

AHP를 이용한 개량형 정보 표시 평가 항목의 중요도 선정에 관한 연구

차우창 · 장성필

금오공과대학교 산업시스템공학과

The Selection of Human Factors Evaluation Criteria for Information Display on VDT using AHP

Woo-Chang Cha, Song-Pil Jang

Department of Industrial Systems Engineering
Kumoh National Institute of Technology

In large scale complex system such as a nuclear power plant, it is important to select guidelines and/or checklist to evaluate the system performance, especially human performance for visual information while the number of evaluation items of the guidelines and checklist is voluminous. This paper presents the methodology and experiment for the relative weights or priority selection of evaluation items on the advanced information display of main control room in a nuclear power plant. To summarize this, 1)many human factors guidelines of Visual Display Terminal(VDT) displays are collected, 2)the collected guidelines are integrated and unified based on some rules in a way to avoid confusion or errors about work performances of operator groups, 3)using the unified guidelines, the more important items are defined when the advanced information indexes are applied by using the Analytic Hierarchy Process(AHP). For employing the AHP, the decisions and response of many human factors evaluation specialists in this field are collected to get the priority order of the evaluation items of VDT. The result of this paper will be applied for the evaluation of the usability of next generation of nuclear power plant which is focused on the visual information display on VDT.

Keywords : AHP, Human factors, HCI, Guideline, VDT, Nuclear power plant

1. 서 론

향후 건설될 차세대 원전의 안전성을 높이기 위한 규제기술로서 개량형 주제어실의 인간-기계 연계를 평가하기 위하여 차세대 원전의 개량형 제어실에서는 종래의 계기판이나 조작 장치들 대신 다양한 정보표시장치와 컴퓨터 시스템을 통하여 운전이 이루어지므로 개량형 제어실에서의 운전업무의 특성을 파악하여 인간-기계 연계 평가방안이 정립되어야 한다. 특히, 각종 계통의 상태를 알려주고 디지털 제어장치를 조작하기 위해 운전원

그룹에게 정보표시장치를 통해 많은 양의 정보를 제공하므로 이에 대한 다각적인 평가가 상당히 중요하다. 따라서 본 연구에서는 평가 대상의 범위를 VDT(Visual Display Terminal) 정보표시를 평가하기 위한 항목의 중요도 선정 기술로 설정하였고 평가 체계를 정립하고자 한다.

또한, 개발된 평가 방법을 활용하여 개량형 정보표시 평가항목의 중요도 선정을 원활히 수행할 수 있도록 VDT 정보표시에 관한 평가지침들을 통합, 일원화할 필요가 있다. 평가자가 새로이 개발된 평가방법을 활용하려면 상당히 많은 시간과 노력을 들여야 하는 것이 일

반적이다. 평가에 필요한 준비를 최소화하고 평가 자료의 세부적인 분석을 충실히 하기 위해서 여러 지침들의 통합된 평가가 필요하다.

차세대 원전의 개량형 주제어실의 정보표시체계를 구성하는 주 요소로는 시각정보표시, 소프트웨어, 전산화 절차서, 경보시스템을 들 수 있는데[1], 본 연구에서는 평가 대상을 개량형 정보 표시를 평가하기 위한 항목의 중요도 선정 기술로 설정하여 연구를 수행하였다. 이를 수행하기 위하여 (1) 개량형 제어실에서 사용할 VDT 관련 일반 인간공학 지침을 조사하고, (2) 운전원 그룹의 업무수행에 혼동, 오류를 일으킬 수 있는 여러 지침들을 통합, 일원화하고, (3) 통합된 일원화지침을 이용하여 개량형 정보표시를 평가할 때 우선시해야 할 중요항목을 선정하고, (4) 정립된 평가방법을 적용할 수 있는 원전 관련 HCI(Human Computer Interface) Display를 유형별 분류하고 평가항목을 비교분석하였다.

- (1) 원전의 개량형 주제어실의 정보표시 설계에 사용되고 있는 가이드라인에 대한 조사를 실시하였다.
- (2) 조사된 11종의 가이드라인의 각 구조를 조사하고 정리하여, 운전원이 인간공학 지침을 보다 찾아보기 쉬운 구조로 통합, 일원화하였다.
- (3) 현재 VDT 정보 표시를 평가하는데 사용될 새로운 통합지침이 개발된 상태이며, 이를 이용해 실제 운전업무를 보는 운전원에게 있어서 평가시 우선시 되어야 할 항목을 설문 및 검증을 통해서 체계적으로 정리할 필요가 있다.
- (4) 운전업무에 관련한 HCI Display에는 어떤 유형의 디스플레이가 있는 지를 조사하고, 정립된 평가방법을 적용하여 어떠한 결과가 나오는지 관찰하였다.

요약하면, 이 연구논문의 목표는 첫째, 차세대 원전의 개량형 주 제어실에서의 인간-기계 연계를 구성하는 핵심적인 요소 중 하나인 VDT 정보표시에 관한 평가 체계를 정립하고, 둘째, 이를 지원하는 평가지침을 설계하는 것을 목표로 한다.

2. 인간공학 지침의 통합일원화

VDT 관련 Display를 평가할 수 있는 인간공학 관련 지침서들은 많이 있지만, 각 지침서들을 이용하여 평가 시 기준이 설정되어 있지 않고, 제공되어지는 지침 간에서도 최적수준으로서 조금씩 범위가 다른 것을 볼 수 있다.

AHP를 이용하여 개량형 정보 표시를 평가할 때 우선시해야 할 중요항목을 선정하기에 앞서, 먼저 이를 적용할 수 있는 지침을 설정해야 하는데, 본 연구에서는 이를 수행하기 위하여 개량형 제어실에서 사용할 VDT 관련 여러일반 인간공학 지침을 조사하고, 운전원 그룹의 업무수행에 혼동, 오류를 일으킬 수 있는 여러 지침들을 통합, 일원화하는 작업이 수행되었다.

2.1 브레인스토밍 (brainstroming)

지침에 대한 경험이 6개월 이상 되는 6명을 그룹으로 선발하고, 대분류된 5개 평가항목을 하나씩 제시한다. 제시된 평가항목에 대한 브레인스토밍 결과를 평가할 때는 하드웨어적 요소와 환경적 요소를 제외시켰다. 브레인스토밍을 통해서 얻을 수 있는 결과는 평가요소로서의 가능성뿐 아니라, 사람의 인지 구조와 닮은 지침의 구조를 고려할 수 있다.[표1]

<표 1> 선정된 상위 항목

분류 기준	대분류 항목
물리적인 부분	1. Display Element
	2. Display Format
	3. Window
인지적인 부분	4. Information Coding
	5. Interaction

2.2 지침 항목 추출

기준 체계에 의해서 선정된 평가항목은 여러 지침을 통합하여 만들어질 일원화 지침의 5개 상위구조가 된다.

<표 2> 주요지침별 평가 대표항목 선정

STRUCTURE TITLE	# of items in each Guidelines									
	대표 항목수	Total	ISO 9241 Part3	FAA	ANSI Rev.1	IEEE 1289	NASA-STD3000	MIL-STD-1472F	NUREG Rev.2	
1. DISPLAY ELEMENTS	42	425	6	173	7	15	22	39	146	16
2. DISPLAY FORMAT	42	737	.	335	.	2	21	90	279	10
3. WINDOWS	37	282	.	239	.	.	2	2	37	2
4. INFORMATION CODING	30	123	.	63	.	6	6	15	31	1
5. INTERACTION	52	397	.	148	.	3	22	44	176	4
TOTAL	203	1964	.	958	7	27	73	190	669	33

평가항목의 하위구조가 될 평가요소들을 추출하기 위해서 상위구조인 평가항목에 관련하여 브레인스토밍을 한 자료를 여러 지침에서의 요소들과 Cross-Check하여 합집합의 요소를 일원화 지침의 평가항목으로 결정한다. 이러한 방법으로 통합 일원화된 지침은 대분류의 5개 항목과 세부적인 총 203개의 항목으로 구성되었다.[표 2]

3. 평가 지침 항목의 분류

AHP을 이용하여 원전제어실 CRT 정보 표시 평가 항목의 중요도를 평가하기 위해 전문가를 대상으로 한 설문조사를 실시하였다. 설문의 회수 및 신뢰성을 최대한 확보하기 위하여 앞에서 설정한 계층별 평가기준에 대하여 전문가를 대상으로 사전조사 및 자문을 받았으며, 이 과정에서 나타난 설문내용의 문제점을 최대한 보완하여 최종설문지를 작성하였다. 이렇게 작성된 설문지를 토대로 설문조사를 실시하였다.

설문조사는 한국원자력연구소(KAERI), 한국수력원자력(주), 한국 전력기술(KOPEC), 인지시스템실험실의 전문가를 대상으로 인간 공학자에 한하여 총 20명을 선택하여 AHP 방법의 절차에 따라 실험할 수 있도록 하였다.

설문 내용의 정확성 및 적합성을 위하여 예비 실험에 따른 설문 내용의 수정이 있었으며 설문내용은 내용이 많아서 본 논문에서는 생략하고 자세한 내용은 장성필[4] 논문을 참조바란다.

설문조사의 내용은 크게 세 가지로 구분된다. 첫 번째는 통합-일원화 지침의 대분류항목인 5개 항목에 대한 중요도를 분석하기 위한 것이고, 두 번째는 각 5개의 대분류항목에 포함되어 있는 세부항목에 대한 가중치를 쌍대비교를 통해 파악하기 위한 것이다. 마지막으로 세 번째는 원전제어실의 CRT 정보 표시로써 분류되는 5가지 유형에 따른 Display에 대해 각 계층별 세부 지침항목에 대한 평가항목을 알아보고 중요도를 파악하기 위한 것이다.

평가지 다루어지는 항목으로, 크게 5개의 대분류항목으로 나누었다.

- ① DISPLAY ELEMENTS
- ② DISPLAY FORMAT
- ③ WINDOWS
- ④ INFORMATION CODING
- ⑤ INTERACTION

이상의 5개 대분류항목에는 각각 세부항목들을 포함

하고 있다.

마지막으로, 운전업무에 관련한 HCI Display에는 어떤 유형의 디스플레이가 있는 지를 조사하고, 다음과 같은 질문을 주어 유형별 디스플레이에 따른 평가항목의 중요도를 구하고자 한다. 원전관련 CRT Display는 Graph (Plot), List_Table, Graphics(계통도), 논리도, Box Fill-in와 같은 5가지 유형으로 분류하였으며, 현재 설문을 위해 제시된 디스플레이는 PMAS (Plant Monitoring & Annunciator System) Display로써, 5가지 분류된 유형에 맞는 화면을 선정하여 제시하였다.

4. 설문분석 및 결과

4.1 항목별 가중치 산정 및 일관성 평가

앞에서 결정된 계층구조를 토대로 평가항목간의 가중치와 각 평가항목에 따른 가중치를 산정하였다. 개별 쌍대비교행렬을 작성 후 최종적인 쌍대비교행렬을 작성하는 과정에서 한 사람의 의사결정자의 개인 선호도를 중심으로 각 항목별 가중치를 결정하는 것은 큰 오류를 발생시킬 수 있기 때문에 다수의 전문가 의견을 종합하여 가중치를 산정하였으며, 일반적으로 전문가의 의견을 동시에 반영하는 경우 모형의 정확도나 일관성 비율의 측면에서 기하평균을 사용하기에 본 연구에서는 전문가 집단의 개별 자료를 토대로 각 동일성분의 값을 기하평균하여 적용하였다.¹⁾

이때, 응답자들의 전문성 및 일관성 정도를 객관적으로 측정하기 위하여 개별 쌍대비교행렬에 대하여 CR값(일관성 비율: Consistency rate) 검정을 통해 일관성 없는 설문은 배제하였다. 본 연구에서는 Tomas.L.Saaty가 주장했던 바와 같이([5][6]) CR값이 0.1 이상인 자료에 대해서 제외하는 과정을 통해 종합적 가중치를 산정한 결과 신뢰성 있는 가중치를 산출할 수 있었다.

전문가 설문조사 자료에 대해 평가 계층별·항목별 쌍대비교(Pairwise comparison)를 통해 얻은 상대적 가중치는 다음과 같다.

4.2 계층2의 가중치 산정

지침의 5개 대분류항목인 DISPLAY ELEMENTS, DISPLAY FORMAT, WINDOWS, INFORMATION CODING, INTERACTION이라는 평가항목의 가중치 산정 결과, 원

1) 행렬계산상의 차원에서 본다면 쌍대비교행렬은 요소(Element)간에 역대칭성을 갖기 때문에 산술평균보다는 기하평균을 사용하는 것이 바람직하다. 기하평균은 결과 간에 역수관계가 존재하여 고유벡터법의 기본공리를 만족시키는데 반하여, 산술평균은 이와 같은 성질을 만족시키지 못한다. [2]

전제어실의 CRT Display를 평가시 각 항목에 대한 중요 INFORMATION CODING(0.105)의 순으로 나타났으며, 도는 DISPLAY FORMAT(0.269) > INTERACTION(0.258) 각 항목에 대한 가중치 산정 과정 및 일관성 평가는 > DISPLAY ELEMENTS(0.212) > WINDOWS(0.157) > <표 3>~<표 5>과 같다.

<표 3> 계층2의 항목간 상대비교 행렬

	DISPLAY ELEMENTS	DISPLAY FORMAT	WINDOWS	INFORMATION CODING	INTERACTION	λ	Wr
DISPLAY ELEMENTS	1.000	1.000	0.585	4.121	0.737	1.122	0.212
DISPLAY FORMAT	1.000	1.000	1.000	4.610	1.260	1.422	0.269
WINDOWS	1.710	1.000	1.000	1.000	0.228	0.829	0.157
INFORMATION CODING	0.243	0.217	1.000	1.000	1.000	0.555	0.105
INTERACTION	1.357	0.794	4.380	1.000	1.000	1.364	0.258
Sum	5.310	4.011	7.964	11.732	4.225	5.291	1.000

λ : 고유벡터의 최대고유값

Wr : 표준화해서 얻어진 중요도

<표 4> 계층2의 항목별 가중치 산정결과

	Display Elements	Display Format	Windows	Information Coding	Interaction	SCORE
Display Elements	0.188	0.249	0.073	0.351	0.174	0.207
Display Format	0.188	0.249	0.126	0.393	0.298	0.251
Windows	0.322	0.249	0.126	0.085	0.054	0.167
Information Coding	0.046	0.054	0.126	0.085	0.237	0.109
Interaction	0.256	0.198	0.550	0.085	0.237	0.265
계	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

SCORE : 각 행의 산술 평균을 표준화하여 얻은 중요도

- 위의 고유벡터방법을 이용하여 얻은 Wr와 큰 차이를 보이지 않지만, 본 논문에서는 고유벡터방법을 이용하여 얻은 Wr을 기준으로 설명하였다.

<표 5> 계층2 의사결정의 일관성 평가

	Display Elements	Display Format	Windows	Information Coding	Interaction	계 (MMULT값)	계/가중치
Display Elements	0.207	0.251	0.098	0.451	0.195	1.202	5.799
Display Format	0.207	0.251	0.167	0.505	0.334	1.464	5.836
Windows	0.355	0.251	0.167	0.109	0.061	0.943	5.637
Information Coding	0.050	0.054	0.167	0.109	0.265	0.646	5.907
Interaction	0.281	0.199	0.732	0.109	0.265	1.588	5.989
계	1.101	1.006	1.332	1.284	1.120	5.843	29.167
Consistency Ratio :							0.186

CI(Consistency Index) : 일치성 지수

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \dots\dots\dots \text{수식 (1)}$$

Eigen value(λ) : 모든 요소의 Consistency Measure 평균값

Consistency Measure : 계(MMULT값) / 가중치

n : 요소(대안)의 수

CR(Consistency Ratio) : 일치성 비율

$$CR = CI / RI \dots\dots\dots \text{수식 (2)}$$

RI : 차수별 임의 지수

CR의 값이 0.186으로 0.1이상으로 받아들일 만하다고 제안하기에는 일치성이 떨어진다. 하지만, 최하위 계층에 있는 대안들의 우선순위를 구하기 위하여 각 계층에서 구해진 평가요소들의 가중치를 종합하고 선택결정할 시에 비일관성지수비율이 높은 가중치 결과는 전부 뺀 후, 나머지 자료들을 가지고 기하평균을 이용해서 가중치를 구한 것이기 때문에, 불일치성이 존재하더라도 중요도에 대한 근사치로 사용할 수 있다고 본다.

■ 통합 일원화지침의 중요항목 선정에 따른 주요지침 별 분석

11종의 가이드라인을 통합한 평가지침에는 세부적인 지침사례들이 DISPLAY ELEMENTS에서 425개, DISPLAY FORMAT에서 737개, WINDOWS에서 282개, INFORMATION CODING에서 123개, INTERACTION에서 397개가 포함되어 있다.

이 결과로써, 지침사례들의 자료수집이 평가 시 지

침항목의 중요도에 맞게 수집되었음을 알 수 있게 해 준다.

4.3 계층3의 가중치 산정 예

계층2의 하부항목인 계층3에 대한 가중치 산정 과정의 예는 <표 6>~<표 8>과 같다. 이중 정성적인 평가요소로 'INTERACTION' 항목에 대한 각 항목별 가중치를 산정한 결과 전체적으로 'Color Coding' 항목에 대한 지침의 평가가 'Text Coding' 항목에 대한 평가보다 더 중요하게 다뤄져야 한다고 나타났다.

원전 CRT 정보 표시를 평가할 때, 'DISPLAY ELEMENTS'에 대한 부분만을 평가한다고 한다면 그 세부항목에 대한 평가항목의 가중치 산정 과정 및 일관성 평가는 <표 6>~<표 8>와 같다. 가중치 산정 결과 'DISPLAY ELEMENTS'의 세부항목 중에서의 중요도항목으로는 'Icons and Symbols' 항목이 0.244로 가장 높게 나타났다.

<표 6> 'DISPLAY ELEMENTS'의 세부항목에 대한 평가항목별 가중치 산정 결과

	Character	Labels	Icons and Symbols	Numeric Data	Borders, Lines, and Arrows	Color	SCORE
Character	0.152	0.118	0.151	0.100	0.233	0.168	0.154
Labels	0.152	0.118	0.228	0.047	0.167	0.133	0.141
Icons and Symbols	0.229	0.118	0.228	0.181	0.330	0.324	0.235
Numeric Data	0.276	0.456	0.228	0.181	0.090	0.085	0.219
Borders, Lines, and Arrows	0.059	0.063	0.062	0.181	0.090	0.145	0.100
Color	0.132	0.128	0.102	0.308	0.090	0.145	0.151
계	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

<표 7> 'DISPLAY ELEMENTS'의 세부항목에 대한 평가항목간 쌍대비교행렬

	Character	Labels	Icons and Symbols	Numeric Data	Borders, Lines, and Arrows	Color	λ	Wr
Character	1.000	1.000	0.664	0.553	2.590	1.158	1.016	0.163
Labels	1.000	1.000	1.000	0.258	1.861	0.919	0.873	0.140
Icons and Symbols	1.506	1.000	1.000	1.000	3.663	2.236	1.520	0.244
Numeric Data	1.809	3.873	1.000	1.000	1.000	0.589	1.266	0.203
Borders, Lines, and Arrows	0.386	0.537	0.273	1.000	1.000	1.000	0.620	0.099
Color	0.863	1.088	0.447	1.699	1.000	1.000	0.945	0.151
Sum	6.565	8.498	4.384	5.510	11.114	6.902	6.240	1.000

<표 8> 'DISPLAY ELEMENTS'의 세부항목에 대한 의사결정의 일관성평가

	Character	Labels	Icons and Symbols	Numeric Data	Borders, Lines, and Arrows	Color	계(MMULT값)	계/가중치	
Character	0.154	0.141	0.156	0.121	0.259	0.175	1.006	6.542	
Labels	0.154	0.141	0.235	0.057	0.186	0.139	0.911	6.466	
Icons and Symbols	0.232	0.141	0.235	0.219	0.367	0.337	1.531	6.513	
Numeric Data	0.278	0.546	0.235	0.219	0.100	0.089	1.467	6.689	
Borders, Lines, and Arrows	0.059	0.076	0.064	0.219	0.100	0.151	0.670	6.688	
Color	0.133	0.153	0.105	0.373	0.100	0.151	1.015	6.730	
계	1.009	1.198	1.030	1.209	1.113	1.041	6.600	39.628	
Consistency Ratio :									0.098

CR < 0.1 이므로 일관성 확보

4.4 AHP 가중치 종합

총 34개의 세부항목 중에서 누락되어서는 안 되는 가장 중요한 평가항목으로 'INTERACTION' 항목의 'Error Management' 항목으로 나타났으며, 다른 항목의 최종가중치 산정 결과는 <표 9>와 같다.

계층2와 계층3의 각 항목별 가중치를 종합하여 최종 가중치를 산정한 결과 원전 CRT 정보 표시를 평가 시

<표 9> 계층구조에 따른 AHP 가중치 종합

평가기준 : 계층2(가중치)	평가항목		최종 가중치
	계층3	가중치	
DISPLAY ELEMENTS (0.212)	Character	0.163	0.035
	Labels	0.140	0.030
	Icons and Symbols	0.244	0.052
	Numeric data	0.203	0.043
	Borders, Lines, and Arrows	0.099	0.021
	Color	0.151	0.032
DISPLAY FORMAT (0.269)	Data Entry and Editing	0.164	0.044
	Forms	0.173	0.047
	Lists	0.200	0.054
	Tables	0.233	0.063
	Menu	0.230	0.062
WINDOWS (0.157)	Window Components	0.138	0.022
	Window Type	0.135	0.021
	Message Windows	0.155	0.024
	Window States	0.116	0.018
	Window Operation	0.151	0.024
	Window Navigation	0.305	0.048
INFORMATION CODING (0.105)	Color Coding	0.299	0.031
	Symbol Coding	0.200	0.021
	Size Coding	0.147	0.015
	Shape Coding	0.121	0.013
	Line Coding	0.146	0.015
	Text Coding	0.087	0.009
INTERACTION (0.258)	Direct Manipulation	0.184	0.047
	Prompts	0.143	0.037
	Feedback	0.188	0.049
	Error Management	0.267	0.069
	On-line Help	0.219	0.057
계(1.000)	-	5.000	1.000

4.5 유형별 화면 표시에 따른 평가항목

을 Checklist를 통해 알아보았다.

다음 <표 10>~<표 14>은 원전관련 CRT Display의 5가지 분류된 유형에 따른 평가해야 할 지침항목을 보여준다.

앞의 연구방법에서 제시한 각 유형별 화면 표시에 대해 통합 일원화 지침의 세부항목중에 평가되어야 할 항목

<표 10> 'Graph(Plot)' 유형에 대한 평가항목

평가기준 : 계층2	평가항목		가중치
	계층 3	Check 횟수	
DISPLAY ELEMENTS	Character	8	0.040
	Labels	10	0.051
	Icons and Symbols	6	0.030
	Numeric data	9	0.045
	Borders, Lines, and Arrows	12	0.061
	Graphs	11	0.056
	Color	13	0.066
DISPLAY FORMAT	Data Entry and Editing		
	Text	7	0.035
	Forms	5	0.025
	Lists	1	0.005
	Tables	1	0.005
	Display Controls	4	0.020
	Menu	5	0.025
WINDOWS	Window Components	4	0.020
	Window Type	2	0.010
	Message Windows	3	0.015
	Window States	4	0.020
	Window Operation	3	0.015
	Window Navigation	5	0.025
INFORMATION CODING	Color Coding	13	0.066
	Symbol Coding	4	0.020
	Size Coding	6	0.030
	Line Coding	10	0.051
	Area Coding	9	0.045
	Text Coding	3	0.015
	Flash Coding	6	0.030
INTERACTION	Function Keys and Hot Keys	4	0.020
	Direct Manipulation	2	0.010
	Prompts	5	0.025
	Feedback	9	0.045
	Status Information	6	0.030
	Error Management	3	0.015
	On-line Help	5	0.025
계	-		1.000

<표 10>에서는 5가지 유형으로 나뉜 개량형 화면 표시 중에서, 첫 번째 유형으로 'Graph(Plot)' 유형에 대한 최종가중치를 볼 수 있다. <표 9>에서의 결과와 비교해 볼 때, 'Graph(Plot)' 유형의 개량형 화면 표시에서

는 Color(0.066), Color Coding(0.066), Borders, Lines, and Arrows(0.061), Graphs(0.056), Labels(0.051) 등등의 순으로 중요도가 설정되어, 일반적인 지침에서의 평가항목의 중요도와는 많이 다를 수 있다.

<표 11> 'List_Table' 유형에 대한 평가항목

평가기준 : 계층2	평가항목		가중치
	계층 3	Check 횟수	
DISPLAY ELEMENTS	Character	12	0.050
	Labels	12	0.050
	Icons and Symbols	6	0.025
	Numeric data	10	0.042
	Borders, Lines, and Arrows	9	0.038
	Graphs	1	0.004
	Color	11	0.046
DISPLAY FORMAT	Data Entry and Editing	2	0.008
	Text	12	0.050
	Forms	9	0.038
	Lists	11	0.046
	Tables	6	0.025
	Display Controls	5	0.021
	Menu	5	0.021
WINDOWS	Window Components	7	0.029
	Window Type	3	0.013
	Message Windows	4	0.017
	Window States	5	0.021
	Window Operation	5	0.021
	Window Navigation	6	0.025
INFORMATION CODING	Color Coding	13	0.055
	Symbol Coding	4	0.017
	Size Coding	9	0.038
	Line Coding	6	0.025
	Area Coding	7	0.029
	Text Coding	8	0.034
	Flash Coding	10	0.042
INTERACTION	Function Keys and Hot Keys	3	0.013
	Direct Manipulation	5	0.021
	Prompts	4	0.017
	Feedback	11	0.046
	Status Information	7	0.029
	Error Management	6	0.025
	On-line Help	4	0.017
계	-	-	1.000

<표 11>에서는 5가지 유형으로 나뉜 개량형 화면 표시 중에서, 두 번째 유형으로 'List_Table' 유형에 대한 최종가중치를 볼 수 있다. <표 9>에서의 결과와 비교해 볼 때, 'List_Table' 유형의 개량형 화면 표시에서는 Color

Coding(0.055), Character(0.050), Labels(0.050), Text(0.050) 등등의 순으로 중요도가 설정되어, 일반적인 지침에서의 평가항목의 중요도와는 많이 차이를 알 수 있다.

<표 12> 'Graphics(계통도)' 유형에 대한 평가항목

평가기준 : 계층2	평가항목		가 중 치
	계 층 3	Check 횟수	
DISPLAY ELEMENTS	Character	10	0.039
	Labels	13	0.051
	Icons and Symbols	13	0.051
	Numeric data	12	0.047
	Borders, Lines, and Arrows	12	0.047
	Graphs	7	0.027
	Color	13	0.051
DISPLAY FORMAT	Data Entry and Editing		
	Text	12	0.047
	Forms	9	0.035
	Lists	1	0.004
	Tables	6	0.023
	Display Controls	5	0.019
	Menu	4	0.016
WINDOWS	Window Components	3	0.012
	Window Type	1	0.004
	Message Windows	2	0.008
	Window States	2	0.008
	Window Operation	3	0.012
	Window Navigation	6	0.023
INFORMATION CODING	Color Coding	13	0.051
	Symbol Coding	13	0.051
	Size Coding	12	0.047
	Line Coding	12	0.047
	Area Coding	7	0.027
	Text Coding	12	0.047
	Flash Coding	11	0.043
INTERACTION	Function Keys and Hot Keys	2	0.008
	Direct Manipulation	8	0.031
	Prompts	4	0.016
	Feedback	12	0.047
	Status Information	9	0.035
	Error Management	5	0.019
	On-line Help	3	0.012
계	-		1.000

<표 12>에서는 5가지 유형으로 나뉜 개량형 화면 표시 중에서, 세 번째 유형으로 'Graphics(계통도)' 유형에 대한 최종가중치를 볼 수 있다. <표 9>에서의 결과와 비교해 볼 때, 'Graphics(계통도)' 유형의 개량형 화면 표시에서는 Labels(0.051), Icons and Symbols(0.051),

Color(0.051), Color Coding(0.051), Symbol Coding(0.051) 등등의 순으로 중요도가 설정되어, 일반적인 지침에서의 평가항목의 중요도와는 Icons and Symbols에서는 비슷하게 나타났지만 나머지 부분에서는 대체적으로 다르게 나타남을 알 수 있다.

<표 13> '논리도' 유형에 대한 평가항목

평가기준 : 계층2	평가항목		가중치
	계층 3	Check 횟수	
DISPLAY ELEMENTS	Character	11	0.053
	Labels	10	0.049
	Icons and Symbols	11	0.053
	Numeric data	8	0.039
	Borders, Lines, and Arrows	11	0.053
	Graphs	5	0.024
	Color	13	0.063
DISPLAY FORMAT	Data Entry and Editing	1	0.005
	Text	12	0.058
	Forms	3	0.015
	Lists	1	0.005
	Tables		
	Display Controls	3	0.015
	Menu	4	0.019
WINDOWS	Window Components	1	0.005
	Window Type	2	0.010
	Message Windows	1	0.005
	Window States	3	0.015
	Window Operation	4	0.019
	Window Navigation	4	0.019
INFORMATION CODING	Color Coding	12	0.058
	Symbol Coding	12	0.058
	Size Coding	9	0.044
	Line Coding	12	0.058
	Area Coding	5	0.024
	Text Coding	8	0.039
	Flash Coding	8	0.039
INTERACTION	Function Keys and Hot Keys		
	Direct Manipulation	3	0.015
	Prompts	3	0.015
	Feedback	10	0.049
	Status Information	9	0.044
	Error Management	4	0.019
	On-line Help	3	0.015
계			1.000

<표 13>에서는 5가지 유형으로 나뉜 개량형 화면 표시 중에서, 네 번째 유형으로 ‘논리도’ 유형에 대한 최종가중치를 볼 수 있다.

<표 9>에서의 결과와 비교해 볼 때, ‘논리도’ 유형의 개량형 화면 표시에서는 Color(0.063), Text(0.058), Color Coding(0.058), Symbol Coding(0.058), Line Coding(0.058),

Icons and Symbols(0.053), Borders, Lines, and Arrows(0.053) 등등의 순으로 중요도가 설정되어, 일반적인 지침에서의 평가항목의 중요도와는 Icons and Symbols에서는 비슷하게 나타났지만 나머지 부분에서는 대체적으로 다르게 나타남을 알 수 있다.

<표 14> ‘Box Fill-in’ 유형에 대한 평가항목

평가기준 : 계층2	평가 항목		가 중 치
	계 층 3	Check 횟수	
DISPLAY ELEMENTS	Character	12	0.052
	Labels	13	0.056
	Icons and Symbols	2	0.009
	Numeric data	13	0.056
	Borders, Lines, and Arrows	7	0.030
	Graphs		
	Color	12	0.052
DISPLAY FORMAT	Data Entry and Editing	8	0.034
	Text	8	0.034
	Forms	12	0.052
	Lists	4	0.017
	Tables	9	0.039
	Display Controls	5	0.022
	Menu	9	0.039
WINDOWS	Window Components	4	0.017
	Window Type	3	0.013
	Message Windows	3	0.013
	Window States	2	0.009
	Window Operation	5	0.022
	Window Navigation	5	0.022
INFORMATION CODING	Color Coding	11	0.047
	Symbol Coding	1	0.004
	Size Coding	8	0.034
	Line Coding	5	0.022
	Area Coding	8	0.034
	Text Coding	12	0.052
	Flash Coding	8	0.034
INTERACTION	Function Keys and Hot Keys	1	0.004
	Direct Manipulation	5	0.022
	Prompts	8	0.034
	Feedback	11	0.047
	Status Information	9	0.039
	Error Management	6	0.026
	On-line Help	3	0.013
계			1.000

<표 14>에서는 5가지 유형으로 나뉜 개량형 화면 표시 중에서, 다섯 번째 유형으로 'Box Fill-in' 유형에 대한 최종가중치를 볼 수 있다. <표 9>에서의 결과와 비교해 볼 때, 'Box Fill-in' 유형의 개량형 화면 표시에서는 Labels(0.056), Numeric Data(0.056), Character(0.052), Forms(0.052), Text Coding(0.052) 등등의 순으로 중요도가 설정되어, 일반적인 지침에서의 평가항목의 중요도와는 많이 차이를 알 수 있다.

이상 5가지 유형별에 따른 결과값을 종합해 보면, 유형에 구별없이 Character, Labels, Color Coding의 평가항목들은 평균적으로 중요시 다루어지는 항목으로 구분되어진다는 것을 알 수 있다. 이는 통합 일원화 지침의 평가항목의 중요도 분석에서도 0.035이상의 가중치 값을 보여준 항목들이다.

5. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 차세대 원전의 개량형 주제어실의 정보표시체계를 구성하는 주요요소로, CRT 정보표시를 평가하기 위한 항목의 중요도를 선정해 줌으로써, 운전업무에 관련하여 정보표시의 많은 평가항목 중에서 누락되거나 소홀히 평가함으로 인해 발생할 수 있는 인적오류를 줄이고 지침에 관한 주관적인 판단이나 오류를 방지하고자 하였다. 이를 위해서, 인간공학 관련 지침서들을 조사하고 통합 일원화하여, 보다 체계적이고 정확한 평가를 내릴 수 있는 지침항목의 구조를 검토하고 비교하여 항목간의 중요도를 알아보았다. 또한, 원전업무에 관한 CRT 정보표시로써, PMAS Display와 같은 HCI 화면의 유형들을 분류하여, 각 유형에 맞는 화면에서는 어떤 항목들을 평가하게 되는 지 알아보았다.

결론적으로 통합 일원화 지침에서의 각 세부항목간의 중요도와 유형별 HCI화면설계에 따른 평가항목간의 중요도와는 평균적으로 중요시 되는 공통항목이 나타나지 않지만, 세부적인 평가항목에서는 조금씩의 차이가 있음을 알 수 있었다. 일반적으로 원전 시스템에서는 화면 표시를 평가하는 데 있어서 고려해야 할 항목은 구분되어져 있지만, 보다 정확한 항목간의 중요도는 선정되어 있지 않았다. 이를 위해서 5가지 유형으로 나뉜 개량형 화면 표시에서, 각 유형에 따른 체크리스트를 통한 결과를 응용해 최종 가중치 값을 나타냈지만, 이는 평가지침에서와 같은 쌍대비교를 통한 보다 정밀한 비교분석이 이루어진 것이 아니기 때문에 각 평가항목간의 중요도를 고려한 결과로 보기는 다소 부족한 점이 있다.

AHP분석을 이용하여 선정된 중요 평가항목을 통해, 원전제어실의 CRT 정보 표시를 직접 평가해 보고 각

유형별 Display에서 일반적 중요 평가항목과는 다르게 나타나는 항목 간에 관계를 분석할 수 있을 것이다. 이를 통해, 통합 일원화 지침을 이용하여 개량형 정보 표시를 평가할 시, 유형에 구분 없이 공통적으로 중요시 다뤄져야 할 평가항목을 선정하는 데 그치지 않고 각 유형별 정보표시에 맞는 보다 세부적인 평가지침 구조를 설정할 수 있도록 추후 203 개 항목(계층3의 항목들)에 관한 중요도 선정을 통해 세부적인 항목에 대한 평가오류를 방지할 수 있도록 지속적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

끝으로 본 연구에서의 선정된 중요 평가 항목을 가지고, 지침에 대한 재구조화의 가능성을 엿볼 수 있다고 본다. 이러한 지침 구조화에 대한 검토는 정신모형에 관계하여 지침 구조에 대한 접근방법이 앞으로 조사 분석되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 민대환, "개량형 제어실의 정보표시 평가에 관한 연구(II)", 한국원자력안전기술원, (2001.3)
- [2] 박갑열, 계층퍼지적분을 이용한 LRT 노선 및 시스템 대안평가에 관한 연구, 한양대학교 도시대학원, 2000. 6.
- [3] 한양대학교 국토·도시개발 정책 연구소, 교통시설의 최적입지 선정기법 연구, 1998. 6
- [4] 장성필, "개량형 정보표시 평가항목의 중요도 선정에 관한 연구, 금오공과대학교 석사학위 논문, 2003.12
- [5] Satty, T.L., "The Analytic Hierarchy Process", McGraw-Hill, NewYork, 1980.
- [6] Satty, T.L., "Highlight and Critical Points in the Theory and Application of the AHP", European Journal of OR, Vol 74, 1994