

Forklift 운전자의 계기판 인지성에 따른 Visual object의 layout과 위치에 관한 분석

- Analysis about visual object's layout and position by forklift driver's instrument cognitivity -

정 우 근 *

Jung Woo Geun

박 변 **

Park Peom

Abstract

Achievement degree can be improved by display offering more effective process about cognitive, pattern recognition than making observers use memory, integration, and cognitive process of control. And this research is proved by several scholars' researches [4][5][7][9]. In this study, researches was conducted about cognition according to layout of object in instrument panel. To decide layout of instrument panel, Cognition value was preferentially decided about all location. And then, objects are arranged to correct position of low cognition following the inferior procedure about each location. As a result, we get conclusion that gauge location is taken in high importance order through mechanical importance degree bringing huge damage during driving forklift-truck.

Keywords : Cognitive, Visibility

* 아주대학교 산업공학과

** 아주대학교 산업정보시스템공학부

2005년 8월 접수; 2005년 10월 수정본 접수; 2005년 10월 게재 확정

1. 서론

계기판은 운전자에게 차량을 안전하게 조작하기 위해 알아야 할 중요한 정보를 제공하는 역할을 담당한다. 또한 계기판의 시인 / 시계성을 고려하므로써 운전자가 시야 확보 및 운전상황 정보를 빠르고 정확하게 취할 수 있다. 따라서 차량의 내장 디자인에 연구가 미비한 우리나라에서도 점차 이러한 계기판의 설계 및 디자인에 관한 연구를 진행해야 할 것이다. 외국의 경우는 계기판의 형태와 위치 및 색상까지를 고려한 다방면의 연구가 진행되고 있다. 1982년 Whitehurst는 black-on-white dial과 white-on-black dial의 비교에서 dial의 판독시간을 측정 한 결과 시간은 거의 동일하고, Error는 white-on-black dial에서 낮은 결과를 얻었으며, 선호도는 반대의 결과를 얻었다[Whitehurst, 1982]. 같은 연구에서 Combination meter의 설계요소에 해당하는 눈금 숫자와 단위 및 크기, interpolation은 판독 시간에 유의한 영향을 미치는 반면, 눈금의 방향(scale orientation), 눈금폭(marker width), 지침설계(pointer design), clutter, 눈금 숫자 위치 등은 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 제시하고 있다. 이외에 1987년 analog, digital, verbal에 대한 형태의 표시계에 대한 연구를 Boles와 Wickens에 의해서 수행한 결과, analog 형태의 표시장치가 반응시간에서 가장 빠르게 나왔다[Boles & Wickens, 1987]. 또한 1991년 Payne과 Lang은 rapid communication (RAP COM) display와 spatial display에 관한 연구를 통해 rapid communication display의 경우 반응시간은 짧지만 반응시간에 비해 Error가 많이 발생한다고 밝혔다 [Payne & Lang, 1991].

이와 같이 계기판에 대하여 고려해야 될 사항은 여러 가지가 있으며 이외에도 형태 및 위치에 대한 고려가 있어야 할 것이다. 따라서 본 실험은 이러한 계기판의 Visual object 중 경고램프(엔진오일압력, 배터리충전, 예열표시, 수분분리기), 연료게이지, 냉각수온도게이지, 트랜스미션온도게이지에 대한 위치 배열을 통하여 운전자에게 어떠한 영향을 주는 가를 규명하여 운전자의 시인성 및 가독성을 반영하는 계기판 디자인 요소로서 지침이 되고자 한다. 이를 위해 계기판의 Visual objects에 대하여 정확도 분석과 빈도분석, 운전자가 생각하는 계기판의 object의 중요도, 계기판의 Visual object가 가리키는 대상의 기계적 중요도에 대하여 연구하였다. 특히 자동차관련 계기판인터페이스 연구는 부분적으로 산업차량 설계에 접목할 수 있으나 그 적용 범위가 매우 제한적이며, 특히, 산업차량의 계기판에 대한 인간공학적인 접목은 근본적으로 계기판 인터페이스가 달라 기존 자동차 관련 계기판에 대한 연구를 산업차량 설계지침으로 활용하기에는 부적절한 실정이다. 따라서 본 연구는 지게차 운전자의 시인성 및 가독성이 반영된 계기판의 Visual objects의 위치를 규명하여 산업차량의 계기판 디자인 요소로서의 지침이 되고자 한다. 또한 본 연구는 지게차 내장 설계 시 운전자에게 보다 편안한 계기판정보를 제공하여 안전사고를 미연에 방지할 수 있게끔 설계하는 데 도움을 주고자 한다.

2. 실험설계 및 방법

2.1 피험자

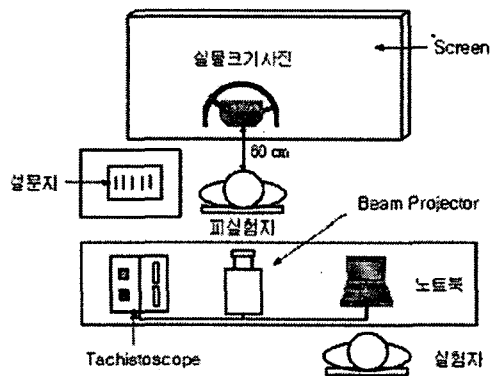
본 연구의 피험자는 지게차 운전경험이 없는 피험자 집단 남자 17명(평균연령: 27.7세, 좌, 우 교정시력이 0.8 이상인자로서 과거에 난시 및 색맹 등의 시각에 이상이 없는자를 대상으로 실험을 하였다.

2.2 실험장비

계기판 Objects의 layout을 도출하기 위한 실험장비는 다음과 같다.

- 1) Beam project
- 2) Tachistoscope (TAKEI 270A 1msec정밀도)
- 3) screen
- 4) Notebook pc

위와 같은 장비를 이용하여 <그림 2.1>과 같은 Station을 구성하였다.

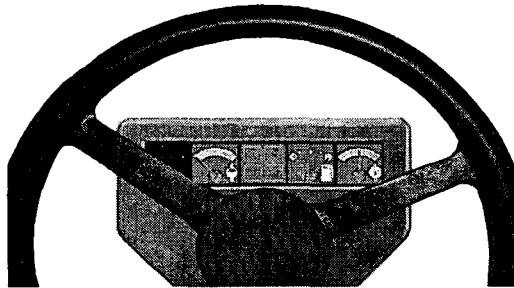


<그림 2.1> 계기판 실험을 위한 station 구성도

2.3 실험용 계기판 이미지 제작

지게차의 계기판 visual objects는 엔진오일압력, 배터리충전, 예열표시, 수분분리기 점검을 나타내는 경고램프와 연료, 냉각수온도, 트랜스미션의 온도를 나타내는 게이지로 구성되어 있다. 이 실험에서는 엔진오일압력, 배터리충전, 예열표시, 수분분리점검을 나타내는 표시등을 하나의 경고램프 object로 묶어 총 4개의 objects에 대하여 layout을 변경하여 총 24개의 이미지를 제작하였다. 계기판의 objects에 대한 layout은

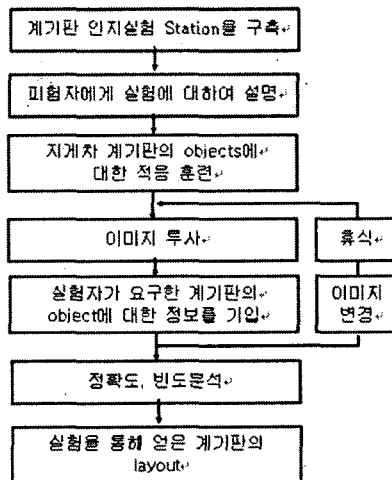
현 지게차차량의 계기판의 구조와 동일한 구조에서 제작하였다. 실험용 계기판 이미지의 한 예는 <그림 2.2>와 같다.



<그림 2.2> 실험용 계기판 이미지

2.4 실험절차

계기판 Visual object의 layout에 대한 실험을 하기 위하여 24개의 계기판 이미지를 제작하였으며 실제 계기판의 크기와 동일한 실험용 계기판 이미지를 Notebook PC와 Beam Projector를 사용하여 Screen에 Tachistoscope를 통해 0.4초간 투사하였다. 0.4초의 시간을 주어진 이유는 문헌조사와 피험자 9명을 대상으로 pilot test를 통하여 얻어진 결론으로써 계기판 visual objects에 대한 시인성의 유무를 판별하는데 가장 적당한 시간이었다. 그리고 한 명의 피험자는 총 24개의 계기판 영상을 보고 그에 따른 실험자가 요구하는 내용을 기록하게 하였으며, 실험용 계기판 한 장의 image에 refresh time을 주어 피험자가 시각적 부하를 줄이고자 하였다. 실험절차는 <그림 2.3>에서 도식화하였다.



<그림 2.3> 계기판 인지성 실험 절차도

3. 실험분석 및 결과

3.1 분석방법

피험자 17명을 대상으로 각 피험자마다 24개의 계기판 이미지를 보여주었으며 각 이미지에 대하여 objects의 위치와 게이지가 가리키는 방향에 대하여 기록하게 하였다. 엔진오일압력, 배터리충전, 예열표시, 수분분리점검을 나타내는 표시등을 하나의 경고 램프로 묶어 총 4개의 object에 대한 layout 실험을 진행하였으며 피험자는 각각의 이미지를 본 후에 objects의 위치와 경고램프를 제외한 연료게이지, 냉각수온도게이지, 트랜스미션온도게이지의 경우는 게이지 방향에 대해서도 기록하게 하였다. 그리하여 이미지에 하나 당 7개의 질문에 답하도록 하였으며 계기판 objects에 대한 layout 설문지는 <표 3.1>과 같다.

<표 3.1> 계기판 objects layout에 대한 설문지

Object 나열순서												
	좌	중	우	좌	중	우	좌	중	우	좌	중	우

이와 같은 과정으로 수집된 데이터를 가지고 정확도 분석과 빈도분석을 하였다.

3.2 분석결과

3.2.1 계기판 visual object에 대한 정확도분석

<표 3.2>는 피험자 17명에 대하여 24개의 계기판 이미지에 대한 정확도 데이터로 7개의 설문 중 맞은 갯수를 비율로 나타낸 것이다. 각 이미지에 대하여 정확도에 차이가 있는지 알아보기 위하여 분산분석을 하였다. 유의수준은 0.05로 하였으며 가설은 다음과 같다.

- H₀ : 24개의 Image에 대한 정확도에 대한 수준의 차이는 유의하지 않다.
- H₁ : 24개의 Image에 대한 정확도에 대한 수준의 차이는 유의한 차이가 있다.

이와 같은 가설 하에 분산분석을 한 결과는 <표 3.3>과 같으며 <표 3.3>에서 볼 수 있듯이 분석결과 F비가 F기각치 보다 작기 때문에 이를 근거로 가설 H₀을 기각할 수가 없으므로 계기판에 대한 이미지 24개에 대하여 정확도에 있어서 유의한 차이가 없다는 것을 알 수 있었다.

<표 3.2> 계기판 Visual object에 대한 각 이미지별 정확도

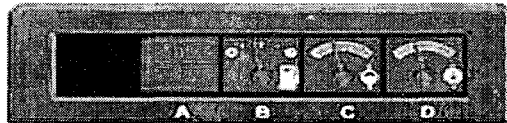
image 1	0.71	0.71	0.86	0.57	0.29	0.29	0.29	0.57	0.29	0.00	0.71	0.71	0.86	1.00	0.86	0.29	0.43
image 2	0.71	0.29	1.00	0.57	0.43	0.57	0.57	0.29	0.29	0.71	0.29	0.71	0.43	0.86	1.00	0.57	0.43
image 3	0.71	0.71	1.00	0.71	0.43	0.71	0.71	1.00	0.57	0.57	0.71	0.71	0.71	1.00	1.00	0.57	0.43
image 4	0.57	0.57	0.71	0.71	0.86	0.71	0.57	0.57	0.29	0.86	0.71	0.86	0.71	1.00	0.86	0.71	0.57
image 5	0.71	0.71	1.00	0.71	0.71	0.57	0.29	0.57	0.57	0.57	0.43	0.57	0.86	1.00	1.00	0.57	0.29
image 6	0.43	0.86	1.00	1.00	0.29	0.57	0.57	0.43	0.71	0.57	0.71	0.43	0.57	1.00	0.71	0.71	0.29
image 7	0.71	0.57	1.00	0.71	0.29	0.71	0.57	0.57	0.43	0.71	0.43	0.71	0.29	1.00	1.00	0.57	0.29
image 8	0.86	0.29	1.00	0.71	0.57	0.86	0.57	0.43	0.71	0.57	0.57	0.71	0.29	1.00	1.00	1.00	0.43
image 9	0.86	0.71	0.71	0.71	0.57	0.86	0.29	0.86	0.57	0.57	0.57	0.71	0.57	0.86	1.00	0.71	0.29
image 10	0.86	0.71	1.00	0.71	0.71	0.86	0.57	0.86	0.43	0.57	0.71	0.86	0.86	1.00	1.00	0.43	0.29
image 11	0.57	1.00	1.00	0.86	0.86	0.71	0.57	0.57	0.57	0.57	0.71	0.43	0.57	1.00	0.86	0.57	0.57
image 12	0.86	0.86	0.29	0.86	0.71	0.86	0.57	0.86	0.57	0.57	0.71	0.86	0.57	1.00	1.00	0.71	0.57
image 13	0.71	0.71	1.00	0.86	0.57	0.86	0.57	0.71	0.43	0.57	0.29	0.71	0.86	1.00	1.00	0.71	0.00
image 14	0.43	0.86	1.00	0.86	0.57	1.00	0.71	0.43	0.29	0.86	0.71	0.86	0.71	1.00	1.00	0.71	1.00
image 15	0.57	0.86	0.71	0.71	0.43	0.57	0.29	0.57	0.57	0.57	0.57	0.14	0.57	1.00	1.00	0.43	0.57
image 16	0.71	0.71	0.86	1.00	0.71	0.71	0.57	0.14	0.29	0.86	0.71	0.86	0.57	0.86	0.86	0.43	0.43
image 17	0.29	0.86	0.71	0.71	0.57	0.86	0.57	0.57	0.86	1.00	0.71	0.71	0.71	1.00	0.86	0.71	0.14
image 18	0.57	0.71	1.00	0.57	0.86	0.86	0.57	0.57	0.00	1.00	0.86	0.86	0.86	1.00	0.71	0.43	0.57
image 19	0.71	0.43	1.00	0.86	0.71	0.71	0.14	0.71	0.71	0.86	0.71	1.00	0.86	0.71	1.00	0.86	0.57
image 20	0.71	0.57	1.00	0.86	0.71	0.86	0.57	0.57	0.86	0.57	0.71	1.00	0.86	1.00	1.00	0.29	0.57
image 21	0.43	0.43	1.00	0.86	0.43	0.71	0.29	1.00	0.43	0.71	0.71	1.00	1.00	1.00	1.00	0.57	0.29
image 22	0.71	0.71	1.00	1.00	0.86	0.57	0.57	0.71	0.57	0.43	0.71	0.57	0.43	1.00	1.00	0.43	0.71
image 23	0.71	0.57	0.71	0.57	0.57	0.86	0.71	0.57	0.57	0.43	0.43	0.86	1.00	1.00	1.00	0.43	0.57
image 24	0.43	0.71	1.00	0.86	0.86	0.29	0.57	0.71	0.71	0.86	1.00	0.71	0.86	1.00	1.00	0.71	0.71

<표 3.3> 분산 분석

변동의요인	제곱합	자유도	제곱평균	F비	P-값	F기각치
이미지	1.2316	23	0.0535	1.0754	0.3702	1.5575
잔차	19.121	384	0.0498			
계	20.353	407				

3.2.2 계기판 visual object의 위치에 대한 분석

계기판의 layout의 영역을 4개의 영역을 나눈 이유는 기존 자동차의 계기판과는 상이하게 현 지게차차량의 계기판의 구조와 동일한 크기와 형태로써 <그림 3.3>과 같이 visual prototype을 제작하여 실험하는 것이 목적이었으며, 이를 기반으로 계기판을 <그림 3.3>과 같이 4개의 영역으로 나누어 각 object가 A, B, C, D에 위치하였을 때의 빈도율을 구하고 빈도율에 차이가 유의한지 알아보기 위하여 T-test를 하였다.



<그림 3.3>계기판의 layout 영역

계기판의 Visual object의 Layout의 위치에 대한 분석에서는 위치에 따른 정확도 분석과 빈도분석을 하였으며, 지게차 운전경험이 있는 운전자를 대상으로 설문조사를 하여 계기판의 visual objects 중 가장 중요하게 생각하는 계기판의 object에 대해서도 조사를 하였다. 또 계기판 visual objects가 가리키는 대상이 이상이 있을 시 지게차 운행에 큰 영향이 있는 objects에 대해서도 조사하였다. 계기판 visual object의 위치에 대한 분석 결과 내용은 <표 3.4>와 같다.

<표 3.4> 계기판 visual objects에 관한 결과내용

내용		결과	
실험에 의한 분석	계기판 layout에 대한 정확도 분석	24개의 이미지에 대하여 정확도는 유의한 차이가 없었다.	
	계기판 object의 위치에 따른 빈도 분석	경고램프	A, B, C, D위치에 따른 빈도율의 차이가 없었다.
		연료게이지	A와C, A와D, B와C에 유의한 차이가 있다. 즉, 연료게이지가 A에 위치하였을 때 빈도율이 가장 높았지만 위치 B와 유의한 차이는 나지 않았다.
		냉각수온도게이지	냉각수온도게이지는 A, B, C위치에 따른 빈도율의 차이가 없었다.
	트랜스미션 온도게이지	연료게이지와 마찬가지로 동일하게 A와C, A와D, B와C에 유의한 차이가 있다. 즉, 트랜스미션온도게이지가 A에 위치하였을 때 빈도율이 가장 높았지만 위치 B와 유의한 차이는 나지 않았다.	

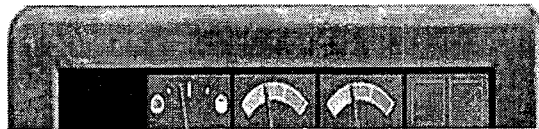
위의 결과를 종합해 보면 경고램프의 경우 실험에 의한 분석결과 A, B, C, D 위치에 따른 시인성의 차이가 나타나지 않았으므로 우선 경고램프를 제외하고 나머지 object에 대하여 layout을 고려하였다. 계기판의 object에 대한 layout결정시 우선순위는 실험에 의한 분석결과와 지게차 운행에 큰 손상을 가져올 수 있는 기계적중요도, 운전자가 생각하는 계기판 object의 중요도 순으로 가중치를 두었다. 실험결과를 살펴 보면 연료게이지, 냉각수온도게이지, 트랜스미션온도게이지 모두 A의 위치에서 가장 시인성이 높게 나왔으며, 그 다음으로 위치 B에서 높게 나왔다. 하지만 통계적으로 두 위치에 대하여 시인성은 차이가 없었다. 냉각수온도게이지의 경우 위치 A, B, C에 대하여 시인성의 차이가 없었으며, 위의 내용을 정리하면 <표 3.5>와 같다.

<표 3.5> 각 object의 위치에 대한 시인성 결과

objects	시인성 차이 내용
연료게이지	A, B 위치에 대하여 시인성의 차이가 없다.
냉각수온도게이지	A, B, C 위치에 대하여 시인성의 차이가 없다.
트랜스미션온도게이지	A, B 위치에 대하여 시인성의 차이가 없다.

4. 결 론

위의 결과를 종합하여 계기판의 layout을 결정하자면 우선 경고램프의 경우 모든 위치에 대하여 시인성의 차이가 없으므로 다른 object의 경우 시인성이 떨어지는 D에 배치하는 게 바람직하며 C에는 A, B, C 위치에 따른 시인성의 차이가 없는 냉각수온도게이지를 그리고 A의 경우 연료게이지와 트랜스온도게이지 중 기계적 중요도가 더 높은 연료게이지, 마지막으로 B에는 트랜스미션온도게이지를 배치하였다. 그 결과를 나타내면 <그림 4.1>과 같다.



<그림 4.1> 계기판 layout 결과

본 논문에서는 인간공학적 접근이 이루어지지 않고 있는 산업차량 중 지게차를 대상으로 운전자의 계기판 인지성에 따른 Visual object의 layout과 위치에 관한 분석 연구를 수행하였으며, 이는 인간공학을 적용한 산업차량 설계 시 운전자에게 보다 편안한 계기판을 설계하고, 이를 통한 운전자의 안전성 향상에 도움이 될 것이라 사료된다.

5. 참 고 문 헌

- [1] 인간-기계-시스템 상호작용 모형 개발 및 시범 인터페이스 구축, 과학기술부, 연구기관 : 아주대학교, p127-141, 1999.
- [2] Boles, D.G., and Wickens, C.D., "Display formatting in information integration and non integration tasks", Human Factors, Vol. 29, No. 4, pp. 395-406, 1987.
- [3] Payne, D.G., and Lang, L.A., "Visual monitoring with spatially versus temporally distributed displays", Human Factors, Vol. 33, No. 4, pp. 443-458, 1991.
- [4] Rasmussen, J., and Vicente, K., Coping with human errors through system design: Implications for ecological interface design, International Journal of Man-Machine Studies, 31, pp.517-534, 1989.
- [5] Vicente, K.J., and Rasmussen, J., The ecology of human-machine systems. II : Mediating "direct perception" in complex work domains, Ecological Psychology, 2(3), pp. 207-249, 1990.
- [6] Whitehurst, H.O., "Screening designs used to estimate the relative effects of display factors on dial reading", Human Factors, Vol. 24, No. 3, pp. 301-310, 1982.
- [7] Wickens, C.D., and Andre, A.D., Proximity compatibility and information, display: Effects of color, pace and objectness on information integration, Human Factors, 32, pp. 61-78, 1990.
- [8] Wierwille, W.W., "Can dash instrumentation visual attentional demand be predicted using the design driver concept", Paper presented at the Transportation Research Board Annu Meeting, Washington, DC, January, 1987
- [9] Woods, D.D., The cognitive engineering of problem representations, In G.R.S. Weir and J.L. Alty(Eds.) Human-Computer Interaction and Complex Systems, London: Academic, pp.169-188, 1991.

저 자 소 개

정 우 근 : 아주대학교 산업공학과 석사과정 재학(2004)중이다. 관심분야는 인간공학, HCI, HMI, Biomechanics 등이다.

박 범 : 아주대학교 산업공학과를 졸업하고 미국 Ohio Univ. 산업공학 석사, Iowa State Univ.에서 산업공학 박사학위를 취득하였고, 한국 전자통신 연구소에 서 Human-machine Interface 업무에 선임 연구원('93-'95)을 역임하였으며, 현재 아주대학교 산업공학과 부교수로 재직 중이다. 주요관심 분야는 인간공학, 감성공학, HCI, 설비안전이다.