

모바일 P2P환경에서 제한적인 자원을 고려한 신뢰성 판별 기법

Trust Discrimination Scheme Considering Limited Resources in Mobile P2P Environments

최민웅*, 고건식*, 전현욱**, 김연우**, 임종태**, 복경수**, 유재수**
충북대학교 빅데이터학과*, 충북대학교 정보통신공학과**

Minwoong Choi(mwchoi@chungbuk.ac.kr)*, Geonsik Ko(kgs@chungbuk.ac.kr)*,
Hyeonwook Jeon(wooky@chungbuk.ac.kr)**, Yeonwoo Kim(ywkim106@chungbuk.ac.kr)**,
Jongtae Lim(jtlim@chungbuk.ac.kr)**, Kyoungsoo Bok(ksbok@chungbuk.ac.kr)**,
Jaesoo Yoo(yjs@chungbuk.ac.kr)**

요약

최근 모바일 기기와 근거리 무선 통신 기술 등의 발달로 기존 중앙 집중 처리 시스템의 한계를 개선하기 위해 모바일 P2P 네트워크에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 모바일 P2P네트워크에서 피어는 배터리, 메모리, 저장 공간 등과 같은 제한적인 요소들을 가진다. 모바일 P2P 네트워크에서 안전한 콘텐츠 공유를 위해서는 피어의 신뢰성이 판별되어야 한다. 본 논문에서는 제한된 모바일 P2P 네트워크에서 신뢰도를 판별하는 기법을 제안한다. 제안하는 기법은 피어의 평가 정보를 이용하여 직접적으로 피어가 평가한 값과 다른 피어가 평가한 간접적인 평가 값을 이용하여 피어의 신뢰성을 판별한다. 피어가 가지는 평가 정보로 최근 갱신 시간을 활용한다. 피어 평가 정보의 최근 갱신 시간을 비교하여 평가 정보 공유 시 중복되는 평가 정보를 감소시킨다. 성능 평가를 통해 제안된 기법이 메시지 수를 감소시키며 신뢰성에 대한 정확도를 향상시키는 것을 입증한다.

■ 중심어 : | 모바일P2P | 피어 | 신뢰성 | 콘텐츠 | 악성피어 |

Abstract

Recently, with the development of mobile devices and near field communication, mobile P2P networks have been actively studied to improve the limits of the existing centralized processing system. A peer has limited components such as batteries, memory and storage spaces in mobile P2P networks. The trust of a peer should be discriminated in order to share reliable contents in mobile P2P networks. In this paper, we propose a trust discrimination scheme considering limited resources in mobile P2P environments. The proposed scheme discriminates the trust of a peer by direct rating values using the rating information of the peer and indirect rating values by the other peers. The recent update time is included in the rating information. The proposed scheme reduces the redundant rating information by comparing the recent update times of the rating information. It is shown through performance evaluation that the proposed scheme reduces the number of messages and improves the accuracy of trust over the existing scheme.

■ keyword : | Mobile P2P | Peer | Trust | Content | Malicious Peer |

* 본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 대학CT연구센터육성 지원사업(IITP-2016-H8501-16-1013), 2016년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단(No. 2016R1A2B3007527), 2015년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 에너지인력양성사업으로 지원받아 수행한 인력양성 성과입니다(No. 20144030200450).

* 본 논문은 한국콘텐츠학회 2016 춘계 종합학술대회 우수논문입니다.

접수일자 : 2016년 11월 08일

심사완료일 : 2016년 12월 07일

수정일자 : 2016년 12월 07일

교신저자 : 유재수, e-mail : yjs@chungbuk.ac.kr

1. 서론

통신 기술의 발전으로 사용자 간의 정보 공유가 활발히 일어나고 있다. 유선 환경에서의 정보 공유로는 e-mail, 메시지, 음악, 동영상 등의 콘텐츠 공유 서비스들을 제공하였다. 유선 환경에서 콘텐츠 공유 시 클라이언트와 서버 구조로 클라이언트는 콘텐츠를 공유 받으며 서버는 콘텐츠들을 관리한다. 서버 클라이언트 구조에서의 효율적인 콘텐츠 공유를 위해서 유선환경에서 P2P 서비스들이 연구가 되었다[1][2]. 서비스 기술의 발달로 다양한 사용자들이 나타나게 되었고 이러한 사용자 중에서 콘텐츠에 악성 바이러스 등을 같이 제공하거나 콘텐츠의 제목과는 다른 전혀 다른 필요 없는 콘텐츠를 유포하는 등 P2P 네트워크에서 다양한 문제점들이 발생하게 되었다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해서는 콘텐츠를 제공하는 피어로부터 제공 받기 전 그 피어가 신뢰 할 수 있는지를 확인하여 피어의 신뢰성을 판별하는 연구들이 진행되었다[3][4].

최근 스마트폰과 같은 모바일 디바이스에 대한 사용의 급증으로 인하여 기존의 유선환경에서의 P2P 연구에서 모바일 환경에서의 P2P 서비스 기술 연구로 확장되고 있다. 모바일 P2P 네트워크에서는 기존의 유선환경과는 달리 피어가 이동하기 때문에 시간이나 위치에 따라 네트워크 토폴로지가 변형이 되며 배터리, 대역폭, 통신범위 등의 제한적인 요소들을 가지고 있다. 이러한 제한적인 요소들을 효율적으로 활용하기 위해 다양한 기술들이 연구되었다[5][6].

모바일 기기들의 사용 급증으로 인해 사용자들은 모바일 디바이스를 통한 콘텐츠 공유가 활발히 이루어지게 되었다. 기존 유선 환경에서는 피어의 신뢰성을 판별하기 위해 네트워크에서 피어의 평가 정보 수집에 대한 제약이 적었지만 모바일 P2P 네트워크에서는 이러한 피어의 평가 정보를 수집하는 것이 어렵다. 이러한 제약들을 해결하기 위해서 모바일 P2P 네트워크에서 신뢰할 수 있는 콘텐츠 공유 서비스를 위해 피어의 신뢰성을 검증하기 위한 연구들이 진행되고 있다[7-12]. 기존의 유선환경에서는 신뢰성을 판단하기 위해서 네트워크 내에서 신뢰도에 대한 정보를 모두 수집할 수 있

지만 이동성을 가지는 모바일 P2P 환경에서는 신뢰도에 대한 정보 수집 문제와 각 피어가 가지는 처리량의 한계 등에 대한 문제들이 존재한다. 따라서 모바일 P2P 환경에서는 유선환경과 다른 점과 피어간의 공유 배포 시에 대한 신뢰성 검증이 중요하며 이에 따른 모바일 환경에서의 신뢰성을 검증하기 위한 연구들이 진행되고 있다. 또한, 모바일 P2P 네트워크상에서 피어가 메시지와 콘텐츠를 잘 전달하는 지를 기준으로 하는 신뢰성 판별 기법들 등이 연구되고 있다[13][14].

EigenTrust[7]는 신뢰할 수 없는 콘텐츠를 제공하는 악의적인 피어를 감소시키기 위한 기법으로 악의적인 피어에 대한 참여를 제한한다. PeerTrust[8]는 피어 간 콘텐츠 공유 이후 피어가 내린 평가 값을 활용하여 피어의 신뢰성을 평가 값의 유사도를 이용하여 계산한다. SuperPeer[10]는 모바일 P2P 환경에서 슈퍼 피어를 선정하여 슈퍼 피어 인근의 피어 평가 정보를 슈퍼 피어가 저장한다. 피어 간 콘텐츠 공유 시 슈퍼 피어에게 피어의 신뢰도를 요청하는 방식을 사용한다. EigenTrust[7]에서는 피어가 평가 정보를 수집할 시 전체 네트워크에 요청을 하거나 특정 피어가 평가 정보를 모두 수집하는 방향을 채택하고 있으며 하나의 피어가 네트워크에서 받은 평가 값을 기반으로 신뢰성을 계산하기 때문에 피어가 가지는 자원의 한계를 고려하지 않고 있으며 PeerTrust[8]에서는 피어가 내린 평가 값에 대한 신뢰성과 상관없는 평가 값의 유사도를 통하여 피어의 신뢰성 계산에 가점을 부가하여 신뢰도에 대한 정확성을 떨어뜨린다. SuperPeer[10]에서는 특정 피어가 네트워크 영역에 있는 피어들의 모든 평가 값을 관리하기 때문에 특정 피어가 문제를 일으키거나 네트워크에서 나갈시 평가 정보에 대한 값을 손실에 대한 문제점과 특정 피어에게 트래픽이 증가하는 문제점이 있다.

본 논문에서는 모바일 P2P 네트워크에서 제한적인 여건을 고려하여 피어의 신뢰성을 판별하기 위해 중복되는 피어의 평가 정보와 모바일 P2P상황에서 피어의 정확성을 올리기 위해 피어의 평가 정보를 직접적인 평가와 간접적인 평가 정보로 나누어 신뢰성의 정확성을 향상시킨다. 제안하는 기법에서는 피어의 평가 정보의 최근 갱신 시간을 활용하여 피어의 평가 정보 공유 시

중복되는 평가 정보를 제거해준다. 또한 평가 정보 공유를 위해 피어의 통신범위 내에서 최근 갱신 시간이 가장 낮은 피어의 평가 정보를 갱신해준다. 피어의 신뢰성 정확도 향상을 위해서 콘텐츠 공유 시 피어가 평가한 값을 직접적인 평가 값과 콘텐츠 공유가 없었지만 다른 피어가 평가한 간접적인 평가 값을 이용하여 피어의 신뢰 값을 계산하여 피어의 신뢰성의 정확도를 향상시킨다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. II장에서는 지금까지 연구된 모바일 P2P 연구 기법들을 살펴보고, III장에서는 제안하는 기법에 대해 자세히 기술한다. IV장에서는 성능 평가 및 분석을 통하여 효율성을 증명 하고, 마지막으로 V장에서는 결론을 제시 한다.

II. 관련 연구

S. D. Kamvar 등은 모바일 P2P 네트워크에서 콘텐츠 공유에 대한 정확성 높이기 위해 피어의 신뢰성을 기반으로 악의적인 피어에 대한 참여를 제한시키는 기법을 제안하였다[7]. 이 기법에서는 신뢰성을 구하기 위하여 로컬 신뢰 값(Local Trust)과 글로벌 신뢰 값(Global Trust)를 계산하여 피어의 신뢰 값을 계산한다. 신뢰할 수 없는 콘텐츠를 제공하는 악의적인 피어를 감소시키기 위한 기법으로 트랜잭션 시 콘텐츠를 제공하는 피어의 평가를 고려하여 어떤 피어에게 콘텐츠를 제공받을 지를 결정하여 악의적인 피어에 대한 참여를 제한한다.

X. Wu는 모바일 네트워크에서 피어의 평가 정보 수집이 어려운 점을 개선하는 기법을 제안하였다[10]. 모바일 P2P 네트워크에서 피어가 평가한 평가 정보를 피어들 중 슈퍼 피어를 선정하여 슈퍼 피어가 네트워크를 관하는 방법으로 네트워크를 효율적으로 관리하는 기법을 제안하였다. 이 기법은 모바일 P2P 상에서 연결된 피어들의 네트워크에서 그리디 기법(Greedy Method)과 최대 독립집합 기법(Maximal Independent set Method)을 활용하여 슈퍼 피어를 선정한다. 이후 슈퍼 피어에게 피어는 콘텐츠 공유가 있었을 시 평가한 평가

정보를 보냄으로써 피어의 역할은 끝난다. 슈퍼 피어는 이러한 평가 정보를 합산하여 피어의 신뢰 값을 계산해 놓는다. 일반 피어가 콘텐츠 공유를 위해 콘텐츠를 제공하는 피어에 대한 정보를 슈퍼 피어에게 신뢰 값을 요청하고 이러한 요청을 통해서 가장 높은 신뢰 값을 가지는 피어를 선정하여 콘텐츠 공유를 한다.

E. Chiejine 등은 이러한 네트워크적인 악성피어를 신뢰성 검증을 통해 네트워크에서 제외시킨다[14]. 각 피어는 다른 피어들을 감시하며 콘텐츠 공유 시 필요한 콘텐츠 요청 메시지와 데이터 전송에 대한 것을 통하여 신뢰성을 검증한다. 요청 메시지와 같이 자원의 양이 적은 것을 컨트롤 패킷(Control packet), 공유 시 일어나는 데이터 전송을 데이터 패킷(Data packet)으로 두어 피어가 패킷을 잘 전송하였는지 유무를 통해 피어의 신뢰성을 검증하며 콘텐츠 공유 시 중요한 데이터 패킷에 가중치를 더 부가하여 악성피어를 네트워크에서 배제한다.

기존 신뢰성 판별 기법은 피어의 평가 정보를 수집하기 위해 전체 네트워크에서 메시지를 전송한다. 따라서 피어의 신뢰성을 판별하기 위해서는 많은 메시지 비용이 요구되며 중복되는 평가 정보가 발생할 수 있다. 기존의 신뢰성 계산에 있어서 사용하는 값은 계산해야 할 피어의 평가 정보를 직접적인 공유를 통해 만들어진 평가 정보만을 사용한다. 따라서 콘텐츠 공유가 적었던 피어에 대한 정확한 신뢰성 판별이 힘들다. 마지막으로 피어가 자기 자신에 대한 평가 정보를 가지고 있을 경우, 평가 정보를 스스로 조작하는 문제점을 발생시킬 수 있다.

III. 제안하는 신뢰성 판별 기법

1. 개요

본 논문에서는 악성피어와의 콘텐츠 공유율의 감소 및 메시지 수를 절감하기 위한 효율적인 신뢰성 판별 기법을 제안한다. 기존 기법에서는 신뢰성 판별을 위해서 피어가 직접적으로 평가한 정보만을 사용하기 때문에 평가 정보가 적을 경우 피어의 신뢰성에 대한 정확

성이 떨어진다. 또한 신뢰성 판별 시 전체 네트워크에서 피어의 평가 정보를 수집하기 때문에 많은 메시지 비용이 발생하며 중복되는 평가 정보가 발생한다. 제안하는 기법에서는 피어의 신뢰성 판별을 위해 피어의 신뢰 값 계산 시 직접적인 평가 값과 간접적인 평가 값을 사용하여 평가 정보가 적을 경우에도 신뢰성 판별에 있어서 정확성을 향상 시킨다. 피어의 평가 정보에 대한 값들의 통계 값을 테이블로 관리하며 테이블의 갱신 시간을 사용하여 인근 피어들의 테이블에 대해 통계 값을 배포하기 때문에 평가 정보 수집 시 발생하는 메시지 비용을 감소시킨다.

[그림 1]에서는 모바일 P2P 상황에서의 피어간의 콘텐츠 공유 상황을 나타내며 [그림 2]는 [그림 1]에서의 콘텐츠 공유 시의 피어의 처리 절차는 나타낸다. [그림 1]에서 피어 Y가 악성피어라고 가정하고 제공하는 콘텐츠 또한 거짓 자료라고 가정을 한다. 하지만 피어 X는 피어 Y에 대한 신뢰정보가 없기 때문에 피어 X가 다른 피어들에게 콘텐츠 C_1을 요청을 하게 된다. 피어 X는 인근 피어인 피어 W와 Z로부터 콘텐츠 C_1을 가진 피어의 평가 값을 요청해야 한다. 하지만 모든 피어에게 평가 정보를 수집할 경우 피어가 소모하는 자원이 커지게 된다. 그렇기 때문에 어떤 피어에게 평가 정보를 전송 받을 지를 선정해야한다. 선정을 위해서는 피어가 가지는 최근 갱신 시간 값을 활용한다. 피어 W는 갱신 시간이 피어 X보다 낮기 때문에 이미 피어 X가 피어 W가 내린 평가 정보를 수집하고 있다. 따라서 피어 X는 피어 Z에게 콘텐츠 C_1을 가진 피어들의 평가 값을 요청하게 된다. 피어 Z는 피어 평가 리스트에서 콘텐츠를 가진 피어에 대한 평가가 있었는지에 대한 여부를 통해 직접적인 신뢰성 정보를 계산하고 직접적으로 평가한 정보가 없을 경우 간접적인 신뢰성 정보를 계산하여 피어 X에게 전송한다. 피어 X는 수집된 신뢰성 정보를 통해 피어의 신뢰성을 계산한다. 피어들의 신뢰성이 계산되면 이러한 신뢰성을 바탕으로 신뢰성이 가장 높은 피어에게 콘텐츠 C_1을 요청하게 된다. 여기서 피어 Y는 다른 피어들로부터 낮은 평가를 받은 악성 피어이기 때문에 신뢰성 계산이 낮게 계산되어 콘텐츠 공유 시 배제된다.

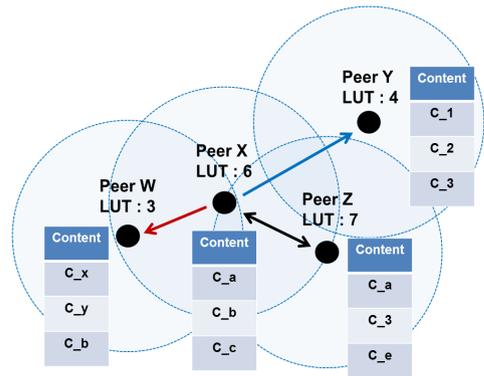


그림 1. 콘텐츠 공유 상황

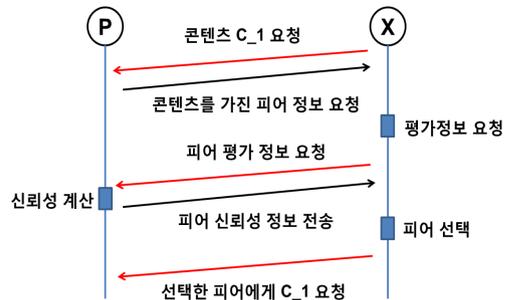


그림 2. 콘텐츠 공유 시 처리 절차

2. 테이블 구조

피어 간의 콘텐츠 공유 시 악의적인 피어를 배제하기 위해서는 피어의 신뢰성을 계산해야 한다. 피어의 평가 정보를 계산하기 위해서는 평가한 피어의 ID와 평가 받은 피어 ID, 평가받은 콘텐츠 ID, 평가 점수, 시간 등이 필요하다. 또한 피어의 평가 정보를 바탕으로 최종적인 피어의 신뢰성을 계산하기 위해서는 몇 번의 평가가 이루어져 있는지가 필요하며 피어의 평가 정보를 수집하고 배포하기 위해서는 갱신 시간이 필요하다. 제안하는 기법에서는 이러한 정보를 바탕으로 콘텐츠 평가 정보 테이블과 피어 평가 정보 테이블을 나누어 사용한다.

콘텐츠 평가 정보테이블은 피어간의 공유가 일어난 이후 콘텐츠를 제공받은 피어가 제공한 피어에 대한 평가 정보를 저장하기 위해 사용한다. [표 1]은 콘텐츠 평가 정보 테이블을 보여준다. S_PID는 평가한 Peer의 ID

를 R_PID는 평가 받은 피어의 ID, C_ID는 평가 받은 콘텐츠의 ID를 Rate는 평가 받은 콘텐츠의 점수, Time은 피어가 콘텐츠를 평가한 시간을 나타낸다. 피어 X가 피어 Y의 콘텐츠 C_1을 공유 받고 평가한 값은 0.5이다. 콘텐츠 평가 정보 테이블은 각 피어들이 유지하며, 피어가 콘텐츠에 대한 평가 정보를 저장한다. 콘텐츠 평가 정보 테이블은 피어 간의 콘텐츠 공유 시 콘텐츠에 대한 평가 값을 저장하기 위해 사용한다. 콘텐츠 평가 정보를 통하여 피어의 평가 정보를 생성하여 피어 평가 정보 테이블을 관리해준다.

표 1. 콘텐츠 평가 정보 테이블

S_PID	R_PID	C_ID	Rate	Time
X	Y	C_1	0.5	3
X	Z	C_a	0.9	4
X	Z	C_3	0.7	5

피어 평가 정보 테이블은 콘텐츠 평가 정보 테이블에서 나온 콘텐츠 평가 값을 사용하여 피어의 평가 계산 저장한다. [표 2]는 피어 평가 정보 테이블을 보여 준다. 피어 평가 정보 테이블은 콘텐츠 평가 정보테이블과 마찬가지로 피어가 다른 피어를 평가한 값을 저장하게 되는데 여기서 Trust는 콘텐츠 평가 정보를 사용하여 피어의 신뢰도를 계산한 값을 저장하게 된다. S_PID와 R_PID는 콘텐츠 평가 정보 테이블과 동일하며, Count는 피어가 평가 내린 횟수를 LUT는 테이블의 최근 갱신된 시간을 의미한다. 피어 평가 정보 테이블은 콘텐츠 공유 시 콘텐츠를 제공하는 피어에 대한 신뢰도를 계산하기 위해서 수집 배포된다. 피어 X가 피어 Y에 대한 피어 평가 값은 0.5이며 공유 횟수는 1회 이다. 다른 피어로부터 받은 피어 평가 정보 피어 Z는 피어 W에 대한 피어 평가 값은 0.9이며 2회의 평가가 있었다.

표 2. 피어 평가 정보 테이블

S_PID	R_PID	Trust	Count	LUT
X	Y	0.5	1	3
X	Z	0.8	1	5
Z	W	0.9	2	4

3. 테이블 관리

피어 평가 테이블은 기본적으로 피어간의 콘텐츠 공유 시 서로가 가진 피어 평가 테이블을 갱신 해준다. 하지만 이렇게 피어의 평가 정보를 계속 갱신 해주다보면 중복되는 데이터가 발생할 수 있다. 또한 콘텐츠 공유가 있었던 피어들끼리만 피어 평가 정보를 공유 할 경우 피어에 대한 신뢰성을 계산하기 위한 정보가 부족할 수 있다. 이와 반대로 전체 네트워크로부터 피어 평가 정보를 수집 할 경우 피어의 신뢰성을 계산하기 위한 비용이 커진다. 자신을 평가한 정보를 제외시키는 이유는 피어가 평가 정보를 자기조작을 할 수 있다. 이러한 점을 개선하기 위해서 본 논문에서는 LUT 값을 이용하여 콘텐츠 공유 시와 함께 피어의 평가 정보를 갱신 시켜주고 중복되는 정보를 제외시키기 위하여 피어 평가 테이블을 제공하는 피어는 제공받는 피어의 ID와 R_PID 값을 비교하여 동일할 경우 해당 평가 부분을 제외시켜준다. 또한 평가 정보가 부족하거나 없는 경우의 상황을 보완 하기위해서 피어는 콘텐츠 공유가 일어난 후 콘텐츠를 제공 받은 피어는 통신 범위 내의 피어 중 가장 갱신이 오래된 피어를 선정하여 그 피어의 피어 평가 테이블을 갱신 시켜준다. 갱신 시 동일한 평가 값이 중복되는 것을 막기 위하여 LUT값에 따라 피어 평가 테이블의 정보를 교체해 준다. 피어 평가 테이블을 관리를 통하여 피어 신뢰성에대한 정확도를 향상 시킬 수 있다.

[그림 3]에서와 같이 콘텐츠 공유를 마친 피어 X는 통신 범위내의 피어 Z, Y의 LUT 값을 요청하여 LUT 값이 가장 낮은 피어 Y의 피어 평가 테이블 정보를 갱신 시킨다. 피어 Y의 피어 평가 리스트에는 피어 Y가 피어 Z를 평가한 정보와 피어 Z가 피어 W를 평가한 정보가 있다. 피어 Z가 피어 W를 평가한 정보가 동일 하지만 LUT 값이 피어 X가 더 높으며 평가 정보가 추가되어 있기 때문에 피어 Z가 피어 W를 평가한 정보를 수정해주고 나머지 피어 Y의 평가 정보 리스트에 없는 피어 X가 Z를 평가한 값 0.8 등을 갱신시킨다. 피어의 평가를 수집만 할 경우 피어 Y의 평가 테이블에 있는 피어 Z가 피어 W를 평가한 정보가 중복되지만 LUT 값을 활용하여 중복되는 정보를 제거한다.

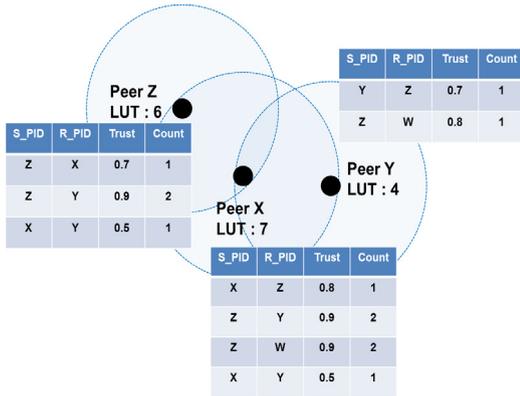


그림 3. 피어 평가 테이블 갱신

4. 신뢰도 평가

본 논문에서는 피어의 신뢰도를 계산하기 위하여 콘텐츠가 평가 받은 것을 바탕으로 피어의 신뢰도를 계산한다. 피어의 신뢰성 계산을 위해서 피어간의 직접적인 공유 이력을 바탕으로 평가를 통해 계산하는 직접 평가값(direct Trust)과 중간 피어를 거치는 간접적인 신뢰도 계산 방식인 간접 평가값(indirect Trust)을 고려한다. 직접 평가는 피어가 직접적으로 공유한 이력을 바탕으로 하는 신뢰도 계산 기법이기 때문에 정확성이 높으며 간접 평가는 피어의 직접적인 공유 이력이 없는 경우와 피어의 신뢰도에 대한 정확성을 향상시키기 위해서 사용된다.

직접 평가는 피어 간의 콘텐츠 공유 시 콘텐츠를 제공 받은 피어가 콘텐츠를 평가한 값을 기반으로 계산한다. 콘텐츠에 대한 평가 값은 각 피어들이 가진 콘텐츠 평가 리스트에 저장된다. 수식(1)을 이용하여 직접 평가 값을 계산한다. 피어 x가 피어 y에 대한 피어의 신뢰 값을 계산하기 위해서는 직접 평가 값과 간접 평가 값이 필요하다. 피어x가 피어y에 대한 직접 평가 값을 구하기 위해서는 신뢰성을 계산해야 할 피어의 ID가 R_PID, S_PID가 피어 자기 자신의 ID일 때여야 한다. 수식에서의 N은 콘텐츠의 개수, Contentlist는 콘텐츠 평가리스트, x는 S_PID, y는 R_PID를 의미한다.

$$Direct\ Trust_{xy} = \frac{\sum_{i=0}^N Contentlist_N}{N} \quad (1)$$

[표 3]에 나와 있는 피어 x의 콘텐츠 평가테이블을 통하여 피어 x 직접적으로 콘텐츠 공유한 이력이 있는 피어 w, z, y에 대한 직접 평가 값을 계산 할 시 w는 w_1에 대한 평가 값이 0.4 하나뿐이기 때문에 피어w에 대한 직접 평가 값은 0.4이다. 피어 z의 경우 콘텐츠 z_1과 z_2에 대한 평가가 이루어 졌기 때문에 직접 평가 값은 0.75가 계산된다. 피어 y는 콘텐츠 y_1과 y_2에 대한 평가가 이루어 졌으며 직접 평가값은 0.85로 계산된다.

표 3. 피어 x의 콘텐츠 평가 테이블

S_PID	R_PID	C_ID	Rate	Time
x	z	z_1	0.7	1
x	y	y_1	0.9	2
x	w	w_1	0.4	3
x	z	z_2	0.8	4
x	y	y_2	0.8	5

간접 평가 값은 피어간의 직접적인 공유 이력이 없을 경우에서의 신뢰성을 구하기 위해서 사용된다. 피어끼리 직접적인 통신은 없었지만 [그림 4]와 같이 두 피어와 콘텐츠 공유가 있었던 피어를 바탕으로 계산한다. 하지만 직접적인 콘텐츠 공유가 없었기 때문에 수식(2)와 같이 두 피어와 공유가 있었던 피어를 평가한 값과 이 피어가 내린 평가 값을 통하여 가중치를 주게 된다. 피어 x가 피어z 들에 대한 직접 평가 값의 평균값과의 차를 통하여 계산하게 된다. 수식(3)은 간접 평가 값을 계산하기 위한 수식이다.

$$PD_{xz} = 1 - |DT_{xz} - \overline{DT_{xz}}| \quad (2)$$

$$indirect\ Trust_{xy} = \frac{\sum_{i=0}^z DT_{zy} * PD_{xz}}{\sum_{i=0}^z * PD_{xz}} \quad (3)$$

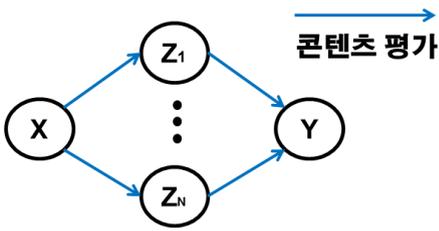


그림 4. 피어 X, Y Indirect 상황

피어 신뢰 값(Peer Trust)은 앞의 직접적인 평가 값과 간접적인 평가 값을 바탕으로 계산한다. 이러한 피어 신뢰 값(Peer Trust)이 필요한 이유는 직접 평가 값이나 간접 평가 값만 가지고 계산하게 될 경우보다 정확성을 높이기 위해서 사용한다. 만약 직접 평가 값과 간접 평가 값 중 둘 중 하나가 없을 경우는 해당 하는 값이 있는 곳에 0.8의 가중치를 주어 피어의 평가 값이 감소하는 것을 막는다. 수식(4)에서는 피어 신뢰 값을 계산하기 위한 수식이며 가중치 값 α, β 의 더한 값은 1이다.

$$Peer\ Trust_{xy} = \alpha * DT_{xy} + \beta * IDT_{xy} \quad (4)$$

[표 4]는 피어 신뢰 값을 계산하는 과정을 예로 피어 x가 수집한 피어 평가데이터를 나타낸다. 피어 x가 피어 y에 대한 Peer Trust를 구하기 위해서는 먼저 x,y의 직접 평가 값과 간접 평가 값을 구해야 한다. 피어 x는 피어 y와 직접적인 콘텐츠 공유가 있었으며 이를 통해 직접평가 값은 0.5인 것을 알 수 있다. 간접 평가 값을 계산하기 위해서는 피어 x, y와 콘텐츠 공유가 있었던 피어를 알아봐야 한다. 여기서는 피어 z, w가 피어 x, y와 콘텐츠 공유가 있었던 것을 알 수 있다. 피어 x의 피어 z, w 직접 평가 값은 0.7, 0.9가 나오며 피어 z, w의 피어 y 직접 평가 값은 0.9, 0.5가 된다. 이를 통해 피어 y에 대한 간접 평가 값은 0.7값이 계산된다. 예제이기 때문에 α, β 값을 동일하게 줄 경우 피어 y에 대한 피어 x의 피어 신뢰 값은 0.6으로 계산된다.

본 논문에서는 제안하는 판별기법을 이용하여 모바일 P2P 상에서 신뢰성을 계산하기위해 전체 네트워크에 피어의 평가 값을 요청하는 방식이 아닌 각 피어가

평가 값을 수집하는 방식을 사용하여 피어가 소모하는 자원의 양을 줄이며 콘텐츠 공유 시 악성 피어를 배제 시킴으로써 피어의 신뢰성에 대한 정확도를 향상 시킨다.

표 4. 피어 X의 피어 평가 테이블

S_PID	R_PID	Trust	Count
x	z	0.7	1
z	y	0.9	2
x	w	0.9	2
x	y	0.5	1
w	y	0.5	1

IV. 성능평가

제안하는 기법의 성능평가를 위하여 Intel(R) Core(TM) i7 2.80GHZ 프로세서와 4GB의 메인 메모리를 가진 윈도우 7 운영체제를 사용하는 데스크톱에서 JVM 1.8.0을 사용하여 시뮬레이션 수행한다. 성능평가는 [표 5]와 같이 500m×500m의 환경에서 200개의 피어를 생성하고 피어들의 위치는 임의 값을 준다. 또한 각 피어의 통신 반경을 50m로 설정하고 피어의 방향성은 랜덤하게 설정하였다. 콘텐츠 수는 20개로 악성 피어의 비율은 전체 피어의 비율 중 20%를 차지하게 설정하였다. 성능평가는 네트워크 상에서 피어의 신뢰 값을 계산하기 위해 모으는 평가 정보 메시지의 양과 악의적인 피어의 신뢰 값, 악의적인 피어의 콘텐츠 공유 확률을 측정하였다.

표 5. 성능평가 요소

구분	내용
실험 크기	500m×500m
피어 통신 범위	50m
피어의 수	200
악성피어의 비율	20%
콘텐츠 수	20

피어간의 콘텐츠 공유 시 피어의 신뢰 값 계산을 위한 평가 정보 관리를 LUT 값을 활용한다. 콘텐츠 공유 시 피어가 평가 정보 공유를 위한 메시지의 수가 감소

되었는지를 측정하기 위하여 기존기법과 제안하는 기법의 메시지 수에 대한 비교가 필요하다. [그림 5]는 시뮬레이션을 연속적으로 100회 돌렸을 시 피어에게 피어 평가 정보에 대한 메시지가 오는 수의 평균을 계산한 값이다. 위의 성능 평가를 바탕으로 제안하는 기법은 기존 기법들 보다 콘텐츠 공유를 위해 피어 평가 정보를 수집 메시지 양이 최대 62% 정도 감소되었다.

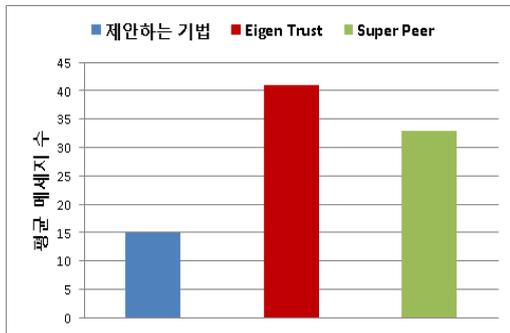


그림 5. 피어 당 평균 메시지 개수

피어의 신뢰 값을 판별하기 위해 평가 정보의 수집의 양과 이러한 평가 정보를 바탕으로 신뢰 값의 계산이 잘 이루어졌는지에 대한 확인이 필요하다. [그림 6]에서는 전체 악성 피어 중에서 5개를 선정하여 기존 기법들과 피어의 신뢰 값을 비교하였다. 성능 평가 결과 기존의 기법들보다 제안하는 기법의 악성피어에 대한 신뢰 값이 낮게 측정되었다. 악성 피어의 신뢰 값이 낮게 측정되었기 때문에 피어의 신뢰성에 대한 정확도가 향상되었다.

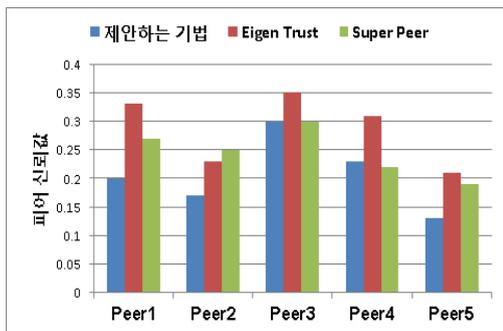


그림 6. 악성 피어의 신뢰값

제안하는 기법의 신뢰성 계산 방식을 통해 콘텐츠 공유 시 악성 피어와의 공유가 감소하였는지를 확인이 필요하다. [그림 7]에서는 연속적으로 시뮬레이션을 100회 진행 할 경우 모바일 P2P네트워크에서 피어간의 콘텐츠 공유 시 악성 피어와의 콘텐츠 공유 확률을 나타낸다. 시뮬레이션을 돌리는 초기에는 모든 피어들이 다른 피어에 대한 평가 값이 존재하지가 않는다. 그렇기 때문에 필요한 콘텐츠가 있을 시 우선 콘텐츠 공유가 일어난 이후 평가 값을 통해 피어의 신뢰 값을 계산 이후 콘텐츠 공유 시 이러한 신뢰 값을 통해 피어 간의 콘텐츠 공유 시 악성 피어를 배제시킬 수 있게 된다. 본문에서 제안하는 신뢰성 계산 기법은 기존 기법들에서의 직접적인 연결을 통한 평가 값 뿐만 아니라 간접 평가 값 요소를 추가함으로써 피어간의 직접적인 통신이 없더라도 두 피어와 콘텐츠 공유가 있었던 피어를 통해 신뢰성을 판별 할 수 있다. 기존 기법들에서는 직접적인 콘텐츠 공유에 대한 평가 값만을 사용하기 때문에 시뮬레이션의 초기에서는 악성피어를 배제가 힘들다. 하지만 시뮬레이션의 후반부에서는 피어에 대한 평가 값들에 대한 수집이 많이 이루어지기 때문에 후반부에서는 악성 피어와의 콘텐츠 공유 확률이 0에 가까워진다. 제안하는 기법에서는 기존의 기법보다 수집하는 평가 값을 활용하여 악성피어를 배제시키는 시기가 더 빠르며 신뢰성 판별에서의 정확도가 높다.

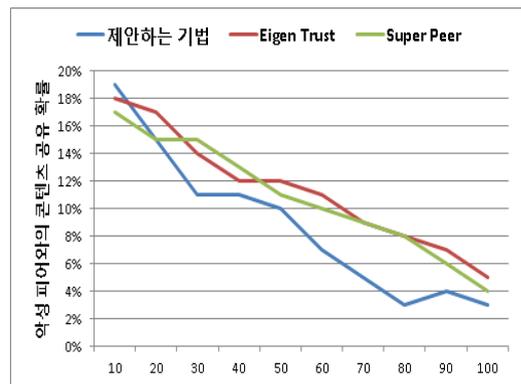


그림 7. 악성 피어와의 콘텐츠 공유 확률

V. 결론

본 논문에서는 모바일 P2P 환경에서 제한적인 피어의 메모리, 통신 범위, 배터리 등의 제한적인 요소들을 고려하면서도 피어의 신뢰성에 대한 정확성을 향상시킬 수 있는 신뢰성 판별 기법을 제안하였다. 피어 간의 콘텐츠 공유 시 중복되는 평가 정보와 평가 정보 수집 및 전송 방식을 통해 피어의 신뢰 값을 직접적인 평가 값과 간접적인 평가 값을 이용하여 계산한다. 제안하는 기법에서는 피어의 메시지 양이 감소하였으며 피어의 신뢰성에 대한 정확도가 향상되었다. 제안하는 기법을 이용하여 배터리, 메모리 등의 제한적인 여건을 가진 모바일 기기로 백화점, 공원 등의 외부 환경에서 파일 공유 등과 같은 P2P 서비스에 접목시켜 활용할 수 있다. 또한 산업 영역에서 피어간의 콘텐츠 공유에 대한 안정성을 높임으로써 피어간의 공유를 더욱 활성화시킬 수 있다. 향후 연구로는 피어의 신뢰성을 계산 시 시간성과 모바일 P2P에서 네트워크적인 요소를 같이 고려하여 피어의 신뢰성에 대한 정확성을 보다 향상시키는 기법에 대한 연구를 진행 할 것이다.

참고 문헌

- [1] K. Gummedi, R. Dunn, S. Saroiu, S. Gribble, H. Levy, and J. Zahorjan, "Measurement, modeling, and analysis of a peer-to-peer file-sharing workload," *Proceeding of ACM Symposium on Operating Systems Principles*, pp.314-329, 2003.
- [2] Q. Lian, Z. Zhang, M. Yang, B. Y. Zhao, Y. Dai, and X. Li, "An empirical study of collusion behavior in the maze P2P file-sharing system," *Proceeding of IEEE International Conference on Distributed Computing Systems*, p.56, 2007.
- [3] H. Tran, M. Hitchens, V. Varadharajan, and P. Watters, "A Trust based Access Control Framework for P2P File-Sharing Systems," *Proceedings of Hawaii International Conference on System Sciences*, 2005.
- [4] P. B. Velloso, R. P. Laufer, O. C. M. B. Duarte, and G. Pujolle, "Trust management in mobile ad hoc networks using a scalable maturity-based model," *IEEE Transactions on Network and Service Management*, Vol.7, No.3, pp.172-185, 2010.
- [5] C. M. Huang, T. H. Hsu, and M. F. Hsu, "Network-aware P2P file sharing over the wireless mobile networks," *IEEE Journal on selected areas in communications*, Vol.25, No.1, pp.204-210, 2007.
- [6] 복경수, 박선용, 김대윤, 임종태, 신재룡, 유재수, "모바일 P2P 네트워크에서 효율적인 스카이라인 질의 처리 기법," *한국콘텐츠학회논문지*, 제15권, 제7호, pp.30-42, 2015.
- [7] S. D. Kamvar, M. T. Schlosser, and H. Garcia-Molina, "The eigenTrust Algorithm for Reputation Management in P2P Networks," *Proceeding of International World Wide Web Conference*, pp.640-651, 2003.
- [8] L. Xiong and L. Liu, "PeerTrust : Supporting Reputation-based Trust for Peer to Peer Electronic Communities," *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, Vol.16, No.7, pp.843-857, 2004.
- [9] X. Wu, "A distributed trust management model for mobile P2P networks. Peer-to-Peer Networking and Applications," *Peer to Peer Networking and Applications*, Vol.5, No.2, pp.193-204, 2012.
- [10] X. Wu, "A Super Peer-based Reputation Scheme for Mobile Computing Environments," *Journal of Communications*, Vol.9, No.6, pp.475-482, 2014.
- [11] 박용훈, 복경수, 유재수, "P2P 환경에서 신뢰성 있는 아이템 평가를 위한 모델," *한국콘텐츠학회 종합학술대회*, pp.37-38, 2012.
- [12] 임종태, 복경수, 유재수, "모바일 P2P환경에서 신뢰성 있는 아이템 공유를 위한 평판 관리," *한국정보과학회 학술대회*, pp.280-282, 2013.
- [13] G. Theodorakopoulos and J. S. Baras, "Malicious

북 경 수(Kyungsoo Bok)

종신회원



- 1998년 2월 : 충북대학교 수학과 (이학사)
- 2000년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학석사)
- 2005년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학박사)

- 2005년 3월 ~ 2008년 2월 : 한국과학기술원 전산학과 Post.doc
- 2008년 3월 ~ 2011년 2월 : (주)가인정보기술 연구소
- 2011년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 정보통신공학과 초빙교수

<관심분야> : 데이터베이스 시스템, 이동객체 데이터베이스, 소셜 네트워크 서비스, 빅데이터 등

유 재 수(Jaesoo Yoo)

종신회원



- 1989년 2월 : 전북대학교 컴퓨터공학과(공학사)
- 1991년 2월 : KAIST 전산학과(공학석사)
- 1995년 2월 : KAIST 전산학과(공학박사)

- 1995년 3월 ~ 1996년 8월 : 목포대학교 전산통계학과(전임강사)
- 1996년 8월 ~ 현재 : 충북대학교 정보통신공학부 및 컴퓨터정보통신연구소 교수
- 2009년 3월 ~ 2010년 2월 : 캘리포니아주립대학교 방문교수

<관심분야> : 데이터베이스 시스템, 빅데이터, 센서네트워크 및 RFID, 소셜 네트워크 서비스, 분산 객체컴퓨팅, 바이오인포매틱스 등