

목적성 행동 모방학습을 통한 의도 인식을 위한 거울뉴런 시스템 계산 모델

Computational Model of a Mirror Neuron System for Intent Recognition through Imitative Learning of Objective-directed Action

고 광 은, 심 귀 보*

(Kwang-Eun Ko¹ and Kwee-Bo Sim^{1,*})

¹School of Electrical and Electronics Engineering, Chung-Ang University

Abstract: The understanding of another's behavior is a fundamental cognitive ability for primates including humans. Recent neuro-physiological studies suggested that there is a direct matching algorithm from visual observation onto an individual's own motor repertoires for interpreting cognitive ability. The mirror neurons are known as core regions and are handled as a functionality of intent recognition on the basis of imitative learning of an observed action which is acquired from visual-information of a goal-directed action. In this paper, we addressed previous works used to model the function and mechanisms of mirror neurons and proposed a computational model of a mirror neuron system which can be used in human-robot interaction environments. The major focus of the computation model is the reproduction of an individual's motor repertory with different embodiments. The model's aim is the design of a continuous process which combines sensory evidence, prior task knowledge and a goal-directed matching of action observation and execution. We also propose a biologically inspired plausible equation model.

Keywords: mirror neuron system, imitative learning, human-robot interaction, intent recognition

I. 서론

거울뉴런을 통한 인간 행동의 이해와 의도 인식에 대한 연구는 뇌-신경 및 인지공학 분야 전반에 걸쳐 많은 주목을 받아왔다. 거울뉴런이 최근 10여 년간 신경과학 분야에서의 가장 중요한 발견 중 하나라는 2000년도에 제기된 V. Ramachandran의 주장과 같이 거울뉴런 관련 연구는 심리학에서부터 컴퓨터 공학을 아우르는 다양한 학제 간 분야에서 새로운 연구 방향성을 제시하고 있다. 특히 모방을 통한 학습 기능을 포함하는 거울뉴런의 생태학적 특성을 기반으로 정립된 거울뉴런 시스템의 동작 메커니즘과 그 기능을 구현하는 연구들을 주목해야한다.

거울뉴런의 생리적 특성에 대한 분석은 G. Rizzolatti et al.의 짧은 꼬리 원숭이의 대뇌 피질 상에 분포하는 거울 시스템이라 불리는 뉴런 영역이 모방적 동기화를 수행한다는 가설의 증명을 시작으로 모방 및 학습 기능에 대한 계산모델을 구현하는 단계까지 진행되었다[1]. 잘 알려진 거울뉴런의 특성은 특정 객체와 연관하여 어포던스가 내포된 행동에 대한 관측자와 행위자를 전제할 때, 실제 행위를 수행하지 않지만 관찰 과정에서 해당 영역이 행위 수행

시와 유사한 활성도를 보인다는 사실이다[2]. 이러한 거울 뉴런의 고유특성은 행동의 모방과 학습을 통해 의도를 인지하는 뇌 영역의 동작과 메커니즘에 대한 설명을 가능하게 하고, 인간-컴퓨터 상호작용(HCI: Human-Computer Interaction) 분야의 연구자들이 행동과 의도 인지 과정에 거울뉴런에 관련된 생리적 반응을 직접 활용하거나, 모델링하여 시스템으로 적용하는 근거가 되었다. 이 과정에서 모방적 동기화 및 학습을 구현하는 다양한 거울뉴런 시스템 모델의 개념들이 정립되었으며 해당 시스템을 구현한 HCI 분야의 다양한 연구들이 선행된 바 있다[4-6]. 대부분의 선행연구들은 거울뉴런 시스템의 계산모델링 구현을 통해 관측된 행동의 목적을 추론하는 동작의 구현을 목표로 한다. 이를 뒷받침하는 거울뉴런에 대한 생리적 반응 측정 실험에서는 거울뉴런이 행동인식 과정에서 행동을 구성하는 저수준의 운동요소에 대한 복사가 아닌 상위 계층의 의도를 이해하는 과정에서 활성화된다는 사실이 이미 증명된 바 있다[1,3].

본 논문에서는 최근에 연구된 거울뉴런 시스템의 동작 특성 모델링에 대한 동향들을 살펴보고 모방적 동기화 및 학습 수행이 가능한 거울뉴런 시스템 계산모델을 기반으로 하는 인간-로봇 상호작용 시스템 프레임워크를 제안한다.

II. 거울뉴런 모델링 연구 동향

기존의 거울뉴런 모델링 연구들은 거울뉴런에게 존재하는 신경생리학적 복잡성으로 고려하여 모델링에 관여하는 중요 변인들에 대한 제약을 걸고 한정적으로 연구를 수행

* Corresponding Author

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

고광은, 심귀보: 중앙대학교 전자전기공학부

(kkeun@cau.ac.kr/kbsim@cau.ac.kr)

※ 본 논문은 한국연구재단 중견연구자지원사업(No. 2012-0008726)에서 지원하여 연구하였으며 연구비 지원에 감사드립니다.