

기계학습 기반의 주행중 운전자 자세교정을 위한 지능형 시트

박 흠* · 이 창 범**

Machine-Learning based Smart Seat for Correction of Driver's Posture while Driving

Park Heum · Lee Changbum

〈Abstract〉

This paper presents a smart seat for correction of driver posture while driving. We introduce good postures with seat height, seat angle, head height, back of knees, distances of foot pedals, tilt of seat, etc. There have been some studies on correction of good posture while driving, effects of driving environment on driver's posture, sitting strategies based on seating pressure distribution, estimation of driver's standard postures, and others. However, there are a few studies on guide of good postures while driving for problem of driver's posture using machine learning. Therefore, we suggest a smart seat for correction of driver's posture based on machine learning, 1) developed the system to get postures by 10 piezoelectric effect element, 2) collect piezoelectric values from 37 drivers and 28 types of cars, 3) suggest 4 types of good postures while driving, 4) analyze test postures by kNN. As the results, we can guide good postures for bad or problems of postures while driving.

Key Words : Piezoelectric Effect Element, Machine Learning, Smart Seat, Correction of Posture

I. 서론

자동차 산업의 발전과 생활환경 변화로 인해 국내에서도 대부분 1가구 1차량이상 보유하고 있고, 2016년 기준으로 국내 2,180만대 정도를 보유하고 있으며, 매년 800만대 이상 증가하고 있다. 그리고 자동차로 인해 사고와 건강을 해치는 사례가 매년 증가하고 있고, 잘못된 운전습관으로 인한 척추, 고관절, 팔꿈치관절, 발목관절 등이 변형되거나 통증을

을 호소하는 운전자가 증가하고 있다. 또 운전 중 바른 자세나 편안함을 유지하는 방법 등이 많이 소개되고 있으나, 대부분의 운전자들은 인지하지 못한 채 잘못된 자세로 운전을 하고 있다. 특히 대형 버스나 트럭 등 장거리 운전자의 경우, 잘못된 운전습관으로 직업을 포기할 정도의 척추·고관절 등의 통증에 시달리고 있다. 한편 국내자동차 제조사에서는 운전자가 편안하고 바른자세로 운전할 수 있도록 자동차 시트 패키지를 개발하였고, 중·대형차에 한해 운전자 신체특성을 기반으로 자동 맞춤 시트를 부착하여 출고하고 있다. 운전자 바른자세에 대한 대표

* 영산대학교 공과대학 조교수(교신저자)

** 영산대학교 전기전자공학과 교수

적인 연구로는 주행조건 영향분석을 위해 머리, 어깨, 팔꿈치, 팔목, 고관절, 다리관절, 발목 등에 센서를 달아 주행 중 운전자세 데이터를 수집, 운전자세 변화 분석한 연구가 있다[1]. 그리고 통계기법을 활용한 표준 운전자세 도출 연구, 운전석의 체압분포를 기반으로 착좌전략을 분류하는 연구[2, 3]와 국내외 자동차 제조사와 연구기관에서 운전중 바른 운전자세에 대해 표준화 된 매뉴얼을 제공하고 있다[4-6].

대부분의 연구는 운전자세를 수집하고 분석하는 시스템, 자동 시트조절 기능 등으로 나쁜 운전습관 문제를 해결하려 시도했다. 하지만 주행중 실시간 운전자세 정보를 수집하여 바른자세와 나쁜자세로 분류하여 분석하고, 기계학습으로 바른자세를 유도, 누적된 운전습관을 분석하는 연구 등은 아직 많이 부족하다. 따라서 본 연구에서는 1) 압전센서를 이용한 운전자세 데이터 수집을 위한 자동차 시트 장치 제안, 2) 주행중 운전자세 수집하여 바른자세 유형 분석, 3) 실시간 주행중 운전자세 데이터를 기계학습(kNN) 기법으로 분석, 4) 학습된 데이터와 비교해 바른 운전자세 유도정보 제공, 5) 누적된 운전자 자세 데이터로 운전습관 정보 제공 등을 제안하고자 한다.

II. 관련연구

2.1 바른 운전자세 연구

국내자동차 제조사들은 고객을 위한 올바른 운전 자세와 안전벨트 착용, 편안한 운전좌석에 대한 매뉴얼을 제공하고 있다. 운전석은 운전자의 다양한 체형과 체구에 맞게 조절할 수 있고 올바른 자세를 지원하는 장치다. 운전석에서 자세는 ① 운전자의 몸은 좌석에 깊숙하게 앉고, ② 다리는 브레이크 페

달을 끝까지 밟았을 때 무릎이 약간 굽혀져야 하고, ③ 손목은 운전대와 먼 곳에 닿도록 하고, ④ 머리 받침대 높이는 운전자 머리 중심으로 조절, ⑤ 좌석, 운전대, 미러는 출발 전에 조절 등이다[4].

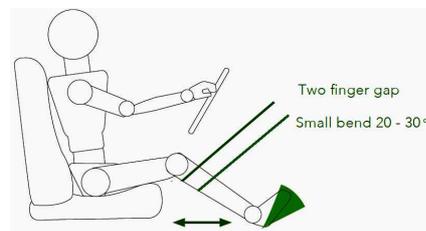


<그림 1> 올바른 운전자세 (현대자동차)

독일 의료장비 및 진단장비 개발 기업 PhysioMed 에서도 주행중 운전자 바른자세를 제안하고 있다. 그림2는 운전자 좌석 조정 예로 몸은 좌석에 붙이고, 엉덩이 높이는 최소 무릎 높이로, 어깨와 등은 좌석에 닿게 한다. 만약 높이가 맞지 않으면 쿠션으로 조절하도록 한다[5].

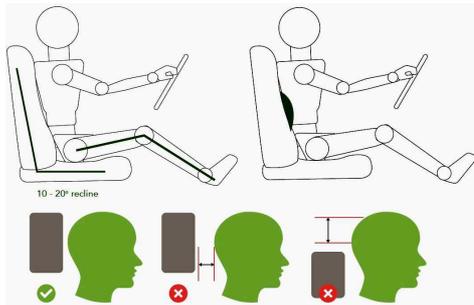


<그림 2> 운전자 좌석 높이 조절 및 운전자세 (PhysioMed)



<그림 3> 무릎 위치와 다리 굴절각도 (PhysioMed)

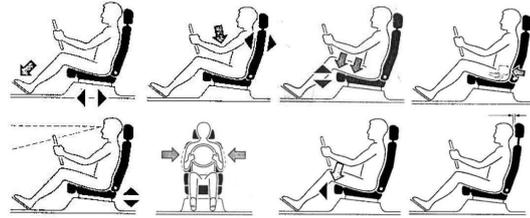
그림 3은 운전자의 무릎 뒤가 시트에 닿지 않도록 손가락 2개 정도의 간격을 유지하여야 하고, 발이 페달을 밟을 때 다리가 최소 20°~30° 내에서만 구부러지도록 하여야 하는데, 그렇지 않으면 무릎 통증을 유발한다[5].



<그림 4> 좌석 뒤 경사와 등받이, 목 받침대 (PhysioMed)

그림 4는 운전자 좌석은 10°~20° 경사로 등받이 각도는 100°~110°로 유지하도록 하고, 요추와 허리를 보호하기 위해 요추보호대 깊이를 조절해야 한다. 또한 머리는 머리받침대와 머리가 가운데에 위치해야 하고, 간격은 손가락 1~2개 정도 이어야 한다. 그리고 운전자와 운전대 사이 팔꿈치 간격은 120° 유지, 운전대 높이와 사이드 미러도 운전자에 맞게 조절해야 한다[5].

National Back Pain Association의 BackCare는 장거리 운전자의 허리통증 원인이 30~60%가 잘못된 운전때문이라고 한다. 가속, 감속, 정지, 불규칙 노면 등의 대표적인 진동에 의한 통증을 유발한다. Backcare는 운전중 바른자세로 8가지의 운전석 조절 방법을 제안하고 있다[6].



<그림 5> 올바른 운전자세 (National Back Pain Association)

그림 5는 Backcare가 제안한 바른자세로 ① 엉덩이는 가능한 좌석에 붙이고, ② 모든 장치에 닿도록 좌석 간격 조절, ③ 좌석 등받침대에 어깨가 닿도록 조절, ④ 엉덩이 지지대와 척추 각도 조절, ⑤ 좌석은 편안한 높이로 조절, ⑥ 뒷받침대는 몸을 받쳐줄 수 있도록, ⑦ 시트 경사 조절, ⑧ 머리받침대 높이 조절 등을 권장하였다[6].

2.2 운전자세 측정 및 분석 연구

운전자의 운전자세를 측정하여 주행조건을 측정하는 시스템 연구로 외부요인에 따른 운전자세의 변화, 즉 관절각의 변화 측정, 측정된 자료는 기존의 차량 설계 SAE(Society of Automotive Engineers) 운전자세 기준들과 비교하였다. 주행 운전자세 측정, 혼잡구간과 고속도로 주행 실험으로 목의 경사, 팔꿈치 경사, 팔 굴곡, 몸통 각도, 무릎 각도 등을 측정하였다. 실험결과 운전자세 분석, 차종간 분석, 주행시간 분석, 교통상황 분석 등으로 차량설계 방안을 제시하였다[1]. 다변량 통계기법을 이용한 표준 운전자세를 도출하는 연구로는 운전자 발목, 무릎, 엉덩이, 팔, 팔꿈치 등의 각도, 거리의 자세 범주와 허용범위, 좌석 등받이 각도, 전후좌우 조절 등 가장 선호하는 운전자세를 순위를 선정하여 추천하였다[2].

운전석에 센서를 부착하여 체압분포를 기반으로

좌좌전락 분류에 대한 연구로 운전자들의 선호 체압 분포를 정량적으로 측정 및 분류한 후, 운전자 성별 및 인체 크기와 Occupant Package Layout(OPL) 조건이 좌좌전락에 미치는 영향을 신체 17개 부위로 구분된 몸통에서 수집한 체압비율을 통해 분석하였다. 체압분포는 OPL 조건(쿠페, 세단, SUV)에서 측정하였고 측정된 체압분포는 군집분석을 통해 통계적으로 대표성을 가진 좌좌전락으로 분류되었다[3]. 그 외 단신 운전자에 대한 운전자세, 인체공학적 자동차 시트 연구 등이 있었고[5], 국내외 자동차 제조사들은 바른운전와 사고 시 피해를 최소화하기 위해 다양한 자동차 시트 개발을 하고 있으며, 이러한 패키지가 부착된 자동차들이 출시되고 있다[7].

III. 기계학습 기반 지능형 시트

본 연구에서는 운전석이 운전대·페달 거리, 좌석 등받이 각도, 머리받침대 높이 등이 모두 완벽하게 운전자에게 편안한 상태에 있다는 전제 하에 실시하였다. 따라서 연구는 참여 운전자 자신에게 잘 셋팅된 차량을 이용해 주행중 운전자세를 수집하여 분석했기 때문에 운전 좌석 각도, 운전대와 페달 위치, 팔꿈치 각도 등은 고려하지 않았고, 운전자의 주행중 자세만 수집하고 분석하였다. 따라서 본 논문을 통해 1) 압전센서를 이용해 운전자세 데이터 수집을 위한 자동차 시트 장치 개발, 2) 운전자의 자세 정보를 수집하여 바른자세 유형 분류, 3) 기계학습으로 주행중 실시간 운전자 자세 분석, 4) 바른 운전자세 유도정보 제공, 5) 누적된 운전자 자세 데이터를 분석해 운전습관 정보 제공을 제안하고자 한다. 표 1은 주행중 바른자세 기존연구와 제안하는 연구와 비교를 나타낸다.

<표 1> 주행중 바른자세 기존연구와 비교

기존 연구	제안 연구
시트 조정방법, 운전습관 조정, 시트설계, 좌좌전락 ◦어깨·등 좌석 밀착, 엉덩이 높이조정(hysioMed) ◦장거리 운전자 운전습관 조정법 8가지(Backcare) ◦차량설계 SAE (목·팔꿈치·팔·몸통·무릎 각도) ◦발목·무릎·엉덩이·팔·팔꿈치 각도·거리·범위 ◦운전석 체압분포로 좌좌전락 분류로 좌좌전락	시트를 운전자에 최적으로 조정되었다 가정, 주행중 운전습관 기계학습 분석 ◦압전센서 이용, 운전자세 데이터 수집 장치 개발 ◦운전자 자세정보 수집, 바른자세 유형 분류 ◦기계학습으로 주행중 실시간 운전자 자세 분석 ◦바른 운전자세 유도 ◦누적 운전자세 데이터를 분석, 운전습관정보제공

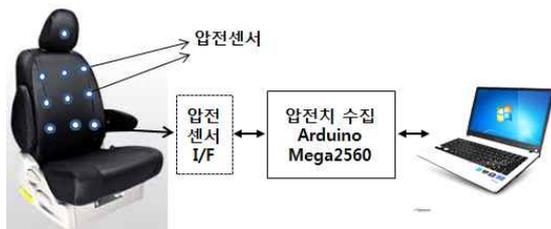
3.1 주행 중 올바른 운전자세

선행 연구에서 제시한 바른 운전자세는 엉덩이를 가능한 많이 좌석에 붙이고, 어깨는 좌석 등받이에 닿도록 하고, 엉덩이 지지대로 좌석 등받이와 척추 각도를 조절, 무릎 위치와 다리 굴절각도 조절, 편안한 시트 높이 조절, 운전대와 거리 조절, 등받이 경사 조절, 머리받침대 높이 조절 등을 권장하고 있다. 따라서 가장 기본적인 자세는 ① 등과 엉덩이를 좌석에 가능한 한 많이 붙이고, ② 좌석과 운전대·페달 간 편안한 간격, ③ 좌석 등받이 적당한 경사, ④ 머리받침대와 머리 중앙 위치 등이다.

하지만 대부분 운전자들은 바른자세로 운전하지 못하는 이유는 1) 허리가 굽거나 휘었을 때, 2) 고관절이 바르지 못할 때, 3) 몸을 왼쪽이나 오른쪽으로 치우친 자세, 4) 팔을 기대거나, 5) 한 손으로 운전, 6) 한쪽 다리를 다른 곳에 걸쳤거나, 장시간 운전으로 인한 몸 뒤틀림 등에서 나온다. 이는 위에서 언급한 운전자에 편안한 자세로 조절된 운전석 상태와 관계없이 발생한다.

3.2 압전센서를 이용한 운전자세 측정 시트

자동차 운전석이 운전자에 가장 적합하게 조절되었다고 가정하고, 운전자세 정보를 수집하기 위해 좌석 등받이에 10개의 압전센서를 부착, 압력에 따른 디지털 값을 측정하였다. 운전석이 운전자에 최적 상태에서 주행중 운전자세 정보를 수집하기 때문에 운전 좌석 등받이 자세 측정만으로도 바른 자세를 충분히 예측할 수 있었다. 그림 6은 압전센서를 이용한 운전자 자세 정보수집시스템을 보여준다. 센서는 좌석 등받이 상단, 중단, 하단 각 우측, 가운데, 좌측에 9개, 머리 받침대에 1개 등 총 10개의 압전센서를 부착하였고, 데이터는 Arduino보드에 각 압전센서와 인터페이스하여 전압출력 값을 수집하였다.



<그림 6> 압전센서를 이용한 운전자 자세 측정시스템

표 2는 실험에 사용된 압전센서의 사양은 C형 압전소자, 27mm 세라믹, 전류 0~0.1mA, DC 1~1.5V 출력 등이다. 압전소자는 운전석 등받이와 목받침대에 기댈 때 운전자 몸무게와 밀착강도에 따라 압력 전압출력 값을 출력되고, 아두이노와 인터페이스로 컴퓨터에 저장된다.

<표 2> 압전센서 규격

항목	규격	비고
타입	압전소자 C형	재질: 스테인레스+세라믹
전압 출력	DC 1V~5V	10비트 A/D 변환
전류	0~0.1mA	
크기	27x0.5 mm	세라믹 27mm

3.3 바른 운전자세 유형 분류

수집된 운전자세 정보를 이용해 바른자세 4가지 유형을 분류하였다. 표 3은 바른 자세 유형과 임계치를 나타내고, 임계치를 벗어나면 바르지 못한 자세다.

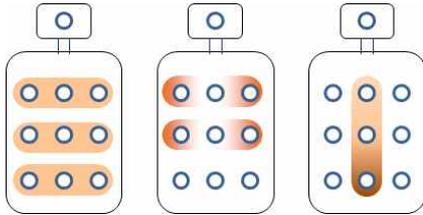
<표 3> 바른 자세 유형

자세 유형	압전치 임계치
a) 상·중·하단 균등	20%~50% 이내
b) 상단의 좌·우 균등	20%~50% 이내
c) 중단의 좌·우 균등	30%~50% 이내
d) 중·하단 가운데 5, 8번	40% 이상

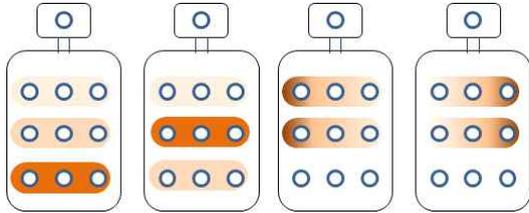
바른자세 유형 분류는 선행 연구에서 운전자 등과 엉덩이를 좌석 뒤에 가능한 한 많이 붙이고, 등과 어깨가 좌석 좌우에 바르게 앉고 허리가 굽혀지지 않아야 하는 바른 운전자 자세를 통해 얻었다.

- a) 상단, 중앙, 하단 등받이의 압전치가 균등하게 분포, 임계치는 20%~50% 이다.
 - b) 상단 좌·우 압전치 분포가 좌·우가 치우치지 않게 분포, 임계치는 20%~50% 이다.
 - c) 중단 좌·우 압전치 분포가 등받이에 가장 많이 밀착되고 균등하게 분포, 임계치는 30%~50% 이다.
 - d) 중단과 하단 가운데 5, 8번 분포는 직진 주행중 가장 압력이 가해지는 분포, 임계치는 40% 이다.
- 그림 7은 바른자세 유형을 보여주는데, 왼쪽 그림은 유형 a), 가운데는 유형 b)와 c), 오른쪽은 유형

d)를 나타낸다. 가장 이상적인 자세는 a)~d)를 모두 포함한다.



<그림 7> 바른자세 유형 a)~d)



<그림 8> 바른자세에 속하지 않은 나쁜자세 사례

그림 8은 바른자세 유형에 포함하지 않은 바른지 못한 자세 사례를 보여준다. 본 연구의 목적은 운전자에게 주행중 바른자세로 유도하는 것이기 때문에 각 운전자가 바른자세 유형에 들지 않으면 자세교정을 추천해 준다.

3.4 기계학습을 이용한 운전자세 분석

운전자의 바른자세를 4가지로 분류하였고, 이를 바탕으로 각 유형 a), b), c), d)에 대해 실험자 운전 정보가 속하는지를 kNN (k Nearest Neighbor) classifier 알고리즘을 이용해 예측하였다. kNN classifier는 학습데이터로 학습하고 분류한 k개의 분류점에 대해, 실험 운전정보 x를 유사도 계산으로 가장 가까운 분류점을 예측한다.

아래 수식은 데이터 x가 k개 분류점에 속하는지를 예측하는 수식으로, $N_k(x, D)$ 는 k-Nearest Point에서 x 지점 값, $\Pi(e)$ 는 지점함수(Indicator Function)으로 e 값에 속하면 $\Pi(e)=1$, 아니면 $\Pi(e)=0$ 으로 예측한다[8].

$$p(y = c|x, D, k) = \frac{1}{k} \sum_{i \in N_k(x, D)} \Pi(y_i = c)$$

즉 테스트 운전자 정보가 바른 운전자세 유형 a)에 속하는지를 kNN classifier 알고리즘을 이용해 실험하였다. 따라서 속하면 1 아니면 0이므로 k 값은 1이다.

IV. 실험 환경 및 실험결과 분석

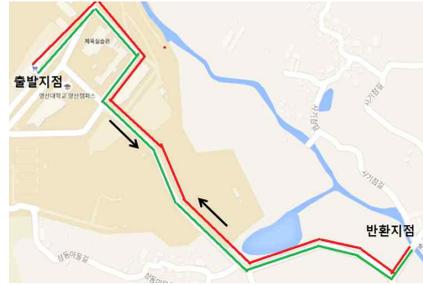
4.1 실험 참여 운전자 및 차량 정보

운전자세 실험을 위해 37명의 운전자가 참여하였고, 표 4에서와 같이, 운전자 연령대는 40~50대가 21명으로 가장 많았고, 신장은 160~180cm가 30명, 체중은 60~80kg 34명, 성별비율은 남자 33명, 여자 4명 등이다.

<표 4> 실험참여 운전자 정보

항목	운전자 정보				
	20대	30대	40대	50대	60대
연령대 (명)	8	3	8	13	5
신장 (cm)	160~169	170~179	180~189	190이상	
	17	13	5	2	
몸무게 (kg)	60~69	70~79	80~89	90이상	
	17	17	3	0	
성별 비율	남: 33명, 여: 4명				

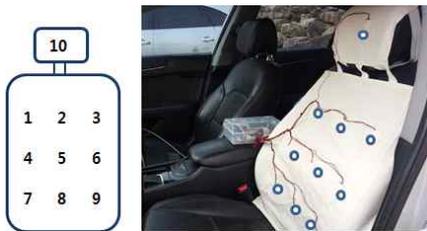
실험 참여 차량은 총 17개 차종 28대 이고, 이는 대부분 실험 참여자의 개인 차량을 대상으로 하였다. 차량 종류는 SUV에 렉스턴, 트라제 등, 승용차는 K7, K5, SM5, SM6, QM5, I30, 아반테, 소나타, 그랜저, 파사트, 아이오닉, 푸조, 모닝, 비스토, 마티즈 스파크 등 18개 이고, 차량은 28대가 참여하였다. 실험에는 SUV 6명, 승용차 15대는 31명 등 총 37명 실험자가 참여하였다.



<그림 10> 실험 주행도로 4~5km

4.2 운전자세 정보 수집 및 주행 조건

운전자세 측정 시트에는 10개의 C형 압전소자가 부착되었고, 그림 9는 압전센서를 부착한 시트를 보여주는데, 상단 오른쪽부터 1번 센서, 아래 왼쪽 하단 9번, 목받침대 10번 센서가 부착되었고, C형 압전소자의 압전 세기를 아두이노보드와 인터페이스 되어 USB보드를 통해 수집하였다. 압전세기는 압전소자에 좌석과 운전자의 등과 머리가 닿을 때 아날로그 전압세기가 A/D 변환을 통해 0~1,023의 디지털 값으로 보내진다.



<그림 9> 압전센서 부착 시트

실험 주행거리 4~5km, 주행시간은 운전자에 따라 3분~11분, 주행은 그림 10과 같이 직진, 좌회전, 우회전, 내리막, 오르막, 거친노면 도로를 포함한 왕복 코스다.

4.3 kNN을 이용한 운전자 자세 분석

실험에서 수집한 운전자세 정보를 이용해, 유형 a), b), c), d) 분류에 속하는지를 분석하였고, 테스트 실험에서는 운전자세 정보를 학습한 데이터와 비교해 유사도 검사를 통해 각 분류에 속하는지를 kNN 알고리즘을 이용해 결정하였다. a)~d) 유형을 각각 분류 실험을 하였고 k 값은 1이다. 대표자질은 좌석에 부착된 10개 압전센서들이고, 자질값은 압력 전압출력 값이다. 각 유형 a), b), c), d)의 분류 값은 0 or 1 이다. 예를 들어, 운전자세가 a) 유형에 속하는지 분석은 kNN 유사도 검사를 이용해 임계치에 들면 1, 아니면 0 이고, b), c), d) 유형 분류도 같은 방법으로 수행한다. 이 결과를 바탕으로 a)에도 속하고 c)에도 속하면, a)와 c)에 대해 올바른 자세로 보여주고, b)와 d)에 대해서는 바른 자세를 추천해 준다.

1) 좌석 상단 중단 하단 균등 분포

운전자 좌석의 상단, 중단, 하단의 압전치 분포가 균등한지를 임계치 20%~50% 이내로 분석한 결과, 37명 운전자 자세 중 5명이 나왔고 나머지 운전자에 대해서는 균형된 바른자세를 유도하게 된다. 예를 들어, 상단이 12%, 중단 35%, 하단 42%, 목 11%이면 상단 어깨를 등받이에 붙이도록 추천한다.

<표 5> 유형 a) 결과, 37명 운전자 상·중·하단 압전값 분포

No	상단	중단	하단	유형	No	상단	중단	하단	유형
1	15.9%	52.8%	22.9%		20	0.0%	39.0%	61.0%	
2	34.1%	30.2%	24.5%	a	21	53.0%	29.0%	13.3%	
3	9.0%	38.3%	51.9%		22	42.9%	29.0%	27.8%	a
4	17.0%	35.6%	40.2%		23	15.0%	34.7%	50.2%	
5	20.8%	50.8%	24.8%	a	24	1.0%	12.2%	80.6%	
6	9.5%	28.4%	61.7%		25	5.8%	37.0%	57.2%	a
7	13.5%	25.5%	60.8%		26	29.6%	66.0%	4.4%	
8	11.1%	50.1%	23.0%		27	46.9%	17.0%	34.5%	
9	5.8%	30.1%	63.9%		28	53.3%	19.3%	27.3%	
10	1.5%	39.5%	59.0%		29	44.5%	10.8%	44.7%	
11	25.4%	19.8%	49.3%		30	57.8%	29.4%	12.0%	
12	4.9%	30.1%	64.8%		31	16.1%	47.9%	36.0%	
13	0.0%	33.2%	66.7%		32	3.5%	34.4%	61.8%	
14	1.5%	64.9%	28.8%		33	46.4%	5.0%	48.6%	
15	0.0%	60.7%	39.3%		34	7.0%	37.7%	49.7%	
16	0.0%	28.2%	71.8%		35	23.1%	43.0%	33.9%	a
17	5.8%	52.7%	41.0%		36	0.5%	8.0%	86.7%	
18	2.2%	45.1%	52.6%		37	3.5%	50.9%	44.1%	
19	1.7%	36.2%	62.0%						

2) 좌석 상단의 좌측 우측 분포

운전자 좌석 상단의 좌측과 우측 압전치 분포를 임계치 20%~50%로 분석한 결과, 37명 운전자 자세 중 9명이 나왔고, 그 외 자세는 균형된 바른자세를 유도한다.

<표 6> 유형 b) 결과, 37명 운전자 상·중·하단 압전값 분포

No	5	8	5-8합	유형	No	5	8	5-8합	유형	No	5	8	5-8합	유형
1	69.5%	16.9%	13.6%		14	35.6%	64.4%	0.0%		27	4.6%	62.4%	33.0%	b
2	58.8%	2.9%	38.4%	b	15	-	-	-		28	76.8%	4.5%	18.7%	
3	92.0%	2.2%	5.9%		16	-	-	-		29	48.1%	25.4%	26.6%	b
4	88.9%	0.9%	10.2%		17	0.0%	0.0%	100.0%		30	69.4%	30.1%	0.6%	
5	64.1%	34.8%	1.0%		18	0.0%	3.9%	96.1%		31	100.0%	0.0%	0.0%	b
6	96.7%	3.3%	0.0%		19	0.0%	3.9%	96.1%		32	35.1%	51.5%	13.4%	
7	88.7%	11.3%	0.0%		20	-	-	-		33	55.5%	0.3%	44.1%	b
8	93.1%	0.4%	6.5%		21	40.9%	44.6%	14.6%		34	86.6%	2.5%	10.9%	
9	100.0%	0.0%	0.0%		22	54.9%	36.9%	8.2%		35	22.7%	32.2%	45.2%	b
10	82.6%	14.1%	3.3%		23	98.1%	0.7%	1.2%		36	42.9%	0.0%	57.1%	b
11	90.2%	0.0%	9.8%		24	63.1%	28.6%	8.3%		37	77.4%	0.0%	22.6%	b
12	95.7%	0.0%	4.3%		25	62.4%	8.7%	28.9%	b					
13	-	-	-		26	4.6%	62.4%	33.0%						

3) 좌석 중단의 좌측 우측 분포

운전자 시트 중단의 좌측과 우측이 압전치 분포를 임계치 30%~50%로 분석한 결과, 37명 운전자 중 8명이 나왔고, 나머지 운전자에 대해서는 바른자세를 유도한다.

<표 7> 유형 c) 결과, 37명 운전자 상·중·하단 압전값 분포

No	4	5	6	유형	No	4	5	6	유형	No	4	5	6	유형
1	47.3%	22.1%	30.6%	c	14	0.0%	79.1%	20.9%		27	7.2%	77.8%	15.0%	
2	14.9%	33.5%	51.6%		15	0.0%	80.2%	19.8%		28	2.0%	91.6%	6.3%	
3	60.9%	33.9%	5.2%		16	0.0%	90.3%	9.7%		29	27.5%	55.0%	17.5%	
4	44.7%	44.0%	11.2%		17	21.4%	14.9%	63.7%		30	11.2%	84.8%	4.0%	
5	56.9%	11.2%	31.8%	c	18	8.4%	21.5%	70.1%		31	37.3%	56.7%	6.0%	
6	43.3%	56.4%	0.3%		19	31.5%	21.6%	46.9%	c	32	39.1%	53.8%	7.2%	
7	37.9%	62.1%	0.0%		20	29.4%	69.4%	1.1%		33	15.6%	35.2%	49.3%	
8	31.2%	18.5%	50.3%	c	21	37.5%	5.6%	56.9%	c	34	33.7%	16.2%	50.1%	c
9	22.8%	52.0%	25.2%		22	34.8%	34.4%	30.8%	c	35	8.6%	20.4%	71.0%	
10	44.5%	43.8%	11.7%		23	0.0%	72.0%	28.0%		36	13.3%	43.6%	43.1%	
11	36.8%	56.0%	7.2%		24	1.9%	54.8%	43.4%		37	0.9%	31.6%	67.5%	
12	57.8%	8.6%	33.5%	c	25	43.4%	50.8%	5.9%						
13	43.1%	46.6%	10.2%		26	1.3%	89.6%	9.0%						

4) 좌석 중단과 하단의 가운데 분포

운전자 시트의 중단 가운데와 하단 가운데 분포가 집중되어야 하기 때문에 중단과 하단 가운데 합과 임계치 40%와 비교하였다. 37명 운전자 자세 중 19명이 나왔고, 50% 이상인 분포는 12명이었다. 나머지 운전자에 대해서는 등받이에 밀착하도록 바른자세를 유도한다.

<표 8> 유형 d) 결과, 37명 운전자 상·중·하단 시트 압전값 분포

No	5	8	5-8합	유형	No	5	8	5-8합	유형	No	5	8	5-8합	유형
1	912	1476	30.6%		14	2,014	739	70.2%	d	27	997	2,465	46.1%	d
2	991	1,644	26.9%		15	1,693	1,357	87.7%	d	28	1,667	2,062	39.6%	
3	931	2,174	43.3%	d	16	1,957	3,073	65.6%	d	29	569	3,838	46.0%	d
4	1,420	3,394	53.1%	d	17	655	1,288	23.4%		30	2,465	1,036	35.5%	
5	1,021	1,021	11.5%		18	662	1,724	35.0%		31	2,894	2,793	53.4%	d
6	978	37	16.6%		19	1,512	7,827	48.3%	d	32	1,203	1,795	46.0%	d
7	1,310	731	24.7%		20	736	800	56.5%	d	33	330	2,214	13.5%	
8	1,341	1,351	18.6%		21	94	530	10.9%		34	854	1,509	16.9%	
9	757	2,704	71.8%	d	22	2,316	3,714	26.0%		35	1,845	2,105	18.7%	
10	2,160	3,154	42.5%	d	23	1,652	1,935	54.3%	d	36	92	85	6.7%	
11	640	2,644	57.0%	d	24	553	1,030	19.2%		37	1,958	1,973	32.3%	
12	173	4,300	67.3%	d	25	2,629	4,189	48.6%	d					
13	1,151	3,451	61.8%	d	26	3,932	146	61.4%	d					

4.4 올바르지 않은 운전자세 유도법

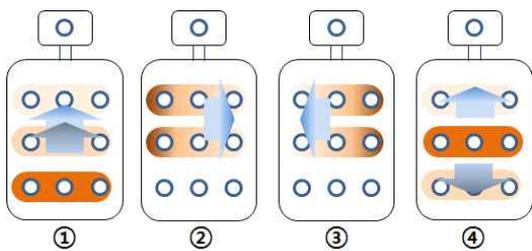
1) 상·중·하단 균등 분포가 기준치를 벗어난 경우
운전자 좌석 상단, 중단, 하단의 압전치 분포가 임계치 20%~50%를 벗어난 경우는 아래 그림 11-① 처럼 좌석 상단과 중단에 몸을 밀착하도록 표시한다.

2) 좌석 상단 또는 하단 좌·우측 분포가 벗어난 경우

좌석 상단 좌·우측 압전치 분포가 임계치 20%~50%를 벗어난 경우, 하단 좌·우측 분포가 임계치 30%~50%를 벗어난 경우는 압전값이 우측이 크면 그림 11-②, 우측이 크면 그림 11-③ 처럼 바른 자세를 유도한다.

3) 좌석의 중단 또는 하단 가운데 분포를 벗어난 경우

그림 11-④ 처럼 운전자 좌석 중단에만 압전치가 측정된 경우 자세를 상단으로 유도하고, 하단에만 압전치가 물리는 경우 좌석 상단과 중단으로 자세를 유도한다.



<그림 11> 바른자세 유형별 임계치를 벗어난 자세 유도 사례

IV. 결론

본 논문에서는 기계학습 기반의 주행 중 운전자의 자세교정을 위해 선행 연구들을 살펴보고, 지

능형 시트를 제작하여 실제 도로 환경에서의 데이터 수집 및 분석을 통해 실시간 바른 운전자 자세를 제안하였다. 주행 중 운전자의 바른자세 교정을 위해 운전석 등받이와 목받침대, 운전대와 페달 위치와 거리 등을 조절하였으나 대부분 운전자는 바른자세로 운전하지 못하고 있다. 실험 참여 운전자들은 자기 차량의 운전석을 가장 편안한 자세로 셋팅해 놓기 때문에, 본 연구에서는 주행중 운전자세만 수집하고 분석하고, 바른자세 4가지 유형을 제안하였다. 또 압전센서를 이용한 운전자세 측정 시트 개발, 바른운전 자세 유형 분류와 임계치 제안, 기계학습을 이용한 바른자세 분석, 바른자세가 아닌 경우 자세 유도 등을 소개하였다. 본 연구를 통해 향후 실험자가 증가하고 실험차종별, 실험자 신체에 따라 추후 다양한 바른자세 유형을 찾을 수 있는 기반을 마련하였다.

ACKNOWLEDGMENTS

이 논문은 영산대학교 2017년 교내연구비 지원으로 연구되었습니다. (This research was supported by the Youngsan University research grant in 2017)

참고문헌

- [1] 김태일·최광수·정이승·박성준·최재호, “주행중 운전자세 측정을 통한 주행조건 영향분석,” 대한산업공학회논문집, 제29권, 제4호, 2003, pp.271-282.
- [2] 박성준, “다변량 통계기법을 활용한 표준 운전자세의 도출,” 대한인공공학회논문집, 제25권, 제1호, 2006, pp.27-33.

- [3] 최진명·류성열, “운전석 체압분포 기반의 착좌전략 분류,” 대한산업공학회지 논문지, 제39권, 제2호, 2013, pp.105-108.
- [4] Drive H/매뉴얼, “현대자동차 매뉴얼 #83, 올바른 운전자세,” <http://blog.hyundai.com/2356>
- [5] Physiomed, “Correct Sitting Posture: Driving - Physio Med,” <http://www.physiomed.de>
- [6] BackCare, “Driving and back pain - BackCare,” <http://www.backcare.org.uk>
- [7] Axel Malczyk, Ingo Müller, Stefanie Eßers, Michael Hänsel, "Effects of Seating Position of Short Stature Drivers in Frontal Impacts," IRCOBI Conference 2013, 2013, pp.842-853.
- [8] Kevin P. Murphy, “Machine Learning A Probabilistic Perspective,” The MIT Press Cambridge, Massachusetts London, England, 2012, pp.1-1098.
- [9] 김희철, “NHPP 극값 분포 소프트웨어 신뢰모형에 대한 학습효과 기법 비교 연구,” 디지털산업정보학회 논문지, 7권, 2호, 2011, pp.1-8.
- [10] 윤영현, “계층적 모델을 이용한 단일 센서 노드의 가용성 분석,” 디지털산업정보학회 논문지, 5권, 2호, 2009, pp.87-93.

■ 저자소개 ■



박 흠
(Park Heum)

2012년 8월~현재 영산대학교 공과대학 교수
 2008년 2월 부산대학교
 정보통신공학과(공학박사)
 1998년 2월 부산대학교 인지과학과(이학석사)
 1988년 2월 부산대학교 계산통계학과(이학사)
 1988년 2월~1990년 5월 ㈜코닉시스템
 1990년 8월~1999년 12월 부산일보사
 2008년 3월~2012년 7월 부산대학교 BK21교수
 관심분야 : 기계학습, 사물인터넷, 온톨로지
 E-mail : hmpark@ysu.ac.kr



이창범
(Lee Changbum)

1998년 8월~현재 영산대 전기전자공학과 교수
 1996년 8월 서강대 전자공학과(공학박사)
 2009년 3월~2010년2월 미국 Ohio Univ.
 방문연구원
 1983년 3월~1998년 8월
 한국전자통신연구원(ETRI)
 책임연구원
 관심분야: 스마트자동차, 사물인터넷, 영상통신
 E-mail: cblee@ysu.ac.kr

논문접수일: 2017년 11월 18일
 수정일: 2017년 12월 08일
 게재확정일: 2017년 12월 14일