

Real-time Dangerous Driving Behavior Analysis Utilizing the Digital Tachograph and Smartphone

Joon-Gyu Kang*, Yoo-Won Kim**, Moon-Seog Jun***

Abstract

In this paper, we propose the assistance method to enable safe driving through analysis of dangerous driving behavior using real-time alarm by vehicle speed, azimuth data and smartphone. For this method, smartphone is receiving driving data from digital tachograph using communication. Safe driving habit is a very important issue to commercial vehicle because that driver's long time driving than other vehicle type driver. Existing methods are very inefficient to improve immediately dangerous driving habits during driving because proceed driving behavior analysis after the vehicle operation. We propose the new safe driving assistance method that can prevent traffic accidents by real-time and improve the driver's wrong driving habits through real-time dangerous driving behavior analysis and notification the result to the driver. We have confirmed that the method in this paper will help to improve driving habits and can be applied through the proposed method implementation and simulation experiment.

▶ Keyword : Dangerous Driving Behavior, Digital Tachograph, Smartphone, ADAS

1. Introduction

오늘날 눈부신 경제 발전은 매우 빠른 속도로 자동차 수를 증가시키고 있으며 자동차를 이용한 이동성 증가와 편리성 증가 등의 긍정적 효과를 가져왔다. 그러나 자동차 사고, 자동차 매연 문제 등의 부정적 효과도 함께 가져왔다. 이 중 자동차 사고는 사고 자체로 인한 생명과 재산 문제뿐만 아니라 사고 후유증에 따른 사회적, 경제적 문제에도 영향을 미치고 있다. WHO 통계에 의하면 매년 전세계 도로 사망자가 약 124만명이고 교통사고 사망자의 59%가 젊은층(15세-44세)이다. 이것은 교통사고가 단순한 사고를 넘어 사회적, 경제적 문제에 영향을 미치고 있음을 알 수 있다[1]. 또한 자동차 사용으로 인한 매연발생도 환경 문제 등과 연관되어 사회적, 경제적 문제에 영향을 주고 있다. 이런 자동차로 인한 부정적 영향을 줄이기 위해 자동차 사고를 줄여주는 자동차 안전시스템 개발이나 자동차 매연 감소를 위한 자동차 배기가스 규제 등이 시행중이다.

자동차 사고는 차량 운전자, 자동차, 도로 환경 등이 서로 연관되어 발생하나[2] 사고 대부분은 차량 운전자의 실수나 부주의가 원인이다[3,4]. 한국의 경우 2012년 기준 통계에 의하면 교통사고 사망자수가 자동차 1만 대당 2.4명으로 2000년 6.9명, 2010년 2.6명으로 감소추세에 있지만 OECD 평균 1.1명보다 2배 더 높은 수준이다[5,6]. 또한 사망사고는 비운 날 11%, 맑은 날 78% 발생하여 비운 날보다 맑은 날에 대부분 발생하였으며 차량용도별 사망사고는 자동차 1만 대당 사업용 차량이 9.5명, 비사업용이 2.4명으로 3.9배 많아[7] 교통사고 원인이 자동차나 도로 환경, 시계가 안 좋은 날씨와 같은 외적 요인보다 장시간 운전 등 운전자 상태에 따른 자동차 운전자의 운전행동에 주요 원인이 있음을 알 수 있다.

이처럼 사망사고 비율이 거의 4배 높은 사업용 차량의 안전운전을 통한 교통사고를 줄이기 위해 EU에서는 디지털운행기록장치 장착을 2006년부터 의무화하고 있으며[8] 한국에서도 2011년부터 사업용 차량 의무 장착을 법으로 시행하고 있다[9]. 디지털 운행기록장치를 이용한 과속 같은 운전자의 위험 운전행동에 관한

• First Author: Joon-Gyu Kang, Corresponding Author: Yoo-Won Kim

*Joon-Gyu Kang(agent99@bc.ac.kr), Dept. of Computer Software, Bucheon University

**Yoo-Won Kim(yoowon@yahoo.co.kr), Dept. of Computer Software, Bucheon University

***Moon-Seog Jun(mjun@ssu.ac.kr), Dept. of Computer Science, Soongsil University

• Received: 2015. 10. 14, Revised: 2015. 10. 28, Accepted: 2015. 11. 23.

분석은 거의 대부분 실시간 분석이 아니라 차량 운행이 끝나고 일정 시간이 흐른 뒤에 분석이 이루어진다. 즉 차량 운행 중 발생하는 위험 운전행동이나 사고 위험에 대해서 즉시 경고하기 어렵다. 따라서 차량 운행 중 실시간 위험 운전행동에 대한 분석과 경고가 필요하고 이를 통해 안전주행과 운전습관 개선, 연료소비 절감, 매연 감소 등 에코운전에 효과적일 것으로 기대한다.

본 논문은 상기와 같은 사업용 자동차 운행기록의 비실시간 분석에 따른 안전사고 예방 문제점을 개선하기 위해 디지털 운행기록장치와 스마트폰을 이용하여 실시간 위험 운전행동을 분석하고 그 결과로 위험운전을 경고해주는 방법을 제안한다. 제안하는 방법이 실제 적용이 가능함을 검증하기 위해 모의 실험환경으로 구현한 다음 결과를 평가한다.

본 논문은 2장에서 관련 연구에 대해 기술하고, 3장에서 현행 문제점을 개선하기 위한 실시간 위험운전행동 분석 및 경고 방법을 기술한다. 4장에서 실험 결과를 분석하여 타당성을 검증하고 5장에서 결론을 기술한다.

II. Related Works

자동차 보급 증가와 대중화에 따라 각종 교통사고도 함께 늘어나 이에 대한 해결책으로 자동차 안전에 관한 여러 가지 기술들을 다양한 관점에서 연구하고 있다. 즉 교통사고로부터 인명과 재산을 보호하기 위한 사고 예방 또는 회피 기술, 충돌이 발생한 경우 피해를 감소하는 기술, 각종 센서를 이용한 운전자 경고 기술 등이다. 본 논문에서는 여러 가지 안전기술중에서 안전운전지원장치에 관한 기술에 대해 알아보고 디지털 운행기록 장치의 기본 개념에 대해 설명한다. 또한 요즘 새로운 트렌드로 자리잡아가는 스마트폰을 이용한 운전자 행동분석에 관한 관련 연구에 대해서도 간략히 알아본다.

1. Safe Driving Support System

현재 안전한 차량 운행을 지원해주기 위한 다양한 운전 지원 장치 및 시스템에 대한 연구가 많이 진행 중이다. 운전자의 부주의한 운전으로 인해 차량이 차선 이탈되면 소리를 이용하여 경고를 해주어 교통사고가 발생하지 않도록 예방해 주는 차선 이탈경고시스템(LDWS)[4,10], 운전자의 피로를 감소시켜주어 장거리 운전시 안전운전을 지속할 수 있도록 도와주는 Cruise Control[11], 주차 중 발생할 수 있는 사고를 예방해 주기 위해 센서를 이용한 주차 보조 시스템[12] 등이 있다. 이외에도 무선(WPAN)을 이용해 스쿨존에서의 속도를 제한하는 방법 연구[13]와 온톨로지 기반으로 상황을 인지해서 경고하는 방법 연구[14] 등 다양한 관점에서 연구가 진행 중이다.

2. Digital Tachograph

사업용 차량의 운행기록 분석을 위해 도입된 디지털 운행기

록장치는 자동차 속도, RPM, 방위각, 시간 등을 기록하는 장치 [15]로 그림 1과 같이 데이터 전송을 위한 다양한 입출력 인터페이스(CDMA, WiFi 등), LCD, CPU, Memory 등으로 구성되며 1초 단위로 자동차 운행기록을 저장한다[16].

디지털 운행기록장치에 저장된 자동차 운행기록은 자동차 사고 발생 시 사고 분석에 사용하거나 교통안전공단의 eTAS 운행기록분석시스템을 통해 수집 및 분석된다. eTAS 운행기록 분석시스템은 사업용 차량의 안전운행을 위한 과학적 관리가 가능하도록 과속, 가속, 급가속 등 각종 운행기록 분석정보를 제공한다[17].

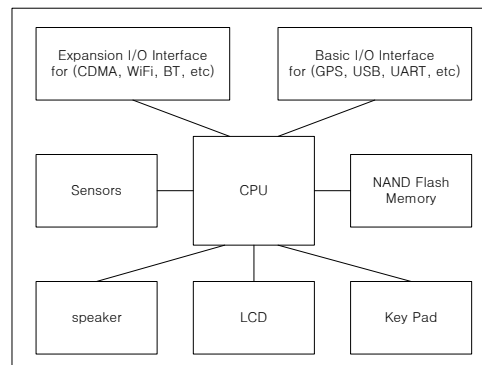


Fig. 1. Architecture of Digital Tachograph[16]

3. Driver Behavior Analysis Using Smartphone

디지털 운행기록장치와 같은 전용장치가 설치되지 않은 환경에서 안전운전을 위한 지원 방법으로 현재 많은 사람들이 휴대하고 있어 비교적 쉽게 이용할 수 있는 스마트폰을 이용한 운전자 행동 분석 연구가 많이 진행 중이다[18]. 차량 운행 중 차량 상태 정보를 획득하기 위해 주로 스마트폰에 내장된 센서를 이용하고 있으며 발표된 연구로는 운전행동 분석을 위한 운전 패턴 분석에 관한 연구[19], 운전 스타일 분석을 통한 난폭 운전 검출에 관한 연구[20] 등이 있다. 또한 운전습관이 자동차 연료 소비 증가에 영향을 미치기 때문에 스마트폰을 이용하여 운전행동을 분석하고 실시간으로 행동을 코치함으로써 연료 소비를 감소시켜주는 방법에 관한 연구도 있다[21]. 이처럼 요즘 안전운전 지원방법으로 스마트폰을 이용하는 연구가 많아지고 있다.

III. Real-time Dangerous Driving Behavior Analysis Utilizing the Digital Tachograph and Smartphone

1. Dangerous Driving Behavior Definition

본 논문에서는 사업용 차량에 의무적으로 장착된 디지털 운행기록 장치로부터 실시간 주행정보를 스마트폰으로 수신하고 수신한 주행정보를 구현한 스마트폰 앱(D2BA)을 통해 위험운

전행동을 분석하여 그 결과를 즉시 운전자에게 알려준다. 본 논문에서 가정하는 위험운전 유형은 2가지로 차량 운행 중에 발생할 수 있는 운전자의 신체적 상황에 따른 위험운전과 운전 조작에 따라 발생하는 위험운전이다. 먼저 신체적 상황에 따라 발생하는 위험운전은 운전자가 장시간 운전이나 건강상 또는 날씨 등에 의해 판단력과 주의력을 상실하여 발생하는 졸음운전 등을 말한다. 운전 조작으로 발생하는 위험운전행동은 급가속, 급정지, 급진로변경 등 난폭 또는 과격한 운전 조작으로 발생하는 위험운전을 말한다.

Table 1. Dangerous Driving Behavior Definition

Dangerous Driving Behavior	Definition
Abnormal Driving	if the speed more than 80km/h and the azimuth change greater than 3.6°/s
Overspeed	if the speed exceeds the speed limit (over 20km/h)
Long-term Overspeed	if the speed exceeds the speed limit (over 20km/h) and keep more than over 3 minutes
Rapid Acceleration	if the speed accelerates more than 11km/h per a second
Quick Start	if the speed acceleration more than 11km/h per a second for the speed is 0km/h
Rapid Deceleration	if the speed deceleration more than 7.5km/h per a second
Sudden Stop	if the speed deceleration more than 7.5km/h per a second and the speed is 0km/h
Sharp Turn	if the azimuth change greater than 60° to the left or right direction for 2 seconds and keep the speed more than 15km/h
Sudden U-turn	if the azimuth change greater than 160° to the left or right direction for 3 seconds and keep the speed more than 15km/h
Sudden Passing	if the azimuth change greater than 30° to the left or right direction and the speed acceleration more than 11km/h per a second
Sudden Lane Change	if the azimuth change greater than 15° to the left or right direction and the speed acceleration or deceleration more than 5km/h for the speed more than 30km/h

본 논문에서 사용하는 위험운전행동 정의는 표1과 같으며 과속, 급가속, 급진로변경 등 운전 조작에 따른 위험운전행동은 교통안전공단 운행기록분석시스템의 위험운전행동정의[22]를 참고하여 정의하였다. 신체적 상황에 대한 위험운전행동은 이상운전을 추가하여 정의하였으며 표 1을 기준으로 위험운전행동 분석 및 경고에 적용하였다. 적용 조건은 시속 100km가 제한 속도인 도로에서 운전 중에 발생하는 위험운전행동을 분석 및 경고하는 것을 가정하였다.

도로 주행 중 이상운전은 방위각의 크기를 기준으로 정상시의 보통운전과 정상시와 다른 이상운전으로 구분하여 분석하고 경고한다. 이상운전을 판단하는 방위각의 크기는 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙[23]에서 도로의 평면곡선 최소치 방위각을 다음과 같은 방법으로 계산하여 구한 값(3.6°)을 사용한

다.

- 설계속도(V) = 100km/h
- 최대편경사 = 7%
- 평면곡선 반지름(R) = 440m
- 평면곡선 길이(L) = 110m (주행시간 4초 기준)
- 호의 각도(θ) = $(L / (2 * 3.14 * R)) * 360$
 $= (110 / (2 * 3.14 * 440)) * 360$
 $= 14.33^\circ$
- 초당 각도 = $14.33^\circ / 4초 = 3.58^\circ/초$ (약 3.6°/초)

평면곡선의 최소 방위각 3.6°를 이상운전 기준으로 삼은 이유는 다음과 같다. 도로 주행은 주로 직선주행, 곡선주행, 차선변경으로 이루어지며 이중 차량의 방위각이 크게 변하는 구간은 곡선주행과 차선변경이다.

먼저 곡선주행 시 최대 방위각은 앞에서 이미 계산한 결과로 알 수 있듯이 도로 설계 시 평면곡선의 최소각인 3.6°이며 이는 도로 설계에 따른 평면곡선의 최소치이므로 이보다 큰 평면곡선에서는 3.6°보다 작은 각도가 뒀을 알 수 있다.

차선변경에 대한 진입각은 실측 시 발생할 수 있는 안전 문제로 차선변경에 관한 연구[24]를 참고하여 설정하였다. 이 연구[24]에서 최대 시속은 80km/h이며 이 시속에서 핸들 조향각에 대한 평균 진입각은 각각 다음과 같이 속도가 증가(40km/h → 60km/h → 80km/h)할수록 평균 진입각이 감소(조향각 30도 기준: 9.9985 → 5.028 → 4.403)하였다.

안전한 차선변경을 위해서는 급격한 핸들 조작은 피해야 함으로 핸들 조향각이 30°를 넘지 않는다고 가정한다. 본 논문에서는 속도를 100km/h로 가정하기 때문에 100km/h 속도에서 조향각이 30°일 경우 평균 진입각을 단순 추정해서 계산하면 다음과 같다.

- 변화량 (X) = 60km/h의 진입각 - 80km/h의 진입각
 $= 5.028 - 4.403 = 0.625^\circ$
- 100km/h의 진입각 = 80km/h의 진입각 - X
 $= 4.403 - 0.625 = 3.778^\circ$

또한 80km/h 속도에서 조향각 25°를 기준으로 삼는다고 가정하면 핸들 조향각 20°(2.919)와 30°(4.403)의 중간값인 3.661°를 단순 계산((2.919+4.403)/2)하여 얻을 수 있으며 이는 기준값 3.6°와 거의 일치한다.

추정 값으로 정확하지는 않지만 차선변경에 대한 최대 진입값은 3.778° 보다 작은 기준값 3.6°로 설정한다. 이는 위험운전행동을 판단하고 경고하는 것이 본 논문의 주목적이기 때문이다. 따라서 도로주행시 직선주행, 곡선주행, 차선변경 시 이상운전에 대한 방위각의 변화 기준을 3.6°로 정한다.

이상운전을 판단하는 기준값 3.6°가 실제 도로 주행 중에 적용할 수 있는지에 대한 타당성을 검증하기 위해 다음과 같이 최대 속도가 100km/h인 도로에서 측정의 편리성을 위해 스마트폰을 이용하여 초단위로 방위각 값을 측정하고 그 차이값을 계산하여 분석하였다. 측정 데이터에 기준값(3.6°)을 적용한 결과 상당히 정확한 기준 수치임을 확인하였다.

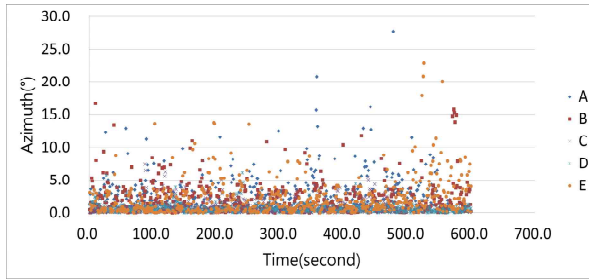


Fig. 2. Measured Azimuth Data of Actual Driving

그림 2는 실제 도로 주행(직선, 곡선, 차선변경 포함) 시 측정된 방위각 값(초단위 차이값)을 나타낸다. 방위각 측정시 포트홀 등에 의해 발생하는 이상값 제거 없이 사용하였으며 분석한 결과는 다음과 같다.

- 측정 시간 : 10분(600초)
- 측정 횟수 : 5회 (600초 * 5회)
- 측정 결과 : 기준값(3.6) 초과 발생 수 = 333회

발생율 = $333/3000 = 0.111$ (11.1%)

도로의 울퉁불퉁한 노면이나 포트홀 등에 의해 스마트폰에서 발생한 이상값(튀는값)을 제거한다면 발생횟수는 더욱 줄어들 것이다. 디지털 운행기록 장치는 이런 이상값을 제거하여 운행정보를 기록 및 전송하므로 이상값을 제거한 측정값을 가지고 그림 3과 같이 직선 주행에 대한 방위각, 그림 4와 같이 차선변경에 대한 방위각, 그림 5와 6과 같이 곡선주행에 대한 방위각을 각각 분석하였다. 그림 2에서부터 그림 6까지 각 그림의 가로축은 측정시간(초[sec] 단위), 세로축은 측정 방위각 값(도[°]단위)을 각각 나타낸다.

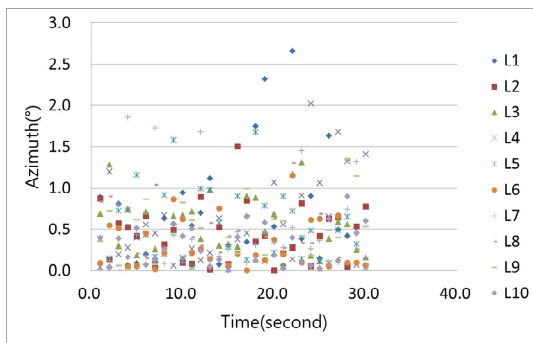


Fig. 3. Measured Azimuth Data of Straight Driving

그림 3의 직선주행에 대한 분석 결과는 다음과 같다.

- 측정 횟수 : 30초간 10회
 - 측정 결과 : 기준값(3.6) 초과 발생 수 = 0회
- 발생율 = $0 / 300 = 0$ (0%)

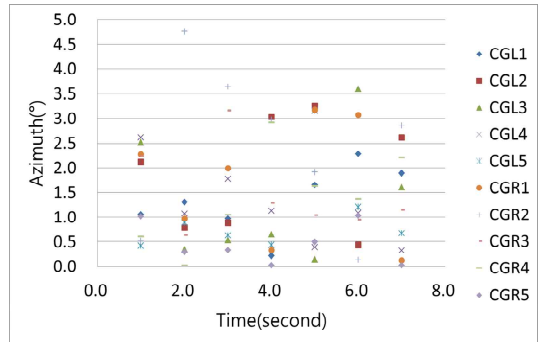


Fig. 4. Measured Azimuth Data of Lane Change

그림 4의 차선변경에 대한 분석 결과는 다음과 같다.

- 측정 횟수 : 7초간 10회(좌측 5회, 우측 5회)
 - 측정 결과 : 기준값(3.6) 초과 발생 수 = 2회
- 발생율 = $2 / 70 = 0.0285$ (2.9%)

그림 5의 도로 곡선반지름이 커서 커브가 완만한 곡선주행에 대한 분석 결과는 다음과 같다.

- 측정 횟수 : 10초간 10회(좌커브 5회, 우커브 5회)
 - 측정 결과 : 기준값(3.6) 초과 발생 수 = 0회
- 발생율 = $0 / 100 = 0$ (0%)

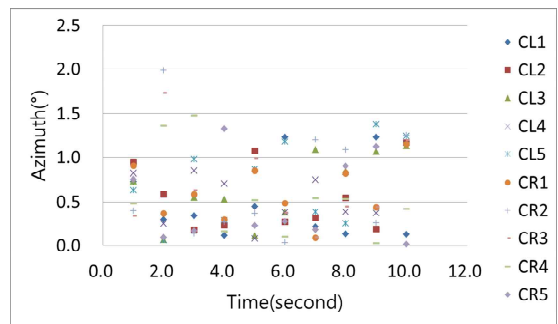


Fig. 5. Measured Azimuth Data of Curve Driving(Long Radius)

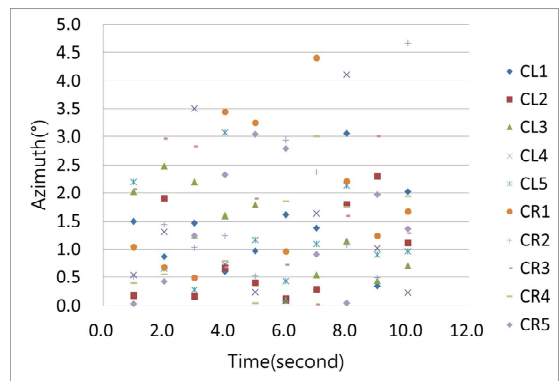


Fig. 6. Measured Azimuth Data of Curve Driving(Short Radius)

그림 6의 도로 곡선반지름이 작아 커브가 급한 곡선주행에 대한 분석 결과는 다음과 같다.

- 측정 횟수 : 10초간 10회(좌커브 5회, 우커브 5회)
- 측정 결과 : 기준값(3.6) 초과 발생 수 = 3회

$$\text{발생율} = 3 / 100 = 0.03 \text{ (3\%)}$$

실제 측정 데이터에서 도로 노면에 의해 발생하는 이상값을 제거하고 분석한 앞의 결과를 종합해 볼 때 기준값 초과 발생률이 최대 3%를 넘지 않으므로 평상시 주행과 다르다고 판단하는 이상운전에 대한 기준값으로 3.6°를 적용한다.

2. Dangerous Driving Behavior Analysis and Decision

본 논문에서는 디지털 운행기록장치로부터 차량 운행정보를 운행기록 제출 표준 형식인 국토교통부 운행기록의 배열순서 [25] 형식으로 스마트폰에서 받아 분석 앱(D2BA)로 위험운전 행동을 분석하고 그 결과를 즉시 표시한다. 표준 형식을 사용함으로써 제조사에 관계없이 사용 중인 디지털 운행기록장치에 쉽게 적용할 수 있다. 본 논문에서 사용한 디지털 운행기록장치는 국토교통부 규격을 만족하며 차대번호, 자동차 유형, 주행거리, 차량속도, 위치정보, 방위각 등의 운행정보를 제공한다.

스마트폰 분석 앱(D2BA)에서 위험운전행동을 분석하기 위해서는 차량 운행정보 중에서 2가지 정보를 이용한다. 첫 번째는 차량의 속도 정보로 과속, 급가속 등의 정보를 분석하는데 사용한다. 두 번째는 방위각 정보로 이상운전, 급진로변경 등의 정보를 분석하는데 사용한다. 2가지 운행정보(속도와 방위각)를 기반으로 전송받은 차량의 위험운전행동을 분석하여 그 결과를 즉시 스마트폰 화면에 표시하고 운전자에게 경고음을 발생함으로써 운전자의 안전운전과 운전습관 개선에 도움이 되고자 한다. 운전 중 스마트폰 조작을 도로교통법으로 금지하고 있기 때문에 스마트폰 조작이 필요 없는 소리(경고음)를 통해 운전자에게 위험운전행동을 경고한다. 또한 위험운전행동 분석 정보를 파일로 저장하여 운전 후 지속적인 관리가 가능하도록 한다.

전송 받은 운행정보는 표 1을 기준으로 그림 7과 같이 분석하여 각 항목별 플래그를 설정(발생 : 1) 및 재설정(미발생 : 0) 하며 그 결과를 스마트폰에 표시하고 경고음을 발생한다. 그림 7은 위험운전행동 판단 흐름을 나타내며 2가지 정보-차량 속도와 방위각 차이값-를 이용하여 위험운전행동을 판단한다.

사용한 용어 및 기호는 다음과 같다.

- 위험운전행동 플래그

```
class DangerousDrivingBehavior {
    int f_ad; //abnormal driving
    int f_os; //overspeed
    int f_lo; //long-term overspeed
    int f_ra; //rapid acceleration
    int f_qs; //quick start
    int f_rd; //rapid deceleration
    int f_ss; //sudden stop
    int f_st; //sharp turn
    int f_su; //sudden U-turn
```

```
int f_sp; //sudden passing
int f_lc; //sudden lane change
};
```

- 전송 받은 방위각 : azimuth
- 전송 받은 차량 속도 : speed
- 제한 속도 : lim = 100km/h
- 과속기간 : period (과속 플래그 f_os가 1인 연속 횟수)
- 속도차 : $\Delta S = \text{speed}(t) - \text{speed}(t-1)$
 t : current second, t-1 : 1 second ago
- 방위각차 : $\Delta A1 = | \text{azimuth}(t) - \text{azimuth}(t-1) |$,
 $\Delta A2 = | \text{azimuth}(t) - \text{azimuth}(t-2) |$,
 $\Delta A3 = | \text{azimuth}(t) - \text{azimuth}(t-3) |$
- 위험운전행동 : $\text{DDB} = (f_{ad} + f_{os} + f_{lo} + f_{ra} + f_{qs} + f_{rd} + f_{ss} + f_{st} + f_{su} + f_{sp} + f_{lc})$

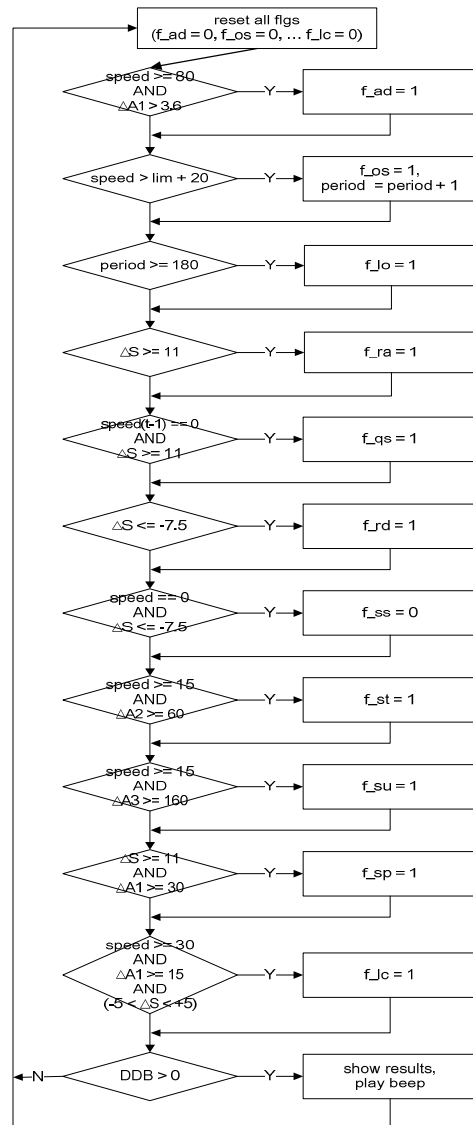


Fig. 7. Dangerous Driving Behavior Decision Flow Chart

IV. Experimental Results

1. Experimental Environment

실제 차량운행과 유사한 모의실험 환경을 그림 8과 같이 구축하고 실험을 진행하였다. 실험은 속도, RPM, 브레이크 신호 등의 차량정보를 생성하기 위한 차량운행 시뮬레이터, 방위각 등의 정보 생성과 1초 단위 운행기록 저장을 담당하는 디지털 운행기록장치, 위험운전행동 실시간 분석 및 경고를 위한 스마트폰, 반복 실험 진행을 위해 사용할 테스트 데이터 생성을 위한 노트북을 연결하여 진행하였다.

모의실험 진행 중 차량운행 시뮬레이터를 설정하여 속도를 생성하고 디지털 운행기록장치 자체를 움직여 방위각 정보를 생성하여 분석 실험을 진행함에 있어서 실험의 반복성과 재현성을 위해 동일한 정보를 생성하는데 어려움이 발생하였다. 이런 문제를 해결하기 위해 차량운행 시뮬레이터를 이용해 생성한 차량운행 정보가 디지털 운행기록장치를 거쳐 스마트폰으로 USB 케이블을 통해 전송이 됨을 확인한 다음 노트북 컴퓨터를 이용하여 실험을 진행하였다.

실제 운행 상황과 유사한 실험 진행을 위해 실제 운행 데이터를 디지털 운행기록장치로부터 국토교통부 운행기록의 배열 순서 형식으로 다운받아 필요한 실험 데이터를 테스트 시나리오에 맞추어 추가 및 수정하여 생성한 다음 스마트폰에 저장하였다. 스마트폰에서는 분석 앱(D2BA)을 이용하여 저장한 테스트 데이터를 1초 단위로 읽어 정보를 분석하고 위험운전행동을 판단하는 실험을 반복 진행했다.

실험에 이용한 장치는 다음과 같다.

- 도로 운행 방위각 실측 : SHV-E120L, SAMSUNG
- 디지털 운행기록장치 : ECO DTG-1000, Innoca
- 위험운전행동 분석 : SHV-E160L, SAMSUNG
- 차량운행 시뮬레이터, LG S550 Note PC, USB 컨버터

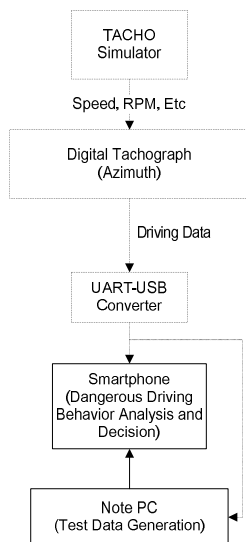


Fig. 8. Experimental Environment Block Diagram

위험운전행동 판단은 그림 10과 같이 스마트폰에 위험운전행동 분석 앱(D2BA)를 구현하여 진행하였다.

2. Experimental Results

실험결과 표 2와 같이 차량 운행 중 운전자의 신체적 상황이나 운전조작에 의해 발생하는 위험운전행동에 대해 각 항목에 따라 정상적으로 분석하여 결과를 표시하고 경고음을 발생했다. 이를 통해 디지털 운행기록 장치로부터 차량의 속도와 방위각을 실시간 전송받아 위험운전행동을 분석하고 경고해주는 것이 가능함을 확인하였다.

Table 2. The Result of Realtime Dangerous Driving Behavior Decision Experiment

Dangerous Driving Behavior	Dangerous Driving Behavior Decision		Display Results & Alarm
	Experiments	Results	
Abnormal Driving	10	10	OK
Overspeed	10	10	OK
Long-term Overspeed	10	10	OK
Rapid Acceleration	10	10	OK
Quick Start	10	10	OK
Rapid Deceleration	10	10	OK
Sudden Stop	10	10	OK
Sharp Turn	10	10	OK
Sudden U-turn	10	10	OK
Sudden Passing	10	10	OK
Sudden Lane Change	10	10	OK

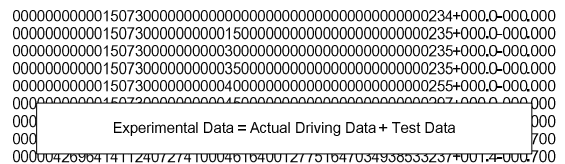


Fig. 9. Experimental Data

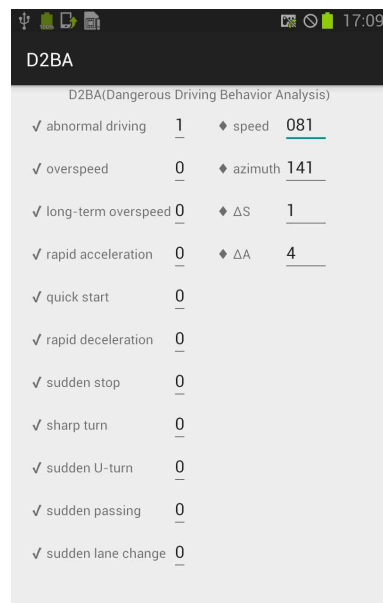


Fig. 10. Dangerous Driving Behavior Analysis App(D2BA)

실험에 사용한 테스트 데이터는 그림 9와 같이 실제 운행기록 사이에 테스트에 필요한 운행기록을 국토교통부 운행기록의 배열순서 형식으로 추가하여 생성한 다음 스마트폰에 저장하였으며 그림 10과 같이 스마트폰에서 구현한 앱(D2BA)에서 전달 받은 데이터를 분석하여 위험운전행동을 판단하였다.

안전 문제로 시나리오 형태로 진행한 모의실험이지만 실제 운행기록을 수정하여 실험을 진행함으로써 실제 적용 가능성이 높음을 확인하였고 위험운전행동 판단 시 스마트폰에서 실시간으로 경고음을 발생함으로써 운전 중 조작 없이 경고가 가능하여 위험운전행동으로 인해 발생할 수 있는 끔찍한 사고를 예방하는데 도움이 될 수 있을 것으로 확신하게 되었다.

V. Conclusions

본 논문에서는 디지털 운행기록장치가 설치된 사업용 자동차를 대상으로 차량 운행 시 발생하는 운행정보 중에서 차량의 속도, 방위각을 이용하여 운전자의 위험운전행동을 실시간 분석 및 경고해주는 방법을 제안하고 적용가능성을 증명하기 위해 실시간 분석 프로그램을 스마트폰에 구현하였다. 스마트폰을 이용한 실험 결과 2가지 정보를 이용한 실시간 위험운전행동 분석 및 경고가 가능함을 확인하였으며 이를 통해 제안 방법의 적용 가능성을 증명하였다.

디지털 운행기록장치와 스마트폰 사이의 운행기록 전송 형식을 국토교통부 운행기록 배열형식을 사용함으로써 타사 제품이라도 본 논문에서 제안한 방법을 쉽게 적용할 수 있으며 제안 방법 적용으로 운전자의 안전운전과 운전습관 개선에 큰 도움이 될 것으로 예상된다. 또한 운전습관 개선으로 연료비 절감에도 도움이 될 것으로 예상하며 스마트폰을 이용함으로써 분석 기능의 수정 및 확장이 용이하고 다양한 형태의 위험운전행동 분석 정보 관리가 가능하다.

본 논문에서 제안한 방법은 차량 운행정보 중 2가지 정보만으로 위험운전행동을 판단할 수 있기 때문에 디지털 운행기록장치가 없는 차량에 대해서도 확대 적용이 가능하다. 이를 위해 향후 스마트폰 내장 센서를 이용한 실시간 위험운전행동 분석 및 판단에 대한 연구가 필요하다. 또한 운전 중 스마트폰 사용 금지에 따른 차량내부에 장착된 AVN 장치 연동 또는 더미 디스플레이 장치를 활용할 수 있는 스크린 미러링 기술 적용에 대한 추가 연구가 필요하다.

REFERENCES

- [1] Global Status Report On Road Safety 2013: supporting a decade of action. World Health Organization 2013
- [2] Masahiro MIYAJI, Mikio DANNO and Koji OGURI, "Analysis of Driver Behavior Based on Traffic Incidents for Driver Monitor Systems," Intelligent Vehicles Symposium, 2008 IEEE, pp. 930-935, June 2008.
- [3] Frédéric Holzmann, Sascha Kolski, Armin Sulzmann, Gernot Spiegelberg, Roland Siegwart and Heiner Bubb, "Improvement of the driving safety using a virtual driver," Proc. of Intelligent Transport Systems Conference (ITSC) 2005.
- [4] CHAO-JUNG CHEN, HSIN-YUAN PENG, BING-FEI WU AND YING-HAN CHEN, "A Real-Time Driving Assistance and Surveillance System," JOURNAL OF INFORMATION SCIENCE AND ENGINEERING 25, pp. 1501-1523, 2009.
- [5] Road Safety Annual Report 2014, OECD, ITF, October 2014.
- [6] Korea Road Traffic Authority(KoROAD), "2014(2012) OECD Members Traffic Accident Comparison Report," December 2014.
- [7] Korea Road Traffic Authority(KoROAD), "2013(2012) Traffic Accident Analysis Report," October 2013.
- [8] Igor Furgel and Kerstin Lemke, "A Review of the Digital Tachograph System," Embedded Security in Cars, Springer-Verlag, pp. 69-94, 2006.
- [9] Enforcement Decree of the Traffic Safety Act [Enforcement Date 23. March, 2013]
- [10] Claudio Rosito Jung and Christian Roberto Kelb, "A Lane Departure Warning System Based on a Linear-Parabolic Lane Model," 2004 IEEE Intelligent Vehicles Symposium, June 2004.
- [11] Adnan Shaout, Dominic Colella and S. Awad, "Advanced Driver Assistance Systems- Past, Present and Future," Computer Engineering Conference (ICENCO), 2011 Seventh International, pp. 72-82, December 2011.
- [12] J. Pohl, M. Sethsson, P. Degerman and J. Larsson, "A semi-automated parallel parking system for passenger cars," Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, pp. 53-65, January 2006.
- [13] Sudhir kumar Singh W and Philomina S, "ADVANCED DRIVER ASSISTANCE SYSTEMS FOR AUTOMOBILES USING WPAN," Unique Journal of Engineering and Advanced Sciences, pp. 108-111, April-June 2014.
- [14] Saravanan Kannan, Arunkumar Thangavelu and RameshBabu Kalivaradhan, "An Intelligent Driver Assistance System (I-DAS) for Vehicle Safety Modelling using Ontology Approach," International Journal Of UbiComp (IJU), Vol.1, No.3, pp. 15-29, July 2010.

- [15] Thomas Wurtz, "Integrating the Digital Tachograph with Telematics for the new European Standard," Master of Science Thesis, Stockholm, Sweden, 2007.
- [16] Joon-Gyu Kang, Yoo-Won Kim, Ung-Taeg Lim and Moon-Seog Jun, "Digital Tachograph Vehicle Data Digital Authentication System," Journal of The Korea Society of Computer and Information, Vol. 18, No. 6, pp. 48-49, June 2013.
- [17] eTAS, Korea Transportation Safety Authority, <http://etas.ts2020.kr>
- [18] Nidhi Kalra and Divya Bansal, "Analyzing Driver Behavior using Smartphone Sensors: A Survey," International Journal of Electronic and Electrical Engineering, Vol. 7, No. 7, pp. 697-702, 2014.
- [19] Nidhi Kalra, Gunjan Chugh and Divya Bansal, "Analyzing Driving and Road Events via Smartphone," International Journal of Computer Applications, Vol. 98, No. 12, pp. 5-9, July 2014.
- [20] Derick A. Johnson and Mohan M. Trivedi, "Driving Style Recognition Using a Smartphone as a Sensor Platform," 2011 14th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, pp. 1609-1615, October 2011.
- [21] Rui Araújo, A'ngela Igreja, Ricardo de Castro and Rui Esteves Araújo, "Driving Coach: a Smartphone Application to Evaluate Driving Efficient Patterns," 2012 Intelligent Vehicles Symposium, pp. 1005-1010, June 2012.
- [22] Vehicle Data Analysis System User's Guide (etas.ts2020.kr), Korea Transportation Safety Authority, pp. 22, 2014.
- [23] Rules about the Road Structure & Facilities Standards [Ministry of Land, Infrastructure and Transport No. 111]
- [24] Da-Ni Joo, Sang-Chan Moon, Min-Woo Kim, Byoung-Soo Kim, Kyu-Min Nam and Soon-Geul Lee, "Characteristic Classification for Lane Change Condition Using Vehicle - Based on Velocity and Change Angle," 2013 KSAE Integrated Conference, pp. 934-939, May 2013.
- [25] Ministry of Land, Infrastructure and Transport Notice No. 2010-667, September 2010.

Authors



Joon-Gyu Kang received the B.S. and M.S. degrees in Computer Engineering from Kumoh National Institute of Technology, Korea in 1998 and 2000, respectively.

He is completed the Ph.D course in Computer Science from Soongsil University, Korea in 2013. He is currently an assistant professor in the Department of Computer Software, Bucheon University. His research interests include intelligent agent, ITS, telematics, automotive application, and information security.



Yoo-Won Kim received the B.S. degree in Mechanical Engineering from Kyunghee University, Korea in 1987, and the M.S. degree in Information Engineering from Inha University, Korea, in 2003.

He is completed the Ph.D course in Computer & Information Engineering from Inha University, Korea in 2006. He is currently an adjunct assistant professor in the Department of Computer Software, Bucheon University. His research interests include automotive application, telematics, digital tachograph, ITS, digital broadcasting, infotainment, and computer vision.



Moon-Seog Jun received the M.S. and Ph.D. degrees in Computer Science from University of Maryland, USA in 1986 and 1989, respectively. He is currently a professor in the Department of Computer Science,

Soongsil University. His research interests include information security, network security, authentication system, and internet security.