

콘텐츠 재분배 기능을 갖는 CDN(Content Delivering Network) 구조 및 특성

준회원 성 무 경*, 종신회원 한 치 문*

An Architecture and Performance Evaluation of RDCDN (Re-Distribution based CDN)

Moo-Kyung Sung* Associate Member, Chi-Moon Han* Lifelong Member

요 약

본 논문에서는 콘텐츠 재분배 기능을 갖는 CDN (RDCDN)의 구조를 제안하고, 제안된 구조에 대한 특성과 콘텐츠 재분배 알고리즘에 대해 설명한다. 본 논문에서 제안한 방식은 대리시스템의 메모리 공간을 효율적으로 관리하며, 부하조절을 위한 특별한 알고리즘 없이 능동적인 부하조절 기능을 수행할 수 있다. 또한, 주 대리시스템(Main surrogate) 기능을 통해, 각 대리시스템에서 임의적인 콘텐츠 삭제가 일어나는 경우, 발생할 수 있는 신뢰성 저하를 방지할 수 있다. 제안한 방식의 특성을 평가하기 위해, 기존 DCDN과 비교하여 대리시스템의 메모리 사용량, 대리시스템 신뢰성의 우수함을 확인하였으며, 콘텐츠 재분배 비율에 관한 시뮬레이션을 통해 RDCDN의 콘텐츠 재분배 기능의 특성을 파악하였다. 또한, 기존의 상업용 CDN 모델과 DCDN의 성능을 비교하여 RDCDN의 성능의 우수성을 분명히 확인하였다.

Key Words : CDN, Surrogate, RDCDN(Re-Distribution based CDN), Algorithm, Hybrid

ABSTRACT

Distributed Content Delivering Network (DCDN) will make use of the existing resources of the common Internet users in terms of storage space, bandwidth and Internet connectivity to create it. However DCDN has some limitations that are inefficient using of storage space, reliability and having special load balancing (LB) algorithm. So, this paper proposes Re-distribution based CDN (RDCDN) that overcomes the limitations of DCDN. RDCDN has the content re-distribution algorithm and separates surrogates to main surrogate and sub surrogates. Main surrogate can help service reliability be improved by storing all contents as back-up system. And content re-distribution algorithm also can help storage space be saved because all contents are not stored in every surrogate. Especially, when RDCwDN uses content re-distribution algorithm, it can work active load balancing function without extra LB algorithm like as DCDN. Results of simulation show that the proposed architecture can improve reliability and efficiency of storage space, and it also can offer the same performance as that of commercial CDN and DCDN.

I. 서 론

최근 인터넷 사용자와 대용량 데이터의 폭발적인

증가에 따라, 고품질의 서비스 제공을 위한 빠른 전송 네트워크가 필요로 하게 되었으며, 이러한 요구에 따라 제안된 네트워크가 CDN(Content Delivery

* 한국의국어대학교 전자정보공학부(mksung@hufs.ac.kr, cmhan@hufs.ac.kr)

논문번호 : KICS2009-01-033, 접수일자 : 2009년 1월 30일, 최종논문접수일자 : 2009년 5월 28일

Network)^{[1][2]}이다. 일반적인 CDN의 구조는 네트워크의 각 지역 요소에 캐싱 서버 및 미디어 서버를 분산 설치한 후, 콘텐츠 제공자(Content Provider : CP)의 웹 서버에 집중되어 있는 용량이 크고 사용빈도가 높은 콘텐츠를 분산 서버에 저장하여, 사용자가 가장 가깝고, 최적의 성능을 보이는 서버로부터 콘텐츠를 전달 받는 방식을 하고 있다^{[6][7]}. CDN은 구조적인 특징에 따라 상업용 CDN모델과 비상업용 CDN 모델로 나눌 수 있다. 현재, 여러 가지 CDN 개발 연구가 이루어지고 있으며, 특히, CDN 구축에 따른 비용을 최소화하기 위해 P2P 구조를 활용하여 데이터를 직접적으로 교환하는 비상업용 모델을 개선한 구조를 제시하고 있으며, WAN과 개인 웹서버를 결합하여 CDN의 성능을 제공하는 CCDN(Collaborative Content Delivering Network)^[4], 적은 CDN 캐싱 서버를 이용하면서도, 더 많은 사용자에게 전달할 수 있도록 COCOA(Cooperative Cost Optimization) 알고리즘을 채택한 ACDN (Adaptive Content Delivering Network)^[5], 그리고 계층적 구조를 통해 상업용 CDN의 특성을 갖도록 하는 DCDN(Distributed Content Delivering Network)^[3] 등, 여러 가지 새로운 형태의 CDN이 제안되었다.

본 논문은 상업용 CDN에서 대리시스템 역할을 하는 일반 서버를 일반 사용자로 대체하여 네트워크 구축에 따른 비용을 최소화하는 DCDN 모델에서 문제점인 메모리 사용량의 증가와 인터넷 유저 시스템을 대리시스템으로 활용할 때 발생하는 서비스 신뢰성의 저하 문제를 해결 할 수 있는 콘텐츠 재분배 기능을 갖는 CDN 구조를 제안하고, 제안된 방식의 특징 및 성능을 제시한다.

본 논문은 서론에 이어, 제2장에서는 기존의 DCDN의 문제점을 제시하고, 3장에서는 콘텐츠 재분배 기능을 갖는 CDN 구조를 제안하고, 제안된 구조에 대해 재분배 알고리즘 및 제안 방식의 특성을 자세히 설명한다. 그리고 4장에서 시뮬레이션을 통한 콘텐츠 재분배 기능을 갖는 CDN의 특성을 분석하고 평가한 후, 5장에서 결론을 맺는다.

II. 기존 DCDN 모델의 문제점

기존에 사용되는 CDN은 네트워크 구조적인 특징에 따라, 상업용 CDN 모델과 비상업용 CDN 모델로 구분된다. 상업용 CDN의 대표적인 모델은 Akamai이며, 200,000개 이상의 Akamai surrogate를 월드와이드 네트워크에 설치함으로써 서비스가 구

현된다. 그러나 상업용 모델은 인프라 구축에 있어 많은 비용을 지불해야하는 단점이 있다. 반면, 비상업용 CDN은 P2P(Peer-to-Peer) 구조를 갖는다. P2P 방식으로 분배된 컴퓨터의 구성은 중앙 집중형 방법보다는 데이터의 직접적인 교환이 이루어지며, 각 컴퓨터는 자신의 자원(저장장치, 콘텐츠, CPU 사이클)을 공유하도록 설계되어있지만, 자발적인 피어(peer)의 참여가 활발히 이루어지지 않을 경우, CDN 성능이 저하된다는 단점을 갖고 있다.

DCDN(Distributed Content Delivering Network)^[3]은 상업용 CDN 모델의 단점을 보완하기 위한 모델이며, 비상업용 CDN 모델을 활용하여 CDN 구축을 위한 비용을 최소화하는 구조를 갖고 있다. 그러나 DCDN에서는 다음과 같은 단점을 가지고 있다.

1) 메모리 사용에 대한 비효율성 - DCDN의 대리시스템은 CP가 로컬서버로 보낸 모든 콘텐츠를 저장한 뒤, 부하조절 알고리즘에 따라 대리시스템을 선택하게 된다. 그러나 지속적으로 분배되는 콘텐츠를 저장하기 위해서는 대리시스템 자체적으로 저장 공간을 확장해야하는 특성을 가지고 있으며, 모든 대리시스템은 각각의 저장 스펙에 관계없이 동일한 콘텐츠를 저장하고 있으므로 메모리 공간의 낭비를 가져올 수 있다. 또한 최종 사용자가 콘텐츠 선택 시, 대리시스템 선택에 있어 별도의 부하조절 알고리즘이나 시스템이 필요하다.

2) 신뢰성 저하 - DCDN에 연결된 서버들은 콘텐츠 분배에 따른 콘텐츠의 위치와 대리시스템의 위치정보만을 가지고 있을 뿐, CP가 대리시스템을 직접 제어할 수 없기 때문에 대리시스템이 콘텐츠를 임의 삭제 시, 대리시스템의 신뢰성 문제 및 서비스 신뢰성 문제가 나타날 수 있다.

본 논문은, 위와 같은 DCDN 구조에서 고려해 볼 수 있는 문제점을 보완하기 위해, 하이브리드 형태의 구조를 갖는 콘텐츠 재분배 기능을 갖는 CDN (Re-Distribution based CDN: RDCDN)구조를 제안한다.

III. 콘텐츠 재분배 기능을 갖는 CDN(RDCDN)

3.1 콘텐츠 재분배 기능을 갖는 CDN의 구조

RDCDN^{[8][9]}은 콘텐츠 제공자가 직접 제어하는 주 대리시스템과 일반 인터넷 사용자로 구성된 부 대리시스템을 갖는 하이브리드 형태의 구조를 갖고 있으며, 기존 CDN모델과 DCDN과의 구조적 차이는 표 1과 같다.

표 1. 각 모델의 구조적 차이점
Table 1. The Difference Point of Each CDN Model

	상업용 CDN	비상업용 CDN	DCDN	RDCDN
Server 구성	분산된 콘텐츠 저장서버	자발적인 peer 참여	일반유저로 구성된 surrogate	Main surrogate + Sub-surrogate
Load Balancer	존재	존재	존재	없음
구조적 특징	인프라 구축을 위한 비용증가	Peer의 참여도가 CDN 성능에 비례	Surrogate 신뢰성 부족	상업용 및 비상업용 CDN 모델의 결합

RDCDN의 로컬서버는 콘텐츠 재분배 기능을 수행한다. CP의 콘텐츠는 주 서버와 로컬서버를 통해 각 대리시스템으로 콘텐츠가 전송되는데, 이때, 주 대리시스템에는 모든 콘텐츠가 전송되고, 부 대리시스템에는 콘텐츠 인기도에 의해 결정된 우선순위에 따른 콘텐츠 분배가 이루어진다. 이때, RDCDN의 서버는 전송에 관한 정보와 콘텐츠의 위치정보를 저장하게 된다. 로컬서버는 확장성을 위해 다른 로컬서버와 콘텐츠 정보를 교환하며, 모든 대리시스템은 P2P 구조를 기반으로 연결이 되어, 자신의 자원을 RDCDN과 공유한다. RDCDN은 그림 1과 같은 계층적 구조를 갖고 있으며, 각 주요 구성요소들의 역할과 기능은 다음과 같이 정의된다.

- 콘텐츠 제공자 (Content Provider : CP): 콘텐츠를 제공하는 콘텐츠 사업자이다.
- 주 서버(Master Server): 주 서버는 네트워크의 로컬서버의 콘텐츠 전송정보를 갖는다.
- 로컬서버 (Local Server): 로컬서버는 콘텐츠의 최종 위치 정보를 가지며, 로컬서버는 콘텐츠

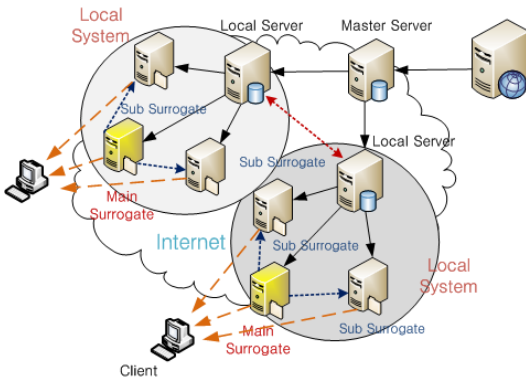


그림 1. 제안한 RDCDN의 구조
Figure 1. The Proposed Architecture of RDCDN Model

재분배 알고리즘과 RDCDN 전송선택 알고리즘을 수행한다.

- 주 대리시스템(Main Surrogate): 콘텐츠 삭제에 의한 신뢰성 저하를 막기 위한 시스템이며 CP가 직접 제어 가능한 시스템이다. 부 대리시스템(Sub Surrogate)의 역할도 동시에 수행이 가능하다.
- 부 대리시스템(Sub Surrogate): RDCDN 구성에 참가하는 일반 인터넷 유저이며, 부 대리시스템의 네트워크 자원을 전체 RDCDN과 공유한다.
- 클라이언트 (Client): 요청한 콘텐츠를 받는 End User이다.

3.2 로컬시스템에서의 재분배 알고리즘

로컬서버의 콘텐츠 재분배 알고리즘은 일정기간 동안 발생한 콘텐츠 요청률 정보를 기초로 하여, 몇 개의 그룹으로 그룹핑하게 되며, 그룹의 콘텐츠는 각 부 대리 시스템으로 최소 한 개 이상 분배된다. 본 방식은 특정 콘텐츠를 중복해서 모든 대리시스템에 분배하는 방법을 사용하지 않기 때문에, 대리시스템의 메모리 공간의 효율적 활용이 가능하며, 콘텐츠 요청률에 따른 분배로 인해, 문헌^[3]에서 제시한 부하조절 알고리즘 없이, 각 대리시스템의 부하를 평형으로 조절하는 것이 가능하다.

이하, 본 제안 알고리즘에 대해 자세히 설명한다.

3.2.1 콘텐츠 재분배 알고리즘의 정식화

본 논문에서 제안한 콘텐츠 재분배 알고리즘의 흐름도는 그림 2와 같으며, 모든 콘텐츠는 그룹으로 나누어 관리한다. 이러한 방법은 콘텐츠의 우선순위가 변경되더라도 그룹의 변동이 없다면 부 대리시스템 저장 위치는 변하지 않기 때문에 재분배 기능의 발생률을 낮아지게 되며, 재분배 기능으로 인한 네트워크 부담도 줄일 수 있어 효율적이다. 콘텐츠 재분배 알고리즘을 설명하기 위해, 다음과 같은 값을 정의한다.

- T_j : 콘텐츠 재분배를 수행하는 시점 j
- t_j : T_j 시점에서 재분배 기능을 수행하기 위해 필요한 시간간격(hour)
- N : 콘텐츠의 수량(개수)
- $C_{n:j}$: 로컬시스템 내에서 재분배 시간간격 t_j 동안, n 번째 순위로 요구된 콘텐츠
- $r_{n:j}$: 콘텐츠 재분배 T_j 시점에서 t_j 시간 동안의 요청횟수

- H_j : 콘텐츠 재분배 T_j 시점에서 t_j 시간 동안의 모든 콘텐츠의 요청횟수의 합

$$H_j = \sum_{i=1}^N r_{i:j}, 1 \leq i \leq N \quad (1)$$

- $u_{n:j}$: $C_{n:j}$ 의 요청률

$$u_{n:j} = \frac{r_{n:j}}{H} \times 100(\%) \quad (2)$$

- x : 로컬시스템 내의 부 대리시스템의 수
- $G_{k:j}$: 콘텐츠 재분배 T_j 시점에서의 그룹순위

$$G_{k:j} = \left\lceil \frac{N}{x} \right\rceil, 1 \leq k \leq \left\lceil \frac{N}{x} \right\rceil \quad (3)$$

- $C_{n,k:j}$: T_j 시점에서의 그룹 $G_{k:j}$ 내에 있는 우선순위 n번째의 콘텐츠

장하고 있는 부 대리시스템 순으로 분배한다. 단, 저장하고 있는 콘텐츠의 수가 적은 부 대리시스템이 있다면, 해당 대리시스템으로 먼저 분배한다.

[콘텐츠 재분배 알고리즘]

- 1: get H_j and $r_{n:j}$ for T_j ; // H_j 와 $r_{n:j}$ 에 대한 정보수집
- 2: while $u_{n:j} = \frac{r_{n:j}}{H} \times 100(\%)$;
- 3: end while
- 4: sort $C_{n:j}$ by $u_{n:j}$; //콘텐츠의 우선순위 결정
- 5: sort $C_{n:j}$ to $G_{k:j}$; //콘텐츠의 그룹정렬
- 6: if, no change for group or Sub Surrogate has balance, then //콘텐츠의 그룹 변동이 없거나, 각 그룹별 콘텐츠의 균형을 유지하고 있다면,
- 7: maintain previous state; //저장을 유지.
- 8: else
- 9: sharing by P2P each other for balance; //P2P를 통해 균형을 유지한다.
- 10: end if

3.2.3 콘텐츠 재분배 알고리즘의 동작과정

로컬서버에서 부 대리시스템으로 콘텐츠 분배 시, 모든 그룹의 콘텐츠들은 주 대리시스템으로 보내어진 후, 각 그룹에서 순서에 따라, 부 대리시스템으로 전송된다.

만일, 콘텐츠가 우선순위의 순서로, 하나씩 모든 부 대리시스템까지 전송되면, 다음 전송될 콘텐츠는 정렬된 콘텐츠 그룹들 중 첫 번째 그룹의 가장 낮은 순위의 콘텐츠를 전송받은 부 대리시스템부터 가장 높은 순위의 콘텐츠를 전송받은 부 대리시스템까지 순차적으로 전송된다. 설정된 일정시간 간격이 지난 후, 총 요청에서 차지하는 콘텐츠 요청률을 기반으로 하여 우선순위가 다시 정렬되고, 각 콘텐츠의 그룹변경이 일어났는지를 판단한다.

그룹변경이 발생했을 경우, 각 그룹의 콘텐츠가 최소한 하나씩 부 대리시스템에 저장되도록 재분배된다. 만일, 재분배되어야 할 콘텐츠가 주 또는 자신을 제외한 부 대리시스템에 이미 저장되어 있다면, 주 대리시스템 및 부 대리시스템은 P2P 방식을 통해 콘텐츠를 전송하여, 로컬서버와 주 대리시스템의 부하를 줄여주며, CP에서 콘텐츠 분배를 위해 재전송되는 시간보다 빠르게 작업을 처리할 수 있

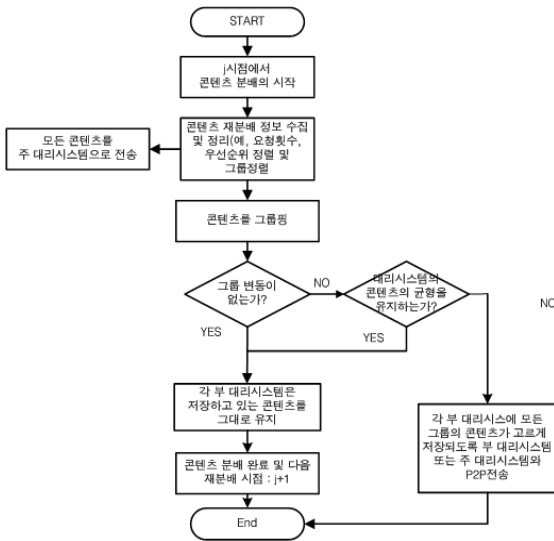


그림 2. 콘텐츠 재분배 흐름도
Figure 2. The Flow Diagram of Content Re-distribution Algorithm

3.2.2 콘텐츠 재분배 알고리즘 제한

본 콘텐츠 재분배 알고리즘을 설명하기 위해 다음과 같은 가정을 한다.

- 최초 분배 시, 콘텐츠의 우선순위는 최신 콘텐츠 순으로 우선순위를 결정한다.
- CP가 새로운 콘텐츠 제공 시, 첫 번째 그룹의 가장 낮은 순위의 콘텐츠를 저장하고 있는 부 대리시스템에서부터 높은 순위의 콘텐츠를 저

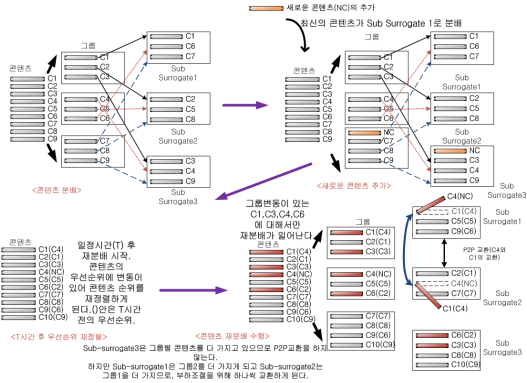


그림 3. T_j 시점에서 콘텐츠 재분배 과정
Figure 3. A Procedure of Content Re-distribution at T_j

다. 하지만, 각 우선순위가 변하더라도 그룹변동이 없는 콘텐츠이거나, 그룹변동이 일어나더라도 로컬 서버에서 정렬된 각 콘텐츠 그룹의 콘텐츠를 하나씩 고르게 부 대리시스템이 저장하고 있다면 콘텐츠 재분배는 일어나지 않는다.

그림 3은 T_j 시점에서 콘텐츠 재분배 기능을 수행하는 예를 보여준다.

3.3 효과적인 콘텐츠 전송 알고리즘

클라이언트에게 RDCDN의 원활한 콘텐츠 서비스를 제공하기 위해서는 로컬서버와 클라이언트간의 콘텐츠 전송에 대한 다음과 같은 사항이 고려되어야 한다.

- 1) 클라이언트들의 요청이 특정한 몇 개의 콘텐츠에만 집중이 될 경우 부 대리시스템의 과부하가 일어나지 않도록 해야 한다.
- 2) 부 대리시스템의 과부하로 서비스 지연이 생긴 경우, 서비스 지연시간 동안 주 대리시스템을 통해 콘텐츠를 클라이언트로 전송하여 안정된 서비스를 제공해야 한다.

이러한 사항을 충족시키기 위해서는 부 대리시스템의 상태로 인하여 발생할 수 있는 전송 지연에 관련하여 능동적으로 대처할 콘텐츠 전송 알고리즘은 다음과 같다.

[콘텐츠 전송 알고리즘]

- 1: search Sub-surrogate which has requested contents;
- 2: if(Sub-surrogate is P_0 ¹⁾), then

1) P_0 is probability of zero requests in the system.

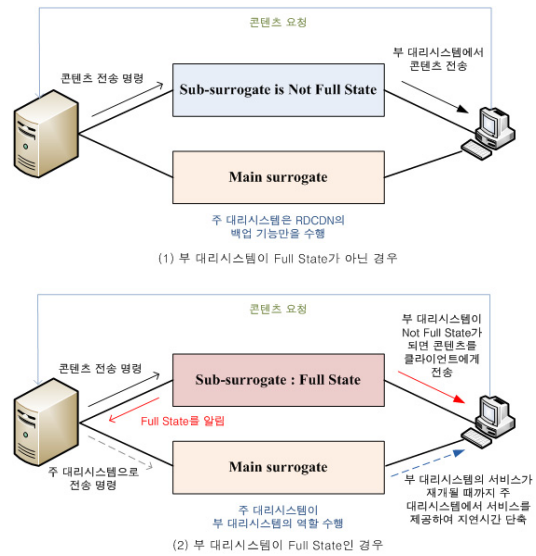


그림 4. 전송 알고리즘의 효율성
Figure 4. The Efficiency of RDCDN Transmission Algorithm

- 3: send request to surrogate with highest service capacity;
- 4: else if(Sub-surrogate is not P_0), then
- 5: search do not exceed the Max Trial Number;
- 6: if(Max_Trial_Num), then
- 7: send requests to main surrogate;
- 8: end if
- 9: end if

그림 4는 상기 콘텐츠 전송 알고리즘을 사용했을 때, 부 대리시스템의 상태에 따른 콘텐츠 전송의 차이점을 보여준다.

3.4 최종 사용자까지의 콘텐츠 전달

그림 5는 클라이언트의 콘텐츠 요청 과정, 최종적으로 콘텐츠를 받게 되는 과정을 보여 주며, 그 처리과정의 순서는 다음과 같다.

- 1) 클라이언트는 웹페이지에 연결하여 원하는 콘텐츠를 요청한다.
- 2) 웹페이지에 연결된 DNS서버는 사용자를 확인한 뒤, 클라이언트에 가장 가까운 로컬서버에게 요청을 보낸다.
- 3) 요청된 콘텐츠를 저장하는 부 대리시스템을 DHT(Distributed Hash Table)을 이용하여 탐색하고 탐색된 부 대리시스템의 IP주소를 클라이언트에게

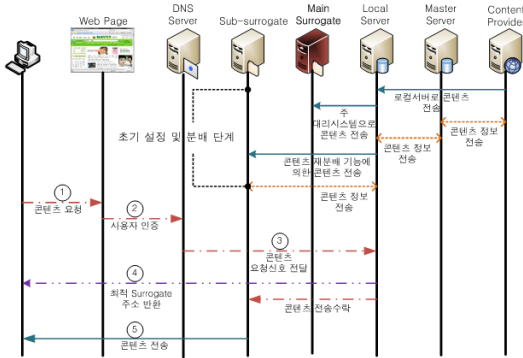


그림 5. 클라이언트까지의 전송 과정
Figure 5. The Procedure of Delivering Contents to RDCDN Clients

보낸다.

- 4) 선택된 부 대리시스템으로 요청신호를 보낸다.
- 5) 로컬서버로부터 클라이언트의 요청신호를 받은 부 대리시스템은 최종적으로 클라이언트에게 콘텐츠를 전송하게 된다.

IV. 성능 및 평가

4.1 재분배 알고리즘의 특성

부 대리시스템의 메모리 공간의 효율성과 클라이언트의 콘텐츠 access 성공률을 계산하기 위해, 20MB 크기의 콘텐츠 파일 1000개를 2G의 용량을 가진 부 대리시스템으로 분배하는 것으로 가정하였다. 그림 6은 RDCDN의 부 대리시스템 수가 증가함에 따라, 평균 메모리 사용률이 줄어드는 것을 보여준다. 그 결과, 저장 공간에 대한 부 대리시스템의 부담을 감소하는 효과를 기대할 수 있다.

그림 7은 콘텐츠가 대리시스템에서 삭제되었을 경우, 콘텐츠 access 성공률을 DCDNS 비교한 결과이다. DCDN은 대리시스템에 대한 백업장치가 없기

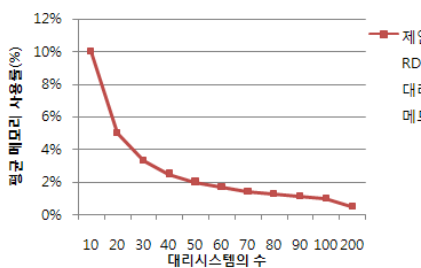


그림 6. RDCDN 부 대리시스템의 메모리 사용률
Figure 6. Average Storage Space Occupation Rate of Sub-Surrogate of RDCDN

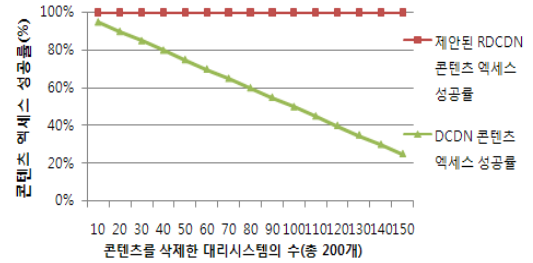


그림 7. RDCDN과 DCDN 콘텐츠 access 성공률
Figure 7. Success Rate for Contents Access of Clients

때문에 특정 대리시스템에서 콘텐츠가 삭제되면, 해당 대리시스템은 콘텐츠를 재전송 받을 때 까지 클라이언트에게 서비스를 제공할 수 없으므로, 콘텐츠가 삭제된 대리시스템의 수가 증가할수록 콘텐츠 access 성공률은 감소된다. 하지만 제안된 RDCDN의 부 대리시스템에서 콘텐츠 삭제가 이루어지더라도, 로컬서버에 의해 제어되어 백업기능을 하는 주 대리시스템에 의해 클라이언트의 콘텐츠 access 성공률은 항상 일정하게 유지된다.

그림 8과 9는 총 콘텐츠의 개수와 부 대리시스템의 개수에 따른 콘텐츠 재분배 횟수에 대한 관계를 나타낸 시뮬레이션 결과이다. 시뮬레이션 조건은 다음과 같다.

- 1) 총 콘텐츠의 개수는 2000개, 부 대리시스템의 수는 1000개와 500개로 두 가지 경우를 비교
- 2) 콘텐츠 요청은 랜덤분포로 발생.

그림 8과 9에 나타난 결과를 통해, 부 대리시스템의 수가 증가 할수록 재분배가 일어나는 콘텐츠의 비율과 재분배에 참여하는 부 대리시스템의 비율은 낮아지는 것을 확인할 수 있다. 특히, 부 대리시스템의 개수가 총 콘텐츠 개수의 1/2이 되었을 때, 재분배 비율은 20% 또는, 이하로 낮출 수 있다. 또한 재분배 비율이 낮다는 것은 특정 부 대리시스

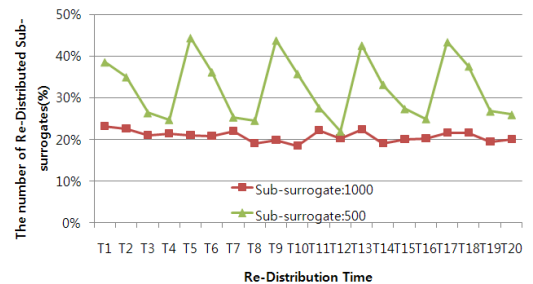


그림 8. 부 대리시스템 개수에 따른 재분배에 참여하는 부 대리시스템의 비율 비교
Figure 8. Comparison of Re-distribution Rate (Sub-surrogates)

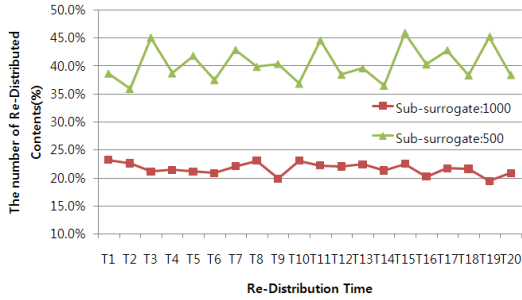


그림 9. 부 대리시스템 개수 변화에 따른 재분배되는 비교
Figure 9. Comparison of Re-distribution Rate (Contents)

템으로 요청 과부하가 걸릴 경우가 낮다는 것을 의미하며, 이것은 능동적인 부하조절이 이루어지고 있다는 것을 예상할 수 있다.

4.2 능동적인 부하조절 기능

제안된 RDCDN의 능동적인 부하조절 기능에 대한 정확한 평가를 위해서는 각 부 대리시스템의 활용도(%)를 비교해야한다. 그림 10는 클라이언트가 요구하는 서비스를 각 부 대리시스템에 다르게 할당을 하여, 각기 다른 콘텐츠를 저장하고 있는 RDCDN의 환경을 고려하여 실험한 후, 나타난 부 대리시스템의 활용도에 관한 결과이다. 그림의 가로축은 시뮬레이션 시간을, 세로축은 각 부 대리시스템의 부하량을 나타낸 것이다. 이를 통해 각 부 대리시스템 간, 부하량이 크지 않다는 것을 확인하였다. 즉, 특정 부 대리시스템으로 데이터 요청이 집중되지 않는다는 것을 확인하였다. 이러한 결과는 콘텐츠 요청 순위에 콘텐츠 재분배 기능으로 인하여 로컬서버에서 특별한 부하조절 알고리즘 없이도 부하조절이 가능하다는 것을 알 수 있다.

4.3 재분배 시간 간격에 다른 RDCDN의 특성

그림 11은 콘텐츠 재분배 기능이 수행되는 시간

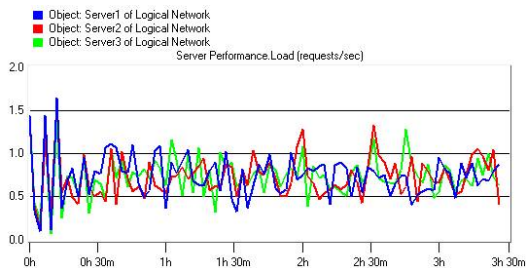


그림 10. 각 부 대리시스템의 부하량 비교
Figure 10. Comparison of Load for Each Sub-surrogate

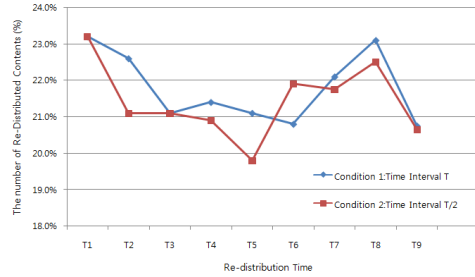


그림 11. 시간 간격에 따른 재분배율의 변화
Figure 11. Variation of Re-distribution Rate according to Time Interval

간격이 콘텐츠 재분배 비율에 미치는 영향을 알아보기 위한 시뮬레이션 결과이다. 기본적으로 설정된 시간 간격은 t 이며, 시간 간격을 $t/2$ 로 짧게 했을 경우, 재분배 비율 차이가 크게 나타나고 있지 않지만 시간 간격이 짧게 했을 경우, 좀 더 낮은 콘텐츠 재분배 비율을 얻을 수 있음을 알 수 있다.

4.4 RDCDN의 성능 평가

본 논문에서 제안된 RDCDN 방식의 성능을 알아보기 위해 기존 상업용 CDN 모델과 문헌[3]의 DCDN 모델, 그리고 RDCDN 각각의 반응시간을 다음과 같은 시나리오로 만들어 비교하여 결과를 확인하였다.

- Commercial CDN: 150명의 클라이언트와 3개의 CDN서버를 기존의 CDN 구조를 이용하여 시뮬레이션 한다. 100Mbps 회선으로 환경을 가정하며, ISP는 1Gbps의 광통신망으로 설정하여, 결과를 도출한다.
 - DCDN: 상업용 CDN 시뮬레이션 모델의 CDN서버를 6개의 일반유저로 이루어진 DCDN 대리시스템으로 대체한다. DCDN서버와 부하조절기를 구성하고, 모든 망은 100Mbps 회선으로 설정한다.
 - RDCDN - Scenario 1: DCDN 모델에서 부하조절기를 제거한 후, 6개의 부 대리시스템과 1개의 주 대리시스템으로 구성한다.
 - RDCDN - Scenario 2: 부 대리시스템의 수를 4배로 늘려 24개의 부 대리시스템으로 구축한다.
- RDCDN 시나리오는 부 대리시스템의 수가 RDCDN의 성능에 어떠한 영향을 주는가를 확인하기 위한 것이다. 그림 12은 각 시나리오 모델들의 성능을 비교한 그래프이다. 이때 가로축은 시뮬레이션 시간을 나타내며, 세로축은 클라이언트에서 측정

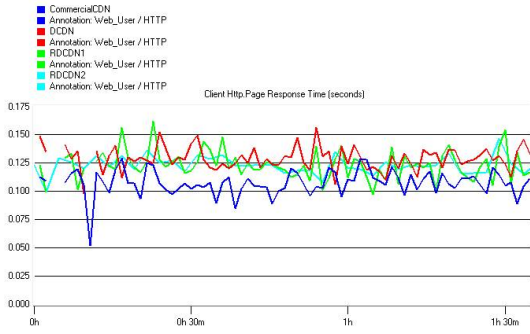


그림 12. 각 모델 별 반응시간 비교
Figure 12. Comparison of Object Response Time for Each Client

되는 시스템의 반응시간을 나타내었다. 상업용 CDN 모델은 콘텐츠 서버의 수가 가장 적음에도 불구하고 ISP 망을 이용하여 가장 빠른 성능을 보여준다.

이는 1Gbps의 속도를 가진 시스템으로 구축하였기 때문에 나타난 결과이다. DCDN은 같은 수의 부 대리시스템을 갖는 RDCDN과 비슷한 성능을 보였다. 부하 조절기를 갖고 있지 않지만 RDCDN의 주 대리시스템을 통해 부 대리시스템과 동시에 콘텐츠를 전송해주기 때문에 나타난 결과이다.

제안한 RDCDN은 부 대리시스템의 수를 상업용 CDN 서버의 8배, DCDN 대리시스템의 4배를 했을 경우, 기존 상업용 CDN의 성능에 근접해지는 결과를 얻었으며, 이는 RDCDN 시스템 자체에서 부하 조절 기능을 실행하고 있음을 확인 할 수 있다.

V. 결 론

본 제안된 방식의 RDCDN모델은 상업용 CDN 모델과 비상업용 CDN 모델을 결합시킨 하이브리드 형태의 CDN 모델로서, 기존의 두 모델들의 문제점인 인프라 구축에 따른 고비용(상업용 모델의 단점)과 서비스 신뢰성 문제(비상업용 모델 및 DCDN의 단점)를 극복하고, 동시에 콘텐츠 저장을 위한 대리시스템의 메모리 공간에 대한 비효율성을 증가시킬 수 있음을 확인하였다.

RDCDN은 콘텐츠 재분배 기능을 통해 각 대리시스템들로 콘텐츠 우선순위에 따라 콘텐츠를 분배하게 된다. 콘텐츠의 우선순위는 요청률을 기준으로 하고, 우선순위로 정렬시킨 콘텐츠는 콘텐츠 재분배 알고리즘을 통해 그룹핑되어 관리된다. 또한, 콘텐츠 재분배 알고리즘으로 의해, 별도의 부하조절 기능이 없더라도, 콘텐츠 재분배 기능이 수행될 때

마다 부 대리시스템의 콘텐츠 내용도 알맞게 조정되므로 능동적인 부하조절 능력을 갖추게 되며, 주 대리시스템을 통해 신뢰성이 증가하고, 모든 부 대리시스템은 동일한 콘텐츠를 저장하지 않기 때문에 대리시스템의 메모리 공간이 절약된다.

콘텐츠 재분배 알고리즘의 특성은 부 대리시스템의 수가 증가할수록 재분배되는 콘텐츠의 비율과 재분배에 참여하는 부 대리시스템의 비율이 낮아지며, 각 시점별 콘텐츠 재분배 수행의 시간간격을 짧게 하였을 때, 재분배 비율은 더 낮아지는 것으로 확인하였으며, 시뮬레이션을 통해, RDCDN의 성능을 평가하였으며, 기존의 상업용 CDN에 가까운 성능을 유지할 수 있다는 것을 분명히 하였다.

향후, 본 방식을 확장시켜 ISP형 CDN 구조에 대해 검토할 예정이다.

참 고 문 헌

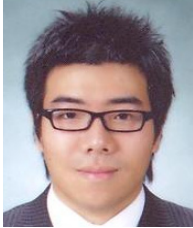
- [1] A. Vakali et al., "Content distribution networks status and trends", *IEEE Internet Computing*, pages 68 - 74, November 2003.
- [2] Content distribution networks(cdn) - research directory, May 2007.
- [3] J. Mulerikkal, et al., "An Architecture for Distributed Content Delivery Network", *IEEE* 2007.
- [4] G. Pierre and M. van Steen. "Globule: A collaborative content delivery network", *IEEE Communications Magazine*, pages 127 - 133, August 2006.
- [5] J. Coppens et al., "Design and performance of a self organizing adaptive content distribution network", *IEEE/IFIP Network Operations Management Symposium 2006*, Vancouver, Canada, April 2006.
- [6] R. Burns, R. Rees, and D. Long. Efficient data distribution in a web server farm. *IEEE Internet Computing*, 5(5):56 - 65, September October 2001
- [7] I. Lazar and W. Terrill. "Exploring content delivery networking" *IT Professional*, 3(4):47 - 49, July - August 2001.
- [8] 성무경, 한치문, "콘텐츠 재분배 기능을 갖는 CDN(Content Delivering Network) 구조검토", *한국통신학회 추계 종합 학술 발표회 논문 초록*

집 Vol.38, 2008

- [9] M. K. Sung and C. M. Han, "A study on Architecture of CDN with Content Re-distribution Function" ICACT, Feb. 2008.

성 무 경 (Moo-Kyung Sung)

준회원



2008년 2월 한국외국어대학교
전자공학과 졸업

2008년 3월~현재 한국외국어대
학교 전자공학과 석사과정

<관심분야> 초고속정보통신, P2P
오버레이 네트워크, IPTV, 네
트워크 설계 및 성능 분석 등

한 치 문 (Chi-Moon Han)

종신회원



1990년 The University of Tokyo,
전기 및 전자공학 전공, 공학
박사

1977년 2월~1983년 3월 KIST
연구원

1983년 4월~1997년 2월 ETRI
선임 및 책임연구원

1997년~현재 한국외국어대학교 전자정보공학부 교수
<관심분야> 초고속정보통신, 센서네트워크, 네트워
크 보안, 네트워크 설계 및 성능 분석 등