

이동식전산화절차서 설계방안 선행연구

Jun-Hwan Sohn¹, Dae-Seung Park², Yeonsub Jung³

¹² Central Research Institute, Korea Hydro and Nuclear Power Co., (KHNP), Daejeon, 305-343, Korea

ABSTRACT

Objective: The aim of this study is to suggest the procedure editor for the mobile-Computerized Procedure System(m-CPS). The CRI-CPS(Central Research Institute-Computerized Procedure System) has no functionality for the local workers yet, but it will be implemented in the near future. The design requirements and the specifications are proposed for the procedure editor of the m-CPS based from the CRI-CPS. **Background:** Recently, digital MMIS(Man Machine Interface system) is applied in the Nuclear Power Plants(NPPs). The Computerized Procedures System(CPS) was developed to support the operators for the operating procedures to guides an operator through a complex process and reduce the workload by giving the right instructions, guide the operators in monitoring, decision making, and etc. The CPS can provide the specific information such as the plant data, the plant status, processes the data, and etc. The CPS has a layer and flow structure addition to what the paper-based procedure has. The CPS was based from the paper based procedure, and the development of the m-CPS is based from the CRI-CPS. The Engineering System(the computerized procedure editor) can write the procedural instruction as well as gather the plant information that the operator. After the procedure is installed to the system, the operator can get the live streaming information along with the instructions. These functionality can be performed by the MCR(Main Control Room) Operators and the local workers. **Method:** The computerized procedure is saved as the data file in the computer and instructions or information are saved into the file. The method for writing the procedure for the mobile computerized procedure shall be different than the computerized procedure because there are more functions to use it. **Conclusion:** The design requirements and the specifications have discussed in the paper. There could be more to discuss since the actual m-CPS has not been implemented yet. But more human errors can be reduced by the m-CPS and the m-CPS editor once the implementation is taken for granted.

Keywords: mobile-Computerized Procedure System, Engineering System, 전산화절차서 설계지원시스템, 전산화절차서, 이동형전산화절차서

1. Introduction

신고리 3,4호기는 우리나라 독자 기술로 개발한 신형경수로(Advanced Power Reactor, APR 1400) 노형의 원자력 발전소로서 해당 발전소의 주제어실은 컴퓨터기반 절차서를 이용하는 전산화절차서시스템(Computerized Procedure System)이 처음 적용되었다[1,2]. 절차서 수행 시스템(Procedure Execution System, PXS)은 MCR(Main Control Room: 주제어실)과 RSR(Remote Shutdown Room: 원격정지실)에서 절차서를 수행하는 시스템으로 CP(Computerized Procedure: 전산화절차서)가 PXS에 설치 및 실행된다.

컴퓨터 기반의 전산화절차서가 인적 오류 예방 및 운전 지원 기능을 제공하고 운전원들의 판단을 손쉽게 하기 위해 그래프 또는 논리와 같은 미리 계산된 값을 제공하여

운전원의 직무부하를 저감시킨다[3]. 이러한 인적오류저감 기능들을 현장, 즉 주제어실이외의 발전소 현장에서도 사용하기 위하여 이동형전산화절차서시스템(m-CPS)을 설계 중에 있다. m-CPS 편집기(Engineering System : 이하 ES) 또한 m-CPS와 동시에 개발이 되어야 하며 이는 인적오류 저감기능을 가진 m-CPS를 필요로 하기 때문이다.

전산화절차서 편집기(ES)는 전산화절차서를 작성하고 편집하는 PB(Procedure Builder)모듈과 절차서의 설계(분석), 확인, 검증, 시험을 수행하는 모듈로 구성되어있다.

본 논문에서는 m-CPS 작성기의 설계요건 및 필요기능들을 설명하고자 한다.

2. Overview of Engineering System

ES는 발전소의 전산화절차서편집기로서 PBDR(Procedure Builder Design Requirement:절차서 편집 설계요건서)의 기능요소들을 충족시키기 위하여 Microsoft의 Visual C++ 2008과 Nokia 의 QT 4.3.7 개발환경에서 구현되었다.

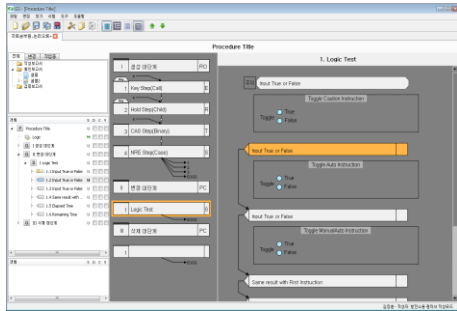


Figure 1. Engineering System

ES는 크게 3개의 모듈로 나뉘볼 수 있는데 XML 또는 데이터베이스 파일로 데이터를 저장하고 불러올 수 있는 I/O 모듈, CPS 시스템에서 사용되는 데이터를 관리하는 Procedure Manager, 그리고 사용자에게 데이터를 표현하기 위해서 사용되는 UI 모듈로 구성되어 있다.

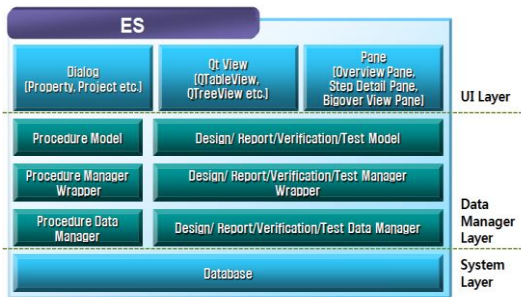


Figure 2. Layered architecture of Engineering System

3. m-CPS 편집기 필요기능

3.1 m-CPS의 필요정보 및 기능소개

기존 전산화절차서는 운전원들이 주 제어실의 워크스테이션에서 사용하는 절차서이며 이와는 별개로 m-CPS는 주 제어실과 현장간의 통신을 하며 진행되는 절차서이다. m-CPS의 필요한 요건 및 기능에 대해서는 선행조사가 이루어졌다[4]. 이에 대한 작성기능 또한 m-CPS에 맞추어 설계 및

개발 되어야 한다. m-CPS 작성기의 필요정보 및 필요기능은 아래와 같다.



Figure 3. Prototype of m-CPS

Table 1. Requirements information and functionality

필요정보	필요기능
현장영상	영상녹화기능
현장사진	사진촬영기능
현장기기상태정보 및 시험결과기록	현장상태표시기능 또는 수기작성기능
주제어실과 현장간의 대화채널	대화 또는 통신 기능
직무지원정보 및 현장제공정보	그림 및 변수 표시기능, 사진편집 또는 그리기 기능 (불러올 그림의 물리적 주소 확인필요)
주제어실의 선택확인정보	양방향 통신 및 제어기능
선택구역에 관한 정보	현장운전원의 결정선택표시영역 구분기능 및 안전터치영역
수행자와 확인자의 정보	동시확인, 독립확인 시 수행자 및 확인자 입력기능 (수기작성기능 또는 지문인식)
절차서 수행 시플래이팅	절차서의 지시문이 주제어실의 지시문인지 현장지시문인지 시플래이팅하는 기능

3.2 현장영상 녹화기능 및 촬영기능

현장에서 영상녹화 및 촬영의 경우 항시 발생할 수 있으므로 해당 기능을 실행할 수 있는 UI가 절차서 수행기에 나타나야 한다고 판단된다. 수행기를 내리고 영상녹화 또는 촬영 앱을 띄우는 방법이 있기는 하지만 편집기에서 기능버튼을 작성하여 특정 지시문에서만 활용가능한 방식이 아닌 수행기의 UI를 변경하여 직접 앱을 띄워야 한다고 관

단된다.

3.3 현장기기상태 표시기능

현장기기상태 표시기능의 경우 현재 어떤 상태로 동작하고 있는지에 대한 기록을 남겨야 하는 지시문으로 수기작성기능 또는 동작상황별 선택지문(예: 드롭다운 선택 또는 체크박스같은 형태) 작성기능이 편집기에 추가되어야 한다고 판단된다.

3.4 대화 또는 통신기능

현장에서 주제어실과의 대화가 필요할 때 사용되는 기능이므로 현장영상녹화기능과 같이 대화기능은 항상 쓰여야 하므로 수행기의 UI변경이 필요하다고 판단된다. 그리고 현장에서는 무선전송 대역폭이 적거나 현장이 시끄럽기 때문에 음성통화 또는 영상통화가 원활하지 않을 수 있으므로 메신저와 같은 통신기능 또한 필요할 것이라 판단된다.

3.5 직무지원정보 및 현장제공정보

기존 직무지원정보(펌프나 기기의 상태 또는 현재의 계측 값을 표현하는 정보)의 CPS 표시 방식은 분산제어계통에서 해당 정보를 가져오는 방식으로 되어있다. 이를 m-CPS 기기에 적용할 경우 무선전송 대역폭이 적어 그림을 가져오기에는 무리가 있을 수 있고 또한 분산제어계통에 직접 연결되지 않을 가능성이 있어 이러한 경우 기기에 표시되는 심볼의 그림을 m-CPS 기기에 저장하여 불러오는 방식으로 제공될 가능성이 있다. 그러므로 작성기에서는 사용되는 직무지원정보의 모음 중에 절차서에 표시되는 직무지원정보의 모음을 가지고 있어야 하며 절차서를 m-CPS에 설치 시에 이를 반영할 수 있는 기능을 가지고 있어야 한다고 판단된다.

3.6 주제어실의 선택확인정보

m-CPS의 주요 역할은 현장에서 사용돼오던 종이절차서를 대신하는 역할로 현장에서 절차서 사용시에 주제어실과 연관되어 주제어실의 확인이 필요한 부분을 m-CPS에서 확인하고 상호 확인을 통해서 절차가 진행되게 될 것이다. 편리성이 두드러지지만 만약 주제어실에서의 결정이 번복될 경우를 감안하여 m-CPS에서 주제어실의 번복 또한 확인이 가능해야 할 것이므로 편집기에서는 주제어실의 결정을 확인할 수 있는 기능이 필요할 것이라고 판단된다.

3.7 선택구역에 관한 정보

현장에서 m-CPS 즉 타블릿을 손에 들고 절차서를 수행한다고 가정할 경우 타블릿은 화면전체에 터치기능을 가지고 있기 때문에 화면의 좌측하단 또는 우측하단에 편하게 타블릿을 잡고 있을 공간을 만들어줄 필요가 있다고 판단되며 정전식패널의 경우 선택시에 감압식보다는 정확성이 떨어질 수 있으므로 이에 대한 부분을 고려하여 작성기의 기능을 만드는 것도 필요할 것이라고 판단된다(예: 위와 아래의 지시문 간격을 넓게 표기하여 선택편의성 제고).

3.8 수행자와 확인자의 정보

현장에서 수행자와 확인자의 서명 작성에 대한 기능도 고려해야 하는 사항이라고 판단된다. 작성기 기능 중 특정 서명 부분에서 수행자/확인자의 수기작성기능 또는 지문인식 기능으로 수행자/확인자의 서명이 필요하다고 판단된다.

3.9 절차서수행 시물레이팅

현장에서 사용되는 종이절차서에서는 주제어실 수행부분과 현장수행부분이 나뉘어있다. 종이절차서에서는 “주제어실의” 또는 “(기기명)에서”라는 형식으로 구분되어있다. 이를 주제어실에서 결정하는 부분인지 또는 현장에서 결정하는 부분에 대한 구별이 명확해야하나 작성시에 오류를 유발할 수 있으므로 절차서 수행부분을 시물레이팅해주는 기능과 함께 주제어실 판단부분과 현장판단부분의 색상을 달리하여 구분하여 작성하는 기능이 필요하다고 판단된다.

4. Conclusion

본 논문에서는 추후 개발될 이동형전산화절차서(m-CPS) 작성기의 필요기능에 대해 설명하였다. 필요기능을 사용하기 위해서는 편집기에서 필요기능 작성방법과 사용방법을 강구해야 하며 기능활용 방안을 선정해야 한다. m-CPS의 타블릿에는 한글파일 또는 워드파일을 로딩하여 기존 종이절차서 작성방식처럼 파일 위에 그림을 입혀 사용할 수도 있겠지만 이와 같이 사용한다면 인적오류저감 또는 이동형전산화절차서의 장점을 활용 못하게 될 것이므로 m-CPS에 특성화된 수행기 개발이 필요하다.

본 논문에서 제안한 작성기능 외에 인적오류저감 방법이 더 있을 것이라고 판단되며 추후 연구 개발과 기능 개선을 통해 인적오류를 줄이고자 노력할 것이다.

References

- [1] Sungjin Lee, Yungoo Kim, Hyunnam Kim, "Implementation of Concurrent State-based Procedure Execution Using the Hierarchical State Machine and the Active Object", Transactions of the Korean Nuclear Society Autumn Meeting Jeju, Korea, October 21-22, 2010
- [2] No Kyu Seong, Yun Goo Kim, Yeong Cheol Shin, "The design of engineering system for verification and validation of computerized procedure" proceedings of the Korea Intelligent Information System Society Spring Conference, 2011
- [3] Computer-Based Procedure Systems: Technical Basis and Human Factors Review Guidance, NUREG/CR-6634.
- [4] Sungjin Lee, No Kyu Seong, Yeonsub Jung, "Mobile Computerized Procedure System for the Improved Situation Awareness among Field Workers and Main Control Room Operators", Transactions of the Korean Nuclear Society Autumn Meeting Gyeongju, October 2013.

Author listings

Jun-Hwan Sohn: sjh66@khnp.co.kr

Highest degree: B.S, Electricity and Electronic Engineering, Songwon University

Position title: Senior Manager, Central Research Institute, Korea Hydro and Nuclear Power Co.,(KHNP)

Areas of interest: Human Factors Engineering, MMI, I&C System

Dae-Seung Park: thepark@khnp.co.kr

Highest degree: M.S, Information and Communication Technology Management, Korea University of Science and Technology

Position title: Researcher, Central Research Institute, Korea Hydro and Nuclear Power Co.,(KHNP)

Areas of interest: Human Factors Engineering, MMI, Power System

Yeon-Sub Jung: ysjung@khnp.co.kr

Highest degree: M.S, Department of Chemistry, Seoul National University

Position title: Group Leader, Central Research Institute, Korea Hydro and Nuclear Power Co.,(KHNP)

Areas of interest: Human Factors Engineering, Operator Experience, MMI, Power System, Process Optimization