실시간 멀티미디어의 분배를 위한 홈게이트웨이 구조

이동욱, 이철호, 한상우, 김종원[1], *조충래, *전용일
광주과학기술원 정보통신공학과, *전자통신연구원 네트워크기술연구소

Home Gateway Architecture for Realtime Multimedia Distribution in Home Networking

Dongwook Lee, Chulho Lee, Sangwoo Han, JongWon Kim, *Chunglae Cho, *Yongil Jun
Networked Media Lab., Department of Information and Communication, K-JIST
*Network Technology Laboratory, ETRI
{dulee, chlee, swhan, jongwon}@netmedia.kjist.ac.kr, {clcho, yijun}@etri.re.kr

Abstract

On-going convergence between broadcasting and communication is currently bringing in lots of drastic changes to multimedia services to the home. The FTTH-based home networks will be the interface among the digital home appliances for broadcast digital contents as well as for broadband data connection. In this paper, we discuss several design issues for home gateway architecture that effectively distributes realtime broadcasting contents (from either the headend in the access network or the satellite/terrestrial broadcasts) to heterogeneous devices in the home network.

I. 서론

홈네트워크 시장의 잠재력과 규모는 점차 증가하고 있으며 많은 연구자들이 홈게이트웨이 개발에 앞장서고 있다. 그러나 기존에 개발된 대부분의 제품들은 댁내의 단말 장치들을 연결하는 통신 방법의 단일화와 댁내 자동화에 목적을 두고 있다. 향후 인터넷기반 멀티미디어 스트리밍에 기반한 고화질 방송 서비스가 TV와 쌍방향 주문형비디오 (VOD: video on demand)의 형태로 확산될 것이다. 현재 각국의 방송통신 사업자들이 xDSL, 케이블모뎀, 위성통신 등 초고속 통신망을 이용하여 IPTV 기반 디지털 방송, VOD에 기반한 쌍방향 멀티미디어 서비스를 제공하고 있다.

이러한 추세에 따라, 멀티미디어 서비스를 홈네트워크를 통하여 제공하기 위한 연구가 세계적으로 활발하게 진행되고 있다. 소니, NEC, NHK 등 주요 영상 및 방송관련 업체에서는 개인용 디지털 녹화기(PVR) 중심으로 홈네트워킹을 위한 멀티미디어 서비스를 제공할 계획이다. 소니의 CoCoon은 개인용 디지털 녹화기의 형태로 방송 컨텐츠를 사용자가 원하는 시간대에 볼 수 있도록 하며, 저장된 컨텐츠를 PC를 포함한 다양한 영상 및 가전기기로 전송할 수 있도록 하고 있다[1]. NEC의 멀티채널을 기록할 수 있는 홈 서버는 MPEG2-TS로 전송된 디지털 방송 컨텐츠를 화면에 보여줌과 동시에 다른 방송들을 HDD에 저장하는, 복수 채널에 대한 녹화 및 재생기능을 지원한다[2]. NHK는 방송과 저장형 인터넷 컨텐츠의 통합서비스를 지원하고 있다[3]. 또한 적응성 있는 멀티미디어 서비스를 위한 자원관리 시스템이 Sony 등에 의해 개발되고 있다[4]. 국내의 경우, 삼성전자와 LG전자를 중심으로 무선 IEEE 802.11b를 지원하는 홈게이트웨이를 출시하였으며, 멀티캐스트 방식으로 실시간 오디오 스트리밍을 지원하는 것으로 알려져 있다.

하지만 기존의 홈네트워킹 제품들은 개인용 디지털 녹화기를 이용한 멀티미디어 지원에 치중하고 있으며, 향후 100Mbps~Gbps급의 외부 연결을 지원하는 FTTH(fiber to the home) 기반의 홈네트워크에서 이기종 단말들에게 HD(high definition)급의 고품질 멀티미디어 컨텐츠를 효율적으로 분배하기에는 적합하지 않다. 따라서 본 논문에서 고찰하고 있는 방송·통신 융합환경을 대비한 통합형 홈게이트웨이에서는 이기종 단말들에게 실시간으로 멀티미디어를 효율적으로 분배하는 기술이 요구된다. 이를 위하여 II절에서는 고려중인 홈네트워킹 환경과 홈네트워킹을 위한 멀티미디어 서비스의 세가지 유형을 정의한다. 이어서 III절에서는 멀티미디어 서비스를 효율적으로 지원하기 위한 홈게이트웨이의 구조를 제시하고 제안된 구조에 따라 이기종 단말들에게 효과적으로 멀티미디어 분배를 수행하는 방안들을 고찰한다. 마지막으로 IV절에서는 결론과 추가연구 계획을 제시한다.

1) Corresponding author.

※ 본 논문은 ETRI의 위탁연구 지원을 받아 연구되었음.

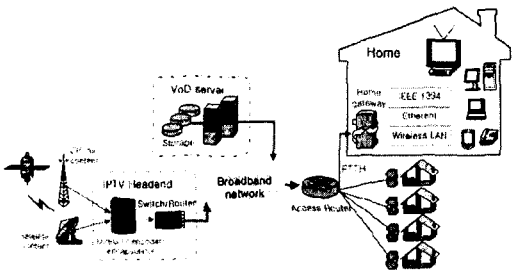

그림 1. 멀티미디어 서비스 지원을 위한 홈네트워크의 환경.

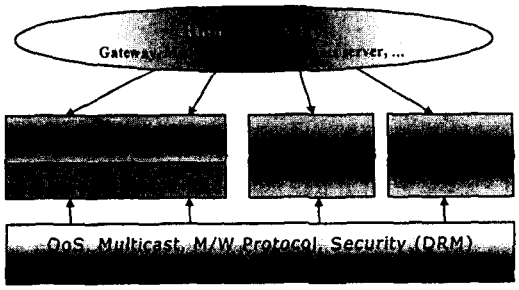

그림 2. 홈게이트웨이가 지원하는 멀티미디어 서비스.

II. 홈네트워크의 환경과 서비스 정의

1. 홈네트워크 환경

고려중인 멀티미디어 서비스 지원을 위한 홈네트워크 환경은 (그림 1)과 같다. 홈네트워크에는 다양한 종류의 단말들이 존재한다. PC, 프린터, 노트북, PDA와 같은 컴퓨터 기기들에서부터 HDTV, DVD, 캠코더 등의 AV기기들 그리고 에어컨, 냉장고와 같은 가전기기들까지 그 종류가 다양하다. 영상을 표현하는 능력에 있어서도 고화질을 영상을 표현할 수 있는 HDTV에서부터 PDA와 같이 영상을 표현하는 능력이 크게 제한되어 있는 단말까지 다양하며 영상을 처리할 수 있는 계산능력 또한 각기 다르다. 엑세스망으로 FTTH를 수용하여 100Mbps~Gbps급 이상의 대역폭을 제공하고, 댁내에서는 이더넷, IEEE 1394, 무선 랜과 같은 다양한 유무선 홈네트워크로 연결되어 있다. 다양한 유무선 홈네트워크 내에 존재하는 서로 다른 기기간의 통신이 가능하다. 고려하고 있는 홈네트워크 환경에서의 실시간 방송 서비스는 FTTH 기반의 광대역 네트워크를 통해서 제공된다. 우선 IPTV 헤드엔드(IPTV 서버)에서는 위성이나 지상파를 통해서 분배된 MPEG2-TS 방송 스트림들을 IP 패킷에 캡슐화하여 IP망으로 전송한다. 이때 효율적인 전송을 위해 멀티캐스트 방식을 이용한다. 하지만 VOD 서비스는 사용자에 취향에 따라서 서비스가 다르게 제공되기 때문에 유니캐스트 방식을 이용한다. IPTV 헤드엔드와 VOD 서버는 같은 위치에 존재할 수 있다. 하지만 VOD 서비스는 유니캐스트로 전송되기 때문에 한 VOD 서버가 서비스할 수 있는 단말의 수가 제한된다. 그래서 VOD 서버는 엑세스 네트워크에 가깝게 존재한다.

2. 홈게이트웨이가 지원하는 멀티미디어 서비스

홈게이트웨이가 지원하는 서비스로 (그림 2)에 나타난 것처럼 1)실시간 멀티미디어 분배 서비스, 2)저장형 멀티미디어 서비스, 3)쌍방향 멀티미디어 전송 서비스 등 세 가지로 나뉘어 진다. 첫째, 실시간 멀티미디어 분배 서비스는 외부 또는 댁내에서 입력되는 실시간 멀티미디어 컨텐츠를 홈네트워크 여러 단말에게 분배하는 서비스를 말한다. 이때, 홈게이트웨이는 네트워크 대역폭과 처리능력 등을 고려하여 단말에게 적합하도록 멀티미디어를 변형하는 기능을 제공한다. 둘째, 저장형 멀티미디어 서비스는 홈게이트웨이가 현재 재생중인 컨텐츠를 저장장치에 저장할 수 있는 기능을 갖는다. 또한 저장된 멀티미디어 컨텐츠를 홈네트워크의 단말로 재전송 하는 것을 말한다. 마지막으로 쌍방향 멀티미디어 전송 서비스로 화상 전화 및 화상 회의와 같은 쌍방향 멀티미디어 전송이 필요한 응용에 적합한 서비스이다.

3. 멀티캐스트와 QoS의 지원

HD급의 고품질 멀티미디어 컨텐츠를 인터넷을 통해서 제공하기 위해서는 네트워크 대역폭의 효율적인 활용측면 뿐만 아니라 위성이나 지상파 혹은 케이블을 이용한 방송 서비스보다 많은 채널을 제공하기 위해서도 멀티캐스트 방식을 지원하여야 한다. 멀티캐스트 방식을 이용하여 제공되는 실시간 방송 서비스의 절차는 다음과 같다. 우선 각각의 방송 채널에 멀티캐스트 주소를 할당한다. 방송 채널에 대한 정보들은 전자 프로그램 가이드(EPG)등을 통해서 사용자들에게 전달된다. 댁내의 사용자가 어떤 채널을 시청하기 위해 해당 채널을 선택한다면 IP STB을 통해서 해당 멀티캐스트 그룹에 가입하게 되고, 이후에 다른 채널을 선택한다면 (그림 3)에서와 같이 기존에 시청하던 채널에 해당되는 멀티캐스트 그룹에서는 탈퇴하고 새로운 채널의 멀티캐스트 그룹에 가입하게 된다. 이러한 일련의 멀티캐스트 가입/탈퇴 과정을 거쳐서 사용자는 해당 채널의 방송을 시청할 수 있게 된다.

스트리밍 서비스는 실시간을 요구하기 때문에 대역폭, 패킷 손실, 지연 및 지터 측면에서 엄격한 QoS 보장이 필요하다. 따라서 실시간 방송 서비스와 VOD 서비스를 사용자에게 끊임없이 제공하기 위해서는 코어 네트워크 뿐만 아니라 이더넷, IEEE 1394, 무선랜과 같은 유무선 홈네트워크 각각에서도 서비스별로 차별화된 QoS(quality of service)를 제공해야 한다. 서로 다른 유무선 홈네트워크간의 QoS 매핑도 필요하다.

III. 실시간 멀티미디어의 분배를 위한 홈게이트웨이

1. 홈게이트웨이 요구사항

II절에서 정의한 세 가지 멀티미디어 서비스 유형을 지원하고 효율적인 멀티미디어 분배를 제공하기 위하여 홈게이트웨이가 가져야 하는 요구사항들은 다음과 같다.

- **게이트웨이 기술**: 홈게이트웨이는 기본적으로 1)엑세스 네트워크와 홈네트워크의 연동, 2)브리지 및

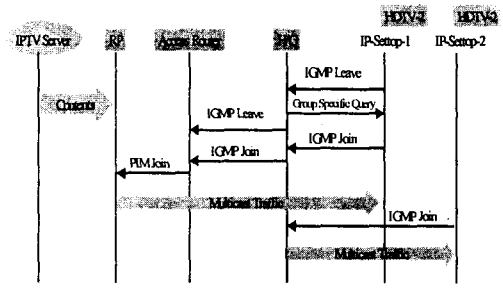

그림 3. 인터넷 방송에서 TV 채널변경에 따른 IGMP 신호 절차 (RP: 랑데부 포인트).

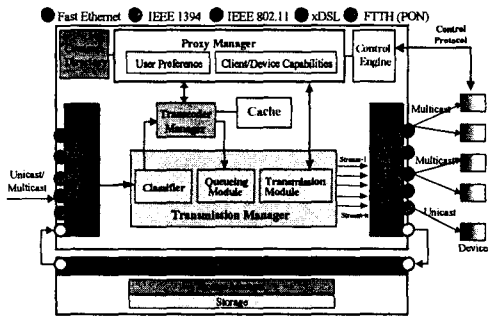

그림 4. 홈게이트웨이 구조.

라우팅 기능, 3)프로토콜 변환, 4)망 관리 등의 기능이 있어야 한다.

- **이기종 단말로의 컨텐츠 분배:** HD급 고품질의 멀티미디어 컨텐츠를 댁내에 전송하기 위해서는 넓은 대역폭과 단말의 높은 처리능력, 그리고 실시간을 요구한다. 하지만 홈네트워크 환경은 이기종 단말들과 다양한 유무선 네트워크 기술이 혼합된 환경이기 때문에 홈게이트웨이의 효율적인 멀티미디어 분배가 중요하다. 즉, 홈게이트웨이가 일정수준의 화질을 유지하면서 끊임없는 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해서는 단말에 적합하도록 멀티미디어를 변환하여 분배해야 한다. 이때 멀티미디어의 변환을 위해서 트랜스코딩 기술[5]이 필요하다.
- **컨텐츠의 저장 및 재분배:** 저장형 멀티미디어 서비스를 지원하기 위해서 홈게이트웨이는 현재 재생중인 컨텐츠를 저장장치에 저장할 수 있어야 한다. 이때, HD급 고품질 멀티미디어 컨텐츠를 직접 저장하기 위해서는 대용량의 저장장치가 필요하기 때문에 트랜스코딩을 통하여 적절한 수준으로 압축한 후에 저장하여야 한다. 또한 저장된 멀티미디어 컨텐츠를 홈네트워크의 단말로 재분배 할 수 있어야 한다.
- **미디어 관련 프로토콜:** 멀티미디어 컨텐츠의 검색/관리 및 미디어 서비스를 제공하기 위한 프로토콜들이 지원되어야 한다. 또한 트랜스코딩을 수행함에 있어서 단말과 홈게이트웨이 사이에서 품질협상이 이루어지는데, 이를 수행하는 프로토콜이 있어야 한다.
- **멀티캐스트와 QoS의 지원:** 홈게이트웨이는 채널 변경시에 생길 수 있는 멀티캐스트 트래픽의 대역폭 점유 현상을 해결해야 하고 빠른 채널 변경이 이루어질 수 있도록 해야 한다. 또한 홈게이트웨이는 QoS 관리자 역할을 해야 한다. 서로 다른 유무선 홈네트워크의 상태를 파악/관리하고 적응적인 네트워크 정책을 통해서 QoS를 제공해야 한다.

2. 홈게이트웨이 구조

실시간 멀티미디어의 효율적인 분배를 위한 홈게이트웨이의 구조도가 (그림 4)에 도시되어 있다.

- **프락시 관리자(proxy manager):** 프락시 관리자는 제어 프로토콜을 통해서 단말의 능력(client device capabilities)과 사용자의 기호(user preference) 등의 정보를 얻는다. 이러한 정보를 바탕으로 멀티캐스트를 지원하지 않는 단말에 대해서 대리자 역할을 수행하며 트랜스코더 관리자를 통해서 단말에 적합한 멀티미디어의 변환을 유도한다. 또한 컨텐츠의 검색/관리 및 저장된 미디어의 재분배 등의 기능을 수행한다. 여기서 제어 프로토콜은 UPnP 등이 쓰일 수 있다.
- **전송 관리자(transmission manager):** 전송 관리자는 다양한 유무선 홈네트워크에 있는 단말들에게 멀티미디어 스트림을 전송하는 역할을 한다. 기본적으로 라우팅 역할을 담당하며 서비스별로 차별화된 스트림들을 분류자를 통해서 분류하고 우선순위 처리를 수행하여 QoS를 제공한다. 서로 다른 네트워크 간의 통신에 있어서의 QoS 매핑 또한 수행한다. 그리고 QoS 관리자로서 전체적인 홈네트워크의 상태를 파악하고 관리한다. 전송되고 있는 멀티미디어 스트림에 대해서 분류자를 통해 트랜스코딩의 필요 여부를 조사하고 트랜스코딩이 필요한 스트림에 대해서는 트랜스코더 관리자로 전송한다. 그리고 트랜스코딩된 스트림을 목적지까지 전달하기 위해서 프락시 관리자로부터 필요한 정보를 얻으며 멀티캐스트를 유니캐트로 변경하는 등의 처리를 수행한다.
- **트랜스코더 관리자(transcoder manager):** 트랜스코더 관리자는 프락시 관리자로 부터 단말에 대한 정보를 받고 그 정보를 바탕으로 단말에 적합하도록 멀티미디어 스트림을 변환한다. 이때 전송률이나 압축방식 등의 변환을 통해서 멀티미디어 스트림을 변환한다.
- **저장 관리자(storage manager):** 저장 관리자는 저장형 멀티미디어 서비스를 지원할 수 있도록 현재 재생중인 컨텐츠를 저장장치에 저장할 수 있게 한다. 또한 저장된 멀티미디어 컨텐츠를 홈네트워크의 단말로 재분배할 수 있는 기능을 갖는다.

3. 이기종 단말을 위한 실시간 멀티미디어의 효율적인 분배 기술

홈게이트웨이는 트랜스코딩 기술을 이용하여 네트워크 상황과 단말의 처리 능력등을 고려하여 단말에 적절하도록 멀티미디어를 변환할 수 있다. 하지만, 일반적으로 실시간 트랜스코딩이 이루어지는 과정에서는 복호화와 부호화 과정이 존재하기 때문에 트랜스코딩의 구현시에 상당한 양의 처리능력을 요구하게 되어 시스템의 복잡도는 증가하게 된다. 또한 트랜스코딩시에 복호화와 부호화 로 인한 참조 영상의 차이가 생기

게 되며 그로 인한 drift현상이 발생하면서 화질열화가 생기는 문제점을 갖게 된다. 즉, 트랜스코딩 시스템의 구현에 있어 시스템의 복잡도와 일정 수준의 화질 유지간에는 trade-off가 존재하게 된다[5]. 그래서 적절한 수준의 비디오 화질을 유지하면서 실시간적으로 트랜스코딩이 이루어지는 시스템을 구현하기 위해서는 고성능의 하드웨어를 사용하게 되는데 그로 인하여 홈게이트웨이의 가격이 높아지게 되는 단점을 갖게 된다.

홈게이트웨이에 트랜스코더를 탑재하지 않고도 멀티레이트 멀티캐스트 기법들[6]을 이용하여 이동 단말 혹은 저 능력 단말에 적응적인 방송 스트림을 전송할 수 있다. 이러한 멀티레이트 멀티캐스트 기법들과 트랜스코딩 기법의 응용을 통해서 제공될 수 있는 시나리오들을 기술하고 각각의 장단점에 대해서 살펴보도록 하자.

- **홈게이트웨이에서 트랜스코딩을 수행하는 경우:** 댁내에서 시청하고 있는 방송 채널에 대해서만 트랜스코딩이 이루어지기 때문에 다른 시나리오에 비해서 대역폭이 절약되는 장점을 갖고 있다. 그러나 홈게이트웨이마다 트랜스코더를 장착하여야 하기 때문에 고가의 장비가 될 수 있다. 즉, 저가의 홈게이트웨이를 만드는데 있어 문제점으로 부각될 수 있다. 또한 단말의 성능을 알리는 시그널링 절차가 필요하다.
- **엑세스 라우터단에서 트랜스코딩을 수행하는 경우:** 모든 채널이 엑세스 라우터단까지 들어오는 경우에, 트랜스코딩을 필요로 하는 단말들의 요청에 대해서만 엑세스 라우터단에서 트랜스코딩을 수행을 한다. 따라서 홈게이트웨이마다 트랜스코더를 장착하지 않아도 되고 그로 인해 홈게이트웨이가 저렴한 가격대에서 구축될 수 있다는 장점을 갖고 있다. 그러나 엑세스 라우터단의 트랜스코딩 장비는 엑세스 라우터에 연결되어 있는 홈게이트웨이들의 트랜스코딩 요청을 처리 해줄 수 있을 정도의 실시간 대용량 트래픽 처리능력을 지니고 있어야 한다. 또한 트랜스코딩 장비, 홈게이트웨이 및 단말 사이에 단말의 성능을 알리고 처리하는 시그널링 절차가 필요하다.
- **IPTV 헤드엔드에서 트랜스코딩을 수행하고 스트림 복제 기반 멀티캐스트 기법을 이용하는 경우:** IPTV 헤드엔드에서는 실시간 방송 스트림을 트랜스코딩을 이용하여 서로 다른 전송률을 갖는 여러 개의 스트림으로 변환하며 각기 서로 다른 멀티캐스트 주소를 통해서 전송한다. 그러면 단말들은 네트워크 상황이나 자신의 능력을 고려하여 원하는 전송률의 스트림을 받을 수 있다. 따라서 별도의 시그날링 절차가 필요 없으며 홈게이트웨이에 트랜스코더를 장착하지 않아도 된다. 그러나 스트림 복제 기반 멀티캐스트 방식은 단순히 서로 다른 전송률로 스트림을 복제하기 때문에 잉여 데이터를 만들어내는 문제점을 갖게 된다.
- **계층형 멀티캐스트 기법을 이용하는 경우:** IPTV 헤드엔드의 비디오 인코더가 실시간 방송 스트림을 계층형으로 변환 할 수 있는 경우에, 단말들은 자신에게 적당한 계층의 멀티캐스트 요청으로 원하는 전송률의 스트림을 받을 수 있다. 단말의 성능에 맞게 멀티캐스트 요청을 하기 때문에 별도의 시그날링 절차가 필요 없으며 홈게이트웨이에 트랜스코더를 장착하지 않아도 된다. 그러나 비디오 인코더가 계층형 코딩 능력을 지녀야 하는 계층형 멀티캐스트 방식은 네트워크 측면에서도 문제점을 갖고 있다. 네트워크 혼잡에 직면했을 때, 라우터와 같은 스위칭 장비에서는 중요한 영상 정보를 지니고 있는 계층보다 덜 중요한 계층들을 먼저 제거할 수 있어야 한다. 하지만 현존하는 Best Effort 인터넷에서는 각각의 계층에 대해서 차별 서비스를 제공하지 않는다.

위에서 살펴본 바와 같이 각각의 시나리오는 서로 다른 장단점을 지니고 있다. 그렇기 때문에 실시간 멀티미디오 분배를 위한 홈게이트웨이를 설계함에 있어서는 고려하고 있는 환경과 요구사항에 맞는 가장 적절한 방법을 적용하는 것이 바람직하다.

IV. 결론

본 논문에서는 고품질 멀티미디어 기반의 디지털홈 서비스를 제공할 수 있는 방송통신 융합형 홈게이트웨이가 지원하는 멀티미디어 서비스들에 대해서 살펴보았다. 이러한 멀티미디어 서비스를 지원하기 위한 홈게이트웨이의 요구사항과 이를 고려한 홈게이트웨이의 구조에 대해서 살펴보았다. 마지막으로 이기종 단말을 위한 실시간 멀티미디어의 효율적인 분배 기술에 대해서 알아보았다.

홈네트워크를 이루는 서로 다른 유무선 네트워크에서의 QoS보장에 대한 연구 또한 중요한 사항이지만 이번 논문에서는 자세히 다루지 못했다. 향후에 홈 내부의 서로 다른 유무선 네트워크에 연결된 이기종 단말로의 실시간 멀티미디어 분배를 위해 효율적이고 QoS가 보장이 되는 홈게이트웨이의 구현에 대해서 연구를 할 것이다. 쌍방향 멀티미디어 전송 서비스를 위한 홈게이트웨이의 기능에 대해서도 연구할 것이다.

참고문헌

[1] Sony, http://www.sony.jp/products/Consumer/cocoon/

[2] Koichi Funaya, *et al.*, "Home server with multi-channel recording capability," in *Proc. of International Conference on Consumer Electronics (ICCE)*, June 2002.

[3] Hiroki Minami, *et al.*, "Study of integrated services with broadcasting and inter contents, in *Proc. of International Conference on Consumer Electronics (ICCE)*, June 2002.

[4] Hideaki Okamura, "Adaptive resource management system for home-area networks," in *Proc. of International Conference on Distributed Computing System Workshop*, April 2001.

[5] Anthony Vetro, *et al.*, "Video transcoding architectures and techniques: an overview," in *IEEE Signal Processing Magazine*, March 2003.

[6] Bo Li and Jiangchuan Liu, "Multirate video multicast over the Internet: an overview," in *IEEE Network Magazine*, January/February 2003.