운전자 시선추적 데이터를 이용한 클러스터링 기반 차선변경 유형 분류*

조두리 O1 이유부 2 이석한 2 길이만 2
[1] 성균관대학교 인터랙션사이언스학과
[2] 성균관대학교 정보통신대학
jdl6427@gmail.com, basilia1123@gmail.com, sukhan1@skku.edu, rmkil@skku.edu

Classification of lane change type based on Data clustering using driver's gaze tracking data

Doori Jo O1 Yubu Lee 2 Sukhan Lee 2 Leeman Kil 2
[1] Department of Interaction Science, Sungkyunkwan University
[2] College of Information and Communication Engineering, Sungkyunkwan University

요 약

최근 운전자의 안전운전을 보조하기 위한 운전자 보조 시스템의 필요성이 대두되어 시스템 개발 연구가 활발히 진행되고 있다. 운전자 보조 시스템에 적용하기 위한 운전자 행동 특성 연구를 위해서는 특정 운전상황에 따른 실제 운전자 행동 데이터가 필요하다. 일반적으로 운전자 시선 및 머리 추적 데이터를 활용하나, 주행 전체 데이터의 규모가 크고, 노이즈가 많아 행동 특성 연구를 위한 특정 운전상황의 데이터만을 선별하기가 매우 어렵다. 따라서 본 연구에서는 자연스러운 주행상황에서 시선방향(x, y)을 추적하여 2가지 차선변경 유형(왼쪽으로 차선변경, 오른쪽으로 차선변경) 데이터를 추출하고, 규모를 줄이고 노이즈를 낮추기 위한 데이터 전 처리를 수행하였다. 이후 두 가지 클러스터링 기법(K-Means, Fuzzy C-Means) 적용, 차선변경 유형을 분류하기 위한 클러스터링을 각각 수행하여 얻은 분류율을 비교하여, Fuzzy C-Means를 적용하였을 때 더 좋은 분류성능을 보임을 알 수 있었다.

1. 서 론

1980년 이후 우리나라에서는 총 7007426건의 교통사고가 발생하여 269883명이 사망하고 9637942명이 부상하였다. 이는 그 동안 매일 평균 600건의 교통사고가 발생하여 23명이 사망하고 825명이 부상당한 것과 같다 [1]. 이 중 50% 이상은 운전자의 부주의 혹은 인지적인 실수에 의한 것이다. 때문에 실시간 자동차 운전자 보조 시스템을 통한 안전의 보장은 점점 더 중요해지고 있다 [2]. 최근 관련 연구가 활발히 진행되고 있으며, 운전자 보조 시스템 개발을 위해서는 차선변경, 회전, 제동 등과 같은 특정 상황에서 운전자의 행동특성 분석의 중요성이 대두되고 있다 [3].

연구자들은 운전행위에 있어 핵심적인 역할을 하는 운전자를 이해하기 위한 연구를 지속해왔고 [4], 이를 통해 운전자 행동의 특징을 추출하고자 한다. 인간의 의도와 행동을 분석하기 위해서 수많은 인지심리학자들과 신경심리학자들은 머리와 시선행동을 측정하고 연구해왔으며, 최근 컴퓨터 비전의 발달로 카메라 기반의 운전자 행동추적 기구를 통해 운전자의 시선 및 머리의 위치 및 방향 데이터를 수집함으로써 더 정밀한 운전자 행동연구가 진행되고 있다 [5][6].

현재 운전자 행동연구는 실제 주행에서 운전자의 시선 및 머리 움직임을 추적한 데이터 기반으로, 그 양이 매우 방대하며 분석하고자 하는 특정 운전행위의 시점을 결정할 수 있는 기준이 모호하여 데이터 분류가 어렵다. 이는 운전자 행동추적연구에서 공통적으로 발생하는 문제이다.

이 문제를 해결하기 위한 부분적 연구로서, 본 논문에서는 2가지 유형의 차선변경(왼쪽으로 차선변경, 오른쪽

* 본 연구는 2013년도 미래창조과학부의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 (2013027517)과 교육과학기술부의 세계수준의 연구중심대학육성사업(WCU)으로부터 부분적으로 지원받아 수행됨 (R31-10062).

1125

으로 차선변경)을 통해 얻은 운전자 시선방향(x, y) 데이터를 기준으로 2가지 클러스터링 기법 (K-Means, Fuzzy C-Means)을 적용하여 각각 분류하고, 그 분류율을 통해 분류 성능을 확인함으로써, 향후 전체 운전상황의 데이터 분리에 적용할만한 분류기법을 선정하였다.

2. 운전자 행동 데이터 수집 및 전처리

2.1 데이터 수집

자연스러운 주행상황에서 시선방향 및 머리위치 데이터를 수집하기 위해, 스웨덴 Smart Eye AB사의 Smart Eye Pro 시선 추적기를 사용하였다 (그림 1). 이 추적기는 시선 방향 벡터, 머리 위치, 동공 크기 및 시선고정수 등의 정보를 제공하며, 본 연구에서는 시선방향 (x, y) 값을 수집 데이터로 선정하였다.

본 연구를 위해 3명의 운전자를 대상으로 차선변경을 포함한 주행 중 행동 추적을 통해 시선방향 (x, y) 데이터가 수집되었고, 왼쪽으로 차선변경, 오른쪽으로 차선변경의 2가지 상황 유형별 데이터 집합을 형성하였다. 각 데이터 집합은 12 시행으로 구성되어 있다.

그림 1. 데이터 수집 환경 및 시선 데이터 추출영상 (좌. 운전자 시선 추적기 Smart Eye Pro, 우. 왼쪽으로 차선변경 시 추적된 운전자 시선)

2.2 데이터 전처리

Smart eye pro는 60 frame/sec의 속도로 추적된 데이터를 제공하므로 처리해야 할 데이터의 규모가 매우 크며, 시선 및 머리위치 추적 데이터의 특성인 노이즈 또한 크다. 때문에 처리 효율을 높이기 위해 데이터 규모와 노이즈를 감소시키는 데이터 전처리 과정을 수행하였다. 각 시행으로부터 얻은 연속 데이터를 중첩된 20개의 작은 창으로 분할하여, 각 창의 평균으로 구성된 새로운 연속 데이터를 만든다.

전 처리를 거쳐 왼쪽으로 차선변경(Index 1), 오른쪽으로 차선변경 시(Index 2) 각각 724, 670개씩 총 1394개의 시선방향 (x, y) 데이터를 얻었다.

3. 클러스터링 수행 및 결과분석

3.1 클러스터링 수행

데이터 클러스터링을 위해, 클러스터 수를 지정할 수 있고, 일반 데이터 처리에 대해 좋은 성능을 가진 K-Means와 Fuzzy C-Means을 적용하였다. 두 클러스터링 기법은 주어진 데이터 집합을 데이터 속성 유사도에 따라 k개의 집합으로 묶는다는 점에서 유사하나, 분류과정에서 서로 다른 방식을 가진다 [7]. 언급한 두 기법을 분류에 적용하기 위해 전처리 과정을 거친 전체 시선방향(x, y) 데이터를 활용, 클러스터링을 수행하여 차선변경 유형에 따라 2개의 클러스터로 분류하고, 해당 유형 Index값을 부여한다.

3.2 결과 및 분석

각 클러스터링 기법을 통해 차선변경 유형을 분류하고, 데이터의 원 index 값과 클러스터링의 결과로 얻은 index 값을 비교하여 클러스터링의 성능을 확인하였다. 분류율은 전체 데이터 수에 대해, 클러스터링을 통하여 옳게 분류된 데이터 수의 비율로 결정된다. 이과 같은 과정에 의해 산출된 결과는 표 1과 같다.

표 1. 클러스터링 기법에 따른 차선변경 유형 분류율

기법	분류율(%)		
	왼쪽으로 차선변경	오른쪽으로 차선변경	차선변경 전체
K-Means	77.76	72.38	75.17
Fuzzy C-Means	86.32	80.45	83.50

표 1의 값은 클러스터링 기법에 따른 운전자 시선방향(x, y) 기준 차선변경 유형 분류율을 보여준다. K-Means 기법보다 Fuzzy C-Means 기법을 사용하였을 때, 더 정확한 데이터 분류가 가능함을 확인하였다. 그림 2는 Fuzzy C-Means 클러스터링을 통해 차선변경 유형별 데이터를 분류한 예이다.

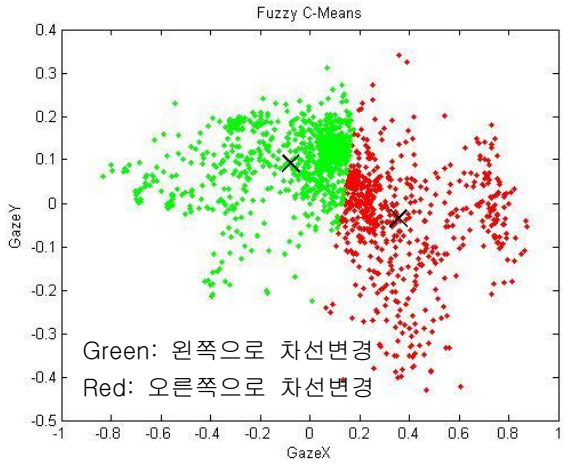

그림 2. 차선변경 유형별 Fuzzy C-Means 클러스터링

1126

4. 결론 및 토의

본 연구에서는 자연스러운 운전상황에서 얻은 운전자 추적 데이터 전체에서 특정 운전상황에 대한 운전자 행동 데이터 분류를 효과적으로 수행하기 위해, 두 가지 클러스터링 기법을 이용하여 차선변경 유형 분류를 수행하였고 이를 통해 클러스터의 중심을 결정할 때 데이터의 공분산을 고려하는 기법 특성을 가진 Fuzzy C-Means가 더 좋은 성능을 보임을 확인하였다. 따라서 데이터 클러스터링을 적용하면, 향후 운전 상황에 따른 운전자 행동특성 연구를 위한 데이터 전처리 단계의 효율을 높여줄 수 있으며, 그 예로 80% 이상의 데이터 분류성능을 보인 Fuzzy C-means 기법을 적용할 수 있음을 제시한다.

또한 본 연구로부터 추가적으로 차선변경 유형 데이터의 특성에 대한 시사점이 존재한다. K-Means와 Fuzzy C-Means 클러스터링 기법 모두 왼쪽으로 차선변경 유형 데이터를 더 정확하게 분류하였다. 이 결과를 통해 왼쪽으로 차선 변경 시 운전자의 시선 특성을 유추할 수 있었다.

두 기법을 적용했을 때 모두 이런 경향을 보이는 것은, 왼쪽으로 차선을 변경할 때 운전자의 시선이 분산되는 경향성이 오른쪽으로 차선을 변경할 때 보다 더 작기 때문이라고 추측한다. 오른쪽으로 차선을 변경할 때에는 운전자의 위치에서 먼 오른쪽 사이드 미러를 지속적으로 확인해주어야 하므로, 상대적으로 가까운 왼쪽 사이드 미러를 확인해야 하는 왼쪽으로 차선변경 상황보다 시선 방향이 더 멀리 퍼지기 때문이다. 따라서 데이터의 분산이 상대적으로 작은 왼쪽으로 차선변경 유형 시선방향(x, y) 클러스터링이 오른쪽으로 차선변경 유형 클러스터링보다 더 잘 군집화될 수 있음을 의미한다.

본 연구결과는 데이터 클러스터링 기법을 활용하면, 데이터 분류 및 특성 분석에 도움이 될 수 있음을 제시하였다. 그러나 운전상황은 늘 가외변인이 존재하며, 운전자 추적정보는 노이즈가 많기 때문에 데이터 분류에 있어 항상 어려움이 따른다. 따라서 보다 더 세밀한 기준의 데이터 분류를 위해 데이터 변수를 추가한 3D 클러스터링을 적용한 후속연구가 가능할 것이다.

참고문헌

[1] 도로교통공단, “2012 년판 교통사고 통계분석”, 도로교통공단 안전본부 교통사고종합분석센터, pp. 37-38, 2012

[2] Doshi, A., Morris, B.T., Trivedi, M.M., "On-road prediction of driver's intent with multimodal sensory cues," *Pervasive Computing, IEEE* , vol.10, no.3, pp.22-24, 2011

[3] McCall, J.C., Wipf, D.P., Trivedi, M.M., Rao, B.D., "Lane Change Intent Analysis Using Robust Operators and Sparse Bayesian Learning," *Intelligent Transportation Systems, IEEE Transactions on* , vol.8, no.3, pp.431-432, 2007

[4] Mourant, R. R., and R. J. Donohue., “Mirror sampling characteristics of drivers,” *Society of Automotive Engineers*, 1974

[5] Morris, B., Doshi, A., Trivedi, M., "Lane change intent prediction for driver assistance: On-road design and evaluation," *Intelligent Vehicles Symposium (IV), IEEE* , pp.895-896, 2011

[6] Akhlaq, M., Sheltami, TarekR., Helgeson, Bo., Shakshuki, ElhadiM., “Designing an integrated driver assistance system using image sensors,” *Journal of Intelligent Manufacturing*, vol.23, no.6, pp. 2109-2111, 2012

[7] Jipkate, Bharati R., and VV Gohokar., "A Comparative Analysis of Fuzzy C-Means Clustering and K Means Clustering Algorithms," International Journal of Computational Engineering Research, vol.2, no.3, pp. 737-739, 2012

1127