

# 액티브 네트워크에서 어플리케이션 서비스를 위한 SNMP 응용 정보 기반 라우팅

장한이<sup>0\*</sup> 박수현<sup>\*\*</sup> 백두권<sup>\*</sup>  
고려대학교 컴퓨터학과 소프트웨어 시스템 연구실<sup>\*</sup>, 국민대학교 정보관리학부<sup>\*\*</sup>  
{ibhani, baik}@software.korea.ac.kr<sup>\*</sup>, exp21@korea.com<sup>\*\*</sup>

## Information-Based Routing Applying SNMP for Application-specific Services in Active Networks

Hani Jang<sup>0\*</sup> Soo-Hyun Park<sup>\*\*</sup> Doo-Kwon Baik<sup>\*</sup>  
Software System Lab., Dept. of Computer Science and Engineering, Korea University<sup>\*</sup>  
Dept. of Information System, Kookmin University<sup>\*\*</sup>

### 요 약

액티브 네트워크는 물리적 네트워크 위로 어플리케이션이 정의한 가상 토폴로지(topology)를 오버레이(overlay)할 수 있도록 한다. 따라서 정보 기반 라우팅과 같은 새로운 라우팅 전략을 구현할 수 있다. 정보기반 라우팅은 스마트 패킷을 효율적으로 보내기 위한 비콘 라우팅을 기반으로 한다. 비콘 라우팅의 이동성 지원은 GPS(Global Positioning System)에 응용해 활발히 연구되고 있으나, 어플리케이션을 위한 정보 기반 라우팅에 대한 구체적 연구는 아직 미비한 실정이다. 따라서 본 논문에서는 정보 기반 라우팅에 키워드 및 SNMP에 기반한 라우팅 프로시저를 제시하고 필요한 클래스를 정의함으로써 어플리케이션 서비스 시 스마트 패킷을 효율적으로 전송하고자 하였으며, 또한 이동성 지원을 응용해 Mobile IP 환경에서 핸드오프(hand-off)시 발생하는 삼각 라우팅 문제를 해결할 수 있는 방안을 제시하였다.

### 1. 서론

액티브 네트워크는 표준화 작업 없이 네트워크에 새로운 프로토콜과 새로운 서비스를 가능하게 한다. 기존 네트워크에서 사용자의 데이터는 라우터에 내재된 라우팅 프로토콜이 정해진 경로에 따라 전송된 데 반해, 액티브 네트워크에서는 사용자가 전송한 스마트 패킷의 내용에 따라 선택적인 라우팅이 가능하다. 즉, 사용자는 스마트 패킷을 라우터 내의 상주 루틴을 호출할 수 있도록 하는 메소드를 넣어 라우팅 테이블을 선택적으로 수정할 수 있으며(이는 기존 RIP에서 노드 변경 시 인접 노드에 전체 라우팅 테이블을 넘김으로써 정보를 공유하는 메커니즘 때문에 증가되었던 오버헤드를 줄인다), 또한 사용자가 직접 정의한 라우팅 메소드를 넣어 액티브 노드에서 디폴트 라우팅 메소드를 오버라이드(override)하게 함으로써, 사용자가 정의한 라우팅 프로토콜에 따라 경로를 설정할 수 있다. 즉, 액티브 네트워크는 물리적 네트워크 위로 어플리케이션이 정의한 가상 토폴로지(topology)를 오버레이(overlay)할 수 있도록 한다. 따라서 정보 기반 라우팅과 같은 새로운 라우팅 전략을 구현할 수 있다.

정보 기반 라우팅은 스마트 패킷을 효율적으로 보내기 위한 비콘 라우팅(Beacon Routing)[1]을 기반으로 한다. 비콘은 스마트 패킷을 어떻게 라우팅 할 것인지에 대한 정보를 전달하는 선택된 특정 액티브 노드이며 전통적인 라우터처럼 동작한다. 액티브 노드는 하나 이상의 비콘에 연결되어 있으며, 스마트 패킷 내의 메소드를 바탕으로 목적지까지 전송할 수 있게 한다. 비콘은 전송 경로를 결정하기 위해 특정 정보를 브로드캐스트하고 목적지 주소와 연관된 비콘에 링크한다. 비콘 라우팅은 브로드캐스트하는 정보에 따라 지리적 위치 라우팅, 토폴로지 라우팅, 정보 기반 라우팅으로 나뉜다. 여기서 지리적 위치 라우팅은 비콘 라우팅의 큰 이점인 이동성 지원을 GPS(Global Positioning System)에 응용해 활발히 연구되고 있으나, 어플리케이션을 위한 정보 기반 라우팅에 대한 구체적 연구는 아직

미비한 실정이다.

따라서 본 논문에서는 정보 기반 라우팅에 키워드 및 SNMP에 기반한 라우팅 프로시저를 제시하고 필요한 클래스를 정의함으로써 어플리케이션 서비스 시 스마트 패킷을 효율적으로 전송하고자 한다.

또한 정보기반 라우팅은 이동성을 지원하기 때문에 이동 환경을 위한 전략에도 효과적이다. 무선 데이터 서비스 제공은 기존의 음성 위주의 서비스와는 달리 데이터 서비스 중심의 관리 기술을 요구하고 있으며, 기존 인터넷에서와 마찬가지로 무선 데이터 서비스를 통한 사용자의 급속한 증가는 최적의 성능, 신뢰성, 확장성, 유연성 등의 지원을 기반으로 각종 데이터 서비스를 효율적으로 제공하도록 요구하고 있다. 이에 본 논문에서는 또한 정보 기반 라우팅의 이동성 지원을 응용해 Mobile IP 환경에서의 핸드오프 시 발생하는 삼각 라우팅 문제를 해결할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

### 2. SNMP를 적용한 정보 기반 라우팅 메커니즘

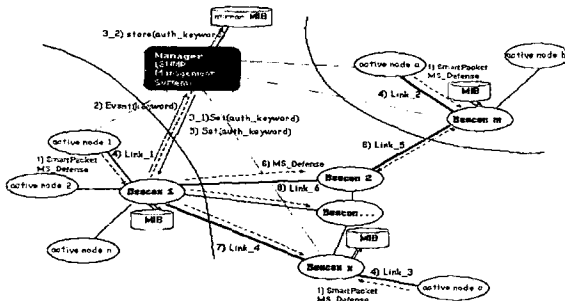
본 논문에서 제시한 정보 기반 라우팅은 비콘 기반 라우팅에서의 가정을 그대로 따른다.(즉 비콘은 특정 액티브 노드이며, 각 액티브 노드는 하나 이상의 비콘에 연결되어 있다. 비콘은 전송 경로를 결정하기 위해 특정 정보를 브로드캐스트한다.) 정보기반 라우팅은 키워드 정보만으로도 라우팅이 가능하다. 인접 노드의 라우팅 테이블 정보는 스마트 패킷을 통해 전달될 수 있다.

#### 2.1 키워드 저장·업데이트 프로시저

정보 기반 라우팅에서 브로드캐스트하는 키워드는 소스노드와 목적지 노드사이에서 통일되어야만 정확한 전송이 이루어질 수 있다. 이를 위해 키워드 정보를 중앙에서 관리하도록 키워드 저장·업데이트 프로시저를 제시하였다. 이 프로시저는 기존 망 관리 시스템의 SNMP(Simple Network Management Protocol)를 사용하며, 따라서 MIB(Management Information

Base)로의 접근은 SNMP PDU(Protocol Data Unit)을 통해 이루어진다. 또한 중앙에서의 키워드 관리를 위해 매니저에 mirrorMIB를 두었다.

<그림 1>에서 1) 액티브 노드(소스, 목적지 노드)는 필요한 키워드를 생성하고 이를 스마트 패킷으로 비콘에 전달한다 2) 비콘은 매니저에 <그림 2>의 Event(keyword):Event 1.3.1.2.1.4.20.1.6 메시지로 통보함으로써 키워드 인증을 요청한다. 3) 매니저는 키워드의 인증 후, 인증된 키워드를 <그림 2>의 Set(auth\_keyword):Set 1.3.1.2.1.4.20.1.6를 통해 비콘의 MIB 내 <그림 3>의 ipAddrTable에 추가하고(Set 1.3.1.2.1.4.21로 ipRouteTable에도 인증된 키워드를 추가한다), 이를 매니저의 mirrorMIB에 저장한다. 액티브 노드의 키워드 변경 시에는 이를 1)~3) 메커니즘에 의해 매니저로 전송하게 함으로써 키워드에 대한 정보를 중앙에서 관리하게 한다.

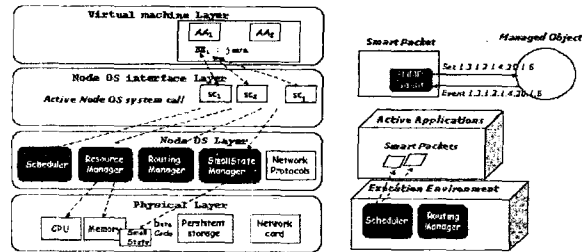


<그림 1> 키워드 관리를 포함한 정보 기반 라우팅 메커니즘

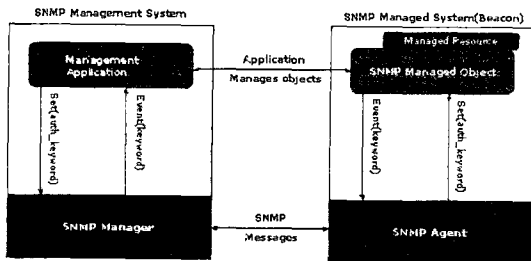
생성한 키워드를 스마트패킷으로부터 받고, 1)~3)을 통해 매니저에 키워드 인증 요청 후 인증된 키워드를 다운로드받아 MIB 내 라우팅 테이블 ipRouteTable에 추가했으며, 브로드캐스트된 키워드를 라우팅테이블에서 확인하고, 비콘 1과 비콘 n 사이에 link(link\_4)를 설정한다. 7) 비콘 2는 인접한 비콘 m의 라우팅 테이블 정보를 교환할 수 있으므로, 연결된 비콘 m이 자신에 연결된 액티브 노드(목적지 노드 a)에서 키워드를 스마트패킷으로 받아, 6)에서와 같이 인증과정을 거친 키워드를 라우팅테이블에 추가했음을 인지하고, 비콘 m과 비콘 2사이에 링크(link\_5)를 설정한다. 8) 이어서 비콘 1과 비콘 2사이의 링크(link\_6)를 설정한다. 9) 연결된 link를 바탕으로 소스노드 1에서 목적지 노드 a, c까지 라우팅경로가 구성된다.

2.3 비콘의 구조

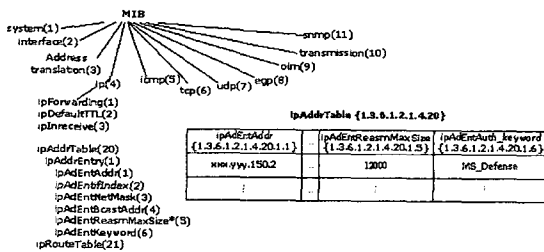
비콘은 선택된 특정 액티브 노드이므로, 액티브노드의 기본구조[5][6]를 따르며, 키워드 관리를 위해 SNMP agent를 지원한다. 즉 SNMP agent는 스마트 패킷 내에 존재할 수 있다.



<그림 4> SNMP agent를 지원하는 비콘의 구조



<그림 2> SNMP의 체제[4]



<그림 3> ipAddrTable내 인증된 키워드 추가

2.2 키워드에 의한 라우팅 프로시저

<그림 1>에서 4) 비콘은 키워드를 생성하였던 액티브 노드(소스, 목적지 노드)에 link를 설정한다. 5) 소스노드에 연결된 비콘 1은 연결된 다른 비콘들에게 인증된 키워드를 브로드캐스트한다. 6) 비콘 n 또한, 연결된 액티브 노드(목적지 노드 c)가

2.4 정보 기반 라우팅 이점

위에서 제시한 1)~9) 메커니즘을 통해 얻을 수 있는 액티브 네트워크에서의 장점은 다음과 같다. 스마트 패킷은 키워드에 기반해 비콘을 선택할 수 있다. 즉 액티브 노드에 연결된 비콘은 고정될 필요가 없다. 예를 들어 스마트 패킷이 비콘을 명세하면, 이에 대응하여 액티브 노드는 비콘을 변경할 수 있다. 이는 곧 패킷이 통과하는 경로를 특정 범위로 한정되게 하므로, 어플리케이션 서비스를 좀 더 선택적으로 전송할 수 있어 효율적이다. 특히 리거시(legacy) 라우터가 공존하는 이중환경에서, 제시한 라우팅은 비콘을 포함한 액티브 노드사이에서만 전송이 이루어지기 때문에, 패킷을 실행 환경(transient execution environment)으로 보낼 것인지(dispatch)를 결정하는 ANEP(Active Network Encapsulation Protocol) 헤더의 프로세싱 시간을 없앨 수 있다. SNMP 응용 키워드 관리 방안을 추가한 정보 기반 라우팅은 어플리케이션 서비스를 정확하고 효율적으로 전송하게 한다. 특히 멀티캐스트 어플리케이션 서비스 시, 이미 존재하는 SNMP 망관리 메커니즘을 응용함으로써 서비스 그룹 등록과정을 생략할 수 있으므로, 어플리케이션의 멀티캐스트 서비스가 쉽고 효율적으로 이루어진다. 예를 들어, 소프트웨어의 수정판 배포 시, 서버에서는 수정판이 필요한 클라이언트의 정확한 IP 주소를 알지 못하더라도 연결된 비콘에 키워드를 보내면, 원하는 클라이언트(다수)에 정확히 어플리케이션 코드가 전송된다.

3. 이동 환경에서의 적용 사례

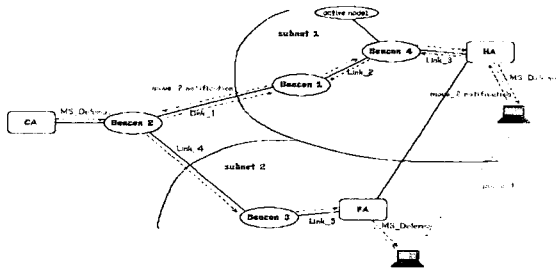
Mobile IP는 현재 인터넷에서 이동성을 지원하기 위한 표준 프로토콜이다. Mobile IP는 기본적으로 이동노드의 홈 네트워크에 HA(Home Agent)라는 라우터를 두고 이 HA에 이동노드가 자신의 CoA, 즉 이동 노드가 외부 네트워크에서 사용하는 주소를 등록해서, HA가 이동노드로 향하는 패킷을 등록된

이동 노드의 CoA로 전달하는 방식으로 동작한다.[7] 이러한 이동 환경 하에서 SNMP를 응용한 정보 기반 라우팅은 강력한 장점을 가진다.

기존의 라우팅 알고리즘은 각 노드에 할당된 고정된 IP 주소를 기반으로 개발되었다. 따라서 IP 주소에 의해 다음 홉(next hop)이 결정된다는 점에서 라우팅 또한 약간의 고정되어 있다고 할 수 있다. 이동 노드 또한 고정된 IP 주소를 가지므로 전통적인 라우팅 알고리즘을 반해, 정보 기반 라우팅 알고리즘은 IP주소 대신 키워드를 기반으로 경로를 설정하므로, 호스트가 이동하여도 최적 경로 설정이 가능하다.

이동 노드가 다른 서브네트로 이동시(hand-off 시)에는 HA에게 CoA를 등록해야 하므로, 이동 노드로 향하는 패킷은 곧바로 이동 노드로 라우팅되지 않고 항상 HA를 통해 라우팅된다. 이러한 삼각 라우팅 문제는 Mobile IP 연구에 있어 중요한 문제로, 이를 해결하기 위한 경로 최적화의 필요성은 널리 알려져 있다. *binding cache*는 이동노드와 통신을 하는 대응 노드가 HA로부터 이동노드의 binding update정보를 받게 하여 HA를 거치지 않고 곧바로 이동노드와 통신을 할 수 있게 함으로써 이 문제를 해결하고자 하였다.

정보 기반 라우팅에서는 <그림 5>에서와 같이 이동 노드가 이동할 경우 *move\_subnet#* 키워드가 자동으로 포함되어 어플리케이션 키워드(*MS\_Defense*)와 동시에 스마트패킷에 전송되도록 함(설정된 경로를 되돌아감)으로써 이 문제를 해결할 수 있다. 즉, *move\_subnet#*가 전송되면, 설정된 링크(link\_1, link\_2, link\_3)는 버려지고(*discarded*), 서브네트를 벗어난 비콘 2에서부터는 2.1메커니즘에 따라 새롭게 브로드캐스트되어 FA까지 다시 링크(link\_4, link\_5)가 설정되고, FA로부터 새로운 주소(CoA)를 할당받은 모바일 노드까지 다음 패킷이 전송된다. 이 메커니즘에서 이동 노드의 식별은 키워드를 기반으로 하기 때문에, 이동 노드를 식별하기 위해 HA로부터 받은 Mobile IP와 CoA와의 binding을 더 이상 필요로 하지 않는다. 단, 이것은 유니캐스트 서비스를 가정한다.



<그림 5> SNMP응용 정보기반 라우팅을 응용한 네트워크 지연 해결 방안

#### 4. 클래스와 메소드

클래스와 메소드는 주후 추가될 것이다

```
[8]
class SmartPacket {
GetTypeInfo(); //타입 정보
GetResourceInfo(); //자원 정보
RouteMe(); //라우트 정보
Process(); //액티브 노드에서 실행되는 프로그램}
class TypeInfo {
String typeId = new String(); //타입 식별자
String sender = new String(); //스마트 패킷을 보내는 센터}
class ResourceInfo {
String CPU = new String(); //스마트패킷에 의한 CPU소비
```

```
String Memory = new String(); //메모리 요구
String storage = new String(); //저장 요구}
class RouteInfo {
String DefaultRoute(); //디폴트 라우트 선택
String SpecialRoute = new String(); //원하는 라우트 선택}
-----
class ActiveNode {
impose_limit_on_memory();
update_beacon_info();
create_keyword();
link_to_beacon();
void send_to_beacon(keyword); }
protected class Beacon extends ActiveNode {
//비콘은 액티브 노드를 상속한다
void receive_from_node(keyword);};
Event(keyword); //SNMP PDU
request_authentication(keyword);
add_RouteTable(auth_keyword);
retrieval_RouteTable(auth_keyword) {
if FIND is true
then link_to_node();
else broadcast_to_node(auth_keyword); }; }
class Manager {
authentication(keyword);};
modify_MIB{
if keyword = auth_keyword
then exit
else Set(auth_keyword)
//SNMP PDU, 비콘의 MIB에 인증된 키워드 추가;
store_in_mirrorMIB(auth_keyword); };
```

#### 5. 결론 및 향후 과제

정보 기반 라우팅에 키워드 및 SNMP에 기반한 라우팅 프로시저를 제시하고 필요한 클래스를 정의함으로써 어플리케이션 서비스 시 스마트 패킷을 효율적으로 전송하고자 하였으며, 또한 이동성 지원을 응용해 Mobile IP 환경에서 핸드오프(hand-off)시 발생하는 삼각 라우팅 문제를 해결할 수 있는 방안을 제시하였다. 향후 과제로는 필요한 클래스 및 액티브 노드, 매니저, 비콘 클래스의 메소드 추가 후 UML로 정의하고, 이동 환경에서 적용사례를 시뮬레이션 한 후 성능평가를 할 것이다.

#### [참고문헌]

- [1] <http://www.ittc.ku.edu/~ananth/845.html>, "Beacon Routing in Active Network"
- [2] Amit Kulkarni and Gary Minden, "Active Networking Services for Wired/Wireless Networks", IEEE Special Issue on Active Networks, July 1998.
- [3] Stefan Schmid, Joe Finny, Andrew Scott, Doug Sheperd, "Active Component Driven Network Handoff for Mobile Multimedia Systems"
- [4] Mark A. Miller, PE, "Inside Secrets SNMP Managing internetworks", 삼각형프레스, 1998.
- [5] Kulkarni, A.B., Minden, G.J., Hill, R., Wijata, Y., Gopinath, A., Sheth, S., Wahhab, F., Pindi, H. and Nagarajan, A., "Implementation of a Prototype Active Network", Proceedings of OPENARCH'98, April 3-4, 1998.
- [6] Stepen F. Bush and Amit B., Kulkarni, Virgine Galtier, Yannick Carlinet and Kevin L., Mills, Livio Ricciulli, "Predicting and Controlling Resource Usage in an Active Network", DARPA Active Networks PI Meeting December 6-9, 2000
- [7] 고건영, 김중권, "Mobile IP Improvement for Micro Mobility Support", 한국정보과학회, 추계학술발표, 2001.
- [8] Anil K., Gopinath, "Implementing New Internet Services using an Active Network"