

능동 로봇 서비스를 위한 가용성 평가 방법

강상승[○] 손주찬
한국전자통신연구원 지능형로봇연구단
{kss[○], jcsohn}@etri.re.kr

A Method of Feasibility Estimation for Proactive Robot Services

Sang-Seung Kang[○] Joo-Chan Sohn
Intelligent Robot Research Division, ETRI

요 약

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 지능적인 로봇 서비스를 제공하기 위한 로봇 서비스의 범위가 사용자 명령을 그대로 수행하는 단순 서비스에서 상황 해석을 통한 능동 서비스의 개념으로 확대되고 있다. 본 논문은 지능형 로봇 시스템을 기반으로 능동적인 로봇 서비스를 제공하기 위해 발전한 로봇 서비스에 대한 가용성을 평가하는 방법을 제안하였다. 제안한 방법은 실내 환경 변화를 감지하여 컨텍스트 처리를 통한 서비스 목표를 추출하고, 선택된 후보 서비스 리스트를 대상으로, 해당 홈 환경의 상태 정보를 기반으로 서비스 제안에 적합한 상황인지, 서비스 정책에 적합한 서비스인지, 그리고 제공중인 서비스인지 등의 해당 로봇 서비스에 대한 가용성을 평가하여 최적의 로봇 서비스를 제공한다.

1. 서 론

현실 세계 어디서나 컴퓨터 사용이 가능하며, 현실 세계의 사물과 환경 속으로 스며들어 일상생활과 통합되는 특징을 가진 유비쿼터스 컴퓨팅 환경은 기존 정보통신 기술의 통합 및 융합을 기반으로 인간화 인터페이스에 대한 서비스를 출현하게 한다. 이러한 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 기반으로 인간과 상호작용하면서 인간이 필요로 하는 홈 서비스를 제공하기 위한 지능형 서비스 로봇 기술은 현재 초기 연구 단계에 있다. 종래의 단순 반복 작업을 수행하는 산업용 로봇 기술과는 달리 정보통신망과 상황 인식 기술 및 소프트웨어 기술 등이 접목되어 향상된 인간 중심의 서비스를 제공하게 된다. 특히 사용자의 명령에 따른 수동적인 서비스의 제공에 그치는 것이 아니라, 상황 변화를 감지하여 상황에 적합한 서비스를 능동적으로 제안함으로써 인간의 생활을 보다 편리하게 하는 인간 지향적인 로봇 서비스를 제공할 수 있다. 또한 홈 환경 내에 존재하는 객체의 시맨틱 기술을 위한 상태 모델과 확률 기반의 상황 해석뿐만 아니라 웹 서비스의 발전 과정에서 도출된 문제점의 해결방안으로 제시된 지능형 웹 서비스 인프라를 통해 다양한 웹 정보를 활용함으로써 제한된 서비스 영역을 확장하려는 시도를 포함하고 있다. 이러한 능동적인 지능형 로봇 서비스 기술을 실현하기 위해서, 선결적으로 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 기반으로 능동적인 로봇 서비스에 대한 가용성을 평가하기 위한 시스템 및 방법에 대한 연구가 필요하다.

본 논문은 지능형 로봇 시스템에서 능동적인 로봇 서비스를 실현하기 위해 제공하고자 하는 로봇 서비스에 대한

가용성 평가 방법을 제안하였다. 제안한 방법은 실내 환경 변화를 감지하여 컨텍스트 처리를 통한 서비스 목표를 추출하고, 선택된 후보 서비스 리스트를 대상으로, 해당 홈 환경의 상태 정보를 기반으로 서비스 제안에 적합한 상황인지, 서비스 정책에 부합되는 서비스인지, 그리고 이미 제공되고 있는 서비스는 아닌지 등의 해당 로봇 서비스에 대한 가용성을 평가하여 최적의 로봇 서비스를 제공한다.

능동 로봇 서비스를 위한 로봇 서비스 가용성 평가 방법을 통해, 종래의 제한적이고 수동적인 로봇 서비스 영역을 보다 다양한 로봇 서비스 영역으로 확장할 수 있고, 서비스 상황을 판단하여 실질적으로 가용한 서비스를 능동적으로 제안할 수 있다. 따라서 단순 반복 작업이나 명령에 따른 제한적인 서비스의 제공만이 가능했던 로봇 서비스의 한계를 벗어나, 환경 변화에 따른 상황 해석을 통해 사용자가 필요한 서비스를 능동적으로 제공 가능하다. 특히, 일상 생활 속에서 적절한 로봇 응용 서비스의 제공을 위해 상태 정보로부터 상황을 확률적으로 해석하고 제공할 수 있는 후보 서비스 리스트를 생성하여 서비스의 가용성을 평가함으로써 실제 서비스 환경에 적합한 서비스를 제공함으로써, 유비쿼터스 환경에서 보다 인간 지향적인 다양한 서비스를 제공할 수 있을 것이다.

2. 관련 연구

일반적인 홈 환경에서 사용자의 명령 인식 및 실내 환경 변화를 감지하여 사용자에게 고도의 응용 서비스를 제공하기 위한 URC 능동 서비스 시스템은 홈 환경 내에 존

재하는 객체의 시맨틱 기술을 위한 환경 모델 및 상태 모델, 확률모델 기반의 상황해석을 통해 서비스 동기를 부여하기 위한 능동 서비스 목표를 추출하고, 로봇 실행 엔진과의 연동 및 지식 기반의 서비스 플래닝을 위한 시스템 등으로 구성된다.

URC 능동 서비스 시스템에서 사용자에게 능동 로봇 서비스를 제공하기 위한 절차는 그림 1과 같다. 일반적인 홈 환경 내에서 센서로부터 획득한 데이터 혹은 사용자의 명령으로부터 획득한 정보로부터 컨텍스트 처리를 통해 기호화하고 상태 모델에 전달한다. 전달된 상태 정보를 기반으로, 이를 감지한 상태 모니터링 시스템이 적절한 서비스 개념을 찾아 이를 제공하기 위한 서비스 리스트들을 추출하여 구성한다. 구성된 서비스 리스트로부터 가용성을 평가하여 적절한 서비스를 선택하여 제안하면 실행 모듈을 통해 실제로 사용자에게 제공할 서비스를 생성하고, 로봇 실행 엔진과의 연동을 통해 해당 로봇 서비스를 제공하게 된다.

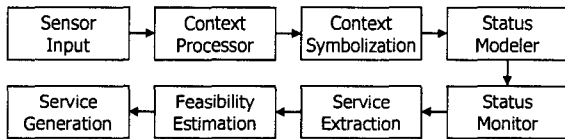


그림 1. 능동 로봇 서비스 시스템

상기 과정에서 서비스 가용성 평가 모듈은 랭크드 리스트된 서비스들에 대해 서비스가 가능하면서 해소 개념을 가장 잘 만족하는 원인들의 조합을 결정하고, 서비스를 제안해도 좋은 상황인지, 이미 제공되고 있는 서비스인지 등을 판단하여 서비스를 제안하는 기능을 한다.

3. 요구 분석

유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 기반으로 하는 URC 능동 서비스 시스템에서 능동 로봇 서비스를 제공하기 위한 서비스 가용성 평가와 관련한 요구사항들을 분석한다. 또한 시스템의 신뢰도 및 가용성, 환경 특성 등에 따른 고려사항을 포함한다.

먼저 기능적인 측면에서의 요구사항은 다음과 같다.

- 상태 모니터링을 통해 감지된 상태 정보를 기반으로 적절한 서비스 개념을 찾아 확률 기법을 통해 상황 해석을 하고, 가용성 평가의 대상이 되는 서비스 리스트들을 정형화된 타입으로 객체화하는 기능이 요구된다.
- 서비스 해소 개념을 만족하는 확률이 가장 높은 원인들의 조합을 결정하고, 가장 높은 확률 값을 갖는 조합의 후보 서비스를 선택하는 기능이 필요하다.
- 선택된 후보 서비스 조합에 대해 해당 로봇의 홈 환경이 지원가능한지 점검하도록 로봇의 정보 및 가용한 디바이스에 대한 정보를 탐색할 수 있어야 한다.
- 컨텍스트에 대한 탐색 결과를 기반으로 제공 가능한 서비스인지를 판단하고 서비스 조합을 결정하여야 한다.
- 현재 사용자가 서비스 제안을 수용할 만한 상태인지

서비스 타이밍에 대해 판단하여야 한다.

- 서비스가 이미 작동 혹은 제공중인 서비스인지 판단하여야 한다. 이미 제공중인 서비스이면 제외하도록 한다.
- 결정된 서비스를 제안하여 사용자에게 실제 로봇 서비스를 제공할 수 있도록 한다.

다음은 비기능적인 측면에서의 요구사항이다.

- 입력 인터페이스의 변화에 따른 적절한 처리가 필요하다. 서비스 상황 해석을 통해 적절한 서비스 개념으로 구성된 서비스 리스트에 대해서는 후보 서비스 선택 프로세스로 처리하고, 서비스 상황 해석을 통하지 않은 입력 값에 대해서는 서비스 유형에 따라 사전 정의된 정보를 이용한 프로세스를 수행하도록 한다.
- 효율적인 서비스 컨텍스트 탐색 인터페이스가 필요하다. 선택된 서비스 조합에 대해 해당 로봇의 홈 환경이 지원가능한지 체크하기 위해 로봇의 정보 및 가용한 디바이스에 대한 정보를 탐색하게 된다. 이때 정보를 제공하기 위한 디바이스에 대한 서비스 컨텍스트 정보를 어디에 두느냐에 따라 차후 프로세스가 영향을 받게 된다.
- 서비스 시나리오 확대에 따른 시스템의 영향을 최소화 해야 한다. 서비스 유형에 따라 제공되는 서비스 가용성 평가 처리 프로세스를 가능한 범위 내에서 일반화하여, 추가적인 서비스를 제공할 때, 용이하게 적용하여 제공할 수 있도록 할 필요가 있다.

다음은 입출력 인터페이스에 관한 요구 명세이다.

- 입력 값으로 후처리된 랭크드 리스트의 객체를 받으며, 서비스 해소 개념을 만족하는 확률이 가장 높은 원인들의 조합을 결정한다.
- 서비스 상황 해석이 포함되지 않은 서비스에 대해서는 서비스 유형별로 사전 정의된 정보를 이용하여 상식 모델을 기반으로 추론하여 추출된 서비스를 그대로 서비스 목록으로 이용한다.
- 서비스 가용성 평가 시스템을 통해 처리된 결과를 서비스 생성 시스템으로 전달한다. 서비스 가용성 평가 시스템의 출력 결과는 결과 서비스 객체가 된다.

시스템의 각 기능은 URC 능동 서비스 플랫폼을 기반으로 하는 운용 환경에서 요구되는 신뢰도를 만족하도록 한다. 또한 시스템 환경은 URC 능동 서비스 플랫폼을 기반으로 하는 사용자 환경, URC 로봇 플랫폼 환경 및 인터넷을 기반으로 하는 시맨틱 웹 서비스 환경을 고려한다.

4. 평가 방법

URC 로봇 시스템에서 능동 로봇 서비스를 위한 가용성 평가 방법은 다음과 같다. 컨텍스트 처리를 통해 기호화된 상태 정보를 기반으로 적절한 서비스 개념을 찾아 대상 서비스 리스트들이 추출되면, 이를 입력으로 받아 가용성 평가 전처리, 후보 서비스 선택, 서비스 컨텍스트 탐색, 서비스 리스트 제어, 정책적 가용성 점검, 활성 서비스 점검, 결과 서비스 제안의 절차로 해당 로봇 서비스에 대한 가용성을 평가한다. 가용성 평가를 통해 제공 서

스가 결정되면 해당 서비스를 생성하고 실행모듈을 통해 사용자에게 제공한다.

능동 로봇 서비스에 대한 단계별 가용성 평가 방법은 그림 2와 같다.

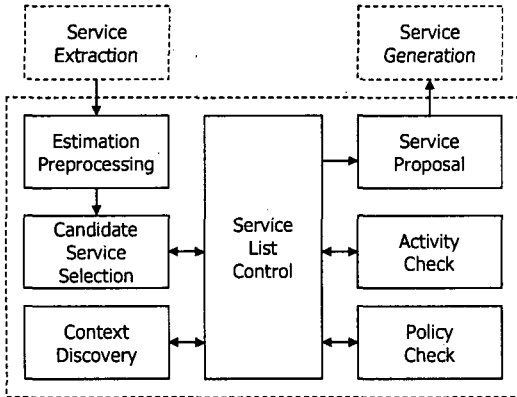


그림 2. 로봇 서비스 가용성 평가 방법

먼저 평가 전처리(Estimation Preprocessing) 단계에서는, 상태 정보를 기반으로 서비스 목표를 추출하고 적절한 서비스 개념을 찾아 선택된 서비스 리스트들에 대한 입력으로부터 가용성 평가에 필요한 전처리 기능을 수행한다. 입력 값은 정형화된 랭크드 리스트 타입의 객체이며, 확률을 가장 높게 해주는 원인 요소들의 리스트이다.

후보 서비스 선택(Candidate Service Selection) 단계에서는 서비스 해스 개념을 만족하는 확률이 가장 높은 원인들의 조합을 결정하여 후보 서비스를 선택한다. 즉 서비스 목표 추출 시스템을 통해 적절한 서비스 개념을 위한 출력 값인 후처리된 랭크드 리스트의 객체를 입력 받아 평가 전처리 단계를 거쳐 가장 높은 확률 값을 갖는 조합을 선택하는 기능으로, 적절한 선택 메커니즘을 통해 후보 서비스를 결정하게 된다.

서비스 컨텍스트 탐색(Context Discovery) 단계에서는 선택된 서비스 조합에 대해 해당 로봇의 홈 환경이 지원 가능한지 체크한다. 이는 로봇의 정보 및 가용한 디바이스에 대한 정보를 탐색하여 해당 디바이스에 대한 서비스 컨텍스트 정보를 확인한다. 일반적인 홈 환경에서의 로봇의 정보 및 각종 지원 디바이스의 정보는 사전 정의된 상태 정보를 기반으로 한다.

서비스 리스트 제어(Service List Control) 단계에서는 서비스 컨텍스트 탐색 결과로부터 실제 제공 가능한 서비스인지를 판단하고 서비스 조합을 결정한다. 서비스에 대한 판단 기준은 서비스 컨텍스트에 대한 탐색 결과를 기반으로 결정되며, 해당 홈 환경에서 로봇의 상태, 가용한 디바이스 및 디바이스의 상태, 사용자의 위치 및 상태 등이 서비스를 결정하는 대상이 된다. 또한 서비스 컨텍스트의 탐색, 서비스 시점 및 서비스의 제공여부 정경 등의 기능을 제어하는 역할을 수행한다.

정책적 가용성 점검(Feasibility Check) 단계에서는 사전에 명시된 로봇 서비스 정책에 따라 해당 서비스의 적

절성 여부를 판단하고, 사용자가 현재 서비스 제안을 사용할 만한 상태인지 판단한다. 여기서 판단 대상은 서비스 제공 시점에 대한 서비스 타이밍 상황에 대한 판단을 포함한다.

활성 서비스 점검(Activity Check) 단계에서는 제안하려는 서비스가 이미 제공되고 있는 서비스인지 판단한다. 이미 작동 혹은 제공중인 서비스라고 판단되면 해당 서비스 항목을 제외하게 된다.

결과 서비스 제안(Service Proposal) 단계에서는 최종 결정된 서비스를 제안하는 기능을 수행한다. 제안한 서비스는 서비스 생성 시스템으로 전달되며, 실제 사용자에게 서비스를 제공하게 된다.

상기와 같이 지능형 로봇 시스템에서 로봇 서비스 가용성 평가 방법을 통해, 종래의 제한적이고 수동적인 로봇 서비스 영역을 보다 다양한 로봇 서비스 영역으로 확장할 수 있고, 서비스 상황을 판단하여 실질적으로 가용한 서비스를 능동적으로 제안할 수 있다. 따라서 단순 반복 작업이나 명령에 따른 제한적인 서비스의 제공만이 가능했던 로봇 서비스의 한계를 벗어나, 환경 변화에 따른 상황 해석을 통해 사용자가 필요한 서비스를 능동적으로 제공 가능하다.

5. 결 론

사용자의 명령에 따른 단순 로봇 서비스 제공의 범위를 벗어나, 상황 변화를 감지하여 상황에 적합한 로봇 서비스를 능동적으로 제공함으로써 인간의 생활을 보다 편리하게 하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 논문은 지능형 로봇 시스템에서 능동적인 로봇 서비스를 실현하기 위해 제공하고자 하는 로봇 서비스에 대한 가용성을 평가하는 방법을 제안하였다. 일상 생활 속에서 적절한 로봇 응용 서비스의 제공을 위해 상태 정보로부터 상황을 확률적으로 해석하고 제공 가능한 후보 서비스 리스트를 생성하여 서비스의 가용성을 평가함으로써 실제 서비스 환경에 적합한 서비스를 제공함으로써, 유비쿼터스 환경에서 보다 인간 지향적인 다양한 서비스를 제공할 수 있을 것이다.

참고문헌

[1] Mark Weiser, Ubiquitous Computing, <http://nano.xerox.com/hypertext/weiser/UbiHome.html>
 [2] Mark Weiser, "Hot Topics: Ubiquitous Computing" *IEEE Computer*, October 1993.
 [3] 조영조, "지능형 서비스 로봇과 URC", *주간기술동향*, 통권 1150호, 2004.
 [4] S. McIlraith, T. C. Son, and H. Zeng, "Semantic Web Service," *IEEE Intelligent Systems*, 16(2):46-53, 2001.
 [5] S. Kang and J. Sohn, "A Framework for Service Planning in the Semantic Web Services," *ITC-CSCC 2005*, vol.2, pp.727-8, 2005.