

응용 계층에서 노드 성능가중치 적용을 통한 최적의 콘텐츠 변환 노드 검색 메커니즘의 설계

전해조^o 임경식
경북대학교 컴퓨터과학과
{hjju^o, kslim}@ccmc.knu.ac.kr

Design of optimal contents translation node discovery mechanism applying node
capability weight in application layer

Haejo Jeon^o Kyungshik Lim
Dept. of Computer Science, Kyungpook National University

요 약

본 논문에서는 사용자의 다양한 단말환경에 맞게 보다 효율적으로 콘텐츠 변환 서비스를 제공하는 최적의 콘텐츠 변환 노드(Content Translation Node: CTN) 검색 메커니즘을 개발하였다. 이 메커니즘은 콘텐츠 변환 노드로 구성된 서비스 오버레이 네트워크에서 노드부하가 적고, 근거리에 위치한 최적의 노드를 선택하여 신속하고 효율적인 서비스 제공을 가능케 하고 노드간의 부하 배분 기능을 지원한다. 그리고 여러 노드 성능 요인들 간에 가중치를 적용하여 현재 상황에 맞게 시의적절한 최적의 노드를 선택할 수 있게 한다. 또한 본 논문에서는 이 메커니즘을 이용하여 인터넷 콘텐츠 최적화 서비스를 제공하는 인터넷 콘텐츠 분산 관리 시스템(Internet Contents Distribution Management System: ICDMS)을 설계하였다.

1. 서 론

현재 유무선 전화망, 인터넷 망, 방송 망을 융합하여 하나의 광대역통합망(Broadband Conversions Network: BcN)으로 진화시키는 것에 대한 연구가 활발히 진행 중이다. 그러면 차후 이 같은 통합 망에서의 유무선 통합, 음성 데이터 통합, 방송 통신 융합을 바탕으로 융합형 서비스가 제공된다. 따라서 BcN 환경에서는 이전에 각 망에서 특화된 서비스를 제공 받던 다양하고 이질적인 단말들에게 융합형 서비스를 각 단말기의 환경에 맞게 최적화하여 제공해야 할 필요가 있다.

현재 이런 최적화 서비스는 주로 인터넷 서비스 영역에서 제공되는데 이를 위해서 기존에는 프로토콜 및 서비스 변환 기능을 갖는 프락시 시스템을 이용한다. 그러나 이와 같이 네트워크 에지에서 서비스 기능을 집중시키는 기존의 방법은 사용자 요구가 증가함에 따라 트래픽 병목 현상 및 서버 과부하 현상 등을 초래하여 제공하는 서비스의 질을 저하시키는 단점을 갖는다.

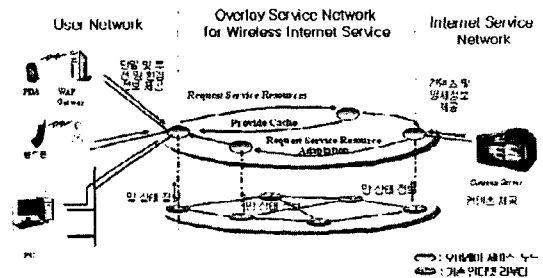
본 논문에서는 최적의 CTN 검색 메커니즘과 캐시 메커니즘을 통해 인터넷 콘텐츠를 망 내에 분산 관리하여 다양한 단말환경에 맞게 최적화 서비스를 제공하는 ICDMS를 설계하였다. 이 시스템은 서비스 제공을 위해 오버레이 서비스 네트워크를 구성하여 최적의 CTN 검색 메커니즘을 이용하여 이 망의 각 노드에 콘텐츠 변환 기능과 캐시를 분산 관리한다. CTN 검색 메커니즘을 이용할 경우 기존의 네트워크 에지 모델에서 발생하는 트래픽 병목 및 서버 과부하 문제를 해결하고 망 내에 존재하는 노드 간의 부하 배분 기능 지원이 가능하다. 그리고 이 메커니즘은 검색을 위해 중앙서버를 두지 않는 P2P 기술을 사용하기 때문에 사용자 요구가 증가하더라도 검색서버의 부하가증으로 인해 서비스의 질이 저하 문제가 발생하지 않는다.

본 논문에서는 2장에서 ICDMS를 설계하고 3장에서 최적의 CTN 검색 메커니즘을 개발한 후 4장에서 결론을 맺는다.

2. 시스템 설계

2.1 오버레이 서비스 모델

ICDMS는 크게 세가지 부분으로 구성된다. 첫째는 단말기가 존재하는 사용자 망이고 둘째는 인터넷 콘텐츠를 이동 단말기 환경에 맞게 최적화시켜 주는 오버레이 서비스 망이며, 셋째는 현재 인터넷 서비스를 제공하는 기존의 인터넷 망이다. [그림 1]은 이 시스템의 개략도이다.



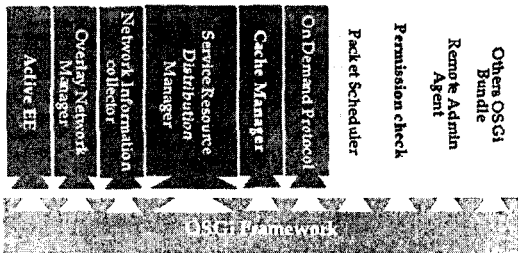
[그림 1] 인터넷 콘텐츠 분산 관리 시스템 개략도

[그림 1]에서 보는 바와 같이 이 시스템에서 사용자 망의 단말기가 콘텐츠를 요청하면, 요청 메시지는 서비스 오버레이 망을 통과하여 기존 인터넷 서비스 망의 서버에서 전달되고 요청된 콘텐츠는 서버에서 오버레이 서비스 망으로 전달된다. 이때 콘텐츠는 이동 단말의 환경에 맞게 적절히 변환된 후 사용자에게 최종 전달된다. 한편 이 시스템에서 오버레이 서비스 네트워크와 다른 망 사이에서 인터넷워킹 기능을 제공하는 노드를 OIN(Overlay Internetworking Node)이라고 하며 콘텐츠 변환 기능을 제공하는 노드를 CTN(Content Translation Node)이라고 한다. 이때 최적화 작업을 위해 필요한 단말기 환경정보는 콘텐츠 요청 메시지가 OIN에 도착할 때 단말기의 CC/PP(Composable Capability

/Preference Profile)로부터 필요한 정보를 추출하여 생성되며 이후 항상 메시지와 함께 전송된다. CTN에서는 콘텐츠와 단말기 환경정보를 수신하면 그 정보를 토대로 그 단말에 맞게 적절한 콘텐츠 변환 작업을 수행하여 최종적으로 사용자에게 전달한다.

2.2 노드 구조

오버레이 서비스 네트워크는 기본적으로 액티브 노드로 구성된다. 액티브 노드는 액티브 실행환경이 탑재되어 액티브 네트워크 기능을 수행할 수 있는 노드로써 본 논문에서는 노드 운영체제 상위에서 동작하던 기존의 실행환경과는 달리 OSGi(Open Service Gateway Initiative) 상위에서 동작하는 Active EE 번들(Active Execution Environment)을 사용한다. 아래 [그림 2]는 이런 액티브 노드의 구조를 나타낸 것이다.



Java Virtual Machine

[그림 2] 노드 구조

액티브 노드는 액티브 네트워크로서의 기능을 위한 액티브 EE 번들이 탑재되어 액티브 패킷 처리, 동적 프로그램 다운로드(Dynamic program downloading) 기능 등을 지원한다. 따라서 액티브 노드의 이런 기능을 이용하여 콘텐츠 변환 코드를 오버레이 서비스 네트워크에 자유롭게 설치할 수 있다. 그리고 최적의 CTN 검색 메커니즘이 구현된 콘텐츠 분산 관리자(Contents Distribution Manager: CRDM)도 역시 번들 형태로 설치되며 콘텐츠를 적절히 분산 관리하는 기능을 제공한다.

3 메커니즘 설계

3.1 가상 망의 관리

오버레이 서비스 네트워크의 노드들은 최적의 CTN 검색 및 콘텐츠 캐시를 위해 각각 최적화 가상 망(Adaptation Virtual Network: AVN)과 캐시 가상 망(Cache Virtual Network: CVN)을 구성하며 DHT 기술을 이용하여 필요한 정보를 각 가상 망에 저장하고 검색한다. 즉 각 노드는 최적의 CTN 검색을 위해서 원형 토폴로지인 AVN를 구성하고, 캐시 정보를 관리하기 위해 특정 그룹에 속하여 2단계로 계층화된 토폴로지인 CVN를 구성한다. 그리고 두 가상 망의 유지 관리를 위해 자신의 노드 ID, 이웃노드 정보 등과 같은 정보들을 관리한다. 노드 ID는 자신의 IP 주소를 해시하여 얻으며 이는 오버레이 서비스 망에 존재하는 노드들을 식별하기 위해 사용되고 노드마다 유일한 값을 가진다.

3.1.1 최적화 가상 망

인터넷 콘텐츠는 단말기에 맞게 최적화되기 위해서는 그 속성에 맞는 변환 능력들이 필요하다. 예를 들면, 화면 크기가 200X300인 단말기가 크기가 100X100 인 이미지를 요청한 경우 이미지 크기 변환 기능이 있는 노드가 필요하다. 따라서 콘텐츠 변환을 위한 최적의 노드를 검색하기 위해서는 다른 기능만을 지원하는 노드는 고려할 필요가 없다. 본 연구에서는 검색의 범위

를 줄이기 위해서 같은 성능을 가지는 노드의 정보를 대표 노드가 관리하며 이 대표 노드로 1차원 링 토폴로지를 구성하고 최적의 노드에 대한 질의는 이 노드를 통해서 이루어진다. 대표 노드는 CAA 노드로 불리며 콘텐츠 변환 능력을 나타내는 CAA ID(Contents Adaptation Ability ID)를 가진다. AVN의 링 토폴로지는 이 CAA ID를 기반으로 CAA 노드들로 구성되며 높은 ID 값을 가지는 것이 앞에, 낮은 값을 가지는 것이 뒤에 위치하게 되고 이 두 이웃 노드의 IP정보를 중간 노드가 관리한다. 즉 모든 CTN은 자신의 CAA를 알고 있으며 이웃 CAA 노드의 IP정보를 통해 메시지의 1차원 라우팅이 가능하게 한다. 만일 새로운 노드 생성 경우 자신의 CAA 정보를 바탕으로 CAA 노드에게 등록 메시지를 보내 CTN 노드 등록 과정을 수행하게 된다.

3.1.2 캐시 가상 망

인터넷 서비스는 그 특성상 인기 있는 몇 개의 콘텐츠에 대한 요구가 집중적으로 발생한다. 따라서 본 논문에서는 한번 최적화된 콘텐츠를 망 내에 캐시하여, 이후 동일한 사용자 요구가 발생할 경우 캐시된 콘텐츠를 제공한다. 최적화된 인터넷 콘텐츠가 망 내에 캐시되는 위치는 전적으로 최적의 CTN 검색 메커니즘에 의해 결정된다. 즉 선택된 CTN은 OIN으로부터 콘텐츠와 단말기 환경 정보를 수신하여 변환 작업을 수행하고 이때 변환된 콘텐츠는 그대로 그 노드에 저장한다. 이 경우 콘텐츠 캐시가 자신의 노드에 저장되어 있다는 정보를 등록하고 검색하기 위해서 캐시 메커니즘이 사용된다.

모든 노드는 캐시 정보 저장을 위해 CVN을 구성하는데, 이 가상 망은 AVN과 마찬가지로 단말기 환경정보를 나타내는 TC ID를 기반으로 한 1차원의 링 토폴로지이다. 이때의 CVN 구성 노드를 TC 노드라고 하며 이전에 없던 새로운 단말기 환경정보에 최적화된 캐시를 등록하려는 노드가 선택된다. TC ID는 단말기 환경정보와 TC ID를 매핑시켜 놓은 테이블로부터 생성되며 새로운 단말기 환경정보가 추가될 경우 모든 노드에게 TC 정보 추가 메시지를 전송한다.

한편 TC 노드는 별도의 가상 망을 구성하는데 이를 로컬 가상 망(Local Virtual Network: LVN)이라 한다. 인터넷 콘텐츠는 그 수가 상당히 많고 단말기의 환경도 다양하기 때문에 특정 단말기 환경에 최적화된 콘텐츠의 수도 상당히 많을 것이다. 결국 LVN은 TC 노드가 방대한 양의 캐시정보를 P2P 기술을 이용하여 분산 저장하기 위해서 사용된다. LVN의 크기는 부하배분의 관점에서 정보를 골고루 분배시키기 위해 적절한 크기를 유지해야 하는데 이를 위해서 로컬 가상 망 상태 질의 메시지(LVN State Query Message: LSQM)를 사용한다. LSQM은 LVN에서 소속된 노드들의 수를 질의하는 메시지이다. 이 메시지는 오버레이 서비스 망에 추가된 새 노드가 가입할 LVN을 결정하기 전에 모든 TC 노드로부터 자신의 LVN에 소속된 노드의 수를 질의할 때 사용된다. 새 노드는 LSQM을 이용하여 모든 TC 노드 중에서 LVN 멤버 노드의 수가 가장 적은 TC 노드에게 가입 메시지를 보낸다. 가입된 LVN 멤버 노드는 자신의 노드 ID를 기반으로 1차원의 링 토폴로지인 LVN을 구성한다.

한편 TC 노드는 CVN 라우팅을 위해서 자신의 전후 이웃 노드들의 IP 정보를 알고 있다. 마찬가지로 LVN의 멤버 노드들도 이런 이웃 노드의 IP 정보를 알고 있다. 이런 이웃 노드 정보는 노드가 처음 가상 망에 가입할 때 모든 멤버에게 자신의 IP 정보를 플러딩(flooding)하여 알 수 있으며 가상 망 내에서 캐시 정보 등록 및 검색 메시지를 라우팅 할 때 사용된다.

3.2 최적의 CTN 검색 메커니즘

최적의 CTN 검색 메커니즘은 서버로부터 유입된 인터넷 콘텐츠를 사용자 단말기 환경에 맞게 변환시키기 위하여 망에 존재하는 여러 CTN노드 중에 신속하고 정확하게 변환 기능을 제공할

수 있는 최적의 노드를 선택한다. 이를 위해 콘텐츠 변환 노드 등록(Contents Translation Node Registration: CTNR)과정을 통해 AVN 내에 CTN노드를 등록한다. CTNR 과정을 통해 등록된 노드는 최적의 CTN 검색 메커니즘의 동작 시에 사용된다. 즉 이 메커니즘은 AVN에서 동작하며 CTNR 과정을 통해 등록된 노드에게 노드의 상태가 좋고 나쁨을 판단할 수 있는 노드의 평가 수치를 요구하여 이 수치를 근거로 최적의 노드를 선택한다. CTNR 메커니즘은 오버레이 서비스 망에 있는 모든 CTN 노드에서 시동되며, 최적의 CTN 검색 메커니즘은 콘텐츠가 서버로부터 오버레이 서비스 망으로 유입될 때 서버 측 OIN 노드에서 시동된다.

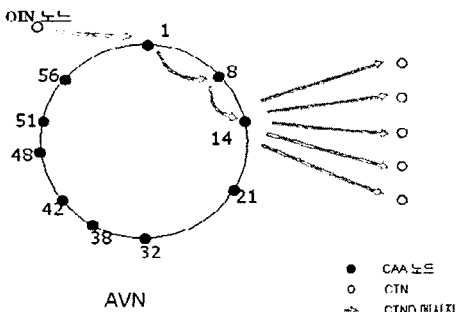
3.2.1 CTN 상태정보

최적의 CTN 검색에 동작에 앞서 CTN 노드는 주기적으로 자신의 상태정보를 수집해야 한다. 본 논문에서 노드 상태정보는 OIN 노드와의 거리 정보 및 자신의 노드 부하 정보를 사용한다. 거리 정보는 OIN 노드와의 홉수(Hop Count)를 사용하여 노드부하 정보로는 CPU 사용률을 일정시간 측정된 후 그 평균치를 사용한다. 이렇게 계산된 값을 노드 평가 수치(Node Evaluation Value: NEV)라 하며 최적의 CTN 검색 메커니즘에 의해 요청될 때마다 제공된다.

3.2.2 최적의 CTN 검색

사용자 망의 클라이언트로부터의 인터넷 콘텐츠 요청 메시지가 오버레이 서비스 망을 거쳐서 콘텐츠 서버에 전달된 후 요청한 콘텐츠가 서버 측 OIN 노드에 도착하면 적절한 CTN을 검색하기 위한 최적의 CTN 검색 메커니즘이 동작한다.

콘텐츠 변환 노드 검색 메시지(Contents Translation Node Discovery Message: CTND 메시지)는 메시지를 생성한 OIN의 IP 정보, 서비스 노드 상태정보들의 가중치, 서비스 노드의 선택을 위한 Threshold 값 등이 포함된다. 서비스 노드 상태정보들의 가중치는 여러 상태정보들 중에 노드 선택에 있어서 더 많이 고려되어야 할 요소들에게 가중치를 주기 위해 사용된다. Threshold는 노드의 NEV값이 Threshold 보다 크면 최적의 노드로 간주하여 보다 신속한 검색을 위해 사용된다. [그림 3]은 CTND 메시지가 라우팅되는 것을 나타낸 것이다.



[그림 3] CTND 메시지 라우팅

최적의 CTN 검색을 위해서 우선 원하는 변환 능력에 해당되는 CAA ID를 생성한다. 이때 콘텐츠 변환 능력과 CAA ID가 매핑되어 있는 테이블을 이용한다. 이후 이 ID를 CTND 메시지에 포함시켜 이웃 CAA 노드에게 전송한다. 이웃 CAA 노드는 메시지에 포함된 ID를 보고 자신의 ID와 비교한다. 이때 ID가 일치할 경우 이 메시지를 자신이 관리하는 모든 CTN에게 전송하고 그렇지 않을 경우 다음 이웃 노드로 전송한다. 멤버 노드에게 CTND 메시지가 전달되게 되면 그 노드는 자신이 저장하고 있는 NEV에 가중치를 적용하여 최종 NEV 값을 계산하여 이를 응답 메시지에

담아 CAA 노드에게 전송한다. 이 과정을 통해서 CAA가 모든 CTN 노드로부터 응답 메시지를 수신하면 가장 좋은 NEV 값을 갖는 노드를 최적의 노드로 결정하고 이것의 IP정보를 처음 CTND 메시지를 생성한 OIN에게 전송한다. 이 경우 Threshold 값이 설정되어있다면 모든 노드의 응답 메시지를 기다리지 않고 Threshold 이상의 NEV 값을 갖는 CTN을 최적의 노드로 결정하고 OIN에게 이 노드의 IP정보를 알려준다.

3.3 캐시 메커니즘

캐시 메커니즘에서 캐시 정보 등록은 CTN이 서비스 최적화 작업을 마친 후 그것을 캐시하고 자신이 캐시를 관리하고 있다는 정보를 등록하기 위해서 사용된다. 그 동작은 최적의 콘텐츠 변환 노드 검색 메커니즘에서와 같이 CVN에서 캐시 등록 메시지를 콘텐츠의 TC ID에 따라서 CVN 라우팅을 통해 TC 노드에게 전달한 후 이를 다시 콘텐츠의 원본 URL 주소의 해시 값과 가장 가까운 노드 ID를 가지는 LVN 멤버 노드에게 전달하여 최종적으로 캐시 정보를 저장하게 한다. 이때 콘텐츠의 TC 정보는 서버 측 OIN이 최적화 작업을 요청할 때 변환의 목표 단말기 환경정보로써 콘텐츠와 같이 CTN에 전달된다. 캐시 검색은 사용자로부터 콘텐츠가 요청되면, 사용자 단말의 TC 정보를 이용하여 캐시 검색 메시지를 사용자의 단말기 환경 정보에 해당하는 TC 노드에게 전달한 후 요청된 콘텐츠의 원본 URL 주소의 해시 값과 가장 가까운 노드 ID를 가지는 LVN 멤버 노드에게 전달하여 해당 캐시 정보를 얻어 옴으로 해서 이루어진다.

4. 결론

본 논문에서는 현재 통신망에서 사용되는 다양한 단말기의 환경에 따라 최적화된 인터넷 콘텐츠 서비스를 제공하기 위해 ICDMS를 설계하고, 오버레이 서비스 망 관리 기술, 최적의 CTN 검색 메커니즘, 캐시 메커니즘 등을 개발하였다. 최적의 CTN 검색 메커니즘은 망 내에 분산된 여러 CTN 노드 중에 부하가 적고 서비스가 용이한 거리에 있는 노드를 검색하여 서비스 망의 부하 배분 기능을 제공하며 시스템 응답 시간을 줄여준다. 또한 오버레이 기술로 서비스 망을 구성함으로써 제공할 서비스에 따라 같은 물리적 망 구조 상위에 다수의 논리적인 서비스 망을 구성할 수 있어서 저비용으로 신속하게 새로운 서비스를 제공할 수 있다. 향후 최적의 CTN 검색 메커니즘을 일반화하면 다른 여러 서비스 분야에서 최적의 노드를 검색할 때 사용될 수 있을 것이다. 그러나 이 메커니즘은 오버레이 P2P 기술을 이용하여 검색 서비스를 제공하기 때문에 라우팅에 많은 시간이 소요되며 불필요한 트래픽이 증가하는 단점이 있다. 따라서 차후 이런 단점에 대한 보완 연구가 뒤따라야 한다.

5. 참고 문헌

[1]Ratnasamy s., francis p., handley m., karp r., shenker s., " A scalable content-addressable network," In Proc. ACM SIGCOMM, pp. 161-172, Aug. 2001.
 [2]Stoica I., Morris R., Liben-Nowell D., Karger D.R., Kaashoek M.F., Dabek F., Balakrishnan H., " Chord: a scalable peer-to-peer lookup protocol for Internet applications," Networking, IEEE/ACM Transactions on, Volume: 11, Issue: 1, pp.17 - 32, Feb. 2003.
 [3]Jaesun Han, Keuntae Park, Woojin Kim, Daeyeon Park, " A fast and highly adaptive peer-to-peer lookup system for medium-scale network," Computers and Communication, 2003. (ISCC 2003). Proceedings, pp.1041 - 1046 vol.2, 30 Jun - 3 July 2003