

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

장윤, 이백희, 정기효, 유희천

포항공과대학교
기계산업공학부
인간공학설계기술연구실

Agenda

- 연구 배경 및 필요성
- 연구 목적
- 실험 방법
 - 실험 참여자
 - 실험 계획
 - 실험 절차
- 분석 결과
- 토의

Group-View Display란?

□ Group-View Display (GVD)

- 시스템 현황을 시각적으로 표시하는 large display
- 다수의 작업자가 공유
- 주요 적용 시설: 원자력 발전소 및 방사성 폐기물 처리시설 주제어실



GVD 시각 정보 설계 기준 필요성

- NUREG-0700 (2002) 시각 정보 설계 지침
 - 최소 크기: 16' (2.4 cm)
 - 권장 크기: 20' ~ 22' (3 ~ 3.3 cm)

- NUREG-0700 지침
 - 2002년 이전 표시장치 기준 ⇒ 최신 표시장치의 특성 반영
 - ⇒ 최소 시인 가능한 글자크기의 실험적 분석 필요



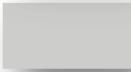

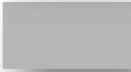

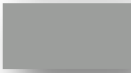

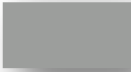







실험 참여자

- 실험 참여자: 22명
- 연령대: 30대 (12명), 40대 (10명) ← 방폐장 운전원 연령 특성 고려
- 성별: 남성
- 시력: 교정시력 0.8 이상

구분		30대	40대	종합
실험 참여자 수		12	10	22
연령	평균	32	44	37
	표준편차	2.3	2.0	6.7

화면 배경과 글자 색 조합

- 방폐장 적용 예정인 GVD 시각 정보 표시화면 배경과 글자 색 분석을 통하여 주 사용된 8종 선정

NO	Background color	Font color
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

실험 설계

- 실험 대상 글자크기 범위
 - 범위: 1' (0.15 cm)~ 20' (2.9 cm)
 - 간격: 1' (20종)

 - 단어 제시: 3개 문자로 구성된 50개 단어(예: cat, mom) database에서 한 개를 무작위로 선정하여 제시

 - 시인 가능 글자크기 결정 방법: Method of limits
 - Descending order: 큰 글자 ⇒ 작은 글자
 - Ascending order: 작은 글자 ⇒ 큰 글자
- } 글자크기 제시 순서에 따른 효과 counter-balance
-
- 반복 시행: 4회

 - Three-Factor Within-Subject ANOVA



실험 환경 설정 및 통제

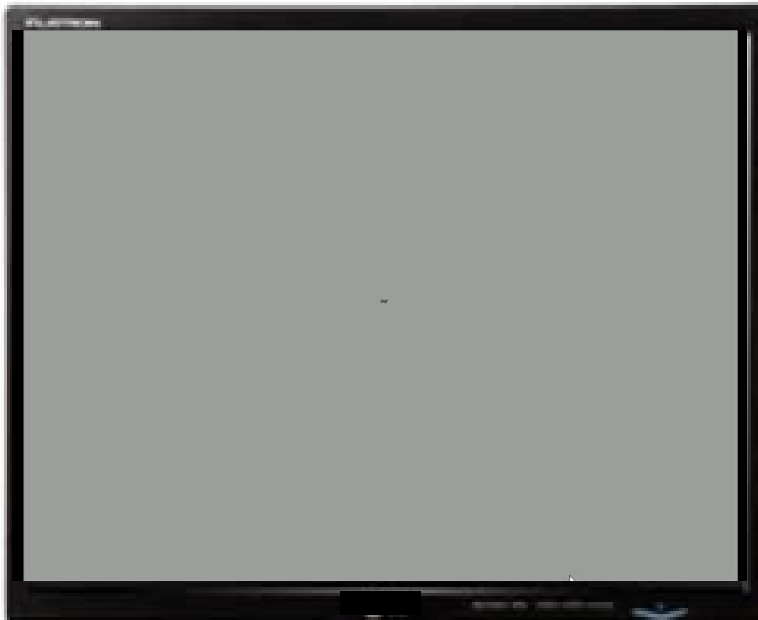
- ❑ Monitor: 19 inch LCD (FLATRON L1954T)
- ❑ 주변 조도: 480 ~ 520 lux (주제어실 권장 조도 300 ~ 1000 lux)
- ❑ 가시 거리: 5 m (방폐장 주제어실의 최대 감시 거리 고려)



실험 진행 Program

□ 실험 SW 특성

- 실험 대상 배경과 글자 색 조합을 무작위 순서로 제시
- 단어 50개 중 무작위로 1개 단어를 선택하여 제시
- 실험 결과 자동 기록: 최소 시인 가능한 글자크기 정보를 Excel에 저장



Participant	Age	SizeOrder(1~50)	Background color	Font color	Selected size
이동훈	30	0	Blue	White	26
		0	Gray01	Black	26
		0	Gray02	Black	26
		0	Gray03	Black	26
		0	Gray03	White	26
		0	White	Black	22
		0	Yellow	Black	22
		0	Yellow	Red	26
		1	Blue	White	30
		1	Gray01	Black	30
		1	Gray02	Black	30
		1	Gray03	Black	30
		1	Gray03	White	30
		1	White	White	30
		1	White	Black	30
		1	Yellow	Black	30
		1	Yellow	Red	30
		0	Blue	White	22
		0	Gray01	Black	22
		0	Gray02	Black	26
		0	Gray03	Black	26
		0	Gray03	White	26
		0	White	Black	26
		0	Yellow	Black	26
		0	Yellow	Red	26
		1	Blue	White	35
		1	Gray01	Black	35
		1	Gray02	Black	42
		1	Gray03	Black	35
		1	Gray03	White	35
		1	White	Black	35
		1	White	Black	35
		1	Yellow	Black	35
		1	Yellow	Red	35

분석 결과: ANOVA

□ 통계적으로 유의한 요인: 배경과 글자 색 ($F(7, 140) = 7.26, p < 0.001$)

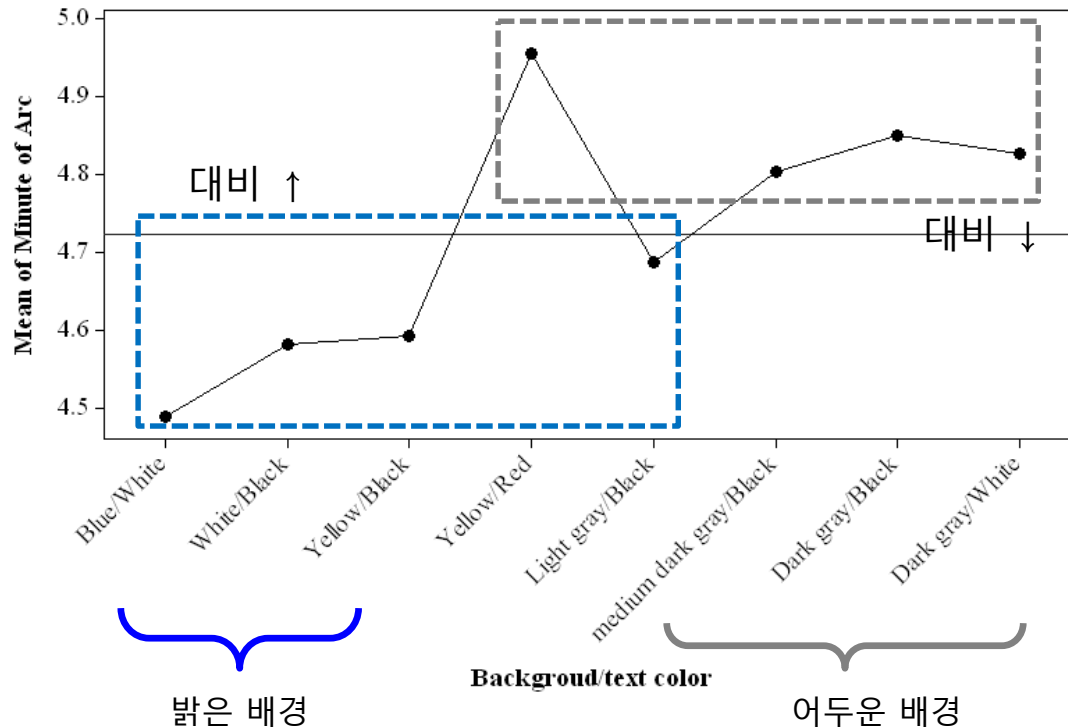
Source	DF	SS	MS	F	p
Age (A)	1	1.14	1.14	0.10	0.75
Subject (S)/A	20	221.59	11.08		
Order (O)	1	0.95	0.95	2.07	0.17
A x O	1	1.41	1.41	3.06	0.10
S/AO	20	9.21	0.46		
Color (C)	7	13.67	1.95	7.26	<0.001
A x C	7	1.25	0.18	0.66	0.70
S/AO	140	37.66	0.27		
OC	7	1.00	0.14	0.67	0.70
S/AOC	147	31.33	0.21		

배경과 글자 색 효과

□ 시인 가능 최소 글자크기 경향성

- 밝은 배경(4.6') < 어두운 배경(4.8')
- 대비 ↑ (4.6') < 대비 ↓ (4.9')

⇒ 배경과 글자 색 효과는 크지 않음(최대 차이 = 0.5')



시인가능 최소 글자 크기

- 8가지 배경과 글자 색 조합에 대해 실험 참여자 전원이 시인 가능 최소 글자 크기: 7' (5 m 거리에서 1 cm 크기의 글자)

순번	색상 조건		시인 가능 최소 글자크기			
	배경	글자	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
종합			4.7	0.8	3	7

(단위: ')

토의

□ GVD 시각 정보 설계를 위한 **최소 시인 가능 글자 크기 분석**

- 방폐장 주제어실의 **환경 특성**(예: 조도, 가시 거리) 고려
- 방폐장 운전원의 **인구학적 특성**(예: 연령대) 고려
- **심물리학적 연구 방법** 적용(method of limits)

⇒ 방폐장 주제어실 GVD 시각 정보 설계 기초 자료 확보

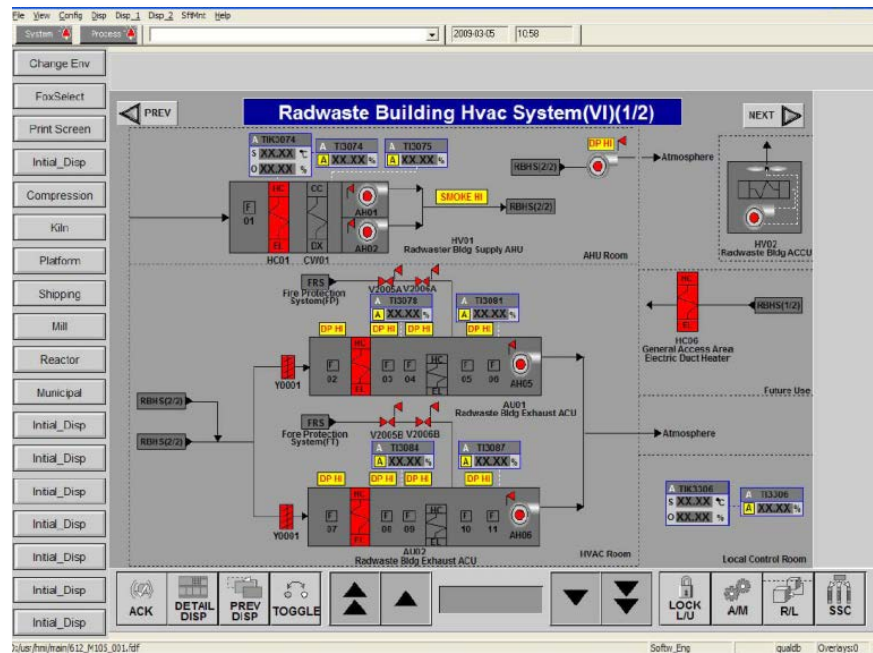
□ 최소 글자 크기에 대한 NUREG (16')와 본 연구 결과(7')의 차이 발생 원인

- 적용 대상 표시 장치 특성
- 실험 대상 단어 및 symbol 특성
- 직무와 안전 특성을 고려한 margin 적용 여부

향후 연구 내용

□ Symbol에 대한 시인성 실험

□ 다양한 배경과 글자 색 조합 특성에 따른 시인 글자 크기 분석



Q & A

경청해주셔서 감사합니다.