

도로구간 유형별 차량 OBD2 데이터의 군집처리를 이용한 안전운전 등급 분류

이완재*, 고대식**

Classification of the Safe Threats Using Clustering of Vehicle OBD2 Data by Road Section Type

Wan-Jae Lee*, Dae-Sik Ko**

이 논문은 2019년도 목원대학교 연구년 지원에 의하여 연구되었음

요약

본 논문에서는, 도로의 운행구간 유형에 8가지 OBD2 데이터에 대한 군집화 분석을 이용한 운전상황의 위협성을 분류하는 알고리즘을 제안하였다. 이를 위하여 도로의 운행구간 유형을 아파트 구간, 오르막 구간, 내리막 구간, 인터체인지 구간, 곡선 구간, 자동차전용도로 구간, 급회전 구간 등으로 나누고 도로유형에 영향을 미치는 OBD2데이터를 설정하였다. 제안된 알고리즘의 타당성 검증을 위하여 12가지 도로유형을 선택하였고 연령이 다른 총 10명의 운전자를 대상으로 총 30회 주행을 통하여 8개의 OBD2 데이터를 수집하였다. 실험결과, 도로구간 유형별로 유사성을 확인하였고, 머신러닝의 비 지도학습 기법인 군집화 알고리즘 중 K-means 알고리즘을 적용하여 위험도 평가라벨을 0~4등급으로 분류할 수 있었다.

Abstract

In this paper, an algorithm was proposed to classify the threats of operation situation using clustering analysis of eight OBD2 data on the type of driving section of road. For this purpose, OBD2 data were set to affect road type by dividing the type of road into apartment section, uphill section, downhill section, interchange section, curve section, motorway section, and rapid rotation section. Twelve types of roads were selected for validation of the proposed algorithm and eight OBD2 data were collected through a total of 30 trips for a total of 10 drivers of different ages. The results of the experiment confirmed similarities between types of road sections, and the threat assessment label could be classified into grades 0 to 4 by applying K-means algorithm among the clustering algorithm, which is a unsupervised learning technique of machine learning.

Keywords

safety driving, warning algorithm, vehicle data sensing, clustering, OBD2 data collection, grading safe threat

* 목원대학교 IT공학과 박사과정

- ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1030-1726>

** 목원대학교 전자공학과 교수

- ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6232-476X>

• Received: Dec. 24, 2019, Revised: Jan. 20, 2020, Accepted: Jan. 23, 2020

• Corresponding Author: Dae-Sik Ko

Dept. of Electronic Engineering, Mokwon University, 88 Doanbuk-ro,
Seo-gu, Daejeon, Korea.

Tel.: +82-42-829-7652, Email: kdsmok@gmail.com

1. 서 론

안전운전을 지원하기 위해서는 운전자의 차량이 운행 중 어떠한 상태에 있는지를 알아야 한다. 따라서 운행 중인 차량에서 운전자의 차량 상태를 알 수 있는 정보를 수집하고 분석하기 위해서는 차량 데이터수집 단말기가 필요하고 수집된 정보를 활용하여 운행 차량데이터를 분석하여 안전운전에 유용한 정보를 제공하기 위한 시스템이 필요하다[1][2].

운전자 보조 시스템 ADAS(Advanced Driver-Assistance Systems)은 운전 중 또는 주차 중에 차량 운전자를 돕는 전자제어 시스템으로 자동차 안전도를 향상시키는 장점이 있기 때문에 이미 많은 것들이 차량에 적용되고 있다[3][4]. ADAS의 예로는 충돌 예방 보조 장치(Collision avoidance system), 차선 이탈 경고 장치(Lane Departure Warning, LDW), 차선 이탈 복귀 장치(Lane Keeping System, LKS), 차선 유지 보조 장치(Lane Keeping Assistance System, LKAS)등이 있다[5][6].

한편, 안전운전에 영향을 미치는 요소를 인간공학적인 측면에서 연구 분석하는 임계값 기반의 안전운전 지원시스템과 운전자의 운전습관을 기반으로 하는 안전운전 지원시스템에 대한 연구가 발표되고 있다[7][8].

임계값을 이용하는 기법은 차량과 차량 내 탑승한 탑승자의 인간공학적 분석을 통하여 사고발생의 임계값을 기준으로 안전운전을 경고하는 시스템이다.

마지막으로 운전자 행동기반 안전운전 지원 시스템은[9] 교통안전 공단 위험운전 행동 (11종)을[10] 바탕으로 디지털 운행기록장치(Digital tachograph)의 데이터를 사용해 과속, 장기과속, 급가속, 급출발, 급감속, 급제동, 급정지, 앞지르기, 진로변경, 회전 시 유형별 위험운전 행동 값을 넘어가는 값이 발생하면 위험을 경고하는 방법이다[11]. 하지만 단순히 위험운전 행동별로 위험운전을 알려거나 도로의 여건과 운전자의 운전특성, 운전능력 등을 고려하지 않고 있어 모든 운전자에게 적용하는 것은 한계가 있다.

본 논문에서는 도로의 운행구간 유형을 출발/90도 회전구간, 아파트 구간, 오르막 구간, 일반도로1

구간, 내리막 구간, 인터체인지 구간, 자동차전용도로 구간, 급회전 구간, 고가도로 옆 구간, 90도 회전구간, 일반도로2 구간, 도착구간으로 나누고 도로유형별로 8가지의 OBD2 데이터를 K-means 기반 군집화 분석을 통하여 도로구간 유형별 운전상황의 위험성이 어느 정도 인지를 분류해주는 알고리즘을 제안하였다.

II. 도로구간 유형별 안전운전 지원시스템

2.1 OBD2 데이터를 이용한 안전운전 지원 시스템

OBD2 데이터를 이용한 안전운전지원 시스템의 구성은 그림 1과 같다. 차량 내 센서들의 정보를 수집하기 위한 장치로 OBD2를 이용하여 데이터를 수집하는 동작을 하며 수집된 정보를 차량에 장착된 스마트폰에 전송을 하기 위하여 CAN 프로토콜을 데이터 전송을 위한 전송 프로토콜로 변환하는 기능을 갖는다.

스마트 폰의 기능은 게이트웨이 역할을 하는 장치로서 OBD2에서 수신된 차량의 정보를 표시하고 수신된 데이터를 서버에 전송할 수 있는 전송 프로토콜로 변환하여 스마트폰에 연결되어 있는 WiFi 또는 LTE모뎀을 통하여 원격지에 있는 서버에 정보를 전송하는 역할을 한다. WiFi를 사용하는 경우는 차량 내 서버를 장착하여 데이터를 수집할 수 있도록 하는 경우와 LTE-M을 사용하는 포켓 파이등을 차량에서 사용하는 경우에 사용된다. LTE모뎀을 사용하는 경우에는 차량 내 통신 장비가 없을 경우 스마트폰에 있는 데이터 전송 기능을 이용하여 원격지에 데이터를 전송할 수 있다. 별도의 게이트웨이 기능을 갖는 장비를 사용하지 않고 스마트폰을 사용하는 이유는 운전자는 항상 휴대폰을 지니고 있으며 어플만 설치하면 게이트웨이 기능을 사용할 수 있는 장점을 가지고 있다. 또한 결과 데이터를 운전자에게 보여주는 역할을 한다. 서버는 차량에서 전송된 데이터를 활용하여 제안된 차량안전을 위한 알고리즘을 활용하여 차량의 안전 상태를 판단하고 예측하여 운전자에게 알려주는 기능을 가진다.

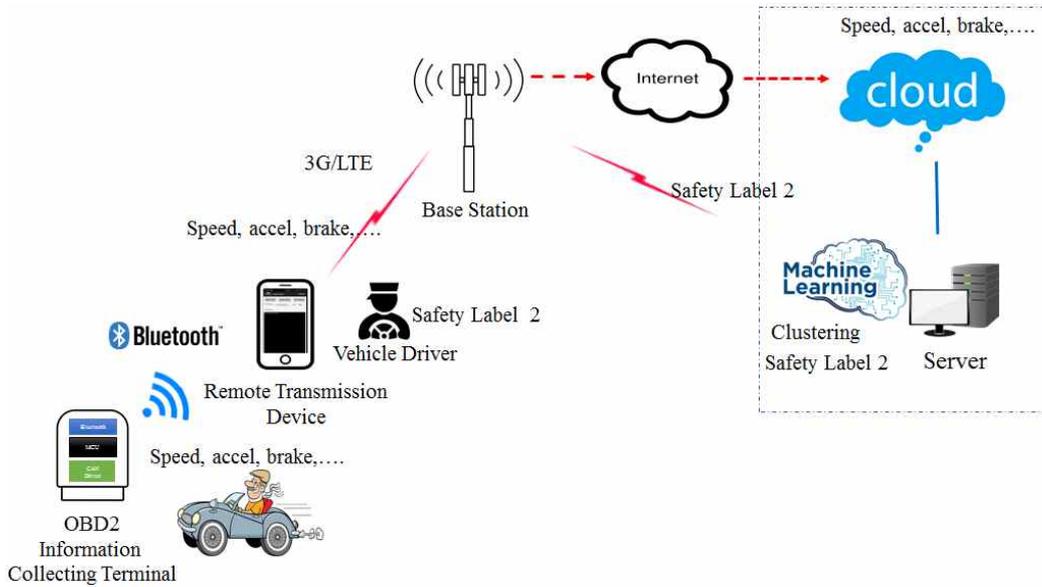


그림 1. 전체 시스템 개념도
Fig. 1. Whole system conceptual diagram

먼저, 운전의 위험성은 도로구간 유형별로 서로 다르기 때문에는 본 연구에서는 도로의 유형을 출발/90도 회전구간, 아파트 구간, 오르막 구간, 일반도로1 구간, 내리막 구간, 인터체인지 구간, 자동차 전용도로 구간, 급회전 구간, 고가도로 옆 구간, 90도 회전구간, 일반도로2 구간, 도착구간 등의 12가지로 분류하였다. OBD2를 통하여 수집되는 데이터는 많지만 가장 기본적인 데이터는 차량의 속도이다. 차량의 속도는 시간 및 위치를 기반으로 하는 정보가 필요하다. 위치에 따른 차량의 운행속도가 다르게 되면 시간에 따라 가속 및 감속에 대한 정보를 알 수 있다.

또한 차량의 속도를 높이면 차량의 악셀에 압력을 가하여야 한다. 따라서 악셀 개도량에 대한 정보는 차량이 운행 중 가속하였는지에 대한 정보를 알 수 있도록 한다. 브레이크는 운행 차량의 속도를 줄이는데 사용하는 장치로서 브레이크 압력을 통하여 차량의 속도를 줄이는 경우 감속을 하였는지에 대한 정보를 알 수 있다. 조향각은 차량 운행 시 차선의 변경 및 회전등에 대한 정보를 알 수 있다. 또한 종가속도(Longitudinal sensor)는 주행차량의 주행방향과 평행한 가속도를 말한다. 종가속도센서 값을 통하여 안전운전을 판단하는 기준을 보면 차량이 가속이나 감속을 하는 경우 종가속도 센서 값이 변하게 된다. 이 경우 감속이나 가속하는 것으로 판단

할 수 있다. 따라서 종가속도 센서 값이 급격하게 변경되는 경우 위험운전이라고 판단할 수 있다. 이러한 종가속도 센서에서 검지된 신호를 분석하여 차량이 급가속 하였는지 차량이 급 감속하였는지를 판단하여 위험운전을 하였는지 판단할 수 있다.

도로구간 유형에 따라 안전운전을 영향을 미치는 OBD2 데이터는 서로 다르다. 만약, 출발/90도 좌회전 구간은 정지 상태에서 차량을 출발시켜 회전하는 구간으로 브레이크를 해제한 후 악셀 페달을 밟아 속도를 올리고 핸들을 돌려 차량을 회전시키는 구간으로 필요한 OBD2데이터는 0:시간, 1:안전벨트, 2:속도, 3:악셀포지션, 4:핸들조향각이 영향을 미치고 인터체인지 구간의 경우는 운행 중 악셀페달을 밟지 않고 브레이크를 밟아 속도를 줄이고 핸들을 돌려 차량을 회전시키는 구간으로 필요한 OBD2데이터는 0:시간, 1:안전벨트, 2:속도, 4:핸들조향각, 6:브레이크압력이 필요하다. 그러므로 구간별로 요구되는 센서들의 대한 정보가 다르다는 것을 알 수 있다.

2.2 OBD2 데이터의 군집분석을 이용한 안전운전 위험성 분류

안전운전 지원을 위한 위험성 등급을 분류하는 것이 매우 중요하다. 이를 위하여 본 논문에서는 도로구간 유형별로 안전운전 위험성에 영향을 미치는

4 도로구간 유형별 차량 OBD2 데이터의 군집처리를 이용한 안전운전 등급 분류

영향을 분석하였으며 K-means 기반의 군집화 알고리즘을 통하여 위험성 등급을 군집화하는 알고리즘을 설계하였다.

차량운행 시 운전자가 안전하게 차량을 운전할 수 있도록 차량에서 수집된 정보를 활용하여 안전운전을 평가할 수 있을 것이다. 하지만 차량에서 수신된 정보를 활용하여 안전운전을 위한 알고리즘을 구현하는 데 있어서 어느 하나의 파라미터를 가지고 현재 운전이 안전한지 아닌지를 평가하기란 어렵다. 즉, 제한속도로 운행을 하지만 급커브 구간에서 회전하는 경우 브레이크를 밟아 속도를 줄이고

회전을 하여야 안전하게 회전을 할 수 있으며 회전시 핸들을 급격하게 조작하게 되면 차량이 차선을 이탈하는 경우가 발생할 수도 있다.

그러므로 여러 가지 OBD2데이터 입력 값에 따라 안전운전 위험성을 명확하게 결정할 수 없기 때문에 비 지도학습 알고리즘을 사용하여야 하며 본 논문에서는 군집화(Cluster)를 이용할 것이다. 군집화는 레이블이 없는 학습 데이터들의 특징(Feature)을 분석하여 서로 동일하거나 유사한 특징을 갖는 데이터끼리 그룹화함으로써 레이블이 없는 학습 데이터를 군집으로 분류하는 방법이다.

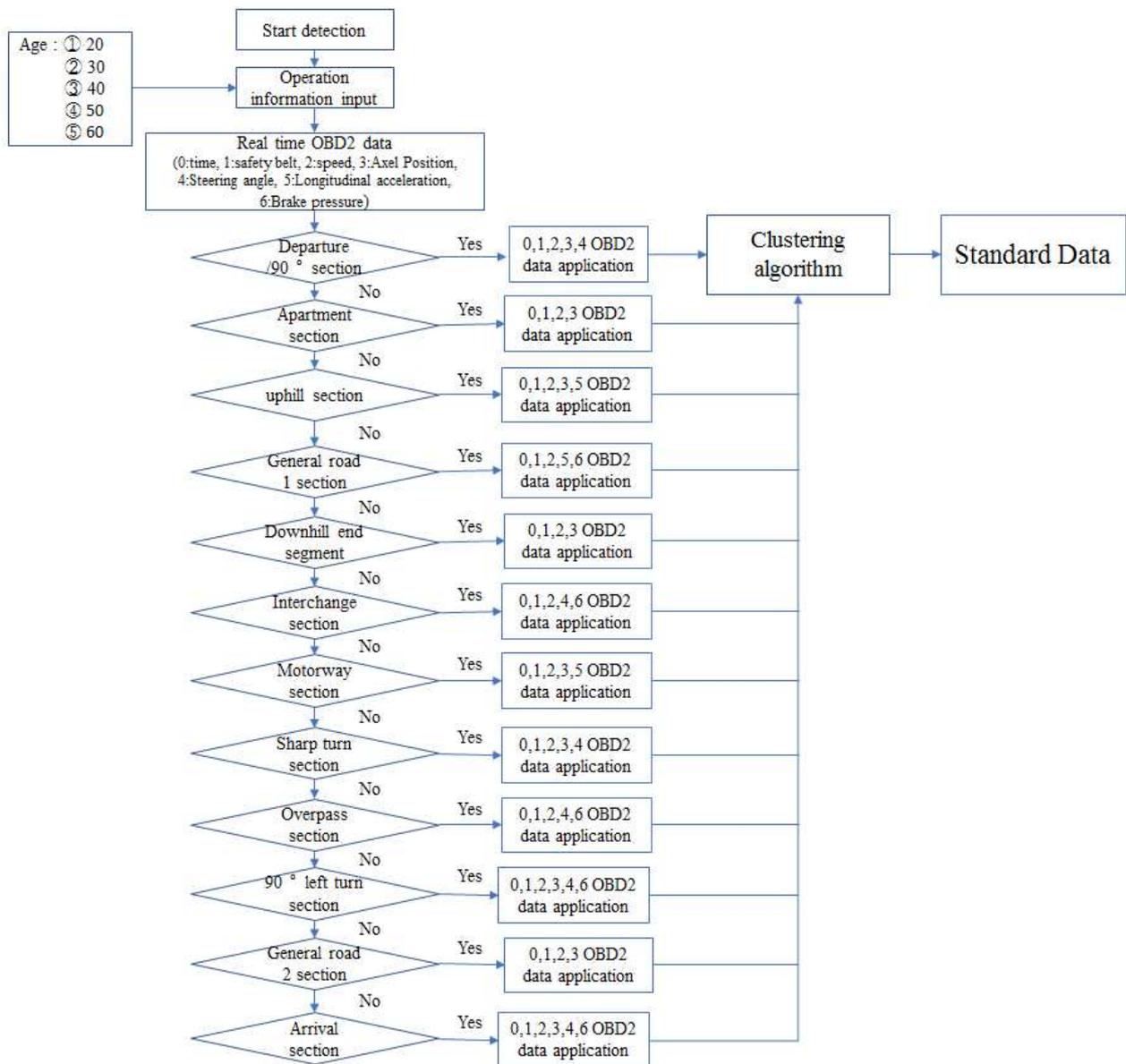


그림 2. 안전운전 기준 데이터 생성 알고리즘
Fig. 2. Safe driving reference data generation algorithm

그림 2는 도로구간의 유형, 연령 그리고 OBD2 데이터를 이용하여 운전자의 위험성 등급을 군집화 처리하는 알고리즘에 대한 흐름도를 보여준다.

본 알고리즘의 결과로 얻어지는 기준데이터는 차량 운행 중에 실시간으로 수집되는 도로구간 유형별로 OBD2 데이터를 이용하여 머신러닝의 지도 학습 기법 즉 분류기법을 운전자에게 위험성을 경고할 수 있는 시스템에 적용할 수 있을 것이다. 그림 3은 이에 대한 흐름도를 보여준다.

III. 실험 및 고찰

실험은 그림 1의 OBD2 데이터를 수집하는 단말기와 스마트폰 앱을 이용하였으며 아파트 밀집지역, 오르막 구간, 내리막 구간, 일반도로, 인터체인지, 자동차 전용도로, 고가도로 옆, 급 회전구간 및 90도 회전구간 등 일반적으로 도로에서 나타날 수 있는 대부분의 특성을 가지고 있는 테스트도로를 이용하였다.

실험을 위하여 총 10명의 피 실험운전자를 대상으로 하였고 연령은 20대 3명, 30대 2명, 40대 3명, 50대 1명, 60대 1명으로 각 연령별 6번씩 총 30회 진행 하였으며 연령별 운전자에 대한 기준 데이터를 만들기 위하여 도로교통법을 준수하며 테스트를 진행 실시간으로 차량의 센서 데이터를 수집하였고 연령대별 2번씩 총 10번은 평상시 운전 습관대로

운전하도록 하여 비교 데이터를 수집하였다.

3.1 도로구간 유형별 데이터 분석

비 지도학습인 군집화 알고리즘 중 K-means 알고리즘은 K값을 입력 파라미터로 지정해주어야 한다. 이 알고리즘은 K값에 따라 결과가 많이 달라진다. 실제 데이터가 4개의 그룹으로 분류하는 것이 적절하지만 K값을 3 또는 6으로 지정하게 되면 결과가 많이 달라진다. 또한 K-means 알고리즘 내에서 중심 값을 갱신하는 경우 갱신과정에서 이상치를 가지는 경우 전체 평균값에 대한 왜곡을 가지게 된다. 따라서 K-means 알고리즘은 데이터가 잘 정리되어 있고, 적당히 분산되어 있는 데이터들에 적용하는 경우 좋은 결과를 가지게 된다. 이 경우 데이터의 분포에 대해 알고 있어야 한다. 본 논문에서는 군집화 알고리즘을 개발하기 위하여 파이썬 프로그램을 사용하여 알고리즘을 작성 하였으며 군집화를 위한 라이브러리 scikit-learn 사용하여 구현하였다.

본 논문에서 제안하고자 하는 군집화 알고리즘을 오류 없이 구현하기 위해서는 데이터에 대한 유사성이 요구된다. 즉, 데이터가 잘 정리되어 있고, 적당히 분산되어 있는 데이터 집합인 경우에 성능이 좋아진다. 따라서 안전운전 지원시스템에 대한 알고리즘 구현을 위해서는 데이터들에 대한 분석이 선행되어야 한다.

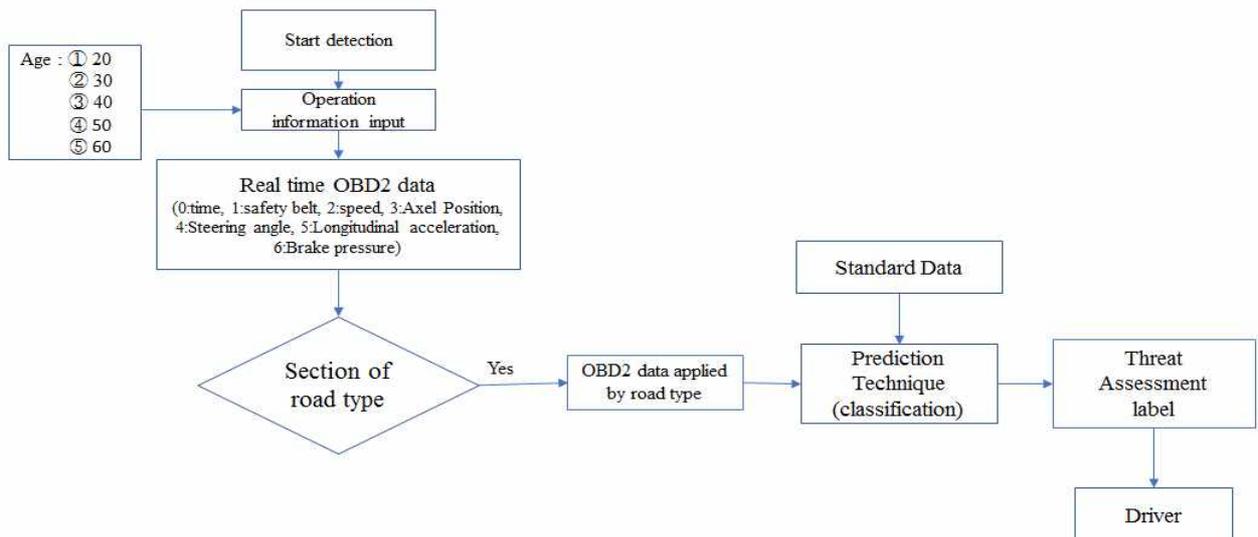


그림 3. 안전운전을 위한 알고리즘
Fig. 3. Algorithm for safe driving

그림 4는 실험 데이터 중 속도데이터에 대한 분포를 보여주고 있다. 그림 4에서 볼 수 있듯이 각각의 센서들에 대한 데이터 분포를 보면 일정한 범위에서 데이터들이 분포하는 것을 알 수 있다. 즉, 센서들에 대한 데이터들이 모든 구간에서 유사한 데이터가 생성되었다는 것을 알 수 있다.

본 논문에서는 K=5, 즉 5개의 중심 값을 놓고 이 중심점에서 각 점간의 거리의 합이 최소가 되는 중심 n의 위치를 찾고 새로운 입력 데이터가 입력이 되면 구간별 센서의 입력값 들을 수집하고 이를 군집화하면 어느 그룹에 속하는지를 예측할 수 있다. scikit-learn이 가지고 있는 라이브러리 함수 중 predict 함수를 이용하여 훈련데이터의 군집을 예측할 수 있다. 군집화로 생성되는 라벨을 5단계로 구분하여 위험도평가를 5단계로 구분해 평가하고자 한다.

본 논문에서는 12가지 도로구간 유형별로 OBD2 데이터와 제안한 알고리즘 기반으로 군집화 K-means 알고리즘을 적용하여 위험도 등급을 분류하였다.

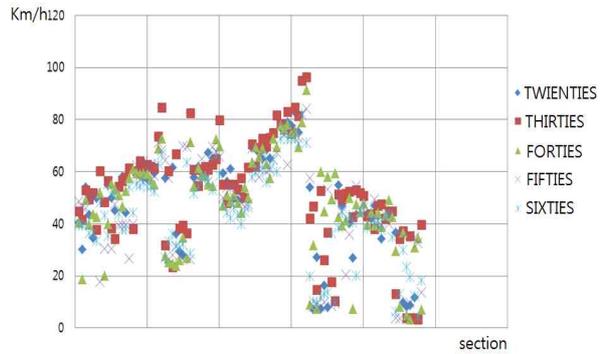


그림 4. 연령별 속도 데이터 분포
Fig. 4. Velocity data distribution by age

표 1. 출발/90도 좌회전 구간에서의 군집화에 따른 위험도 평가 값 및 중심값

Table 1. Risk assessment values and center values for clustering in the start / 90 degree left turn section

Risk label	Safety belt	Speed	Axel position	Steering angle	Age range	Risk label	Safety belt	Speed	Axel position	Steering angle	Age range		
0	11	49.89846	20.01264	1.539323	20	2	11	49.41597	17.95039	-11.0133	30		
0	11	44.69154	20.00988	-4.86843	30	2	11	52.05181	21.03332	-11.3316	30		
0	11	41.56182	13.4578	-21.3534	30	2	11	60.27363	19.14893	0.736341	30		
0	11	52.90345	22.56096	-3.79797	30	2	11	48.24851	21.42639	-0.16813	30		
0	11	37.84136	25.22574	-18.1764	30	2	11	48.06214	18.0544	1.8224	60		
0	11	40.76175	18.95574	-9.05652	40	3	11	53.75526	20.22276	-6.30213	20		
0	11	39.71845	18.05549	-69.8917	40	3	11	51.90645	23.94644	5.553165	50		
0	11	42.5703	19.83046	-6.61449	40	4	11	30.3138	22.95436	-36.8266	20		
0	11	51.99551	18.91752	-7.03475	40	4	11	43.37323	20.2246	-21.8625	20		
0	11	20.17954	11.53024	0.929406	40	4	11	34.36606	18.31958	-10.1711	20		
0	11	48.86437	22.539	-20.2801	50	4	11	49.02457	19.98664	-15.0554	40		
0	11	46.45354	20.04818	-7.03347	50	4	11	17.51887	17.61979	-2.42292	50		
0	11	45.7938	20.38604	-8.85917	50	4	11	30.38827	15.61935	-49.9201	50		
0	11	49.31066	25.68927	2.334267	50	4	11	39.73032	13.98535	-26.2672	60		
1	11	18.86493	20.30834	-16.1233	40	4	11	39.26332	14.40464	-6.4918	60		
1	11	43.74059	16.47854	-13.8163	40	4	11	36.84164	12.1875	-26.4811	60		
1	11	49.72467	20.79554	-8.49269	50	4	11	33.31066	13.1279	-24.5173	60		
1	11	39.97846	14.4094	-11.0958	60	Centroid	11	43.7531798	19.8013535	-12.2973928	60		
1	11	36.51335	13.98714	-42.629	60								
1	11	43.30823	17.71632	-10.1265	60								
2	11	40.72467	29.13454	0.366231	20								
2	11	60.27363	27.62803	-11.692	20								
2	11	48.24851	22.45122	-14.5742	20								
								11	43.7531798	19.8013535	-12.2973928		
								11	38.6883714	17.2825457	-17.0472507		
								11	50.9123578	22.1034013	-5.73177102		
								11	52.830854	22.0846027	-0.374481551		
								11	35.413073	16.8429699	-22.0015891		

시험결과, 출발/90도 회전구간에서 4개의 센서에서 수집된 데이터에 대하여 데이터가 속한 클래스의 중심과 데이터 간의 거리의 차가 최소화 되도록 K개의 클래스에 할당하였고 출발/90도 좌회전 구간에서는 위험도라벨 값이 0, 4라벨이 많다는 것을 알 수 있다.

마찬가지로 오르막 구간에서는 군집 알고리즘에 대한 위험도 라벨 값이 0라벨이 많고, 일반도로 구간에서도 위험도라벨 값이 0라벨이 많다는 것을 알 수 있었다. 내리막 끝 구간에서는 위험도라벨 값이 1~2라벨이 많다는 것을 알 수 있고, 인터체인지 구간에서는 위험도라벨 값이 4라벨이 적음을 알 수 있다. 표 1은 출발/90도 좌회전 구간의 군집화결과를 정리한 것이다.

3.2 도로구간별 연령별 데이터 분석

그림 5는 출발/90도 회전구간에서 위험도4가 20대가 3명, 60대가 4명으로 높은 위험 운전 행태를 보이는 것을 알 수 있다. 반면 30대는 위험도0이 4명, 위험도2가 4명, 50대는 위험도0이 4명, 위험도4가 2명으로 중간 수위의 위험운전 행태를 보이고 40대는 위험도0이 5명, 위험도1이 2명, 위험도4가 1명으로 가장 안전운전을 하는 것으로 볼 수 있다. 또한 같은 연령대라 하더라도 같은 구간 내에서 서로 다른 데이터 값이 나오는 운전행태를 보여주고 있다.

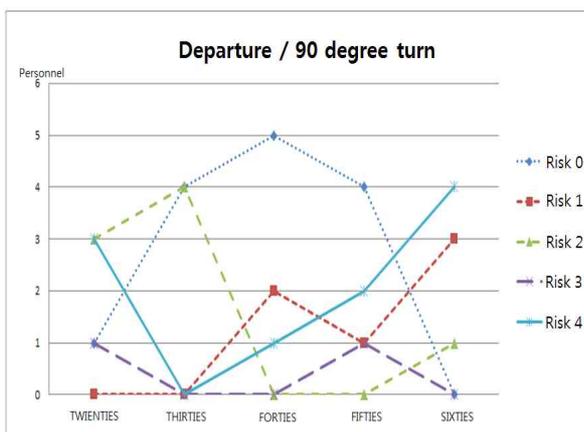


그림 5. 출발/90도 회전구간의 연령별 위험도 분포도
Fig. 5. Distribution plot of the hazard by age in the start/90 degree rotation section

동일한 방법으로 분석해보면, 아파트 구간에서 50대는 위험도3이 2명, 위험도4가 3명으로 가장 위험운전을 하는 것으로 나타났고 40대가 위험도0이 5명, 위험도2가 3명으로 가장 안전운전 하는 것으로 확인됐다. 또한 같은 연령대라 하더라도 같은 구간 내에서 서로 다른 데이터 값이 나오는 운전행태를 보여주는 것을 확인하였다.

IV. 결 론

본 논문에서는, 도로의 운행구간 유형에 8가지 OBD2 데이터에 대한 군집화 분석을 이용한 운전상황의 위험성을 분류하는 알고리즘을 제안하였다. 제안된 알고리즘의 타당성 검증은 위하여 12가지 도로유형을 선택하였고 연령이 다른 총 10명의 운전자를 대상으로 총 30회 주행을 통하여 8개의 OBD2 데이터를 수집하였다.

도로구간 유형별로 K-means 군집화 알고리즘을 적용하여 수집된 OBD2 데이터를 분석한 결과, 위험성 등급은 0~4의 5등급으로 생성되었다. 오르막 구간에서는 군집 알고리즘에 대한 위험도 라벨 값이 0라벨이 많고, 일반도로 구간에서도 위험도 라벨 값이 0라벨이 많다는 것을 알 수 있다.

내리막 끝 구간에서는 위험도 라벨 값이 1~2라벨이 많다는 것을 알 수 있고, 인터체인지 구간에서는 위험도 라벨 값이 4라벨이 적음을 알 수 있다. 전용도로 구간에서는 위험도 라벨 값이 3~4라벨이 많음을 알 수 있고, 급회전 구간에서는 위험도 라벨 값이 2라벨이 많다는 것을 알 수 있다.

고가도로 옆 구간에서는 위험도 라벨 값이 0, 2라벨이 많음을 알 수 있고, 90도 회전구간에서는 위험도 라벨 값이 2라벨 값은 별로 없으며 1라벨의 값이 많음을 알 수 있다. 일반도로2 구간에서는 위험도 라벨 값이 0, 2라벨이 많음을 알 수 있으며 도차구간에서 위험도라벨 값이 0라벨이 많음을 알 수 있다.

끝으로 도로구간별로 연령대별로 위험도 등급을 분석한 결과에서 서로 다른 결과가 나타났다. 이것은 결국 제안된 시스템이 개인별 운전특성에 맞는 맞춤형 안전운전을 지원할 수 있다는 것을 의미한다.

References

- [1] G. Rigas, T. Koutlas, C. D. Katsis, P. Bougia, and D. I. Fotiadis, "An intelligent decision support system for driver assistance based on vehicle, driver and road environment monitoring", Unit of Medical Technology and Intelligent Information Systems, Dept. of Computer Science, University of Ioannina, Greece, Jan. 2008.
- [2] A. Amditis and E. Bekiaris, "Information data flow in awake multi-sensor driver monitoring system", in Intelligent Vehicles Symposium, Parma, Italy, Italy. pp. 902-906, Jun. 2004.
- [3] Min-Hwan Ok, "A Simulator Implementation of Highway Driving Guidance System for Longitudinal Autonomous Driving of ADAS-Driving Vehicles", Journal of KIIT, Vol. 17, No. 11, pp. 27-35, Nov. 2019.
- [4] https://en.wikipedia.org/wiki/Advanced_driver-assistance_systems [accessed: Dec. 01, 2019]
- [5] Hyo-Kyun Jeong and Yong-Jin Jeong, "A Lane Departure Warning Algorithm Based on Images Surrounding the Vehicle", Journal of KIIT, Vol. 11, No. 5, pp. 121-130, May 2013.
- [6] https://en.wikipedia.org/wiki/Lane_departure_warning_system [accessed: Dec. 01, 2019]
- [7] Ju-Taek Oh, Jun-Hee Cho, Sang-Yong Lee, and Young-Sam Kim, "Development of a Critical Value According to Dangerous Drive Behaviors", International Journal of Highway Engineering, Vol. 11, No. 1, pp. 69-83, Mar. 2009.
- [8] Jungwoo Lee, Sunhong Park, Dongjune Lim, and Hyungjoo Noh, "The development of driving tendency analyzing algorithm based on real-time vehicle data", The Korean Society Of Automotive Engineers autumn conference & exhibition, pp. 1262-1268, Nov. 2012.
- [9] Keedong Kwon, Jaehong Joo, and Jangwon Jin, "Driving behavior and Driving Habit Analysis Utilizing Big Data Platform", Journal of

Information Technology and Architecture, Vol. 12, No. 4, pp. 515-523, Dec. 2015.

- [10] <https://etas.ts2020.kr/etas/frtf0600/goList.do> [accessed: December. 01. 2019]
- [11] YooWon Kim and JoonGyu Kang, "Implementation of Real-time Dangerous Driving Behavior Analysis Utilizing the Digital Tachograph", Journal of The Korea Society of Computer and Information, Vol. 20, No. 2, pp. 55-62, Feb. 2015.

저자소개

이 완 재 (Wan-Jae Lee)



2008년 2월 : 국가평생교육진흥원
자동차공학과(공학사)

2010년 8월 : 충주대학교
에너지시스템공학과(공학석사)

2014년 9월 ~ 현재 : 목원대학교
박사과정

관심분야 : 차량통신, 이동통신,

차량네트워크시스템

고 대 식 (Dae-Sik Ko)



1982년 2월 : 경희대학교 전자
공학과 졸업(공학사)

1991년 2월 : 경희대학교 전자
공학과(공학박사)

1994년 1월 ~ 1995년 2월 : UCSB
Post-Doc

2011년 1월 ~ 2012년 12월 :

한국정보기술학회 회장

1989년 ~ 현재 : 목원대학교 전자공학과 교수
(학술정보처장, 공대학장, 산학협력단장역임)

관심분야 : ICT융합, 사물인터넷, 통신프로토콜