

논문 2007-44SC-4-2

사용자 특성을 고려한 장애인 및 노령 인구를 위한 보조 소프트웨어의 개발

- 작업용 특수 전동 의자를 위한 통합 사용자 인터페이스

(Development of Assistive Software for
Disabled and Aged People Based on User Characteristics
- Unified User Interface for Special Work Chair)

김 상 철*, 전 문 진*, 이 상 완*, 박 광 현**, 변 증 남**

(Sangchul Kim, Moonjin Jeon, Sang Wan Lee, Kwang-Hyun Park, and Z. Zenn Bien)

요 약

사회제도가 개선되고 기술이 발전함에 따라 고령인구와 장애인의 사회 참여가 지속적으로 증가하고 있다. 지능 로봇 및 지능형 주거공간 등의 여러 시스템들이 이들의 사회 참여를 돕기 위해 개발 되었고, 실제 고령 인구나 장애인의 독립적인 생활 영위에 많은 기여를 하고 있다. 그러나 상기의 시스템들을 구축하기 위해서는 대부분 고가의 특별한 하드웨어가 요구된다. 실제 시스템을 사용하게 될 계층의 경제적 어려움을 고려하면 기존의 노트북 컴퓨터와 같은 일반적 하드웨어를 사용하는 소프트웨어 기반의 시스템의 개발이 요구된다. 한편 이러한 소프트웨어는 컴퓨터 사용에 익숙하지 않으며 신체의 움직임이 부자유스러운 사용자 계층을 위해 특수하게 제작되어야 한다. 본 논문에서는 이러한 요건들을 만족시키는 소프트웨어 기반의 보조 시스템의 관련 이론을 포함한 개발 과정을 소개하고 결과물을 제시한다.

Abstract

Social participation of the elderly and people with disabilities continuously becomes more active due to improvement of social systems and technological development. Various assistive systems, such as intelligence robots and intelligence home systems, have been developed to support the social participation, and obviously contributed to independent lives of the elderly and people with disabilities. These systems, however, usually require expensive special hardware. To relieve a financial burden, software-oriented approaches, which utilizes existing hardware such as laptops, can be an alternative. The software should be developed considering users with physical limitation and without much knowledge of computers. This paper suggests software-oriented approaches to solve these problems and describes an actual development procedure of the software with related theories. We also introduce an unified user interface for a special work chair as a real application.

Keywords : User-oriented development, Self-Organizing Feature Map (SOFM), Assistive software, User adaptation

I. 서 론

* 학생회원, ** 정회원, 한국과학기술원 전자전산학과
(Korea Advanced Institute of Science and Technology)

※ 본 연구는 한국장애인고용촉진공단 보조공학센터 및 과학기술부/한국과학재단 우수연구센터육성사업의 지원으로 수행되었음 (R11-1999-008)

접수일자: 2007년4월27일, 수정완료일: 2007년6월4일

사회제도가 개선되고 기술이 발전함에 따라 고령인구와 장애인의 사회 참여가 과거에 비해 점점 증가하는 추세이다. 이에 발맞추어 이들의 사회 및 일상생활을 돕기 위한 지능 로봇, 지능형 주거공간 등의 여러 시스템들이 개발되고 있으며, 이들 시스템이 제공하는 여러

기능들은 실제적으로 노인과 장애인의 독립적인 생활에 많은 기여를 하고 있다.

하지만 언급된 최첨단 시스템들은 시스템을 구축하기 위해 고유의 하드웨어 등이 필요하기 때문에 대부분 고가인 경우가 많다. 실사용자의 경제적인 어려움을 고려할 때 이를 해결하기 위한 방안으로, 노트북 컴퓨터 등과 같은 기존의 하드웨어 장치를 그대로 이용하면서도 여러 기능들을 제공할 수 있는 소프트웨어적인 접근이 필요하다. 아울러 장애인과 고령자의 특성을 고려하여 키보드나 마우스를 조작하는 방법 혹은 복잡한 사용 방법을 익히지 않고도 시스템이 제공하는 각종 기능들을 쉽게 사용할 수 있도록 시스템을 개발하여야 한다.

본 논문은 작업용 특수 전동 의자를 위한 통합 사용자 인터페이스를 소개하면서 상기의 문제들을 해결하는 소프트웨어적인 방안을 제시하고, 실제 소프트웨어 개발 과정과 관련 이론의 실제적인 적용을 설명한다. 또한, 개인화된 웹사이트를 제공하기 위해 연구되어 온 기법을 이용하여 사용자에게 맞춤형 아이콘을 제공하는 방법을 제시한다^[2~4].

II. 시스템 개발을 위한 사용자 요구사항 조사

개발 착수 단계에는 구현할 기능을 확정하고 사용자 요구 사항을 반영하기 위해 실제 수요자들을 대상으로 현장 설문 조사를 실시하였다. 조사는 대전 중앙병원 재활센터 및 인천 중앙병원에서 평균 연령 52.5세의 하지 장애인 49명을 대상으로 이루어졌다.

장애를 가지고 있으면서 상대적으로 고령인 응답자들의 특성을 고려하여 설문에 대한 정확한 응답을 얻기 위해 조사자가 직접 세세히 질문 내용과 답변을 확인하고 전반적인 응답 과정을 보조하였다. 또한, 사용자에게 필요한 기능의 목록을 체계적으로 조사하고 응답을 편하게 할 수 있도록 하기 위해 관련 문항을 인터넷 기반 서비스와 윈도우 기반 서비스로 분류하고 각각에 해당하는 서비스의 목록을 제시하였다. 아울러 휠체어 사용자의 편의를 고려한 환경 컨트롤 엔진을 구현하기 위해 사용자들이 보유하고 있는 가전기기의 현황을 파악하였다.

조사 결과, 응답자들의 요구 사항은 어느 한 부분에 국한되지 않았으며, 오락, 정보, 통신 등 여러 분류에 속하는 각종 서비스를 제공받고 싶은 것으로 나타났다. 이는 장애인들 역시 일반인과 마찬가지로 컴퓨터를 이용하여 여가 활동을 하고 다양한 정보에 접근하는 데에

관심이 높다는 것을 보여준다. 특히 응답자의 평균 연령대가 50대 이상임을 고려할 때 이와 같은 조사 결과는 주목할 만하다.

이상의 조사 결과를 바탕으로 오락(영화 감상, 음악 감상, 인터넷 TV, 인터넷 라디오), 정보(뉴스, 날씨 정보, 주식 정보), 통신(전화 걸기, 문자 전송), 사무작업, 휠체어 제어, 주변 환경 제어, 비상연락 기능 등을 구현하기로 확정하였다.

III. 시스템 특징 및 기능

1. 계층적 아이콘 기반 인터페이스

다양한 기능들을 사용자가 편리하게 사용할 수 있도록 하기 위해 메뉴를 관련된 기능별로 묶어 계층으로 구성하였다. 그림 1에 전체 시스템의 구성도를 나타내었다. 중앙의 초기 메뉴에서 오락, 정보, 통신 등의 상위 메뉴 아이콘을 누르면 상호 연관성에 따라 분류된 하위 메뉴 아이콘이 메뉴창에 표시된다. 계층적 메뉴 구성은 사용하고자 하는 기능에 대한 접근성을 향상시키지만, 모든 명령이 아이콘을 선택하는 것으로 이루어지므로 메뉴의 개수가 많아지면 원하는 항목을 신속하게 찾는 것이 어려워진다.

한편, 시스템의 사용이 대부분 휠체어 상에서 이루어지고 많은 수의 사용자가 하지는 물론 팔과 손의 운동에도 어려움을 겪고 있으므로 명령 수행을 위한 동작을 최소화하는 것이 필요하다. 이를 위하여 키보드 또는 마우스를 조작하지 않고 터치스크린을 클릭하는 것만으로 프로그램을 이용할 수 있도록 인터페이스를 디자인

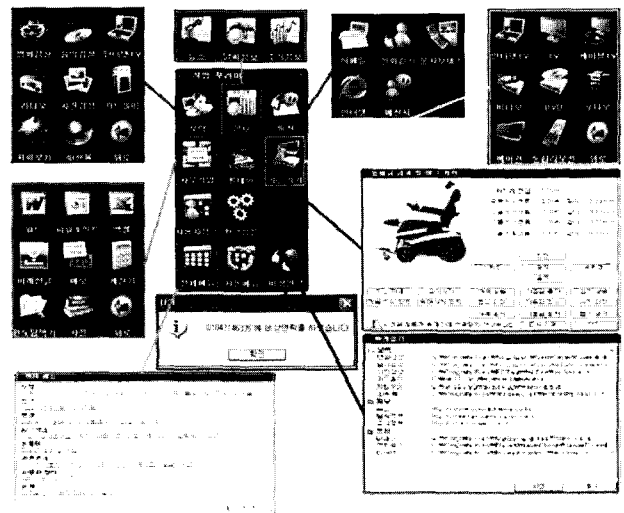


그림 1. 전체 시스템 구성도
Fig. 1. Overall system structure

하였다.

또한, 일반적으로 원시를 가지고 있는 고령의 사용자들을 위해 각 메뉴를 문자와 함께 아이콘으로 표시하여 특별히 문자를 읽기 위해 노력할 필요 없이 직관적으로 필요한 기능을 선택할 수 있도록 하였다. 이를 위해 아이콘을 디자인할 때 사용자가 직관적으로 메뉴의 기능을 올바르게 파악할 수 있는지를 가장 중요한 요소로 고려하였다. 그 결과 실제 사용자 평가에서도 매우 만족한다와 만족한다는 응답의 비율이 높게 나타났다.

2. 환경 컨트롤 엔진

환경 컨트롤 엔진은 몸이 불편한 사용자가 주변의 가전 기기 및 시스템들을 별도의 리모컨 없이 통합적으로 제어할 수 있도록 하는 시스템이다. 이를 통해 현재 지능형 주거공간 및 서비스 로봇 등이 수행하던 기능을 간단한 USB 주변장치의 추가만으로 소프트웨어적으로 대체할 수 있게 되었다. 그림 2에 환경 컨트롤 엔진의 개념도를 나타내었다. 제어 모드의 동작은 다음과 같다. 환경 컨트롤 엔진 하위 메뉴에서 원하는 가전기기를 선택한 후 사용자 편의에 따라 최적화된 제어 인터페이스 상에서 USB 모듈로 명령을 내린다(그림 3). 최종적으로 USB 모듈은 시스*템의 명령에 반응하여 목표하는 주변 기기에 적외선으로 신호를 보내게 된다. 학습 모드에서는 기존의 리모컨에서 만들어지는 적외선 신호를 시스템 내의 데이터베이스에 기록하여 제어 모드로 동작 시 사용하게 된다(그림 4).

리모컨 버튼의 구성과 사용하는 가전 기기의 목록은 사용자에게 맞도록 최적화될 수 있다. 이를 통해 여러 가전 기기를 제어하기 위하여 필요했던 많은 종류의 리모컨의 기능을 하나의 통합 인터페이스 상에서 구현하게

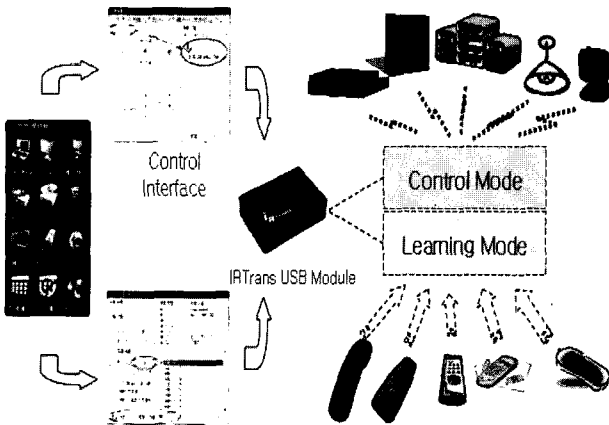


그림 2. 환경 컨트롤 엔진 개념도
Fig. 2. Architecture of environment control engine.

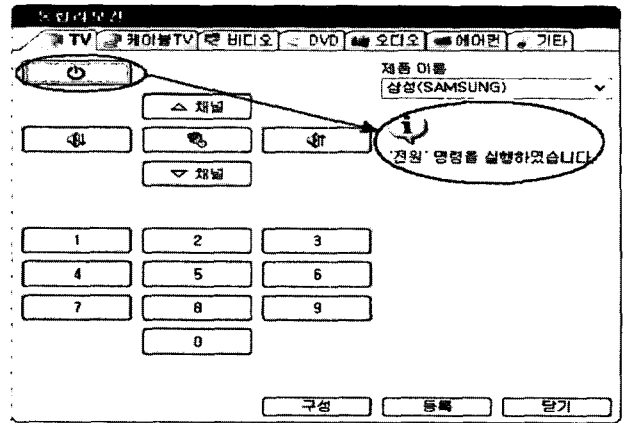


그림 3. 명령 송신 인터페이스 구성
Fig. 3. Command mode interface.

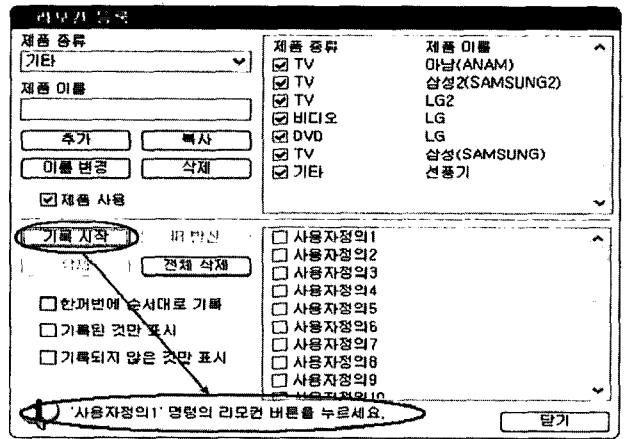


그림 4. 신호 학습 인터페이스 구성
Fig. 4. Learning mode interface.

되는 것은 물론 리모컨 상의 수많은 버튼들을 사용자가 원하는 만큼만 원하는 위치에 배열해 두고 사용할 수 있게 된다. 이와 같은 기능은 고령의 사용자들이 일반적으로 복잡한 구조의 명령 시스템에 대하여 불편을 느낀다는 점을 고려하여 구현되었다.

3. 휠체어 제어 기능

본 프로그램이 실행되는 컴퓨터에 연결되어 있는 다기능 전동 휠체어를 조이스틱이나 버튼 없이 클릭만으로 제어할 수 있도록 하였다. 사용자의 안전을 위해 휠체어의 자세에 따라 특정 버튼을 사용하지 못하도록 하는 기능이 구현되어 있으며, 시야각에 제한이 있는 장애인이 휠체어 상황을 쉽게 파악할 수 있도록 현재의 휠체어 모습을 그림으로 보여준다. 이러한 기능은 사용자의 편의성뿐만 아니라 안전성을 고려한 것으로서 노약자와 장애인이라는 사용자의 특성을 고려한 것이다.

그림 5는 휠체어 제어를 위한 보조창의 실제 구현된

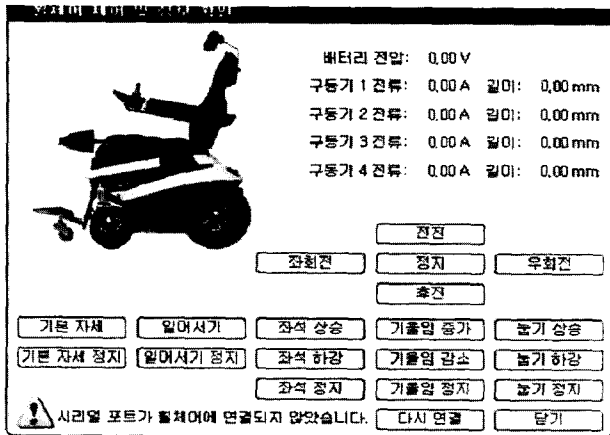


그림 5. 휠체어 제어를 위한 보조창
Fig. 5. Subwindow for wheelchair control.

모습이다. 위에서 언급한 정보 외에도 배터리 전압이나 각 바퀴의 구동기 전류 등을 보여주고 있다.

4. 비상 연락 기능

앞서 언급한 사용자 안전성을 중시하는 개발 철학은 비상 연락 기능에도 반영되었다. 위급상황 발생 시 휴대 전화 등을 이용하여 위급 상황을 알리는 것은 장애를 가진 사용자에겐 쉽지 않은 일이다. 또한 비상벨 등을 이용한 방법은 상대적으로 간단하나 거리에 제한이 있다는 단점이 있다. 본 시스템에서 구현된 비상 연락 기능은 특정키를 누르는 것만으로 미리 설정된 수신인에게 지정된 내용의 문자를 전송한다. 최근 소방서나 경찰서 등에서도 문자를 통한 신고 접수 서비스를 제공하므로 이와 같은 기능은 매우 유용하게 사용될 수 있다.

5. 정보, 통신, 사무, 오락 기능

정보 및 통신, 사무, 오락 기능들은 컴퓨터 사용에 익숙하지 않거나 사용에 불편을 느끼는 경우가 많은 장애인 및 고령자들이 쉽게 정보 인프라 등에 접근할 수 있도록 도와준다. 이는 정보화 사회가 심화됨에 따라 발생할 수 있는 정보의 격차를 해소하고자 구현되었다. 사용자는 한 번의 클릭만으로 뉴스 등의 정보를 쉽게 이용할 수 있으며, 인터넷 TV 및 라디오 등도 간단하게 시청하고 청취할 수 있다.

그림 6은 실제 구현된 TV 시청용 프로그램의 인터페이스이다. 불필요한 버튼 없이 주요 채널들을 아이콘으로 나타내었으며 재생, 정지, 음량 조절 버튼만 표시되도록 하여 컴퓨터에 익숙하지 않은 사용자도 쉽게 사

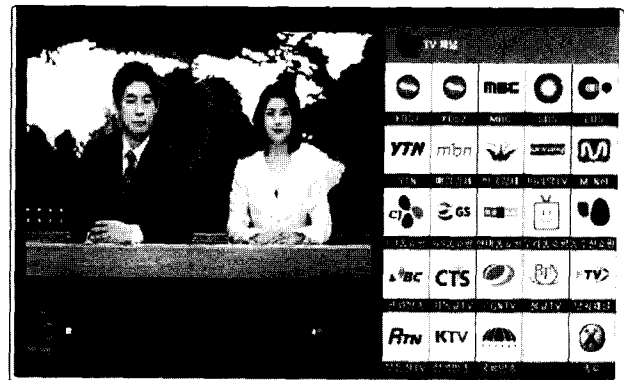


그림 6. 인터넷 TV 시청용 프로그램 인터페이스
Fig. 6. Internet TV viewer interface.

용할 수 있도록 하였다.

6. 맞춤형 메뉴 구성

앞서 본 시스템이 제공하는 다양한 기능들에 사용자가 효과적으로 접근할 수 있는 방안 중 하나로 계층적 메뉴 구성을 언급하였다.

하지만 원하는 메뉴를 곧바로 선택할 수 없고 기본 메뉴 및 하위 메뉴에서 총 두 번의 선택이 이루어지게 된다. 또한 하위 메뉴에서의 선택에서도 최소 3 내지 7 개의 메뉴 중 하나를 고르게 되므로 컴퓨터에 익숙하지 않은 사용자들에게는 이러한 과정이 불편하게 느껴질 수 있다. 특히 개인에 따라 주로 이용하는 기능의 종류가 한정된 경우에 이와 같이 모든 메뉴를 계층별로 구성해 놓는 방식은 효율적이지 못하다.

이를 해결하기 위한 방안으로 각 사용자의 사용 패턴에 따라 맞춤형으로 선별된 메뉴를 제시하는 방식을 고려할 수 있다. 본 시스템에서는 자기 조직화 특징 지도(Self Organizing Feature Map, SOFM)를 이용하여 프로그램 내에서 사용자의 명령 패턴을 비지도 학습(Unsupervised Learning)하고, 아이콘 기반 인터페이스의 메뉴가 자동으로 구성되도록 하였다. 이를 통해 사용자에게 맞춤형 메뉴를 제공할 수 있도록 하였는데, 이와 같은 사용자 친화적인 프로그램은 특히 고령자 및 장애인에게 필요하다.

IV. SOFM 알고리즘을 이용한 맞춤형 메뉴구성

1. 자기 조직화 특징 지도(SOFM) 알고리즘^[1]

SOFM은 인간의 뇌가 반응하는 원리를 모델링하여 고안된 알고리즘이다. 입력 층으로 입력되는 특징 벡터들은 경쟁 과정을 통해 출력 층에서 스스로 유사한 패

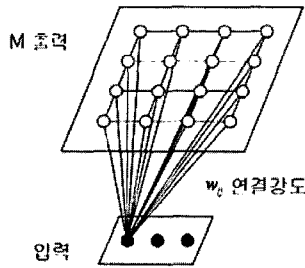
그림 7. SOFM 신경망 구조 개념도^[5]

Fig. 7. Architecture of SOFM neural network.

턴끼리 2차원 특징 지도를 형성하게 된다.

SOFM 학습 과정은 경쟁 과정, 협동 과정, 적응 과정의 세 가지 단계로 이루어진다. 출력 층에 있는 각 뉴런은 입력 층의 특징 벡터와 연결 강도에 의해 연결된다. 입력 패턴이 주어지면 모든 출력 뉴런과 주어진 입력 패턴과의 거리(Euclidean Distance)를 계산해 거리가 최소인 출력 뉴런이 승자가 된다. SOFM 신경망의 구조는 그림 7에 나타나 있다.

협동 과정에서는 경쟁 과정에서 승리한 출력 뉴런에 인접한 이웃 뉴런들을 학습에 포함시킨다. 학습 초반에는 승자 뉴런 주위에 있는 넓은 부분의 이웃 뉴런이 학습에 포함되지만, 시간이 지날수록 범위는 감소하게 된다. 적응 과정에서는 승자 뉴런과 이웃 뉴런들 간의 연결 강도를 학습률 감소함수와 이웃 커널함수를 이용해 개선시킨다.

다수의 입력 패턴에 대해 위의 과정을 반복하면 승자 뉴런과 인접한 뉴런은 멀리 떨어져 있는 뉴런보다 더 가까워지고 결국 출력 뉴런은 입력 뉴런과 비슷한 특징을 갖도록 학습된다. 학습이 끝난 후 분류해야 할 패턴이 입력되면 가장 유사한 출력 뉴런으로 그룹화 할 수 있다.

2. 아이콘 그룹화 및 선호 아이콘 추천

시간에 따른 아이콘 사용 패턴을 SOFM 알고리즘의 입력으로 사용하고 학습을 하면 사용 특성이 유사한 아이콘끼리 그룹화 할 수 있다. 아이콘 그룹의 시간에 따른 특성을 이용해 현재 시간에 사용자가 가장 선호하는 아이콘 그룹을 사용자에게 추천한다.

학습을 위한 입력 벡터가 하나씩 입력되면 식 (1)과 같이 i 번째 입력 벡터 x_i 와 M 개의 출력노드 w_j 사이의 거리를 계산하고 거리가 가장 짧은 출력노드를 선택한다.

$$winner\ m = \underset{j}{\operatorname{argmin}} \|x_i - w_j\| \quad (1)$$

여기서, x 는 k 개의 시간 구역에서 해당 아이콘의 사용 특성을 나타내는 $k \times 1$ 크기의 특징벡터이다. 선택된 출력노드 m 과 그 이웃 반경 내의 뉴런들의 연결강도를 다음의 학습 규칙으로 갱신한다.

모든 출력 노드에 대해,

$$w_j \leftarrow w_j + \eta(t) h_{mj}(t) (x_i - w_j) \quad (2)$$

$$\eta(t) = (t+1)^{-a} \quad (3)$$

$$h_{mj}(t) = \exp\left(-\frac{\|w_m - w_j\|^2}{2\sigma^2(t)}\right) \quad (4)$$

$$\sigma(t) = 0.5 + 10(t+1)^{-a} \quad (5)$$

a : 감소 인자, $\eta(t)$: 학습률 감소함수, $\sigma(t)$: 이웃 감소함수, $h_{mj}(t)$: 이웃 커널 함수

학습이 끝나면 w_j 를 특징 벡터로 갖는 M 개의 빈 아이콘 그룹 IG_j 을 생성한다.

클러스터링 과정에서는 분류할 아이콘의 특징 벡터 x_i 와 이미 학습된 w_j 와의 거리를 계산해 가장 거리가 가까운 아이콘 그룹을 선택하고, x_i 를 선택된 그룹 IG_j 에 넣는다.

모든 아이콘에 대한 그룹을 결정하고 나면, 각 그룹에 속한 아이콘들의 특징 벡터를 합산하고 k 번째 시간 영역에서 가장 사용자 선호도가 높은 그룹 S_k 를 식 (6)과 같이 선택한다.

$$S_k = IG_{j^*}, \quad j^* = \underset{j}{\operatorname{argmax}} \sum_{x_i \in IG_j} x_{ik} \quad (6)$$

x_{ik} : 특징 벡터 x_i 의 k 번째 시간 영역의 값

위와 같은 일련의 과정을 통해 각 시간 영역에서 선호하는 아이콘 그룹의 순위가 만들어지고 현재의 시간에서 높은 순위를 갖는 아이콘 그룹을 사용자에게 제공할 수 있다.

V. 최종 사용자 평가

개발 종료 단계에서는 실제 이 프로그램을 사용하게 될 노약자 및 장애인을 대상으로 프로그램 사용을 체험하게 하고 사용자 평가를 실시하였다. 평가는 인천 중앙병원의 휠체어 사용자 16명을 대상으로 이루어졌으며

표 1. 평가 항목별 응답 분포

Table 1. User rating for each evaluation category.

평가 항목	만족도(%)				
	매우 만족	만족	보통	불만족	매우 불만족
사용 용이성	44	25	31	0	0
유용성	50	31	19	0	0
디자인	44	31	25	0	0
기능 전반	38	43	19	0	0
자동 메뉴	56	31	13	0	0
추천의향	44	50	6	0	0

가장 선호하는 기능

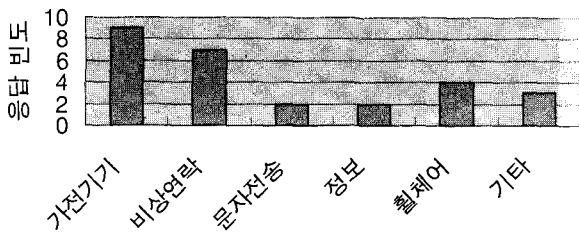


그림 8. 기능별 선호도

Fig. 8. User preferences for each function.

평균 연령은 53.4세였다. 평가 결과, 프로그램 사용의 용이성, 디자인 및 전반적인 만족도에서 평균 4.27점(5점 만점)의 높은 점수를 받았다. 주변 환경 제어 기능(가전기기), 비상 연락 기능에 높은 선호도를 보였으며(그림 8, 복수응답), 특히 자기 조직화 특징 지도를 이용한 맞춤형 메뉴 기능에 대한 만족도는 4.44점으로 가장 높은 점수를 받았다.

표 1에 평가 항목별 응답 분포를 나타내었다. 불만족하거나 매우 불만족한다는 응답은 나타나지 않았으며 매우 만족한다는 비율이 상당히 높음을 볼 수 있다.

VI. 요약 및 결론

본 논문에서는 하드웨어의 기능을 소프트웨어적으로 보완함으로써 사용자의 편의성과 접근성, 기능의 다양성 등을 충분히 구현할 수 있다는 것을 실제적인 프로그램 개발을 통해 보였다. 장애인 및 고령자를 위한 이러한 소프트웨어의 개발은 고가의 하드웨어를 요구하는 기존의 시스템에 비해 상대적으로 적은 비용으로 이들의 생활을 보조할 수 있다는 장점을 가진다.

한편, 논문에서 소개한 사용자 중심의 개발 과정은

차후 사용자 특성을 고려하여 장애인 및 노약자를 위한 시스템을 개발할 때 방법론적인 지침이 될 수 있을 것이다.

참고 문헌

- [1] T. Kohonen, "The self-organizing map," *Proceedings of IEEE*, vol. 78, pp. 1464-1480, 1990.
- [2] C. Panayiotou, M. Andreou, G. Samaras, and A. Pitsillides, "Time based personalization for the moving User," *Proceedings of International Conference mBusiness*, Sydney, Australia, July 11-13, 2005.
- [3] B. Sarwar, G. Karypis, J. Konstan, and J. Riedl, "Item-based collaborative filtering recommendation algorithms," *Proceedings of the 10th International Conference on World Wide Web*, pp.285-295, Hong Kong, May 01-05, 2001.
- [4] Kate A. Smith, Alan Ng, "Web page clustering using a self-organizing map of user navigation patterns," *Decision Support Systems*, vol. 35, pp. 245 - 256, 2003.
- [5] 강부식, "자기 조직화 신경망(SOM)을 이용한 협력적 여과 기법의 웹 개인화 시스템에 대한 연구," 한국 지능정보시스템학회 논문지, 제 9권, 제 3호, pp. 117-135, 2003년 12월

저 자 소 개



김 상 철(학생회원)
 2003년 한국과학기술원 전자전산
 학과 학사 졸업
 2003년~현재 한국과학기술원
 전자전산학과 석사과정
 <주관심분야 : 자연언어처리, 기계
 학습, 인간-컴퓨터 상호작용, 재활
 공학>



전 문 진(학생회원)
 2006년 한양대학교 전자전기
 컴퓨터공학부 학사 졸업
 2006년~현재 한국과학기술원
 전자전산학과 석사과정
 <주관심분야 : 패턴인식, 퍼지이
 론, 기계학습>



이 상 완(학생회원)
 2003년 연세대학교 기계전자
 공학부 학사 졸업
 2005년 한국과학기술원 전자전산
 학과 석사 졸업
 2005년~현재 한국과학기술원
 전자전산학과 박사과정
 <주관심분야 : 학습이론, 패턴인식, 특징추출>



박 광 현(정회원)
 1994년 한국과학기술원 전자전산
 학과 학사 졸업
 1997년 한국과학기술원 전자전산
 학과 석사 졸업
 2001년 한국과학기술원 전자전산
 학과 박사 졸업
 2005년~현재 한국과학기술원 전자전산학과
 BK초빙교수
 <주관심분야 : 학습이론, 지능로봇, 인간-로봇 상
 호작용, 재활공학>



변 증 남(정회원)
 1969년 서울대학교 전자공학과
 학사 졸업
 1972년 University of Iowa
 전자공학과 석사 졸업
 1975년 University of Iowa 수학과
 석사 졸업

1975년 University of Iowa 전자공학과
 박사 졸업
 1976년~1977년 University of Iowa 조교수
 1981년~1982년 University of Iowa 객원부교수
 1987년~1988년 Syracuse University 객원연구원
 1988년 일본 동경공대 객원교수

1990년~1995년 한국퍼지및 지능시스템학회 회장
 2001년 대한전자공학회 회장
 2003년~2005년 국제퍼지시스템학회(IFSA) 회장
 2003년~2006년 한국로봇공학회 회장
 1977년~현재 한국과학기술원 전자전산학과 교수
 1999년~현재 한국과학기술원 인간친화 복지
 로봇시스템 연구센터 소장
 2005년~현재 한국전력 석좌교수
 <주관심분야 : 지능제어, 학습이론, 소프트컴퓨팅,
 서비스로봇, 재활공학>