

# 정보구조 설계를 위한 계층적 탐색모델 개발 및 적용

## Development and Application of Hierarchical Information Search Model(HIS) for Information Architecture Design

김인수\*, 김봉건\*, 최재현\*

### ABSTRACT

This study was contrived Hierarchical Information Search (HIS) model. HIS model is based on a "cognitive process" in which model, comprising basic human information processing mechanize and information interaction. Its process include 3 semantic cognitive processes: Schema-Association LTM, Form Domain, and Alternative Selection. Design methodology consists to elicitate memory, thinking and cognitive response variables. In case study, menu structure of mobile phone was applied. In result, a correlation between predictive error rate and real error rate was .892. and a correlation between selective and real reaction time was .697. This present to suggest a model of how the methodology could be applied to real system design effectively when this was used. HIS model could become one of the most important factors for success of product design. In the perspective, the systemic methodology would contribute to design a quantitative and predictive system.

Keyword: HCI, Cognitive Theories, HIS Model, Information Architecture

---

\* U2 Systems, Inc.

주 소 : 135-101 서울시 강남구 논현동 3-13 세기빌딩 302호

전 화 : 02) 549-4987

E-mail: ergo@u2system.co.kr

## 1. 서 론

컴퓨터의 진보와 정보기술의 발전은 사용자에게 다양한 정보서비스를 제공할 수 있게 하였다. 이와 더불어 과거와는 달리 많은 커뮤니케이션은 컴퓨터 시스템과 연계되어 더욱더 복잡한 구조를 가지고 있다. 이러한 정보시스템의 변화는 사용자 중심의 설계 패러다임을 가져왔고, 복잡해진 정보구조에 대한 설계(Information Architecture: IA)는 HCI 한 분야로서 중요한 이슈로 부각 되었다. 이에 정보를 제공하는 방식도 점차 사용자의 편의를 고려하게 되었으며, 인간의 인지 심리적 특성은 정보 설계에 있어 중요한 부분으로 자리 잡게 되었다. 특히, 최근 디지털 정보환경은 제품의 컨버전스 현상과 다기능 집적 현상으로 인해, 설계자에게는 서비스 제공 시각공간의 한계를 가져왔으며, 제품 사용자에게는 정보탐색 과정에서 길잃음 등의 인지 스트레스를 발생하게 되었다. 따라서 이와 같은 문제 해결은 사용자의 정보탐색에 필요한 인지적 요소 추출과 요소에 대한 정확한 분석이 선행된 후 설계가 진행되어야 할 것이다.

최근 연구 동향은 사용자의 정보탐색 과정을 인지모델로 제시하여 합리적인 방법론 개발에 초점을 두고 있다. 기존의 연구사례를 살펴보면, 사용자의 인지된 정보구조를 추출하기 위해 여러 가지 접근방법이 시도 되었으며, 이들 대부분의 연구는 인간의 인지과정에 기반을 두고 있다. 이러한 이유는 더욱더 체계적인 평가 도구(Tool)를 제공할 뿐만 아니라 보다 효율적인 개발과 응용에 기여할 수

있는 연구적 성과를 가져왔기 때문이다.

최근 정보제공 방식은 계층형태로 제공하게 되는데, 계층적 탐색 과정에서 여러 Agent가 복합적으로 작용하게 되어, 그 현상을 설명할 수 있는 연구를 필요로 하고 있다. 대부분의 연구는 계층적 구조에 대한 전반적인 정보 분류에 초점을 맞추었고, 그 정보를 구성하는 각 구성 요소간의 세부적인 배치와 각 정보단위들 간의 의미 정도를 정량적으로 적용한 객관화된 설계-평가 연구는 미흡하였다(Chen et al., 1998; Kim et al., 2002; Han et al., 2003). 이러한 기존의 연구는 정보구조 설계 과정 뿐 만 아니라 제품출시 후 재평가 및 수정 단계에 많은 시간과 비용을 소요하고 있다(Kim et al., 2003). 이와 같이 기존의 방법론의 한계를 극복하기 위해서는 정보구조 탐색과정에 대한 정확한 이해와 탐색에 영향을 미치는 인지요소 인출이 요구되며, 그 요소간의 상호작용을 설명할 수 있는 합리적 모델 설계와 정량적인 정보구조 추출 방법론 제시가 요구된다.

이에 따라 본 연구에서는 계층적 정보탐색 모델(Hierarchical Information Search model; HIS)을 제안하였고, 이 모델을 기반으로 정보구조를 설계하였다. HIS 모델은 인지 프로세스에 기반을 둔 모델로써 인간의 정보처리 메커니즘과 시스템 정보와의 상호작용에 근거하고 있다. HIS 모델은 계층적 정보구조 탐색 환경에서 인간의 인지과정을 체계적으로 설명하였다. 본 연구에서는 안출한 HIS 모델은 정보구조 설계에 기반이 되는 Semantic Cognition에 초점을 맞추어 방법론 제시와 실제 적용사례 연구를 통한 모델의

적용 타당성을 확인하였다. 사례연구로는 이동전화 단말기 메뉴 정보 구조를 이용하여 연구를 수행하였다.

본 연구에서 제시한 HIS 모델은 소프트웨어 뿐 만 아니라 다양한 제품이나 웹 설계 분야의 정보구조 설계에 적용될 수 있으며, 체계적인 설계 프로세스와 평가에 기여할 것으로 보인다. 이는 정보구조 설계를 위한 새로운 접근 방향을 제시할 뿐 만 아니라 설계된 정보구조가 사용자의 인지구조에 얼마나 반영되었는지를 정량적으로 보여줌으로써 기존의 설계 방법에 대한 한계점을 극복할 것으로 기대 된다.

## 2. 계층적 정보구조 탐색

계층적 정보구조는 복잡한 정보체계에서 가장 체계적으로 조직화된 형태이다. 계층적 다이어그램은 직관적인 구조로 인간에게 친숙하며, 또한 구조를 이해하기 쉽기 때문에 가장 잘 탐색 할 수 있다. 이는 Top-Down 방식의 계층적 접근으로 인간의 인지처리 과정과 흡사하기 때문에 설계에 적용된다. 계층적 조직은 Parent-Child 상호관계이다. 정보는 상위 카테고리 와 하부 카테고리를 가지며, End-Element까지 Top-Down 방식으로 구성된다. 각 Level은 정보의 너비(Breadth)를 가지고 많은 Option과 하부 카테고리를 가지게 된다. 그리고 깊이(Depth)는 층과 Item들을 가지고 있다. 사용자가 선택한 정보는 시스템에서 매번 결정한 Object에 의해 전달 받게 된다. 디지털 환경의 경우에는 매

번 시스템의 Display에 제시된 Option들의 새로운 Set에 의해 전달 받게 된다.

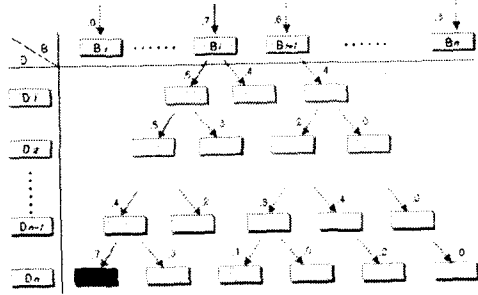


그림 1. 계층적 정보구조

위의 (그림 1)은 계층적 정보구조 탐색 Route Model을 보여주고 있다. 행(Breath)은 층으로 선택할 Option, 열(Depth)은 깊이로 표현한 것이다. 사용자는 D1부터 End-Target이 있는 Dn까지 탐색을 하게 되며, 매번 층에서 정보를 선택할 때 선택확률(확실성이나 불확실성)을 기반으로 현재의 위치에서 다음 단계로 정보이동이 발생한다. 예를 들면, 사용자는 첫 층에서 B1 (.0), B<sub>i</sub>+1 (.6), B<sub>n</sub> (.3)에 대한 확실성 확률을 보다 의미적으로 가능성이 높은 B<sub>i</sub> (.7)을 선택하게 되며, D2 층으로 정보의 이동이 발생하며, 다시 오른쪽 (.4) 보다 확실성 확률이 높은 (.6)을 다시 선택하며, 이러한 과정을 End-Target이 있는 D<sub>n</sub> 층까지 수행하여 마지막 진한 박스로 표현된 Target (.7)을 결정하여 선택하게 된다.

계층적 정보구조에 따른 사용자의 반응은

의미적 인지(Semantic Cognition) 과정을 수반하고 있음을 알 수 있다. 의미적 인지는 크게 의미적 분류와 의미적 관계로 설명될 수 있는데, 전자는 이미 습득된 지식 도메인(Domain)으로, 탐색과정에 있어 세부적 도메인을 형성하여 절차에 대한 수행도인 스피드와 정확도에 영향을 미친다(Jacko et al., 1995). 그리고 후자는 LTM (Long-term Memory)과 협력된 스키마(Schema)로, 사용자 작업 메모리, 탐색의 촉진, 그리고 언어 이해 오류 등 사용자의 정신 노력(Mental Effort)의 증감과 관계가 있다. 다시 말하면, 의미적 정보구조는 사용자의 LTM의 인지기조이며, 작업을 수행하는 동안 WM (Working Memory) 사이의 서로 연결된 상호작용이다. 계층적 정보구조 탐색은 이 두 요소간의 상관관계의 의미적 거리에 따라 확실성과 불확실성 확률에 반영되어 사용자는 여러 객체(Menu Items)에 대한 최종 선택을 하게 된다.

### 3. 사용자의 인지 모델

#### 3.1 인지기론

본 연구에서는 외부자극에 대한 인지작용시 LTM과 WM 사이의 반응과 관련된 대표적 이론을 서술하였다. 아래의 이론들은 스키마 작용에 의한 Bottom-Up 인지 프로세스, Domain Specific 작용에 의한 Top-down 프로세스, 그리고 활성화 확산이론을 통하여 계층적 탐색과정에서 작용되는 인지적 요인을

설명하였다.

##### 3.1.1 스키마 이론(Schema Theory)

스키마란 이미 알고 있는 객체(Object), 상황(Situation), 사건(Event)나 행위(Action)에 관한 일반적 지식으로 사전 경험에 의해 습득된 지식이 기억에 표상(저장)된 정보의 Packet이다(Nishida, 1993; 1999). 스키마 이론에 따르면, 스키마 구조는 정보의 저장과 조직화를 지원하고, 인지처리 발생 시 WM의 부하를 적게 한다. 이와 같이 스키마 기억의 존재는 문제가 발생할 때마다 스스로 작용하게 되어 LTM에서 탐색 Node를 생성하게 되며, 문제해결을 위해 절차와 계획안(Propositions)의 집합인 초기 Node를 형성시킨다. 그 초기 Node는 그것으로부터 Arc 발산을 통하여 활성화하고 활성화 확산 Network을 구성하게 된다. 매번 새로운 Node를 상속 받게 되고, 이것은 다시 접근 가능성(Accessibility)있는 Node로 활성화되고 활성화 확산(Spreading Activation: SA)을 한다. 초기 Node와 상속된 모든 Node의 Content는 WM를 지원하여 그 Agent는 WM에 저장된 지식구조를 이용하여 현재의 문제를 해결하려고 시도하게 되는 Bottom-up 인지 프로세스이다. 계층적 정보구조 탐색에서 LTM과 협력관계인 스키마는 정보구조의 Top-Down 접근 과정에서 매번 활성화 확산 과정을 반복하게 된다. 그 활성화 정도는 의미적 상호작용에 의해 발생하게 되며, 의사결정 시 선택반응 시간과 정확도에 영향을 미치게 된다.

### 3.1.2 도메인 이론(Domain Theory)

도메인 이론은 인간이 직면하게 되는 문제 범위를 하부 도메인으로부터 주위상황, Layout, 정보 분류, 메뉴 길이, 깊이와 너비 등의 주어진 조건을 인도하여 감각, 지각, 주의, 기억, 그리고 의사결정을 이끄는 유용한 원칙이다. 도메인 지식은 과거의 경험에 의해 습득된 LTM에 저장된 지식으로 문제해결 시 Domain Specific 과정을 통해 직무처리 효과에 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다. 이는 배경지식이나 LTM과 관련된 영역으로, LTM은 인간 내부 인지, 그 자체의 창조적인 아날로그 프로세스를 제공하게 된다. 도메인 이론에서 지식의 표상은 Target 도메인에 대한 정보와 관련된 전반적인 영역에 대한 요구를 포함하며, 창조적인 인지형성을 위해 미리 준비된 것으로 보고 있다. 이 과정에서 정보 회상(Retrieval)은 내부적인 사건의 행동 유발에 대한 적당한 영감에 의해 착상을 자각한다. 도메인에 의해 발생하는 인지과정은 "Reduces or Dampens Neuronal, Mental, or Behavioral Activity" 메커니즘이라고 말한다(Clark 1996). 이와 같이 이미 습득된 도메인 지식은 계층적 정보구조 탐색과정에 있어 초기 도메인을 형성을 시작으로, 직면하게 되는 상황 마다 세부적 도메인을 형성하는 Top-Down 인지 프로세스로써 지각된 자극으로부터 발생된 WM와 상호작용하여 절차에 대한 수행도인 스피드와 정확도에 영향을 미치게 된다(Jacko et al., 1995).

### 3.1.3 활성화 확산 이론

인지심리학에서 도메인 이론을 설명하는 의미적 인지 프로세스 이론 가운데 하나로 활성화 확산이론이 있다(Roelofs, 1992; Samani et al., 1997). 이는 LTM의 일시적인 변화인 회상(Retrieval) 프로세스를 가지는 모든 활동에 대한 제안으로 하나의 Item이 시스템에 표현되어질 때 LTM에 표상 되어진 Item으로부터 또 다른 근처의 Item까지 활성화 확산을 한다는 이론이다(Ratcliff et al., 1994). 활성화 확산은 LTM에서 정보 주체의 기억회상(Memory Retrieval) 프로세스의 연결된 과정을 설명하는데 중요한 역할을 한다. 이와 같이, 계층적 구조에서 하나의 Node로 표현될 때 그 Node로부터 근접한 또 다른 Node들과 함께 활성화가 일어나게 되는 것이다(Anderson, 2000). 이러한 과정에서 스키마는 지식의 단위를 응집력 있는 Network 위계적 체계로 구성하게 된다. 이러한 작용은 인지능력(Capability)에 영향을 미치는 인지전략으로 도메인 내의 분리될 수 있는 스키마와 연합하게 된다(Suzuki, 1987). 계층적 정보구조에 활성화 확산 이론은 LTM과 관련되어 졌는데(Ratcliff et al., 1994), 최근에는 활성화 개념이 점화 이론에서 높은 설명력으로 받아들여지고 있다. 활성화의 핵심은 기억 흔적들(Memory Traces) 간의 상호관계, 그리고 누적된 기억의 인출에 관한 것이다. 이러한 활성화 이론은 의미 분류, 어휘 결정, 그리고 Item 재인(Recognition) 등의 연구에 활용할 수 있다(McNamara, 1992). 활성화 확산 이론에 따르면, 계층적 정보구조에서 하나

의 아이템이 표현되어질 때, 아이템으로부터 근접한 또 다른 아이템들과 함께 활성화가 일어나게 된다(Anderson, 2000). 활성화 모델에서 입력 아이템과 관련된 아이템들과의 관계에 의해 LTM에서 활성화의 증감이 나타난다. 이러한 활성화 확산은 연상적 점화에서 지식에 대한 무의식적 점화로써, 연상 관계에 있는 쌍에 대한 반응은 읽혀지는 단어의 속도를 촉진시키고, 강한 연상적 연관을 가진 단어들이 만들어 낸 덜 관련 없는 단어보다 더 빨리 읽혀질 수 있다. 그리고 최근의 계층적 활성화 연구에서 활성화 정도에 따라 반응 시간과 에러율에 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다(Sharifian et al., 1997). 기존의 여러 연구에서 활성화 모델은 망의 의미적 상호관계로 표현되었고, 기억에서 단어들의 상호 관련된 구조로 나타내었다. 즉, 활성화 확산은 LTM과 WM 사이의 인지반응으로 도메인과 스키마 현상으로 인지프로세스에 대한 설명이 가능하다.

### 3.2 인간 정보처리 모델

존재하는 인지모델은 인간정보처리 메커니즘에 기반을 둔 탐색절차로 표현된다. 인지모델은 예측시간, 에러, 그 밖의 사용자 심리적 상호작용을 측정할 수 있는 적용수단을 제공한다(Kolski et al., 2002). 일반적으로, 정보처리 메커니즘은 인간 기억처리의 두 부분으로, 상치 저장된 정보인 LTM과 문제가 발생하고 이와 직면할 경우 순간적으로 작용하게 되는 정보 조각인 WM이 있다. 그리고 위의 LTM과 WM은 인지모델에 있어서 중요한

요소로 작용한다.

인간의 정보처리 모델에 대한 최근의 연구로 After Infusion Model (AIM) (Forgas, 1992, 1994), Schema-Association LTM (SALT) 모델, Cognition & Motivation Integration (COMINT) 모델, 그리고 EPIC (Executive Process-InterAction) 등이 소개되었다. AIM 모델은 정보 프로세싱 전략을 표현한 것으로 저장된 정보로의 직접적인 접근(Access) 프로세스, 휴리스틱(Heuristic) 정보 프로세스, 유발되는(Motivated) 정보 프로세스, 그리고 실질상의(Substantive) 정보 프로세스를 보여 준다(Forgas, 1992; 1994). 이 모델에서는 단일 정보처리 과정 메커니즘을 제공한 모델로써 적용은 되었으나, 실제 프로세스에 영향 주는 여러 변수들에 의한 Bias를 설명하지 못한 한계점을 가지고 있다. SALT 모델은 AIM모델의 단점을 보완한 모델로써 LTM과 접근 방법을 표현하여 스키마를 가진 활성화 확산(Spreading Activation), 그리고 현상에 대한 표상적 수준(Symbolic Level)을 부여함으로써 모든 정황(Context)의 원인이 되는 확산현상을 설명하였다. SALT 모델에 따르면, LTM은 3가지 표호인 (1) Node, (2) Content와 Arc, 그리고 (3) 추론(Inference)에 의해 의미적 Network 연합을 한다고 하였다. 그리고 COMINT 모델에서는 의사결정 정보 프로세싱에서 유발(Motivation)에 대한 설명을 추가한 고유의 SALT모델이 확장된 개념이다. 끝으로 가장 최근의 모델로 EPIC가 있는데, 이는 인지기

조를 사용하고 있다(Executive Process-Interactive Control). EPIC는 인간의 지각, 인지, 그리고 행동을 프로세스 보여준다. 이 모델은 인간정보처리 과정 시뮬레이션, Task 실행, 인지탐색 행위의 모든 과정 (a) Goal Formation, (b) Category Selection, (c) Information Extraction, (d) Integration, 그리고 (e) Recycling의 5가지 프레임워크를 구성하였다. 특히, Recycling 단계에서 Control Function을 적용함으로써 Meta-Process를 이론적으로 보였다.

위의 기존의 모델들은 사용자의 인지과정에 대한 설명과 프레임워크 구성으로 시스템 설계와 평가에 기여하였다. 그러나 정보탐색에 있어 탐색에 영향을 미치는 인지요소 인출에 대한 변수 정의와 그 요소간의 상호작용을 설명할 수 있는 모델 제시, 그리고 설계를 위한 체계적인 방법론 설계에 미흡하였다.

### 4. 계층적 정보탐색(HIS) 모델

일반적으로 조직화된 인지모델은 Item 사이의 개념적 유연관계가 사용자의 내부조직에 잘 일치한다(Wickens, 1984). 본 연구에서는 이러한 개념으로 정보 탐색과정에서 사용자가 어떻게 정보를 선택하고 결정하게 되는지를 사용자 탐색 모델로 표현하였다. 정보탐색 Task는 Goal-Driven으로써 결과나 중간의 피드백 메커니즘과 관련 맺고 있다. 아래의 (그림2)는 계층적 정보탐색(Hierarchical Information Search; HIS)을 모델로써 묘사한 것이다.

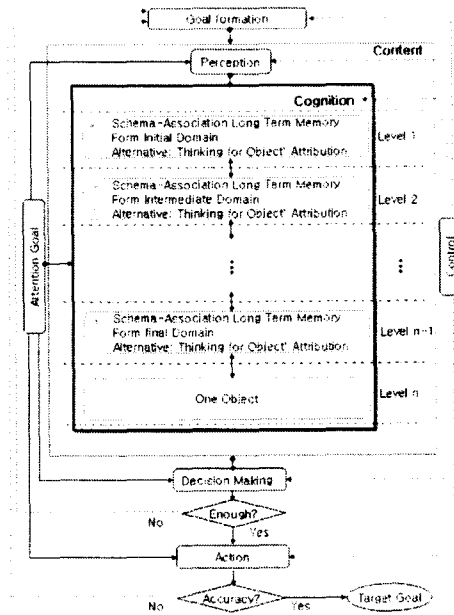


그림 2. 계층적 정보구조 탐색 모델

본 연구에서 제안한 모델은 인지이론과 인지 프로세스 모델을 기반의 계층적 정보구조 탐색 과정을 인간의 정보 처리 메커니즘과 시스템 정보와의 상호작용에 근거하고 있다. 그리고 HIS 모델은 인간과 정보 시스템 간의 상호작용을 (a) Goal Formation, (b) Visual Perception, (c) Semantic Cognition, (d) Decision-making, (e) Action, (f) Control 등의 6요소가 복합적으로 작용하여 Target Goal을 검색하는 동안 각 Level에 작용하게 되는 일련의 인지적 활동을 설명하고 있다.

(a) Goal Formation: 목표는 요구에 대한 목적이나 의도로 정의할 수 있으며, 이것은 사용자가 하려고 하는 의지를 말한다. Goal

Formation은 HIS의 첫 단계로 "Target"을 위한 명료화 하는 과정으로, 일단 목표가 형성되면, 사용자는 탐색을 위한 정보의 적합한 카테고리 선택을 필요로 한다.

(b) Visual Perception: 완고한 목표가 설정되면, 자극(예. Text, Word)에 대하여 Visual Perception을 하게 된다. 이는 외부 자극에 대한 직접적인 Perception으로 정보는 단순히 감각기관에 의해 탐지된다. 이때 아날로그적 정보 접근이 이루어지는데 인식된 정보는 사용자가 수행할 행동을 유도하는 인터페이스 디자인에 적용될 수 있다.

(c) Semantic Cognition: HIS 모델에서 이 단계는 정보구조 설계 시 직접적으로 사용자에게 영향을 미치는 부분이다. 각 Level에서 Schema-Association LTM, Form Domain, 그리고 Alternative Selection의 3단계의 과정을 포함한다. 아래의 (그림 3)는 각 Level에서의 인지과정을 보여주고 있다.

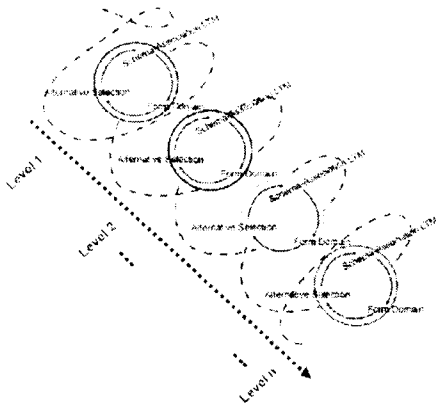


그림 3. 정보 탐색 인지 Spiral 모델

Schema-Association LTM은 Goal을 설정한 후 LTM의 지식과 Association된 정보들 간의 활성화 확산 과정을 거치는 단계이고, Specific Domain을 형성 시키는 Form Domain 단계, 그리고 이러한 인지작용을 거친 후 사용자는 Display나 Screen에 나타난 여러 Item 가운데에서 Object Attribution을 고려하여 하나의 Item을 선택·결정하는 Alternative Selection 단계로 설명된다. 이와 같은 Semantic Cognition 과정은 가장 상위 Level 1에서 하위 Level n까지 각 Level 마다 반복적으로 발생하게 된다. 즉, 목표 결정에 의해 지각과정을 거친 후 Level 1에서 Target과 관련된 스키마 활성화 확산 (Schema Spreading Activation) 작용을 하게 되고, Initial Domain을 형성하게 된다. 그 후 Object에 대한 속성을 진단하여, Level 1에서 가장 활성화된 Object를 선택하게 된다. 다시 Level 2에서 사용자는 Sub-Goal을 가지고 그와 같은 프로세스를 각 Level 마다 계속 진행한다. 결과적으로 이러한 과정이 되풀이되어 Level n-1에서 Final Domain을 형성되어, 최종 목표인 Object를 찾게 되는 것이다. 이러한 과정은 각 Level 마다 Visual Perception, Semantic Cognition, Decision Making, Action, Control 과정이 발생하게 되며, Filtering과정과 Object Meta-Information이나 Meta-Cognition 과정을 포함하여 최적의 루트를 찾게 된다.

(d) Decision Making: 의사결정은 현재 인지적 WM과 사전에 알고 있는 지식을 함께



통합하고, 통합된 정보로부터 의사결정을 하는 것이다. 이때 사용자는 확률(확실성이나 불확실성)에 의존하여 최종 Goal과 일치여부를 확인할 것인지 아니면 탐색을 위하여 다시 반복적인 확인할 것인지를 결정한다.

(e) Action: HIS 모델의 마지막 단계로써 Target을 확인하기 위한 사용자의 행위이다. 초기 목적과 일치하면 "Success", 그렇지 않으면 Backtrack이나 Recycling 하여 다시 Task를 수행하게 된다.

(f) Control: Control은 "Recycling"을 보다 총괄적인 인지 프로세스에서 함축적으로 작용한다. 모든 실행 가능한 탐색 프로세스에서 탐색을 시작하고, 멈출 때, 다시 반복할 때, 그리고 받아들이거나 버릴 때 결정의 외연을 표현하게 된다(Te'eni et al., 2001). (그림 1)을 보면, Control은 전반적 인지 프로세스의 또 다른 인지 프로세스 측면을 보여주는 Meta-Process를 설명해 준다.

(g) Attention: Attention은 능동적인 선택 환경의 정보(예. Sensation)나 내재적인 근원(Source)으로부터 능동적인 프로세스로 정보(예. Visceral Cues, Thought Process) 내부적인 인지 프로세스로 정의 할 수 있다. 일반적인 전문어로 주위산만을 관리하는 것으로 Task나 Idea가 주어졌을 때 관심을 유지하고, 초점을 두고 있는 능력으로 설명될 수 있다.

## 5. 정보구조 설계 방법론

HIS 모델을 적용한 정보구조 설계 방법론은 (c) Semantic Cognition에 초점을 두었다. (그림 3)의 정보 탐색 인지 Spiral 모델에서 보여진 각 Level에서 작용하는 3변수와 과 이와 대응되는 도메인 지식(Memory), 생각(Thinking), 그리고 인지반응(Cognitive Response)의 3요소는 주요 반응변수로서 설계에 적용할 수 있을 것으로 기대된다. 이에 따라 HIS 모델에서 설명된 인지 3요소와 반응변수 관계를 정보구조 설계 방법론을 수립하였다. 아래의 (그림 4)는 3요소와 3변수, (표 1)은 설계를 위해 제안된 방법론이다.

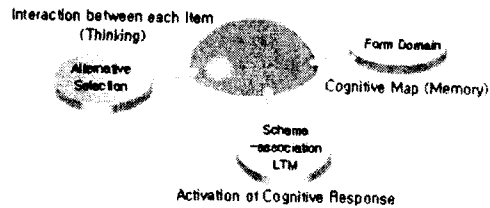


그림 4. 인지 3요소와 반응변수

(a) 기억(Memory): 인지도(Cognitive Map)는 경험, 정황 등의 영향으로 사용자에게 남아있는 심성모형(Mental Model)의 표상을 의미하고, 이는 LTM 부분이며 시스템과의 상호작용에 의해 네비게이션 전략 수립에 전반적인 영향을 미치는 요소이다. 정보설계의 경우 Domain Knowledge (or Memory)을 추출함으로써 설계에 반영할 수 있다.

(b) 생각(Thinking): 실제 정보탐색 시 Item (Object) 사이의 상호작용과 관련된 WM에 관련된 부분으로, 사용자와 시스템 사이에 작용되는 의미적 관계를 가지고 있다. 이는 Link와 Domain 내의 Object인 Node 구조에서 Item들 간의 상호작용으로 설명될 수 있다. 일반적으로 Object는 Text로 표현된 Node와 Node사이에 의미적 관계를 Link로 설명한다. 이와 같이 Object 사이의 상호작용에 관한 변수는 사용자의 생각(Thinking) 추출을 통하여 시스템 설계에 적용 될 수 있다.

(c) 인지반응 활성화(Cognitive Response): 인지반응은 일반적으로 Target Word와 주위의 Word사이에서 발생하는 의미적 응집력이다. 이는 선택상황에 있어서 Object에 대한 활성화를 의미하며, 활성화 정도(Spreading Activation Level)는 사용자의 반응시간과 정확도에 영향을 미치는 반응변수로 표현이 가능하다.

표 1. 인지 3요소와 반응변수 추출 방법론

3 Variables	3 Factors	Methodologies	Measurements
Form Domain	Memory	• Multivariate Scaling Techniques (MDS, CA, Pathfinder) • Sketch Map Test, Descriptive Technique (Card Sorting, KJ Method)	Accuracy
Alternative Selection	Thinking	• Thinking Aloud Techniques, Observation of Nonverbal Behaviors, Scenario-based Protocol Analysis	Accuracy
Schema-association LTM	Response	• Spreading Activation Test	Response Time & Accuracy

## 6. 사례연구

본 연구에서는 HIS 모델 기반의 방법론적

적용 및 검토를 위한 사례연구로 이동전화 단말기 메뉴 정보구조를 설계·분석하였다. 연구의 범위는 HIS 모델의 Semantic Cognition 부분에 초점을 두었다. 이에 대한 설계 프로세스는 크게 4개 부문으로 구성하였다. LTM의도메인 추출로인 (a) 기억추출, WM과 관련된 실제 시스템에 반응과 관련된 (b) 생각추출, 이를 바탕으로 LTM과 WM 반응 시 각 Object들 간의 (c) 인지반응 활성화 테스트를 수행하였다. 실험 (b)와 (c)는 반복적인 평가를 통하여 최적의 정보구조를 추출하였다. 끝으로 결과에 대한 수렴도 검증으로 방법론에 의해 설계된 이론적(예측한) 정보구조와 이론적 정보구조에 대한 실제 사용자 반응과의 상관관계 분석을 통한 본 방법론의 예측 가능성 평가를 수행하였다. 3가지 실험에 대한 프로세스는 아래의 (그림 5)와 같다.

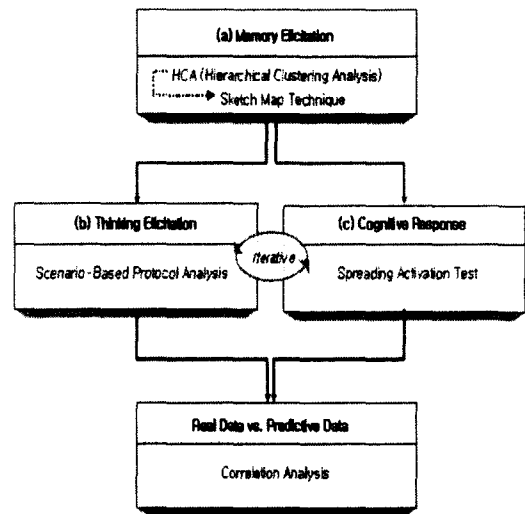


그림 5. 사례연구 설계 프로세스

(a) 실험 a: 기억추출

기억추출은 사용자의 경험에 의해 형성된 인지도로서 LTM과 관련된다. 본 실험에서는 기존의 이동전화 단말기에 대한 사용자의 기억 흔적들(Memory Traces)로부터 의미 분류(Semantic Categorization)와 의미 조직(Semantic Organization)을 도출하기 위한 실험으로 기억추출(Memory Elicitation)을 수행하였다. 기억추출을 위한 설계방법은 이동전화 단말기 메뉴를 구성하는 각각에 대한 주요 기능(Main Faction)에 해당되는 Item 행(Row) 10개와 그 이하 레벨에 해당되는 Item들을 열(Column) 140개의 Matrix 자료를 이용하였다. 그리고 Item들에 대한 의미적 거리 분석을 위해 계층적 군집분석(Hierarchical Cluster Analysis; HCA)과 Sketch 기법을 사용하여 사용자 도메인 추출과 도메인 내에 있는 하부 요소들 간의 상호관계를 분석하였다(Kim et al., 2002).

(b) 실험 b: 생각 추출

생각추출은 실험(a)에서 추출된 인지도를 바탕으로 설계된 이동전화 단말기 프로토타입을 통한 시나리오 기반의 Think Aloud 평가를 실시하였다. 시나리오 기반의 Verbal Protocol은 사용자의 생각을 추출하여 메뉴 구조를 진단(Diagnostic)할 수 있다. 시나리오 오는 8개로 구성하여 Thinking Aloud를 통한 사용자의 심성모형(Mental Model)과 시스템간의 상호작용 파악, 그리고 언어의 분석을 통하여 사용자에게 전달되는 정보를 분석할 수 있다. 이는 실제 사용자가 반응하는 순

간의 WM에 대한 분석이다. 분석내용은 실제 사용자가 가지고 있는 수행 과정 추적(Process Tracing)과 언어(Language) 이해력, 그리고 문제해결 방법(Problem-Solving Method)을 포함하고 있다(Han et al., 2003). 본 단계에서는 재수정된 구조는 다음 단계인 (실험 3) 인지반응 평가를 행하게 된다.

(c) 실험 c: 인지반응

인지반응에 대한 측정은 의미적 관계에 따른 Item의 스키마 형성과 관련된 테스트로 활성화 확산 실험(Spreading Activation Test; SAT)을 통해 평가될 수 있는데, 설계되어진 계층적 정보구조에 있어 각 층에서 활성화 정도와 각 층과 층사이의 활성화 정도를 평가하게 된다. 일반적으로 서로 다른 2개의 단어로 구성된 자극의 쌍을 제시하여 의미적 관계에 따른 스키마 형성과 관련된 인지적인 반응 정도를 확인하여 각 단어가 다른 단어와의 활성화 정도를 정량적으로 파악할 수 있다(Sharifian et al., 1997). 최근에는 계층적 구조의 Level 설계에 사용될 수 있는 테스트로 밝혀졌다. 일반적으로 활성화 실험에서 반응시간(Reaction Time: RT)과 에러율(or Accuracy)을 분석하여 각 Node와 Node 사이의 활성화를 설명할 수 있으며, 정보의 구조와 사용자 네비게이션 형태를 예상하는데 유용하게 활용될 수 있는 방법이다. 이러한 결과는 설계된 정보구조가 얼마나 사용자의 심성모형(Mental Model)을 반영하지 여부를 평가할 수 있다. 사용자의 기억과 실제적인 생각에 대한 예측값을 제공하므로 개선의

여지를 밝혀, 만약 개선 부분이 있으면 (실험 b)를 통해 다시 수정을 통해 문제점을 진단하여 최종 메뉴 구조를 설계한다(Bark et al., 2003).

#### (d) 비교분석 평가

방법론 적용에 대한 수렴도 검증하기 위한 평가로 상관 수렴도 검정을 실시하였다. 새로 제안된 정보구조의 모델 적용 가능성을 확인하고, 평가 데이터는 SAT 반응변수와 설계된 정보구조에 대한 실제 사용 시 사용자 반응이다.

아래의 (표 2)는 각 실험에 따른 방법론, 실험 참가자, 그리고 실험에 사용된 도구에 대한 요약을 보여주고 있다.

표 2. 실험 요약

Experiments	Methodologies	Participants	Materials
(a) Memory Elicitation	• Hierarchical Clustering Analysis • Sketch Map Technique	HCA: 31 Subjects (22.3±3.2) • SMT: 11명 (26.3±2.3)	• Keyword • Questionnaires • Sketch Tool
(b) Thinking Elicitation	Scenario-Based Think Aloud	11 Subjects (24.6±2.3)	• Task Scenarios (8) • Prototype
(c) Activation of Cognitive Response	Spreading Activation Test	15 Subjects (26.4±3.3)	• Keyword • Software
(d) Comparison Evaluator	• Indep. Var SAT vs Prototype • Dep. Var RT & Error Rate • Between Subject Design	30 Subjects (24.6±2.7)	• Task Scenarios (5) • Prototype

## 7. 실험결과 및 토의

실험결과, (실험 a)의 HCA 결과 이동전화 단말기의 군집수는 140개의 요인Item 값에 기초하여 자극 쌍에 대한 참가자들의 응답결과를 SPSS 11.0을 이용하여 분석한 결과 7개 군집간의 성격을 확인 할 수 있었다.

Sketch Map Test 결과 어휘의 이해력과 Node와 Link 간의 상호관계 등의 정보 얻어 주메뉴와 하부메뉴 사이의 세부적 관계를 분석할 수 있었다.

(실험 b)는 (실험 c)의 결과로 구현된 Prototype을 바탕으로 Scenario-Based Think Aloud Test를 실시하였고, 그 결과 사용자는 계층적 군집분석, Sketch Map 기법 결과에서 보였던 휴대폰 관리와 내 휴대폰의 각각 하위 메뉴에 대한 의미 구별이 모호성에 대한 사용자의 생각을 직접적으로 확인할 수 있었다. 그 내용으로 동일 수준에 있는 Item은 포함 관계에 대한 독립성과 수준이 동일해야 하며, 보다 구체적인 용어를 사용하는 것이 직무수행에 정확한 검색을 유도할 수 있음을 발견했다.

(실험 a, b)를 통하여 이동전화 단말기의 메뉴구조를 설계할 수 있었다. 그리고 (실험 c)은 (실험 a, b) 결과에 대한 SAT로써 각 Level에서의 반응시간과 에러율을 파악할 수 있었고, 또한 각 메뉴와 메뉴 사이의 의미적 관계를 정량적으로 파악하였다. 아래의 (표 3)은 SAT 결과로 각 Level에 대한 반응시간과 에러율 관계를 보여 주는 것으로 정보위치 변경이나 언어 수정 등 문제점을 해결 할 여지를 확인할 수 있다. 예를 들면, Profiles의 경우에는 전체의 에러율이 22.59% (RT: 2664msec)로 다른 그룹에 비하여 높게 나왔다. Level 간의 에러율 가운데 L1 - L2 (26.06%), L1 - L3 (36.93), L1 - L4 (36.93%), L2 - L4 (28.75%)로 전반적으로 높게 나타났다. 문제 해결을 위해서는 전반적으로 내 휴대폰의 경우 L1 - L2의 관계

에 대하여 사용자의 이해관계를 분석하여 문제를 해결할 수 있었다.

표 3. 활성화 확산 실험결과의 예

		L1-L2	L2-L3	L3-L4	L1-L3	L1-L4	L2-L4	Mean
Settings	Error Rate (%)	19.75	11.43	9.98	13.89	5.21	15.00	12.01*
	RT (msac)	2697	2886	2592	2697	2604	2792	2541
Profiles	Error Rate (%)	25.06	14.67	6.25	36.93	22.92	28.75	22.59
	RT (msac)	3188	2816	2578	2993	2703	3832	2964
Sounds	Error Rate (%)	13.67	15.00	7.50	11.37	9.05	15.97	12.58
	RT (msac)	2910	2673	2472	2660	2662	2908	2381

끝으로 본 사례연구에서는 방법론에 대한 적용 가능성 진단을 실시하였다. 아래의 (표 4)는 SAT에서 들어난 문제점 개선 후 다시 SAT한 이론적 예측 결과와 실제 시스템에서의 사용자 반응에 대한 상관관계 분석 결과이다. 분석결과 에러율과 반응시간은 서로 양의 상관관계가 존재함을 알 수 있었고, 예측 에러율과 실제 에러율 사이의 상관관계는 .892, 예측 반응시간과 실제 반응시간은 .697로 높은 상관관계가 있는 것으로 나타났다(Significant at a 0.01 Level).

표 4. 인지반응 상관 매트릭스

	Predictive Error Rate	Predictive RT	Real Error Rate	Real RT
Predictive Error Rate	1.00	.794	.892	.891
Predictive RT		1.00	.725	.697
Real Error Rate			1.00	.807
Real RT				1.00

\* Significant at a 0.05 level

본 사례연구 결과는 사용자의 도메인과 생각을 추출하였고, 인지반응 테스트를 통하여 추출하였다. 도메인 추출과 생각 추출은 이동전화 단말기 메뉴 구조에 대한 인지된 정보 구조를 설계할 뿐 만 아니라 전반적인 도메인

과 각 영역의 세밀한 구조 설계로 프로토타입 제작의 기초 자료로 활용될 수 있었다. 그리고 인지반응 테스트는 전체 Item과 Item, 그리고 Level과 Level간의 인지반응을 예측하여 구조에 대한 문제점을 전체에서 세부적인 부분까지 예측과 에러를 동시에 적용할 수 있는 정량적 평가 도구임을 확인 할 수 있었다.

### 8. 결론 및 추후연구

본 연구에서는 HIS 모델 안출과 모델 검토를 통해 계층적 정보구조 탐색에 영향을 주는 인지 3요소를 확인하였다. 또한, 정보구조 설계를 위한 새로운 방법론 제시와 모델의 예측 가능성을 위해 사례연구를 수행하였다.

HIS 모델은 인지 프로세스를 이론을 기반으로 제안되었다. 이것은 인지구조와 인지심리학, 그리고 HCI에 근간을 둔 모델로써 전반적인 탐색프로세스를 포함하고 있다. HIS 모델 적용은 제품개발 프로세스나 분석 단계의 동인 표준 Tool을 제공할 것으로 기대된다. 무엇보다도 HIS모델은 기존에 제시하지 못했던 계층적 정보탐색에 관한 연구 수행과 예측이 가능한 정량적 분석결과를 제공함으로써 복잡해지는 IA 설계에 보다 체계적인 접근이 가능한 설계로 그 의미가 있겠다.

사례연구는 HIS 모델에서 Semantic Cognition 부분으로 계층적 탐색과정에서 영향을 주는 도메인 지식(Memory), 생각(Thinking), 그리고 인지반응(Cognitive Response) 활성화의 3요소에 대한 사용자

Mental Model을 추출하였다. 실험결과에서는 정보를 구성하는 각 구성 요소간의 세부적인 배치와 의미를 정량적으로 제시함으로써 정보구조의 문제점 파악, 개선이 필요한 부분에 대한 원인규명 가능하였다. 또한, 높은 상관수렴도 결과는 예측이 가능한 정보구조 설계를 보여주어 모델 적용의 유용성을 확인할 수 있었다. 이 처럼 예측이 가능한 설계는 제품 출시 후 문제점 발견 후 재설계 등으로 소요되는 시간과 비용을 단축시킬 수 있을 것으로 기대된다.

HIS 모델에 대한 이론적 배경 근거하에 본 연구를 위하여 수행하였다. 따라서 앞으로 모델이 포함하고 있는 각 요소에 대한 보다 상세한 분석과 경험적 연구를 통한 검증과 적용 방법론, 측정변수 등에 대한 객관화된 분석 프로세스를 제공이 요구된다. 그리고 제안된 HIS 모델과 더불어 사용자 Pattern과 제품 설계 Pattern을 적용한 평가와 방법론에 대한 연구는 앞으로 계층적 정보구조 설계에 보다 체계적인 적용이 가능할 것으로 기대된다.

## 참고 문헌

- Anderson, J. R. (2000), *Cognitive Psychology and its Implications*, Fifth Edition, Worth Publishers and W. H. Freeman, pp.467.
- Bark, S. S., Kim, K. W., Kim, I. S., and Myung, R. (2004), Using Hierarchical Spreading Activation Model for Usability Evaluation of Web Site Menu Structure, HCI 2003, Session S-2.
- Chen, C. (1998), Bridging the Gap: The Use of Pathfinder Networks in Visual Navigation, *Journal of Visual Language and Computing*, 9, pp.267-286.
- Clark, J. M. (1996), Contributions of Inhibitory Mechanisms to unified Theory in Neuroscience and Psychology, *Brain and Cognition* 30: 127-152.
- Forgas, J. P. (1992), Affect in Social Judgments: a Multiprocess Model, *Advances in Experimental Social Psychology*, 25, pp.227-275.
- Forgas, J. P. (1994), The Role of Emotion in Social Augments: An Introductory Review and an Affect Infusion Model (AIM), *European Journal of Social Psychology*, 24, pp.1-24.
- Han, S. Y., Kim, I. S., and Myung, R. (2003), Mental Model-Based Mobile Phone Menu Design to elicit by Integrated Approach Methodology, 2002 Spring Conference of Ergonomics Society of Korea, Session C-4.
- Jacko, J. A., Salvendy, G., and Koubek, R. J. (1995), *Interacting with Computers*, Vol. 7, No. 3,

- pp.304-330.
- Kim, I. S., Han, S. Y., and Myung, R. (2004), Development of Hierarchical Information Search Model (HIS) for Information Architecture Design, HCI 2004. Session 13-2.
- Kim, I. S., Han, S. Y., and Myung, R. (2002), Memory Elicitation of Mobile Phone Menu Using Perceived Information Architecture, 2002 Fall Conference of Ergonomics Society of Korea Session 1-Product Design.
- Kim, K. W., Kim, I. S., & Myung, R. (2002). Web Usability Evaluation PIA (Perceived Information Architecture), Proceedings of 2002 Spring Conference of Ergonomics Society of Korea, Session. 3, 3-3.
- Kolski, I. C., & Vanderdonckt, J. (2002). Computer-aided Design of User Interface III, Proceedings of the 4th International Conference on Computer-Aided Design of User Interface CAUI'2002. pp.111-118.
- McNamara, T. P. (1992), Theories of Priming: I. Associative Distance and Lag, *Journal of Experimental Psychology Learning, Memory, and Cognition*, 18(6), pp.1173-1190.
- Nishida, H. (1999). A Cognitive Approach Intercultural Communication based on Schema Theory, *Int. J. Intercultural Rel*, 23 (5), pp.753-777.
- Ratcliff, R & McKoon, G. (1994). Retrieval Information from Memory: Spreading-Activation Theories versus Compound-Cue Theories. *Psychological Review*, 101 (1), pp.177-184.
- Roelofs, A. (1992). A Spreading-Activation Theory of Lemma Retrieval in Speaking. *Cognition*, 42, pp.107-142.
- Samani, R. & Sharifian, F. (1997). Cross-Language Hierarchical Spreading of Activation. In F. Sharifian (Ed.), *Proc. of the Conference on Language, Cognition, and Interpretation*, Isfahan: IAU Press, pp.11-23.
- Sharifian, F., and Samani, R. Hierarchical Spreading of Activation, *Conference on Language, Cognition, and Interpretation*, Isfahan: IAU Press, pp.1-10.
- Suzuki, K. (1987). Schema Theory: A basis for Domain Information Design. In W.Wager (chair), *Application of the Schema Theory to Instructional Design*. A Symposium conducted at the Annual Meeting of the Association for Educational Communication and TECHNOLOGY, Atlanta, GA, U.S.A.
- Te'eni, D., & Feldman, R. (2001). Performance and Satisfaction in Adaptive Websites: An Experiment

on Searches within a Task-adapted Website, Journal of the Association for Information System. 2. Article 3.  
Wickens. C. D. (1984). Engineering Psychology and Human Performance, Columbus, Ohio, Charles E. Merrill Publishing Company.

---

## 저자 소개

### ◆ 김인수

현재 U2 Systems, Inc. 연구원  
고려대학교 산업시스템정보공학과 석사  
관심분야: 인간공학, 인지공학, HCI

### ◆ 김봉건

현재 U2 Systems, Inc. 연구원  
한양대학교 산업공학과 석사  
관심분야: 인간공학, 제품 사용성 평가,  
HCI

### ◆ 최재혁

현재 U2 Systems, Inc. CEO  
한양대학교 산업공학과 박사수료  
관심분야: 인간공학, HCI

---

논문접수일 (Date Received): 2004/07/28

논문게재승인일(Date Accepted): 2004/08/23