

유비쿼터스 환경에서 상황인지 기반 문화재 답사도우미 시스템

박지형*, 이승수**, 김성주***, 이석호****, 엽기원*****

A Tour Guide System Based on a Context-Aware in Ubiquitous Environment

Park, Ji-Hyung*, Lee, Seung-Soo**, Kim, Sung-Ju***, Lee, Seok-Ho**** and Yeom, Ki-Won*****

ABSTRACT

The ubiquitous environment is to support people in their everyday life in an inconspicuous and unobtrusive way. This environment requires information such as the person, his/her preferences, and habits which is available in the ubiquitous system. In this paper, we propose the context aware system that can provide the tailored information service for user in ubiquitous computing environment. Our system architecture is divided into 4 domain models such as context awareness, presentation, interface and inference domain. Each domain model can perform some predefined tasks independently. And we suggest the hybrid algorithm combined with fuzzy and Bayesian method in order to reason what is the suitable information for user. We show the possibility for the real application through applying the system to the TGA (Tour Guide Assistant) for Kyoungju historical site.

Key words : Ubiquitous Environment, Web Service, Agent, Context, Fuzzy logic, Bayesian Network

1. 서 론

오늘날 인터넷과 정보처리기술의 발달로 사용자는 인터넷을 통해 다양한 정보를 얻을 수 있게 되었으며, 이와 함께 발전한 이동통신기술 및 이동 단말 기술은 사용자로 하여금 물리적인 환경에 종속되지 않고 언제, 어디서나 사용자가 원하는 서비스를 제공할 수 있게 하였다. 이러한 기술을 바탕으로 최근의 컴퓨팅 패러다임인 유비쿼터스 컴퓨팅 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 유비쿼터스 컴퓨팅 기술은 단순히 시스템 내의 모든 객체를 제어하는 것뿐만 아니라 객체 간의 관계 및 주변 환경을 통합적으로 관리하며 각 객체 간의 상호작용을 필요로 하는 새로운 시스템 환경으로의 발전을 의미한다. 더불어 가변적인 사용자의 지리적 위치 및 행동, 주변 환경 등과

같은 상황 정보를 인지함으로써 사용자와의 인터랙션 및 서비스를 가능하게 한다^[1].

사용자와 주변 환경에 대한 정보를 상황(Context)이라고 표현하며, 사용자의 환경으로부터 상황 정보를 획득하는 것을 상황인지(Context-Awareness)라고 정의한다. 그리고 상황인지를 통해 획득된 정보를 분석함으로써 개별화된 맞춤형 서비스 제공이 가능하다.

현재 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 자동화된 서비스를 제공하기 위한 상황인지 시스템의 프레임워크에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 특히, 센서 정보 수집, 분석, 해석하고 이를 어플리케이션 및 센서와 응용 서비스를 통합하는 미들웨어와 객체와 객체 사이의 관계를 지속적으로 관리함으로써 사용자에게 서비스를 제공할 수 있는 시스템에 대한 연구가 진행되고 있다.

개인화된 서비스가 가능한 상황인지 시스템을 구현하기 위해서는 다음과 같은 사항이 고려되어야 한다. 첫째, 상황 정보는 이벤트 또는 단순한 바이너리 형식의 정보가 아닌 여러 시스템에서 공동으로 사용 가능한 형태이어야 한다. 기존의 바이너리 형태의 정보 처리 시스템은 미리 정의된 테이블을 정의하고 수신된 정보를 맵핑시키는 방식으로 구현되고 있다. 그러나

*교신저자, 정회원, 한국과학기술연구원 CAD/CAM 연구센터

**연세대학교 컴퓨터과학과 석사 4차

*** (주)만도 중앙연구소

**** (주)삼성전기 생산기술연구소

*****과학기술연합대학원 대학교 HCI 전공 박사과정

- 논문투고일: 2005. 09. 14

- 심사완료일: 2006. 09. 04

이러한 방식은 수많은 정보를 처리하기 위해 방대한 양의 맵핑 테이블을 사전에 구성해야 하는 문제점이 존재하며, 시스템 개발 시 작업량의 증가를 발생시킨다.

둘째, 유미쿼터스 컴퓨팅 환경에서 수많은 센서와 어플리케이션 간의 빈번한 추가, 삭제, 변경 등으로 발생하는 시스템 상의 오류 및 자원의 관리가 효율적으로 이루어지도록 해야 한다. 사용자별 맞춤형 정보를 제공할 때, 상황에 따라 다른 형태의 레이아웃 적용 및 변경이 발생할 수 있으며, 이와 관련하여 새로운 콘텐츠 생성에 필요한 각종 정보들을 센서로부터 수신해야 하는 경우가 발생할 수 있다. 그러나 새로운 콘텐츠를 생성하는 컴포넌트가 기존의 센싱 정보 이외에 추가적인 정보들을 얻기 위해서는 센싱 장치에 그에 알맞은 정보를 제공해야 하지만, 기존의 센싱 장치는 이미 정의되어 있는 형태의 정보만을 제공할 수 있기 때문에, 이러한 요구에 부합될 수 없다. 따라서 센싱 장치와 맞춤형 정보 생성 컴포넌트 간의 불일치가 발생할 수 있으며, 정보의 불일치에 의한 어플리케이션 구동 상의 오류가 발생할 수 있다. 더불어, 센싱 장치의 고장이나 이상에 따라 어플리케이션에 제공해야 하는 정보가 제대로 전송되지 않는 경우 해당 자원(컴포넌트, 센서 등)을 적시에 변경하고 이를 시스템에 반영해야 안정적으로 서비스를 제공할 수 있다. 즉, 시스템 운용에 필요한 각종 자원의 상태와 이상 유무, 변경 관리, 이력관리 뿐만 아니라 변화에 대응하는 측면에서의 자원관리가 이루어져야 한다.

셋째, 센서와 서비스의 동적인 연결을 용이하게 하기 위해서 상황인지 시스템은 독립성을 보장하도록 설계되어야 한다. 기존의 웹 프로그램은 서버 상에서 새로운 모듈을 추가하거나 기존의 모듈이 변경된 경우, 웹 서버 및 그와 관련된 서비스를 중단한 후, 이를 반영하고 재실행하도록 하고 있다. 그러나 안정적인 서비스를 제공하기 위해서는 각 컴포넌트들은 독립적으로 설계 및 구동되어야 하며 컴포넌트의 부분적인 변화에도 유연하게 대응할 수 있어야 한다.

넷째, 상황정보는 사용자에게 따라 상이하고 이를 통해서 맞춤형 서비스 제공이 가능하기 때문에 개별적인 상황정보를 습득할 수 있는 메커니즘을 고려해야 한다.

본 논문에서는 맞춤형 서비스를 제공하기 위해 사용자별 특성을 반영할 수 있는 상황 인지 모델링과 이기종 장치간의 정보를 교환할 수 있는 시스템 아키텍처를 제안한다. 우선, 본 논문의 시스템은 기존의 바이너리 형식의 정보 처리 형태가 아닌 XML 기반의 웹 서비스 형태로 구현된다. 이를 이용하여 대량의 정

보 처리를 위해 정의되는 맵핑 테이블 및 구현에 대한 문제점을 해결할 수 있으며, 두 번째, 빈화하는 환경 및 각종 자원의 상태와 이상 유무 및 변경 관리, 이력 관리를 통한 자원의 관리 및 오류 발견을 위한 상황 인지 모델링을 설계한다. 세 번째, 본 논문의 시스템에서 웹 서비스의 인터페이스가 내부 컴포넌트 모듈과 독립적으로 설계 및 개발됨으로써, 컴포넌트 모듈에서의 추가 및 변경이 서비스에 직접적인 영향을 미치지 않는다. 즉, 변경된 모듈이 로드될 때, 서비스 중인 콘텐츠나 트랜잭션은 임시로 캐쉬에 저장되고, 웹 서버가 모듈을 업데이트한 후, 캐쉬된 정보를 인터페이스에 반영하도록 설계하며, 사용자는 중단 없는 서비스를 지속적으로 제공받을 수 있고, 시스템은 컴포넌트의 부분적인 변화에도 유연하게 대응할 수 있도록 한다. 네 번째, 사용자의 행동이나 주변 환경의 속성 등 가변적인 상황정보를 추출하고 이것을 이용하여 개별화된 서비스로 제공하기 위한 방법으로 퍼지와 베이지안 네트워크의 하이브리드 알고리즘을 제안한다. 이러한 방법은 사용자 프로파일 내의 여러 속성에 대해 빠르고 간단하게 처리할 수 있는 로직의 운용 및 구현상의 효율성을 고려하였다. 마지막으로, 사례 연구를 통해 본 연구에서 제안하는 시스템의 실현 가능성을 보인다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 다음 장에서는 기존 연구에 대한 검토가 이루어지며, 3장에서는 본 연구에서 제안한 상황인지 시스템 아키텍처를 소개한다. 퍼지와 베이지안 네트워크를 이용한 하이브리드 알고리즘이 4장에서 기술되며, 도메인 아키텍처를 에이전트 기반의 에이전트 기반의 상황인지 시스템이 5장에서 설명된다. 6장에서는 상황인지 시스템을 분화재 답사 도우미 시스템에 적용한 사례 연구를 살펴보면, 마지막으로 본 연구에 대한 결론 및 향후 연구 과제를 기술한다.

2. 관련 연구

GATECH에서는 센서 정보를 수집 및 분석, 해석하고 이를 어플리케이션에 전달하는 ContextToolkit을 개발하였으며, TecO에서는 센서와 응용 서비스를 통합하는 미들웨어로서 센서에서 생성된 정보를 상황정보로 변환하여 모든 응용 서비스에서 사용할 수 있도록 한 TEA-System이 제안되었다. 그리고 CMU에서는 사용자나 대상 객체를 관리하고, 객체와 객체사이의 관계를 지속적으로 관리함으로써 사용자에게 서비스를 제공할 수 있는 Contextual Service Framework

에 대한 연구가 진행되고 있다¹³⁻¹⁵⁾.

위치 정보를 활용한 선행 연구로는 다음과 같은 것들이 있다. D. Patterson 등은 GPS 데이터를 이용하여 사용자의 이동 방법(걸기, 운전 중, 버스 이용)을 추론 및 예측할 수 있는 베이지안 네트워크 모델을 제시하였다¹⁶⁾. 또한, D. Ashbrook 등은 GPS 데이터를 k-means 알고리즘을 이용해 사용자의 정확한 위치를 파악하고 마코브 모델을 이용하여 사용자가 이동할 위치를 예측할 수 있도록 하였다¹⁷⁾.

하지만, 이러한 연구에서는 다음과 같은 문제점이 있었다. 서비스를 실행시키기 위한 데이터로써 단순한 바이너리 타입의 데이터를 사용하여 이질적인 시스템 간에 사용이 불가능하며, 오브젝트의 빈번한 생성, 추가, 삭제 과정에서 발생하는 오류 및 자원 관리가 용이하지 않다. 마지막으로, D. Patterson의 연구에 대해서는 사용자가 머무르는 위치만을 사용하기 때문에 사용자의 특성 및 환경에 포함되는 오브젝트 간의 관계가 고려하지 않는 단점이 있으며, D. Ashbrook의 연구에서는 마르코프 모델이 매우 결정적이기 때문에 결과를 예측하는데 있어 유연성이 떨어진다는 단점이 있었다.

3. 상황인지 시스템 아키텍처

유비쿼터스 내의 시스템 환경은 사용자와 네트워크, 사용자와 어플리케이션, 그리고 네트워크와 어플리케이션 등 사용자가 속해 있는 주변 환경의 모든 오브젝트 간의 관계뿐만 아니라 이벤트 또한 고려되어야 한다. 이러한 유비쿼터스 환경에서의 상황 정보는 SW IH를 이용하여 표현이 가능하다.

본 논문에서는 맞춤형 서비스를 제공하기 위하여 사용자별 특성을 반영할 수 있는 상황 인지 모델링과

이기종 장치간의 정보를 교환할 수 있는 시스템 아키텍처를 제안한다.

본 논문에서 제안하는 시스템 아키텍처는 Fig. 1과 같이 크게 4개의 도메인으로 구성된다. 각 도메인은 사용자 및 장치, 그리고 서버와 연결하기 위한 인터페이스 도메인, 사용자의 컴퓨팅 환경에서 상황 정보를 나타내는 컨텍스트 도메인, 베이지안 네트워크와 퍼지를 이용하여 사용자 컴퓨팅 환경을 모델링한 추론 도메인, 마지막으로 추론 도메인 하에서 생성된 맞춤형 서비스를 제공하기 위한 프레젠테이션 도메인으로 구성된다.

3.1 인터페이스 도메인

인터페이스 도메인(Interface Domain)은 사용자 정보를 획득할 수 있는 사용자 객체와 PDA(Personal Digital Assistants)나 HMD(Head Mounted Display)와 같은 휴대 장치 정보를 저장하는 디바이스 객체, 그리고 사용자의 상황 정보를 모니터링하고 수집하며 서버로 전송할 수 있는 센서 네트워크 객체로 구성된다.

3.2 컨텍스트 도메인

컨텍스트 도메인(Context Domain)은 사용자의 성향을 나타내는 사용자프로파일 객체와 사용자의 관심도를 예측할 수 있는 컨텍스트 정보 객체로 이루어진다. 사용자 프로파일은 사용자의 나이, 성별, 직업, 직책 등으로 분류되며 컨텍스트 정보는 사용자의 ID, 위치, 시간, 관심도 등으로 분류된다. 이렇게 분류된 정보는 데이터베이스에서 관리되며 추론 도메인에서 사용된다.

3.3 추론 도메인

추론 도메인(Inference Domain)은 퍼지 이론과 베이지안 네트워크의 하이브리드 알고리즘을 이용하여 인터페이스 도메인에서 전달된 정보와 과거의 데이터를 바탕으로 사용자에게 제공할 콘텐츠의 내용 및 유형, 제공 시간 등의 유용한 정보를 생성한다.

3.4 프레젠테이션도메인

프레젠테이션 도메인(Presentation Domain)은 추론 도메인으로부터 생성된 정보를 출력 장치에 출력하기 위해 콘텐츠, 레이아웃, 인터랙션, 디스크립션 객체로 구성된다.

컨텐츠 객체는 추론 도메인에서 생성된 콘텐츠 유형에 따라 해당하는 데이터를 출력한다. 정보의 유형

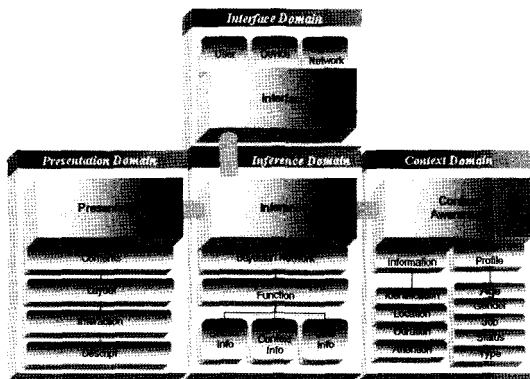


Fig. 1. An architecture of context-aware system.

은 동영상, 텍스트, 이미지 등이 있다. 레이아웃 객체는 사용자가 선호하는 화면 배색이나 GUI, 메뉴 등을 자유롭게 변경 가능하도록 지원하며, 사용자의 선호도가 변경되는 경우에 이를 데이터베이스에 반영한다. 디스크립션 객체는 사용자 장치에 제공하는 콘텐츠의 구성 환경을 메타 데이터로 저장하고 다음 추론을 위해 데이터베이스의 사용자 프로파일에 저장된다.

4. 하이브리드 알고리즘

4.1 베이지안 네트워크

유비쿼터스 환경에서 사용자의 행동이나 주변 환경은 지속적으로 변화하는 특성을 갖고 있다. 따라서 이러한 가변적인 속성을 갖는 상황정보를 추출하고 이를 이용해서 사용자에게 개별화된 서비스를 제공하기 위해 베이지안 네트워크를 적용한다.

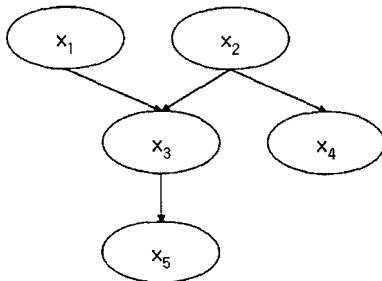


Fig. 2. An example of simple bayesian network.

$$p(x1, x2, x3, x4, x5) = p(x1)p(x2)p(x3|x1, x2)p(x4|x2)p(x5|x3) \quad (1)$$

베이지안 네트워크는 노드와 아크, 그리고 노드와 노드가 가지는 확률을 나타내는 조건부 확률 테이블(Conditional Probability Table, CPT)로 구성된다. 노드는 랜덤변수를, 아크는 각 변수들 간의 연관성을 나타낸다. 각 노드의 값과 부모가 확정되었을 때, CPT를 가지고 베이지안 추론 알고리즘을 이용하면 노드 결합의 급증과 결합 확률 분포의 계산에 따른 엄청난 계산량의 난점을 피할 수 있다. Fig. 21의 x1, x2, x3, x4, x5는 주어진 도메인의 랜덤변수들이다. P(x1, x2, x3, x4, x5)는 그들의 결합 확률 분포인데, 변수들의 독립성 가정과 체인 룰을 이용하여 다음과 같이 구할 수 있다¹⁾.

4.2 퍼지와 베이지안 네트워크의 하이브리드 알고리즘

베이지안 네트워크는 불확실한 상황을 확률 값으로

표시하고, 복잡한 추론 과정을 정량화된 노드 간의 관계로 단순화한 뒤에, 노드 간의 인과관계를 고려하는 추론방법이다. 또한, 시스템의 확장 및 변화를 단순히 노드의 추가나 제거, 노드 간의 구조 변경만으로 해결할 수 있는 장점이 있다. 베이지안 네트워크는 유비쿼터스 환경에서 사용자의 행동이나 주변 환경의 변화로부터 상황 정보(Context)를 추출하고 이를 이용해서 사용자에게 개별화된 서비스를 제공하기 적합한 알고리즘이라고 할 수 있다.

베이지안 네트워크는 확률적인 표현을 사용하기 때문에 다양한 사용자들의 성향정보(Type)나 센서로부터 입력되는 정보(Time)를 베이지안 네트워크의 표현으로 맵핑시켜 줄 필요가 있다. 이를 위해 퍼지 로직을 사용하여 사용자의 성향 정보와 센서에서 들어오는 정보를 전 처리하고, 이를 베이지안 네트워크를 이용하여 고차원적인 추론을 하였다. 퍼지 로직은 설계가 용이하고, 베이지안 네트워크와는 별도로 설계가 가능하기 때문에 베이지안 네트워크의 장점인 유연성과 확장성을 보장할 수 있다. 특히, 거짓 혹은 참값을 비교하여 결과 값을 유도하는 If-Then-Rule과 달리 퍼지 로직은 각 변수의 사실 정도를 고려하여 사람의 성향과 같은 애매한 정보로부터 결과를 유도하기 위한 대표적인 방법이다.

4.3 하이브리드 알고리즘의 적용

본 연구에서 적용한 베이지안 네트워크의 각 노드는 사용자의 신상 정보인 Type 노드와, 현재 사용자가 보고 있는 작품이 얼마나 흥미로운지 나타내는 Interest 노드, 사용자의 흥미도를 나타내는 Mental State 노드, 마지막으로 사용자가 머문 시간을 나타내는 Time 노드 등의 상황 정보로 정의된다. 그리고 각 노드는 확률 값을 갖도록 구성하였다.

베이지안 네트워크에서 각 노드가 확률 값을 갖기 때문에 각 노드의 확률 값을 생성하기 위해서 퍼지 멤버십 함수를 정의하였다.

하이브리드 알고리즘 과정은 Fig. 3과 같다.

- i. 상황 정보를 퍼지 로직과 퍼지 멤버십 함수를 이용하여 베이지안 네트워크를 구성하는 Type, Interest, Time 노드 값을 수치화한다.
- ii. 베이지안 네트워크를 이용하여 Mental state와 Presentation 노드 값을 구한다.
- iii. 프레젠테이션 노드 값을 실제 화면 구성 정보로 바꾸기 위해 다시 디퍼지화한다.
- iv. 디퍼지화된 최종 값은 해쉬 테이블에 정의된 프리젠테이션 유형으로 맵핑된다.

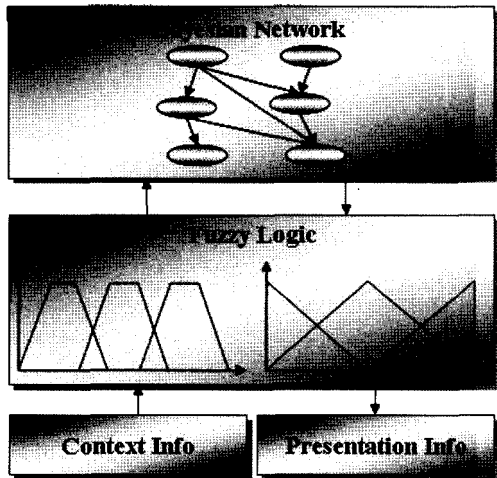


Fig. 3. Hybrid algorithm with fuzzy and Bayesian network.

베이지안 네트워크의 Type 노드를 위한 퍼지 추론 과정은 Fig. 4에서 보이는 것과 같이 27개의 퍼지 규칙을 통해서 생성된다.

Rule1: If age is young, and status is low, and job is non-relative, then type is positive.
 Rule2: If age is young, and status is low, and job is middle, then type is middle.
 ⋮
 Rule27: If age old, and status is high, and job is relative then type is aggressive.

Fig. 4. Fuzzy rules for user type.

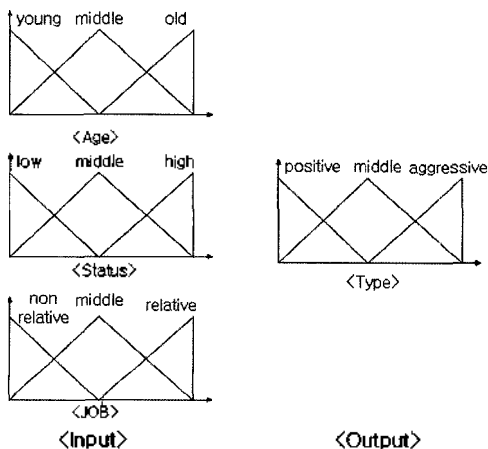


Fig. 5. Fuzzy logic for type node of Bayesian network.

이와 같은 방법으로 각 노드의 확률 값을 구하기 위한 퍼지 멤버십 함수를 정의하였으며, 각 멤버십 함수는 Fig. 5와 같다.

5. 에이전트 기반의 문화재 답사 도우미

기존의 시스템은 개발 단계에서 많은 비용과 시간을 단축시키며 사용자의 빈번한 이동과 이것을 센싱하는 장치 사이에 발생하는 오류를 해결하기 위해 중앙 집중형 방식을 채택하였다. 그러나 이것은 시스템의 독립적 환경을 보장하기 어려우며, 새로운 오브젝트의 추가, 변경, 삭제가 빈번한 유비쿼터스 환경에서 능동적인 대처를 할 수 있는 유연성이 부족하다.

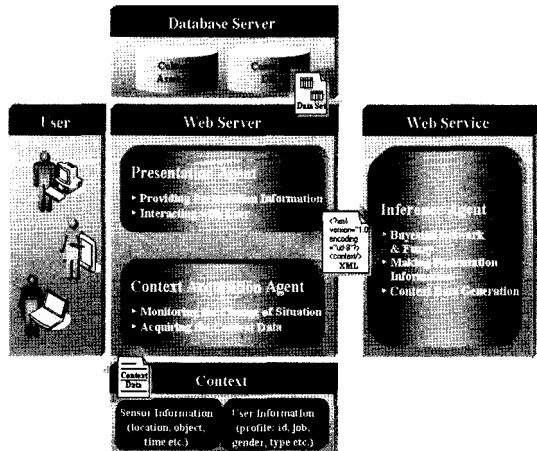


Fig. 6. Tour guide assistant system.

Fig. 6은 중앙 집중형 시스템의 각 모듈을 컴포넌트화하여 구현한 문화재 답사 도우미 시스템 구조를 보여주고 있다. 또한, 각각의 모듈은 에이전트와 맵핑시킴으로써 독립적인 임무가 가능하도록 하고, 보다 복잡한 환경에 대처할 수 있도록 인터랙티브 방식을 적용하였다. 그리고 각 에이전트는 웹과 XML를 이용한 웹 서비스 기반의 시스템으로 구축되어 서로 다른 환경 혹은 프로그래밍 언어로 구현된 객체의 추가나 삭제 가능하게 한다.

5.1 컨텍스트 습득 에이전트

컨텍스트 습득 에이전트(Context Acquisition Agent)는 환경의 변화를 감시하는 모니터링 역할을 수행하며, 사용자의 ID와 위치, 관람 시간 등과 같은 사용자별 상황 정보를 실시간으로 획득하도록 설계되었다.

그리고 획득한 정보는 컨텍스트 분류체계에 맞춰 XML형태로 전송된다.

5.2 추론 에이전트

추론 에이전트(Inference Agent)는 컨텍스트 습득 에이전트로부터 전달받은 정보와 과거에 사용자로부터 추론된 결과, 그리고 사용자의 개인 정보 등을 이용하여 하이브리드 알고리즘을 통해 사용자에게 적합한 출력 형태와 관련된 정보를 생성한다.

5.3 프레젠테이션 에이전트

프레젠테이션 에이전트(Presentation Agent)는 추론 에이전트로부터 전송된 데이터를 기반으로 개인화된 콘텐츠를 제공한다. 또한, GUI를 통해서 사용자와 상호 작용을 하며 사용자의 질의나 추가적으로 입력된 정보에 맞도록 콘텐츠를 수정할 수 있다.

6. 사례 연구

본 연구에서 제안한 아키텍처 및 알고리즘의 유효함을 보이기 위하여 에이전트 기반의 문화재 답사도우미 시스템을 구현하였다. 본 시스템은 경주 문화재에 대한 상세하고 다양한 멀티미디어 정보를 관광객에게 제공할 수 있고, 사용자의 관심이나 의도, 주변 상황을 인지하여 환경이 변화함에 따라 맞춤형 정보를 제공할 수 있도록 설계되었다. 그리고 사용자는 GPS 수신기가 장착된 모바일 장치나 웨어러블 컴퓨터 및 노트북 등을 이용하여 서비스를 제공받을 수 있도록 하였다. Fig. 7은 문화재 답사도우미 시스템의 흐름도를 보여준다.

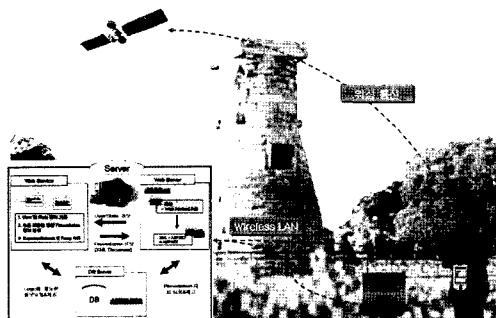


Fig. 7. Interaction diagram for tour guide assistant.

6.1 사례 1

6.1.1 사용자 인터페이스

여름휴가를 보내기 위해 경주를 방문한 관광객은

일정에 따라 여러 문화재들을 답사한다. 각 문화재를 답사하는 동안 관광객은 이동 시 휴대가 편리하며 GPS가 부착된 PDA를 통해 문화재에 대한 상세 정보를 제공받게 된다.

관광객의 위치는 위성으로부터 수신되는 GPS 데이터를 파싱하여 얻은 위도와 경도를 통해 알 수 있다. GPS는 실내에서 수신이 불가능하다는 단점이 있으나, 수신기만 있으면 별도의 추가적인 예측 알고리즘이나 설치 장비 없이 손쉽게 위치정보를 알아낼 수 있다는 장점이 있다. Fig. 8은 시스템에서 개발된 GPS 인터페이스 프로그램이다.

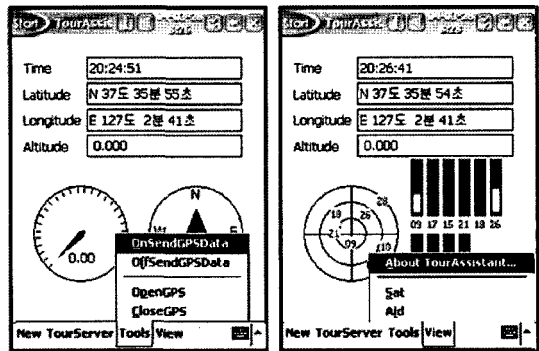


Fig. 8. GPS interface for tracking user's location.

시스템에 처음으로 접속한 관광객은 나이, 성별, 직업, 직책 등과 같은 개인 정보를 입력하여 사용자 인증을 받는다.

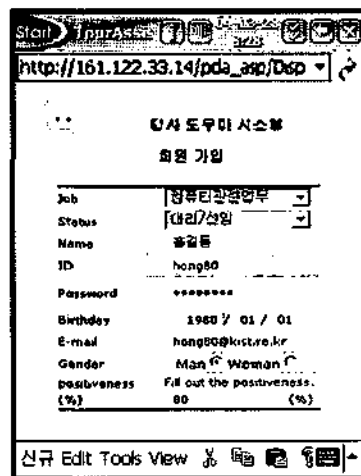


Fig. 9. User profile input interface.

개인 정보는 퍼지 로직의 입력 변수로서 각 변수에 대한 소속 정도를 계산하여 개인에 맞는 특성을 추출

하기 위해 사용된다. 소속도의 결과는 사용자의 기본 타입으로써 이용되며, 추후 베이지안 네트워크의 Type 노드로서 활용된다. Fig. 9는 개인 정보를 입력하기 위한 PDA용 인터페이스이다.

시스템 내의 컨텍스트 습득 에이전트는 관광객의 주변 환경을 지속적으로 모니터링 함으로써, 관광객의 현재 위치 및 머문 시간, 속도 등의 컨텍스트 정보를 수집한다. 그리고 현재 위치 및 머문 시간, 속도 등의 컨텍스트 정보는 관광객의 의도나 성향을 추론하기 위해 활용된다. 그리고 관심도나 성향에 따라서 다양한 멀티미디어 정보를 제공하게 한다. 또한, 관광객의 이동 속도를 측정함으로써 관광객의 이동 수단에 적합한 서비스를 가능하게 한다. 예를 들어, 자동차로 이동 중인 관광객에게는 간단한 정보만을 제공하며, 별 다른 이동 없이 문화재 주변에서 오랫동안 머물러 관찰하는 관광객에게는 많은 정보를 제공해야 함을 유추할 수 있다.

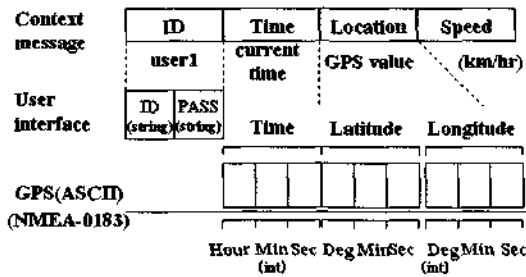


Fig. 10. Pre-defined context message form.

Fig. 10은 본 연구에서 적용한 상황 정보의 구성을 나타내며, 이 정보는 사용자가 보유한 PDA의 기인 에이전트로부터 전송된다.

6.1.2 추론 과정의 예

관광객이 Fig. 9와 같이 브라우저를 통해 입력된 정보를 26세의 IT 관련업에 종사하고 직책이 대리인 관광객이라고 가정한다. 퍼지 집합으로부터 변수 '나이'는 'young'과 'middle'의 멤버가 되며 '직업'은 'non-relative'와 'middle', 그리고 '직책'은 'low'와 'middle'의 멤버가 된다. 또한, 각각의 멤버십 값에 대해 '나이'는 0.35와 0.65, '직업'은 0.33과 0.67, 그리고 '직책'은 0.5와 0.5가 된다. 일단, 각각의 집합에 대한 멤버십 값이 결정되면, 규칙을 이용하여 멤버십 값을 비교한 후 최소값을 얻게 된다. 이렇게 얻어진 멤버십 값은 무게중심 법을 이용하여 디퍼지화 하게 된다. 이렇게 디퍼지화로부터 얻은 값(0.602)은 베이

지안 네트워크의 Type 노드로서 이용된다. Fig. 11은 퍼지 추론 과정을 설명하고 있다.

관광객은 청성대 주변의 일정한 영역 내에 들어오게 되면 추론된 결과에 따른 초기 서비스가 제공된다.

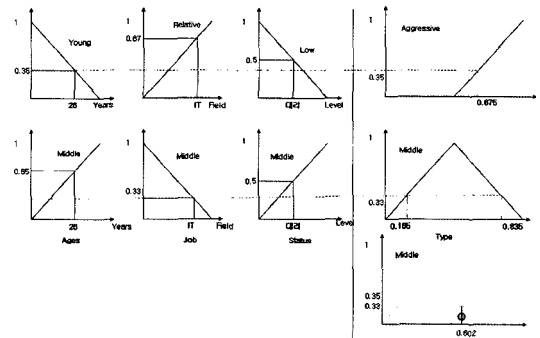


Fig. 11. An example of the fuzzy inference process.

추론 에이전트는 관광객의 이동 및 행동, 주변 상황 정보를 이용하여 추론을 수행하고, 관광객에게 제공할 적절한 서비스 정보와 유형을 결정한다. 추론 에이전트에서 수행되는 베이지안 네트워크의 추론 과정은 다음과 같다. 우선, 관광객의 기본 성향을 파악하기 위해 퍼지 로직을 이용하여 Type 노드를 구한다. Type 노드는 베이지안 네트워크의 하나의 입력 노드로서 이용되는데, 앞서 가정된 값에 따라 Type의 'aggressive'속성은 0.602의 값을 갖게 된다. Type 노

Age	0.35	0.65	0.33	0.67
Job	0.33	0.67	0.5	0.5
Position	0.5	0.5	0.5	0.5
Interest	0.9	0.9	0.1	0.1
Activity	0.38	0.62	0.38	0.62
Speed	0.222	0.383	0.025	0.040
Time	0.4	0.6	0.3	0.7
Location	0.089	0.218	0.007	0.028
BEIT Type				

middle	middle	middle	middle	
0.35	0.35	0.35	0.35	
interesting	interesting	boring	boring	
0.9	0.9	0.1	0.1	
unactive	active	unactive	active	
0.38	0.62	0.38	0.62	
0.120	0.195	0.013	0.022	1
0.2	0.3	0.1	0.3	
0.024	0.156	0.001	0.020	0.543
				0.543

Fig. 12. An example of bayesian network inference process in Ch'omsongdae.

드가 결정된 후 페이지안 네트워크는 목적 값을 결정하게 된다.

두 번째로, GPS로부터 획득된 컨텍스트 정보를 이용하여 사용자의 머문 시간과 각 문화제의 흥미 정도를 얻는다. 실시간으로 제공받는 시간 정보를 통해 Time (Duration) 노드가 구해지며, 이 때 Duration노드 또한 퍼지 집합으로써 계산되어진다. 여기서는 Duration에 대한 퍼지 멤버십 값으로 0.65와 0.35의 값을 갖는다. 마지막으로 각 문화제의 흥미의 정도를 나타내는 Interest 노드 값을 적용한다. 페이지안 네트워크 내의 Type 노드, Time 노드, Interest 노드, 그리고 Mental State 노드 사이의 관계를 통해서 Presentation 노드 값이 구해진다.

본 연구에서 이용한 페이지안 네트워크 알고리즘은 식 (2)과 같이 Jefferey's Rule를 이용하였다. 여기서 목적 노드 A의 확률 값을 P(A)라고 하고, 부모 노드의 모든 상태 값 조합을 e, n은 조합의 수, 퍼지 멤버십 함수를 통해 계산된 각 상태 값에 대한 belief 정도를 Belief(e)라고 한다.

$$P(A) = a \sum_{i=0}^n P(A|e_i)Belief(e_i) \quad (2)$$

Fig. 12는 페이지안 네트워크에 의해 계산된 결과를 나타내고 있다.

6.1.3 맞춤형 프레젠테이션

추론 에이전트로부터 얻은 계산 결과는 Fig. 13에서 보이는 것과 같이 관광객에게 여러 형태의 정보 서비스를 제공할 수 있다.

Presentation node value	생성된 값에 대한 조건	서비스 정보	서비스 유형
0 ≤ P < 0.2	1	첨성대의 소개 첨성대의 시대적 배경	이미지 동영상 PPT
0.2 ≤ P < 0.4	2	첨성대의 소개 첨성대의 구조 및 양식	동영상 텍스트 음성
0.4 ≤ P < 0.6	3	첨성대의 소개 첨성대의 구조 및 양식 첨성대의 발달 과정	동영상 텍스트 PPT, 음성
...
	n	Service Information	Service Type

Fig. 13. Hash-table for context information.

프레젠테이션 에이전트는 해쉬 테이블로부터 해당하는 정보의 유형을 결정한다. 현재 Presentation 노드 값이 0.6125이므로 프레젠테이션 에이전트는 조건3을 선택하고, Fig. 14와 같이 사용자의 출력 장치에 알맞은 형태의 개인화된 서비스를 제공한다.

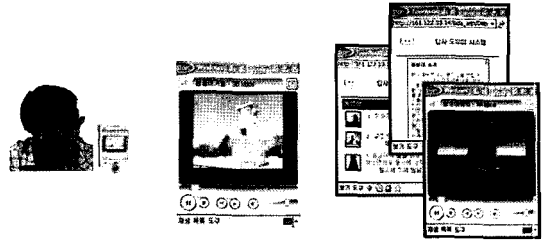


Fig. 14. Personalized presentation displayed on PDA.

6.2 사례2

6.2.1 추론 과정의 예

첨성대 관광이 끝난 후 관광객은 다음 답사지인 포석정으로 이동한다. 문화재 답사 도우미 시스템은 관광객이 등록되어 있는 사용자라는 것을 확인하고 데이터베이스에 저장되어 있는 개인 정보와 상황정보, 과거 추론 과정에서 생성된 Mental State 노드와 Type 노드 그리고, Interest 노드 값을 이용하여 포석정 관광에 적용 할 Duration 노드 및 Presentation 노드 값을 계산한다. Fig. 15는 포석정 관광을 위해 산출된 새로운 Duration 노드 및 Presentation 노드를 보여준다.

long	lbneg	long	long
0.1	0.1	0.1	0.1
interesting	interesting	boring	boring
0.05	0.05	0.95	0.95
unactive	active	unactive	active
0.626	0.374	0.626	0.374
0.003	0.002	0.999	0.995
0.2	0.6	0.1	0.9
0.0006	0.0016	0.0059	0.0320

middle	aggressive	middle	middle	
middle	middle	middle	middle	
0.9	0.9	0.9	0.9	
interesting	interesting	boring	boring	
0.05	0.05	0.95	0.95	
unactive	active	unactive	active	
0.626	0.374	0.626	0.374	
0.028	0.017	0.595	0.320	1
0.1	0.9	0.05	0.95	
0.0028	0.0151	0.0266		0.388
				0.388

Fig. 15. An example of bayesian network inference process in Posokjong.

위 그림에서 보는 것과 같이 포석정 관광을 위한 Presentation 노드 값은 0.388로 나타났는데, 이것은 관광객의 관광 시간이 첨성대에 비해 짧았으며, 관광객이 많은 관심 없이 간단하게 관광한 것을 파악할 수 있다.

6.2.2 맞춤형 프레젠테이션

문화재 관람에 대한 관광객의 상태가 반영된 Presentation 노트 값은 Fig. 13의 테이블에 의해 조건 2와 맵핑된다. 따라서 사용자의 출력 장치에는 포석정의 소개 및 구조와 양식에 대한 간략한 정보만이 제공된다. 하지만, 사용자가 HMD와 같은 장치를 이용하는 경우 PDA에 제공하는 정보의 종류 및 내용보다 상세하고 다양한 형태의 정보를 제공할 수 있도록 구성되어진다. Fig. 16은 HMD 사용자에게 제공되는 정보의 형태와 내용을 보여주며, PDA 등과 같은 휴대 단말 장치와 다른 형태의 서비스임을 알 수 있다.

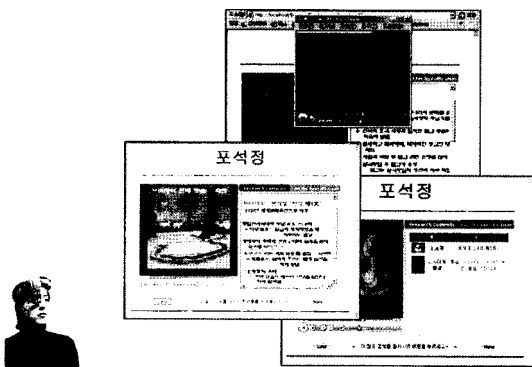


Fig. 16. Personalized presentation displayed on HMD.

7. 결 론

본 논문에서는 사용자에게 맞춤형 서비스를 제공할 수 있는 상황 인지 시스템 아키텍처를 제안하였다. 또한, 퍼지 및 베이지안 네트워크를 이용한 하이브리드 알고리즘을 적용하여 사용자의 선호 및 관심도를 상황인지 시스템에 반영할 수 있도록 함으로써 상황에 따라 차별화된 정보 서비스를 가능하게 하였다. 그리고 중앙 집중형 방식이 아닌 컴포넌트화 된 시스템을 구현함으로써 다중 사용자가 이용하는 경우 시스템의 지연을 방지하며, 획일화된 서비스가 아닌 개인별 상황이 고려되는 이질적인 정보 제공을 가능하도록 하였다. 하지만, 사용자에게 보다 유용하고, 유연한 서비스를 제공하기 위해서는 사용자와 장치간의 대화형 질의응답 방식을 적용하여 추론 과정에서 발생한 정보의 정확도를 높일 수 있도록 하는 연구가 필요하며, 사용자가 주시하는 방향이나 대상에 대한 추론을 통해 사용자가 선호하는 멀티미디어의 정보 형태를 결정할 수 있는 방법에 대한 연구도 필요하다. 마지막으로, 베이지안 네트워크 모델의 효율성을 높일 수 있는 방법에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

1. Park, J. H. et al., "A Context-aware System in Ubiquitous Environment: A Research Guide Assistant", *Proceedings of the 2004 IEEE Conference on Cybernetics and Intelligent Systems*, 1-3 December, 2004.
2. Salber, D., Dey, A. K. and Abowd, G. D., "The Context Toolkit: Aiding the Development of Context-Aware Applications", *In the Workshop on Software Engineering for Wearable and Pervasive Computing*, Jun. 2000.
3. Judd, G. and Steenkiste, P., "Providing Contextual Information to Pervasive Computing Applications", *IEEE International Conference on Pervasive Computing (PERCOM)*, March 23-25, 2003.
4. Mozer, M. C., "The Neural Network House: An Environment that Adapts to Its Inhabitants", *In M. Coen (Ed.), Proceedings of the American Association for Artificial Intelligence Spring Symposium on Intelligent Environments*, pp. 110-114, 1998.
5. Schmidt, A. et al., "Advanced Interaction in Context. In H.W. Gellersen", editor, *Proc. of First International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing (HUC99)*, Volume 1707 of LNCS, pp. 89-101. Springer-Verlag, 1999.
6. Patterson, D. et al., "Inferring High-Level Behavior from Low-Level Sensors", *Proc. of The Fifth International Conference on Ubiquitous Computing*, pp. 73-89, October, 2003.
7. Ashbrook, D. and Starner, T., "Learning Significant Locations and Predicting User Movement with GPS", *Proc. of IEEE Sixth Int. Symp. on Wearable Computing*, October 2002.
8. Cantu, F., "Learning and Using Bayesian Networks for Diagnosis and User Profiling", *Technical Report CIA-RI-043, Center for Artificial Intelligence, ITESM. Invited Talk at the Computing International Conference, CIC-IPN*, November, 2000.
9. Stephenson, T., "An Introduction to Bayesian Network Theory and Usage", *IDIAP-RR 00-03*, 2000.
10. 이동욱, 이수홍, "분산환경에서 CORBA를 이용한 에이전트기반 초기설계 시스템", *한국 CAD/CAM학회*, Vol. 5, No. 4, pp. 373-379, 2000.
11. 주상윤, 강병필, "CORBA를 이용한 통합 감시 제어 시스템의 구축", *한국 CAD/CAM학회*, Vol. 5, No. 1, pp. 33-41, 2000.
12. 이창근, 이수홍, 방건동, "웹 기반 통합 설계 환경 구축에 관한 연구", *한국 CAD/CAM학회*, Vol. 7, No. 2, pp. 110-120, 2002.
13. 최무라, 유상봉, "제품 정보의 검색에 온톨로지 활용 방법", *한국 CAD/CAM학회*, Vol. 6, No. 4, pp. 229-235, 2001.
14. 이경호, 이순섭, 이종갑, "인터넷 기반의 원격 협동 선박 설계 시스템", *한국 CAD/CAM학회*, Vol. 6, No. 3, pp. 198-205, 2001.



박 지 형

1979년 서울대학교 기계설계학과 학사
1981년 서울대학교 기계설계학과 석사
1993년 서울대학교 기계설계학과 박사
1996년~1997년 미국 NIST 국립표준과
학연구소 객원연구원
2000년~2001년 미국 MIT 기계공학과
방문연구원

1995년~현재 고려대학교, 한양대학교, 연세대학교 객원교수
2004년~현재 과학기술연합대학원 대학교 HCI 및 Robotics 전공
겸임교수
1981년~현재 KIST 시스템연구부 CAD/CAM 연구센터 책임연
구원
관심분야: 웹기반 엔지니어링 협업 설계, Human Computer
Interaction, Interactive Large Display, Robot Intelligence



이 승 수

2004년 상명대학교 컴퓨터 소프트웨어
학사
2004년~연세대학교 컴퓨터과학과 석사
4차
관심분야: Artificial Intelligence, HMM,
Bayesian Network



이 석 호

2004년 한양대학교 기계공학부 학사
2006년 한양대학교 기계설계학부 석사
2006년~(주)삼성전기 생산기술연구소
관심분야: AI Robotics, Neuro-Biology



김 성 주

2003년 한양대학교 기계공학부 학사
2006년 한양대학교 기계설계학부 석사
2006년~(주)만도 중앙연구소
관심분야: Artificial Intelligence, Behavior
-based System, 자동차 센서



엽 기 원

2004년~ 과학기술연합대학원 대학교
HCI 전공 박사과정 재학 중
관심분야: Large Display Interaction
Network Security