

로봇 계획에서 실패 지식 저장을 위한 사례 기반 추론 방법

송일선, 최호진
한국정보통신대학교 공학부
e-mail : {iseeyou, hjchoi}@icu.ac.kr

A Case-Based Reasoning Approach to Store Failure Knowledge in Robot Planning

Il-Sun Song, Ho-Jin Choi
School of Engineering, Information and Communications University

요 약

기존의 휴머노이드 로봇 연구에 있어서 지식 베이스 구축으로 인해 로봇이 더 지능화 되어가고 있다. 하지만 지식 획득에 있어서는 대부분의 연구가 성공한 경우에만 초점이 맞추어져 있으므로 로봇이 과거에 실패한 상황에 다시 처했을 때 같은 실패를 되풀이하는 일을 막을 수 없다. 이 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 사례기반 추론(case-based reasoning) 방법을 로봇 계획(planning) 메커니즘에 적용하여, 실패한 지식의 활용 방안을 모색한다. 이를 위하여 실패 지식의 데이터베이스 도입 방안을 살펴보고, 이를 로봇 계획에 적용하는 방법을 제시한다.

1. 서론¹

현대로 넘어오면서, 로봇의 활동 영역이 기존의 산업현장에서 일상생활 공간으로 확장되어가고 있다. 이에 따라 휴머노이드 로봇이 새로운 연구분야로 각광받고 있다. 이러한 연구에 있어서 지식 데이터베이스 구축은 로봇에게 생각을 할 수 있는 능력을 가지게 하는 시발점이 되었다. 현재의 로봇 연구 방향은 이러한 지식체계를 확충하기 위해 보다 효율적이고, 보다 많은 지식의 활용방안 구축으로 모아지고 있다. 지식의 범주에 들어가기 위해서는 로봇 계획(planning)을 통하여 원하는 목표(Goal)를 효과적으로 달성하여야만 했다. 하지만 로봇 계획(planning)을 통하여 그 목표(Goal)에 도달하지 못하였다고 하더라도, 이 실패한 정보 역시 지식체계 확충에 큰 도움을 줄 수 있다.

실패 지식을 활용하기 위해서, 먼저 실패 지식이 무엇인지 알아본다. 분석된 실패 지식을 토대로 로봇의 지식체계 확충에 도움을 줄 수 있는 사항을 규정한다. 그리고 이를 이용한 데이터베이스 도입 방안을 모색하고, 실제 로봇 계획에 적용하는 방법을 제시한다.

2. 실패지식

2.1 실패 정의

사전에는 ‘일을 잘못하여 뜻한 대로 되지 아니하거나 그리침’을 뜻한다. 본 논문에서는 실패를 ‘로봇에게 목표(goal)가 주어질 때 해당 목표에 도달하지 못하는 상황 혹은 목표에 도달하였다고 할 지라도 사용자의 요구에 적합하지 않은 상황’으로 규정하고자 한다.

해당 목표에 도달하지 못하는 상황이란 사용자가 로봇에게 목표(Goal)를 주었을 때 1) 해당 목표 인식의 부재 또는 2) 목표를 인식하였으나 그 목표에 다가가지 못하고 맴도는 상황을 말한다. 이는 로봇이 사

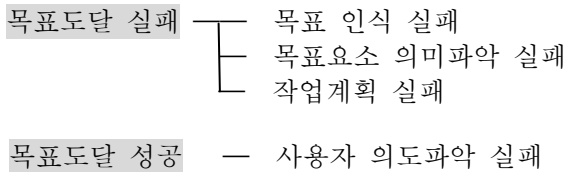
¹ This research was performed for the Intelligent Robotics Development Program, one of the 21st Century Frontier R&D Programs funded by the Ministry of Commerce, Industry and Energy of Korea.

용자의 발화 자체의 의미를 이해하지 못하였을 때, 다른 의미로 이해했을 때 발생할 수 있으며, 혹은 발화는 이해하였지만 작업계획(task-plan)을 잘못 세운 경우에도 해당 목표에 도달하지 못하는 상황이라고 정의한다.

목표에 도달하였지만 사용자의 요구에 적합하지 않은 상황에는 ‘사용자의 의도파악’ 이 중요한 요소로 그 의도가 추상적인 경우 발생할 수 있다.

2.2 실패지식 분석

실패지식 분석을 위해 가장 중요한 요소는 ‘원인’이다. 실패원인 파악으로 인해 동일한 상황에서 다시 실패 할 확률을 낮출 수 있다. 앞서 정의한 실패의 의미로부터 다음과 같이 실패를 분석 할 수 있다.



목표인식 실패는 사용자의 발화가 불분명한 경우와 로봇 자체에 해당 발화에 대한 지식이 없어, 목표 인식을 실패한 경우가 있다.

목표요소 의미파악의 실패는 사용자의 발화를 하나의 간단한 문장(주어 + 동사 + 목적어)으로 보았을 때, 각 요소의 의미파악 실패를 뜻하게 된다

작업계획 실패의 경우 목표(goal)를 인지하여 해당 목표(goal) 실현 위한 작업계획(task plan)에서의 오류로 이는 각 로봇 시스템이 어떠한 방법에 의해 작업계획(task plan)을 세우느냐에 따라서 달라질 수 있다.

사용자 의도파악 실패는 사용자와 로봇간의 배경지식간의 차이, 사용자 발화의 추상적 의미요소 등으로 인하여 발생할 수 있다.

2.3 실패 판단

실패판단을 위해 고려해야 하는 로봇과 사용자 간의 작업흐름은 다음과 같다.

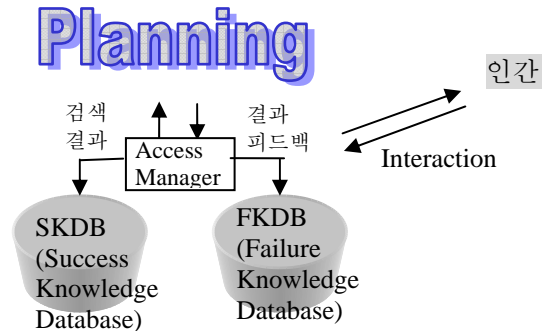
1. 발화인식
2. 작업계획
3. 수행
4. 사용자 피드백

실패지식의 정의와 분석 후 실패 판단을 통하여 이를 시스템에 적용할 수 있다. 먼저 목표도달에 성공 혹은 실패 여부를 조사하게 된다. 이는 로봇이 화자의 발화를 인식하여 각 시스템에 맞는 작업계획(task-plan)을 통해 수행을 완료한 후 사용자에게 긍정의 피드백을 받는 것을 통해 알 수 있다. 사용자가 로봇에게 물을 가져오도록 하였을 때, 로봇이 이를 인식하고 자신의 시스템에 맞는 작업계획을 세워 물을 사용자에게 전달하여 사용자가 “고마워” 혹은 “잘했어” 등의

피드백을 하는 과정을 예로 들 수 있다. 이러한 일련의 과정 중 문제가 생기면 AM(Access Manager)에서는 이를 실패로 판단하여 FKDB 에 저장한다.

3. 실패지식 데이터베이스 도입

실패지식 데이터베이스 구축의 간단한 모형은 다음과 같다.



(그림 1) 실패지식 데이터베이스 구축

기존의 성공한 지식을 저장하는 데이터베이스를 SKDB(Success Knowledge Database)로 명명하고 추가로 FKDB(Failure Knowledge Database)를 구축하여 성공지식 혹은 실패지식을 각각 해당하는 데이터베이스에 저장함으로써 지식의 체계를 확장할 수 있다.

AM(Access Manager)에서는 성공 및 실패를 판단하고, 해당 지식을 저장 및 검색 그리고 피드백 시 중재의 역할을 한다. 로봇이 실패를 인지하게 되면 그 원인을 분석해야 하는데, 현재까지의 로봇개발 상황으로는 로봇 스스로 이를 판단하기 어렵기 때문에 이를 위해 사용자와의 인터랙션을 도입한다. 인터랙션부분 [2, 3, 4]은 실패 인지 후 실패의 원인을 사용자가 알려주는 부분 이외에는 이 논문 밖의 것이므로, 다루지 않는다.

데이터베이스에 저장되기 위한 실패지식은 실패의 종류, 원인, 실패당시배경, 실패당시 로봇 시스템의 상태로 구성된다. 실패의 종류에는 실패지식 분석에서의 4 가지 분류(ex. 목표인식실패)를 기입한다. 원인에는 사용자와의 인터랙션을 통한 데이터를 기입하며, 실패당시 배경 및 실패 당시 로봇 시스템의 상태는 각 시스템에 따라 달라질 수 있으나, 실패 당시 배경에는 날짜 시간 장소 등을 포함하고 실패 당시 로봇의 상태는 로봇의 위치, 실패한 작업의 위치 및 상태 등을 포함한다.

4. 로봇계획(planning)에서의 활용 방안

사람이 로봇에게 어떠한 지시를 하게 되고, 이에따라 로봇에게 목표(Goal)가 생기면, 사례기반 추론에서는 기존에 축적한 데이터베이스 내에서 현재의 상황과

가장 유사한 데이터를 검색하여 추출해 내고, 이 데이터와 현재 상황을 비교, 수정하여 목표를 실현하기 위해 작업을 수행하게 된다.

이때 실패지식 데이터베이스를 활용하면, 보다 나은 결과를 기대할 수 있다. 목표(Goal) 실현 위해 적합한 데이터를 검색 및 추출 시, 실패지식 데이터베이스에서도 동일하게 검색 및 추출을 하여 실패지식 데이터가 사용하기에 적합하다고 판단이 되면, 해당 실패지식의 원인을 최소로 줄이는 방향으로 플래닝을 할 수 있다. 그리고 이렇게 계획 및 수행한 결과를 피드백하여, FKDB 에 저장하여 그 결과를 다음번의 동일한 상황에서도 적용 할 수 있다. 실패지식의 사용 적합성의 판단은 기존 SKDB 에서 적합한 정보를 검색 추출 도입하는 방법에 대한 연구*[1]를 통해 도입 할 수 있다.

5. 결 론

지식 데이터베이스 도입으로 인하여, 로봇의 지능이 점차 발전하고 있다. 이러한 지식 데이터베이스 구축 및 활용방안이 보다 효율적이고 더 나은 방향으로 나아가고 있음이 분명하다.

본 연구에서는 실패를 로봇에게 목표(goal)가 주어질 때 해당 목표에 도달하지 못하는 상황 혹은 목표에 도달하였다고 할 지라도 사용자의 요구에 적합하지 않은 상황으로 규정한다.

본 연구에서는 사례기반 추론 프레임워크 상에서 실패지식 데이터베이스 도입을 통하여 한걸음 더 나아간 지식활용 방안을 설명한다. AM 을 통하여 성공 및 실패여부를 판단하고 실패로 인지되면, FKDB 에 저장 이 된다. 저장 된 자료는 추 후 AM 에 의해 검색 및 추출이 되며, 추출된 실패지식을 동일한 상황에서의 계획에 도입 한다. 실패인지는 사용자와의 인터랙션을 통해 이루어진다.

본 연구에서는 실패지식 데이터베이스 도입에 대한 큰 틀을 제시한다. 이는 사례기반추론 방법에 의한 지식 베이스 구축에 대한 연구가 완료 되었다고 가정한다. 이에 대한 효과적 도입을 위해 사용자와의 인터랙션 과정, AM 기능의 보완 등의 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1]* Yuchul Jung et.al. , “Designing a Cognitive Case-Based Reasoning Framework”
- [2] Hyunjoong Kim et. al. , “스크립트 기반 인간 - 로봇 상호작용에서의 사용자 개입 처리”
- [3] Hearst M. A et. al , “Mixed-initiative interaction”.
- [4] Hollnagel, E, “Designing for joint cognitive systems”.