Journal of the Society of Korea Industrial and Systems Engineering
Vol. 32, No. 2, pp.140－146, June 2009.

운전원 콘솔의 인간공학적 설계요소 추출을 위한 디지털과 아날로그 시스템 환경의 비교연구

차 우 창†

금오공과대학교 산업시스템공학과

A Comparative Study of Digital and Analogue System Environment to Retrieve Human Factor Elements for the Design of Operator Console

Woo Chang Cha†

Department of Industrial and Systems Engineering Kumoh National Institute of Technology

Since the computer technology has been drastically developed and broadly employed for the design of human machine system, human system interface was somehow digitalized. Actually the operator's working environment employing the digital devices are not be fully digitalized due to its technical constraints so that it has been changed to the hybrid environment which has a combination of digital and analog elements. The hybrid environments need to study its characteristics and the guidelines for the proper design and evaluation purpose. This paper describes the human factor design elements of the console operated under hybrid environment through studying the characteristics of digital and analog environment based on the related human factor guidelines and literatures. The result of this paper implies the contribution to the evaluation of the generic human working environment which digital and analog elements are jointly used.

Keywords : Console, Interface, Hybrid, Digital Environment, Human Factor Guidelines

1. 서 론

컴퓨터 기술이 발전함에 따라 작업장의 작업환경은 총체적으로 혹은 부분적으로 디지털화된 개념으로 바뀌어 가고 있다. 작업자의 정신모형이 아날로그 인터페이스에 익숙해 있음에도 불구하고 디지털화된 인터페이스는 상황인식(situation awareness)과 같은 인지공학적 측면에서 많은 장점을 가지고 있다. 따라서 복잡한 인간기계 시스템을 설계할 때 어떤 형태로든 디지털 인터페이스를 도입해야할 필요가 있다[1].

이러한 변화는 신고리 3, 4호기와 같이 새로 건설될 예정인 원자력 발전소나 계속운전을 위해 시스템 업그레이드를 모색하고 하고 있는 고리 1호기의 주제어실에서 두드러지게 나타나고 있다. 이러한 디지털 환경을 총체적으로 혹은 부분적으로 도입하는 주제어실에서는 기존 아날로그 기반의 인터페이스들이 VDT(Visual Display

논문접수일 : 2009년 01월 09일　논문수정일 : 2009년 03월 27일　게재확정일 : 2009년 04월 21일
† 교신저자 chaw@kumoh.ac.kr
※ 본 연구의 분석평가 연구는 금오공과대학교 학술연구비로 수행하였음.

Terminal)를 통한 디지털 감시 및 제어장치 인터페이스들로 대체될 예정이다

디지털 기술이 시스템 성능을 높이리라고 확신하기에는 아직 해결되어야 할 이슈들이 많은 것은 사실이다. 그 이유는 현재 기술이 가지는 한계점 때문이기도 하고 인간의 정신모형이 디지털 보다는 아날로그에 더 부합되기 때문이기도 있다. 예컨대, 컴퓨터를 이용한 조작적인 측면에서 디지털 환경이 많은 장점을 가지고 있지만 정확한 시간을 알려주는 디지털시계에 비해 분침과 초침으로 이루어진 아날로그 형태의 시계가 사용자들에게 더 많은 정보를 전달해 주는 것처럼 디스플레이 부분에서는 아날로그 형태가 더 많은 장점을 가지고 있다고 말할 수도 있다[2].

지금의 기술적인 상황으로는 기존의 아날로그 기술이나 디지털 기술 중 어느 쪽이 시스템 성능 측면에서 더 유리한 지는 판단하기가 쉽지 않지만 현재 시스템 설계 기술의 추세는 여러 기술들의 장점을 살리고 각 기술에 대한 단점을 극복하는 기술적 융합, 즉 디지털 컨버전스의 개념이 대체적인 추세이며 이러한 시스템을 원전과 같은 특정 영역에서 하이브리드 시스템이라고 부르고 이러한 시스템들을 통합하는데 사용되는 기술을 융합기술(fusion technology)이라고 부르고 있다[3].

이에 따라 현재 국내에서 가동 중인 발전소 중 수명을 다한 우리나라 최초의 원자력 발전소인 고리 1호기의 경우도 수명연장을 위해 기존 아날로그 환경의 주제어실을 다수의 VDT 기반의 운전원 콘솔을 이용한 디지털과 아날로그의 중간 형태인 하이브리드 작업환경의 주제어실로 개선하게 된다. 또한 신고리 3, 4호기의 경우는 발전소 자체를 새롭게 건설함으로 컴퓨터를 기반으로 하는 총체적 디지털 환경의 주제어실을 설계하고 있지만 고리 1호기의 경우는 수명 연장을 위해 기존의 주제어실을 개선하는 것으로 비용과 운전원의 정신모형 등의 인간공학적 측면을 고려하여 하이브리드 형태로 개선하게 되었다.

따라서 고리 1호기를 재설계하기 위해서는 하이브리드환경으로의 진화에 알맞은 운전원 콘솔에 대한 구체적인 인간공학적 연구가 필요하다 하겠다. 하지만 원전 주제어실에 관해 선행된 연구들 중에서 디지털과 아날로그 형태가 혼재된 하이브리드 환경의 원전 주제어실에 관한 적합한 자료는 거의 없는 실정이며 주제어실을 평가하기 위한 인간공학 지침들 또한 새로운 기기에 대한 특성이 추가되는 형태로 개정만 되었을 뿐 환경별 특성에 따라 평가항목을 나타내지는 못하고 있다.

이런 점을 고려하여 본 논문에서는 하이브리드 환경하에서 운전원 콘솔의 형태와 배치에 대한 검토 및 분석과 대안을 제시하고 있다.

2. 연구배경

일반적으로 온도, 압력과 같이 연속적으로(continuous) 변화하는 물리량을 표현하는 정보를 아날로그 정보라고 부른다. 인간의 정신모형은 아날로그 지식표상을 가지고 있어 아날로그 디스플레이를 빠르고 정확하게 인식하며 쉽게 조작방법을 습득하며 사용자 만족도가 일반적으로 디지털에 비해 높다. 그런데 비해 디지털 정보는 숫자정보와 같이 이산적으로(discrete) 변화하는 정보를 일컬으며 디지털 개념은 춥다, 덥다 등 동일한 인식의 양극단을 연결하는 지각적 연속체(continua)를 가정하고 직선위의 특정한 현상 또는 대상을 기준으로 눈금을 매겨 단위를 붙인 뒤 측정하려는 어떤 현상 또는 대상의 수준이나 정도를 정수(Integer)화 하는 인식체계라고 할 수 있다[5].

일반적으로 디지털(Digital)이란 자료를 수치로 바꾸어 처리하거나 이산적인 수치로 나타내는 것을 말하는데 오늘날 우리가 흔히 사용하는 전자제품의 대부분이 디지털 기기이며 기술의 발전은 우리의 생활 및 작업 환경을 점차 디지털화 시키고 있다. 본 보고서에서 디지털 기기(특히, 컴퓨터)기반의 작업 및 정보표시 환경을 디지털 환경으로 정의하였다.

원전 주제어실의 경우에도 state-of-art HMI (Human Machine Interface) 기술이 급속한 발전을 이루면서 종래의 아날로그 기반의 HMI 기술은 디지털 제어장치와 컴퓨터 기반 인터페이스 장치들로 대체되어 가는 추세에 있다. 특히 새롭게 건설되는 원전에서는 각종 계측제어 설비가 디지털 방식으로 교체되면서 주제어실의 인간-기계 연계방식이 컴퓨터 기반의 시스템으로 발전되어 가고 있다. 즉, 운전원들은 의자에 앉아서 화면을 보면서 각종 계통의 상태를 파악하고 필요한 제어지시를 내리게 되면서 원전의 신뢰성 향상, 운전성과, 안전과 운전원 작업 부하 감소 등의 새로운 HMI 기술이 제공하는 장점들의 혜택을 누리게 될 것이다[1].

하이브리드(Hybrid)란 두 가지 기능이나 역할이 하나로 합쳐지는 것을 의미하며 본 연구에서는 디지털과 아날로그가 합쳐진 형태를 하이브리드라고 정의하였다[5]. 원전에서는 다수의 VDT(Visual Display Terminal)를 이용하여 전용 콘솔이나 운전원 콘솔의 기능을 공유하는 공용콘솔을 통해 감시업무를 하고 공용 콘솔인 MCB로 이동하여 제어하는 개념설계 방향으로 개선할 예정인 고리 1호기 주제어실의 경우가 대표적인 하이브리드 환경이라 할 수 있겠다.

3. 하이브리드 주제어실 설계

하이브리드 환경하의 운전원 콘솔을 설계하기 위해선

디지털 기기와 아날로그 기기의 사용성 평가를 위한 기초연구가 필요하다. 본 연구는 디지털환경과 아날로그환경의 장단점과 특성을 지침과 문헌연구를 통해 비교분석하였다.

디지털환경과 아날로그 환경의 장단점 분석은 운전성, 유지보수성 및 거주성 측면에서 분석하였다. 운전성(operability)이란 운전원이 기기를 조작하고 시스템과의 상호작용을 통해 다시 필요한 조치를 내리는 것과 관련된 요소들을 뜻한다. 유지보수성(maintainability)이란 시스템은 정상적으로 운전하기 위해 행해지는 Hardware 혹은 Software 유지보수 작업과 그에 따른 비용 등과 관련된 요소들을 의미한다. 마지막으로 거주성(sustainability)이란 운전원이 운전 및 편의설비 이용을 위해 움직이는 것과 관련된 요소들을 의미한다.

3.1 주제어실 디지털 환경 기반 설계의 장단점 분석

<표 1>에서 보듯이 디지털은 아날로그에 비해 운전성, 유지보수성, 거주성 측면에서 많은 장점들을 가지고 있으나 그에 비해 단점 또한 많은 것이 사실이다. 디지털로 정보를 처리하더라도 사람에게 보이기 위해 다시 아날로그 형태로 바꾸는 것은 아날로그 방식의 Display가 디지털에 비해 주요 정보와 관련된 다른 정보를 많이 알려준다는 장점이 있기 때문이다. 이와 같은 이유로 오늘날의 많은 디지털 기기들이 내부적인 신호는 디지털로 처리하고 display는 아날로그 형태로 보여주고 있다[2].

3.2 주제어실 하이브리드 환경 설계의 장단점 분석

하이브리드 환경 기반의 설계는 기존 아날로그설계에 디지털 환경 요소가 혼합되면서 정보처리 관점에서 많은 이득을 얻을 수 있다. 작업자의 정신모형은 아날로그 지식표상을 가지고 있으므로 상황인식을 효과적으로 할 수 있지만 정확한 수치를 읽는데 다소 신뢰성이 떨어진다. <표 2>는 운전성, 유지보수성, 거주성 측면에서 아날로그 환경의 장단점을 기술하였다.

3.3 인간공학적 설계요소 비교

각종 문헌 및 지침내용의 분석을 통해 기술된 디지털과 아날로그 환경의 장단점을 인간공학적 설계요소별로 아날로그 및 디지털의 특성을 비교해 보았다. 관련된 지침의 내용이 광범위해서 지침 내용의 분석기술은 각종 지침의 내용과 구조를 일원화한 연구에 기초하고 있다[5, 6]. 일원화연구에서는 인간공학적 요소들의 통합지

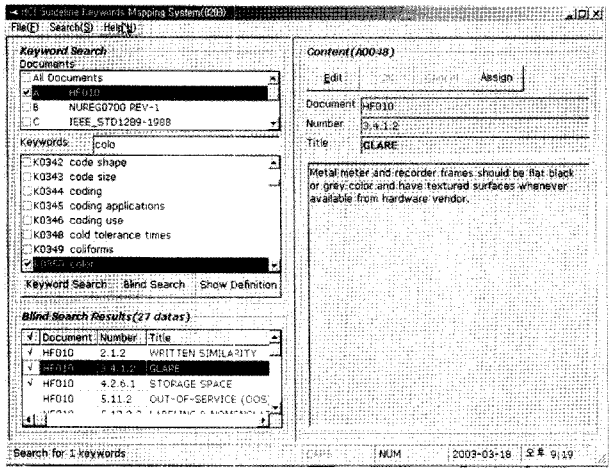
<표 1> 디지털 환경의 장단점 분석결과(숫자는 참고문헌번호임)

	장 점	단 점
운전성	◦ 사람이 직접 수행하기 어려운 기능들을 자동화해 편리함[6] ◦ 복제, 복구 및 에러수정의 용이[7, 21] ◦ 디지털기술이 도입된 제품들 기능이 다양함[6] ◦ 정확한 수치전달이 가능[2] ◦ 정보의 이동능력 및 속도의 극대화[7] ◦ 정보의 가공이 쉽게 이루어지며, 다양한 형태로 변형이 가능[7, 21] ◦ 디지털 정보는 다 채널화가 가능하기 때문에 양방향 정보전달이 가능[7, 21] ◦ 다양한 종류의 정보 상호호환성을 높임[7] ◦ 아날로그에 비해 얼마나 '많은' 정보를 전달하느냐에 관해서는 디지털이 앞선다[2]. ◦ 자동화의 수준을 높이면 정상상황에는 운전원의 직무부담이 감소[19] ◦ 정보의 전송 시 손실이 없음[21]	◦ 다양한 기능들을 활용하기 위한 조작 방법이 복잡함[6, 7] ◦ 정보량의 크기가 커짐[7] ◦ 자료를 디지털방식으로 처리하더라도 사람에게 보이기 위해 다시 아날로그 형태로 변환되는 경우가 많음[6] ◦ 전달되는 수치의 전후 상황을 가늠하기 힘듦[2] ◦ 디지털피로와 전자파의 문제[8] ◦ 물질적인 부분이 없으며 내용도 미리 확인할 수 없음[6] ◦ 원하는 작업 화면을 찾아가기 위한 내비게이션의 이용 등과 같은 인지적 부하의 증가[1] ◦ 자동화 수준을 높이면 비정상 상황에서는 시스템에 대한 지식을 제대로 이용하지 못하는 현상을 초래함[19]
유지보수성	◦ 비트의 형태로 변환된 자료는 기존의 종이나 테이프 등에 수록된 자료에 비해 대량 생산과 전송, 변형 등이 쉽고 편리하며, 특히 생산과 전송 과정에서 물질 자원이 소요되지 않아 비용도 거의 들지 않음[6] ◦ 반복된 자료의 사용에도 질이 떨어지지 않음[6, 21] ◦ 원본과 복사본의 품질이 동일함[6] ◦ 정보가 왜곡, 손실되지 않으므로 이를 압축하는 것이 가능[7, 21] ◦ 대용량 정보저장이 가능[21] ◦ 아날로그에 비해 기기의 교체비용이 적음[3]	◦ 사용자가 처리과정을 보지 못하게 함으로써 제품이 이상해지거나 고장이 나도 수리하기 어려움[6] ◦ 일부 데이터의 파손 시 전체를 버려야하는 경우도 있음[8] ◦ 원본 자료의 불법복제가 쉬움[6] ◦ 물질적인 부분이 없으며 내용도 미리 확인할 수 없다[6].
거주성	◦ 컴퓨터를 이용하여 한 자리에 앉아서 다양한 제어가 가능[1]	◦ 주위 환경과 편의설비가 잘 설계되어있지 않을 경우 운전원의 행동부하가 늘어남[18]

<표 2> 아날로그 환경의 장단점 분석결과(숫자는 참고문헌번호임)

	장 점	단 점
운전성	◦ 아날로그 방식디스플레이는 정보를 한눈에 알아볼 수 있으며 주정보와 관련된 기타정보들을 알기 쉬움[2] ◦ 기기의 단순화로 인한 인지적 부하의 감소[7] ◦ 어떻게 정보를 전달하느냐에 관해선 아날로그가 앞섬[2]	◦ 정보의 왜곡성이 심하여 재생 시에 정보의 질이 저하되고 단 방향으로 정보가 이동[7] ◦ 신속하지 못함[8] ◦ 불편한 전송[8] ◦ 원하는 작업수행을 위한 움직임의 증가로 인한 신체적 부담의 증가
유지 보수성	◦ 기기의 단순화로 인해 고장원인 규명이 쉬움[4]	◦ 복사된 자료의 질이 원본보다 떨어질 수 있음[6] ◦ 디지털에 비해 기기교체비용이 높음[3]
거주성	◦ 넓게 퍼진 기기들을 제어하기 위한 운전원의 움직임이 디지털에 비해 많음[1] ◦ 주위 환경과 편의설비가 잘 설계되어있을 경우 운전원이 편리하게 시스템을 조작할 수 있음[18]	◦ 주위 환경과 편의설비가 잘 설계되어있지 않을 경우 운전원이 자주 움직여야 하는 불편이 있음[18]

침을 개발하기 위해 국방 기관 및 항공 기관의 인간공학 지침서, 국제 기준 등 8개의 주요 지침서를 통해서 1,148개의 가이드라인을 수집하였다. 수집된 많은 가이드라인에서 지침의 구조나 내용이 상당부분 중복되어서 실험실의 연구원들의 브레인스토밍과 정보표시지침 개발방법과 같은 각 가이드라인의 구조 분석을 통해 가이드라인의 내용을 파악하여 비슷한 가이드라인의 통합작업이 수행되었다. 지침 구조 및 내용의 정확하고 신뢰성있는 분석을 위해 각 지침별 키워드를 설정하여 keymapper라는 DBMS를 통해 중복내용을 확인하였다<그림 1>.



<그림 1> 지침추출 DBMS(Keymapper)

이러한 특성들은 작업자, 기계, 인터페이스로 구성되어 있는 인간기계시스템(HMS) 구성요소에 주변 환경적 요소를 더한 인적 요소, 기계적 요소, 상호작용 요소, 환경적 요소로 나누어 그 특성을 비교하였다.

여기서 인적 요소란 주제어실의 구성 요소 중 작업자 즉, 운전원과 직접, 간접으로 관련된 제반 요소에 해당하는 것으로 주로 운전원의 작업 자세나 작업에 따른 질환, 정신모형 등과 같은 물리적, 인지적 요소와 관련된 부분으로 본 자문에서는 운전원의 작업 자세에 따라 사용되는 책상, 의자 등의 설계와 배치도 이 항목에 포함하였다. 기계적 요소는 하드웨어적인 부분으로 운전원이 작업하는 대상이며 MCB나 운전원 콘솔 상의 기기나 정보의 표시 및 제어 장치 등이 있다. 상호작용 요소란 Feedback과 Error Management와 같이 운전원과 조작기기를 이어주는 역할을 하는 인터페이스 요소를 의미하는 것으로 Control과 Display에 대한 부분으로 나눌 수 있다. 마지막으로 환경적 요소는 운전원과 시스템 주변의 주위 환경에 대한 것으로 조명, 소음, 진동, 자기장 및 전기장, 온도 및 습도, 환기에 대한 부분이 해당된다.

<표 3>은 인적 요소, 기계적 요소, 상호작용 요소, 환경적 요소에 포함될 수 있는 디지털과 아날로그의 대표적인 특성들에 관해 나열한 것이다. 이를 통해 아날로그에서 디지털로 환경이 바뀌면서 나타나는 특징은 VDT 기반으로 직무가 바뀌면서 화면 설계 및 상호작용에 대한 비중이 커졌다는 점이다. 물리적으로 제한된 화면에서 감시와 제어를 위한 직무수행이 다른 요소들에도 영향을 끼친 것으로 생각해 볼 수 있다. 환경적 요소 부분에서는 직무에 따른 조명 수준을 제외하고는 디지털과 아날로그가 공통된 특징을 가지고 있다.

4. 운전원 콘솔에 대한 인간공학적 설계

운전원 워크스테이션은 위에서 언급된 여러 HSI 요소를 운전원 업무에 맞게 인간공학적 관점에서 체계적으로 구성되어야 한다. 일반적으로 원전 워크스테이션의 종류에는 입좌식 워크스테이션(sit-stand workstation), 입식 콘솔(stand-up console), 좌식 콘솔(sit-down console), 수

<표 3> 인간기계시스템구성요소별 디지털 및 아날로그 환경 특징 도출 결과

	디지털 환경	아날로그 환경
인적 요소	◦ 아날로그 환경에 비해 육체적 부담은 줄었으나 정보량이 커짐으로 인한 인지적 부하의 증가 ◦ 디지털 피로 및 VDT 증후군과 같은 질환에 노출 가능성 ◦ 물리적 접근성 측면에서 제약이 거의 없음 ◦ 자동화의 수준을 높이면 정상상황에는 운전원의 직무부담이 감소하나, 비정상 상황에서는 시스템에 대한 지식을 제대로 이용하지 못하는 현상을 초래함 ◦ 않은 자리에서 대부분의 제어가 가능함 ◦ 유연한 배치가 가능함	◦ 디지털 환경에 비해 인지적 부하는 적으나 넓게 펴진 control 기기들을 조작하기 위한 육체적 부담의 증가 ◦ 복잡한 배치의 경우 원하는 작업대로 이동하는데 시간이 걸려 접근성에 제약을 받을 수 있음
기계적 요소	◦ LCD 등과 같은 새로운 Display Unit의 등장 ◦ LDP를 이용한 감시 ◦ 기존제어장치 외에 컴퓨터 기반의 제어기기의 등장 ◦ 기기의 가격이 싸고 유지 보수가 쉬우나 고장의 원인을 찾기가 어려움 ◦ 아날로그 기기에 비해 소형화 및 다기능화를 통해 공간점유 및 배치 측면에서 유리 ◦ soft control의 경우 반응시간이 충분히 빠를 정도의 computer가 있어야 함	◦ 기존제어장치를 이용하여 제어하고 기기에 있는 게이지를 통해 정보를 전달받음 ◦ 디지털에 비해 유지 보수에 비용이 많이 들고 어렵다. ◦ 디지털 기기에 비해 크기가 크고 control 기기에 할당된 기능의 한계로 인해 공간 점유 및 배치 측면에서 불리
상호 작용적 요소	◦ Computer Control Device를 이용하여 VDT상의 Soft Control을 조작하여 작업을 수행 ◦ VDT를 이용하여 제어 및 정보표시가 이루어지므로 실제 기기를 조작시 느껴지는 tactile한 부분의 feedback이 약함 ◦ 에러의 복구 및 수정이 용이함 ◦ 원하는 작업 화면을 찾아가는 내비게이션의 역할이 중요 ◦ GUI를 이용하여 기존 아날로그 환경에서 기계에 붙어있던 게이지를 VDT상에 재현하여 정보를 전달함 ◦ 다양한 기능을 활용하기 위한 조작 방법이 복잡 ◦ 물리적으로 제한된 화면에서 control 및 정보전달이 이루어지므로 숨겨진 기능 및 정보에 대해 표시가 있어야 함 ◦ Navigation 문제의 경우 정보를 시스템과 직무 중 어느 것을 중심으로 설계하는지가 관건임	◦ control을 직접 조작하므로 soft control 조작 시에는 느낄 수 없는 tactile한 부분의 feedback이 있음 ◦ 디지털에 비해 아날로그 형식의 display는 주 정보와 관련된 보다 많은 정보를 전달할 수도 있다. ◦ Moving scale이나 Moving pointer와 같은 게이지가 정보 전달의 주 수단이다. ◦ control과 display간의 양립성 등과 같은 정신모형의 고려가 필수적임
환경적 요소	◦ VDT 상의 작업을 고려할 경우 아날로그에 비해 낮은 조명 수준이 요구된다. ◦ 스크린 반사에 의한 눈부심 현상이 발생 ◦ 적정 휘도비와 조도비를 맞추기가 어렵다 ◦ 다수의 컴퓨터 장비에 의한 소음 발생	◦ 멀리 있는 여러 Control기기들을 조작하기 위해 디지털에 비해 높은 조명수준이 요구된다.

직패널(vertical panel), 데스크(desk) 등이 있다. 원전지침(NUREG0700)에서 언급한 원전 운전원의 작업 수행도에 영향을 미치는 워크스테이션 설계 시 주요 고려사항은 다음과 같다.

- 워크스테이션 높이(예 : 운전원이 올려다 봐야하는 워크스테이션의 높이)
- 콘솔과 입좌식 워크스테이션의 벤치보드 경사, 기울기 각, 깊이(예 : 적절한 손의 도달범위, 사무공간의 제공)
- 제어장치의 위치(예 : 제어장치를 배치하는 최고 최저 높이, 워크스테이션의 가장자리부터 제어장치가 위치한 거리)
- 정보표시 장치의 위치(예 : 정보표시 장치를 배치하는 최고 최저 높이, 시선에 고려한 방향, 시거리(viewing distance), 정기적, 비정기적으로 감시되는 정보표시장치의 위치
- 하나의 콘솔이나 워크스테이션에 제어장치와 정보표시 장치의 측면 배치
- 워크스테이션에서 다리와 발의 여유 공간

위에서 언급한 하이브리드에 대한 특성을 바탕으로 하이브리드타입 운전원 콘솔 설계에 대한 인간공학적 설계지침을 개발하였다[17, 18, 31]. 인간공학적 설계지침은 NUREG0700 Rev.2를 포함한 원전지침과 ISO 등 일반 인간공학 지침을 참조하였다.

인간공학적 요소 중 인적 요소에서는 전용 및 공용 콘솔과 MCB 접근 및 이용에 따른 운전원의 작업 자세나

운전원 편의, 콘솔의 배치와 같은 항목이 포함되었고 기계적 요소 부분에서는 전용 콘솔에서 사용될 VDT의 화면을 제어하기 위한 컴퓨터 기반의 제어 기기들과 VDT로 사용될 평판디스플레이(FPD) 중에서 현재 채택예정인 LCD, 그리고 유지보수에 대한 항목이 언급되었다.

상호작용 요소에서는 화면의 요소들을 조작할 direct manipulation과 같은 항목과 기기 조작에 따른 상호작용, 전용콘솔 개념의 MCB에서의 control과 tag에 대한 배치를 중점적으로 언급하였다.

마지막으로 환경적인 부분에서는 직무별 조명수준을 제외하고는 디지털과 아날로그, 하이브리드 모두가 같은 내용이기에 하이브리드 환경에 적합하다고 여겨지는 직무를 가려내고 그에 따른 조명수준을 언급하는 것에 중점을 두었다.

개발된 구체적인 지침 내용은 운전원콘솔 자문보고서 [한국전력기술, 2007]에 자세히 기술되어 있으므로 본 논문에서는 생략하도록 한다.

5. 운전원 콘솔에 지침의 적용

앞의 과정을 통해 얻어진 하이브리드의 특성과 지침들을 가지고 개선예정인 고리 1호기의 콘솔을 평가하기 위해 적용시켜 보았다. 개선 예정인 고리 1호기에서는 주제어실 설계를 VDT 기반의 감시 및 제어를 통한 디지털 환경을 부분적으로 도입하려고 하고 있으며 설계 단계부터 인간공학적 설계요건을 심도 있게 적용하려고 기획 중에 있다. 또한 기존 아날로그 형태의 주제어실에 없었던 운전원 전용 콘솔의 개념을 직무분석을 통해 도입 가능성을 타진하고 있으며 하이브리드 환경 하에서 새로운 운전원 콘솔의 구성 및 배치를 시도하고 있다. 즉, 운전원들이 개인별 VDT를 이용한 전용 콘솔로 혹은 개별 운전원 전용콘솔을 기능적으로 통합한 공용 콘솔을 통해 모니터링을 하고 인지된 정보를 가지고 MCB 상에서 필요한 조작이 이루어지는 작업 방식을 선택할 예정이다.

6. 결론 및 기대효과

본 연구결과 개발된 인간공학적 콘솔 설계지침은 하이브리드 형태로 설계예정인 고리 1호기 주제어실에 적합한 운전원 콘솔 형태와 배치를 인간공학적 지침 기반의 설계 및 평가를 통해 결정함으로써 향후 발전소의 운전성과 거주성 그리고 유지보수성을 향상시킬 수 있다. 또한, 추후 다수의 VDU를 이용하여 발전소를 감시하는 하이브리드 형이나 첨단형 주제어실 설계 시 운전원 콘솔 설계 자료로 활용 가능하며 개발된 콘솔 및 배치에 대한 인간공학 지침과 체크리스트를 사용하여 교체예정인 다른 기존 발전소 주제어실 평가 및 대안을 제시할 수 있을 것이다. 물론 디지털과 아날로그가 결합된 형태의 인간기계시스템의 인간공학적 설계 및 평가에 매우 유용한 자료가 될 것이다.

참고문헌

[1] 장성필; 개량형 정보표시 평가항목의 중요도 선정에 관한 연구, 금오공과대학교 : 1-3, 2003.

[2] 이재환, 배예나; 디지털과 아날로그 컨트롤패널이 사용자 인터페이스에 미치는 영향에 관한 연구, 한양대학교, 2001.

[3] Jain, L. C. and Jain, R. K., 이상배 역; 하이브리드 지능시스템, 도서출판 그린 : 12, 1999.

[4] 컴퓨터 용어 대사전, 영진출판사 : 62, 499, 2000.

[5] 이재혁; 디지털환경에 있어서 제품디자인의 요소분석에 관한 연구, 삼척대학교 : 6-8, 2005.

[6] 이구형; 디지털 제대로 이해하기-인간을 위한 감성 디지털 강의, 지성사 : 14, 24-25, 30, 32, 2004

[7] 이기정; 디지털 문화로 인한 물리적 환경의 변화가능성 예측 연구, 연세대학교, 2000.

[8] http://blog.empas.com/behamoth/14905337.

[9] KOPEC, 고리 1호기 주제어실 설계개념, 한국수력원자력주식회사, 2006.

[10] 차우창; 개량형 정보표시 설계 평가기술에 관한 연구Ⅲ, 한국원자력안전기술원, 2005.

[11] 차우창; 첨단 정보표시 기반 제어실 설계 평가기술(Ⅰ), 한국원자력안전기술원, 2006.

[12] Nuclear Regulatory Commission, Human-System Interface Design Review Guideline(NUREG-0700 Rev.2), U.S. Nuclear Regulatory Commission, 2002.

[13] Dept. of Defense Design Criteria Standard, Human Engineering (MIL-STD-1472F), U.S Army AviaTion and Missile Command, 1999.

[14] Department of Transportation, Human Factors Design Guide (HFDG) Ch.13 Environment, Department of Transportation, 2003.

[15] Human Factors Engineering of Computer Workstations (BSR/HFES 100, Draft Standard for Trial Use), The Human Factors and Ergonomics Society, 2002.

[16] Man-Systems Integration Standards NASA-STD-3000,

Vol. I. II, Revision B, 1995.
[17] KOPEC; 고리 1호기 주제어반 개선방안 조사용역 제 3절 운전원 콘솔, 한국전력기술주식회사, 2006.
[18] KOPEC 기술보고서; 고리 1호기 인간공학지침서, 한국수력원자력주식회사, 2006.
[19] 정경훈, 윤완철, 함동한; 차세대 원전 주제어실 설계 기본개념의 인지공학적 평가, 한국경영과학회, 1996.
[20] 조현정; 디지털 패러다임과 아날로그 감성 커뮤니케이션에 관한 연구, 이화여자대학교, 2001.
[21] 이경은; 디지털 패러다임으로의 전환에 따른 효율적 디자인 프로세스에 관한 연구, 이화여자대학교, 2001.
[22] Richard L. Francis, Leon F. McGinnis, Jr., and John A. White; "Facility Layout and Location : An Analytical Approach," Prentice Hall, 1992.
[23] Sunderesh Heragu; "Facilities Design," PWS, 1997.
[24] James A. Tomkins, John A. White, Yavuz A. Bozer, and Tanchoco, J. M. A.; "Facilities Planning," Wiley, 1999.
[25] 조문수, 안재경, 김종화 공역; "통합정보화 시대의 공장설비계획 입지, 계획 그리고 설계", 사이텍미디어, 1999.
[26] 박양병, 문기주, 임석철, 조면식, 함주호, 공역; "산업물류를 의한 설비계획", 사이텍미디어, 1998.
[27] http://riot.ieor.berkeley.edu/riot/Applications/flap/.
[28] Meller, R. D., Narayanan, V., and Vance, P. H.; "Optimal Facility Layout Design," *Operations Research Letters*, 23(3-5) : 117-127, 1998.
[29] Muther, R.; "Systematic Layout Planning," Cahners Books, Boston, 1973.
[30] Murty, K.; "Linear and Combinatorial Programming," Wilely, New York, 1976.
[31] 김남철; 하이브리드 화경에서의 주제어실 설계 평가, 금오공대 석사학위논문, 2007.
[32] 정유나; 신고리 3, 4호기 환경디자인 자문 중간보고서, 색상설계, 2007.
[33] 한국전력기술; "미적설계미적설계 개념이 반영된 운전원 콘솔 형태와 배치를 위한 기술 자문 보고서", 2007.