

무선 인터넷 서비스를 위한 컨텐츠 기반의 응용 계층 라우팅 프로토콜

박해용*, 이지현**, 임경식*

*경북대학교 컴퓨터과학과

**경북대학교 정보통신학과

e-mail: {phyong,hyuny}@ccmc.knu.ac.kr, kslim@knu.ac.kr

Contents-based Application Layer Routing Protocol for Wireless Internet Services

HaeYong Park*, JiHyun Lee**, Kyungshik Lim*

*Dept. of Computer Science, Kyungpook National University

**Dept. of Information and Communication, Kyungpook National University

요 약

현재의 무선 인터넷 환경에서는 유선 환경에서의 다양한 컨텐츠 및 프로토콜을 무선 단말에 맞도록 전용 서비스 게이트웨이를 이용하여 변환 처리함으로써 사용자 증가에 따른 부하 집중과 이로 인한 서비스 질의 저하를 초래하고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 본 논문에서는 오버레이 네트워크 상에서 부하를 동적으로 분산 처리할 수 있는 컨텐츠 기반의 응용 계층 라우팅 프로토콜을 제안한다. 이 프로토콜은 단말기로부터의 기능(capability) 정보, 오버레이 노드로부터의 시스템 부하 및 네트워크 상태 정보, 응용으로부터의 컨텐츠 정보를 종합하여, 서버로부터 컨텐츠를 요구한 단말기까지 최적의 응용계층 경로를 선택한다. 컨텐츠는 서버로부터 단말기까지 선택된 경로를 따라 전송되면서 하나 이상의 중간 노드에서 단말기의 기능에 맞도록 최적화된다. ns-2 네트워크 시뮬레이터로 프로토콜을 구현하고 성능을 측정된 결과, 전용 서비스 게이트웨이를 사용한 경우보다 더욱 많은 부하에서도 훨씬 짧은 서비스 반응 시간을 얻을 수 있었다. 향후, 본 논문에서 제안한 프레임워크 내에서 다양한 경로 선택 알고리즘에 대한 연구를 추진할 예정이다.

1. 서론

현재 무선 인터넷 서비스는 이를 제공하는 이동 단말기와 컨텐츠 사업자들의 수가 급속히 증가하면서 무선 인터넷 서비스에 필요한 대역폭의 효율적인 사용과 서비스의 효과적인 제공을 위한 방안들이 필요하게 되었다[1]. 그러나 기존의 무선 인터넷 인프라 환경을 확장하는 방안은 많은 시간이 소요되고 비용 측면에서 아주 비효율적이다. 따라서 기존의 무선 인터넷 환경을 유지하면서 컨텐츠 서비스의 증가에도 유연하게 대체할 수 있는 확장성이 고려된 방안들이

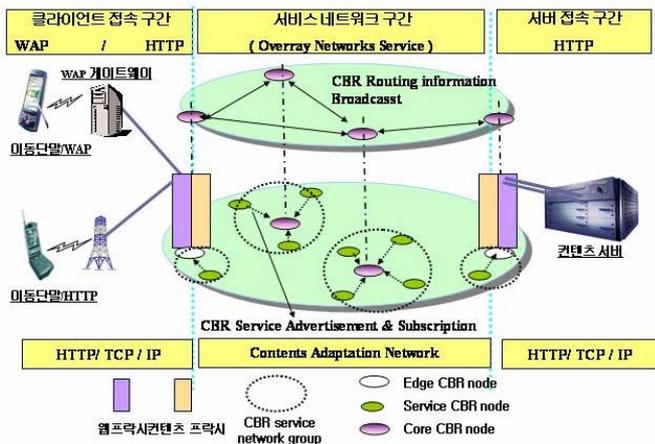
제안되고 있다. 그 대표적인 예가 프락시 기반의 컨텐츠 적용기술이다. 하지만 이 방안의 경우 사용자나 이동 단말기의 수가 증가함에 따라 프락시 노드의 부하가 집중될 뿐만 아니라, 이종의 단말기에 서비스를 제공하기 위해서는 단일 내용의 컨텐츠를 단말기의 종류에 따라 구비해야 한다는 점에서 부하의 적절한 분산과 서비스의 확장성에 많은 어려움을 가지고 있다. 따라서 본 논문에서는 무선 인터넷 환경에서 많은 사용자에 따른 특정 노드의 부하를 분산시키는 방법으로 오버레이 네트워크를 이용하고[2], 동일 컨텐츠를 다양한 단말기의 특성에 맞게 동적으로 변환하여 제공함으로써 무선 인터넷 인프라 전체의 부하 분산과

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R01-2003-000-10562-0) 지원으로 수행되었음

서비스의 확장성을 모두 고려한 콘텐츠 기반의 응용 계층 라우팅 프로토콜 기법을 제안한다.

2 장에서는 콘텐츠 기반의 라우팅 프로토콜의 메커니즘에 대해 살펴보고, 3 장에서는 콘텐츠 기반 라우팅 프로토콜의 설계에 대해 기술한다. 4 장에서는 제안된 기법에 대한 성능 평가 및 결과분석을 한 후 5 장에서 결론을 맺는다.

2. 콘텐츠 기반 라우팅 프로토콜의 메커니즘



(그림 1) 콘텐츠 기반 라우팅 네트워크 구성도

(그림 1)에서 콘텐츠 기반 라우팅 네트워크는 크게 클라이언트 접속구간, 서비스 네트워크 구간, 서버 접속구간으로 구성됨을 알 수 있다[3]. 클라이언트 접속구간에서는 이동 단말기의 콘텐츠 요구 메시지를 생성하는 클라이언트 측 EdgeCBR 노드가 존재하고, 서비스 네트워크 구간에는 콘텐츠 서비스를 수행할 수 있는 ServiceCBR 노드와 이들의 관리를 위한 CoreCBR 노드가 존재한다. 서버접속 구간에는 콘텐츠 특성과 단말기의 정보를 고려한 CBRDescription 문서의 생성과 경로설정을 담당하는 서버 측 EdgeCBR 노드가 존재한다.

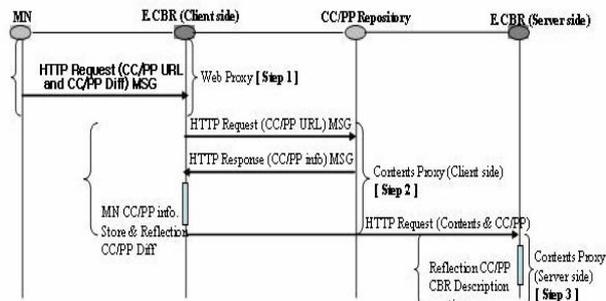
이동 단말기의 접속지점과 콘텐츠 서버 사이에는 단말기의 특성에 맞는 콘텐츠 변환 서비스와 네트워크의 환경정보를 반영하여 애플리케이션 라우팅을 수행할 수 있는 오버레이 네트워크 구간을 형성한다.

이동 단말기의 정보는 W3C의 Composite Capabilities/Preference Profiles(CC/PP)를 사용하여 EdgeCBR 노드에서 정보의 인식이 가능하도록 하였다[4]. 이를 기반으로 콘텐츠 서비스를 정의하는 XML 기반의 CBR(Content Based Routing) Description 문서를 생성한다. 이는 서버 측 EdgeCBR 노드가 가상 네트워크 구간에서 콘텐츠 변환 작업을 수행할 수 있는 ServiceCBR 노드를 선택하는데 참조되며, 이때 라우팅의 경로설정은 콘텐츠 특성과 ServiceCBR 노드의 상태정보, 네트워크 정보를 기반으로 최소의 비용이 사용되는 경로를 선택한다. 선택된 ServiceCBR 노드에서는 CBR Description 문서를 참조하여 자신이 수행할 서비스를 확인한 후 변환 과정을 거치고 다음 ServiceCBR 노드로 콘텐츠를 전송함으로써 콘텐츠 서버 또는 프락시에서 가져야 하는 서비스의 부하를 CBR 환경에 적용시켜 분산처리

에 의한 콘텐츠 응답 시간을 줄이는 효과를 가진다.

3. 콘텐츠 기반의 라우팅 프로토콜 설계

3.1 EdgeCBR(E.CBR) 노드



(그림 2) CBR 기반 CC/PP 서비스 동작 과정

Step 1. 무선 환경에서 이동단말의 환경정보를 전달하는 방법으로 단말의 기본 설정 정보가 있는 URL 값과 기본 설정과의 차이정보인 CC/PP Diff 를 동시에 전달하는 방식을 사용하여 무선 구간에서 전달되는 메시지의 크기를 효과적으로 줄여준다.

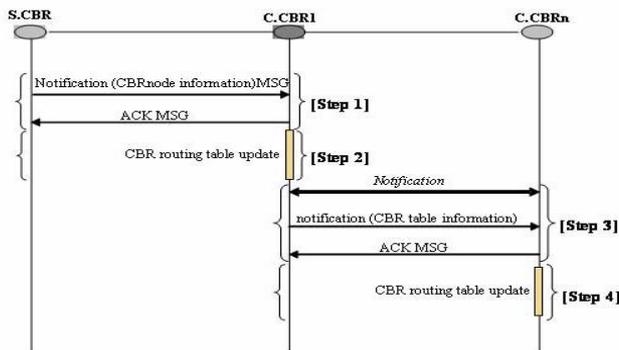
Step 2. 클라이언트 측 E.CBR 노드는 콘텐츠 프락시에서 CC/PP URL 값을 참조하여 기본 설정 값을 획득하고 CC/PP Diff 를 반영하여 현재 이동 단말과 동기화된 환경 정보를 생성한다. 초기 생성 후 이를 시스템 캐시에 저장하여 동일한 단말의 접속시 CC/PP 정보에 대한 저장된 값을 이용할 수 있어 서비스의 빠른 수행을 가능하게 한다.

Step 3. CC/PP 정보와 콘텐츠 요구 메시지를 서버 측 E.CBR 노드에게 전달하고, 서버 측 E.CBR 노드에서는 라우팅을 수행하기 위한 기술문서인 CBR Description 을 생성한다.

3.2 CoreCBR(C.CBR) 노드

CoreCBR 노드는 그룹내 콘텐츠 서비스 노드를 관리하는 역할을 하며 동작과정은 다음과 같다.

- ServiceCBR 노드의 서비스 등록과 해지
- CBR 테이블 유지
- 이웃하는 C.CBR 노드간의 정보교환을 통하여 서비스 네트워크 구간의 서비스 노드 동기화
- ServiceCBR 노드의 서비스 활성화 제어 명령



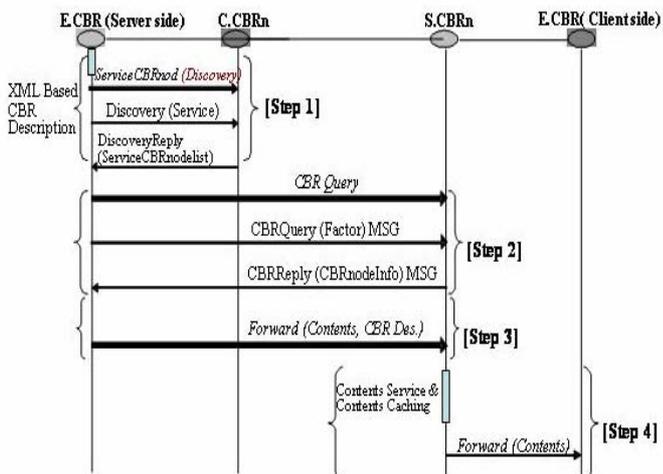
(그림 3) CBR 테이블 갱신 메커니즘

Step 1. 2. S.CBR 노드에서 자신이 속하는 그룹의 C.CBR 노드에게 콘텐츠 서비스를 알려거나 자신이 보유하고 있는 서비스 내용의 변화가 있을 때 변화된 정보를 CBR Service Advertisement 메시지를 생성하여 전달한다. 전달되는 메시지에는 node ID, system load, service name, service activation, caching information의 내용을 포함한다.

Step 3. 4. C.CBR 노드가 자신이 가지고 있는 CBR 라우팅 테이블의 갱신된 정보를 이웃하는 C.CBR 노드에게 알려줌으로써 C.CBR 노드들 사이의 테이블 정보에 대한 동기화가 이루어진다.

3.3 ServiceCBR (S.CBR) 노드

ServiceCBR 노드는 주기적으로 자신의 시스템 로드 정보와 콘텐츠 서비스 활성화 상태 및 캐싱 정보를 자신이 속해있는 C.CBR 노드에게 알리고, CBR Description을 참조하여 콘텐츠 서비스를 수행한다.



(그림 4) 콘텐츠 변환 기반 라우팅 동작 메커니즘

Step 1. E.CBR 노드는 콘텐츠 특성과 목적지 단말의 CC/PP 정보를 고려하여 라우팅 디스크립션을 생성하여 콘텐츠 서비스를 수행할 수 있는 S.CBR 노드에게 포워딩함으로써 라우팅이 시작된다.

Discovery 단계는 C.CBR 노드로부터 DiscoveryReply 메시지에 콘텐츠 서비스 이름, 노드 ID, 라우팅 경로 정보를 포함한 S.CBR 노드 리스트를 제공 받는다.

Step 2. 서버 측 E.CBR 노드는 획득한 S.CBR 노드리스트를 이용하여 n 개의 S.CBR 노드의 부하상태, 컴퓨팅능력 등의 정보획득을 위해 CBRQuery를 수행하고, 해당정보는 CBRReply에 담겨 전달된다.

Step 3. 4. 획득한 S.CBR 노드의 상태 정보를 통해 가장 효율적인 S.CBR 노드를 선택하여 Forward 메시지(Content, CBR Description)를 전달한다. Forward 메시지를 전달 받은 S.CBRn는 콘텐츠 서비스를 수행하고, 최적화된 콘텐츠를 생성하여 이를 최종적으로 콘텐츠를 요청한 이동 단말기에게 제공한다.

3.4 콘텐츠 기반 라우팅 알고리즘

(그림 5)는 라우팅 경로 설정을 위한 각 노드의 동작 알고리즘을 간략하게 기술한 것이다.

```

E.CBR
0. While (when send Forward(content, CBR Des.)MSG)
1. service = CBRDescription_parsing();
2. CBRn = Discovery(service);
3. For (for each n)
4.   CBRQuery(CBRn);
5.   Optimal_path_decision();
6. path selection
E.CBR
    
```

(a) E.CBR의 콘텐츠 변환 라우팅 알고리즘

```

S.CBRn
0. While (when receive S.CBR Event MSG)
1. IIF(CBRQuery MSG)
2.   Get_SystemLoad();
3.   CBRReply();
S.CBRn
    
```

(b) S.CBR의 콘텐츠 변환 라우팅 알고리즘

```

C.CBR
0. While (when receive S.CBR Event MSG)
1. IF(Discovery MSG)
2.   sorts CBRn list info. by system load value standard
3.   DiscoveryReply(CBRn);
C.CBR
    
```

(c) C.CBR의 콘텐츠 변환 라우팅 알고리즘

```

CBR Optimal path decision
0. Receive S.CBR node address list from C.CBR
1. IF(contents caching CBR node existence)
2.   Cost(A) = System load * weight;
3. ELSE
4.   Cost(B) = System load * weight + delay * weight;
5. Comparison between Cost(A) and Cost(B)
6. minimum Cost path selection
END CBR Optimal path decision
    
```

(그림 5)(d) CBR 경로선택 알고리즘

(그림 5)(d)의 CBR 경로선택 알고리즘의 수행절차는 먼저 S.CBR 노드가 C.CBR 노드로부터 서비스 수행이 가능한 S.CBR 노드의 목록을 받아 작업이 요구되는 콘텐츠가 저장되어 있는 S.CBR 노드가 검색되면 콘텐츠 서비스 수행을 위한 작업 시간이 감소하게 되므로 시스템 로드값만을 고려하여 비용을 산출한다. 캐싱 정보를 가지지 않은 S.CBR 노드에서는 현재 노드의 시스템 로드값과 콘텐츠 변환에 소요되는 지연 시간을 계산하여 비용을 측정 후 가장 작은 비용의 경로를 선택하여 요구 메시지를 전달 한다. 또한 콘텐츠 종류에 따른 수행 시간의 비중을 차등 적용함으로써 콘텐츠의 특성이 충분히 반영된 경로 설정을 가능하도록 하였다.

4. 성능 평가 및 분석

4.1 성능 평가

본 논문에서는 네트워크 시뮬레이터인 ns-2를 사용

하여 환경을 구축하고 성능을 측정하였다[6].

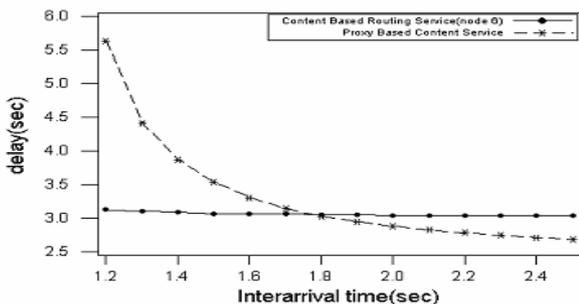
세부적인 시뮬레이션 환경은 10 개의 노드로 구성되고, 전송 계층 프로토콜로 TCP 를 사용하며, 응용 계층은 TcpAPP 을 이용해서 통신을 한다. 웹 서버와 게이트웨이의 가운데에 위치하는 CBR 노드는 웹 서버로부터 일정량의 데이터를 수신하고, 처리과정을 거쳐 다음 노드로 전송한다. S.CBR 의 선택은 C.CBR 에서 생성한 랜덤 값을 이용하며 이를 서버 측의 E.CBR 노드가 수신하여 마지막으로 S.CBR 노드를 선택하게 된다. 끝으로, S.CBR 노드는 이미지 콘텐츠의 크기 변환과 형식 변환이 가능한 CBR 노드라고 가정한다. [표 1]은 시뮬레이션의 파라미터의 값을 나타낸 것이다.

<표 1> 시뮬레이션 파라미터

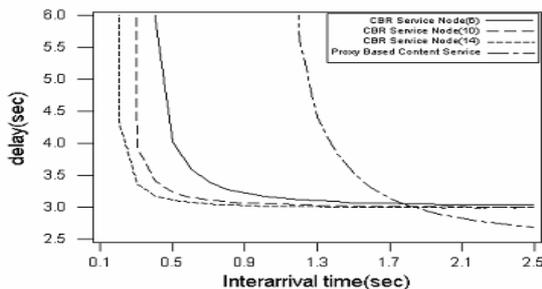
파라미터		값
유선 구간	링크 대역폭(link Bandwidth)	10Mbps
	링크지연시간(link Delay)	50ms
무선 구간	링크 대역폭(link Bandwidth)	144Kbps
링크 타입(link type)		duplex-link
큐 타입(Queue type)		DropTail
큐 크기(Queue size)		20 packet
TCP 패킷 크기(segment size)		536 bytes
TCP 윈도우 크기(window size)		Start : 1, max : 20
TCP type		FullTCP
시뮬레이션 시간		0.1 - 200000 seconds

4.2 성능 분석

(그림 6)은 이동 단말기의 콘텐츠 요청에 따른 콘텐츠 기반의 라우팅 환경과 프락시 기반의 콘텐츠 서비스 응답 시간을 측정된 결과이다.



(그림 6) 콘텐츠 기반 라우팅과 프락시 기반의 콘텐츠 서비스 응답시간 비교



(그림 7) S.CBR 노드 수 증가에 따른 CBR 환경 vs. 프락시 기반의 콘텐츠 서비스 응답시간

(그림 6)과 (그림 7)은 클라이언트가 콘텐츠를 요청했다는 가정하에서 측정되었으며, 웹 서버에서 해당 콘텐츠가 전송된 시각부터 클라이언트가 응답을 받은 시각까지 소요된 시간을 의미한다. Interarrival time 은 서비스 요청 빈도를 나타내며, 프락시 기반에서는 콘텐츠 요청이 빈번히 일어날 때 프락시 노드에서 변환 작업을 모두 수행해야 하므로 응답시간이 길어지는 반면에 콘텐츠 기반의 라우팅 환경에서는 빈번한 요청에도 불구하고 작업이 여러 노드에 분산되므로 서비스의 지연이 거의 발생하지 않음을 확인할 수 있다. (그림 7)의 실험에서는 S.CBR 노드 수를 점차 증가시켰을 때의 응답시간과 프락시 기반의 응답시간을 비교하여 측정된 결과로서 S.CBR 의 노드수가 증가하면 같은 Interarrival time 환경에서 서비스를 처리할 노드가 증가되므로 그만큼 서비스 응답시간이 빨라짐을 나타낸다. 이는 콘텐츠의 프로세싱 로드가 크거나 요청이 빈번할 경우 콘텐츠 기반 라우팅 환경에서 서비스 수행능력이 우수함을 알 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 무선 인터넷 환경에서 서비스 응답 시간을 최소화 하고 네트워크 사용률을 향상시킬 수 있는 방안으로 콘텐츠 기반의 라우팅 프로토콜을 설계하고 네트워크 시뮬레이터를 사용하여 구현하였다. 이동 단말기의 정보와 네트워크 구간의 상태 및 각 노드의 처리 능력 정보를 포함하는 CBR Description 문서를 생성하여 콘텐츠 제공을 위한 최적의 라우팅 경로를 설정하였다. 또한 단말기의 Capabiliy 정보에 적합한 콘텐츠를 제공하기 위하여 선택된 경로상의 노드에서 변환 작업을 수행함으로써 서비스의 지연시간을 단축시키고, 네트워크의 사용률을 향상 시킬 수 있었다.

따라서 향후 사용자의 지속적인 증가와 함께 대용량의 콘텐츠를 요구하는 무선 인터넷 서비스가 활성화 되면 본 논문에서 제안한 분산 환경에 적합한 콘텐츠 기반 라우팅 프로토콜의 필요성이 더욱 증가할 것으로 기대된다.

참고문헌

[1] Wai Yip Lum and Francis C.M. Lau, "A Context-Aware Decision Engine for Content Adaptation," IEEE Pervasive Computing, Sept. 2002.
 [2] Keneth P. Birman, "Technology Challenges for Virtual Overlay Networks," IEEE Trans. on Systems Man and Cybernetics, July 2001.
 [3] W3C, "Composite Capability/Preference Profile (CC/PP): A user side framework for content negotiation," <http://www.w3.org/TR/NOTE-CCPP>, July 1999.
 [4] WAP Forum, "Wireless Application Protocol Architecture," <http://www.wapforum.org>, July 2001.
 [5] Diego Doval and Donal O'Mahony "Overlay networks : A scalable alternative for P2P," IEEE Internet Computing, Aug. 2003.
 [6] ns-2 network simulator, <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>