

멀티모달 상호작용 중심의 로봇기반교육 콘텐츠를 활용한 r-러닝 시스템 사용의도 분석

A Study on the Intention to Use a Robot-based Learning System with Multi-Modal Interaction

오 준 석, 조 혜 경*
(Junseok Oh¹ and Hye-Kyung Cho^{2,*})

¹Communications Policy Research Center, Yonsei University

²Dept. of Information & Communications Engineering, Hansung University

Abstract: This paper introduces a robot-based learning system which is designed to teach multiplication to children. In addition to a small humanoid and a smart device delivering educational content, we employ a type of mixed-initiative operation which provides enhanced multi-modal cognition to the r-learning system through human intervention. To investigate major factors that influence people's intention to use the r-learning system and to see how the multi-modality affects the connections, we performed a user study based on TAM (Technology Acceptance Model). The results support the fact that the quality of the system and the natural interaction are key factors for the r-learning system to be used, and they also reveal very interesting implications related to the human behaviors.

Keywords: r-learning, robot-assisted learning, mixed-initiative control, user study, technology acceptance

I. 서론

로봇이 산업 현장과 숙련된 전문 사용자들의 손을 떠나 일반인의 생활공간 속으로 들어오면서, 개인서비스로봇은 새로운 요구사항, 우선순위 및 가치에 도전하게 되었다. 이러한 패러다임 전환의 예로, 고급 기술보다 서비스에 대한 만족이 우선시 되고, 의사결정의 중심이 공급자에서 사용자로 이동되며, 직관적이면서도 살아있는 생명체 같은 자연스러운 상호작용에 대한 요구의 증가, 또 통제되지 않은 일상 환경에서 안전하고 안정한 동작에 대한 요구 등을 들 수 있다. 특히, 사용자와의 물리적 접촉 없이, 친밀하고 효과적인 상호작용을 통해 학습, 재활 등의 활동에서 보조자의 역할을 하는 친교형 보조 로봇(SAR: Socially Assistive Robots) [1]의 경우에는 주된 사용자가 일반 성인이 아니라 어린이나 노약자이다 보니 이러한 이슈의 중요성이 더욱 부각된다고 하겠다.

인간-로봇 상호작용(HRI: Human-Robot Interaction)을 연구하는 연구자들은 어떻게 하면 사용자들의 만족도를 높이고 상호작용을 지속하게 할 수 있을지를 고민하여 왔고 의사소통을 원활히 하는 방안은 첫 걸음으로 인식되어 주요 주제의 하나로 다루어지고 있다. 로봇이 멀티 모달리티(multi-modality)를 갖는다면, 즉, 언어뿐만 아니라 표정이나

제스처 같은 다양한 방법으로 표현할 수 있다면 상호작용이 더 향상되는가[2], 또, 사람의 주의를 끄는 데에 있어 언어와 제스처가 서로 다른 영향력을 갖는가[3] 등이 그 예라고 할 수 있다. 그런데 그 동안의 멀티 모달리티는 주로 로봇의 표현 방식 관점에서의 접근한 반면, 로봇의 인식 관점에서의 연구는 많지 않다. 이는 현 기술수준에서 로봇에 멀티모달한 인식기능을 안정적으로 구현하는 것이 쉽지 않은 도전이기 때문으로 판단된다. 그럼에도 불구하고 로봇이 언어뿐만 아니라 인간의 표정이나 동작 등 비언어적인 표현을 이해한다면 상호작용에 어떤 영향을 미치는가를 분석하는 것은 매우 중요하다. 왜냐하면, 이러한 어려운 인식기술들이 지속가능한 상호작용에 결정적인 요소라면 우선적으로 도전해야 하지만, 영향이 크지 않다면 다른 결정적 요소를 찾아 먼저 개선해 나가는 것이 더 효율적이라 할 수 있기 때문이다.

본 연구에서는 소형 휴머노이드 로봇과 스마트 디바이스를 이용하여 아동의 구구단 학습을 보조할 수 있는 r-러닝 시스템(r-learning system)을 구현하고, 이 시스템을 기반으로 로봇의 멀티모달 인식기능이 상호작용이나 서비스 수용성에 미치는 영향을 탐색하고자 한다. 전술하였듯이 현재 자연어 수준의 음성인식이나 제스처인식의 성능이 불완전하여 멀티모달 인식이 순수하게 자율적(autonomous)으로 이루어지기 어려우므로, 인간 조작자와 로봇이 협업하는 혼합 주도형(mixed-initiative) 시스템을 구현하여 로봇 시스템의 불완전한 인식 기능을 조작자가 보조해 주도록 설계한다. 혼합주도형 시스템을 활용하여 일종의 WoZ (Wizard of Oz) 실험 환경[4]을 구축함으로써 현재 기술로 완벽하게 구현하기 어려운 선행기술들의 효용이나 가치를 실제 사용자들

* Corresponding Author

Manuscript received February 15, 2014 / revised March 15, 2014 / accepted March 30, 2014

오준석: 연세대학교 방송통신정책연구소(jseok@yonsei.ac.kr)

조혜경: 한성대학교 정보통신공학과(hkcho@hansung.ac.kr)

※ 본 논문은 산업통상자원부 산업융합원천기술개발사업의 지원을 받았음.

대상으로 미리 검증할 수 있다. 개발된 r-러닝 시스템에 대한 사용자의 인지 연구 결과를 시스템 성능개선 및 새로운 시스템 개발에 참고하기 위하여 Davis의 기술수용모형 (Technology Acceptance Model) [5,6]을 기반으로 한 사용자 연구를 수행한다.

II. 선행 연구

학습 효과 향상을 위해 로봇을 활용하고자 하는 교육보조 분야는 개인 서비스 로봇의 연구나 상용화 관점에서 가장 다양하고 적극적인 시도가 진행되고 있는 영역 중 하나이다. 본 논문에서는 이러한 시도를 통해 개발된 다양한 로봇 기반 교육 시스템을 r-러닝 시스템으로 통칭하여 논의를 전개한다. 언어교육은 r-러닝 시스템이 가장 활발하게 사용되는 영역이라 할 수 있는데, 일본에서는 Robovie [7]를 사용하여 로봇과 인간과의 상호작용이 학습 효과를 향상시킨다는 것을 증명하였다. 이 연구에서는 로봇과 초등학생들의 상호작용이 학생들의 로봇에 대한 관심과 함께 영어 학습에 대한 흥미를 증가시키고 이는 학생들의 영어실력을 향상 시키는데 큰 역할을 한다는 것을 실험적으로 보여주었다. 미국에서는 RUBI 프로젝트[8]의 일부로 로봇이 유아의 언어능력 향상에 미치는 영향을 연구하였다. 이 연구에서는 로봇과 유아의 상호작용이 유아의 단어 능력 향상에 큰 역할을 한다는 것을 보여주었다. 이 프로젝트에서 사용된 로봇의 프로토타입인 RUBI-4는 인간과의 상호작용을 위하여 입력은 터치스크린을 사용하며 목소리와 움직임으로 사용자에게 응답하는 기능을 한다. 국내에서도 iRobiQ를 사용하여 로봇의 아동 언어 학습 향상에 미치는 영향[9]을 연구하였다. 이 연구에서는 iRobiQ와 학습을 실시한 아동의 그룹과 랩탑 컴퓨터를 사용하여 학습한 아동의 그룹의 학습효과를 나누어 평가하였다. 평가결과 iRobiQ를 통해 학습한 아동 그룹의 학습 전후 언어 학습 효과가 랩탑을 통한 아동 그룹의 효과보다 더욱 큰 차이를 보인다는 것을 발견하였다. 그러나 위와 같이 로봇의 도입으로 인해 관찰된 학습효율 향상의 결과는 보통 짧은 사용 경험을 바탕으로 하고 있어, 장기 연구의 필요성을 후속 과제로 남기고 있다.

한편, 교육용 로봇과 같은 친교형 보조 로봇에서 다양한 모달리티(얼굴, 이동, 팔, 머리, 음성, 외모)를 기반으로 한 상호작용은 많은 관심을 받고 있다[2-4]. 로봇이 인간의 주의를 끄는 데에 가장 효과적인 요소는 음성[3]인 것으로 알려져 있으나 로봇이 자연어로 소통하기는 불가능하므로, 표정이나 제스처와 같은 비언어적인 의사소통이 다양하게 시도되고 있다. 이러한 정서적, 비언어적 의사소통은 주관적인 판단 요소를 많이 포함하고 있으므로, 보통 HRI (Human Robot Interaction) 연구들은 기술구현과 사용자 연구를 통한 타당성 검증을 동시에 진행하고 있다. HRI 분야에서의 사용자 연구는 주로 특정 변인이 사용자 인식에 통계적으로 유의한 차이를 만드는가를 검증하는 형태이고, 그 요인분석에까지는 이르지 못하고 있다. 그러나 Davis의 기술수용모형[5,6]을 근간으로 신기술의 수용요인을 분석하는 연구[10-18]가 이미 활발하게 진행되어 왔으므로 HRI 분야에서 요인분석 연구가 확산될 것으로 예상된다. 다만

이러한 사용자연구 결과가 로봇 기업들의 제품 설계에 반영되기 위해서는 사용자들의 인식이나 반응에 대한 사후적 특성보다는 로봇시스템 설계 단계에서 활용할 수 있는 유익한 시사점을 제공해야 할 것으로 판단된다.

본 연구에서는 범용 소형 휴머노이드 로봇과 스마트 디바이스에서 동작하는 멀티미디어 콘텐츠를 이용하여 구현된 r-러닝 시스템을 소개하고, 이를 활용하여 r-러닝 시스템의 사용의도에 대한 요인분석을 시도한다. 특히, 로봇 설계자에게 유익한 시사점을 도출하기 위해서 로봇의 주요 설계 요소라 할 수 있는 멀티 모달리티를 포함시켜 그 영향을 분석해 보고자 한다.

III. 구구단 학습 r-러닝 시스템

1. 인간-로봇 혼합주도형 시스템 설계

본 논문에서는 소형 범용 휴머노이드 로봇과 스마트 안드로이드 기반 스마트 디바이스를 이용하여 구구단 학습을 진행할 수 있는 r-러닝 시스템을 개발하고, 이를 기반으로 인간과 로봇의 협업을 통해 다양한 선행기술에 대한 사용자 대상 실험을 진행할 수 있는 환경을 구축한다. 이를 통해 멀티모달 인식 기능을 비롯하여, 개선된 상호작용을 위해 로봇에게 필요할 것으로 기대되나 아직 기술적 어려움이 있는 요소들에 대하여 사용자들의 인식과 반응을 확인해 보고자 먼저 그림 1에 설명한 개념의 혼합주도형 시스템을 설계한다. 사용자는 로봇과 상호작용 하는 것으로 인지하고 있으나, 로봇의 인식 및 판단이 한계에 있을 때, 인근에 있는 조작자(operator)가 전용단말인 HID (Human Intervention Device)를 이용하여 로봇 시스템에 적절한 보조 정보를 공급하는 역할을 하게 된다.

그림 1에 나타난 개념을 보다 구체적인 아키텍처로 대응시키면 그림 2와 같다. 콘텐츠를 탑재한 스마트 디바이스는 전체 r-러닝 시스템의 중심이 되어 로봇과 교육 콘텐츠 진행을 관장한다. 학습상황은 단계 및 특성에 따라 몇 개의 상태(state)로 정의되는데, 상태가 바뀌면 스마트 디바이스는 현 상태에서 발생 가능한 이벤트 목록을 HID로 전달한다. HID는 받은 목록에 존재하는 이벤트마다 자동으로 버튼을 생성하여 r-러닝 시스템이 해당 이벤트를 자동으로 인식하지 못할 경우 조작자가 바로 해당 버튼을 눌러 스마트 디바이스로 이벤트를 전달할 수 있게 한다. 스마트 디바이스에서는 인식 및 상황인지 정보를 바탕으로, 교육 진행단계에

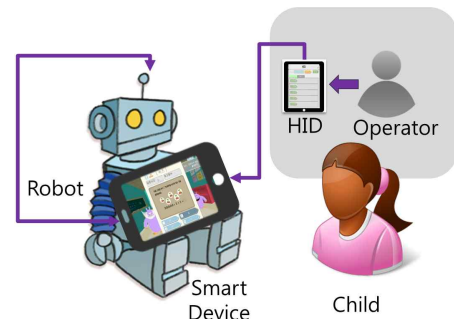


그림 1. 인간-로봇 혼합주도형 시스템의 개념도.

Fig. 1. A conceptual diagram of the mixed-initiative system.

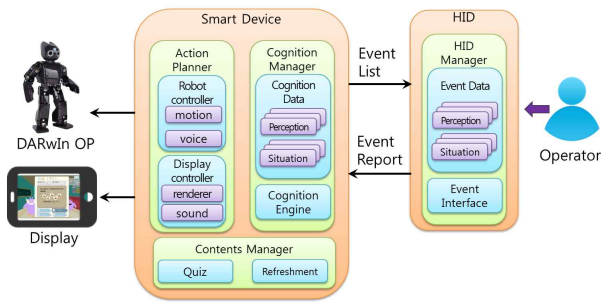


그림 2. 혼합주도형 시스템의 구조도.
Fig. 2. The architecture of the mixed-initiative system.

표 1. 이벤트 유형에 따른 데이터 목록.
Table 1. Event types and corresponding data.

Event Type	Event Data
성별	남자, 여자
연령	아동, 청소년, 성인
선다형 문제 답	1, 2, 3, 4
OX형 문제 답	O, X
서술형 문제 답	정답, 오답
학습 상황	집중함, 지루함

적합한 로봇 행동 및 디스플레이 출력을 결정한다. 표 1은 본 연구에서 사용한 구구단 학습 상황에서 발생할 수 있는 이벤트의 목록을 나타낸다.

성별, 연령 등 자동화하기에 비교적 용이한 인식 정보를 안정적으로 보조한다는 장점을 넘어, HID의 도입은 시스템에 많은 융통성을 부여한다. 학생이 OX 문제의 답을 고개를 끄덕여 표현해도 알 수 있다든가, 답안이 긴 객관식 문제의 문장을 빠르게 읽어서 답해도 조작자가 대신 인식해 줄 수 있고, 서술형 문제도 정답인지 오답인지를 조작자가 즉시 판단할 수 있으며, 지루해지는 등 자동화하기 어려운 상황인지도 가능해 진다. 이러한 멀티모달 입력기능 및 상황인지기능은 자연스럽게 r-러닝 시스템의 상호작용역량과 교육 서비스의 질적 향상으로 연계될 수 있다. 자동 인식기능의 통합이 주요 이슈는 아니므로, 본 논문의 후반부에 진행한 실험에서는 영상인식 기능은 통합하지 않고 HID에 의존하여 서비스를 진행하였다.

2. 구구단 교육용 콘텐츠 설계

본 연구에서 개발한 구구단 콘텐츠는 개인별 수준에 맞는 학습 자료를 제공하기에 용이하다는 e-러닝의 장점과 함께 로봇의 인식 능력과 표현 능력을 활용한 차별화된 r-러닝만의 특성을 보일 수 있도록 아래와 같은 기능을 제공한다. 다만, HID에 의존한다고 해도 조작자의 음성을 변조하지 않는 한 로봇이 미리 정해진 대사 이외에 즉흥적인 언어 표현을 소화하기는 어려우므로, 활용 가능한 대사를 미리 준비하기에 용이한 퀴즈 중심의 시나리오를 개발한다.

- 사용자의 구구단 실력에 따라서 제시하는 퀴즈의 난이도를 자동으로 조정한다.
- 정답률이 낮은 사용자이면 보충문제를 통해서 구구단 기초 학습을 통해서 다시 퀴즈에 도전하도록 유도하여 구구단을 익힐 수 있도록 한다.

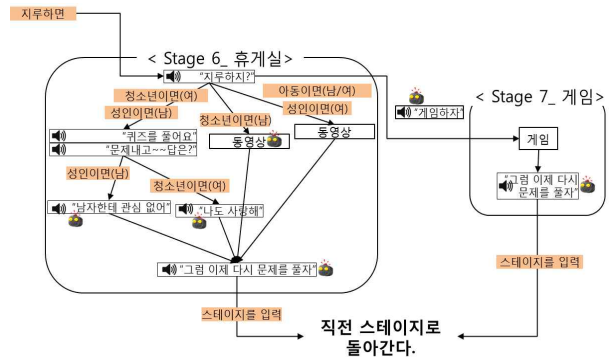


그림 3. 지루한 상황에 대한 학습 진행 계획.
Fig. 3. Content flow for low engagement situation.

- 정답이나 오답에 대하여 로봇의 행동과 디스플레이를 통해 같이 피드백을 준다.
- 사용자의 성별 및 연령에 적합하도록 부분적으로 다른 상호작용이 가능하다.
- 학습자는 대답하는 상황에서 스마트 디바이스의 터치 입력 이외에도 말과 체크처로 의사표시를 할 수 있다.
- 학습자가 지루하게 느낀다고 판단될 때 농담, 게임 등으로 휴식 후 집중을 유도하는 활동을 진행한다.

그림 3은 학습자가 지루함을 느끼는 상황일 경우, 성별이나 연령에 따라 어떻게 차별화하여 반응하는지에 대한 콘텐츠 플로우를 나타낸다. 조작자는 HID를 통해 오렌지색으로 표시된 정보를 입력함으로써 r-러닝 시스템의 반응을 조정할 수 있다.

위와 같은 특징을 구비한 로봇 시스템을 기존 사용화된 로봇 시스템에 구현하는 것은 불가능하므로, 본 연구에서는 로보티즈사의 DARwin OP를 활용하고, 로봇 제어 및 콘텐츠 디스플레이를 담당하는 스마트 디바이스, 그리고 HID용 스마트 디바이스로 안드로이드 기반의 갤럭시 노트 10.1을 사용하여 시스템을 구성하였다. 로봇 행동의 경우, 준비자세, 하트모양하기, 고민하기, 글썽, 굵적굵적, 끄덕끄덕, 도리도리, 빠지기, 파이팅하기, 주의 끌기, 실망하기, 설명하기, 춤추기, 리듬타기 등을 다양하게 준비하였으며, 학생을 격려하기 위해 스마트 디바이스를 들어 흔드는 등의 적극적 행동을 가능하게 하였다. 교육 콘텐츠는 본 연구실에서 개발 중인



그림 4. 구구단 콘텐츠 및 학생들과의 상호작용 장면.
Fig. 4. Implemented contents and the interaction with children.

Unity 3D 기반 로봇 콘텐츠 저작도구 SiCi(Smart ideas for Creative interplay) [19]에 퀴즈를 다루기 위한 엔티티를 추가하여 구현하였다. 그림 4는 개발된 콘텐츠 화면 예시(좌) 및 어린이들과의 상호작용 장면(우)을 보여준다.

IV. r-러닝 시스템 사용자 연구

이 장에서는 사용자들이 r-러닝 시스템을 사용하고자 하는 의도에 영향을 미치는 요소들과 그 안에서 멀티모달 인식기능의 영향을 분석한다.

1. 연구 모형 및 데이터 특성

본 논문의 r-러닝 사용자 연구에 적용된 연구모형은 1986년에 Davis에 의해 제안된 기술수용모형을 기반으로 한다. 이 모형은 정보시스템 사용에 영향을 미치는 변수를 인지된 용이성(perceived ease of use) 정도와 인지된 유용성(perceived usefulness)을 바탕으로 제시한 것이다[5,6]. 이 모형은 외부 변수가 시스템의 용이성과 유용성에 대한 사용자의 인식에 영향을 미치며, 다시 용이성은 유용성과 시스템 사용 성향과 관계가 있다고 정의하고 있다. 사용자의 시스템에 대한 유용성 인지 또한 시스템 사용 성향과 관계가 있으며, 이 변수와 시스템 사용 성향이 사용자의 행동적 사용 의도를 통해 실제적 시스템 사용에 영향을 미친다고 정의되었다.

기술수용모형은 경영정보시스템 분야에서 개발된 시스템의 사용자 연구에 다양하게 활용되고 있으며 e-learning과 같은 컴퓨터기반 학습 시스템의 사용자 연구에도 사용되어 왔다. Grandon 등은 [10]에서 기술수용모형을 바탕으로 온라인 학습시스템 편리성과 시스템 질의 사용의도에 미치는 영향을 분석하였으며, 대안에서는 웹 기반 학습 시스템의 사용자 연구를 이 모형을 사용하여 수행하였다[11]. 또한 기술수용모형의 변수들 또는 모바일 디바이스의 사용자 경험 변수들을 사용하여 모바일 학습시스템의 사용 의도에 대하여 분석한 연구들도 수행되었다[12,13]. 본 논문의 사용자 연구는 Liaw 등이 [14]에서 기술수용모형을 참조하여 제시하여 e-learning 사용자 연구에 활용한 연구모형을 바탕으로 수행되었다. 이 모형은 시스템에 대한 자신감 등과 같은 사용자 특성과 시스템의 질과 같은 환경적 요소가 사용자의 만족과 유용성을 통해 e-learning 시스템의 사용의도에 영향을 미친다고 정의하고 있다. 또한 환경적인 변수는 e-learning 시스템의 효과에 영향을 미치며 시스템 효과와 사용의도에는 상관관계가 있다고 정의하고 있다.

본 연구에서는 환경적 요소로서 시스템 질과 로봇과인간의 상호작용을 변수로 설정하였다. 우선 시스템 질은 정보시스템 성공모형(Information System Success Model)에서 제안된 변수로 이는 정보의 질과 함께 정보시스템 사용과 사용자 만족에 영향을 미치는 것으로 나타났다[15]. 본 연구에서도 시스템 질과 함께 정보의 질을 환경적 요소로 사용하려 하였으나 두 변수 사이에 상관관계가 강하여 이 변수는 제외하였다. 이와 함께 로봇의 사교성 또는 r-러닝 시스템 상호작용변수를 환경적 요소로 정의하였다. 로봇 사교성은 시스템과 사용자간의 상호작용과 연관된 변수로써 인간로봇상호작용 연구 분야에서 정의되고 있는 사용자의 입력과

로봇의 응답 사이의 관계를 의미한다. Davis는 [16]에서 정보시스템의 인터페이스 디자인은 인간컴퓨터 상호작용(Human Computer Interaction)에 영향을 미치는 중요한 변수이며 사용자의 기술수용에 큰 영향을 미친다고 제시하였다. 이와 마찬가지로 로봇 분야에서도 인간과 로봇의 상호작용을 시스템 평가의 중요한 변수로 고려하고 있다. Heerink의 연구[17]와 Hassani의 연구[18]에서는 로봇기술수용에는 상호작용이 중요한 역할을 하고 기술수용모형을 기반으로 이와 관련된 변수들을 정의하였다.

이와 같이 정의된 변수들과 기반모형을 바탕으로 다음과 같은 연구모형을 설정하였다. r-러닝 시스템의 질과 로봇의 사교성 변수를 포함하는 환경적 요인은 사용자의 r-러닝 시스템에 대한 유용성과 사용자 만족을 통하여 시스템 사용의도에 영향을 미친다. 이와 함께 환경적 요인은 r-러닝 시스템의 학습효과를 통하여도 시스템 사용의도에 영향을 미친다. 정의된 연구모형을 기반으로 한 사용자 연구를 위해 설문을 통하여 표본을 수집하였다. 총 136개의 데이터를 수집하였으며 남성은 90명(66.2%)이며 여성은 46명(33.8%)으로 구성되어 있다. r-러닝 시스템의 멀티모달 입력의 효과를 분석하기 위해서 사용자들을 두 그룹으로 나누어 서로 다른 동영상상을 시청하게 하였다. 하나는 터치 기반의 입력만 사용하는 사례이며, 다른 하나는 터치 입력뿐만 아니라 음성 또는 제스처를 이용하는 경우이다. 수집된 데이터 중 터치 입력 영상을 사용한 표본은 82개(60.3%)이고 음성 또는

표 2. 변수의 타당도와 신뢰도.

Table 2. The validity and reliability of constructs.

변수	요인 적재치	KMO 측도	Bartlett 검정(χ^2)	크론바하 α
상호 작용	0.763 0.756 0.772	0.700	100.994 ($p < 0.000$)	0.762
서비스 질	0.819 0.777 0.701 0.778	0.776	212.747 ($p < 0.000$)	0.839
사용자 만족	0.860 0.829 0.777 0.776 0.895 0.895 0.821	0.901	715.265 ($p < 0.000$)	0.928
시스템 유용성	0.704 0.850 0.759 0.871 0.796 0.784 0.865	0.869	587.774 ($p < 0.000$)	0.906
학습 효과	0.890 0.940 0.932	0.736	284.436 ($p < 0.000$)	0.909
시스템 사용의도	0.891 0.929 0.858 0.903	0.833	396.166 ($p < 0.000$)	0.917

제스처를 통한 입력을 경험한 표본은 54개(39.7%)로 구성된다.

표 2와 같은 변수들을 구성하기 위하여 설문문항의 아이템들은 다음과 같이 정의되었다. 환경적 요소 측면에서 상호작용은 시스템의 질문 및 응답 성향과 학습 동기 부여 역할에 관련된 3개의 문항으로 구성되었으며 기능의 편리성 인터페이스의 구성 등에 대한 4개의 문항을 시스템 질 변수를 평가하기 위하여 구성하였다. 시스템 유용성, 사용자 만족, 학습효과, 사용 의도 변수들 또한 콘텐츠의 유용성, 집중력 및 흥미 향상, 학습 동기 및 효율성 증가 등에 대한 문항들로 구성하였다. 구성된 설문문항으로부터 연구모형 변수들의 측정값을 획득하기 위하여 베리맥스 회전법을 활용하여 요인분석을 실시하였다. 분석 결과 각 변수들은 요인적 재치와 KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) 측도값이 모두 0.7이상값으로 구분되었고, Bartlett 검정의 카이제곱 값이 모두 통계적으로 유의미하므로 본 연구의 측정변수들이 요인분석에 적합하다고 볼 수 있다. 각 변수들의 크론바하 알파값 또한 모두 0.8이상 값을 보이므로 각 변수들의 아이템들이 일관성이 매우 높음을 알 수 있다. 따라서 본 연구에 사용된 변수들의 표본에 대한 타당도와 신뢰도가 모두 확보되었다.

2. 분석 결과

수집된 표본과 연구모형을 바탕으로 분석한 결과, 변수들 사이에 그림 5와 같은 관계가 나타났다. r-러닝 시스템의 질과 사교성은 사용자만족, 인지된 유용성, 학습효과에 모두 긍정적으로 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 인지된 유용성은 사용자만족에 유의미한 영향을 미치고 사용의도에 대한 영향력은 유의미하지 않으며 사용자만족은 r-러닝 시스템 사용의도에 유의미하게 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 구구단 콘텐츠 기반 r-러닝 시스템의 환경적인 요소가 잘 갖춰졌다고 생각하는 사용자일수록 시스템의 유용성을 높게 평가하며 이는 긍정적인 사용자만족을 통하여 시스템을 사용하고자 하는 성향에 큰 영향을 미친다는 것을 보여준다. 이와 더불어 학습효과 측면에서도 r-러닝 시스템의 학습 환경요소에 대하여 긍정적인 사용자일수록 유용성에 대한 인식이 높고, 학습효과에 대한 시각도 긍정적이라고 볼 수 있다.

r-러닝 시스템의 환경적 요소 중 시스템의 질은 시스템의

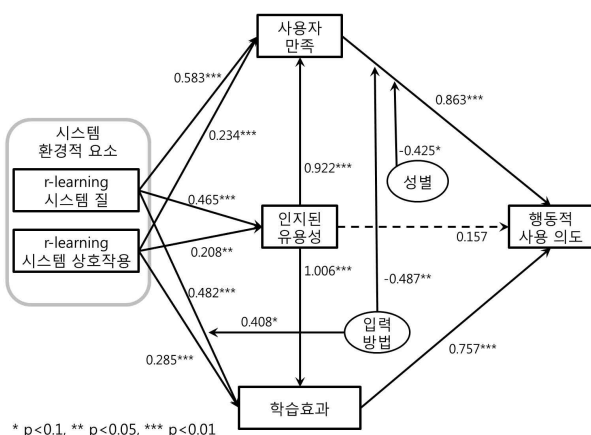
사교성에 비하여 사용자만족(0.583, 0.234), 유용성(0.465, 0.208), 학습효과(0.482, 0.285)에 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 교육 콘텐츠 질적 수준 등과 같이 r-러닝 시스템의 본질적인 목적이 만족되는 것이 로봇과의 상호작용에 비하여 시스템에 대한 만족과 기대되는 학습효과에 더욱 중요한 요인임을 보여준다. 또한, 그림 5에서 점선으로 표시된 것처럼 인지된 유용성 즉, 유용하다고 인지하는 것이 바로 사용할 의도로 연계되지는 않는 점도 주목할 만하다. 유용하다고 느끼는 정도가 1만큼 증가하면, 거의 유사한 정도로 만족감(0.922)과 학습효과(1.006)가 증가하지만, 이들에 대한 기대가 없이 막연히 유용할 것 같다는 인식만으로는 사용할 의도가 적다(0.157)는 것이다.

마지막으로 성별과 입력방법의 조절효과를 분석한 결과, 성별은 사용자만족과 시스템 사용의도 사이에 조절효과를 보이고 있었다. 즉, 남성 사용자가 여성사용자에 비해 r-러닝 시스템에 대한 사용자 만족이 높을수록 시스템을 사용하고자 하는 의도가 높은 경향을 갖는 다는 것을 보여준다. 본 연구에서 관심을 두었던 입력방법의 차이, 즉 멀티모달한 입력 기능의 여부는 사용자만족과 사용의도와 관계 및 r-러닝 시스템의 질과 학습효과 사이에서 조절효과를 보이는 것으로 나타났다. 이는 사용자들이 터치만을 이용하여 시스템을 사용할 때보다 음성 또는 제스처를 같이 이용할 때 r-러닝 시스템의 질과 학습효과와의 관계가 더 크다고 인식함을 뜻한다. 그러나 사용자 만족을 통한 사용의도의 경우는 터치만을 이용한 경우에 오히려 더 강하게 나타났는데, 이는 제시된 구구단 콘텐츠의 대다수를 차지하는 선다형 문제의 경우 이미 터치로 답을 입력하는 것에 익숙한 사용자들이 굳이 음성이나 제스처를 사용하고 싶지 않아하는 경향을 보이는 것으로 해석할 수 있다. 이러한 결과는 스마트 홈 환경에서 고정된 터치스크린 인터페이스를 대신하여 로봇을 사용하는 것에 전반적으로 긍정적이고 동기 부여 뒤에도 불구하고, 이미 터치스크린 기반의 사용법에 익숙해져있는 정보검색의 경우에는 터치 인터페이스를 더 선호한다는 결과[20]와 유사하다. 즉, 멀리 어댑터가 아닌 일반 사용자들은 비록 새로운 방법을 매력적이라고 느낄지라도, 그들에게 이미 익숙해져 있는 활동을 굳이 다른 방법으로 바꾸어 사용하기 원하지 않는다는 중요한 시사점을 제시한다고 하겠다.

V. 결론

본 논문에서는 퀴즈 중심으로 구구단 학습을 진행하는 r-러닝 시스템을 구현하고, 이에 부가하여 조작자와 로봇의 협업을 통해 기술적으로 완벽하지 않은 로봇의 기능을 구현하여 사용자들의 인식과 반응을 미리 실험해 볼 수 있는 혼합주도형 제어환경을 구축하였다. 선행연구들을 참고하여 로봇의 사용의도에 영향을 미치는 요인을 분석하면서, 자연스러운 상호작용의 시작이라 판단되는 멀티모달 인식기능의 효과를 먼저 포함시켜 비교하였다.

사용자 연구 결과, r-러닝 시스템의 질과 인간과의 상호작용기능이 사용자의 만족과 학습효과에 대한 기대에 영향을 미치며, 이러한 요소들이 시스템의 사용의도로 연계되는



* p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01

그림 5. r-러닝 시스템 사용자 연구 분석 결과.

Fig. 5. The analysis results of user study for r-learning system.

것으로 나타났다. 이는 r-러닝 사용자를 늘리기 위해서는 교육 서비스의 품질과 친근한 인터페이스를 우선적으로 고려해야 한다는 것을 보여준다. 또한 r-러닝 시스템의 멀티모달 인식기능이 질 좋은 r-러닝 시스템에 대한 학습효과 기대를 향상시킨다는 점과, 그럼에도 불구하고 이미 익숙한 용도에 대해서는 새로운 사용 방식을 원하지 않는 성향도 동시에 지닌다는 점은 중요하고 흥미로운 시사점이므로 후속 연구를 통해 더욱 정교한 분석이 필요하다고 판단된다.

REFERENCES

- [1] D. Feil-Seifer and M. Mataric, "Defining socially assistive robotics," ICORR 2005. 9th International Conference on Rehabilitation Robotics, 2005.
- [2] S. O. Adalgeirsson and C. Breazeal, "MeBot: A robotic platform for socially embodied telepresence," Proceedings of the HRI 2010.
- [3] V. Rousseau et al., "Sorry to interrupt, but may i have your attention? Preliminary design and evaluation of autonomous engagement in HRI," *Journal of Human-Robot Interaction*, vol. 2, no. 3, pp. 41-61, 2013.
- [4] L. D. Riek, "Wizard of Oz studies in HRI: A systematic review and new reporting guidelines," *Journal of Human-Robot Interaction*, vol. 1, no. 1, 2012.
- [5] F. D. Davis, "A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results," *Doctoral dissertation*, Cambridge, MA: MIT Sloan School of Management, 1986.
- [6] F. D. Davis, "Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology," *MIS Quarterly*, vol. 13, no. 3, pp. 319 - 339, 1989.
- [7] T. Kanda, T. Hirano, D. Eaton, and H. Ishiguro, "Interactive robots as social partners and peer tutors for children: a field trial," *Human-Computer Interaction*, vol. 19, pp. 61-84, 2004.
- [8] J. R. Movellan, M. Eckhardt, M. Virnes, and A. Rodriguez, "Sociable robot Improves Toddler Vocabulary Skills," 4th ACM/IEEE International Conference on HRI (Human-Robot Interaction), pp. 307-308, 2009.
- [9] E. J. Hyun, S. Y. Kim, S. Jang, and S. Park, "Comparative study of effects of language instruction program using intelligence robot and multimedia on linguistic ability of young children," *Proc. of the 17th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, pp. 187-192, 2008.
- [10] E. Grandon, O. Alshare, and O. Kwan, "Factors influencing student intention to adopt online classes: A cross-cultural study," *Journal of Computing Sciences in College*, vol. 20, no. 4, pp. 46-56, 2005.
- [11] D. Jong and T. S. Wang, "Student acceptance of web-based learning system," *Proc. of the 2009 International Symposium on Web Information Systems and Applications*, pp. 533-536, 2009.
- [12] H. R. Chen and H. L. Huang, "User acceptance of mobile knowledge management learning system: design and analysis," *Educational Technology and Society*, vol. 13, no. 3, pp. 70-77, 2010.
- [13] A. Abu-Al-Aish and S. Love, "Factors influencing students' acceptance of m-learning: an investigation in higher education," *International Review of Research in Open and Distance Learning*, vol. 14, no. 5, 2013.
- [14] S. S. Liaw, "Investigating students' perceived satisfaction, behavioral intention, and effectiveness of e-learning: A case study of the Blackboard system," *Computer and Education*, vol. 51, no. 2, pp. 864-873, 2008.
- [15] W. H. DeLone and E. R. McLean, "Information systems success: the quest for the dependent variable," *Information Systems Research*, vol. 3, no. 1, pp. 60-95, 1992.
- [16] F. D. Davis, "On the relationship between HCI and technology acceptance research," *Human-Computer Interaction and Management Information Systems: Foundations, Advances in Management Information Systems*, vol. 5, pp. 395-401, 2006.
- [17] M. Heerink, "Exploring the influence of age, gender, education and computer experience on robot acceptance by older adults," *6th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, 2011.
- [18] A. Z. Hassani, "Discovering the level of robot acceptance of seniors using scenarios based on assistive technologies," *Research Article*, University of Twente, 2011.
- [19] H.-K. Cho et al., "New clay for digital natives' HRI: Create your own interactions with SiCi," HRI 2013.
- [20] E. Torta, et al., "Attitudes towards socially assistive robots in intelligent homes: Results from laboratory studies and field trials," *Journal of Human-Robot Interaction* 1. 2013.



오준석

2002년 한성대 정보공학과 졸업. 2004년 충북대 대학원 석사. 2006, 2010년 Pennsylvania State University 석사 및 박사. 2011년~현재 연세대학교 방송통신정책연구소 연구교수. 관심분야는 지능형로봇, 테이터과학, 테이터마케팅.



조혜경

1987년 서울대학교 제어계측공학과 졸업. 1989년 동 대학원 석사. 1994년 동 대학원 박사. 1996년~현재 한성대학교 정보통신공학과 교수. 관심분야는 Robots in Education, Robot Control Architecture, Human-Robot Interaction.