

유비쿼터스 모니터링 시스템에서의 연관분석을 활용한 다중 상황 적응적 데이터 감시 전략

장봉원⁰¹, 이동욱¹, 김재훈¹, 조위덕²

¹아주대학교 정보통신전문대학원

{bictory7, dwlee, jaikim}@ajou.ac.kr

²아주대학교 유비쿼터스시스템 연구센터

chowd@ajou.ac.kr

Data Surveillance Strategy Adaptive to Multiple Contexts Using Association Analysis in Ubiquitous Monitoring System

Bong-Won Jang⁰¹, Dong-Wook Lee¹, Jai-Hoon Kim¹, We-Duke Cho²

¹Graduate School of Information and Communication, Ajou University

²Center of excellence for Ubiquitous System, Ajou University*

요 약

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 각기 다른 사용자들에게 적재적소에 양질의 서비스를 제공하기 위해서는 다양한 지능공간 상황정보들을 실시간으로 분석하고 개인 사용자의 의도 및 상황을 정확하고 효과적으로 모니터링 하는 것이 매우 중요하다. 지능공간 상황정보에는 환경정보, 상황인식 추론단계를 거친 1차적인 상황인식 결과 및 상황인식에 따른 시스템에서 제공하는 서비스정보 등이 있으며, 이러한 정보들은 개인화 서비스를 제공하기 위한 사용자 만족도를 측정하는 데에 중요한 데이터로 사용될 수 있다. 본 논문에서는 실시간 만족도 모니터링 시스템에서 활용할 수 있는 다양한 지능공간 상황정보들 간의 연관분석을 통해 효율적인 데이터 감시 전략을 제시하고 시나리오를 통해 그 적용 가능성을 살펴본다.

1. 서론

유비쿼터스 컴퓨팅은 환경 및 시스템 정보와 같은 지능공간 상황정보를 자율적으로 수집하고, 수집된 정보를 바탕으로 상황을 판단하여 사용자에게 언제 어디서나 동적인 서비스를 제공하는 기술이다. 유비쿼터스 환경에서 사용자는 어디에 있어도 아무런 제약 없이 네트워크의 존재를 인식하지 않고 원하는 서비스를 제공 받을 수 있다. 이러한 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 적재적소에 양질의 서비스를 제공하기 위해서는 사용자의 의도 및 현재 상황을 효과적으로 파악하는 것이 매우 중요하다. 각기 다른 사용자들의 다양한 요구를 만족시키는 서비스를 제공하기 위해서는 지능공간 내의 각종 상황정보를 바탕으로 하여 사용자의 만족도를 모니터링 할 수 있어야 한다. 또한 실시간 서비스를 제공하기 위해서는 지능공간 내의 다양한 상황정보들 중에서도 필요한 정보만을 빠르고 정확하게 수집하는 모니터링 기법에 대한 연구가 필수적으로 이루어져야 한다.

유비쿼터스 지능공간의 상황정보에는 물리적인 환경정보, 상황인식 추론단계를 거친 1차적인 상황인식 결과, 상황인식에 따른 시스템에서 제공하는 각종 서비스 정보 등이 있다. 이러한 지능공간 상황정보들은 개인화 서비스를 제공하기 위한 사용자 만족도를 측정하는 데에 있어 요긴하게 사용된다. 본 연구에서는 이러한 유비쿼터스 지능공간 상황정보들의 연관분석을 통하여 상황정보 객체들간의 관계를 명확히 하고, 분석결과를 활용하여 실시간 모니터링 시스템에 적합한 효율적인 데이터 감시 전략을 제시하고 그 적용 가능성을 살펴본다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 유비쿼터스 환경에서 상황인식 기술의 필요성과 실시간 서비스를 제공하기 위한 인프라의 중요성을 1장에서 제시하고, 2장에서는 상황인식 서비스를 고려한 인프라들의 종류를 알아본다. 3장에서는 지능공간에서의 사용자 만족도 추론을 위한 모니터링 시스템의 구조를 설명하고, 4장에서는 본 논문의 제안 전략인 유비쿼터스 지능공간에서의 상황정보들의 연관분석을 이용한 효율적인 데이터 감시 알고리즘을 제시한다. 마지막으로 5장과 6장에서는 알고리즘 적용 및 결론을 통해 향후 연구과제를 제시한다.

* 본 연구는 21세기 프론티어 연구개발사업의 일환으로 추진되고 있는 지식경제부의 유비쿼터스컴퓨팅및네트워크원천기반 기술개발사업의 08B3-S2-10M 과제로 지원된 것임

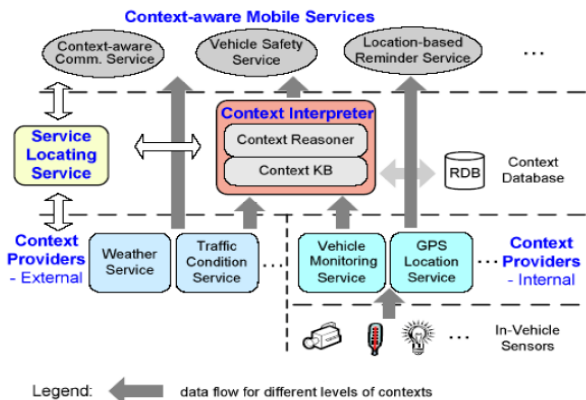
2. 배경

본 장에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 실현을 위한 여러 기술 중에서 동적으로 변화하는 사용자 및 사용자 주변 환경에 대한 정보를 분석하고, 그에 따른 실행을 위한 상황인식 기술에 대하여 살펴본다.

2.1. 상황 인식 서비스 기술

사용자의 요구와 주어진 상황이 다변적인 유비쿼터스 환경에서 상황 정보는 더욱 중요하게 활용된다. 즉, 다양한 센서 및 컴퓨터들이 수집한 지능공간 내의 각종 환경 정보를 효과적으로 상호 공유하여 사용자 및 환경의 현재 상황을 추론하고 상황에 맞는 서비스를 자발적으로 제공하는 상황인식 정보의 활용이 더욱 필요하다.

National University of Singapore 에서 상황인식 서비스 및 시스템 개발을 용이하게 하기 위해 SOCAM[1]을 제안하였다. SOCAM은 다음과 같은 컴포넌트로 구성되어 있다.



<그림 1> SOCAM 상황 인식 서비스 구조

- 상황 정보 제공자(Context Providers): 다양한 상황정보를 추상화 하고, OWL 표현으로 변환하여 다른 서비스를 컴포넌트에 의해 사용되고 공유될 수 있게 한다.
- 상황 정보 번역자(Context Interpreter): 상황 정보에 대한 논리적인 추론 서비스를 제공한다.
- 상황 정보 데이터베이스(Context Database): 각 하부 도메인의 상황정보 온톨로지와 인스턴스를 저장한다.
- 상황 인식 서비스(Context-Aware Services): 다양한 레벨의 상황 정보를 이용하여 현재 상황에 적절한 서비스를 제공한다.
- 서비스 위치 서비스(Service Locating Service): 상황 정보 제공자와 상황 정보 번역자의 위치를 광고하고, 사용자가 서비스를 배치시킬 수 있다

2.2. 데이터 마이닝

데이터 마이닝은 대량의 실제 데이터로부터, 이전에 잘 알려지지 않는 정보, 목시적이고, 잠재적으로 유용한 정보를 추출하는 작업이다. ‘대량의 실제 데이터’란 실제 현장에서 생성되는 수천, 수백만 건 이상의 데이터[2]를 의미한다. 이와 같이 데이터 마이닝을 통하여 대용량의 데이터베이스에 숨겨져 있는 데이터간의 관계, 패턴의 탐색에 의해, 이를 의미 있는 정보로 변환함으로써 기업의 의사결정 과정을 지원하고 그 결과를 예측 할 수 있다. 현재까지 제안된 다양한 데이터 마이닝 기법들은 어떤 형태의 지식을 탐사하고자 하는가의 기준에 의거하여 <표 1>과 같이 분류된다[3].

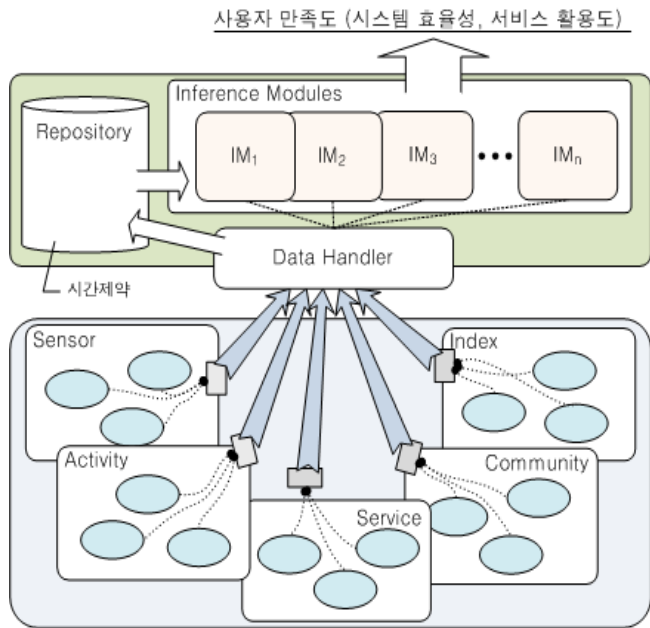
<표 1> 데이터 마이닝 기법의 분류

분류	설명
특성화	일반화 및 세분화 과정에 의한 자료 요약 과정을 거쳐 특성 규칙을 발견한다.
분류화	다른 클래스에 대한 차별적인 특성 도출한다. 소속 클래스를 알 수 없는 미지의 객체가 있을 때, 그 소속 클래스를 결정하는데 활용된다.
군집화	유사한 특성을 갖는 데이터들을 묶음화 한다. 프로그램 스스로가 자료집단의 유사성을 바탕으로 집단을 나누어 가는 방식이다.
연관규칙 탐사	동시 발생하는 트랜잭션의 연관관계를 발견한다. 규칙 발견에 사용한 측정값은 연관성의 신뢰요인으로 사용된다.
경향분석	시계 열 데이터들이 시간 축으로 변하는 전개과정을 특성화 하여 동적으로 변화하는 데이터의 분석을 수행한다.
패턴분석	대용량 데이터베이스 내의 명시된 패턴을 찾는다.

본 논문에서는 개인화 서비스를 제공하기 위한 실시간 사용자 만족도 모니터링 시스템의 효율성을 높이기 위하여 데이터 마이닝의 연관규칙 탐사 기법을 사용하여 상황정보 객체들의 연관관계를 분석하고 측정된 객체들간의 상호 신뢰도를 바탕으로 상황적응적인 데이터 감시 전략을 제안한다.

3. 실시간 모니터링 시스템 개요

유비쿼터스 모니터링 시스템에서의 사용자 만족도 측정을 위한 시스템의 구조는 <그림2>와 같다.

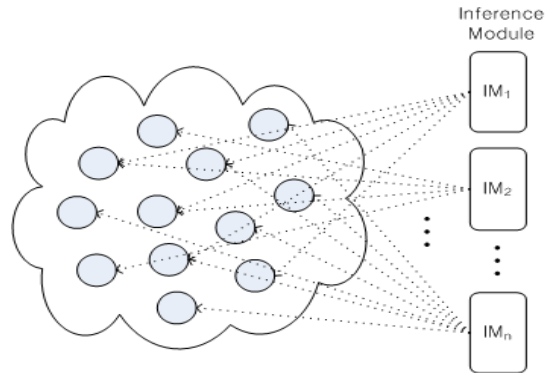


<그림 2> 만족도 모니터링 시스템의 구조

3.2. Repository

Data Handler 에서 수집하는 지능공간 정보들을 정보의 종류에 따라 수집 시간에 따라 저장하고, 4.2절에서의 시간제약에 따라 모니터링 정보 데이터를 관리한다.

3.3. Inference Module



<그림 3> 지능 공간 정보 객체 감시

3.1. Data Handler

Data Handler 는 지능공간에 산재되어 있는 다양한 모니터링 정보를 수집하는 역할을 한다. 수집하는 데이터의 종류에는 <표 2>의 분류에 따른 다양한 지능공간 모니터링 상황데이터가 있다.

<표 2> 지능공간 데이터의 분류

분류	지능공간 정보
Sensor	CO ₂ , 온도, 소음, 조도, ...
Activity	sleeping, resting, reading, ...
Community	독서, 수면, 휴식, 주방, ...
Service	TV, 라디오, 오디오, 조명, ...
Index	환경, 생체, 항스트레스, ...

- Sensor : 온도, 습도, 소음 등과 같이 물리적인 디바이스 환경에서 획득하는 정보
- Activity : 다양한 환경정보를 바탕으로 상황인식 모듈에서 추론해낸 사용자의 행동 정보
- Community : 사용자에게 적절한 서비스를 제공하기 위해 시스템에서 구성하는 커뮤니티 정보
- Service : TV, radio, audio, light 등과 같이 사용자에게 제공하는 서비스 정보
- Index : 환경지수, 항스트레스 지수, 사용자의 생체지수 등과 같은 정보

Data Handler는 지능공간에 산재되어 있는 다양한 상황정보를 순차적으로 수집하고, 그 정보를 필요로 하는 만족도 추론 모듈에게 수집 여부를 알린다.

Inference Module은 추론을 하기 위해 필수적인 지능공간 모니터링 상황정보를 Repository 에서 획득하여 개인 사용자의 커뮤니티 활용도 및 서비스 목표 달성도 등과 같은 사용자 만족도 측정값을 추론한다. 각각의 Inference Module은 추론을 하기 위해 필수적인 요소인 지능공간 상황 정보들을 획득하는 데에 있어, 실시간 사용자 만족도 모니터링 시스템에서 요구하는 빠르고 효율적인 데이터 수집과 처리가 필요하다. 이러한 실시간성을 확보하기 위해 Inference Module은 상황정보들간의 연관 분석을 활용한 다중 상황에 효율적인 모니터링 데이터 감시 전략을 필요로 한다.

4. 상황 적응적 모니터링 데이터 감시 전략

<표 3> 주기 특성에 따른 분류

분류	항목
주기적	Sensor
비주기적	Activity, Community, Service, Index

지능공간 모니터링 정보들은 수집 주기 기준으로 <표 3>와 같이 두 가지로 나뉜다. 주기적인 데이터는 센서 정보와 같이 물리적인 디바이스에서 획득하는 상황정보로서 일정시간마다 주기적으로 수집된다. 그에 반하여 비주기적인 데이터는 사용자의 행동, 커뮤니티, 서비스 정보는 일정한 시간 간격으로 수집되는 상황정보가 아닌 특정 이벤트가 발생했을 경우에 발생하는 지능공간 상황정보이다.

본 논문에서는 유비쿼터스 지능공간 내의 다양한 모니터링 상황정보들의 연관분석을 통하여 각각의

모니터링 데이터 객체의 상호 신뢰도[4]를 측정한다. 그리고 측정한 결과를 바탕으로 각각의 만족도 추론모듈에서 실시간으로 감시해야 하는 필수적인 상황정보들 중에서도 상호 신뢰도가 높은 요소만을 상황에 맞게 적응적으로 선택하여 감시함으로써 실시간 사용자 만족도 모니터링 시스템의 효율성과 안정성을 높인다.

4.1. 모니터링 데이터 항목의 이진 표현

사용자 만족도 정보를 추론하기 위해 필수적인 지능공간 모니터링 데이터들은 연관분석을 위해 각각의 사용자 만족도 추론모듈에서 개별적으로 관리한다. 그리고 각각의 한 항목은 <표 4>과 같이 이진 변수로 취급한다. 각 행은 한 트랜잭션에 대응되고, 각 열은 지능공간 모니터링 데이터 한 항목에 대응된다. 만약 그 항목이 트랜잭션에 있으면 그 값은 1이 되고 그렇지 않으면 0이 된다.

<표 4> 상황 정보의 이진 표현

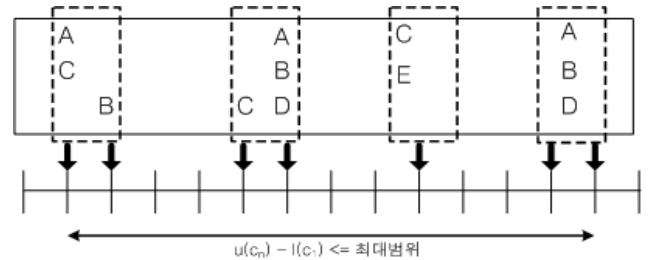
TID	A	B	C	D	E
1	1	1	0	1	0
2	1	0	1	1	0
3	0	1	1	1	0
4	1	1	1	1	1
5	0	1	0	1	1

<표4>는 실제 유비쿼터스 환경에서의 다양한 상황정보들을 이진 데이터로 변환한 예이다. A, B, C, D, E의 각 항목은 사용자 만족도 추론 모듈의 기능과 역할에 따라 지능공간의 모니터링 상황정보 객체와 일대일 대응관계를 가진다. 지능공간 상황정보 객체에는 3.1절에서 분류했던 지능공간 모니터링 정보의 세부 종류에 해당하는 물리적인 환경정보, 1차적인 상황인식 결과정보, 상황인식 결과에 따라 시스템에서 제공하는 각종 커뮤니티 및 서비스 정보, 그리고 각종 지수에 관한 정보가 있다. 이와 같이 이진 표현된 데이터는 4.4절의 상황정보들간의 상호 신뢰도를 측정하는 데에 중요한 통계자료로 활용된다.

4.2. 시간 제약조건

<그림4>는 A, B, C, D, E 라는 상황정보 객체가 존재할 때, 지능공간 상황정보 패턴에 설정될 수 있는 시간 제약조건을 설명한다. 최대범위 제약조건은 전체 순차에서 사건들의 가장 늦은 발생시점과 가장 빠른 발생시점 사이의 시간 차이로 허용되는 최대값을 의미한다. 일반적으로 최대범위가 길수록, 데이터 순차에서 패턴을 탐지할 가능성이 더 높지만, 긴 최대범위는 또한 가짜 패턴을 잡을 수도 있다. 그

이유는 최대범위가 두 개의 관련 없는 사건들이 시간적으로 관련 있게 하는 가능성을 높이기 때문이다.



$P = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$
 l : 시간 윈도우 내에서 사건의 가장 빠른 발생시점
 u : 시간 윈도우 내에서 사건의 가장 늦은 발생시점
 <그림 4> 시간 제약 조건

유비쿼터스 환경에서의 실시간 사용자 만족도 모니터링 시스템에서 만족도 산출의 근간이 되는 지능공간의 다양한 객체들간의 연관 분석을 통해 빠르고 효율적인 데이터 수집을 위해서는 연관 분석에서 사용되는 상황정보들의 집합인 각 트랜잭션의 시간 제약 조건이 명확하게 정의되어야 한다. 지능공간의 상황정보들 사이의 시간 간격을 제약하여 서로 연관이 없는 상황정보들이 하나의 트랜잭션 집합에 포함되어 유용한 패턴으로 분류되지 않도록 한다. 본 논문의 실험에서는 이러한 시간 제약 조건을 10000ms 로 하여 패턴을 추출하였다.

4.3. 연관 규칙

연관규칙이란 어떤 사건이 일어나면 다른 사건이 일어나는 관련성을 의미한다. 주어진 트랜잭션의 집합을 $P = \{c_1, \dots, c_n\}$ 이라 하였을 때 서로 소의 관계인 두 개의 부분집합 $X = \{c_{x_1}, c_{x_2}, \dots, c_{x_m}\}$ 과 $Y = \{c_{y_1}, c_{y_2}, \dots, c_{y_k}\}$ 의 연관규칙은 $X \rightarrow Y$ 로 표시된다. 이때 전체 항목들의 집합 X는 결론 항목들의 집합 Y를 야기한다고 할 수 있다. 신뢰도는 규칙에 의해 만들어지는 추론의 확실성을 측정한다. 주어진 규칙 $X \rightarrow Y$ 에서 신뢰도가 높을수록 X를 포함하는 트랜잭션에 Y가 존재할 가능성이 더 높다. 신뢰도는 또한 주어진 X에서 Y의 조건 확률의 추정 값을 규정하기도 한다. 연관 규칙에 의해 만들어진 추론은 반드시 인과관계를 함축하는 것은 아니지만, 그것은 그 규칙의 전건과 후건에 있는 항목들 사이의 강한 동시-발생 관계를 제시한다.

4.4. 규칙 신뢰도를 활용한 감시 객체 감시 전략

하나의 데이터 집합의 트랜잭션의 수를 K라 하고, 트랜잭션에 포함될 수 있는 유비쿼터스 지능공간 상황정보를 나타내는 원소의 집합을 $P = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ 이라 하였을 때, 각 원소의 지지도[5]는 데이터 집합에 존재하는 모든 트랜잭션들에서 그 원소를

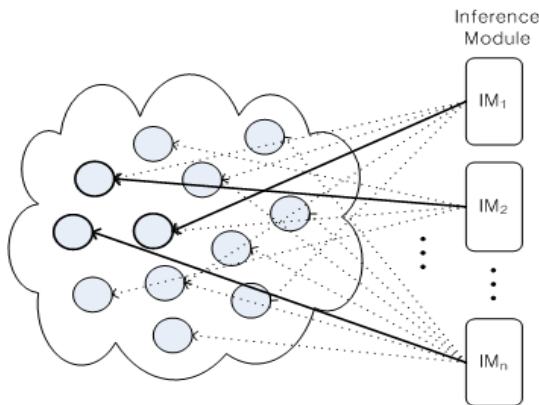
포함하는 트랜잭션 집합의 개수를 뜻하며 식(1)과 같이 나타낸다.

$$\text{supp}(c_i) = \frac{|c_i|}{K} \quad (1)$$

$c_i \Rightarrow c_j$ 의 연관 규칙의 신뢰도[6]란 한 트랜잭션 집합 내에서 c_i 라는 원소가 포함 되어 있을 때, 같은 트랜잭션 내에서 c_j 라는 원소가 존재할 가능성을 나타내고 식(2)과 같다.

$$\text{conf}(c_i \rightarrow c_j) = \frac{|c_i \cap c_j|}{|c_i|} \quad (2)$$

실시간 사용자 만족도 모니터링 시스템에서 만족도를 측정하기 위한 추론 모듈이 필요로 하는 지능공간 상황정보들이 <표 4>의 $P = \{A, B, C, D, E\}$ 와 같이 주어졌을 때, 원소들간에 존재 할 수 있는 모든 부분 연관 규칙을 생성하고 최종적으로 집합 P의 한 원소와 나머지 다른 원소들간의 신뢰도인 $\text{conf}(A \rightarrow \{B, C, D, E\})$, $\text{conf}(B \rightarrow \{A, C, D, E\})$, $\text{conf}(C \rightarrow \{A, B, D, E\})$, $\text{conf}(D \rightarrow \{A, B, C, E\})$, $\text{conf}(E \rightarrow \{A, B, C, D\})$ 를 측정하여 <그림 5>와 같이 가장 높은 상호 신뢰도를 보이는 상황정보를 Inference Module 별로 각각 적응적으로 선택하여 기존의 데이터 관리 모듈에서 분산적으로 모든 상황정보 항목들을 관리하던 것을 신뢰도가 높은 항목을 집중적으로 감시하여 데이터 수집 및 관리의 효율성을 높인다.



<그림 5> 연관 분석을 이용한 상황정보 감시

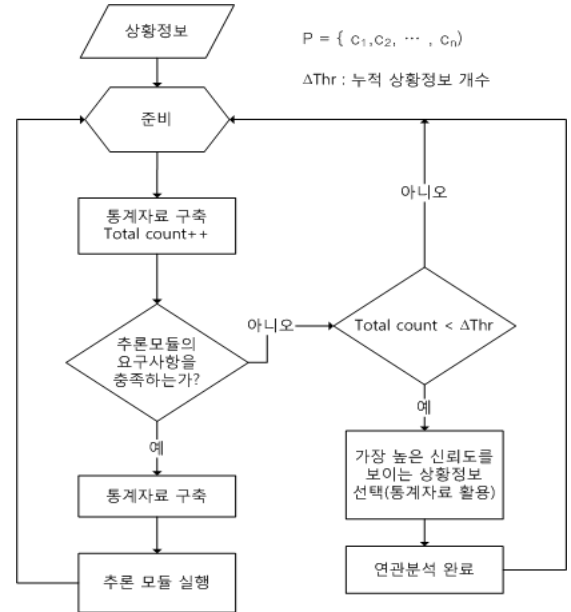
예) <표 4>의 자료를 활용하여 연관분석에서 활용하는 규칙의 신뢰도를 측정해보자. $P = \{A, B, C, D, E\}$ 일 때, 각 항목 및 집합 P의 지지도는 $\text{supp}(A) = 0.6$, $\text{supp}(B) = 0.8$, $\text{supp}(C) = 0.6$, $\text{supp}(D) = 1$, $\text{supp}(E) = 0.4$, $\text{supp}(A, B, C, D, E) = 0.2$ 이다.

이를 바탕으로 각 규칙의 신뢰도를 측정하면, $\text{conf}(A \rightarrow \{B, C, D, E\}) = \text{supp}(A, B, C, D, E) / \text{supp}(A) = 0.2 / 0.6 = 0.33$, $\text{conf}(B \rightarrow \{A, C, D, E\}) = 0.2 / 0.8 = 0.25$, $\text{conf}(C \rightarrow \{A, B, D, E\}) = 0.33$, $\text{conf}(D \rightarrow \{A, B, C, E\}) = 0.20$, $\text{conf}(E \rightarrow \{A, B, C, D\}) = 0.50$ 이다.

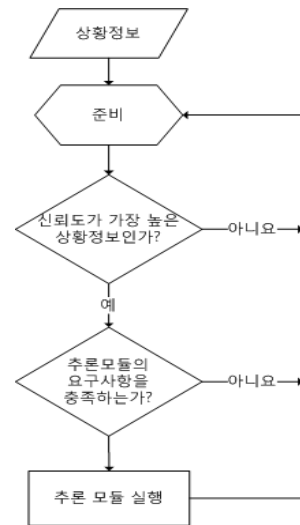
여기서 가장 높은 신뢰도를 보이는 규칙은

$E \rightarrow \{A, B, C, D\}$ 이고 연관분석에 의한 주 감시대상 설정은 E 항목에 대응하는 상황정보로 결정한다.

5. 시나리오 및 적용



<그림 6> 상황 정보 연관분석 이전 수행절차

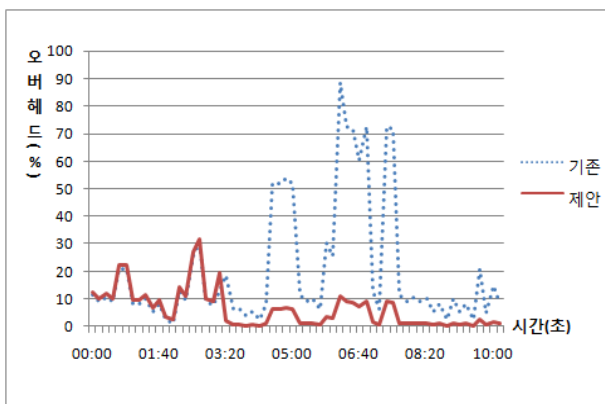


<그림 7> 상황 정보 연관분석 이후 수행절차

<그림 6>은 상황정보들간의 연관분석이 완료되지 않은 시점에서 지능공간 상황정보가 업데이트 되었을 때, 각각의 상황정보들간의 연관분석을 통한 주 감시대상을 설정하기 위해 데이터의 입력 상황의 통계를 연관분석에 활용하는 본 논문에서 제안하는 수행절차를 보여준다. 연관분석을 통한 주 감시대상이 설정 되지 않았을 경우 데이터 수집 모듈은 들어오는 상황정보들의 통계를 저장하다가 누적 데이터 양이 설정한 임계치(ΔThr)를 초과 하였을 경우 각각의 상황정보 객체와 다른 상황정보 객체들과의 신뢰도를

측정한다. <그림7>은 상황정보들 간의 연관분석이 완료되어 가장 높은 상호 신뢰도를 보이는 상황정보 객체를 주 감시객체로 설정하여 집중적으로 관리하여 상황정보가 업데이트 될 때마다 추론모듈의 실행에 필요한 필수 요구조건의 모든 모니터링 데이터의 수집 여부를 확인하던 기존 알고리즘을 개선시켰다.

<그림8>은 <그림6,7>의 수행절차를 유비쿼터스 실시간 모니터링 시스템의 데이터 수집 모듈에 적용하여 10분 동안 테스트 해 본 결과이다. 지능공간에서 실시간으로 입력되는 데이터 양의 최대 값에 대한 컴퓨팅 자원의 활용도를 100%라 했을 때, 해당 시간대의 자원의 활용도를 나타낸 것이다.



<그림 8> 상황정보 수집 양에 따른 오버헤드

기존의 알고리즘에서는 실시간으로 업데이트 되는 상황정보의 데이터 양에 따라 컴퓨팅 자원 소모량의 변동이 크다는 것을 알 수 있다. 이에 비해 제안하는 알고리즘은 상황정보들의 연관분석에 필요한 일정한 양의 데이터 수집이 이루어지기 전까지는 기존 알고리즘보다 약간의 오버헤드가 따르지만 연관분석이 완료되어 주 감시객체를 설정한 이후의 시간부터는 실시간으로 들어오는 상황정보 데이터의 양의 변화에 민감하지 않은 기존보다 안정적인 상태를 지속하고 있음을 볼 수 있다.

6. 결론

본 논문에서는 유비쿼터스 환경에서 개인화 서비스를 제공하기 위한 사용자 만족도 모니터링 시스템의 실시간성을 보장하기 위해 다양한 특성을 지닌 상황정보들간의 연관관계 분석을 통한 상황 적응적인 데이터 감시 전략을 제안하였다. 기존의 모니터링 시스템에서는 실시간으로 수집하는 지능공간의 상황정보 데이터의 양이 큰 폭으로 증가할 경우 일시적으로 모니터링 시스템의 실시간성을 보장할 수 없었다. 제안 기법은 사용자 만족도 추론 모듈에서 필요로 하는 유비쿼터스 지능공간의 다양한 상황정보들을 수집하는 데에 있어,

각각의 상황정보 항목의 상호 신뢰도를 측정하여 그 신뢰도를 척도로 많은 상황정보들 중에서 가장 높은 신뢰도를 보이는 항목을 적응적으로 선택하여 모니터링 함으로써 기존의 모니터링 시스템의 데이터 수집 및 관리 모듈에서의 컴퓨팅 자원의 오버헤드를 줄이고 유비쿼터스 실시간 모니터링 시스템에 적합하도록 데이터 수집 및 관리 모듈의 안정성을 향상시켰다. 제안한 전략은 동적인 유비쿼터스 지능공간의 개인화 서비스를 위한 사용자 만족도 모니터링 시스템의 개인 사용자 만족도를 측정하기 위한 지능공간 상황정보 수집에 있어서 보다 안정적인 결과를 보였다. 이러한 기법을 활용하여 동적인 유비쿼터스 환경 모니터링 시스템의 실시간 신뢰성을 증대시킬 수 있다.

본 논문에서 제시한 유비쿼터스 지능공간에서의 상황정보 연관분석의 활용은 개인화 서비스를 위한 실시간 사용자 만족도 추론 시스템과 같은 보다 고수준의 상황인식을 요구하는 시스템에 적용 및 응용이 가능하다. 따라서 이를 바탕으로 지능공간의 물리적인 환경정보, 1차적인 상황인식 정보 및 상황인식의 결과에 따라 제공되는 각각의 서비스 정보 등의 다양한 상황정보들을 활용하여 보다 높은 수준의 추론 데이터를 생성하고자 할 때, 고비용을 요구하는 추론모듈의 무분별한 사용을 상황 적응적으로 제한하여 시스템의 효율성을 높일 수 있다.

7. 참고 문헌

- [1] Tao Gu, Hung KP, Da QZ, "A Service-oriented middleware for building context-aware services". *Journal. Of Network and Computer Applications*, vol. 28, 2005.
- [2] R. Srikant and R. Agrawal. "Mining Sequential Patterns : Generalizations and Performance Improvements". *In Proc. of the 5th Intl Conf. on Extending Database Technology (EDBT'96)*, p. 18-32, Avignon, France, 1996.
- [3] M.S. Chen, J. Han and P. Yu, "Data Mining : An Overview from Database Perspective". *IEEE Trans. On Knowledge and Data Engineering*, 1997.
- [4] H. Xiong, P. N. Tan, and V. Kumar. "Mining Strong Anity Association Patterns in Data Sets with Skewed Support Distribution". *In proc. of the 2003 IEEE Intl. Conf. on Data Mining*, p. 387-394, Melbourne, FL, 2003
- [5] R. Agrawal, T. Imielinski, and A. Swami. "Mining association rules between sets of items in large databases". *In Proc. of the ACM SIGMOD*, p. 207-216, May 1993.
- [6] E. Cohen, M. Datar, S. Fujiwara, A. Gionis, P. Indyk, R. Motwani, J. Ullman, and C. Yang. "Finding interesting associations without support pruning". *In Proc. of IEEE Conf. on Data Engineering (ICDE)*, p. 489-499, 2000