

휴머노이드 로봇을 활용한 이러닝 시스템에서 Mesa Effect와 Cold Start Problem 해소 방안

A Method to Resolve the Cold Start Problem and Mesa Effect Using Humanoid Robots in E-Learning

김 은 지¹, 박 필 립², 권 오 병[†]

Eunji Kim¹, Philip Park², Ohbyung Kwon[†]

Abstract The main goal of e-learning systems is just-in-time knowledge acquisition. Rule-based e-learning systems, however, suffer from the mesa effect and the cold start problem, which both result in low user acceptance. E-learning systems suffer a further drawback in rendering the implementation of a natural interface in humanoids difficult. To address these concerns, even exceptional questions of the learner must be answerable. This paper aims to propose a method that can understand the learner's verbal cues and then intelligently explore additional domains of knowledge based on crowd data sources such as Wikipedia and social media, ultimately allowing for better answers in real-time. A prototype system was implemented using the NAO platform.

Keywords: Humanoid, Robot Based Learning, Mesa effect, Cold Start Problem, Crowd Knowledge

1. 서 론

이러닝의 주된 목표 중 하나는 지식 습득을 신속하게 이루도록 하는 것이다^[1]. 그러나 전문가시스템 형태의 이러닝 시스템의 문제 중 하나는 mesa effect 즉 사전에 입력된 지식의 범주 밖의 질의에 대해서는 전혀 답하지 못하는 현상이 여전히 발생하는 것이다^[2]. 이 문제가 해결되지 않으면 추가적인 지식을 일일이 사람에게 의하여 주입 받아야 하는데 그러기 위해서 새롭게 콘텐츠를 제작하여 교체하는 방식을 따를 수밖에 없고 이것이 이러닝 시스템의 운영 비용을 증가시키는 요인이다^[3]. 이 문제를 해결하기 위해서 인공지능분야에서는 ANN, 사례기반추론 등 다양한 학습 알고리즘을 활용하여 예외적인 질문에 대해 최대한 유사한 답

변을 제공하는 형태로 상당부분 해결하고 있다.

그러나 이러한 접근은 이러닝 시스템의 답변 오류에 대해 수정 보완하는 과정에서 먼저 이러닝 시스템에 대한 신뢰를 잃어버리는 경우가 발생한다는 문제가 있다. 이러한 현상은 학습 알고리즘 분야에서의 cold start problem과 유사한 것으로서, 원래 cold start problem이란 시스템 작동 처음에 학습할 내용이 없거나 적음으로 말미암아 정확도가 현저하게 떨어지는 현상이나^[12], 여기서는 학습 콘텐츠의 부족으로 부정확한 교육이 이루어진 경우 추락한 신뢰로 말미암아 곧 교육 콘텐츠의 보강이 이루어진다고 하더라도 그 학습시스템을 거부하게 되는 현상으로 확대하고자 한다. 이렇게 어린이를 대상으로 하는 학습 상황에서 이러닝 시스템의 초기의 그릇된 답변은 교육 효과적 측면과 학습자 만족도 측면에서 치명적이다. Mesa effect와 cold start problem은 이러닝 시스템의 적용 범위를 확대하기 위해서 중요한 이슈이다.

본 연구의 목적은 휴머노이드 로봇을 통한 이러닝, 즉 교육 로봇을 활용하여 기존 이러닝 시스템이 안고 있는

Received : Apr. 10. 2015; Reviewed : Apr. 10. 2015; Accepted : Apr. 29. 2015
* This project was funded by the National Strategic R&D Program for Industrial Technology (10041659) and funded by the Ministry of Trade, Industry, and Energy (MOTIE).

[†] Corresponding author: The school of management, Kyung Hee University, 26, Kyungheedaero, Dongdaemun-gu, Seoul, Korea (obkwon@khu.ac.kr)

¹ The school of management, Kyung Hee University (yukimouse@khu.ac.kr)

² The school of management, Kyung Hee University (ppark@khu.ac.kr)

Mesa effect와 cold start problem를 어떻게 해결하여 학습자로 부터의 신뢰와 만족도를 제고할 수 있는지의 방안을 제시 하는 것이다. 특히 전문가시스템 형태의 교육 로봇에서 제한적 지식으로 확장적인 교육을 수행할 때 인터넷 상의 소셜 지식, 특히 위키피디아를 활용하고 동시에 로봇의 인터페이스로 학습자와 대화하는 방식에 집중하고자 한다. 또한 제시하는 방식에 대한 설명과 검증을 위해 휴머노이드 로봇인 나오(Nao)를 활용한 동물 분류 알아맞히기 과제를 활용한다.

2. 관련 연구

로봇 기반 학습에서 교사로서의 로봇이 예상치 못했던 상황에 대해 대응하는 방법은 크게 termination model과 resumption model, 그리고 retry model 의 3가지로 볼 수 있다[4][13]. 첫째로, termination model은 예외상황이 발생했을 때, 프로그램 컴포넌트를 종료시키는 것이며, 둘째로, resumption model는 예외상황에 대해 프로그램 컴포넌트를 재시도, 가정, 진행, 또는 중단하게끔 handler를 만드는 것이다[1]. Retry model은 반복 구조를 활용한 예외 처리 방법이다[13]. 그러나 이러한 기존 대응 방법은 로봇이 mesa effect에 대한 반응으로 중단, 재시도 등의 방식을 사용하므로, 한정된 방식으로 예외상황에 대한 처리가 된다. 즉, 추가적인 지식의 확보 및 이를 통한 문제의 해결이라기보다 질의응답 종료 내지는 반복이라는 기계적인 방법으로 예상하지 못한 종료(termination)를 제한하는데 초점이 맞추어져 있으므로 결국 로봇을 이용한 이러닝에 대한 만족도가 떨어질 수밖에 없다. 또한, 이 각각에 대한 로봇의 프로그램을 구성함에 있어 사전지식 및 데이터를 필요로 하며, 이들이 충족되지 않을 때에도 그 정확도가 떨어질 수 있다. 사전에 준비되지 못한 지식을 추가하기 위한 유지보수 노력이 많은 비용을 초래한다는 점을 생각할 때^[14], 이러한 문제를 해결하기 위해 새로운 접근법이 필요하다.

3. 로봇 기반 이러닝 시스템 제안

3.1 시스템 개요

제안된 로봇 기반 이러닝 시스템은 사용자가 나오(Nao)라는 휴머노이드 로봇과 대면하여 접근하게 된다. Meta

effect 및 cold start problem을 해소하기 위해 제안된 로봇 기반 이러닝 시스템의 전체 구성은 [Fig 1]과 같다. 먼저 러닝 로봇은 학습자와 음성인식과 동작 등 멀티모달 인터페이스를 통해 대화를 하며 학습내용에 대해 배운다. 이후, 학습자는 학습 내용에 대해 복습하기 위해 로봇과 문제를 풀게 된다. 학습자는 러닝 로봇에게 반응하여 함께 문제를 풀이할 수 있고, 러닝 로봇이 사전에 정의하지 않은 지식이나 사실에 부합하지 않아 학습자의 질문에 적절한 답을 구해주지 못할 때에도 포기하지 않고 추가 질의의 방법으로 문제에 대한 해답을 줄 수 있다. 특히 적절한 답을 주지 못할 때 포기하는 것이 아니라 적절한 대화를 유도하면서 자연스럽게 추가 질의 모드로 전환할 수 있어, mesa effect나 cold start problem으로 인한 학습자의 러닝 로봇에 대한 신뢰를 손상하지 않게 함으로써 지속 가능한 교육이 가능하게 한다.

전문가 시스템으로서의 러닝 로봇은 학습자와 학습을 진행하기 위해 규칙베이스를 보유할 수 있다. 이 규칙베이스는 사람이 수동으로 기입해 주는 것이 아니라 원격의 서버에 존재하는 지식저장소를 규칙베이스 생성기를 이용하여 자동으로 생성하는 것이다. 규칙베이스 생성기를 위해서는 C4.5 알고리즘을 사용한다. 그리고 지식저장소는 테이블의 형태를 지니며 웹 상에 존재하는 문헌들로부터 읽어 들인다. 또한 사용자의 추가 질의에 의하여 새로운 규칙이 만들어지면 규칙 추가 모듈에 의하여 규칙베이스가 자동으로 수정된다.

지식저장소와 추가 질의에 대한 답변이 될 수 있는 원천은 웹2.0 사이트나 위키피디아가 된다. 예를 들어 동물

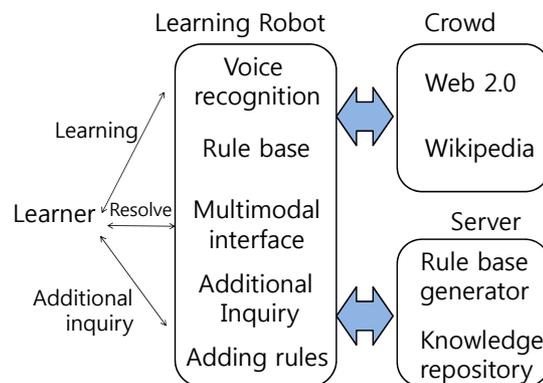


Fig. 1. Proposed System

분류 알아 맞추기에서 사용자가 직접 본인이 생각하고 있는 동물의 특징(예: 코가 길다, 불완전 변태를 한다 등)을 진술할 때 형태소 분석을 실시하여 키워드(예: 코+길다, 불완전+변태+하다)를 추출한 후에 웹2.0 기반 오픈 자료(예: 키워드 기반의 웹 검색이나 위키피디아)를 검색한다.

3.2 규칙 베이스의 생성

먼저, 본 연구에서 제안하는 방법은 rule-based model의 기본 뼈대를 기초로 시작한다. 그러기 위해 데이터로부터 룰을 생성하는 과정이 필요하다. 본 연구에서는 동물 분류 알아 맞추기 과제를 수행하기 위해 UCI Machine Learning Repository의 Zoo database(<https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Zoo>)를 사용하였으며, 데이터는 [Fig 2]와 같이 각 동물에 대한 특징 16개와 동물의 분류 결과값으로 구성되어있다. 규칙을 구성하기 위해 전체 데이터를 50%는 training set으로 50%는 test set으로 분류한 뒤, training set의 일부 데이터 특성을 이용하였다. 일부 데이터 특성을 무작위 선택 추출하기 위해 프로그래밍 언어 R을 사용하였으며, 선택된 특성은 [Fig 4]와 같다.

규칙을 구성하기 위해 본 연구에서는 Weka를 사용하여 decision tree를 구성하였으며, 이를 위한 Classifier로 J48을 사용하였다.

Weka에 의해 최적의 Decision tree가 생성되면 규칙베이스 생성기를 통해 [Fig 3]과 같이 규칙의 형태로 변화되며 지식저장소에 저장된다. 이 규칙은 추후 사용자와의 대화에 사용된다.

[Fig 3]는 weka로 생성된 규칙에 관한 의사코드이다.

animal_name	hair	feathers	eggs	milk	airbone	aquatic	predator	toothed	backbone	breathes	venomous	fins	legs	tail	domestic	catsize	type
aardvark	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	4	0	0	1	1
antelope	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	4	1	0	1	1
bass	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	4
bear	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	4	0	0	1	1
boar	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	4	1	0	1	1
buffalo	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	4	1	0	1	1
caff	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	4	1	1	1	1
carp	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	4
catfish	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	4
cavy	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	4	0	1	0	1
cheetah	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	4	1	0	1	1
chicken	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	2	1	1	0	2
chub	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	4
clam	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
crab	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	7
crayfish	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	6	0	0	0	7
crow	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	2	1	0	0	2
deer	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	4	1	0	1	1
dogfish	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	4

Fig. 2. Zoo database

```

Procedure findAnimalClass
Result: animal classification code
feature = {milk, backbone, breathes, fins, airborne, legs}

While Result is not blank do
  If answer(feature(0)) is 1 then
    Result= "1";
  Else
    If answer(feature(1)) is 1 then
      If answer(feature(3)) is 1 then
        Result= "4";
      Else then
        If answer(feature(4)) is below 2 then
          Result= "3";
        Elseif answer(feature(4)) is greater than 2 or is 0 then
          Result= "2";
        End
      End
    Elseif answer(feature(1)) is 0 then
      If answer(feature(2)) is 0 then
        Result= "7";
      Else then
        Result= "6";
      End
    End
  End

```

Fig. 3. Generated rules

```

> sample(name,8,replace=F)
[1] "airborne" "breathes" "hair" "venomous"
"backbone" "milk" "fins" "legs"

```

Fig. 4. Extracted features

3.3 인간-로봇 인터페이스

규칙 기반의 학습 내용을 전달하는 과정에서 현재 규칙의 범주에서 정확한 답변을 할 수 없어 추가 질의를 유도할 때 신뢰를 잃지 않게끔 적절한 인터페이스를 구사해야 한다. 인터페이스는 말투와 제스처로 이루어지게 된다. 적절한 인지적, 감성적 말투의 사용은 그 로봇에 대한 친밀감^[7]이나 이해력 향상^[10], 순응 등에 영향을 주며, 또한 교사의 제스처는 비언어적 말로서 말 그 자체나 어투와 함께 상보적으로 표현될 때 성공적인 의사소통이 이루어질 수 있다^[15]. 따라서 본 연구에서는 말투와 제스처를 통제하여 추가 질의를 진행할 때 학습자가 원하는 성취를 할 경우, 다음과 같은 반응을 보이도록 한다.

Table 1. Robot's compliment for the participant

Type	Example	Reference
Verbal	- Goof job, 00! - It's really nice!. I am very proud of you.	[6]
Non-verbal	- nodding - clapping	[5]

3.4 진행 방식

본 연구에서는 mesa effect와 cold start problem에 대한 해소를 위하여, 추가 데이터로 crowd-knowledge라고 할 수 있는 위키피디아를 고려하는 방법을 제안한다. 이러닝 환경을 구성하기 위해, 본 연구에서는 동물 분류 맞추기 게임 과제를 활용하였으며, 제안된 방법의 진행 방식은 [Fig 4]와 같다.

본 연구에서는 decision tree형태의 규칙을 본 연구에서 사용된 로봇, 나오(Nao)의 프로그램에 반영하였다.

Rule-based model이 완성되면 mesa effect에 대한 것 즉, 규칙에 해당하지 않는 예외 상황에 대한 대응방법으로 추가 클라우드 지식을 위키피디아의 페이지의 데이터를 활용한다. 위키피디아의 페이지에는 특정 문제 영역에 대한 설명이 포함되어 있는데, 본 연구에서는 그런 글 중 문제 풀이에 유용한 특성부분에 해당하는 명사를 정리하여 문제에 등장하는 객체(예:동물) 및 그 속성(예: 다리 개수, 모양새 등으로 명사형)으로 지식저장소를 구축한다. 예를 들어, 만약 로봇과 사람과의 상호작용 중 사람이 생각한 답과 로봇이 기존 규칙베이스를 참조하여 내린 답이 다를 경우, 클라우드 지식을 활용한 방법을 사용하게 된다. 이 경우에는, 로봇이 특정 특성을 가지고 있는가에 대해 묻는 것이 아닌, 사람으로 하여금 특정 동물에 대한 특성을 설명하도록 하는 방식으로 진행된다. 사람의 설명 중 특정 단어가 클라우드 지식(예: 위키피디아)으로부터 얻은 단어사전에 해당할 경우, 그 문제 풀이에 연관되는 것으로 간주하여 그 지식을 가져와 규칙베이스 생성기를 통해 지식저장소에 추가하고 그것으로 새로운 답을 결정한다. 본 연구에서 제안한 방법론은 웹2.0 또는 위키피디아 등과 같은 클라우드 지식을 이용함으로써 동물 분류 알아맞히기 문제뿐만 아니라 도시이름 알아맞히기, 식물 분류 알아맞히기 등 특정 특성을 가지는 문제를 분류하는 것에 적용할 수 있으므로, 보다 다양한 문제에 적용 가능할 것이다.

4. 구현

본 논문에서 제안한 방법론의 실현가능성을 보이기 위해 동물 분류 알아맞히기 문제를 이용한 이러닝 시스템을 구현하였다. 본 연구에서는 학습자가 학습환경에서 휴머노이드형 로봇을 선호한다는 연구^[8]에 기반하여 휴머노이드 로봇인 나오(Nao)를 사용하여 시스템을 구현하였다. 구축한 시스템의 전체적인 프로세스는 [Fig 5]와 같다. 연구에 사용된 로봇은 나오(Nao)로 [Fig 6]와 같이 높이 58cm, 무게 5kg정도의 어린아이의 모습과 같은 외형을 가진 휴머노이드 로봇이다.

먼저, 로봇은 얼굴 인식 기능을 작동하여 앞에 사람이 이러닝에 참여하기 위해 준비되어 있는지를 확인한다. 학습자는 동물 분류 알아맞히기 문제를 시작하기 앞서, 로봇과 함께 동물을 분류하는 법 및 동물의 분류에 대해 배우는 과정을 가진다. 학습을 위해 본 연구에서는 초등과학 개념사전(<http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=957954&cid=47309&categoryId=47309>)의 콘텐츠를 사용하였다. 학습이 끝나면, 학습내용에 대한 복습과정으로 동물 분류 알아맞히기 문제를 시작한다. 로봇은 참여자가 문제에 참여할 수 있도록 동물 하나를 생각하도록 유도한 뒤, 그 동물에 대한 특징을 규칙을 기반으로 질문을 하게 된다. 만약 규칙을 기반으로 나온 답이 그 동물의 분류와 맞지 않다면, 규칙에 해당하지 않은 예외 상황이 발생한 것이므로 이에 대한 대응방법으로 위키피디아 페이지 데이터를 활용하여 지식저장소를 구축한다. 로봇은 학습자에게 해당 동물에

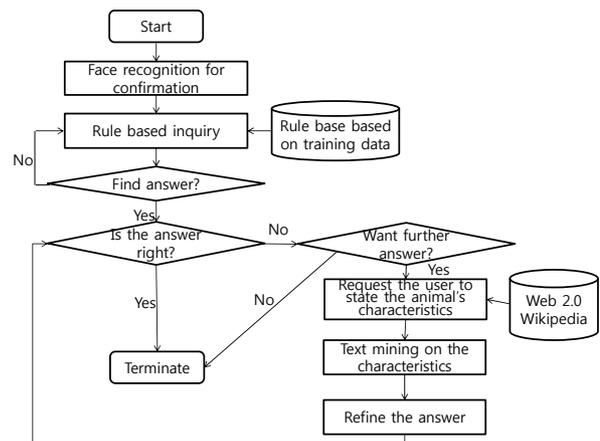


Fig. 5. Robot learning process



Fig. 6. Robot used in the implementation

대한 특성을 말해달라고 요청하게 되며, 참여자가 말한 특성 중 위키피디아 페이지 데이터에서 추출한 명사 값과 일치하는 값이 있을 경우, 그에 해당하는 동물의 분류 값을 반환하게 된다. 예를 들면, “날개가 있다”의 경우, “날개”가 조류의 위키피디아 페이지 데이터로 구축된 지식저장소의 값과 일치하므로 조류라고 값을 반환하게 된다. 동물 분류 알아맞히기 게임을 통해 로봇이 내린 답이 참여자가 배운 학습결과와 같다면, 칭찬하기에 해당하는 언어·비언어적 표현을 수행하며, 각 분류에 해당하는 설명을 다시 한번 학습하며 끝난다.

5. 결 론

본 연구에서 제시되는 방법론을 활용하면 로봇이 사전에 획득하지 않은 지식이나 사실을 필요로 하는 문제에 대해서 실시간으로 해결할 수 있는 개선된 로봇 기반의 학습 시스템이 될 것이다. 또한, 웹 상에 올라와 있는 글들을 수집하여 처리한 것을 이용하면 보다 다양한 언어표현에 대한 처리가 가능할 것이다. 이를 위해 소셜 미디어 등 웹2.0 자원과 로봇 내에 내장된 지식을 결합하여 추론하는 방식을 제안하였다. 또한 본 제안 방법론은 휴머노이드 뿐 아니라 음성인식과 발화가 가능한 어떤 로봇에도 적용이 가능하다.

제안된 방법론을 동물 분류 알아 맞추기 게임에 적용해 보았다. 그 결과 학습자는 로봇에게 특정 동물에 대해 자신이 추가적으로 알고 있는 특징을 더 진술하게 함으로써 보다 정확한 결론에 도달할 수 있었다. 로봇을 이용한 학

습은 학습내용에 대한 학습자의 태도와 흥미도 등을 향상시키는 등 긍정적인 결과로 이어진다^[3]는 기존 연구와도 비슷한 결과이다. 이는 로봇이 사전에 확보하고 있는 지식만을 활용하여 제한되고 부정확한 답변을 내리는 기존 방식에 비하여 정확도가 제고될뿐더러 새로운 도전에 대해 상호작용을 통하여 해결하므로 학습자의 몰입과 만족도를 제고되었기 때문으로 보인다. 따라서 본 연구의 제안된 방법론은 학습환경에서 보다 풍부한 상호작용을 통해 학습자에게 보다 학습 몰입도, 만족 외에도 다양한 긍정적인 결과를 가져올 것으로 기대된다.

로봇의 제스처에 대한 학습자의 해석과 반응은 학습자의 개인적인 경험이나, 문화적, 사회적 배경지식에 따라 다를 수 있다^[14]. 따라서, 추후 연구에는 학습자의 특성에 맞게 가장 효과적인 제스처를 선정하여 인터페이스 하는 개선안을 제안할 것이다.

References

- [1] Cabral, B. and Marques, P., “A transactional model for automatic exception handling.”, *Computer Languages, Systems & Structures*, Vol. 37, No. 1, pp. 43-61, 2011.
- [2] Caudill, M., “Using neural nets: Representing knowledge: Part 1”, *Ai Expert*, Vol. 4, No. 12, pp. 34-41, 1989.
- [3] Cho S., “The Effect of Robots in Education based on STEAM”, *Journal of Korea Robotics Society*, Vol. 8, No. 1, pp.58-65, 2013.
- [4] Cox, I. J. and Gehani, N. H., “Exception handling in robotics.”, *Computer*, Vol. 22, No. 3, pp. 43-49, 1989.
- [5] Jun, I., “The effects of teacher's educational belief system and teaching efficacy on verbal and non-verbal teaching behaviors with young children.”, *The Korea Association of Child Care and Education*, Vol. 19, pp. 203-237, 1999.
- [6] Jung, J.H. and Lee, S.Y., “An analysis of communicative expressions between teachers and infants reading four types of picture books.”, *Ewha Journal of Educational Research*, Vol. 40, No. 2, pp. 183-210, 2009.
- [7] Kim, A., Kum, H., Roh, O., You, S., and Lee, S., “Robot gesture and user acceptance of information in human-robot interaction.”, In *Proceedings of the seventh annual ACM/IEEE international conference on Human-Robot Interaction*, Boston, USA. 2012, pp. 279-280.
- [8] Kim, Y., Chae K., Sohn Y., Yang J., and Koo C., “Teachers and Students' Recognition about Learning with a Humanoid Robot in Elementary School”, *Journal of Korea Robotics Society*, Vol. 9, No. 3, pp.185-195, 2014.

- [9] Kwon, O. and Kim, J., "Concept lattices for visualizing and generating user profiles for context-aware service recommendations.", *Expert Systems with Applications*, Vol. 36, No. 2, pp. 1893-1902, 2009.
- [10] Lazaraton, A. "Gesture and speech in the vocabulary explanations of one ESL teacher: A microanalytic inquiry.", *Language Learning*, Vol. 54, No. 1, pp. 79-117, 2004.
- [11] Paechter, M., Maier, B., and Macher, D., "Students' expectations of, and experiences in e-learning: Their relation to learning achievements and course satisfaction.", *Computers & Education*, Vol. 54, No. 1, pp. 222-229, 2010.
- [12] Schein, A. I., Popescul, A., Ungar, L. H., and Pennock, D. M., "Methods and metrics for cold-start recommendations.", In *Proceedings of the 25th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval*, New York, USA 2002, pp. 253-260.
- [13] Sekerinski, E. and Zhang, Z., "Verification rules for exception handling in Eiffel.", *Formal Methods: Foundations and Applications*. Vol. 7498, pp. 179-193 Springer Berlin Heidelberg, 2012.
- [14] Sime, D., "What do learners make of teachers' gestures in the language classroom?", *IRAL-International Review of Applied Linguistics in Language Teaching*, Vol. 44, No. 2, pp. 211-230, 2006.
- [15] Valenzeno, L., Alibali, M., and Klatzky, R., "Teachers' gestures facilitate students' learning: A lesson in symmetry." *Contemporary Educational Psychology*, Vol. 28, No. 2, pp. 187-204, 2003.
- [16] Zhang, D., Zhao, J. L., Zhou, L., and Nunamaker Jr, J. F., "Can e-learning replace classroom learning?", *Communications of the ACM*, Vol. 47, No. 5, pp. 75-79, 2004. Zhang, D., Zhao, J. L., Zhou, L., and Nunamaker Jr, J. F., "Can e-learning replace classroom learning?", *Communications of the ACM*, Vol. 47, No. 5, pp. 75-79, 2004.



김은지
2014 경희대학교 경영학과
(경영학사)
2014~현재 경희대학교 경영학과
석사과정
관심분야 : HRI, Big data, Social
Media



권오병
1988 서울대학교 경영학과
(경영학사)
1990 한국과학기술원 경영과학
경영정보학 (경영정보학석사)
1995 한국과학기술원 경영과학 경영정보학 (경영정보학박사)
2004~현재 경희대학교 경영대학/국제경영학부 교수
관심분야 : Data science, Context-aware services, E-commerce,
DSS