

# 설계 요건 중심의 인간-시스템 인터페이스 개발 프로세스

함 동 한\*

\*영국 미들섹스 대학교 전산학부

## Design Requirements-Driven Process for Developing Human-System Interfaces

Dong-Han Ham\*

\*School of Computing Science, Middlesex University, UK

### Abstract

Development of human-system interfaces (HSI) supporting the interaction between human and automation-based systems, particularly safety-critical sociotechnical systems, entails a wide range of design and evaluation problems. To help HSI designers deal with these problems, many methodologies from traditional human-computer interaction, software engineering, and systems engineering have been applied; however, they have been proved inadequate to develop cognitively well engineered HSI. This paper takes a viewpoint that HSI development is itself a cognitive process consisting of various decision making and problem solving activities and then proposes a design requirements-driven process for developing HSI. High-level design problems and their corresponding design requirements for visual information display are explained to clarify the concept of design requirements. Lastly, conceptual design of software system to support the requirements-driven process and designers' knowledge management is described.

Keywords : Human-System Interfaces, Design Process, Design Requirements, Design Knowledge

### 1. 서론 및 연구배경

정보기술이 산업시스템에 도입된 후에 시스템 내의 기능 및 직위가 자동화 및 정보화되면서 시스템의 설계 및 평가 문제가 더 복잡해지고 있을 뿐만 아니라 이전에는 존재하지 않았던 새로운 형태의 문제들이 등장하고 있다[4, 8]. 또한 자동화가 발전하면서 시스템의 안전 및 성능이 향상된 것이 사실이지만, 새로운 안전 및 성능 문제를 유발 시키고 있다[9]. 이는 인간과 시스템간의 상호작용이 물리적/육체적인 특성에서 인지적인 특성이 강화되는 쪽으로 발전해간다는 사실과 자동화 아이러니(자동화 설계의 주체가 인간이기에 설계의 오류가 있을 수 있고 이러한 오류 상황에서의 문제 해결자 역시 인간일 수밖에 없다는 사실)로부터 가장 큰

이유를 찾을 수 있다[5].

자동화 및 정보화가 발전할수록 역설적으로 시스템 안전 및 성능의 핵심 요소가 인간이 된다는 사실은 지난 20년간의 수많은 사례가 입증하고 있다[7].

자동화 및 정보화된 시스템의 안전 및 성능을 제고하기 위해 시스템과 인간의 상호작용을 중심으로 다방면으로 연구가 이루어져 왔다. 인간-시스템 인터페이스, 지능적 자동화 및 정보지원 시스템, 인지적 직무 분석, 인적 오류 및 신뢰도, 안전사고 해석 및 관리 등이 대표적인 연구 분야이다[16]. 특히 이러한 시스템에서의 인간-시스템 인터페이스(HSI: Human-System Interfaces)는 인간과 시스템간의 상호작용이 이루어지는 부분으로 인간의 작업 수행도에 결정적 영향을 미치기 때문에 가장 큰 관심의 대상이 되어 왔다[10].

† 교신저자: 함동한, 6 Barrydene Oakleigh Road North Whetstone London N20 9HG UK

M · P: 44-20-8411-5284, E-mail: donghan.ham@gmail.com

2008년 1월 접수; 2008년 2월 수정본 접수; 2008년 2월 게재확정

HSI는 인간이 (자동화 및 정보화된) 시스템 상태에 관한 정보를 획득하고 시스템을 제어 및 조작할 수 있도록 해주는 대표적인 인지적 인공물(cognitive artefact)이라 할 수 있다 [15].

광의적인 의미로 HSI는 인간이 만든 자동화 및 정보화 기반의 모든 인공적 시스템에 적용이 되는 용어이다.

그러나 안전이 특히 강조되는 대형 시스템에서 HSI 용어가 범용적으로 사용되는 반면에 정보화 가전에서의 HSI는 사용자 인터페이스(UI: User Interfaces)라는 용어가 더 일반적으로 사용되어 있다[12]. 그래서 HSI는 안전성에 초점을 둔 인터페이스, UI는 사용성에 초점을 둔 인터페이스라는 구분을 갖고 많은 사람들이 연구해 온 것이 사실이다[12]. 그러나 모바일폰 및 스마트PC의 예에서 볼 수 있듯이 정보화 가전의 논리적 시스템 특성이 점점 복잡해질 뿐만 아니라 보안성 및 안전성도 이들 제품에서 점점 강조가 되고 있어 위와 같은 구분은 점점 사라지고 있다[6]. 그러나 본 논문에서는 안전이 강조되는 대형 시스템에서의 HSI를 대상으로 한다.

이 논문에서 다루고자 하는 HSI가 사용되는 대표적인 작업 환경으로 예를 들 수 있는 것이 원자력발전소의 주 제어실, 항공관제센터, 항공기 및 우주선의 조종실, 병원의 중환자실, 종합교통관제센터, 응급차 파견센터 등이다. 이들 작업 환경에서는 CRT 기반의 정보 디스플레이, 경보체계, 전산절차서, 대형 정보화면으로 구성된 HSI를 활용해서 협업 기반으로 인지적인 직무가 주로 발생한다는 공통점을 지니고 있다[4, 8, 16].

정보기술이 본격적으로 HSI 개발에 도입되기 이전의 HSI들은 이를 활용해 인지적인 직무를 수행해야 하는 인간의 정보처리 측면에서 본다면 많은 문제점을 내포하고 있다[5]. 예로 원자력발전소의 기존 제어실은 하나의 정보를 하나의 표시기에 보여주는 SSSI (Single Sensor Single Indicator) 형태의 인터페이스였다. 그러나 이러한 인터페이스 환경에서는 정보의 획득 및 통합화, 정보의 추상화, 탐색 및 귀납적 추론 등을 효과적으로 지원할 수 없었다[10]. 유명한 미국의 Three Mile Island 원자력발전소의 대형사고도 부적절하게 설계된 인터페이스에서 비롯된 것으로 알려져 있다[5].

그래서 컴퓨터 그래픽, 인공지능 기술, 소프트웨어 기술 등을 활용한 새로운 형태의 HSI가 지난 20년간 많이 연구되어 왔다. 그럼에도 불구하고 아직까지 대형 시스템에서의 HSI의 개발활동과 관련해 해결해야 할 과제가 많이 남아 있다.

앞에서도 언급한대로 대형 시스템의 HSI 개발은 이전의 어느 시스템 개발 활동보다 높은 복잡도를 지닌다. 이는 시스템 공학적 프로세스의 관점에서 볼 때 고려해야 하는 요구사항의 범위가 방대하고 종류도 다양

함을 의미한다. 각종 정보기술의 효용성을 극대화해서 전체 시스템의 성능과 안전을 제고하는데 효과적인 HSI를 개발하기 위해서는 시스템, 인간 작업자, (인지적) 직무, 작업 조직 등을 시스템 개발 초기단계부터 총체적으로 고려할 필요가 있다. 그런데 기존의 인간-컴퓨터 상호작용, 소프트웨어 공학, 시스템 공학에서 제공하는 방법론의 단순한 적용으로는 디지털 기반의 HSI를 개발하는데 한계가 있었다[5, 8].

본 논문에서는 예전과는 다른 설계 특성을 갖는 HSI 설계를 어떤 방식으로 진행하는 것이 좋은가에 대해서 프로세스 관점에서 논의한다. HSI의 설계 과정보다 하나의 인지적인 문제해결 및 의사결정의 과정으로 생각하고 중요한 HSI 설계 문제의 파악 및 해결을 도와주는 설계 요건을 중심으로 하는 설계 프로세스를 제안한다.

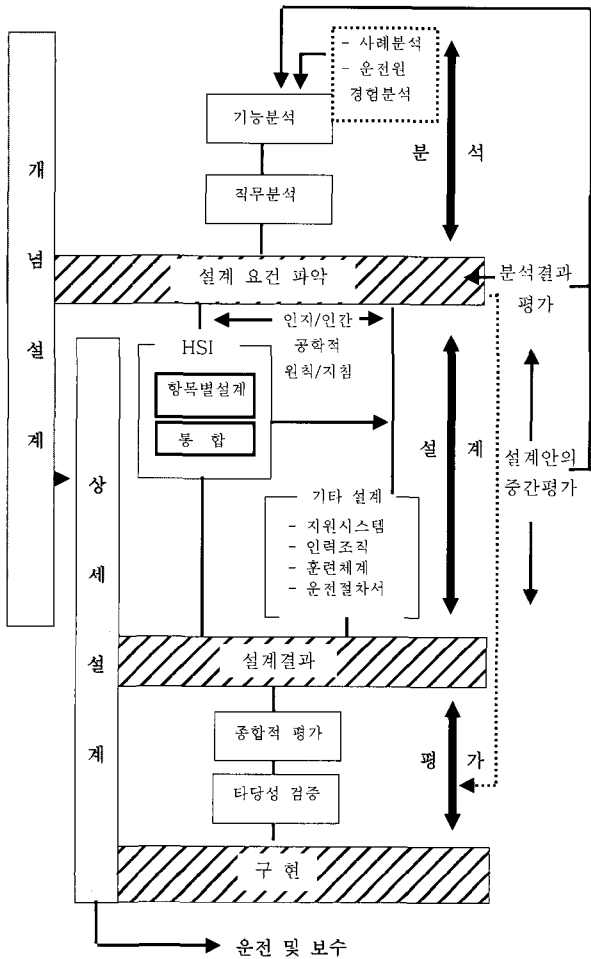
또한 설계 프로세스의 핵심인 설계 요건을 HSI의 핵심적 구성요소인 정보 디스플레이의 설계 문제를 중심으로 설명한다. 마지막으로 제안한 프로세스의 추진 및 설계 관련 지식의 체계적인 축적을 지원해줄 수 있는 정보지원시스템의 개념설계를 기술한다.

## 2. HSI 설계 프로세스

### 2.1 HSI 설계 프로세스의 개요

<그림 1>은 대형 시스템의 HSI 개발을 위한 일반적인 프로세스를 보여준다. 미국 NRC(Nuclear Regulatory Commission)의 NUREG-0711[14], Rasmussen et al.의 인지시스템공학적 프로세스[9], Hollnagel and Woods의 결합인지시스템 프로세스[4], Rouse의 시스템 개발 프로세스[11] 등 HSI 개발에 많이 참고가 되고 있는 방법론과 기존의 인간-컴퓨터 상호작용, 소프트웨어 공학 및 시스템 공학의 문헌들을 참고하고 신형 원자력발전소 주 제어실 개발과정의 경험에 의거해 종합한 것이다. 이러한 일반적 프로세스가 HSI의 구성 요소인 정보디스플레이 설계에 어떻게 적용되는가에 대한 좋은 예를 Ham의 Ecological Interface Design(EID)연구에서 찾을 수 있다[2, 3].

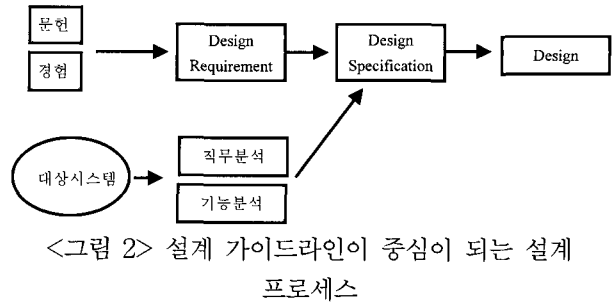
이 개발 과정에서 강조하는 바는 평가가 설계와 병행적으로 동시에 이루어져야 하고 반복 설계가 요구된다는 점이다. 또한 설계 요건이 평가에 그대로 적용된다는 점이다. 그런데 이러한 개발 과정은 더욱 구체화되어 설계자들이 적용할 수 있는 실제적인 프로세스와 정보관리 체계로써 제공되어야 한다.



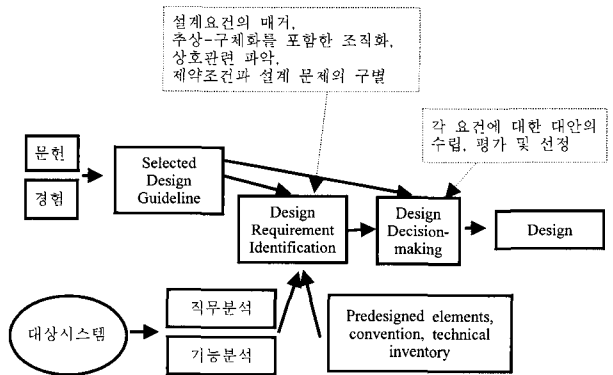
<그림 1> HSI에 적용 가능한 개발 프로세스

## 2.2 HSI 설계 프로세스 수립의 원칙

현재까지 HSI의 개발은 설계 가이드라인이 설계 사항을 만족하는가를 검토하는 방식이었다[14-15]. 그림 2는 이러한 방식의 흐름을 보여주고 있다. 그런데 이러한 가이드라인 운용이 중심이 되는 설계 프로세스는 여러 한계를 지니고 있다[1]. 우선적으로 가이드라인은 설계과정에서 설계자의 직관력 내지는 창의력을 발휘할 수 있는 환경을 적절히 제공하지 못한다. 가이드라인의 가장 큰 약점은 가이드라인이 매우 일반적인 성격을 지니는 반면에 설계 문제는 통상 특정적이라는 점이다. 설계 과정은 본래 변화 다양하고 직관적인 문제해결 및 의사결정이 수반된다는 점에서 가이드라인은 실제적인 설계의 지원에 한계가 있다. 이러한 이유로 가이드라인을 특수성을 지니도록 만드는 것도 한계가 있다.



<그림 2> 설계 가이드라인이 중심이 되는 설계 프로세스



<그림 3> 설계 조건 중심의 설계 프로세스

<그림 2>와 같은 가이드라인 중심의 설계 프로세스의 약점을 다음과 같이 설명할 수 있다[1]. 첫째로 가이드라인 중심의 설계 요건은 설계의 방법이라기보다는 설계 결과에 대한 제약이다. 둘째로 분석 결과가 요건 도출에 제대로 반영이 되지 않는다. 셋째로 설계 과정에서 대안 도출을 지원해주지 못하고 있다. 넷째로 설계 요건/사양은 단지 산출물이자 설계 과정의 주체가 아니다. 마지막으로 이러한 프로세스에는 문제풀이의 과정이 모두 생략되어 있다.

이러한 단점을 극복하기 위한 새로운 설계 프로세스가 요구된다. 이 프로세스는 설계자가 설계 문제와 대안 도출을 보다 쉽게 하는데 도움이 되고 설계 결과를 제약하기 보다는 설계 목표를 달성하도록 하는 적극적 실천의 기반이 되어야 한다. 우선 새로운 설계 프로세스가 지녀야 할 특성은 다음과 같다. 첫째로 설계 과정과 설계 지식은 설계 요건을 중심으로 정리되어야 한다. 둘째로 평가와 설계는 요건으로써 서로 대응되어야 한다. 셋째로 프로세스는 간명해야 하고 자연스럽게 문서화로 이어져야 한다. 넷째로 실제적인 설계 문제가 프로세스의 중심이어야 한다. 다섯째로 설계 요건은 개념적으로 조직되어야 한다. 마지막으로 프로세스와 지식구조의 흐름이 일치해야 한다. 이러한 조건들을 만족시키도록 제안된 설계 프로세스는 <그림 3>과 같다.

<그림 2>와 비교했을 때 가장 두드러지는 점이 설계 요건의 파악이다. 설계 요건이라 함은 실제적인 설

계의 요소적 문제를 말한다. 설계 과정은 그러한 설계의 요건(문제)를 찾아내고 그 것을 해결해가고 결정해가는 과정이라 할 수 있으며, 그 주체는 바로 요건이 된다. 설계 요건은 특정 대상이 없는 가이드라인과는 다르다. 가령, 화면에 보여지는 정보들의 표현이 일관성이 있어야 한다는 것인 가이드라인이다. 그러나 원자력발전소를 예로 들면 1차 계통 화면에서 보여지는 증기발생기의 변수 정보들의 표현과 2차 계통 화면에서 보여지는 증기발생기의 변수 정보들의 표현이 일관성이 있어야 한다는 것은 설계 요건에 해당이 된다. 이 설계 요건은 다시 변수 정보의 크기와 모양이라는 문제로 분할이 된다. 이런 식으로 문제를 해결해가는 것이 설계 과정이다. 또한 설계 요건은 단층적이 아니라 추상적으로 제시될 수 있고 구체화 되어가는 것이라는 점에서 시스템적이며 과정적이다. 그러므로 설계 요건이 설계 프로세스의 중심이 되고 설계 지식의 정보 구조의 핵심이 된다.

. <그림 3>과 같은 설계 프로세스를 거치면서 나오게 되는 정보 구조는 다음을 포함 한다: 분할/구체화된 설계 요건의 관련구조, 기능 또는 직무와 설계 요건 구조와의 상호 연관 구조, 각 요건의 목표와 관련된 디자인 지침들, 각 요건에 관련된 다른 요건 내지는 제약조건들, 각 요건에 대한 대안과 평가들, 각 요건에 대응되는 확정된 설계 요소의 내용. 이러한 정보구조를 산출하기 위해서는 HSI의 특정 설계 대상에 대해서 설계 요건이 어느 정도는 추상화된 수준에서 마련되어야 한다. 이에 대해 3장에서 기술한다.

### 3. 정보 디스플레이의 설계 요건

디지털 기반의 HSI는 여러 형태의 인터페이스(예: 정보디스플레이, 절차서, 경보시스템)를 포함하는데 그 중에서 가장 중요한 것이 정보 디스플레이이다[15]. 이러한 이유로 여기서는 모든 인터페이스 요소의 설계 요건을 소개하는 대신에 정보 디스플레이에 특화된 설계 문제와 설계 요건을 설명한다. <표 1>은 정보 디스플레이에 대한 설계 요건을 보여준다. 정보 디스플레이의 경우는 설계 문제를 5개의 항목으로 구분하고 이에 대해서 구체적으로 설계 과정에서 반드시 고려해야 하는 요건들이 24개에 해당된다. 그런데 이 요건은 완전한 것이 아니며 실제적으로 설계를 진행하면서 보다 구체화되거나 다시 추상화되면서 확장되어야 한다.

앞에서 언급했듯이 각 요건의 활용은 다음과 같다.

가령 첫 번째 요건인 제공할 정보의 목적의 경우 현

재 설계하려는 디스플레이가 어떤 특정 계통의 기능을 보여주려는 것인지, 아니면 어떤 특정한 절차서 상의 직무 관련 정보를 보여주려는 것인지 아니면 의사결정에 필요한 정보를 지원하려는 것인지를 결정해야 한다.

이를 위해 문헌, 경험으로부터 얻어진 설계 지침을 이용할 수 있을 것이다. 만일 특정 기능을 보여주는 화면이라면 그 기능에 관계된 하위기능 및 직무들이 있을 것이다. 여기에 대해 설계 요건을 다시 적용 하면서 문제를 구체화시킬 필요가 있다. 이런 방식으로 진행해 가면서 앞에서 언급한 정보구조를 산출해야 한다. 이 정보구조는 후에 평가의 대상으로 그대로 적용됨으로써 일관성 있고 체계적인 HSI 설계를 보장할 수 있는 것이다. 그리고 문서화가 이루어질 경우 조직적인 설계 지식의 축적을 도모할 수 있을 것이다.

## 4. HSI 개발 지원 시스템의 개념 설계

### 4.1 HSI 개발 지원 시스템의 기능 정의

HSI의 개발 과정의 복잡도와 난이도를 고려했을 때 개발자의 설계 및 평가 활동을 위한 정보의 적절한 지원은 개발자의 인지적 부담을 줄여주는데 도움이 된다.

또한 설계 및 평가 활동에서 축적한 노하우 및 지식의 체계적인 관리도 개발 생산성 향상에 도움이 된다.

이러한 목적의식을 갖고 HSI의 개발을 지원하는 전산시스템이 갖추어야 할 세부 기능에 대한 요구사항을 기존의 문헌[1, 11, 15]과 저자의 실무 경험에 근거해서 다음과 같이 정리 할 수 있다.

- 순차적/반복적인 HSI 개발 프로세스에 따라 일을 진행하도록 도모한다.
- HSI 분석-설계-평가 과정에서 고려해야 하는 사안이나 개념들을 여러 데이터베이스를 이용한 cue를 제공해서 보다 쉽게 접근할 수 있도록 한다.
- 분석-설계-평가 과정에서 나오는 정보와 데이터들을 구조적으로 연관시킬 수 있는 기능을 제공한다.
- 설계자는 정보요건, 과거의 설계 사례 및 실패 사례, 새로운 기술, 다른 설계와의 관련성 등에 대한 의문이 생긴다. 이에 대한 지원기능이 요구된다.
- 설계 과정에서 발생하는 설계 대안 문제에 대한 의사결정을 지원하기 위한 가이드라인 활용을 지원할 수 있어야 한다.
- 관련 시스템에서의 규제를 만족하면서 설계자의 창의성 내지는 설계 자유도를 도모하기 위한 지식을 제공할 필요가 있다.

<표 1> 정보디스플레이에 대한 설계 문제 및 설계 요건

설계 문제	설계 요건
무슨 정보를 보여줄 것인가? (what to show?)	화면에서 제공되는 정보는 무엇을 목적으로 하는가? (기능/직무/지원)
	목적에 의해 제공되어야 하는 정보는 어떤 것들이 있는가?
	파악된 정보들은 어떠한 관계를 갖는가?
	어떤 정보들이 화면에 반드시 제시되어야 하는가? (perceived/derived)
	기타 직접적인 직무와는 관련이 없지만 필요한 정보는 있는가? (temporal/predictive/maintenance information, ...)
정보를 어떻게 보여줄 것인가? (how to show?)	어떤 정보들을 분리가능(separable)하게 보여줄 것인가?
	어떤 정보들을 그룹핑/통합할 필요가 있는가?
	각각의 정보들에 대해서 적합한 그래픽 아이템은 무엇인가? (symbol, analog, bar/column/pie chart, trend/band graph, text, ...)
	창발적 특성(emergent features)을 어떠한 형태로 설계할 것인가? (symmetry, closure, intersection, repetition, ...)
	디스플레이 내의 그래픽 아이템들의 배치의 기준은 무엇인가? (시스템 구조, 기능적 접근성, 빈도성, 일관성, ...)
	디스플레이의 구문적인 측면은 어떻게 설계할 것인가? (labeling, coloring, hilighting, shape, abbreviation, icon, ...)
	심미적인 기능을 위해 어떤 점을 고려할 것인가?
정보화면들간의 구조는 어떻게 정할 것인가? (how to design navigation structure?)	정보화면들간의 구조를 결정하는 기준은? (기능/직무)
	화면들은 어떻게 조직화가 이루어지는가?
	각각의 화면들을 어떻게 제공할 것인가? (메뉴/줌업/동일화면/멀티윈도우/ ...)
	정보운항을 위한 기능은 어떻게 할 것인가?
그 외 추가적으로 고려할 사항은 무엇인가? (other problems?)	오류를 복구하기 위한 기능을 어떻게 제공할 것인가?
	오류를 방지하기 위해 어떠한 제약을 가할 것인가?
	관계된 제약조건 및 규제요건을 제대로 충족시키는가?
	디스플레이에 관계된 convention, technical inventory, predesigned elements를 고려했는가?
제어작업을 위한 화면의 구성은 어떻게 할 것인가? (how to design control-oriented display?)	자동화 수준을 어느 정도로 할 것인가? (어떤 기능을 자동화 할 것인가?)
	제어화면들 간의 구조를 결정하는 기준은 무엇인가?
	제어화면들 간의 일관성을 유지하기 위해 어떻게 할 것인가?
	제어화면의 조화성을 유지하기 위해 어떻게 할 것인가?

- 평가와 관련하여 평가 방법(평가 척도, 실험 방법 포함)을 활용할 수 있는 지식을 제공한다.  
- 중요한 설계 및 평가 문제에 대해 토의를 통한 협

력을 도모하는 기술적 환경을 제공한다.

<표 2>는 제안하는 전산지원시스템의 상위수준에서의 사용 시나리오를 스크립트 형태로 기술한 것이다.

<표 2> HSI 개발 지원시스템을 사용할 개발자의 전형적 직무 시나리오

<p><b>Scenario :</b> Human-System Interfaces(HSI) 개발  <b>Track :</b> KNGR MMI 개발</p> <p><b>Props :</b>          중앙 관리 화면          문헌 DataBase(DB)          정보 item 쪽지          설계 가이드라인 모음          평가 가이드라인 모음          설계 관련 지식 쪽지          평가 관련 지식 쪽지</p> <p><b>Roles :</b>          D : HSI 개발자          S : 지원 시스템</p>	<p><b>상황 1 : HSI 개발 과정에서의 정보 지원</b></p> <p>D는 HSI 개발을 하면서 특정 문제에 대해 도움이 될만한 정보의 필요성을 느낀다.          D는 S를 시작 시키고 중앙 관리 화면을 접한다.          D는 자신의 현 문제를 S에서 분류한 정보 분류의 세 측면을 중심으로 정보 검색을 시작한다.          D는 핵심어를 이용해서도 정보 검색을 한다.          S는 D의 정보 요구를 인식해서 문헌 DB로부터 요구되는 정보를 D에게 제공한다.          D는 검색된 정보 item 쪽지를 이용해서 정보의 탐색을 시작한다.          D는 쪽지에 추가할 내용이 있으면 추가한다.          D는 한 쪽지에 연결된 다른 쪽지를 계속해서 검색한다.          D가 경험하게 될 정보의 깊이 및 쪽의 인식 문제를 S는 제반 기능을 활용해 지원한다.          D는 검색될 정보를 설계 및 평가 지식 쪽지에 반영할 수도 있다.          D는 목적인 정보 검색이 끝나면 S를 끝낸다.</p>
<p><b>Entry conditions :</b>          S는 방대한 설계 및 평가 정보를 저장          D는 구체적이고 확실한 시스템 이용 목적 가짐</p>	<p><b>상황 2 : 설계 및 평가 가이드라인 활용</b></p> <p>D는 자신이 기존의 설계 및 평가 가이드라인을 잘 준수하고 있는지 의문시한다.          D는 S를 시작 시키고 중앙 관리 화면을 접한다.          D는 자신이 기존의 설계 가이드라인에 부합되게 일하고 있는지 검토하기 위해 S의 설계 가이드 라인 모음을 접한다.          D는 checklist 형태로 된 S의 설계 가이드 라인 모음을 이용해 자신의 상황을 검토한다.          D는 체계적인 평가를 위해 기존의 평가 가이드라인을 활용하기 위해 S의 평가 가이드 라인 모음을 접한다.          D는 checklist 형태로 된 S의 평가 가이드 라인 모음을 이용해 특정 문제를 검토한다.</p>
<p><b>Results :</b>          D는 HSI 개발 과정에서 발생한 문제점을 해결하는데 정보의 지원을 받음          S는 추가적인 문헌 정보 및 개발 관련 지식을 저장함</p>	<p><b>상황 3 : 설계 및 평가 관련 지식 관리</b></p> <p>D는 개발 과정에서 자신이 일한 설계와 평가 관련 지식을 저장해 관리할 필요가 있음을 느낀다.          D는 기존의 자신이 저장한 지식을 활용할 필요성을 느낀다.          D는 S를 시작 시키고 중앙 관리 화면을 접한다.          D는 설계 관련 지식을 관리하기 위해 S의 설계 관련 지식 쪽지를 접한다.          D는 쪽지에서 기존의 지식을 이용할 수 있고, 새로운 지식을 쪽지의 형식대로 저장한다.          D는 평가 관련 지식을 관리하기 위해 S의 평가 관련 지식 쪽지를 접한다.          D는 쪽지에서 기존의 지식을 이용할 수 있고, 새로운 지식을 쪽지의 형식대로 저장한다.          D는 쪽지에서 문헌 DB와 연결되는 기능을 활용해 문헌의 내용을 활용할 수 있다.</p>

4.2 시스템 데이터베이스를 위한 정보구조

지원시스템의 핵심적 요소는 방대한 문헌 및 지식을 체계적으로 관리할 데이터베이스이다. 이를 위해 지원 시스템에 들어갈 정보의 구조를 파악할 필요가 있다.

대형 시스템의 HSI 개발 특성과 개발자들이 염두에 두어야 하는 설계 및 평가 요소들을 고려했을 때 다음과 같이 세 가지 차원에서 정보를 분류할 필요가 있다 (표 3). 각 요소는 여러 차원에 포함될 수 있다.

- HSI 설계 및 평가 방법론에 의한 개발 프로세스
- HSI를 구성하는 각 설계 항목들

- 인적 요소 및 직무 특성에 관련된 주제 항목들

<표 3>의 세부 요소들은 데이터베이스를 구성하는 핵심어로서의 역할도 한다. 핵심어는 개발활동을 진행 해가면서 지속적으로 확장하고 수정할 필요가 있다. 핵심어는 다양한 추상화 수준을 갖는 용어들로 구성되지만 일반적으로 그림 5의 세부 요소들보다는 더 세부적이고 구체적인 수준에서 고려되는 것이 바람직하다.

<표 3> 지원시스템 데이터베이스를 구성하는 정보요소들

HSI 설계/평가 방법론	HSI 구성 요소	인적 요소 및 직무 특성 주제 항목
일반적 개발 방법 및 관리	전체적인 사항 및 사례 대형 정보 화면 정보 디스플레이 전자식 절차서 경보 시스템 소프트 콘트롤 안전 콘솔 조직 구조 교육 및 훈련 체계 계측 제어 (HSI에 관련된)	일반적 인터페이스 문제
일반적 가이드 라인		인적 오류 및 신뢰도
운전원 경험 분석		인적 수행도
기능 분석		의사결정 및 문제해결
직무 분석		(고장 진단 포함)
인적행위 형성 요인 분석		훈련 시스템
인적 오류 및 신뢰도 분석		정보 지원 시스템
인터페이스 설계		인지적 정보처리 특성
직무 및 훈련체계 설계		(심성 모형 포함)
운전 절차서 개발		집단적 문제해결
시뮬레이터 개발		복잡도 분석
일반적 안전 문화 설계		창의성 지원
평가 및 검증		인력 조직 설계
규제 및 인허가 요건		인간 컴퓨터 의사소통 문제
		정보 검색
	인공지능 관련 및 응용	

세부적인 수준에서의 핵심어의 예로 기능적 제약, 자동화 수준, 추상화 계층, 디스플레이 내용, 기능 할당, 인지적 스타일, 문제해결 전략 등을 들 수 있다.

각 정보의 기본 단위가 되는 아이템은 설계/평가 가이드라인에 관한 책 전체 혹은 특정 장이나 절, 연구 보고서, 저널 논문, 웹 문서 등이 될 수 있다. 각 기본 정보 아이템의 단위로 '단위노트(쪽지)'가 사용된다.

<그림 4>는 쪽지를 구성하게 될 정보요소를 보여준다. 많은 사람들이 사용하고 있는 포스트잇 프로그램과 비슷한 개념이다. 다만 각 쪽지들이 의미론적 관계에 의해 서로 링크되어 있다는 점이 다르다



<그림 4> 단위노트(쪽지)의 정보요소

### 4.3 HSI 개발자를 위한 지식관리

HSI 개발 과정에서 획득되는 각종 지식의 체계적인 관리를 위해 앞에서 소개한 '쪽지'의 개념을 활용하는 방안을 생각해볼 수 있다. 단위 지식을 하나의 쪽지에 대응시켜 지식베이스에 저장하고 지원시스템은 각 쪽지들 간의 관계 파악을 도와줄 수 있도록 다양한 기술(예: 검색 에이전트)의 활용을 검토해볼 수 있다.

설계 활동과 관련한 쪽지에 들어갈 정보 요소는 다음과 같다: 설계 목표, 설계 원칙, 설계 요소, 설계 근거, 설계과정에서의 의사결정 문제 및 기준, 설계 범위.

평가를 위한 쪽지의 경우는 다음과 같다: 평가 목적, 평가 원칙, 평가 범위, 평가 형태: [서술적|진단적|설명적], 평가방법, 평가측면, 평가척도 및 기준. 이러한 쪽지의 정보는 최근에 그 중요성이 점점 높아지고 있는 설계 활동의 논리적 근거(Design Rationale)에 잘 부합된다[13]. 이러한 이유로 개발 과정에서 설계자 및 평가자에게 요구되는 문제해결 및 의사결정을 위한 절차적 지식의 사용뿐만 아니라 이를 통한 원리적 지식의 효과적인 습득도 지원해줄 수 있을 것이라 판단된다.

### 5. 결론

본 논문은 인간과 자동화, 정보화된 시스템간의 상호작용을 지원하기 위한 HSI를 설계 요건 중심으로 개발하는 프로세스를 제안하였다. 기존의 가이드라인 및 체크리스트 기반의 설계 및 평가 활동이 지니는 약점을

설명하고 이러한 단점을 극복하기 위해 설계 요건 중심으로 개발 프로세스를 수립할 필요가 있음을 논의하였다. 설계 요건에 대한 개념을 보다 명확히 하기 위해 HSI의 핵심적 요소인 정보 디스플레이의 상위 수준의 설계 문제 및 이에 대한 설계 요건을 예를 들어 설명하였다. HSI 개발 과정에 참여하는 설계자 및 평가자의 의사결정, 문제해결 및 지식관리를 지원하기 위한 전산시스템의 개념적 설계를 마지막으로 기술하였다.

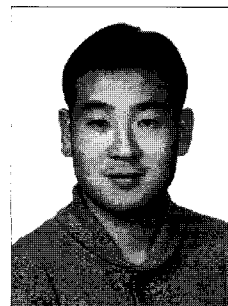
시스템이 복잡화, 대규모화 될수록 시스템과 상호작용하게 되는 인간의 인지적 정보처리 활동을 효과적으로 지원해줄 수 있는 HSI의 개발은 점점 더 중요해질 것이다. HSI의 개발은 복잡하고 고도로 자동화된 시스템의 기술적 요소의 고려뿐만 아니라 이를 사용하는 인간의 인지적 특성, 직무 특성, 정보기술의 기술적 가능성 등을 총체적이고 입체적으로 고려해야 하는 매우 어려운 과정이다. 이를 위해 기존의 시스템공학, 소프트웨어 공학 및 인간-컴퓨터 상호작용의 방법론 및 모형에 기반 해서 새로운 문제 환경에 적합한 개발 프로세스 및 방법론을 정립할 필요가 있다. 본 논문에서 논의한 연구내용은 그러한 정립 활동의 기초과정으로 이해할 수 있다. 본 연구와 관련해 향후 전산지원시스템의 실제적 구현 및 설계 요건을 각 산업시스템 영역에 특화 시켜 보다 구체화하는 작업을 수행해야 한다.

## 6. 참고 문헌

- [1] 한국과학기술원. 1999. 원전 제어실 설계에 대한 인지/인간공학적 평가(최종보고서). 한국전력공사 전력연구원.
- [2] Ham, Dong-Han and Wan Chul Yoon. 2001. Design of Information Content and Layout for Process Control Based on Goal-Means Domain Analysis. *Cognition, Technology, and Work*. 3(4): 205-223
- [3] Ham, Dong-Han, Wan Chul Yoon, and Byoungtae Han. 2008. Experimental Study on the Effects of Visualized Functionally Abstracted Information on Process Control Tasks. *Reliability Engineering and System Safety*. 93(2): 254-270.
- [4] Hollnagel, Erik. and David Woods. 2005. *Joint Cognitive Systems: Foundation of Cognitive Systems Engineering*. Taylor & Francis.
- [5] Leveson, Nancy. 1995. *Safeware: System Safety and Computers*. Addison-Wesley.
- [6] Norman, Donald. 1998. *The Invisible Computer*. MIT Press.
- [7] Perrow, Charles. 1999. *Normal Accidents Living with High-Risk Technologies*. Princeton University Press.
- [8] Rasmussen, Jens, Annelise Pejtersen, and Goodstein, L.P. 1994. *Cognitive Systems Engineering*, Wiley.
- [9] Rasmussen, Jens. 1995. *New Technology and Human Error*. Wiley.
- [10] Rasmussen, Jens. 1999. Ecological Interface Design for Reliable Human-Machine Systems. *International Journal of Aviation Psychology*. 9(3): 203-223
- [11] Rouse, William 1991. *Design for Success: Human-Centered Approach to Designing Successful Products and Systems*. Wiley.
- [12] Stone, Debbie, Caroline Jarrett, Mark Woodroffe, and Shaley Minocha. 2005. *User Interface Design and Evaluation*. Morgan Kaufmann.
- [13] Sutcliffe, Alistair and John Carroll. 1999. Designing Claims for Reuse in Interactive Systems Design. *International Journal of Human-Computer Studies*. 50(3): 213-241.
- [14] US-NRC. 1994. *Human Factors Engineering Program Review Model*. US-NRC.
- [15] US-NRC, 1996. *Human-System Interface Design Review Guidelines*. US-NRC.
- [16] Vicente, Kim. 1999. *Cognitive Work Analysis*. Lawrence Erlbaum Associates.

## 저 자 소 개

### 함 동 한



현재 영국 미들섹스대학교 전산학부 수석연구교수. 인하대 산업공학과 공학사, KAIST 산업공학과 공학석사 및 공학박사를 취득하였음. 2001 ~ 2005년 ETRI 선임연구원 재직(시스템공학 연구 수행). 연구 분야는 인간 - 컴퓨터 상호작용, 인지시스템공학 및 정보시스템.

주소: 6 Barrydene Oakleigh Road North Whetstone  
London N20 9HG UK