는 하부에 미세한 구멍이 있어서 탱크내부와 하우징내부가 연결은 되었지만 서로 통과하기가 쉽지 않은 구조이다.

(a)는 하우징 내부의 수량이 하우징 외부의 수량보다 작아서 상대적으로 적게 출렁일 것이다. 하지만, 탱크 내부와 하우징 내부가 완전히 독립되어 있어서 서로 다른 수위를 가진다.

(b)는 하우징의 하부가 완전히 열려있어서 하우징의 안쪽과 바깥쪽의 압력(수압)이 빠르게 평형을 이루어 동일한 수위를 가지지만, 관성에 의해서 내·외부가 거의 동일한 출렁임을 보인다.

(c)는 하우징의 하부에 미세한 구멍이 있어서 하우징의 안쪽과 바깥쪽의 압력(수압)이 매우 느리게 평형을 이루어 일정시간이 지난 후에는 동일한 수

위를 가진다. 이는 구멍의 크기에 비례하며 관성이 발생한 순간 하우징 내부와 외부에 작용하는 힘이 서로 통과하지 못하므로 독립적인 출렁임을 보인다.

그림 4는 연료레벨센서 하우징 구조도이다. 연료레벨센서가 하우징 내부에 고정되어 연료탱크 하부까지 근접하게 설치되며, 하우징 하단에는 적절한 속도로 하우징 내부로 연료가 유입·출 될 수 있도록 정밀 치수의 구멍이 있을 것이다. 또한 하우징 내부와 외부(탱크내부)의 유면이 평형을 이룰 수 있도록 하우징 상단에는 공기가 드나들 수 있는 구멍이 양쪽으로 있다.

## 2.4 시범 운영시스템의 개발

### 2.4.1 시범 운영시스템의 개요

정밀 연료계측시스템은 화물자동차의 연료사용량을 정확히 계측하여 이를 기초자료로 하여 화물자동차의 과적과 유가보조금 부정수급을 방지하는데 그 개발 목적이 있다. 그림 5는 이러한 목적이 반영된 시범 운영시스템의 개요를 나타낸다.

시범 운영시스템은 앞서 개발된 연료레벨계측 센서와 측정 단말기가 포함된 연료레벨계측 시스템으로부터 실시간으로 연료사용량 정보를 수신하여 이를 분석하여, 과적 여부와 유가보조금 부정수급 여부를 진단하여 사용자에게 정보를 제공한다.

시범 운영시스템은 그림 6과 같이 구성된다. 연료계측단말기는 안드로이드 기반 통신모뎀과 시리얼 통신으로 연결이 되어 매초 수집되는 연료레벨 계측 정보를 전송한다. 통신모뎀은 수집된 연료레벨 정보를 위치정보와 함께 기록하고 이것을 패킷으로 모아 웹 서버를 통해서 수집된 연료정보를 데이터베이스로 전송한다.

데이터베이스는 수집된 정보를 각 정보의 목적기능에 맞도록 체계적으로 기록하고 집계하고 사용자 요청에 대해서 해당 정보를 제공한다. 최종 사용자는 전용 어플리케이션을 통해서 연료사용정보와 연비추론을 통한 과적의심정보를 제공받을 수 있다.

통신모뎀의 경우 안드로이드 기반의 스마트폰으로 구현하였고 연료계측단말기의 RS232 포트로부터

연결의 설정 및 데이터 송수신의 제어가 가능한 모듈과 웹 서버를 통해서 수집된 정보를 전송하는 모듈을 개발하였다. 그리고 실행상태는 모니터링 할 수 있는 화면과 기본정보 및 환경설정을 할 수 있는 화면을 구현하였다.

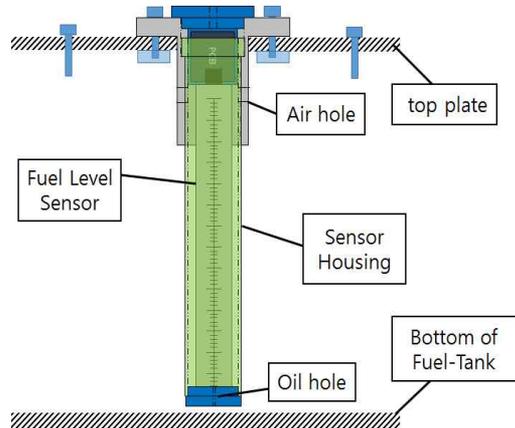


그림 4. 연료레벨센서 하우징 구조도  
Fig. 4. Structure of fuel level sensor housing

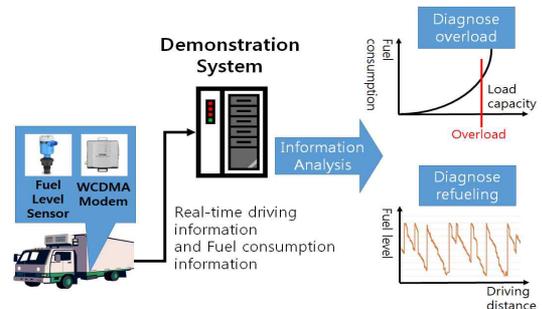


그림 5. 시범운영 시스템의 개요  
Fig. 5. Overview of pilot operating systems

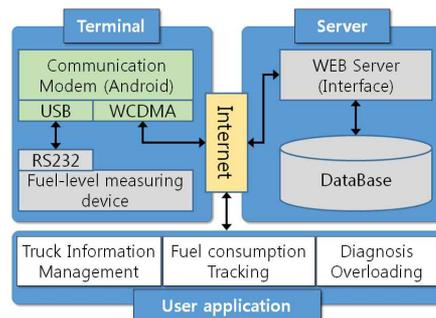


그림 6. 시범 운영시스템 구성  
Fig. 6. Configuration of pilot systems

웹 서버는 WIN-NT IIS 기반의 환경에서 구축되었고, 연료레벨계측 데이터 송신, 차량기본정보 송수신을 위한 인터페이스가 구현되었다.

데이터베이스는 MS-SQL로 구축되었으며, 차량기본정보, 연비정보, 연료레벨수집정보, 연료사용량집계정보, 과적의심집계정보 테이블이 구현되었고, 차량정보관리, 연료레벨정보 저장, 연료사용량집계, 과적의심집계와 관련된 트랜잭션이 구현되었다.

사용자 어플리케이션은 MFC 기반으로 제작되었고, 윈도우 환경에서 실행되는 응용프로그램이다. 차량정보관리, 차량별 연료정보조회, 과적차량조회가 가능한 화면이 구현되었다.

### 2.4.2 안드로이드 기반 통신모뎀 개발

연료계측단말기의 외부연결포트인 RS232 표준 포트로부터 데이터를 수신하여 서버로 전송하는 통신모뎀은 안드로이드 운영체제의 스마트폰으로 구현하였고 주요 기능은 다음과 같다.

- RS232 to USB를 통한 데이터 송수신 기능
- 웹 서버 인터페이스를 통한 데이터 송수신 기능
- 데이터 송수신을 위한 기본 환경설정 기능
- 기준정보 및 기본정보 관리 기능
- 통신모뎀 상태 제어 및 모니터 기능
- 수집데이터 데이터 로그 기록 기능

그림 7은 실제로 구현된 안드로이드 기반 통신모뎀의 실행 화면이다. 상단에서 왼쪽 화면은 대기 상태의 모습이고 상단 가운데 화면은 모뎀이 실행 중 일 때 화면이다. RUN 버튼을 누를 경우 모뎀이 동작을 하고, STOP 버튼을 누를 경우 모뎀이 동작을 중지한다. 실행중일 경우 현재 연료레벨의 측정값과 각 모듈의 동작(활성) 상태를 화면에 표시한다.

각 모듈의 동작 상태를 나타내는 아이콘은 터치 가능한 버튼이며 해당 버튼을 터치할 경우 각 모듈에 대한 환경 설정 값과 기본정보 값을 변경할 수 있는 화면으로 이동된다. 하단 오른쪽은 실행 중인 동안에 수집된 연료레벨 값에 대한 로그를 기록한 파일을 열어본 화면이다.



그림 7. 안드로이드 기반 통신모뎀 구현화면  
Fig. 7. Android based telecom modem implementation screen

### 2.4.3 웹 서버 인터페이스 개발

웹 서버 인터페이스는 안드로이드 기반으로 구현된 통신모뎀이 데이터베이스로부터 자료를 요청하거나 입력하기 위해서 구현되었다. 윈도우 서버의 IIS 환경에 구축되었으며, ASP로 구현되었다. 특정 URL의 호출시 호출 URL에 파라미터를 포함하여 호출하는 GET 방식을 통해서 구현 되었다.

### 2.4.4 사용자 어플리케이션 개발

시험 운영시스템을 통해서 사용자에게 제공하는 핵심 기능은 특정 차량의 연료 사용량과 주유량 정보와 과적 여부를 진단하여 해당 목록을 제공하는 것이다. 그림 8은 차량정보관리 기능을 실제로 구현한 화면이다. 관리 대상이 되는 차량의 기본정보를 신규 등록, 수정, 삭제 할 수 있으며 차량번호, 운전자명, 통신모뎀번호 등의 검색조건을 이용하여 등록된 차량의 정보를 조회 할 수 있다.

44 화물자동차용 고정밀 연료측정시스템 구현



그림 8. 차량정보관리 화면  
Fig. 8. Vehicle Information management screen



그림 9. 차량별 연료정보조회 화면  
Fig. 9. Vehicle fuel information retrieval screen



그림 10. 과적차량조회 화면  
Fig. 10. Overload vehicle check screen

그림 9와 10은 각각 차량별 연료정보조회 기능 및 과적차량조회 기능을 구현한 화면이다.

차량별 연료정보조회 기능은 연료계측시스템이 적용된 차량으로부터 자동 집계된 연료사용량 및 주유량 정보를 각 차량별로 조회 할 수 있다.

과적차량조회 기능은 연료계측시스템으로부터 자동 집계된 연비정보와 각 차량등급별 기준연비 값과 비교하여 비정상적인 연비가 기록된 차량을 조회 할 수 있다.

III. 실험 및 고찰

본 논문에서는 그림 11과 같이 정밀 연료계측시스템을 제작하였고 외부 기관인 대구기계부품연구원에 시험을 의뢰하여 성능을 검증하였다.

실험의 진행은 그림 12와 같이 플라스크 외부에 표시된 눈금 높이를 실측하여 측정 지점을 설정한 후 센서를 플라스크에 고정 설치하고 플라스크 내부에 물을 부어 수위를 높여가며 측정지점에 대해 계측시스템의 디스플레이에 표시되는 값과 실제 물 수위간의 차이를 측정하였다.

상기와 같은 실험을 3번 반복하였고 그 결과는 표 1과 같다. 즉, 실험은 156mm, 209mm, 259mm, 309mm의 수위에 대해서 각각 3회의 측정 실험을 수행하였고, 실험 결과 오직 209mm 수위에 대해 한 번의 시험에 대해서만 측정오차가 2%를 보였다. 시험결과로부터 제작한 정밀 연료계측시스템이 정밀도 1% 미만의 측정 오차를 보임을 확인할 수 있었다.

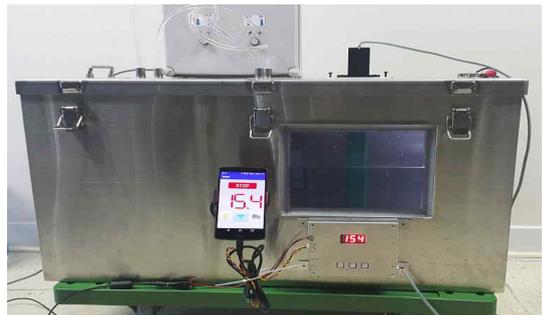


그림 11. 제작한 정밀 연료계측시스템  
Fig. 11. Manufactured precise fuel measuring system

표 1. 고정밀 연료계측시스템 정밀도 측정 결과

Table 1. Experimental results of the high precision fuel measurement system

Number of measurements	158(mm)			209(mm)			259(mm)			309(mm)		
	Display value	Error	Error rate (%)	Display value	Error	Error rate (%)	Display value	Error	Error rate (%)	Display value	Error	Error rate (%)
One-time	158	0	0	208	-1	≅0.48	260	+1	≅0.39	309	0	0
Twice	158	0	0	208	-1	≅0.48	260	+1	≅0.39	309	0	0
Three times	158	0	0	208	-1	≅0.48	262	+2	≅1.16	309	0	0

※ Error rates at 209mm and 259mm measurement points were rounded to the third decimal place

- Average error rate for each measurement point
- 158mm Measuring point:  $(0+0+0)/3 = 0\%$
- 209mm Measuring point:  $(0.48+0.48+0.48)/3 \cong 0.48\%$
- 259mm Measuring point:  $(0.39+0.39+1.16)/3 \cong 0.65\%$
- 309mm Measuring point:  $(0+0+0)/3 = 0\%$



그림 12. 측정 비교 기준점 설정  
Fig. 12. Setting the measurement comparison point

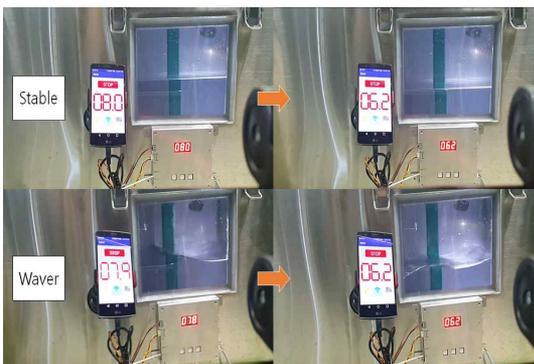


그림 13. 연료레벨센서 하우징 효과 실험  
Fig. 13. Fuel level sensor housing effect test

또한 본 논문에서 제안한 연료레벨을 안정적으로 측정할 수 있는 장치인 연료레벨센서 하우징 효과를 실험을 통해 검증하였다. 그림 13은 탱크 내부가 출렁임이 발생하는 불안정한 상태에서도 정밀연료계측 시스템이 안정적인 연료사용량의 측정이 가능한지 여부를 검증한 실험이다.

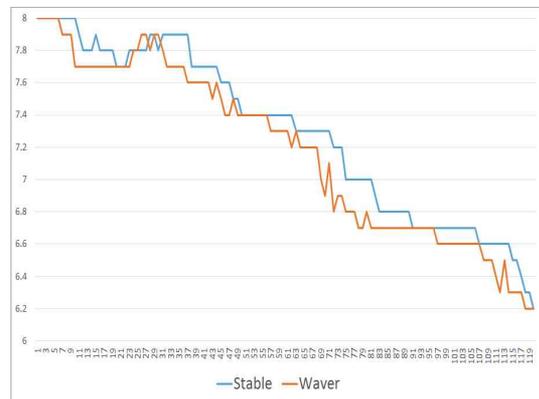


그림 14. 탱크 내부 상태에 따른 레벨측정 값 비교  
Fig. 14. Comparison of level measurements according to the internal conditions of tanks

탱크 내부를 안정적인 상태와 출렁이는 상태에서 동일한 수위에서 유량제어 펌프를 이용하여 2분간 탱크내부의 물을 퍼내어 매초 간 측정되는 레벨을 서버로 전송하여 저장하였고 각 상태에서 측정된 수위 레벨의 변화 값을 서로 비교하였다.

그림 14는 각 상태에서 2분간 1초 주기로 수집되어 서버로 전송된 레벨 값의 변화를 그래프로 나타낸 것이다. 각 실험에서 연료 펌프에 의해서 배출된 물의 양을 동일했고 레벨 값은 8cm에서 6.2cm로 1.8cm 감소되었다. 그래프의 연료레벨 감소 패턴이 거의 일치하고 있어 탱크 내부의 수면이 아주 심하게 출렁이더라도 연료레벨의 값을 안정적으로 측정하는 것이 가능하다는 것을 보여주었다.

#### IV. 결 론

본 논문에서는 고정밀 연료계측시스템의 프로토타입을 개발하고 제작하였다. 고정밀 연료계측시스템의 제작을 위해서 연료탱크 내부 유면의 출렁임에 상관없이 안정적인 레벨계측이 가능한 연료레벨 센서 하우징을 개발하였으며, 실험결과 제작한 연료계측시스템이 오차범위 1% 미만으로 연료레벨의 계측이 가능함을 알 수 있었다. 또한 고정밀 연료계측시스템 시제품을 활용하여 화물자동차의 과적 및 유가보조금 부정수급 여부 진단이 가능한 시범 운영시스템을 개발하였다. 이를 위해 안드로이드 기반 통신모뎀, 웹 기반 서버 및 인터페이스를 구현하였다. 그리고 데이터베이스를 구축하였으며 사용자 어플리케이션을 개발하였다.

향후과제는 실제 화물트럭에 탑재하여 운행실험을 통해 제안한 연료계측시스템의 성능을 검증하는 것이다.

#### References

[1] Jaimin Lee and Gapseon Hong, "A Study on the Effects of Gas Tax Subsidies on Inequality of the Freight Trucking Industry", Journal of AKES, Vol. 18, No. 6, pp. 157-185, Jun. 2007.

[2] The Board of Audit And Inspection of Korea, Operation reality of Truck oil subsidy Payment System, <https://www.bai.go.kr>. [Accessed: Aug. 01. 2017]

[3] The Korea Transport Institute, "A Study on Improvement plan of Truck oil subsidy System", Final Report, pp. 35-53, Jul. 2012.

[4] Jin-Woo Park, Hyung-Chul Won, and Joon-Young Choi, "Development of Embedded System for Controlling and Monitoring Tanks in Ships", Journal of KIIT, Vol. 9, No. 9, pp. 15-23, Sep. 2011.

[5] Woo-Jin Choi and John-Tark Lee, "The Implementation of Magnetostrictive Type Level Sensor System using Guided Pulse Wave", Journal

of KIIT, Vol. 10, No. 6, pp. 23-30, Jun. 2012.

[6] National GHG Emission Total Information System, <http://netis.kemco.or.kr>. [Accessed: Aug. 03. 2017]

[7] Korea Expressway Corporation, "Do you know that the public enemy of the road is 'overloaded' ?", pp. 107-149, Jun. 2012.

[8] Seong-Ho Kim, Dae-Yong Bae, Jong-Mok Park, Ji-Hoon Kim and In-Soo Lee, "Developed Prototype of Truck Fuel Measurement System to Prevent Fraudulent Receipt of Oil Subsidy", Journal of KIIT, Vol. 15, No. 3, pp. 147-155, Mar. 2017.

[9] In-Soo Lee, Seong-Ho Kim, Ji-Hoon Kim and Rui Xu, "Implementation of High Precision Fuel Measurement System in Truck", Proceedings of Korean Institute of Intelligent Systems Spring Conference 2017, Vol. 27, No. 1, pp. 153-154, Apr. 2017.

[10] eTape Continuous Fluid Level Sensor PN-12110215TC-8, <https://milonetech.com/products/standard-etape-assembly>. [Accessed: Aug. 01. 2017]

#### 저자소개

김 성 호 (Seong-Ho Kim)



DBMS, LBS

2006년 2월 : 영남대학교  
컴퓨터공학과(공학사)  
2008년 2월 : 영남대학교  
컴퓨터공학과(공학석사)  
2011년 6월 ~ 현재 : (주)큐택  
코리아 기업부설연구소 소장  
관심분야 : Sensor Network,

김 지 훈 (Ji-Hoon Kim)



2000년 2월 : 금오공과대학교  
전자제어공학과(공학사)  
2002년 2월 : 경북대학교  
전자공학과(공학석사)  
2007년 2월 : 경북대학교  
전자공학과(공학박사)  
2007년 ~ 2016년 2월 : 경북대학교

전자공학부 외래교수

2016년 3월 ~ 현재 : 경북대학교 전자공학부 강의초빙교수

관심분야 : inverse problem, electrical tomography,  
추정이론

이 인 수 (In-Soo Lee)



1986년 : 경북대학교 전자공학과  
(공학사)  
1989년 : 동대학원 졸업(공학석사)  
1997년 : 동대학원 졸업(공학박사)  
2005년 8월 ~ 2007년 1월 :  
샌디에고 주립대학교 Research  
scholar

1997년 ~ 2008년 2월 : 상주대학교 전자전기공학부 교수

2008년 3월 ~ 2014년 10월 : 경북대학교 산업전자공학과  
교수

2014년 11월 ~ 현재 : 경북대학교 IT대학 전자공학부  
교수

관심분야 : 시스템 고장진단 및 고장허용제어, 지능제어  
및 응용, 지능형센서시스템, electrical tomography