

서비스 패턴 마이닝을 위한 컨텍스트 온톨로지 및 트리거 규칙 설계

황정희*

요약

유비쿼터스 컴퓨팅은 환경 및 사용자의 상황을 필요로 하는 곳에 센서 노드들을 부착해 환경 정보를 수집하여 사용자에게 적합한 서비스를 제공하는 기술이다. 수시로 변화하는 사용자의 환경과 상황에 따라 서비스 내용도 새롭게 갱신될 수 있는 지능적인 시스템이 필요하다. 본 논문에서는 사용자의 위치와 행동에 따른 지능적인 서비스 제공을 위한 컨텍스트 온톨로지 설계, 그리고 사용자의 행동과 연관된 서비스 패턴을 지능적으로 마이닝 하기 위한 트리거 규칙 정의와 트리거 시스템의 통합 구조인 능동 마이닝 아키텍처를 제안한다. 제안된 시스템은 사용자의 시간에 따른 위치 및 객체와의 연관성을 고려하여 사용자의 행동과 서비스 패턴을 지능적으로 마이닝 하기 위한 기반이 된다.

Context Ontology and Trigger Rule Design for Service Pattern Mining

Jeong Hee Hwang*

Abstract

Ubiquitous computing is a technique to provide users with appropriate services, collecting the context information in somewhere by attached sensor. An intelligent system needs to automatically update services according to the user's various circumstances. To do this, in this paper, we propose a design of context ontology, trigger rule for mining service pattern related to users activity and an active mining architecture integrating trigger system. The proposed system is a framework for active mining user activity and service pattern by considering the relation between user context and object based on trigger system.

Keywords : Context-awareness, Context Ontology, Active Mining, Trigger Rule

1. 서론

유비쿼터스 컴퓨팅에서 주된 특징 중의 하나는 컨텍스트를 인식해서 사용자에게 가장 적합한 서비스를 제공할 수 있다는 점이다[1, 2]. 언제 어디서나 사용자의 상황에 적합한 서비스를 제공하기 위해서는 사용자가 현재 존재하는 장소와 동적인 환경에 대응되는 주변정보가 뒷받침되어야

한다. 이를 위해 필요한 것이 적응형 소프트웨어이며, 외부 환경에 따라 자신의 행위를 평가하여 스스로 행위를 변경할 수 있는 소프트웨어를 말한다. 적응형 소프트웨어가 동작하기 위해서는 외부 환경에 대한 모델링이 필요하다. 즉, 물리적 환경과 개념적인 외부 상황의 개체들을 기반으로 하는 모델링을 토대로 사용자의 상황에 맞는 적절한 서비스를 제공해줄 필요가 있다[1, 4]. 기존의 연구[1, 5]에서 사용자의 상황을 고려하는 컨텍스트 온톨로지 생성과 온톨로지를 이용한 데이터 마이닝 기법에 대한 연구들이 수행되었다. 본 논문에서는 사용자의 상황에 따른 행동 패턴에 적합한 서비스를 제공하기 위해 사용자의 행위와 밀접한 연관이 있는 컨텍스트 온톨로지를 생성하고, 이벤트 기반의 지능적인 마이닝 수행을 위한 트리거 규칙을 설계한다. 사용자의 환경과 배경

※ 제일저자(First Author): 황정희

접수일:2012년 07월 17일, 수정일:2012년 08월 26일

완료일:2012년 09월 03일

* 남서울대학교 컴퓨터학과

jhhwang@nsu.ac.kr

■ 이 논문은 2012년도 남서울대학교 학술연구비 지원에 의해 연구되었음

을 개념적인 도메인으로 온톨로지를 구성하는 컨텍스트 온톨로지는 시간과 공간 그리고 사용자의 행동에 대한 정보를 모두 포함하므로 정확한 서비스를 제공할 수 있는 기초가 된다. 즉, 미리 정의된 컨텍스트 온톨로지 스키마를 사용하여 개인화된 서비스를 상황에 따라 언제 어디서나 제공할 수 있다.

유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 프레임워크로써 기존의 [1]은 상황인지 시스템을 위한 온톨로지를 제공한다. 특히 웹 언어들을 하나로 통합하여 정보를 공유하고 이들의 사실적인 정보들을 의미로 바꾸어 제공해 주는 서비스를 구현하였다. 그리고 [3]은 유비쿼터스 상황인지 시스템을 컨텍스트 온톨로지 및 추론 엔진, 컨텍스트 레벨조절 모듈, 컨텍스트 관리 모듈 등 3가지 구성요소로 나누어 컨텍스트 정보를 컴퓨터가 식별할 수 있는 수준의 정보로 가공하는 과정으로 구분하였다.

사용자의 상황 정보를 고려한 기존 연구에는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 보안 서비스의 설계와 전개에 대한 상황-인지 접근 제어 프레임워크인 UbiCOSM[6]과 SUN의 Jini에 상황-인지를 첨가한 reggie[7]이 있다. 그리고 다양한 사용자 인증단계로 통합된 네트워크나 서비스 단계의 여러 클래스들이 동작하는 네트워크에서 사용자 레벨에 맞게 인증된 서비스를 발견하고 사용하는 COPS-SD[8]이 제안되었다.

유비쿼터스 컴퓨팅에서 중요한 연구인 컨텍스트 인지 서비스를 위한 소프트웨어 아키텍처로 ECA 패턴[10], 멀티 에이전트 아키텍처, 블랙보드 패턴 등이 있는데 이 중에서 ECA 패턴은 이벤트를 중심으로 처리되는 경우에 매우 효과적으로 처리할 수 있다는 장점이 있다.

기존의 연구들[6-9]은 상황 정보를 고려한 기본 서비스 집합의 제공에 중점을 두었다. 그러나 사용자의 상황에 적합한 서비스 발견과 더불어 중요한 것은 서비스의 근본 원인이 되는 사용자의 행동 패턴을 발견하는 연구가 함께 이루어져야 한다. 따라서 본 논문에서는 사용자의 행동 패턴과 행동에 따라 제공되는 서비스 패턴을 마이닝 하기 위한 기반 연구로써 컨텍스트 온톨로지 설계와 트리거 규칙 설계를 제안한다. 제안된 설계를 바탕으로 하는 트리거 시스템과 마이닝 엔진의 결합은 컨텍스트 정보를 기반으로 하여

사용자의 행동 및 서비스 패턴을 지능적으로 발견하는 능동 마이닝을 수행하게 되므로 유비쿼터스 환경에서 필요로 하는 지능적인 정보 서비스를 제공하기 위한 기반 연구이다. 그리고 사용자의 행동 패턴에 대응하는 최적의 서비스를 제공할 수 있는 유용한 정보로 활용될 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문에서 제안하는 사용자의 행동 및 상황을 고려하기 위한 컨텍스트 온톨로지를 설명하고 3장에서는 능동 마이닝을 수행하기 위한 트리거 규칙의 설계와 능동 마이닝 구조를 기술한다. 4장에서는 제안된 시스템에서의 사용자의 행동과 연관된 서비스 패턴을 마이닝 하기 위한 시나리오 및 기존 연구와의 차이점을 기술하고, 5장에서 결론으로 맺는다.

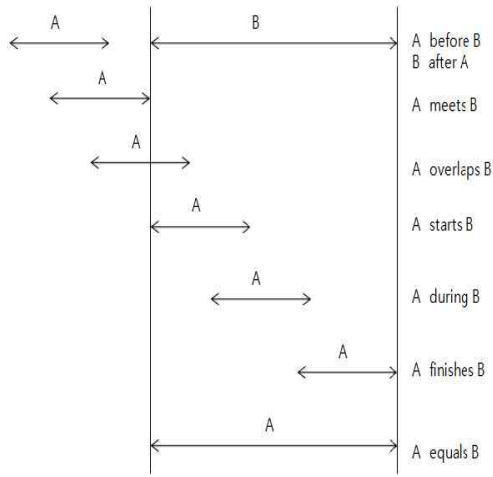
2. 컨텍스트 온톨로지 설계

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 다양한 정보를 표현하고 상황에 적합한 서비스를 제공하기 위해서는 공통된 표현으로 기술하는 것이 중요하다. 이를 위해서 Web Ontology Language 인 OWL[13]을 사용하여 온톨로지를 정의하였으며, 사용자의 상황과 관계된 시간과 공간정보를 온톨로 정의에 포함하였다. 즉, 컨텍스트 온톨로지 설계에는 시공간 위상관계에 대한 사용자의 행위 및 객체와의 연관성을 함께 고려한다.

시간에 따라 사용자와 객체의 공간적 위치가 변화한다. 그리고 사람의 행동은 시간과 공간이 항상 결부되어 있다[11, 12]. 시공간 이동 패턴은 이동하는 객체의 위치 패턴으로 객체의 위치 특성에 따라 개인화되고 알맞은 콘텐츠나 서비스 제공을 가능하게 하는 시공간 규칙이다. 시공간 요소들을 식별하고 그 관계를 표현하며 다양한 시간, 공간 연산 및 위상관계를 이용하는 시공간 이동 패턴 탐사기법이 연구되고 있다[7, 11]. 그러므로 시간과 공간을 함께 고려하는 온톨로지를 통해 사용자의 행동에 대한 서비스 제공이 필요하다. 즉, 시공간 관계는 시공간 객체와 관련된 사건들 간의 인과 관계(casual relationship)를 탐사하는 데 매우 중요한 의미를 갖는다. 그러므로 시간과 공간 정보의 위상관계에 대한 접근을 고려한다.

시간 관계를 형식화하기 위한 시간 온톨로지는

Allen[12]이 정의한 행동 간의 시간적 인터벌 관계를 (그림 1)과 같은 시간 관계 연산자를 이용

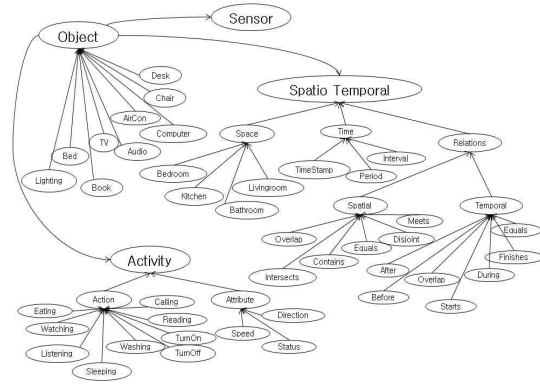


(그림 1) Allen의 시간정의

한다. 시간과 연관된 공간 위상관계 연산자는 두 개 이상의 공간객체 사이에 존재하는 (그림 2)와 같은 위상관계를 기초로 정의된다. 공간 객체들이 이웃한 관계로서 정의되는 연속성, 폐쇄, 내부, 경계의 개념을 사용한다[11]. 본 논문에서는 (그림 3)과 같이 집안을 도메인으로 하여 사용자의 시공간정보와 객체 그리고 사용자의 행동 정보를 온톨로지로 설계한다. 이와 같이 설계된 온톨로지를 기반으로 사용자의 행동과 관련된 시공간 정보를 일반화하기 위한 사용자 U의 컨텍스트 정보는 객체, 시공간 정보, 행위의 3가지 차원을 갖는다. 이것은 $U = \{OID, (S, T), A\}$ 로 표현한다. 여기서 OID(Object Identifier)는 사용자의 이용 대상 객체를 나타내는 식별자, S(Space)는 공간, T(Time)는 시간, A(Activity)는 사용자의 행동 및 상황을 의미한다. (그림 4)는 OWL를 이용하여 컨텍스트 온톨로지의 클래스를 표현한 것이

고, 이를 protege[14]을 이용하여 생성한 것이 (그림 5)이다.

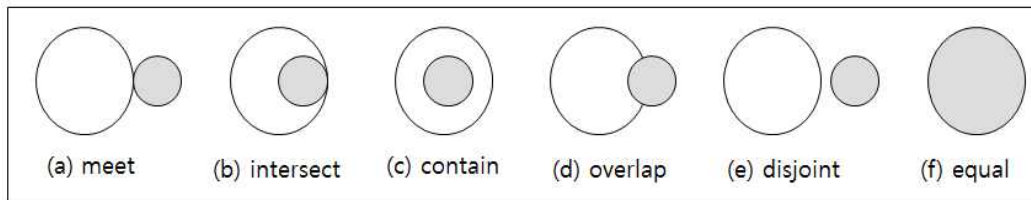
시간 차원의 도메인은 실세계에 객체가 존재하는 시간의 유효시간과 시스템에 기록된 시간의 거래시간의 개념이 있다. 그리고 시간 범위는 시간라인 상에서의 한 시공간 객체의 시점 (Timestamp), 간격(Interval), 기간(Period)을 말한다. 예를 들면 사용자가 집에 들어온 시점이나 식사를 하는 데 걸리는 시간간격 및 주기적인 이벤트의 발생 등이 있다.



(그림 3) 컨텍스트 온톨로지

사용자의 공간과 시간을 식별하는 시공간 정보는 사용자의 행동에 대한 대상의 객체 식별자 OID와 객체의 이동에 따른 위치 정보로 구성된다. 이동한 위치 정보는 공간상의 좌표에 대한 일반화된 위치정보 값과 실제 이벤트가 발생한 유효시간 정보로 구성된다. 위치 일반화는 공간의 좌표 값에 대해 일정한 구역(zone)으로 일반화하여 사용자 및 객체의 위치를 식별한다. 예를 들어 사용자 U가 현재 거실에서 텔레비전을 시청하고 있다면 사용자의 공간좌표는 거실의 위치에 해당하는 구역위치 값으로 일반화된다.

사용자의 컨텍스트 정보를 나타내는 데 있어 사용자의 행동 정보가 포함된다. 예를 들어 사용



(그림 2) 객체 공간 위상 관계

```

<owl:Class rdf:ID="Activity"/>
  <owl:Class rdf:ID="Overlap">
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Class rdf:ID="Spatial"/>
    </rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="Finishes">
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Class rdf:ID="Temporal"/>
    </rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="SpatioTemporal"/>
  <owl:Class rdf:ID="Interval">
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Class rdf:ID="Time"/>
    </rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="Bathroom">
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Class rdf:ID="Space"/>
    </rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="Bedroom">
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Class rdf:about="#Space"/>
    </rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="Starts">
    <rdfs:subClassOf>
      <owl:Class rdf:about="#Temporal"/>
    </rdfs:subClassOf>
  </owl:Class>

```

(그림 4) 컨텍스트 온톨로지의 OWL 표현

자가 두 개의 스위치 중에 왼쪽 전등을 켜는 습관 등과 같은 속도, 방향의 구체적인 행동 속성 정보를 통해 의미 있는 정보로 저장하여 적절한 서비스를 사용자에게 제공하는 데 이용한다.

3. 트리거 규칙과 아키텍처

이 장에서는 본 논문에서 제안하는 트리거 동작을 위한 규칙 정의의 예를 보인다.

주기적인 마이닝 수행을 위해 정해진 시간 또는 일정한 수의 트랜잭션이 모아지면 마이닝을 수행하도록 하는 트리거 규칙(INVOKE_MINING_TRIGGER) 정의의 예는 다음과 같다.

```

CREATE OR REPLACE TRIGGER
  INVOKE_MINING_TRIGGER
AFTER INSERT
ON TRANSACTION_TABLE
FOR EACH ROW
BEGIN
  IF DATE_TIME = RESERVED_TIME OR
     TRAN_SEQ_NUM ≥ SET_NUM
  THEN
    ALERT MINING_MANAGER
  END IF;
END;

```

그리고 새롭게 발견된 서비스 규칙을 추가하는 트리거 규칙(NEW_RULE_INSERT_TRIGGER) 정의의 예로써 같은 컨텍스트 정보에 대한 기존의 규칙보다 더 높은 우선순위를 부여하여 새로운 서비스 규칙을 추가한다. 이것은 새로운 규칙을 먼저 적용하기 위함이다.

```

CREATE OR REPLACE TRIGGER
  NEW_RULE_INSERT_TRIGGER
BEFORE INSERT ON
SERV_RULE_TABLE
FOR EACH ROW
BEGIN
  IF NEW_RULE NOT EXIST
  ON SERV_RULE_TABLE THEN
    INSERT INTO SERV_RULE_TABLE
    VALUES
      (:new.ruleID, :new.ruleName,
       :new.ruleTime, :new.rulePriority)
  END IF;
END;

```

또한 서비스 제공을 자동화하기 위해 사용자 행동 이벤트가 발생하면 이와 연관된 서비스를 서비스 집합에서 검색하여 해당 서비스를 제공하기 위한 서비스 제공 테이블에 저장하는 트리거 규칙(SEARCH_SERV_TRIGGER) 정의이다.

트리거는 관심 대상의 테이블에 대한 조작 연산(삽입, 삭제, 수정)을 모니터링하여 적절한 행동을 정의하는 데 사용된다. 테이블에 미리 정의된 사건(데이터 조작 작업)이 검출되면 데이터베이스에서 능동적으로 이를 감지하고 규칙에 정의되

어 있는 조건을 검사하여 동작을 수행한다. 본문에서는 INSERT 트리거를 사용하여 트리거 규칙의 조건과 액션을 수행하고, 새롭게 입력된 서비스 유형이 같을 경우 새로운 서비스 규칙의 우선순위를 더 높게 부여하여 추가한다. 서비스와 연관된 동일한 상황정보의 이벤트가 감지되면 마지막으로 삽입된 우선순위가 높은 서비스 정보를 사용자에게 먼저 제공한다.

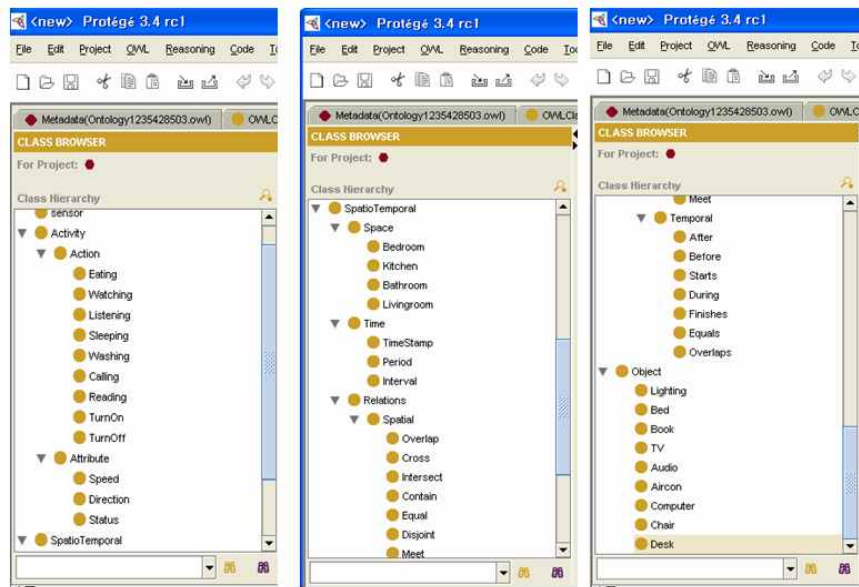
```
CREATE OR REPLACE TRIGGER
SEARCH_SERV_TRIGGER
AFTER INSERT ON EVENT_TABLE
DECLARE
W_USERID NUMBER;
W_SERVICEID NUMBER;
BEGIN
IF ACT_CONTEXT(OID, SPACE, TIME,
ACTIVITY) EXIST IN RSRV_TABLE
THEN
W_SERVICEID:= RSRV_SERVICE_ID;
W_USERID:= RSRV_USER_ID;
INSERT INTO SERV_TABLE VALUES
(W_USERID, W_SERVICEID);
ENDIF;
END;
```

이와 같이 정의된 트리거 규칙을 이용하여 사

용자의 환경과 상황에 대해 지능적인 서비스를 제공할 수 있는 컨텍스트 온톨로지 기반의 능동 마이닝 아키텍처에 대한 프레임워크는 (그림 6)과 같다.

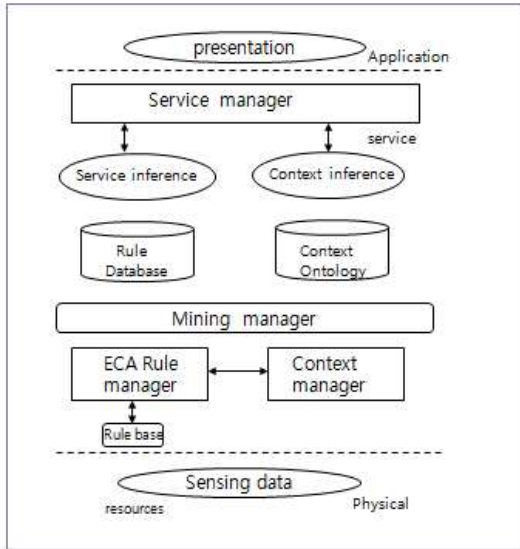
이 프레임워크는 사용자로부터 서비스 내용에 대한 질의 및 제공받은 최적의 서비스를 사용자에게 제공해 주는 어플리케이션 계층과 서비스 제공을 위한 상황정보의 기초가 되는 온톨로지와 마이닝 엔진을 포함하는 서비스 제공 계층, 그리고 상황 정보를 센서네트워크를 통해 센서 정보를 수집하는 물리계층으로 구성된다.

사용자의 행동과 더불어 행동과 연관된 서비스 규칙을 컨텍스트 온톨로지를 기반으로 마이닝 규칙을 찾아낸다. 그리고 제안된 시스템의 ECA 트리거 엔진은 마이닝 수행 및 서비스 제공을 지능적으로 수행하기 위해 온톨로지 엔진과 마이닝 엔진이 통합되는 시스템 구조의 특성을 가지고 있다. ECA 트리거는 사용자 행동, 시간, 위치 감지 등의 이벤트를 통해 미리 주어진 규칙의 조건을 평가하고 사용자에게 적합한 서비스를 검색하여 자동으로 제공하기 위한 지능형 서비스의 기반이 된다. 또한 트리거 시스템은 사용자의 행동 이벤트에 따른 서비스의 검색 및 주기적인 마이닝 실행을 유도한다. 온톨로지 엔진은 사용자에게 제공되는 기존 서비스 이력을 저장하고 마이닝 결과로부터 얻어진 새로운 규칙은 지속적으로



(그림 5) protege 이용한 컨텍스트 온톨로지 생성

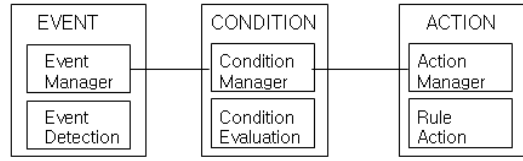
추가되어 저장된다. 온톨로지는 마이닝 수행에 필요한 정보를 제공하여 사용자의 상황에 적합한 서비스를 추출하는 기반이 된다. 즉, 온톨로지 데이터베이스에는 기존에 제공된 서비스 규칙의 저장 및 마이닝에 의해 생성된 새로운 규칙을 저장한다.



(그림 6) 능동 마이닝 아키텍처

ECA 트리거는 마이닝 실행을 초기화할 수 있고, 사용자 행동, 시간, 위치 감지 등의 이벤트를 통해 조건을 평가한다. 그리고 사용자에게 적합한 서비스를 제공하거나 온톨로지 추론 등을 통해 추천 정보 및 서비스를 자동으로 제공하기 위한 지능적인 시스템의 핵심이 된다. 사용자의 행동 이벤트에 대한 예를 들면, 사용자의 규칙적인 행동 패턴에 의해 사용자가 집에 들어오면 자동으로 보일러가 가동되거나 TV 또는 컴퓨터 모니터를 자동으로 켜는 서비스 등을 트리거 규칙을 통해 제공할 수 있다. 즉, 사용자가 서비스를 직접적으로 요청하지 않아도 일반적인 사용자의 행동 패턴을 규칙 베이스에 저장하고 있으므로, 이를 기반으로 생성한 트리거 규칙에 의해 이벤트가 감지되면 자동으로 트리거 규칙이 실행되는 지능형 서비스를 제공할 수 있다. (그림 7)은 ECA 규칙 실행의 일반적인 구조를 나타낸다.

이벤트가 감지되면 트리거 규칙의 조건부에서는 실행을 위한 조건의 적합성 여부를 검사한다. 사용자의 행동 패턴에 따라 이벤트가 감지되어도



(그림 7) ECA 실행 흐름

주어진 조건에 의해 평일이 아닌 주말에는 예외적인 경우가 많이 발생할 수 있다. 이러한 현상들을 조건 평가에 포함하여 예외적인 경우 및 일정한 주기 패턴의 서비스가 필요한 사항들을 선별하여 트리거의 규칙으로 정의할 수 있다. 또한 트리거는 일정량의 데이터 양이 수집하거나, 규칙에 정의된 수행 주기 조건의 검사에 의해 자동으로 마이닝의 수행을 초기화 한다. 그러므로 본 논문에서 제시하는 프레임워크에서의 트리거 시스템은 시스템을 자동화하여 서비스를 제공하기 위한 중요한 역할을 담당한다.

4. 적용 시나리오 및 비교

4.1 시나리오

센서로부터 입력된 사용자의 공간적 위치 정보와 시간 정보를 토대로 사용자의 상황 데이터를 입력받는다. 그리고 온톨로지에 저장된 기존 서비스 이력을 바탕으로 사용자의 상황에 적합한 서비스를 제공한다.

(그림 8)은 사용자 집안의 실내 공간에 대한 공간적 위치의 일반화를 통한 구역(Zone)을 나타내며, <표 1>은 사용자가 시간에 따라 이동한 위치 정보와 사용자의 행동에 대한 상황 정보를



(그림 8) 공간정보의 일반화

기초 데이터로 획득하는 데 필요한 모니터링 시스템이 가지고 있는 기본 정보의 예를 보인다.

사용자의 시공간 정보와 함께 상황 정보에 대한 데이터를 ST_i(Stream Transaction)로 표현하면 기본정보를 포함하여 실시간으로 다음과 같은 정보가 입력된다. 여기서 i는 시간의 흐름에 따라 획득하는 데이터의 일련번호를 의미한다.

<표 1> 시스템의 기본 정보

사용자ID - 그룹		시간ID-시점		공간ID - 위치		객체ID - 객체명		Activity-행동	
U1	사용자	T1	오전 4-6	Z2	부엌	O1	Light	A1	Turn-on
U2	사용자	T2	오전 7-9	Z4	침실	O2	TV	A2	Sleeping
U3	사용자	T3	오후 6-8	Z5	욕실	O3	침대	A3	Watching
Ad	감독자	T4	오후 9-11	Z7	거실	O4	Audio	A4	listening

U1-ST₁{O3, (Z4, T1), A2} : 사용자 U1은 T1 시점(오전 4-6)에 Z4(침실)에서 O3(침대)를 사용하여 A2(Sleeping)한다.

U1-ST₂{O4, (Z7, T2), A4} : 사용자 U1은 T2 시점(오전 7-9)에 Z7(거실)에서 O4(Audio)를 사용하여 A4(Listening)한다.

U1-ST₃{O2, (Z7, T4), A3} : 사용자 U1은 T4 시점(오후 9-11)에 Z7(거실)에서 O2(TV)를 사용하여 A3(Watching)한다.

이와 같이 시스템에 내장되어 있는 기본 정보를 바탕으로 사용자의 시공간 정보와 상황 정보의 스트림 데이터를 획득한다. 이것은 사용자의 시간에 따른 위치 및 객체와의 연관성을 나타내는 상황정보이다. 그러므로 온톨로지에 저장된 컨텍스트 정보와 서비스 이력정보를 기반으로 사용자의 상황에 대한 적절한 서비스 제공 및 연관도메인 정보의 추천 서비스를 제공한다. 온톨로지 데이터베이스에 포함되어 있는 영역(domain)과 범위(range)에 따라 동일한 서비스 규칙이 존재할지라도 입력된 상황 정보와 사용자에게 따라 다른 서비스를 제공할 수 있다.

일반적으로 사용자 행동 패턴에 의해 분석된 규칙을 가지고 사용자가 어떤 행동을 취하면 이 행동으로부터 시작되는 행동 패턴이 저장되어 있는 규칙이 있는지 검사하고 해당 규칙에 의해 사용자에게 서비스를 제공한다. 만약 같은 패턴의 규칙이 여러 개 존재하면 이 중에서 가장 빈도수가 높은 것을 일차적으로 제공하는 것이 일반적이지만 시간과 위치가 함께 고려된다면 빈도수가 높은 규칙이 존재하여도 시공간 조건에 맞는 규

칙이 우선시 되도록 한다. 예를 들면, 평일에 일반적으로 사용자는 퇴근하면 샤워를 하고 TV를 켜다. 그러나 금요일에는 예외적으로, 퇴근하면 집에 들어 옷을 갈아입고 밖으로 나가는 행위와 같이 예외적인 규칙 실행도 트리거를 이용하여 서비스를 제어할 수 있고 예약 서비스 및 특별 이벤트 서비스에 대한 적절한 정보 제공도 가능

하다.

사용자에게 서비스를 제공하는 과정과 마이닝 과정을 요약하면 다음과 같이 진행된다.

● 서비스를 제공하는 과정

(1) 사용자의 상황 및 행동 이벤트를 트리거 규칙이 감지한다.

(2) 트리거는 온톨로지 규칙베이스에 저장된 규칙에 의해 서비스 이력을 검색하여 서비스 가능 목록을 구성한다.

(3) 서비스 가능 목록에서 사용자의 선호도와 서비스 이력을 바탕으로 우선순위를 고려하여 목록을 재구성하고, 시공간 상황에 적합한 서비스를 사용자에게 제공한다.

(4) 만약 서비스 사용 이력이 없거나, 사용자의 상황에 제공 가능한 서비스가 검색되지 않으면 같은 연령대의 가장 유사한 상황에 맞는 서비스를 제공한다.

(5) 제공된 서비스에서 사용자에게 선택된 내역은 마이닝을 위한 데이터로 입력된다.

● 마이닝 과정

(1) 사용자의 시공간 및 행동에 따른 서비스 사용 이력 데이터를 필터링하여 입력받는다.

(2) 입력받은 데이터는 마이닝에 사용될 기초 데이터로 입력된다.

(3) 마이닝의 수행은 일정한 데이터의 양이 수집되고 사용자의 시스템 사용이 가장 적은 시간에 수행되도록 트리거를 정의한다. 그리고 규칙의 조건에 의해 마이닝의 수행 여부가 결정되어 자동으로 이루어진다.

(4) 마이닝 결과로 생성된 새로운 규칙은 온톨

로지 규칙베이스에 저장된다.

시스템 처리 과정의 일부인 다음의 알고리즘 (MineServiceRule)은 사용자들의 서비스 사용 이력을 이용하여 연관된 서비스 규칙을 탐색하는 마이닝 알고리즘이다. 서비스 연관 규칙은 이용된 서비스의 연관성을 기반으로 하며 Apriori 알고리즘을 이용하고, 최근에 이용한 서비스 정보를 반영하여 새로운 규칙을 생성한다.

Algorithm MineServiceRule

Input : Transaction DB(Service History Data): SHD

Output : Service Rule

```

1: Initialize Service Rule
2: For each transaction  $t \in$  SHD do
3:   Service Rule = apriori_gen( $t$ ) //extract service rule
4:   If service rule not exists in OntologyRuleBase
then 5:     add Service Rule to OntologyRuleBase;
6:   End if
7: End for

```

4.2 기존 연구와의 비교

본 연구에서는 유비쿼터스 환경의 사용자 행동 및 서비스 패턴을 마이닝 하기 위한 컨텍스트 온톨로지 및 트리거 규칙 그리고 이를 기반으로 하는 능동 마이닝 아키텍처의 프레임워크를 제안하였다. 제안된 시스템의 특징을 기존 연구와의 비교를 통해 기술한다.

첫째, 본 연구와 관련된 기존 연구에는 사용자 프로파일 및 로그 데이터를 기반으로 사용자 선호도를 이용한 추천 시스템이 있으며, 사용자의 상황을 고려하기 위해 온톨로지의 추론규칙을 생성하는 연구가 있다. 그리고 온톨로지와 마이닝 엔진을 이용하여 서비스 조합을 제공하는 것에 중점을 두는 연구들이 있다. 그러나 본 논문에서 제안하는 마이닝의 목적은 사용자의 행동과 행동에 적합한 서비스 패턴 발견을 목적으로 한다. 즉, 사용자의 상황 및 행동에 대한 적합한 서비스를 제공하기 위해서는 먼저 시간과 공간을 고려한 사용자의 행동 패턴의 발견이 중요하다. 이를 위해 본 논문에서는 컨텍스트 온톨로지 생성 및 이를 기반으로 사용자의 행동 패턴을 마이닝 하고 발견된 사용자의 행동 패턴에 따라 적합한 서비스를 제공하는 시스템 구조를 제안하였다. 시공간 온톨로지를 이용하는 효율성에 대한 예를

보면 사용자가 "앉아있다" 라는 행동에 대해 공간이 식탁인 경우는 eating, 거실인 경우는 listening에 해당하는 사용자의 구체적인 행동을 다르게 구분할 수 있다. 또한 사용자가 "먹고 있다"라는 행동에 대해 시간이 오전인 경우의 다음 행동은 출근을 위한 washing이 구체적인 행동으로 연결될 수 있지만, 저녁시간인 경우의 다음 행동은 watching으로 이어질 수 있다. 시간과 공간 정보를 함께 고려하면 사용자의 행동을 구체적이고 정확하게 예측할 수 있으므로 사용자의 행동 패턴에 대한 최적의 서비스를 제공할 수 있는 기반이 된다.

둘째, 본 연구에서는 기존 연구들에서 사용자의 상황 정보를 이용하여 서비스 사용자에게 제공할 수 있는 적합한 서비스 발견을 위한 기존의 서비스 제공 프레임워크와는 다르게 지능적인 서비스 제공을 위한 ECA 트리거 시스템을 통합하였다. 트리거는 특정 컨텍스트에 반응하여 해당되는 서비스를 자동으로 제공할 수 있는 기능을 한다. 예를 들어, 사용자가 집에 들어오면 자동으로 집안의 불이 켜지는 것은 간단한 형태의 트리거 기반 서비스라고 할 수 있다. 트리거 기반의 서비스에서 중요한 것은 이벤트의 발생에 있다. 컨텍스트의 변화라는 것은 트리거가 동작하기 위한 이벤트 발생을 의미하므로 ECA 규칙에 의한 트리거가 효율적으로 동작할 수 있도록 트리거 규칙을 설계하는 것이 중요하다. 제안된 시스템의 트리거 엔진은 사용자의 컨텍스트에 대한 지능적인 서비스를 제공하기 위한 중요한 역할을 한다.

이와 더불어 트리거 시스템은 규칙 실행의 구조 및 형태에 따라 시스템의 성능에 많은 영향을 미친다. 그러므로 제안된 시스템의 효율적인 처리를 위해 온톨로지를 적용한 마이닝 알고리즘의 상세 설계와 지능적인 마이닝 프로세스를 수행하기 위한 트리거 규칙 실행의 정량적인 평가가 향후 연구에서 지속적으로 수행되어야 한다.

5. 결론

수시로 변화하는 사용자의 환경과 상황에 따라 서비스 내용도 새롭게 갱신될 수 있는 자동화된 시스템이 필요하다. 본 논문에서는 사용자의 위치와 행동에 따른 지능적인 서비스 제공을 위

해 컨텍스트 온톨로지를 설계하고, 이를 기반으로 사용자의 행동과 연관된 서비스 패턴을 지능적으로 마이닝하기 위한 트리거 규칙을 정의하였다. 그리고 트리거 시스템의 통합 구조인 능동 마이닝 아키텍처를 제안하였다. 트리거는 특히 사용자의 행동 이벤트에 따른 서비스 제공 및 마이닝의 실행 시점을 제어할 수 있는 역할을 한다. 향후 연구에서는 제안된 프레임워크를 기반으로 시스템 구현을 위해 컨텍스트 온톨로지를 적용하는 마이닝 알고리즘 구현 및 시스템 효율성에 대한 정량적인 평가를 수행할 것이다.

참 고 문 헌

[1] C. Harry, F. Tim, "An Ontology for Context-aware Pervasive Computing Environments," In Proc. Workshop Ontologies and Distributed Systems, IJCAI Press, 2003

[2] S. Wang, J. Min and B. Yi, "Location Based Services for Mobiles," IEEE International Conference on Communication, 2008

[3] M. Khedr, A. Karmouch, "Negotiating Context Information in Context-aware Systems," In IEEE Intelligent Systems, 2004

[4] M. Strimpakou, et al., "Context Modeling and Management in Ambient-Aware Pervasive Environments," Workshop on Location and Context-aware, 2005

[5] M. A. Strimpakou, L. G. Roussaki, M. E. Anagnostou, "A Context Ontology for Pervasive Provision," National Technical University of Athens, 2004

[6] A. Corradi R. Montanari, D. Tibaldi, "Context-Based Access Control for Ubiquitous Service Provisioning," Computer Software and Application Conference, (COMPSAC), 2004

[7] C. H. Lee, S. Helal, "Context Attributes: An Approach to Enable Context-Awareness for Service Discovery," Symposium on Applications and the Internet, pp.22-30, 2003

[8] S. C. Doudane, N. Agoulmine, "Hierarchical Policy Based Management Architecture to Support the Deployment and the Discovery of Services in Ubiquitous Network," 29th Annual IEEE International Conference on Local Computer Networks, LNCS, 2004

[9] S. Maffioletti, S. K. Mostefaoui, B. Hirsbrunner, "Automatic Resource and Service Management for Ubiquitous

ous Computing Environments," Proc. of the Second IEEE Annual Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops, 2004

[10] W. Beer, et. al. "Modeling Context-Aware Behavior by Interpreted ECA Rules," Mobile and Ubiquitous Computing, LNCS, 2004

[11] T. Abraham, "Knowledge Discovery in Spatio-Temporal Databases," School of Computer and Information Science, University of South of Australia, Ph. D dissertation, 1999

[12] J. F. Allen, H. A. Kautz, "A Model of Native Temporal Reasoning," In Formal Theories of The Common Sense World, 1985

[13] <http://www.w3.org/2004/OWL>

[14] <http://protege.stanford.edu>

[15] J. Widom, S. Ceri, "Introduction to Active Database Systems. Active Database Systems : Triggers and Rules for Advanced Database Processing," 1996



황 정 희

2001년 :충북대학교 전자계산학과 (이학석사)
 2005년 :충북대학교 전자계산학과 (이학박사)

2001년~2006년 :정우씨시스템(주) 연구소장
 2006년~현재 :남서울대학교 컴퓨터학과 조교수
 관심분야 : XML 및 웹 데이터베이스, 유비쿼터스 컴퓨팅, 데이터 마이닝