*Journal of the Ergonomics Society of Korea*
Vol. 18, No. 3 1999. 12


# ESTIM : 사용자 직무지식에 기반한 인터페이스 평가 지원시스템

# ESTIM : A Support System for Task-based Evaluation of User Interface

류 호 경 , 윤 완 철

## Abstract

Evaluation of user interfaces has to be performed in an intuitive and subjective manner by experts especially when the problem comes to the complexity and consistency of sophisticated interface procedures. The manual analysis and evaluation of logical interfaces also tends to be slow and laborious. To make the evaluation more formal and objective, the criteria and the procedure with which the evaluation can proceed must be explicitly prescribed. Furthermore, to make the formal procedure as practical as subjective expert evaluation, the criteria must reflect the user knowledge of the target tasks since the task knowledge plays the role of a basis for users to understand the interface organizations and procedures. This paper describes ESTIM, a support system for task-based evaluation of user interface, that includes the interface evaluation criteria and implies an evaluation procedure. The support system can be used either in an interactive manner by the analyst during the evaluation or in an automatic evaluation mode. It was verified that the result of automatic evaluation by ESTIM matched the results of expert evaluation fairly well.

Keyword : Consistency, Congruity, ESTIM, Cognitive evaluation

*(305-701) 대전시 유성구 구성동 373-1
한국과학기술원 산업공학과
Tel : 042-869-3159
Fax : 042-869-3110
E-mail : hogg@cogsys.kaist.ac.kr

## 1. 서 론

우리는 일상생활에서 복잡한 제품, 또는 다양한 기능들을 가진 제품들을 사용하고 있다. 따라서 과거보다 이들 제품의 사용법 학습에 어려움을 겪고 사용 시에 실수를 많이 하게 된다. 이러한 현상의 가장 근본적 원인은 제품의 사용법에 대해서 사용자들이 기대하는 바와 제품의 설계자가 가정하는 바가 다르기 때문이다. 지금까지의 제품 설계 관행은 이러한 어려움을 사용자의 부담으로 돌려왔으나, 점차 설계자들이 사용자의 요구사항이나 지식을 제품의 설계에 필수적으로 반영해야 한다는 것이 인식되어 가고 있다.

기존의 사용자 인터페이스 분석 및 평가분야에 있어서, 연구자들은 주로 인터페이스 자체내의 논리적 일관성 또는 물리적 요소의 평가에 초점을 맞추어왔다 [Kim, 1993]. 그러나 사용자들이 가장 크게 불편함을 느끼게 되는 경우는 자신이 기대하는 태스크의 방식대로 사용자 인터페이스가 구현되어 있지 않을 때이다. 이는 인터페이스의 평가를 위해서는 사용자의 태스크 지식내용에 입각한 인지적 평가방법이 보완되어야 한다는 것을 시사한다. 이러한 배경 하에서 본 연구에서는 사용자지식에 기반한 새로운 인터페이스 평가방법과 종합적 평가과정을 포함하는 지원 시스템인 ESTIM (Evaluation System for Task-Interface Matching)을 개발하였으며, 이를 무선호출기 인터페이스의 사례에 적용하여 그 효용성을 검증하였다.

## 2. ESTIM에서의 사용자 인터페이스 분석 및 평가기준

본 논문에서는 사용자 인터페이스의 인지적 분석 및 평가기준 설정을 위해서 태스크-인터페이스 매칭 (Task-Interface Matching) [Yoon, 1997a] 관점하에서 그림 1과 같은 ESTIM의 사용자 인터페이스 분석 및 평가 구조를 수립하였다.

ESTIM에서의 사용자 인터페이스 분석 및 평가기준은 크게 일관성 (Consistency)과 조화성(Congruity)으로 분류할 수 있다. 사용자 인터페이스의 일관성 평가를 통해서 인터페이스의 논리적인 복잡도를 파악할 수 있으며, 사용자 인터페이스의 조화성 평가를 통해서 인터페이스의 사용자 직무지식 반영정도를 평가할 수 있다. 또한 사용자 인터페이스의 논리적 절차 설계 시 다양한 사용자 직무지식 중 반영할 직무지식의 선발 및 정제가 필요한 경우 직무지식 자체내의 일관성이 선정의 기준이 되어야 하며, 표준화된 인터페이스 요소의 사용이 결정된 경우에는 인터페이스 요소와 사용자 지식간의 조화성이 직무지식 상정의 근거가 될 수 있다.

ESTIM에서 사용된 사용자 인터페이스의 평가 기준은 다음과 같다. 행위들의 추상화/일반화의 조화성 및 일관성, 직무절차의 일관성 및 조화성, 조작이미지의 일관성 및 조화성, 적절한 시스템 피드백의 일관성 및 조화성, 조작 및 정보의 이용가능성, 유사성에 의한 직무 군집화와 인터페이스 직무간의 조화

성, 그리고 직무들간의 네비게이션의 조화성 이다[Yoon, 1997a].

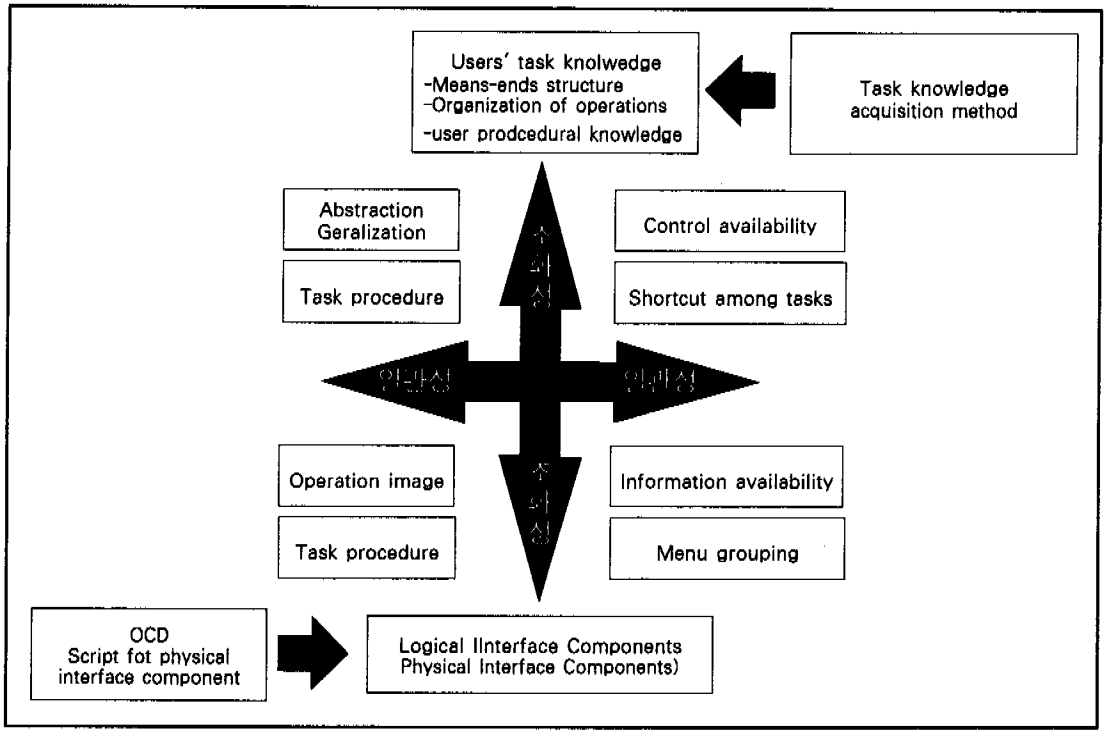


그림 1. ESTIM 에서의 사용자 인터페이스 분석 및 평가기준

### 2.1 조작들의 추상화/일반화의 일관성 및 조화성

사용자들은 제품이 제공해 주는 기능을 바탕으로 직무를 조직화할 때, 개별 조작단위로 조작절차를 암기를 하거나 학습하지 않는다[Payne, 1985]. 가능한 인지적 부담을 적게 하려는 전략에 의해 조작들을 묶음이나 일반형으로 기억하려 하며 가능하면 의미를 부여해서 추상적 단위로 기억을 하게 된다. 일관성이란 이러한 묶음이 가능하도록 부분절차가 일치되는 것을 말하며, 조화성이란 직무지식과 그 묶음이 잘 연결되어 기억될 수 있는가를 평가하는 것이다.

### 2.2 직무절차의 일관성 및 조화성

사용자들은 자신의 경험과 지식에 의해서 직무를 수행해 나간다. 또한 유사한 직무들간의 절차상의 일관성을 기대하게 된다. 직무절차의 일관성을 평가한다는 것은 인터페이스의 직무들의 절차가 전체 직무공간에서 일반화될 수 있도록 설계되어야 함을 의미하며, 조화성이란 사용자의 직무구조와 인터페이스의 직무절차가 사용자의 기대에 부합하는 지를 평가하는 것이다.

## 2.3. 조작이미지의 일관성 및 조화성

인터페이스에서의 조작이 일관된 기능과 반응을 제공하지 못하여 통일된 이미지를 형성하기 힘든 경우 사용자들은 하나의 조작에 여러 개의 의미를 부여해서 절차를 학습하게 된다. 일관성이란 인터페이스 전체 직무공간에서 조작들의 기능 및 반응이 일반화되는 정도를 의미하며, 조화성은 사용자가 인식하고 있는 조작의 관용적 패턴이 인터페이스의 조작에 어느 정도 반영되어 있는지를 평가하는 것이다.

## 2.4. 적절한 시스템 피드백의 조화성

사용자는 인터페이스가 제공하는 피드백에 의해서 직무를 수행하게 된다. 따라서 적절한 피드백은 사용자의 인지적 부담을 줄이면서 직무의 달성의 효용성을 증가시킬 수 있다. 조화성이란 인터페이스의 피드백이 사용자가 인터페이스에서 기대하는 피드백과의 차이를 평가하는 것이다.

## 2.5. 조작 및 정보의 이용가능성

조작 및 정보의 이용가능성이란 절차 수행 과정에서 사용자가 이용할 수 있는 조작과 정보가 사용자의 기대에 맞게 제공되는지를 평가하는 것이다.

## 2.6 유사성에 의한 직무 군집화와 인터페이스 직무간의 조화성

인터페이스를 학습할 때 사용자들은 직무들간의 의미관계를 반영한다. 특정 의미관계가 형성된 직무들간에는 인터페이스 행태의 유사성을 기대할 것이며, 완전히 다른 구조를 기대할 수도 있다. 따라서 유사성에 의한 직무 군집화와 인터페이스의 직무간의 조화성을 평가한다는 것은 사용자들이 가지는 직무간의 유사성에 의하여 인터페이스의 직무들이 충분히 이해될 수 있도록 설계되어 있는지를 파악하자는 것이다.

## 2.7. 직무들간의 네비게이션의 조화성

사용자들은 인터페이스에서 제공하는 기능들을 이용해서 직무를 수행해 나간다. 이 기능들은 직무의 요구에 의해서 관계구조를 형성하게 된다. 직무들간의 네비게이션의 조화성이란 사용자들이 가지고 있는 직무요구에 의한 직무들의 연결이 인터페이스의 기능에서 지원되고 있는지를 평가하는 것이다.

위와 같은 사용자 인터페이스 분석 및 평가 기준을 바탕으로 ESTIM의 설계구조를 완성하였다(그림 2). 그림 2에 의하면 ESTIM은 크게 인터페이스의 논리적인 면을 평가하기 위한 부분과 물리적인 부분을 평가하기 위한 부분으로 나누어서 구현되었으며[Kim, 1993], 각 부분의 평가를 위해서 평가 규칙들이 구현되었다.

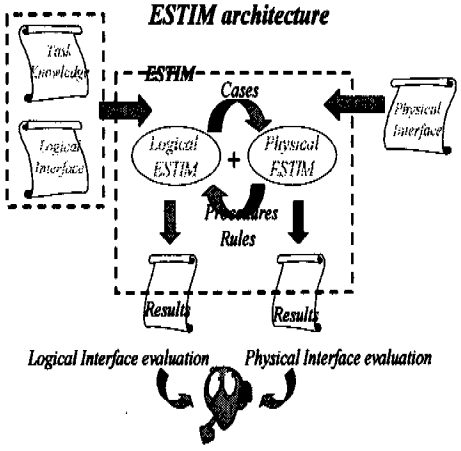


그림 2. ESTIM 구조

## 3. ESTIM에서의 사용자 인터페이스와 직무지식의 표현형식

사용자 인터페이스는 논리적 인터페이스와 물리적 인터페이스라는 두 가지로 대별하여 생각할 수 있다. ESTIM 역시 논리적 인터페이스 표현형식과 물리적 인터페이스 표현형식을 가지고 있다. 또한 직무지식에 기반한 평가를 위해서 직무지식을 포함하는 형식을 규정하고 있다.

### 3.1 사용자 인터페이스의 논리적 표현 형식

인터페이스의 논리적요소의 표현형식은 다양하게 발전되어 왔다. 초기의 표현형식들은 현재의 복잡하고 다양한 기능을 가진 제품에 적용하기에 적합치 않다 [Yoon, 1997a] [Poitrenaud, 1995]. 또한 설계자나 평가자가 직관적으로 상호작용의 흐름을 검토할 수 있도록 시각화된 모형이 있어야 하며, 그 표현형식을 정규화하여 검토와 평가가 자동화될 수 있어야 한다. 이런 조건을 모두 만족 시키는 표현형식으로서 OCD(Operation and Control Diagram)가 개발된 바 있는데 [Yoon, 1997a] ESTIM은 OCD를 기본모형으로 채택하고 있다. OCD의 특징은 조작행위를 노드(타원모양으로 표시)로 나타내고 상태를 선으로 보인다는 것으로서 이는 GTN등의 상태전이 도식의 표현과 반대로 표현된다. 이는 행위중심의 묶음이 자연스럽게 표현될 수 있는데 중점을 둔 것이다. 그림 3은 이러한 OCD 표현식의 단위 개체들이고 그림 4는 무선호출기에서 직무 "시간설정"에 대한 OCD표현형식의 예이다. 또 Abstract operation, state closure 등의 추상화된 단위들을 도입할 수 있게 한 점이 인지적 모형의 큰 특징이라 할 수 있다.

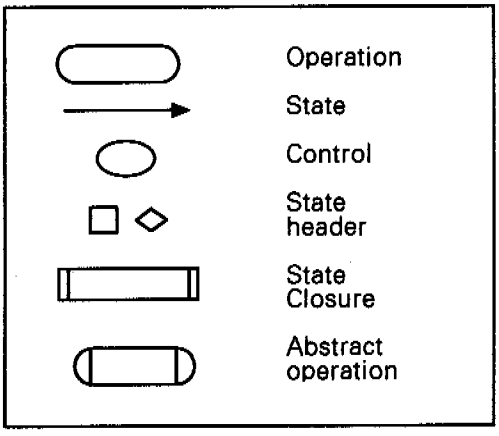


그림 3. 사용자 인터페이스의 논리표현을 위한 OCD 개체들

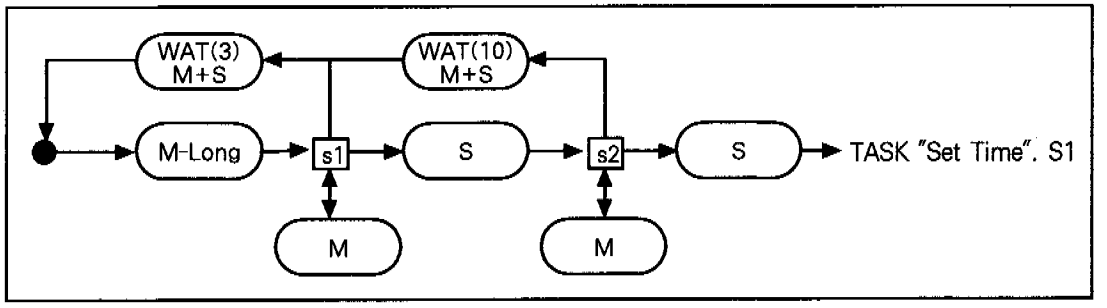


그림 4. 무선호출기의 직무"시간설정"의 OCD 표현형식

그림 4는 무선호출기의 직무 '시간설정'의 논리를 OCD로 표현한 것이다. 무선호출기에서 버튼'M'을 길게 누르면 LCD에 메뉴항목이 나타난다. 이 상태 (S1) 에서 사용자는 버튼 'M'을 이용해서 시간설정에 해당하는 메뉴를 찾게 된다. 또는 사용자가 실수를 하거나 다른 이유들에 의해서 대기상태로 가고자 하면 버튼 'M','S'를 동시에 누르거나 아무 일도 하지 않으면서 3초를 기다리면 된다. 만일 다음상태로 전진하려면 버튼 'S'를 누른다. 이렇게 다이어그램 형태로 표현된 인터페이스 논리는 ESTIM에서 스크립트형태로 전환되어 자동 분석과 평가를 거칠 수 있다. 그림 4의 스크립트형태 표현식은 표 1과 같다.

표 1. 무선호출기 직무 '시간설정'의 스크립트 표현식

| Procedural Facts | Function Facts | Response Facts |
|---|---|---|
| (Sleep;M-Long;SH(S1)) | SHOW(MENU) | SHOW(MENU)&BLINK(MENU) |
| (SH(S1);Wait(3)\|\|M+S;Sleep) | CANCEL | SLEEP |
| (SH(S1);M;SH(S1)) | CHANGE(MENU) | CHANGE(MENU) |
| (SH(S1);S;SH(S2)) | NEXT | !BLINK(MENU)&SHOW(DATE)&BLINK(DATE) |
| (SH(S2);Wait(10)\|\|M+S;Sleep) | CANCEL | SLEEP |
| (SH(S2);M;SH(S2)) | CHANGE(DATE) | CHANGE(DATE) |
| (SH(S2);S;Task "Set Time" .S1) | NEXT | !SHOW(DATE)&!BLINK(DATE)&SHOW(HR)&BLINK(HR) |

그림 5는 ESTIM에서 OCD 다이어그램과 스크립트를 대응시켜 일대일 변환이 가능하도록 설계되어 있는 화면의 예를 보여준다.

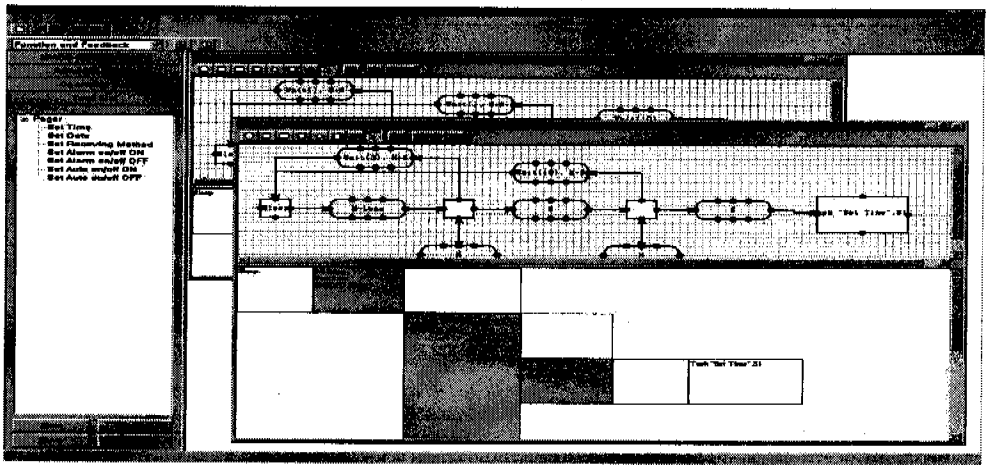

그림 5. ESTIM에서 인터페이스 논리요소의 표현

### 3.2 사용자 인터페이스의 물리적 표현형식

사용자 인터페이스의 물리적 요소들에 대한 표현형식은 물리적 개체들과 그것들의 속성으로 구성되어 있다. 스타일가이드라인에 의하면 소프트웨어에서 사용자 인터페이스의 명령버튼은 크기, 색상, 레이블, 레이블의 위치, 버튼의 위치등과 같은 속성을 지니고 있으며 이들간의 일관성을 강조하고 있다 [Apple, 1993; NASA, 1996].

ESTIM에서는 물리적 개체들과 그것들의 속성을 목적과 특성을 바탕으로 표 2와 같이 3가지 정보-서술적 정보 (descriptive information), 구조적 정보 (structural information), 직무지향적 정보 (task-oriented information) - 로 구분하여 물리적 인터페이스를 표현한다.

표 2. 물리적 인터페이스가 가지는 정보의 유형

| | 서술적 정보<br>(Descriptive information) | 구조적 정보<br>(Structural information) | 직무지향적 정보<br>(Task-oriented Information) |
|---|---|---|---|
| 목적 | 개체들의 속성들을 파악 | 개체들의 관계를 파악 | 개체들에 정의된 action을 파악 |
| 특성 | 형태, 값, 개체의 형식(단순, 복합,유도) | 부모-자식 관계<br>부분-전체 관계 | Action의 인자, 기능 |
| 표현형식 | 자료사전<br>개체속성시트 | Entity-relationship diagram<br>계층구조<br>개체속성시트 | 직무-행위 시트 |

그림 6의 왼쪽 부분은 ESTIM에서 작성된 서술적 정보와 구조적 정보의 표현 예이며 그림 6의 오른쪽 부분은 같은 개체들에 대한 직무지향적 정보의 표현 예이다. 이들은 ESTIM에서 제공하는 개발환경을 사용하는 경우, 자동적으로 생성될 수 있다.

```
Presentation(name:Ryu_test,type:Top Shell
Parent:NULL
Attributes:
        Title:"Ryu_test"
        Width:1000
        Height:2000
        Color:0,255,0
        AllowShellResize:Yes)
Presentation(name:frame_1,type:GroupBox
Parent:Ryu_test
Attributes:
        Title:"frame1"
        Start_x:0
        Start_y:0
        Width:500
        Height:500)
Presentation(name:frame_2,type:GroupBox
Parent:Ryu_test
Attributes:
        Title:"frame2"
        Start_x:0
        Start_y:510
        Width:500
        Height:500)
```

```
Name:"Ryu_test"
Behavior_type:Callback_type
        Actions:
        Minimize:user input:Iconize
        Exit:User input:Disappear
Name:OK_Button
Behavior_type:Callback_type
        Actions:
        Click:User input:Show("MessageBox_OK)
```

그림 6. 서술적 정보와 구조적 정보 표현형식 및 직무지향적 정보 표현형식

## 3.3 사용자 직무 지식의 획득 및 표현

사용자 직무지식에 기반하여 사용자 인터페이스를 평가하기 위해서는 사용자가 가지는 사전지식 (prior knowledge) - 직무간의 유사성, 적용되는 과거경험, 관용적 조작형태의 지식 등 - 을 수집해서 명시적인 형식으로 표현해야 한다.

사용자 직무지식을 획득하기 위해서는 Klein [1989]에 의해서 제안된 Critical Decision Method (CDM) [Klein, 1989]에 원용하여 표 3과 같은 사용자 직무 지식 획득 절차를 고안하였다.

| | 단계 | 설명 |
|---|---|---|
| 1 | 중요직무 파악 | 분석자가 설문지 또는 제품의 매뉴얼을 바탕으로 전형적인 직무를 파악 |
| 2 | 사용자 직무 다이어그램 생성 | 전형적인 직무에 대한 사용자의 개괄적 지식을 파악하는 단계. 중요 직무 파악단계에서 찾아낸 직무에 대해서 사용자들에게 직무 다이어그램을 생성하도록 요구. |
| 3 | 전형적 직무 시나리오 생성 | 인터페이스의 공통 요소 및 일반 요소를 제공하여 이를 사용하여 직무 시나리오를 생성하도록 요구 |
| 4 | Simulation interview 수행 | 직무 시나리오를 바탕으로 사용자의 인지적 과정 및 내부적으로 사용되는 사용자 지식을 발전하기 위해서 표본 질문을 사용해서 의사결정시점 또는 중요하다고 판단되는 시점에서 simulation interview를 수행 |
| 5 | Use & Information model 생성 | 다이어그램 형태로 사용자가 직무에 대해서 가지는 use case 및 정보 요구사항에 대한 모형을 생성 |

표 3. 사용자 직무 지식의 획득 절차

위의 절차를 통해서 획득된 사용자 직무지식은 다음과 같은 4가지 형태로 표현될 수 있다 [Yoon, 1997a ; Yoon, 1997b].

· 직무의 목적-수단 관계

사용자 직무지식 중에서 가장 상위수준의 지식은 직무의 목적-수단 관계로서 직무의 계층적 구조이다. 예를 들면 무선호출기에서 직무 "시간설정"을 위해서는 "시각설정", " 분설정", "오전/오후설정"이라는 하위 직무들을 달성해야 하는 직무구조를 가지고 있다고 할 수 있다. 이 구조에 따라 인터페이스에서 절차의 일관성 등이 요구되는 정도가 달라질 수 있으며 메뉴 구조 등이 직무지식의 목적-수단 구조와 조화될 필요가 있다. 그림 7은 ESTIM에서의 직무의 목적-수단 관계를 표현한 것이다.

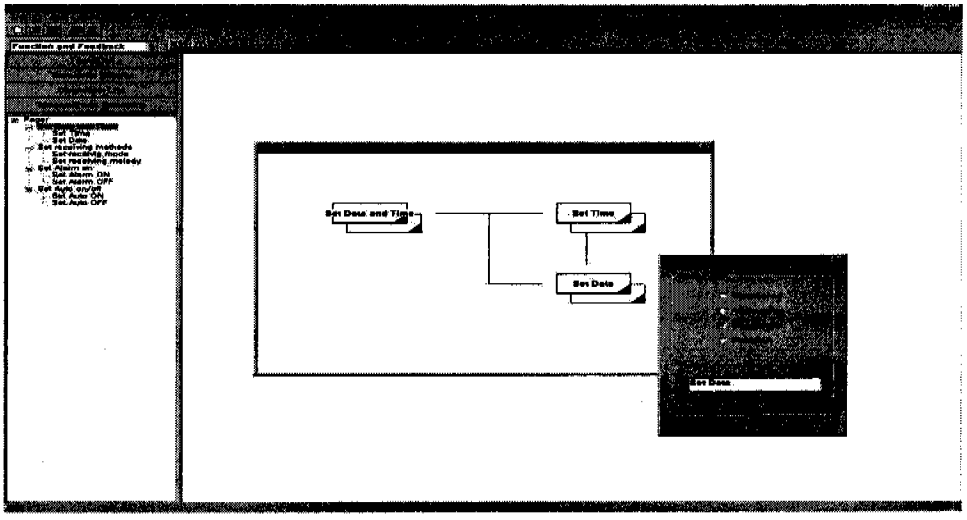


그림 7. 직무의 목적-수단관계

· 직무 단위간의 의미론적 조직

사용자들은 하위의 직무 단위들간의 의미적 유사성을 인식하고, 그에 따라 조작절차의 일관성 등을 기대하게 된다[Yoon, 1997a; Yoon, 1997b]. 예를 들면, 무선호출기에서 직무 "알람설정"과 직무 "시간설정"은 시간을 정해야 한다는 유사성을 가지고 있음으로 해서 다른 직무관계들보다 훨씬 큰 일관성을 요구한다. 따라서 인터페이스의 절차나 구조가 이러한 관계를 지지하도록 설계하여 사용자의 인지적인 부담을 덜어줄 필요가 있다.

ESTIM에서는 직무단위의 의미론적 조직 파악을 위해 그림 8의 왼쪽 그림에 모든 직무간의 관계를 등록하고 유사성분석을 통해서 사용자의 직무조직을 관계를 정량화한다.

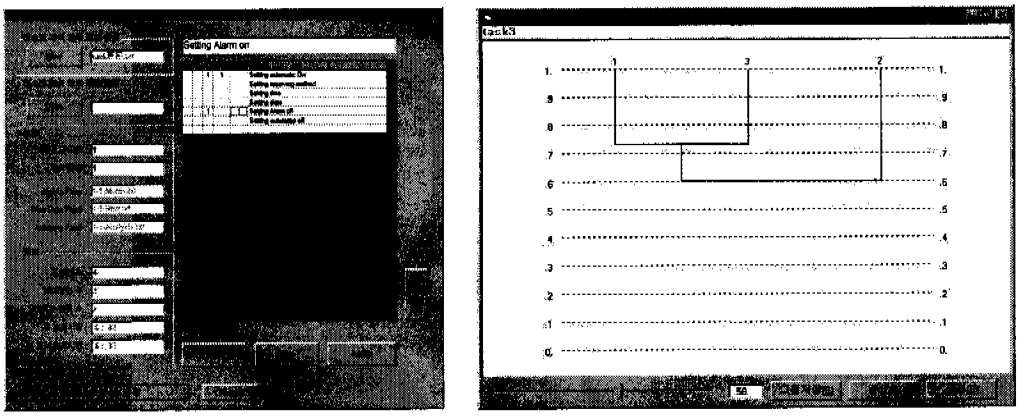

그림 8. ESTIM상에서 직무들간의 유사성 표현 및 유사성 지수 파악

· 사용자의 절차지식

사용자는 직무자체나 다른 제품에 대한 경험으로부터 형성된 일반적인 조작절차를 가지고 있다. 이러한 절차지식은 sequence, branch, loop 구조로 표현될 수 있으며 [Yoon, 1997a ; Yoon, 1997b], 이것은 ESTIM에서 사용자들의 사용 시나리오(use scenario)와 필요로 하는 정보가 표현되는 use & information 모형으로 기술된다 (그림 9)

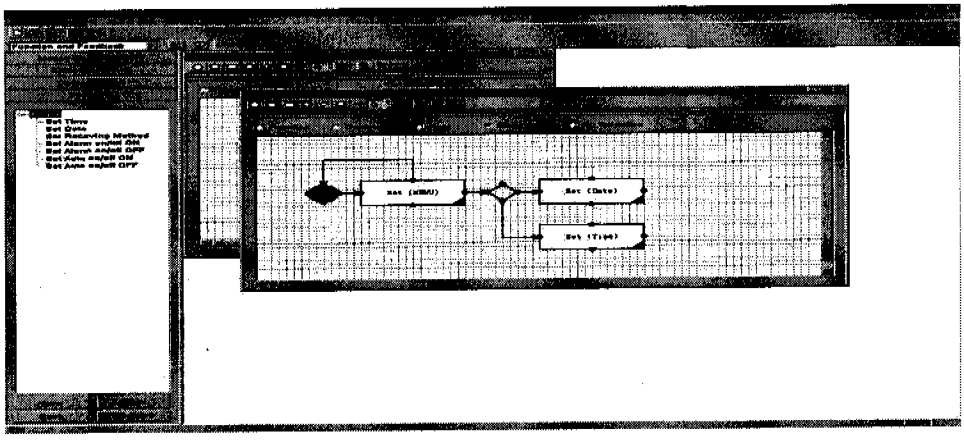

그림 9. ESTIM에서 사용자의 Use and information model 표현형식

· 관용적 조작패턴

사용자 인터페이스에는 사용자들이 관용적으로 이해하고 있는 조작패턴이 존재한다. 예를 들면 어떤 조작단위는 특정버튼을 눌러서 시작도 하고 종료도 하는 토글(toggle) 패턴을 가지고 있다. 이러한 관용적 조작형태는평가 시스템인 ESTIM에서 production rule으로 표현된다.

# 4. ESTIM의 사용자 인터페이스 평가 규칙들

## 4.1 ESTIM에서 사용자 인터페이스의 논리적 평가를 위한 규칙

### 1) 직무 절차의 일관성 및 조화성 평가 규칙

ESTIM은 사용자 직무지식과 인터페이스의 논리적 요소를 표현한 자료를 기반으로 직무절차의 일관성과 조화성을 평가한다. 직무절차의 일관성을 평가한다는 것은 인터페이스의 직무공간에서 논리적 요소인 절차가 일관되어야 함을 의미하며, 조화성은 사용자가 가지는 목적-수단 관계와 의미론적 직무조직을 이용해서 직무절차가 사용자의 기대에 부합하는 지를 평가하는 것이다. ESTIM은 일관성 평가를 위해서 모든 직무들의 논리적 요소를 검색하여 비교하며, 목적-수단 관계와 의미론적 직무조직의 frame 표현식과 직무들의 논리적 요소의 비교를 통해서 조화성을 평가한다 (그림 10).

```
function sequence_a returns inconsistent_candidate_set, sequence_set
    inputs: Procedural-facts, and user-knowledge-facts-frame
    for each fact in user-knowledge-facts do
        search depth_firstly; end
    loop do
    return user-knowledge_sequence_set ←sequence_set
            for each fact in procedural-facts do
        search depth_firstly; end
    loop do
    return procedural_sequence_set ←sequence_set
    for each fact in user-knowledge_sequence_set do
        test whether fact is in procedural_sequence_set
        display the result of test.
            loop do
    return candidate_set
```

그림 10. 직무절차의 일관성 및 조화성 평가규칙

### 2) 조작이미지의 일관성 및 조화성 평가규칙

ESTIM은 사용자 직무지식과 인터페이스의 논리적 요소를 표현한 자료를 입력으로 하여 조작이미지의 일관성 및 조화성을 평가한다. 조작이미지의 일관성을 평가한다는 것은 인터페이스의 전체 직무 공간에서 조작들의 기능 및 반응이 일반화 될 수 있도록 정의되는 것을 의미하며, 조화성은 관용적 조작 패턴과 정보요구사항이 인터페이스의 조작에 반영되어 있는지를 평가하는 것이다. ESTIM은 일관성 평가를 위해서 전체 직무공간에서의 동일 조작의 기능과 반응을 검색하여 비교하며, 관용적 조작패턴에 대한 production rule과 use & information 모형에서 파악된 정보요구사항을 조작의 기능 및 상태와 비교해서 평가한다 (그림 11)

```
function ANALYSIS_BY_OPERATION returns candidate_set
    inputs: Procedural-facts, and function-facts
    for each fact in Procedural-facts do
        match each Procedural-fact to function; end
    loop do
    part-analysis-facts ← analysis-facts
    for each analysis-fact in part-analysis-facts do
        search operation-part of facts
        if result of search is ' existing' then
            test function-part of facts
            if result of test is not 'yes' then
                schematize function-part
                test function-part of facts
            if result test is not 'yes' then
                insert operation-part and function-part to candidate_set
    loop do
    return candidate_set
```

그림 11. 조작이미지의 일관성 및 조화성 평가 규칙

3) 유사성에 의한 직무 군집화와 인터페이스 직무간의 조화성

ESTIM은 사용자들의 유사지수 평가 자료와 인터페이스의 직무구조를 입력으로 하여 사용자 지식에 의한 직무 군집화와 인터페이스 직무간의 조화성을 평가한다. 직무 군집화와 인터페이스 직무간의 조화성을 평가한다는 것은 사용자들이 가지는 직무간의 유사성에 의하여 인터페이스의 직무들이 이해될 수 있도록 설계되어 있는지를 파악하자는 것이다. ESTIM에서는 조화성 평가를 위해서 다음의 방식으로 평가지표를 설계하여 직무 군집화를 수행한다.

a) 직무 $T_i$ 와 직무 $T_j$간의 의미관계강도를 $a_{ij}$라 할 때, 평가대상 직무와 다른 모든 직무들과의 의미 관계강도의 합 $i=\sum_j aij$ 이다.

b) $DIFF_{ij}$ 는 두 직무 $T_i$와 $T_j$간의 의미관계차의 합이다. 이것은 $a_{ik}$가 $a_{jk}$보다 큰 경우에 차이는 $DIFF_{ij}$에 더해진다. 그런데 사용자들의 의미간 유사성이 기준 직무에 따라서 다르므로 $DIFF_{ij}$와 $DIFF_{ji}$는 달라질 수 있다. 즉 일관된 의미관계가 형성된 직무들 간에는 이 값들간의 차이가 적을 것을 예상할 수 있다.

$$DiFFij=\sum_k aik-a\,jk,\ \text{if}\ aik\rangle a\,jk$$

c)$DIFF'_{ij}$ 는 $DIFF_{ij}$를 해당 직무의 의미관계강도의 합으로 가중 평균한다. 이는 의미관계차의 합이 각각의 직무가 가지는 다른 직무들간의 관계 강도들의 합의 일부분으로 정의되기 때문이다. $DIFF'ij=DIFFij/\mathrm{SUM}_i$

d) 마지막으로 $A_{ij}$는 두 직무 I, j의 의미유사성 지표로서, 두 직무 I, j에 대해서 아래와 같이 계산된다.

$$Aij=1-\frac{DIFF'_{ij}+DIFF'_{ij}}{2}$$

ESTIM은 위 절차를 통해서 얻은 사용자 지식에 의한 직무들간의 군집화 결과를 인터페이스에서 형성되어 있는 기능들간의 메뉴 또는 집단화 구조와 비교하여 조화성 정도를 평가한다.

### 4.2 ESTIM에서 사용자 인터페이스의 물리적 평가 규칙

ESTIM에서 인터페이스의 물리적요소를 평가하기 위한 규칙들은 3가지 관점 - 외관 규칙(layout rule), 구조 규칙(organization rule), 선택 규칙(selection rule) - 으로 분류할 수 있다.

외관 규칙은 인터페이스 물리적 요소의 외관에 대한 선정기준을 명시한 것이며, 선택 규칙은 정보의 특징에 의해서 인터페이스의 물리적 요소 선택기준과 설계된 요소들을 비교하기 위한 규칙이다. 그리고 구조 규칙은 물리적 요소들의 구조에 대해서 인터페이스 설계가이드라인으로부터 추출한 내용을 규칙화 한 것이다. 표 4는 selection rule의 예를 보여준다.

| TYPE | RANGE | | | ACCESS | SELECTED OBJECT |
|---|---|---|---|---|---|
| | Type | Number | Selection | | |
| Numeric | Continuous | >1 and <=60 | Single | - | Scale or scroll |
| | | >60 | | Read | Read-only field |
| | | | | Write | Write-only field |
| Alphanumeric or numeric | discrete | >1 and <=6 | Single | - | Radio button |
| | | | Multiple | - | Check button |
| | | >6 | Single | - | List(single) |
| | | | Multiple | - | List(multiple) |

표 4. ESTIM상의 물리적 인터페이스 선택 규칙

## 5. ESTIM의 검증 : 무선호출기

본 절에서는 무선호출기 예를 통해서 ESTIM의 효용성을 검증해본다. 평가를 위해서 무선호출기의 8가지 직무에 대한 논리적 표현인 OCD와 각 직무에 대한 피험자 1명의 Use & information 모형과 4가지 사용자 지식유형을 입력하였다. 마지막으로 ESTIM의 유용성을 검증하기 위해서 자동분석의 결과와 전문가의 평가와 비교해 보았다.

### 5.1 조작이미지의 평가

ESTIM이 평가하는 조작 이미지는 하위 직무의 목적을 달성하기 위한 수단으로 정의되는 단위조작(primitive operation)과 직무의 목적과는 무관하게 네비게이션의 편의를 위해서 제공하는 컨트롤(control)에 대해서 이미지를 파악하는 것이다. 이것들은 각각 단위조작이미지와 항행조작이미지 (navigational operation image)를 형성한다. 그림 12는 ESTIM의 통합개발환경에서 조작이미지의 내용을 제시한 것으로 분석자가 제공된 정보를

바탕으로 문제점을 찾아내는 것이며, 그림 13은 ESTIM이 조작이미지를 평가한 것이다. 그림 13에서 보는 바와 같이 직무 "시간설정"에서 "change"라는 행위가 주어진 인터페이스 공간에서 서로 다른 2개의 조작 버튼 'M' 또는 'S'로 이루어짐을 알 수 있다.

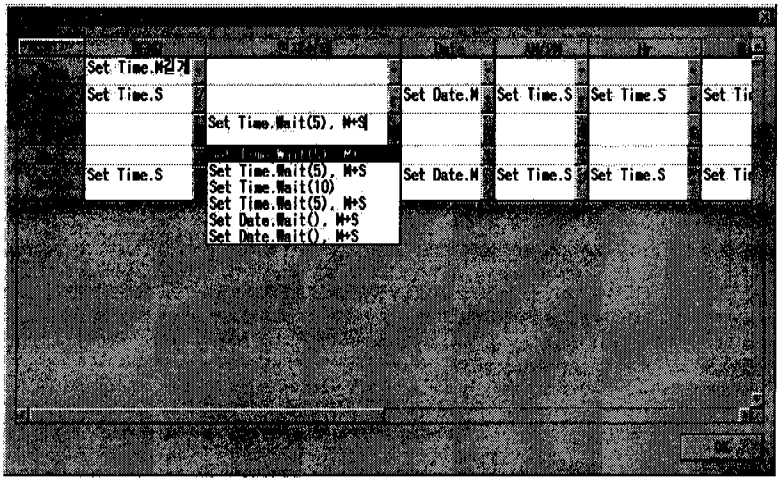


그림 12. ESTIM의 통합개발환경에서 제공하는 단위조작이미지 평가

"Set Date" Opeartion analysis

(M->CHANGE(X)).
(M+S->CANCEL(X)).
(WAIT(X)->CANCEL(X)).
(M-Long->SHOW(X)).
(S->Set Time (X)OR NEXT using->Inconsistency).

"Set Time" Opeartion analysis

(M+S->CANCEL(X)).
(WAIT(X)->CANCEL(X)).
(M-Long->SHOW(X)).
(S->NEXT OR CHANGE(X) using->Inconsistency).
(M->CHANGE(X) OR NEXT using->Inconsistency).
(M->CORRECT(X)OR CHANGE(X) using->Inconsistency).

그림 13. ESTIM의 단위 조작이미지 평가

## 5.2 절차적 일관성 및 조화성

절차적 일관성과 조화성 평가를 위해서 ESTIM은 그림 14과 같은 평가결과를 제공한다. 그림 14에서 보면, 사용자들은 ON/OFF를 설정한 후 시간을 설정하기를 원하는데 반하여 시스템은 마지막절차로 ON/OFF를 구현함으로 해서 사용자의 기대를 충분히 반영하지 못하였다고 할 수 있다.

```
ASK "SET ALARM ON"
〈User' s expectation〉 (SLEEP → (SET MENU (ALARMON)) → ONOFF →
SET_TIME → SET_MIN → SET_AMPM)
〈System behavior〉
(SLEEP → (SET MENU (ALARMON)) → SET_TIME → SET_MIN → SET_AMPM
→ ONOFF)
〈User' s expectation〉                    〈System behavior〉
-------------------------------------------------------------
(ONOFF-〉 SET_TIME)          (NO)
(ONOFF-〉 SET_MIN)           (NO)
(ONOFF-〉 SET_AMPM)          (NO)
```

그림 14. 무선호출기에 대한 절차적 조화성 평가항목의 ESTIM 평가결과

## 5.3 조작 및 정보의 이용가능성

이 단계는 사용자가 기대하는 조작 및 정보가 적절한 시점에서 제공되는지에 대한 평가 과정으로 ESTIM은 그림 15와 같은 결과를 제공해준다. 그림 15에서 보면, 사용자들은 메뉴 ALARM을 선택한 후에 ON/OFF를 선택하여 ALARM을 OFF를 할 수 있기를 바라는 반면에 인터페이스는 반드시 시간, 분, 오전/오후과정을 거친 후에 ON/OFF를 할 수 있도록 구현되어 있다. 이는 사용자가 특정 시점에 이용할 수 있는 조작이 제공되지 않음으로 해서 불필요한 일련의 과정이 수행되어지고 있음을 의미한다.

```
TASK "SET ALARM ON"
**************************
Control Availability Test
**************************
User expectation: ((SET MENU (ALARM)) → ONOFF)
System behavior: (((SET MENU (ALARM)) → SET_TIME → SET_MIN → SET_AMPM → ONOFF))
Result: INCONSISTENCY

User expectation: (ONOFF → (SET MENU (ALARM)))
System behavior: ((ONOFF → SLEEP → (SET MENU (ALARM))))
Result: INCONSISTENCY

User expectation: (ONOFF → SET_TIME)
System behavior: ((ONOFF → SLEEP → (SET MENU (ALARM)) → SET_TIME))
Result: INCONSISTENCY
```

그림 15. 무선호출기의 조작 이용가능성에 대한 ESTIM 평가결과

### 5.4 유사성에 의한 직무 군집화와 인터페이스 직무간의 조화성

ESTIM은 사용자의 유사성 지식에 의한 직무 군집화와 인터페이스의 기능 구조의 조화성 여부를 평가한다. ESTIM평가에 의하면 무선호출기에서 사용자는 알람 시간설정과 현재시간 설정사이의 높은 유사성관계(0.92)를 가지고 있음을 알 수 있었고 이는 두 직무간의 절차의 동질성이 다른 직무들에 비해서 훨씬 중요함을 시사한다고 할 수 있다.

표 5는 ESTIM에 의한 평가결과와 전문가의 평가결과를 정리한 것이다 표 5를 보면 전문가들의 평가를 기준으로 해서 ESTIM의 유효성을 평가한 것으로 구현된 ESTIM의 평가결과가 전문가의 평가와 상당부분 일치함을 알 수 있다.

| 항목 | | | 총 문제수 (전문가의 평가) | ESTIM에 의한 자동평가 | 비율 (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 직무절차 | 일관성 | | 3 | 3 | 100 |
| | 조화성 | | 10 | 7 | 70 |
| 조작이미지 | 일관성 | 단위조작 | 13 | 10 | 77 |
| | | 항행조작 | 6 | 5 | 83 |
| | 조화성 | 단위조작 | 2 | 1 | 50 |
| | | 항행조작 | 3 | 3 | 100 |
| 조작 및 정보의 이용가능성 | | | 10 | 8 | 80 |
| 직무들간의 내비게이션 조화성 | | | 2 | 2 | 100 |

표 5. ESTIM에 의한 무선호출기 평가와 전문가의 평가와의 비교

## 6. 결론 및 토의

사용자 인터페이스의 분석은 인터페이스의 복잡도와 일관성에 중점을 두고 진행되어 왔다. 그러나 실생활에서 인터페이스의 문제는 사용자가 개입되면서 발생하므로 기존의 사용성평가 방법에서 고려되지 않은 사용자 직무지식에 의한 평가관점을 부각시키는 방법이 조화성이다. 특히 직무기반 설계철학에서 조화성 기준은 인터페이스 설계시 사용자의 직무지식을 반영할 수 있는 방안으로 고려할 수 있다는 것을 보임과 동시에 이를 ESTIM을 이용해서 효과적으로 수행할 수 있음을 보였다. 이 시스템은 사용자의 모형을 분석 가능한 형태로 표현하고 이것을 규칙기반시스템을 이용해서 인터페이스의 행태가 사용자의 기대와 부합하는 지를 평가할 뿐 아니라 인터페이스가 가지고 있는 일관성 평가를 동시에 고려하였다. 그리고 ESTIM은 실제 무선호출기에 적용되어 인터페이스의 문제점들을 잘 발견하였으며 가이드라인이나 설계자의 주관적인 평가보다 체계적이고 효율적인 결과를 제시하고 있다.

본 연구에서 제시한 평가모형 및 시스템은 추상적 표현으로부터 물리적 수준까지 하향식 접근방식을 취하고 있으며 이를 통해서 인터페이스 개발 전과정에서 사용할 수 있도록 반복적인 평가가 가능한 설계지원시스템으로서의 기능을 가진다. 특히 ESTIM은 정보 및 절차의 흐름을 다이어그램 형태로 표현하여 프로그래머도 직관적이고 반복적으로 평가를 수행할 수 있으므로 소프트웨어 공학에서 사용될 수 있는 광범위한 개발 지원환경을 갖추었다고 할 수 있다.

# 참 고 문 헌


[1] Byrne, M.D., Wood, S.D., and Foley, J.D., "Automating interface evaluation", Proceedings of ACM/CHI, (pp. 232-237), 1994.

[2] Harrison, M., and Thimbleby, H., Formal methods in Human-Computer Interaction, Cambridge Press : London, 1988.

[3] Kieras, D.E., Wood, S.D., and Meyer, D.A., "Predictive engineering models based on EPIC architecture for Multimodal high-performance human-computer interaction task", ACM Tran. On Computer-Human Interaction, 4(9), 230-275, 1997.

[4] Kim, W.C., and Foley, J.D., "Providing high-level control and expert assistance in the user interface presentation design", INTERCHI, 1993.

[5] Klein, G.A., Calderwood, R., and Macgregor, D., "Critical Decision Method for eliciting knowledge", IEEE Tran. on Systems, Man, and Cybernetics, 19, 462-472, 1989.

[6] Lecerof, A., and Paternó,F., "Automatic support for usability evaluation", IEEE Tran. on software, 24(10) , 863-888, 1998.

[7] Löwgren, J., and Lauren, U., "Supporting the use of guideline and style guides in professional user interface design", Interacting with computers, 5, 385-396, 1993.

[8] Löwgren, J., and Nordqvist, T., "Knowledge-based evaluation as design support for GUI", Computer-Human Interaction, 1992.

[9] McDonald.J.E, Stone. J.D., and Liebelt, L.S., "Searching for items in menus : The effects of organization and type of target", Proceedings of the 27th Annual Meeting of Human Factors Society, 834-837, 1988.

[10] Meyer, B.A., "User Interface Software Technology", ACM computer survey, 1996.

[11] NASA, User-Interface Guidelines, http://groucho.gsfc.nasa.gov, 1996.

[12] Nielsen, J., Usability Engineering, American Press : NewYork, 1993.

[13] Palanque, P., Paterno, F., Bastide, R., and Mezzanotte, M., "Towards an integrated proposal for interactive systems design based on TLIM and ICO", Proceedings of the Eurographics Workshop(pp 162-187), Namur, BL. 1996.

[14] Park, J., Yoon, W.C., and Ryu, H., "Users' recognition of semantic affinity among tasks", International Journal of Human-computer interaction, in process.

[15] Payne, S.J., and Green, T.R.G., "Task-action grammar: A model of the mental

representation of task language", Human-Computer Interaction, 2, 93-133, 1986.

[16] Poitrenaud, S., "The PROCOPE semantic network: An alternative to action grammars". International Journal of Human-Computer Studies, 42,31-69,1995.

[17] Rasmussen, J., Pejterson, A.M., and Goodstein, L.P., Cognitive system engineering, Johns Wiely and sons : New York, 1994.

[18] Scapin, D.L., "Organization human factors knowledge for the evaluation and design of interface", International Journal of Human Computer Interaction, 2, 203-229, 1990.

[19] Yoon, W.C., and Park, J., "An interface model for evaluating Task-Interface congruity", In Proceedings of HCI international, San Francisco, US, 295-298, 1997a.

[20] Yoon, W.C., and Park, J., "User interface design and evaluation based on task analysis", Proceedings of ICPR, 598-601, 1997b.

[21] Williams, E., and Rideout, T., Task analysis in the product design, Hewlett Packard, 1993.