

A Preliminary Study on Identifying Driver Segments using Characteristics of Visual Information Processing

Chun Ik Jo, Ji Hyoun Lim

Department of Industrial Engineering, Hongik University, Seoul, 121-791

ABSTRACT

Objective: 본 연구는 운전자의 시각 정보처리 특성에 대한 정보를 객관적으로 수집하고 분류하여 정보 제공 설계를 위한 기초자료를 획득하고자 진행한 실험 연구이다. **Background:** 자동차는 단순한 운송수단에서 디지털 정보공간으로 변화하고 있으며, 계기판의 시각적인 정보 제공 방식 또한 개인의 개성에 맞추어 가변적으로 설계되고 있다. 이를 위하여 개인의 시각 정보처리 특성을 객관적으로 지표화하여 자동차의 정보 제공 방식에 반영하기 위한 연구가 필요하다. **Method:** 20대 남성 60 여성 54명(총 114명)을 대상으로 기본적인 시각 정보처리와 관련된 4가지 실험 (Donders' reaction time, mental rotation, signal detection, Stroop effect)을 통해 단순반응시간, 공간지각, 시각 자극에 대한 변별력, 주의에 따라 달라지는 반응시간 등에 대한 데이터를 수집하였으며, 수집된 데이터를 바탕으로 군집분석을 수행하였다. **Results:** 군집분석 수행 결과, 114명의 실험참여자들은 8개의 군집으로 분류되었으며, 실험으로 측정된 변수들 중 설명력이 높은 변수들을 통해 군집을 설명할 수 있었다. **Conclusion:** 개인의 시각적인 정보처리의 특성을 수집하고 군집을 도출하여 계기판 정보 제공 설계를 위한 기초 자료로 활용이 가능하다. **Application:** 사용자의 특성을 바탕으로 제품 및 서비스를 개발하는 환경에서 활용할 수 있는 기초자료가 될 것이라 예상된다

Keywords: Driver's Characteristic, Visual Information Processing, Clustering Analysis

1. Introduction

미래의 자동차는 IT산업과의 융합으로 단순한 이 동수단에 한정되지 않고 다양한 디지털 기술이 융합된 정보공간을 제공한다(Lee, 2012). 자동차의 계기판 또한 기계 중심의 정보제공에서 벗어나, 운전자에 맞추어 제공하기 위한 연구가 진행된 바 있으며(Nam et al., 2007) 운전자의 특성에 따른 가변적인 설계를 위한 연구 등이 진행되고 있다(Kim et al., 2013).

운전자는 운전 시 필요한 정보의 80% 이상을 시각으로 획득하며(Korea Appraisal Board of Traffic Accident Home Page, 2013), 운전과 관련된 주과업과 부과업을 기준으로 의사결정하면서(Metz, 2011), 지각하는 환경에 대하여 지속적으로 사고를 수정하고 적응하며(Neisser, 1976) 운전을 수행한다.

개인의 심적 반응특성 등을 측정하는 방법론은 인지심리학에서 중요한 역할을 담당하며(Lee, 2001), 공학심리학은 인간의 인지과정에 따른 수행능력을 측

정하여 시스템 설계에 반영한다(Wickens & Hollands, 1999). 이와 관련하여 시각적인 자극에 대한 개인의 인지적 특성에 대하여 측정하는 연구가 진행되어 왔다. 시각을 통한 기초적인 정보처리와 관련된 연구로 Donders' reaction time(Donders, 1969), mental rotation(Shepard & Metzler, 1971), signal detection(Tanner & Swets, 1954), Stroop effect(Stroop, 1935) 등이 있으며, 각각 단순반응시간, 공간지각, 시각 자극에 대한 변별력, 주의에 따라 달라지는 반응시간 변화 등에 대하여 측정하는 연구 등이 진행되어왔다.

본 연구는 개개인의 특성을 객관적으로 지표화하여, 이를 계기판 디자인에 반영하기 위한 기초연구이다. 20대 남성 60명, 여성 54명(총 114명)의 시각 정보처리 데이터를 수집한 뒤 군집분석을 통해 운전자의 인지적 특성을 지표화하여 분류하여 자동차 시각 정보제공장치의 가변설계에 활용할 수 있는 기초자료를 확보하였다.

2. Method

2.1 Research Objective

본 연구의 목적은 20대 남성 60명 여성 54명(총 114명)에 대하여 기본적인 시각 정보처리 특성에 대한 데이터를 수집한 뒤, 군집분석을 통해 개인의 인지적 특성을 지표화하여 분류화하는 것이다. 따라서 실험을 통해 달성하고자 하는 상세목표는 시각을 통한 기초적인 정보처리와 관련된 데이터를 수집하고 이를 군집화한 후, 측정된 변수들 중 설명력이 높은 변수들을 사용하여 군집의 특성을 기술하는 것이다.

2.2 Data Collection

본 연구에서 실험프로그램을 통해 개인의 시각 정보처리 특성에 대하여 측정하는 각각의 실험들의 목적은 다음과 같다.

Donders' reaction time 실험은 단순반응(simple reaction), 자극 범주화(identification), 반응 선택(response selection) 등의 3가지 형태의 과제에 따른 반응속도를 측정함으로써 심적 과정에 걸리는 시간을 유추하며, 실험프로그램을 통해 초(sec)단위로 측정되었다.

Mental rotation 실험은 2차원 또는 3차원의 대상을 머릿속으로 표상시키는 능력에 대하여 측정하였으며, 실험프로그램을 통해 회전하기 전 대상에 대한 판별 시간(baseline reaction time)과, 각도에 따른 회전에 대하여 판별하는 시간(orientational effect)을 초(sec)단위로 측정하였다.

Signal detection 실험은 자극의 존재 유무에 대한 개인의 판단 실험을 통해, 자극을 지각함에 있어 개인의 판단과 결정경향에 대해 측정한다. 실험프로그램을 통해 d' (sensitivity)과 β (response bias)를 상수(constant) 데이터 형태로 측정하였다.

Stroop effect 실험은 단어의 색상명칭과 단어의 의미 간의 관계가 일치(facilitation)하거나 불일치(interference)할 때의 주의 차이로 인한 반응속도와, 단어의 색상명칭만 판별(neutral reaction)할 때의 반응속도 대하여 측정하며, 실험프로그램을 통해 초(sec) 단위로 측정되었다.

Experimental environment & apparatus: 본 실험에서 사용한 프로그램은 Psych/Lab for Windows XP이다. 이 프로그램을 통해 Donders' reaction time, mental rotation, signal detection, Stroop effect 등에 대한 실험을 진행할 수 있으며, 실험 결과는 텍스트 파일 형태로

저장된다.

Participants: 20대 남성 70, 여성 66명(총 136명)이 실험에 참가하였으며, 수집한 데이터 중 signal detection을 제외한 실험의 정답률이 90%이하인 경우는 분석 대상에서 제외하여 남성 60명, 여성 54명(총 114명)의 데이터를 수집하였다. Signal detection 실험에서 정답률을 제한할 경우 측정지표인 d' 의 값이 편향(bias)될 우려가 있어 제한을 두지 않았다.

2.3 Clustering Analysis

수집된 실험참여자의 시각 정보탐색 정보는 데이터 탐색, 데이터 정제, 계층적 클러스터링 수행, 비계층적 클러스터링 수행, 군집 평가 순으로 진행하였다.

데이터 탐색 단계에서는 데이터의 통계량을 살펴보고, 변수의 산포 형태 및 분포 특성 등을 탐색하였다. 이후 데이터 정제 과정을 통해 이상치(outlier)로 판명된 3명의 데이터를 제거하고, 관측 데이터의 영향력을 균일화하기 위해 z-transformation을 통해 변수들의 평균을 0, 분산을 1로 표준화를 진행하였다.

군집분석 방법으로 계층적 클러스터링 방법을 수행하고, 이 결과를 토대로 비계층적 클러스터링 방법을 수행하였다. 계층적 클러스터링 방법은 한번 결합이나 분해가 수행되면 수정을 할 수 없으며, 비계층적 클러스터링 방법은 군집의 수를 사용자가 직접 정해야 하는 어려움이 존재하므로, 두 가지 방식의 단점을 보완하는 방식으로 분석을 진행하였다.

계층적 클러스터링 수행 단계를 통해 관측데이터로부터 군집의 수를 결정하였으며, 수행한 계층적 클러스터링 방법은 중심연결법(centroid linkage method)이다. 이는 이상치의 영향을 적게 받는 군집방법으로 군집의 형태가 구형이라고 단정할 수 없을 때 활용할 수 있다.

산정된 군집의 수 정보를 비계층적 클러스터링 방법인 k-means 군집분석에 반영하여 진행하였으며, 군집 결과에 대하여 군집의 의미를 해석하였다.

3. Results

계층적 클러스터링 방법에 의해 수집된 데이터는 지표 변화폭 차이(Pseudo F: 4.3, Pseudo T: 26.5)를 근거로 8개의 군집으로 제안되었다. 군집 수를 8개로 산정하고 k-means 군집분석을 수행한 결과, 군집1은 20명(18.0%), 군집2는 18명(16.2%), 군집3은 12명(10.8%), 군집4는 18명(16.2%), 군집5는 20명(18.0%), 군집6은

9명(8.1%), 군집7과 8은 각각 7명(6.3%)로 나타났다. 각 군집의 특성으로 군집1은 mental Rotation실험의 속도가 빠르지만 Donders's reaction time실험의 반응속도가 느린 편이었다. 군집2는 남성이 다수이며, mental rotation와 simple Reaction의 반응속도가 빠르고, Stroop effect에서 interference일 때의 반응속도가 느렸다. 군집3은 mental rotation실험에서 baseline reaction time에 비해 orientational effect가 크게 나타났으며, 이는 각도 회전에 둔감한 편이라고 해석할 수 있다. 군집4는 Donders' reaction time실험과 Stroop effect실험에서의 반응속도가 가장 빨랐으며, 군집 5는 대부분 여성이면서 signal detection실험에서 d'값이 민감하고 전반적인 반응속도가 빠르게 나타났다. 군집 6은 Stroop effect실험에서 반응속도가 느리게 나타났으며, 군집7은 mental rotation실험에서 baseline reaction time에 비해 orientational effect가 작게 나타났으며, 이는 각도 회전에 민감한 편이라고 해석할 수 있다. 군집8은 Donders' reaction time실험에서 반응시간이 느리게 나타났다. 설명력이 높은 변수를 통해 주요 군집을 나타낸 산점도는 figure 1과 같다.

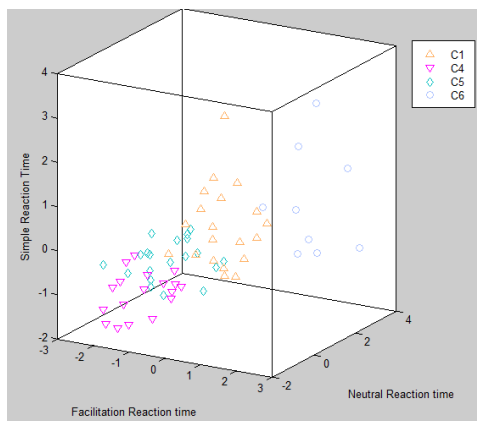


Figure 1. Scatter diagram of Cluster 1, 4, 5 & 6

4. Discussion

디지털 기술의 발전의 영향으로, 자동차는 과거 기계중심으로부터 점차 운전자 중심으로 정보제공의 중심이 이동하고 있다. 이와 관련하여 운전자의 인지적인 특성 정보를 계기판 등의 정보를 제공하는 설계에 반영하는 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구는 운전자의 특성을 추출하고 이를 지표화 하고자, 운전자로부터 시각 정보탐색 행동을 설명할 수 있는 기초 데이터를 수집하고 군집분석을 진행하였다. 수집된 데이터를 토대로 운전자들을 군집화할 수 있으며, 설명력이 높은 변수들로 군집을

설명하였다.

특징적인 군집에 대해 살펴보면, 군집2의 구성원 대다수가 남성이며 mental rotation실험과 Donders' reaction time실험에서의 simple reaction time이 빠르게 나타났으나 Stroop effect에서 interference일 경우의 반응속도가 느린 점과 군집5의 구성원이 대다수가 여성이며 자극에 대해 민감하며 대부분의 반응속도가 빠르게 나타난 점 등이 있었다. 또한 군집 3과 군집7은 mental rotation실험에서 각도의 회전에 대한 상반된 특징을 보이는 것을 발견할 수 있었다.

본 연구는 계기판 정보를 제공하는 설계를 위한 기초 자료로 활용이 가능할 것이다. 자동차 운행정보와 본 연구의 결과가 연계될 경우 사용자 중심의 가변설계에 대한 정보를 제공할 수 있을 것이다. 또한 자동차 계기판에 국한되지 않고 사용자의 특성을 바탕으로 제품 및 서비스를 개발하는 환경에서 활용할 수 있는 기초자료가 될 것이라 예상된다.

그러나 본 연구는 20대 대학생을 대상으로 진행하였으므로, 다른 연령대의 집단에 대해 대표할 수 있는지 여부는 추가 연구가 필요할 것이다.

향후 이 결과를 토대로 특정 군집에 소속된 사람의 안구활동 정보를 획득하여 운전자의 시각 정보탐색 특성과 연계하는 실험을 진행할 예정이며, 이를 토대로 안구활동 정보와 시각 정보탐색 정보간의 관계에 대한 추가적인 연구를 진행할 것이다.

Acknowledgements

This work was funded by the government grants NRF-2012R1A1A3011032.

References

Abrams, R. A., Psychlab Experimental Psychology Software Home Page, <http://www.artsci.wustl.edu/~rabrams/psychlab> (retrieved August 6, 2002)

Donders, F. C., On the speed of mental processes, *Acta psychologica*, 30, 412-431, 1969

Kim, H. S., Jung, K. T. and Lee, D. H., A Study on the Menu Type of Instrument Cluster IVIS, *Journal of Ergonomics Society of Korea*, 32(2), 189-198, 2013

Korea Appraisal Board of Traffic Accident Home Page, <http://www.carsago119.co.kr>, (2013)

Lee, H. K., IT Convergence Technology Trends of Advanced safety Vehicle, *Auto Journal*, 34(6), 26-30, 2012

Lee, J. M., *Cognitive Psychology*, Acanet, 2001

- Metz, B., Schömig, N., & Krüger, H. P., Attention during visual secondary tasks in driving: Adaptation to the demands of the driving task, *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 14(5), 369-380, 2011
- Nam, T. S., Myung, R. H., & Hong, S. K., The Application of Work Domain Analysis for the Development of Vehicle Control Display, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 26(4), 127-133, 2007
- Neisser, U., *Cognition & Reality*. San Francisco, CA: Freeman, 1976
- Shepard, R. N. & Metzler, J., Mental rotation of three dimensional objects. *Science*. 171(972), 701-3, 1971
- Stroop, J. R., Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643-662, 1935
- Tanner Jr, W. P., & Swets, J. A., Decision-Making Theory of Visual Detection., *Psychological Review*, 61(6), 401-409, 1954
- Wickens, C. D. & Hollands, J. G., *Engineering Psychology and Human Performance*, 3ed ed., Prentice Hall, 1999

Author listings

Chun Ik Jo: Chunikjo@gmail.com

Highest degree: BSE, Industrial Engineering, Hongik University

Position title: Graduate student, Department of Industrial Engineering, Hongik University

Areas of interest: User Experience Analysis

Ji Hyoun Lim: limjh@hongik.ac.kr

Highest degree: Ph.D., University of Michigan

Position title: Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Hongik University

Areas of interest: Computational Cognitive Modeling, User-Driven NPD