



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0068314
(43) 공개일자 2012년06월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04L 12/28 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0129887

(22) 출원일자 2010년12월17일

심사청구일자 2010년12월17일

(71) 출원인

이화여자대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)

(72) 발명자

이미정

서울특별시 용산구 이촌로 347, 15동 507호 (서빙고동, 신동아아파트)

변해선

서울특별시 마포구 독막로29길 22-3 (신수동)

(74) 대리인

남정길

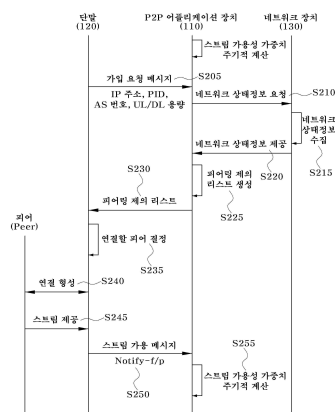
전체 청구항 수 : 총 26 항

(54) 발명의 명칭 피어링 제의 리스트를 제공하는 방법, P2P 네트워크를 형성하는 방법, P2P 어플리케이션 장치, P2P 네트워크를 형성하는 단말 및 네트워크 장치

(57) 요약

개시된 기술은 피어링 제의 리스트를 제공하는 방법, P2P 네트워크를 형성하는 방법, P2P 어플리케이션 장치, P2P 네트워크를 형성하는 단말 및 네트워크 장치에 관한 것으로 보다 상세하지만 제한됨이 없이는 P4P(Proactive network Provider Participation for P2P) 프레임워크 기반의 P2P 오버레이 네트워크를 형성하는 방법 및 장치에 관한 것이다. 실시예들 중에서, P2P(Peer to Peer) 어플리케이션 장치가, P2P 네트워크에 새로이 가입하고자 하는 단말에게 피어링 제의 리스트(Peering Suggestion List)를 제공하는 방법은, 상기 P2P 네트워크를 형성하고 있는 적어도 하나의 피어로부터 스트림 가용 메시지를 수신하여, 각 피어에 대한 스트림 가용성 가중치를 계산하는 단계; 상기 단말로부터 상기 P2P 네트워크에 대한 가입 요청 메시지를 수신하는 단계; 상기 스트림 가용성 가중치를 기초로, 상기 단말에 대한 피어링 제의 리스트(Peering Suggestion List)를 생성하는 단계; 및 상기 피어링 제의 리스트를 상기 단말에게 제공하는 단계를 포함하고, 상기 스트림 가용성 가중치는, 상기 각 피어가 스트림을 안정적으로 제공할 수 있는 정도를 나타낸다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345073309

부처명 교육과학기술부

연구사업명 특정기초 연구지원사업

연구과제명 차세대 네트워크 환경에서의 라이브 미디어 스트리밍을 위한 견고성과 지연인지성을 갖춘
하이브리드 P2P구조

주관기관 이화여자대학교 산학협력단

연구기간 2008.05.01 ~ 2011.02.28

특허청구의 범위

청구항 1

P2P(Peer to Peer) 어플리케이션 장치가, P2P 네트워크에 새로이 가입하고자 하는 단말에게 피어링 제의 리스트(Peering Suggestion List)를 제공하는 방법에 있어서,

상기 P2P 네트워크를 형성하고 있는 적어도 하나의 피어로부터 스트림 가용 메시지를 수신하여, 각 피어에 대한 스트림 가용성 가중치를 계산하는 단계;

상기 단말로부터 상기 P2P 네트워크에 대한 가입 요청 메시지를 수신하는 단계;

상기 스트림 가용성 가중치를 기초로, 상기 단말에 대한 피어링 제의 리스트(Peering Suggestion List)를 생성하는 단계; 및

상기 피어링 제의 리스트를 상기 단말에게 제공하는 단계를 포함하고,

상기 스트림 가용성 가중치는, 상기 각 피어가 스트림을 안정적으로 제공할 수 있는 정도를 나타내는 피어링 제의 리스트를 제공하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 스트림 가용성 가중치는,

동일 PoP 내에 위치해 있는 액티브 피어들의 스트림 가용성의 합에 대한 상기 피어의 스트림 가용성의 비율로 계산되는 피어링 제의 리스트를 제공하는 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 스트림 가용성은,

$$p_n = \frac{1}{t_{init}^n} \cdot \alpha + \frac{1}{t_c^n} \cdot \beta + t_s^n \cdot \gamma$$

(이때, p_n 은 상기 피어 n 의 스트림 가용성, t_{init}^n 은 피어 n 이 상기 P2P 네트워크에 가입한 후 연결된 피어로부터 첫 번째 세그먼트를 받을 때까지 경과한 시간, t_c^n 은 피어 n 이 첫 번째 세그먼트를 받은 후에 초기 동기화 지점까지 버퍼링 하기까지 경과한 시간, t_s^n 은 피어 n 이 초기 동기화 지점까지 버퍼링 한 이후 상기 P2P 네트워크에 머무른 시간, α , β , γ 는 각 단계 별 가중치를 나타냄)에 따라 계산되는 피어링 제의 리스트를 제공하는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 계산하는 단계는,

상기 피어가 서브스트림의 최초 세그먼트를 제공 받았음을 나타내는 제1 NOTIFY 메시지를 수신하는 단계; 및

상기 피어가 초기 동기화 지점까지 버퍼링 했음을 나타내는 제2 NOTIFY 메시지를 수신하는 단계를 포함하는 피어링 제의 리스트를 제공하는 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 가입 요청 메시지는,

상기 단말로부터 IP(Internet Protocol) 주소, PID(Point of Presence ID), AS(Autonomous System) 번호 및 업로드/다운로드 링크 용량 중 적어도 하나에 관한 정보를 포함하고,

상기 생성하는 단계는, 상기 스트림 가용성 가중치 및 상기 링크 용량을 기초로 피어링 제의 리스트를 생성하는 피어링 제의 리스트를 제공하는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 단말이 속한 AS(Autonomous System)의 네트워크 장치로부터 지연 비용, 링크 혼잡상태 비용, 또는 라우팅 비용을 제공 받는 단계를 더 포함하고,

상기 생성하는 단계는, 상기 스트림 가용성 가중치, 상기 지연 비용, 상기 링크 혼잡상태 비용 또는 상기 라우팅 비용을 기초로 피어링 제의 리스트를 생성하는 피어링 제의 리스트를 제공하는 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 지연 비용은,

PID-i(Point of Presence ID-i)로부터 PID-j(Point of Presence ID-j)로 가는 경로상의 모든 링크 e에서 발생하는 지연의 합으로 계산되는 피어링 제의 리스트를 제공하는 방법.

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 링크 혼잡상태 비용은,

PID-i로부터 PID-j로 가는 경로상의 모든 링크 e의 링크 혼잡 상태의 곱으로 계산되는 피어링 제의 리스트를 제공하는 방법.

청구항 9

제6항에 있어서, 상기 라우팅 비용은,

PID-i로부터 PID-j로 가는 경로상의 모든 링크 e의 라우팅 비용의 합으로 계산되는 피어링 제의 리스트를 제공하는 방법.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 생성하는 단계는,

상기 단말과 동일한 PoP(Point of Presence)에 존재하는 피어(이하, 인트라-PID 피어) 중 적어도 하나를 선택하고, 그 후, 상기 단말과 동일한 AS(Autonomous System) 내의 서로 다른 PoP에 존재하는 피어(이하, 인터-PID 피어) 중 적어도 하나를 선택하고, 그 후, 상기 단말과 서로 다른 AS 내에 존재하는 피어(이하, 인터-AS 피어) 중 적어도 하나를 선택하여 상기 피어링 제의 리스트에 추가하는 단계를 포함하는 피어링 제의 리스트를 제공하는 방법.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 생성하는 단계는,

인트라-PID 피어 중에서 활용 가능한 업로드 대역폭을 가진 피어를 스트림 가용성 가중치가 높은 순서대로 선택하여 상기 피어링 제의 리스트에 추가하는 단계를 포함하는 피어링 제의 리스트를 제공하는 방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 생성하는 단계는,

상기 피어링 제의 리스트에 추가된 인트라-PID 피어의 수가 미리 설정된 수보다 작은 경우, 상기 단말과 동일한 AS에서 링크 혼잡상태 비용이 1이고, 지연 비용이 지연 임계 값보다 작은 PoP를 라우팅 비용이 낮은 순서대로 선택하여, 선택된 PoP의 인터-PID 피어를 상기 피어링 제의 리스트에 추가하는 단계를 더 포함하는 피어링 제의 리스트를 제공하는 방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 생성하는 단계는,

상기 스트림 제의 리스트에 추가된 인트라-PID 피어 및 인터-PID 피어의 수가 상기 미리 설정된 수보다 작은 경우, 상기 단말이 속해있는 ISP(Internet Service Provider)가 선호하는 AS의 인터-AS 피어를 상기 스트림

제의 리스트에 추가하는 단계를 더 포함하는 피어링 제의 리스트를 제공하는 방법.

청구항 14

단말이 P2P(Peer-to-Peer) 네트워크를 형성하는 방법에 있어서,

상기 P2P 네트워크에 대한 가입 요청 메시지를 P2P 어플리케이션 장치에 송신하는 단계;

상기 P2P 어플리케이션 장치로부터 제공되는 피어링 제의 리스트(Peering Suggestion List)에 포함된 적어도 하나의 피어와 P2P 연결을 형성하는 단계;

상기 연결을 형성한 적어도 하나의 피어로부터 재생 동기화 지점을 제공받아, 초기 동기화 지점을 결정하는 단계; 및

상기 초기 동기화 지점을 기준으로, 상기 연결을 형성한 적어도 하나의 피어로부터 서브스트림을 제공받는 단계를 포함하는 P2P 네트워크를 형성하는 방법.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 재생 동기화 지점은,

상기 연결을 형성한 피어가 소스 피어 또는 소스 피어의 파트너 피어로부터 제공된 재생 동기화 지점을 기초로 예측한 소스 피어의 재생 동기화 지점인 P2P 네트워크를 형성하는 방법.

청구항 16

제14항에 있어서, 상기 재생 동기화 지점은,

$t \times f \times l$ (이때, t 는 소스의 재생 시작 시점으로부터 경과한 시간, f 는 초당 발생하는 프레임의 수, l 은 프레임당 평균 세그먼트 개수임)에 따라 산출되는 세그먼트 번호로 나타내는 P2P 네트워크를 형성하는 방법.

청구항 17

제14항에 있어서, 상기 초기 동기화 지점은,

상기 적어도 하나의 재생 동기화 지점 중 가장 앞선 지점으로 결정되는 P2P 네트워크를 형성하는 방법.

청구항 18

제14항에 있어서, 상기 서브스트림을 제공받는 단계는,

상기 초기 동기화 지점에서 소정 세그먼트 앞선 지점부터 상기 서브스트림을 제공받는 P2P 네트워크를 형성하는 방법.

청구항 19

제14항에 있어서, 상기 P2P 네트워크는,

각각의 서브스트림이 지정된 부모 피어를 통해 전달되는 멀티플 트리 오버레이와 임의의 파트너 피어를 통해 세그먼트를 요청하여 제공받는 보조 메시 오버레이를 포함하여 형성되는 P2P 네트워크를 형성하는 방법.

청구항 20

제14항에 있어서,

상기 피어링 제의 리스트는, 상기 P2P 네트워크를 형성하고 있는 각각의 피어에 대한 스트림 가용성 가중치에 따라 생성되며,

상기 스트림 가용성 가중치는, 상기 각각의 피어가 스트림을 안정적으로 제공할 수 있는 정도를 나타내는 P2P 네트워크를 형성하는 방법.

청구항 21

제14항에 있어서,

상기 연결을 형성한 피어 중 하나로부터 상기 서브스트림을 제공받으면, 버퍼 검사 인터벌마다 버퍼 검사를 수행하는 단계; 및

상기 버퍼 검사 인터벌 동안 제공되는 서브스트림이 미리 설정된 기준을 만족하지 못하는 경우, 서브스트림을 제공 받을 새로운 피어를 선택하는 단계를 더 포함하는 P2P 네트워크를 형성하는 방법.

청구항 22

제21항에 있어서, 상기 선택하는 단계는,

상기 버퍼 검사 인터벌 동안 제공되는 서브스트림의 세그먼트 수가 최소 세그먼트 기준치를 초과하였는지 여부를 판단하는 단계;

상기 최소 세그먼트 기준치를 초과하지 못한 경우, 연속적으로 상기 최소 세그먼트 기준치를 초과하지 못하였다고 판단된 경우가 미리 설정된 임계 횟수보다 큰지 여부를 판단하는 단계; 및

상기 미리 설정된 임계 횟수를 초과한 경우, 상기 서브스트림을 제공 받을 새로운 피어를 선택하는 단계를 포함하는 P2P 네트워크를 형성하는 방법.

청구항 23

제21항에 있어서, 상기 새로운 피어는,

상기 새로운 피어에게 요청한 세그먼트의 전체 수 가운데, 상기 새로운 피어로부터 성공적으로 제공받은 세그먼트 수의 비율이 미리 설정된 기준 값을 초과하는 피어인 P2P 네트워크를 형성하는 방법.

청구항 24

P2P 네트워크를 형성하는 적어도 하나의 피어로부터 제공되는 스트림 가용 메시지를 기초로, 상기 피어가 스트림을 안정적으로 제공할 수 있는 정도를 나타내는 스트림 가용성 가중치를 산출하는 스트림 가용성 모듈; 및

단말로부터 P2P 네트워크에 대한 가입 요청 메시지를 수신하면, 상기 스트림 가용성 가중치를 기초로 피어링 제의 리스트를 생성하고, 상기 피어링 제의 리스트를 상기 단말에게 제공하는 인텔리전트 피어링 모듈을 포함하는 P2P 어플리케이션 장치.

청구항 25

P2P 네트워크의 가입 요청 메시지에 대한 응답으로 P2P 어플리케이션 장치로부터 수신되는 피어링 제의 리스트를 기초로 적어도 하나의 피어와 P2P 연결을 형성하는 파트너십 매니저;

상기 연결을 형성한 피어로부터 재생 동기화 지점을 제공 받고, 상기 제공된 적어도 하나의 재생 동기화 지점을 기초로 초기 동기화 지점을 결정하는 동기화 모듈; 및

상기 초기 동기화 지점에서 소정 세그먼트 앞선 지점부터, 상기 연결을 형성한 피어 중 적어도 하나로부터 서브스트림을 제공받는 스트림 매니저를 포함하는 단말.

청구항 26

PID-i(Point of Presence ID-i)로부터 PID-j(Point of Presence ID-j)로 가는 경로상의 모든 링크에서 발생하는 지연을 더하여 지연 비용을 산출하는 지연 비용 연산부; 및

PID-i로부터 PID-j로 가는 경로상의 모든 링크의 링크 혼잡 상태를 곱하여 링크 혼잡 상태 비용을 산출하는 링크 혼잡 상태 비용 연산부를 포함하고,

상기 링크 혼잡 상태는, 해당하는 링크의 링크 활용률이 링크 활용률 제한치보다 큰 경우 0으로, 상기 링크 활용률 제한치보다 작은 경우 1로 결정되는 네트워크 장치.

명세서

기술 분야

[0001] 개시된 기술은 피어링 제의 리스트를 제공하는 방법, P2P 네트워크를 형성하는 방법, P2P 어플리케이션 장치, P2P 네트워크를 형성하는 단말 및 네트워크 장치에 관한 것으로 보다 상세하지만 제한됨이 없이는 P4P(Proactive network Provider Participation for P2P) 프레임워크 기반의 P2P 오버레이 네트워크를 형성하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 지금까지 제안된 대부분의 P2P(Peer-to-Peer) 시스템들은 네트워크 자원 사용에 제약이 없다는 가정 하에 P2P 어플리케이션 측면에서의 성능 향상을 고려하여 디자인되었다. 그렇기 때문에, 네트워크 서비스 제공자 입장에서, P2P 시스템은 효율적이고 공정한 네트워크 자원 활용이 어렵다는 문제가 있다. 그러나, 이러한 문제를 해결하기 위해 네트워크 서비스 제공자가 P2P 트래픽에 제재를 가하는 방식을 도입하는 것은 P2P 서비스 품질에 있어서도 결정적인 문제를 야기할 수 있다. 이에 DCIA(Distributed Computing Industry Association)의 P4P(Proactive network Provider Participation for P2P) 워킹 그룹은 네트워크(또는 인터넷) 서비스 제공자와 P2P 어플리케이션 간 협력 방안으로 P4P 프레임워크를 제안하였다. P4P에서는 네트워크 서비스 제공자 측에서 동작하는 서버가 P2P 시스템 측의 P2P 어플리케이션 서버(트래커 기반 구조의 경우) 또는 피어(트래커리스 구조의 경우)에게 네트워크의 상태, 네트워크 정책(policy), 네트워크 능력(capability) 등의 네트워크 정보를 제공한다. P2P 어플리케이션 서버 또는 피어는 이와 같은 네트워크 정보와 어플리케이션 요구사항을 반영하여 P2P 트래픽을 제어한다. P4P는 P2P 어플리케이션의 성능을 향상, 또는 유지시키면서 네트워크 자원을 최적으로 활용하는데 목적을 두고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 개시된 기술이 이루고자 하는 기술적 과제는 피어링 제의 리스트를 제공하는 방법, P2P 네트워크를 형성하는 방법, P2P 어플리케이션 장치, P2P 네트워크를 형성하는 단말 및 네트워크 장치를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0004] 상기의 기술적 과제를 이루기 위하여 개시된 기술의 제1 측면은 P2P(Peer to Peer) 어플리케이션 장치가, P2P 네트워크에 새로이 가입하고자 하는 단말에게 피어링 제의 리스트(Peering Suggestion List)를 제공하는 방법에 있어서, 상기 P2P 네트워크를 형성하고 있는 적어도 하나의 피어로부터 스트림 가용 메시지를 수신하여, 각 피어에 대한 스트림 가용성 가중치를 계산하는 단계; 상기 단말로부터 상기 P2P 네트워크에 대한 가입 요청 메시지를 수신하는 단계; 상기 스트림 가용성 가중치를 기초로, 상기 단말에 대한 피어링 제의 리스트(Peering Suggestion List)를 생성하는 단계; 및 상기 피어링 제의 리스트를 상기 단말에게 제공하는 단계를 포함하고, 상기 스트림 가용성 가중치는, 상기 각 피어가 스트림을 안정적으로 제공할 수 있는 정도를 나타내는 피어링 제의 리스트를 제공하는 방법을 제공한다.

[0005] 상기의 기술적 과제를 이루기 위하여 개시된 기술의 제2 측면은 단말이 P2P(Peer-to-Peer) 네트워크를 형성하는 방법에 있어서, 상기 P2P 네트워크에 대한 가입 요청 메시지를 P2P 어플리케이션 장치에 송신하는 단계; 상기 P2P 어플리케이션 장치로부터 제공되는 피어링 제의 리스트(Peering Suggestion List)에 포함된 적어도 하나의 피어와 P2P 연결을 형성하는 단계; 상기 연결을 형성한 적어도 하나의 피어로부터 재생 동기화 지점을 제공받아, 초기 동기화 지점을 결정하는 단계; 및 상기 초기 동기화 지점을 기준으로, 상기 연결을 형성한 적어도 하나의 피어로부터 서브스트림을 제공받는 단계를 포함하는 P2P 네트워크를 형성하는 방법을 제공한다.

[0006] 상기의 기술적 과제를 이루기 위하여 개시된 기술의 제3 측면은 P2P 네트워크를 형성하는 적어도 하나의 피어로부터 제공되는 스트림 가용 메시지를 기초로, 상기 피어가 스트림을 안정적으로 제공할 수 있는 정도를 나타내는 스트림 가용성 가중치를 산출하는 스트림 가용성 모듈; 및 단말로부터 P2P 네트워크에 대한 가입 요청 메시지를 수신하면, 상기 스트림 가용성 가중치를 기초로 피어링 제의 리스트를 생성하고, 상기 피어링 제의 리스트를 상기 단말에게 제공하는 인텔리전트 피어링 모듈을 포함하는 P2P 어플리케이션 장치를 제공한다.

[0007] 상기의 기술적 과제를 이루기 위하여 개시된 기술의 제4 측면은 P2P 네트워크의 가입 요청 메시지에 대한 응답으로 P2P 어플리케이션 장치로부터 수신되는 피어링 제의 리스트를 기초로 적어도 하나의 피어와 P2P 연결을 형성하는 파트너십 매니저; 상기 연결을 형성한 피어로부터 재생 동기화 지점을 제공 받고, 상기 제공된 적어도 하나의 재생 동기화 지점을 기초로 초기 동기화 지점을 결정하는 동기화 모듈; 및 상기 초기 동기화

지점에서 소정 세그먼트 앞선 지점부터, 상기 연결을 형성한 피어 중 적어도 하나로부터 서브스트림을 제공받는 스트림 매니저를 포함하는 단말을 제공한다.

- [0008] 상기의 기술적 과제를 이루기 위하여 개시된 기술의 제5 측면은 PID-i(Point of Presence ID-i)로부터 PID-j(Point of Presence ID-j)로 가는 경로상의 모든 링크에서 발생하는 지연을 더하여 지연 비용을 산출하는 지연 비용 연산부; 및 PID-i로부터 PID-j로 가는 경로상의 모든 링크의 링크 혼잡 상태를 곱하여 링크 혼잡 상태 비용을 산출하는 링크 혼잡 상태 비용 연산부를 포함하고, 상기 링크 혼잡 상태는, 해당하는 링크의 링크 활용률이 링크 활용률 제한치보다 큰 경우 0으로, 상기 링크 활용률 제한치보다 작은 경우 1로 결정되는 네트워크 장치를 제공한다.

발명의 효과

- [0009] 개시된 기술의 실시 예들은 다음의 장점들을 포함하는 효과를 가질 수 있다. 다만, 개시된 기술의 실시 예들이 이를 전부 포함하여야 한다는 의미는 아니므로, 개시된 기술의 권리범위는 이에 의하여 제한되는 것으로 이해되어서는 아니 될 것이다.
- [0010] 개시된 기술의 일 실시예에 의하면, ISP(Internet Service Provider) 네트워크 측면에서는 네트워크상의 혼잡 링크를 줄이고, 각 링크 별 트래픽 부하를 균등하게 유지할 수 있다는 장점이 있다. P2P 라이브 멀티미디어 스트리밍 서비스 측면에서는 스트리밍의 지속성을 향상시키고, 재생 시작 지연 및 제어 오버헤드를 줄일 수 있다는 장점이 있다. 또한, 개시된 기술의 일 실시예에 따른 동기화 방법에 의하면, 시스템에 참여하고 있는 피어들 간 재생 지점의 편차를 줄일 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0011] 도 1은 개시된 기술의 일 실시예에 따른 P2P 네트워크를 위한 시스템을 나타내는 도면이다.
- 도 2는 개시된 기술의 일 실시예에 따른 P2P 네트워크 형성 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- 도 3은 개시된 기술의 일 실시예에 따라, P2P 어플리케이션 장치가 피어링 제의 리스트를 생성하는 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- 도 4는 개시된 기술의 일 실시예에 따라, 인트라-PID 피어를 피어링 제의 리스트에 추가하는 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- 도 5는 개시된 기술의 일 실시예에 따라, 인터-PID 피어를 피어링 제의 리스트에 추가하는 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- 도 6은 종래 데이터-드리븐 구조에서 피어 들이 소스 피어와 재생 동기가 맞지 않는 현상을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 7은 개시된 기술의 일 실시예에 따라, 단말과 소스 피어의 재생 지점을 동기화하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- 도 8은 개시된 기술의 일 실시예에 따라 초기 동기화 지점을 결정하는 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 9는 개시된 기술의 일 실시예에 따른 P2P 네트워크에서 링크상의 트래픽 편차를 종래 방식과 비교하는 그래프이다.
- 도 10은 개시된 기술의 일 실시예에 따른 P2P 네트워크에서 시스템 사이즈에 대한 평균 스트림 지속성을 종래 방식과 비교하는 그래프이다.
- 도 11은 개시된 기술의 일 실시예에 따른 P2P 네트워크에서 시스템 사이즈에 대한 재생 시작 지연을 종래방식과 비교한 그래프이다.
- 도 12는 개시된 기술의 일 실시예에 따른 P2P 네트워크에서 제어 오버헤드를 종래방식과 비교한 그래프이다.
- 도 13은 개시된 기술의 일 실시예에 따른 P2P 네트워크에서 소스 피어와 피어 간의 재생 동기화 차이를 종래 방식과 비교한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 개시된 기술에 관한 설명은 구조적 내지 기능적 설명을 위한 실시예에 불과하므로, 개시된 기술의 권리범위는

본문에 설명된 실시예에 의하여 제한되는 것으로 해석되어서는 아니 된다. 즉, 실시예는 다양한 변경이 가능하고 여러 가지 형태를 가질 수 있으므로 개시된 기술의 권리범위는 기술적 사상을 실현할 수 있는 균등물들을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

- [0013] 한편, 본 출원에서 서술되는 용어의 의미는 다음과 같이 이해되어야 할 것이다.
- [0014] “제1”, “제2” 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위한 것으로 이들 용어들에 의해 권리범위가 한정되어서는 아니 된다. 예를 들어, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.
- [0015] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 “연결되어” 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결될 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 “직접 연결되어” 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 한편, 구성요소들 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 “~사이”와 “바로 ~사이” 또는 “~에 이웃하는”과 “~에 직접 이웃하는” 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.
- [0016] 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한 복수의 표현을 포함하는 것으로 이해되어야 하고, “포함하다” 또는 “가지다” 등의 용어는 실시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0017] 각 단계들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않은 이상 명기된 순서와 다르게 일어날 수 있다. 즉, 각 단계들은 명기된 순서와 동일하게 일어날 수도 있고 실질적으로 동시에 수행될 수도 있으며 반대의 순서대로 수행될 수도 있다.
- [0018] 여기서 사용되는 모든 용어들은 다르게 정의되지 않는 한, 개시된 기술이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미를 지니는 것으로 해석될 수 없다.
- [0019] 기존의 P4P 연구에서는 네트워크상에 병목 영역이 발생되지 않도록 하고, 네트워크 내 유통되는 P2P 트래픽 양을 최소화하기 위해 최대 링크 활용율 (MLU: Maximum Link Utilization) 혹은 링크의 트래픽 양과 피어링이 이루어지는 PoP(Point of Presence)간 흡수의 곱 (BDP: Bandwidth-Distance Product)을 최소화하도록 유도하는 비용을 P2P 시스템에 제공하는 방안을 제시하였다. 그리고 이와 같은 피어링 비용이 주어졌을 때 각 PoP 별 업로드와 다운로드 용량 제약 하에 서로 다른 AS(Autonomous System) 간의 피어링 비용을 줄일 수 있도록 하는 방안을 제안함으로써 네트워크 자원 활용 효율을 높일 수 있도록 하였다.
- [0020] 라이브 멀티미디어 스트리밍은 서비스품질에 미치는 지연과 손실율의 영향이 일반적인 데이터보다 훨씬 민감하다. MLU 혹은 BDP의 최소화를 통하여 서비스 성능이 향상되었지만, MLU를 만족하는 피어링이 경우에 따라서는 라이브 멀티미디어 스트리밍의 지연(10초 이하의 중단간 지연) 혹은 손실율(1% 미만의 손실율) 요구를 만족시키지 못할 수 있다. 따라서, 라이브 멀티미디어 스트리밍의 경우는 만족스러운 서비스를 위해 이 보다 좀 더 직접적으로 지연에 관한 제약을 피어링에 반영할 필요가 있다. 본 명세서에서는 네트워크 서비스 제공자 측에서 동작하는 서버가 라우팅 비용, 링크 혼잡상태 비용 정보, PoP 간의 지연 등을 제공하여 P2P 시스템의 피어링 결정에 반영할 수 있도록 하였다. 이와 같은 P2P 네트워크 구조는 P4P의 기본적인 목적인 네트워크 자원 활용 향상과 더불어 라이브 멀티미디어 스트리밍 P2P 시스템을 효과적으로 지원할 수 있도록 한다. 개시된 기술의 일 실시예에 따른 P2P 오버레이 네트워크 구조는 동일 PoP 내에서 피어링이 이루어지는 경우, 각 피어링 업로드/다운로드 용량 제약을 반영함으로써 지연 및 대역폭 활용 측면에서 가장 유리한 PoP 내 피어링이 이루어질 수 있도록 한다. 또한, 지속적인 스트리밍 서비스를 위해 피어의 스트림 가용성 가중치를 반영함으로써 스트림을 많이 확보하고 있는 피어를 우선적으로 피어링에 적용하도록 한다.
- [0021] 한편, 스트리밍의 지속성, 시스템의 안정성 등과 함께 라이브 멀티미디어 스트리밍의 서비스 품질에 영향을 미치는 요소로 피어간 재생 동기화가 고려될 수 있다. 재생 동기화는 라이브 스트리밍의 실시간성 보장과 관련된 지표 가운데 하나이다. 재생 동기화를 위해 기존의 라이브 멀티미디어 스트리밍 P2P 시스템은 피어가 파트너 피어들과 스트림 가용 정보인 버퍼맵을 주기적으로 교환하고 메시 기반으로 스트림을 전달하는 데이터-드리븐 구조를 취한다. 데이터-드리븐 구조는 콘텐츠의 빠른 배포를 위해서 자신의 파트너 피어들의 버퍼맵에

있는 서브스트림을 기준으로 일정 범위 이전 지점을 스트림 요청 시작 지점으로 결정한다. 데이터-드리븐 구조의 재생 동기화 방법은 상대 피어가 확보하고 있는 스트림을 빠르게 획득할 수 있어 초기 버퍼링을 위해 필요한 시간을 단축시킬 수 있다는 장점을 가진다. 그러나, P2P 오버레이 시스템이 큰 규모일 경우, 소스 피어의 재생 지점과 상관없이 상대 피어의 버퍼맵을 기준으로 초기 요청 지점을 결정하므로, 참여하고 있는 피어들 간 재생 지점의 편차가 커질 수 있다. 스포츠 생중계와 같은 동시성을 요구하는 서비스는 서비스를 이용하는 피어들 간 서로 동일하지 않는 화면을 보면서 사용자간 인터랙션에 문제가 발생할 수 있다. 재생 지점 편차 증가는 서비스의 실시간성을 저해할 수 있다. 이와 같은 문제를 해결하기 위하여 본 명세서에서 제안하는 P2P 오버레이 네트워크 구조는 스트림을 주고받는 인접 피어들 간의 상대적인 재생 동기화가 아닌 소스 피어와 피어들 간 재생 지점의 차를 일정한 범위 내로 제어할 수 있는 재생 동기화 메커니즘을 포함한다.

[0022]

도 1은 개시된 기술의 일 실시예에 따른 P2P 네트워크를 위한 시스템을 나타내는 도면이다. 도 1을 참조하면, P2P 네트워크를 위한 시스템(100)은 P2P 어플리케이션 장치(110), 단말(120), 네트워크 장치(130) 및 P2P 네트워크를 형성하는 하나 또는 2 이상의 피어들을 포함한다. P2P 네트워크는 P4P 프레임워크 기반의 P2P 오버레이 네트워크 시스템일 수 있으며, P2P네트워크를 형성하는 피어들은 부모(자식)피어와 부모(자식) 관계에 있지 않은 파트너 피어로 구분될 수 있다. P2P 어플리케이션 장치(110)는 부트스트랩 서버일 수 있으며, 네트워크 장치(130)는 P4P에서 네트워크 정보를 제공하는 ISP 측의 서버인 아이트래커(iTracker)일 수 있다.

[0023]

P2P 어플리케이션 장치(110)는 P2P 시스템의 진입(entry) 노드로써 어플리케이션 서버의 한 종류이다. 일 실시예에 따른 P2P 어플리케이션 장치(110)는 인텔리전트 피어링 모듈(112)과 스트림 가용성 모듈(114)을 포함할 수 있다. 인텔리전트 피어링 모듈(112)은 단말(120)로부터 P2P 네트워크에 대한 가입 요청 메시지를 수신하면, 스트림 가용성 가중치를 기초로 피어링 제의 리스트를 생성하고, 생성된 피어링 제의 리스트를 단말(120)에게 제공한다. 피어링 제의 리스트는 단말(120), 즉, P2P 시스템에 들어와 있는 피어 중 새롭게 가입(join)을 요청한 피어와 통신하기에 가장 적합한 피어의 리스트이다. 일 실시예에 따라, 인텔리전트 피어링 모듈(112)은 네트워크 장치(130)로부터 받은 네트워크 정보, 단말(120)로부터 받은 업로드/다운로드 링크의 용량(capacity) 및 스트림 가용성 모듈(114)이 산출한 스트림 가용 정보를 이용하여 피어를 선택한다. 선택된 피어들에 대한 피어링 제의 리스트가 생성되면, 인텔리전트 피어링 모듈(112)은 단말(120)에게 이를 제공한다.

[0024]

스트림 가용성 모듈(114)은 스트림 가용성 가중치를 산출한다. 스트림 가용성 가중치는 해당 피어가 스트림을 안정적으로 제공할 수 있는 정도를 나타낸다. 스트림 가용성 가중치는 P2P 네트워크를 형성하고 있는 적어도 하나의 피어로부터 제공되는 스트림 가용 메시지를 기초로 산출될 수 있다. 예컨대, 스트림 가용성 모듈(114)은 P2P 시스템에 가입한 피어로부터 제공되는 스트림 가용 메시지 및 피어가 P2P 시스템에 들어와 있는 시간을 기초로 각 피어가 스트림을 안정적으로 제공할 수 있는 정도를 주기적으로 계산한다.

[0025]

단말(120)은 P2P 오버레이 네트워크에 새로이 가입하고자 하는 장치로서, P2P 네트워크를 형성하고 있는 피어들과 연결을 형성한 후에는 P2P 네트워크의 멤버 피어가 된다. 단말(120)은 멀티미디어 스트리밍 데이터를 다른 피어에게 제공하거나 다른 피어로부터 제공받을 수 있는 컴퓨터, 노트북, 서버, PDA, 랩탑 또는 핸드폰 등의 유무선 단말을 포함한다. 일 실시예에 따라, 단말(120)은 파트너십 매니저(122) 및 스트림 매니저(124)를 포함할 수 있다. 파트너십 매니저(122)는 단말(120)의 파트너 피어(즉, 부모 피어, 자식 피어, 부모 피어와 자식 피어가 아닌 파트너 피어)에 대한 정보를 관리한다. 일 실시예에 따라, 파트너십 매니저(122)는 피어링 제의 리스트를 기초로 단말(120)이 적어도 하나의 피어와 P2P 연결을 형성하도록 한다. 피어링 제의 리스트는 P2P 네트워크의 가입 요청 메시지에 대한 응답으로 P2P 어플리케이션 장치(110)로부터 제공될 수 있다. P2P 네트워크의 가입 요청 메시지는 단말(120)이 P2P 네트워크에 가입(join)하기 원하는 경우, P2P 어플리케이션 장치(110)에 송신한다. 스트림 매니저(124)는 단말(120)의 부모 피어에게 스트림을 요청하며, 단말(120)의 자식 피어에게 스트림을 전달한다. 또한 스트림 매니저(124)는 단말(120)의 버퍼를 주기적으로 검사하며 재생 시점이 다다랐으나 아직 받지 못한 세그먼트가 있다면 이를 파트너 피어에게 요청한다. 단말(120)은 도 1과는 달리, 동기화 모듈(미도시)을 더 포함할 수 있다. 동기화 모듈은 단말(120)과 연결을 형성한 피어로부터 재생 동기화 지점을 제공 받고, 제공된 재생 동기화 지점을 기초로 초기 동기화 지점을 결정할 수 있다. 이때, 스트림 매니저(124)는 초기 동기화 지점에서 소정 세그먼트 앞선 지점부터, 연결을 형성한 피어 중 적어도 하나에게 스트림을 요청한다. 스트림을 요청 받은 피어는 단말(120)에게 스트림을 제공한다.

[0026]

네트워크 장치(130)는 네트워크 서버의 한 종류이며 네트워크 상태를 모니터링하는 노드로써 P2P 어플리케이션 장치(110)에게 네트워크 상태 정보를 제공한다. 일 실시예에 따른 네트워크 장치(130)는 지연 비용 연산부

(132) 및 링크 혼잡 상태 비용 연산부(134)를 포함한다. 지연 비용 연산부(132)는 PID-i(Point of Presence ID-i)로부터 PID-j(Point of Presence ID-j)로 가는 경로상의 모든 링크에서 발생하는 지연을 더하여 지연 비용을 산출한다. 링크 혼잡 상태 비용 연산부(134)는 PID-i로부터 PID-j로 가는 경로상의 모든 링크의 링크 혼잡 상태를 곱하여 링크 혼잡 상태 비용을 산출한다. 상기 링크 혼잡 상태는, 해당하는 링크의 링크 활용률이 링크 활용률 제한치보다 큰 경우 0으로, 상기 링크 활용률 제한치보다 작은 경우 1로 결정된다.

[0027] P2P 네트워크는 서브스트림의 개념을 사용하는 P4P-프레임워크 기반의 P2P 시스템일 수 있다. 일 실시예에 따라, P4P-프레임워크 기반의 P2P 오버레이 시스템은, 멀티플 트리 오버레이와 메시 오버레이를 혼합한 하이브리드 구조를 띤다. 멀티플 트리 오버레이는 각각의 서브스트림이 지정된 부모 피어를 통해 푸시 메커니즘으로 전달되는, 각 서브스트림 별 트리이다. 메시 오버레이는 임의의 파트너 피어를 통해 긴급 세그먼트를 요청하여 제공받는 보조 오버레이이다. 이 때, 단말(120)은 자식 피어에게 하나 이상의 서브스트림을 전달해주는 부모 피어일 수 있으며, 일부 서브스트림에 있어서 부모 피어인 반면, 나머지 서브스트림에 있어서 파트너 피어일 수 있다. 자식 피어는 각 부모 피어로부터 해당 서브스트림을 풀(pull)하며, 부모 피어는 자식 피어에 의해서 요청된 서브스트림의 모든 세그먼트를 푸시(push)한다. 단말(120)이 부모 피어로부터 해당하는 서브스트림의 일부 세그먼트를 전달받지 못했다면 단말(120)은 파트너 피어들 중 하나에게 그 세그먼트를 요청한다.

[0028] 도 2는 개시된 기술의 일 실시예에 따른 P2P 네트워크 형성 방법을 설명하기 위한 흐름도이다. 도 1 및 도 2를 참조하여 P2P 네트워크 장치(110), 단말(120) 및 네트워크 장치(130)가 P2P 오버레이 네트워크를 구성하는 절차를 설명한다.

[0029] S205 단계에서, P2P 서비스를 제공받고자 하는 단말(120)은 P2P 네트워크에 대한 가입 요청 메시지를 P2P 어플리케이션 장치(110)에 송신한다. 일 실시예에 따라, 가입 요청 메시지는 단말(120)의 IP(Internet Protocol) 주소, PID(Point of Presence ID), AS(Autonomous System) 번호 및 업로드/다운로드 링크 용량 중 적어도 하나에 관한 정보를 포함할 수 있다. 일례로, PID 및 AS 번호는 사용자(client) 단말(120)이 IP 주소를 획득하는 과정에서 얻을 수 있다.

[0030] S210 단계에서, P2P 어플리케이션 장치(110)는 단말(120)이 속한 그룹의 네트워크 장치(130)에게 네트워크 상태 정보를 요청한다. 예컨대, P2P 어플리케이션 장치(110)는 단말(120)이 속한 AS의 네트워크 장치(130)에게 네트워크 상태 정보를 주기적으로 요청할 수 있다. 일 실시예에 따라, 네트워크 상태 정보는 지연 비용, 링크 혼잡상태 비용, 또는 라우팅 비용 등을 포함할 수 있다.

[0031] S215 단계에서, 네트워크 장치(130)는 요청 받은 네트워크 상태 정보를 수집 또는 계산한다. 일 실시예에 따라, 네트워크 장치(130)는 자신이 관리하는 AS의 PID-i(PoP ID-i)로부터 PID-j(PoP ID-j)로 가는 경로 상에 있는 모든 링크 e에 대하여 각 링크의 라우팅 비용, 지연 비용, 링크 혼잡상태 비용을 주기적으로 수집하고 계산할 수 있다. 일 실시예에 따라, 지연 비용은 PID-i로부터 PID-j로 가는 경로상의 모든 링크 e의 지연의 합으로 계산될 수 있다. 지연 비용 d_{ij} 는 수학적 식 1과 같이 표현될 수 있다. 이때, $path(i, j)$ 는 PID-i로부터 PID-j로 가는 경로, d_e 는 링크 e의 지연을 나타낸다.

수학적 식 1

$$d_{ij} = \sum_{e \in path(i, j)} d_e$$

[0032]

[0033] 일 실시예에 따라, 링크 혼잡상태 비용은 PID-i로부터 PID-j로 가는 경로상의 모든 링크 e의 링크 혼잡 상태의 곱으로 계산될 수 있다. 링크 e의 링크 혼잡 상태 u_e 는 링크 활용률 l_e 가 링크 활용률의 제한치인 LT_e 보다 크면 0으로, 크지 않으면 1로 결정된다. 링크 활용률 l_e 가 링크 활용률의 제한치인 LT_e 보다 크면 그 링크를 지나는 트래픽의 양을 증가시키지 않기 위하여 그 링크를 혼잡 상태라고 간주하기 때문이다. 링크 활용률 l_e 는 수학적 식 2와 같이 산출될 수 있다.

수학식 2

$$l_e = \frac{b_e}{c_e}$$

[0034]

[0035] 이때, b_e 는 링크 e 를 지나는 트래픽의 양이며, c_e 는 링크 e 의 대역폭이다. 링크 혼잡상태 비용 u_{ij} 는 링크 혼잡 상태(u_e)의 곱으로 계산될 수 있으므로, 수학식 3과 같이 표현될 수 있다.

수학식 3

$$u_{ij} = \prod_{e \in path(i,j)} u_e$$

[0036]

[0037] 일 실시예에 따라, 라우팅 비용은 PID- i 로부터 PID- j 로 가는 경로상의 모든 링크 e 의 라우팅 비용의 합으로 계산될 수 있다. 라우팅 비용 r_{ij} 는 수학식 4와 같이 표현될 수 있다. 이때, r_e 는 링크 e 의 라우팅 비용을 나타낸다.

수학식 4

$$r_{ij} = \sum_{e \in path(i,j)} r_e$$

[0038]

[0039] S220 단계에서, 네트워크 장치(130)는 S215 단계에서 수집되거나, 산출된 네트워크 상태 정보를 P2P 어플리케이션 장치(110)에 제공 한다.

[0040] S225 단계에서, P2P 어플리케이션 장치(110)는 새로이 P2P 네트워크에 가입을 요청한 단말(120)에 대한 피어링 제의 리스트를 생성한다. 일 실시예에 따라, P2P 어플리케이션 장치(110)는 P2P 네트워크에 기 가입된 적어도 하나의 피어에 대해 미리 산출된 스트림 가용성 가중치(stream availability weight)와 함께, 지연 비용, 링크 혼잡상태 비용 또는 라우팅 비용을 참조하여 피어링 제의 리스트를 생성할 수 있다. 스트림 가용성 가중치는 해당 피어가 스트림을 안정적으로 제공할 수 있는 정도를 나타낸다. 피어링 제의 리스트를 생성하는 구체적인 방법은 도 3을 참조하여 후술한다.

[0041] S230 단계에서, P2P 어플리케이션 장치(110)는 S225 단계에서 생성된 피어링 제의 리스트를 단말(120)에게 제공한다.

[0042] 단말(120)은 제공된 피어링 제의 리스트를 기초로 연결을 형성할 적어도 하나의 피어를 결정하고(S235), 결정된 피어와 연결을 형성한다(S240). 즉, 가입을 요청한 단말(120)은 P2P 어플리케이션 장치(110)로부터 받은 피어링 제의 리스트의 부모 피어 및 파트너 피어와 연결을 설립할 수 있다. S245 단계에서, 단말(120)은 연결을 형성한 피어 중 적어도 하나로부터 스트림을 제공 받는다. 일 실시예에 따라, 단말(120)은 소스 피어와의 동기화를 위하여, 연결된 파트너 피어로부터 소스의 재생 동기화 지점을 제공 받을 수 있다. 단말(120)은 적어도 하나의 파트너 피어로부터 제공받은 재생 동기화 지점을 기초로 초기 동기화 지점을 결정하고, 결정된 초기 동기화 지점에서 소정 세그먼트 앞선 지점부터 연결된 부모 피어에게 스트림을 요청할 수 있다. 구체적인 동기화 방법은 도 6 내지 도 8을 참조하여 설명한다.

[0043] S250 단계에서, P2P 네트워크에 가입된 단말(120)은 연결된 피어로부터 스트림을 제공받으면, 스트림 가용 메시지를 P2P 어플리케이션 장치(110)에 송신 한다. 일 실시예에 따라, 단말(120)은 연결된 피어로부터 최초 스트림을 제공 받으면, P2P 어플리케이션 장치(110)에 제1 NOTIFY 메시지(Notify-f)를 송신한다. 제1 NOTIFY 메

시지는 단말(120)이 연결된 피어로부터 최초 스트림을 제공 받았음을 나타낸다. 이후, 단말(120)이 연결된 피어로부터 초기 동기화 지점까지 스트림을 제공받으면, P2P 어플리케이션 장치(110)에 제2 NOTIFY 메시지(Notify-p)를 송신한다. 제2 NOTIFY 메시지는 단말(120)이 연결된 피어로부터 초기 동기화 지점까지 스트림을 제공받았음을 나타낸다. 제1 및 제2 NOTIFY 메시지는 S255 단계에서 스트림 가용성 가중치를 산출하는 데 사용될 수 있다.

[0044] S255 단계에서, P2P 어플리케이션 장치(110)는 S250 단계에서 수신한 스트림 가용 메시지를 기초로 P2P 네트워크에 가입된 단말(120)의 스트림 가용성 가중치를 계산한다. 스트림 가용성은 피어가 안정적으로 멀티미디어 스트림을 제공할 수 있는 정도를 의미한다. 스트림 가용성 가중치는 S225 단계에서 피어링 제의 리스트를 생성하는 과정에서 사용된다. 스트림 가용성 가중치는 일 실시예에 따라, P2P 네트워크에 가입된 각각의 피어에 대하여 주기적으로 산출되어 갱신될 수 있다. 일 실시예에 따라, P2P 어플리케이션 장치(110)는 P2P 네트워크에 가입한 피어가 서브스트림을 획득한 후 보내는 스트림 가용 메시지(Notify-f, Notify-p)와 그 이후 시스템에 머문 시간을 기초로 스트림 가용성 가중치 및 스트림 가용성 가중치를 계산할 수 있다.

[0045] 일 실시예에 따른 스트림 가용성은 세 단계로 구분하여 산출될 수 있다. 첫 번째 단계는 피어가 P2P 네트워크에 가입한 이후에 연결된 피어(예컨대, 부모 피어)로부터 첫 번째 세그먼트를 받는 단계이다. 두 번째 단계는 피어가 재생 동기화 메커니즘에 따라 결정된 초기 동기화 지점까지 버퍼링 하기까지의 단계이다. 세 번째 단계는 초기 동기화 지점까지 버퍼링한 이후의 단계이다. 이러한 단계 구분에 따라, 스트림 가용성은 수학적식 5와 같이 계산될 수 있다.

수학적식 5

$$p_n = \frac{1}{t_{init}^n} \cdot \alpha + \frac{1}{t_c^n} \cdot \beta + t_s^n \cdot \gamma$$

[0046]

[0047] 이때, p_n 은 피어 n의 스트림 가용성, t_{init}^n 은 피어 n이 가입한 후 연결된 피어로부터 첫 번째 세그먼트를 받을 때까지 경과한 시간, t_c^n 은 피어 n이 첫 번째 세그먼트를 받은 후에 초기 동기화 지점까지 버퍼링 하기까지 경과한 시간, t_s^n 은 피어 n이 초기 동기화 지점까지 버퍼링 한 이후 시스템에 머무른 시간, α , β , γ 는 각 단계 별 가중치를 나타낸다. 예컨대, t_{init}^n 은 피어 n이 P2P 네트워크에 가입한 이후 Notify-f 메시지를 수신할 때까지의 시간으로 결정될 수 있다. t_c^n 은 피어 n이 Notify-f 메시지를 수신한 이후, Notify-p 메시지를 수신할 때까지의 시간으로, t_s^n 은 피어 n이 Notify-p 메시지를 수신한 이후, P2P 네트워크에 머무른 시간으로 결정될 수 있다. 각 단계 별로 소요되는 시간의 차가 클 수 있기 때문에 각 가중치 α , β , γ 를 다르게 적용한다. 수학적식 5를 살펴보면, 피어 n이 연결된 피어로부터 짧은 시간 내에 스트림을 확보한 피어일수록, 높은 스트림 가용성이 산출된다. 또한, 피어 n이 시스템에 머무른 시간이 길수록 높은 스트림 가용성을 얻게 된다. 따라서, 스트림 가용성은 피어 n에 연결된 피어(예를 들어, 부모 피어)의 안정성과 피어 n의 지속성을 고려하여 산출됨을 알 수 있다.

[0048] 피어들의 스트림 가용성이 산출되면, P2P 어플리케이션 장치(110)는 해당 피어들에 대하여 스트림 가용성 가중치를 계산할 수 있다. 일 실시예에 따라, 피어 n의 스트림 가용성 가중치(w_n)는, 피어 n과 동일 PoP에 위치하는 액티브 피어들의 스트림 가용성의 합에 대한 피어 n의 스트림 가용성의 비율로 계산될 수 있다. 예컨대, 스트림 가용성 가중치(w_n)는 수학적식 6과 같이 표현될 수 있다.

수학식 6

$$w_n = \frac{p_n}{\sum_{a \in A} p_a}$$

[0049]

이때, p_n 은 피어 n의 스트림 가용성, p_a 는 A에 속한 피어 a의 스트림 가용성, A는 동일 PoP에 위치해 있는 액티브 피어의 집합을 나타낸다. S255 단계에서 산출되는 스트림 가용성 가중치는, S225 단계에서 새로이 가입하는 단말을 위한 피어링 제의 리스트를 생성할 때 사용된다.

[0051]

도 3은 개시된 기술의 일 실시예에 따라, P2P 어플리케이션 장치가 피어링 제의 리스트를 생성하는 방법을 설명하기 위한 순서도이다. 도 3을 참조하여, P2P 어플리케이션 장치(110)가 새로이 P2P 네트워크에 가입을 요청한 단말(120)에 대한 피어링 제의 리스트를 생성하는 과정을 설명한다. 일 실시예에 따라, P2P 어플리케이션 장치(110)는 P2P 네트워크에 기 가입한 피어의 스트림 가용성 가중치(stream availability weight)와 함께, 단말(120)의 업로드/다운로드 링크 용량, 네트워크 장치(110)로부터 제공받은 지연 비용, 링크 혼잡상태 비용 또는 라우팅 비용을 참조하여 피어링 제의 리스트를 생성할 수 있다. 단말(120)은 생성된 피어링 제의 리스트에 따라 데이터를 주고 받을 피어를 선택할 수 있다. P2P 어플리케이션 장치(110)는 세 단계를 거쳐 피어링 제의 리스트를 생성할 수 있다. 예컨대, P2P 어플리케이션 장치(110)는 서브 스트림 별로 부모 피어를 선택하는데, 조인 요청한 단말(120)과 동일한 PoP(Point of Presence)에 존재하는 피어(Intra-PID 피어: 이하, 인트라-PID 피어), 단말(120)과 동일한 AS(Autonomous System) 내의 서로 다른 PoP에 존재하는 피어(Inter-PID 피어: 이하, 인터-PID 피어), 단말(120)과 서로 다른 AS 내에 존재하는 피어(Inter-AS 피어: 이하, 인터-AS) 순으로 피어링 제의 리스트에 추가할 피어를 선택해 나간다. 이러한 단계를 통하여, P2P 어플리케이션 장치(110)는 PID-j에 조인한 단말(120)의 각 서브 스트림 별 부모 피어를 선택할 수 있다.

[0052]

첫 번째 단계에서, P2P 어플리케이션 장치(110)는 인트라-PID 피어 중에서 활용 가능한 업로드 대역폭을 가진 피어를 스트림 가용성 가중치가 높은 순서대로 피어링 제의 리스트에 추가한다(S310). 예컨대, P2P 어플리케이션 장치(110)는 각 서브스트림에 대하여 인트라-PID 피어 중에서 활용 가능한 업로드 대역폭을 가진 피어들을 스트림 가용 피어 리스트에 추가하고, 스트림 가용성 가중치가 높은 순서대로 피어링 제의 리스트에 추가하는 과정을 반복할 수 있다. 인트라-PID 피어를 피어링 제의 리스트에 추가하는 구체적인 방법은 도 4를 참조하여 후술한다. 첫 번째 단계에서 추가된 인트라-PID 피어의 수가 미리 설정된 피어의 수(예를 들어, 부모 피어의 수)보다 작은 경우(S320), P2P 어플리케이션 장치(110)는 두 번째 단계를 진행한다.

[0053]

두 번째 단계에서, P2P 어플리케이션 장치(110)는 인터-PID 피어 중에서 피어를 선택하여 피어링 제의 리스트에 추가한다(S330). 일 실시예에 따라, P2P 어플리케이션 장치(110)는 링크 혼잡상태 비용(u_{ij})이 1이고, 지연 비용(d_{ij})이 지연 임계 값(DT: Delay Threshold)보다 작은 PoP를 라우팅 비용(r_{ij})이 낮은 순서대로 선택하고, 선택된 PoP 내의 피어를 피어링 제의 리스트에 추가할 수 있다(S330). 인터-PID 피어를 피어링 제의 리스트에 추가하는 구체적인 방법은 도 5를 참조하여 후술한다. 첫 번째 및 두 번째 단계에서 추가된 피어의 수가 미리 설정된 피어의 수(예를 들어, 부모 피어의 수)보다 작은 경우(S340), P2P 어플리케이션 장치(110)는 세 번째 단계를 진행한다.

[0054]

세 번째 단계에서, P2P 어플리케이션 장치(110)는 단말(120)이 속해있는 ISP(Internet Service Provider)가 선호하는 AS의 인터-AS 피어를 스트림 제의 리스트에 추가한다(S350).

[0055]

s번의 서브 스트림 별 부모 피어 선택에 의해 k개의 부모 피어가 선택되면 추가적으로 (m-k)개의 파트너 피어를 선택한다. 이때, s는 서브 스트림의 수를, m은 파트너 피어의 수를, k는 부모 피어로 선택된 피어의 수를 나타내는 시스템 파라미터이다. 동일 피어가 하나 이상의 서브 스트림에 대한 부모 피어로 선택될 수 있으므로 k는 s보다 작거나 같은 값을 가진다. 파트너 피어 선택은 부모 피어 선택과 같은 방식으로 이루어지되, 피어의 가용 대역폭은 고려하지 않는다. 파트너 피어는 부모 피어가 보낸 서브스트림에서 누락된 세그먼트가 발생했을 때 이를 보완하는 피어이기 때문에 지속적인 대역폭 요구는 없기 때문이다.

- [0056] 한편, 일 실시예에 따라, 단말(120)이 피어링 제의 리스트를 기초로 서브스트림 별 부모 피어를 결정한 이후에도, 부모 피어는 변경될 수 있다. P2P 시스템에서는 피어가 갑작스럽게 시스템을 탈퇴하거나 불충분한 업로드 대역폭으로 지속적인 서비스를 해주지 못하는 경우가 발생할 수 있다. 따라서 이를 사전에 발견하고 새로운 상대 피어를 선택하는 것이 매우 중요하다. 이를 위해서는 상대 피어의 탈퇴나 불충분한 업로드 대역폭으로 서비스가 지속되지 못하는 것을 전송이 이루어지지 않고 있는 세그먼트의 재생 시점 도래 이전에 감지하는 방안과 새로운 상대 피어를 선택하는 방안이 필요하다.
- [0057] 버퍼맵 기반의 데이터-드리븐 방안은 부모 피어와 파트너 피어들로부터 수신한 버퍼맵을 모니터링 하여 사전에 서브스트림의 지연을 발견하고 새로운 부모 피어를 선택한다. 이 방법은 부모 피어와 자신과의 서브스트림 지연의 편차, 부모 피어와 파트너 피어간의 서브스트림 지연의 편차를 통해 자신에서의 서브스트림 지연 및 부모 피어에서의 서브스트림 지연을 사전에 발견할 수 있다는 장점을 가지고 있으나, 부모 피어 및 파트너 들 간 버퍼맵 교환 오버헤드가 매우 크다.
- [0058] 개시된 기술의 일 실시예에 따른 방안에서는 버퍼맵을 사용하지 않는 대신 단말(120)이 현재 수신한 서브스트림의 상태를 모니터링하여 서브스트림을 제공해주지 못하는 부모 피어를 발견한다. 모니터링을 시작하는 시점을 결정하기 위해, 본 실시예에서는 부모 피어에게 재생 시작 지점의 세그먼트를 요청한 후 버퍼링되어야 할 최소 세그먼트의 양(T_b)을 정의한다. 단말(120)은 버퍼링된 세그먼트의 양이 T_b 를 초과할 때부터 버퍼 검사 인터벌(T_i)마다 버퍼를 검사한다. 버퍼 검사 중 아직 받지 못한 세그먼트가 있다면 단말(120)은 그 세그먼트를 임의의 파트너 피어에게 요청한다. 단말(120)은 버퍼 검사를 통해 파트너 피어가 자신의 새로운 부모 피어로 동작 할 수 있는지 여부와 부모 피어가 지속적으로 서비스를 제공해 주고 있는지 여부를 판단한다. 예컨대, 단말(120)은 파트너 피어가 자신의 새로운 부모 피어로 동작 할 수 있는지를 판단하기 위하여 버퍼 검사 인터벌 동안 파트너 피어에게 요청한 세그먼트의 전체 수 가운데 성공적으로 받은 세그먼트의 비율 h 을 계산할 수 있다. 또한, 단말(120)은 부모 피어가 지속적으로 서비스를 제공해 주고 있는지 여부를 검사하기 위하여 버퍼 검사 인터벌 동안 서브스트림 별 부모 피어로부터 받은 세그먼트의 수를 카운트할 수 있다. 만약, 그 수가 T_n (버퍼 검사 인터벌 동안 부모 피어가 제공해주어야 할 최소의 세그먼트 기준치)를 초과하지 못하였고, 연속적으로 T_n 를 초과하지 못한 최대 횟수가 소정의 기준 값을 초과하였다면 해당 서브스트림에 대해 새로운 부모 피어를 선택한다. 새로운 부모 피어의 선택이 필요한 경우, 단말(120)은 파트너 피어들 가운데 h 가 소정의 기준치를 초과하는 피어를 해당 서브스트림을 위한 새로운 부모 피어로 선택한다. 기준을 만족하는 파트너 피어가 없는 경우, 단말(120)은 P2P 어플리케이션 장치(110)에게 이전 부모 피어의 식별자를 알려주고 새로운 부모 피어를 요청한다. P2P 어플리케이션 장치(110)는 단말(120)의 부모 피어 변경정보를 통보 받으면, 이를 추후의 부모 피어 선택에 반영한다.
- [0059] 도 4는 개시된 기술의 일 실시예에 따라, 인트라-PID 피어를 피어링 제의 리스트에 추가하는 방법을 설명하기 위한 순서도이다. 도 4를 참조하면, P2P 어플리케이션 장치(110)는 서브 스트림 별로, S410 단계 내지 S450 단계를 반복하며, 부모 피어를 선택한다. P2P 어플리케이션 장치(110)는 인트라-PID 피어를 하나씩 선택하면서(S410), 활용 가능한 업로드 대역폭이 있는지 여부를 판단한다(S420). 활용 가능한 업로드 대역폭이 있는 경우, P2P 어플리케이션 장치(110)는 선택한 피어를 스트림 가용 피어 리스트에 추가한다(S430). 활용 가능한 업로드 대역폭이 없는 경우, P2P 어플리케이션 장치(110)는 다른 인트라-PID 피어를 선택하여(S410), S420 단계 내지 S430 단계를 반복한다. 활용 가능한 업로드 대역폭이 있는 피어들이 스트림 가용 피어 리스트에 추가되면, P2P 어플리케이션 서버(110)는 스트림 가용 피어 리스트를 스트림 가용성 가중치(w_n)에 대한 내림차순으로 정렬한다(S440). P2P 어플리케이션 서버(110)는 스트림 가용 피어 리스트에 정렬된 순으로 피어를 피어링 제의 리스트에 추가한다(S450). 스트림 가용 피어 리스트는 서브 스트림에 따라 다르게 구성될 수 있다.
- [0060] P2P 어플리케이션 장치(110)는 피어링 제의 리스트에 부모 피어의 수만큼 피어가 추가될 때까지 S410 단계 내지 S450 단계를 반복한다. 스트림 가용 피어 리스트에 복수의 피어가 추가될 수 있으므로, S410 단계 내지 S450 단계의 반복 횟수는 서브 스트림의 수보다 작을 수 있다. 반면, 모든 서브 스트림에 대하여 S410 단계 내지 S450 단계를 반복하였으나, 피어링 제의 리스트에 추가된 피어가 부모 피어의 수 보다 작은 경우에는, 인트라-PID 피어 선택 단계(S330)로 넘어간다. 예를 들어 설명하면, 서브 스트림의 수가 5, 단말(120)을 제외한 인트라-PID 피어의 수가 6(인트라-PID 피어: P1, P2, P3, P4, P5, P6)이라 가정하고, 첫 번째 서브스트림에

대한 스트림 가용 피어 리스트에 스트림 가용성 가중치 순으로 P2, P1, P5, P6이 추가되었고, 두 번째 서브스트림에 대한 스트림 가용 피어 리스트에 스트림 가용성 가중치 순으로 P2, P4, P5가 추가되었다면, 피어링 제의 리스트에는 첫 번째 반복에서 P2, P1, P5, P6가, 두 번째 반복에서, P2가 서브 스트림 별 부모 피어로 추가되고, 두 번째 반복에서 피어링 제의 리스트 생성 과정은 종료된다. 반면에, 서브 스트림의 수만큼 S410 단계 내지 S450 단계를 반복하더라도, 피어링 제의 리스트에 부모 피어의 수 만큼 피어가 추가되지 않을 수 있다. 예컨대, 서브 스트림의 수가 3, 단말(120)을 제외한 인트라-PID 피어의 수가 2(인트라-PID 피어: P1, P2)이라 가정하고, 첫 번째 서브스트림에 대한 스트림 가용 피어 리스트에 P2가 추가되었고, 두 번째 서브스트림에 대한 스트림 가용 피어 리스트에 피어가 하나도 추가되지 못하였고, 세 번째 서브스트림에 대한 스트림 가용 피어 리스트에 P1이 추가되었다면, 피어링 제의 리스트에는 첫 번째 반복에서 P2가, 세 번째 반복에서, P1이 서브 스트림 별 부모 피어로 추가되고, 두 번째 반복에서는 아무런 피어도 피어링 제의 리스트에 추가되지 않는다. 따라서, P2P 어플리케이션 장치(110)가 서브 스트림의 수 만큼 S410 단계 내지 S450 단계를 반복한 후에도, 피어링 제의 리스트의 피어 수는 부모 피어의 수보다 작다. 이러한 경우, P2P 어플리케이션 장치(110)는 S330 단계로 가서, 인트라-PID 피어 중에서 피어링 제의 리스트에 추가할 피어를 선택한다.

[0061]

도 5는 개시된 기술의 일 실시예에 따라, 인트라-PID 피어를 피어링 제의 리스트에 추가하는 방법을 설명하기 위한 순서도이다. 도 5를 참조하면, P2P 어플리케이션 장치(110)는 단말(120)이 속한 AS내에서 단말(120)이 가입한 PoP와 다른 PoP를 하나씩 선택하면서(S510), 링크 혼잡상태 비용(u_{ij})이 1인지 여부를 판단한다(S520). 링크 혼잡상태 비용 u_{ij} 는 단말(120)이 조인한 PID-j와 S510 단계에서 선택된 PoP의 PID-i 간의 링크 혼잡상태 비용을 나타낸다. 링크 혼잡상태 비용이 1인 경우, P2P 어플리케이션 장치(110)는 지연 비용(d_{ij})이 지연 임계값 DT(Delay Threshold)보다 작은지 판단한다(S530). 지연 비용 d_{ij} 은 단말(120)이 가입한 PID-j와 S510 단계에서 선택된 PoP의 PID-i 간의 지연 비용을 나타낸다. 지연 비용이 DT보다 작으면, P2P 어플리케이션 장치(110)는 해당 PoP의 PID를 PID 리스트에 추가한다(S540). P2P 어플리케이션 장치(110)는 동일 AS 내의 잔여 PoP에 대하여 S510 내지 S540을 반복한다. 이후, P2P 어플리케이션 장치(110)는 생성된 PID 리스트를 라우팅 비용(r_{ij})에 대해 오름차순으로 정렬한다(S550). P2P 어플리케이션 장치(110)는 정렬된 순으로 PID를 선택하면서, 선택된 PID의 피어를 피어링 제의 리스트에 추가한다(S560). 이 때, P2P 어플리케이션 장치(110)는 선택된 PID의 피어 중 활용 가능한 대역폭을 가진 피어를 스트림 가용성 가중치가 높은 순서대로 피어링 제의 리스트에 추가할 수 있다. 예컨대, 선택된 PID의 피어를 피어링 제의 리스트에 추가하는 방법은 도 4에서 설명한 인트라-PID의 경우와 동일할 수 있다.

[0062]

P2P 어플리케이션 장치(110)는 피어링 제의 리스트의 피어 수가 부모 피어의 수가 될 때까지 인트라-PID 피어를 피어링 제의 리스트에 추가한다. 한편, 도 5의 인트라-PID 피어를 추가하는 과정을 수행한 후에도, 피어링 제의 리스트의 피어 수가 부모 피어의 수보다 작을 수 있다. 이러한 경우, P2P 어플리케이션 장치(110)는 S350 단계로 가서, 인트라-AS 피어 중에서 피어링 제의 리스트에 추가할 피어를 선택한다.

[0063]

도 6은 종래 데이터-드리븐 구조에서 피어 들이 소스 피어와 재생 동기가 맞지 않는 현상을 설명하기 위한 도면이다. 재생 동기화는 라이브 스트리밍의 실시간성 보장에 관련된 지표 가운데 하나이다. 예컨대, 라이브 멀티미디어 스트리밍 서비스에서 동일 시간대에 다수의 사용자가 접속하여 서비스를 요청할 수 있는데, 이러한 상황에서 피어들 간 재생 동기화가 적절하게 유지될 수 있도록 하는 것은 서비스의 실시간성을 위해 매우 중요하다.

[0064]

도 6의 데이터-드리븐 구조는 라이브 멀티미디어 스트리밍 P2P 시스템에서, 피어가 파트너 피어들과 데이터 활용 정보인 버퍼맵을 주기적으로 교환하고, 버퍼맵을 기반으로 서브스트림을 요청하여 전달받는 구조이다. 데이터-드리븐 구조에 따르면, 소스 피어의 재생 지점과 상관없이 상대 피어의 재생 지점을 기준으로 초기 요청 지점을 결정하게 되므로, 참여하고 있는 피어들 간 재생 시점의 편차가 커질 수 있다. 따라서, 피어들 간 재생 지점을 동기화하는 방안이 요구된다.

[0065]

도 6을 참조하여, 데이터-드리븐 구조에서 피어 간 재생 동기가 맞지 않는 경우를 구체적으로 설명한다. 부모 피어 p가 자식 피어 q에게 전송할 수 있는 업로드 대역폭이 p가 한 서브스트림을 전송하기 위해 요구된 평균 전송률보다 크다면, q는 p가 수신한 버퍼 지점까지 짧은 시간 내에 버퍼링을 할 수 있다. 이러한 작업을 캐치업이라 하는데, q가 캐치업이 끝날 때까지 다른 피어의 파트너 피어가 되지 않는다면 소스 피어와 재생 동기

화가 어느 정도 보장된다. 그러나 p의 업로드 대역폭이 평균 전송률보다 작아서, p가 수신한 버퍼 지점까지 버퍼링하지 못한 상태에서 자식 피어 q가 새롭게 가입한 피어 n의 부모 피어 또는 파트너 피어가 된다면 새롭게 가입한 피어 n은 p의 버퍼링 지점보다 훨씬 낮은 지점의 버퍼맵을 q로부터 전달받는다. 도 6은 데이터-드리븐 구조에서의 버퍼맵 전달 구조와 초기 요청 지점(Initial Request Position: IRP)을 보여주고 있다. 모든 피어는 현재 버퍼링한 지점까지 버퍼맵을 만들어 파트너 피어에게 보내는데, 만약 부모 피어를 캐치업 하지 못한 상황에서 자식 피어에게 버퍼맵을 전달하는 상황이 발생하는 경우(피어 1과 6의 경우) 자식 피어(피어 4, 5, 8, 9의 경우)는 소스 피어의 재생 지점으로부터 떨어진 지점을 재생하게 된다. 예컨대, 피어 1은 소스 피어의 버퍼 지점인 400까지 캐치업을 하지 못하였기 때문에, 피어 1의 자식 피어들은 피어 1의 버퍼 지점인 360을 기준으로, 260을 IRP로 결정한다. 따라서, 피어 4, 5, 8은 평균 전송률이 충분한 경우에도, 소스 피어와 재생 동기가 맞지 않게 된다. 특히 피어들이 P2P 시스템에 한꺼번에 접속하는 경우, 피어는 부모 피어 또는 파트너 피어로부터 소스 피어보다 훨씬 낮은 지점의 버퍼맵을 전달받아, 소스 피어와 재생 지점이 큰 차로 재생을 하게 된다.

[0066] 이러한 종래 데이터-드리븐 방식의 문제점을 해결하고, 소스 피어와 재생 지점 동기화를 위해 본 명세서에서는 모든 피어들 간 소스 피어의 재생 지점을 공유하고, 이에 따라 피어의 재생 시작 지점을 결정하는 메커니즘을 제안한다.

[0067] 도 7은 개시된 기술의 일 실시예에 따라, 단말과 소스 피어의 재생 지점을 동기화하는 방법을 설명하기 위한 흐름도이다. 본 실시예에 따르면, P2P 네트워크의 각 피어는 소스 피어의 재생 동기화 지점을 예측하고, 각 피어에서 예측된 소스 피어의 재생 지점을 공유한다. 예컨대, 소스 피어가 자신의 파트너 피어에게 자신의 재생 동기화 지점을 알려주고, 이를 기반으로 파트너 피어는 시스템에 참여하고 있는 동안 지속적으로 소스 피어의 재생 동기화 지점을 예측한다. 예측된 소스 피어의 재생 동기화 지점은 자신의 파트너 피어에게 전달되어 각 피어들이 이를 공유할 수 있게 된다. 이하, 도 2 및 도 7을 참조하여, 재생 지점의 동기화 과정을 설명한다.

[0068] 단말(120)은 도 2에서 설명한 바와 같이, P2P 어플리케이션 장치(110)로부터 피어링 제의 리스트를 제공받으면(S235), 피어링 제의 리스트의 피어들과 연결을 형성한다(S710). 연결이 형성되면, 단말(120)은 연결이 형성된 적어도 일부의 파트너 피어로부터 재생 동기화 지점을 제공 받는다(S720). 구현 예에 따라, 연결이 형성된 모든 파트너 피어가 재생 동기화 지점을 제공할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 연결이 형성된 일부 파트너 피어가 재생 동기화 지점을 제공할 수도 있다. 이때, 재생 동기화 지점은 각 파트너 피어가 소스 피어로부터 제공 받은 재생 동기화 지점을 기초로 예측한 소스의 재생 동기화 지점이다. 일 실시예에 따라, 재생 동기화 지점은 스트림에서 발생하는 초당 프레임의 수로 예측할 수 있으며, 세그먼트 번호로 표시될 수 있다. 예컨대, 소스의 재생 시작 시점으로부터 t초가 경과했고 스트림의 프레임율이 f/sec이며 프레임당 평균 세그먼트 개수가 1이라면 그 시점에서 소스의 재생 지점에 해당하는 세그먼트 번호는 수학적 식 7과 같이 예측될 수 있다.

수학적 식 7

$$t \times f \times l$$

[0069]

[0070] 이때, t는 소스의 재생 시작 시점으로부터 경과한 시간, f는 초당 발생하는 프레임의 수, l은 프레임당 평균 세그먼트 개수이다.

[0071] 연결을 형성한 파트너 피어들로부터 재생 동기화 지점을 제공받으면, 단말(120)은 제공된 재생 동기화 지점을 기초로 초기 동기화 지점을 결정한다(S730). S720 단계에서 피어로부터 제공되는 재생 동기화 지점은 소스 피어와 각 피어들 간 종단간 지연으로 인해 서로 다를 수 있다. 따라서, 일 실시예에 따라, 단말(120)은 S720 단계에서 제공된 적어도 하나의 재생 동기화 지점 중 가장 앞선 지점을 초기 동기화 지점으로 결정할 수 있다. 예컨대, 단말(120)은 도 8에서와 같이, 제공받은 재생 동기화 지점 T(0), T(1), T(2), T(3), ... 중 가장 앞선 재생 지점 T(0)를 초기 동기화 지점으로 결정할 수 있다. 도 8은 개시된 기술의 일 실시예에 따라 초기 동기화 지점을 결정하는 방법을 설명하기 위한 도면이다. T(0), T(1), T(2), T(3)은 각각 파트너 피어들로부터 제공된 재생 동기화 지점을 나타낸다.

- [0072] 초기 동기화 지점이 결정되면, 단말(120)은 초기 동기화 지점에서 소정 세그먼트 앞선 지점부터, 연결을 형성한 피어 중 적어도 하나의 피어(예컨대, 부모 피어)에게 스트림을 요청한다(S740). 단말(120)은 S730 단계에서 결정된 초기 동기화 지점으로부터 T_m (T_m 은 시스템 파라미터) 이전 지점을 초기 요청 지점으로 결정하고, 그 지점부터 세그먼트를 보내줄 것을 부모 피어에게 요청할 수 있다. 부모 피어는 S720 단계에서 재생 동기화 지점을 제공한 파트너 피어 중 하나일 수 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. S750 단계에서, 단말(120)은 요청한 스트림을 제공 받는다.
- [0073] 도 9 내지 도 13은 개시된 기술에 따른 P2P 네트워크의 성능을 평가하기 위한 그래프이다. 개시된 기술에 따른 P2P 네트워크(이하, 제안방안)의 성능을 평가하기 위해 NS-2를 이용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 개시된 기술과의 성능 비교를 위한 종래 기술로는, 데이터-드리븐 방법 주 하나인 쿨스트리밍(CoolStreaming) 방안을 사용하였다. 시뮬레이션 네트워크는 세 개의 AS로 구성되어 있으며, 각 AS내의 대표 라우터를 다른 AS내의 대표 라우터와 연결하였고, 각 AS내의 토폴로지는 KT-VPN 토폴로지로 구성하였다. 한 AS내에 라우터의 개수는 36개이며, 각 라우터를 PoP로 간주하고, 각 라우터에 피어가 연결된다. 피어와 라우터간의 링크 지연은 0.1~0.2ms 사이의 랜덤 지연, 라우터와 라우터 간 링크 지연은 0.5~1ms 사이의 랜덤 지연으로 설정하였다. 라우터 간 대역폭은 200Mbyte로 설정하였으며, 소스 피어, 네트워크 장치(iTracker), P2P 어플리케이션 장치(부트스트랩 서버)의 대역폭은 100Mbyte로 설정하였다. 피어의 분포는 100Mbyte, 10Mbyte, 1Mbyte의 업로드 대역폭을 가진 피어들과 그리고 전혀 업로드를 하지 않는 피어들로 각각 10%, 20%, 20%, 50%의 비율로 구성된다. 피어들은 포아송 분포로 조인하는 것으로 가정하였다. 시뮬레이션에 사용한 멀티미디어 스트리밍 파일은 초당 30프레임으로 약400Kbps 속도로 재생된다.
- [0074] 도 9는 개시된 기술의 일 실시예에 따른 P2P 네트워크에서 링크상의 트래픽 편차를 종래 방식과 비교하는 그래프이다. 도 9를 살펴보면, 제안방안에서는 시스템의 사이즈에 상관없이 네트워크 링크상의 트래픽이 고르게 분산되는 반면, 쿨스트리밍 방안의 경우 시스템의 사이즈에 따라 트래픽 편차가 증가함을 확인할 수 있다. 제안 방안에서는 네트워크 장치(iTracker)로부터 네트워크 링크상의 지연, 링크 혼잡 상태 정보 등을 받아 피어링을 제의해 준다. 따라서, 네트워크 링크상에 혼잡이나 지연이 발생하는 경로로 P2P 트래픽이 지나지 않도록 하며, 피어의 트래픽을 제어할 수 있게 된다.
- [0075] 도 10은 개시된 기술의 일 실시예에 따른 P2P 네트워크에서 시스템 사이즈에 대한 평균 스트림 지속성을 종래 방식과 비교하는 그래프이다. 평균 스트림 지속성은 피어가 조인하여 재생을 시작한 시점부터 재생이 끝날 때까지 받아야 할 세그먼트 수 가운데 재생 데드라인을 만족시킨 세그먼트의 수에 대한 비율이다. 도 10에서 확인할 수 있는 바와 같이, 제안 방안의 평균 지속성은 99.9%, 쿨스트리밍 방안은 98% 이상으로 제안방안이 쿨스트리밍 방안보다 약간 더 높은 평균 지속성을 보였다. 쿨스트리밍 방안에서는 P2P 어플리케이션 장치가 피어 정보나 네트워크 정보 없이 랜덤으로 시스템에 들어와 있는 피어들의 리스트를 알려주는 반면, 제안 방안에서는 P2P 어플리케이션 장치(110)가 네트워크 장치(130, iTracker)로부터 받은 네트워크 상태 정보와 함께 피어의 스트림 가용성 가중치와 피어의 업로드/다운로드 링크 용량 등을 모두 이용하여 피어링을 제의한다. 따라서, 제안 방안의 피어는 최적의 피어와 통신할 가능성이 더 높고, 더 안정적으로 서비스를 받을 수 있게 된다. 결과적으로, 제안 방안의 피어링 메커니즘이 라이브 멀티미디어 스트리밍 서비스의 지속성을 높임을 알 수 있다.
- [0076] 도 11은 개시된 기술의 일 실시예에 따른 P2P 네트워크에서 시스템 사이즈에 대한 재생 시작 지연을 종래방식과 비교한 그래프이다. 재생 시작 지연은 피어가 조인 한 후 재생을 시작하기까지의 시간이다. 도 11을 살펴보면, 재생 시작 지연의 최소값 측면에서는 제안방안이 쿨스트리밍 방안보다 재생을 더 늦게 시작하는 것을 볼 수 있다. 이는 쿨스트리밍 방안이 제안 방안보다 더 이전의 지점을 스트림의 초기 요청 지점으로 요청하므로, 쿨스트리밍 방안의 부모 피어가 20초 연속적으로 재생할 수 있는 서브 스트림을 가지고 있을 확률이 높다는 것을 의미한다. 반면, 재생 시작 지연의 평균값과 최대값 측면에서는 제안 방안이 쿨스트리밍 방안보다 더 빨리 재생을 시작하는 것을 볼 수 있다. 이는 쿨스트리밍 방안의 부모 피어가 제안 방안보다 20초 연속적으로 재생할 수 있는 스트림을 가지고 있지 않을 확률 또한 높다는 것을 의미한다. 이러한 결과는 쿨스트리밍 방안에서 부모 피어의 버퍼링 편차가 크다는 것을 나타낸다. 제안 방안에서는 P2P 어플리케이션 장치가 피어의 스트림 가용성 가중치와 피어의 대역폭을 기반으로 피어링을 제의하기 때문에 스트림을 지속적으로 서비스 해줄 수 있는 피어를 부모 피어로 선택할 가능성이 크다.
- [0077] 도 12는 개시된 기술의 일 실시예에 따른 P2P 네트워크에서 제어 오버헤드를 종래방식과 비교한 그래프이다.

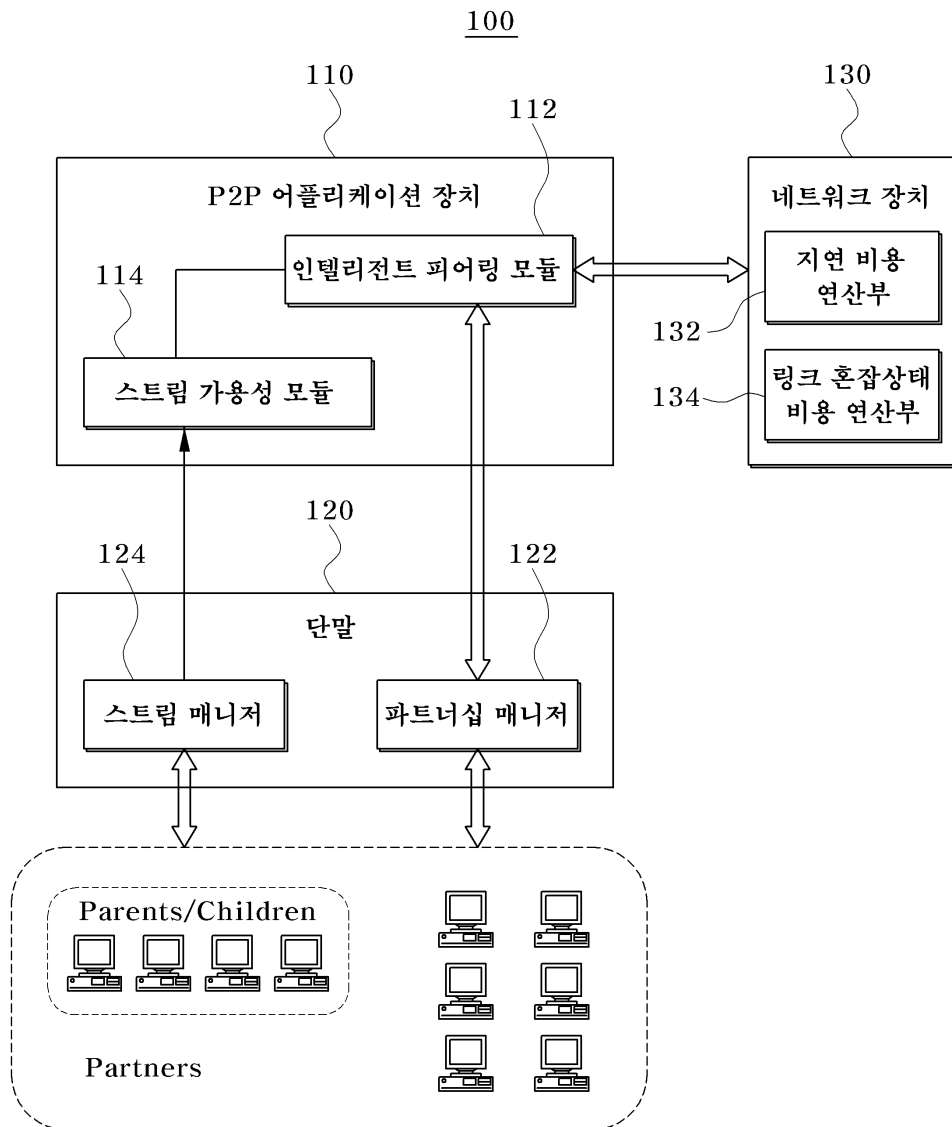
제어 오버헤드는 시스템에 참가하는 모든 피어의 제어 메시지 양의 합을 나타낸다. 도 12에서 보는 바와 같이, 쿨스트리밍 방안에서의 제어 오버헤드는 시스템 사이즈가 증가할수록 선형적으로 커진다. 반면, 제안 방안의 제어 오버헤드는 시스템 사이즈에 큰 영향을 받지 않음을 볼 수 있다. 쿨스트리밍 방안의 경우 버퍼맵을 교환하기 위한 제어 메시지 및 피어를 발견하기 위한 가십 기반의 프로토콜의 오버헤드로 인해 제어 오버헤드가 증가하며 이는 시스템 사이즈와 피어 별 파트너 수 증가에 영향을 받는다.

[0078] 도 13은 개시된 기술의 일 실시예에 따른 P2P 네트워크에서 소스 피어와 피어 간의 재생 동기화 차이를 종래 방식과 비교한 그래프이다. 도 13에서와 같이, 제안방안이 쿨스트리밍 방안보다 재생 지점의 차에 대한 성능이 최대값, 평균값, 최소값, 표준편차 모든 부분에서 더 좋거나 같음을 볼 수 있다. 재생 동기화의 차는 스트림의 초기 요청 지점과 재생 시작 지연의 영향을 받는다. 제안방안은 소스 피어의 재생 지점을 예측하여 스트림의 초기 요청 지점을 결정하므로 쿨스트리밍 방안보다 재생 지점의 편차가 적다. 또한, 도 11에서 확인한 바와 같이, 제안 방안의 평균 재생 시작 지연이 쿨스트리밍 방안보다 더 적기 때문에 재생 지점의 편차가 적다.

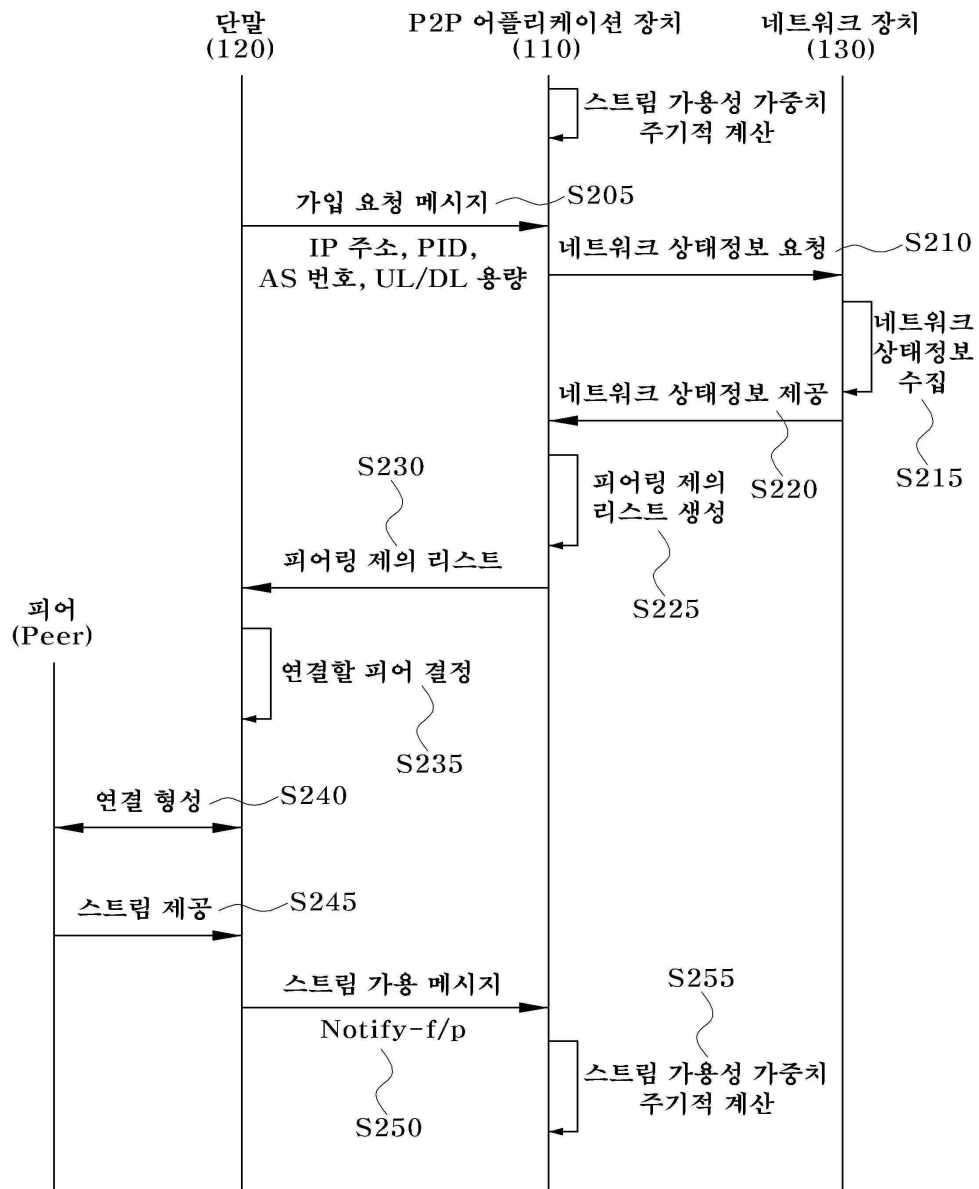
[0079] 이러한 개시된 기술인 시스템 및 장치는 이해를 돕기 위하여 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 분야에서 통상적 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 개시된 기술의 진정한 기술적 보호범위는 첨부된 특허청구범위에 의해 정해져야 할 것이다.

도면

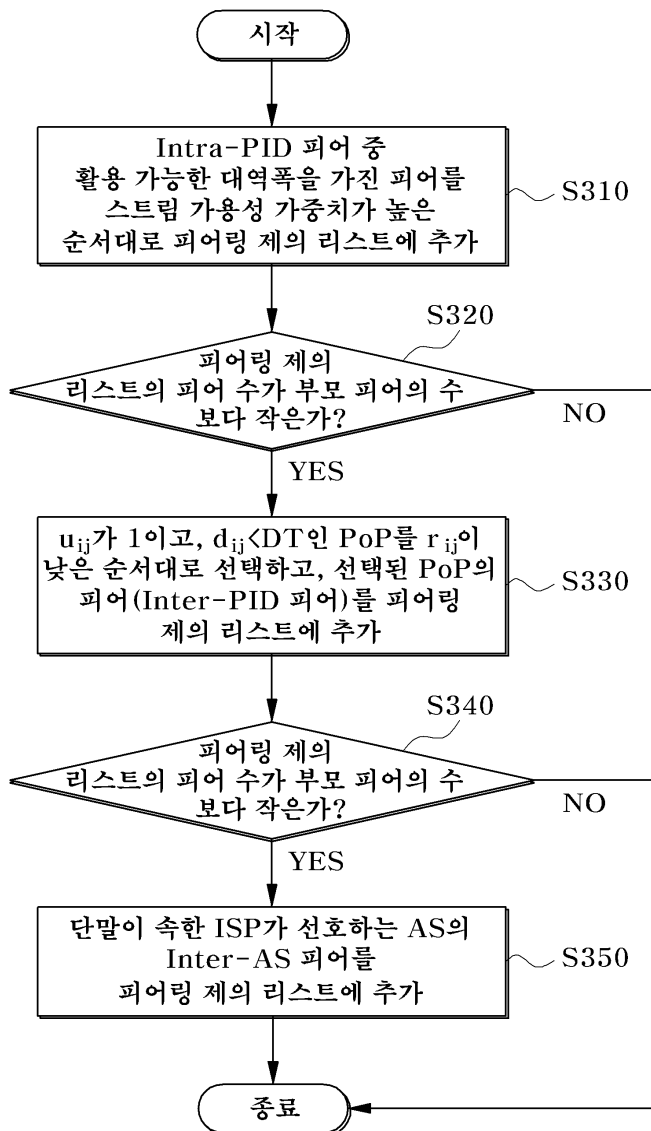
도면1



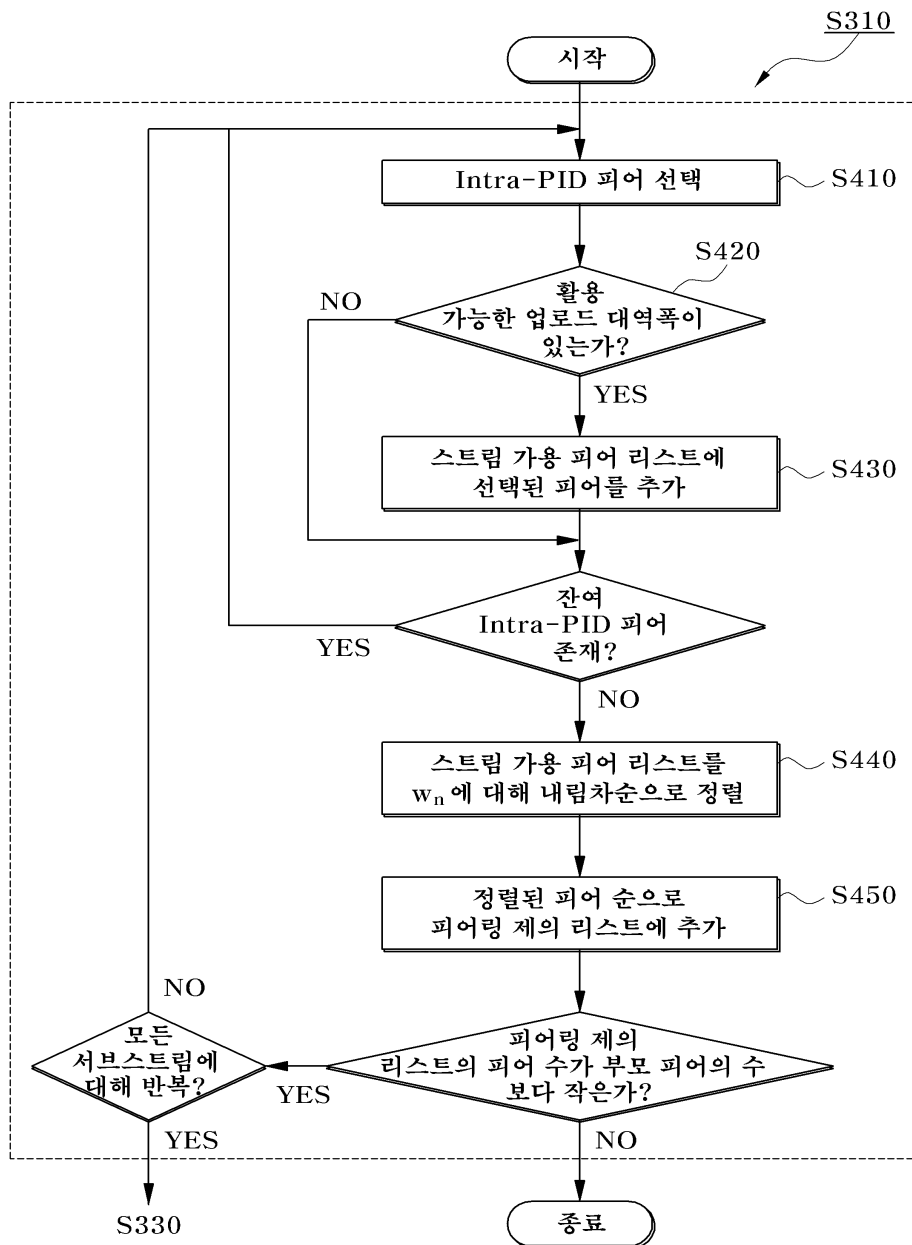
도면2



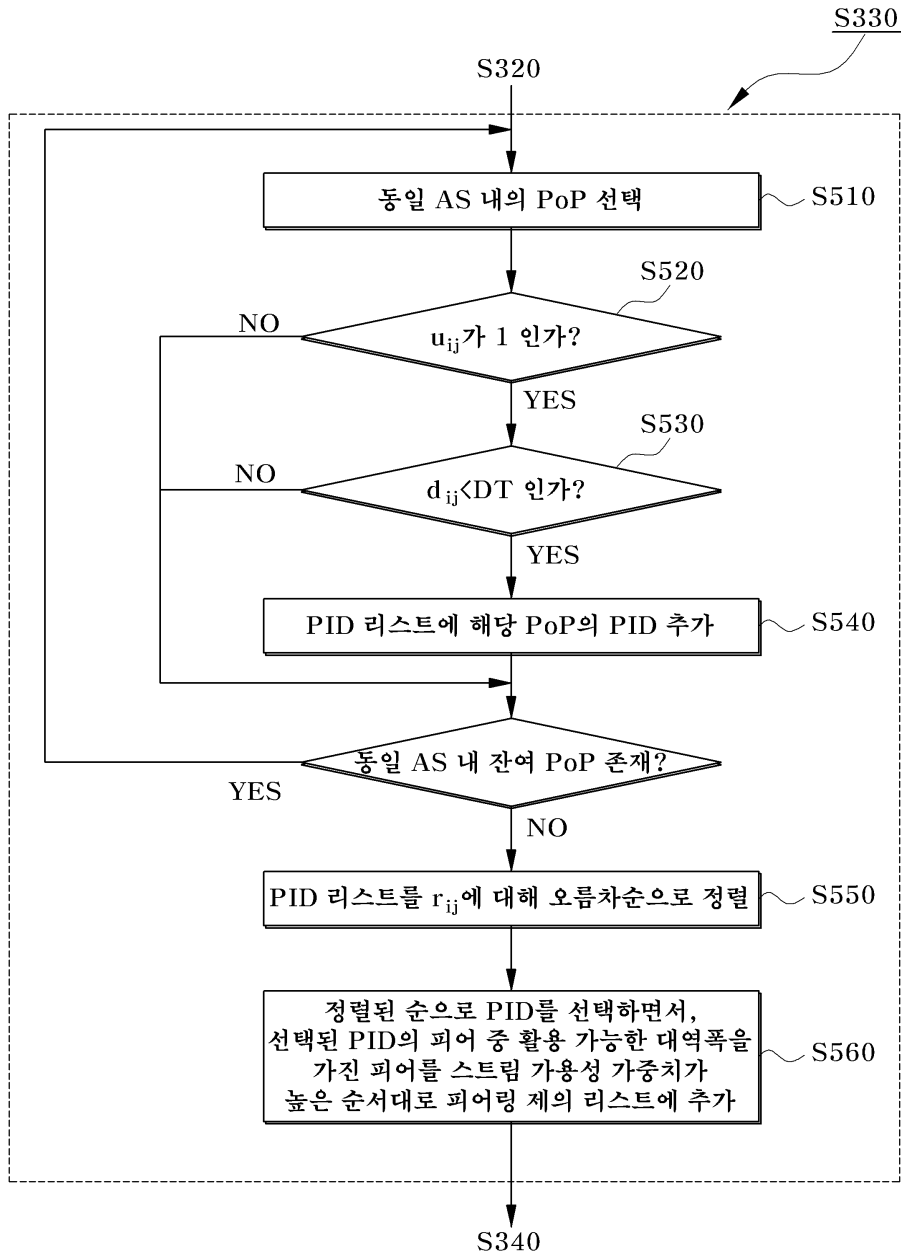
도면3



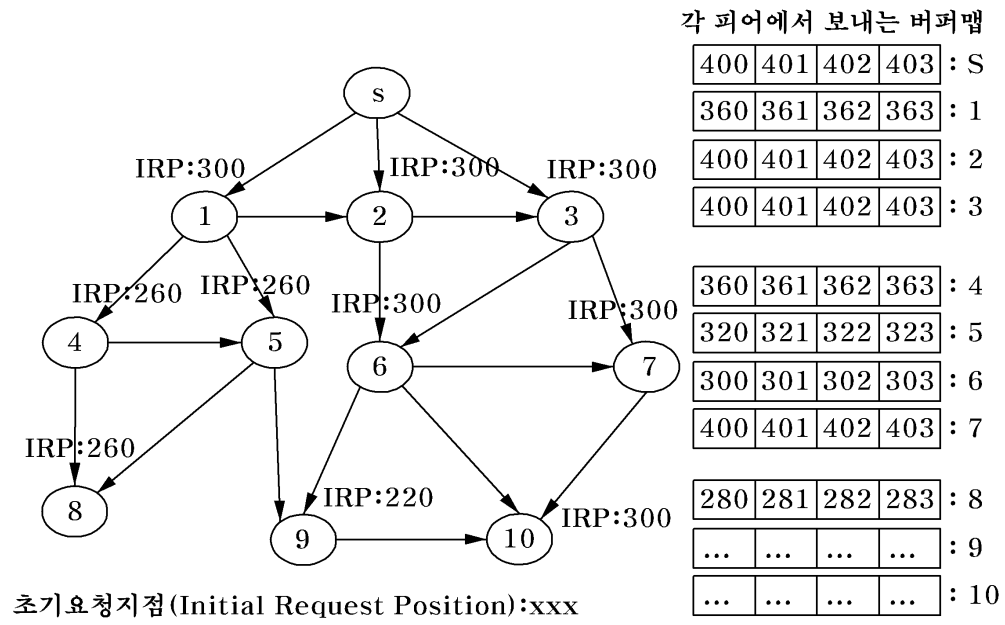
도면4



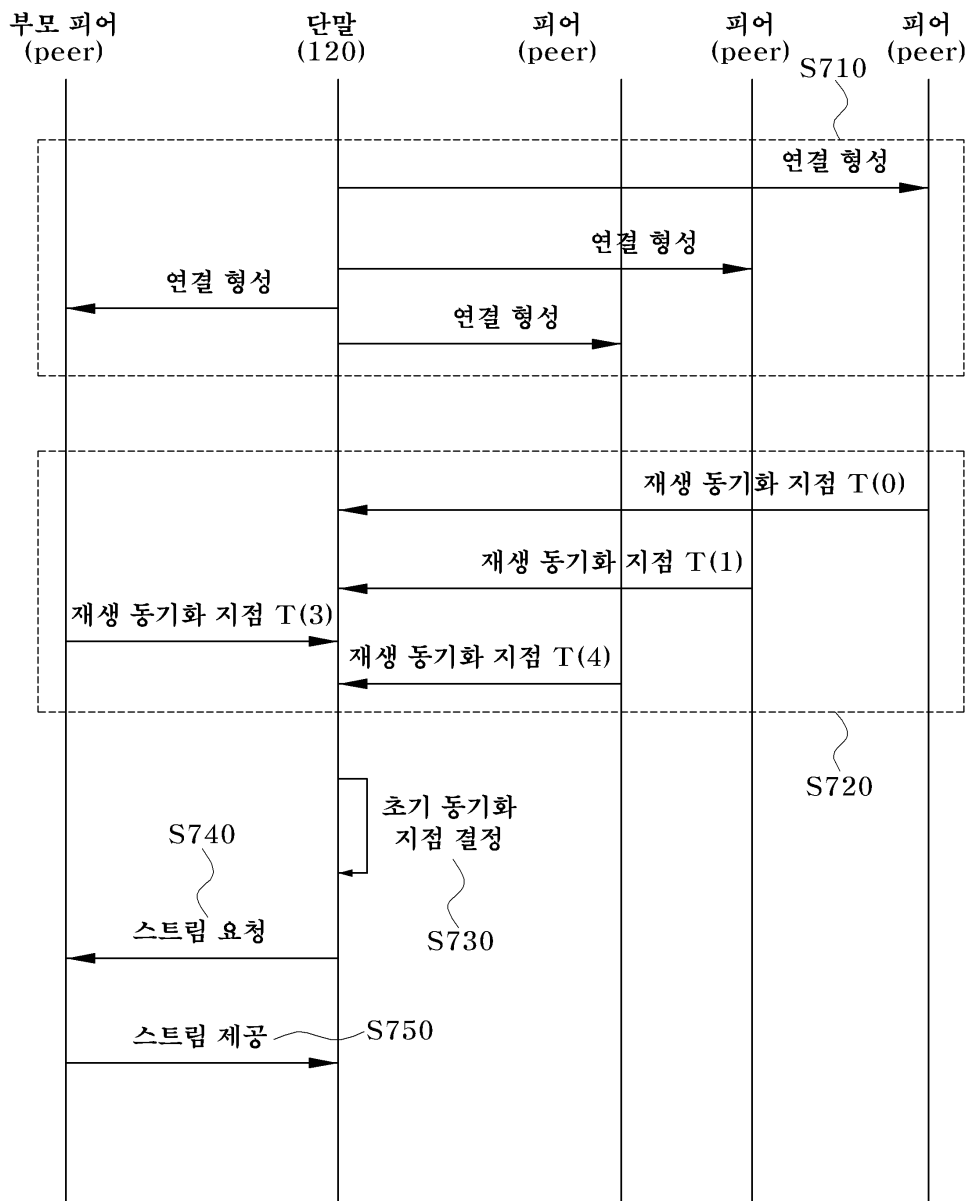
도면5



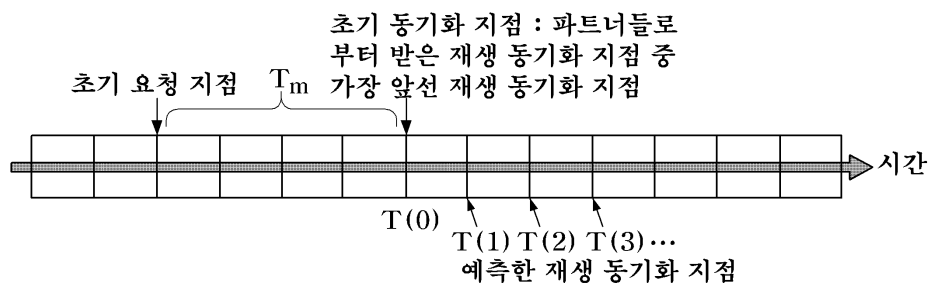
도면6



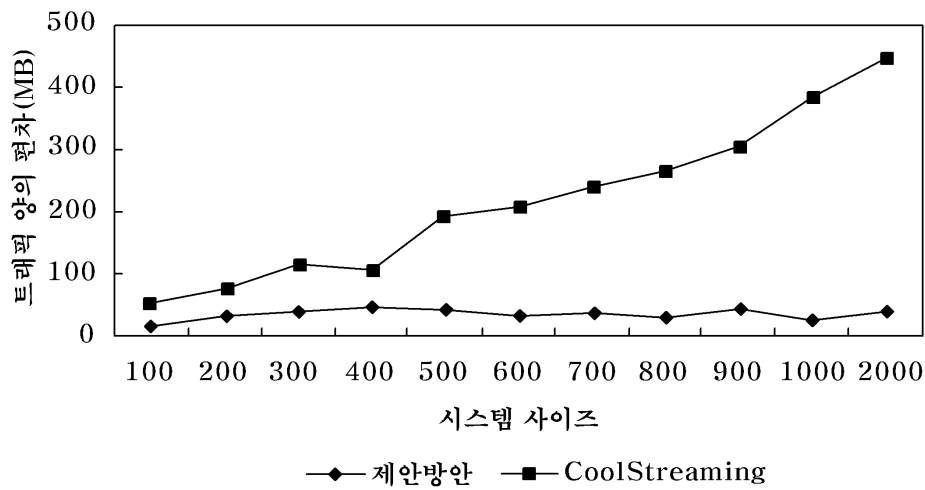
도면7



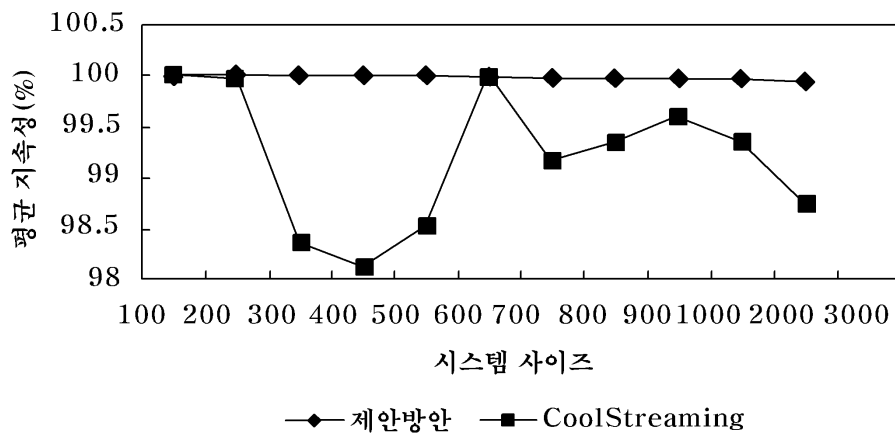
도면8



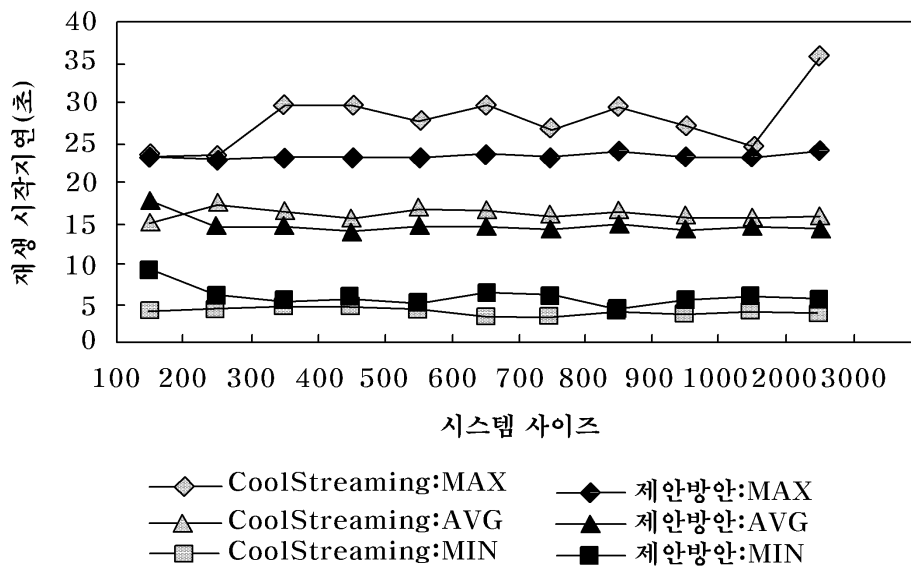
도면9



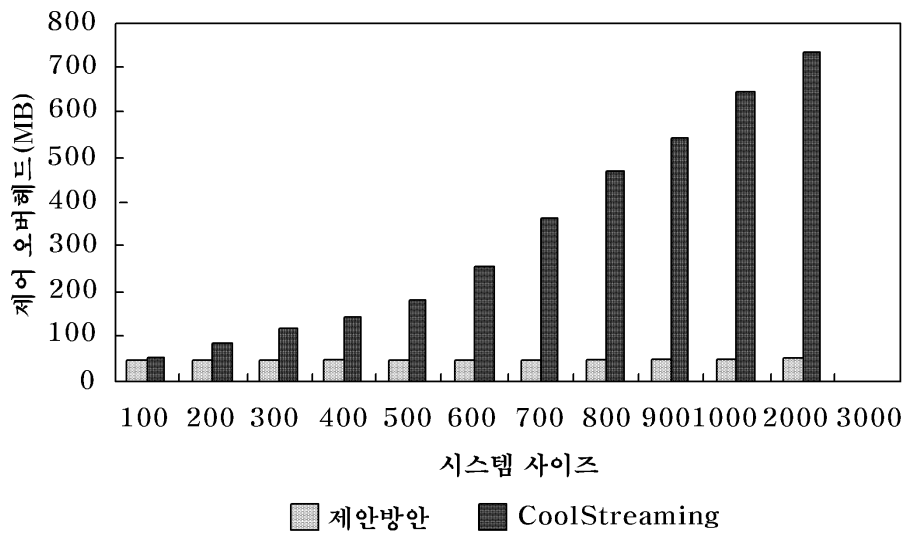
도면10



도면11



도면12



도면13

