

유비쿼터스 컴퓨팅에서 컨텍스트 패턴을 이용한 프로액티브 검색 기법

김성림[†], 권준희^{**}

요 약

유비쿼터스 시스템은 컨텍스트에 프로액티브하게 반응할 수 있는 지능적인 환경과 시스템이 필요하다. 본 논문은 컨텍스트 패턴을 이용한 프로액티브 검색 기법을 제안한다. 사용자의 컨텍스트 값이 변경될 때마다 그에 맞는 새로운 정보가 프로액티브하게 사용자에게 전송된다. 프로액티브 검색을 위해 데이터마이닝 기법 중에서 순차 패턴 기법과 연관 규칙 기법을 이용하여 컨텍스트 패턴을 추출하고, 추출된 패턴을 사용하여 가까운 미래에 사용하게 될 정보만을 저장함으로써 유비쿼터스 컴퓨팅에서 많이 사용되는 모바일 장치에서의 저장 공간의 제약과 데이터 전송 속도의 제약을 극복한다. 제안한 기법에 관한 알고리즘을 제시하고, 이에 대한 예를 보이고, 본 논문에서 제안하는 기법의 효율성을 몇 가지 실험을 통하여 평가한다.

Proactive Retrieval Method Using Context Patterns in Ubiquitous Computing

Sungrim Kim[†], Joonhee Kwon^{**}

ABSTRACT

Ubiquitous system requires intelligent environment and system that perceives context in a proactive manner. This paper describes proactive retrieval method using context patterns in ubiquitous computing. And as the user's contexts change, new information is delivered proactively based on user's context patterns. For proactive retrieval, we extract context patterns based on sequential pattern discovery and association rule in data mining. By storing only information to be needed in near future using the context patterns, we solved the problem of speed and storage capacity of mobile devices in ubiquitous computing. We explain algorithms and an example. Several experiments are performed and the experimental results show that our method has a good information retrieval.

Key words: Ubiquitous Computing(유비쿼터스 컴퓨팅), Proactive Retrieval(프로액티브 검색), Context-Aware(컨텍스트 인식)

1. 서 론

마크 와이저는 유비쿼터스 컴퓨팅을 사람을 포함

한 현실 공간에 존재하는 모든 대상물들을 기능적·공간적으로 연결해 사용자에게 필요한 정보나 서비스를 즉시 제공할 수 있는 기반 기술이라고 정의하였다[13]. 이는 컴퓨터가 도처에 편재하여 센싱과 트래킹을 통해 장소나 시간에 따라 변화하는 컨텍스트를 인지하고, 그에 대한 특화된 정보 서비스를 받을 수 있음을 의미한다. 여기서 컨텍스트는 사용자, 공간, 오브젝트 등의 개체와 관련된 모든 정보라고 정의된다[5,11].

※ 교신저자(Corresponding Author): 김성림, 주소: 서울시 중랑구 면목 8동 49-3(131-702), 전화: (02)490-7522, FAX: (02)490-7396, E-mail: srkim@seoil.ac.kr

접수일: 2003년 11월 24일, 완료일: 2004년 2월 23일

[†] 정회원, 서울대학 정보기술 계열 인터넷 정보 전공 전임강사

^{**} 정회원, 경기대학교 정보과학부 전자계산학 전공 전임강사 (E-mail: kwonjh@kyonggi.ac.kr)

컨텍스트는 계속 변경되는 속성을 가지며, 그 변화에 따라 사용자에게 자동적으로 정보를 제공할 수 있는 프로액티브 검색 기법이 요구된다. 일반적으로 사람은 과거의 경험과 현재의 컨텍스트를 바탕으로 일정한 행동 패턴을 따르기 때문에 이러한 행동 패턴을 프로액티브 시스템에 적용할 수 있다.

본 논문에서는 컨텍스트 패턴을 이용한 프로액티브 검색 기법을 제안한다. 제안된 검색 기법을 통해 사용자의 요청없이도 사용자가 사용하게 될 정보를 프로액티브하게 검색하여 전송하고, 사용자의 컨텍스트 정보의 변화에 따라 새로운 정보를 전송하게 된다. 현재 유비쿼터스 컴퓨팅에서의 프로액티브 검색 기법에 대한 연구는 아직 활발하지 않으며, 이미 제안된 방법들도 명시적으로 알려진 데이터를 사용하고, 암시적 정보를 이용하는 경우는 드물다. 따라서 본 논문에서는 명시적인 정보뿐만 아니라 암시적인 정보를 얻기 위해 이용되는 데이터마이닝 기법 [1,2]을 적용하여 수집된 컨텍스트-인식 데이터로부터 컨텍스트 패턴을 추출한다. 특별히 순차 패턴 기법을 이용하여 컨텍스트에 대한 행동 패턴을 생성하고, 연관 규칙 기법을 이용하여 컨텍스트 정보간의 관계를 발견하여 컨텍스트와 관련된 프로액티브 규칙을 생성한다.

또한 프로액티브 검색 결과 정보를 즉시 전송하기 위해 사용자가 가까운 미래에 사용하게 될 정보를 로컬하게 저장하는 기법을 사용한다. 유비쿼터스 컴퓨팅에서는 모바일 장치가 많이 사용되므로 저장 공간의 제약이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 가장 가까운 미래에 사용하게 될 정보만을 저장하고, 컨텍스트가 변경될 때마다 그에 맞는 정보를 변경한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구들을 살펴보고, 3장에서 본 논문에서 제안하는 검색 기법의 알고리즘과 예제를 설명하고, 실험에 대한 내용은 4장에서, 그리고 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

컨텍스트를 이용한 검색은 사용자의 요청에 따라 그에 관련된 정보를 검색하는 상호작용 기법과 사용자의 요청이 없어도 사용자에게 자동적으로 정보를 제공하는 프로액티브 기법으로 크게 구분된다[7]. 즉각적인 컨텍스트 검색 기법은 태스크와는 독립적으로 사용자의 현재 컨텍스트를 바탕으로 정보를 프로

액티브하게 전송하여 정보 검색 시간을 줄인다[12].

이러한 컨텍스트를 이용한 검색 기법에 대한 기존 연구로는 컨텍스트-인식 다이어리와 컨텍스트-인식 캐쉬를 이용한 즉각적인 검색 기법이 있다[7]. 컨텍스트-인식 다이어리는 과거와 현재에 관한 컨텍스트 값을 기술하고, 이를 바탕으로 컨텍스트-인식 캐쉬는 사용자가 미래에 사용하게 될 정보를 가져옴으로써 즉각적이고, 프로액티브한 검색을 가능하게 한다. 그러나 컨텍스트-인식 캐쉬는 명시적으로만 알려진 데이터만을 사용하기 때문에 미래에 사용하게 될 데이터를 미리 가져와 로컬하게 저장하는데 있어 암시적 정보는 사용하지 못한다는 한계점을 가진다.

유비쿼터스 컴퓨팅에서의 커스터마이징은 컨텍스트에 대한 애플리케이션의 적용이라고 할 수 있다 [4,5]. 커스터마이징이 기존의 개인화 기술과 다른 점은 개인화 기술에서는 사용자 컨텍스트만을 고려한 것에 비해, 좀 더 다양한 컨텍스트를 고려한다는 점이다. 지금까지 개인화 기술에 대한 연구는 활발히 이루어지고 있지만 그에 비해 커스터마이징에 대한 연구는 아직 미미한 실정이다[8]. 개인화에 대한 활발한 연구인 웹 개인화는 특별한 사용자나 사용자 집단의 웹 행동과 관련되어 있다[6]. 최근에는 이러한 웹 개인화가 발전된 형태로써 웹 사용 데이터로부터 패턴을 발견하는 기법인 웹 사용 마이닝이 등장하였다[9,10]. 그러나 웹 사용 마이닝에서는 사용자만을 다루는데 반해 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 다양한 컨텍스트를 다루기 때문에 웹 사용 마이닝을 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에 바로 적용하기는 힘들다는 제한점을 갖는다. 그리고 유비쿼터스 컴퓨팅에서의 커스터마이징에 대한 연구는 대부분이 사용자 프로파일을 컨텍스트에 단순히 매치시키는 방법에 한정되어 있고, 데이터의 암시적 정보를 반영하지 못하고 있다는 문제점을 갖고 있다. 또한, 컨텍스트를 이용한 커스터마이징 연구에 있어 다양한 컨텍스트를 각각 독립적으로 고려하여 결합된 컨텍스트를 다루지 못한다는 문제점이 있다.

3. 컨텍스트 패턴을 이용한 프로액티브 검색 기법

3.1 알고리즘

컨텍스트 패턴을 이용하여 프로액티브 검색을 하기 위한 방법은 크게 3개의 알고리즘으로 구성되어

있다. 첫째, 알고리즘 1에서는 오프라인에서 순차 패턴과 연관 규칙과 같은 데이터마이닝 기법을 이용하여 컨텍스트 패턴을 추출한다. 추출된 컨텍스트 패턴은 행동 패턴과 프로액티브 규칙으로 구성되어 있다. 이때 순차 패턴 기법을 통해 컨텍스트의 변화에 따른 행동 패턴들을 생성하고, 연관 규칙 기법을 이용하여 컨텍스트의 변화에 따른 프로액티브 규칙을 생성한다. 둘째, 알고리즘 2에서는 알려진 컨텍스트 정보를 이용하여 각 사용자별로 가까운 미래에 사용하게 될 커스터마이징된 행동 패턴을 추출한다. 그리고 마지막으로, 알고리즘 3을 통해 가장 가까운 미래에 사용하게 될 행동 패턴을 추출한다. 알고리즘 2를 통해 추출된 행동 패턴은 저장 용량의 증가와 전송 속도의 증가를 초래할 수 있다는 문제점을 갖는다. 이를 위해 본 논문에서는 가장 가까운 미래에 사용될 수 있

는 행동 패턴만을 저장하고, 이 과정을 반복적으로 수행하는 기법을 사용한다. 또한 추출된 행동 패턴을 토대로 프로액티브 규칙을 추출하여 컨텍스트가 변경될 때마다 사용자는 그에 맞는 정보를 제공받게 된다. 즉, 사용자의 컨텍스트와 프로액티브 규칙을 이용하여 사용자에게 필요한 정보를 제공하는 것이다.

본 논문에서는 예측 가능한 행동 패턴 중에서 가장 가까운 미래에 사용할 가능성이 있는 커스터마이징된 행동 패턴의 크기를 '윈도우 크기'로 정의한다. 윈도우 크기는 단 하나의 패턴이 선택되었을 때 사용되는 'W1'과 하나 이상의 패턴이 선택되었을 때 사용되는 'W2'로 구분한다.

3.2 예제

사용자 *user1*이 서점을 방문하는 상황을 예로 들

단계 1	행동 패턴 추출
입력	수집된 컨텍스트-인식 데이터, 지지도
출력	행동 패턴
메소드	순차 패턴 데이터 마이닝
단계 2	프로액티브 규칙 추출
입력	수집된 컨텍스트-인식 데이터, 신뢰도
출력	프로액티브 규칙
메소드	연관 규칙 데이터 마이닝

알고리즘 1. 컨텍스트 패턴 추출

입력	P : 행동 패턴, Cs : 가까운 미래에 사용될 컨텍스트
출력	가까운 미래에 사용하게 될 커스터마이징된 행동 패턴
메소드	P의 컨텍스트 값과 Cs의 컨텍스트 값이 같은 커스터마이징된 행동 패턴 P 추출

알고리즘 2. 가까운 미래에 사용하게 될 커스터마이징된 행동 패턴 추출

입력	CP : 알고리즘 2의 결과인 커스터마이징된 행동 패턴, W1, W2 : 윈도우 크기
출력	가장 가까운 미래에 사용하게 될 커스터마이징된 규칙과 정보
메소드	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 하나의 행동 패턴이 선택될 때까지 반복 수행 <ol style="list-style-type: none"> 1. CP로부터 커스터마이징된 행동 패턴 CP2 추출. 단, 커스터마이징된 행동 패턴의 크기는 W2보다 작거나 같다. 2. CP2로부터 현재 사용자 컨텍스트에 맞지 않는 커스터마이징된 행동 패턴 삭제 3. 알고리즘 1의 결과인 프로액티브 규칙으로부터 커스터마이징된 프로액티브 규칙 CR2 추출. 이때, 프로액티브 규칙의 왼쪽에 위치한 행동 패턴과 CP2의 행동 패턴이 일치되는 규칙 추출 4. 사용자 정책과 CR2를 바탕으로 커스터마이징된 프로액티브 정보 추출 5. 컨텍스트 변경에 따라 윈도우 이동 ▶ 행동 패턴이 더 이상 선택되지 않을 때까지 반복 수행 <ol style="list-style-type: none"> 1. CP로부터 커스터마이징된 행동 패턴 CP1 추출. 단, 커스터마이징된 행동 패턴의 크기는 W1보다 작거나 같다. 2. 알고리즘 1의 결과인 프로액티브 규칙으로부터 커스터마이징된 프로액티브 규칙 CR1 추출. 단, 프로액티브 규칙의 왼쪽에 위치한 행동 패턴과 CP1의 행동 패턴이 일치되는 규칙 추출 3. 사용자 정책과 CR1를 바탕으로 커스터마이징된 프로액티브 정보 추출 4. 컨텍스트 변경에 따라 윈도우 이동

알고리즘 3. 가장 가까운 미래에 사용하게 될 커스터마이징된 규칙과 정보 추출

어 컨텍스트 패턴을 이용한 프로액티브 검색 기법을 설명한다. 서점에서 *user1*의 컨텍스트가 변경될 때마다 *user1*은 이미 구입한 책을 제외한 다른 책에 대한 정보를 프로액티브하게 제공받게 된다.

이 예제에서는 다음과 같이 몇 가지를 가정한다. 첫째, *user1*은 기존의 *user1* 패턴대로 행동한다. 둘째, *user1*의 계속 변화하는 위치와 시간 컨텍스트 값을 전송받은 그대로 사용하는 것이 아니라 일정 범위 단위로 나누어 다룬다. 즉, 시간은 A.M. 과 P.M. 으로 구분하는데 A.M.은 오전 9시부터 12시까지이고, P.M.은 오후 12시부터 밤 10시까지의 시간 범위를 의미한다. 위치는 주제, 카테고리, 저자, 출판사로 구분하는데 이 값은 서점에서의 위치에 대한 일정 범위의 좌표 값을 의미한다.

3.2.1 컨텍스트 패턴 추출

서점에 있는 책에 대한 정보는 *bookstore* 테이블에 저장되고, *user1*이 구입한 책에 대한 정보는 *boughtbook* 테이블에 저장되어 있다. 표 1은 두개의 테이블에 대한 스키마이고, 밑줄은 각 테이블에서의 주 키를 표현한다. 그리고 *bookstore* 테이블에는 330개의 책 정보가, *boughtbook* 테이블에는 150개의 책 정보가 저장되어 있다.

오프라인에서 *boughtbook* 테이블의 데이터로부터 *user1*의 패턴을 추출한다. 이때 행동 패턴은 위치 컨텍스트의 가장 큰 단위인 주제(category)를 기준으로 지지도 10%로 추출하고, 프로액티브 규칙은 지지도 5%와 신뢰도 60%로 추출된다. 그림 1은 추출된 *user1*의 행동 패턴 결과이다.

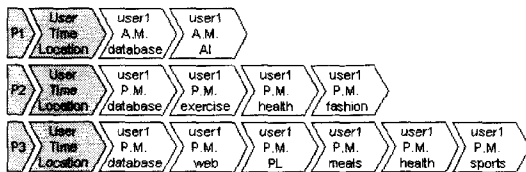


그림 1. 커스터마이징된 행동 패턴

3.2.2 가까운 미래에 사용하게 될 커스터마이징된 행동 패턴 추출

3.2.1절에서 *user1*의 커스터마이징된 행동 패턴을 추출하였다. 그리고 만약 가까운 미래에 사용될 컨텍스트 중 알려진 컨텍스트가 사용자와 시간이고, 그 값이 각각 'user1'과 'P.M.'이라고 가정한다면, 그림 2는 그림 1로부터 가까운 미래에 사용하게 될 행동 패턴만을 추출한 *user1*의 행동 패턴 결과이다.

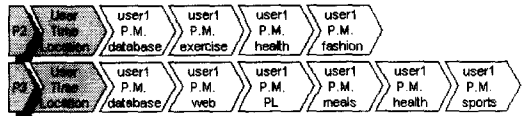


그림 2. 가까운 미래에 사용하게될 커스터마이징된 행동 패턴

3.2.3 가장 가까운 미래에 사용하게 될 커스터마이징된 규칙과 정보 추출

3.2.2절로부터 추출된 행동 패턴으로부터 가장 가까운 미래에 사용하게 될 커스터마이징된 규칙과 정보를 추출한다. 이 예제에서는 윈도우 크기 W1의 크기를 3, W2의 크기를 2로 하고, W2에 따라 우선 P2와 P3의 패턴 중 처음에 나타나는 두개의 패턴을 추출한다. P2의 첫 번째 패턴, 'user1, P.M., database'로부터 'user1, P.M., database'가 규칙의 왼쪽에 있는 커스터마이징된 프로액티브 규칙을 추출한다. W2를 바탕으로 추출된 커스터마이징된 프로액티브 규칙의 전체 개수는 10개이며, 그림 3은 결과의 일부를 보여준다.

추출된 커스터마이징된 프로액티브 규칙으로부터 *user1*에게 제공될 커스터마이징된 프로액티브 정

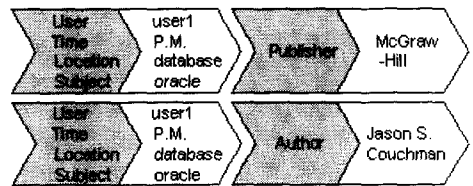


그림 3. 커스터마이징된 프로액티브 규칙

표 1. 예제 스키마

테이블	속 성
bookstore	<u>title</u> , <u>edition</u> , location, category, author, publisher, year, cost, description, review
boughtbook	userid, time, location, category, author, publisher, <u>title</u> , <u>edition</u>

보를 추출한다. 예를 들어, 'user1, P.M., database, oracle → McGraw-Hill'이라는 규칙이 있다면, *book-store* 테이블에서 *user1*이 이미 구입한 책을 제외하고, 'user1, P.M., database, oracle, McGraw-Hill'과 관련된 정보를 추출한다. 그림 4는 커스터마이징된 프로액티브 정보의 일부를 나타낸다.

TITLE	LOCATION	CATEGORY	AUTHOR	PUBLISHER
OCP_Oracle9i_Database_Fundamentals	database	oracle	Jason_S_Couchman	McGraw-Hill
OCP_Oracle9i_Database_Performance	database	oracle	Pack_Charles_A	McGraw-Hill
OCP_Oracle9i_DBA_Certification_Boxes	database	oracle	Jason_S_Couchman	McGraw-Hill
Oracle_9i_Xml_Handbook	database	oracle	Cheng_Ben	McGraw-Hill
Oracle_Backup_and_Recovery_101	database	oracle	Smith_Kenny	McGraw-Hill

그림 4. 커스터마이징된 프로액티브 정보

그리고 이후에 컨텍스트의 값이 'user1, P.M., database'로부터 'user1, P.M., web'로 변경되었다면, P2는 더이상 사용될 가능성이 있는 패턴이 아니므로 삭제된다. 따라서 P3만이 사용가능한 패턴이 되고, 윈도우 크기는 W1으로 변경된다. 따라서 변경된 패턴의 컨텍스트에 맞게 새로운 커스터마이징된 프로액티브 규칙과 정보가 추출된다.

만약 P3에서 컨텍스트의 값이 'user1, P.M., web'으로부터 'user1, P.M., PL'로 변경되면 이제 가장 가까운 미래에 사용가능한 패턴은 W1을 바탕으로 'user1, P.M., PL → user1, P.M., meals → user1, P.M., sports'가 된다. 즉, 'user1, P.M., web'에 관한 정보가 삭제되고, 'user1, P.M., sports'에 관한 정보가 추가된다.

4. 실험

4.1 실험 환경

실험을 위해 본 논문에서 제안하는 프로액티브 검색 기법에 의한 *System1*과 그렇지 않은 *System2*를 구현하였다. *System1*과의 비교를 위해 *System2*는 프로액티브 기법을 사용하지 않고, 알고리즘 1의 단계 2만을 수행하여 추출된 '프로액티브 규칙'과 '컨텐츠'만을 사용하여 사용자에게 정보를 전달한다. 두 시스템 모두 JDK1.4와 JDBC를 이용하였고, 데이터 베이스는 Oracle9i를 사용하였다. 그리고 데이터마 이닝 툴로써 SAS의 Enterprise Miner와 apriori[3]를

사용하였다. 클라이언트는 펜티엄 랩탑에서 실행되고, 서버는 펜티엄 데스크 탑에서 실험하였다.

데이터는 가상 데이터와 3.2절에서 설명된 예제 데이터를 사용하였다. 그리고 네트워크 요소는 고려하지 않고, 프로액티브 규칙당 참조되는 후보 프로액티브 정보의 행 수만을 고려하였다. 이 장에서는 이를 간단히 '후보 정보 개수' 라고 사용한다.

예제 데이터는 커스터마이징된 행동 패턴에 있어서는 지지도 10%를 기준으로 추출하였다. 커스터마이징된 프로액티브 규칙은 지지도 5%을 기준으로 하고, 각각 신뢰도 20%와 60%를 기준으로 생성하였다. 그리고 커스터마이징된 프로액티브 규칙은 모두 실행된다고 가정하였다.

가상 데이터는 두개의 데이터 집합, *D1*과 *D2*를 사용하였다. *D1*에서는 커스터마이징된 행동 패턴의 길이를 4로 정하고, 커스터마이징된 프로액티브 규칙의 개수는 2,000으로 하였다. *D2*에서는 전체 프로액티브 규칙의 개수를 30으로, 전체 컨텐츠 수를 10,000으로, 윈도우 크기는 4로 하였다. 모든 데이터 집합에서 커스터마이징된 프로액티브 정보의 행 수는 컨텐츠의 행 수로부터 0.05씩 증가한다. 그리고 컨텐츠의 모든 값은 1로 생성하고, 커스터마이징된 행동 패턴의 값은 1부터 커스터마이징된 행동 패턴의 길이까지로 생성하였다. 커스터마이징된 프로액티브 규칙의 값은 1부터 커스터마이징된 프로액티브 규칙의 개수까지로 하였다. 그리고 *D1*에 있는 모든 커스터마이징된 프로액티브 규칙은 모두 실행된다고 가정하였다.

4.2 실험 결과

4.2.1 예제 데이터

프로액티브한 정보 전달의 성능을 측정하기 위해 후보 정보 개수를 측정하였다. 그림 5는 신뢰도 20%와 60%에 따른 *System1*과 *System2*의 후보 정보 개수의 변화를 보여준다. 두 실험에서 *System1*이 *System2*에 비해 후보 정보 개수의 변화 폭이 크지 않고 일정하게 변화함을 알 수 있다. 이는, 그림 6에서 보는 바와 같이 프로액티브 규칙의 개수 증가에 크게 영향을 받지 않아 *System1*의 후보 정보 개수의 증가가 *System2*의 증가의 폭보다 작기 때문임을 알 수 있다.

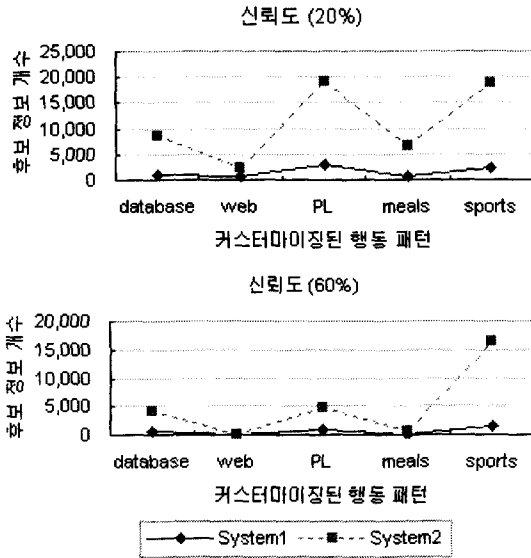


그림 5. 신뢰도에 따른 후보정보개수 변화

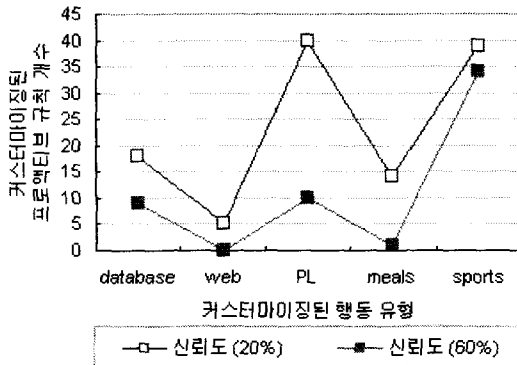


그림 6. 신뢰도에 따른 클러스터마이징된 프로액티브 규칙개수의 변화

4.2.2 가상 데이터

컨텐츠의 행 수를 측정하기 위해 D1의 후보 정보 개수를 바탕으로 컨텐츠의 행 수를 측정하였다. 컨텐츠의 수를 10,000부터 10%씩 증가하면서 37,975까지 하여 그 변화를 측정하였고, 결과는 그림 7과 같다. System1의 경우는 일정하게 조금씩 증가하지만 System2의 경우는 급속하게 증가함을 알 수 있다. 그림 8은 D2에서 후보 정보 개수에 따라 실행되는 프로액티브 규칙의 개수를 측정한 결과를 보여준다. 실행되는 프로액티브 규칙은 3부터 30까지 10%씩 증가한다. 실행되는 프로액티브 규칙의 개수가 증가함에 따라 System1의 후보 정보의 개수의 증가는

System2의 증가보다 적게 변화한다. 따라서 System1이 System2에 비해 실행되는 프로액티브 규칙의 영향을 크게 받지 않아 성능이 우수함을 알 수 있다.

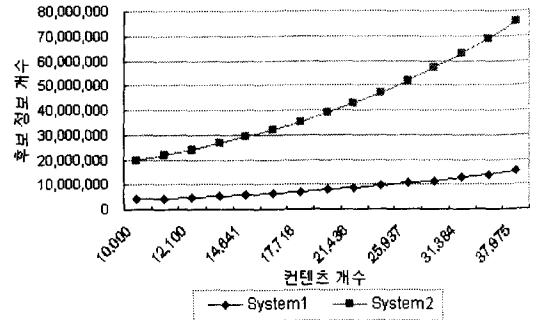


그림 7. 컨텐츠에 따른 후보정보개수

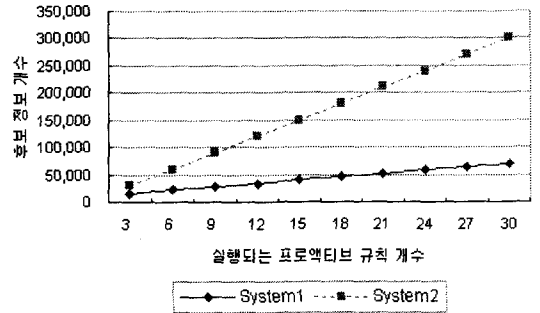


그림 8. 프로액티브 규칙에 따른 후보정보개수

4.2.3 실험 고찰

예제 데이터와 가상 데이터를 이용한 실험 결과를 보여주는 그림 5와 그림 8로부터 본 논문에서 제안하는 검색 기법이 프로액티브 규칙의 수가 증가함에 따라 후보 정보의 개수의 증가폭이 크지 않다는 것을 알 수 있으며, 이로부터 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다. 첫째, 후보 정보의 개수가 적고 일정하게 변화하므로 적은 저장 공간을 요구하게 되어 저장 공간을 절약할 수 있다. 둘째, 컨텍스트의 변화에 따라 이에 해당하는 정보를 프로액티브하게 검색하여 사용자에게 그 결과를 보여줄 때 검색 대상이 되는 후보 정보의 개수가 적으므로, 후보 정보를 검색하는데 드는 검색 속도를 줄일 수 있다. 셋째, 프로액티브 정보를 빠른 시간 내에 검색할 목적으로 이를 클라이언트에 저장하게 되는데, 이를 위해서는 서버로부터 클라이언트로 프로액티브 정보를 가지고 와야 한다. 이 때, 그 후보 정보의 개수가 적다는 것은 네트워크

속도의 절감 효과를 가지고 올 수 있음을 알 수 있다.

따라서 본 논문에서 제안하는 검색기법은 그림 5의 결과에서 보는바와 같이 컨텍스트의 변화에 따라ダイナミック하게 후보 정보의 개수가 변화하고 있으며, 검색 대상이 될 후보 정보를 컨텍스트 패턴을 이용하여 각 사용자에게 불필요한 정보는 제외하고 사용자의 관심 정보로 필터링해냄으로써, 검색 측면에서는 검색 속도를 절감할 수 있다는 효과를 보이게 됨을 알 수 있다.

그리고 제안된 검색 기법이 콘텐츠 개수의 증가에 대해 해당되는 후보 정보의 개수가 정비례하여 증가하지 않고 완만하게 증가하는 것을 그림 7에서 알 수 있다. 이는 각 사용자의 관심사를 고려하지 않은 일반적인 모든 정보의 양이 늘어나더라도, 개개인에게 관심있는 정보는 이러한 일반적인 정보의 양에 정비례하여 증가하는 것이 아니라 자신에게 관심있는 정보의 양에 의해서만 증가하므로 완만하게 그 정보의 양이 증가하게 된다는 현실 세계의 정보 취득 방법에도 부합된다. 또한, 후보 정보의 개수가 완만하게 증가하게 됨으로써, 프로액티브 규칙의 수가 증가함에 따라 후보 정보의 개수의 증가폭이 크지 않다는 것에 의한 효과 즉, 저장 공간, 검색 속도, 네트워크 속도 절감이라는 잇점을 얻게 된다. 따라서 이를 통해 사용자는 컨텍스트의 빠른 변화에도 프로액티브 검색 결과 정보를 즉시 사용자에게 전송할 수 있게 되어 사용자의 만족도를 증가시킨다.

5. 결론

본 논문에서는 유비쿼터스 환경에서 컨텍스트 패턴을 이용한 프로액티브 검색 기법을 제안하였다. 이를 위해 알고리즘과 예제를 설명하고, 몇 가지 실험을 통하여 제안하는 기법의 효율성을 보였다. 제안된 프로액티브 검색 기법의 특징은 다음과 같다. 첫째, 컨텍스트 패턴을 사용하여 가까운 미래에 사용하게 될 정보만을 저장함으로써 유비쿼터스 컴퓨팅에서 많이 사용되는 모바일 장치에서의 저장 공간의 제약과 데이터 검색 속도의 제약을 극복하였다. 둘째, 유비쿼터스 컴퓨팅에서의 이전 연구와 비교할 때, 명시적 정보뿐만 아니라 암시적 정보를 고려하였고, 결합된 컨텍스트를 고려하였다.

향후 연구과제로는 현재의 검색 기법을 각 컨텍스

트의 특징을 반영할 수 있도록 확장하고, 실제 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에 적용할 수 있도록 하는 것이다.

참고 문헌

- [1] R. Agrawal, T. Imielinski, A. Swami, *Mining association rules in large databases*, In Proceedings of ACM SIGMOD Conference on Management of Data, Washington D.C., p.207-216, May 1993.
- [2] R. Agrawal, R. Srikant, *Mining sequential patterns*, In Proceedings of the 11th international Conference on Data Engineering, Taipei, Taiwan, March, 1995.
- [3] Christian Borgelt *Apriori : Association Rule Induction*, <http://fuzzy.cs.uni-magdebu.de/~borgelt/software.html>
- [4] Keith Cheverst, Keith Mitchell, Nigel Davies, *The role of adaptive hypermedia in a context-aware tourist guide*, Communications of the ACM, Vol. 45, No. 5, p.47-51, May, 2002.
- [5] Anind K. Dey, Daniel Salber, Gregory D. Abowd, *A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of Context-Aware Applications*, Anchor article of a special issue on Context-Aware Computing Human-Computer Interaction Journal, Vol. 16, No. 2-4, p.97-166, 2001.
- [6] Magdalini Eirinaki, Michalis Vazirgiannis, *Web Mining for Web Personalization*, ACM Transactions on Internet Technology, Vol. 3, No. 1, p. 1-27, February, 2003.
- [7] Gareth J. F. Jones, Peter J. Brown, *Challenges and Opportunities for Context-Aware Retrieval on Mobile Devices*, ACM SIGIR Workshop on Mobile Personal Information Retrieval, p.47-56, 2002.
- [8] Getri Kappel, Birgit. Proll, Werner Retschitzegger, Wieland Schwinger, *Customisation for Ubiquitous Web Applications - A Comparison of Approaches*, International Journal of Web Engineering and Technology, Vol.1,

- No.1, p. 79-111, January, 2003.
- [9] Bamshad Mobasher, Robert Cooley, Jaideep Srivastava, *Automatic Personalization Based on Web Usage Mining*, Communications of the ACM, Vol. 43, No. 8, p.142-151, 2000.
 - [10] Bamshad Mobasher, Honghua Dai, Tao Luo, Miki Nakagawa, *Effective Personalization Based on Association Rule Discovery from Web Usage Data*, Proceedings of the 3rd ACM Workshop on Web Information and Data Management, p.9-15, 2001.
 - [11] Paul Prekop, Mark Burnett, *Activities, Context and Ubiquitous Computing*, Special Issue on Ubiquitous Computing, Computer Communications, Autumn, 2002.
 - [12] Bradley J. Rhodes, Pattie Maes, *Just-in-time information retrieval agents*, IBM Systems Journal, Vol. 39, No. 3&4, p.685-704, 2000.
 - [13] Mark Weiser, *The computer for the 21st century*, Scientific American, Vol. 265, No. 30, p.94-104, 1991.



김 성 립

1994년 숙명여자대학교 전산학과 (이학사)
 1997년 숙명여자대학교 전산학과 (이학석사)
 2002년 숙명여자대학교 컴퓨터 과학과(이학박사)
 2001년 3월~2004년 2월 동덕여자대학교 정보학부 컴퓨터학 전공 강의전임교수

2004년 3월~현재 서일대학 정보기술 계열 인터넷 정보 전공 전임강사
 관심분야 : 유비쿼터스 컴퓨팅, 웹 데이터베이스, XML, 멀티미디어 의료 데이터베이스



권 준 희

1992년 숙명여자대학교 전산학과 (이학사)
 1994년 숙명여자대학교 전산학과 (이학석사)
 2002년 숙명여자대학교 컴퓨터 과학과(이학박사)
 1994년~2003년 2월 쌍용정보통신 과장

2000년 정보처리기술사(전자계산조직응용기술사)
 2003년~현재 경기대학교 정보과학부 전자계산학 전공 전임강사
 관심분야 : 유비쿼터스 컴퓨팅 및 LBS, 공간 데이터베이스 및 GIS, 공간 데이터 인덱싱, 객체지향 모델링 및 방법론(UML, RUP), 워크플로우