

사용자 특성을 고려한 장애인 및 노령 인구를 위한 보조 소프트웨어의 개발 - 작업용 특수 전동 의자를 위한 통합 사용자 인터페이스

Development of Assistive Software for the Disabled and the Elderly Based on User Characteristics - Unified User Interface for Special Work Chair

김상철*, 전문진*, 이상완**, 박광현***, 변증남****

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

Abstract - Social participation of the elderly and the disabled continuously becomes more active due to the improvement of social systems and technological development. Various systems such as intelligence robots and intelligence home systems have been developed to support their social participation, and those systems obviously contribute to the independent lives of the elderly and the disabled.

Those systems, however, usually require special hardware, which make them very expensive. Considering the economic difficulties of the users, the problem should be tackled with software-oriented approaches using existing hardware such as laptops. The software should be adapted to users with limited capabilities by enabling them to utilize the system without much knowledge related to computers and also without keyboards and mice.

This paper suggests software-oriented approaches to solve those problems with the description of the unified user interface for a special work chair, and introduces an actual development procedure of the program together with real application of related theories.

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

1. 서론

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

본 논문은 작업용 특수 전동 의자를 위한 통합 사용자 인터

페이스를 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][3][4].

2. 시스템 개발을 위한 사용자 요구사항 조사

개발 착수 단계에는 구현할 기능을 확정하고 사용자 요구사항을 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 국한

저자 소개

* 한국과학기술원 전자전산학과 석사과정

** 한국과학기술원 전자전산학과 박사과정

*** 한국과학기술원 전자전산학과 초빙교수

**** 한국과학기술원 전자전산학과 교수

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

되지 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.

3. 시스템 특징 및 기능

3.1. 계층적 아이콘 기반 인터페이스

다양한 기능들을 사용자가 편리하게 사용할 수 있도록 하기 위해 메뉴를 관련된 기능별로 묶어 계층으로 구성하였다. 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 디자인하였다.

또한, 일반적으로 원시를 가지고 있는 고령의 사용자들을 위해 각 메뉴를 아이콘으로 표시하였으며 문자를 읽을 필요 없이 직관적으로 필요한 기능을 선택할 수 있도록 하였다.

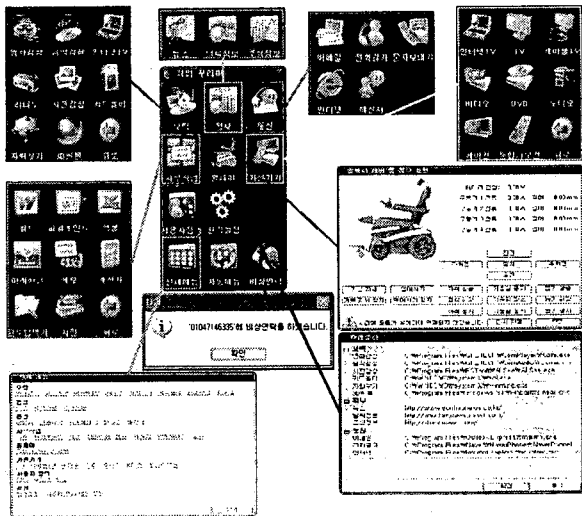


그림 1. 전체 시스템 구성도

3.2. 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.

리모컨 버튼의 구성과 사용하는 가전 기기의 목록은 사용자에 맞도록 최적화 될 수 있다.

3.3. 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 아울러 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.

3.4. 비상 연락 기능

앞서 언급한 사용자의 안전성을 중시하는 개발 철학은 비상 연락 기능에도 반영되었다. 위급상황 발생 시 휴대 전화 등을 이용하여 위급 상황을 알리는 것은 장애를 가진 사용자에게 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.

3.5. 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.

3.6. 맞춤형 메뉴 구성

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.

4. SOFM 알고리즘을 이용한 맞춤형 메뉴구성

4.1 자기조직화 특징지도(SOFM) 알고리즘[1]

SOFM은 인간의 뇌가 반응하는 원리를 모델링하여 고안된 알고리즘이다. 입력 층으로 입력되는 특징 벡터들은 경쟁과정을 통해 출력 층에서 스스로 유사한 패턴거리 2차원 특징 지도를 형성한다.

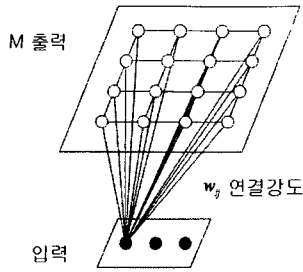


그림 2. SOFM 신경망 구조 개념도[5]

4.2 아이콘 그룹화 및 선호 아이콘 추천

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

학습을 위한 입력 벡터가 하나씩 입력되면 i 번째 입력 벡터 x_i 와 M 개의 출력노드 w_j 사이의 거리를 계산해, 가장 거리가 짧은 출력노드 m 을 선택한다.

$$winner\ m = \underset{j}{\operatorname{argmin}} \|x_i - w_j\|$$

x_i 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 다음과 같은 학습 규칙으로 갱신한다.

모든 출력 노드에 대해,

$$w_j \leftarrow w_j + \eta_i h_{mj}^i (x_i - w_j)$$

$$\eta_i = (i + 1)^{-a}$$

$$h_{mj}^i = \exp\left(-\frac{\|w_m - w_j\|^2}{2\sigma_i^2}\right)$$

$$\sigma_i = 0.5 + 10(i + 1)^{-a}$$

a : 감소 인자, η_i : 학습률 감소함수, σ_i : 이웃 감소함수, h_{mj}^i : 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 선택한다.

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

x_{ik} : k 번째 시간 영역에서의 특징 벡터 x_i 값

위와 같은 일련의 과정을 통해 각 시간 영역에서 선호하는

아이콘 그룹의 순위가 만들어지고 현재 시간에서 높은 순위를 갖는 아이콘 그룹을 사용자에게 제공할 수 있다.

5. 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 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, 비상 연락 기능에 높은 선호도를 보였으며, 특히 자기 조직화 특징 지도를 이용한 맞춤형 메뉴 기능에 대한 만족도는 4.44점으로 가장 높은 점수를 받았다.

6. 요약 및 결론

본 논문에서 개발한 프로그램을 통해 하드웨어의 기능을 소프트웨어적으로 보완함으로써 사용자의 편의성과 접근성, 기능의 다양성 등을 충분히 구현할 수 있었다. 장애인 및 고령자를 위한 이러한 소프트웨어의 개발은 고가의 하드웨어를 요구하는 기존의 시스템에 비해 상대적으로 적은 비용으로 이들의 생활을 보조할 수 있다는 장점을 가진다.

한편, 본 논문에서 소개한 사용자 중심의 개발 과정은 차후 사용자 특성을 고려하여 장애인 및 노약자를 위한 시스템을 개발할 때 방법론적인 지침이 될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] T. Kohonen, The Self-organizing Map
- [2] C. Panayiotou, M. Andreou, G. Samaras, A. Pitsillides, Time Based Personalization for the Moving User, Department of Computer Science, University of Cyprus, CY-1678 Nicosia, Cyprus
- [3] B. Sarwar, G. Karypis, J. Konstan, and J. Riedl, Item-Based Collaborative Filtering Recommendation Algorithms, GroupLens Research Group/Army HPC Research Center Department of Computer Science and Engineering University of Minnesota, Minneapolis, MN 55455
- [4] Kate A. Smith*, Alan Ng, Web page clustering using a self-organizing map of user navigation patterns, Decision Support Systems 35 (2003) 245 - 256
- [5] 강부식, 자기 조직화 신경망(SOM)을 이용한 협력적 여과 기법의 웹 개인화 시스템에 대한 연구, 한국 지능정보시스템학회 논문지 제9권 제3호 2003년 12월(pp.117~135)