

이항분포 특성의 집단지성을 이용한 P2P 환경에서의 Fake 콘텐츠 제거기법

A Fake Content Remove Scheme using Binomial Distribution Characteristics of Collective Intelligence in P2P

차병래*, 김종원**

Byung-Rae Cha*, Jong-Won Kim**

요 약

P2P 커뮤니티는 자발적으로 생성 및 소멸될 수 있는데 이는 Peer의 자유로운 참여로 조성되는 네트워크라는 구조적인 특징에 기반 한다. P2P에는 사용자들이 원하는 자원들을 공유할 수도 있지만, Fake 콘텐츠들과 같은 공유를 원하지 않는 자원들도 많다. 이러한 Fake 콘텐츠를 제거하기 위한 하나의 방법으로 P2P 환경에서의 집단 지성(Collective Intelligence)을 이용하는 방법을 제안하며, 평판 시스템의 장점에 대해 시뮬레이션을 수행 한다.

Abstract

A P2P network can be created or destroyed automatically because it is based on the structural characteristic of being promoted by peer communities' free participation. While users can share resources they want in a P2P, there are also many resources they do not want such as fake contents. As one method of removing fake contents, it is suggested to use collective intelligence in P2P environment. And we simulated merit of reputation system.

Key words : contents reputation system, Binomial Distribution, Collective Intelligence, P2P

I. 서 론

P2P(Peer-to-Peer) 네트워크는 UCC, 동영상, 파일 등으로 대표되는 지식 콘텐츠 뿐만 아니라, 컴퓨터 및 네트워크 자원(Resource)을 다양한 환경에서 N 대 N의 형태로 상호 공유 및 분배할 수 있는 구조적 가능성을 제공하고 있다. 그러나 "Open, Dynamic, Anonymous" 등의 특성을 기반으로 하는 P2P 네트워크는 신뢰적 ID(Identity) 생성 및 관리 그리고 이의

적절한 인증에 대한 지원 없이는 현실적으로 잠재적인 보안 위협에 노출되는 제약이 따르게 된다.

P2P 커뮤니티는 자발적으로 생성 및 소멸될 수 있는데 이는 Peer의 자유로운 참여로 조성되는 네트워크라는 구조적인 특징에 기반 한다. 이러한 자율적인 구조를 가능케 하는 근본적인 이유는 P2P가 기본적으로 익명성(Anonymity)을 지원하고 있기 때문이다. 이것은 네트워크 확장성을 높이고, 특정자원이나 서비스를 필요로 하는 모든 Peer에게 손쉽게 공평한 접

* 광주과학기술원(GIST), 고성능컴퓨팅·협업환경 연구센터 연구교수, brcha@nm.gist.ac.kr

** 광주과학기술원(GIST), 정보기전공학부 교수, jongwon@nm.gist.ac.kr

· 제1저자 (First Author) : 차병래

· 투고일자 : 2010년 1월 21일

· 심사(수정)일자 : 2010년 1월 22일 (수정일자 : 2010년 4월 5일)

· 게재일자 : 2010년 4월 30일

근성을 보장하는 장점을 제공한다. 그렇지만, P2P에는 사용자가 원하는 자원들을 공유할 수도 있지만, Fake 콘텐츠들과 같은 공유를 원하지 않는 자원들도 많다. 이러한 Fake 콘텐츠들을 제거하기 위한 하나의 방법으로 P2P 환경에서의 집단 지성(Collective Intelligence)을 이용하는 방법을 제안한다.

II. 관련 연구

평판 시스템(Reputation System)은 인터넷의 발달로 인한 다양한 분야의 확산과 더불어 전자상거래와 Social Network 분야 등에서 연구가 활발히 이루어지고 있다.

Ali[1]은 P2P 환경에서 악의를 갖는 피어를 식별하고, 악의의 콘텐츠의 확산을 예방하는 시스템을 제안하였다. 신뢰 평가를 그룹 질의에 응답한 피어들의 신용도(credibility rating)와 신뢰 질의 대상에 대한 신뢰도(trust rating)의 곱을 수행하고, 신뢰 질의 응답자 수에 의한 평균으로 신뢰도를 계산한다. So Young[2]은 DHT-기반 구조화 P2P 네트워크에서 피어와 파일의 평판을 이용하여 신원을 변경한 악의의 피어들조차 기존 시스템에서 비신뢰적인 파일의 확산을 예방할 수 있는 를 효과적인 평판 관리 시스템을 제안하였다. Li Xiong[3]는 개방형 커뮤니티에서 피어의 트랜잭션 히스토리의 피드백을 통한 커뮤니티 기반의 평판을 계산함으로써 P2P 환경의 전자상거래의 위협을 최소화하는 방법을 제안하였다. 이러한 평판 정보는 신뢰 가치를 추정하고 피어의 미래 행위 예측에 도움을 제공한다. Hugo[4]는 평판 시스템에서 프라이버시 보호를 위한 익명성을 제공할 수 있는 프레임워크를 제안하였다. 제안된 프레임워크는 평판 시스템에서 Public Key Infrastructure와 Blind Signature를 이용한 평판과 익명의 조합을 제공하며, 익명에 의한 사용자의 실제 신원을 숨김으로써 프라이버시 보호를 제공한다. Audun Jøsang[5]는 신뢰 평판 시스템의 강건성을 제공하기 위한 연구 조사와 신뢰 평판 시스템 개발하기 위한 충분히 신뢰할 수 있는 강건성의 원리와 매커니즘을 제안하였다.

III. 집단지성을 이용한 콘텐츠 평판 시스템의 설계

본 연구에서는 P2P 환경에서 동적인 사용자들의 집단지성[6]을 이용한 효율적인 콘텐츠 평판 시스템을 설계하고자 한다. 집단지성은 새로운 통신 기술들의 출현 덕에 의사결정에 더욱 중요하게 적용되고 있으며, 전문가들은 이 용어를 한 무리의 사람들의 행동, 선택, 아이디어들을 결합해서 고상한 통찰력을 생성하는 데 사용된다. 한 무리의 사람들의 의사결정을 수집하는 것은 각 개인은 모르는 그룹의 통계적 결론을 유도할 수 있게 된다. 참가자들은 각각에서 새로운 결론을 유추하는 것이 집단지성이다. 비록 인터넷 이전에도 집단지성 체계가 존재했었지만, 웹에서 수천 심지어 수백만 명에 대한 정보 수집이 가능해짐에 따라 새로운 도약의 가능성이 열렸다.

P2P에서 다운로드된 콘텐츠를 사용자가 검증하는 결과를 수집하여 다운로드된 콘텐츠의 평가하는 시스템을 설계한다. 이 평판 시스템은 여러 사용자의 의견을 수집하여 콘텐츠를 평가하게 되는데, 몇몇의 익명의 악의의 사용자로부터 콘텐츠를 보호하기 위해서는 여러 사용자의 평가를 수집하여 이용하는 집단지성을 사용하여 평가한다.

이를 위해서는 그림 1과 같이 콘텐츠의 정보와 다운로드할 Host 정보를 이용하며, 그림 2와 같이 동일한 콘텐츠를 다운로드한 사용자의 평가를 평가하는 신뢰관리자 모델을 제안한다. 먼저, 평판시스템을 설계하기 전에 평가와 평판에 대한 용어를 정의한다.

정의 1) 평가와 평판

다운로드한 콘텐츠에 대한 개별 사용자의 의사결정을 평가($eval_i$)라 정의한다. 모집단 $n > 30$ 인 개별 사용자의 의사결정을 수집하여 산출된 통계적 결론을 평판(Rep_j)이라 정의(수식 (1))하며, 이를 정규화 과정이라 한다.

$$Rep_j = \frac{\sum_{i=1}^n eval_i}{n}, \quad n > 30 \quad (1)$$

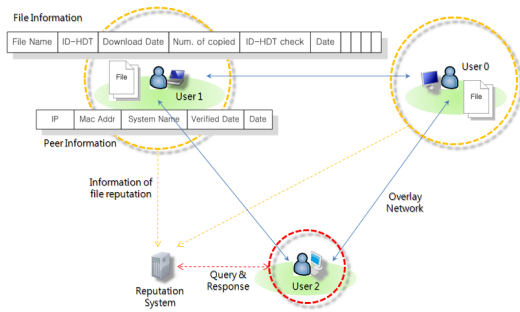


그림 1. 다운로드한 콘텐츠의 평판 질의 및 평판을 평가하기 위한 사용자의 평가 정보 수집 모델
Fig. 1. user's evaluation information collection model for query and reputation evaluation of downloaded contents

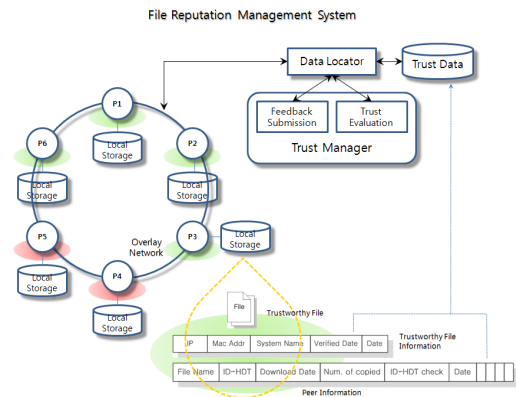


그림 2. 동일한 콘텐츠를 다운로드한 사용자의 평가를 수집하는 신뢰 관리자 모델
Fig. 2. Trustworthy management model for collected evaluation about downloaded same contents

3-1 콘텐츠 이벤트 정보 및 Host 정보

집단 지성의 구성 및 집단 지성의 의사결정을 이용하기 위해서는 각각의 사용자로부터 임의의 정보를 수집하여야 한다. 이를 위해서는 콘텐츠 이벤트 정보와 Host 정보의 트랜잭션을 이용하게 된다.

콘텐츠 이벤트 정보는 P2P에서 공유 파일 응용 프로그램으로 사용자가 콘텐츠를 다운로드 받은 경우에 상황에 대한 여러 정보를 정리한 하나의 트랜잭션을 생성하게 된다. 그리고 이를 보조하기 위해서 다운로드한 사용자에 대한 Host 정보의 트랜잭션도 생

성하게 된다.

(1) 콘텐츠 이벤트 정보

콘텐츠 이벤트 정보는 콘텐츠 자체를 의미하지 않고 P2P에서 다운로드된 콘텐츠와 사용자간의 이벤트에 의해서 생성된 트랜잭션을 의미한다. 콘텐츠 이벤트 정보는 다운로드한 콘텐츠의 정보, 타임스탬프(TimeStamp)와 이벤트 플래그로 구성된다. 콘텐츠 정보와 타임스탬프는 콘텐츠의 이름, Hash 값, 다운로드 카운트 수, 타임스탬프 등으로 구성된다.

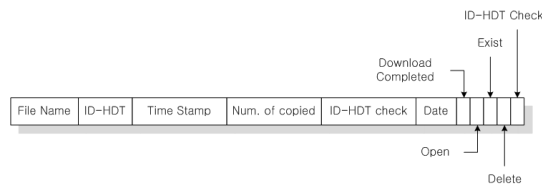


그림 3. 콘텐츠 이벤트 정보
Fig. 3. Content event information

이벤트 플래그는 5가지 비트의 Download-Completed, Open, Exist, Delete, ID-HDT Check로 구성된다. 플래그 Download-Completed는 콘텐츠의 다운로드가 완료되는 이벤트를 나타내며, 플래그 Open은 다운로드된 콘텐츠를 사용자가 Open 하였는가에 대한 이벤트, 다운로드 폴더에 다운로드한 콘텐츠 존재에 대한 이벤트, 다운로드한 콘텐츠의 삭제에 대한 이벤트, 그리고 ID-HDT Check 플래그는 다운로드한 시점의 콘텐츠 무결성(Integrity)을 나타낸다. 이러한 플래그의 조합에 의해서 다운로드된 콘텐츠와 사용자간의 상황을 인지할 수 있는 정보가 제공된 콘텐츠 이벤트 정보를 생성하여 집단 지성의 의사결정에 사용하게 된다.

(2) Host 정보

콘텐츠 이벤트 정보를 생성한 호스트의 정보를 나타내는 트랜잭션을 의미한다. 호스트 정보는 사용자에게 대한 임의의 익명성을 지원하면서 사용자를 식별하기 위해 사용되는 정보이다. 호스트 정보는 IP 주소, Mac 주소, 시스템 이름, 신뢰 관리자에 의해 인증된 날짜와 이벤트가 생성된 날짜로 구성된다.

IP	Mac Addr	System Name	Verified Date	Date
----	----------	-------------	---------------	------

그림 4. 호스트 정보
Fig. 4. Host information

3-2 Repository

콘텐츠의 평판 정보를 저장하는 곳은 전역 저장소(Global Repository)와 지역 저장소(Local Repository)로 구분되어 구축된다. 지역 저장소는 개별적으로 관리되며 공유한 콘텐츠 자원에 대한 개인의 콘텐츠 평가 정보를 저장한다. 전역 저장소는 주기적으로 개별적으로 공유한 콘텐츠의 평가 정보를 수집하여 콘텐츠 평판 시스템에 의해서 콘텐츠 평판을 평가하고 정보를 저장한다. 그리고 콘텐츠 평가 정보를 제공한 개별 사용자의 지역 저장소에 평판 정보를 제공한다.

용자에 대해서 집단 지성의 평가 결과에 의해서 어느 정도 구분할 수 있는 정보를 제공할 수 있다. 그림 6은 악의의 사용자에게 의해서 평가되는 콘텐츠의 평가 모델을 나타낸다. 소수의 악의의 사용자에게 대해서는 집단지성을 이용하여 Fake 콘텐츠의 분류가 가능하며, Fake 콘텐츠의 삭제 및 정당한 콘텐츠를 유지/관리할 수 있게 한다.

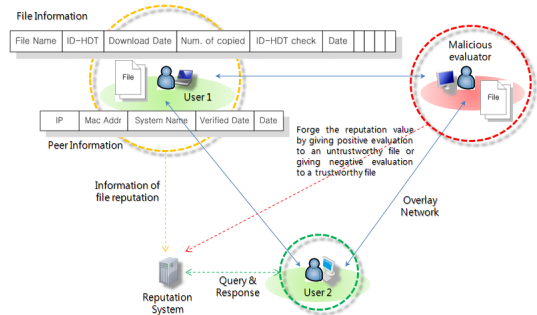


그림 6. 악의의 사용자에게 의한 다운로드된 콘텐츠의 악의의 평가 모델

Fig. 6. Malicious evaluation model about downloaded contents by malicious user

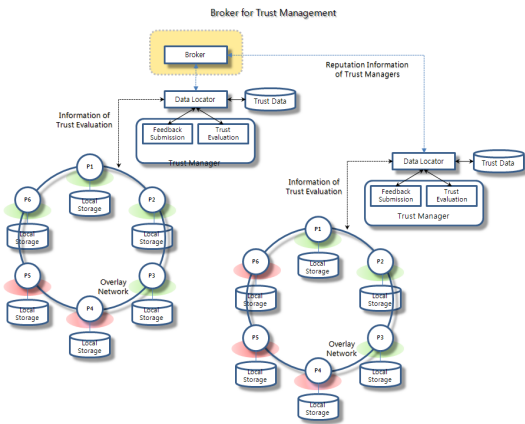


그림 5. 신뢰 관리 브로커 모델
Fig. 5. Trustworthy management broker model

또한 그림 5와 같이 브로커에 의해서 전역 저장소의 정보가 전역적으로 공유하게 된다. 신뢰 관리 브로커는 신뢰 관리자가 정규화를 수행하기 위해서 능동적으로 수행된다.

IV. Fake 콘텐츠 제거를 위한 집단지성

집단 지성에 의해서 악의적으로 평가한 악의의 사

4-1 CLT에 의한 정규화

P2P의 콘텐츠 평판 시스템에서 콘텐츠를 평가하는 기준으로 이항분포(Binomial distribution)의 값(True와 False)을 갖음에 따라 중심극한정리(Central Limit Theorem, CLT)[7]를 적용한다.

중심극한정리는 표본 n이 충분히 클 때 그 분포는 정규분포(Normal distribution)에 가까워진다는 것을 보여준 라플라스의 정리이다.

$$B(n, \frac{1}{2}), n \rightarrow \infty \approx N(0,1) \quad (2)$$

좀 더 쉽게 말하면 전체 모집단(Popular)에서 n의 샘플을 추출하였을 때 그 분포는 정규분포에 가까워진다는 것이다. 즉, n이 충분히 클 경우 정규분포에 근사했다는 가정 하에 통계치의 신뢰성을 추정할 수 있다. 여기서 충분히 큰 모집단 n이란, 모집단의 성격에 따라 다르지만, 적게는 n > 30 일 경우에도 CLT는 성립할 수 있다는 것이다.

$$B(n, \frac{1}{2}), n > 30 \approx N(0,1) \quad (3)$$

그러나 n이 충분히 크다는 사실이 표본 추출에 불편성(Un-biasedness)을 보장해 주는 것은 아니다. 예를 들면, 표본 추출에 있어서 특정 영역과 기간을 대상으로만 표본을 추출했다면 그 설문 결과는 이런 제한에 의해 편의(bias)가 있을 수 있다. 따라서 CLT를 모든 $n > t$ (t 는 충분히 큰 양의 정수)인 경우에 적용시키는 것은 이러한 오류를 무시하는 것이므로 주의가 필요하다.

4-2 Fake 콘텐츠 판별 기준

집단 지성을 이용하여 Fake 콘텐츠를 판별하기 위해서는 수식 (3)에 의해서 모집단이 $n > 30$ 을 기준으로 1차 평가와 모집단의 콘텐츠에 대한 이항 값(True 또는 False)에 의한 2차 평가에 의해서 정당한 콘텐츠와 Fake 콘텐츠를 판별할 수 있는 강한 기준(Strong boundary)을 마련한다.

$$eval_i, n > 30 \rightarrow \frac{\sum_{i=1}^n eval_i}{n} = Rep_j \quad (4)$$

1차 평가의 모집단이 $n < 30$ 이면 대표 평가($eval_j^{major}$)를 갖게 되며, 수식 (5)에 나타낸다.

이러한 경우에는 2차 평가에 의해서 정당한 콘텐츠와 Fake 콘텐츠를 판별할 수 있는 약한 기준(Weak boundary)을 갖게 된다.

$$eval_i, n < 30 \rightarrow \frac{\sum_{i=1}^{n < 30} eval_i}{n} = eval_j^{major} \quad (5)$$

4-2-1 모집단 $n > 30$ 인 경우

1차 평가로 모집단 $n > 30$ 인 경우에는 모집단의 평가가 정규분포 $N(0, 1)$ 을 따르게 되므로, 집단 지성에 의한 의사결정이 편의를 갖지 않는 평가(수식 (4))라 할 수 있으며, 이를 평판(Rep_j)이라 한다. 그러므로, 2차 평가에 의해서 다운로드된 콘텐츠가 정당한

지 아니면 Fake 콘텐츠임을 정확하게 판별할 수 있게 된다.

(1) 모집단의 평가: $T > 70\%$

집단 지성의 의사결정에 의해서 2차 평가에서 모집단의 70% 이상이 다운로드한 콘텐츠를 정당하다고 판단한 경우에는 임의의 악의의 사용자가 정당한 콘텐츠를 Fake 콘텐츠로 가장하여도 다운로드된 콘텐츠는 정당한 콘텐츠임이 보장할 수 있다.

또한 이 경우에 다운로드된 콘텐츠는 정당한 콘텐츠이므로 이 콘텐츠를 Fake로 평가한 사용자는 악의의 사용자의 후보 리스트(Candidate List of Malicious Users)로 관리할 수 있다.

(2) 모집단의 평가: $T < 20\%$

집단 지성의 의사결정에 의해서 2차 평가에서 모집단의 20% 이하가 다운로드한 콘텐츠를 정당하다고 판단한 경우에는 임의의 악의의 사용자의 어떠한 악의의 행위에 대해서 정당한 콘텐츠임이 보장할 수 없으며, 소수의 올바른 평가를 하더라도 다운로드된 콘텐츠는 Fake 콘텐츠로 판별된다.

역으로, 이 경우에 다운로드된 콘텐츠는 Fake 콘텐츠이므로 이 콘텐츠를 정당한 콘텐츠로 평가한 사용자는 악의의 사용자의 후보 리스트로 관리할 수 있다.

4-2-2 모집단 $n < 30$ 인 경우

1차 평가로 모집단 $n < 30$ 인 경우에는 모집단의 평가가 정규분포 $N(0, 1)$ 를 따르지 않으며, 집단 지성에 의한 의사결정이 편의를 갖는다는 가정 하에 정당한 콘텐츠와 Fake 콘텐츠를 판별하여야 한다.

(1) 모집단의 평가: $T > 70\%$

집단 지성의 의사결정에 의해서 2차 평가에서 모집단의 70% 이상이 다운로드한 콘텐츠를 정당하다고 판단한 경우에는 임시적으로 다운로드된 콘텐츠는 정당한 콘텐츠임이 보장할 수 있다.

(2) 모집단의 평가: $T < 40\%$

집단 지성의 의사결정에 의해서 2차 평가에서 모집단의 40% 이하가 다운로드한 콘텐츠를 정당하다고 판단한 경우에는 임시적으로 다운로드된 콘텐츠는 정당한 콘텐츠임이 보장할 수 없다.

4-2-3 신뢰 관리 브로커를 통한 정규화

1차 평가로 모집단 $n < 30$ 인 경우에는 신뢰 관리자(Trust Manager)가 이항 분포의 평가를 정규분포의 평가로 정규화를 하기 위해서 콘텐츠의 ID-HDT를 이용하여 분산된 다른 신뢰 관리자를 능동적으로 검색한다. 검색된 동일한 ID-HDT를 갖는 신뢰 관리자들의 평가 정보를 공유하여 정규분포로 확장하는 정규화 과정을 수행하며, 그림 7에 나타낸다. 신뢰 관리 브로커는 수집된 평가 정보를 이용하여 평판정보를 생성하여 검색된 신뢰 관리자들에게 평판 정보를 공유한다.

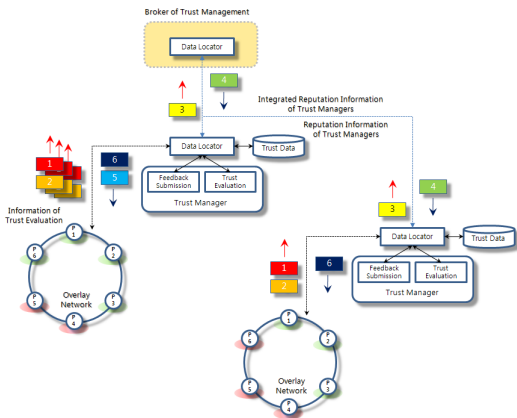


그림 7. 신뢰 관리 브로커에 의한 정규화 과정
Fig. 7. Normalization of Truthworthy Manahement Broker

모집단 $n < 30$ 인 경우에 신뢰 관리 브로커에 의해서 이항분포의 의사결정을 정규분포의 의사결정으로 정규화하기 위해서 신뢰 관리자들을 검색하여 모집단의 크기를 $n > 30$ 일 때까지 확장하며, 수식 (6)에 나타낸다. 단지 모집단의 크기만을 확장하기에 앞서 모집단의 특정 영역에 대한 불편의(Un-biased)를 제거하기 위해서는 호스트 정보의 IP 주소에 의한 모집단 구성에서 특정 영역에 대한 불편의를 제거하여야

한다.

$$\frac{\sum_{j=1}^{n > 30} eval_j^{major}}{n} = Rep_k \quad (6)$$

V. 시뮬레이션

콘텐츠 평판 시스템의 시뮬레이션은 Windows 환경에서 MatLab을 이용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 임의의 무작위 콘텐츠 10개를 4개의 영역으로 구분된 100개의 사이트에서 다운로드 및 평가하는 것을 확률의 포아송 분포 및 랜덤함수를 이용하여 시뮬레이션을 수행하였다.

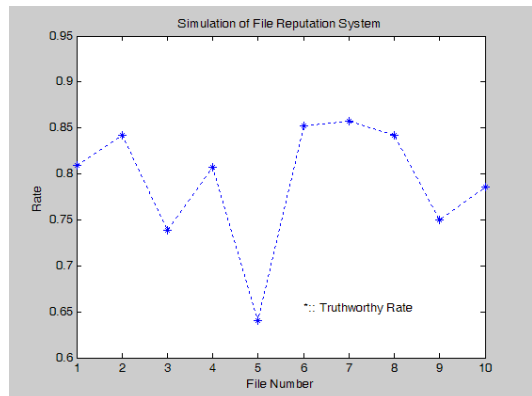


그림 8. 시뮬레이션의 콘텐츠에 대한 Truthworthy Rate
Fig. 8. Truthworthy Rate of Contents in Simulation

그림 8은 임의의 콘텐츠 10개에 대한 신뢰도를 나타낸 것이며, 그림 8의 콘텐츠 6,7,8은 85%, 86%, 84%의 거의 같은 콘텐츠 신뢰도를 보인다. 본 연구에서 제안한 방법을 적용한 그림 9는 평판 율을 적용하여 나타낸 것이며, 콘텐츠 6,7,8은 같은 콘텐츠 신뢰도를 같지만 평판 율에 의해서 90%, 47%, 63%의 전혀 다른 의견을 제시하게 된다. 콘텐츠 7은 평판 율 47%에 의해서 콘텐츠 신뢰도를 신뢰하지 못하게 된다. 콘텐츠 6은 평판 율 90%에 의해서 매우 높은 콘텐츠 신뢰도를 신뢰하게 된다. 그림 8은 일반적인 콘텐츠의 신뢰라면 그림 9의 평판은 신뢰의 메타 신

리로서 계산되며, 계산된 신뢰를 확대 및 축소시키는 스케일링 효과를 갖는다고 할 수 있다.

VI. 결 론

콘텐츠 공유를 주도하는 P2P 응용 프로그램들은 단지 콘텐츠 공유 기능만을 제공하여 Fake 콘텐츠를 무분별하게 배포하거나, 정당한 콘텐츠도 오염시키는 큰 문제점을 갖고 있다. 본 연구에서는 일반적인 P2P 응용 프로그램의 문제가 되는 Fake 콘텐츠를 집단지성에 의해서 판별하여 공유 제한 및 삭제 정보를 제공하기 위한 모델을 제시 및 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션에서 콘텐츠에 대한 신뢰를 평가하였으며, 집단지성을 이용한 평판을 계산하여 신뢰에 대한 메타 신뢰의 역할로서 신뢰값의 스케일링 효과를 주었다. 또한 콘텐츠 공유 측면에서 Fake 콘텐츠 분류로 다운로드를 억제하므로 대역폭 및 트래픽 감소를 가져올 것이다.

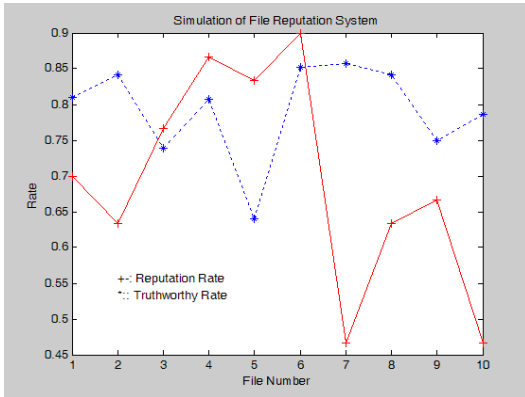


그림 9. 시뮬레이션의 콘텐츠에 대한 Truthworthy Rate와 Reputation Rate

Fig. 9. Truthworthy rate and reputation rate of contents in simulation

감사의 글

이 논문은 2009년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임. [NRF-2009-353-D00048]

참 고 문 헌

- [1] Ali Aydin Selpk, Ersin Uzun, Mark Regat Pariente, "A Reputation-Based Trust Management System for P2P Networks", *2004 IEEE International Symposium on Cluster Computing and the Grid*, p.251-258, 2004.
- [2] So Young Lee, O-Hoon Kwon, Jong Kim and Sung Je Hong, "A Reputation Management System in Structured Peer-to-Peer Networks", *Proceedings of the 14th IEEE International Workshops on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprise (WETICE'05)*, 2005.
- [3] Li Xiong and Ling Liu, "Building Trust in Decentralized Peer-to-Peer Electronic Communities", *International Conference on Electronic Commerce Research (ICECR-5)*, p.1-15, 2005.
- [4] Hugo Miranda, Luís Rodrigues, "A Framework to Provide Anonymity in Reputation Systems", 2006.

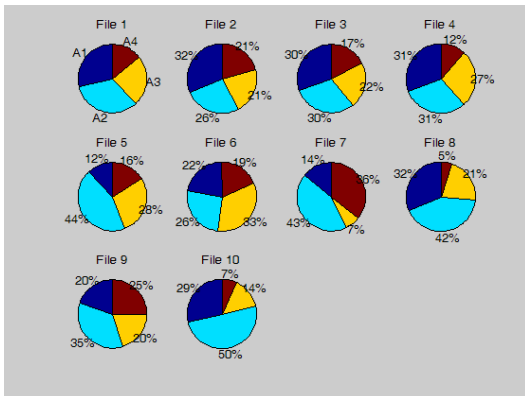


그림 10. 시뮬레이션 콘텐츠의 신뢰 평가 영역

Fig. 10. Truthworthy evaluation area of contents in simulation

그림 10은 각각의 10개 콘텐츠에 대한 다운로드한 사이트의 영역 분포를 나타낸 것이다. 단지 모집단의 크기 확장에서 발전하여 모집단의 특정 영역에 편중되는 불편의(Un-biased)를 제거하기 위해서는 호스트의 영역 정보에 의한 모집단 구성을 Pie 차트로 시뮬레이션 결과를 나타낸 것이다.

- [5] Audun Jøsang, Jennifer Golbeck, "Challenges for Robust Trust and Reputation Systems", *5th International Workshop on Security and Trust Management (STM 2009)*, p.1-12, September 2009.
- [6] Toby Segaran, "Programming Collective Intelligence: Building Smart Web 2.0 Applications", *O'reilly*, August 2007.
- [7] Sarah Boslaugh & Paul Andrew Watters, "Statistics in a Nutshell", p.137-140, *O'Reilly*, 2008.

차 병 래 (車 炳 來)



2004년 2월 : 국립 목포대학교 컴퓨터 공학과(공학박사)

2005년 3월 ~ 2009년 2월 : 호남대학교 컴퓨터공학과 전임강사

2009년 9월~현재 : 광주과학기술원(GIST), 고성능컴퓨팅협업환경 연구센터 연구교수

관심분야 : 정보보안, Intrusion Detection System, 신경망, Future Internet 등

김 종 원 (金 宗 元)



1997년 8월 ~ 2001년 7월 : University of Southern California 연구 조교수

1999년 12월 ~ 2000년 7월 Technology Consultant for VProtect Systems Inc.

2000년 7월 ~ 2001년 6월 Technology Consultant for Southern California

Division of InterVideo Inc.

2001년 9월 ~ 2008년 3월 광주과학기술원 정보기전공학부 부교수

2008년 4월 ~ 현재 광주과학기술원 정보기전공학부 교수
관심분야 : Networked Media Systems and Protocols focusing "Reliable and Flexible Delivery for Integrated Media over Wired/Wireless Networks"