

시맨틱 웹 환경에서의 레벨화된 컨텍스트 온톨로지를 이용한 추천 기법*

권 준 희** · 김 성 림***

Recommendation Method using Levelized Context Ontology Model on the Semantic Web Environment

Kown, Joon Hee · Kim, Sung Rim

〈Abstract〉

The Semantic Web is an evolving extension of the WWW in which the semantics of information and services on the web is defined, making it possible for the web to understand and satisfy the requests of people and machines to use the web content. The semantic web relied on the ontologies that structure underlying data for the purpose of comprehensive and transportable machine understanding. The Semantic Web relies on the ontologies that structure underlying data for the purpose of comprehensive and transportable machine understanding. And recommendation systems have been developed as a solution to the abundance of choice people face in many situations. This paper shows that the new recommendation method is suitable for effective recommendation on the semantic web. We present a new procedure for improving the effective recommendation by using the levelized context ontology. Our experimental results also confirm that our method has good recommendation time. Our proposed method can be generalized to fit other application domains.

Key Words : Semantic web, Context, Ontology, Recommendation

I. 서론

시맨틱 웹은 컴퓨터가 정보의 의미를 이해하고 의미를 조작할 수 있는 환경으로 시맨틱 웹 환경에서는 단순한 패턴 매칭(pattern matching)에 의한 구문론적인 방식의

기존의 웹과는 다르게, 보다 수준 높은 정보와 지식을 효과적으로 처리하고자 하는 것이다[1-3]. 따라서 시맨틱 웹 환경에서는 기존의 특정 검색어를 이용하여 불필요한 문서까지 검색되어 일일이 원하는 정보를 찾아보아야하는 번거로움을 줄이고, 단어의 유사성과 상관관계 등을 파악해서 사용자가 원하는 정보를 검색하여 보여준다. 또한 문서나 그림 등 목적에 맞는 정보를 수집하는 것은 물론 정보를 가공하며, 응용까지 가능하게 한다[4-7].

* 본 연구는 2007학년도 경기대학교 학술연구비 지원에 의하여 수행되었음.

** 경기대학교 정보과학부 부교수

*** 서울대학 인터넷정보과 조교수

최근 시맨틱 웹을 구현하기 위한 중요한 요소 분야로 온톨로지 기술과 그 응용에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그루버는 '온톨로지는 관심 영역 내 공유된 개념화에 대한 형식적이고 명시적인 명세화이다(An ontology is a formal, explicit specification of a shared conceptualization of a domain of interest)'라고 정의하고 있다. 온톨로지의 목적은 정보의 의미를 부여하고, 정보들 간의 관계를 설정해 줌으로써 정보를 효과적으로 표현하고 공유하는 것이다[8-13].

하지만 시맨틱 웹 환경에서 온톨로지를 이용한 기존의 정보 추천 기법에서는 추천되는 정보의 개념 레벨이 컨텍스트별로 다를 수 있다는 점을 고려하지 않았다. 따라서 사용자에게 불필요한 정보까지 추천되어 검색 시간이 길어지고, 원하는 정보를 찾는데 많은 노력과 시간이 필요할 수도 있다. 즉, 사용자의 컨텍스트는 계속적으로 변화하며, 각 컨텍스트에 따라 사용자가 필요로 하는 정보의 개념 레벨은 모두 다를 수 있다. 사용자에게 필요한 정보를 추천하기 위해서는 각 컨텍스트에 필요한 레벨의 정보만을 추천함으로써 계속적으로 변화하는 컨텍스트에도 유용한 정보만을 신속하게 추천할 수 있어야 한다.

본 논문에서는 시맨틱 웹 환경에서 레벨화된 온톨로지를 이용하여 사용자의 컨텍스트에 맞는 정보의 레벨을 결정하여 그에 맞는 정보를 추천하는 기법을 제안한다. 컨텍스트를 온톨로지 기반으로 모델링하여 컨텍스트에 대한 공통의 이해를 통해 서로 다른 시맨틱 웹 환경에서도 정보를 추천할 수 있다. 그리고 사용자의 컨텍스트와 관심 정도에 따라 개념 레벨을 결정하여 사용자들에게 보다 유용한 정보가 추천될 수 있도록 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 관련 연구를 살펴보고, III장은 레벨화된 컨텍스트 온톨로지를 이용한 추천 기법을 기술한다. IV장에서는 제안 기법을 실험하여 평가하고, V장에서 결론을 맺는다.

II. 관련연구

최근에는 시맨틱 웹 환경에서 끊임없이 변화하는 사용자의 컨텍스트를 고려하여 사용자에게 필요한 정보를 추천하는 서비스가 매우 중요한 연구 중 하나로 대두되고 있다. 이러한 연구들 중 대표적인 몇 가지를 살펴보면 다음과 같다.

CRUMPET(CReating of User-friendly Mobile services Personalised for Tourism)[14]은 온톨로지와 추론을 사용하여 사용자 친화적이고 개인화가 적용된 관광 추천 서비스로써 온톨로지를 사용하여 사용자에게 의미적으로 가장 가까운 정보를 추천할 수 있다.

MyCampus(Carnegie Mellon's Context-Aware Mobile Campus Services)[15]와 Cool Agent Recommendation Service(Cool Agent Recommendation Service)[16]는 사용자의 컨텍스트를 온톨로지 모델링하고 규칙을 정의하여 추론된 결과를 권유하는 추천 시스템이다. MyCampus에서 온톨로지는 E-Wallet 안에 있는 달력, 위치, 선호도, 그리고 사회에 관한 프로파일과 같은 컨텍스트 정보를 위해서, 영역에 관한 지식을 에이전트가 이해하고 처리할 수 있는 자원의 형태로 변형시켜주는 역할을 하고자 만들어진다. 이 연구에서는 온톨로지를 이용하여 시스템 혹은 에이전트간에 정보를 교환하고 추론이 가능하도록 함으로써 보다 효과적으로 정보를 제공할 수 있다.

COMPASS(CONtext-aware Mobile Personal ASSistant)[17]는 사용자의 관심과 현재 위치에 기반하여 사용자에게 필요한 서비스를 추천하는 컨텍스트 인식 모바일 관광 서비스로써 온톨로지를 통해 지식 공유와 추론이 가능해져 각 컨텍스트에 유용한 정보를 제공할 수 있다.

그러나 이러한 기존 연구들은 사용자의 컨텍스트와 관심 정도에 따라 정보의 개념 레벨이 다를 수 있음을 고려하지 않아 사용자의 컨텍스트에 불필요한 정보를 제공할 수 있고, 이에 따라 정보 제공의 신속성에 제한이 있을 수 있다.

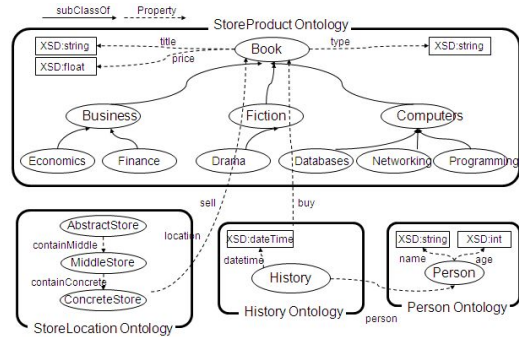
III. 레벨화된 컨텍스트 온톨로지를 이용한 추천 기법

레벨화된 컨텍스트 온톨로지를 이용한 정보 추천 서비스를 하기 위해서는 우선 컨텍스트에 대한 모델링이 이루어져야 한다[18]. 본 논문에서는 <그림 1>과 같이 컨텍스트를 공통 어플리케이션이 사용할 수 있도록 해주고, 의미적인 개념을 표현하고 추론할 수 있도록 온톨로지를 기반으로 모델링하였다. 온톨로지는 Person(사용자), StoreProduct(상품 정보), StoreLocation(매장 위치), History(구매 기록) OWL로 이루어져 있고, subclass 관계는 실선으로, property 관계는 점선으로 표현한다. StoreLocation 온톨로지에서는 AbstractStore는 대매장, MiddleStore는 중매장, ConcreteStore는 소매장을 나타낸다.

Person 온톨로지는 사용자를 나타낸 온톨로지로서 사용자 각각에 대한 정보를 담아 사용자 식별자 역할을 한다. Product 클래스의 하위 클래스인 StoreProduct 온톨로지는 상품을 개념적으로 동질한 것으로 분류시키고, 매장의 위치와 매장간의 의미적 집합 관계를 나타낼 수 있도록 구성되었다. History 온톨로지는 사용자의 과거 구매 기록을 표현하기 위한 온톨로지로서 다른 모든 온톨로지 도메인을 참조하여 구매 기록을 저장하여 과거 구매 선호도를 계산할 수 있게 한다.

사용자에게 보다 유용한 정보를 제공하기 위해 컨텍스트 온톨로지를 레벨화하여 각 매장 위치마다 사용자에게 추천될 정보의 레벨이 결정되고, 그에 따라 사용자에게 보여줄 정보의 양이 결정된다. 예를 들어, 상품 정보는 온톨로지 개념 트리를 따라 상위 레벨로 올라갈수록 일반적인 의미의 개념 정보가 되어 정보의 양이 감소하고, 하위 레벨로 내려갈수록 구체적 레벨의 상품 정보가 되어 정보의 양이 증가하게 된다.

본 논문에서 제안하는 추천 기법은 크게 세 단계로 이루어진다. 첫 번째 단계에서는 사용자의 구매 기록을 바탕으로 사용자 선호 상품을 추출한다. Product 온톨로지 개념 트리의 상품 선호도는 인스턴스별 상품 선호도를



<그림 1> 컨텍스트 온톨로지

계산한 후 1레벨씩 상위 레벨의 개념으로 올라가면서 클래스별 상품 선호도를 계산하게 된다. 이에 따라 사용자 u 의 한 인스턴스 i 에 대한 상품 선호도 preferred item score, $PS_{i,u}$ 는 식 1과 같다. 그리고 product 온톨로지 개념 트리의 클래스 노드 i 에 대한 상품 선호도는 식 2와 같다.

$$PS_{i,u} = \frac{u \text{의 상품 } i \text{의 구매 횟수}}{u \text{의 전체 상품 구매 횟수}} \quad (1)$$

$$PS_{i,u} = \frac{\text{클래스 } i \text{를 부모노드로 하는 자식노드들의 상품 선호도의 합}}{\text{트리 최대 높이}} \times \text{클래스 } i \text{의 높이} \quad (2)$$

사용자의 선호 상품은 식 1과 식 2를 통해 계산된 각 상품 개념 트리 노드별 선호도 중에서 상품 선호도의 최소 임계값보다 큰 상품만을 추출함으로써 얻어진다.

두 번째 단계에서는 사용자에게 추천할 정보의 개념 레벨을 결정할 때는 첫 번째 단계를 통해 추출된 인스턴스 레벨의 선호 상품을 단순하게 각 위치 컨텍스트별로 제공하지 않는다. 개념 레벨을 결정하는 주요 요소는 매장 위치별로 보유하고 있는 사용자의 선호 상품 개수와 사용자의 디바이스에 제공할 수 있는 정보의 최대 개수가 된다. 즉, 사용자의 현재 위치 컨텍스트에서 선호하는 상품 정보의 양이 사용자 디바이스에서 보여줄 수 있는 정보의 양을 초과하게 되면 개념 트리의 개념 레벨을 상향시켜 보다 일반화된 개념 정보를 제공함으로써 정보의 양을 줄이면서

도 사용자에게 필요한 정보를 추천하게 된다.

세 번째 단계에서는 두 번째 단계를 통해 결정된 정보의 개념 레벨에 대해 사용자의 현재 위치 컨텍스트에 대한 관심정도[19, 20]를 반영하여 추천할 정보의 양을 결정한다. 관심정도는 사용자의 컨텍스트 선호도와 행위를 바탕으로 사용자에게 추천되는 정보의 양은 관심정도에 비례하게 된다.

IV. 실험

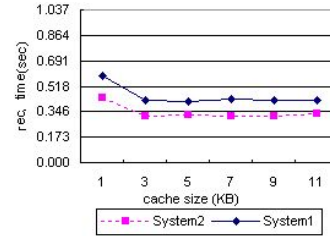
컨텍스트 레벨화를 이용하지 않는 기존 기법(System2)과 레벨화된 컨텍스트 온톨로지를 이용한 제안 기법(System1)으로 사용자의 PDA 어플리케이션과 서버를 구현하여 각 컨텍스트의 평균 추천 시간을 측정함으로써 제안 기법의 성능을 평가하였다.

온톨로지는 3장의 <그림 1>에서 표현된 온톨로지를 이용하였다. StoreProduct 온톨로지에서 보유하고 있는 상품 인스턴스는 총 420개, 최상위 레벨의 인스턴스는 1개, 중간레벨의 인스턴스는 10개, 하위레벨의 인스턴스는 33개로 하였다. 매장 데이터는 온톨로지를 공유하는 10개 매장을 대상으로, 각 매장별로 420개의 상품을 10~100%에 걸쳐 10%씩 증가하면서 무작위로 보유하도록 데이터를 구성하였다.

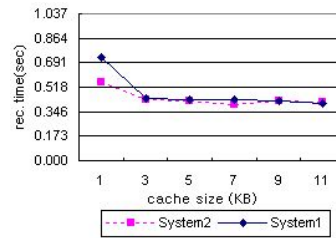
각 소매장의 선호 상품 개수는 20%부터 10%씩 증가시키면서 50%까지 변화시켰다. 사용자의 구매 비율은 현재 매장에서 판매하는 상품 중 사용자 선호 상품의 20% 개수만큼을 비선호 상품으로 구매하고, 나머지 80%를 선호상품으로 구매한다고 가정하였다.

대매장(최상위 레벨)의 관심정도는 0.5로 하였다. 소비자가 상품을 구매하면 소매장과 중매장의 관심정도는 1이 되고, 그렇지 않다면 0.2가 된다. 사용자에게 추천되는 정보는 5개로 하고, 100회 실험 하였다.

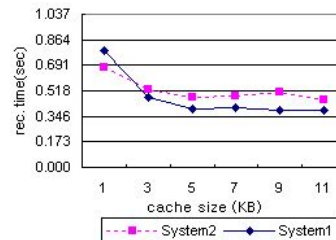
<그림 2>와 같이 사용자의 캐쉬 크기를 1Kb부터 2Kb씩 증가시키면서 11Kb까지 각 컨텍스트의 평균 추천 시간을 측정하여 성능을 평가하였다.



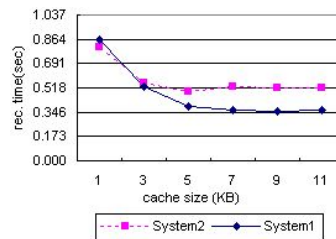
(a) 선호 상품 개수 : 20%



(b) 선호 상품 개수 : 30%



(c) 선호 상품 개수 : 40%



(d) 선호 상품 개수 : 50%

<그림 2>에서 보는 바와 같이 캐쉬 크기가 커짐에 따라 사용자에게 정보가 추천되는 시간이 감소함을 알 수 있다. 특히, 캐쉬 크기가 커지고 선호 상품의 개수가 증가함에 따라 System1의 성능이 System2의 성능보다 좋아지고, 그 차이가 점점 커짐을 알 수 있다. 또한

System1에서는 관심정도와 추천되는 정보의 양은 비례하여 관심정도가 낮으면 추천되는 정보의 양을 줄여준다. 그리고 캐쉬 크기가 커지고 선호상품의 개수가 많아지면 프리패칭되는 정보의 양도 증가함을 알 수 있다.

V. 결론

정보기술의 발전과 컴퓨팅 환경의 변화에 따라 폭발적으로 증가하는 정보에 대해 사용자에게 필요한 정보를 추천하는 서비스에 대한 필요성이 점차 증가하고 있다. 최근에는 이러한 필요에 따라 사용자에게 유용한 정보를 추천할 수 있는 서비스와 사용자의 변화하는 컨텍스트에 따라 제공되는 정보에 의미를 부여함으로써 보다 유용한 정보를 제공하고자 온톨로지를 이용하는 연구가 활발히 진행되고 있다.

그러나 이전 연구들은 사용자의 컨텍스트와 관심 정도에 따라 제공되어야 할 정보의 개념 레벨이 다르다는 부분을 고려하지 않아 사용자에게 불필요한 정보까지 제공할 수 있고, 정보 추천 시간이 많이 소요된다는 문제점이 있다. 이를 위해 본 논문에서는 시맨틱 웹 환경에서 레벨화된 컨텍스트 온톨로지를 이용한 추천 기법을 제안하여 세 단계로 기술하고, 평균 추천 시간을 측정함으로써 제안 기법의 성능을 평가하였다. 추천된 정보에 대한 사용자의 만족도를 평가함으로써 제안 기법의 성능을 평가할 계획이다.

참고문헌

- [1] Tim Berners-Lee, James Hendler, Ora Lassila, "The Semantic Web," Scientific American, 2001.
- [2] Dieter Fensel, James Hendler, Henry Lieberman, and Wolfgang Wahlster, Spinning the Semantic Web, MIT Press, 2003.
- [3] Grigoris Antoniou and Frank van Harmelen, A Semantic Web Primer, MIT Press, 2004.
- [4] Gruber, T. "A Translation Approach to Portable Ontology Specifications," Knowledge Acquisition Vol. 5, No. 2, 1993, pp. 199 - 220.
- [5] S. A. McIlraith, T. C. Son, and Honglei Zeng, "Semantic Web Services," IEEE Intelligent Systems. Vol. 16, Issue 2, 2001, pp. 46-53.
- [6] Dieter Fensel, Ontologies: A Silver Bullet for Knowledge Management and Electronic Commerce, Springer, 2004.
- [7] Davies, N. J., Fensel, D., and Harmelen, F. V. Toward the Semantic Web: Ontology-based Knowledge Management. John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, 2003.
- [8] Dell'Erba, M., Fodor, O., Höpken, W., and Werthner, H., "Exploiting Semantic Web Technologies for Harmonizing E-Markets," Information Technology and Tourism, Vol. 7, No. 3/4, 2005, pp. 201-219.
- [9] Latifur Khan, Dennis McLeod, and Eduard H. Hovy: "Retrieval effectiveness of an ontology-based model for information selection," VLDB Journal. Vol. 13, No. 1, 2004, pp. 71-85.
- [10] Maedche, A., Staab, S., "Ontology Learning for the Semantic Web," IEEE Intelligent Systems, Vol. 16 Issue 2, 2001, pp. 72-79.
- [11] Edgington, T., Choi, B., Henson, K., Raghuram, T. S., and Vinze, A., "Adopting Ontology to Facilitate Knowledge Sharing" Communications of the ACM, Vol. 47, No. 11, 2004, pp. 85-90.
- [12] McGrath, G. M. and Abrahams, B., "Ontology-Based Website Generation and Utilization for Tourism Services," Information Technology in Hospitality, Vol. 4, No. 2/3, 2006,

- pp. 93-106.
- [13] Gordon, M., Kowalski, A., Paprzycki, M., Pelech, T., Szymczak, M., and Wasowicz, T., "Ontologies in a Travel Support System," In : D. J. Bem et. al. (eds.), Internet 2005, Technical University of Wroclaw Press, 2005, pp. 285-300.
- [14] S. Poslad, H. Laamanen, R. Malaka, A. Nick, P. Buckle, and A. Zipf. "CRUMPET: Creation of User-friendly Mobile Services Personalised for Tourism". In Proceedings of Second International Conference on 3G Mobile Communication Technologies, 2001, pp. 28-32.
- [15] Norman Sadeh, "A Semantic Web Environment for Context-Aware Mobile Services". In The Proceedings of Wireless World Research Forum Conference, September 2001.
- [16] Harry Chen, Sovrin Tolia, Craig Sayers, Tim Finin, and Anupam Joshi. "Creating Context-Aware Software Agents". First International Workshop on Radical Agent Concepts, WRAC 2002, 2002, pp. 186-200.
- [17] Mark van Setten and Stanislav Pokraev, "Context-Aware Recommendations in the Mobile Tourist Application COMPASS", LNCS 3137, 2004, pp. 235-244.
- [18] T. Strang, Claudia Linnhoff-Popien "A Context Modeling Survey", The Sixth International Conference on Ubiquitous Computing, Ubicomp, 2004.
- [19] T. H. Davenport, "May We Have Your Attention, Please?", Ubiquity Vol. 2, No. 17, 2001.
- [20] S. Kim, J. Kwon, "Attention-based Information Composition for Multicontext-Aware Recommendation in Ubiquitous Computing", LNCS 4272, 2006, pp. 234-237.

■ 저자소개 ■



권 준 희
Kwon, Joon Hee

2003년 3월-현재
경기대학교 컴퓨터과학 전공 교수
2002년 2월 숙명여자대학교 컴퓨터과학과
(이학박사)
1994년 2월 숙명여자대학교 전산학과
(이학석사)
1992년 2월 숙명여자대학교 전산학과 (이학사)
관심분야 : 유비쿼터스 컴퓨팅, 상황인식
컴퓨팅, 모바일 컴퓨팅,
데이터베이스
E-mail : kwonjh@kyonggi.ac.kr



김 성 림
Kim, Sung Rim

2004년 3월-현재
서울대학 인터넷정보과 조교수
2002년 2월 숙명여자대학교 컴퓨터학과
(이학박사)
1997년 8월 숙명여자대학교 전산학과
(이학석사)
1994년 2월 숙명여자대학교 전산학과(이학사)
관심분야 : 유비쿼터스 컴퓨팅, 웹
데이터베이스, XML, 멀티미디어
의료 데이터베이스
E-mail : srkim@seoil.ac.kr

논문접수일 : 2009년 5월 8일
수 정 일 : 2009년 5월 27일
게재확정일 : 2009년 6월 5일