

협력적 필터링 기법을 이용한 P2P 모바일 에이전트 기반 사용자 컨텍스트 인식 및 서비스 처리 구조

A Structure of Users' Context-Awareness and Service Processes based P2P Mobile Agent using Collaborative Filtering

윤효근, 양종원, 이상용*

공주대학교 컴퓨터공학과, 공주대학교 정보통신공학부*

Hyo-Gun Yun, Jong-Won Yang, Sang-Yong Lee*

Dept. of Computer Engineering, Division of Information & Communication Engineering*, Kongju National University

E-mail : kosher@kongju.ac.kr

요 약

컨텍스트 인식은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 사용자의 주변환경과 상태에 따라 양질의 서비스를 제공할 수 있는 중요한 요소이다. 컨텍스트 인식을 위한 정보 수집 도구로는 이동이 편리한 소형 모바일 장치와 그 안에 내장된 모바일 에이전트를 이용하고 있다. 현재 모바일 에이전트는 각 사용자의 컨텍스트 정보를 수집하고 인식하는데 많은 시간과 비용이 소모되고 있다. 이에 모바일 에이전트의 부하를 줄이고, 빠른 시간내에 사용자의 컨텍스트 정보 인식을 위한 구조에 대한 연구가 필요하다.

본 논문에서는 모바일 에이전트에 협력적 필터링 기법과 P2P 에이전트를 혼합한 P2P 모바일 에이전트 구조를 제안한다. 제안한 구조는 동일 지역내에서 각 사용자의 컨텍스트 정보를 분석하고, 비슷한 선호도를 갖는 사용자들로 그룹핑하며, 그룹핑된 사용자는 P2P 모바일 에이전트를 이용하여 정보를 공유한다. 또한 이 구조는 사용자들의 행위와 서비스를 지속적으로 관찰 및 학습하여 새로운 상관 관계를 측정하도록 하였다.

1. 서론

1980년대 후반에 미래 지향적인 기술로 등장한 유비쿼터스 컴퓨팅(Ubiquitous Computing)은 지능화된 사용자 중심의 서비스를 핵심으로 하고 있다[1]. 지능화된 사용자 중심의 서비스를 개선하기 위해서는 사용자의 욕구(Needs)와 사용자의 위치에 따른 주변 상황 정보를 인식하는 기술(Context-Awareness Technique)이 요구된다.

컨텍스트 인식을 위한 정보 수집은 사용자 주변에 산재되어 있는 다양한 센서와 모바일 장치들이 이용되고 있다[2]. 그리고 수집된 정보들의 인식을 위한 기본적인 구조는 5W1H(Who, When, Where, What, Why, How)를 기반으로 사용자의 제약 조건과 선호도를 파악하고 있다.

사용자의 제약조건과 선호도를 파악하기 위해서는 컨텍스트 정보를 필터링하는 방법이 매우 중요하다. 하지만 기존의 필터링 방법은 사용자가 직접 초기값을 입력하는 문제점과 지속적인

변화에 능동적인 대처가 부족한 프로파일 구조를 가지고 있다. 또한 드물게 발생하는 Sparsity 문제 등과 같은 다양한 문제점을 가지고 있다 [3,4].

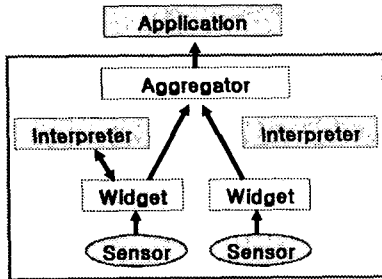
본 논문에서는 모바일 에이전트에 협력적 필터링 기법과 P2P 에이전트를 혼합한 P2P 모바일 에이전트 구조를 제안한다. 제안한 구조는 동일 지역내에서 각 사용자의 컨텍스트 정보를 분석하고, 비슷한 선호도를 갖는 사용자들로 그룹핑한다. 그룹핑된 사용자 그룹은 P2P 모바일 에이전트를 이용하여 정보를 공유하는 협력적 필터링 구조를 가진다. 그리고 이 구조는 사용자들의 행위와 서비스가 지속적으로 관찰 및 학습하여 새로운 상관 관계를 측정하도록 하였다.

2. 관련연구

2.1 컨텍스트 인식 기술

컨텍스트는 사용자가 처한 환경에서 사용자의

현재 위치 정보와 행동 및 작업 등과 같은 사용자의 상태 정보를 기반으로 하여, 그 정보들에 대한 지속적 변화를 관찰한 정보들을 말한다. 컨텍스트-인식 기술은 사용자의 환경 정보로부터 상황 정보를 얻어내는 기술을 말한다[1][5]. 그리고 컨텍스트 인식을 위한 정보 구조는 응용 서비스 분야마다 다양하며 주로 사용자 ID, 위치, 시간, 온도, 심리적 요소 등을 이용하고 있다.



[그림 1] Context Toolkit(GATEH)

현재 사용되고 있는 컨텍스트-인식 모형으로는 GATEH의 Context Toolkit[5]과 Couder와 Kermaree[6]의 상황 인식을 처리하는 일반적인 구조 및 상황 객체를 표현하는 모델(Context Object Model)이 있다. 그리고 컨텍스트의 효율적인 관리와 사용자에게 맞는 응용 서비스를 지능적으로 제공하는 ubi-UCAM 모델[7] 등이 있다. [그림 1]은 GATEH의 Context Toolkit으로 컨텍스트를 관리하기 위해 중간 매개체를 사용하며, 센서와 응용 서비스 사이의 존재하는 중속성 문제를 해결하고 있다

2.2 협력적 필터링

협력적 필터링(Colaborative Filtering)은 전자 상거래 추천 시스템에서 많이 사용되고 있으며, 기존의 사용자들에 대한 성향을 분석하여 특정 사용자의 성향을 미리 예측하는데 사용된다. 즉, 어떤 항목에 대해 특정 사용자의 성향을 예측하고자 할 때, 그 사용자와 비슷한 성향을 가진 다른 사용자들의 평가값을 조사하여 이를 예측할 수 있다. 그리고 예측하고자 하는 사용자의 항목들은 각각의 사용자 별로 작성된 평가값을 포함하고 있어야 한다.

어떤 항목 I 에 대한 사용자 a의 평균 평가값은 <식1>과 같이 정의할 수 있다.

$$\bar{v}_a = \frac{1}{|I_a|} \sum_{i \in I_a} v_{a,i} \quad < \text{식1} >$$

그리고 사용자 a가 아직 평가되지 않은 항목 x에 대해 사용자 a가 평가할 평가값의 추정치를 $P_{a,x}$ 라 하며, 협력적 필터링에서 $P_{a,x}$ 는 <식2>와 같이 계산된다[4]. 또한 $w(a,b)$ 는 사용자 a와 b간의 유사도를 나타낸다.

$$P_{a,x} = \bar{v}_a + \frac{\sum_{b \in B} w(a,b)(v_{b,x} - \bar{v}_b)}{\sum_{b \in B} w(a,b)} \quad < \text{식2} >$$

현재 유사도에 관한 대표적인 연구는 상관계수나 베이저안 모델등을 바탕으로 하고 있다 [3,4]. 그 중 에서 상관계수(Correlation Coefficient)는 두 사용자가 유사한 평가값을 갖는다면 양의 유사도를 가지고, 반대의 평가값을 갖는다면 음의 유사도를 갖는다.

2.3 P2P 모바일 서비스

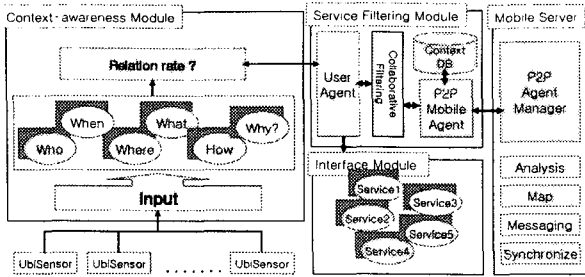
P2P 서비스는 파일 공유의 개념으로 기존의 서버 집중식의 클라이언트/서버 방식의 네트워크나 사이트에서 발생하는 과부하를 줄이고, 서로의 자원을 공유하여 개인 상호간의 이익을 도모하는 서비스 방식이다. P2P 서비스의 구조는 넵스터(Napster)와 그누텔라(Gnutella)로 구분된다. 넵스터는 중앙 서버를 통해 사용자의 자원에 대한 정보를 관리하는 구조이다. 그누텔라는 협력 검색 기법을 사용하여 사용자간의 자원을 공유하도록 하는 구조이다[8].

P2P 모바일 서비스는 P2P 서비스를 모바일 환경으로 옮겨놓은 서비스 구조이다. 모바일 단말기의 보편화 과정을 통해 LBS(Location Based Service)의 확산, 유무선 연동 기술의 발전 등과 같은 변화는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에 적합하도록 진화되었다.

현재까지는 P2P 모바일 컨텍스트를 위하여 표준화된 기반 구조가 존재하지 않기 때문에, 현실적이고 지능적인 P2P 모바일 서비스에 대한 지원이 미흡하다. 최근의 P2P 모바일 서비스에 대한 연구는 이동 Ad-hoc 네트워크를 이용한 어플리케이션 개발 및 표준화 개발이 진행 중이다[9].

3. MAUCA의 구조

본 논문에서는 모바일 에이전트에 협력적 필터링 기법과 P2P 에이전트를 혼합한 P2P 모바일 에이전트 구조인 MAUCA(Mobile Agents for Users' Context-Awareness)를 제안한다. MAUCA의 구조는 동일 지역내에서 각 사용자의 컨텍스트 정보를 분석하고, 비슷한 선호도를 갖는 사용자들로 그룹핑한다. 그룹핑된 사용자 그룹은 P2P 모바일 에이전트를 이용하여 정보를 공유하는 협력적 필터링 구조를 가진다. 그리고 이 구조는 사용자들의 행위와 서비스가 지속적으로 관찰 및 학습하여 새로운 상관 관계를 측정하도록 하였다.



[그림 2] MAUCA 프레임워크

MAUCA의 구조는 [그림2]와 같이 컨텍스트-인식 모듈(Context-awareness Module), 서비스 필터링 모듈(Service Filtering Module), 인터페이스 모듈(Interface Module), 모바일 서버(Mobile Server)로 구성된다.

3.1 컨텍스트 인식 모듈

컨텍스트 인식 모듈은 사용자 주변의 안테나와 모바일 장치에 내장된 시계, 키 등의 유비센서(UbiSensor)를 이용하여 사용자 컨텍스트 인식 정보를 이산형 데이터로 사용자 프로파일에 저장한다. 그리고 수집된 정보는 사용자 프로파일의 구조에 맞게 분류하고, 협력적 필터링을 위해 공분산(Covariance)과 관계율(Relation Rate)을 측정한다.

공분산은 센서에 의해 입력된 컨텍스트 인식 정보(X)와 에이전트가 가지고 있는 서비스 정보(Y)에 대한 기대값으로, <식3>과 같이 정의할 수 있다.

$$Cov(X, Y) = E[(X - \mu_X)(Y - \mu_Y)]$$

$$= E(XY) - \mu_X \mu_Y \quad < \text{식3} >$$

컨텍스트 인식 정보(X)와 서비스 정보(Y)의 관계는 $X - \mu_X$ 와 $Y - \mu_Y$ 의 곱일 때 가장 강한 양의 상관 관계나 강한 음의 상관 관계를 갖게 된다. 따라서 공분산은 사용자의 성향 변화에 민감하게 대응시킬 수 있다.

또한 사용자에게 서비스된 항목과 컨텍스트 인식 정보(X)의 관계율($f_X(x)$)은 주변확률밀도 함수(Marginal probability density function)을 이용하여 사용자가 처한 환경에서 불필요한 서비스 항목들을 제거한다. 관계율의 평가값은 <식4>와 같이 정의된다.

$$f_X(x) = \sum_y f(x, y) \quad < \text{식4} >$$

3.2 서비스 필터링 모듈

서비스 필터링 모듈은 사용자 에이전트(User Agent), 협력적 필터링(Collaborative Filtering),

컨텍스트 DB, P2P 모바일 에이전트(Mobile Agent)로 구성된다.

사용자 에이전트(User Agent)는 사용자의 상태를 관찰하고 필요한 서비스를 제공해 주는 역할을 한다. 이를 위해서 사용자 에이전트는 컨텍스트 인식 모듈에서 얻은 공분산과 관계율을 협력적 필터링에 전달하여 사용자에게 적합한 서비스 항목을 지원하고 관리한다.

협력적 필터링은 사용자 에이전트로부터 공분산과 관계율을 전달받아 사용자와 서비스의 상관 관계를 분석한다. 상관 관계는 <식5>와 같이 정의한다.

$$Corr(X, Y) = \frac{Cov(X, Y)}{xy} \frac{1}{f_X(x)} \quad < \text{식5} >$$

관계율은 P2P 모바일 에이전트에 의해 공유된 서비스 정보 중 불필요한 정보를 제거하는 역할을 한다. 따라서 기존의 상관 관계 평가에서 약한 선형 관계인 $|Corr(X, Y)| \leq 0.5$ 를 갖는 값이라고 해도 필요한 서비스 항목으로 선택할 수 있다.

P2P 모바일 에이전트는 동일 지역을 하나의 지역(Cell)로 설정하고, 이 지역내에 있는 사용자들의 컨텍스트 DB를 공유시킨다. 공유된 정보는 상관 계수를 이용하여 사용자에게 필요한 서비스를 필터링하도록 한다. 만약 필요한 서비스 항목이 존재하지 않을 경우에는 서비스를 모바일 서버를 통해 검색하고 사용자에게 제공한다. 그리고 서비스된 사용자의 상태 정보와 서비스 정보를 컨텍스트 DB에 기록한다.

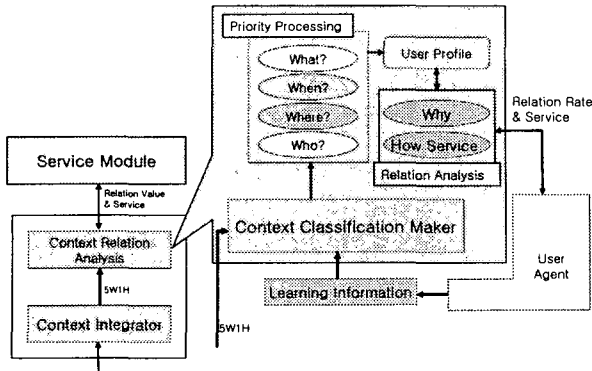
3.3 인터페이스 모듈과 모바일 서버

인터페이스 모듈은 사용자 에이전트에 의해 전달받은 서비스 항목들을 사용자의 필요에 맞게 우선순위를 부여한다. 사용자는 우선순위에 올라온 서비스 정보를 확인하고, 이전의 서비스를 재요청할 수 있는 사용자 인터페이스 화면을 제공한다.

모바일 서버는 각 사용자 모바일 장치에 있는 P2P 모바일 에이전트의 통신을 관리하고, 지역(Cell)의 신호 처리를 위한 영역으로 구분된다. 또한 각 사용자들이 가지고 있는 지역 이동 정보를 이용하여 다른 지역으로 이동 가능성을 예측하도록 한다.

4. 컨텍스트 인식 및 처리 구조

컨텍스트 인식 및 처리 구조는 컨텍스트 인식 모듈과 서비스 모듈의 사용자 에이전트가 연계하여 사용자의 컨텍스트 정보를 인식하고, 그에 따라 적합한 서비스를 지원한다



[그림 3] 컨텍스트 인식 및 처리 구조

[그림 3]에서와 같이 컨텍스트 인식 및 처리 구조는 컨텍스트 통합자(Context Integrator)와 컨텍스트 관계 분석(Context Relation Analysis)으로 이루어진다.

컨텍스트 통합자는 각종 유비 센서들로부터 사용자의 5W1H를 수집하고, 사용자 프로파일 형식에 맞는 이산 데이터로 변환한다. 그리고 컨텍스트 관계 분석은 컨텍스트 분류 생성자(Context Classification Marker)와 컨텍스트 정보 우선 순위 처리(Priority Processing), 관계 분석(Relation Analysis)의 세 부분으로 나뉘어진다.

- 컨텍스트 분류 생성자 : 통합된 컨텍스트 정보와 사용자 에이전트에 의해 학습된 정보를 비교하여 5W1H에 대한 우선 순위를 지정하고 분류한다.
- 컨텍스트 정보 우선 순위 처리 : 5W1H 중 4W(Who, Where, When, What)을 중심으로 우선 순위 가중치를 부여한다.
- 관계 분석 : 공분산과 관계율을 학습한 사용자 에이전트가 이전에 서비스된 항목의 가중치와 프로파일의 컨텍스트 정보 우선 순위 가중치를 이용하여 적합한 서비스를 분석한다. 만약 서비스된 항목이 없을 경우 P2P 모바일 에이전트에 의해 공유된 서비스 정보를 필터링하여 사용자 에이전트에게 전달한다.

5. 결론

본 논문에서 제안한 MAUCA는 사용자의 컨텍스트 정보를 속성별로 분류하고, 사용자 컨텍스트 정보와 서비스의 상관 관계를 분석하여 사용자에게 필요한 서비스를 제공하도록 하였다. 협력적 필터링을 이용하여 에이전트가 지속적인 학습을 하도록 유도하였다. 또한 동일 지역내에서 수집된 컨텍스트 정보와 제공된 서비스들은 P2P 모바일 에이전트를 이용하여 공유하는 메커니즘을 제안하였다. 그럼으로써 네트워크의 부하를 최소화하고 우수한 품질의 서비스를 제공할 수 있도록 하였다.

향후, 본 논문에서 제안한 연구 결과의 필터링 알고리즘을 보강하여 구현하고, 이를 기존의 연구와 비교 분석을 통해, 보다 나은 컨텍스트 인식 및 서비스 처리 구조를 제시하고자 한다.

6. 참고문헌

- [1] A.K.Dey and G.D.Abowd, "Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness", GVV Technical Report GIT-GVV -99-22. Submitted to the 1st International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing (HUC '99), June 1999
- [2] T.D.Hodes, R.H.Katz, E.Servan-Scriber, and L.Rowe. "Composable ad-hoc mobile services for universal interaction", In Mobicom'97. pp.1-12, 1997
- [3] Sarwar, B. et al., "Using Filtering Agents to Improve Prediction Quality in the GroupLens Research Collaborative Filtering System", Proc. ACM CSCW 98, pp.345-345, 1998
- [4] N.Good, B. Schafer, J.Konstan, A. Borchers, B.Sarwar, J. Riedl, "Combining Collaborative filtering with personal Agents for Better Recommendation", AAAI/IAAI, pp.439-446, 1999
- [5] D.Salber, A.K.Dey and G.D.Abowd, "The Context Toolkit:Aiding the Development of Context-Aware Applications", In the Workshop on Software Engineering for Wearable and Pervasive Computing (Limerick Ireland), Jun 2000.
- [6] P.Couder, A.M.kermarrec, "Improving Level of Service of Mobile User Using Context-Awareness", 18th IEEE Symposium on Reliable Distributed System, pp.24-33, 1999
- [7] S.Jang, W.Woo, "ubi-UCAM:A Unified Context-Aware Application Model.", LNAI(Contex03), pp.178-189, 2003
- [8] http://network.hanbitbook.co.kr/view.php?bi_id=138
- [9] Anwitaman Datta, "MobiGrid:Peer-to-Peer Overlay and Mobile Ad-Hoc Network Rendezvous - a Data Management Perspective", CAISE 2003 Doctoral Symposium, in conjunction with the 15th Conference On Advanced Information Systems Engineering, Klagenfurt/Velden, Austria, pp.16-20 June, 2003.