위치 인식 기반 계층형 P2P 시스템

Location-awareness based Hybrid P2P System

*민수홍, **조동섭
Suhong Min, Dongsub Cho

Abstract - Peer-to-Peer system has emerged as a popular model aiming at further utilizing Internet information and resources, complementing the available client-server services. However, the mechanism of peers randomly choosing logical neighbors without any knowledge about underlying physical location aware topology can cause serious performance degradation. In this paper, we consider the network distance between peers so that it helps peers select neighbors located at the nearest when they exchange queries for sharing of resources. To reduce the unnecessary signaling traffic and delay of query exchange, we propose a location aware topology based Hybrid P2P system. This system calculates the network distance which combines the direct measurement such as RTT (Round Trip Time) with geographic space of peers using IP address

Key Words :P2P (Peer-to-Peer), Geographic location, Network Distance

1. 장 서 론

최근의 P2P 시스템들은 초기 순수 P2P 모델에서 수퍼 피어 기반의 계층형 모델로 변화되고 있다. 수퍼 피어 기반의 P2P 모델에서는 네트워크의 계층을 성능이 우수한 수퍼 피어와 일반 피어로 분류한다. 수퍼 피어는 일반 피어의 모든 쿼리를 대신 처리함으로써 성능이 낮은 피어의 네트워크에 참여를 도울 수 있다. 수퍼 피어 기반의 P2P 시스템의 특징은 일반 피어가 자원 공유를 위해 반드시 하나의 수퍼 피어를 선택해야 하며, 선택된 수퍼 피어를 통해 네트워크에 참여할 수 있다. 따라서 수퍼 피어는 일반 피어의 쿼리를 잘 처리할 수 있어야 하며, 일반 피어가 요구하는 자원을 잘 검색할 수 있어야 한다.

수퍼 피어 기반의 P2P 시스템의 경우, 수퍼 피어를 이용하여 쿼리 처리의 효율성을 높이기 위해서는 수퍼 피어의 위치에 대한 인식이 요구된다. 일반 피어가 어떠한 위치에 있는 수퍼 피어를 선택하느냐에 따라 쿼리 처리에 따른 응답 시간에 영향을 받을 수 있다. 따라서 일반 피어는 수퍼 피어의 지리적인 위치를 인식해서 가장 가까이에 위치한 수퍼 피어를 선택할 수 있어야 한다. 그러나 P2P 시스템의 경우, 다수의 피어가 네트워크 내에 존재하기 때문에 일반 피어가 수퍼 피어의 정확한 지리적인 위치를 인식하는 데 어려움이 있다.

기존에 P2P 시스템에서 위치를 인식하는 방법으로는 IP를 이용해 지리적인 위치를 맵핑시키는 방법과 쿼리 전송 시 TTL(Time-to-Live)과 홉 수에 의해 제한하는 방법 등이 보편적으로 사용된다. 그러나 IP를 이용하는 방식의 경우, 피어 간의 지리적인 위치를 인식하기에 정확도 면에서 떨어질 수 있으며, 홉 카운트를 이용하는 방법의 경우, 일반 피어가 다수의 수퍼 피어의 위치를 인식하기 위해 많은 양의 쿼리를 발생해야 하는 문제점이 있다. 따라서 본 논문에서는 에이전스 피어를 이용해 일반 피어가 거리가 가장 가까운 수퍼 피어의 위치를 식별할 수 있도록 하였다.

제안한 시스템은 다음과 같은 기여도를 갖는다.

- 일반 피어는 에이전트 피어를 이용해 다수의 수퍼 피어와의 거리 측정 없이 수퍼 피어의 위치를 인식함으로써 수퍼 피어와의 거리 측정 비용을 줄일 수 있다.

- 에이전트 피어는 자신의 그룹 내의 각각의 수퍼 피어들의 평균 네트워크 거리를 측정한 후 이를 기반으로 수퍼 피어 그룹의 평균 분포도를 분석한 후 일반 피어에게 거리가 가장 유사한 수퍼 피어의 그룹을 제공할 수 있다. 이를 통해 수퍼 피어를 이용해 쿼리 처리 시 응답 시간을 줄일 수 있다.

2. 장 관련 연구

초기 순수 (pure) P2P 시스템의 경우, 피어는 이웃 피어의 위치 정보를 얻기 위해 메시지를 전송할 때 메시지를 자신과 연결된 다른 피어에게 브로드 캐스팅 한다. 따라서 각각의 노드들이 메시지를 핸들링하고, 라우팅 해야 하므로 노

* 민수홍 : 이화여자대학교 컴퓨터학과 박사과정
** 조동섭: 이화여자대학교 컴퓨터학과 정교수

드의 수가 증가함에 따라 네트워크 내의 신호 트래픽 (Signaling Traffic) 또한 크게 증가된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 제안된 방식이 수퍼 피어 기반의 계층형 P2P 시스템 모델이며, 이 방식은 일반 피어의 쿼리를 수퍼 피어를 이용해 검색 쿼리를 처리함으로써, 신호 트래픽을 줄일 수 있다 [1]. 그러나 기존의 그누텔라와 같은 수퍼 피어 기반의 모델들은 일반 피어가 수퍼 피어에게 쿼리 처리를 요청할 때 랜덤한 방식으로 수퍼 피어를 선택한다 [2,3]. 이로 인해 일반 피어는 거리가 먼 곳에 위치한 수퍼 피어를 선택할 수 있으며, 이는 잠재적인 네트워크 지연 문제를 야기 시킬 수 있다. 따라서 일반 피어가 수퍼 피어를 통해 자원 검색 등의 쿼리 처리를 요청할 때, 수퍼 피어와의 위치를 인지하여 이에 따라 수퍼 피어를 선택할 수 있어야 한다.

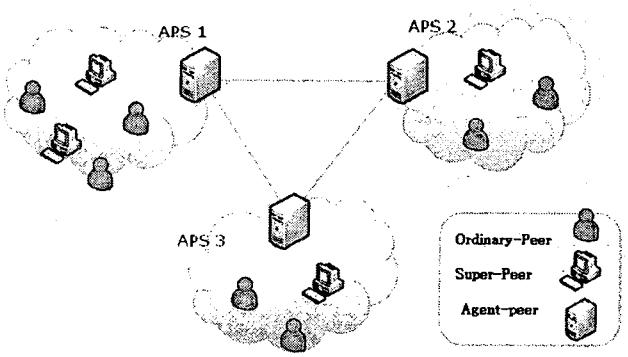

그림 1 전체 시스템 구조

3. 장 위치 기반 인식 시스템

3.1 절 시스템 특징

본 논문에서는 이를 위해 P2P 시스템의 피어를 3계층으로 분류하여 피어 간의 상호 협력을 통해 피어의 위치를 인식하고자한다. 이를 위해 우리는 피어를 에이전트 피어, 수퍼 피어, 일반 피어로 분류하였다. 에이전트 피어는 일반 피어와 수퍼 피어의 위치를 인식시켜주는 landmark로서 동작한다. 선택된 에이전트 피어는 정적으로 고정된 수가 존재하며, IP 주소를 지리적인 위치로 맵핑 시켜주는 역할을 한다. 또한 일반 피어에게 수퍼 피어들과의 거리를 제공해 주는 역할을 한다. 따라서 네트워크 내에 존재하는 모든 일반 피어와 수퍼 피어들은 에이전트 피어를 이용해 원하는 피어의 위치 정보를 제공받을 수 있다.

이를 위해 본 논문에서는 피어 간의 위치 인식을 위해 다음과 같은 순서로 네트워크 거리를 측정하였다. 첫째, 에이전트 피어의 위치를 IP를 지리적인 위치로 변환하여, 유사한 위치에 있는 에이전트 피어의 영역에 접근할 수 있도록 한다. 둘째, 에이전트 피어는 일반 피어에게 최적의 수퍼 피어를 제공할 수 있도록 에이전트 피어의 그룹 내에 있는 수퍼 피어들과의 거리를 RTT(Round Trip Time)를 이용해 delay vector를 구성한다. 셋째, 일반 피어는 에이전트 피어의 그룹 수퍼 피어와의 거리의 분포도를 조사하여, 가장 거리가 가까운 수퍼 피어의 집합을 갖는 에이전트 피어를 선택하며, 동시에 그룹 수퍼 피어 중 가장 거리가 유사한 수퍼 피어를 선택하도록 한다.

3.2 절 에이전트의 지리적인 위치 인식

일반 피어가 수퍼 피어의 위치를 인식하기 위해서는 먼저 에이전트 피어를 선택해야 한다. 에이전트 피어를 이용하는 가장 중요한 이유는 일반 피어가 고정된 적은 수의 에이전트 피어와의 위치만을 고려해 네트워크 내에 다수의 수퍼 피어 중 가장 가까이 위치한 수퍼 피어를 선택하도록 하는 데 있다. 에이전트 피어를 선택하기 위해서 우리는 먼저, 일반 피어와 에이전트 피어의 위치를 IP를 이용해 지리적인 위치를 추출한다. 본 논문에서는 IP2Location 데이터베이스 시스템을 이용해 일반 피어와 에이전트 피어의 지리적인 위치를 구분한다 [4].

IP2Location 시스템은 IP 주소를 지리적인 위치로 변환해 주는 역할을 한다. 예를 들어, IP 주소가 203.255.177.180 일 때, 해당 IP에 대한 지리적인 위치 정보인 나라, 도시, 경도, 위도 등의 값을 알려준다.

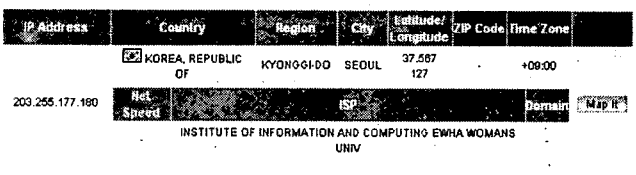

그림 2 IP2Location Database

해당 시스템을 기반으로 일반 피어는 에이전트 피어와의 지리적인 위치를 인식할 수 있다. 이를 통해 자신이 위치한 곳의 반경 내에 어떤 에이전트 피어가 존재하는지를 찾아낸다. 일반 피어는 자신의 위치와 근접한 하나 이상의 에이전트 피어를 인식할 수 있다.

그러나 IP를 이용해서 위치를 인식하는 것은 여전히 정확도에서 문제가 발생할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 IP를 이용해서 일반 피어와 에이전트 피어의 유사한 영역을 구분하는 데 적용한다.

3.3 절 수퍼 피어 그룹에 대한 측정 기반 위치 인식

본 절에서는 일반 피어가 수퍼 피어의 위치 정보를 얻기 위해 에이전트 피어를 이용해서 수퍼 피어 그룹에 대해 거리 값을 측정하고 각각의 에이전트와 수퍼 피어 그룹 간의 분포도를 조사하고자 한다. 에이전트 피어는 수퍼 피어와의 위치를 인식하기 위해 RTT를 이용해 거리를 측정한다. 각각의 에이전트는 각자 다수 개의 수퍼 피어 그룹을 가진다. 따라서 에이전트들은 자신의 그룹 내의 수퍼 피어와의 거리를 RTT를 이용해 측정한다.

예를 들어, 일정 반경 내에 N개의 에이전트가 존재하며, 각각의 에이전트 피어는 K개의 수퍼 피어 그룹을 가질 경우, 에이전트는 각각의 수퍼 피어와의 거리를 RTT를 이용해 측

정한다. 본 논문에서는 에이전트 피어와 수퍼 피어 사이의 거리를 정확하게 인식하기 위해서 에이전트 피어는 주기적으로 수퍼 피어와의 거리를 측정해서 그 중 최소값을 이용해 평균 RTT 값을 측정하여 (식1) 수퍼 피어 1~k까지의 delay vector, dx 를 구한다 (식2). 에이전트 피어는 자신의 그룹 피어의 평균 거리 값을 측정하여 (식3) 분포도를 조사하기 위해 표준 편차를 구한다. 최종적으로 에이전트 피어는 일반 피어와의 거리를 에이전트 피어와의 거리에 자신의 그룹 피어의 거리 정보와 분포도를 이용해 계산한다.

$$d_{ix} = \frac{\sum' d_x}{T} \quad (i \le k) \qquad (1)$$

$$dx = [d_{1x}, d_{2x}, d_{3x}, \ldots\ldots, d_{kx}] \qquad (2)$$

$$d(X) = \frac{\sum_{i=0}^{k} d_{ix}}{K} \qquad (3)$$

$$D = RTT + \alpha d(X) \qquad (4)$$

일반 피어는 수퍼 피어 그룹의 위치와 분포도가 가장 낮은 것으로 이루어진 에이전트 피어를 선택한다. 예를 들어, 일반 피어의 반경 내에 3개의 에이전트 피어가 있다고 가정한다. 일반 피어와 에이전트 피어의 거리, 에이전트와 그룹 수퍼 피어와의 거리, 표준 편차 값을 다음 표 1과 같다고 가정 할 경우, 일반 피어는 일반 피어는 에이전트 피어 1을 선택한다. 선별된 에이전트는 자신의 그룹 내의 수퍼 피어들 중 가장 rtt가 낮은 수퍼 피어를 선택해 일반 피어에게 제공한다.

	AP1	AP2	AP3
일반 피어와의 거리	5ms	10ms	5ms
수퍼 피어 그룹	17ms	25ms	17ms
편차	0.5	0.8	1.2

표 1 에이전트 피어 대 수퍼 피어 그룹과의 거리

본 논문에서 일반 피어가 에이전트 피어를 이용해 단지 하나의 수퍼 피어를 선택하도록 하는 대신, 네트워크 거리가 작으며, 분포도가 낮은 수퍼 피어들로 이루어진 에이전트 피어를 선택하도록 한다. 왜냐하면 P2P 시스템의 경우, 매우 동적인 네트워크 환경이기 때문에 언제든지 수퍼 피어가 네트워크를 떠날 수 있다. 따라서 수퍼 피어와의 connection 이 끊어질 때 에이전트 피어를 통해 그룹 내의 있는 새로운 수퍼 피어와 커넥션을 유지할 수 있어야 한다.

4. 장 결 론

현재 P2P 시스템은 인터넷 트래픽의 50% 또는 70%이상을 차지하고 있을 만큼 많은 사용자들이 자원 공유를 위해 사용하고 있다. 그러나 기존의 P2P 시스템의 경우, 피어의 지리적인 위치를 인식하는 데 어려움이 따르며, 피어 간의 위치를 계산하기 위해 쿼리를 포워딩 하는 방식은 신호 트래픽을 과도하게 발생시키기 때문에 적절하지 않는다. 따라서 본 논문에서는 일반 피어가 에이전트 피어를 이용해 다수의 수퍼 피어와의 거리를 직접적인 측정 없이 수퍼 피어의 위치를 인식함으로써 수퍼 피어와의 거리 측정 비용을 줄일 수 있다. 또한, 에이전트 피어는 자신의 그룹 내의 각각의 수퍼 피어들의 평균 네트워크 거리와 그들의 분포도를 분석한 것을 일반 피어에게 제공함으로써, 일반 피어는 가장 가까이에 위치한 수퍼 피어와 그들의 그룹을 동시에 택할 수 있다. 이를 통해 가장 유사한 위치에 있는 수퍼 피어들을 택함으로써, 쿼리 처리 시 응답 시간을 줄일 수 있다.

참 고 문 헌

[1] B. Yang, H. Garcia-Molina, "Designing a super-peer network", IEEE International Conference on Data Engineering, Bangalore, India, March 2003.

[2] Gnutella protocol spec. v.0.6 http://rfc-gnutella.sourceforge.net/src/rfc-0_6-draft.html

[3] Y. Chawathe , S. Ratnasamy , L. Breslau , N. Lanham and S. Shenker, "Making Gnutella-like P2P systems scalable", Proceedings of the 2003 conference on Applications, technologies, architectures, and protocols for computer communications, Karlsruhe, Germany, August 25-29, 2003.

[4] IP2Location, http://www.ip2location.com/