
모바일 소셜 네트워크 환경에서 이동 패턴과 정보 유포 연관성 분석 연구

류제광* · 양성봉*

*연세대학교

A study on association analysis among nodes in information diffusion and
mobility pattern for mobile social networks

Jegwang Ryu* · Sung-Bong Yong*

*Yonsei University

E-mail : jg0103@yonsei.ac.kr, sbyang@cs.yonsei.ac.kr

요 약

소셜 네트워크의 인기와 모바일 네트워킹의 발전으로 인한 모바일 소셜 네트워크는 모바일 기기들 사이의 정보 유포의 기회를 가져왔다. 이에 따라 거대한 모바일 소셜 네트워크에서 정보 유포는 중요한 이슈이다. 많은 연구는 diffusion minimization 으로 다루어져 왔으며 최소한의 시간에 적절한 k 유저로부터 정보를 최대한 유포하는 기법으로 영향력 최대화 문제와 유사한 연구이다. 우리는 모바일 소셜 네트워크 환경에서 이동 패턴과 정보 유포와의 연관성을 연구한다. 실험은 기회적 네트워크 환경 시뮬레이터에서 GPS 이동 노드 추적 기반으로 연구 결과를 도출한다. 추가적으로 다양한 커뮤니케이션과 k 개수에서 우리의 연구가 기존 기법보다 정보유포를 더 효과적으로 하는 것을 설명한다.

ABSTRACT

Due to the popularity of social networks and the development of technology in mobile networking, the mobile social networks (MSNs) provide opportunities for the spread of information between mobile devices. As a result, understanding the information diffusion in the emerging MSNs is a critical issue. Many research studies have addressed diffusion minimization, which is a problem of how to find the proper initial k users who can effectively propagate as widely as possible in the minimum amount of time, similar to influence maximization. We address a study on association analysis among nodes in information diffusion and mobility pattern for mobile social networks. Experiments in our study were conducted in the Opportunistic Network Environment (ONE) simulator using GPS trace of mobile node, to show that the study results in MSNs. We also demonstrate that our experiments outperform other existing algorithms with various communication range and ratio of k influential nodes.

키워드

모바일 소셜 네트워크, 정보 유포, 머신러닝, 이동 패턴 분석

I. 서론

최근, 모바일 기기와 무선 인터넷 사용량의 증대에 따라 이에 대안으로 기존 3G와 4G의 네트워크의 고정된 토폴로지에서 Mobile Social Networks (MSNs)이 등장하였다.[1],[2] 모바일 소셜 네트워크는 Delay Tolerant Network (DTNs)의 개념을 포함하며 스마트 기기의 사용자의 소셜 정보를 활용하는 것에서 차이가 있다. 그림 1에서 나타내듯이 모바일 디바이스 각각 스스로 통신할 수 있는 네트워크 구조이며 기존의 셀룰러 네트워크 구조의 네트워크 토폴로지의 지식을 요구하지 않는다. 디바이스 각각은 아래와 같이 통신 범위와 이동 방향을 가지고 있으며 두 노드가 통신 반경에 들어 왔을 때 메시지를 저장, 운반, 전달 방식으로 서로 통신을 한다. 노드들은 메시지를 서로 기회적으로 전달하기 때문에 노드들의 움직임은 패턴 정보를 추출하여 해당 정보를 가지고 통신을 하는 것이 중요하다.



그림 1. 모바일 소셜 네트워크 환경

본 논문에서 이러한 문제를 해결하기 위해 노드의 움직임 패턴 정보와 메시지 전달 연관성을 분석한다. 모바일 소셜 네트워크의 경우 메시지 전달의 영향을 끼치는 중요한 요소가 노드별 움직임 패턴 정보이다. 연구방법으로 모바일 소셜 네트워크 환경에서 디바이스를 가지고 움직이는 사용자 114명의 GPS 데이터 기록 [3]을 통해 움직임 패턴을 조사하고 움직임 패턴이 유사한 커뮤니티로 분류 후 패턴이 유사한 노드끼리의 메시지 전달 여부를 확인한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 측정 방법과 문헌, 실험 진행 방법 및 결과에 대해 기술하고, 3장에서 연구의 의의와 결론에 대하여 기술한다.

II. 본론

본 논문에서 우선 모바일 소셜 네트워크 환경에서 움직임 패턴을 추출하는 방법을 기술하고 패턴의 커뮤니티를 형성하여 노드에 따라 커뮤니티의 유사도가 멀어질수록 메시지 전송 횟수를 측정한다.

II - I 움직임 패턴 측정

해당 데이터의 네트워크 크기는 $2000 \times 2000 m^2$ 로 일부 노드들이 모이는 지역을 5곳을 미리 지정하여 해당 지점에서 얼마나 머물러 있었는지 측정한다. 그림 2는 노드들의 움직임 24시간 동안 측정하여 DBSCAN 클러스터링 [4] 결과를 보여준다. 여기서 5 구역을 미리 지정 후 네트워크 시뮬레이션에서 노드들의 해당 구역에 들어왔을 때 시간을 기록한다. 기록 시간을 워업 기간이라 정한다. 여기서 측정된 기록은 곧 각 노드의 움직임 패턴을 의미한다. 패턴 추출 후 적절히 패턴을 k 개로 분류한다. 분류된 패턴 각각에서 노드 하나를 선택하여 메시지를 전달을 시작한다.

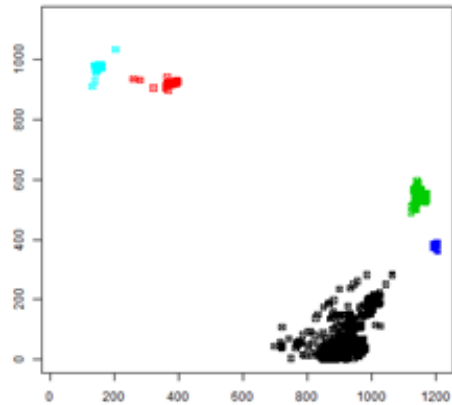


그림 2. DBSCAN 클러스터링

II - II 연관성 분석

연관성 분석은 노드의 움직임 패턴과 정보 유포의 관계의 상관 관계를 분석한다. 아래 식 (1)과 같이 유클리디안 거리의 공식을 활용한다. 패턴의 유사도는 미리 지정한 장소에서 지속성과 방문 빈번도를 종합하여 측정한다.

$$D(x, y) = \frac{\sqrt{\sum_{i=0}^l (x_i - y_i)^2}}{\sqrt{l}} \quad (1)$$

II - III 전체 네트워크의 메시지 유포

전체 네트워크로의 메시지 유포(Diffusion minimization)는 각 커뮤니티에서 커뮤니티의 중심과 가장 가까운 노드를 선택하여 해당 노드로부터 메시지 전달을 유포하여 특정 시뮬레이션 시간에서 얼마나 전체 노드로 메시지가 전달되었는지를 측정한다.

III. 실험 결과

시뮬레이션은 15000초로 제한을 하였을 때 정보 유포 노드 비율을 측정하였다. 메시지 유포 최대화 측정을 위해 114명의 모바일 디바이스 사용자의 움직임패턴에 따른 커뮤니티 기반의 기법과 무작위 기법을 비교하였다. 가로축과 세로축은 각각 초기 메시지를 가진 노드로부터 전달받은 노드의 수, 시뮬레이션 시간을 나타낸다. 비교기법으로 커뮤니티 고려하지 않은 무작위 선택과 비교 시 최대 51% 더 높은 성능을 보여주었다.

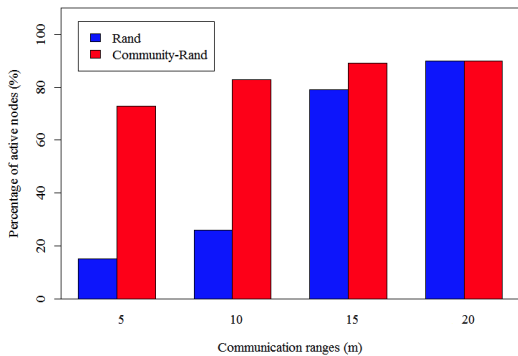


그림 3. 커뮤니티반경에 따른 시뮬레이션

실험을 추가적으로 커뮤니티 기법과 무작위 기법은 통신 반경이 높아질수록 성능이 비슷해지는데 이것은 고립된 노드의 비율 때문으로 해당 고립 노드 역시 고려하여 고립노드의 커뮤니티 역시 고려하여 실험하였을 때 커뮤니티 반경에 상관없이 성능이 높은 결과를 볼 수 있다.

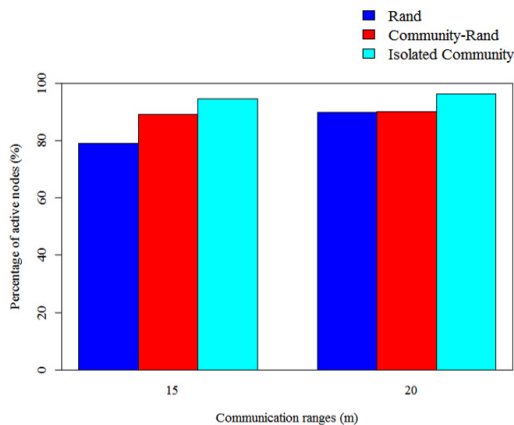


그림 4. 높은 커뮤니티 반경에서 메시지 전달 받은 노드의 비율

IV. 결 론

본 연구에서는 모바일 소셜 네트워크 환경에서 노드들의 통신에 움직임 패턴을 측정하였다. 많은 노드들이 움직임 패턴이 유사하지 않으면 서로 메시지 전달을 잘하지 않았고 반대로 유사한 패턴의 경우 메시지를 잘 전달하는 것을 보여주었다. 정보 유포 과정에서는 움직임 패턴의 커뮤니티 각각에서 노드 1개씩 선택하여 메시지를 전달한 결과 움직임 패턴을 고려하지 않았을 때와 비교했을 때 더 높은 성능을 보여주었다. 특히 고립 노드를 고려한 커뮤니티 생성 후에 정보 유포 시 정보 확산 기법에 최대 성능을 보여주었다. 본 연구에서 얻어낸 결과로 앞으로의 모바일 소셜 네트워크 환경에서 통신 문제 해결하는 연구에 도움이 될 것이다. 향후에는 머신러닝과 딥러닝 기법을 통해 더 효과적인 방안을 모색할 계획이다.

Acknowledgement

This research was supported by the Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education, Science, and Technology (2016R1A2B4010142).

참고문헌

- [1] M. Conti, M. Kumar, et al., "Opportunities in opportunistic computing," *Computer*, vol. 43, no. 1, pp. 42-50, 2010.
- [2] W.-J. Hsu, T. Spyropoulos, K. Psounis, and A. Helmy, "Modeling time-variant user mobility in wireless mobile networks," in *INFOCOM 26th IEEE International Conference on Computer Communications*, pp. 758-766, 2007.
- [3] T.-C. Tsai and H.-H. Chan, "Nccu trace: social-network-aware mobility trace," *IEEE Communications Magazine*, vol. 53, no. 10, pp. 144-149, 2015.
- [4] M. Ester, H.-P. Kriegel, J. Sander, X. Xu, et al., "A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise.," in *Kdd*, vol. 96, pp. 226-231, 1996.