

# 홈 로봇을 위한 인간-로봇 인터랙션의 분류 기준과 그 평가 방법에 대한 연구

## Research on a Taxonomy and Evaluation Methodology for Human-Robot Interaction

박정미

KAIST 산업디자인학과

Park, Jung-Mi

Dept. of Industrial Design, KAIST

이건표

KAIST 산업디자인학과

Lee, Kun-Pyo

Dept. of Industrial Design, KAIST

• Key words: human-robot interaction, human-computer interaction, taxonomy, evaluation method

### 1. 사회적 인터랙티브 로봇의 정의

Fong이 정의한 사회적 인터랙티브 로봇(Socially Interactive Robot, SIR)은 주된 태스크가 어떤 형태든 인터랙션이라고 할 수 있다. 이는 앞으로 가정에서 활용될 일반적인 로봇이 가져야 할 필요조건으로 생각할 수 있으며, 로봇이 가정에서 원활히 사용되기 위해서는 충분히 고려되어야 한다고 여겨진다.

사회적 인터랙티브 로봇은 그 역할을 수행하기 위하여 필요조건들을 가지는데, 먼저 로봇이 자기인식 능력이 있다. 두 번째로 로봇이 자신의 상태를 유지, 관리할 수 있어야 한다. 위협을 피할 수 있는 능력이 제공되며, 자신의 상태를 체크하고 안전상태를 유지하여야 한다. 세 번째로 로봇은 대화가 가능하여야 한다. 이는 사용자와 로봇이 정보를 주고받는 가장 효과적인 방법이며, 질문을 하고 이에 대한 대답을 평가하는 능력이 수행되어야 한다. 마지막으로 로봇은 적응이 가능하여야 하는데, 다양한 사용자의 능력과 지식을 반영하여, 이에 적절하게 대처해야 한다.

### 2. 여러 기준에 따른 로봇 역할 분류와 SIR의 위치

DARPA는 로봇의 역할을 다양한 기준에 따라 분류해 봄으로써, 가능한 인터랙션 요소를 추출할 수 있고, 이에 따른 사용성 평가 방법 또한 달라질 수 있으며, 궁극적으로 이러한 프레임워크를 통하여 로봇의 어플리케이션 도메인 탐색에 활용할 수 있다고 보았다. 우리는 이러한 로봇의 역할 분류에서 SIR이 어느 정도에 위치해 있는지, 특성은 무엇인지, 중복되는 영역은 무엇인지를 파악할 수 있다.

#### 2-1. 인간과 로봇의 관계에 따른 로봇의 역할 분류

다양한 각도에서 인간과 로봇의 관계를 살펴보는 것은 무엇보다 중요하다. 이 관계를 살펴보는 세 가지의 taxonomy는 양적인 관계, 공간적인 관계, 권한의 관계로 나눌 수 있다.

양적인 관계에서는 사람과 로봇의 비율에 따라, 사람 1명과 로봇 1개의 경우, 사람 1명과 여러개의 로봇의 경우, 여러 사람과 로봇 1개의 경우, 그리고 여러 사람과 여러 로봇의 경우를 나누어 본다. 이 중 한 사람 또는 여러 사람과 로봇 1개의 경우가 가정에서 활용될 사회적 인터랙티브 로봇의 것이라 할 수 있다.

공간적인 관계에서는 친밀성과 관점에 따라 사람의 역할을 지시자, 동료, 원격조작자, developer 등으로 나누며, 각각 지시자에서는 로봇과의 거리가 먼 공간적인 관계를 가지며 로봇을 비롯한 모든 환경을 통제할 수 있는 '신의 눈'과 같은 역할을

한다. 동료에서는 로봇 옆에 있는 관계와 로봇에 대한 방관자 역할을 수행한다. 원격조작자에서는 로봇의 눈 역할을 하며 로봇에 대해 매우 집중한다. developer에서는 로봇 안에 들어가 있는 듯한 공간적인 관계를 가진다. 여기서는 동료의 역할이 가정에서 활용될 사회적 인터랙티브 로봇이 가지게 될 역할이라 예상할 수 있다.

권한의 관계는 제어의 수준에 따라, 지휘자, 조작자, 동료, 방관자의 단계로 나눈다. 지휘자는 무엇을 할지를 명령하며, 전략적인 상황에서 사용가능하다. 조작자는 어떻게 수행할지를 명령하고, 로봇이 환경에 대해 디테일한 인식이 가능하여야 한다. 동료는 같은 환경 안에서 서로 신호를 주고받으며, 로봇에게 기능의 수행이 요구된다. 방관자는 같은 환경 안에서 로봇과 단순히 인터랙션만을 한다. 이 중 동료와 방관자의 역할은 사회적 인터랙티브 로봇이 가정에서 활용될 때 가능한 역할이라 할 수 있다.

#### 2-2. 실사용자의 종류에 따른 로봇의 역할 분류

실사용자에 따라서도 로봇의 역할은 달라질 수 있다. 로봇과의 친밀성이 실사용자의 능력을 결정하며, 이에 따라 high user부터 lowest user까지 구분하고 이에 따른 로봇의 역할을 구분할 수 있다.

가장 높은 능력의 사용자는 로봇 연구자, 로봇기술자 등이 있다. 다음으로는 숙련된 노동자가 있으며 탐색, 구조작업, 공장 노동자 등이 이에 해당된다. 이들은 로봇과의 협업 관계가 요구된다. 다음 레벨의 사용자는 비숙련 노동자로서 이들은 로봇과 함께 일하지는 않더라도 작업 환경에서 로봇을 접하는 기회를 가진다. 로봇을 접했을 때, 이에 대한 관계를 수립해야 할 필요성이 있다. 다음으로는 장애인이나 노인 등이 해당되는데 로봇이나 컴퓨터를 다루는 능력이 요구되지는 않는다. 대신, 로봇은 개인용 서비스 로봇의 역할을 수행하며 의지할 수 있는 관계이다. 사용자는 삶의 질을 높이고 평소에 할 수 없었던 기본적인 태스크를 수행하는 데 로봇의 도움을 받는다. 다음 레벨의 사용자는 로봇에 대한 경험이 없는 일반인으로서, 개인용 서비스 로봇을 사용한다. 로봇은 여기서 하인이거나 집사, 가전기기와 같은 역할을 수행하는 스태프와 같은 역할을 한다. 가장 낮은 레벨의 사용자는 로봇에 대한 경험이 없는 어린이로서, 로봇 애완동물이나 장난감, 엔터테인먼트 로봇을 조종하고 함께 논다.

이 중에서도, 중간 레벨의 실사용자인 장애인이나 노인, 일반인, 어린이 정도가 가정에서 가능한 사용자층이라 할 수 있으며, 이 때의 로봇의 역할이 SIR에 적용된다.

### 3. SIR을 위한 HRI 사용성 평가 기준

일반적인 HCI의 사용성 평가 기준은 효율성, 효과, 사용자 만족으로 나뉜다. 효율성은 사용자가 태스크를 수행하는데 걸린 시간을 측정한다. 효과는 사용자가 인터페이스를 통해 태스크를 수행한 양을 측정한다. 사용자 만족도는 사용자가 인터페이스를 사용할 때 느낀 점을 표시한다. 이러한 척도는 많은 HRI에서의 로봇의 역할에 대한 사용성 평가에도 적용될 수 있다. 앞서 언급하였던 지휘자, 조작자 등의 역할에서는 모두 이러한 척도를 사용했을 때 유리한 태스크를 포함하고 있기 때문이다.

그러나, 사회적 인터랙티브 로봇이 가지는 동료나 방관자의 역할에서는 그렇지 않다. 이러한 척도가 측정할 수 없는 사용성 이슈들이 분명히 있기 때문이다.

Sholtz는 실험을 통하여 bystander 역할의 로봇에게 필요한 사용성 평가 기준을 제안하였다. 이는 SIR에 공통적으로 적용될 수 있는 것인데, 행동의 예측성이 그 첫 번째 기준으로, 로봇의 행동 중 사용자가 예측할 수 있었던 것은 얼마나 되는지를 알아볼 수 있다. 두 번째는 능력의 인식으로, 사용자는 로봇이 할 수 있는 가능한 모든 행동에 대한 모델을 가지고 있는지를 물을 수 있다. 다음은 인터랙션의 인식으로 사용자의 모델과 가능한 인터랙션의 집합들이 매치되는 정도를 표시한다. 사용자가 로봇과의 모든 가능한 인터랙션 경로를 이해하고 있는지를 알아볼 수 있다. 마지막으로 사용자 만족도인데 사용자가 인터랙션에 대하여 만족하고 있는지를 측정한다.

### 4. 로봇 application domain에서 SIR의 가치

로봇의 어플리케이션 도메인을 탐색하고 적절한 어플리케이션 도메인들을 선정하는 작업은 HRI의 향후 이슈들을 정의하는데 큰 도움이 되며, 아직 본격적으로 활성화되지 못한 로봇마켓에서 killer application의 예측에도 도움이 된다.

#### 4-1. 로봇 application domain의 분류

로봇의 도메인은 앞서 언급하였던 인간과 로봇의 관계, 태스크 수행시의 인터랙션의 효과, 얼마나 자주 인터랙션을 하는지, 인터랙션 관계의 다양성, 사용성 평가의 명확한 메커니즘, 실사용자의 종류 등을 기준화하고 이를 통하여 그 성격이 정해질 수 있다.

도시의 탐색과 구조(USAR), 군사용 목적, 개인 보조 및 서비스, 홈 어플라이언스, 의학용, 엔터테인먼트, 운전, 휴머노이드, 우주탐사 등이 DARPA에서 선정한 현재 가능성있는 어플리케이션 도메인으로 연구되고 있으며, 이 중 도시의 탐색과 구조(USAR), 군사용 목적은 미국에서 중점을 두는 분야이고, 개인 보조 및 서비스, 엔터테인먼트가 일본, 한국에서 다양한 접근을 시도하고 있다.

이 중, 개인 보조 및 서비스, 홈 어플라이언스, 엔터테인먼트 등이 가정 안에서 가능한 예상 어플리케이션 도메인이라고 할 수 있다. 홈 어플라이언스를 제외한 엔터테인먼트 로봇과 서비스 로봇은 일반인들과의 자연스러운 인터랙션이 기본적으로 요구되며, 이는 사회적 인터랙티브 로봇(SIR)의 개념이 공통적으로 적용되어야 함을 뜻한다.

#### 4-2. 인간과 인터랙션하는 로봇의 상용화 가능성

로봇의 어플리케이션 도메인은 현재 그 일부가 상용화되어 있다. Breazeal은 이들을 다시 로봇의 역할에 따라 크게 두 가지로 분류하였는데, 로봇을 도구로서 여기는 개념과, 인간과 로봇의 인터랙션과 사회적 인지를 중요하게 여기는 개념으로 나누었다.

로봇을 도구로서 여기는 개념을 가진 예는 미국과 유럽에서 많이 찾아볼 수 있다. 폭탄 제거 로봇은 iRobot, Remotec 등에서 상용화되었다. NASA의 화성탐사 로봇도 이에 해당되며, 의학용 로봇은 로봇 휠체어, tele-operation을 이용한 원격 수술 로봇 등이 있다. 탐색 및 구조 로봇 또한 미국에서 NIST 등의 단체에서 집중적으로 연구되고 있다.

인간과 로봇의 인터랙션과 사회적 인지를 중점적으로 여기는 개념은 일본을 비롯한 가정용 로봇 분야에서 많이 찾을 수 있다. Sony의 Aibo와 Honda의 Asimo 등은 엔터테인먼트 방면으로 상용화된 대표적인 예이다. 서비스 로봇도 이에 속하는데 iRobot의 Roomba를 비롯한 청소용 로봇이나 Nursebot 등의 사람의 보호와 도움을 목적으로 하는 로봇들이 있다. 이 분야가 SIR의 개념이 공통적으로 포함되어 있으며, 앞으로 보다 자연스러운 인터랙션이 가능하도록 지속적으로 연구되어 적용되어야 한다.

### 5. 추후연구

본 연구에서는 사회적 인터랙티브 로봇의 개념이 적용된 홈 로봇의 다양한 관점에서 정의한 로봇 역할의 분류에서 그 위치를 탐색하고 그만의 사용성 평가 척도를 살펴보았다. 이는 앞으로 홈 로봇에 공통적으로 적용되어야 할 사용자 모델 수립과 사용성 평가 방법에 대한 기초가 될 것으로 생각된다. 또한 어플리케이션 도메인의 분류와 현재 상용화된 로봇 가운데 SIR을 추적해 보고, 아직 적절하게 그 기능이 구현된 홈 로봇의 부재를 인식하였다.

추후 연구해야 할 방향은 SIR인 홈 로봇과 그렇지 않은 홈 로봇 간의 공통적, 개별적인 인터랙션 가이드라인 및 사용성 평가 척도의 마련이 있을 수 있다. 더불어 이들 로봇간의 인터랙션도 가능한 이슈이므로 CSCW 등을 활용한 고려가 요구된다. 또한 SIR의 개념이 적용된 홈 로봇의 다양한 어플리케이션 도메인에 대한 제안을 통하여 이러한 로봇의 상용화 가능성을 높일 수 있다.

#### 참고문헌

- E.Rogers, R.Murphy, Final Report for DARPA/NSF Study on Human-Rbot Interaction
- H.Yanco, J.Drury, A Taxonomy for Human-Robot Interaction
- J.Scholtz, S.Bahrami, Human-Robot Interaction: Development of an Evaluation Methodology for the Bystander Role of Interaction
- J.Drury, J.Scholtz, H.Yanco, Applying CSCW and HCI Techniques to Human-Robot Interaction
- D.Feli-Seifer, M. Matarie, Socially Assistive Robotics
- C.Breazeal, T.Fong, etc. cHRI:Human-Robot Interaction from a Cognitive Viewpoint