

방사성 폐기물 처리장 주제어실의
Group-View Display 시각 정보 설계를 위한
시인 가능 최소 글자 크기 분석*

Identification of the Minimum Visible Font Size for Group-View Display of
Radioactive Waste Control Room

장윤**, 이백희**, 정기효**, 정일호***, 유희천**

** 포항공과대학교 기계산업공학부

*** 한국 전력 기술 주식회사

ABSTRACT

중·저준위 방사성 폐기물 처리장(방폐장) 주제어실의 group-view display에 시현되는 시각정보를 설계하기 위해 시인 가능한 최소 글자 크기에 대한 정보가 필요하다. 본 연구는 방폐장 group-view display 상에 사용될 다양한 배경과 글자 색 조합을 고려하여 방폐장 운용자가 시인 가능한 최소 글자 크기를 실험을 통하여 파악하였다. 본 실험은 방폐장 주제어실 운전원의 특성을 고려하여 모집된 30대와 40대 남성 22명(평균 연령 = 37세, 표준편차 = 6.7, 교정 시력 0.8 이상)을 대상으로 수행되었다. 실험에 사용된 배경과 글자 색 조합은 방폐장 주제어실 group-view display에 사용된 8가지로, 최소 글자크기 결정은 심물리학적 접근 방법인 method of limits를 적용하여 이루어졌다. 분석 결과, 모든 조합에 대해 실험 참여자 전원이 시인할 수 있는 최소 글자크기는 7' 으로 나타났다. 또한, 배경과 글자 색의 대비가 클수록 시인 가능한 최소 글자크기는 유의하게 작은 것으로 나타났다.

Keyword: 시인 가능 글자 크기, Group-view display, 방사성 폐기물 처리장, 주제어실 설계

1. 서론

방사성 폐기물 처리장(이하, 방폐장) 주제어실의 group-view display 에 표시되는 시각 정보는 운전원들이 적합하게 시인할 수 있도록 인간공학적으로 설계되어야 한다. 방폐장은 원전과 같은 방사선 관리구역에서 사용한 작업복, 장갑, 그리고 기기부품과 같은 중 저준위 방사성 폐기물을 안전하게 보관하는 시설이다(한국방사성폐기물관리공단, 2009). 이러한 방폐장의 주제어실에는 운전원들이 방폐장 상태를 확인하고 통제할 수 있도록 관련 정보를 표시하는 group-view display 가 설치되어

있다. Group-view display 는 안전한 방폐장 운영 감시를 위해 운전원들이 적합하게 시인할 수 있도록 설계해야 한다.

방폐장 관련 설계 지침으로 U.S. Nuclear Regulatory Commission(NRC)의 NUREG-0700 (2002) 설계지침은 group-view display 의 시각 정보 설계를 위한 최소 글자 크기를 제공하고 있으나, 제시된 글자의 크기가 크기로 인해 방대한 시스템 정보를 표시해야 하는 방폐장에는 적용이 어려운 실정이다. NUREG-0700 은 group-view display 의 시인 가능한 최소 글자 크기를 16 minute of arc (MA)로 제시하고 있으나 이것은 표시장치 기술이 미약했던 1990 년대부터 사용되어 오던 것으로 표시장치 기술이 비약적으로 발전한 현대에 그대로 적용하는 것은 적합하지 않은 문제점이 있다.

* 본 논문은 2009년 한국전력주식회사 위탁연구과제의 지원을 받아 수행되었음.

또한, 방폐장과 같이 감시 및 제어를 위한 표시정보의 양이 방대한 경우는 최소 글자크기를 크게 제공하고 있는 NUREG-0700 설계 지침을 준수하면서 제한된 화면에 모든 정보를 표시하는 것은 어려운 실정이다(Hori and Shimizu, 1999).

본 연구는 방폐장 주제어실의 group-view display 시각 정보 설계를 위한 시인 가능한 최소 글자 크기를 실험을 통해 파악하였다. 시인성 실험은 방폐장 주제어실의 환경(예: 조도)과 유사하게 설정된 실험실에서 방폐장 주제어실에 사용될 다양한 배경과 글자 색 조합에 대해 이루어졌다. 그리고, 시인 가능한 최소 글자는 내림차순과 오름차순으로 글자 크기를 순차적으로 보여주면서 시인할 수 있는 글자크기를 선정하는 method of limits 을 활용하여 결정되었다.

2. 연구 방법

2.1 실험 참여자

본 연구에는 방폐장 주제어실 운전원의 연령대와 성별을 고려하여 30 대(12 명)와 40 대(10 명) 남성 22 명이 참여하였다. 실험 참여자의 평균 연령은 37 세로 나타났으며, 표준편차는 6.7 세였다. 또한, 시력 qualification test 를 통해 시력이 0.8 이상인 사람만 참여할 수 있도록 통제되었다.

2.2 실험 계획

시인성 실험은 그림 1에 나타난 것과 같이 방폐장 주제어실의 group-view display에 적용 예정인 8가지 배경과 글자 색 조합에 대해 이루어졌다. 실험에 사용된 색 조합 중에서 배경 색 조건은 6종(무채색 4종, 유채색 2종)이었으며, 글자 색 조건은 3종(무채색 2종, 유채색 1종)이었다.

최소 시인 가능한 글자크기는 심물리학적(psychophysical) 접근 방법인 method of limits 적용하여 결정되었다. Method of limits은 자극의 제시 순서에 따른 효과를 상쇄하기 위해 자극을 작은 것에서부터 큰 순서로 보여주는 오름차순 실험과 반대의 순서로 보여주는 내림차순 실험으로 이루어진다 (Wikipedia, 2009).

실험에 고려된 글자 크기 조절 범위는 예비실험(pilot test)을 통해 1' ~ 20'으로 결정되었다. 실험 참여자에게 제시될 최소 글자 크기는 전혀 보이지 않은 1'(5 m 떨어진 거리에서 높이 0.15 cm 글자)으로 설정되었다. 반면, 최대 글자 크기는 시력 qualification test를 통과한 실험 참여자들이 모두 쉽게 인식 가능한

20'(5 m 떨어진 거리에서 2.9 cm 글자)으로 지정되었다. 본 연구는 상기 제안된 범위 내에서 글자 크기를 오름차순과 내림차순으로 제시하면서 최소 시인 가능한 글자 크기를 실험 참여자가 결정하도록 하였다.

시인성 실험은 방폐장 주제어실의 환경 특성을 고려하여 주변 조도 및 가시 거리가 통제되었다. 실험실 조도는 방폐장 주제어실 권장 조도인 300 ~ 1000 lux를 참조하여 500 lux로 설정되었다. 그리고, 운전원으로부터 group-view display까지의 거리는 방폐장 최대 감시 거리인 5 m로 결정하였다. 한편, 실험을 위한 group-view display는 19 inch LCD monitor (FLATRON L1954T, LG Display, Korea)가 사용되었다.

본 연구는 원활한 실험 진행을 위해 Visual Basic 6.0을 이용하여 실험 프로그램을 제작하여 사용하였다. 본 연구에서 제시된 글자는 Arial 영어 소문자로 제시되었으며, 제시된 단어는 3개 글자(예: mom, cat, dog)로 구성된 50개 단어 중에서 무작위로 선정되도록 하였다.

NO	Background color	Font color
1	White	Black
2	Light Gray	Black
3	Medium Gray	Black
4	Dark Gray	Black
5	Dark Gray	White
6	Yellow	Red
7	Yellow	Black
8	Blue	White

그림 1. 방폐장 주제어실 group-view display를 위한 배경과 글자 색 조합

2.3 실험 절차

시인성 실험은 그림 2에 나타난 것과 같이 세 단계 절차(실험 소개, 시력 qualification test, 연습 및 본 실험)로 진행되었다. 실험 소개 단계에서는 실험 개요 및 방법을 실험 참여자에게 설명한 후 실험 참여 동의를 받았다. 시력 qualification test 단계에서는 실험 참여자의 교정 시력이 0.8 이상이 되는지를 검사하였다. 마지막 단계에서는 실험 참여자가 시인성 실험 방법을 숙지할 수 있도록 연습 실험을 수행 한 후 본 실험을 수행하였다.

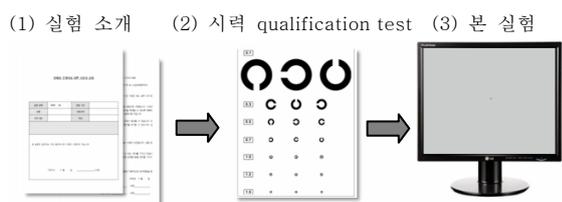


그림 2. 실험 절차

3. 결과

최소 시인 가능한 글자크기는 표 1 에 나타낸 것과 같이 배경과 글자 색 조합에 따라 유의하게 차이가 있는 것으로 나타났다($F(7, 140) = 7.26, p < 0.001$). 밝은 배경색(예: 노란색) 조건의 시인 가능한 최소 글자 크기(4.5' ~ 4.6')는 어두운 배경색(예: 회색) 조건(4.7' ~ 4.85')보다 유의하게 작은 것으로 나타났다. 그러나, 배경 색과 글자 색이 모두 밝은

경우(예: 노란색 바탕에 빨간색 글자)는 대비가 낮아 시인 가능한 글자의 크기가 증가하는 것으로 분석되었다. 예를 들어, 노란 색 배경에 검은 글자의 시인 가능 최소 글자 크기는 4.6' 으로 나타났으나, 동일한 배경 색 조건에 빨간 색 글자의 경우는 5.0'으로 상대적으로 크게 나타났다. 그러나 배경과 글자 색 조합에 따른 최소 글자 크기의 차이는 평균 0.5'으로 미미한 것으로 파악되었다.

모든 실험 참여자들이 다양한 배경과 글자 색 조합에 대해 시인할 수 있는 최소 글자 크기는 표 2 에 나타낸 것과 같이 7'인 것으로 나타났다. 실험 참여자들이 모두 시인 할 수 있는 최소 글자 크기는 배경과 글자 색 조합에 따라 6' ~ 7'으로 차이를 보였다. 그러나, 모든 실험 참여자들은 글자 크기가 7'이상이 되면 배경과 글자 색 조합에 관계 없이 시인할 수 있는 것으로 분석되었다.

표 1. Three-factor within-subject ANOVA 결과

Source	df	SS	MS	F-value	p-value
Age (A)	1	1.14	1.14	0.10	0.75
Subject (S)/A	20	221.59	11.08		
Presentation order (P)	1	0.95	0.95	2.07	0.17
A × P (AP)	1	1.41	1.41	3.06	0.10
S/(AP)	20	9.21	0.46		
Color (C)	7	13.67	1.95	7.26	<0.001*
A × C (AC)	7	1.25	0.18	0.66	0.70
S/(AC)	140	37.66	0.27		
P × C (PC)	7	1.00	0.14	0.67	0.70
S/A × (PC)	147	31.33	0.21		

표 2. 색상 조합 별 최소 시인 가능한 글자 크기

순번	색상 조건		시인 가능 최소 글자 크기			
	배경색	글자색	평균	표준편차	최소	최대
1	Blue	White	4.5	0.7	3	6
2	White	Black	4.6	0.7	3	6
3	Yellow	Black	4.6	0.7	3	6
4	Yellow	Red	5.0	0.8	3	7
5	Light gray	Black	4.7	0.7	3	7
6	Medium dark gray	Black	4.8	0.8	3	7
7	Dark gray	Black	4.8	0.8	3	7
8	Dark gray	White	4.8	0.8	3	7
총합			4.7	0.8	3	7

4. 토의

본 연구는 방폐장 주 제어실의 group-view display 시각 정보 설계를 위한 최소 시인 가능한 글자 크기를 파악하였다. 방폐장 주 제어실 설계와 관련된 NUREG-0700 은 최소 시인 가능한 글자 크기 정보를 제공하지만 NUREG-0700 설계기준 정보는 표시장치 기술의 발달이 미진했던 1996 년부터 사용되어 오던 것으로 표시장치 기술이 비약적으로 발전한 현대에 이를 그대로 적용하는 것은 적합하지 않다. 따라서 본 연구는 심물리학적 방법인 method of limits 을 적용하여 최소 시인 가능한 글자 크기를 분석하였다. 본 연구를 통해 파악된 최소 시인 가능한 글자 크기 정보는 방폐장 주 제어실의 group-view display 시각 정보 설계 시 유용하게 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

한편, 본 연구의 실험 결과를 보다 일반화하기 위해서는 두 가지 측면의 후속연구가 필요하다. 첫째, 다양한 symbol 들에 대한 추가적인 시인성 실험이 필요하다. 본 연구는 Arial 영어 소문자만을 대상으로 하여 시인성 실험을 수행하였다. 그러나, 방폐장 주 제어실에는 다양한 symbol 들이 사용되고 있다. 따라서, 방폐장 주 제어실의 group-view display 의 symbol 크기 설계를 위한 후속 연구가 필요하다.

둘째, 다양한 연령대와 성별에 대한 추가 실험이 필요하다. 본 연구는 방폐장 주 제어실 주요 운전원의 인구학적 특성을 고려해 30 대와 40 대 남성을 대상으로 시인성 실험을 수행하였으나 보다 실험 결과를 일반화하기 위해 다양한 연령대와 성별에 대한 추가 실험이 필요하다고 판단된다.

참고 문헌

- 한국방사성폐기물관리공단. 중·저준위 월성 원자력 환경 관리센터 사업개요. Retrieved August 21, 2009 from <http://www.krmc.or.kr>, 2009.
- US Nuclear Regulatory Commission(NRC). Human-System Interface Design Review Guideline. NUREG-0700, Rev. 2, 2002.
- Shinichiro Hori and Yujiro Shimizu. Designing methods of human interface for supervisory control systems. *Control Engineering Practice*, 7(11), 1413-1419, 1999.
- Wikipedia.
http://en.wikipedia.org/wiki/Psychophysics#Method_of_limits, 2009.