

# 차량 항법장치의 화면표시형태에 대한 인간공학적 비교 Comparison of Map Display Styles of Vehicle Navigation System on Human Factors

정범진, 백승렬, 김기범, 박범

아주대학교, 기계 및 산업공학부

## Abstract

The vehicle navigation system is developed for helping driver to retrieve driving information more easily and lastly. Navigation System informs driver many pieces of driving information - roadway structure and system, on-line traffic condition, the position of vehicle, route guidance, destination and other information service. As the style of information is diverse and the amount of information is large, driver may have mental and visual overload. The display of information can disturb the driver's attention and this can cause accidents. This state is caused by the defect of human-machine interactions.

When the navigation system is designed, human factors - cognitive, judgment, operating - must be considered. The display style must be designed simply and easily, not to be obstacle of human - machine interface. In this study, outside-in view display style and inside-out view display style are compared each other. Two factors are measured. One is cognitive factor-time of cognition on information that is displayed by screen display, cognition error rate. The other is image of screen display - subject's feeling about several styles of display, degree of subject's preference. The prototype of roadway is four kinds - Cross, T-cross, Y-cross and O-cross. Roadway display for test is taken from paper maps. Traffic condition display style, vehicle position display style and route guidance display style are taken from current display style. Traffic condition display style is symbol. vehicle position display style and route guidance display style are described as color and symbol. The test on screen display is implemented doing given tasks. Then the test is analyzed statistically. The result of test analysis gives the guideline to the designer for the map display of the vehicle navigation system.

## 1 서론

자동차항법장치중 항해 지도가 제공하는 주요한 기능은 주변도로형태, 교통 상황, 자동차의 위치, 경로안내기능 네 가지이다. 자동차항법장치의 표시 형태는 4가지 조형 요소 - 그림, 심볼, 문자, 칼라 - 의 조합에 의해서 시각적으로 정보를 제공하는 형태에 부가적으로 음성을 결합하는 형태를 취하고 있다. 항공기의 표시 장치에 항공기의 위치 및 이동을 표시하는 방법에는 외견형(outside-in view)과 내견형(inside-out view) 두 가지가 있다. 자동차항법장치의 화면표시형태도 지도에 대한 자동차의 위치 및 방향을 표시하는 방법에 외견형과 내견형의 두 방법이 있다. 본 연구에서는 자동차항법장치의 표시 형태의 두 방법인 외견형과 내견형에 따른 운전자의 인지적, 감성적 영향을 분석하고 연구한다.

운전 상황을 나타내는 조형 요소의 조합에 의한 표시 형태를 설정하고, 조형 요소가 제공하는 운전 정보의 인지에 관계되는 중요한 요소인 운전자의 시각적인 인지의 속도와 정확성을 평가 항목으로 하여 외견형과 내견형의 두 방법이 운전 정보의 인지에 영향을 미치는지의 여부에 대해 비교하고 평가한다.

## 2 화면정보 서비스형태

자동차항법장치에 대한 연구는 일본, 미국, 유럽 등 자동차 선진국들을 중심으로 활발히 진행되고 있으며, 국내에서는 1990 년대를 기점으로 여러 기관에서 연구를 수행하고 있다. 외국에서 개발한 항법 장치에 사용되는 화면표시형태의 조형 요소는 각 나라별로 다르며 자동차 위치 및 방향 표시의 형태 또한 각 나라별로 다르다.

현재까지 개발된 표시 장치의 대표적인 화면표시형태를 운전 정보의 속성별로 살펴보면 다음과 같다.

### ● 도로의 형태 정보

도로의 형태에 대한 정보는 각 나라의 도로 체계에 따라 넓이와 칼라를 이용한 선의 형태로 제공하며 여기에 문자를 부가적으로 추가한다. 교차로에 대한 정보는 교차로 이름, 교차로 기호, 교차로 다이어그램을 이용하여 제공한다.

### ● 교통 상황 정보

주변 교통 상황에 대한 정보는 여행 시간, 지체 시간, 정체 구간 길이, 혼잡 구간, 사고 구간, 건설 구간, 교통 규칙을 기호, 문자를 이용하여 제공한다.

### ● 자차 위치 및 목적지의 경로 정보

자차 위치는 기호로서 표시하며 목적지까지의 거리, 도착 예정 시간, 최적 경로, 회전 방향에 대한 정보는 칼라, 기호, 문자를 이용하여 제공한다.

### ● 부가적인 정보 서비스

비상 상태 도움말, 경찰/화재/병원 안내, 휴게소 안내 등을 제공하여 운전자의 다양한 정보서비스 욕구를 충족시킨다.

## 3 문제상황 및 범위

자동차항법장치의 주된 목적은 자동차 운전자가 현재의 위치에서 목적지까지 이동할 때 안전하고 신속하며 편하게 이동할 수 있도록 도로에 대한 정보, 교통 상황에 대한 정보, 기타 정보를 제공하는 것이다. 운전 중에 운전자는 표시 장치의 주시를 장시간 할 수 없으며 짧은 시간(약 1초)의 반복 주시(3-4회)를 통하여 시각적인 정보를 얻게 된다.[8] 이러한 시간적인 요소는 항법 장치 표시 형태의 설계에 중요한 고려 요소가 되며 이는 시각적인

정보의 인지에 대한 정확성에 영향을 미치는 중요한 요소다.

운전자의 운전 상황을 분석해 보면 운전자는 항상 차의 진행 방향을 순간 순간 결정해야 하는 판단의 연속을 수행한다. 진행 방향의 결정에 영향을 미치는 요소로서 전방의 도로 형태와 진행 경로가 있고 이 두 가지 요소를 항법 장치의 표시 장치에서 제공하고 있다. 표시 장치에서 보여지는 도로 형태 표시와 경로 표시, 차차 위치 표시의 조형 요소의 조합을 통해 운전자가 짧은 시간 동안 핸들의 회전 방향을 결정해야 하는 상황에서 표시 장치로 부터 인지하는 운전 정보와 전방을 통해 인지하는 실제 도로상의 운전 정보와의 일치성은 인지 시간과 인지 에러에 큰 영향을 미친다. 표시 장치의 정보와 실제 도로상의 정보와의 일치성에 큰 영향을 미치는 요소로서 조형 요소가 있지만 방향인지에 영향을 미치는 주요한 요소는 지도의 표시 방법으로 외견형과 내견형의 두 형태가 있다.

#### 4 실험방법 및 절차

표시 장치의 여러 가지 조형 요소 중 본 연구의 목적에 적합한 조형 요소는 현재 일본에서 개발되어 시험 운행중인 제품의 화면 표시 형태를 이용하여 화면의 배경색은 청색이며 도로의 표시는 갈색이고 경로 표시는 흰색으로 하였다. 교통 상황의 표시는 황색의 원형 기호를 사용하고, 차량 위치 표시는 화살표 형태로서 화면의 중심에 위치한다. 십자형, T자형, Y자형, 회전형의 네 가지 교차로 형태를 실험에 이용할 도로 형태로 선정하고 각 교차로 형태 마다 경로 설정이 다른 두 가지 지도를 작성한다. 기본 지도를 각각 외견형과 내견형 두 형태로 작성하여 총 16가지의 화면 형태를 구성한다. 실험에 사용하는 모니터는 14인치 칼라 모니터이고 제시하는 표시 화면의

크기는 가로, 세로 각 12cm로서 모든 화면 형태에 동일하게 적용한다.

#### ● 실험 계획

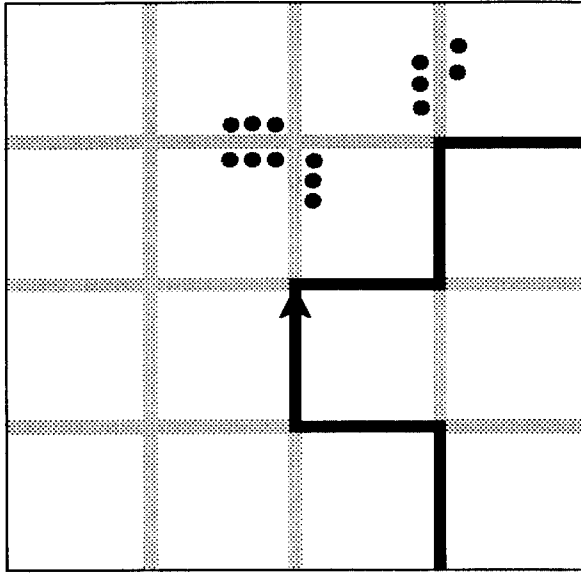
인지 시간과 화면 표시 형태와 실험자를 인자로 하는 이단분할법(split-split-plot design)으로 1차 단위인 인지 시간은 5수준으로서 0.2초, 0.4초, 0.6초, 0.8초, 1.0초이고 2차 단위인 화면 표시 형태는 2수준으로서 외견형과 내견형이다. 인지 시간을 1차 단위로 설정한 것은 피실험자의 STM(단기기억능력)에 대한 영향을 제거하기 위해서 이다. 각 수준 조합에서 제시되는 화면 형태는 십자형, Y형, T형, 회전형의 4가지로 하여 반복을 주었고 이를 5명의 피실험자가 실험하도록 하였다.

실험의 순서는 세 인자의 수준 조합을 이단 분할로하여 1차 단위는 순차 배열 하였고 나머지는 랜덤하게 배치하였다. 각각의 피실험자는 한번의 실험으로 모든 수준 조합의 실험을 전부 실시한다.

각각의 실험의 단계에서 형태별로 화면이 지정된 시간 동안 점멸 된 후 즉시 화면 형태의 인지도에 대한 설문을 하게 된다. 설문 내용은 자차의 위치를 기준으로 전방의 첫 번째 교차로의 형태와 진행 방향, 두 번째 교차로의 형태와 진행 방향의 4가지 질문을 모니터 상에서 하게 된다. 두 번째 교차로의 인지도에 대한 질문을 추가한 이유는 실험자의 인지 범위를 파악하는 자료가 되기 때문이고, 첫 번째 교차로에서 방향전환 후의 차선 선택에 두 번째 교차로의 형태와 진행 방향이 영향을 주기 때문이다.

피실험자는 각각의 질문에 자신이 인지한 상황을 마우스를 이용하여 답하게 된다. 각 피실험자에게 제시되는 화면은 총 40개 화면이다. 모든 실험이 끝난 후 실험에 참가한 피실험자에게 두 가지 화면 형태에 대한 선호도를

설문한다.



<그림 1> 실험에 사용된 지도 예

● 피실험자

아주대학교 및 대학원에 재학 중인 24-26세의 남학생들 중에서 색약이나 색맹이 아니고 정상 시력(교정시력 0.8 이상)을 소유한 자로, 항법 장치의 표시 화면에 익숙한 5명이 실험에 참가하였다. 본 실험에 참가하기 전에 일본에서 개발된 항법 장치의 화면을 VCR을 통하여 시청하여 화면의 형태에 익숙토록 하였고, 사전 모의 실험을 실시하여 실험에 대한 사항을 숙지시켰다.

5. 분석 내용 및 분석 결과

● 분석 내용

평가 항목은 표시 형태에 대한 인지의 에러율이며 각 인지 시간에서의 에러율과 표시 형태에서의 에러율의 차이가 유의한지의 여부를 분석한다. 또한, 각 인지시간에서의 인지의 범위를 분석한다. 마지막으로 화면 형태에 따른 선호도의 차의 여부를 분석한다.

● 분석 결과

질문항목별 분석결과는 다음과 같다.

(1) 첫번째 교차로의 형태

표 1. ANOVA 결과 비교

	S	$\phi$	V	Fo
인지시간	1.72	4	0.43	1.05
화면형태	1.28	1	1.28	3.12
피실험자	42.52	4	10.63	25.93**

각 인자간 교호작용은 유의하지않아 오차항에 Pooling 한 결과 분산분석표는 표 1 과 같다. 인지시간과 화면형태의 각 수준에서의 에러율에 대한 유의한 차( $\alpha=0.05, \alpha=0.01$ )는 없고, 피실험자간의 에러율에 대해서 상당히 유의한 차이가 있다.

(2) 첫번째 교차로의 진행방향

표 2. ANOVA 결과 비교

	S	$\phi$	V	Fo
인지시간	2	4	0.50	0.77
화면형태	0.32	1	0.32	0.49
피실험자	15.80	4	3.95	6.08**

(1)번 평가항목과 동일한 결과를 보였다.

(3) 두번째 교차로의 형태

표 3. ANOVA 결과 비교

	S	$\phi$	V	Fo
인지시간	5.48	4	1.37	1.99
화면형태	4.50	1	4.50	6.52*
피실험자	18.88	4	4.72	6.84**

각 인자간의 교호작용은 유의하지 않아 오차항에 Pooling 한 결과 분산분석표는 표 3 과 같다. 인지시간에 대한 각 수준에서의 에러율에 대한 유의한 차는 없고, 화면형태와 피실험

자에 대해서는 유의한 차가 있다. 외견형과 내견형에 대한 각각의 에러율의 평균은 0.52, 0.37로서 내견형이 우수한 것으로 분석되었다. 피실험자간 유의차가 상당히 큰 것으로 분석되었다.

#### (4) 두번째 교차로의 진행방향

표 4. ANOVA 결과 비교

	S	$\phi$	V	Fo
인지시간	1.88	4	0.47	0.52
화면형태	8.82	1	8.82	9.72**
피실험자	37.08	4	9.27	10.21**

각 인자의 수준간 유의한 차와 각 인자간 교호작용의 유의한 차는 (3) 번 항목과 동일한 결과를 보였다. 외견형과 내견형의 평균은 0.24, 0.45로서 외견형이 우수한 것으로 분석되었다.

4 가지 측정항목의 에러율에 대한 분석결과 1 초이내의 시간내에서는 첫번째 교차로의 형태와 진행방향의 인지도에 차이가 없고, 외견형과 내견형의 인지도도 차이가 없다. 결과적으로 1 초이내의 시간내에서 첫번째 교차로의 인지도는 피실험자의 인지도의 차이에 의해서만 영향을 받는것으로 분석되었다.

두번째 교차로의 형태에 대한 인지도는 내견형이 우수하고, 진행방향의 인지도는 외견형이 우수한 것으로 분석되었으나 큰 차이는 없다. 이들 항목에 대해서도 피실험자간의 인지도의 차이에 의한 영향이 상당히 큰것으로 분석되었다.

인지의 범위를 분석하기 위해 첫번째 교차로와 두번째 교차로의 에러율을 비교해 본 결과 두번째 교차로에서 에러율이 두 화면형태에서 크게 나타났다. 이 결과로 보아 1 초이

내의 시간에서는 두번째 교차로의 형태와 방향에 대한 인지를 첫번째 교차로와 동일한 정확성으로 하기에는 시간이 짧은 것으로 분석되었다.

실험후, 선호도에 대한 설문을 한 결과 모든 실험자가 내견형을 선호했다.

#### 6. 연구 과제

운전중 운전자가 표시화면을 주시할 수 있는 시간은 1 회당 1 초로 되어 있고, 하나의 동작에 대해서 3,4 회가 허용범위로 되어 있다[8]. 본 연구에서는 1 초내에서의 두 화면형태에 대한 인지도를 분석했으나, 연구결과를 바탕으로 1 초/1 회- 3,4 회 허용범위의 조건하에서 화면형태의 인지도에 대한 평가가 필요하며, 본 연구에서는 화면의 표시형태에 대한 시각적인 시인성만을 분석했으나 운전중에 실제지형과 화면형태와의 인지에 대한 일치성을 평가하기 위한 실제 운전중의 사용성에 대한 평가가 향후 연구과제이다. 또한 각 그래픽 요소 (Typography, Color, Screen layout 등)의 종류와 크기 등을 고려한 종합적인 시인성에 대한 연구와 청각을 이용한 인지도에 대한 연구를 시행할 예정이다.

#### 참고 문헌

1. Annie Pauzi<sup>②</sup>, Anne Sarpedon & Ga<sup>①</sup>l Saulnier, "Ergonomic Evaluation of a Prototype Guidance System in an Urban Area, Discussion about Methodologies and Data Collection Tools", Institute National de Recherche sur les Transports et leur S<sup>②</sup>curit<sup>②</sup>
2. Fleischman, R. N., Carpenter, J. T., Dingus, T. A., Szczublewski, F. E., Krage, M. K., and Means, L. G., "Human Factors in the TravTek Demonstration Project: Getting Information to

- the Driver,” In Proceedings of the Human Factors Society 35th Annual Meeting, San Francisco, California, September, 1991.
3. Marin-Lamellet, C., Dejeannes, M., “The Processing of complex guidance symbols by elderly drivers: a simulator-based study and an evaluation of the CARMINAT guidance system by the European Community DRIVE-EDDIT Project”, National Research Institute for Transport Safety(INRETS), Laboratory of Ergonomics Health and Comfort(LESCO), Laboratory of Biomechanics and Safety Users(LBSU)
  4. Raghavan Srinivasan and Paul P. Jovanis, “An Evaluation of the Attentional Demand of Selected Visual Route Guidance Systems”, Institute of Transportation Studies, University of California, Davis, CA 95616
  5. Raghavan Srinivasan, Francine H. Landau and Paul P. Jovanis, “A Simulator Evaluation of Five In-Vehicle Route Guidance Systems”, Institute of Transportation Studies, University of California, Davis, CA 95616, Hughes Aircraft Company, Malibu, CA
  6. Susan C. Kantowitz, Barry H. Kantowitz, & Richard J. Hanowski, “The Battelle Route Guidance Simulator: A Low-Cost Tool for Studying Driver Response to Advanced Navigation Systems”, Battelle Human Factors Transportation Center
  7. Toshiniko Oda, “Results of UTMS Experiment”, Matsushita Communication Industrial Co., Ltd. Result, Route Guidance 및 Navigation 에 관한 국제 세미나, 자동차부품연구원, 대한교통학회.
  8. 권영국, 여행자 정보 시스템의 인간공학적 평가, 관동대학교
  9. 자동차부품연구원, 통상산업부, 차세대자동차 차량 Navigation 시스템 제작기술, 제 1 차년도 보고서, 1994.12,
  10. 장성록, 자극의 종류와 반응 방법이 선택 반응에 미치는 영향에 관한 연구, Journal of the Ergonomics Society of Korea, Vol.13, No.1, 1994