

컨텍스트 기반 사용자 간 소셜 네트워크 구성 방법

Context-based Social Network Configuration Method between Users

한종현, Jonghyun Han*, 우운택, Woontack Woo**

요약 본 논문에서는 사용자의 컨텍스트 및 프로파일을 이용하여 사용자들 간의 소셜 네트워크를 구성하는 방법을 제안한다. 최근 협업 시스템과 관련하여 소셜 네트워크에 대한 관심이 증대되고 있다. 하지만 기존 연구의 경우, 사용자 로그 및 프로파일과 같은 정적인 데이터에 기반하고 있어서 동적으로 변화하는 환경에서의 소셜 네트워크를 구성하기 어렵다. 따라서 제안된 방법은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 정적인 사용자 프로파일과 함께 사용자의 행동을 반영하는 컨텍스트를 이용하여 소셜 네트워크를 구성한다. 컨텍스트 도메인 지식 모델의 계층적 구조 특성을 이용하여 컨텍스트들 간의 유사도를 계산하고, 컨텍스트 모델의 카테고리에 가중치를 부여하여 컨텍스트들 간의 관계성을 계산한다. 제안된 방법의 유용성을 검증하기 위해 사용자의 컨텍스트 변화에 따른 소셜 네트워크의 동적 구성을 실험하였다. 제안된 방법을 활용하여 사용자들의 행동에 동적으로 반응하는 관계 분석이 가능하게 될 것으로 기대된다.

Abstract In this paper, we propose the method configuring social networks among users based on users' context and profile. Recently, many researchers are concerned about social networks related with collaborative systems. In case of the existing researches, however, it is difficult to configure social networks dynamically because they are based on static data types, such as log and profile of users. The proposed method uses not only user profiles but also context reflecting users' behavior dynamically. It computes the similarity among users' behavior contexts using hierarchical structure of context domain knowledge model. And it calculates relationships between contexts by given weight factors of category of context model. In order to verify usefulness of the method, we conduct an experiment on configuring social network according to change of user context. We expect that it makes dynamic analysis of relationship of users possible.

핵심어: *Context-awareness, Social network, Context model, Community computing, Similarity measure*

본 연구는 문화체육관광부 및 한국문화콘텐츠진흥원의 문화콘텐츠기술연구소육성사업의 연구결과로 수행되었음

*주저자: 광주과학기술원 정보통신공학과 박사과정 e-mail: jHan@gist.ac.kr

**교신저자: 광주과학기술원 정보통신공학과 교수; e-mail: wWoo@gist.ac.kr

1. 서론

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 사용자들은 처한 상황에 따라 적합한 서비스를 선택적으로 제공받게 된다. 주위

환경에 존재하는 다수의 자원과 정보들을 효과적으로 이용하기 위해 공통의 관심사를 가지는 사용자들을 커뮤니티로 구성하는 기술이 필요하다. 효과적인 커뮤니티 구성을 위해서는 사용자 및 환경에 대한 정보를 이해하는 기술이 필요한데, 이와 관련하여 컨텍스트 인지 컴퓨팅에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이와 함께, 커뮤니티 구성 및 협업과 관련하여 커뮤니티 컴퓨팅 및 소셜 네트워크에 대한 연구가 필요하다.

다수 사용자들 사이의 관계 분석을 위해 소셜 네트워크 분석 기술들이 많은 분야에서 연구되어 왔다. [1]의 경우 e 커뮤니티의 공통 주제를 알아내기 위해 의사소통 매개체의 로그 정보(ex, E-메일, 통화 내역 등)를 분석하여 확률 모델에 기반하여 네트워크를 구성하도록 하고 있는데, 사용자의 행동 변화에 따른 네트워크 동적 구성이 어렵다는 한계를 지니고 있다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 소셜 네트워크 분석 방법을 이용한 [2, 3] 연구의 경우, 미리 입력해 놓은 사용자 프로필 또는 특정 이벤트 후 사용자 조사를 통해 전달 받은 내용을 기반으로 하여 소셜 네트워크를 구성하고 있다. 이 경우, 빠른 프로토타이핑을 통한 관계 추출이 가능하다는 장점을 보이지만, 사용자의 행동 변화에 실시간으로 반응하는 네트워크 구성이 어렵다는 한계점을 가지고 있다.

본 논문에서는 이러한 기존 연구의 한계점을 보완하기 위해 사용자 프로필을 바탕으로 한 관계 분석뿐만 아니라 사용자의 행동을 기술하고 있는 컨텍스트 정보를 분석하여 소셜 네트워크를 구성하는 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 부분순서(partial order) 특성을 가지는 컨텍스트 도메인 지식 모델을 이용하여 다수 사용자의 컨텍스트 유사도를 계산한다. 이용하는 컨텍스트 도메인 지식 모델의 경우 계층적 구조의 그래프라는 특징이 있기 때문에 입력된 두 컨텍스트 사이의 경로를 이용해 거리 계산할 수 있는데, 이를 통해 유사도를 쉽게 유도할 수 있다는 장점을 가진다. 계층적 구조의 특성으로 구성하고자 하는 소셜 네트워크 그룹의 기수(cardinality)에 따라 연관성의 강도를 쉽게 조절 가능하다. 제안하는 방법에서는 사용자 중심의 컨텍스트 모델[4]을 이용하고, 컨텍스트의 각 항목별로 다른 가중치를 부여하여 활용분야에 적합한 유사도를 계산할 수 있게 한다. 제안된 방법은 기존 연구에서 보였던 정적인 소셜 네트워크 구성만이 가능한 한계를 극복하고 사용자의 행동 변화에 따라 동적으로 구성이 가능하다. 이와 함께, 컨텍스트 모델의 카테고리 별 가중치 영향을 줄 수 있게 하여 다양한 시스템에서의 활용이 가능하다.

2. 컨텍스트 도메인 지식 모델을 이용한 유사도

제안하는 방법은 사용자의 행동을 알기 위해 사용자 중심의 컨텍스트 모델을 이용한다. 입력된 컨텍스트들 사이의 거리를 부분순서 특성의 컨텍스트 도메인 지식 모델[5]을 통해 알아내며, 이를 통해서 컨텍스트간 유사성을 계산한다. 계산된 유사도 값은 구성하고자 하는

소셜 네트워크의 연결선의 가중치 값이 된다. 소셜 네트워크에서 사용자는 노드로 표현된다.

2.1 컨텍스트 거리

본 논문에서 이용하는 사용자 중심의 컨텍스트 모델은 컨텍스트 도메인 지식 모델의 계층적 구조로 표현된다. 컨텍스트 도메인 지식 모델에서 일반적인 컨텍스트일수록 그래프의 상위에 위치하고 있으며, 구체적인 컨텍스트의 경우 그래프의 하위에 위치한다. 이러한 계층적 구조 특성을 이용하여 입력된 두 개 이상의 컨텍스트 사이의 거리를 계산할 수 있게 된다. 제안하고 있는 방법에서 정의하고 있는 컨텍스트 거리는 입력된 컨텍스트가 속한 컨텍스트 도메인 지식 모델 구조에서 최상위 컨텍스트까지의 최단거리를 이야기 한다. 두 개의 컨텍스트가 입력이 된 경우에는 공용으로 이용되는 컨텍스트 도메인 지식 모델에서 두 컨텍스트 사이의 최단 거리가 컨텍스트 간 거리를 나타내게 된다. 그림 1의 (a)의 경우 한 개의 컨텍스트의 거리를 (b)의 경우 두 개의 컨텍스트 사이의 거리를 측정하는 예를 도식화하여 보여주고 있다. 두 개의 컨텍스트 사이의 거리는 최상위 컨텍스트까지의 거리에서 공통으로 포함된 경로를 제외한 것이 두 컨텍스트 사이의 경로가 되며 이 때의 거리를 두 컨텍스트 간 거리로 정의한다.

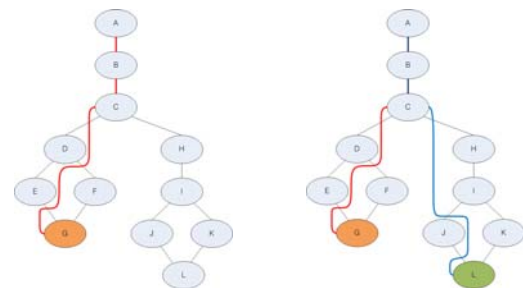


그림 1. (a) 컨텍스트 거리 (b) 두 컨텍스트 간 거리

$Dst(X)$ 는 한 개의 컨텍스트의 거리로 정의되며, $Dst(X, Y)$ 는 두 개의 컨텍스트 X 와 Y 사이의 거리로 정의된다. $LCS(X, Y)$ 는 X, Y 공통으로 포함되는 상위 컨텍스트 중 최하위 컨텍스트를 나타낸다. $Dst(X, Y)$ 는 각각 최상위 컨텍스트까지의 거리의 합에서 공통으로 포함되는 컨텍스트 중 가장 하위 컨텍스트(Lowest Common Subsumer)의 거리를 제외하는 것으로 아래 수식 1과 같이 정의 된다.

$$Dst(X, Y) = (Dst(X) + Dst(Y)) - 2 * (Dst(LCS(X, Y))) \quad (1)$$

2.2 컨텍스트 유사도

본 연구에서 제안하고 있는 유사도(similarity)는 수식 2 와 같이 정의 된다. 컨텍스트 X 와 Y 사이의 거리에 반비례하는 유사도는 두 컨텍스트가 동일할 경우 $Dst(X, Y)$ 가 0 에 가까울수록 유사도는 최대값 1 에

수렴하게 되며, $Dst(X,Y)$ 값이 커질수록 유사도는 최소값 0 에 수렴하게 된다. 제안하고 있는 유사도에서는 두 컨텍스트 사이의 거리뿐만 아니라 이용하고 있는 컨텍스트 지식 모델의 깊이(Depth) 정보를 이용하여 컨텍스트 모델의 표현력에 따라 일정 비율화(scaling) 시킨다. 이와 함께 로그 함수를 이용하여 유사도의 감소 정도를 부드럽게 해주는 작업을 진행한다. 로그 스무딩(smoothing) 기법을 이용하여 컨텍스트 간의 거리가 가까운 부분에서 유사도가 급격히 변화하는 문제를 해결할 수 있다. 입력된 컨텍스트의 구체화 정도에 따라 유사도를 변화시키기 위해 이용한 컨텍스트 지식 모델의 깊이 정보와 LCS 노드의 높이 정보를 이용하였다. 공통의 노드 중 최하위 노드가 컨텍스트 모델의 최상위 노드에 가까울수록 유사도 값은 작아지게 되며, 구체화된 최하위 노드에 가까울수록 유사도 값은 커지게 된다.

$$Similarity(X,Y) = -\left(\log_{1+Depth} \frac{1+Dst(X,Y)}{1+Depth}\right) * \frac{Height(LCS(X,Y))}{Depth} \quad (2)$$

제안하고 있는 방법에서는 사용자의 행동을 사용자 중심의 컨텍스트 모델 (5W1H)을 이용하여 나타낸다. 수식 3 은 사용자 중심 컨텍스트 모델을 이용하여 정의한 유사도를 나타내는데 각 카테고리 별 가중치 w_i 를 이용하여 응용 시스템에 따라 유사도를 선택적으로 이용할 수 있도록 한다. 수식 3 의 $CtxSimilarity$ 는 사용자 중심의 컨텍스트 모델 전체의 유사도를 의미하며, 수식 2 의 $similarity(X,Y)$ 를 컨텍스트의 각 카테고리 별로 가중치를 곱하여 계산한 결과의 합을 정규화하여 얻게 된다.

$$CTXSimilarity(X,Y) = \sqrt{\frac{\sum_{ctx \in 5W1H} w_i^2 Similarity(X,Y)^2}{\sum_{ctx \in 5W1H} w_i^2}} \quad (3)$$

2.3. 수정된 Harmonic Mean

본 연구에서는 커뮤니티 구성원간의 응집력을 나타내는 Harmonic Mean [6] 값을 구성한 소셜 네트워크의 특성에 맞게 수정하여 이용하였다. 본 연구에서 입력으로 주어지는 소셜 네트워크의 경우 i 번째 노드와 j 번째 노드의 관계를 0 으로 가정하고 있기 때문에 기존의 Harmonic Mean 수식에서 자신의 노드에서 발생하는 루프를 고려할 필요가 없게 된다. 따라서 본 연구에서는 기존의 수식에서 자신의 노드와의 관계를 나타내는 n 번의 경우를 제거하였다. 수정된 Harmonic Mean 의 수식은 수식 4 와 같다. I^{-1} 의 경우 Harmonic Mean 을 나타내며, n 은 총 노드의 수, 그리고 i 와 j 는 노드의 인덱스를 나타낸다.

$$I^{-1} = \frac{1}{\frac{1}{2}n(n-1)} \sum_{i>j} d_{ij}^{-1} \quad (4)$$

3. 구현 및 실험

제안된 방법의 유용성을 검증하기 위해 사용자의 컨텍스트 변화에 따른 소셜 네트워크의 동적 구성을 실험하였다. 계산된 컨텍스트 간 유사도를 직관적으로 확인하기 위하여 우리는 소셜 네트워크 가시화 응용 시스템을 이용하여 결과를 확인하였다. 그림 2 는 본 연구에서 실험을 위해 구현하여 이용한 소셜 네트워크 가시화 응용 프로그램을 보여주고 있다. 컨텍스트 변화에 따라 구성된 소셜 네트워크의 연결선의 가중치 및 환경에 위치하고 있는 노드의 변화가 가시화 응용 프로그램을 통해 나타내어진다. 소셜 네트워크의 구성이 컨텍스트 변화에 따라 동적으로 구성됨을 보이기 위해 컨텍스트 변화 후 소셜 네트워크가 구성이 되기까지 걸리는 시간을 테스트 하여 실시간성을 검증하였고, 그룹원수의 조정에 따라 다양한 소셜 네트워크 구성이 가능함을 실험하였다.



그림 2. 소셜 네트워크 가시화 응용 시스템

4. 결론 및 추후 연구

본 논문에서는 사용자 중심의 컨텍스트 정보와 사용자 프로파일에 기반한 소셜 네트워크 구성 기법을 제안하였다. 제안된 기법은 사용자 및 주변 환경의 변화를 컨텍스트를 통해 유사도를 계산하고, 이 값을 이용하여 구성된 소셜 네트워크 연결선의 가중치를 결정한다. 제안된 기법을 이용하여 사용자의 행동을 반영하는 소셜 네트워크 구성이 가능함을 보였고, 컨텍스트 변화에 따라 동적으로 소셜 네트워크가 구성되는 것을 볼 수 있었다. 추후 연구로는 컨텍스트 도메인 지식 모델뿐만 아니라 온톨로지 기반의 유사도 계산 방법에 대한 연구가 진행될 필요가 있으며, 구성된 소셜 네트워크에서 사용자와 밀접한 관련이 있는 커뮤니티 멤버를 추출하는 것에 대한 연구 역시 필요하다.

참고문헌

[1] Zhou, D., Manavoglu, E., Li, J., Giles, C. L., and Zha, H. "Probabilistic models for discovering e-communities", In Proceedings of the 15th international Conference on World Wide Web 2006. ACM, New York, NY, 173-182.

- [2] Axup, J., Viller, S., MacColl, I., and Cooper, R., "Lo-Fi Matchmaking: A Study of Social Pairing for Backpackers", In Proceedings of Ubicomp Conference 2006, LNCS, 4206, 351-368
- [3] Hope, T., Hamasaki, M., Matsuo, Y., Nakamura, Y., Fujimura, N., and Nishimura, T., "Doing Community: Co-construction of Meaning and Use with Interactive Information Kiosks", In Proceedings of Ubicomp Conference 2006, LNCS, 4206, 387-403
- [4] S.Jang and W.Woo, "ubi-UCAM: A Unified Context-Aware Application Model", Lecture Note Artificial Intelligence, Vol.2680, pp. 178~189, 2003.
- [5] H. R. Schmidtke and W.Woo, "Partial ordering constraints for representations of context in ambient intelligence applications", Constraints and Language Processing, pp. 61-75, 2008.
- [6] M. E. J. Newman, "The Structure and Function of Complex Networks", Society for Industrial Applied Mathematics, SIAM REVIEW Vol. 45, No. 2, pp. 167-256, 2003.