

# 군집 적응형 시스템의 목표 기반 테스트를 위한 태스크 기반 테스트 모델 적용 타당성 연구

## (A Feasibility Study of Goal-based Testing with a Task-based Test Model for Collective Adaptive Systems)

이 정 현 <sup>†</sup>                      지 은 경 <sup>\*\*</sup>                      임 유 진 <sup>\*\*\*</sup>                      배 두 환 <sup>\*\*</sup>  
(Cheonghyun Lee)            (Eunyoung Jee)                      (Yoo Jin Lim)                      (Doo-Hwan Bae)

**요 약** 군집 적응형 시스템(Collective Adaptive System, CAS)은 다수의 에이전트를 포함하는 적응형 시스템으로, 에이전트들 간의 협업을 통해 목표를 수행한다. 협업을 기반으로 시스템의 목표를 수행하는 CAS는 복수의 에이전트들 간의 상호작용에 대한 테스트가 필수적이다. 본 연구에서는 CAS를 테스트하기 위한 하나의 방법으로 태스크 기반의 테스트 모델을 적용하여 모델 기반 테스트를 하는 것에 대한 타당성을 분석한다. 분석을 위해 CAS의 한 사례로 스마트 홈 시스템을 적용하였고, 그 결과 태스크 모델을 수정 및 확장하면 CAS의 목표 달성 여부를 판별할 수 있는 체계적인 테스트 케이스 생성이 가능한 것을 확인하였다.

**키워드:** 군집 적응형 시스템, 태스크 모델, 모델 기반 소프트웨어 테스트, 목표 기반 테스트

**Abstract** Collective Adaptive System is an adaptive multi-agent system which accomplishes its goal by collaborating various agents. Because the collective property of the Collective Adaptive System is accomplished by the goal of the system being based on collaboration, testing the goal accomplishment and their interactions among heterogeneous agents is important. This paper presents a feasibility study of applying a model-based testing approach using task-based test model to a Collective Adaptive System. This paper describes additional information to be applied for Collective Adaptive System for future studies. To analyze our approach, we applied the proposed approach to a smart home system as a case study; our results indicated that we can systematically derive test cases to check whether the Collective Adaptive System successfully achieved its goals by modifying and extending the existing task model.

**Keywords:** collective adaptive system, task model, model-based software testing, goal-based testing

· 이 논문은 2015년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 정보통신기술진흥센터의 지원(No.R0126-15-1101, (SW 스타랩) 모델 기반의 초대형 복잡 시스템 분석 및 검증 SW 개발)과 2013년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2013R1A1A2058618, 안전 필수 소프트웨어 FBD 모델 대상 자동화된 테스트 케이스 생성)  
· 이 논문은 제42회 동계학술발표회에서 '태스크 기반 테스트 모델의 군집 적응형 시스템 적용 타당성 연구'의 제목으로 발표된 논문을 확장한 것임

<sup>†</sup> 비 회 원 : 한국과학기술원 전산학부(KAIST)  
chlee@se.kaist.ac.kr  
(Corresponding author인)

<sup>\*\*</sup> 종신회원 : 한국과학기술원 전산학부 교수  
ekjee@se.kaist.ac.kr  
bae@se.kaist.ac.kr

<sup>\*\*\*</sup> 비 회 원 : 오라클코리아  
yoo.jin.lim@oracle.com

논문접수 : 2016년 3월 23일

(Received 23 March 2016)

논문수정 : 2016년 5월 24일

(Revised 24 May 2016)

심사완료 : 2016년 5월 30일

(Accepted 30 May 2016)

Copyright©2016 한국정보과학회 : 개인 목적이거나 교육 목적인 경우, 이 저작물의 전체 또는 일부에 대한 복사본 혹은 디지털 사본의 제작을 허가합니다. 이 때, 사본은 상업적 수단으로 사용할 수 없으며 첫 페이지에 본 문구와 출처를 반드시 명시해야 합니다. 이 외의 목적으로 복제, 배포, 출판, 전송 등 모든 유형의 사용행위를 하는 경우에 대하여는 사전에 허가를 얻고 비용을 지불해야 합니다.  
정보과학회 컴퓨팅의 실제 논문지 제22권 제8호(2016. 8)

## 1. 서론

군집 적응형 시스템(Collective Adaptive System, CAS)은 다수의 에이전트가 협업 등을 위한 상호작용을 하여 각 에이전트 혼자만은 달성하기 어려운 목표를 수행하는 군집성(Collectiveness)과 외부 환경의 변화에 따라 적응하는 적응성(Adaptiveness)의 속성을 동시에 가지는 시스템이다[1]. CAS는 다수의 에이전트들간의 협업을 기반으로 하기에, 에이전트들 간의 상호작용에 대한 테스트가 필수적이다. 기존에는 다수의 에이전트를 포함하는 멀티에이전트 시스템(Multi-Agent System, MAS)을 대상으로, 에이전트 간 모든 통신을 감시하여, 전달이 잘 되는지 여부를 테스트하거나[2], 테스트 중인 MAS를 표현한 온톨로지와 객체 제약 언어(OCL)을 사용하여, 시스템에서 의도하였던 메시지를 정확하게 전달하는지 테스트하는 연구가 진행되어 왔다[3].

이러한 MAS 연구들의 부족한 점을 보완하고 CAS에 적용하기 위해, 기존 연구[4]에서는, 컴포넌트 간 상호작용 테스트 기법[5]을 CAS의 에이전트 간 상호작용 테스트를 위한 기법에 사용하는 것에 대한 타당성을 검토하였고, 그 결과 기존 태스크 모델을 CAS에 적용 시에 각 에이전트의 역량 등 부가적인 정보가 필요하다는 것을 확인하였다. CAS는 에이전트들이 환경에 적응하여 공동의 목표를 수행하는 시스템이기에, 본 연구에서는 기존 연구[4]에서 검토한 태스크 기반 테스트 모델로 CAS의 목표 수행 여부를 체계적으로 테스트하는 기법으로 확장하는 방안을 제시한다. 이를 위해, 본 논문에서는 CAS의 한 예제인 스마트 홈 시스템에 제안하는 기법을 적용하였고, 그 결과 태스크 모델에서 상단에 위치한 복합 태스크가 이 시스템의 목표라는 것과, 하단에 위치한 어플리케이션 태스크가 이 시스템의 출력 값을 나타낼 수 있다는 것을 확인하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 연구와 관련된 연구를 소개한다. 3장에서는 사례 연구로 사용할 스마트 홈 시스템과, 태스크 모델(Task Model), 그리고 MAS를 설계하기 위한 가이드라인을 제공한 O-MaSE 메타모델에 대하여 기술한다. 4장에서는 태스크 모델을 이용하여 테스트 모델(Test Model)을 도출하는 과정을 소개하고, 이후 사례 연구를 통해 주어진 기법을 적용하는 과정을 기술한다. 5장에서는 목표 수행을 검증하기 위한 확장 가능성을 제시하고, 마지막으로 6장에서 결론 및 향후 연구를 기술한다.

## 2. 관련 연구

Benz의 연구에서는 시스템 컴포넌트의 통합 테스트를 수행하기 위해 태스크 모델을 활용하였다[5]. 자동차 인

포테인먼트 시스템 내 모듈간의 통합 테스트를 목적으로 ConcurTaskTree(CTT)로 기술된 태스크 모델[6]을 사용하였으며, 각 태스크 간의 관계를 시간 연산자로 표현하여 테스트 시퀀스를 생성하는 기법을 제안하였다. CTT로부터 테스트 케이스를 생성하기 위해 부가적으로 시스템 입력값과 예상 결과값을 컴포넌트 모델과의 매핑을 통해 도출하고, 테스트 모델을 테스트 대상 시스템의 컴포넌트에 매핑하여 이에 맞는 태스크 시퀀스를 생성하였으며, 수행한 태스크의 수를 기준으로 하는 태스크 커버리지를 소개하였다[5]. 본 연구는 시스템 내의 구성요소들 간의 상호작용을 기반으로 테스트를 수행한다는 점에서 Benz의 연구와 유사하지만, Benz의 연구[5]는 시스템 내의 구성요소들 간의 테스트인데 반해 본 연구는 CAS 내 에이전트 형태로 존재하는 구성요소들의 상호작용을 다루었고, CAS의 목표 달성 여부를 테스트하기 위한 테스트 케이스를 생성한다는 차이점이 있다.

모델을 기반으로 MAS를 테스트하는 방법을 제안한 연구가 있다. Nguyen은 Tropos 에이전트 개발 방법론을 사용하여 시스템의 에이전트 테스트를 수행하는 기법을 제안하였다[3]. Nguyen은 에이전트들 간의 상호작용을 온톨로지로 표현하였고, Goal-Plan 분석을 통한 목표 모델을 기초로 하여, 시스템의 목표 달성 여부를 검증할 수 있는 테스트 케이스의 뼈대를 체계적으로 생성하는 방법을 제안하였다. 하지만, 생성된 테스트 케이스는 개발자가 추후 테스트 케이스의 내용을 입력해야 하며, 각 에이전트에 대한 역량 등 자세한 부분에 대한 테스트에 어려움이 있다.

Juan은 ACLAnalyzer Tool을 개발하여, MAS를 대상으로 에이전트간 모든 통신을 감시하는 방법으로 상호작용을 테스트 하였다[2]. 관련 연구[2]에서는 모델을 기반으로 두 가지 MAS 테스트 기법을 제안하였는데, 하나는 프로토콜의 정형 명세 기법으로 에이전트들 간에 미완성된 메시지가 전송되는지 감지하는 방법과, 다른 하나는 데이터 마이닝 기법을 적용하여 대량으로 전송되는 메시지를 분석하여 전역적인 행위를 분석하고 테스트하였다. 관련 연구[2]는 에이전트들간의 상호작용을 테스트 한다는 점에서 본 연구와 공통점이 있지만, 대형 MAS의 단순 메시지 통신에 초점이 맞추어져 있어, 각 에이전트에 대한 테스트에는 어려움이 있다.

## 3. 배경지식

### 3.1 Smart Home System

스마트 홈 시스템(Smart Home System)은 집 안에 설치되어 있는 스마트 기기들의 동적 변경을 통해 사용자에게 편의를 제공해 주는 시스템으로, 네트워크 상에

연결되어 있는 공기청정기, 에어컨, 히터, 제습기 등의 에이전트들이 모여 하나의 시스템을 형성하는 것이다[7]. 본 연구에서는 Task Model을 설명하기 위해, 스마트 홈 시스템을 사례로 활용한다. 이 시스템은, 건강이 좋지 않은 환자를 위해 집안의 온도 및 습도를 적절하게 유지하는 것을 목표로 하며, 스마트 홈 시스템 내에 온도와 습도를 자유롭게 조절할 수 있도록 에어컨, 히터, 가습기 및 제습기가 설치되어 있다고 가정한다.

### 3.2 Task Model

태스크 모델(Task Model)은 상호작용 소프트웨어 시스템(Interactive Software System)에서 사용자의 요구사항을 만족하기 위한 목표를 논리적으로 표현한 모델이다[6]. 태스크는 시스템에 대한 목표(Goal)를 기반으로 하여 정의하며, 목표를 이루기 위한 과정을 태스크 모델에 종속된 태스크인 서브태스크(Subtask)로 정의한다. 태스크와 서브태스크의 관계는 트리 형태로 표현할 수 있으며, 가장 상위에 있는 태스크가 해당 시스템의 목표가 된다. 이렇게 목표를 기반으로 하여 설계한 태스크 모델은 추후 각 시스템의 목표와, 협업을 통한 목표를 검증하기 위한 테스트 케이스 생성을 할 수 있는 테스트 모델을 만드는 데 사용할 수 있다[5].

### 3.3 Concur Task Trees

Concur Task Trees(CTT)는 사용자가 시스템과의 상호작용에 있어 사용자의 의도를 좀더 효율적으로 정의하기 위해 태스크 모델로 표현한 기법이다[6]. CTT는 다양한 시스템의 목적에 맞게 수정 및 확장이 가능하며, 다음 장에 삽입된 그림 2는 본 연구의 대상 시스템인 CAS에 맞게 수정 및 확장한 CTT 모델이다. CTT는 가장 작은 단위로 시스템의 목표(Goal)와 실행 가능한 태스크로 이루어져 있는데, 목표는 현재 시스템을 요구사항에 맞추어 이끌어 내기 위한 최종 상태이고, 태스크는 이러한 목표를 달성하기 위해 수행되어야 하는 행위이다[8]. CTT는 다양한 시스템에 맞게 모델을 수정 및 적용하여, 구성 요소들의 상호작용을 이해하기 쉽게 시각적으로 표현할 수 있다. CTT는 시스템의 각 태스크를 트리 형태로 표현하는 것뿐만 아니라, 한 태스크와 다른 태스크들간의 실행 순서 및 관계를 시간 연산자(Temporal Operator)를 사용하여 세밀하게 표현할 수 있다[6]. 예를 들면, 그림 2에서의 Maintain Temperature와 Maintain Humidity는 동시에 발생할 수 있는 태스크임을 표현하기 위해 연산자 (|||)를 적용하였다. 이를 통해, 테스트 수행 시에 태스크들 간의 종속성을 명시하여, 태스크의 순서를 정하는 것에 유용하게 사용할 수 있다.

### 3.4 O-MaSE

조직 기반 멀티에이전트 시스템 엔지니어링(Organi-

zation-based Multi-agent System Engineering, O-MaSE)은 에이전트 지향 소프트웨어 공학(Agent-Oriented Software Engineering, AOSE)을 기반으로 한 소프트웨어 개발 가이드라인을 제공하는 메타 모델로, 멀티에이전트 시스템을 설계하기 위해 필요한 정보에 대한 모델과, 각 모델들 간의 관계를 개념적으로 정의하였다[9]. O-MaSE는 MAS를 기반으로 한 복잡한 시스템을 설계 및 개발하는 데에 적용하여 유용하게 사용할 수 있다.

## 4. CAS 대상 태스크 기반 테스트 모델

그림 1은 CAS의 목표 달성 여부를 판별하는 테스트 케이스 생성을 위한, 태스크 모델(Task Model)과 조직 모델(Organization Model) 매핑 관계와 이를 기반으로 테스트 케이스를 생성하는 과정을 보여준다. 태스크 레벨(Task Level)에서의 태스크 모델(Task Model)은 CTT를 기반으로 하여 테스트를 위해 정의된 모델로, 태스크 레벨의 테스트 시퀀스를 생성하기 위한 입력 모델로 사용된다. 반면, 에이전트 레벨(Agent Level)에 존재하는 조직 모델은 CAS 테스트에 필요한, CAS 내의 에이전트 정보(Agent) 및 관계(Protocol), 각 에이전트들에 대한 역량 정보(Capability)와 CAS의 시스템 목표(Goal)를 포함하고 있다. 태스크 모델은 조직 모델이 포함하는 정보와 매핑 관계가 있으며, 이러한 관계는 태스크 모델로부터 생성된 태스크 레벨 테스트 시퀀스 생성 이후에 조직 모델에서 에이전트의 역량 정보를 참고하여 테스트 케이스 생성을 가능하게 한다.

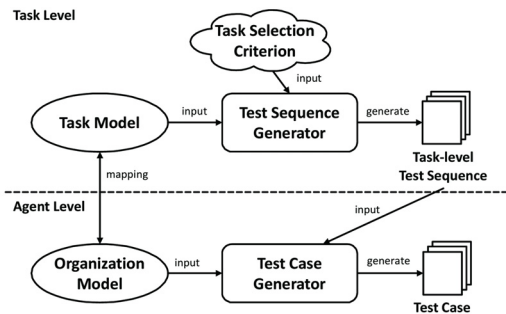


그림 1 CAS 대상 태스크 기반 테스트 케이스 생성 개요  
Fig. 1 Test Case Generation Outline for CAS

### 4.1 E-CTT(Extended Concur Task Trees)

E-CTT는 사용자와 시스템의 상호작용을 태스크 단위로 표현하여 모델화하는 CTT를 기반으로 하여 CAS의 목표 기반 상호작용 테스트를 수행하기 위해 본 연구에서 제안하는 기법이다. 이에 대한 예시로, 그림 2는 스마트 홈 시스템의 목표를 “환자에게 맞는 최적의 온도와 습도를 유지한다”로 정하고, 각 에이전트의 역량을

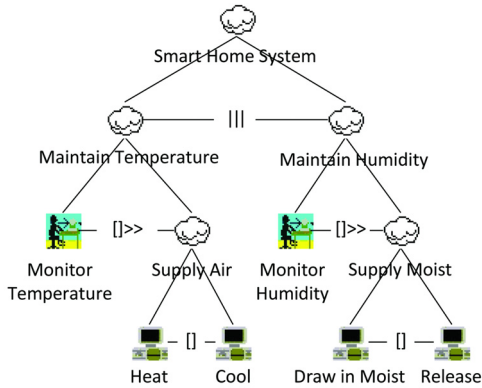


그림 2 스마트 홈 시스템을 표현한 E-CTT Diagram  
Fig. 2 E-CTT Diagram of Smart Home System

기초로 하여 공동의 목표를 달성하기 위한 태스크 모델을 E-CTT로 표현한 다이어그램이다.

본 연구에서는 관련 연구[6]에서 사전에 정의한 다음 노드들을 사용하였고, 각 노드에 대한 기존 연구에서의 정의를 기초로 하여, CAS의 검증용 위해 아래와 같이 재정의하였다.

- Abstract tasks (☉): 다양한 종류의 태스크가 섞인 복합 태스크로, 본 연구에서는 시스템의 목표와 하위 목표(Subgoal)을 표현하기 위해 사용하였다. 검증 시에 목표 커버리지 기준으로 사용할 수 있다.
- Interaction tasks (☺): 사용자가 시스템과의 상호작용하는 태스크로, 본 연구에서는 테스트 케이스의 입력을 정의하기 위해 사용한다.
- Application tasks (☑): 전적으로 시스템에서 실행되는 태스크로 태스크 실행 후 사용자에게 연산 결과를 출력할 수 있다. 본 연구에서는 테스트 케이스의 실행 결과 및 출력을 정의하기 위해 사용하며, 검증 시에 태스크 커버리지 기준으로 사용할 수 있다.
- User tasks (☹): 전적으로 사용자에서 실행되는 태스크로, 본 논문의 사례 연구에서는 사용하지 않는다.

기존 연구에서의 태스크 모델은 사용자와 시스템과의 상호작용을 나타내는 interaction task 만으로 표현하거나[5], 혹은 abstraction task를 단순히 하위 작업들을 포함하는 의미만을 가진 작업으로 사용하여[4], 시스템의 행위를 표현하는 것이 제한적이었다. 본 연구에서는 노드에 시스템 목표와 태스크의 실행 주체를 명시하여, 이에 맞는 명확한 테스트 기준을 정의할 수 있다.

4.2 태스크 모델과의 매핑

CAS를 체계적으로 표현하고, 시스템의 구성 정보를 태스크 모델과 매핑하기 위해 그림 3과 같이 구성하였다. 상단의 Organization Model은 O-MaSE 모델을 기초로

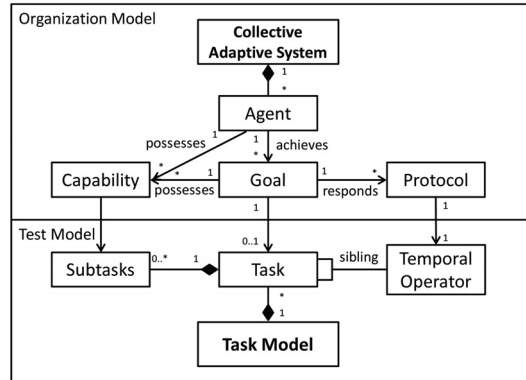


그림 3 CAS에서 조직 모델과 테스트 모델간 매핑  
Fig. 3 Mapping from Organization Model to Test Model in CAS

하여 CAS를 추상적인 레벨에서 표현한 모델로, 에이전트의 목표(Goal), 에이전트 정보(Agent), 역량(Capability), 그리고 프로토콜(Protocol)을 정의하였고, 이를 하단에 설계한 테스트 모델에 매핑하였다. 그림 3을 통해, CAS의 목표와 역량은 각각의 태스크로 매핑이 되며, 프로토콜은 태스크 간의 시간 연산자로 매핑이 되는 것을 알 수 있다.

기존 연구에서는[5] 하나의 시스템 내에 있는 다양한 컴포넌트간의 상호작용을 테스트 하는 것이기에, 태스크 모델만으로 테스트 모델 매핑이 가능하였다. 하지만, CAS에 대한 태스크 모델은 협업을 통한 목표 달성에 대한 태스크 모델이기에, 테스트 모델로 매핑하기 위해서는, 그림 3의 조직 모델에서와 같이 CAS와 각 에이전트가 수행할 수 있는 태스크에 대한 정보들을 제공하여 목표 모델과 태스크 모델 생성시에 참고하여야 한다. 표 1은 스마트 홈 시스템 내의 에이전트들이 태스크로서 수행할 수 있는 역량을 정리한 목록이다.

스마트 홈 시스템은 총 6개의 에이전트로 구성되어 있으며, 각 에이전트의 역량은 표 1과 같다. 다음 절에서는 이러한 정보를 참고하여 테스트 케이스를 생성하는 과정을 설명한다.

표 1 스마트 홈 시스템 내 각 에이전트의 역량  
Table 1 Capability Information of Each Agent in Smart Home System

Agent	Capability
Thermometer	Monitor Temperature
Heater	Heat
Air Conditioner	Cool
Hydrometer	Monitor Humidity
Dehumidifier	Draw in Moist
Humidifier	Release

### 4.3 테스트 케이스 생성 결과

표 1의 정보를 참고하여, CAS 시스템 테스트 시에 어플리케이션 태스크를 수행하기 위한 해당 에이전트를 찾을 수 있게 된다. 이를 통해, 표 2와 같이 대상 에이전트를 지목하고, 테스트에 필요한 함수들을 호출 할 수 있다.

표 2 어플리케이션 태스크에 대한 테스트 케이스  
Table 2 Test Cases Generated based on Application Tasks

Test Case	Task	Test Sequence
1	Heat	Thermometer.MonitorTemperature() → Heater.Heat()
2	Cool	Thermometer.MonitorTemperature() → Cooler.Cool()
3	Draw in Moist	Hydrometer.MonitorHumidity() → Dehumidifier.DrawInMoist()
4	Moist	Hydrometer.MonitorHumidity() → Humidifier.Release()

예를 들어, Heat 태스크에 대한 테스트를 수행하려면, 실행 가능한 태스크인 interaction task를 발견할 때까지 Heat 태스크가 종속되어 있는 태스크의 부모 노드를 하나씩 추적하여 올라간다. 그림 2의 태스크 모델에서, Heat 태스크를 수행하는 가장 최초의 interaction task는 Monitor Temperature 이다. 사용자가 실행할 수 있는 태스크인 Monitor Temperature를 시작 태스크로 하여, 가장 말단에 위치한 Heat 태스크까지 존재하는 모든 태스크를 나열한 후, 사전에 정의된 각 태스크에 매핑되는 함수들을 찾아 나열한다. 본 연구에서는 각 태스크에 대한 함수 정보는 제공하지 않았다.

## 5. 확장 및 고려사항

### 5.1 목표 지향 상호작용 테스트

표 3은 그림 2의 태스크 모델을 기반으로 하여 CAS의 목표를 선택하였을 때, 그에 맞는 태스크 시퀀스 및 출력 태스크를 도출 및 정의한 결과이다. 예를 들면, 표 3에서 Maintain Temperature 목표를 수행하기 위해서는 Monitor Temperature와 Supply Air 태스크가 순서대로 수행되어야 하며, 이에 맞는 출력 값은 Heat || Cool 태스크로부터 받아들일 수 있다. Heat과 Cool 태스크는 application task이기에 태스크 수행 이후 사용자에게 정보를 반환하며, 이러한 정보는 사전에 정의된 예상 정보와 비교를 통해 테스트를 수행할 수 있다.

### 5.2 타당성 검토 및 분석

본 연구는 CAS의 목표 달성 여부를 테스트하기 위해 태스크 기반 테스트 모델을 적용하였고, 이후 태스크 시퀀스를 출력하여 이를 기반으로 테스트 케이스를 생성

표 3 목표 기반 상호작용 테스트에 대한 태스크 시퀀스 및 출력 태스크

Table 3 Task Sequences and Outputs of Goal-based Interaction Testing

#	Goal	Task Sequence	Output
1	Smart Home System	Maintain Temperature → Maintain Humidity	(Heat    Cool) && (Draw in Moist    Release)
2	Maintain Temperature	Monitor Temperature → Supply Air	Heat    Cool
3	Supply Air	Heat    Cool	Heat    Cool
4	Maintain Humidity	Monitor Humidity → Supply Moist	Draw in Moist    Release
5	Supply Moist	Draw in Moist    Release	Draw in Moist    Release

하는 방법을 제시하였다. CAS는 에이전트들이 메시지를 통해 상호작용을 하여 작업 및 목표를 수행하는 시스템으로, 에이전트간에 주고받는 메시지를 통해 목표 달성 여부를 판별하는 테스트 케이스 생성이 가능하다.

테스트 케이스 생성을 위해서는 추가적인 정보가 필요한데, MAS 개발을 위해 필요한 정보와 관계를 표현한 O-MaSE 메타모델을 참고하여, 각 에이전트에 대한 역량 정보를 추가적으로 제공하면 CAS의 체계적인 테스트가 가능함을 확인하였다. 또한, 목표 달성여부를 판별하기 위해 에이전트들 간의 상호작용을 태스크 형태로 표현하고, 시간적인 관계를 정의하여 모델화 한 CTT를 적용하였고, 그 결과 CTT의 태스크를 CAS의 목표 기반 테스트에 맞게 재정의하면 태스크를 기반으로 한 CAS의 목표 달성 여부를 판별할 수 있는 체계적인 테스트 케이스 생성을 할 수 있음을 확인하였다. 표 3은 재정의한 태스크 모델을 적용하여 생성한 추상적인 레벨의 태스크 시퀀스와 출력 태스크이며, 이를 통해 이후 실행 가능한 테스트 케이스를 생성할 수 있다.

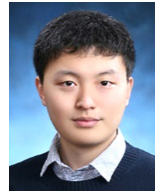
## 6. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 자율성을 가진 에이전트들이 모여 협업을 통해 목표를 수행하고, 환경에 적응하는 시스템을 검증하기 위한 테스트 모델을 적용하여 시스템의 목표 달성 여부를 테스트 할 수 있는지에 대한 타당성을 분석하였고, 스마트 홈 시스템을 사례 연구로 적용하였다. CAS는 서로 다른 역량을 지닌 에이전트들 간의 협업을 통해 시스템의 목표를 이루는 시스템이기에, CAS 내 에이전트들의 태스크 수행 역량 정보를 제공하여 테스트 케이스 생성이 가능하다는 것을 확인하였고, 테스트

재정의를 통해 태스크 모델로부터 시스템의 목표와 이를 위한 태스크 시퀀스를 생성 및 추출할 수 있다는 것을 확인하였다. 향후 연구로는 CAS 대상 테스트 모델로부터 목표 기반 테스트 케이스를 자동 생성하는 방안을 개발하고, CAS에 적용 가능한 효율적인 테스트 오라클을 정의하는 방안을 개발하고자 한다.

## References

- [1] S. Anderson, N. Bredeche, A. Eiben, G. Kampis and M. V. Steen, *Adaptive Collective Systems: Herding Black Sheep.*, pp. 72, BookSprings for ICT Research, Amsterdam, 2013.
- [2] J. A. Botía, J. J. Gómez-Sanz and J. Pavón, "Intelligent Data Analysis for the Verification of Multi-Agent Systems Interactions," *Proc. of the 7th Intelligent Data Engineering and Automated Learning*, pp. 1207-1214, 2006.
- [3] D. C. Nguyen, A. Perini, and P. Tonella, "A Goal-Oriented Software Testing Methodology," *Proc. of the 8th International Workshop on Agent-Oriented Software Engineering*, pp. 58-72, 2007.
- [4] C. Lee, Y. J. Lim, E. Jee, and D.-H. Bae, "A Feasibility Study of Verification on a Task-based Test Model for Collective Adaptive Systems," *Proc. of the 42nd KIISE Winter Conference*, pp. 476-478, 2015. (in Korean)
- [5] S. Benz, "Combining Test Case Generation for Component and Integration Testing," *Proc. of the 3rd International Workshop on Advances in Model-based Testing*, pp. 23-33, 2007.
- [6] F. Paternò, "ConcurTaskTrees: An Engineered Notation for Task Models," *The Handbook of Task Analysis for Human-Computer Interaction*, pp. 483-503, Sep. 2003.
- [7] T. Edwards and S. Sankaranarayanan, "Intelligent Agent based Hospital Search & Appointment System," *Proc. of the 2nd International Conference on Interaction Sciences: Information Technology, Culture and Human*, pp. 561-567, 2009.
- [8] G. Mori, F. Paternò, and C. Santoro, "CTTE: Support for Developing and Analyzing Task Models for Interactive System Design," *IEEE Transactions on Software Engineering*, Vol. 28, No. 8, pp. 797-813, Aug. 2002.
- [9] S. A. DeLoach and J. C. García-Ojeda, "O-MaSE: A Customisable Approach to Designing and Building Complex, Adaptive Multi-agent Systems," *International Journal of Agent-Oriented Software Engineering*, Vol. 4, No. 3, pp. 244-280, Nov. 2010.



이 정 현

2014년 텍사스 A&M 대학교 학사. 2014년~현재 KAIST 전산학부 석사과정. 관심분야는 소프트웨어 공학, 소프트웨어 테스트, 모델 기반 소프트웨어 테스트

지 은 경

정보과학회 컴퓨팅의 실제 논문지 제 22 권 제 3 호 참조



임 유 진

2011년 UCLA 컴퓨터공학과 학사. 2015년 KAIST 전산학과 석사. 2015년~현재 Oracle Korea Server Technologies 소프트웨어 엔지니어. 관심분야는 소프트웨어 공학, 소프트웨어교육, 소프트웨어 테스트 및 도구 개발

배 두 환

정보과학회 컴퓨팅의 실제 논문지 제 22 권 제 3 호 참조