

홈서비스로봇의 맵빌딩을 위한 효율적인 휴먼-로봇 상호작용방식에 대한 연구

A Study on the Efficient Human-Robot Interaction Style for a Map building Process of a Home Service Robot

이우훈, 김연지
KAIST 산업디자인학과

Woohun Lee, Yeonji Kim
Department of Industrial Design, KAIST

김현진, 양경혜, 박용국, 방석원
삼성종합기술원 HCI 랩

Hyunjin Kim, Gyunghye Yang, Youngkuk Park, Seok Won Bang
HCI Lab., SAIT

• Key words: Home Service Robot, Human-Robot Interaction, Map Building

1. 서론

홈서비스로봇이 지능적으로 행동하고 자율적으로 태스크를 수행하기 위해서는 주어진 환경에 대해 많은 공간정보를 파악하고 있어야 한다. 이를 통해 로봇은 우선 자신의 위치를 계산할 수 있으며 이동 가능한 영역을 정의하고 태스크 수행 시 최적의 이동경로를 계획할 수 있게 된다. 예를 들어 청소용 로봇이 주거환경에 대한 공간정보를 습득하지 못한 경우 자기 위치파악, 목적지 정의, 최적경로계산 등은 물론 청소 태스크 수행이력을 기억하고 계획하는 행위가 거의 불가능하다. 따라서 인간, 환경, 로봇간의 스마트한 상호작용을 구현하기 위해 공간정보에 대한 입력/학습과정이 필수적인데 이를 로봇의 맵빌딩이라 부른다.

하지만 홈서비스로봇 중에서 가장 상품화가 진전된 청소용 로봇의 경우도 아직은 인간의 개재 없이 맵빌딩을 수행할 정도로 지능적이지 못하다. 또한 우리의 주거환경은 실험실 환경과는 달리 예측불허의 상황이 발생하기 쉽고 동적인 요소와 장애물로 가득 차 있다는 것도 맵빌딩을 어렵게 한다. 따라서 아직까지 홈서비스로봇 맵빌딩의 많은 부분은 인간의 도움이 불가결한데, 문제는 이 작업이 사용자의 상당한 인내와 주의를 요구하며 기존 가전제품 군과는 달리 다양한 공간적 상호작용을 유발한다는 사실이다.

이러한 배경으로부터 본 연구는 인간이 개재하는 청소용 로봇의 맵빌딩 과정에 효율적인 휴먼-로봇 상호작용 방식을 탐구하고 구체적인 사용자 인터페이스를 디자인하여 평가함으로써 몇 가지 실증적 디자인 지식을 도출하고자 하였다.

2. 맵빌딩 태스크 분석과 UI 디자인

현재는 물론 본 연구가 진행중이었던 상황에서 맵빌딩이 가능한 청소용로봇이 상품화된 경우가 없어 우리는 개발중인 청소용로봇의 매뉴얼을 기반으로 인지적 워크쓰루를 실시하였다. 맵빌딩 작업은 주거환경에서 거실과 방을 이동하며 수행되는데 로봇의 충전 스테이션과 기준위치설정, 방이름 설정, 방영역 설정, 출입문 설정 등과 같은 다양한 태스크로 구성된다. 인지적 워크쓰루 결과 맵빌딩 수준의 적절한 분절과 간격화, 조작오류에 대한 복구가능성 향상, 시스템 상태에 대한 투명한 피드백 제공, 방이름 설정에서 대한 사용자 기억부담 경감, 조작을 위한 적절한 지침 제공, 직관적인 로봇 이동방식 제공, 본체와 리모컨에서의 선택적인 조작가능성 제공 등과 같은 사용성 이슈를 도출할 수 있었다.

이런 결과를 바탕으로 본 연구에서는 청소용 로봇의 맵빌딩 과정에서 인간-로봇 상호작용의 중요한 디자인요소로서 맵빌딩 수

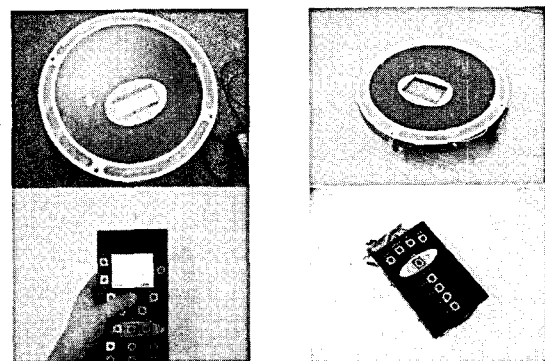
순(방 우선 맵빌딩 / 태스크 우선 맵빌딩), 로봇의 유도방식(풀 방식 / 푸시 방식), 피드백의 제시양식(GUI / GUI+TTS), LCD 표시창의 위치(본체 / 리모컨) 등의 항목을 추출할 수 있었다. 이에 따라 상호작용 디자인요소를 기반으로 우리는 4종류의 UI 디자인 대안을 개발하였다.(표1) D1과 D2타입은 조작장치에서 LCD유무에 따라 구분되는데 D1타입은 리모컨 쪽의 LCD 디스플레이가 강조되고 D2타입에서는 본체에만 디스플레이가 장착되어 있었다. D1과 D2타입의 프로토타입은 다시 맵빌딩 수순에 의해 a, b로 나누어진다.

4가지 타입에서 D2b만 제조사로부터 기본적인 맵이 주어지고 나머지는 맵이 없는 조건이다. D1타입의 프로토타입에 대해서는 로봇유도방식을 비교하기 위해 푸시와 풀 방식 2종류로 상호작용방식을 파생하여 디자인했고 D2타입에서는 피드백 제시양식에 따라 2종류의 프로토타입을 파생하였다.

<표1> 실험용 프로토타입의 종류

	맵빌딩 수순	주어진 맵	유도방식		피드백 제시양식	
			Push	Pull	GUI	GUI + TTS
D1a	방 우선	무	Push	Pull	GUI	
D1b	태스크 우선	무				
D2a	태스크 우선	무	Pull		GUI	GUI + TTS
D2b	방 우선	유				

<그림1> 프로토타입의 외관(좌:D1타입 / 우:D2타입)



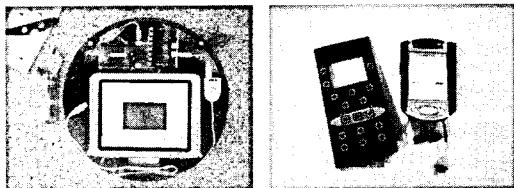
3. 사용성 평가 실험

실험을 위해 하이피델리티의 워킹 프로토타입을 제작했는데 로봇 본체 구동과 GUI 제시는 태블릿 PC를 통하여 제어하

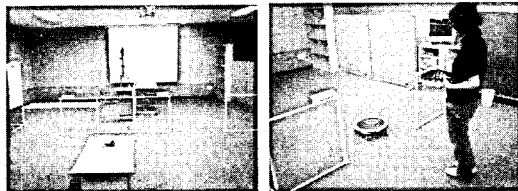
게 하였고 리모컨은 PDA (IPAQ 3970)를 기반으로 구현하였다. 본체와 리모컨은 서버 PC를 매개로 블루투스로 연결하고 오퍼레이터의 개입을 가능하게 하여 풀 방식의 로봇 유도를 대행하게 하였다.(그림2)

또한 각 상호작용 디자인요소가 맵빌딩 태스크 수행에 어떠한 영향을 미치는지를 파악하기 위해 총 8 종의 실험용 프로토타입에 대해 16명의 가정주부를 대상으로 사용성 평가를 실시하였다.(그림3) 실험은 로봇에서 제시되는 조작지침에 따라 일련의 절차를 거쳐 피험자가 맵빌딩을 실시하는 형식으로 조작상에 심각한 문제가 발생한 경우에 한하여 실험보조원이 개입하도록 하였다. 실험은 거실, 안방, 작은방, 서재 등 4개의 공간으로 구성된 주거환경을 배경으로 설계되어 실시되었다.

<그림2> 프로토타입의 구현(좌:본체 / 우:리모컨)



<그림3> 사용성 평가 실험장면



4. 실험결과 및 고찰

실험결과 태스크 우선 맵빌딩보다는 방 우선 맵빌딩에서 높은 태스크 수행도를 보였다. 방우선 맵빌딩 방식은 상당히 긴 일련의 태스크를 방이라는 단위로 분절하므로 자연스럽게 조작오류가 감소시키고 오류가 발생하더라도 그에 대한 복구가 용이하였다. 실험 전 예상과는 달리 로봇유도방식(풀형/푸쉬형)에서는 태스크 수행시간과 오류빈도에서 큰차이를 보이지 않았다. 오히려 푸쉬형 이동방식에 대해 사용자의 거부감이 거의 없었다. 반면 풀형인 경우 조작은 간단하지만 사용자의 이동량이 많아져 오히려 귀찮게 생각하는 경향도 있었다. 현재 프로토타입에서 풀타입에 대한 UI 구현은 오퍼레이터의 조작을 기반으로 되어 있는데 만약 제대로 구현된다면 태스크 수행도가 지금보다는 약간 향상될 것으로 예상된다. 한편 푸쉬타입에서는 조작도중 로봇의 전후가 어딘지를 혼동하는 장면을 가끔 관찰할 수 있었다.

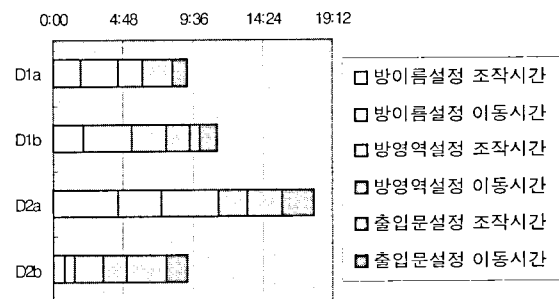
예상과는 달리 TTS에 의한 부가적인 조작지침 제시는 부정적이었다. 오히려 피험자들은 GUI를 통해 제시되는 내용에 집중하기 어려웠고 여러 번 반복하여 제시할 경우 제대로 듣지 않는 현상도 관찰되었다. 멀티모달 인터페이스로 인해 사용자에게 장황한 정보 제공된 것이 원인으로 해석된다.

조작을 위한 주요 정보표시창의 위치는 청소용 로봇 본체보다는 리모컨에 부착되어 있는 경우 높은 작업수행도와 주관적 만족도를 나타냈다. 조작과 그에 대한 피드백이 본체에만 표시되는

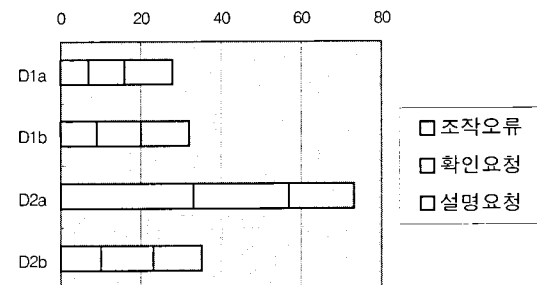
경우 사용자는 상당한 불편을 느끼게 되고 표시되는 내용에 집중하지 못하게 된다. 일반 가전제품과는 달리 청소용 로봇은 동적이기 때문에 집중해서 조작할 수 있도록 배려해야 할 것이다. 맵 제공 유무에 따른 맵빌딩 효율성은 예상대로 제공되는 경우가 긍정적이었다. 실험을 통한 관찰결과 피험자 스스로 맵빌딩을 수행하는 것은 쉽지 않을 것으로 생각된다.

오류유형분류 결과 전체오류 중 1/3 이상이 누락오류(Omission error)였다. 누락오류란 “이동 후 확인 버튼을 누르세요” 와 같은 조작지침에 대해 이동하지 않고 확인버튼을 누른단든지 이동만하고 확인 버튼은 누르지 않는 경우와 같이 요구되는 다중 태스크 중 일부를 생략하여 수행하는 형태의 오류이다. 요구되는 태스크를 단계별로 개조식으로 기술하고 단계간 전이가능여부를 자동으로 체크해 주어야 할 것으로 보인다.

<그림4> 디자인대안별 태스크 수행시간 비교



<그림5> 디자인대안별 태스크 수행상의 오류빈도 비교



5. 결론

실험을 통해 몇 가지 측면에서 예상과는 다른 양상을 발견할 수 있었는데 이는 기존의 일반적인 인공물과는 달리 인간-로봇간의 상호작용상은 동적이며 공간적이라는 특성을 취한다는 것을 감안할 때 충분히 해석될 수 있었다. 따라서 향후 로봇을 위한 상호작용과 인터페이스 디자인을 위해서 본 연구가 몇 가지 유의한 디자인 지식을 제공해줄 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- R. D. Schraft & G. Schmierer, Service Robots, A K Peters, 2000
- T. Tenbrink, K.Fischer and R. Moratz, Spatial Strategies in Human-Robot Communication, KI 16(4), pp.19-23, 2002