

# 베이지안 네트워크를 이용한 위치인식 기반 일정관리 에이전트

## Scheduling Management Agent using Bayesian Network based on Location Awareness

연선정\* · 황혜정\* · 이상용\*\*

Sun-Jung Yeon · Hye-Jeong Hwang · Sang-Yong Lee

\* 공주대학교 컴퓨터공학부 + 교신저자

### 요약

최근 스마트 기기 사용자의 효율적인 일정 관리를 위해 다양한 일정 관리 에이전트들이 연구되고 있지만 아직까지는 일정을 기록하거나 확인해주는 수준에 머물고 있다. 사용자의 일정을 효율적으로 관리하기 위해서는 계획한 일정의 수행 여부 등을 모니터링하여 사용자에게 일정을 제대로 수행할 수 있도록 도움을 주거나, 새로운 일정 수립 시 사용자의 일정 수립 패턴에 적합하게 일정을 계획할 수 있도록 피드백 해 줄 수 있어야 한다.

본 논문에서는 사용자가 일정을 수행하거나 새로운 일정을 계획할 때, 획득된 사용자 컨텍스트를 이용하여 사용자의 행동을 추론하고 사용자의 행동 패턴에 따른 일정 관련 피드백을 제공하는 일정 관리 에이전트를 제안한다. 본 에이전트에서는 수집된 사용자 컨텍스트 정보를 전처리 후 베이지안 네트워크에 적용하여 사용자의 행동을 추론한다. 또한 사용자 일정 수행 여부의 확인 및 새로운 일정 수립에 필요한 피드백을 제공하기 위해 사용자 일정과 위치 및 시간 컨텍스트에 대하여 컨텍스트 트리 패턴 매칭 기법을 적용하였으며, 모바일 환경에서 6주간의 사용자 시뮬레이션을 통해 검증하였다.

**키워드 :** 일정관리 에이전트 베이지안 네트워크, 행동 추론, 컨텍스트 트리, 컨텍스트 매칭

### Abstract

Recently, diverse schedule management agents are being researched for the efficient schedule management of smart devices users, but they remain at a confirmatory level. In order to efficiently manage user's schedules, execution of planned schedules should be monitored to help users properly execute their schedules, or feedback must be given so that when setting up new schedules, users can plan their schedule according to their schedule establishment patterns.

This research proposes a schedule management agent that infers the user's behaviors by using acquired user context, and provides schedule related feedback depending on the user's behavior patterns, when users are executing their schedules or planning new schedules. For this, collected user context information is preprocessed and user's behavior is inferred by Bayesian network. Also, in order to provide feedbacks necessary for confirming the user's schedule execution and new schedule establishment, a context tree pattern matching method for the user's schedule, location and time contexts was applied, then verified with 6 weeks of user simulation in a mobile environment.

**Key Words :** Scheduling Agent, Bayesian Network, Behavior Inference, Context Tree, Context Matching

### 1. 서론

스마트 폰이 주는 편리함 속에서 사용자들의 편의에 맞는 효율적인 일정관리와 같은 개인화 서비스의 역할도 커다란 비중을 차지하기 시작하였다. 이러한 환경에서 효율적이고 사용자 개인의 특성과 행동 패턴을 고려한 컨텍스트 인식기반의 지능형 에이전트를 이용한 개인화 서비스에 대한 연구가 이루어지고 있다.

컨텍스트 인식기반 서비스의 경우, 사용자 프로파일이나 일정, 시간과 장소, 모바일 환경에서 획득 가능한 다양한 센싱 컨텍스트 등이 융합된 형태로 서비스 되고 있는 추세이다.

본 논문에서는 지능형 서비스를 위한 플랫폼으로 사용자 접근성과 개인화 컨텍스트 수집의 용이함을 고려하여 스마트 모바일 기기 환경에서의 개인화된 일정관리 에이전트를 제안하였다. 이 에이전트에서는 개인화된 일정관리를 위해 사용자 컨텍스트로 위치, 시간, 요일, 장소, 날씨, 일정 수행정보 등을 고려한 베이지안 네트워크 기반의 사용자의 행동 추론 기법을 적용한다. 또한 효과적인 일정 추천 및 피드백 제공을 위하여 컨텍스트 매칭 기법을 적용하였다. 효율적인 컨텍스트 매칭 처리 위해 퍼지 성격을 띤 위치와 시간 컨텍스트를 대상으로 그래놀러 트리를 적용하여 전처리 과정을 거쳤다.

접수일자 : 2011년 11월 19일

완료일자 : 2011년 12월 12일

본 논문은 본 학회 2011년도 추계학술대회에서 선정된 우수논문입니다.

감사의 글 : 본 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2011-0377)

## 2. 관련 연구

### 2.1 베이지안 네트워크

베이지안 네트워크는 수를 표현하는 노드(node)와 변수들 간의 의존관계를 표현하는 호(arc)의 방향성 비순환 그래프로 인공지능 분야에서 현실세계의 불확실성을 극복하기 위해 연구된 분야이다. 이를 통한 사용자 모델링은 신경망, 규칙학습 등에 비해 설계자의 사전지식을 활용하기 쉬워 기대치만큼의 성능을 쉽게 얻을 수 있다.

베이지안 추론은 베이지안 네트워크 표현을 환경으로부터 주어진 증거들에서 어떤 현상이 사실인식을 설명하는 가정이 얼마나 맞는지를 추론하는데 사용한다. 예측 작업에서는 베이지안 네트워크를 가지고 원인과 결과를 표현하여 문제를 모델링하는데 불확실한 환경에서 어떤 증거들이 관측되었을 때 경험적으로 관측을 설명할 수 있는 원인을 추론하게 된다. 원인이 확인되면 인과 방향으로 아직 환경에서 관측되지 않은 다른 변수들의 값을 예측하기 위해 추론을 진행한다[1]. 일반적인 추론은 "원인→결과" 이지만 이것은 조건부 확률 테이블로 표현이 되어져 있고 "결과→원인"에 대해서도 추론이 가능하다.

본 논문에서는 베이지안 네트워크로 사용자의 현재 상황을 인식하고, 이를 일정과 비교해 현재 사용자가 일정에 맞는 행동을 하고 있는 지를 추론한다.

### 2.2 계층적 컨텍스트 매칭

계층적 컨텍스트 매칭 방법은 그래놀러 컴퓨팅 방법과 연관지어 설명 가능한데[2-4], 그래놀러 컴퓨팅은 대량의 데이터 등을 가진 복잡한 응용문제에 대해서 효과적으로 계산적인 모델을 구축하기 위해 클래스, 클러스터, 부분 집합, 그룹, 구간과 같은 정보입자를 효과적으로 이용하는 것에 대한 일반적인 계산적인 방법이다.

그래놀러 컴퓨팅 방법을 이용한 컨텍스트 매칭과 관련된 연구로, Kocaball은 시간, 장소 등과 컨텍스트를 퍼지이론을 도입하여 다루기 위하여 그래놀러 베스트 매칭 알고리즘을 제안하여 사용자의 의도를 잘 반영할 수 있음을 보였다. 특히 그래놀러 컴퓨팅 방법을 통한 컨텍스트 매칭은 컨텍스트의 종류에 따라 그 적용 방법이 다른데, 예를 들어 장소 매칭(Location Matching), 시간 매칭(Time Matching), 행동 매칭(Activity Matching), 주변인 매칭(People Matching), 집단적 컨텍스트 매칭(Aggregate context matching)에 대하여 각각 다른 방법을 이용할 수 있다[2].

따라서, 본 논문에서는 비 수치적인 컨텍스트 중 장소와 관련된 위치기반 컨텍스트와 시간과 관련된 시간 단위 컨텍스트에 대해 사용자의 일정 프로파일에 기반한 일정 별 유사도를 측정하는 방법을 제안하고자 한다.

### 2.3 일정관리 에이전트

일정 관리 에이전트는 사용자와 모바일 사이의 중개를 자처하여 일정관리에 대해 사용자를 대신하여 작업을 수행하는 에이전트를 말한다. 기존의 일정 관리 에이전트들은 단순한 일정 관리 기능만을 포함하고 있으며, 특히 모바일 상에서 사용자의 정보를 활용하여 지능적인 일정관리 서비스는 제대로 이루어지고 있지 않은 실정이다.

국외에선 Dey 등은 사용자, 시간, 장소 등의 상황을 고려한 일정 알림을 위한 상황인식 모듈을 정의하였으며[5], Schiaffino는 베이지안 네트워크를 이용한 사용자 선호도 기반 일정의 알림과 추천, 등록 기능을 갖춘 인공비서 시스템을 제안하였다[6]. 또한 국내에선 임성수 등

이 의사소통 기반 베이지안 네트워크를 이용한 사용자 성향의 실시간 학습을 통한 일정을 관리하는 에이전트를 제안하였고[1], 이승현은 사용자의 특성을 반영하고 상황을 인식하여 일정관리 서비스를 제공하기 위해 D-분리 베이지안 네트워크를 이용하는 연구를 진행하였다[7]. [표 1]에 지능형 일정 관리 에이전트들의 특성을 비교하였다.

표 1. 지능형 일정 관리 에이전트의 예.

Table 1. Example: Intelligent Schedule Management Agent

종류	Schiaffino	임성수	이승현
알고리즘	BN	BN	D-분리 BN
데이터 수집방법	사용자 행동 및 대화	실세계 데이터	실세계 데이터
컨텍스트 정보	사용자	날씨, 시간, 스케줄	날씨, 시간, 장소

본 논문에서 제안하는 일정관리 에이전트는 사용자의 스마트 모바일 기기로부터 획득된 센싱 데이터와 같은 저수준의 사용자 컨텍스트를 이용하여 사용자의 행동을 추론한다. 이때 베이지안 네트워크를 이용한 확률 추론을 진행하여 사용자의 의미적 위치정보, 일정 수행, 일정 수행 가능성, 일정 수행에 필요한 피드백 필요성과 같은 일정 관련 고수준 컨텍스트를 생성한다.

## 3. USMA

### 3.1 USMA의 구조 및 처리 흐름

#### 3.1.1 USMA의 구조

본 논문에서 제안하는 사용자 위치인식 기반의 일정관리 에이전트인 USMA(User Schedule Management Agent)는 [그림 1]과 같은 구조를 갖는다.

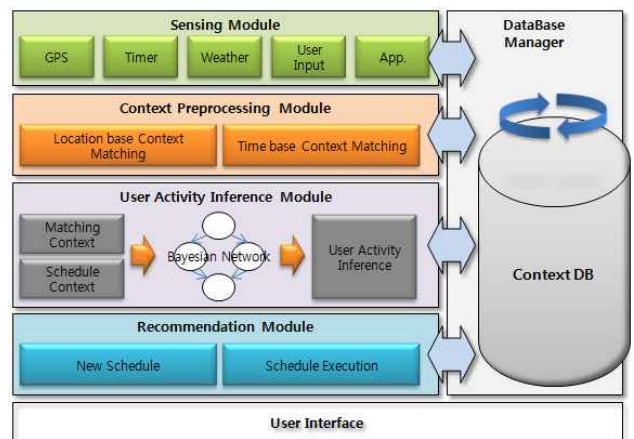


그림 1. USMA 구조도.

Fig 1. USMA Structure Diagram.

USMA은 센싱 모듈, 컨텍스트 전처리 모듈, 사용자 행동추론 모듈, 추천 모듈과 컨텍스트 데이터베이스로 구성된다. 특히 사용자 행동 추론 모듈은 인식된 사용자 컨텍스트와 구축된 사용자 스케줄 정보를 기반으로 사용

자의 행동 추론을 통해 사용자의 인식된 위치에서의 적합한 행동을 추천한다. 또한 추천 모듈은 추론된 행동과 과거 유사 일정 등을 매칭하여 새로운 일정 수립 또는 일정 실행에 필요한 피드백을 제공한다.

3.1.2 USMA의 처리 흐름

USMA는 [그림 2]와 같이 6단계에 걸쳐 처리가 진행된다.

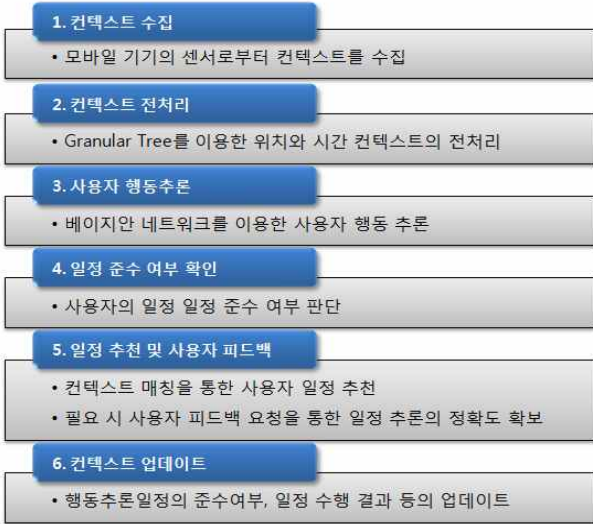


그림 2. USMA 처리 흐름  
Fig 2. USMA Processing Flow

3.2 컨텍스트 수집 및 전처리

저수준의 컨텍스트로 GPS 수신 좌표 정보, 시간 정보, 날씨 정보 등을 입력 받아 이를 컨텍스트 매칭 과정을 통해 사용자가 주로 머무는 위치정보, 일정 관련 시간대 정보의 유사도를 측정하고 이를 컨텍스트로 전처리한다.

3.2.1 위치 컨텍스트 전처리

현재 위치의 GPS 수신 좌표 정보를 기존 일정 수행에 필요한 위치 정보와의 유사도를 측정하기 위하여 위치 컨텍스트를 [그림 3]과 같이 6개의 레벨(level)로 이루어진 계층적 그레놀러 트리(Hierarchical granular tree)로 표현하였다[4].

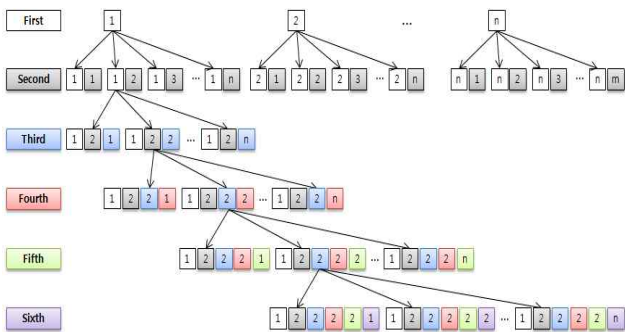


그림 3. 6-레벨 위치 컨텍스트 트리.  
Fig 3. 6-Level Tree for Location Context.

[그림 3]의 각 레벨은 위치 컨텍스트를 [표 2]와 같이 거리를 기준으로 6개의 레벨로 구분하고 거리에 따라 유사도

를 부여한 것으로 유사도는 0과 1사이의 값으로 표현된다. 단, 본 연구에서 유사도는 상대적 유사도를 고려하여 임의로 설정하였다.

표 2. 그레놀러티 유사도.

Table 2. Granularity Similarity Value Table.

위치	레벨	평균 거리(m)	유사도
District	1	4000	0.1
Neighborhood	2	700	0.3
Street	3	100	0.7
Building	4	60	0.85
Floor	5	30	0.95
Room	6	10	1.0

위치 컨텍스트는 본교(천안캠퍼스)를 기준으로 수집하였다. 본교와 천안종합버스터미널을 최대 거리(4Km) 거점으로 하여 대표적인 위치에 대한 위치 컨텍스트를 수집하고 수치화 한다. 또한 일정수행 시 수행 위치 컨텍스트와 현재 위치 컨텍스트의 좌표간 거리측정 알고리즘을 이용하여 거리를 측정 후 유사도를 계산하고 이를 사용자 행동 추론에 적용한다. 다만 GPS의 특성상 오차범위가 있을 수 있고 특히 실내의 경우 정확한 측정이 어려운 점이 있어 주요 거점 지역에서는 직접 피드백을 받아 위치 정보를 보정하였다.

이때 유사도 측정 원리는 6-레벨 그레놀러 트리와 같이 수치화된 실제 위치 컨텍스트를 계층적 트리로 구성하여야 한다. [표 3]은 [표 2]의 위치 컨텍스트에 대한 질의에 따른 유사도 측정 결과이다.

표 3. 위치 컨텍스트 질의 예.

Table 3. Example: Location Context Query.

질의	목표	일치하는 숫자 개수	만족도	유사도
1131	112162	2	N	0.3
1131	113161	4	Y	1.0
112322	112222	3	N	0.7
112322	112322	6	Y	1.0

질의된 위치와 목표 값을 순차적으로 비교하여 매칭되는 구간까지의 값을 구하고, 이를 유사도 테이블과 비교하여 그 개수에 해당하는 레벨의 유사도를 반영한다. [표 3]의 두 번째, 네 번째 질의와 같이 위치 질의 컨텍스트의 모든 수치가 목표 수치에 포함될 경우 만족도는 "Y"가 되고, 이때 유사도는 최대값인 1로 설정된다. 사실상 일정 수행에 필요한 위치 컨텍스트는 만족도가 "Y"인 경우에 해당되며, 이외의 경우 유사도에 따라 일정 실행 관련 추천 피드백을 제공하도록 한다.

3.2.2 시간 컨텍스트 전처리

시간 컨텍스트의 경우 시간이라는 특성 상 전처리 방법이 매우 다양하고 까다롭다. 본 연구에서는 특정 일정 수행 시 수행에 필요한 일정 수행 피드백, 일정 추천 피드백을 위해 [그림 4]와 같이 1주일을 요일(Week Day)로 7등분, 하루 24시간을 먼저 4 등분한 뒤 다시 분기별로 6시간씩 시간을 수치화하여 전처리한다.

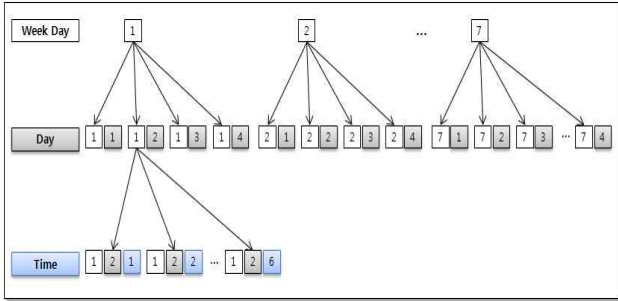


그림 4. 3-레벨 시간 컨텍스트 그래놀러 트리.  
Fig 4. 3-Level Granular Tree for Time Context.

시간 컨텍스트의 경우 3레벨에 불과하여 일주일을 총 168개(7×4×6)의 시간 가지수로 인덱싱 가능하다. 또한 베이지안 네트워크에서 요구하는 요일과 시간 데이터로의 분리도 간단하다. 특히 수치화된 목표값과 질의값을 [표 4]와 같이 직접 연산을 수행함으로써 다음과 같은 장점이 있다. 그러나 월별 반복 일정의 경우와 일정 단위가 하루(24시간)를 넘기는 경우 등을 처리하는데 어려움이 있다.

- 주 단위 일정의 수행 가능성 확인 용이
- 일정 상태의 수행 전, 수행 중, 수행 후로 손쉬운 분류
- 수행 시간에 근접한 일정 확인이 용이
- 주 단위 반복 일정의 예측 및 추천이 용이

표 4. 시간 컨텍스트 질의 예.  
Table 4. Example: Time Context Query.

질의 (A)	목표t (B)	공통 숫자 수	수치적인 비교 (=A-B)	만족도
113	116	2	-3	N
113	123	1	-10	N
721	720	2	1	N
321	321	3	0	Y

### 3.3 사용자 행동 추론

사용자 행동 추론을 위해 전처리된 매칭 컨텍스트, 사용자 일정 컨텍스트에 기반한 베이지안 네트워크 확률 추론이 사용된다. 사용자의 일정은 [표 5]와 같이 기본일정에서 세부일정으로 미리 분류된다.

표 5. 사용자 기본일정 및 세부일정.  
Table 5. User Schedule and Sub Schedule.

기본일정	세부일정
공부	자격증, 토익, 강의
운동	수영, 헬스, 조깅, 등산
종교	불교, 개신교, 천주교
약속	식사, 미팅, 모임
여가	영화, 쇼핑, 관람, 여행
건강	내과, 외과, 치과

기본일정 컨텍스트는 베이지안 네트워크의 확률 추론에서 요구되는 시간, 요일, 위치, 날씨 정보와 함께 저장된다. 또한 기본일정의 하위 노드에 세부일정이 삽입되며 각각의 세부일정에 대한 전처리된 위치 컨텍스트와 시간 컨텍스트

가 포함된다. 사용자 행동 추론을 통한 일정 수행 여부를 파악하기 위해 [그림 5]는 사용자 행동추론을 위한 베이지안 네트워크이다.

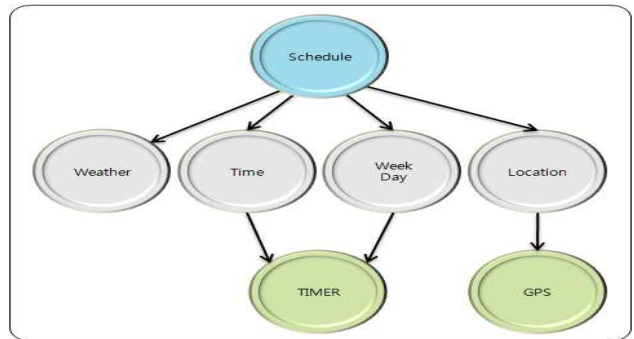


그림 5. 행동 추론을 위한 베이지안 네트워크.  
Fig 5. Bayesian Network for Activity Inference.

현재 입력되는 컨텍스트에서 특정 일정을 수행중인 것으로 판단되는 사용자 행동추론을 위해 다음의 조건부 확률식을 적용한다.

$$P(BP|C) = P(BP)P(C|BP) / \sum P(BP)P(C|BP) \quad (a)$$

$$P(BP|IIC) = P(BP|Time) * P(BP|Week) * P(BP|Location) * (BP|Weather) \quad (b)$$

\* C : 컨텍스트, BP : 기본일정

예를 들어 현재 사용자의 특정 행동이 공부일 확률을 구하기 위해 식(a)를 통해 네 종류의 컨텍스트(시간, 요일, 위치, 날씨)에 대한 기본일정이 공부일 확률을 구한다. 그 후 식(b)에 곱하여 기본일정 공부일 확률을 출력할 수 있다. 이렇게 기본 일정 6개(공부, 운동, 종교, 약속, 여가)에 따라 차례로 계산하여 그중 가장 높은 확률의 일정이 수행 일정이 된다.

기본일정에 대한 세부일정을 구하기 위해 기본일정에 대한 확률 유도방식과 동일하게 식(a)(b)를 이용한다. 단, 수식의 일부 중 기본일정(BP) 대신 세부일정(DP)을 대입하여 유도한다. 계산된 세부일정들을 식(b)와 같이 곱하면 최종적으로 기본일정이 공부일 때 현재 한 세부일정에 대해서 그 일정을 수행할 확률이 출력이 된다. 이것을 세부일정의 개수에 따라 차례대로 계산하여 가장 확률이 높은 일정이 세부 일정이 된다.

### 3.4 일정의 추천 및 수행 피드백

일정 추천 및 일정 수행에 관련된 피드백은 일정 수행 정보를 컨텍스트 트리로 구성하고 일정 수행 빈도와 수행 시간 및 위치 컨텍스트와의 매칭 방법을 통해 반복 일정, 돌발 일정 추천을 수행한다. 또한 특정 일정의 수행 가능성을 확률적으로 판단하여 일정 수행 확률을 높일 수 있도록 피드백을 제공한다.

먼저 일정별로 컨텍스트 트리를 구성한다. 그리고 위치와 시간을 기준으로 한 유사도 측정을 통해 일정을 추천한다. [그림 6]은 공부에 대한 컨텍스트 트리로서 총 4개의 Level로 구축된다.

추천 일정을 선택하기 위해 위치와 시간 컨텍스트를 기준으로 유사도를 측정한다. 먼저 사용자 일정 컨텍스트가 트리로 구성되어 있고 각 트리의 노드(Node)에 대해 빈도(Frequency)가 결정되어 있다고 가정한다. 단, 상위 노드의

빈도는 자신의 하위 노드의 빈도의 누적 값을 자신의 빈도로 결정한다. 따라서 최상위 노드인 루트 노드의 빈도는 자신의 최하위 노드들의 빈도의 합과 같다.

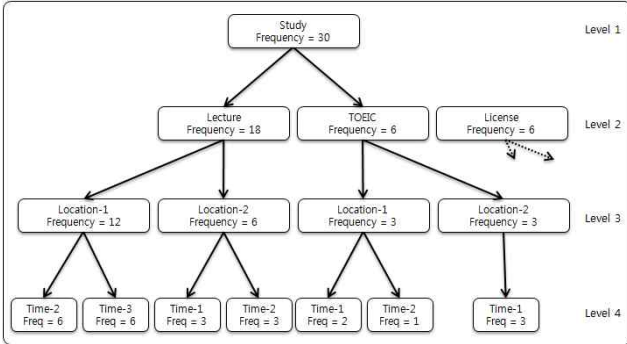


그림 6. 일정 중 공부에 대한 컨텍스트 트리의 예.

Fig 6. Example: Context Tree about Schedule(Study).

유사도 측정을 위해 식(c)에서 컨텍스트 트리의 각 노드에 대한 점수를 구하며, 점수의 크기는 트리의 레벨만큼 가중치를 부여한다. 따라서 시간 컨텍스트가 일정 추천에 가장 중요한 변수가 된다. 식(d)에 따라 컨텍스트 트리의 모든 노드에 대한 점수를 구한다.

$$Score(Node_k) = Level(Node_k) \times \sqrt{Frequency(Node_k)} \quad (c)$$

$$P(S, V) = Score(Node_s) + P(parent(S), V) \quad (d)$$

$$P(Contexts, V) = \sum_{Context} P(Context, V) \quad (e)$$

*S* : 일정(Schedule)  
*V* : 사용자 행동관련 위치 및 시간 컨텍스트  
 Context : 공부, 운동, 종교, 약속, 여가, 건강

식(e)에서 구해진 값이 최대값이면 특정 시간이나 위치에서 가장 높은 확률의 일정 컨텍스트가 선택된다. 또한 일정 입력 및 수정 등과 같이 일정 관련 행동을 취하거나 일정 추천 피드백을 요청 행동이 인식되면, 에이전트는 해당 시간과 위치 컨텍스트를 이용하여 최적의 컨텍스트를 추천하게 된다.

사용자 피드백의 경우 사용자의 일정이 수행 중이거나 수행에 인접한 시점에서 유사도 값이 현저히 떨어지는 시간이나 장소에 있을 경우 관련 일정을 수정, 삭제하거나 두려울 수 있도록 하는 피드백을 제공한다.

### 4. 실험

USMA는 안드로이드 기반 에이전트로 스마트폰에 탑재하여 두명의 사용자의 생활패턴에 따른 센싱 컨텍스트(시간, 장소, 날씨)와 일정 컨텍스트를 6주 동안 수집하였다. 모든 컨텍스트는 1시간 단위로 수집하여 저장 후 전처리하는 과정을 거쳤다.

실험에 필요한 컨텍스트 수집 장소는 본교 천안캠퍼스를 중심으로 반경 4Km 이내로 제한하였으며 위치 컨텍스트의 경우 거리를 기준으로 6등분하여 가중치를 부여하고 해당 좌표를 수치화하였다.

위치 컨텍스트는 본교(천안캠퍼스) 8공학관을 기준으로 수집하였다. 예를 들어 본교에서부터 가장 긴 대표 활동 반경은 종합버스터미널이며 그 직선 거리는 District에 해당하는 3600m 전후이다. 따라서 교내 일정일 경우 위치 컨

텍스트는 1로 시작하며 터미널 부근일 경우 2로 시작한다. 또한 교내 반경은 가장 긴 축이 650m이고 짧은 축은 350m 수준이며, 건물과 건물의 거리는 대략 30m에서 60m 사이에 해당하는 것으로 조사되었다. 따라서 본교와 천안 종합버스터미널을 최대 거리 거점으로 하여 대표적인 위치에 대한 위치 컨텍스트를 수집하고 수치화 한다. 또한 일정수행 시 수행 위치 컨텍스트와 현재 위치 컨텍스트의 좌표간 거리측정 알고리즘을 이용하여 거리를 측정된 후 유사도를 계산하고, 이를 사용자 행동 추천에 적용한다.

행동추론에 참여한 인원은 두 명으로, 두 명의 실험자 중 A의 경우각각 활발한 성격의 다양한 교내외 활동을 하는 성향을 가졌으며, 반면 B의 경우 대부분의 시간을 8공학관과 같은 몇몇 거점지역에서 보내는 성향을 가진 실험자를 선정하였다. 단, 두 사용자는 동일한 수강 내역을 가진 실험실 동기인 경우이다.

[표 6]은 실험자 A, B에 대한 특정 화요일의 13시~21시 사이의 구간 별 장소 및 일정에 대한 일정 수행 중일 예측 확률 값을 나타낸다.

표 6. 일정별 일정 인식 확률

Table 6. Schedule Awareness Probability

시	요일	위치(장소)	날씨	일정	확률	
					A	B
13	화	8공학관	맑음	강의	85.556	88.928
14	화	8공학관	흐림	강의	85.556	88.928
16	화	AK플라자	흐림	여가	33.353	22.475
18	화	우리치과	흐림	치과치료	40.502	25.352
20	화	자택	흐림	휴식	92.408	88.258
21	화	자택	비	휴식	92.408	91.528

위 일정 중에서 A 실험자의 강의와 휴식은 반복 일정으로 3주간의 실험을 통해 일정을 수행중일 확률이 85%와 92%로 높게 나온 반면, 쇼핑이나 치과치료의 경우 실제 장소에 위치하였음에도 확률이 낮게 계산되었다. 이는 사용자가 머문 위치 인식에 기반 한 추론 확률이기 때문인 것으로, 실험 기간이 비교적 짧았음에도 강의나 휴식 일정은 여러 시간대에 걸쳐 일정 수행을 위해 많은 시간을 해당 장소에서 머무는 반면 치과치료나 쇼핑은 상대적으로 위치에 대한 학습 및 비교 일정이 적었기 때문인 것으로 판단된다. B 실험자의 경우 강의와 연구실 활동으로 인하여 8공학관 이용 빈도가 높아 A 실험자에 비해 교내 활동 예측 확률이 다소 높게 나타났다. 이 경우와 같이 같은 위치에 머무는 빈도가 높을수록 같은 장소의 다른 일정 수행 확률도 다소 상승함을 확인할 수 있었다.

### 5. 결론

본 연구에서는 베이지안 네트워크를 이용하여 모바일 기기 사용자의 일정을 관리하는 에이전트를 제안하였다. 본 에이전트는 효과적인 일정관리에 필요한 사용자 행동추론을 위해 베이지안 네트워크를 사용하였으며 실험을 통해 그 효율성을 확인하였다. 특히 행동 추론뿐만 아니라 사용자 일정 추천과 피드백을 위해 그래놀러트리를 이용한 컨텍스트 전처리 및 패턴 매칭 기법의 효율성도 확인하였다.

위치 컨텍스트는 그래놀러 컨텍스트 매칭 기법을 이용할 경우 위치 간 유사도 측정이 매우 용이하였으나, 시간 컨텍스트는 시간 단위보다 범위가 작아지거나 커질 경우 다소 적용에 어려움이 있었다. 또한 위치적으로 인접한 곳에서의 일정 수행이 잦은 경우, 유사 일정의 수행 시 사용자 행동 예측 확률이 다소 상승함을 확인하였다. 반면 1회성 일정의 경우 아무리 정확한 위치에서 일정을 수행하더라도 정확한 일정 추론은 어려웠다.

추가적으로 사용자 피드백을 통한 추론된 행동의 예측 확률 향상 방법과 컨텍스트 트리 매칭에 의한 일정 추천의 경우 온톨로지 기반의 추론 기법 적용 방법 등에 대한 연구가 필요할 것이다.

### 참 고 문 헌

- [1] 임성수, 조성배, "베이지안 네트워크를 이용한 사용자 적응형 일정관리 에이전트," *한국컴퓨터종합학술대회 논문집*, vol. 33, no. 1(B), pp. 103-105, 2006.
- [2] 김희택 외, "모바일 환경에서의 지능형 서비스를 위한 베이지안 추론과 컨텍스트 트리 매칭방법," *정보과학회 논문지*, 제36권, 제2호, pp. 114-152, 2009. 02.
- [3] Y.Y. Yao, "The Rise of Granular Computing," *Journal of Chongqing University of Posts and Telecommunications (Natural Science Edition)*, to appear, 2008.
- [4] A.B. Kocaball, and A. Kocyigit, "Granular best match algorithm for context-aware computing systems," *The Journal of Systems and Software*, Vol.80, No.12, pp. 2015-2024, 2007.
- [5] A. Dey et al., "CyberMinder: A Context-Aware System for Supporting Reminder," *Proc of the 2nd International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing*, vol. 1, pp. 172-186, 2000.
- [6] S. Schiaffino et al., "On the Design of a Software Secretary," *Argentine Symposium on Artificial Intelligence*, vol. 1, pp. 218-230, 2002.
- [7] 이승현 외, "D-분리 베이지안 네트워크 모델링을 이용한 상황인식 일정관리 에이전트," *한국정보과학회 학술발표논문집*, 제36권, 제2호(C), pp. 302-306, 2009. 11.

### 저 자 소 개



**연선정 (Sun-Jung Yeon)**

2008년:공주대학교 컴퓨터공학부 입학  
2012년:공주대학교 컴퓨터공학과 졸업

관심분야 : 인공지능, 에이전트  
E-mail : silp1019@naver.com



**황혜정 (Hye-Jeong Hwang)**

2008년:공주대학교 컴퓨터공학부 입학  
2012년:공주대학교 컴퓨터공학과 졸업

관심분야 : 인공지능, 에이전트  
E-mail : silver\_hhj@naver.com



**이상용(Sang-Yong Lee)**

1984년 : 중앙대학교 전자계산학과(공학사)  
1988년 : 일본동경대학대학원 종합이공학  
연구과(공학석사)  
1988년~1989년 : 일본 NEC 중앙연구소  
연구원  
1993년 : 중앙대학교 일반대학원 전자계산  
학과(공학박사)

1996년~1997년 : University of Central Florida 방문교수  
1993년~현재 : 공주대학교 컴퓨터공학부 교수

관심분야 : 인공지능, 컨텍스트 예측, 에이전트 등  
E-mail : sylee@kongju.ac.kr