

운전자 운전행동 분석을 통한 안전운전 지원시스템 설계 및 구현

The Design and Implementation of Driver Safety Assist System by Analysis of Driving Behavior Data

고재진*, 최기호**

Jae-Jin Ko*, Ki-Ho Choi**

요 약

본 논문에서는 운전자의 주행습관 속에서 안전운전에 지원을 위한 정보 획득 및 분석 장치를 구현하였다. 안전운전 지원을 위하여 공격적 운전행동을 정의하고 운전 중 행동을 인식할 수 있는 정보 획득 방법을 고안하였다. 정보 수집 장치와 정보 분석모듈 그리고 운전행동 비교모듈을 설계하여 정보의 정확성을 높였으며, 운전자의 평소 운전행동과 비교하여 이상행동을 검출하여 경고할 수 있도록 시스템을 설계하였다.

Abstract

In this paper, we propose the information acquisition and analysis system for a vehicle driver in order to provide the safe driving environments. We first define the list of reckless driving behaviors and propose the recognition system, which recognizes the reckless behaviors, by using the acquired information. The collaboration among the information acquisition, the analysis, and the behavior comparison modules increases the accuracy of the recognition rate. Our system alarms to a vehicle driver in order to notify the potential to confront the dangerous situation due to the abnormal or reckless driving behaviors.

Key words : Driver Safety, Driver Assist, ITS Service, Smart Car

I. 서 론

IT융합 기술이 활성화 되면서 자동차, 조선 등 수송시스템과 IT기술을 접목한 지능형 수송시스템에 대한 연구개발이 활발히 진행되고 있다. 대표적인 수송시스템인 자동차 역시 단순한 탑승자와 화물의 이동수단에서 IT기술이 접목되어 안전, 편의, 즐거움 등 복합서비스를 제공하는 지능형 자동차로 발전하고 있다. 지능형 자동차의 대표적인 서비스는 주행안

전 지원을 위한 지능형 운전자 안전지원 시스템(ADAS, Advanced Driver Assistance Systems)으로 센서와 분석시스템을 이용하여 안전주행을 위한 정보를 제공하고 있다. 지능형 자동차의 안전은 운전자 안전지원 시스템뿐만 아니라 운전자의 운전 성향이 크게 중요하지만, 운전자의 운전성향은 객관화된 정보로 정의하기 어려운 문제점이 있다. 운전자의 운전 성향에 대한 기존연구에서는 운전자 경험지수 평가를 통한 주관적 운전 성향 정량화를 위한 연구개발이

* 전자부품연구원(Korea Electronics Technology Institute)

** 광운대학교 컴퓨터공학과(Computer Eng., Kwang-woon University)

· 제1저자 (First Author) : 고재진(Jae-Jin Ko, Tel : +82-31-739-7500, email : jaejini@keti.re.kr)

· 접수일자 : 2013년 4월 10일 · 심사(수정)일자 : 2013년 4월 18일 (수정일자 : 2013년 4월 25일) · 게재일자 : 2013년 4월 30일

<http://dx.doi.org/10.12673/jkoni.2013.17.2.165>

수행되었으나[1], 지능형 자동차의 센서 정보와 운전자 정보가 결합된 연구는 행되지 못하고 있다.

본 논문에서는 운전자의 운전 성향을 분석하고 저장하여 운전자의 운전성향 변화에 따른 공격적 운전 행동을 인식할 수 있는 안전운전 지원시스템 제안한다.

II. 운전자 운전성향 정보 데이터 정의

안전운전을 위한 운전자 운전성향의 변화를 구분하기 위해서는 운전성향에 대한 정의와 운전행동 그리고 법규 위반에 대하여 표 1과 같은 구분이 필요하다.

표 1. 운전성향, 교통법규 위반, 공격적 운전행동 예
Table 1. Example of driving behavior, traffic violation, and reckless driving.

운전성향	난폭운전, 부주의운전, 양보운전, 방어운전
11대 주요 교통법규 위반	신호위반, 중앙선침범, 속도위반, 앞지르기방법위반, 건널목통과방법위반, 보행자보호의무위반, 무면허운전, 주취운전, 보도침범, 승객추락방지의무위반, 어린이보호구역 안전운전의무위반
공격적 운전행동	안전거리 미확보, 급가속/급감속, 과속, 무리한 끼어들기, 잦은 차선변경

운전성향은 난폭운전과 부주의 운전의 공격적 성향과 양보운전과 방어운전의 안전운전성향으로 나눌 수 있으며, 공격적 운전성향과 11대 중과실 교통법규 위반 행위를 결합하여 과속, 급가속/급제동, 잦은 차선변경, 안전거리 미확보, 무리한 끼어들기와 같은 공격적 운전행동을 도출 할 수 있다.[2] 또, 공격적 운전행동은 급가속/급감속, 과속, 차선변경과 같이 단독 운전행동과 안전거리 미확보, 무리한 끼어들기와 같은 상대적 운전행동으로 나눌 수 있다.

안전운전 정보 제공을 위해서는 정보수집을 위한 운전자 운전행동의 범위를 정해야 하며, 교통법규에

서 정하는 기준과 실제 주행 시 발생할 수 있는 사항을 고려하여 다음 표 2와 같이 범위를 정하였다.

표 2. 공격적 운전행동의 정의
Table 2. Definitions of reckless driving.

운전행동	정의
급가속/급감속	- 빠른 속도변화 직후(2초이내) 감속 - 잦은 가속(악셀링)과 감속(브레이킹) 반복
잦은 차선변경	- 잦은 횡적 차량이동
안전거리 미확보	- 속도 30km/h 이상시 전방차량 4m 이내 차간거리 유지상태로 5초이상 주행
무리한 끼어들기	- 속도 30km/h 이상시 옆차선 후방차량 4m이내 차선변경 - 차선변경 후 뒤차량 간격 4m 이내

- 급가속/급감속은 속도의 증가직후 감속을 의미하여 잦은 가속과 감속의 반복으로 정의하였다.

- 잦은 차선변경은 차량의 횡적 이동이 빈번이 일어나는 상황으로 정의하였다.

- 안전거리 미확보는 서행주행이 아닌 속도에서 공주거리 이내 간격으로 5초이상 주행하는 상황으로 정의하였으며, 주행속도 30km/h의 1초 공주거리가 8.3m일 때 0.5초의 상황을 가정하여 4m로 가정하였다[3].

- 무리한 끼어들기는 서행주행이 아닌 속도에서 후방차량의 공주거리 이내 간격으로 차선 변경한 경우 또는 차선변경 후 뒤차량과의 간격이 4m 이내로 좁혀지는 상황으로 정의하였다.

III. 안전운전 정보제공 시스템 설계

3-1 안전운전 정보제공 시스템 구성

안전운전 정보제공을 위한 시스템은 자동차 주행 정보 획득을 위한 다양한 센서와 센서 정보 처리를 위한 정보처리모듈 그리고 안전운전 정보 분석 모듈, 사용자별 운전행동 저장소, 기존의 운전행동과 비교 모듈이 필요하다[4]. 그림 2는 안전운전 지원서비스 시스템의 구조이다.

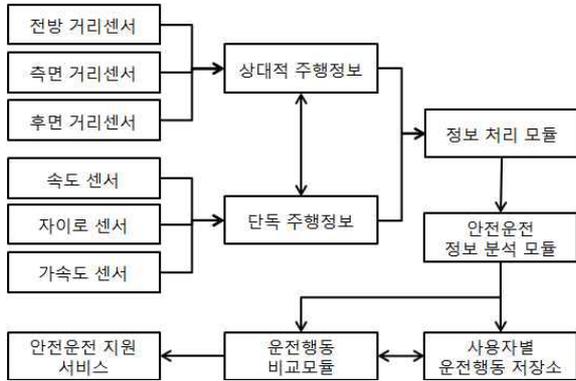


그림 1. 안전운전 지원서비스 시스템 구조
 Fig. 1. The architecture of safety assist service system.

자동차 주행정보 획득을 위한 센서들은 표 2에서 정의한 공격적 운전행동의 분석을 위하여 단독 주행정보 획득을 위한 센서와 상대적 주행정보 획득을 위한 센서로 구성이 된다. 각각의 센서로부터 수집된 주행정보는 주행정보 분석 모델을 통하여 안전운전에 영향을 미치는 공격적 운전행동을 구분한다.

정보처리 모듈과 안전운전 정보 분석 모듈을 통하여 정의된 운전행동 정보는 사용자별 운전행동 저장소에 저장되어 운전자의 상태에 따라 변할 수 있는 운전행동을 보완할 수 있도록 한다.

마지막으로 운전행동 정보와 사용자의 운전패턴과의 비교를 통하여 안전운전을 위한 사용자 지원 서비스를 제공할 수 있도록 한다.

3-2 주행정보 분석모델 구성

정보 수집 장치에서 전달받은 데이터를 안전운전 지원 시스템에 적용하기 위해서는 상황정보들은 그림 2와 같은 처리과정을 거쳐 변환되어야 한다[5]. 상황정보 처리를 위한 구성요소로는 정보수집장치(sensor), 인덱스 필터(Indexed Filter), 운행정보 연동모듈(Integrated Module), 운행상황 인식모듈(Decision Module), 안전운전 지원 서비스(Safety Assist Service)로 구성되어 있으며, 각각의 구성요소들을 거쳐서 상황정보는 기초 주행정보(Sensor Data), 인덱스 주행정보(Indexed Data), 통합 주행정보(Integrated Data), 최종 상황정보(Final Data)로 변환된다.

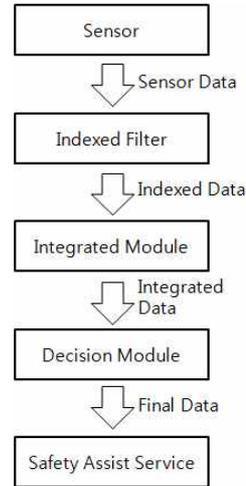


그림 2. 정보처리 모델 구성
 Fig. 2. The construction of a data processing model.

기초 주행정보는 차량 주행정보 수집 장치와 차량 상대 정보 수집 장치에서 수집된 기본 정보를 의미하며 아무런 데이터 처리를 거치지 않은 정보 값을 가지고 있다. 인덱스 주행정보는 인덱스 필터 모듈을 이용하여 시간의 흐름에 따라 같은 상황의 정보들을 표현할 수 있는 대표 값으로 추출된 정보를 의미한다.

통합 주행정보는 주행정보 연동모듈을 통하여 공격적 운전행위 구분 및 안전운전 서비스 적용을 위한 상호 연관관계에 따라 주행정보를 결합한 주행정보를 말한다. 공격적 운전행위의 정의에 따라 필요한 주행정보를 연관관계에 따라 OR 또는 AND 논리 연산을 통하여 복합적인 의미를 포함하는 상황정보로 변환한다. 상황정보 연동모듈에서 AND 논리연산은 교집합(공통)의 의미로써 동시성과 필수적인 상관관계를 나타내며, OR 논리연산은 합집합의 의미로써 선택적인 상관관계를 나타낸다.

마지막으로 최종 상황정보는 운행상황 인식모듈을 통하여 공격적 운행상황을 결정하고 표현하는 정보를 의미한다. 이렇게 결정된 최종 상황정보는 서비스에 전달되어 운전자에게 안전운전 지원 서비스를 제공하게 된다.

IV. 시스템 개발 및 실험

4-1 시스템 구성 및 개발

전방/측면/후면 거리 측정을 위한 센서로는 40kHz 주파수를 사용하는 자동차용 초음파 센서를 이용하였으며, 전방 거리 센서는 일정속도(30km/h) 이상시 1초 간격으로 거리를 저장하였다. 측면/후면 거리 센서는 방향 지시등이 점멸될 때 1초 간격으로 거리를 측정하였으며, 측면 센서는 방호벽, 중앙분리대, 터널안 등 후방거리 센서의 오진단을 보완하기 위하여 활용하고 후방거리는 후방거리 센서만을 사용하여 측정하였다.



그림 3. 초음파 센서
Fig. 3. The ultrasound sensor.

자이로스코프센서와 가속도 센서 통합 보드를 제작하여 자동차의 횡적 이동과 속도의 변화를 측정하였다.



그림 4. 자이로 센서와 가속도센서 보드
Fig. 4. The data board of gyroscope sensor and acceleration sensor.

자동차의 속도와 스티어링 휠 각도 정보 획득을 위하여 온보드진단기(OBD: On-Board Diagnostic)를

사용하였으며, 다양한 자동차 정보를 얻을 수 있는 OBD-II 규격에 맞추어 정보 획득 보드를 개발하였다 [6].

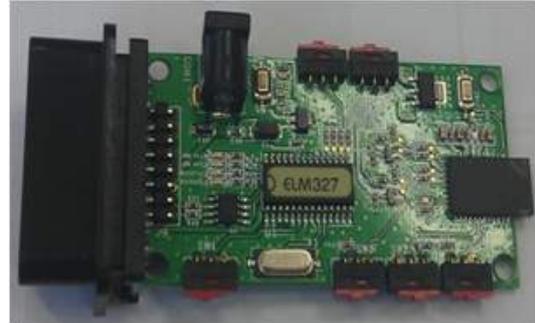


그림 5. 자동차 정보 수집 장치
Fig. 5. The device for smart car information.

각각의 센서에서 측정되는 데이터는 표 3과 같은 형식으로 구성되어 있다.

표 3. 센서 데이터 종류 및 형식
Table 3. The sensor data types and formats.

데이터	크기 (bit)	수집방법	비고
주행속도	16	OBD-II	Km/h
누적주행거리	32		Km
스티어링 휠 각도	16		왼(+), 오른(-)
X축 가속도	16	가속도/ 자이로 센서	-4096~4095
Y축 가속도	16		
Z축 가속도	16		
X축 자이로	16		
Y축 자이로	16		
Z축 자이로	16		
전방 거리	16	초음파 센서	m
후방 거리	16		m
측면 유무	16		On/Off

정보 수집 모듈과 주행정보 분석모듈을 통하여 정의된 운전자의 일반적 운전행동 정보는 그림 1과 같이 운전행동 비교모듈에 의해 운전자별 데이터로 저장된다. 운전자별 데이터는 운전자의 운전행동을 인식하는 것과 동시에 운전자의 심리 상태에 따라 달라질 수 있는 운전행동에 대한 분석을 가능하게 한다.

4-2 실험군 설정

평소 운전행동 정보 수집과 안전운전 상황 비교를

위한 정보수집을 위하여 다음 표 4와 같이 실험군을 선정하여 실험을 진행하였다. 실험을 진행하기에 앞서 설문지를 통하여 실험자의 운전능력, 운전형태와 내용 등을 정리하였다. 운전능력은 스스로 생각하는 수준을 능숙, 보통, 초보로 구분하였으며, 운전형태는 평소 제한속도 이상 운행이 잦으면 과속, 제한속도 미만으로 운행이 잦으면 정속으로 구분하였다. 주행거리와 주행형태는 하루를 기준으로 최소 주행거리와 제한속도 80km/h이상의 고속화도로와 일반도로의 분포를 표시하도록 하였다.

표 4. 실험군 정보

Table 4. The information of test driver.

실험자	나이	성별	운전능력	운전형태	주행거리(일)	주행형태
실험자1	40대초	남	능숙	과속	30km	고속(60)/일반(40)
실험자2	30대중	여	초보	정속	15km	일반(100)
실험자3	30대중	남	능숙	과속	20km	일반(100)
실험자4	30대초	남	보통	정속	35km	고속(90)/일반(10)

4-2 실험 결과

실험은 실험자의 차량에 전방/측면/후방 센서 등 초음파 센서 6개, 가속도/자이로 센서 모드와 OBD정보 획득 장치 및 정보수집장치를 설치하고 각 20회씩 차량을 주행하였다. 처음 10회의 주행으로 이상행동 검출을 위한 기준값을 구하였으며, 이후 10회의 주행으로 이상운전 검출실험을 수행하였다. 실험을 위하여 운전자들은 평소 운전행동을 유지하도록 노력하였으며, 차선변경 및 방향전환 시 방향지시등을 반드시 사용하도록 하였다. 각 실험자들의 20회 실험의 평균값은 표 5와 같다.

결과의 이상 운전행동은 식 1과 같이 전체 실험횟수의 평균값과 오차범위를 넘어서는 값을 이상행동으로 정의하였다.

$$A(k) = |S_{avr} - S(k)| > \Delta S(V_k) \quad (1)$$

$\Delta S(V_k)$ 는 이상행동 검출기준 값으로 시간 k에 서의 속도(V_k)에 따른 위험도를 설정하여 활용하였다.

다음 표 6은 실험자1의 실험결과이다. 총 10회의 기록중 8회는 일반적인 운전행동을 보이고 있으나, 2회차, 10회차 실험에서는 실험자1의 공격적 운전행동을 보이고 있음을 알 수 있다.

표 5. 실험군 실험결과

Table 5. The result of test driver.

구분	실험자1	실험자2	실험자3	실험자4
총거리(일평균)	32.5km	12.6km	24km	36.2km
차선변경	11.2회	16.9회	15.2회	14.3회
급가속/급감속	0.6회	0.1회	8.2회	0.2회
안전거리 미확보	2.9회	0.2회	8.9회	8.2회
무리한 끼어들기	1.1회	0.4회	4.6회	0.4회
이상 운전행동	2회	0회	1회	1회

표 6. 실험자1의 실험결과

Table 6. The result of test driver1.

일차	총거리	차선변경	급가속/급감속	안전거리 미확보	무리한 끼어들기	이상운전행동
1	31.9	9	0	2	0	N
2	33.5	22	8	8	4	T
3	32.2	10	0	2	0	N
4	32.3	10	0	2	0	N
5	31.9	9	0	2	0	N
6	32.4	8	1	2	1	N
7	32.3	8	0	1	0	N
8	32.7	9	2	1	0	N
9	32.9	9	0	1	0	N
10	33.2	18	7	8	6	T
평균	32.53	11.2	1.8	2.9	1.1	0
평균 Nor	32.325	9	0.375	1.625	0.125	

V. 결 론

기존의 안전운전 지원시스템은 차선변경, 안전거리 미확보, 운전자 부주의 상황 등 특정 상황에 제한된 안전운전 지원 서비스를 목적으로 운전자 고유의 운전행동에 대한 인식 및 지원은 고려하지 못하고 있다. 본 논문에서 제안하는 안전운전 지원 시스템은 운전자의 공격적 운전행동을 구분하는 동시에 운전자의 평소 운전행동과 실시간 운전행동을 비교함으

로써 운전자의 이상상황을 인식하여 경고할 수 있는 장점이 있다.

마지막으로 IT융합 기술이 발달로 지능형 자동차에 적용되는 다양한 센서와 정보들을 활용하여 본 논문에서 설계한 시스템에 영상인식 장치 및 운전자 상태 인식 장치를 적용하면 보다 더 정확한 정보를 획득할 수 있으리라 기대된다.

Reference

- [1] Yuri Kim, Chongkwan Rah, Minyong Park, Kihan Noh, "Quantification of subjective driving behavior and validation process under double lane change environment", *ESK Conference*, Seoul, pp.115-120, 2006. 5.
- [2] Dawoon Jeong, Heungsoon Kim, "An Analysis of the Traffic Offense Behavior by Drivers' Characteristics", *The Seoul Institute Journal*, vol. 9, no. 3, pp. 119-131, 2008. 9.
- [3] Daegwon Yoon, "Estimates the vehicle's stopping distance to free running distance and the braking distance.", *TS for you* pp. 38-39, 2008. 2.
- [4] Jie Sun, Yongping Zhang, Kejia He, "Providing context-awareness in the smart car environment", *IEEE CIT2010*, pp. 13-19, 2010. 6.
- [5] Jae-Jin Ko, Ki-Ho Choi, , "Development of a Matrix-based Context Awareness Model for Vehicle Environment", *KITS Journal*, v.8, no.6, pp. 187-195, 2009. 12.
- [6] http://en.wikipedia.org/wiki/On-board_diagnostics#OBD-II

감사의 글

이 논문은 2012년도 광운대학교 연구년에 의하여 연구되었습니다.

고 재 진 (Jae-Jin Ko)



1997년 2월 : 광운대학교 컴퓨터 공학과(공학사)

2000년 2월 : 광운대학교 컴퓨터 공학과(공학석사)

2000년 5월 ~ 현재 : 광운대학교 컴퓨터 공학과 박사과정

2000년 5월 ~ 현재 : 전자부품연구원 책임연구원/센터장
관심분야 : ITS 시스템, 임베디드시스템, 지능형 자동차 상황인식

최 기 호 (Ki-Ho Choi)



1973년 2월 : 한양대학교 전자공학과 (공학사)

1977년 2월 : 한양대학교 전자공학과 (공학석사)

1997년 2월 : 한양대학교 전자공학과 (공학박사)

1977년 3월~1979년 2월 : 한국과학기술연구원(KIST) 전자공학부 연구원

2005년 1월 ~ 2005년 12월 : 한국 ITS 학회 회장

2006년 1월 ~ 2006년 12월 : 한국멀티미디어학회 회장

1979년 3월 ~ 현재 : 광운대학교 컴퓨터공학과 교수
관심분야 : ITS 시스템, 임베디드시스템, 지능형자동차 상황인식 등