

소셜 네트워크에서 원거리 노드를 고려한 동적 사용자 신뢰도 평가 스킴*

김 영 응,^{1†} 최 윤 성,¹ 권 근,¹ 전 웅 렬,² 원 동 호^{1‡}
¹성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과, ²광주대학교 사이버보안경찰학과

Dynamic Remote User Trust Evaluation Scheme for Social Network Service*

Youngwoong Kim,^{1†} Younsung Choi,¹ Keun Kwon,¹ Woongryul Jeon,² Dongho Won^{1‡}
¹Sungkyunkwan University, ²Gwangju University

요 약

소셜 네트워크 서비스는 인터넷상에서 다른 사람들과 친구 또는 사회적 관계를 맺을 수 있는 양방향 서비스로써 개방성을 바탕으로 인적 교류 네트워크의 중심이 되었다. 그러나 최근에는 개방성을 악용하여 신뢰할 수 없는 유언비어가 확산되고 개인 정보를 침해하는 다양한 공격으로 인해 여러 사용자들이 피해를 보는 사례가 발생하였다. 따라서 소셜 네트워크상에서의 정보는 신뢰할 수 있는 사람에게 전달하거나 혹은 제공 받을 수 있어야 한다. 최근의 신뢰도 연구에서는 사용자와 밀접한 한 홉 사이를 기반으로 한 신뢰도 평가방법들이 주로 제시되었다. 그러나 소셜 네트워크의 교류가 기존의 시공간성이 갖는 제약을 넘어서고 사용자도 큰 폭으로 늘어나면서 한 홉 사이뿐 아니라 여러 홉 사이에서의 교류 역시 최근에 많이 증가하고 있다. 이러한 흐름에 맞춰 본 논문에서는 전이성 및 결합성을 이용하여 원거리에서도 신뢰도 평가가 가능한 효과적인 사용자 신뢰도 평가 스킴을 제안한다.

ABSTRACT

The social network service is the bidirectional media that many users can build relations not only friends but also other people. However, a process to approach in the social network is so simple that untrustable information, which malignant users make, is spreaded rapidly in many the social network uses. This causes many users to suffer material or psychological damages. Because of openness in the social network, there will be higher risk of the privacy invasion. Therefore, sensitive information should be transferred or provided only to reliable users. In general, because many users exchange among one hops, many researches have focused on one hop's trust evaluation. However, exchanges between users happen not only one joint bridge but also far nodes more than two nodes on account of dense network and openness. In this paper we propose the efficient scheme combining transitivity and composability for remote users

Keywords: Trust Evaluation Scheme, Transitivity, Composability, Social Network Service

1. 서 론

최근 소셜 네트워크의 등장으로 인해 우리의 삶에 큰 변화가 발생하였다. 소셜 네트워크의 등장 전에는 사용자들의 경우 단순히 공급자들이 전하는 정보만을 주로 받아보는 위치에 있었다. 이러한 일 방향적인 소통은 인터넷 뉴스 및 이메일 전송에서도 흔히 볼 수 있는 구조다. 그러나 소셜 네트워크의 등장으로 인해

접수일(2013년 12월 31일), 수정일(2014년 4월 8일),
 게재확정일(2014년 4월 8일)

* 본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 대학
 IT연구센터육성 지원사업의 연구결과로 수행되었음.
 (NIPA-2014-H0301-14-1004)

† 주저자, ykim@security.re.kr

‡ 교신저자, dhwon@security.re.kr (Corresponding author)

일방향적인 소통을 벗어나 사용자들은 본인이 직접 정보를 생산하고 공유할 수 있게 되었으며 이러한 흐름은 양방향적인 의사소통이 가능하게 하는 원동력이 되었다. 이러한 양방향 의사소통이 가능하게 된 부분에는 소셜 네트워크의 개방성이 있었기에 가능했다. 여기에 기술의 빠른 발전으로 스마트폰이 나오면서 언제 어디서든 소셜 네트워크를 이용할 수 있게 되었으며 그로 인한 정보의 생산 및 가공의 속도는 이전보다 더 증가하였고 빨라졌다. 현재도 가입자 수가 증가하는 추세인 만큼 향후에도 가입자 수는 점차 늘어날 것으로 예상되며 스마트폰을 이용한 소셜 네트워크의 영향력은 전보다 더 증가할 것으로 예상된다. 이러한 소셜 네트워크의 양방향성은 많은 이들에게 개방되고 다양한 정보의 장을 제공하였으나 한편으로는 무분별한 정보 홍수로 인해 이중엔 신뢰할 수 없는 정보들도 많이 생산되고 있다. 그러다 보니 이러한 정보들로 인해 정상적인 사용자들이 소셜 네트워크를 이용하는데 있어 악의적인 사용자가 퍼트린 왜곡된 정보로 인해 혼란을 겪기 쉽게 되었다. 가령, 확인되지 않은 피담을 트위터에 퍼뜨림으로써 사용자로 하여금 불필요한 공포를 조장한다거나 선거철마다 상대 후보에 대한 검증되지 않은 악담 및 비방을 통해 상대 후보를 음해하는 내용을 트위터와 같은 소셜 네트워크를 통해 전파하여 유권자들로 하여금 혼란에 빠뜨리게 하는 것이 그러한 예이다. 또한 악의적인 사용자로 인한 프라이버시가 침해될 위험성이 이전보다 증가하였다. 실제로도 소셜 네트워크 상에서 공격자가 개인의 사생활을 침해하는 정보를 올림으로써 대다수의 사용자가 보게끔 하여 피해자의 수치심 야기 및 사생활 권리침해 사례가 증가하였다. 온라인상의 환경은 일반 사회 환경과는 다르게 익명성을 전제로 한다. 그러다보니 최근에 온라인상이나 소셜 네트워크에서 이러한 익명성을 바탕으로 연예인이나 공인뿐만 아니라 일반인들에게 악플을 다는 등의 행위로 인신공격하는 사례도 많이 늘어났다. 이러한 소셜 네트워크의 개방성을 악용한 공격은 소셜 네트워크의 중요한 성질중 하나인 쉽고 빠르게 전파되는 특성인 전이성으로 인해 더 많은 사람들에게 전달되어 피해를 준다는 점에서 심각한 문제가 된다. 즉, 사용자들의 입장에서는 하루에 셀 수 없이 쏟아지는 정보가 참인지 거짓인지와 같은 신뢰성여부를 쉽사리 판단하기 어렵다. 더군다나 정보의 홍수 속에서 사용자들은 전파되는 정보의 출처를 파악하기가 상당히 어렵다. 따라서 이러한 문제들을 해결하기 위한 대안으로 정보를 생산 및 전달하는 사용자들의 계정에 대한

신뢰성을 평가해야 할 필요가 있다. 이는 노드에 대한 신뢰도를 평가함으로써 정보 생산자의 신뢰도를 판별할 수 있는 기준이 된다는 점에서 중요하다. 여기서 노드란 네트워크에서의 사용자를 의미한다. 만일 노드 평가가 가능해진다면 사용자들은 평가된 기준을 통해 신뢰할 수 없는 사용자와 잘못된 정보를 구분함으로써 그로인한 피해를 최소화 할 수 있다. 또한 이러한 신뢰도 측정은 악의적인 의도를 갖는 사용자들로 하여금 왜곡되고 문제가 있는 정보 유출을 하지 못하도록 예방해준다는 점에서 중요하다. 그리고 신뢰도 평가는 프라이버시와 관련된 민감한 정보를 공유할 시에 정보 생산자가 알고자하는 상대방을 신뢰도를 통해 선택하게 함으로써 프라이버시 피해를 최소화하게 해준다.

이때 고려해야 할 점은 아무리 무분별한 정보로 인해 신뢰가 의심이 된다 하더라도 소셜 네트워크의 개방성을 역행하거나 막아서는 안 된다는 것이다. 현대 사회에서 우리가 정보를 쉽게 빨리 접할 수 있었던 것은 개방성이 있었기 때문에 가능했다. 이러한 개방성은 소셜 네트워크에도 적용됨으로써 많은 정보를 좀 더 생산하고 가공하고 이용할 수 있게 된 주요 원동력이다. 따라서 한쪽에만 너무 치우치지 않도록 프라이버시 문제와 개방성을 같이 고려하여야 한다. 한편, 개인이 다른 사람들과 정보를 공유하고 교류를 맺을 수 있는 것은 신뢰가 있기 때문에 가능하다. 결국 개인의 프라이버시를 포함한 정보 역시 신뢰할 수 있는 사람과 교류를 해야 프라이버시 및 공격자들로 인한 피해를 막을 수 있다. 만일 상대방이 신뢰할 수 없는 사람이라면, 아무리 오랫동안 잘 알고 지냈다 하더라도 교류를 할 수 없게 된다. 또한 온라인 상에서는 개방이 잘되어 있어 접근성이 용이하다 보니 온라인을 이용하는 사람들의 수 역시 무수히 많다. 우리가 이 수 많은 사람들을 신뢰할 수 있는지 확인하고자 일일이 직접 만나는 것은 현실적으로 불가능하다. 따라서 노드들에 대한 신뢰도 평가 기준을 확립하는 것은 보다 많은 사람들이 소셜 네트워크 뿐 아니라 온라인에서의 일을 편하고 안전하게 사용할 수 있게 하기 위한 필수적인 요소이다.

이러한 점 때문에 현재 소셜 네트워크 서비스에서 노드의 신뢰성과 같은 다양한 연구가 진행되고 있다. 소셜 네트워크 서비스 상에서 적용할 수 있도록 한 노드들 사이의 동적 사용자 신뢰도 평가 스킴이 제안되기도 했다[1]. 그 외에 여러 소셜 네트워크의 구성요소들을 바탕으로 수치화하여 신뢰도를 방법들에 대한 연구가 진행되고 있다. 하지만 이러한 스킴들의 대부분

분은 여러 노드 사이에서의 신뢰도 계산에 대해 제한적이다. 즉, 한 사람과 그와 연결된 바로 다른 한사람들은 정확한 측정이 가능하나 건너 건너의 사람의 평가에 대한 측정에 있어서 여러 제약사항으로 인해 구체적인 측정 방식뿐 아니라 명확한 신뢰도 계산이 이뤄지기 어려운 점이 있다. 사람들 간의 신뢰평가에 있어서 단순 한사람과 한사람 사이가 아닌 한 사람과 연결된 다른 사람을 건너선 사람들 역시 평가해야 할 경우가 생길 수 있다. 예를 들어, 우리가 어떤 일을 하게 될 경우 지인에게 모르는 사람을 소개받는 경우가 의외로 많다. 이때 모르는 사람과 본인의 관계는 한 노드 사이의 관계가 아닌 건너서 알게 된 관계다. 이들과 관계를 맺기 전 우리는 과연 이들이 신뢰할 만한 사람들인지 고려해야 한다. 만일 충분히 신뢰할 만한 사람이면 다행이지만 악의적인 목적을 갖고 있을 경우 속게 될 수 있기 때문이다. 그러므로 한 노드뿐 아니라 그 건너편의 노드도 고려하는 신뢰도 평가 스킴이 필요하다. [2]의 논문에서는 여러 홉들 사이에 대한 평가가 가능한 스킴이 제안되었다. 여러 홉들 사이에는 가능할 수 있는 다양한 경로와 다양한 수치들이 나올 수 있다. 이때 어떠한 경로에서 어떠한 수치가 나오더라도 정밀하게 측정이 가능해야 한다. 그러나 [2]의 논문에서 제안된 방식은 [1]에 비해 한 노드 측정의 정밀성이 떨어진다는 문제점이 있다.

본 논문에서는 이전의 연구된 논문들 각각의 특징을 통해 각각의 갖고 있는 한계점을 분석하여 이러한 한계를 보완할 수 있는 모델을 제안하였다. 즉, [1]의 경우 한 노드를 기반으로 한 동적 신뢰도의 문제점인 건너편 노드의 신뢰도 측정의 부재의 문제와 [2]의 문제인 한 노드에서의 신뢰도의 정밀성 부족을 보완함으로써 소셜 네트워크 상에서 한 노드 뿐만 아니라 이와 연관된 두 단계 및 세 단계 홉 간격의 신뢰도 분석을 가능하게 하여 이전의 연구된 논문들이 갖는 한계점을 보완하고자 하였다. 본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장 관련 연구에서는 소셜 네트워크 서비스의 현황과 기존 신뢰도 연구의 한계를 분석하였으며 6단계 분리 이론을 통해 여러 노드 사이의 신뢰도 연구의 기본배경에 대해 설명하였다. 3장에서는 기존 연구에서 언급된 신뢰의 전이성 및 결합성에 대해 설명하였다. 4장에서는 전이성 및 결합성을 결합한 개선된 스킴을 제안하였다. 5장에서는 실험을 통해 기존의 MIN-MAX 방식의 문제점을 확인함과 동시에 제안된 모델의 실험 결과에 대해 분석하였다. 6장에서는 본 연구에 대한 결론을 맺고자 한다.

II. 관련 연구

2.1 소셜 네트워크 서비스 현황 및 문제점

소셜 네트워크 서비스(SNS, Social Network Service)란 인터넷상에서 친구, 동료 등 지인과의 인간관계를 강화하거나 새로운 인맥을 형성함으로써 폭넓은 인적 네트워크를 형성할 수 있게 해주는 서비스이다. 소셜 네트워크 서비스의 등장으로 사용자들은 시간과 공간 및 국경의 제약을 벗어나서 본인이 직접 정보를 생산하거나 혹은 본인의 개인적인 의견을 자유로이 표현할 수 있게 되었고 다른 이웃들에게 정보를 전달하여 실시간 소통이 가능하게 되었다. 이러한 소셜 네트워크의 등장으로 인해 기존의 TV나 인터넷처럼 서비스 제공자 중심의 대화 방식에서 사용자가 중심이 되는 대화로 네트워크 시장이 변화하였다. 이는 단순 네트워크 시장뿐 아니라 사회의 생활 풍속을 변화시켰다. 최근 기업들이나 관공서에서도 소비자들의 의견을 듣고자 소셜 네트워크를 이용하고 있다. 가령 일본의 소프트뱅크 기업의 경우 소비자들의 불만이나 요구사항을 실시간으로 반영하고자 '트위터'라는 소셜 네트워크를 사용하여 회사의 경영 방침을 바꾼 사례가 있다. 이처럼 소셜 네트워크는 단순히 개인 뿐 아니라 회사와 같은 기관에 신선한 변화를 몰고 왔다. 소셜 네트워크의 영향력을 살펴보기위해 정보통신정책연구원에서 2012년 한국 미디어 패널조사 결과(본 보고서는 2012 한국 미디어 패널조사의 개인설문 10,319명과 미디어 다이어리설문 9,768명의 결과에 가중치를 적용하여 이용률과 이용량을 조사한 자료)를 활용하여 SNS의 이용현황을 분석하였다[16]. 그 결과, 시간대별 SNS 이용량이 하루 평균 SNS 이용량은 Table 1.에서 설명한 것처럼 73.2분이며 통화사용자, 문자사용자, 채팅/메신저사용자의 이용량은 각각 59.3분, 58.8분, 39.3분으로 각 서비스의 사용자당 하루 평균 이용량은 SNS가 가장 높게 나타났다. 이는 SNS가 실생활에서 차지하고 있는 영향력이 상당히 크다는 증거이다.

그러나 반대로 잘못된 정보가 전파될 경우 그로 인한 피해 역시 크게 된다. 최근에 이러한 SNS의 특성을 악용하여 허위 사실 및 괴담을 유포하는 사례가 늘고 있다. 이는 사용자에게 불신을 심어주고 서비스의 신뢰도를 떨어뜨린다는 점에서 반드시 해결해야 될 문제이다. 이러한 문제 역시 소셜 네트워크의 근본적인 성질인 개방성에서 기인한다. 문제는 이뿐만이 아니라

다른 문제들 중 상당수가 개방성으로 인해 서비스의 취약성들이 발생한다는 점이다. 개방성으로 인해 개인의 프라이버시가 침해될 위험성이 커졌고 그점을 악용하는 사례도 늘어나고 있다. 가령 상업적인 목적으로 소셜 네트워크 상의 개인 프로필 정보만을 수집한다거나 하는 방식이 그러한 예이다. 또한 프라이버시 블리칭이라는 공격기법을 통한 사례가 있다. 이 방식의 경우 소셜 네트워크상에서 이미 파티를 맺은 당사자들끼리의 관계의 확장을 위해 일정부분 프라이버시를 공개한 영역을 기반으로 공격을 악용한 것으로 대표적으로 싸이월드의 파도타기나 퍼오기 및 트위터의 리트윗 기능이 이러한 공격에 사용될 수 있다. 그리고 프라이버시 뿐 아니라 사용자 인증에서도 소셜 네트워크 취약점이 문제가 되고 있다. 최근에 주민번호제도를 통한 가입제도가 폐지되면서 사용자 인증이 이전보다 쉬워졌고 동시에 가입 역시 쉬워졌다. 그러다보니 새로운 계정을 남용한 다수의 계정 생성을 통해 거짓 정보를 유포할 위험도 높아졌고 평판이나 신뢰도를 조작할 수 있는 가능성도 높다. 그리고 만일 본인이 갖고 있던 계정의 평판이 낮아지면 그것을 포기하고 새로 가입할 수 있다는 문제점도 제기되고 있다. 따라서 이런 문제를 해결하기 위해서는 소셜 네트워크 상에서 신뢰도에 대한 정밀한 평가방법이 도입되어야 한다.

Table 1. Communications usage in day in 2012

users by communications	Communications usage in day(per minute)
Phone	59.3
Message	58.8
Chat/Messenger	39.3
SNS	73.2

2.2 기존 신뢰도 연구들의 특징 및 한계

최근 들어 소셜 네트워크 서비스의 구체적 신뢰도 평가를 위한 연구가 많이 이루어지고 있으며, 어떠한 소셜 네트워크에도 적용시킬 수 있는 신뢰도 모델을 만들고자 다양한 스킴들이 제시되고 있다. 그러나 기존의 연구에서는 프로필의 정보에 너무 의존한다는 한계점이 있다. 가령, 비슷한 성향을 가진 A, B라는 사람이 있다 가정하자. 이때 무조건 A와 B가 같은 소속에 비슷한 성격을 가졌다고 해서 그들이 서로를 잘 알

거란 보장이 없다. 설사 서로가 잘 아는 사이라 해도 성향이 비슷하거나 꼭 서로를 신뢰한다고 보긴 힘들다. 이러한 문제점을 해결하고자 동적인 사용자 스킴 [1]이 등장하게 되었다. 이 논문은 상호간의 신뢰도가 지속적으로 변할 수 있다는 점을 반영하고자 Parameter를 도입하여 사용자 중심 평가 스킴을 제안하였다. 이 논문에서는 한 노드사이의 신뢰도를 정확하게 측정할 수 있다. 그러나 이 스킴의 경우 한 노드 사이의 신뢰도만 평가가능하다는 문제가 있다. 평가하려는 대상과 평가자가 한 노드 사이에만 있는 것이 아니기 때문이다. 예를 들어 A가 B라는 직접적으로 만나는 사람 이외에 B를 건너서 있는 C라는 사람이나 혹은 C를 건너서 D라는 사람을 A가 평가하게 될 경우가 있다. 따라서 A와 B라는 한 노드 사이 이외의 여러 간격의 노드들에 대한 평가도 가능해야 한다. 그러나 [1]의 신뢰도 평가는 한 노드만을 기준으로 평가한다는 점에서 한계가 있다. 가장 신뢰도를 정확히 평가할 수 있는 방법은 관측자와 평가 대상이 한 흡으로 되어있을 때 가장 정확한 평가가 가능하나 항상 관측자와 평가대상이 한 흡으로 연결된 것은 아니다. 한편 외국에서도 노드들의 신뢰도 평가 방안에 대해서 연구가 다양하게 진행 중이다. 2004년 Guha et al이 신뢰도와 비 신뢰도를 결합한 신뢰전파 모형을 제시하였다[3]. 신뢰 전이성에 의한 신뢰전파 외에 내가 신뢰하는 친구를 동시에 그 친구를 신뢰하는 타인이 있다 가정할 때 타인이 신뢰하는 자도 내가 신뢰할 수 있다는 동시 참조성을 이용하여 신뢰전파가 이루어질 수 있음을 주장하였다. 그러나 비 신뢰가 명시적으로 표현된 소셜 네트워크가 없다는 점 때문에 실제 적용 가능성이 낮다는 문제가 있다. Golbeck은 Tidal Trust 알고리즘을 제안하였다[4]. Tidal Trust란 원천 사용자가 평가대상을 직접 알고 있는 일차 이웃에게 평가대상에 대한 신뢰 수준을 질문하여 파악하고 이들을 가중 평균하는 방식으로 신뢰 수준을 예측하는 알고리즘이다. 이때 가중치는 원천 사용자로부터 평가대상의 일차 이웃에 이르는 신뢰 경로의 신뢰 강도의 값으로 표현되며 이때 가중치는 신뢰 링크의 최소값으로 결정한다. 그러나 신뢰 예측에 사용된 경로를 원천 사용자로부터 평가 대상에 이르는 최단 거리로만 제한한다는 한계를 가진다. [2]의 논문은 Golbeck이 주장한 내용을 좀 더 개선하고자 두 노드 및 세 노드 이상의 거리계산을 반영하기 위해 신뢰전파의 전이성 및 결합성을 이용하였다. 이때 MIN-MAX 및 가중 평균의 원리를 이용하여 두 노드

이상의 거리를 계산하는 방안을 제안하였다. 그러나 이 논문의 방식에서는 여러 노드 사이의 거리 계산에만 초점을 맞추고 있다 보니 한 노드 사이의 거리 계산이 [1]의 논문에 비해 정밀성이 떨어진다는 단점이 있다. 또한 MIN-MAX방식을 사용하였는데 이 방식은 신뢰도 편차가 클 경우에도 정확한 수치를 반영한 다 보기에 의문점이 있다. 따라서 [1]과 [2]의 단점을 보완할 신뢰도 연구가 필요하다.

2.3 6단계 분리이론

6단계 분리 이론이란 모든 사람이 각각 6명씩만 걸치면 모든 사람들이 서로 연결되어 관계를 맺음을 설명하는 이론으로 1967년 하버드대 심리학과 교수인 스탠리 밀그램이 Psychology Today에 발표한 논문 'The Small World Problem'을 통해서 일반인들에게 알려지기 시작했다[8]. 사실 6단계 분리 이론을 처음으로 예측한 사람은 스탠리 밀그램이 아닌 헝가리의 극작가이던 저널리스트였던 프리게스 카린시(Frigyes Karinty)였다. 1929년도에 발표한 그의 단편소설 'Chains'을 통해서 그는 발전되는 문명의 영향으로 인해 인간 사이의 거리는 더 가까워질 거라 예상하였다. 따라서 당시 전 세계 인구 15억 명 중 임의의 사람을 선택해도 5명의 사람을 거치면 연결이 가능할 것이라고 추측했다. 그러나 본격적으로 이 이론이 알려지게 된 것은 프리게스 카린시 이후 많은 소셜 네트워크 연구자들이 이 이론에 관심을 갖고 연구하면서 알려졌다. 이때 마이클 구레비치(Michael Gurevich)가 직접 시뮬레이션 한 실험과 1967년 스탠리 밀그램의 '스몰월드' 실험을 통해서 6단계 분리 이론이 세상의 많은 사람들에게 알려지기 시작했다. 그러나 사람들 사이에선 마이클 구레비치의 실험 보다 밀그램의 실험이 더 많이 알려졌다. 밀그램의 실험 방식은 다음과 같다. 우선 출발지로 네브라스카 오마하와 캔사스의 위치타 시를 선택하며 도착지로 보스턴을 선정하였다. 출발지로 두 도시가 선택된 것은 두 도시가 미국 내에서 사회적으로나 지리적으로 고립된 곳이라고 생각되었기 때문이라 밀그램은 주장한다. 오마하와 위치타란 지역에 임의로 선택된 사람에게 편지가 주어지는데, 여기에 이 연구의 목적과 보스턴의 목표로 설정된 사람에 대한 간략한 정보가 있다. 만일 그 사람을 개인적으로 알면 그 편지를 그대로 보내면 된다. 그러나 개인적으로 보스턴에 있는 사람을 모른다면 자기 친구나 친지 중에서 그 사람을 알 것 같은

사람에게 편지를 보내도록 한다. 사실 편지에는 이름표가 같이 주어지며 이 때 보내는 사람의 이름을 쓰고 싸인해서 보내도록 한다. 그와 동시에 하버드에 엽서를 보내 그 과정을 추적하도록 하였다. 이후에 편지가 목표한 사람에게 도달하면 연구자들은 이름표를 검토해서 몇 단계에 걸쳐 왔는지를 확인하며, 도달하지 않은 편지는 도착한 엽서를 통해 어디서 편지 전달이 끊어졌는지를 조사한다. 실험 결과 도달한 경로의 평균 길이는 5.5에서 6 정도 사이임을 확인하였으나, 어떤 것은 1.2 단계에서 도착했거나 9단계나 10단계를 거친 것도 있었다. 일반적으로 그의 실험 결과는 임의의 두 사람 사이에 5.2명이 있는 것으로 나타나서 결국 이와 같은 결과를 반영하여 6단계 분리이론이라 명명하게 되었다. 2006년 7월 마이크로소프트 리서치의 에릭 호로비츠와 주르 레스코벡(Eric Horvitz and Jure Leskovec)은 '6단계 분리이론' 연구를 위해 MSN 메신저를 사용하는 전 세계 사용자들의 커뮤니케이션 패턴 스냅샷을 캡처하였다[5]. 이는 2억4천만 명이 사용한 300억 건이 넘는 대화를 반영한 것으로써 그 당시 전 세계 인스턴트 메시지 커뮤니케이션의 거의 절반 가까이 해당하는 양이었다. 이 실험에서 1억8천만 개의 노드와 방향성을 갖지 않는 13억 개의 엣지로 구성된 그 당시 최대의 커뮤니케이션 그래프를 구성하였다. 그 결과 서로 대화하는 메신저 사용간의 평균 도달 거리는 2006년 7월 기준으로 6.6임을 발견하였다. 또한 비슷한 나이, 언어, 지역에 사는 사람들 간에 더 많은 대화를 하며, 서로 다른 성별간의 대화가 같은 성별간의 대화보다 더 자주 더 오래 한다는 것이 연구를 통해 밝혀졌다. 2010년 Sysomos사는 52억개의 트위터 상의 관계를 기반으로 이 문제를 연구하였다[6]. 그 결과 트위터에서의 사람 간의 평균 거리는 4.67로 나타났으며 83%의 사람들까지는 5 단계를 거치면 거의 세계의 모든 이들과 도달할 수 있고, 96%의 사람은 6단계를 거치면 도달한다는 결론에 도달하였다[7].

III. 신뢰도 측정에 필요한 주요 성질

3.1 전이성

전이성이란 사람들이 서로 신뢰 관계에 있을 경우 가까운 사이에 있는 사람 뿐 아니라 멀리 있는 사이에서도 신뢰가 가능하다는 의미로 신뢰는 신뢰경로를 따라 무한히 전파될 수 있음을 의미한다. Fig.1.에서 보

뜻이 가령 A가 B를 믿고 B가 C를 믿으며 C가 D를 믿을 때, A는 D를 신뢰할 수 있는 상태를 전이성을 갖는다 정의한다. 여기에 D가 E를 믿으면서 E가 F를 믿는다 할 때, A는 F를 신뢰할 수 있다. 보통 사람들은 본인과 가까운 사이인 친구나 가족의 의견을 신뢰하는 경향이 있다. 그러므로 관찰자가 관찰자의 친구를 신뢰하고 있으면서 관찰자의 친구가 평가 대상자를 신뢰했다 했을 때 관찰자는 평가대상자를 신뢰할 수 있다는 결론이 나온다.

3.1 결합성

결합성이란 한 사람을 거쳐서 평가대상을 판단하기 보다는 여러 경로를 통해서 판단한 평가 대상에 대한 정보가 좀 더 신뢰가 높음을 의미한다. 가령, A가 B라는 사람을 알고자 하는데 이때 한사람만의 판단을 통해서 알게 된 경우와 여러 경로를 통해서 B라는 사람을 알게 된 경우가 있다. 이때 한 사람의 말만으로 판단하는 경우보다는 여러 경로를 통한 판단이 좀 더 신뢰가 높다. 실제로, 현실에서 본인이 잘 아는 한두 명의 지인이나 친구의 추천으로 평가 대상자의 신뢰를 파악하기보다는 다양한 사람들의 의견을 듣고 판단하여 평가 대상에 대한 평판을 판단하는 것이 보다 더 정확하고 믿음이 가는 경향이 있다. 따라서 결합성이란 Fig.2.에서 보는 것처럼 신뢰 경로가 많으면 많을 수록 그만큼 평가가 보다 정확해지는 성질을 갖는다.

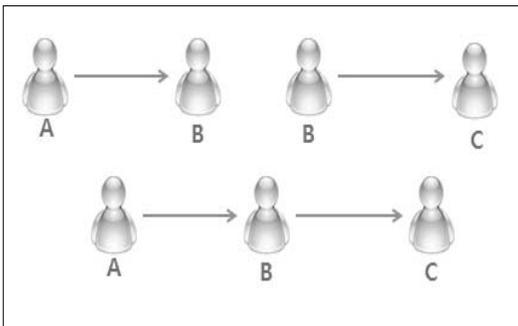


Fig.1. Transitivity in social network

IV. 제안하는 모델

4.1 신뢰도의 전이성 계산

본 논문에서는 건너편 노드의 신뢰도를 측정하기

위한 방법으로 신뢰도 값을 곱하여 건너편 노드의 신뢰도를 측정하는 원리를 제안하고자 한다. 이때 경로는 한 가지만 있다는 걸로 가정한다. 앞서도 예기했듯이 신뢰도는 전이성을 갖고 있어서 무한히 전파가 가능하다. 이 원리는 이러한 전파성에 기반을 둔 것이다. 이때 최종 신뢰도는 한 노드를 거쳐서 평가를 하게 되면 이전의 값보다는 커져선 안 된다. 예를 들어, 나 자신이 상대방을 30%만 믿고 있으며 상대방이 상대방의 친구를 80%를 믿는 다 가정했을 때 내가 바라보는 상대방의 친구는 30%를 넘을 수 없다. 그 이유는, 자신이 직접적으로 상대방을 보고 판단하는 것이 아닌 한 사람 이상을 거쳐서 다른 사람을 판단하는 것이기 때문이다. 또한 전이성 계산 시에 같이 고려해야 할 점은 노드 사이의 신뢰도는 %로 고려한 상황에서 계산해야한다는 점이다. 이때 신뢰도는 T라는 변수로 나타내며 0에서 100% 사이가 되며 소수로 환산한다 면 [0, 1] 사이가 된다.

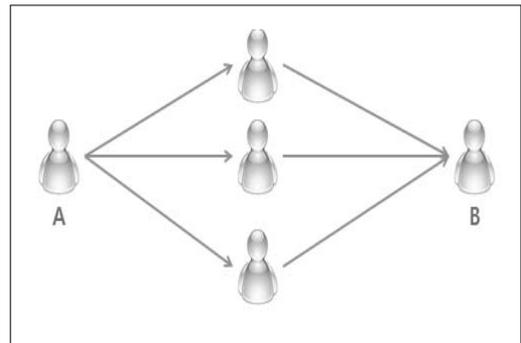


Fig.2. Composability in social network

이렇게 %단위로 나타낸 신뢰도 값들을 바탕으로 이들을 곱하여 건너편 신뢰도를 측정한다. Fig.3.에서처럼, 가령 A가 C의 신뢰도를 측정하고자 할 경우 A가 바라본 B의 신뢰도와 B가 바라본 C의 신뢰도를 곱하여 측정한다. 만일 D를 측정하고자 할 경우 A가 바라본 C의 신뢰도에 C가 바라본 D의 신뢰도를 곱하여 측정한다. 만일에 D가 바라본 A의 신뢰도를 구하고자 할 경우 D가 C를 바라본 신뢰도, C가 B를 바라본 신뢰도 그리고 B가 A를 바라본 신뢰도들을 곱하여 구한다. 이때 홉이라는 걸 기준으로 사용하는데 홉이란 노드와 노드 사이의 경로수를 의미한다. 이것을 기준으로 정리하자면 Fig.3.과 같다. 이 때 경로는 한 경로를 기준으로 가정한다.

CASE 1) 2 홉일 경우:

$$T_{AC} = T_1 \times T_2 \tag{1}$$

CASE 2) 3 홉일 경우:

$$T_{AD} = T_1 \times T_2 \times T_3 \tag{2}$$

CASE 3) 4 홉일 경우:

$$T_{AE} = T_1 \times T_2 \times T_3 \times T_4 \tag{3}$$

CASE 4) 5 홉일 경우:

$$T_{AF} = T_1 \times T_2 \times T_3 \times T_4 \times T_5 \tag{4}$$

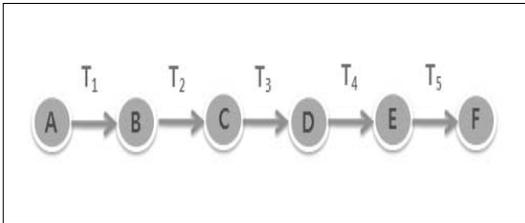


Fig.3. Transitivity calculation

6홉 이상의 경우도 앞의 식에 따라 적용은 가능하나 전파 거리가 멀면 멀수록 신뢰도가 낮아진다. 또한 6단계 분리이론의 원리에 따라 5단계를 넘어가게 되면 신뢰도 평가의 의미가 약해지기 때문에 본 논문에서는 4홉까지를 기본적인 신뢰도 평가의 기준으로 잡았다.

4.2 전이성에 결합성을 융합한 신뢰도 계산

결합성은 앞에서 설명한 것처럼 한 경로로 평가한 신뢰도 보다는 여러 경로들을 통해 반영한 신뢰도가 좀 더 믿음이 가는 특징을 의미한다. 따라서 여러 경로에 따른 수 역시 신뢰도에 반영되어야 한다. 예를 들어 신뢰도의 범위를 1에서 100이라 가정했을 때 첫 번째 경우 한 경로가 있으며 그 신뢰도 값이 50이라 가정하자. 한편 두 번째 경우 10가지의 경로로 평가한 신뢰도들이 있을 때 각각의 신뢰도가 다 50이라 하자. 이때 걸음으로 보는 수치상으로는 경우 1의 신뢰도 값이나 경우 2의 신뢰도 값은 차이가 없이 같다고 생각할 수 있다. 그러나 방금 결합성의 정의를 설명한 것처럼, 여러 경로로 평가한 경우 한 경로로 평가한 경우 보다 분명 더 신뢰가 간다. 그렇기 때문에 경로의 수 역시 신뢰도에 반영되어야 한다. 게다가 소셜 네트워크

크상에서는 몇 단계만 건너도 모두 지인이라 할 정도로 촘촘한 그물망으로 연결되어 있다. 이는 단순히 고정된 홉이 아닌 여러 홉들을 통한 경로 평가가 가능하다는 것을 뜻한다. 따라서 본 논문에서는 다음과 같은 식으로 2홉에서 4홉 사이에 가능한 모든 경로들을 반영하여 신뢰도를 구하였다.

$$T_r = \sqrt{(aT_2)^2 + (bT_3)^2 + (cT_4)^2} \tag{5}$$

여기서 T_r 은 2홉에서 4홉사이의 모든 경로를 고려하여 계산한 신뢰도이다. a는 T_2 에 반영된 가중치를 의미한다. 이때 T_2 는 홉 수가 2인 모든 경로들을 전이성을 통해 계산한 다음 산술평균한 값이다. 이와 같은 원리로 T_3 (3홉)인 경우와 T_4 (4홉)인 경우를 나타낸다. b는 T_3 에 반영된 가중치, c는 T_4 에 반영된 가중치를 의미한다. a, b, c는 T의 계수이자 가중치이며 이들의 식은 Table 2.와 같이 나타낸다. a에서는 2개 홉의 총 경로 수에 따라 가중치가 늘어나도록 하였다. b에서는 3개 홉의 모든 경로 수에 따라서 가중치가 늘어나도록 하였으며 c에서는 4개 홉의 모든 경로 수에 따라서 가중치가 반영되도록 하였다. 앞의 예에서도 설명하였듯이 경로수가 많으면 많을수록 그만큼 신뢰성이 높아지는 것이기 때문에 결합성의 특성을 최대한 반영하고자 위와 같은 스킴을 제안하였다. 여기서 p, q, r은 각각의 홉 수에 따른 네트워크의 영향력을 반영한 [0,1]의 범위에 해당하는 가중치며 네트워크의 특성에 따라 분석자가 상황에 맞게끔 가중치를 부여한다. 예를 들어, 분석자가 평가대상과 밀접하게 연결된 홉 사이들의 신뢰도를 좀 더 반영하고자 한다면 2홉사이의 가중치중 하나인 p를 q, r보다 값을 많이 부여할 수도 있다. 네트워크의 특성은 연결 링크와 노드들에 따라 달라지는 특징이 있다. 그렇기 때문에 평가자(VN)가 누구인가와 평가대상(EN)이 어떤 대상인가에 따라 네트워크는 얼마든지 달라질 수 있고 그에 따른 연결 링크와 노드들도 바뀔 수 있다. 이는 동시에 연결 링크와 노드들의 영향력 역시 수시로 달라질 수 있음을 의미한다. 그렇기 때문에 분석자가 홉 수에 따른 신뢰도 및 네트워크의 특성을 고려하여 상황에 맞게 가중치를 부여한다. 5홉 이상의 경우 6단계 분리이론에서 언급한 것처럼 거리가 너무 멀고 거의 모르는 사람이다 싶을 정도로 직접적 연관성도 거의 없다[6]. 또한 [6]논문에서 따르면 최근의 USA subgraph, facebook 그래프 및 이탈리아 스위스 그래프 모델 실험에서 각각의 소셜 네트워크가 4홉 정도만 되어도 거

의 모든 이들을 알 수 있다는 연구결과가 나와 있다. 따라서 본 논문에서는 평가하려는 대상이 5홉 이상일 경우 결합성에 대해선 다루지 않았다.

한편 소셜 네트워크상에서는 상당히 많은 노드들과 링크들이 연결되어 있다. 그렇기 때문에 이러한 모든 노드들과 링크들을 파악하고자 한다면 적지 않은 시간과 에너지가 소비가 된다. 게다가 노드와 링크의 특성상 노드가 새로 생성되거나 삭제되는 동적인 성격이 있다. 따라서 모든 경로 및 노드를 다 반영하려는 점은 상황에 따라서 비효율적 일수 있다. 따라서 본 논문에서는 위와 같은 제한 사항에도 대비하고자 네트워크의 중심성[9]이라는 개념을 반영하여 소셜 네트워크 환경에 최적화된 [11]의 경로 탐색 알고리즘을 사용하였다[10][12].

Table 2. a, b, c, and other parameters

Sign	Content
a	$a = 1 + p \frac{N_2}{N_t}$
b	$b = 1 + q \frac{N_3}{N_t}$
c	$c = 1 + r \frac{N_4}{N_t}$
Nt	Total routes of all hop
N2	Total routes of 2hop
N3	Total routes of 3hop
N4	Total routes of 4hop

4.3 결합성을 통해 구한 신뢰도를 반영한 총 신뢰도

또한 이 논문에서는 공개 신뢰도, 관계 신뢰도 및 총 신뢰도를 [1]의 정의를 바탕으로 하였다. 4.2에서는 전이성과 결합성을 이용하여 계산한 신뢰도는 관계신뢰도를 구한 것이다. 관계신뢰도란 평가하려는 노드와 평가대상 사이의 개인적인 신뢰도를 의미한다. 본 논문에서는 [1]에서 소개한 관계신뢰도와 공개신뢰도를 결합한 총 신뢰도의 방식으로 신뢰도를 계산하였다. 홉 건너의 신뢰도를 측정하는 것은 거리가 멀면 멀수록 홉 간격의 신뢰도를 측정할 때 보다는 신뢰도가 낮아지는 경향이 있다. 앞에서 우리가 계산한 관계신뢰도는 사용자와 평가 대상 사이의 신뢰도를 측정하는 것으로 개인과 개인사이의 신뢰도를 측정하기 때문에

홉 사이에서 사람의 감정이 개입될 수도 있고 주관적인 성격이 강하다. 한편 우리 일상 및 사회에서 우리가 평가하려는 사람이 어떤 사람인지를 정확히 알고자 한다면 한 두 다리를 건너서 아는 것보다 평가 대상을 직접적으로 잘 아는 사람(노드)들에게 직접 확인하는 것이 좀 더 정확하다. 본 논문도 평가대상과 가장 가까운 홉들의 신뢰도를 종합하여 이들의 평균을 계산하여 반영하였다. 논문[1]에서는 이것을 공개신뢰도라 정의한다. 공개신뢰도의 경우 평가 대상과 한 노드 사이에 밀접하게 연결된 노드들 사이에서의 평균적인 평가이기 때문에 객관성을 갖는다. 따라서 객관적인 평가와 주관적인 평가가 잘 조합되도록 하기위해 관계신뢰도와 공개 신뢰도를 결합한 총 신뢰도로 건너편 노드사이의 신뢰도를 평가한다. 이때 건너편 노드사이의 총 신뢰도는 다음과 같이 나타낸다.

$$T = \sqrt{(n_r T_r)^2 + (m_p T_p)^2} \quad (6)$$

이때 T_r 은 관계 신뢰도이며 T_p 는 공개신뢰도이다. m_p 와 n_r 값은 상황에 맞게 변경함으로써 공개신뢰도와 관계신뢰도의 비중을 조절할 수 있다. 가령 관계신뢰도가 너무 주관성 및 변수가 많은 네트워크일 경우 공개신뢰도의 비중을 높이게 되는데 이때 공개신뢰도의 비중을 높이하고자 할 경우에 m_p 의 가중치를 높이며, 상황에 따라서 관계신뢰도의 가중치를 높일 필요가 있을 경우 n_r 의 비중을 높임으로써 가중치를 조절한다. 이때 m_p 와 n_r 의 관계식은 다음과 같다.

$$m_p^2 + n_r^2 = 1, m_p = \sin\theta, n_r = \cos\theta \quad (7)$$

V. 실험 및 분석

5.1 실험 환경 구성

본 논문에서 제안한 원거리 신뢰도 평가 스킴에 대한 적용 가능성을 확인하고자 소셜 네트워크 서비스의 관계성을 나타내는 환경을 구성하였다. 이때 실험 표본으로 6개의 노드를 사용하였으며 이 노드는 페이스북 상에서 실제로 친구를 맺는 사람들을 대상으로 하였다. 6개의 노드 중에서 4개의 중간노드는 각각 평가대상과 평가하려는 기준 노드(평가자)와 친구를 맺고 있으며 4개 노드들 사이에는 각각 전부 다 친구 신청으로 연결되어 있다. 이 관계를 Fig.4. 노드엑셀로 나타내었다[13][14]. 이때 가장 큰

왼쪽 빨간색 동그라미와 오른쪽 위의 녹색 동그라미는

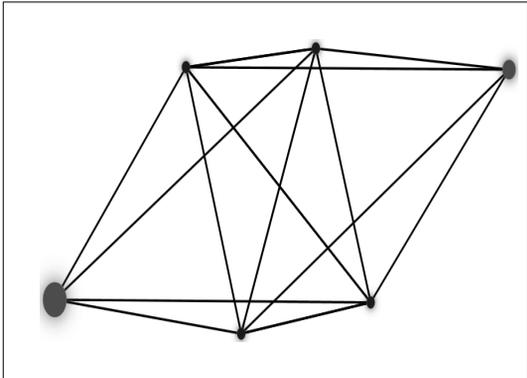


Fig.4. Six nodes to evaluate our scheme

각각 평가대상과 평가를 진행하려는 평가자를 의미한다. 중간의 파란색 동그라미들은 중간 노드들을 나타내며 모서리는 친구 관계를 맺었음을 나타낸다. 신뢰도를 계산할 때 2홉, 3홉, 4홉을 중심으로 하였다. 각 홉 수 사이의 신뢰도에 대해서는 객관적인 수치를 갖고자 엑셀 내에 있는 랜덤함수를 사용하여 나온 수치를 이용하였다. 이때 가능한 신뢰도의 범위는 1에서 100사이이며 신뢰도의 MAX는 100이고 MIN은 1로 잡았다. 이러한 [1, 100]사이에서의 범위에서 총 10번의 실험을 진행하였다. 이때 [1, 100]사이의 신뢰도에 신뢰도 최대 값인 100을 나누어 소수 형태로 계산을 진행하였다. 우선 신뢰도의 범위를 넓게 잡은 것은 변수들의 편차가 크진 작진 상관없이 다양한 변수에서도 적용 가능한 스킴임을 보이고자 신뢰도의 범위를 위와 같이 정하였다. 신뢰도 평가 스킴에 있어서 어떠한 값들을 적용하던지 간에 균형 있는 결과 값을 도출할 수 있도록 하는 게 중요하기 때문이다. 이때 비교하고자 하는 대상으로 [2]에서 사용된 MIN-MAX 방식을 통한 신뢰도 측정과 비교하였다. 이 실험에서는 공개신뢰도(Open trust) 값의 반영 여부에 따른 경우까지 고려하였다. 첫 번째 가정은 본 논문이 제안한 관계신뢰도 스킴에 신빙성이 있는지 초점을 두기위해 공개 신뢰도의 가중치는 0으로 잡았다. 즉, $\theta = 0^\circ$ 일 때를 가정하여 실험을 진행하였다. 두 번째 경우는 $\theta = 60^\circ$ 와 $\theta = 75^\circ$ 인 경우로 나누어 공개 신뢰도를 많이 반영했을 경우의 총 신뢰도와 MIN-MAX를 비교하였다. 이 실험에서 거리가 멀면 멀수록 신뢰도가 낮아짐을 반영하고자 가중치는 $p=1, q=0.5$ 및 $r=0.1$ 로 잡았다. 이때 2홉에서는 4가지, 3홉에서는 12가지, 4홉에서는 24가지 경로가 나왔으며 총 경로는 40가지다. 이들 경로들을 바탕으로 엑셀 랜덤함수에서 나온 값들을 경로에 대입하여 각각의 스킴에 적용하였다.

5.2 분석 결과

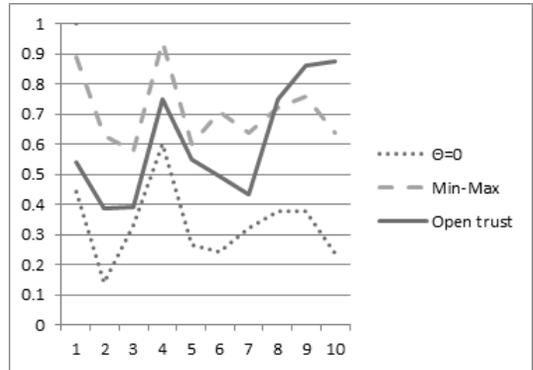


Fig.5. Our proposed scheme at $\theta = 0^\circ$

$\theta = 0^\circ$ 일 때 나온 실험 결과는 Table 3.와 Fig .5.의 그래프로 나타내었다. 이때 Fig.5.의 가로축은 실험 횟수를 의미하며 세로축은 퍼센트를 소수점화한 신뢰도를 의미한다. Fig.5.의 그래프에서 확인할 수 있듯이 전반적으로 MIN-MAX방식의 신뢰도 값이 제안한 논문에 비해서 전반적으로 낮았다. MIN-MAX 방식의 경우 한 경로의 신뢰도들의 값이 다른 경로들에 비해 전체적으로 높게 될 경우 결과적으로 신뢰도가 높은 경로의 값을 최종 신뢰도 결과 값으로 내세우고 있다는 특징이 있다. 가령 2홉만을 놓고 봤을 때 그림 Fig.6.와 같이 (15, 35), (20, 40), (25, 30) 및 (80, 90)의 신뢰도 결과 값 들이 있다 가정하자. MIN-MAX 방식으로 하게 될 경우 MIN 순서에서는 각각의 경로들 중 최소 값들을 선택한다. 그렇게 되면 (15, 20, 25, 80)이 나오게 된다. 그리고 MAX에서는 (15, 20, 25, 80)중 최종적으로 80이라는 신뢰도 결과 값을 선택하게 된다. 결국 한 경로의 신뢰도들이 다른 경로들에 비해 상당히 클 경우 최종적인 신뢰도 결과는 한 경로 상에서 전체적으로 큰 신뢰값들 중 최소값을 최종 결과 값으로 반영하게 된다. 이러한 특징은 전반적인 경로의 총 신뢰도를 제대로 반영하고 있다 보기가 어렵다. 특히, 편차가 큰 신뢰도 값들이 여러 경로들로 있을 때는 신뢰도가 높은 경로들의 값들을 주로 반영하게 되어 다양한 변수들의 신뢰도를 완전히 반영하지 못하게 된다.

반면 본 논문의 제안한 스킴의 경우 다양한 값에서도 큰 기복 없이 2홉과 3홉 및 4홉의 모든 경로들의 신뢰도들을 균형 있게 반영하여 나타낸다는 점에서 기존의 MIN-MAX의 편차가 큰 데이터에서의 신뢰도

Table 3. The results of our scheme's experiments in various angles with MIN-MAX

Number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\theta = 0^\circ$	0.444	0.142	0.333	0.602	0.268	0.242	0.32	0.377	0.377	0.24
$\theta = 60^\circ$	0.518	0.343	0.376	0.716	0.495	0.445	0.409	0.676	0.768	0.7672
$\theta = 75^\circ$	0.534	0.376	0.386	0.741	0.536	0.482	0.428	0.731	0.836	0.8475
MIN-MAX	0.89	0.63	0.58	0.94	0.6	0.71	0.64	0.72	0.76	0.64
Open trust	0.54	0.388	0.39	0.75	0.55	0.495	0.435	0.75	0.86	0.875

값 문제를 해결할 수 있다는 것을 확인할 수 있다.

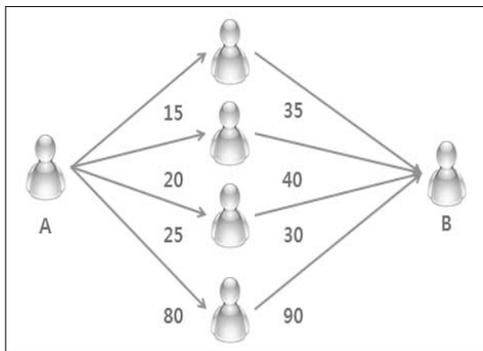


Fig.6. MIN-MAX's feature

한편 Fig.7.은 $\theta = 60^\circ$ 와 $\theta = 75^\circ$ 의 경우 공개 신뢰도를 반영했을 경우 총 신뢰도와 MIN-MAX 실험을 비교하였다. 실험 분석 결과 MIN-MAX 방식은 공개신뢰도와 비교했을 경우 편차가 많이 났다.

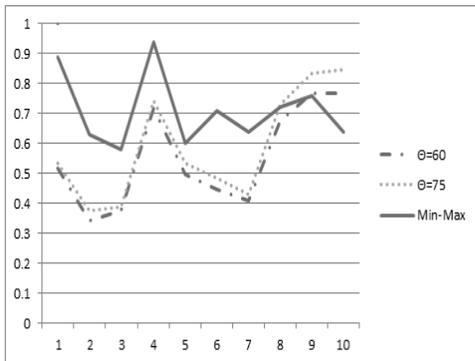


Fig.7. Our scheme at $\theta = 60^\circ$ and $\theta = 75^\circ$

공개신뢰도(Open trust)의 경우 평가 대상을 잘 알고 있는 밀접한 사람들의 평균적인 신뢰도로 일반적인 노드의 신뢰도 보다 좀 더 객관적이라는 점에서 신

뢰성이 높다 볼 수 있다. MIN-MAX 방식을 공개신뢰도와 비교하였을 때 Table 3.에서 보는 것처럼 편차가 많이 나는 경우가 많았다. 이러한 점으로 보아 MIN-MAX 방식이 정확한 신뢰도를 반영하고 있다 보기 어렵다. 한편 $\theta = 60^\circ$ 와 $\theta = 75^\circ$ 일 때의 총 신뢰도를 공개 신뢰도와 비교하였을 때 공개신뢰도의 값과 편차가 크지 않았으며 기준노드(평가자)를 중심으로 계산한 관계신뢰도를 적절히 잘 반영하고 있음을 확인할 수 있다.

이러한 점으로 보아 본 논문의 제안한 스킴은 공개 신뢰도를 충분히 반영하고 있다는 점에서 MIN-MAX에 비해 좀 더 정확하게 신뢰도를 반영한다 볼 수 있다. 이때 평가대상과 기준 노드의 거리에 따라 신뢰도가 떨어지는 단점을 공개신뢰도가 보정해 주고 있음을 확인할 수 있다. 또한 본 논문의 제안한 스킴은 공개 신뢰도와 관계신뢰도를 분석자가 네트워크의 상황과 환경에 맞게 공개 신뢰도와 관계신뢰도의 적절한 비율을 조절할 수 있어 사용자의 입장을 고려한 사용자 친화적 스킴임을 확인할 수 있다.

VI. 결론

본 논문은 사용자가 한 홉 이상의 거리에 떨어져 있는 평가 대상에 대한 신뢰도를 평가할 수 있는 스킴을 만들어서 한 홉 사이만 평가가 가능했던 기존 논문의 한계를 개선하고자 하였다. 제안된 스킴은 소셜 네트워크 서비스 상에서 연결된 사람들의 신뢰도를 평가할 수 있는 척도가 되며, 기존 논문의 관계의 변화에 따른 신뢰도 수치의 변화에 대한 동적 스킴의 장점을 반영하였다. 본 논문의 제안한 스킴을 이용하여 평가자는 어떠한 네트워크 형태에서건 상관없이 여러 홉 사이의 거리에 있는 평가대상의 신뢰도를 여러 경로를 통해 파악하여 보다 정확하게 신뢰도를 평가할 수 있다. 이때 평가 대상과 밀접한 노드들의 신뢰도를 총

신뢰도에 반영함으로써 평가대상의 거리가 멀면 멀수록 신뢰도가 낮아지는 문제점을 보완하였다. 또한 본 논문의 스킴은 사용가능한 소셜 네트워크의 범위가 제한되어 있지 않고 여러 소셜 네트워크에서도 신뢰도 평가에 활용할 수 있다. 게다가 소셜 네트워크상에 적합한 경로 알고리즘을 선택함으로써 소셜 네트워크 환경에 적합하고 효율적인 신뢰도 평가가 가능하다. 그리고 평가자의 성향 및 평가자가 바라보는 네트워크의 특징에 따라 스킴에 있는 가중치 및 공개신뢰도 및 관계신뢰도의 가중치를 설정할 수 있기 때문에 사용자 친화적 스킴으로 활용할 수 있다. 따라서 제안된 스킴은 여러 흠에 떨어져 있는 신뢰도의 분석을 가능하게 하여 직접적으로 알고 있다거나 접촉한 사이가 아니라 할지라도 소셜 네트워크 서비스에서 개인 프라이버시, 접근제어 및 안전한 서비스 이용을 위한 평가지표를 활용할 수 있을 것으로 기대된다. 위와 같은 평가 지표가 구축될 경우 사용자는 직접적으로 알지 못하는 상대방이라 하더라도 상대방의 신뢰도 지표를 확인하여 신뢰할 수 있는 사람들과 악의적인 공격자들을 미리 구분할 수 있다. 이는 사용자의 입장에서는 공격자들의 공격을 미리 예방할 수 있게 되어 안전하게 서비스를 이용할 수 있다는 장점이 있다. 또한 악의적인 목적을 갖고 있는 공격자들의 활동을 이전보다 억제할 수 있다는 점에서 서비스 공급자는 보다 나은 SNS 서비스를 구축할 수 있을 것으로 예상된다.

References

- [1] C. Lee, D. Won, "Dynamic User Reliability Evaluation Scheme for Social Network Service," *Korea Institute of Information Security*, 23(2), pp. 157-168, April 2013.
- [2] S. Song, "A Study on Transitivity and Composability of Trust in Social Network," *Journal of Information Technology Applications & Management*, 18(4), pp. 41-53, Dec 2011.
- [3] R. Guha and R. Kumar, "Propagation of Trust and Distrust," *Proceedings of the 13th international conference on World Wide Web*, pp. 403-412, Nov. 2004.
- [4] J. Golbeck, "Personalizing Applications through Integration of Inferred Trust Values in Semantic Web-Based Social Networks," *ACM Transactions on Internet Technology (TOIT) Volume 6 Issue 4*, pp. 497-529, November. 2006 .
- [5] J. Leskovec, E. Horvitz, "Planetary-Scale Views on a Large Instant-Messaging Network," *Proceedings of the 17th international conference on World Wide Web*, pp. 915-924, Apr. 2008.
- [6] L. Backstrom, P. Boldi, "Four degrees of separation," *Proceedings of the 3rd Annual ACM Web Science Conference*, pp. 33-42, June. 2012.
- [7] Six degree of separation and the study of the SNS, "<http://socialcomputing.tistory.com/53>."
- [8] S. Milgram, "The Small world Problem," *Psychology Today*, vol. 1, no. 1, pp. 61-67, May. 1967
- [9] L. Freeman, "Centrality in social networks conceptual clarification," *Social Network*, Volume 1, Issue 3, pp. 215 - 239, 1979
- [10] D. Son, "The analysis of the social network." *Kyeongmoon*, pp. 1-254, 2002
- [11] J. Son, S. Jo, "Improved Social Network Analysis Method in SNS," *Korea Intelligent Information System Society*, pp. 65-70, May 2012.
- [12] S. Lee, "Methods of the network analysis." *Nonhyoung*, pp. 5-370, 2012.
- [13] NodeXL for Network Analysis, http://www.peteraldhous.com/CAR/NodeXL_CAR2012.pdf
- [14] D. Hansen, B. Shneiderman, M. Smith, "Network Analysis with NodeXL tutorial," *Draft*, pp. 1-28, Feb 2009
- [15] M. Smith, B. Shneiderman, N. Milic-Frayling, E. Rodrigues, "Analyzing (Social media) Networks with NodeXL," *Proceedings of the fourth international conference on Communities and technologies*, pp. 255-264, Nov 2009
- [16] KISDI, "The social network service use," *KISDI STAT Report (13-4)*, Apr 2013

〈저자소개〉



김 영 웅 (Youngwoong Kim) 학생회원
 2013년 2월: 성균관대학교 전자전기공학과 졸업
 2013년 3월~현재: 성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과 석사과정
 <관심분야> 정보보호, 신뢰도, 접근제어, 네트워크 보안



최 윤 성 (Yoonsung Choi) 학생회원
 2005년 2월: 성균관대학교 정보통신공학부 졸업
 2007년 8월: 성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과 석사
 2007년 9월~현재: 성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과 박사과정
 2011년 3월~현재: 경북대학교 법학과 형법전공 박사과정
 2010년 6월~2013년 5월: 육군 3사관학교 강사, 전임강사, 조교수
 <관심분야> 정보보호, 디지털 포렌식, 키 교환 프로토콜



권 근 (Keun Kwon) 학생회원
 2011년 8월: 성균관대학교 컴퓨터공학과 졸업
 2014년 2월: 성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과 석사
 <관심분야> 정보보호, 암호이론, 네트워크 보안



전 웅 렬 (Woongryul Jeon) 정회원
 2006년 2월: 성균관대학교 컴퓨터공학과 졸업
 2008년 2월: 성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과 석사
 2014년 2월: 성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과 박사
 2014년 3월~현재: 광주대학교 사이버보안경찰학과 조교수
 <관심분야> 정보보호, 전자투표, 키 교환 프로토콜, 정보보호제품 보안성평가



원 동 호 (Dongho Won) 종신회원
 1976년~1988년: 성균관대학교 전자공학과(공학사, 공학석사, 공학박사)
 1978년~1980년: 한국전자통신연구원 전임연구원
 1985년~1986년: 일본 동경공업대 객원연구원
 1988년~2003년: 성균관대학교 교학처장, 전기전자 및 컴퓨터공학부장, 정보통신대학원장, 정보통신기술연구소장, 연구처장
 1996년~1998년: 국무총리실 정보화추진위원회 자문위원
 2002년~2003년: 한국정보보호학회 회장
 현재: 성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과 교수, 한국정보보호학회 명예회장
 <관심분야> 정보보호, 암호이론, 정보이론