

## 에듀테인먼트 휴머노이드 로봇의 지능적인 율동 서비스 연구

윤태복, 나은숙  
서일대학교 소프트웨어공학과, 서일대학교 유아교육학과  
tbyoon@seoil.ac.kr, na6905@seoil.ac.kr

Research of intelligent rhythm service of edutainment humanoid robot

Taebok Yoon, Eunsuk Na  
Department of Software Engineering, Seoil University,  
Department of Early Childhood Education, Seoil University

### 요 약

정보통신기술의 발달과 함께 학습자에게 재미와 흥미를 통한 즐거운 교육환경을 제공하고자 다양한 방법이 시도 되고 있다. 에듀테인먼트와 게임기반학습 등에서 게임이나 로봇과 같은 기술을 교육에 활용하는 것은 좋은 예이다. 본 연구에서는 휴머노이드 로봇의 율동 생성을 위한 사용자 데이터 수집과 분석을 통한 지능형 율동 교육 시스템을 제안한다. 이를 위하여 사용자는 음악을 선택하고, 선택한 음악에 따라 율동 정보를 입력한다. 이러한 사용자의 로봇 활용 데이터는 분석을 통하여 지능화된 서비스를 위한 패턴의 역할을 한다. 분석 결과는 빈도에 기반을 두며, 과거 정보가 부족한 경우 FFT 유사도 비교 방법을 적용하였다. 제안하는 방법은 유치원 아이들을 대상으로 하는 실험을 통하여 유효함을 확인하였다.

### ABSTRACT

With the development of information and communication technology, various methods have been tried to provide learners with a fun educational environment through fun and interest. It is a good example to utilize technologies such as games and robots in education for edutainment and game-based learning. In this study, we propose an intelligent rhythm education system using user data collection and analysis for humanoid robot rhythm generation. To do this, the user selects music and inputs rhythm information according to the selected music. The robot utilization data of this user extracts patterns through collection and analysis. Patterns are based on frequency, and FFT similarity comparison method is applied when past data is insufficient. The proposed method is validated through experiments of kindergarten children.

**Keywords** : Edutainment(에듀테인먼트), Humanoid robot(휴머노이드 로봇), Game AI(게임인공지능), Intelligent system(지능형 시스템), Intelligent tutoring system(지능형 교육 시스템)

Received: Aug. 5. 2018    Revised: Aug. 14. 2018  
Accepted: Aug. 20. 2018  
Corresponding Author: Eunsuk Na(Seoil University)  
E-mail: na6905@seoil.ac.kr

ISSN: 1598-4540 / eISSN: 2287-8211

© The Korea Game Society. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## 1. 서 론

국내 중소 로봇 업체들은 최근 서비스 로봇 개발에 주력하고 있으며 단기간에 상용화가 가능한 분야로 교육용 로봇 시장에 집중하고 있는 실정이다. 공공부문에서 교육용 로봇은 1만 1천 개의 초·중·고 및 3만 여개의 유아교육기관에서 활용될 수 있는 거대한 잠재시장을 보유하고 있다. 세계 최고 수준의 ICT 인프라를 바탕으로 기술역량을 집중한다면 글로벌 시장선점 가능성이 높은 유망산업분야이다. 이처럼 교육용 로봇 시장이 성장함에 따라 교육기기용 보조장치 시장을 점차 대체할 것으로 예상된다. 이에 국내 로봇산업을 발전시키기 위해서는 다음과 같은 전략이 필요하다. 하드웨어뿐만 아니라 콘텐츠를 포함한 소프트웨어 기술력을 향상시켜 인공지능형 로봇개발, 로봇시장의 핵심인 SW 및 콘텐츠 기술력을 차세대 스마트 기술, 네트워크 기술, VR·AR·MR 기술, 정보서비스 기술, 영상 스트리밍 기술, 임베디드 및 미들웨어 소프트웨어 기술 등과 접목시켜 원천기술 개발 등에 주력할 필요가 있다[1]. 국내의 경우 관련 인프라 및 하드웨어 기술은 상당한 수준까지 발전했지만 로봇용 SW 콘텐츠 시장에서는 기술적 진보와 혁신이 필요하다. 하지만, 국내·외 기술개발 현황을 살펴보면 주로 소형 액추에이터 기반 휴머노이드 로봇은 프로그래밍 코딩 명령대로만 동작하는 어렵고 지루한 과정의 단순 반복으로 운영되거나 단순히 엔터테인먼트 용도로 판매되어 교육현장 또는 일반인이 활용하는데 한계가 있겠다.

특히, 어린 아이들에게 울동 학습은 창의력 및 자기표현력 증진을 위하여 매우 중요한 유아교육 요소로 여겨진다. 이러한 어린 아이의 울동 학습에 휴머노이드 로봇을 활용함으로써 재미와 흥미를 증진하여 교육적 효과를 높이고자 한다. 울동 학습에 활용되는 휴머노이드 로봇은 동요에 따라 사용자로부터 단위동작을 입력받고 행동 연출이 가능해야 하겠다.

본 연구에서는 유아 음악 활동 학습지원을 위

한 휴머노이드 로봇의 자율 울동 생성 시스템을 제안하고자 한다. 이를 위해 사용자로부터 휴머노이드 로봇의 울동 정보를 수집하고 빈도에 기반을 둔 기계학습 방법을 통한 모델 생성, 그리고 예측을 통한 서비스의 과정을 거친다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구를 소개하고, 3장에서는 제안하는 방법의 절차와 개발 내용을 다룬다. 4장에서는 실험결과를 다루며, 끝으로 5장에서는 결론과 향후 연구로 맺는다.

## 2. 관련 연구

울동 학습을 위한 에듀테인먼트 휴머노이드 로봇을 위해서는 휴머노이드 로봇 연구와 울동 학습 및 음악 분석에 대한 조사가 선행되어야 한다.

### 2.1 휴머노이드 로봇 연구 사례

로봇분야에 인공지능을 도입하고자 하는 시도는 오래전부터 시작되어 산업용 로봇이나 서비스 로봇에서 큰 효과를 보고 있다. 최근에는 이를 ICT 기술과 접목하여 유용성을 극대화하는 방향으로 가고 있다. 종전 인공지능 로봇의 기술적인 난관은 인과관계를 기반으로 분석했던 단순한 컴퓨터 알고리즘만으로 사람과 상호작용이 가능한 복잡한 인공지능을 개발하기가 매우 힘들었다는 것이다. 그러나 최근 개발된 인공지능은 이러한 어려움을 로봇 스스로 배우고, 가정에 보급된 수많은 로봇들의 시행착오 학습 데이터를 클라우드로 공유해 집단 지성을 이용하여 스스로 업그레이드 하는 방법으로 극복한다. 이는 마치 구글이 다국어 언어 시스템을 개발할 때 기존의 문법 알고리즘에 기반한 언어 대 언어 번역에서 탈피, 인간에 의한 방대한 번역 결과물을 수집해 이중 최선의 것을 찾아내 번역에 적용하는 것과 유사한 방식이다. 구글의 시스템에서도 알 수 있듯이 이러한 클라우드와 집단 지성 기반의 기계학습(machine learning)은 매우 효과적인 것으로 드러났다. 로봇이 머신러닝 기술과 융합

되면서 앞으로는 새로운 과업에 좀 더 쉽게 적응하고 불확실한 환경에 대한 대응력이 강화된 진일보한 인공지능 로봇이 등장할 전망이다[2].

로봇을 이용한 율동 및 음악 관련 연구로 Aucouturier 등[3]은 인공지능경망을 이용하여 로봇이 음악에 자유롭고 독창적인 춤 동작을 수행하는 기술을 제안하였고, Grunberg 등[4]은 여러 개의 연속된 노래에 대해 실시간으로 오디오에서 비트 위치를 추출 할 수 있는 비트 식별 알고리즘을 개발하였다. 이를 위하여 템포, 비트, 스타일 등 오디오에서 실시간으로 여러 기능을 추출하였다.

또한, Michalowski 등[5]은 인간의 사회적 행동은 리듬감이 있으며, 상호작용을 조절하는데 중요한 역할을 한다고 하였으며, 이를 기반으로 어린이들에게 로봇을 이용하여 음악에 맞춰 율동을 다루도록 함으로써 참여와 관심을 증진하도록 하였다.

## 2.2 율동 학습 및 음악 분석 연구 사례

율동 학습은 어린 아이들의 창의력과 표현력 증진을 위하여 매우 중요한 교육 분야에 해당한다. 광명미 등[6]은 그의 연구에서 유아용 애플리케이션 콘텐츠 중 음악과 신체활동을 함께 보여주는 율동동요 애플리케이션은 유아들에게 즐거움과 신체활동을 동시에 향상시킬 수 있는 콘텐츠라고 하였으며, 원초롱[7]은 아동들은 정서적으로 매우 불안정하며 여러 가지 정서 행동 문제를 보이고 있는데, 이러한 아동의 정서 행동 문제를 다루기 위한 연구의 필요성을 제시하였다. 또는 그의 연구에서 음악의 치료적 활용을 위한 기초 자료로서 아동과 음악의 관계를 아동의 정서 행동적 특성과 리듬모방 능력의 의미 있는 상관관계를 나타내었다.

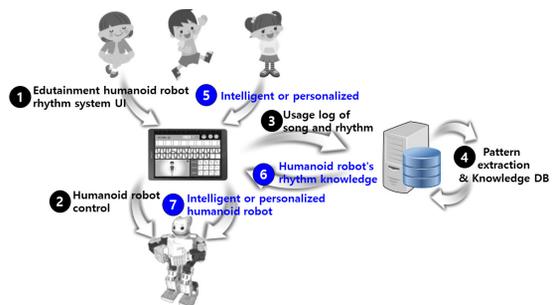
이태하 등[8]은 음악과 유체의 움직임 간의 자유로운 인터랙션에 주목하는 리듬댄스 게임의 사용자 친화적 게임 플레이 방식을 제안하였고, 박승이 등[9]은 초등학생의 음악 학습효과 및 감상능력을 높일 수 있는 효과적인 음악교육용 리듬게임 제작 방안을 제시하였다.

## 3. 본 론

### 3.1 에듀테인먼트 휴머노이드 로봇

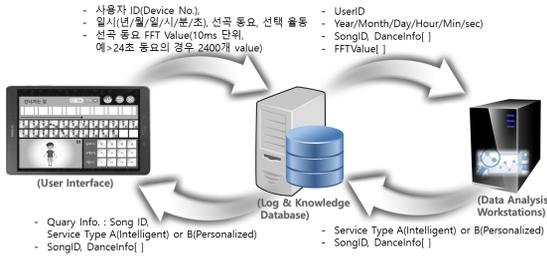
휴머노이드 로봇의 율동을 생성하기 위해서는 사전에 음악에 따라 선택된 로봇의 율동 정보를 수집해야한다. 다수 사용자의 휴머노이드 로봇 활용 정보는 하나의 음악을 통하여 나타내는 로봇의 율동 공통적 패턴을 찾고, 새로운 음악에 대해서 로봇 스스로 율동을 연출하는 지능적인 모습을 가진 로봇의 형태를 갖추는 것이 가능하다. 에듀테인먼트 휴머노이드 로봇의 율동 학습 지원을 위한 절차는 [Fig. 1]과 같다.

- (1) 사용자는 로봇 제어 프로그램을 이용하여 동요와 율동을 선택
- (2) 사용자가 선택한 율동에 맞춰 휴머노이드 로봇 작동
- (3) 동요와 율동 정보는 DB에 저장
- (4) DB에 저장된 사용자 로봇의 이용 정보를 분석하여 패턴을 추출하고, 그 결과를 다시 DB로 저장
- (5) 사용자는 프로그램의 지능화 기능을 선택
- (6) 사용자의 분석 결과(지식DB) 불러오기
- (7) 휴머노이드 로봇은 사용자 패턴에 따른 지능적인 율동을 표현



[Fig. 1] Workflow of the proposed system

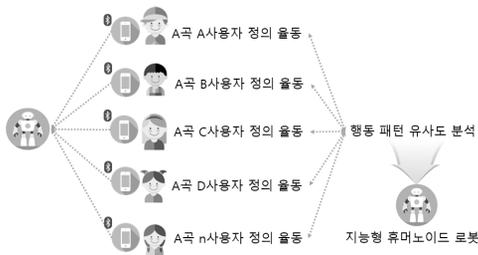
사용자 로봇 제어 프로그램과 DB 그리고 데이터 분석을 위한 워크스테이션 사이의 데이터 형태는 [Fig. 2]와 같다.



[Fig. 2] A data flow of the proposed system

### 3.2 휴머노이드 로봇의 지능적인 율동

동요에 따라 지능적으로 율동을 표현하는 휴머노이드 로봇을 구현하기 위해서는 사용자로부터 선택된 동요와 그 동요에 따른 율동 정보를 수집하고 분석해야 한다. 한 가지 동요 일지라도 사용자가 다를 경우 선택하는 율동은 다양할 수 있다. 다양한 율동 정보를 활용하여 유사 패턴을 추출하고 지능적인 로봇을 위한 기반 지식으로 활용할 수 있다[Fig. 3].



[Fig. 3] Intelligent robot with user-selected music and rhythm analysis

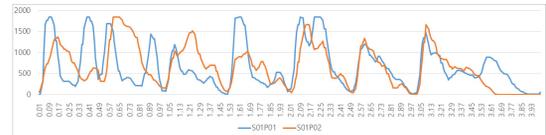
동요에 따라 율동을 예측하기 위해서 율동에 따른 가중치를 부여하였다. 율동의 가중치는 동요의 구간별 과거 사용 빈도에 따라 의미가 높아진다. 동요의 구간별 율동이 가지는 가중치(N-RWS)는 다음 식과 같다.

$$N-RWS = M \cdot w_m + MP \cdot w_{mp} + P \cdot w_p$$

N-RWS에서 M은 동요의 구간별 율동 활용 빈도, MP는 구간별 사용자를 고려한 율동 빈도, P

는 사용자의 율동 선호도를 나타낸다.  $w_m$ ,  $w_{mp}$ ,  $w_p$ 는 상수값으로 가중치를 부여하며, 구간에 따른 율동 가중치는 동요의 구간별 율동을 선정하는 중요한 판단 근거가 된다.

사용자가 과거에 선택한 율동 정보를 활용하여 빈도를 기반으로 하는 지능적인 서비스를 제공할 경우, 해당 동요의 과거 데이터가 없을 경우 서비스가 어렵다는 문제가 있다. 이는 일반적인 인공지능 분야에서 이야기하는 초기 대응 문제(Cold start problem)에 해당한다. 본 연구에서는 이러한 문제를 해소하고자 동요의 고속 푸리에 변환(fast fourier transform : FFT)을 통하여 값을 추출하고, 동요의 구간별 FFT값이 유사한 다른 구간을 탐색하여, 그구간의 율동을 서비스한다. 이는 동요의 음악적 특성이 유사한 경우 그에 따른 율동도 유사할 것이라는 가정에 기반을 둔 것이다[10].



[Fig. 4] Comparison of FFT results of music

이 때 동요의 서로 다른 구간(P, Q)의 FFT 값이 얼마나 유사한지 판단하기 위하여 다음과 같은 수식  $MusicSim(P, Q)$ 를 활용하였다.

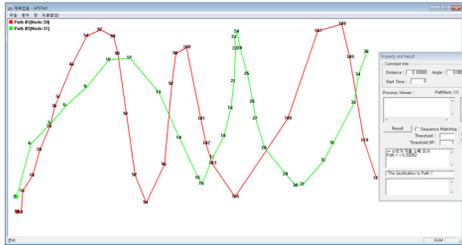
$$MusicSim(P, Q) = \max_{i=0, j=0}^{m, n} sectionSim(p_i, q_j)$$

$MusicSim(P, Q)$ 는 구간별 거리와 방향을 고려한 동적정합법(Dynamic time wrapping : DTW)을 이용하여 노드간 매칭을 계산하였다. DTW은 두개의 시계열 데이터가 있다고 할 때 그 둘간의 유사도를 알아내기 위한 알고리즘 중 하나 이다. 구간별 매칭을 위하여  $sectionSim(p_i, q_j)$ 를 사용한다.  $C_1$ 과  $C_2$ 는 상수 값이며, D는 두 노드간의 거리를 나타낸다.  $\theta$ 는 두 노드의 방향 유사도를 측

정하기 위하여 사용된다.

$$\text{sectionSim}(p_i, q_j) = C_1^D \left[ \cos \frac{\theta}{2} \right]^{C_2}$$

앞서 소개한 *MusicSim*의 동요 FFT 값을 비교하기 위하여 아래와 같은 분석도구를 개발하였다 [Fig. 5].



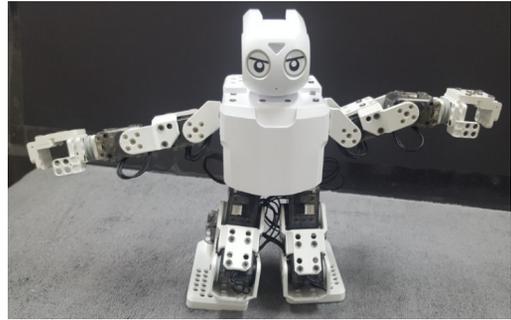
[Fig. 5] Music's similarity comparison case

### 3.3 사용자 UI와 휴머노이드 로봇

휴머노이드 로봇의 원활한 사용을 위하여 사용자 UI를 아래와 같이 구현하였다. 사용자 UI는 동요를 선택할 수 있고, 선택한 동요에 따라 울동을 선택할 수 있도록 하였다. 사용자 층을 고려하여 동요에 따라 선택한 울동은 아바타를 이용하여 화면에 플레이 되도록 하여 마치 게임을 하듯 울동 학습을 할 수 있도록 설계하였다[Fig. 6]. 또한 사용자 UI를 통하여 입력된 정보를 [Fig. 7]의 미니 휴머노이드 로봇에서 보여진다.



[Fig. 6] User UI for humanoid robot control



[Fig. 7] Robotis mini demonstration – Robotis Co., Ltd.

## 4. 실험 및 결과

실험을 위하여 2018년 6월~8월까지 3개월 동안 서울지역 H유치원과 S어린이집의 6세~7세 사이의 어린이 100명을 대상으로 개발된 사용자 프로그램과 로봇을 이용하여 실험하였다. 유치원에서 울동 학습으로 빈번하게 활용하는 동요를 20곡을 선정하였다[Table 1].

[Table 1] Selected songs for rhythm learning

번호	곡목	마디 수	곡길이 (초)	비고
1	건너가는 길	16 마디	32 초	동요
2	게임공 공부	28 마디	56 초	동요
3	그대로 멈춰라	20 마디	40 초	동요
4	꼭꼭 약속해	12 마디	24 초	동요
5	나는 기쁘다	6 마디	12 초	동요
6	나처럼 해봐요	12 마디	24 초	동요
7	당신은 누구십니까	8 마디	16 초	동요
8	미끄럼틀	28 마디	56 초	동요
9	수박	20 마디	40 초	동요
10	씨앗	14 마디	28 초	동요
11	악어때	12 마디	24 초	동요
12	안녕	12 마디	24 초	동요
13	작은 동물원	20 마디	40 초	동요
14	작은 별	16 마디	32 초	동요
15	짹짹	38 마디	76 초	동요
16	피아노와 포르테	24 마디	48 초	감상곡
17	놀람 교향곡	20 마디	40 초	감상곡
18	레가토와 스타카토	20 마디	40 초	감상곡
19	크시코스 우편마차	10 마디	20 초	감상곡
20	사랑의 인사	12 마디	24 초	감상곡

또한, 로봇 기술적 한계를 고려하여 율동 연출이 가능한 동작 및 상황을 22가지 정의하였다[Table 2].

[Table 2] Robot dance selected for rhythm learning

번호	동작	동작횟수
1	초기자세	
2	양 손 올려서 흔들기	9
3	오른손 어퍼컷, 왼손 어퍼컷	9
4	앞드러 뺨기	4
5	오른손 앞에서 흔들기 다음으로 왼손 앞으로 흔들기	8
6	왼쪽 가로막기	8
7	오른쪽 가로막기	4
8	무릎 구부리면서 양손을 앞으로 내밀고 위로 1,2,3 단계 올리기 (눈까지)	10
9	무릎을 구부리면서 가슴에 손대기	6
10	양손위로 (머리까지)올리고 내려오기	10
11	오른손 위에서 내려오기	9
12	무릎 구부리면서 양손 동그라미 만들기	5
13	전주동작	
14	양손 날개짓	7
15	양손 번갈아가며 앞으로 흔들기	8
16	왼손 위에서 내려오기	7
17	오른발 차기, 왼발차기	4
18	양손주먹쥐고 1,2,3 단계 올리다 만세동작	6
19	앞으로 걷기	6
20	뒤로 걷기	3
21	로봇 몸 전체 흔들기	5
22	앞으로 걸어가서 인사하기	4

아이들이 로봇 및 로봇 제어 프로그램과 익숙해지는 것으로 고려하여 실험 기간 3개월 중에서 1개월은 활용 방법을 설명하는 것에 초점을 두었다. 아이들의 동요 및 율동 선택 정보를 수집하기 위하여 자유놀이 시간을 활용하였으며, 로봇을 이용하여 율동 놀이를 하고자 희망하는 아이들을 대상으로 자유롭게 사용하는 모습을 관찰하였다. 아이들이 선택한 동요와 구간별 선택한 율동 정보는 표 3과 같이 수집되었다. 수집된 사용자의 로그는 앞서 소개한 방법을 이용하여 분석하고 지능적인 율동을 연출하도록 하였으며 사용자들에게 호응을 보이는 결과를 가져왔다. 또한 유아 교육 기관에서는 로봇을 활용한 율동 학습에 대한 긍정적인 의견을 주었다. 다음은 실험에 참여한 유치원 기관장의 실험 후기 내용이다.

H유치원 A원장 : “처음 로봇을 수업에 활용할 때,

교사는 유아들과의 함께 로봇의 이름을 지어주고, 로봇과 생활할 때의 주의사항, 배려할 점 등에 대해 충분히 이야기나누기를 전개한 후 제공되어야 하겠음. 로봇이 유치원 음률영역에 들어옴으로서 다소 활동적이지 않았던 음률영역에 유아들이 많은 관심을 가지고, 지속적인 관심을 보여 영역이 활성화 됨.”

S어린이집 B원장 : “가사가 없는 감상곡들도 포인트를 잘 살려 주어서 유아발달에 적합한 것 같고 가사가 없어 오히려 창의적인 신체 표현에 도움이 될 것 같아 앞으로 더 많은 감상곡이 삽입되길 바람.”

[Table 3] User log information through rhythm learning

사용자 ID	곡번호	구간별 선택 율동											
		#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	#11	#12
U1	1	7	1	1	8	7	21	1	21				
U2	1	1	5	7	6	12	9	4	3				
U3	1	18	7	7	7	10	7	15	7				
U4	1	1	1	2	3	4	5	5	6				
U5	1	2	16	17	18	15	17	17	17				
U6	1	10	9	2	13	14	7	9	11				
U3	3	7	20	13	7	7	12	7	18	14	19		
U2	5	20	17	17									
U5	5	7	17	17									
U4	5	6	7	11									
U5	6	19	17	12	19	17	18						
U3	6	4	7	7	14	5	7						
U4	9	21	1	1	1	2	1	2	3	4	5		
U5	10	6	4	20	19	4	19	20					
U9	11	11	4	1	8	7	21						
U5	11	9	19	19	19	2	7						
U13	12	4	2	1	1	1	8						
U5	13	4	6	17	19	17	19	12	4	4	9		
U16	16	13	13	13	7	5	20	19	18	16	4	19	13
U19	19	7	20	13	12	16							
U5	20	6	19	20	20	20	19						
U25	20	1	1	2	3	17	4						
U14	20	1	6	6	7	6	6						
U6	20	7	7	6	20	5	20						
U15	20	13	4	10	12	13	10						
U21	20	19	19	7	6	5	4						
U22	20	7	12	7	6	17	7						
U3	20	16	7	16	7	7	17						

## 5. 결론 및 향후연구

로봇은 다양한 분야에서 활용되고 있으며, 최근 IT기술의 발전 및 고도화로 인하여 그 관심은 더욱 높아지고 있다. 휴머노이드 로봇의 경우 산업 현장, 국방 등을 넘어 교육 현장에서도 활용 가치가 높다 할 수 있다. 본 연구의 실험 과정에서 아이들이 로봇에 대한 높은 관심을 보이는 것을 확인 할 수 있었다. 이를 통하여 로봇을 학습 보조 도구로 사용할 경우 학습 효과의 증진을 기대할 수 있으리라 예상한다. 본 연구에서는 휴머노이드 로봇을 이용한 음악 율동 창작 활동 및 사용자의 과거 정보를 활용한 지능적인 율동 연출이 가능한 휴머노이드 로봇을 개발하였다. 사용자의 로그 분석에서 활용한 방법은 게임에서 게이머의 유형 분석 및 게임 캐릭터의 이동경로 분석에도 활용 가능하겠다.

향후 연구로는 동작 인식 장비를 활용하여 인간의 움직임과 로봇의 움직임을 동기화 하는 방법과 휴머노이드 로봇의 율동을 보다 자연스럽게 연출하기 위한 연구가 필요하겠다. 더불어, 시스템 개선을 위하여 수요처인 교육 현장과의 지속적인 교류도 요구된다.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This research is supported by "Industrial field core technology program" through the Ministry of Trade, Industry and Energy (MOTIE) (No.10084780R, 2018)

## REFERENCES

- [1] Yeongjo Jo, Sanglok Oh, "Intelligent Service Robot and URC (Ubiquitous Robotic Companion)", Journal of Communications and Networks, Vol. 21, No. 10, 2004.
- [2] N. S. Pollard, J. K. Hodgins, M. J. Riley, C. G. Atkeson, "Adapting human motion for the control of a humanoid robot", Robotics and Automation Proceedings, 2002
- [3] Jean-Julien Aucouturier, Yuta Ogai, and Takashi Ikegami, "Making a Robot Dance to Music Using Chaotic Itinerancy in a Network of FitzHugh-Nagumo Neurons", International Conference on Neural Information Processing (ICONIP), 2008.
- [4] David Grunberg, Robert Ellenberg, Youngmoo Kim, Paul Oh, "Creating an Autonomous Dancing Robot", International Conference on Convergence and Hybrid Information Technology, 2009.
- [5] Marek P. Michalowski and Reid Simmons and Hideki Kozima, "Rhythmic attention in child-robot dance play", The 18th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication Toyama, 2009.
- [6] Young Mi Kwak, Ryu Na Seol , "Applications Evaluation and Contents Analysis of Rhythm-song Applications on Smart-Phone", Journal of Korean Literature Education, Vol.15, No.4, 2014
- [7] Rong Cho Won, "The relationship between emotional-behavioral traits and rhythm imitation tasks in elementary school students ", Ewha Womans University Master's thesis, 2010.
- [8] Tae-Ha Yi, Seung-Hwa Jeong, Bon-Cheol Goo, "Study on User-Friendly Rhythm Dance Game Utilizing Beat Element of Music", Journal of Korea Game Society, Vol.15, No.2, 2015.
- [9] Seungie Park, Taesuk Kihl, "Rhythm Game Design for Effective Music Education ", Journal of Korea Game Society, Vol.12, No.1, 2012.
- [10] Siqian Zhang, Yutao Zhu, Gangyao Kuang, "Imaging of Downward-Looking Linear Array Three-Dimensional SAR Based on FFT-MUSIC", IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, Vol. 12, No. 4, 2015.



윤 태 복 (Yoon, Taebok)

약 력 : 2001 공주대학교 전자계산학과(학사)  
2005 성균관대학교 컴퓨터공학과(공학석사)  
2010 성균관대학교 컴퓨터공학과(공학박사)  
2011 - 현재 서일대학교 소프트웨어공학과 부교수

관심분야 : 게임인공지능, 지능시스템, 사용자모델링

---



나 은 숙 (Na, EunSuk)

약 력 : 1991 덕성여자대학교 유아교육과(교육학사)  
2002 덕성여자대학교 유아교육과(교육학석사)  
2005 덕성여자대학교 유아교육과(교육학박사)  
2007 서울대학교 사회과학연구원(전임연구원)  
2008 서울신학대학교 유아교육과(전임교원)  
2009 - 현재 서일대학교 유아교육학과 부교수

관심분야: 놀이몰입, 유아음악교육, 유아교육 교수법,  
부모양육태도

---