

비즈니스 프로세스 상황인식추론모델 설계

박의수*, 유관중**
*충남대학교 컴퓨터학과
**충남대학교 컴퓨터공학과
e-mail:uspark@hit.ac.kr

Context-Awareness Reasoning Model for Business Process

Ui-Su Park*, Kwan-Jong Yoo**

*Dept of Computer Science, Chungnam National University

**Dept of Computer Science & Engineering, Chungnam National University

요 약

유비쿼터스 환경에서는 무선 네트워크 연결의 불안정으로 발생하는 비즈니스 프로세스의 부분 연결 문제를 관리하는 네트워크 상황정보와 개인 취향 정보, 사무 환경 정보들을 지능적으로 취합, 상황분석, 및 관리하는 서비스 개발이 요구된다. 본 논문에서는 비즈니스 프로세스의 유연한 상황정보 추론을 위하여 온톨로지 기반 상황인식 구조인 상황인식 추론 시스템을 제안하였다. 가상공간에 대한 구조를 정의하고 재사용이 가능한 컴포넌트로 일반적인 상황인식 메커니즘을 제공함에 따라 어플리케이션 개발 시 가상공간에서 상황인식 어플리케이션 구현에 대한 비용을 절감하고 복잡성을 줄여 확장성을 갖게 되었다.

I. 서론

상황인식 컴퓨팅(Awareness Computing 또는 Context-Aware Computing)은 인간과 컴퓨터간의 의사소통에 대한 장벽을 해소하는 방안으로 부각되고 있다[1]. 유비쿼터스 환경에서의 비즈니스 프로세스는 무선 네트워크 연결의 불안정으로 발생하는 부분 연결 문제가 존재할 수 있고, 이러한 상황을 관리하는 네트워크 상황정보와 개인 취향 정보, 사무 환경 정보들을 지능적으로 취합, 상황분석, 및 관리하는 서비스 개발이 요구된다. 이러한 서비스는 독립적이고 자율적으로 동작하는 에이전트 기술을 활용하고 상황을 분석하고 추론하는 기술들을 필요로 한다.

본 연구의 목표는 비즈니스 프로세스를 위한 상황인식 추론 시스템을 구현하는 것이다. 상황정보는 일반적으로 사용자가 입력하는 것과 달리 많은 다양한 소스로부터 정보가 입력된다. 따라서 입력되어진 상황정보에 대한 추상화가 요구된다. 상황정보의 유연한 추론을 위하여 온톨로지 기반 상황인식 구조인 가상공간을 제안한다. 가상공간에 대한 구조를 정의하고 재사용이 가능한 컴포넌트로 일반적인 상황인식 메커니즘을 제공함에 따라 어플리케이션 개발 시 가상공간에서 상황인식 어플리케이션 구현에 대한 비용을 절감하고 복잡성을 줄여 확장성을 갖게 될 것이다. 그리고 규칙 기반 상황정보추론이 상황정보 모델 상에 도입되어 가상공간 하에서 동적으로 상황을 획득하여 보다 빠른 응답시간을 갖게 될 것이다.

본 논문에서 제안하는 상황인식 추론 시스템을 편의상 CRS(Context-awareness Reasoning System)라 칭한다. 상황은

무선 네트워크 상황정보, 개인 상황정보, 그리고 사무 상황정보로 분류하고, 상황정보를 수집하고 이를 분석하여 상황정보 데이터베이스에 저장하고, 상황이 발생할 경우 그에 가장 적합한 상황정보를 제공한다. 그리고 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에 맞는 대규모 상황인식 소프트웨어로의 합리적인 확장성을 갖추도록 컴포넌트 기반 계층형 구조(Layered Architecture)를 선택하여 온톨로지 기반 상황정보를 설계에 반영한다[2].

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다.

II장에서는 본 논문에서 제안하는 상황인식 추론 시스템의 요구사항과 디자인원칙을 제안한다. 상황인식 에이전트 시스템으로서 시스템 구조와 구성요소간의 상호작용을 원활히 하고 각각의 역할에 충실하도록 인터페이스를 정의한다. 그리고 각 세부 컴포넌트에 대한 구조 및 세부 설계를 수행한다. 또한 에이전트로부터 발생한 정보를 저장·관리하는 데이터베이스 시스템을 설계 및 구현한다.

III장에서는 실험을 통하여 결과를 분석하고, 마지막으로 IV 장에는 결론 및 향후연구과제를 기술한다.

II. 상황인식 추론 시스템(Context-awareness Reasoning System: CRS)

상황인식 추론 시스템(Context-awareness Reasoning System: CRS)은 비즈니스 프로세스 환경하에서 언제, 어디서나 검색에 대한 결과를 편리하게 사용 할 수 있으며 일반 PC 및 모바일 사용자에서 편리하게 사용 가능하고, 개인마다 각기 다른 사무환

경을 맞춤형 컴포넌트로 상황정보를 지능적으로 취합 하는 기능을 제공한다. 이를 위하여 규칙 기반(Rule-Based)하에서 상황표현, 추론, 검증, 질의를 위한 가상공간을 이용하여 상황정보를 추론하고 유연성, 안정성, 처리시간에 대한 최상의 성능을 제공한다. 규칙 기반 상황정보추론은 상황정보 모델상에 도입하여 구현되며 가상공간하에서 동적으로 상황을 획득하고 표현하는 방법을 제공한다. 또한, 다양한 어플리케이션에 광범위한 높은 수준의 상황정보를 제공하기 위하여 상황인식 하부구조에 추론 메커니즘을 도입한다.

기본적인 설계 방침은 컴포넌트 기반으로 설계하고, 자바 분산 처리 기법인 J2EE 빈즈를 활용할 수 있도록 설계한다. 상황정보는 일반적으로 사용자가 입력하는 것과 달리 많은 다양한 소스로부터 정보가 입력된다. 따라서 입력되어진 상황정보에 대한 추상화가 요구된다[3]. 상황정보의 유연한 추론을 위하여 온톨로지 기반 상황인식 구조인 가상공간을 제안한다. 가상공간에 대한 구조를 정의하고 재사용이 가능한 컴포넌트로 일반적인 상황인식 메커니즘을 제공함에 따라 어플리케이션 개발 시 가상공간에서 상황인식 어플리케이션 구현에 대한 비용을 절감하고 복잡성을 줄일 수 있을 것이다.

낮은 수준의 상황정보(Low-Level Context)로부터 응용프로그램 혹은 하드웨어센서와 같은 각종 장치로부터 추론과정을 거쳐 높은 수준의 상황정보(High-Level Context)를 얻게 된다. 예를 들면 사원이 출장중이라는 높은 수준의 상황정보는 사원이 지니고 있는 모바일 폰에서 송신되는 메시지 혹은 낮은 수준의 상황정보로부터 유추해낸 것을 알 수 있다.

예를 들어 출장자는 외부에 있다. 출장신청서가 접수되었다. 출장자의 모바일 폰이 이동한다는 낮은 수준의 상황정보로부터 “사원이 출장중이다.”는 높은 수준의 상황정보를 유추해낸 것이다. 높은 수준의 상황정보는 상황정보를 저장한 지식베이스에서 규칙 기반 추론기술을 적용함으로써 유도할 수 있다. 상황정보를 추론하고 검증, 질의하는 상황인식 하부구조의 장점은 상황정보가 시스템이 해석할 수 있는 형태로 명확하게 표현되기 때문에 일반적인 메커니즘으로 쉽게 지원할 수 있다.

1. CRS의 구성

상황인식 추론 시스템의 가상공간은 상황을 감지하는 기능, 감지된 상황정보를 수집하는 기능, 수집된 상황정보를 추론하는 기능으로 크게 구분할 수 있다. 그림1은 온톨로지에 기반 한 상황인식 추론 시스템의 하부구조인 가상공간의 구조를 보여준다. 이와 같은 가상공간은 여러 개의 컴포넌트로 구성되어 있다. 여러 개의 컴포넌트가 서로 종속되거나 독립적으로 존재하는 감지장치(Sensing Device), 수집기(Collector), 추론기(Reasoner), 지식베이스(Knowledge Base), 쿼리엔진(Query Engine)으로 구성되어 있다. 감지장치는 물리적인 공간상의 센서들을 가상공간과 매핑하고 이들 센서정보로부터 수집된 상황정보를 서비스에 적합한 통합 메시지를 구성한다. 상황정보는 내부 상황정보와 외부

상황정보로 구분된다. 내부 상황정보는 이미 시행된 서비스를 기반으로 구성된 이력정보와 사용자의 입력에 의한 사용자 정보로 구성된다. 외부 상황정보는 외부 센서에 의해 수집된 상황정보이다. 구성된 메시지는 수집기로 전달된다.

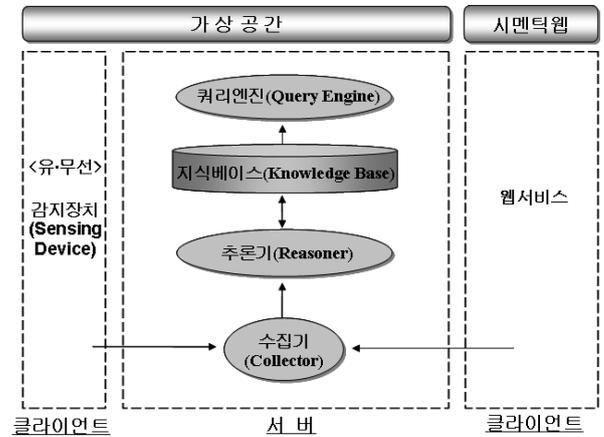


그림 1. CRS의 구조

수집기, 추론기, 지식베이스, 그리고 쿼리엔진은 다음에 나오는 상세설계에서 자세히 설명하겠다. 가상공간은 OWL 표준 시맨틱 웹 기술로 구현하며 보다 향상된 상황정보 추론, 검증, 질의를 위하여 JESS 엔진을 사용한다[4].

2. CRS의 상세설계

CRS의 기본적인 설계 방침은 재사용이 가능한 컴포넌트 기반으로 설계하고, 자바 분산 처리 기법인 J2EE 빈즈를 활용할 수 있도록 설계한다. 상황정보는 상황에 따라 취급하는 정보가 다를 수 있고, 상황 데이터 소스는 사용자 인터페이스, 센서, 또는 응용프로그램일 수 있다. CRS의 설계는 주어진 목표 및 역할에 따라 기술 및 기능규격이 정해지고 CRS 세부 컴포넌트 설계로 이루어진다. CRS는 CRS 서버와 두 종류의 클라이언트들로 구성된다. 하나는 서버 시스템 내에 존재하는 가상의 클라이언트와 다른 하나는 시맨틱웹에 존재하는 클라이언트이다. 상황정보는 상황에 있는 대상으로부터 주어져 받을 수 있는 상황정보와 안 주어도 찾아야 하는 정보가 있을 수 있다.

CRS 서버의 구성요소는 다음과 같다.

- ◆ 수집기
 - 이벤트모니터, 메시지분석기, CStruts
- ◆ 추론기
 - 제공자, 트리거
- ◆ 지식베이스
 - Cbatis, DB 매니저
- ◆ 쿼리엔진

1) 수집기

수집기는 가상공간상에 분산되어 있는 감지장치들로부터 전해져 오는 신호를 발견하여 상황정보를 수집하고, 온톨로지 기반 상황

정보모델로 변환하여 지식베이스에 저장하는 컴포넌트이다. 이를 위하여 수집기는 받은 메시지를 분석하고 그 내용에 따라 처리를 위탁한다. 수집기는 그림 2처럼 이벤트를 CStruts(Context Struts)에 의해 분석하여 제공자로 보내게 된다.

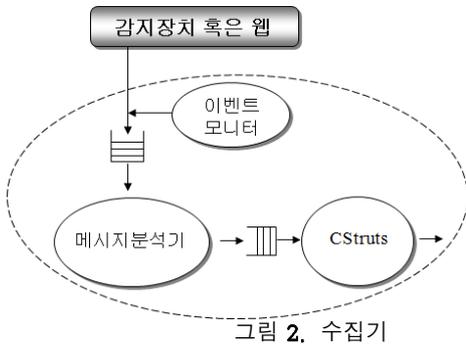


그림 2. 수집기

이벤트 모니터를 통해 감지된 상황이벤트는 메시지 분석기에서 ECA 규칙에 의해 수행되어 CStruts에 의해 분석되어 추론기의 제공자로 보내어지게 된다[5][6]. 본 논문에서의 CStruts는 웹 어플리케이션 구축을 위한 공개 소스 프레임워크인 스트럿즈를 수집기와 제공자간의 메시지를 적합하게 제공할 수 있도록 설계하였다.

2) 추론기

그림 3의 추론기는 상황정보를 추론하여 낮은 수준의 상황정보를 높은 수준의 상황정보로 추론하는 컴포넌트이다. 추론기는 전체적인 실행을 조절하고 추론을 수행하는 기능을 수행한다. 이러한 추론기는 제공자, 트리거로 구성된다. 제공자는 규칙을 만족하는 조합을 찾기 위해 지식베이스와 연계하여 수많은 사실들의 조합을 검색하고 모든 규칙들을 비교한다. 그리고 저장되어진 규칙들은 어떤 규칙을 실행할지에 대한 판단을 내리고 상황에 따라 규칙들에 대해 우선순위를 부여하여 실행할 순서를 정한다. 트리거는 규칙을 실행하는 기능을 수행한다.

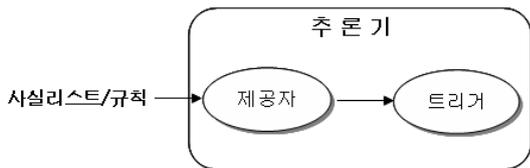


그림 3. 추론기

① 제공자

제공자는 요구에 따라 검색된 지식베이스의 상황정보를 제공한다. 경우에 따라 검색된 상황정보를 지능적으로 조합하거나 분류하여 제공할 수 있다. 제공자는 사건에 관련된 규칙을 지식베이스에서 검색하고 검색된 규칙의 조건 부분을 실행하여 실행된 결과가 참인 경우 트리거로 규칙의 동작부분을 전송하여 동작 실행을 초기화하는 기능을 가진다. 규칙 검색 모듈은 수집기로부터 정상적인 규칙을 실행할 수 있는 사건을 입력받아 이 사건과 관련된 규칙을 검색하기 위해 지식베이스에 접근한다. 조건 실행 모듈은 조건 실행 규칙의 조건을 검사하여 그 검사 결과가 참인 경우에 규칙의 동작을 실행해야 한다.

② 트리거

상황인식에서의 추론기능은 특정상황을 제어하거나 어떠한 상황이 발생하였을 때 응답을 자율적으로(Autonomously) 트리거하는 기능이 요구되고 있다. 이러한 기능을 위한 추론 시스템은 기존의 응용 시스템과는 달리 이러한 자율적인 트리거링 기능을 가지고 있어 매우 효율적인 시스템 운영이 가능하다. 트리거는 추론기상의 요구가 없어도 시간에 따라 또는 임계치에 따라 자동적으로 상황정보를 제공한다. 경우에 따라 상황정보를 지능적으로 조합하거나 분류하여 제공할 수 있다.

트리거는 그림 4와 같이 제공자에서 전송된 규칙의 동작을 실행하고 그 실행결과를 인터페이스 상으로 전달한다. 동작 메시지를 전달받은 스레드 관리모듈은 동작을 스레드에 할당하여 동작을 수행하게 한다. 동작 수행 모듈은 동작 수행 중 데이터베이스와의 연결을 설정한다. 동작의 실행 결과는 클라이언트에 전송된다. 스레드 관리모듈은 일정 개수의 스레드를 관리하며 동작 실행이 요구되면 스레드를 생성하여 할당하고, 수행이 종료되면 스레드를 종료한다. 또한 규칙의 우선순위를 고려하여 스레드 우선순위를 부여한다. 동작메세지가 도착하면 동작을 수행할 스레드를 검사하고 스레드에 동작을 할당하여 생성한다. 동작 실행 모듈은 조건 실행 규칙의 조건을 검사하여 그 검사 결과가 참인 경우 동작을 실행 중 데이터베이스 검색이 필요한 경우 처리된 결과를 외부인터페이스로 전송하는 기능을 수행한다.

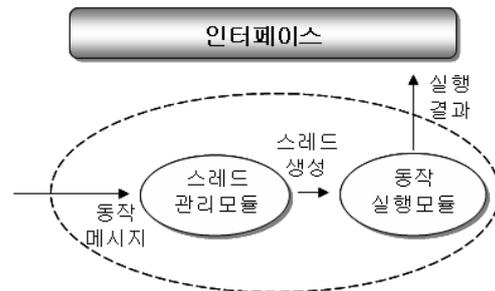


그림 4. 트리거

3) 지식베이스

지식베이스는 상황정보를 저장하는 저장소로서 상황정보를 동적으로 하나의 데이터 모델로 연결하여 주고, 다중으로 저장된 상황정보를 추론하기 위하여 추론기와 쿼리엔진을 위하여 인터페이스를 제공한다. 지식베이스는 규칙베이스 규칙베이스(Rule Base)들과 작업기억(Working Memory)영역으로 구성되어 있으며, 규칙들을 저장·관리하며 사실리스트(Fact List)들로 구성되어 있는 공간이다. 그리고 추론기와 연계되어 있다

4) 쿼리엔진

추론된 높은수준 상황정보는 지식베이스로 저장되어 쿼리엔진을 통하여 사용할 수 있다. 저장된 일반 상황정보와 추론기를 거친 추론된 높은 수준의 상황정보는 쿼리엔진을 통하여 양쪽 모두에 질의한다.

III. 실험 및 결과

비즈니스 프로세스를 위한 상황정보추론은 물리적인 스마트 공간에서 다양하게 존재하는 각종 센서 상황정보를 온톨로지로 모델링하기 위하여 상황정보의 종류를 행위(Activity), 신분(Identity), 위치(Location), 시간(Time), 그리고 컴퓨팅자원(Computing Entity)으로 5개의 클래스로 정의한다. 기초온톨로지 작성은 규칙 기반의 상황해석 처리를 위하여 JESS를 사용하였다[7][8].

표 1은 온톨로지 기반 상황인식 추론 시스템과 비온톨로지 기반 상황인식 추론 시스템에서의 상황정보의 변화에 따른 시스템비교 내용을 명시한 것이다. 적응성과 확장성은 앞서 실험에서 언급하였으며 상황정보분리는 상황정보와 소스코드를 분리시켜 적응성과 확장성을 지원한다는 의미이다. ×는 지원하지 않음을 ○는 지원함을 말한다.

표 1. 시스템 비교

	비온톨로지 기반	온톨로지 기반
코드수정	- 사용자추가에 대한 새로운 변수 선언 및 변수 타입 변경 - DB의 테이블구조 변경 - 새로운 사용자에 대한 코드 값 변경 - 상황별 해석 알고리즘 추가	- 클래스에 인스턴스 추가 - 새로운 상황에 대한 사실 추가 - 새로운 상황에 대한 규칙 추가
컴포넌트기반	×	○
상황정보분리	×	○
적응성	×	○
확장성	×	○

본 논문이 제안하는 온톨로지 기반 시스템에서는 새로운 상황정보의 추가에 따라 온톨로지 구조와 규칙의 변경만으로 적절한 대응이 가능하다. 온톨로지는 클래스와 인스턴스 구조를 가진다. 따라서 클래스를 정의한다면 시스템 구조의 변화 없이 인스턴스가 동적으로 추가됨으로써 시스템 스스로 능동적인 대응이 가능하다.

IV. 결론 및 향후연구

본 논문에서는 비즈니스 프로세스를 위한 상황정보의 유연한 추론을 위하여 온톨로지 기반 상황인식 추론 시스템을 제안하였다. 유비쿼터스 환경에서의 비즈니스 프로세스는 무선 네트워크 연결의 불안정으로 발생하는 부분 연결 문제가 존재할 수 있다. 이러한 상황을 관리하는 네트워크 상황정보와 개인 취향 정보, 사무 환경 정보들을 지능적으로 취합, 상황분석, 및 관리하는 서비스 개발이 요구된다. 이러한 서비스는 독립적이고 자율적으로 동작하는 에이전트 기술을 활용하고 상황을 분석하고 추론하는 기술들을 필요로 한다. 상황정보는 일반적으로 사용자가 입력하는 것과 달리 많은 다양한 소스로부터 정보가 입력된다. 따라

서 입력되어진 상황정보에 대한 추상화가 요구된다. 온톨로지를 이용한 상황인식 추론 시스템은 상황정보와 소스코드의 분리를 통한 프로그램의 복잡도를 낮춰 상황정보의 추가에 따른 프로그램의 수정을 최소화함으로써 비즈니스 프로세스상의 새로운 상황에 쉽게 대처 할 수 있다. 규칙 기반 상황정보추론이 상황정보 모델상에 도입되어 가상공간하에서 동적으로 상황정보를 획득하여 변화하는 상황에 효율적으로 적용하게 되었다. 그리고 가상공간에 대한 구조를 정의하고 재사용이 가능한 컴포넌트로 일반적인 상황인식 메커니즘을 제공한다. 상황정보가 추가되거나 수정될 사실정보를 재사용하며 확장하기 때문에 상황인식 어플리케이션 구현에 대한 비용을 절감하고 확장성을 갖게 되었다. 하지만, 추론환경이 동적으로 변하는 유비쿼터스환경에서는 상황정보들이 매우 다양하고 복잡하다. 때문에 상황인식 추론 시스템은 상황정보들 간의 결합이 빈번히 발생하여 복잡도가 증가하게 된다. 본 시스템이 최상의 응답서비스를 갖기 위해서는 상황정보 추론의 복잡도를 줄여야 한다. 이를 위하여 상황정보들 간의 결합도를 낮추는 방안에 대한 연구가 향후 진행 될 것이다.

참고문헌

- [1] A. K. Dey and G. D. Abowd, "Towards an understanding of context and context-awareness," submitted to HUC '99.Applications, pp.85-90, 1994.
- [2] D. R. McCarthy and U. Dayal, "The Architecture of An Active Data Base Management System," ACM SIGMOD 18(2), pp.215-224, 1989.
- [3] B. Schilit and et al., "Context-Aware Computing Applications," In proceedings of IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, 1994.
- [4] M. Jang and J. C. Sohn, "Bossam: An Extended Rule Engine for OWL Inferencing," In proceedings of RuleML 2004, Hiroshima, Japan, November 8, 2004.
- [5] G. vonBultzingsloewen and et al., "ECA functionality in a distributed environment," Active Rules in Database System, Springer, pp.147-175, 1999.
- [6] M. Cilia and A. Buchmann, "An active functionality service for e-business application," ACM SIGMOD Record 31(1), 2002.
- [7] M. J. Connor and et al., "Supporting Rule System Interoperability on the Semantic Web with SWRL," 4th Int'l Semantic Web Conf.(ISWC2005), 2005.
- [8] 박의수, 유관중, "비즈니스 프로세스를 위한 상황인식 추론 시스템." 제4회 정보통신분야학회 JCICT 2010, pp.223-226.