

# 상황인지 기반 로봇 자동화 서비스를 위한 컨텍스트 비교기

정재훈\*, 최종선\*, 최재영<sup>1</sup>, 조용윤\*\*

\*승실대학교 컴퓨터학과

\*\*국립순천대학교 정보통신공학부

e-mail : [jhjeong@ss.ssu.ac.kr](mailto:jhjeong@ss.ssu.ac.kr), [jongsun.choi](mailto:jongsun.choi), [choi@ssu.ac.kr](mailto:choi@ssu.ac.kr), [yycho@sunchon.ac.kr](mailto:yycho@sunchon.ac.kr)

## A Context comparator for context aware service

Jaehoon Jeong\*, Jongsun Choi\*, Jaeyoung Choi\*, Yongyun Cho\*\*

\*School of computing science and engineering, Soong-Sil University

\*\*Division of Information & Computer, Sun-Chon National University

### 요 약

정보 통신 기술의 발달로 사람들은 언제 어디서나 정보에 접근하고 서비스를 받을 수 있게 되었다. 이러한 기술의 발전은 로봇에도 영향을 미치고 있고 언제 어디서나 나와 함께 하며 나에게 필요한 서비스를 제공하는 네트워크 기반 로봇을 개발 중에 있다. 이러한 로봇을 URC 라고 하는데 이 URC 가 사용자에게 맞는 서비스를 제공하기 위해서 상황인지 기능이 필요하다. 이에 본 논문에서는 로봇 서비스를 표현할 수 있는 상황인지 워크플로우 언어(CAWL)를 바탕으로 상황인지 URC 서비스를 제공하기 위한 컨텍스트 비교기를 제안한다. 컨텍스트 비교기는 트리플릿으로 표현된 사용자 주변 환경으로부터 발생하는 동적인 상황 정보를 로봇, 센서, 모바일 등의 상황정보를 저장하고 있는 온톨로지와 비교하여 현재의 상황을 인식할 수 있는 모듈이다. 제안하는 컨텍스트 비교기를 이용하여 상황에 따른 서비스를 제공할 수 있다.

### 1. 서론

정보 통신 기술의 발달로 이동 중에도 컴퓨팅 파워와 네트워크 자원을 사용 할 수 있게 되었다. 이에 사람들은 언제 어디서나 정보에 접근하고 서비스를 받을 수 있게 되었다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경이 대두 되었고 워크플로우에 상황 인식 기능을 적용하려는 많은 연구가 있었다.

이러한 기술의 발전은 로봇에도 영향을 미치고 있고 정보통신부에서는 URC 를 개발 중에 있다. URC 는 기존 로봇에 네트워크 및 정보 기술을 접목한 지능형 서비스 로봇의 새로운 개념으로서 언제 어디서나 나와 함께 하며 나에게 필요한 서비스를 제공하는 네트워크 기반 로봇이다.

URC 개념이 구현되기 위해서는 유비쿼터스 네트워크 또는 센서 네트워크 등의 네트워크 인프라, 고성능 로봇용 서버등과 같은 컴퓨터 하드웨어가 구축이 되어야 한다. 또한 로봇과 고성능 서버와의 네트워크 통신을 통해 언제 어디서나 다양한 서비스를 제공할 수 있는 소프트웨어가 필요하다. 또한 URC 가 사용자에게 적합한 자동화된 서비스를 제공하기 위해서는 상황인지와 자동화 기능이 필요하게 되었다.

이에 본 논문에서는 로봇 서비스를 표현할 수 있는 상황인지 워크플로우 언어(CAWL)를 바탕으로 상황인지 URC 서비스를 제공하기 위한 컨텍스트 비교기를 제안한다. 컨텍스트 비교기는 트리플릿으로 표현된 사용자 주변 환경으로부터 발생하는 동적인 상황 정보를 로봇, 센서, 모바일 등의 상황정보를 저장하고 있는 온톨로지와 비교하여 현재의 상황을 인식할 수 있는 모듈이다. 이 컨텍스트 비교기를 통하여 상황을 인식하고 현재 상황에 따른 서비스를 제공할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 워크플로우의 관련 연구를 살펴본다. 3 장에서는 상황인지 워크플로우에 컨텍스트 비교기에 대하여 설명한다. 4 장에서는 시나리오를 통한 실험에 대하여 기술하고 마지막 5 장에서는 결론에 대하여 언급한다.

### 2. 관련 연구

최근 워크플로우 기술을 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에 적용하려는 연구가 활발하게 이루어지고 있다 [3]. 이러한 연구와 관련하여 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 위한 상황인지 워크플로우 기술에 대하여 살펴본다.

본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT 연구센터 육성지원 사업의 연구결과로 수행되었음 (NIPA-2011-C1090-1121-0010)

<sup>1</sup> 교신저자

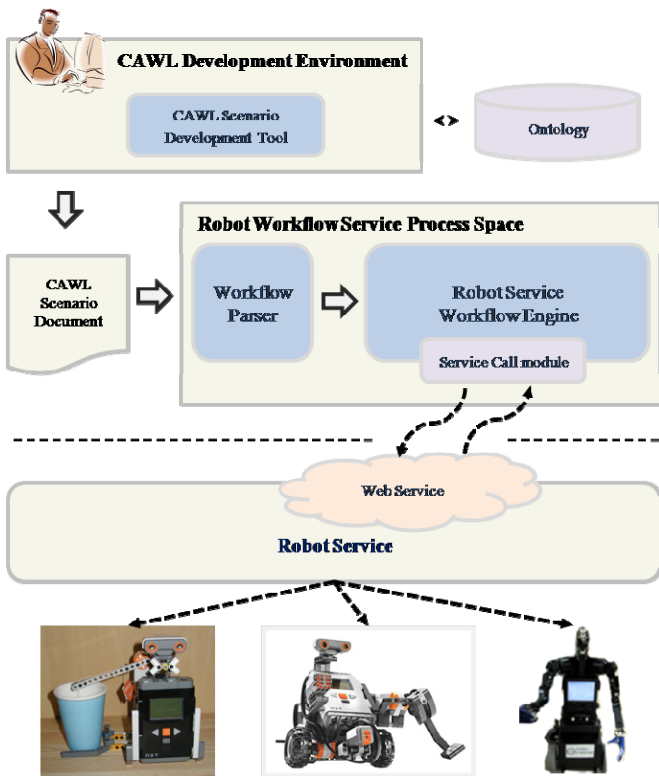
uFlow 는 uWDL 을 바탕으로 구축한 상황인지 워크플로우 서비스 프레임워크이다. uWDL 은 기존 웹 서비스 기반 워크플로우 언어들이 서비스 전이 조건으로 상황정보를 표현하지 못하는 점을 해결하기 위해 제안한 유비쿼터스 워크플로우 언어이다. uWDL 은 워크플로우가 상황인지를 바탕으로 상태를 전이할 수 있도록 워크플로우의 상태 전이 조건에 컨텍스트 정보를 표현하고 있다. 그러나 uWDL 은 시나리오 문서 내에 상황 정보를 정적으로 표현하고 있으며, 순차적인 하나의 워크플로우 만을 표현할 수 있다. 따라서 uWDL 은 상황 정보의 동적으로 표현하거나 다수의 워크플로우를 표현하는데 한계가 있다.

CAWL 은 웹 서비스 형태로 설계된 이질적 환경의 서비스들을 이용하여 서비스의 흐름을 구성하고 상황 정보인 컨텍스트, 프로파일 및 이벤트 정보에 따라 사용자의 상황을 파악하여 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 상황인지 기반의 서비스를 제공하기 위한 상황인지 워크플로우 언어이다. CAWL 은 uWDL 에 문제점을 해결하기 위해 동적으로 발생하는 컨텍스트 정보를 표현할 수 있도록 하였으며 서브-워크플로우 개념을 추가하여 복합 워크플로우 기능을 지원하였다.

본 논문에서는 앞서 언급한 CAWL 에서 트리플릿으로 들어오는 상황 정보와 센서로부터 들어오는 상황 정보를 비교할 수 있는 컨텍스트 비교기를 제안한다.

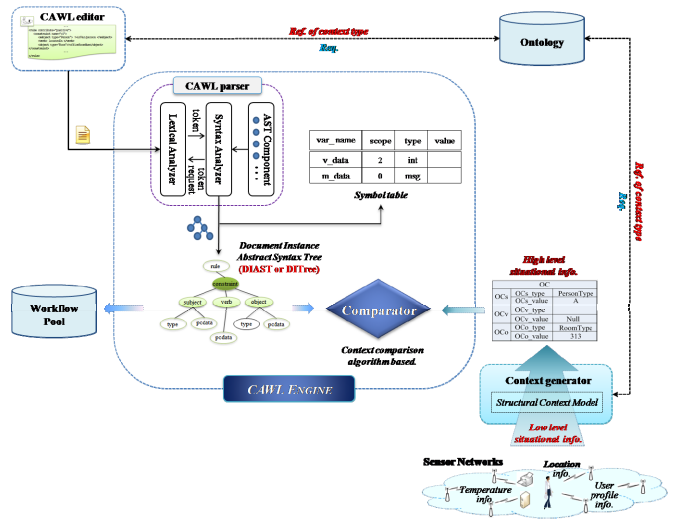
### 3. 아키텍처 설계

본 절에서는 유비쿼터스 네트워크 환경에서 센서로부터 정보를 받아 상황을 인지하기 위한 워크플로우 언어인 CAWL 의 전체 시스템에 대하여 살펴 본다.



(그림 1) CAWL 기반 URC 제어 과정

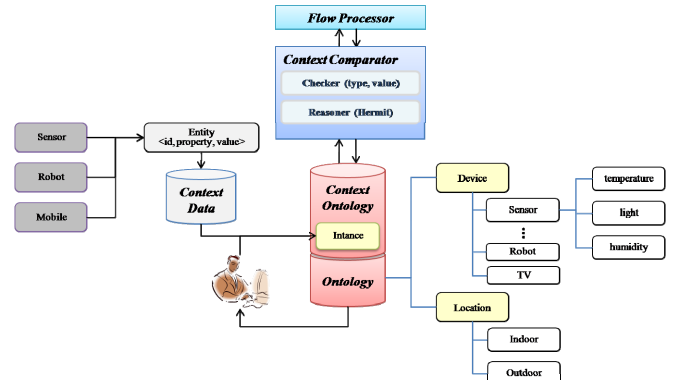
그림 1 은 CAWL 을 기반으로 작성된 로봇 서비스 시나리오 문서를 처리하는 과정을 나타낸 것으로 일련의 과정은 다음과 같다. 사용자는 워크플로우 환경에서 CAWL 문서를 작성하고 워크플로우 파서로 전달된다. 파싱이 끝난 후에 생성된 객체는 워크플로우 엔진으로 넘어가게 된다. 엔진에서는 객체를 순차적으로 돌면서 처리하고 로봇에게 웹서비스를 통하여 명령을 내리게 된다.



(그림 2) CAWL 문서 처리 과정

그림 2 는 CAWL 문서 처리 과정을 나타낸 것으로 일련의 과정은 다음과 같다. 사용자는 온톨로지 기반의 컨텍스트 어휘 정보와 워크플로우 시나리오 개발 도구인 CAWL Editor 를 사용하여 CAWL 문서를 작성한다. 작성된 문서는 CAWL Parser 로 전달된다. 파서를 통해 DIAST(Document Instance Abstract Syntax Tree) 가 생성된다. 생성된 DIAST 에 플로우의 재사용을 위해서 워크플로우 풀에 저장된다. 또한 사용자 주변 환경으로부터 발생하는 동적인 상황 정보를 표현한 트리플릿은 컨텍스트 비교기로 전달된다.

센서 네트워크에서 센서들의 정보는 온톨로지를 참조하여 Structural Context Model 을 생성한다. 생성된 엔티티는 context data 저장소에 저장되고 이 정보들은 context ontology 를 업데이트하게 된다. 컨텍스트 비교기는 트리플릿이 전송되면 context ontology 에서 정보를 찾아서 비교한다.



(그림 3) 컨텍스트 비교기 동작 과정

그림 3 는 컨텍스트 비교기의 동작 과정을 나타낸 것으로 일련의 과정은 다음과 같다. 온톨로지를 참조하여 사용자는 센서, 로봇, 모바일, 사람 등을 context ontology 에 인스턴스로 등록하게 된다. 센서, 로봇, 모바일 등의 상황이 변화하게 되면 context data 에 entity<id, property, value>가 RDF 값으로 된다. context data 는 context ontology 에 instance 에 정보를 업데이트 하여 항상 최신의 상황 정보를 기억하고 있게 된다.

Flow processor 에서 트리플렛이 컨텍스트 비교기로 전달된다. 컨텍스트 비교기에서는 넘어온 정보를 context ontology 에 등록되어 있는 instance 인지 트리플렛의 정보가 이상이 없는지 유효성을 검사한다. 유효성을 검사한 뒤에 추론기 중의 하나인 Hermit 을 사용하여 추론하고 추론된 결과를 Flow processor 에 전달한다.

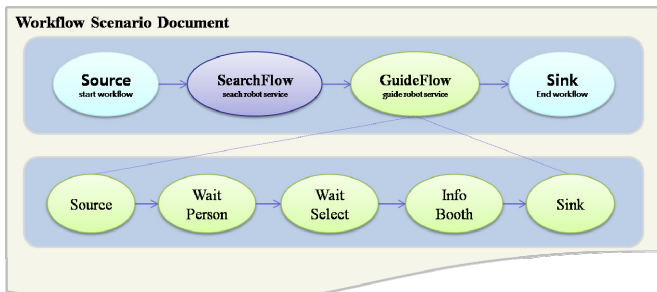
#### 4. 실험

본 논문에서 제안하는 컨텍스트 비교기는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 상황을 인지하여 상황에 따른 서비스를 제공하는데 목적이 있다.

이를 위해 본 실험에서는 CAWL 을 이용하여 상황 인지를 통한 로봇 서비스를 제공하는 시나리오를 작성하였다. 시나리오에 로봇은 레고 로봇을 사용하여 테스트 하였고 시나리오는 다음과 같다.

A 씨는 행사장에 도착하여 스마트폰으로 현재 행사장에서 사용가능한 로봇 서비스를 검색한다. 로봇 서비스 중에 행사장 안내 가이드 로봇 서비스를 선택한다. 가이드 로봇 서비스를 선택하면 현재 부스 안내를 위해 대기중인 로봇 R111 이 A 씨에게 다가온다. A 씨는 다가온 로봇에 안내 받고 싶은 부스 B300 를 선택한다. 로봇은 A 씨가 선택한 부스로 이동하고 부스에 대한 정보를 화면에 표시하고 음성으로 A 씨에게 정보를 전달한다.

시나리오 워크플로우 중에 일부를 나타내면 그림 3 과 같다.



(그림 4) 시나리오 문서의 워크플로우

그림 4 는 CAWL 을 기반으로 작성한 시나리오 문서를 워크플로우로 나타낸 것이다. 실행은 Source, SearchFlow, GuideFlow, Sink 순서로 동작한다. GuideFlow 에는 WaitPerson, WaitSelect, InfoBooth 의 서브 플로우가 기술되어 있다. WaitPerson 은 사용자가 guideService

를 선택하기 전까지 대기하고 있는 노드이다. 사용자가 guideService 를 요청하게 되면 로봇이 사람쪽으로 움직이게 된다. WaitSelect 는 로봇이 사람에게 어디로 갈 것인지에 위치를 선택받기 전까지 대기하는 노드이다. 사람이 부스를 선택하게 되면 로봇이 선택된 위치로 이동하도록 명령을 내린다. InfoBooth 는 로봇이 입력된 부스에 도착하기 전까지 대기하고 있는 노드이다. 로봇이 부스에 도착하게 되면 부스에 정보를 출력하고 음성으로 설명하는 명령을 로봇에게 내린다.

<표 1> CAWL 로 작성된 시나리오 문서의 일부분

```

...
<flow name="GuideFlow">
  <source>
  </source>

  <node name="WaitPerson">
    ...
    <invoke serviceProvider="robotService" operation="moveToUser"/>
  </node>

  <node name="WaitSelect">
    ...
    <invoke serviceProvider="robotService" operation="moveToBooth"/>
  </node>

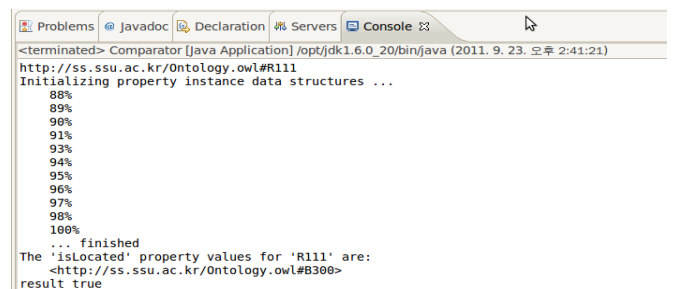
  <node name="InfoBooth">
    <condition expression="C1">
      <context>
        <rule contribute="positive">
          <constraint name="C1">
            <subject type="Robot">R111</subject>
            <verb>isLocated</verb>
            <object type="Booth">B300</object>
          </constraint>
        </rule>
      </context>
    </condition>
    <invoke serviceProvider="robotService" operation="displayInformation"/>
    <invoke serviceProvider="robotService" operation="briefInformation"/>
  </node>

  <link from="source" to="WaitPerson"/>
  <link from="WaitPerson" to="WaitSelect"/>
  <link from="WaitSelect" to="InfoBooth"/>
  <link from="InfoBooth" to="sink"/>

  <sink>
  </sink>
</flow>
...

```

표 1 은 CAWL 로 작성된 시나리오 문서 중에 guideFlow 부분이다. 그중에 InfoBooth 노드의 서비스가 실행되기 위한 조건으로 condition 부분이 R111 이 B300 이라는 부스에 위치하는지 여부를 판단하는 부분이다. R111, isLocated, B300 이 컨텍스트 비교기로 넘어가게 되어 현재 로봇의 상황을 판별한다.



(그림 5) 컨텍스트 비교기에 비교 결과 화면

그림 5 는 컨텍스트 비교기에서 R111, isLoacted, B300 을 가지고 Hermit 추론기를 사용하여 상황 온톨로지에 관련 정보가 맞는지 판별하는 과정과 결과를 보여주는 화면이다. R111 이 온톨로지에 존재하는지 찾은 후에 isLocated 속성에 관련된 값을 찾는다. isLocated 에 값이 B300 으로 존재하기 때문에 결과는 참을 리턴하게 된다.

## 5. 결론

본 논문에서는 상황인식 서비스를 제공하기 위한 컨텍스트 비교기를 제안하였다. 또한 제안하는 비교기의 실현을 입증하기 위해 레고 로봇을 웹 서비스로 제어할 수 있도록 만들어서 실험하였다. 제안하는 시스템은 RDF 기반의 온톨로지를 바탕으로 상황을 인지하고 비교할 수 있는 기능을 제공하며 이에 상황에 따른 서비스를 제공 할 수 있도록 한다.

본 논문에서 제시한 시나리오는 상황을 인지하여 로봇을 상황에 따라 움직이도록 할 수 있다는 가능성을 보이기 위한 것으로, 레고를 가지고 웹 서비스를 생성하고 구현하였다. 따라서 실제 로봇에서 사용되기 위해서는 로봇 서비스를 정의하는 방식과 온톨로지에 대해서 더 연구가 필요하다.

## 참고문헌

- [1] D. Georgakopoulos and M. Hornick, "An Overview of Workflow Management: From Process Modeling to Workflow Automation Infrastructure", Journal on Distributed and Parallel Database Systems, Vol3, No2, pp. 119-153, 1995
- [2] 김현, 조영조, 오상록, "URC(Ubiquitous Robotic Companion: 네트워크 기반 서비스 로봇", 정보과학회지 제 24 권 제 3 호, pp.5-11, 2006.
- [3] M Wieland, O. K., D Nicklas, F Leymann, "Towards context-aware workflows," CAiSE07 Proc. of the Workshops and Doctoral Consortium, 2007.
- [4] Joo Han, Eun Kim, Young Cho, Jaey Choi, "A Ubiquitous Workflow Service Framework", LNCS 3983, pp. 30-39, 2006.
- [5] Jun Li, Yingyi Bu, Shaxun Chen, Xianping Tao, Jian Lu, "FollowMe: On Research of Pluggable Infrastructure for Context-Awareness", 20th International Conference on Advanced Information Networking and Applications(AINA'06), Volume 1, pp. 199-204, 2006.
- [6] M. Wesier, "The Computer for the 21st Century", Sci. Amer., Sept., 1991
- [7] D. Hollingsworth, "The Workflow Reference Model", Technical Report TC00-1003, Workflow Management Coalition, 1994.
- [8] 홍충성, 조준면, 김형선, 김현, "URC 를 위한 상황 정보 관리 기술", 전자통신동향분석, 제 22 권 제 2 호, 2007. 4., pp.10-19.