

도난방지 및 구조신호 전송기능이 있는 저가형 농용트랙터 블랙박스 개발

김유용* · 신승엽 · 김병갑 · 김형권 · 김진오 · 조용호

농촌진흥청 국립농업과학원

Development of an Inexpensive Black Box with Transmission of SOS and Theft Signal for an Agricultural Tractor

YuYong Kim*, Seung-yeoub Shin, Byounggap Kim, Hyung Kweon Kim, Yongho Cho, Jinoh Kim

National Academy of Agri. Sci, Rural Development Administration, Suwon, Korea

Received: September 18th, 2012; Revised: December 17th, 2012; Accepted: December 18th 2012

Abstract

Purpose: The inexpensive black box system was developed to acquire and save driving information, to give the slope information, and to transmit SOS and theft signal. **Method:** The device consists of a main micro controller to acquire and save data, a GPS sensor module, a CDMA module, a touch LCD module, a RF (Radio Frequency) ID module, a SD (Secure Digital) card module, an emergency electric power source, a theftproof circuit, and a sensing device. The sensing device consists of a 8 bit micro controller, an accelerometer to detect impulse, two slope sensors to detect roll and pitch angle and a circuit to detect operation of 6 lighting devices. **Results:** Test results are as follows: 1) a tractor can be start up only with an electronic key (password or RFID card), 2) theft signal was transmitted when a tractor moved without an electronic key, 3) SOS was transmitted at conditions that rollover or crash happened. 4) 5 more than per 1s data are recorded at 5 minute intervals as new file name in SD card. **Conclusions:** This system can be used to save travelling record, reduce accident, prevent theft and rescue life in the accidents.

Keywords: Agricultural tractor, Black box, SOS, Theft signal

서 론

농업에서 중요한 농용트랙터의 2011년도 보유대수는 268천대이고(농림수산식품부, 2011), 2008년도 농용트랙터의 100대당 안전사고 발생 빈도는 농작업 사고가 0.31건, 교통사고가 0.18건이었다(Shin et al., 2009). 국내 농업기계 관련 교통사고 사상자는 8,451명(사망 742명)으로 연평균 150여명 정도의 사망자가 발생하고 있는데 이 중에 트랙터가 27.1%를 차지하고 있다(경찰청, 2006; 2007; 2008; 2009; 2010).

농촌진흥청은 매 2년마다 조사시점 전년도에 발생한 농작업

사고와 교통사고에 대한 실태를 조사하고 있다. 농작업 사고 조사는 사고자의 기억에 의존하고 교통사고 조사는 경찰청 사고 기록 의존에 의존한다. 이러한 조사방법은 사고의 원인을 정확히 분석하는데 한계가 있다. 자동차 분야에서는 충돌 당시의 차량 운행 정보의 정확한 파악을 목적으로 교통안전법에 운행기록 장치를 부착하고 사고분석에 운행기록을 활용하도록 의무화하였다. 이제 농업기계도 사고 당시 농업기계 작동상태 등에 대하여 객관적인 주행 기록에 의한 정보 파악이 필요함을 주장하였으며, 태블릿 PC를 이용하여 농용트랙터 영상 및 주행기록 장치를 개발하였다(Kim et al., 2011a). 하지만 태블릿 PC를 이용하여 농용트랙터에 적용하기에 비용이 비싼 문제가 있었다.

최근 농촌 노동력의 부족과 고성능 농업기계의 이용이 증가함에 따라 농작업을 혼자서 하는 경우가 많아지고 있다. 언론보

*Corresponding author: YuYong Kim

Tel: +82-31-290-1932; Fax: +82-31-290-1960

E-mail: kimkyul2@korea.kr

Copyright © 2012 by The Korean Society for Agricultural Machinery

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.

도에 따르면 혼자서 농작업을 수행할 때 사고가 발생하거나 작업자의 신체에 이상이 있을 경우 신속하게 구조신호를 전송하지 못해 발견이 늦어 생명을 잃는 사례도 발생하고 있다. Nichol et al.(2005)는 트랙터 전복사고를 방지하기 위해 가속도 센서를 이용 경사도를 측정하여 이를 운전자에게 알리는 장치를 개발하고 전복 사고시 인명 구조를 위해 통신장치 및 GPS 수신기와 통합하여 구조대에 구조신호를 전송할 수 있도록 해야 함을 제시하였다. 사고시 구조신호를 전송할 수 있도록 긴급통보 버튼 및 자동통화기능으로 구조신호를 자동으로 전송할 수 있는 장치를 개발하였다(Kobayashi, 2006; Kim et al., 2011b).

이외에도 농번기에 대부분 농가들이 다음날 일을 위해 트랙터를 주로 들판에 두고 귀가하는데 자동차처럼 고유의 엔진 시동기가 있는 것도 아니어서 간단한 도구만 있으면 작동이 가능하기 때문에 항상 도난 위험이 도사리고 있어 이에 대한 대책이 필요한 시점이다.

본 연구는 농용트랙터에 적용하기 위해 저가로 운전정보를 획득하여 저장하고 운전자에게 경사 정보를 제공할 수 있으며, 도난을 방지하고 작업 중에 사고 또는 신체 이상이 있을 경우 신속하게 구조신호를 전송할 수 있는 저가형 블랙박스를 개발하기 위해 수행되었다.

재료 및 방법

가. 시스템 구성

저가형 블랙박스는 영상 데이터와 속도 등의 주행데이터를 획득하고 저장하는 자동차 등에서 일반적으로 사용하는 블랙박스과 달리 농용트랙터 블랙박스는 사고시 운전자가 정상적으로 주행했는지의 여부를 기록하여 판단하도록 영상정보는 사용하

지 않고 주행 정보만을 획득하도록 저가의 마이크로컨트롤러로 구성하였다.

저가형 블랙박스는 그림 1의 구성도에 나타난 바와 같이 데이터 획득 및 제어신호 출력용 메인 마이크로컨트롤러(CANTUS, ADchips, Korea), RFID(Radio Frequency Identification) 모듈(UST-RFID, US-Technology, Korea), 위치와 속도 검출용 GPS(Global Positioning System) 모듈(GPS 610, Ascen, Korea), 시동방지 회로, 구조 또는 도난 신호 무선전송용 CDMA (Code Division Multiple Access) 모듈(AME 120, AM Telecom, Korea), 데이터 저장용 SD(Secure Digital) card socket(AUMSD-109ATBA0R, Austone, Taiwan), 설정 및 비밀번호 입력을 위한 LCD 모듈(I3202-7HMT2432A, Illuminant, Taiwan), 검출장치, 경사 경고 표시부 및 전원부로 구성되었다.

LCD의 화면의 '비밀번호'를 누른 후 "*비밀번호 4자리#"을 순서대로 입력하여 저장된 비밀번호와 일치하거나 "전자태그"을 누른 후 태그(RFID 카드)를 RFID 안테나 모듈에 근접시켰을 때 저장된 태그 식별번호와 일치하였을 때만 그림 2의 릴레이를 통해 전원이 연결되어 시동되도록 하였다. 비밀번호가 일치하지 않으면 전원이 연결되지 않도록 하였다.

도난을 방지하기 위해서는 농용트랙터를 사용하지 않는 상태나 외부에서 강제로 전원을 차단하였을 때에도 도난방지 기능이 작동되어야 한다. 따라서 시동이 꺼지거나 전원이 차단된 상태에서는 차체 전원(내장 배터리)에 의해 동작되고 트랙터의 사용 중에는 충전이 가능하도록 충전이 가능한 리튬이온 배터리(8.4 V, 1500 mA)를 내장 배터리로 사용하였다.

작은 배터리 용량으로 장시간 사용하기 위해서는 대기상태(데이터를 획득하지 않고 도난방지 기능만을 수행하는 경우)에서 전력소모를 최소화하도록 도난방지에 필요한 최소 모듈에만

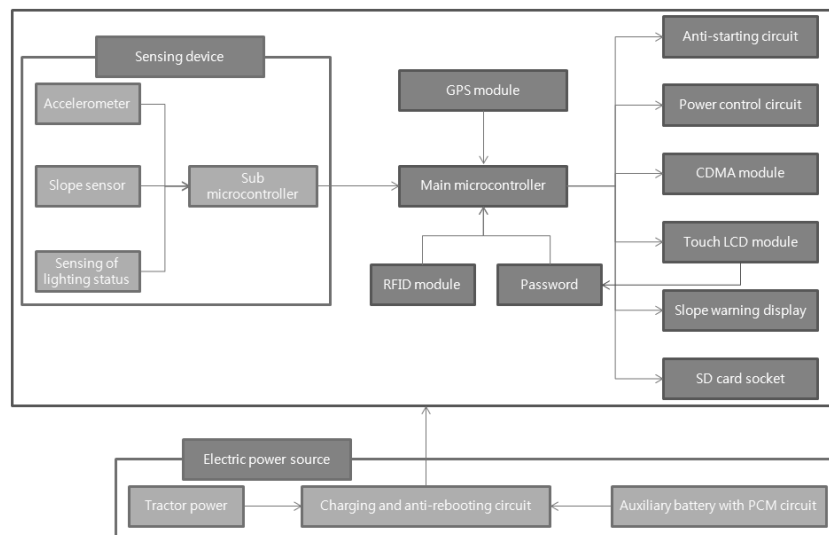


Figure 1. Schematic of low price black box.

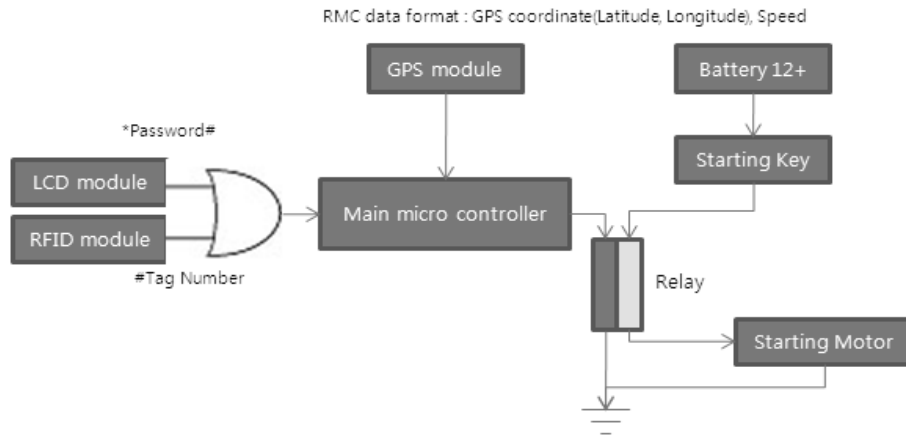


Figure 2. The circuit to prevent engine start-up at theft.

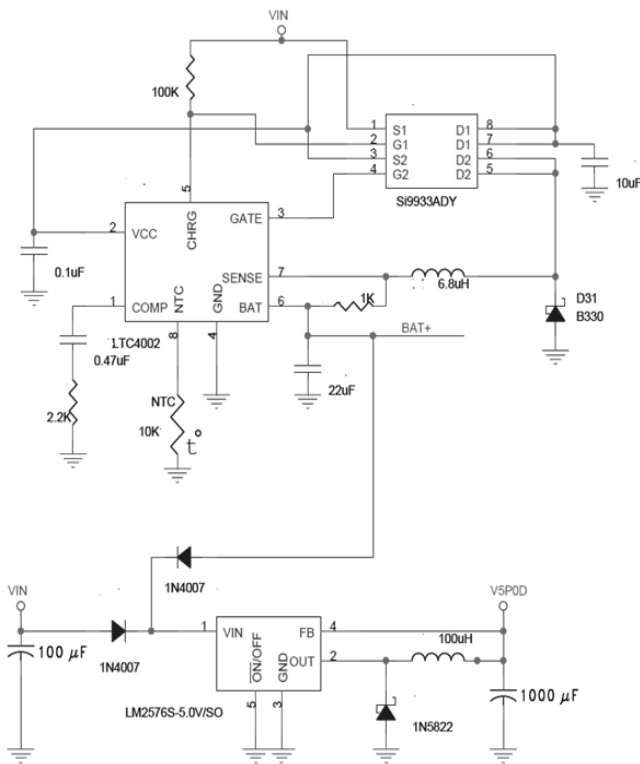


Figure 3. Charging and anti-rebooting circuit.

전력을 공급하고 도난방지 기능이 해제되었을 때 시스템 전체에 전원이 공급되도록 일반적으로 사용되는 그림 4의 PNP 트랜지스터를 이용한 스위칭회로를 각 모듈에 전원제어 회로로 추가하였다.

시동할 때 기동전류로 인하여 전원이 일시적으로 차단되는 경우 도난방지 기능으로 복구된다. 이러한 문제를 방지하기 위해 시동할 때 리부팅이 되지 않도록 하고 보조 전원장치를 충전하도록 그림 3과 같이 충전 및 리부팅 방지회로를 구성하였다.

위치와 속도정보는 RS-232 출력이 가능한 GPS 모듈(GPS 610, Ascen, Korea)로부터 NMEA0183 RMC 데이터 포맷으로 정보(위도, 경도, knot 단위 속도)를 추출하여 구글 맵스(<http://maps.google.co.kr/>)에서 활용할 수 있는 위치 정보로 변환하여 사용하였다.

검출장치는 8 bit 서브 마이크로 컨트롤러(PIC16F876A, Microchips, USA), 충돌사고를 검출하기 위해 가속도 센서(AM-3AXIS, New Technology Company, Korea), 전복 여부를 검출하기 위해 경사 센서(SA1, Digital Advanced Sensor, USA) 및 등화상태 검출회로로 구성되었다.

등화상태 검출회로는 등화장치 작동상태를 검출하기 위해 그림 5와 같이 제동등, 방향지시등, 전조등, 후미등, 차폭등을 작동

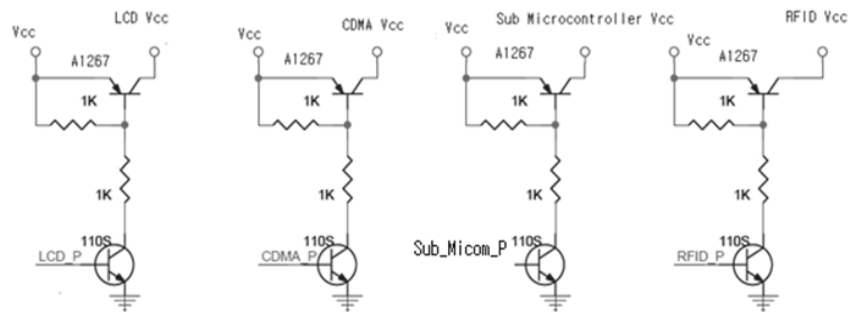


Figure 4. Circuit controlling electric source.

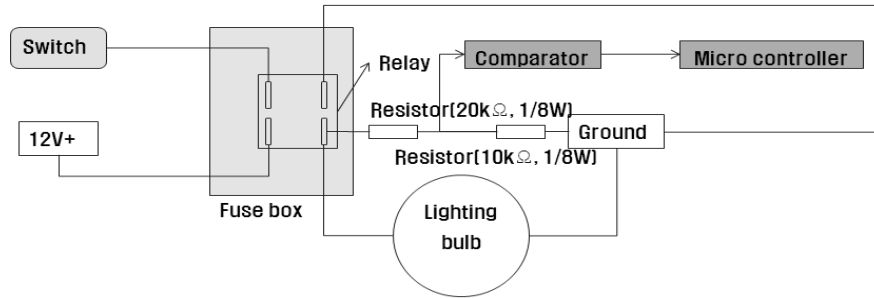


Figure 5. Schematic of detecting operation status of lighting device.

시키는 릴레이 후단에 전구와 병렬로 저항 20 kΩ과 10 kΩ을 직렬 연결하여 등화장치가 작동하면 릴레이 후단으로 전류가 흘러 10 kΩ 양단에서 발생하는 전위차가 비교기로 입력되어 2.5 V 이상이면 비교기에서 5 V를 마이크로 출력하도록 하였다.

충돌사고는 식 (1)과 같이 각 축의 가속도를 구하고 가속도 크기($a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$)를 구하여 0.1초(4번 연속) 4 G 이상으로 검출되면 사고로 간주하고 전복사고는 좌우 또는 전후 경사도가 2초(연속 10회) 이상 45도 이상이면 전복으로 간주하도록 하였다.

$$a_x(S_x) = \frac{V_{read} \times CC - V_{reference}}{S} \quad (1)$$

Where, a_x : x-axis acceleration

S_x : grade on the x-axis

$V_{reference}$: Reference Voltage

→ 1.65(acceleration), 2.5(grade)

CC : Conversion Coefficient

→ 0.00322265625(acceleration),

0.0048828125(grade)

S : Sensitivity

→ 0.3(acceleration), 0.025(grade)

나. 프로그램 개발

저가형 블랙박스의 프로그램 알고리즘은 그림 6에 나타내었으며 다음과 같다. 1) 시동을 걸기 위해 전자키(비밀번호 또는 RFID 카드)를 이용하여 도난방지를 해제하지 않으면 내장형 배터리에 의해 항상 도난방지 기능이 수행되고 있다. 2) 전자키로 도난방지 기능을 해제하면 시동이 가능하도록 시동키 및 각 모듈에 전원을 공급한다. 3) 설정 값(비밀번호, 전화번호 등)의 변경 여부를 확인하고 10초 동안 변경을 선택하지 않으면 구조 신호 전송과 블랙박스 기능을 수행하기 위해 GPS 데이터를 획득하여 변환(GPS 모듈로부터 NMEA0183 RMC 데이터 포맷으로부터 위치정보인 위도: ddmm.mmmm, 경도: dddmm.mmmm, 그

리고 knot 단위 속도를 추출하여 Google map에서 활용할 수 있는 위치정보인 위도: dd.0+0.mmmmm/60, 경도: ddd.0+0.mmmmm/60, km/h 단위 속도 :1.852×knot)한다. 4) 메모리의 저장 공간(200 kbyte)을 확인하여 저장 공간이 없으면 가장 오래된 파일을 삭제한 후 새로운 파일(년월일시분초.txt)을 생성하지만 저장 공간이 있는 경우에는 바로 새로운 파일을 생성하고 파일이 열려 있음(file flag=1)을 나타낸다. 열려 있는 파일에 데이터를 추가하기 위해 파일을 끝을 찾는다. 5) 매 25 ms 마다 가속도와 경사도 데이터를 획득하여 데이터를 연산한다. 연속으로 4개 이상 가속도가 4G 이상이거나 연속으로 10개 이상 경사도가 45도 이상이면 구조 신호(위치정보와 사고정보)를 전송한다. 경사도가 12도 이하이면 녹색 LED, 12도 초과 24도 이하이면 황색, 24도 초과 35도 미만이면 황색, 36도 이상이면 적색 LED를 ON하여 운전자에게 경사정보를 알려준다. 6) 매 200 ms 마다 년, 월, 일, 시, 분, 초, 위도, 경도, 속도, x축 가속도, y축 가속도, z축 가속도, 가속도 크기, x축 경사도, y축 경사도, 전조등, 차폭등, 후미등, 방향지시등(좌), 방향지시등(우), 제동등의 순으로 데이터를 획득하여 저장한다. 7) 1초가 경과되면 새로운 GPS 데이터를 획득하여 변환한다. 8) 5분 경과 여부를 조사하여 5분이 경과되었으면 파일을 닫고(file flag=0), 5분이 경과되지 않았으면 파일 끝에 데이터를 추가한다. 위의 4)~8)의 과정을 반복한다.

도난방지 기능은 다음과 같이 수행되었다. 1) GPS 데이터를 획득하여 변환한다. 2) LCD 화면의 “비밀번호” 또는 “전자태그”가 눌리었는지 여부를 확인한다. 3) “비밀번호”를 누른 경우에는 비밀번호를 입력하면 비밀번호가 일치하는지 여부를 확인하고 일치하면 전원을 공급하여 구조 신호 및 블랙박스 기능으로 전환한다. “전자태그”를 누른 경우에는 RFID 카드를 1 cm 이내로 접근하면 RFID 카드의 고유번호를 확인하여 일치하면 전원을 공급하여 도난 모드 해제(구조 신호 및 블랙박스 기능으로 전환)한다. 4) 도난 모드 해제되지 않았으면 속도를 비교하여 속도가 1 km/h 이상이면 도난이 발생하였음과 위치 정보를 설정된 전화번호로 문자 전송하고 속도가 0.5 km/h 이하일 때까지 기다려 차량이 정지된 위치 정보를 전송한다. 5) 위의 1)~4)의 과정을 반복한다.

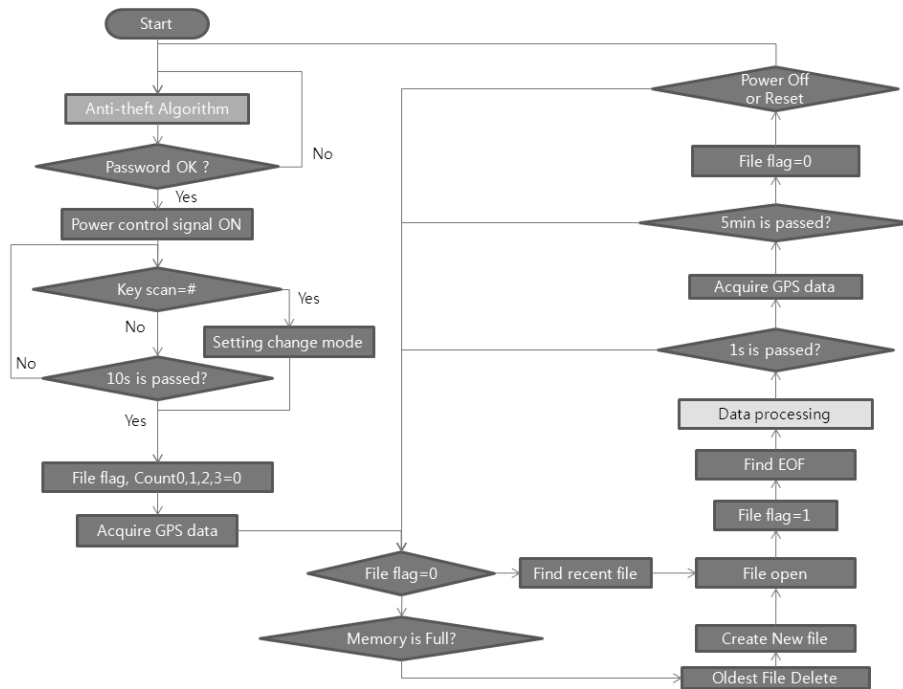


Figure 6. Algorithm for black box.



Figure 7. LCD display.

다. 성능시험

도난방지 및 도난 검출 성능은 비밀번호나 태그를 인식시키지 않고 시동을 걸었을 때 시동여부와 시동이 걸리지 않은 상태에서 강제로 이동시켰을 때(비밀번호를 입력하지 않고 차량으로 이동 시) 설정된 핸드폰으로 문자 전송여부를 통해 확인하였다.

실외에서 4G 이상의 충돌시와 전복 상황에서 구조신호 전송여부의 성능시험을 수행하는 것은 매우 많은 비용이 소요되고 실제 구현하기 어려운 문제가 있으며, 실내에서 시험하는 경우 GPS 신호 등을 수신하여 전송할 수 없는 문제가 있다. 따라서 실외에서 차량을 정지시킨 상태에서 사고로 검출되는 신호가 입력되도록 하여 구조신호 전송여부를 통해 확인하였다. 전복사고시의 검출은 차량에서 경사센서를 50도 각도(45도 이상 전복으로 간주)로 2초간 유지하였을 때, 설정된 이동전화로의 문자 전송여부를 통해 확인하였다. 충돌사고 인식 및 구조신호 전송은 가속도센서 입력단자에 펄스 발생기로부터 4G 이상으로 검출되는 임펄스 신호(25 ms, 50 ms, 75 ms, 100 ms, 125 ms)를 입력하여 충돌사고 인식 및 구조신호 전송여부를 확인하였다.

제작된 블랙박스를 주행하여 5분 간격으로 새로운 파일명이 생성되고 생성된 파일에 데이터가 년, 월, 일, 시, 분, 초, 위도, 경도, 속도, x축 가속도, y축 가속도, z축 가속도, 가속도 크기, x축 경사도, y축 경사도, 전조등, 차폭등, 후미등, 방향지시등(좌), 방향지시등(우), 제동등의 순으로 1초에 5개 이상의 데이터가 저장되는지 여부를 확인하였다.

결과 및 고찰

그림 7의 메인화면에서 ‘비밀번호’를 눌러 비밀번호를 입력하여 일치하거나 전자태그를 눌러 RFID 카드를 근접시키면 주행 화면에 보는 바와 같이 정상적으로 데이터를 획득하여 LCD 화면에 디스플레이를 하였다. 또한 설정을 변화시키기 위해 주행 화면에서 셋업을 눌러 전화번호, 비밀번호 등을 변경할 수 있었다.

비밀번호를 입력하거나 태그를 인식시키지 않으면 릴레이로 신호를 출력하지 않아 시동이 걸리지 않았다. 그림 8에 보는 바와

정된 핸드폰으로 구조신호를 전송하였다.

데이터 저장 성능시험결과 데이터를 정상적으로 저장하였으며, 데이터를 저장하는 폴더 및 저장된 데이터를 그림 10에 나타내었다. 그림 10에 보는 바와 같이 SD카드에 5분 간격으로 새로운 파일을 생성하여 년, 월, 일, 시, 분, 초, 위도, 경도, 속도, x축 가속도, y축 가속도, z축 가속도, 가속도 크기, x축 경사도, y축 경사도, 전조등, 차폭등, 후미등, 방향지시등(좌), 방향지시등(우), 제동등의 순으로 1초에 5개 이상의 데이터를 정상적으로 저장하였다.

따라서 본 연구에서 개발된 저가형 블랙박스는 농용트랙터에 적용하여 운전정보를 획득하여 저장하고 운전자에게 경사 정보를 제공할 수 있으며, 도난을 방지하고 작업 중에 사고 또는 신체 이상이 있을 경우 신속하게 구조신호를 전송할 수 있을 것으로 판단되었다.

요약 및 결론

본 연구는 농용트랙터에 적용하기 위해 저가로 운전정보를 획득하여 저장하고 운전자에게 경사 정보를 제공할 수 있으며, 도난을 방지하고 작업 중에 사고나 신체 이상이 있을 경우 신속하게 구조신호를 전송할 수 있는 저가형 블랙박스를 개발하기 위해 수행되었다.

개발된 블랙박스는 데이터를 획득하여 제어신호를 출력하는 메인 마이크로컨트롤러, 가속도센서, 경사센서 및 등화장치 센싱 데이터를 획득하여 메인 마이크로컨트롤러에 전송하는 서브 마이크로컨트롤러, RFID 모듈, 위치와 속도를 검출하기 위한 GPS 모듈, 시동방지 회로, 구조 또는 도난 신호 무선전송용 CDMA 모듈, 데이터 저장 메모리 카드를 위한 SD card socket, 설정 및 비밀번호 입력할 수 있도록 터치 기능과 디스플레이 기능이 있는 LCD 모듈, 가속도 센서, 경사센서, 등화상태 검출부, 경사 경고 표시부 및 전원부로 구성되었다.

비밀번호나 전자태그 고유 식별번호가 일치하지 않으면 시동 키에 전원을 공급하지 않아 시동을 방지하였고, 시동이 걸리지 않은 상태에서 움직임이 발생하면 도난신호를 전송하였다. 또한 '긴급 상황'을 누르거나 45도 이상의 각도에서 2초 이상 유지하면 전복으로 간주하여 구조신호를 전송하였다. 또한 100 ms 이상의 임펄스 입력에 대하여 충돌로 인식하여 구조신호를 전송하였다.

SD카드에 5분 간격으로 새로운 파일을 생성하여 사고 분석

에 필요한 데이터를 1초에 5개 이상 저장하였다.

개발한 저가형 블랙박스를 농용트랙터에 부착하여 사고 분석 등에 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(No : PJ0073311)으로 수행되었음.

References

- Kim, Y. Y., S. Y. Shin, B. G. Kim, H. K. Kim, J. H. Kim and Y. H. Cho. 2011 a. A Study on the Recording Device of Travelling and Imaging Data for Agricultural Tractor. Proceedings of the Korean Society for Agricultural Machinery 2011 Winter Conference Vol. 16(1):628-632.
- Kim, Y. Y., S. Y. Shin, B. G. Kim, H. K. Kim, J. H. Kim and Y. H. Cho. 2011 b. The Development on the Device of Antitheft and SOS Transmission for Agricultural Tractor. Proceedings of the Korean Society for Agricultural Machinery 2011 Summer Conference Vol. 16(2):427-432.
- Kobayashi, Y. 2006. A study on transmission of the risk information at the farm work using emergency telephone. The 1st Korea-Japan joint seminar document pp. 55-59. National Agriculture and Food Research Organization Bio-oriented Technology Research Advancement Institution.
- Law of traffic safety. 2009. Law No. 9866.
- Ministry for Food, Agricultural Forestry and Fisheries. 2011. 2010 state of agricultural machinery retention.
- National Police Agency. 2006, 2007, 2008, 2009, 2010. Statistics of traffic accidents
- Nichol, C. I., H. J. Sommer III and D. J. Murphy. 2005. Simplified Overturn Stability Monitoring of Agricultural Tractors. Journal of Agricultural Safety and Health Vol. 11(1): 99-108.
- Shin, S. Y., B. G. Kim, H. K. Kim, Y. Y. Kim, Y. H. Cho, K. H. Cho and G. H. Choi. 2009. Agricultural machinery safety accident conditions in 2008. National Academy of Agricultural Science.