



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년05월07일
(11) 등록번호 10-1392031
(24) 등록일자 2014년04월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 12/861 (2013.01) H04L 12/28 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0130444
(22) 출원일자 2012년11월16일
심사청구일자 2012년11월16일
(56) 선행기술조사문헌
JP2012151652 A
JP2012151806 A
논문, CCN 환경에서의 SVC 비디오 스트리밍을 위한 캐시 교체 정책에 관한 연구, 2012 한국컴퓨터종합학술대회 논문집 Vol.39, No.1(D)

(73) 특허권자
이화여자대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)
(72) 발명자
이미정
서울 용산구 이촌로 347, 15동 507호 (서빙고동, 신동아아파트)
이숙영
경기 광명시 오리로 801, 세트레빌 301동 603호 (하안동, e편한세상센트레빌아파트)
(74) 대리인
남정길

전체 청구항 수 : 총 12 항

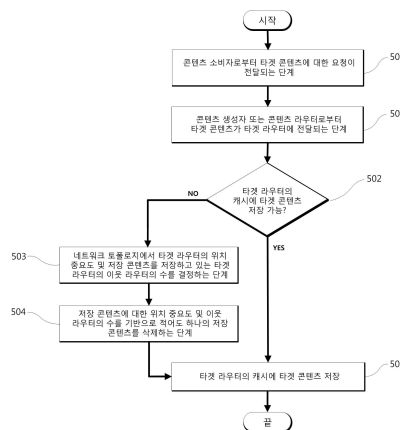
심사관 : 이철수

(54) 발명의 명칭 콘텐츠 기반 네트워크에서의 라우터 캐싱 방법 및 콘텐츠 기반 네트워크 시스템

(57) 요약

본 발명에 따른 콘텐츠 기반 네트워크의 라우터 캐싱 방법은 네트워크의 타겟 라우터의 캐시에 타겟 콘텐츠를 저장할 수 있는지 판단하는 단계, 캐시에 타겟 콘텐츠를 저장할 공간이 부족한 경우, 네트워크 토폴로지 구조에서 캐시에 저장된 저장 콘텐츠를 기준으로 한 타겟 라우터의 위치 중요도 및 저장 콘텐츠를 저장하고 있는 타겟 라우터의 이웃 라우터의 수를 결정하는 단계 및 저장 콘텐츠에 대한 위치 중요도 및 이웃 라우터의 수를 기반으로 타겟 라우터의 캐시에 타겟 콘텐츠를 삭제하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도5



이 발명을 지원한 국가연구개발사업	
과제고유번호	H0301-12-1004
부처명	지식경제부
연구사업명	정보통신기술인력양성(R&D)
연구과제명	BcN 엔지니어링 기술 연구
기 여 율	1/2
주관기관	한국과학기술원
연구기간	2004.09.01 ~ 2012.12.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업	
과제고유번호	2011-1678
부처명	이화여자대학교
연구사업명	Ewha Global Top 5 Project
연구과제명	그린 IT 기반 스마트 빌딩 융합 연구단
기 여 율	1/2
주관기관	이화여자대학교
연구기간	2011.09.01 ~ 2013.08.31

특허청구의 범위

청구항 1

네트워크의 라우터 캐싱 방법에 있어서,

네트워크의 타겟 라우터의 캐시에 타겟 콘텐츠를 저장할 수 있는지 판단하는 단계;

상기 캐시에 타겟 콘텐츠를 저장할 공간이 부족한 경우, 네트워크 토폴로지 구조에서 상기 캐시에 저장된 저장 콘텐츠를 기준으로 한 상기 타겟 라우터의 위치 중요도 및 상기 저장 콘텐츠를 저장하고 있는 상기 타겟 라우터의 이웃 라우터의 수를 결정하는 단계; 및

상기 저장 콘텐츠에 대한 상기 위치 중요도 및 상기 이웃 라우터의 수를 기반으로 상기 저장 콘텐츠를 삭제하는 단계를 포함하는 콘텐츠 기반 네트워크의 라우터 캐싱 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 판단하는 단계 전에,

콘텐츠 소비자로부터 타겟 콘텐츠에 대한 요청이 전달되는 단계; 및

상기 요청에 대해 콘텐츠 제공자 또는 상기 타겟 콘텐츠를 저장하고 있는 라우터로부터 상기 타겟 콘텐츠가 전달되는 단계를 더 포함하고, 상기 타겟 라우터는 상기 타겟 콘텐츠가 전달되는 경로 상에 존재하는 라우터인 콘텐츠 기반 네트워크에서의 라우터 캐싱 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 위치 중요도는

상기 네트워크 토폴로지에 존재하는 모든 콘텐츠 소비자로부터 상기 저장 콘텐츠를 제공한 콘텐츠 제공자에 대한 각각의 최단 경로에서 상기 타겟 라우터가 차지하는 위치 중요도인 콘텐츠 기반 네트워크에서의 라우터 캐싱 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 위치 중요도는 그래프 이론인 BC(Betweenness Centrality)를 이용하여 산출되는 콘텐츠 기반 네트워크에서의 라우터 캐싱 방법.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 콘텐츠 제공자(CP_j)로부터 상기 콘텐츠 소비자에 이르는 최단 경로에 존재하는 상기 타겟 라우터(CR_i)의 상기 위치 중요도(BC_i^j)는 아래의 수식으로 표현되는 콘텐츠 기반 네트워크에서의 라우터 캐싱 방법.

$$BC_i^j = \frac{\sum_{v \in V} f_{SP_{jk}}(i)}{g_j^v}$$

(여기서, v는 상기 CP_j가 상기 최단 경로의 루트에 해당하는 그래프(G)에서 상기 최단 경로를 구성하는 노드, CR_k는 상기 콘텐츠 소비자와 직접 연결된 콘텐츠 라우터, CR_j는 상기 콘텐츠 제공자와 직접 연결된 라우터, f_{SP_{jk}}(i)는 상기 G에 있는 CR_j와 CR_k 사이의 최단 경로에 CR_i 노드가 있다면 1의 값을 갖고, 상기 최단 경로에

CR_i 노드가 없다면 0의 값을 갖는 변수, $g'_j()$ 는 모든 콘텐츠 소비자로부터 CR_j 까지의 최단 경로의 전체 개수임)

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 이웃 라우터는

상기 저장 콘텐츠를 생성한 콘텐츠 제공자로부터 상기 타겟 라우터에 이르는 경로 방향(downstream)으로 상기 타겟 라우터로부터 한 홉 거리만큼 떨어진 라우터인 콘텐츠 기반 네트워크에서의 라우터 캐싱 방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 삭제하는 단계는 아래의 수식을 기준으로 산출되는 $CF_i^{j(A)}$ 값이 낮은 저장 콘텐츠(A)를 삭제하는 콘텐츠 기반 네트워크에서의 라우터 캐싱 방법.

$$CF_i^{j(A)} = BC_i^j + \sum_{\forall f \in F(CR_i)} \{BC_{CR(f)}^j \cdot !Is_cached(j(A), CR(f))\}$$

(여기서, $j(A)$ 는 콘텐츠 제공자(CP_j)가 생성한 콘텐츠, $CR(f)$ 는 저장 콘텐츠를 생성한 콘텐츠 제공자로부터 상기 타겟 라우터에 이르는 경로 방향으로 페이스(face)를 통해 타겟 라우터(CR_i)와 연결된 한 홉(hop) 거리에 있는 이웃 라우터, $F(CR_i)$ 는 CR_i 에 속한 페이스 목록(list), $Is_cached(j(A), CR(f))$ 는 $j(A)$ 가 $CR(f)$ 에 저장되어 있다면 1이고, $j(A)$ 가 $CR(f)$ 에 저장되어 있지 않다면 0인 값, f 는 상기 페이스 목록에 있는 페이스임)

청구항 8

콘텐츠를 제공하는 콘텐츠 서버;

상기 콘텐츠 중 특정 타겟 콘텐츠를 요청하는 단말; 및

상기 콘텐츠 서버와 단말 사이의 경로에 배치되는 라우터를 포함하되,

상기 라우터는 상기 타겟 콘텐츠를 캐시에 저장할 수 있는지 여부를 판단하고, 상기 캐시에 상기 타겟 콘텐츠를 저장할 공간이 부족한 경우, 상기 캐시에 저장된 복수의 저장 콘텐츠를 기준으로 네트워크 토폴로지 구조에서의 상기 라우터의 위치 중요도 및 상기 저장 콘텐츠를 저장하고 있는 상기 라우터의 이웃 라우터의 수를 기반으로 상기 저장 콘텐츠 중 적어도 하나를 삭제하고, 상기 타겟 콘텐츠를 저장하는 콘텐츠 기반 네트워크 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 위치 중요도는

상기 네트워크 토폴로지에 존재하는 모든 단말들로부터 상기 저장 콘텐츠를 제공한 콘텐츠 서버에 대한 각각의 최단 경로에서 상기 라우터가 차지하는 위치 중요도인 콘텐츠 기반 네트워크 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 콘텐츠 서버(CP_j)로부터 상기 단말에 이르는 최단 경로에 존재하는 상기 라우터(CR_i)의 상기 위치 중요도(BC_i^j)는 아래의 수식으로 표현되는 콘텐츠 기반 네트워크 시스템.

$$BC_i^j = \frac{\sum_{\forall k \in V} f_SP_{jk}(i)}{g'_j()$$

(여기서, v 는 상기 CP_j 가 상기 최단 경로의 루트에 해당하는 그래프(G)에서 상기 최단 경로를 구성하는 노드, CR_k 는 상기 단말과 직접 연결된 라우터, CR_j 는 상기 콘텐츠 서버와 직접 연결된 라우터, $f_{SP_{jk}}(i)$ 는 그래프 G에 있는 CR_j 와 CR_k 사이의 최단 경로에 CR_i 노드가 있다면 1의 값을 갖고, 상기 최단 경로에 CR_i 노드가 없다면 0의 값을 갖는 변수, $g'_j()$ 는 모든 단말로부터 CR_j 까지의 최단 경로의 전체 개수임)

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 이웃 라우터는

상기 저장 콘텐츠를 제공한 콘텐츠 서버로부터 상기 라우터에 이르는 경로 방향(downstream)으로 상기 라우터로부터 한 홉 거리만큼 떨어진 라우터인 콘텐츠 기반 네트워크 시스템.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 라우터는 아래의 수식을 기준으로 산출되는 $CF_i^{j(A)}$ 값이 낮은 저장 콘텐츠(A)를 삭제하는 콘텐츠 기반 네트워크 시스템.

$$CF_i^{j(A)} = BC_i^j + \sum_{\forall f \in F(CR_i)} \{BC_{CR(f)}^j \cdot !Is_cached(j(A), CR(f))\}$$

(여기서, $j(A)$ 는 콘텐츠 서버(CP_j)가 생성한 콘텐츠, $CR(f)$ 는 저장 콘텐츠를 생성한 콘텐츠 서버로부터 상기 라우터에 이르는 경로 방향으로 페이스(face)를 통해 라우터(CR_i)와 연결된 한 홉(hop) 거리에 있는 이웃 라우터, $F(CR_i)$ 는 CR_i 에 속한 페이스 목록(list), $Is_cached(j(A), CR(f))$ 는 $j(A)$ 가 $CR(f)$ 에 저장되어 있다면 1이고, $j(A)$ 가 $CR(f)$ 에 저장되어 있지 않다면 0인 값, f 는 상기 페이스 목록에 있는 페이스임)

명세서

기술분야

[0001] 이하 설명하는 기술은 CCN과 같은 콘텐츠 중심 네트워크에서 라우터의 캐싱 방법 및 이 캐싱 방법을 사용하는 네트워크 시스템에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 인터넷과 e-커머스의 급증은 네트워크 산업에서의 혁신적인 변화를 일으키고 있다. 현재 인터넷은 IP 주소를 이용한 방식으로 동작한다. 즉 데이터 소비자는 오직 IP 주소를 이용하여 데이터를 요청하고 데이터를 수신한다. IP에 기반한 종래 인터넷 방식은 기본적으로 동일한 데이터를 요청하는 네트워크 상의 사용자 수만큼 반복적으로 데이터를 전송해야 한다.

[0003] 최근 IP를 기반으로 한 네트워크 구조가 아닌 콘텐츠를 중심으로 한 네트워크 구조에 대한 연구 및 개발이 활발히 진행되고 있다. 콘텐츠 중심 기술을 지원하는 네트워크는 송수신자 대신 데이터를 생성한 콘텐츠 제공자(publisher)와 데이터를 수신하여 소비하는 콘텐츠 소비자(consumer)의 개념을 도입하여 네트워크는 IP 주소 대신 콘텐츠 이름을 사용하여 라우팅을 수행하여, 라우터는 필요한 경우 특정 데이터를 저장하고 데이터를 요구하는 인근의 새로운 소비자들에게 데이터를 배포하는 방식을 사용한다.

[0004] 이러한 네트워크 구조는 콘텐츠가 중심이 되는 구조이고, 이와 같은 네트워크 구조는 TRIAD(translating relaying internet architecture integrating active directories), CCN(content-centric network), DONA(data-oriented network architecture), PSIRP(publish-subscribe internet routing paradigm), CBCB(combined broadcast and content based) 및 NetInf(network of information) 등이 있다.

[0005] CCN과 같은 콘텐츠 중심의 네트워크에서는 라우터에 콘텐츠를 저장하기 때문에 콘텐츠 캐싱(caching)이 핵심적

인 기술 중 하나이다. 한국공개특허 제2012-0087789호는 관리자 기반 라우팅을 이용한 콘텐츠 캐싱에 대해 개시하고 있다.

- [0006] CCN에서는 콘텐츠가 저장되는 CS(content store)를 관리해야 한다. CS 관리 기법으로 CCN에서는 LRU(Least Recently Used)를 제시하고 있으며, 보다 효율적인 알고리즘들이 학계에 등장하고 있다. 제안된 기법들 중에는 동적으로 변하는 소비자들의 콘텐츠 요청률을 미리 예측하고 망의 실시간 트래픽 변화를 이용하는 알고리즘이 있다(V. Sourlas, L. Gkatzikis and L. Tassiulas, "On-Line Storage Management with Distributed Decision Making for Content-Centric Networks" Proceedings of 7th Conference on Next Generation Internet (NGI) 2011, Kaiserslautern, Germany.참조).

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 한국공개특허 제2012-0087789호 등에서는 라우터에 저장된 콘텐츠에 대한 구체적인 캐싱 방법을 설명하고 있지 않다. 또한 Sourlas가 제시한 알고리즘은 실시간 트래픽 변화를 이용하여 연산의 복잡도가 높기 때문에 실제 네트워크 시스템에 적용하기 어려운 한계점이 있다.
- [0008] 이하 설명하는 기술은 보다 정적인 네트워크 토폴로지 정보에 기반 한 콘텐츠 기반 네트워크의 라우터 캐싱 방법을 제공하고자 한다. 후술하겠지만 콘텐츠 기반 네트워크는 종래의 IP 기반 네트워크와 달리 콘텐츠 자체의 식별자를 사용하여 콘텐츠를 요청하는 네트워크를 의미한다.
- [0009] 이하 설명하는 기술의 해결과제는 이상에서 언급된 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 해결과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0010] 본 발명에 따른 콘텐츠 기반 네트워크의 라우터 캐싱 방법은 네트워크의 타겟 라우터의 캐시에 타겟 콘텐츠를 저장할 수 있는지 판단하는 단계, 캐시에 타겟 콘텐츠를 저장할 공간이 부족한 경우, 네트워크 토폴로지 구조에서 캐시에 저장된 저장 콘텐츠를 기준으로 한 타겟 라우터의 위치 중요도 및 저장 콘텐츠를 저장하고 있는 타겟 라우터의 이웃 라우터의 수를 결정하는 단계 및 저장 콘텐츠에 대한 위치 중요도 및 이웃 라우터의 수를 기반으로 저장 콘텐츠를 삭제하는 단계를 포함한다.
- [0011] 본 발명에 따른 콘텐츠 기반 네트워크의 라우터 캐싱 방법은 상기 판단하는 단계 전에 콘텐츠 소비자로부터 타겟 콘텐츠에 대한 요청이 전달되는 단계 및 요청에 대해 콘텐츠 제공자 또는 타겟 콘텐츠를 저장하고 있는 라우터로부터 타겟 콘텐츠가 전달되는 단계를 더 포함할 수 있다. 타겟 라우터는 타겟 콘텐츠가 전달되는 경로 상에 존재하는 라우터이다.
- [0012] 위치 중요도는 네트워크 토폴로지에 존재하는 모든 콘텐츠 소비자들로부터 저장 콘텐츠를 제공한 콘텐츠 제공자에 대한 각각의 최단 경로에서 타겟 라우터가 차지하는 위치 중요도이다. 위치 중요도는 그래프 이론인 BC(Betweenness Centrality)를 이용하여 산출된다.
- [0013] 이웃 라우터는 저장 콘텐츠를 생성한 콘텐츠 제공자로부터 타겟 라우터에 이르는 경로 방향(downstream)으로 타겟 라우터로부터 한 홉 거리만큼 떨어진 라우터이다.
- [0014] 삭제하는 단계는 아래의 수식을 기준으로 산출되는 $CF_i^{j(A)}$ 값이 낮은 저장 콘텐츠(A)를 삭제한다.

$$CF_i^{j(A)} = BC_i^j + \sum_{\forall f \in F(CR_i)} \{BC_{CR(f)}^j \cdot !Is_cached(j(A), CR(f))\}$$

- [0015]
- [0016] 여기서, $j(A)$ 는 콘텐츠 제공자(CP_j)가 생성한 콘텐츠, $CR(f)$ 는 저장 콘텐츠를 생성한 콘텐츠 제공자로부터 타겟 라우터에 이르는 경로 방향으로 페이스(face)를 통해 타겟 라우터(CR_i)와 연결된 한 홉(hop) 거리에 있는 이웃 라우터, $F(CR_i)$ 는 CR_i 에 속한 페이스 목록(list), $Is_cached(j(A), CR(f))$ 는 $j(A)$ 가 $CR(f)$ 에 저장되어 있다면 1이고, $j(A)$ 가 $CR(f)$ 에 저장되어 있지 않다면 0인 값이다.
- [0017] 본 발명에 따른 콘텐츠 기반 네트워크 시스템은 콘텐츠를 제공하는 콘텐츠 서버, 콘텐츠 중 특정 타겟 콘텐츠를

요청하는 단말 및 콘텐츠 서버와 단말 사이의 경로에 배치되는 라우터를 포함한다.

[0018] 여기서 라우터는 전술한 콘텐츠 기반 네트워크에서의 라우터 캐싱 방법을 사용하여 캐싱을 수행하는 것이 특징이다.

발명의 효과

[0019] 이하 설명하는 기술은 콘텐츠 기반 네트워크에서 사용될 가능성이 낮은 콘텐츠를 라우터의 캐시에서 삭제할 수 있다. 이를 통해 LRU 방법보다 훨씬 효과적으로 캐시를 관리할 수 있고, 네트워크 전체 성능을 향상시킬 수 있다.

[0020] 이하 설명하는 기술의 효과는 이상에서 언급된 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 효과들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 CCN의 구조 및 동작을 개략적으로 도시한 구성도이다.
 도 2(a)는 CR에 대한 BCT의 일 예이고, 도 2(b)는 BCT에 저장되는 정보를 설명하기 위한 네트워크의 일 예이다.
 도 3은 본 발명이 사용되는 CNN의 라우터의 데이터 구조에 대한 예시도이다.
 도 4(a)는 LRU 기법에 따라 콘텐츠가 캐싱되는 경우의 예이고, 도 4(b)는 본 발명의 캐싱 방법에 따라 콘텐츠가 캐싱되는 예이다.
 도 5는 본 발명에 따른 콘텐츠 기반 네트워크의 라우터 캐싱 방법에 대한 개략적인 순서도이다.
 도 6은 본 발명에 따른 콘텐츠 기반 네트워크 시스템의 구성 및 동작을 설명하는 구조도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0023] 제1, 제2, A, B 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 해당 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않으며, 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

[0024] 본 명세서에서 사용되는 용어에서 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 해석되지 않는 한 복수의 표현을 포함하는 것으로 이해되어야 하고, "포함한다" 등의 용어는 실시된 특징, 개수, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 의미하는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 개수, 단계 동작 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0025] 도면에 대한 상세한 설명을 하기에 앞서, 본 명세서에서의 구성부들에 대한 구분은 각 구성부가 담당하는 주기능 별로 구분한 것에 불과함을 명확히 하고자 한다. 즉, 이하에서 설명할 2개 이상의 구성부가 하나의 구성부로 합쳐지거나 또는 하나의 구성부가 보다 세분화된 기능별로 2개 이상으로 분화되어 구비될 수도 있다. 그리고 이하에서 설명할 구성부 각각은 자신이 담당하는 주기능 이외에도 다른 구성부가 담당하는 기능 중 일부 또는 전부의 기능을 추가적으로 수행할 수도 있으며, 구성부 각각이 담당하는 주기능 중 일부 기능이 다른 구성부에 의해 전담되어 수행될 수도 있음은 물론이다.

[0026] 또, 방법 또는 동작 방법을 수행함에 있어서, 상기 방법을 이루는 각 과정들은 문맥상 명백하게 특정 순서를 기재하지 않은 이상 명기된 순서와 다르게 일어날 수 있다. 즉, 각 과정들은 명기된 순서와 동일하게 일어날 수도 있고 실질적으로 동시에 수행될 수도 있으며 반대의 순서대로 수행될 수도 있다.

[0027] 인터넷 상에 콘텐츠의 종류와 양이 많아짐에 따라 송수신 호스트의 IP 주소에 기반 한 현재 통신 시스템에서 같은 데이터의 중복적인 트래픽이 급증하는 등 많은 문제점이 있으며 이에 대한 해결 방안으로 콘텐츠 중심 네트

워크(CCN: Content-Centric Network)가 차세대 통신 체계로 기대되고 있다. CCN은 NDN(named data network)라고 불리기도 한다.

[0028] 본 발명은 CCN과 같은 네트워크 구조에서 이용할 수 있는 라우터 캐싱(caching) 또는 콘텐츠 캐싱 방법에 관한 것이다. 나아가 CCN에만 한정하여 적용되는 것은 아니며 종래 IP 중심 방식이 아닌 콘텐츠 중심 방식으로 동작하는 다양한 네트워크에 적용될 수 있다.

[0029] 따라서 CCN 외에 TRIAD(translating relaying internet architecture integrating active directories), DONA(data-oriented network architecture), PSIRP(publish-subscribe internet routing paradigm), CBCB(combined broadcast and content based) 및 NetInf(network of information) 등과 같은 네트워크에도 적용될 수 있다. 네트워크에 연결된 단말이 콘텐츠를 요청할 때 특정 IP주소가 아닌 콘텐츠 자체를 식별하는 식별자를 이용하는 네트워크를 통칭하여 콘텐츠 기반 네트워크라고 명명한다.

[0030] 다만 설명의 편의를 위해 이하 CCN(콘텐츠 중심 네트워크)을 중심으로 본 발명에 대한 설명을 하고자 한다. 결코 CCN에 한정되는 것은 아님을 명확히 밝혀둔다.

[0031] 먼저 CCN 구조 및 동작에 대해 간략하게 살펴보고자 한다. 도 1은 CCN의 구조 및 동작을 개략적으로 도시한 구성도이다.

[0032] 원본 콘텐츠를 저장하고, 제공하는 주체는 콘텐츠 제공자(CP: Content Provider)이다. CP는 콘텐츠를 생성하거나 저장된 콘텐츠를 제공하는 각종 서버 또는 단말일 수 있다. 컴퓨터 또는 모바일 단말을 통해 콘텐츠 제공자가 제공하는 콘텐츠를 요청하는 주체는 콘텐츠 소비자(CC: Content Consumer)이다. 콘텐츠 소비자(CC)가 관심 패킷(Interest packet)을 통해 특정 콘텐츠를 요청하면, 콘텐츠 제공자(CP)가 데이터 패킷(Data packet)을 통해 해당 콘텐츠를 콘텐츠 소비자(CC)에게 전달한다. 이때 콘텐츠 제공자(CP)로부터 콘텐츠 소비자(CC)에게 전달되는 경로에 존재하는 라우터에 해당 콘텐츠가 저장될 수 있다. 이와 같이 원본 콘텐츠의 복사본을 저장하는 라우터를 콘텐츠 라우터(CR: Content Router)라고 명명한다.

[0033] 도 1에서 원본 콘텐츠를 요청한 콘텐츠 소비자(CC)는 CC₂이다. 도 1을 살펴보면, 콘텐츠 제공자(CP)와 CC₂의 경로 상에 있는 콘텐츠 라우터(CR)에 콘텐츠가 복사된다. 도 1에는 CP와 CR에 저장된 콘텐츠를 하트(heart)모양으로 도시한다. 나중에 다른 잠재적 소비자가 하트모양으로 표시된 콘텐츠를 요청하는 경우 CP에서 제공되지 않고, 콘텐츠의 복사본을 저장하고 있는 CR으로부터 전송된다. 예컨대, CC₁, CC₃, CC₄ 내지 CC₅가 해당 콘텐츠를 요청하면 그 요청이 CP까지 전송될 필요없이 중간 경로상에 있는 CR 중 하트 모양 콘텐츠를 저장하고 있는 CR들에서 콘텐츠가 제공된다. f₀ 내지 f₃은 콘텐츠의 흐름 종류를 의미한다. 이와 같이 데이터 흐름 경로상에 있는 모든 라우터(노드)에 해당 콘텐츠가 저장되는 방식은 *ALLCache*라고 알려진 전략이다.

[0034] CCN에서는 소비 노드가 요청 메시지를 보내면 그 메시지를 받은 노드들 중 요청한 콘텐츠를 캐싱한 노드가 콘텐츠를 전송하여, 이는 요청 패킷이 거쳐 온 경로를 따라 해당 소비 노드까지 전달된다. 이때 콘텐츠 전달 경로상의 라우터들은 캐싱을 이용하여 이후 같은 요청에 더 빠르게 응답할 수 있으며, 이에 사용되는 콘텐츠 메모리를 CS(Content Store)라고 한다. 만일 그 CS의 여유 공간이 저장하고자 하는 콘텐츠의 크기에 비해 작을 경우, CS 내의 콘텐츠들 중 일부를 선택적으로 삭제해야한다.

[0035] 캐싱 알고리즘은 일반적으로 최저 사용 빈도(LRU: Least recently used) 전략을 사용한다. 그러나 *ALLCache* 전략을 사용하는 CCN이 콘텐츠를 삭제하는 알고리즘으로 LRU를 사용하면 매우 효율이 떨어진다.

[0036] 본 발명은 CCN과 같은 방식으로 콘텐츠를 제공하는 네트워크 시스템의 라우터에서 사용할 수 있는 효과적인 콘텐츠 제거 기법을 제공한다. 본 발명은 크게 두 가지 기준으로 콘텐츠 라우터(CR)에서 가장 불필요한 또는 불필요할 것으로 예측되는 콘텐츠를 삭제하고자 한다. 이하 콘텐츠 메모리(CS)의 정리가 필요한 콘텐츠 라우터(CR)를 타겟 콘텐츠 라우터(TCR)라고 명명한다.

[0037] 첫째 기준은 네트워크 토폴로지에서 원본 콘텐츠를 저장하고 있는 콘텐츠 제공자(CP)에 대한 타겟 콘텐츠 라우터(TCR)의 위치이고, 둘째 기준은 타겟 콘텐츠 라우터(TCR)의 주변에 있는 콘텐츠 라우터(CR)에서 해당 콘텐츠를 저장하고 있는 빈도 수이다. 상기 두 가지 기준에 대하여 구체적으로 설명하도록 한다.

[0038] 토폴로지 상에서 CR 노드의 중요도

[0039] 본 발명은 네트워크 토폴로지에서 특정한 콘텐츠 제공자(CP_j)에 대한 각 콘텐츠 라우터(CR_i)의 중요도를 측정한다. 이하 이 중요도를 BC_i^j라고 명명한다. 이 값은 그래프 이론의 BC(Betweenness Centrality)와 관련 있다. 그래프 이론의 BC는 망 토폴로지를 분석하는 파라미터로 자주 사용되며, 한 노드의 BC는 해당 네트워크 안의 모든 조합 가능한 두 노드 간의 최단 경로들 중 그 노드가 포함되는 경로의 비율을 의미한다. 따라서 BC 값이 크면 그만큼 해당 노드를 경유하는 트래픽이 많아지게 되며, 따라서 그 노드가 망 성능에 미치는 영향도 높아지게 된다.

[0040] 여기서 경유하는 노드는 콘텐츠 라우터(CR_i)이고 네트워크 경로의 시작과 끝에 해당하는 노드는 콘텐츠 제공자(CP_j)와 콘텐츠를 요청할 수 있는 콘텐츠 소비자(CC)이다.

[0041] 그래프 이론의 BC(Betweenness Centrality)에 대해 먼저 간략하게 살펴본다. 그래프 G = (V,E)에서 정점(V)은 특정 CC와 특정 CP를 연결할 수 있는 CR의 집합이고, 간선(E)은 2개의 CR을 연결할 수 있는 가능한 링크의 집합이다. BC_i는 다음 수학적 식 1과 같이 표현된다.

수학적 식 1

$$BC_i = \frac{\sum_{\forall j,k \in V} f_{SP_{jk}}(i)}{g_{jk}(i)}$$

[0043] 여기서, f_{SP_{jk}}(i)는 그래프 G에 있는 CR_j와 CR_k 사이의 최단 경로에 CR_i 노드가 있다면 1의 값을 갖고, 상기 최단 경로에 CR_i 노드가 없다면 0의 값을 갖는다. g_{jk}(i)는 정점(V)에 있는 모든 콘텐츠 소비자(CC)와 콘텐츠 제공자(CP)의 쌍을 연결하는 최단 경로의 전체 수이다. 결국 BC_i는 정점(V)에 있는 하나의 CR 노드의 쌍을 연결하는 모든 가능한 최단 경로의 수에 대한 CR_i가 구성하는 경로의 비율을 의미한다.

[0044] 이제 본 발명에서 적용하고자 하는 BC(Betweenness Centrality)에 대해 설명하고자 한다. 본 발명에서 BC를 측정하는 그래프에서 특정 콘텐츠 제공자(CP_j)가 최단 경로의 루트에 해당하고, BC_i^j는 경로에 위치하는 콘텐츠 라우터(CR_i)에 대한 BC이다.

[0045] BC_i^j를 다른 말로 표현하면, 콘텐츠 제공자(CP_j)에서 특정 콘텐츠 소비자(CC)에 대한 콘텐츠 제공에 있어서, 콘텐츠 라우터(CR_i)가 콘텐츠를 제공할 수 있는 가능성을 의미한다. 상기 수학적 식 1로 설명하면, 특정 콘텐츠 라우터(CR_i)에서 콘텐츠 제공자(CP_j)와 직접 연결된 특정 콘텐츠 라우터(CR_j)에 대한 BC_i를 측정해야 한다. 이는 아래의 수학적 식 2와 같이 표현된다.

수학적 식 2

$$BC_i^j = \frac{\sum_{\forall k \in V} f_{SP_{jk}}(i)}{g'_j(i)}$$

[0047] 여기서, f_{SP_{jk}}(i)는 그래프 G에 있는 CR_j와 콘텐츠 소비자(CC) 사이의 최단 경로에 CR_i 노드가 있다면 1의 값을 갖고, 상기 최단 경로에 CR_i 노드가 없다면 0의 값을 갖는다. 상기 수학적 식 1에 대입하자면 CR_k는 콘텐츠 소비자

에 직접 연결된 콘텐츠 라우터에 해당한다. $g'_j()$ 는 정점(V)에 속한 모든 콘텐츠 소비자(CC)들로부터 특정 콘텐츠 제공자(CP) 즉 CR_j 까지의 최단 경로의 전체 개수를 의미한다.

[0048] 상기 수학적 식 2를 사용하여 각 콘텐츠 라우터(CR_i)에 대한 BC_i^j 값을 측정해서 저장한 테이블을 BC table(BCT)라고 명명한다.

[0049] 도 2(a)는 CR 에 대한 BCT의 일 예이고, 도 2(b)는 BCT에 저장되는 정보를 설명하기 위한 네트워크의 일 예이다. BCT는 CP_j , 모든 CR_i 에 대한 BC_i^j 및 CR_i 와 $CR_j(CP_j)$ 사이의 경로에서 CR_i 의 한 홉(hop)만큼 떨어진 이웃 CR 에 대한 BC_i^j 를 포함한다. 도 2(a)에 도시된 BCT의 세번째 필드에 이웃 CR 에 대한 BC_i^j 를 포함한다.

[0050] 도 2(b)에 도시된 네트워크를 예로 설명한다. CR_0 의 BCT는 BC_0^6 뿐만 아니라 CR_6 으로부터 한 홉만큼 떨어진 이웃 CR 인 CR_1 , CR_2 및 CR_3 에 대한 BC_1^6 , BC_2^6 및 BC_3^6 를 포함한다.

[0051] 생성된 BCT는 네트워크상에 있는 한 홉 거리에 있는 모든 이웃 콘텐츠 라우터(CR) 사이에서 공유가 된다.

[0052] 각 콘텐츠의 기여도 연산

[0053] 본 발명은 상기 생성된 BCT에 기반하여 콘텐츠 라우터(CR)에 저장된 각 콘텐츠가 장래에 다시 사용될 가능성을 정량화한다. 본 발명은 콘텐츠 라우터(CR)에 배치된 콘텐츠 메모리(CS)에 저장된 콘텐츠가 다시 사용될 가능성에 대한 척도로 기여도(CF: contribution factor)를 사용한다. 특정 콘텐츠 메모리(CS)가 가득 찬 경우 CF를 기준으로 콘텐츠를 삭제하여 캐시를 관리한다.

[0054] CP_j 에서 생성되고 CR_i 에 캐싱된 콘텐츠 A에 대한 기여도 $CF_i^{j(A)}$ 는 아래와 같이 표현된다.

수학적 식 3

$$CF_i^{j(A)} = BC_i^j + \sum_{\forall f \in F(CR_i)} \{BC_{CR(f)}^j \cdot !Is_cached(j(A), CR(f))\}$$

[0056] 여기서, $j(A)$ 는 CP_j 가 생성한 하나의 콘텐츠 단위(chunk)를 의미하고, $CR(f)$ 는 페이스(face)를 통해 CR_i 와 연결된 한 홉(hop) 거리에 있는 이웃 CR 이다. $F(CR_i)$ 는 CR_i 에 속한 페이스 목록(list)이다. $Is_cached(j(A), CR(f))$ 는 만약 $j(A)$ 가 $CR(f)$ 에 저장되어 있다면 1이고, $j(A)$ 가 $CR(f)$ 에 저장되어 있지 않다면 0인 값이다.

[0057] 따라서 $CF_i^{j(A)}$ 는 BC_i^j 및 CR_i 의 다운스트림(downstream)에 위치하고 캐시에 $j(A)$ 를 캐싱하고 있지 않은 $CR(f)$ 의 BC(들)의 값을 합산한 값이다. 즉, 같은 $j(A)$ 를 갖는 CR_i 라도 네트워크 토폴로지 상의 다운스트림에 $j(A)$ 를 캐싱하고 있는 CR 들이 더 많은 경우, 더 작은 $CF_i^{j(A)}$ 값을 갖게 된다.

[0058] 예컨대, 도 2(b)에서 CR_0 가 콘텐츠 c 를 갖고, CR_0 의 다운스트림에 있는 이웃 노드가 모두 c 를 갖고 있지 않다면, CR_0 의 CF 값인 CF_0^c 는 $\{BC_0^6, BC_1^6, BC_2^6, BC_3^6\}$ 을 합산한 값이다. 이는 CF_0^c 가 가질 수 있는 최대 값에 해당한다.

[0059] 반대로 CR_0 의 다운스트림에 있는 이웃 노드 CR_1 , CR_2 및 CR_3 모두가 c 를 캐시하고 있다면 CF_0^c 는 가능한 최소값을 갖는다. 이때 CF_0^c 는 BC_0^6 와 같은 값이다. 이 경우 네트워크 토폴로지 구조 상 c 에 대한 요청이 있다면 더 이상

CR₀로 그 요청이 전달되지 않기 때문에, CR₀에서 c에 대한 중요도가 떨어진 것이다.

[0060] **콘텐츠 메모리(CS)에서의 콘텐츠 관리**

[0061] 이하에서는 본 발명의 CF를 이용하여 네트워크에서 콘텐츠를 관리하는 과정을 설명한다. 도 3은 본 발명이 사용되는 CNN의 라우터의 데이터 구조에 대한 예시도이다.

[0062] BCT의 각 엔트리는 콘텐츠 제공자(CP_j), 콘텐츠 라우터(CR) 별 BC 값 및 각 콘텐츠 라우터(CR)의 페이스를 통해 연결된 이웃 라우터(CR)의 BC값을 포함한다. 그리고 콘텐츠 메모리(CS)는 콘텐츠 제공자(CP_j), 라우터와 연결된 페이스들의 목록(F(CR_i)) 및 콘텐츠 관리(삭제)에 기준이 되는 CF 값을 더 저장한다.

[0063] 본 발명의 네트워크에서 CF 값은 특정 콘텐츠를 캐싱 또는 삭제했음을 알려주는 제어 메시지를 이용하여 다음과 같이 관리된다.

[0064] (1) CS에 저장되는 콘텐츠 c의 CF 값 초기화 : c를 제공하는 콘텐츠 제공자가 CP_m이면, 콘텐츠 라우터(CR_i)의 BCT에서 m에 대한 BC_i^m를 찾아 CF로 저장한다. CS에 공간이 없는 경우 CF 값이 가장 작은 콘텐츠를 삭제하여 새로운 콘텐츠를 저장할 수 있도록 한다.

[0065] (2) 페이스 f에 연결된 이웃 콘텐츠 라우터로부터 콘텐츠 c를 캐싱했다는 알림 메시지를 받는 경우: c에 대한 엔트리가 CS에 존재하면 페이스 목록(F(CR_i))에 f를 추가하고, 해당 콘텐츠 제공자(CP_m)를 BCT에서 탐색한다. 탐색된 엔트리 중에서 f의 BC_i^m를 c의 CF에서 감산하여 c를 캐싱할 필요성을 낮춘다.

[0066] (3) 페이스 f에 연결된 이웃 라우터로부터 콘텐츠 c를 삭제했다는 알림 메시지를 받은 경우: c가 콘텐츠 라우터(CR_i)의 CS에 존재하면 페이스 목록(F(CR_i))에서 f를 삭제하고, 해당 콘텐츠 제공자(CP_m)를 BCT에서 탐색한다. BCT에서 해당 f에 연결된 콘텐츠 라우터 BC_i^m의 c의 CF에서 가산하여 c를 캐싱할 필요성을 높인다.

[0067] (2)와 (3)에서 만일 전송된 알림 메시지에 언급된 콘텐츠 c가 CS에 저장되어 있지 않은 경우, 해당 메시지는 무시된다. 도 3에서 PIT(Pending Information Table)은 콘텐츠에 대한 요청 메시지가 도착한 페이스들을 기록하는 테이블이고, 추후 요청한 콘텐츠를 얻게 되면 PIT에 기록된 페이스들로 포워딩한다. PIT는 종래의 CCN에서 사용하는 구성과 동일한 것이다.

[0068] FIB(Forwarding Information Base)는 요청 메시지를 전송하기 위한 라우팅 테이블로, CCN 구동 초기에 각 콘텐츠 제공자(CP)가 전송하는 광고 메시지를 이용하여 그 콘텐츠 제공자가 제공하는 콘텐츠들의 리스트와 그 노드로 향하는 페이스를 쌍(CP_j)으로 기록하게 된다. FIB를 기반으로 각 라우터들은 요청 콘텐츠를 자신의 CS에 보관하고 있지 않은 경우, 해당 콘텐츠 제공자를 향해 요청 메시지를 포워딩한다.

[0069] 이하 기술한 콘텐츠 라우터(CR)의 캐싱 방법에 대한 성능을 분석하고자 한다. 종래의 LRU기법과 비교하여 성능이 향상되는지에 대해서 살펴본다.

[0070] 본 발명에 따른 콘텐츠 라우터(CR)의 캐싱 방법은 가장 참조된지 오래된 콘텐츠를 우선적으로 제거하는 LRU 기법과는 달리, 콘텐츠 제공자(CP_j, 소스 노드)별 라우터의 토폴로지 측면의 중요도 및 콘텐츠가 이웃 콘텐츠 라우터의 캐시(cache)에 저장되어있는 빈도를 고려한 CF 값에 따라 재참조의 가능성이 낮은 콘텐츠를 우선적으로 제거한다.

[0071] 도 4(a)는 LRU 기법에 따라 콘텐츠가 캐싱되는 경우의 예이고, 도 4(b)는 본 발명의 캐싱 방법에 따라 콘텐츠가 캐싱되는 예이다. 도 4에서 C는 특정 콘텐츠 라우터(r)에서 CF 값이 가장 큰 콘텐츠이고, C'는 콘텐츠 라우터(r)에서 CF 값이 가장 작은 콘텐츠이다.

[0072] 도 4(b)에 도시한 바와 같이 본 발명에 다른 캐싱 방법은 CS가 더 이상 새로운 콘텐츠를 저장할 수 없는 경우 항상 CF 값이 낮은 콘텐츠를 삭제한다. CF 값이 낮은 콘텐츠는 이웃 콘텐츠 라우터에 동일한 콘텐츠의 복사본이 존재하기 때문에 해당 콘텐츠에 대한 요청이 전송될 가능성이 낮다. 이에 반하여 LRU는 도 4(a)에 흰색 박스로

도시한 부분과 같이 CF 값이 높은 콘텐츠 C를 제거하는 경우가 발생한다.

- [0073] 한편 본 발명에 따른 캐싱 방법의 복잡도는 콘텐츠 제공자(CP)의 수, 콘텐츠 소비자(CC)의 수 및 네트워크의 크기에 따라 결정된다. 관심 패킷(Interest packet)이나 데이터 패킷의 도착에 따라 CS의 BC를 연산하는 과정은 추가적인 복잡도 증가를 가져오지 않는다.
- [0074] 이하 기술한 본 발명에 따른 콘텐츠 기반 네트워크 라우터 캐싱 방법 및 이 캐싱 방법을 사용하는 콘텐츠 기반 네트워크 시스템에 대해 정리하고자 한다.
- [0075] 도 5는 본 발명에 따른 콘텐츠 기반 네트워크의 라우터 캐싱 방법에 대한 개략적인 순서도이다. 콘텐츠 기반 네트워크는 기술한 바와 같이 CCN과 같이 IP 기반이 아닌 콘텐츠 식별자 기반인 네트워크를 의미한다.
- [0076] 본 발명에 따른 콘텐츠 기반 네트워크의 라우터 캐싱 방법은 네트워크의 타겟 라우터의 캐시에 타겟 콘텐츠를 저장할 수 있는지 판단하는 단계(502), 캐시에 타겟 콘텐츠를 저장할 공간이 부족한 경우, 네트워크 토폴로지 구조에서 캐시에 저장된 저장 콘텐츠를 기준으로 한 타겟 라우터의 위치 중요도 및 저장 콘텐츠를 저장하고 있는 타겟 라우터의 이웃 라우터의 수를 결정하는 단계(503) 및 저장 콘텐츠에 대한 위치 중요도 및 이웃 라우터의 수를 기반으로 저장 콘텐츠를 삭제(504)하는 단계를 포함한다.
- [0077] 나아가 상기 판단하는 단계 전에 콘텐츠 소비자로부터 타겟 콘텐츠에 대한 요청이 전달되는 단계(500) 및 요청에 대해 콘텐츠 제공자 또는 타겟 콘텐츠를 저장하고 있는 콘텐츠 라우터로부터 타겟 콘텐츠가 전달되는 단계(501)를 더 포함할 수 있다. 결국 타겟 라우터는 타겟 콘텐츠가 전달되는 경로에 존재하는 라우터이다.
- [0078] 502 단계에서 타겟 라우터의 캐시에 타겟 콘텐츠를 저장할 공간이 충분하면 곧바로 캐시에 타겟 콘텐츠를 저장하고(505), 저장할 공간이 부족하면 타겟 라우터가 저장하고 있는 저장 콘텐츠 중 가장 사용되지 않을 확률이 높은 콘텐츠를 삭제하고 나서 여유 공간이 확보되면 타겟 라우터의 캐시에 타겟 콘텐츠를 저장한다(505).
- [0079] 타겟 콘텐츠는 특정 콘텐츠 소비자가 네트워크를 통해 요청한 콘텐츠이다. 콘텐츠 기반 네트워크 특성에 따라 타겟 콘텐츠가 거쳐가는 라우터의 캐시에 타겟 콘텐츠를 저장하게 된다. 이때 타겟 콘텐츠를 저장해야 하는 라우터를 타겟 라우터라고 명명하였고, 타겟 라우터는 현재 자신의 캐시에 타겟 콘텐츠를 저장할 수 있는지 여부를 판단해야 한다(502). 만약 타겟 라우터의 캐시에 저장 공간이 부족하다면 현재 저장된 다른 콘텐츠(저장 콘텐츠) 중 하나 혹은 그 이상을 삭제하여 타겟 콘텐츠를 저장할 수 있는 공간을 확보해야 한다. 어떤 저장 콘텐츠를 삭제할지는 결국 위치 중요도 및 저장 콘텐츠를 저장하고 있는 이웃 라우터의 수를 기준으로 결정된다.
- [0080] 위치 중요도는 저장 콘텐츠를 생성한 콘텐츠 제공자로부터 네트워크 토폴로지에 존재하는 라우터들에 대한 각각의 최단 경로에서 타겟 라우터가 차지하는 위치 중요하다. 구체적으로 기술한 수학적 2에 따라 결정된다.
- [0081] 이웃 라우터는 저장 콘텐츠를 생성한 콘텐츠 제공자로부터 타겟 라우터에 이르는 경로 방향(downstream)으로 타겟 라우터로부터 한 홉 거리만큼 떨어진 라우터이다. 저장 콘텐츠를 저장한 이웃 라우터가 많은 경우 타겟 라우터에서 삭제될 가능성이 증가한다.
- [0082] 도 6은 본 발명에 따른 콘텐츠 기반 네트워크 시스템(100)의 구성 및 동작을 설명하는 구조도이다.
- [0083] 콘텐츠 기반 네트워크 시스템(100)은 콘텐츠를 제공하는 콘텐츠 서버(110), 콘텐츠 중 특정 타겟 콘텐츠를 요청하는 단말(130) 및 콘텐츠 서버(110)와 단말(130) 사이의 경로에 배치되는 라우터(120)를 포함한다. 실제 시스템에서 콘텐츠 제공자는 서버와 같이 특정 콘텐츠를 생성 또는 저장하고 있다가 제공하는 장치에 해당하고, 콘텐츠 소비자는 컴퓨터 장치 또는 이동단말기와 같이 콘텐츠를 요청하는 특정 단말에 해당한다.
- [0084] 콘텐츠 기반 네트워크 시스템(100)에서 라우터(120)는 기술한 라우터 캐싱 방법에 따라 캐시를 관리한다. 타겟 라우터가 전달된 경우 라우터(120)는 먼저 타겟 콘텐츠를 캐시에 저장할 수 있는지 여부를 판단한다. 캐시에 타겟 콘텐츠를 저장할 공간이 부족한 경우, 라우터(120)는 캐시에 저장된 복수의 저장 콘텐츠를 기준으로 네트워크 토폴로지 구조에서의 타겟 라우터의 위치 중요도 및 저장 콘텐츠를 저장하고 있는 타겟 라우터의 이웃 라우터의 수를 기반으로 저장 콘텐츠 중 적어도 하나를 삭제한다. 이후 라우터(120)는 가용 공간에 타겟 콘텐츠를 저장한다. 구체적인 내용은 라우터 캐싱 방법에서 기술한 바와 같다.
- [0085] 도 6을 살펴보면, 콘텐츠 소비자(CC)에 해당하는 단말(130) CC₁, CC₂ 및 CC₃를 도시한다. CC₁은 콘텐츠 제공자

(CP)에 해당하는 콘텐츠 서버(110)에 콘텐츠 A를 요청하여 전달받았고, CC₂은 서버(110)에 콘텐츠 B를 요청하여 전달받은 상태이다. 콘텐츠 서버(110)에서 CC₁에 이르는 경로에 존재하는 콘텐츠 라우터(CR)들의 캐시에는 콘텐츠 A가 저장되고, 콘텐츠 서버(110)에서 CC₂에 이르는 경로에 존재하는 콘텐츠 라우터(CR)들의 캐시에는 콘텐츠 B가 저장된 상태이다. 따라서 라우터(120) CR₀는 콘텐츠 A 및 B를 저장하고 있다.

[0086] 이제 단말(130) CC₃가 네트워크를 통해 콘텐츠 서버(100)에 콘텐츠 C를 요청한다. 콘텐츠 서버(100)에서 라우터(120) CR₁은 현재 캐시에 여유 공간이 있기 때문에 곧바로 콘텐츠 C를 저장하였고, 이후 전달 경로에 있는 CR₀는 캐시에 콘텐츠 C를 저장할 캐시 공간이 부족하다고 판단하였다. 이제 CR₀는 본 발명의 라우터 캐싱 방법에 따라 CR₀에 저장된 저장 콘텐츠를 삭제하고자 한다. CR₀는 저장 콘텐츠 A 및 B 각각에 대하여 네트워크 토폴로지 상의 위치 중요도(BC) 및 이웃 라우터인 CR₂, CR₃ 및 CR₄이 콘텐츠 A 및/또는 B를 저장하고 있는지 여부를 기준으로 장래에 다시 사용될 가능성이 낮은 콘텐츠를 결정한다. 예를 들어 콘텐츠 A의 기여도(CF)가 가장 낮다고 판단되면, CR₀에서 콘텐츠 A를 삭제하고, 콘텐츠 C를 저장한다. 이후 CR₀는 콘텐츠 C를 다음 경로에 있는 라우터 CR₃에 전달한다. 이후 동일한 과정을 거쳐 결국 단말(130) CC₃에 콘텐츠 C가 전달된다.

[0087] 본 실시예 및 본 명세서에 첨부된 도면은 본 발명에 포함되는 기술적 사상의 일부를 명확하게 나타내고 있는 것에 불과하며, 본 발명의 명세서 및 도면에 포함된 기술적 사상의 범위 내에서 당업자가 용이하게 유추할 수 있는 변형 예와 구체적인 실시예는 모두 본 발명의 권리범위에 포함되는 것이 자명하다고 할 것이다.

부호의 설명

[0088] 100 : 콘텐츠 기반 네트워크 시스템

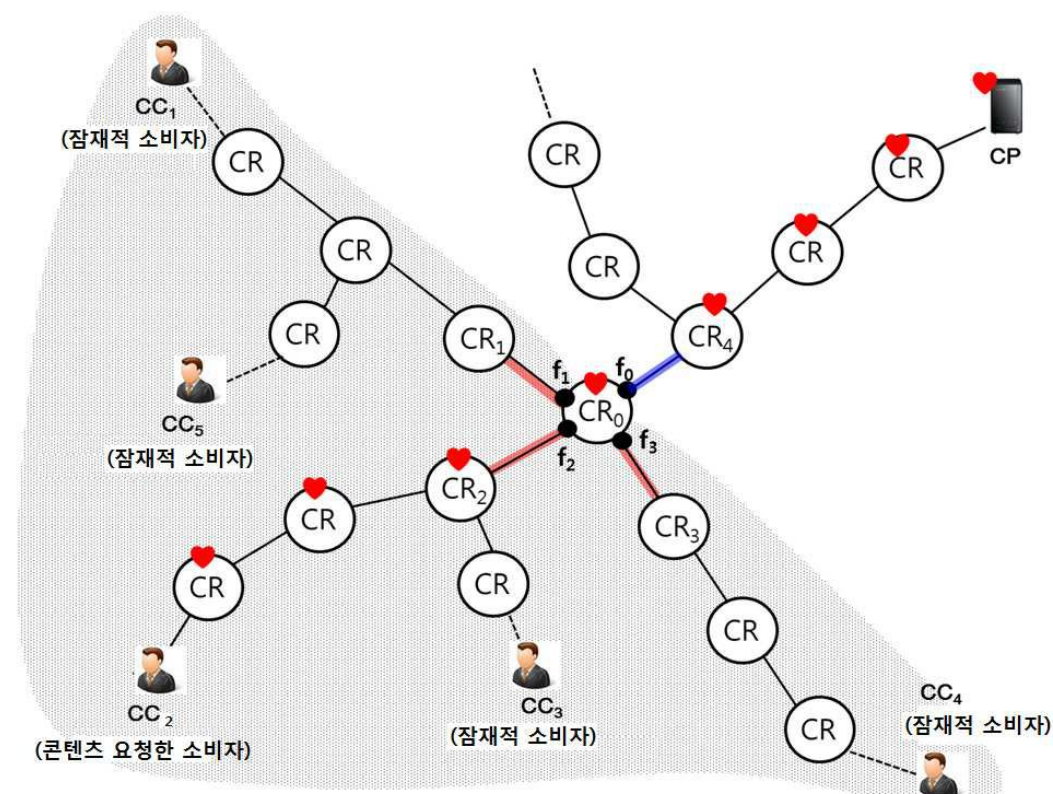
110 : 콘텐츠 서버

120 : 라우터

130 : 단말

도면

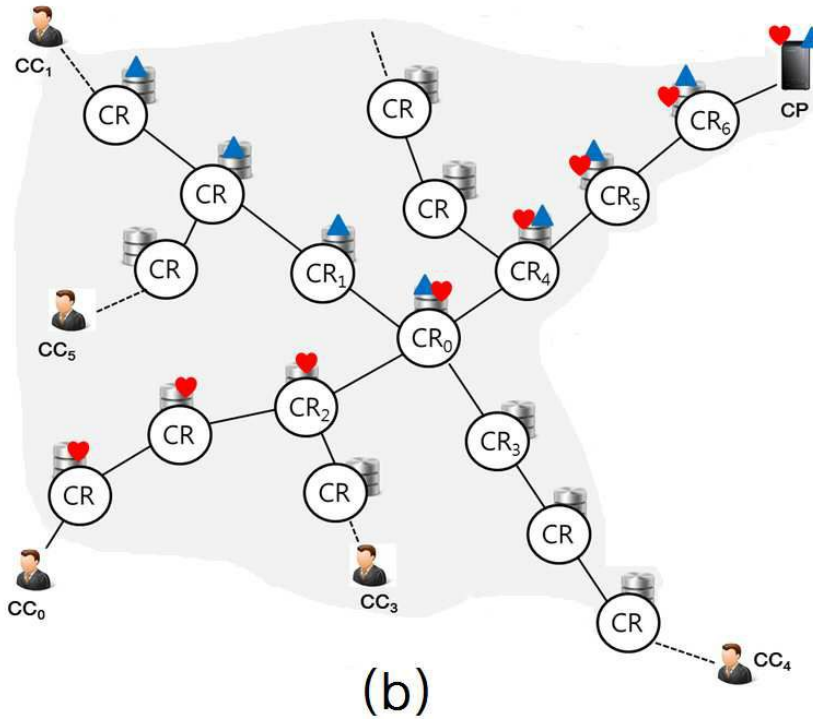
도면1



도면2

Betweenness Centrality per CP Table (BCT)		
CP_j	BC_i^j	$BC_i^j(f), \forall f \in CR_i$

(a)

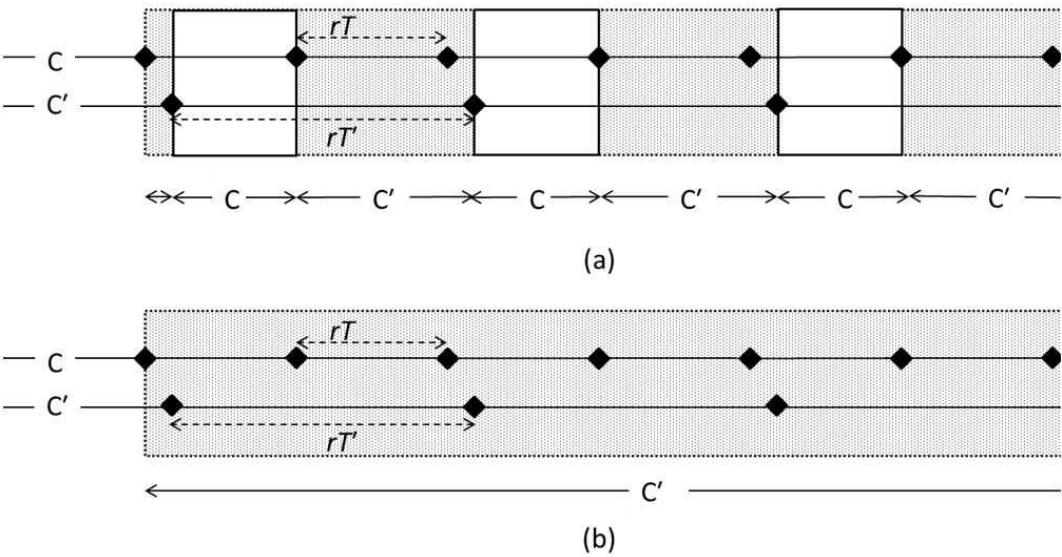


(b)

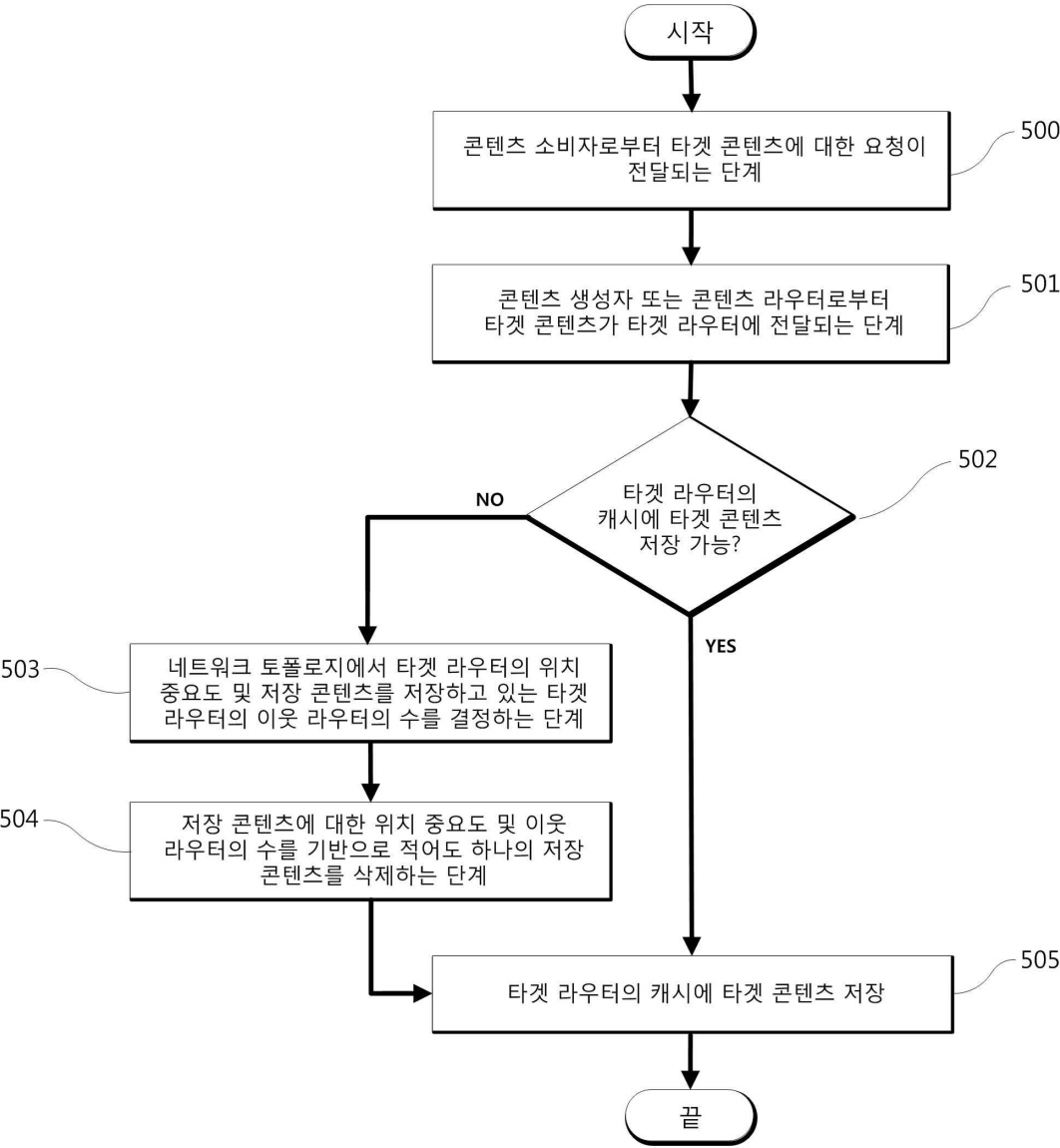
도면3

콘텐츠 메모리(CS)				
Content prefix	Data	CP _j	F(CR _i)	CF
PIT				
Content prefix		Requesting faces(s)		
FIB				
Content prefix	Up_face		CP _j	
BCT				
CP _j	BC _i ^j		Bc _i ^j (f), ∀ f ∈ CR _i	

도면4



도면5



도면6

