

# 노드 간 연관성과 노드 가중치를 이용한 소셜 네트워크 모델링 및 시뮬레이션

조민호\*

## Modeling and Simulation of Social Network using Correlation between Node and Node Weight

Min-Ho Cho\*

요약

소셜 네트워크의 비즈니스 활용은 다양한 방법으로 진행되고 있다. 그중 본 논문에서 제시하고자 하는 것은, 특정 입력에 대하여 각 노드들이 어떻게 반응하는지, 특정 노드가 다른 노드들에 미치는 영향에 대한 것을 시뮬레이션 하는 것이다. 또한, 주어진 입력에 대하여 각 노드나 링크의 가중치를 변경하였을 때, 각 노드들이 나타내는 변화를 실시간으로 추적할 수 있다. 즉, 소셜 네트워크에서 중요한 역할을 하는 사람을 식별할 수 있다. 그리고 특정 입력에 대한 사람들의 반응을 점검하고자 하는 경우에 활용될 수 있다. 모델링 및 시뮬레이션 과정은 벤심 프로그램을 활용하여 진행하였다.

### ABSTRACT

The usage of Social Network in business environment is now processing various methods. The purpose of this paper is doing a simulation about how each node of social network reacts to a special input, and how a specific node have an effect to other nodes. Also, when we change weight of node in the same input, we can trace about change of node status in real time. So, we can use this model for identification of important person in social network, and we can use it for checking the reaction of person in specific input. we use VENSIM program for modeling and simulation process.

### 키워드

Social Network, Simulation, VENSIM, Modeling, Real-Time  
소셜 네트워크, 시뮬레이션, 벤심, 모델링, 실시간

### 1. 서론

소셜 네트워크의 전통적인 연구 분야는 노드와 링크를 기반으로 나와 다른 사람의 상호 영향에 대한 분석 및 의사결정 과정에 중점을 두고 있다[1]. 소셜 미디어에서 WOM이 마케팅의 일반적인 개념으로 자리 잡은

것도 이러한 흐름을 반영한 것이다[2].

네트워크를 구성하는 노드와 링크간의 상호 연관성을 비즈니스에 활용하는 방법은 다양하게 연구되어 왔다. 특히 트위터, 페이스북 등을 대상으로 Networks, Tie Strength, Key Player, Cohesion 등에 중점을 두어 분석하는 정적인 기법이 주류를 이루고 있다[3]. 즉, 네

\* 교신저자 : 중원대학교 컴퓨터시스템공학과  
• 접수일 : 2016. 09. 05  
• 수정완료일 : 2016. 10. 13  
• 게재확정일 : 2016. 10. 24

• Received : Sep. 05, 2016, Revised : Oct. 13, 2016, Accepted : Oct. 24, 2016  
• Corresponding Author : Min-Ho Cho  
Dept. Computer System Engineering, JungWon University,  
Email : chominhokr@jwu.ac.kr

트위크의 동적이고 실시간으로 반응하는 변화를 예측하고 이용하는 분야에 대해서는 많은 연구가 진행되고 있지 않다.

이런 점에서 본 논문은 네트워크의 동적인 변화를 예측하는 것에 중점을 두고 있다. 즉, 주어진 네트워크에 특정 입력이 반복적으로 주어졌을 때, 각 노드의 상태 변화를 실시간으로 분석하고 향후 진행되는 상황을 시뮬레이션으로 예측하는 기법을 설명한다.

이를 위하여 간단한 소셜 네트워크를 컴퓨터로 모델링하고 입력에 대한 각 노드의 변화와 특정 노드에 영향을 미치는 노드들의 상태 추이를 실시간으로 종합 관찰한다. 그리고 노드별로 가중치를 변경하는 경우에 다른 노드의 상태 변화를 실시간으로 시뮬레이션 한다.

이를 통하여 현 상태에서 주어진 환경을 구성하는 각 노드 사이의 연관성을 실시간으로 파악할 수 있고, 자원이나 혜택의 조정에 따른 노드의 변화 그리고 제한된 자원으로 최대의 효과를 얻을 수 있는 방법을 찾을 수 있다. 마케팅이나 관련 분야에서 소셜 네트워크를 이용하고자 하는 경우에 투입 과 효과의 실시간 분석에 유용하게 사용할 수 있다.

## II. 관련 연구

실시간으로 소셜 네트워크의 각 노드의 변화를 시뮬레이션 하는 방법은 여러 가지가 있을 수 있다. 본 논문에서는 시스템 다이내믹스 모델링 기법[4]과 도구를 이용하여 구현한다.

시스템 다이내믹스란 시스템과 다이내믹스가 합쳐진 것으로 시간에 따른 변화와 피드백에 관심을 가진다는 의미이다.

시스템 다이내믹스의 모델링을 컴퓨터 상에서 구현하기 위해서는 Vensim, ithink, PowerSim 등이 사용되는데, 이중 Vensim을 사용하여 시뮬레이션을 모델링하고 분석 및 평가하는 과정을 진행한다.

### 2.1 시스템 다이내믹스 모델링 단계

시스템 다이내믹스는 Top-Down과 Bottom-Up의 두 가지 모델링 기법을 가진다[5]. 본 논문에서는 Top-Down 모델링 기법을 이용하므로 이것에 대하여 알아보자

### [ Top-Down Modeling 단계 ]

- 시스템에 대한 인과지도(CLD)를 먼저 그려서, 중요한 피드백 루프를 확인하고 시스템의 전체 구조를 이해한다.
- 구체적인 저장-유량도(SFD)를 구축한다  
이때, 저장변수와 유량변수를 CLD에 추가한다
- Modeling을 구축하고, 평가한다
- 평가 결과를 기반으로 추가적인 보조변수와 상수를 추가한다
- 모델링을 마무리하고, 반복을 통해 개선한다

### 2.2 시스템 다이내믹스 변수의 구성

시스템 다이내믹스 기술을 소셜 네트워크에 적용하기 위하여 시스템 다이내믹스가 사용하는 주요 변수가 소셜 네트워크에서 담당하는 역할을 표 1.과 같이 정의하여 모델링과 시뮬레이션을 수행 한다

표 1. 시스템 다이내믹스 변수의 역할  
Table 1. Role of System Dynamic variable

System Dynamic Variable	Role in the modeling
Stock Variable	Node Role
Flow Variable	Link Role
Auxiliary Variable	Node Weight
Constant	Fixed Variable in Node or Link

저장변수(Stock Variable), 유량변수(Flow variable)은 고정된 값 외에도 특정 수치나 함수를 값으로 가질 수 있으므로 다양한 환경에 대한 고려가 가능하다

## III. 모델링 가이드 및 시뮬레이션 사례

소셜 네트워크의 모델링을 위해서는 목적에 맞추어 환경에 대한 어느 정도의 제한이 필요하다. 본 논문에서 제시할 모델링 사례를 제공하기 전에 모델링을 위한 기본적인 가이드라인과 제한사항 그리고 제시된 모델이 제공하는 것을 정리해 본다.

### [ 모델링을 위한 가이드라인 ]

- 노드는 Box Variable로 표현 한다

- 링크는 Variable로 표현 한다
- 네트워크에 대한 초기 입력치를 줄 수 있으며, Rate로 표현 한다
- 네트워크에 대한 최종 결과를 줄 수 있으며, Rate로 표현한다.
- 본 예에서는 사용하지는 않지만, 잠재적인 요인은 Shadow Variable로 표현 한다
- 노드, 링크, 가중치, 초기 입력치, Shadow Variable 모두에 수치, 수식, 함수 등을 사용한다.

[ 구성된 모델이 제공해야 하는 것 ]

- 네트워크에 대한 초기 입력치를 부여한다.
- 각 노드에 대한 가중치를 부여하고, 실시간으로 변화하면서, 다른 노드에 대한 변화를 살펴본다.
- 노드와 노드를 연결하는 링크에 특정 수치나 함수를 부여한다.
- 전체 네트워크의 임의의 노드에 대한 가중치를 변화했을 때, 다른 노드에 대한 영향을 분석 한다.
- 특정 노드와 연관 있는 노드의 변화를 동시에 추적 한다.
- 반복되는 시물레이션 결과를 동일한 그래프에서 한번에 볼 수 있는 기능을 제공한다.
- 모든 시물레이션이나 영향도 분석은 실시간으로 수행한다.

[ 그림 1의 모델링에 대한 설명 ]

- 전체 네트워크의 노드는 A,B,C,D,E로 구성 된다.
- 전체 네트워크의 링크는 두 가지가 있다.
  - AC, AB, AD, BD, DC, CB
    - : 링크 자체에 가중치나 함수가 부여된 경우
    - E와 B, E와 D를 연결하는 것.
    - : 링크에 아무런 가중치나 함수가 없는 경우
- 각 노드는 자체의 가중치나 함수가 부여 된다.
  - A 노드 : AA
  - B 노드 : BB
  - C 노드 : CC
  - D 노드 : DD
  - E 노드 : EE
 (만약 노드에 가중치나 함수가 필요 없다면, 사용하지 않아도 된다)
- 시물레이션을 위하여 전체 네트워크에 대한 초기 입력 값이나 설정 값을 줄 수 있는데, 이것은 A0로 표현하였다.
- 모델의 간략화를 위하여 Shadow Variable과 출력은 사용하지 않았다.

그림 1.에 주어진 VENSIM 모델의 노드와 링크에 대한 상세 설정 사항을 정리하면 표 2와 같다. 설정 내용은 임의의 상황을 가정하여 정한 것이다.

실무에 적용하는 경우에는 환경에 따라 설정된 값을 변경하여도 좋다. 변수의 설정에 대한 상세 과정은 다루지 않는다. 다만, 표 2에서 제시한 것 이외에도 Delay, Smooth, Pulse 등 다양한 함수를 사용할 수 있어서 링크와 노드의 상태에 대한 정확하고 다양한 표현이 가능하다.

특히, 특정 노드에 부여되는 값을 변화하였을 때, 다른 노드가 반응하는 것을 그래프로 실시간 확인할 수 있어서 전체 네트워크에서 노드간의 연결성과 상호 관계에 대한 분석이 손쉽게 이루어진다. 이에 대한 실제 분석 결과가 그림 2에 제시되어 있다.

그림 2는 B, D 노드를 임의로 선정하여 각 노드에 영향을 미치는 요인들의 변화를 한눈에 보여주고 있다. 특히, 노드에 의한 영향을 보여주는 것 외에도 링크에 의한 영향도 보여주고 있다. 이점은 그림 1에서 제공한 모델링이 링크도 별도의 변수로 보고 처리하는 방법 때문에 가능한 것이다.

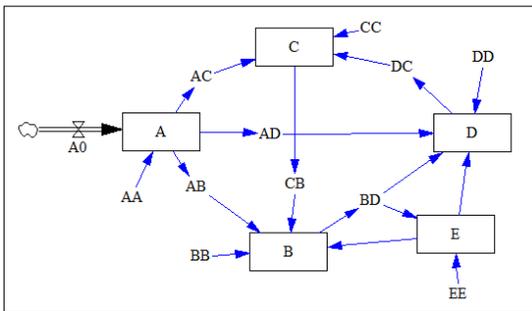


그림 1. 소셜 네트워크 모델링 예  
Fig. 1 Example of social network modeling

주어진 모델링 가이드라인과 필요한 기능에 따라서 모델링을 수행해보자. 그림 1은 초기 입력 값이 있고, 총 5개의 노드로 구성된 소셜 네트워크이다.

표 2. 그림 1 모델의 설정 값  
Table 2. Setting Value of Fig.1

Node/Link	Setting value
A0	10
A	$(A0+AA)*0.6$
B	$(AB-CD+E)*BB$
C	$(AC-DC)*CC$
D	$(BD+AC-E)*DD$
E	$-(BD*3)*EE$
AA	5
BB	0.3
CC	0.1
DD	0.3
EE	0.8
AC	$0.2*A$
AB	$-(A*0.2)$
AD	$0.5*A$
BD	$0.6*B$
DC	$-(0.8*D)$
CB	$0.3*C$

그림 1.의 모델링을 통하여 전체 환경에서 특정 노드가 가지는 값에 영향을 미치는 요인을 분석할 수 있으며, 특정 노드에 양의 영향과 음의 영향을 미치는 요인, 영향을 미치는 정도 등에 대해 분석할 수 있다. 특히, 노드간에 양의 영향, 음의 영향을 주는 것을 분석할 수 있어서 신속한 의사 결정을 원하는 경우에도 유용하게 사용할 수 있다.

그림 1에 제시된 모델링은 반복적으로 주어진 입력에 대하여 각 노드들이 어떻게 반응하는지에 대하여 숫자와 그래프로 확인할 수 있다. 즉, 반복되는 횟수에 기반을 두어서 노드들의 변화 상태를 분석하는 것이다.

여기에 추가해서 특정 상황이 발생하는 경우에 대한 네트워크의 실시간 분석도 필요하다. 실제 작업을 진행해 보자.

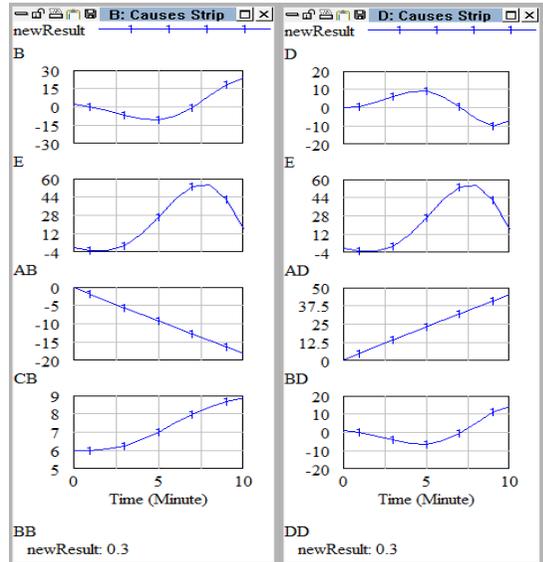


그림 2. B, D 노드의 시뮬레이션 결과  
Fig. 2 Simulation result of B, D nodes

#### IV. 실시간 시뮬레이션

그림 1에서 제공된 모델을 통하여 주어진 입력에 대한 각 노드의 반응과 특정노드의 반응에 영향을 미치는 다른 노드의 반응을 살펴보았다.

이번에는 주어진 모델을 기반으로 특정 노드에 주어지는 가중치를 변화시키는 경우에 전체 노드들이 어떻게 반응하는지를 실시간으로 살펴보자.

이런 기능은 주어진 환경의 어느 부분이 전체에 미치는 영향을 파악하는데 유용하다. 예를 들어 전체 네트워크의 중요 노드를 찾는 경우에 전체 네트워크에 주어진 입력에 따른 분석도 필요하지만, 특정 사용자에게 가중치를 주는 경우에 다른 사용자가 어떻게 반응하는지를 분석하는 것이 중요하다.

VENSIM에서 모델을 수행하고, 메뉴에서 Synthe Sim이라는 메뉴를 선택하면, 전체 화면이 그림 3과 같이 변경된다. 여기에서 각 노드들의 값의 변화를 실시간 그래프로 보여주고 있다. 현재의 상태에서 A, B, C, D, E는 증가, 감소, 감소 후 증가, 증가 후 감소 등 다양한 형태를 보여주고 있다.

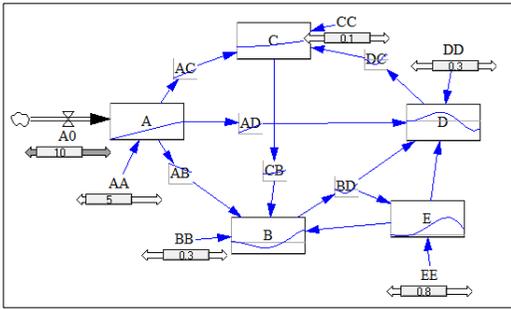


그림 3. Synthe Sim 메뉴 실행 화면  
Fig. 3 Running result of Synthe Sim menu

이제 각 노드에 대한 가중치를 마우스를 이용하여 변화시켜 보자. 결과는 그림 4에 제시되어 있다. 물론, 제시된 그래프는 별도의 윈도우에게 따로 보는 것도 가능하다.

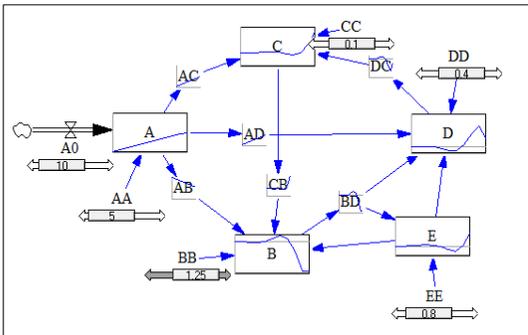


그림 4. B 값의 변화에 따른 수행 결과  
Fig. 4 Running result of B value change

그림 4에서 B노드에 주어지는 가중치인 BB를 0.3에서 1.25로 변경하였을 때, 전체 노드의 변화를 실시간으로 확인 할 수 있다. 특히, C, D 노드의 변화를 살펴보자. C노드는 갑자기 증가하는 모습을 보이고 있고, D노드는 증가 후 감소에서 갑작스런 증가의 모습을 보이고 있다.

이런 점은 그림 4에서 B 노드에 대한 지원을 늘리는 것은 C, D가 보다 활발한 활동을 하도록 하는 효과가 있다는 것을 보여준다. 즉, C, D 노드의 활발한 활동을 바라다면, B 노드에 대한 지원을 확대하는 것이 좋은 방법 중의 하나라는 점을 실시간으로 확인할 수 있다.

## V. 결론 및 향후 연구 방향

정적인 분석을 중심으로 하는 소셜 네트워크에 대한 연구는 2000년 이후로 페이스북이나 트위터와 같은 환경이 일반화 되면서 이를 비즈니스에 활용하고자 하는 요구[6]에 적절히 대응하지 못하고 있다. 특히, 동적이며 실시간 대응을 원하는 경우에는 필요한 방법이 제공되지 않았다. 본 논문은 이러한 요구를 만족시킬 수 있는 방안으로 네트워크를 시뮬레이션 하는 방법에 대하여 예를 중심으로 설명하였다

예를 구성하면서 연구 결과의 실제 적용을 염두에 두었기 때문에, 노드간의 연관성(링크)에 대한 고려 외에도 노드 자체가 별도의 역할을 수행하는 상황을 가정하였다.

그래서 노드와 링크를 둘 다 고려하여 상호 연계성에 대한 분석을 수행하였으며, 시스템 다이내믹스를 구현하는 도구인 VENSIM을 이용하여 모델링을 수행하고 시뮬레이션 사례를 제시하였다.

제시한 모델링 방법에 의해서 시뮬레이션을 수행하면, 주어진 입력에 대하여 각 노드의 반응을 시뮬레이션 할 수 있으며, 특정 노드에 영향을 주는 노드들의 반응도 동시에 점검할 수 있다. 물론, 링크도 별도의 값으로 고려하여 각 노드간의 연결성을 시뮬레이션에 반영할 수 있다.

추가적으로 구성된 모델에 VENSIM이 지원하는 Synthe Sim 기능을 이용하면, 주어진 환경에서 특정 노드의 가중치를 변경하였을 때, 연관된 다른 노드의 변화를 실시간으로 확인할 수 있다. 마찬가지로 특정 링크의 값을 변화하는 경우에 전체 노드의 변화도 실시간으로 확인할 수 있다.

이번 연구를 통하여 시스템 다이내믹스 개념과 기법이 소셜 네트워크의 분석에 적용될 수 있음을 확인하였다. 대규모 소셜 네트워크의 경우에는 그룹노드의 개념[7]을 적용하여 특정 목적에 맞는 네트워크로 축소 및 재구성하여 분석 가능한 규모의 환경으로 만든 후에 분석을 수행할 수 있으며, 소셜 사이언스[8]에 관련된 논문들에서 유사한 기법들을 참조할 수 있다.

향후 제시한 방법을 기반으로 실제 분석 사례를 제공하고, 노드들이 가지는 다양한 상태를 분류하고 각 상태를 함수를 이용하여 표현하는 기법에 대한 연구를 수행하여 공유하도록 하겠다.

## References

- [1] M. Kakihara, "Understanding real-virtual perspective of human behavior from the active stream perspective," *Pacific Asia Conference on Information Systems(PACIS2010)*, Taipei, Jan 2010.
- [2] M. Trusov, R. Buckin, and K. Pauwels, "Effects of word-of-mouth versus traditional marketing: Finding from an internet social networking site," *Journal of Marketing*, vol. 73, Issue. 5, 2009, pp. 90-102.
- [3] E. Kim, C. Hwang, and S. Hong, "SNS planning through analysis of office workers SNS use," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Science*, vol. 8, no. 9, 2013, pp. 1395-1364.
- [4] N. Kollikkathara, H. Feng, and D. Yu, "A system dynamic modeling approach for evaluating municipal solid waste generation, landfill capacity and related cost management issues," *Waste Management*, vol. 30, no. 11, 2010, pp. 2194-2203.
- [5] T. Lan, Y. Lan, K. Chen, P. Chen, and W. Lim, "A Study of Developing a System Dynamics Model for the Learning Effectiveness Evaluation," *Mathematical Problems in Engineering*, vol. 2013, Oct 2013.
- [6] S. Hong, "The Effect of Social Network Usage on the Formation of Social Capital : Based on Twitter, Facebook, KakaoStory," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Science*, vol. 7, no. 6, 2012, pp. 1471-1477.
- [7] M. Cho, "Identificaton of Group Node using Genetic Algorithm and Re-Construction Technique of Social Network," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Science*, vol. 10, no. 7, 2015, pp. 837-843.
- [8] P. Otto, M. Simon "Dynamic perspectives on social characteristics and sustainability in online community network," *J. of System Dynamic Review*, vol. 24, Issue 3, Fall 2008, pp. 321-347.

## 저자 소개



### 조민호(Min-Ho Cho)

1989 인하대학교 산업공학과 졸업  
(공학사)

1998 숭실대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)

2003년 숭실대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업 (공학박사)

2013년~현재 중원대학교 컴퓨터시스템공학과 교수

※ 관심분야 : 소프트웨어공학, 통계 분석 및 의사결정론, 소셜 네트워크