

정속 운전 지수 표시기 개발¹⁾

김 선호^o, 유 준희, 이 민석

한성대학교 컴퓨터공학과

tjsghgogo@naver.com, kailieu@gmail.com, minsuk@hansung.ac.kr

Development of a driving behavior indicator

Sunho Kim^o, JunHee Yoo, Minsuk Lee

Hansung University, Department of Computer Engineering

요 약

교통사고는 운전자, 차량, 주변 교통상태, 도로 및 교통시설 등의 여러 요인이 복합적으로 작용하여 발생하지만, 많은 경우 운전자의 운전 행태가 가장 큰 영향을 미친다. 본 논문은 이러한 운전자의 운전 행태를 분석하여 점수화 하여 보여줌으로써 운전 행태를 개선할 수 있도록 도와주는 정속 운전 지수 표시기 개발에 관한 것이다. 연구에서는 MEMS 기반 3차원 가속도 센서와 3축 지자기 센서, GPS 등 모션 센서들을 이용하여 운전 안정성 / 승차감 지수를 측정, 저장하고 정량적으로 보여 줌으로써 운전자의 운전습관을 개선할 수 있도록 해 준다. 실제 구현에는 정속 운전 지수 계산에 필요한 모든 센서를 이미 포함하고 있는 아이폰을 이용하였으나, 내비게이션 시스템이나, 차량용 블랙 박스 등에 최소한이 센서를 부가 장착함으로써 적용이 가능하다.

1. 서 론

교통사고는 운전자, 차량, 주변 교통상태, 도로 및 교통시설 등의 여러 요인이 복합적으로 작용하여 발생하지만 2009년의 경찰청 사고 통계자료[1] 중 연간 교통사고 건수를 살펴보면 약 215,822건의 교통사고 중 안전운전 불이행, 중앙선 침범, 신호 위반, 안전거리 미확보 등 운전자의 부주의에 의해 이루어진 사고가 약 196,481 건으로 약 91%이상을 차지하고 있음을 알 수 있다. 또한, 경찰청 사고 통계자료에서 보는 바와 같이 교통사고의 여러 요인 중 대부분의 사고자 운전자의 특성과 운전행태가 교통사고에 가장 큰 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

운전자의 운전습관 개선 및 안전운전에 대한 사회적 요구, 사고 기록 등의 요구에 부응하기 위하여, 이미 다양한 형태의 디지털 주행기록계, 차량용 블랙박스 등이 국내외에서 출시되고 있다.

그러나 디지털 주행기록계나 차량용 블랙박스 등은 사고에 대한 명확한 해석은 가능하지만 사고를 미연에 방지해 줄 수 있는 시스템은 현재 장착되어 있지 않고 현재 운전 습관에 대한 실시간 피드백이 이루어지지 않아 그 효율성이 매우 떨어지고 있는 실정이다.

본 연구에서는 MEMS 기반 3차원 가속도 센서와 3축 지자기 센서, GPS를 이용하여 운전 안정성 / 승차감 지

수를 측정, 저장하여 운전자의 운행 습관을 점수화하는 정속 운전 지수 표시기를 개발하였다. 이 표시기는 GPS를 이용하여 지도에 주행 경로를 표시하고 구간별 속도, 방향, 정속 운전 지수(즉, 얼마나 안전한 운전을 했는지)를 실시간 또는 추후에 정량적으로 확인할 수 있어 운전자의 운전습관을 개선할 수 있도록 해 준다.

2. 관련 연구

텔레매틱스는 통신(Telecommunication)과 정보과학(Informatics)의 합성어로서, 자동차를 기반으로 이동통신, 인터넷, 내비게이션 등이 결합된 자동차에서 사용되는 원격정보 서비스이다. 하지만 텔레매틱스 시스템은 주로 전체적인 도로의 혼잡, 이상 상황, 교통 흐름 제어 등에 그 중심이 있으며, 그 정보를 교통 정보의 형태로 운전자에게 전달하는 것을 주요 목표로 하고 있다. 텔레매틱스는 또, 차량이 고장 나거나, 사고가 발생했을 때 무선 네트워크를 통해 자동으로 경찰, 보험회사, 정비회사 등에 보내는 기능을 포함하고 있으나, 본 논문과 같이 운전자의 운전 습관에 관한 정보를 제공하지 않는다.

자동차용 블랙박스는 자동차의 속도, 방향, 브레이크 작동, 자동변속기 제어, 안전띠 착용유무, 차량 안과 밖의 영상 등의 데이터를 저장하여 차후에 분석할 수 있다. 이러한 블랙박스 저장 정보와 위험 운전 빈도, 교통사고 경험 유무 등의 정보들을 통하여 위험 운전을 억제시키는 연구도 진행되었고[2], 주행 정보의 수집/분석을 통하여 연료 절감, 배기가스 배출 절감을 위한 성능 분석을 하는 연구도 진행되었다. 블랙박스는 차량의 사고 데이터뿐만 아니라 주행 기록계의 진화된 형태로서 차량의 주행 거동에 대한 각종 데이터의 수집·저장이 가능

1) 본 논문은 2009년도 서울시 특허기술상품화 기술개발 지원사업(과제번호: PA090676)의 지원에 의한 연구 결과물입니다.

하므로 저장 정보의 분석 과정을 통하여 위험 운전을 판별할 수 있으나, 실시간으로 운전 행태를 표시하는 기능이 없다.

위험 운전 유형 분류 및 데이터 로거 (Data-Logger) 개발 연구[3]에서는 위험 운전 유형에 대한 분석을 위하여 차량 거동 상태에 따른 모든 차량 데이터를 취득·분석할 수 있는 장치를 개발하였다. 또한, 위험운전 유형에 따른 임계값 개발[4]에서는 위험운전 유형을 급제동, 급가속, 급선회, 급차선변경의 네 가지로 분류하고 차량용 블랙박스를 장착한 실차 실험을 통해서 주행 데이터를 수집·분석하여 위험운전을 인지하는 알고리즘을 제시하였다. 하지만, 이러한 실험을 통한 속도 단계별 위험 운전 임계치를 선정하고 운전을 실시간 인지/판별하기 위한 세부적인 기준을 제시하였으나, 본 논문에서처럼 운전자의 운전 습관에 대한 실시간 피드백이 이루어지지 않았다.

3. 설계 및 구현

3.1 정속 운전 지수 표시기 시스템 설계

본 논문에서는 위험 운전 유형 분류 및 데이터로거 개발 연구[3]에서 분류하고 있는 위험 운전 유형 가운데 적용 가능한 8가지의 위험 운전 유형에 대하여 3축 가속도 센서와 3축 지자기 센서, GPS를 사용하여 운전자의 정속 운전 지수를 계산하고 그 지수를 보여주는 시스템이다. 본 연구에서 데이터를 수집하고 정속 운전지수를 구하여, 저장 및 표시하는 방법은 아래 그림 1과 같다.

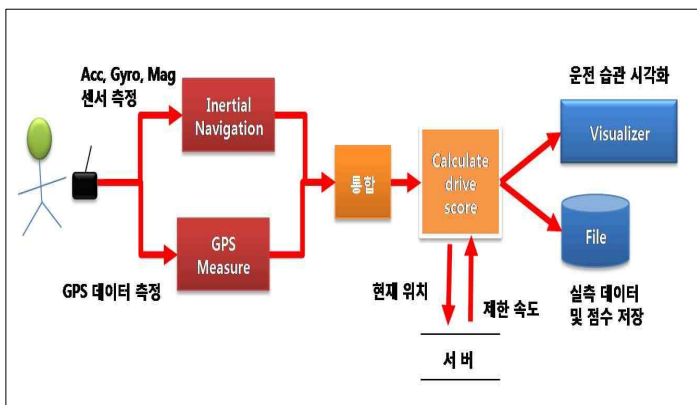


그림 1. 정속 운전 지수 표시기 시스템 설계

3.2 센서 실측, GPS 데이터 통합

본 연구에서는 가속도 센서, 지자기 센서, GPS를 통하여 차량의 운행 상황을 실시간으로 수집하고 분석한다. 연구에서는 아이폰을 이용하여 데이터를 수집하고 분석하였기 때문에, 3 종류의 센서를 이용할 수 있었으며, 실제 상용화 단계에서는 가속도 센서와 GPS 만을 이용할 수도 있도록 개발할 예정이다. 최근에는 가속도 센서가 포함된 차량용 내비게이션이 많이 보급되어 있고, 버스

와 같은 대중교통 수단에도 GPS가 모두 설치되어 있어, 많은 환경에서는 부가 하드웨어를 최소화하여 연구의 결과를 적용할 수 있을 것으로 사료된다. 가속도 센서와 지자기 센서는 차의 가감속, 회전과 관련된 정보로 정속 운전 정도를 파악하기 위한 것이며, GPS는 서버와 연결하거나, 이미 저장된 도로 정보를 이용하여 차량의 운행 위치에 따라 제한 속도, 곡선 구간인 경우, 도로의 곡률 등을 확인하여 차량의 속도를 지수에 반영하기 위한 것이다.

연구에서는 그림 2와 같이 아이폰의 GPS와 3축 가속도 센서 및 3축 지자기 센서를 사용하여 차량 관련 정보를 얻어 온다. 정속 운전 지수를 계산하기 위한 알고리즘 개발을 위하여 아이폰 응용 프로그램에서는 우선 각 센서들에 대한 정보를 여러 운행 환경에서 수집하여 저장하고, ftp를 이용하여 PC 로 전송한 뒤에, 이를 분석하는 과정을 수행하였다.

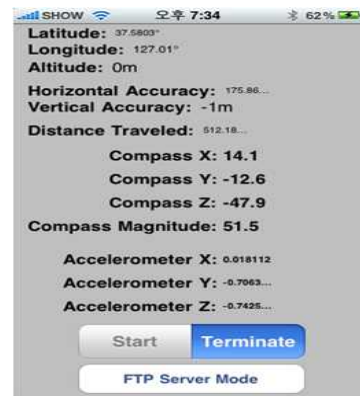


그림 2. iPhone 센서 출력

3.3 정속 운전 지수 계산

본 논문에서 수집된 데이터를 이용하여 정속 운전 지수를 계산할 때 고려한 위험운전 유형은 아래 표 1과 같다.

표 1. 위험운전 유형

속도 위반	직진구간 과속
	선회구간 과속
가속	급출발
	급가속
감속	급정지
	급감속
회전	급차선 변경
	연속적인 급차선 변경

3.3.1 직진구간 과속

직진 구간에서의 위험 운전 판단 기준은 표 2와 같이 교통 법규에 정한 우리나라의 제한 속도를 근거로 하였

고 차량의 속도는 GPS 데이터를 기반으로 현재 속도를 계산하였다.

터널이나 도심의 고가도로 아래에서는 GPS 정보 수신 이 어렵다. 이번 연구에서는 이 부분이 고려되지 않았으나, 기술적으로는 차량에 이미 설치되어 있는 차속 센서를 이용하거나, 최근의 내비게이션 시스템들처럼 가속도 센서, 자이로 센서를 비롯한 센서들을 이용하여 속도를 파악할 수 있을 것으로 본다. 또한, 도로, 차선 정보는 서버로부터 위치에 따른 차선의 정보를 받아서 판단할 수 있으며, 내비게이션 시스템에 본 연구의 결과가 적용될 때는 이미 내비게이션에 저장된 제한속도 정보를 그대로 활용할 수 있다.

표 2. 교통법규에 따른 제한속도

도로	차선별	제한 속도	
일반 도로	편도 2차선 미만	최고 60km/h	
	편도 2차선 이상	최고 80km/h	
자동차 전용도로		최저 30km/h	
		최고 90km/h	
고속 도로	편도 2차선 이상	최저 50km/h	
		최고 100km/h	
	편도 1차선	최고 80km/h (적재중량 1.5톤 초과 화물자동차, 특수 자동차, 건설기계)	
		최저 40km/h	
	중부선	편도 1차선	최고 80km/h
			최고 110km/h
		중부선	최저 60km/h
			최고 80km/h (적재중량 1.5톤 초과 화물자동차, 특수 자동차, 건설기계)

3.3.2 선회 구간 과속

위험 운전 유형에 따른 임계값 개발[4]에 따르면, 선회 관련 시뮬레이션 결과 횡가속도가 약 0.2g 이상이 되면 AASHTO(American Association of State Highway and Transportation Officials)의 도로 포장 구조 설계 기준에서 정의된 차량의 선회반경에 따른 안전 속도 관계식이 만족하지 못하는 것으로 나타났다.

논문에서 횡가속도의 경우, 가속도 센서를 이용하여 바로 얻을 수 있으며, 선회 여부는 GPS의 변화에 따른 방향각의 변화를 이용하여 판단한다. 내비게이션 시스템과 함께 사용하는 경우, 이 선회 여부는 GPS로 측정된 차량의 위치 변화를 지도 정보와 비교해서도 알 수 있다. 또, 지자기 센서를 사용하여 그림 3과 같이 이전 방향 벡터와 현재 방향 벡터 \vec{a}, \vec{b} 를 X-Y 평면에 투영하여

각 벡터 사이의 각을 측정하여 차량이 한쪽으로 치우친 정도(yaw 값)를 구할 수 있고, 단위 시간 간격으로 벡터 \vec{a}, \vec{b} 를 선택하면 yaw 변동비도 구할 수 있다.

$$\theta = \cos^{-1} \left(\frac{\vec{a} \cdot \vec{b}}{\|\vec{a}\| \times \|\vec{b}\|} \right)$$

그림 3. yaw를 구하기 위한 식

이를 통해서 위험 운전 유형에 따른 임계값 개발[4]에서와 같이 yaw 변동비가 8.6 deg/sec를 넘고, 횡가속도가 0.2g를 넘을 경우 위험운전으로 판단한다.

3.3.3 급출발

급출발에 대한 위험 운전 기준은 뉴턴의 제 1법칙인 관성의 법칙을 응용하였다. 관성의 법칙은 외부에서 작용하는 힘의 합력이 0일 때 정지해 있는 물체는 계속 정지해 있고, 운동하던 물체는 계속 등속도 운동을 한다는 자연 원칙이다. 따라서 관성력은 관성 때문에 생기는 힘으로 실제 힘은 아니며, 가속 운동하는 경우에 느낄 수 있는 힘인데, 차량의 경우 정지 상태나 등속상태에서 가속할 경우에 발생한다[4].

본 논문에서는 GPS를 통하여 속도가 0에서 증가하였음을 판단하고, 3축 가속도 센서의 변화를 보고 급출발을 판단하였다. 그림 4는 Z축 방향으로 자유 낙하를 한 경우의 가속도 센서의 변화를 보여주는 예이다. (z값에 걸려 있는 지구의 중력 값을 제거하기 위해 가속도 측정치에 +1을 한 후 -1을 곱하였다.) 연구에서는 필터링을 통하여 센서의 측정값의 잡음을 제거한 뒤, 순간적인 가속도가 기준치를 넘어갈 경우, 위험한 운전을 한 것으로 판단하였다.

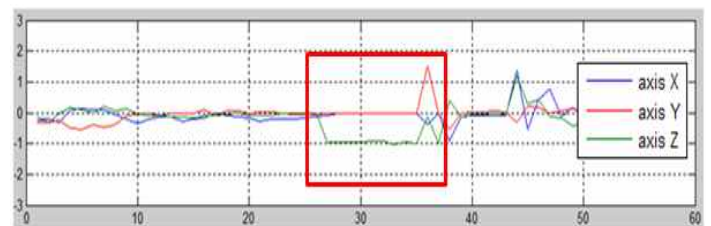


그림 4. 자유낙하 시의 센서 출력

3.3.4 급가속

급가속에 대한 위험 운전 판단기준은 급출발과 달리, 일정한 속도로 주행 중 가속으로 속도를 증가시킬 때 차량의 진행 방향의 가속도를 측정하여 위험 운전 판단기준으로 한다. 차량의 현재 속도에 따라 급가속에 따른 정속도의 느낌이 다르기 때문에, 연구에서는 GPS를 통하여 주행 중에 기준치 이상으로 가속되는 경우 급가속으로 판단한다.

3.3.5 급정지

급정지에 대한 위험 운전 판단기준은 급출발과 반대이다. 따라서 본 논문에서는 감속의 결과 GPS를 통하여 속도가 0이 되었을 때를 판단하여 급정지 여부를 판단한다.

3.3.6 급감속

급감속은 일정한 속도로 주행 중 차량의 속도가 갑작스럽게 줄어드는 경우로, 차량의 진행 방향의 가속도를 기준으로 위험 운전 여부를 판단한다. 연구에서는 급정지와 유사한 상황이지만 차량이 완전히 정지하지 않은 상황임을 판단하고, 가속도 센서의 변화를 보고 급감속을 판단한다.

3.3.7 급차선 변경

급차선 변경은 주행 속도에 비해 조향 핸들을 급격하게 조작하는 운전 형태를 말한다. 따라서 GPS를 이용하여 선회 구간이 아님을 확인하고, yaw 변동비의 최종 변화량이 기준 이상인 경우 급차선 변경으로 판단한다.

3.3.8 연속적인 급차선 변경

연속적인 급차선 변경에 대한 위험 운전 판단 기준은 급차선 변경과 동일하다. 연속적인 급차선 변경은 주행 속도에 비해 조향 핸들을 급격하게 조작하는 운전행위를 반복적으로 하는 것을 말한다. 따라서 급차선 변경과 위험 운전 판단 변수가 동일하지만 차선 변경 후 일정 시간 이내에 연속적인 yaw 변동을 기준으로 위험 운전을 판별한다.

3.3.9 정속 운전 지수 통합 / 시각화

정속 운전 지수는 표 3과 같이 난폭 운전에서 발생할 수 있는 사고 유형들에 대하여 차량용 블랙박스를 활용한 위험 운전 인지 연구[5]에서 분류한 것처럼 교통사고 발생 건수에 따른 가중치를 부여한다.

표 3. 유형별 가중치 (예)

구분	직진	선회	급출발	...	총
가중치(%)	20	20	10	...	100

또한, 실험 및 성능평가를 통하여 표 4와 같이 각각 알고리즘 임계값을 설정하여 그 값들을 통합한다.

표 4. 직진 알고리즘 임계값 (예)

구분	60km/h	65km/h	70km/h이상	총
차감 점수	5	5	10	20

3.4 운전 지수 시각화 및 데이터 저장

개발된 정속 운전 지수 표시기는 실시간으로 차량의 운행 상황과 점수화된 운전 행태, 즉, 정속 운전 지수를 시각화함으로써 안전 운전을 유도한다. 또 모든 데이터를 저장하여 나중에 분석을 할 수도 있다. 연구에서는 그림 6과 같이 현재 차량의 좌표, 속도와 방향 그리고 정속 운전 지수를 구글 맵 API를 이용하여 지도 상에 보여준다. 모든 데이터는 저장되어, 추후에 구간별 속도 및 운전 지수를 확인할 수 있도록 하고 있다.

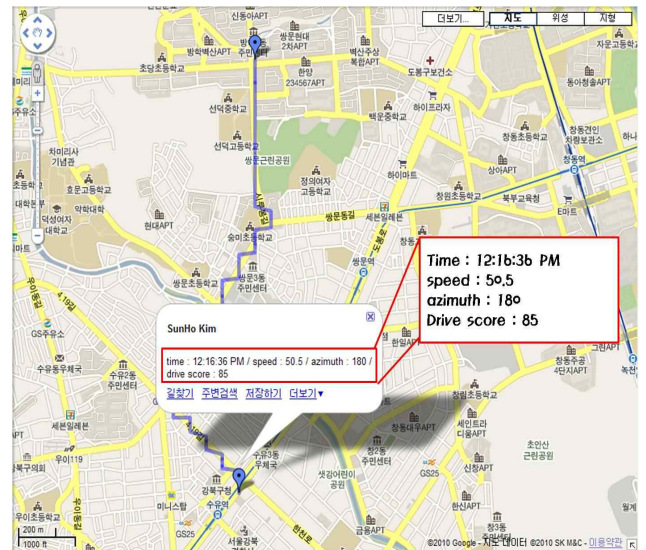


그림 5 주행 경로 및 운전 정보 출력 예

4. 실험 수행 및 결과

본 실험은 그림 6처럼 정속 운전 지수 표시기 소프트웨어를 탑재한 아이폰을 가지고 승용차를 이용하여 실험하였다. 또한, 아이폰의 경우 +Y축을 차량 앞쪽을 향하게 위치시켜 실험을 수행하였다.

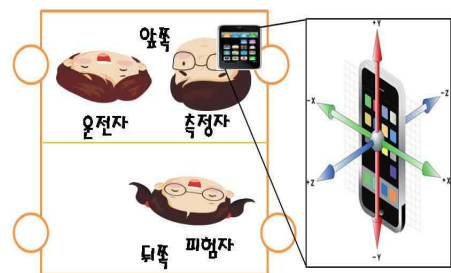


그림 6. 아이폰 위치

또한, 아이폰의 센서는 진자형 관성 센서이기 때문에 운동방향과는 반대방향으로 센서 값이 측정되는 것을 볼 수 있었고 이후 그래프들은 모두 운동방향과는 반대방향으로 값을 기준으로 하였다.

직진구간 과속에 대한 실험을 진행하기에는 현재 사용

중인 도로구간을 제외하고는 현실적으로 설계속도에 따른 제한속도가 규정되어져 있는 도로에서의 위험성으로 인하여 실험이 불가하므로 직진구간의 과속은 논리적 근거인 법적근거를 최종적인 근거로 설정하였다.

선회구간 과속은 운전자 및 시스템 오퍼레이터를 제외한 피험자가 오퍼레이터가 임의로 결정한 강·중·약의 무작위 순서로 선회구간을 실험하여 불쾌감을 느낀 시점의 가속도계 및 Yaw rate센서 값을 저장한 후 후처리를 통하여 데이터를 분석하였다.

급출발/급가속의 경우, 선회구간 과속실험과 같은 방법으로 실험하였으며 급출발의 경우는 0km/h에서 시작하여 20km/h까지의 도달하는 것을 실험하고 급가속의 경우는 20km/h에서 시작하여 40km/h까지의 도달하는 것을 실험하여 불쾌감을 느낀 시점의 가속도계 값을 저장한 후 후처리를 통하여 데이터를 분석하였다.

급정지에 대한 위험 운전 판단기준은 급출발과 반대로 20km/h에서 시작하여 0km/h까지의 도달하는 것을 실험하고 급감속의 경우는 40km/h에서 시작하여 20km/h까지의 도달하는 실험하여 불쾌감을 느낀 시점의 가속도계 값을 저장한 후 후처리를 통하여 데이터를 분석하였다.

급차선 변경 및 연속적인 급차선 변경의 경우는 각 20km/h, 30km/h, 40km/h, 50km/h에서 급차선 변경하면서 주행할 때 차선 변경에 따른 불쾌감을 느낀 시점의 yaw rate센서 값을 저장한 후 후처리를 통하여 데이터를 분석하였다.

또한, 분석된 결과는 아래 표 5와 같이 검지장비를 통한 판단 변수 및 [4]를 참고하여 설정하였고 표 3의 유형별 가중치를 주어 운전자에게 정량적으로 보여 줌으로써 운전자의 운전 습관을 개선할 수 있도록 해 준다.

표 5. 위험운전 유형에 대한 임계값

위험운전 유형		판단변수	임계값	가중치
속도위반	직진구간과속	차속(GPS)	법규에 준함	25%
	선회구간 과속	횡가속도	0.2G	10%
Yaw Rate		8.6deg/sec		
가속	급출발	종가속도	0.2G	20%
	급가속	종가속도	0.2G	
감속	급정지	종가속도	0.4G	20%
	급감속	종가속도	-0.4G	
회전	급차선 변경	주기 및 주파수	4.0초	15%
		횡가속도	0.2G	
		Yaw Rate	5.0deg/sec	
	연속적인 급차선 변경	주기 및 주파수	8.0초	10%
		횡가속도	0.2G	
		Yaw Rate	7.0deg/sec	

5. 결론 및 향후 연구

위험 운전은 본인뿐만 아니라 동료들에게도 악습을 전파하는 특성이 있을 뿐만 아니라 사후 관리 부재 시 위험 운전 재발의 악순환으로 결국 사고를 유발한다.

본 연구에서는 가속도 센서, 지자기 센서, GPS를 이용하여 각 방향의 가속도, 차량의 방향, 속도 등 차량의 모든 움직임을 계산하고, 이전 연구에서 제시된 기준을 바탕으로 정속 운전 지수를 계산한 뒤, 구글맵 상에 차량의 정보와 함께 실시간으로 출력함으로써, 운전자의 운행 습관을 개선할 수 있도록 도와준다. 또 모든 데이터는 저장되어, 추후에 분석도 가능하다.

본 연구에서는 차량 운행 상황 확인을 위해 필요한 모든 센서가 내장되어 있는 아이폰을 이용하여 정속 운전 지수 표시기를 구현하였다. 나아가 같은 알고리즘을 가속도 센서, GPS 등이 내장된 내비게이션이나, 차량용 블랙박스 등에 그대로 적용이 가능하다.

본 연구 결과의 상용화를 위해서는, 비용의 감소를 위해, 센서의 종류를 최소화 하면서도 유사한 결과를 내기 위한 최적화가 필요하다. 또 정속 운전 지수는 운전자나 탑승객의 주관적인 느낌도 중요하므로, 계산된 지수와 느낌과의 관계를 면밀히 비교하여 반영하여야 하며, 차량의 크기, 종류 따른 차이도 반영하기 위한 연구도 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] 사이버 경찰청, http://www.police.go.kr/main/index_info.do
- [2] 이운성, 조준희, “안전운전 관리시스템 개발”, 한국자동차공학회 논문집, 제5권, page 71~77, 2007
- [3] 오주택, 조준희, 이상용, 김영삼, “위험운전 유형분류 및 데이터로거 개발”, 한국 ITS학회지 제7권, 제3호, 2008,6
- [4] 오주택, 조준희, 이상용, 김영삼, “위험운전 유형에 따른 임계값 개발”, 한국도로학회 논문집, 제11권, 제1호, page 69~83
- [5] 한인환, 양경수, “차량용 블랙박스를 활용한 위험 운전 인지”, 대한교통학회지, 제25권, 제.5호, page 149~161