

로봇 시스템을 통한 목표와 시나리오 기반의 분석 방법 연구

허상민⁰ 박수진 박수용
서강대학교
{minimac⁰, psjdream, sypark}@sogang.ac.kr

Goal and Scenario based analysis method for robot system

Sangmin Huh⁰, Soojin Park, Sooyong Park
Sogang University

요 약

지능형 서비스 로봇이란 기존의 로봇과는 다르게 사용자에게 다양한 서비스를 제공하는 로봇이다. 이 로봇은 주변의 상황을 인지하고 그 환경에 적절한 서비스를 사용자에게 제공해야 하므로 여러 가지 복잡한 하드웨어와 기술을 필요로 하고 그에 맞는 요구사항을 추출하기가 더 어려운 상황이다. 본 논문에서는 이러한 상황에 맞춰 요구사항을 추출하고 분석할 때 시나리오 기반이나 목표 기반 등 한가지 기법을 사용한 분석 방법보다는 두 방법을 통합한 목표와 시나리오 기반의 분석방법을 로봇 시스템에 적용해 보고자 하였다. 이를 위해 노인의 생활을 보조하고 지원하는 실버메이트에 직접 적용해 보고 그에 따른 장점과 개선점들을 살펴본다.

1. 서 론

사회가 고령화 되면서 가정에서 사람 대신 노인을 돌봐줄 수 있는 지능형 서비스 로봇에 대한 필요성이 점차 커지고 있으며 이에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다. 지능형 서비스 로봇은 기존의 로봇이 단순히 한가지 특정한 작업을 하기 위해 만들어진 것과는 다르게 사용자에게 필요한 여러 가지 서비스를 제공하는 것을 목적으로 하는 다목적 실시간 임베디드 시스템이다.

가정에서 노인을 돌보는 지능형 서비스 로봇인 노인 생활 지원 로봇의 경우 사용자가 원하는 물건을 갖다 주고 사용자의 건강을 관리하거나 사용자를 위한 오락기능을 제공하기도 하는 등 여러 가지 다른 서비스들을 제공한다. 이러한 서비스들을 제공하기 위해서 로봇 시스템은 감각센서, 비전센서, 혈액추출에이터, 로봇 팔 등의 다양한 하드웨어로 구성되어 있고 또한 여러 가지 기술이 필요하게 되어 복잡한 시스템을 이루게 된다. 또한 지능형 서비스 로봇은 일반적인 시스템과는 달리 서비스를 하기 위해 움직여 다니므로 주변 상황이 변하고 동작환경은 많은 변수들이 있기 때문에 이러한 환경을 고려하여 하나의 적절한 태스크를 이루기 위해서는 올바른 요구사항을 추출하고 이 요구사항들 사이의 관계를 잘 파악하는 것이 무엇보다 중요하고 어려운 일이다.

요구사항을 추출하고 분석하는 기법에는 여러 가지가 있는데 유스케이스 지향 분석, 시나리오 기반의 분석, 목표 기반의 분석 방법 등이 있다. 이 중 한가지 방법만을 사용하여 지능형 서비스 로봇 시스템의 요구사항을 추출하고 분석하는 데는 초기 단계에 많은 요구사항들을 파악하는데 한계가 있다. 목표와 시나리오 기반의 분석방법은 목표기반의 분석과 시나리오 기반의 분석을 결합한 방법으로 두 방법의 단점을 서로 보완하여 초기의 목표로부터 시나리오 기술을 통해 하위단계의 목표를 생성해 내므로 초기 단계에 많은 요구사항들을 추출해 내는데 유리하다[1].

본 논문에서는 목표와 시나리오 기반의 분석방법을 지능형 서비스 로봇인 노인 생활 지원 로봇에 적용해 보고 추출된 요구사항을 바탕으로 목표와 시나리오 기반의 분석을 평가하려 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 시나리오 기반의 분석방법과 목표 기반의 분석방법을 소개하고 문제점을 살펴본다. 3장에서는 목표와 시나리오 기반의 분석 방법을 자세히 살펴보고, 4장에서는 목표와 시나리오 기반의 분석 방법을 로봇 시스템에 적용해 보고 분석한다. 마지막으로 5장에서는 결론과 향후 연구에 대해 설명한다.

2. 관련연구

2.1 시나리오 기반의 분석[2][3]

시나리오 기반의 분석은 일반 사용자가 접근하기 용이한 예나 실 세계의 경험을 바탕으로 추출한 시나리오를 사용하여, 사용자가 자신의 시스템 요구사항을 기술한다.

시나리오 기반의 분석은 시나리오 모델링과 시나리오의 검증으로 이뤄진다. 시나리오 모델링은 다시 시나리오 구조모델과 시나리오 스크립트 모델로 구성된다. 시나리오 구조모델은 개발할 시스템의 영역을 설정하고 8 개의 개체를 통하여 표현한다. 시나리오 스크립트 모델은 개체들간의 관계를 통하여 시나리오를 생성하게 한다. 시나리오 검증은 생성된 시나리오를 관련된 이해당사자들, 사회규범, 사용자의 요구 등을 바탕으로 검증하는 단계이다.

시나리오 기반의 분석은 시나리오가 사용자에게 친숙한 일련의 작업 순서들을 기반으로 이루어진다는 점에서 다른 분석보다 사용자의 입장을 고려하는 장점이 있다. 그러나 시나리오 기반의 분석 방법은 예제나 경험을 바탕으로 하므로 본질적으로 부분적이고 제한된 요구사항만을 제공한다. 이것들로 완벽한 요구사항을 얻기 위해서는 일반화 할 필요가 있다.

실버메이트의 경우 시스템이 계획되거나 잘 보이는 상황에서 동작하는 것이 아니기 때문에 사용자들의 요구를 바탕으로 작성된 시나리오 만으로는 완벽한 요구사항을 도출할 수 없다.

2.2 목표 기반의 분석[4][5]

목표 기반의 분석은 목표를 통하여 요구사항을 추출과 분석한다. 목표는 이해 관계자가 개발될 시스템에서 성취하고자 하는 것이며, 추상화된 최상위 수준의 요구사항이다. 목표 기반의 분석을 위한 활동들은 목표분석과 목표진화로 나눌 수 있다. 목표 분석은 개발될 시스템의 후보 목표를 찾아내고, 시스템의 영향을 주는 요소들을 정의하는 활동이다. 목표분석은 세 단계의 활동-목표 식별, 목표 분류, 에이전트와 이해관계자 식별-으로 나누어진다. 목표진화는 분석된 목표들을 이루기 위한 시나리오를 생성하고 제약 상황 등을 기술한다. 우선 식별된 목표들의 집합을 핵심적인 목표들만으로 최적화하고 핵심 목표들을 명확하게 기술한다. 그리고 제약사항을 기술한 후, 목표를 정제한다. 장애가 되는 목표를 식별하고 시나리오를 추출해 낸다. 최종적으로 목표를 운용 가능케 한다.

시스템의 목표는 추상화된 요구사항이다. 따라서 목표기반으로 요구사항을 추출, 분석하면 시스템 전체에 대한 요구사항을 파악하기 쉬워지며 기능적, 비 기능적 요구사항을 균형적으로 추출할 수 있다. 하지만 초기목표를 식별하기가 어렵기 때문에 요구사항 추출, 분석의 시작단계에서 많은 시간이 필요하다. 또한

설정된 목표를 진화시키는 방법에 대한 체계적인 방법이 존재하지 않는다.

3. 목표와 시나리오기반의 요구사항 분석[1,6]

요구사항 분석을 위해 목표와 시나리오를 결합한 분석 방법(goal-scenario coupling approach)은 목표와 시나리오 간의 양방향 관계를 바탕으로 요구사항을 추출하고, 분석한다. 여기서 목표(goal)는 '이해당사자들이 미래에 성취되길 원하는 궁극적인 어떤 것'을 의미한다. 그리고 시나리오는 '여러 에이전트들 간의 의미 있는 상호작용들의 집합으로 이루어진 행위'라고 정의할 수 있다[3].

기존의 목표 지향 분석에서는 초기 목표 식별의 어려움이 있으며, 설정된 목표를 정제시키는 방법에 대한 체계적인 방법이 존재하지 않는 문제점을 가지고 있었다[6]. 반면 시나리오는 일반적으로 목표보다 요구사항을 추출하는데 용이하다. 그러나 시나리오는 본질적으로 국부적, 부분적이어서 테스트 케이스(test case)와 비슷한 적용범위의 한계를 가지게 되며, 예러가 없음을 검증하는 것이 불가능하다. 결국, 기존의 시나리오 기반 분석은 요구사항의 영향관계를 구조화 하는데 한계가 있었다[6]. 따라서 목표와 시나리오 기반 방법에서는 시나리오가 목표의 식별을 돕고, 목표는 시나리오를 식별하는데 도움을 준다. 즉, 초기 시스템이 반드시 성취해야 하는 상위 목표가 설정되면 이를 구체적으로 실현시킬 수 있는 시나리오를 기술한다. 구체적인 특성을 지닌 시나리오를 바탕으로 하위수준의 개념적인 목표를 도출한다. 이와 같이 목표는 시나리오를 기반으로 구체적 실현방법을 기술하고, 시나리오는 다시 하위 목표로 분화를 돕는다.

그림1은 목표와 시나리오의 결합과정을 나타낸 것이다. 개발 초기 요구사항 추출단계에서 목표 식별(goal discovery)과 시나리오 기술(scenario authoring)의 두 과정이 상호 보완적으로 반복된다. 이와 같이 목표와 시나리오를 결합한 분석 방법에서 목표와 시나리오는 <목표, 시나리오>라는 하나의 요구사항 단위(chunk)를 구성한다.

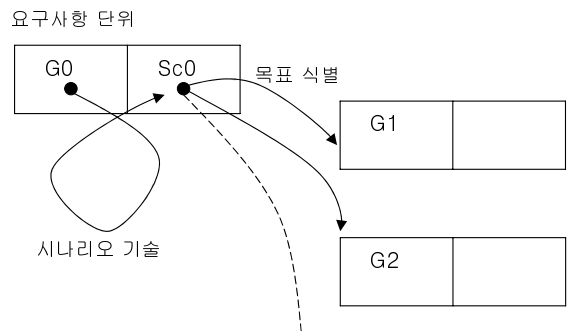


그림 1 목표와 시나리오의 결합

아울러, 목표와 시나리오 분석 방법에서는 목표와 시나리오를 4개의 추상레벨(abstraction level)로 나눈다. 이렇게 함으로써 요구사항을 추출하는데 있어서 관심의 분리가 가능하고 하위레벨로의 분화과정을 어디서 마쳐야 하는지 알 수 있다. 4개의 추상화 레벨은 다음과 같다.

- 비즈니스 레벨 (Business level): 시스템에 대한 궁극적인 목표를 정의하고 기술한다. 이 레벨에서 조직의 시장 계획정책이 나타나며, 목표는 하나의 단문으로 표현된다.

- 서비스 레벨 (Service level): 시스템이 조직이나 사용자에게 제공해야 하는 서비스들을 식별한다. 이 레벨에서는 디자인 목표를 식별하는데 이것은 비즈니스 목표를 만족시키는 한 방법이다.

- 상호작용 레벨 (Interaction level): 시스템과 사용자들 간의 상호작용에 중점을 둔다. 이러한 상호작용은 서비스 레벨에서 기술된 서비스를 수행하기 위해서 필요하다.

- 내부 레벨 (Internal level): 상호작용 레벨에서 나타난 상호작용을 만족시키기 위해 시스템이 무엇을 해야 하는 지에 초점을 맞춘다. 시스템 내부 객체나 외부 객체를 포함하는 시스템의 행위들을 나타낸다.

4. 로봇 시스템 사례 연구

지능형 서비스 로봇에 목표와 시나리오 기반의 요구사항 분석 방법을 적용하기 위해 노인 생활 보조 로봇인 실버메이트를 이용하였다.

4.1 비즈니스 목표 식별

비즈니스 레벨의 목표는 시스템이 궁극적으로 이루고자 하는 것을 의미한다. 실버메이트는 노인의 생활을 보조하는 궁극적인 목적을 갖고 있으므로 노인의 생활을 건강하고 독립되게 하는 것이 비즈니스 목표가 된다. 이것을 한 문장으로 정리하면 다음과 같다.

- 비즈니스 목표 : 건강하고 독립된 노인 생활을 가능하게 한다.

4.2 서비스 레벨의 식별

비즈니스 목표인 건강하고 독립된 노인 생활을 가능하게 하기 위해 로봇이 지원해야 하는 항목들이 바로 시스템이 사용자에게 제공하는 서비스가 된다. 이러한 서비스들을 분류해 보면 크게 4 가지로 나눌 수 있고 이것들은 비즈니스 목표를 만족시키는 한 방법인 디자인 목표가 된다. 지원되는 서비스 들은 신체보조,

정보제공, 기초 의료, 생활보조로 나누어 진다. 서비스 레벨의 목표와 시나리오를 표로 나타내면 표 1 과 같다.

표 1 서비스 레벨에서의 목표와 시나리오

목표	시나리오
G1 노인의 신체를 보조한다.	Sc1.1 보행 보조기능
	Sc1.2 마사지 기능
	Sc1.3 차량 탑승 보조
	Sc1.4 근력 증진 보조
	Sc1.5 냉장고에서 음료수 가져오기
G2 노인에게 정보를 제공한다.	Sc2.1 날씨/기온 정보제공
	Sc2.2 위급상황 경고
	Sc2.3 관심사/뉴스 제공
	Sc2.4 해야 할 일 알려줌
	Sc2.5 취미생활 정보 제공
G3 노인에게 기초 의료를 제공한다.	Sc3.1 돋보기 기능
	Sc3.2 보청기 기능
	Sc3.3 맥박/체온 측정 기능
	Sc3.4 감정 인지 기능
	Sc3.5 기억력 향상 놀이
G4 노인의 생활을 보조한다.	Sc4.1 제품 설명서 읽어주기
	Sc4.2 물건의 위치 알려주기
	Sc4.3 악기 기능
	Sc4.4 스마트 홈 관리
	Sc4.5 화상대화

4.3 상호작용 레벨의 식별

상호작용 레벨에서는 위 레벨에서 식별한 서비스에 대해 그 서비스를 수행하기 위해 로봇이 사용자나 외부와 상호작용하는 시나리오를 기술하게 된다. 그림 2 는 상호작용 레벨에서의 *냉장고에서 물건을 가져온다* 라는 목표에 대한 상호 작용 시나리오의 추출을 보여주고 있다.

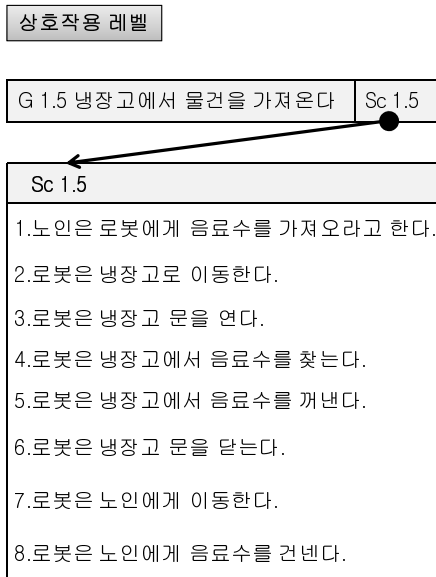


그림 2 상호작용 레벨의 식별 예제

4.4 내부 레벨의 식별

내부 레벨의 시나리오는 시스템 내부 객체나 외부 객체를 포함하는 시스템의 행위를 나타내는데 이것을 기술하기 위해서는 시스템 내부의 객체의 종류와 역할에 대해 알고 있어야 한다. 로봇 시스템의 경우 수많은 내부 객체로 이루어져 있고 많은 수의 객체들이 복잡하게 얽혀 있지만 목표와 시나리오 기반의 분석 방법을 이용하면 내부 레벨에서 식별된 목표에 해당하는 시나리오만 기술하면 되기 때문에 각각의 목표에 해당하는 행위를 나타내는데 필요한 객체만을 이용해 시나리오를 기술할 수 있다.

또한 추상화 레벨을 나누었기 때문에 여러 내부 레벨의 시나리오를 기술한 뒤 같은 내부 레벨에 있는 시나리오간의 비교 분석이 용이해 지고 이를 통해 각 객체간의 충돌이나 중복을 찾아내기 쉬워진다.

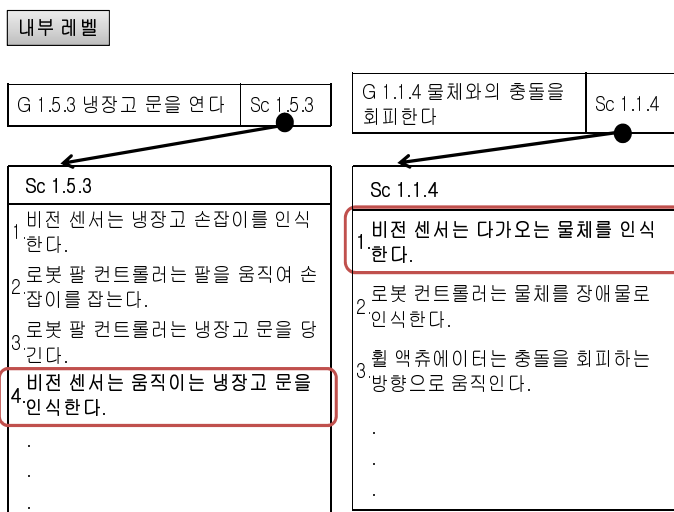


그림 3 내부 레벨의 요구사항 충돌 식별

예를 들어 그림 3 에서와 같이 냉장고에서 물건을 가져오는 서비스의 상호작용 목표인 G1.5.3 로봇은 냉장고 문을 연다 라는 시나리오 중 Sc1.5.3.4 비전센서가 냉장고 문을 인식한다 라는 시나리오를 찾을 수 있다. 또한 노인의 주행을 보조하는 서비스의 상호작용 목표인 G1.1.4 물체와의 충돌을 회피한다 의 시나리오 중 Sc1.1.4.1 비전 센서는 다가오는 물체를 인식한다 라는 시나리오를 찾을 수 있다. 위 두 가지 요구사항을 봤을 때 로봇이 냉장고 문을 열 때 냉장고 문이 로봇에게 다가오면 로봇은 냉장고 문을 충돌하려는 물체로 인식하고 회피하는 상황이 발생하게 된다. 그러므로 이와 같이 같은 레벨의 시나리오 상에서 서로 영향을 미칠 수 있는 요구사항들을 미리 파악하고 분석하는 것이 복잡한 로봇 시스템에서는 필요하게 된다.

4.5 적용 결과

목표와 시나리오 기반의 분석방법을 위와 같이 실버메이트에 적용해 본 결과 로봇은 건강하고 독립된 노인의 생활을 가능하게 한다라는 1 개의 비즈니스 목표로부터 마지막 내부레벨에서는 236 개의 시나리오를 도출해 낼 수 있었다. 모든 레벨에서 도출된 목표와 시나리오 수를 표로 나타내면 표 x 와 같다.

표 2 실버메이트의 목표와 시나리오 수

	목표	시나리오
비즈니스 레벨	1	
서비스 레벨	4	20
상호작용 레벨	20	107
내부 레벨	61	236

5. 토론 및 결론

본 논문에서는 요구사항을 추출하고 분석하는 여러 방법들 가운데 목표와 시나리오 기반의 방법을 지능형 서비스 로봇에 적용해 보았다.

적용 사례에서 보듯이 목표와 시나리오 기반의 분석방법에서는 간단한 최상위 목표로부터 로봇 내부 객체가 포함된 시스템의 행위까지 쉽게 도출해 낼 수 있다. 시나리오 기술을 통해 하위 레벨의 목표 도출해 내므로 지능형 서비스 로봇과 같이 아직 정형화 되지 않고 익숙하지 않은 도메인에서도 손쉽게 요구사항들을 추출할 수 있었다. 또한 추상화 레벨을 제공하여 각 목표가 어느 단계까지 정제되어야 하는지, 어느 단계에서는 어떤 종류의 시나리오가 필요한지 알 수 있었다. 그러나 지능형 서비스 로봇처럼 사용자에게 제공하는 서비스가 많고 그에 따른 사용자와의 상호작용이 많은 시스템에서는 서비스 레벨이나 상호작용 레벨에서 모든 골들이 동등한 레벨에 있기

보다는 서비스나 상호작용들 간에도 여러 레벨이 계층이 있을 수 있다. 이럴 때는 하나의 서비스 레벨과 상호작용 레벨 안에 여러 개의 세부 레벨을 만들 필요도 있다.

내부 레벨에서의 요구사항 후보들간의 비교를 통해서 충돌 가능한 요구사항 들을 미리 식별 가능했지만 시스템이 커질수록 비교 횟수가 많아지므로 충돌 가능성을 손쉽게 찾아 낼 수 있는 방법에 대한 연구가 필요하다. 또한 로봇과 같은 임베디드 시스템의 경우 요구사항 추출 분석 단계에서 시스템이 내부 객체들을 일일이 알기 힘들기 때문에 내부 레벨의 시나리오 기술을 위해서 시스템의 내부 객체를 식별하는 작업이 요구사항 추출 분석 단계에서 함께 이루어져야 할 필요가 있다.

참고문헌

- [1] C. Rolland, C. Souveyet, C. Ben Achour. "Guiding Goal Modelling using Scenarios". To be published in IEEE Transactions on Software Engineering, Special Issue on Scenario Management, Vol. 24, No. 12, Dec. 1998
- [2] Sutcliffe, A, "Scenario based requirement analysis," Requirements Engineering Journal, 1998, pp.48-65
- [3] V. Plihon, et. al, "A reuse-oriented approach for the construction of scenario based methods," Proc. Of ICSP '98, June 1998, pp. 14-17
- [4] Annie I. Anton, "Goal-based requirements analysis," Proceeding of ICRE 96, pp. 136-144
- [5] Anne Dardenne, Axel van Lamsweerde, Stephen Fickas, "Goal-Directed Requirements Acquisition," Science of computer programming 20(1-2), 1993, pp. 3-50
- [6] Case Driven Analysis using Goal and Scenario Authoring: A Linguistics-Based Approach", Data and Knowledge Engineering Journal, Vol. 58, Issue 1, pp. 21-46, 2006