

# Asymmetric Routing 개선을 통한 Network Bandwidth의 효율적인 운영방안 연구

김태규\*, 최현영\*\*, 민성기\*\*

\*고려대학교 컴퓨터정보통신대학원 컴퓨터정보통신공학과

\*\*고려대학교 컴퓨터·정보통신공학과

e-mail : nondup, neongas, sgmin@korea.ac.kr

## A Study for Effective Operation of Network Bandwidth based on Improvement of Asymmetric Routing

Tae-Kyu Kim\*, Hyon-Young Choi\*\*, Sung-Gi Min\*\*

\*Dept. of Computer and Communication Engineering, Graduate school of Computer Information Communication, Korea University

\*\*Division of Computer and Communication Engineering, Korea University

### 요 약

인터넷의 발달로 금융기관의 일반업무도 인터넷을 사용하여 수행되는 비중이 커짐에 따라 이를 수용하기 위한 대역폭이 확보되어야 한다. 그러나 늘어나는 트래픽을 수용하기 위한 금융권 본-지점의 통신을 위한 전용회선 등은 상대적으로 비용이 많이 들기 때문에 금융기관 본-지점간의 네트워크 구성을 위하여 물리적인 회선의 증설 대신 현재 사용중인 회선의 트래픽을 효율적으로 운영하는 등의 새로운 기법이 필요하기에 이르렀다.

이에 본 연구에서는 계속적으로 증가되고 있는 금융기관의 웹 기반의 각종 트랜잭션 트래픽을 원활하게 수용하기 위한 방안으로써 비대칭 라우팅의 개선을 통하여 영업점 네트워크 OSPF 라우팅에 대한 변형 수용으로 대역폭 Load Sharing 개선에 관한 방안을 제안하였다. 새로운 라우팅 기법을 실제환경에 적용하여 회선의 사용률이 적절하게 분산되어 사용되고 Load Sharing 성능이 향상됨을 증명하였다.

### 1. 서론

현대의 인터넷 서비스의 주류는 멀티미디어 서비스 등의 데이터 전송량이 많은 서비스나 적극적인 정보 제공자의 역할을 제공하는 서비스이며 이러한 환경적인 변화는 금융기관의 업무에도 많은 영향을 끼치고 있다. 업무중의 많은 부분이 이러한 인터넷에서 서비스를 받아서 처리하거나 정보를 얻어오는 업무가 많아지고 있으며 이를 이용한 실제 금융거래에 대한 처리방식이 일반화 되어있는 추세에 있다. 또한 금융기관의 업무는 웹 기반의 각종 응용 프로그램들의 기반 위에서 운영되고 있으며 다양한 형태의 비즈니스 요청사항을 수용하고 지원하기 위한 응용 프로그램들의 관련업무가 추가로 개발되고 있다. 일부 계정계 업무와 관련한 트랜잭션(Transaction)을 제외한 거의 모든 banking 응용 프로그램들이 이러한 웹 기반의 형태로 작성되어 있다. 따라서 위와 같은 이유로 인해 금융기관의 본-지점간의 통신 트래픽은 점점 늘어나는 추세에 있다.

금융기관의 특수성 즉 온라인의 연속성 때문에 반드시 회선에 대한 백업회선이 구성되어 있어야 하며 일반적으로 Active-Standby의 형태나 Active-Active 형태의 회선구조[1]를 구성한다. Active-Standby 형태보다

는 Active-Active 형태의 구성이 두 개의 회선을 동시에 사용할 수 있고 회선사용의 효율성이 더 좋기 때문에 많이 사용한다.

이와 같이 두 개 이상의 다중경로의 네트워크의 라우팅 처리를 위하여는 회선의 분산기능과 오류복구를 위해 OSPF 라우팅[2] 기법이 주로 사용된다. 기존의 OSPF 라우팅을 이용한 네트워크 구성방식에서는 서로 다른 대역폭으로 구성된 네트워크 환경에서 Metric[3]에 의해 계산된 경로를 최적경로로 선정하고 있기 때문에 통신하는 두 시스템의 패킷의 이동경로는 순방향과 역방향이 독립적으로 설정되는 비대칭 라우팅[4]의 문제가 발생한다. 일반적으로 다중회선에서의 OSPF 라우팅 방식은 비대칭 라우팅 구성이기 때문에 한쪽 경로로만 통신 트래픽이 몰리는 현상, 즉 Load Sharing이 제대로 실행되지 않는 문제가 발생한다. 이런 문제로 인해 각 상황 별로 경로선정에 변경을 주어 효율적인 대역폭 사용을 할 수 있는 연구가 필요하다.

이 논문에서는 기존 라우팅의 효율적인 회선사용에 대한 문제점을 해결하기 위해 OSPF 네트워크내에서 브릿 파티션을 통해 네트워크를 분리하고 기존의 OSPF Metric에 cost 값을 추가로 지정하고 static 라우

팅을 OSPF 네트워크 테이블에 재분배하는 패킷 라우팅 방식을 제안하고자 한다.

제안된 라우팅 방식을 실제 시스템에 적용하여 회선의 사용률이 적절하게 분산되었는지 등의 성능개선에 대한 비교, 분석을 하도록 하겠다.

이 논문의 구성은 다음과 같다.

제 2 장에서는 기존의 연구 방법인 OSPF 라우팅을 이용한 다중 경로 라우팅에 관한 내용을 기술하고 제 3 장에서는 현재 네트워크 상황의 문제점에 대해 기술하고 OSPF 네트워크내에 Load sharing 을 위한 패킷 라우팅 방식을 설명하고 제안된 라우팅 방식을 적용한 내용을 설명한다. 제 4 장에서는 대역폭 흐름을 모니터링 한 결과에 대해 분석 및 평가를 한다. 제 5 장에서는 결론 및 향후 연구에 대해 제시한다.

## 2. 관련 연구

다양한 계층에서 다중의 네트워크 인터페이스를 동시에 이용하여 사용자에게 높은 대역폭을 제공하는 방안이 기존에 많이 연구되어 왔다.

다중 경로 라우팅에 관한 연구가 이루어졌고 IETF(Internet Engineering Task Force)에서는 인터넷에서의 다중 경로 라우팅 메커니즘으로서 ECMP(Equal Cost Multipath)와 OSPF OMP(Optimized Multipath)를 제안하고 있다[5, 6]. ECMP는 토폴로지에 동일한 cost를 갖는 경로들이 존재하면 그 경로들에게 트래픽을 정적으로 일정하게 분배하는 방법이고 OSPF OMP에서는 OSPF LAS를 통해 로드정보를 전달, 수집하고 이를 토대로 트래픽을 분산한다. ECMP와 같은 방식은 네트워크의 상황과는 무관하게 일정한 비율로 다중 경로를 통해 트래픽을 분산시키는 방식이므로 전체 네트워크의 트래픽 관리상의 한쪽으로 트래픽이 몰리는 환경에서는 적절하지 못하다.

또한 OSPF OMP 방식의 다중 경로 라우팅은 전체 네트워크 상황에 대한 정보를 토대로 트래픽을 분산하므로 좀 더 효율적인 라우팅이 가능한 하나 로드나 지연과 같은 동적인 네트워크 상태정보를 교환하기 위한 라우팅 오버헤드와 프로세싱 오버헤드 및 다중 경로 정보를 유지하기 위한 메모리 요구량의 증가를 초래한다. 또 다른 연구로는 다중 경로상의 동적 로드 밸런싱을 위한 동적 네트워크 상태 정보 교환에 소요되는 오버헤드를 감소시킬 수 있는 새로운 다중 경로 라우팅 방식인 MP-DLB(Multi-Path routing with Dynamic Load Balancing)[7]를 제안하는 연구도 있다.

하지만 이러한 관련 연구들은 다중 경로 라우팅에서 트래픽을 분산하여 효율적인 대역폭사용에는 효과가 있으나 트래픽의 일부에만 동적인 Metric을 사용하여 경로를 선정하고 나머지 목적지에 대해서는 기존의 전통적인 DV(Distance Vector)나 LS(Link State)를 사용하고 목적지 별로 강제적으로 트래픽을 구분하는 방식이어서 순방향과 역방향의 동기화를 통한 트래픽 분산을 추구하는 방식을 충족시키지 못하는 구조적인 차이점이 발생한다.

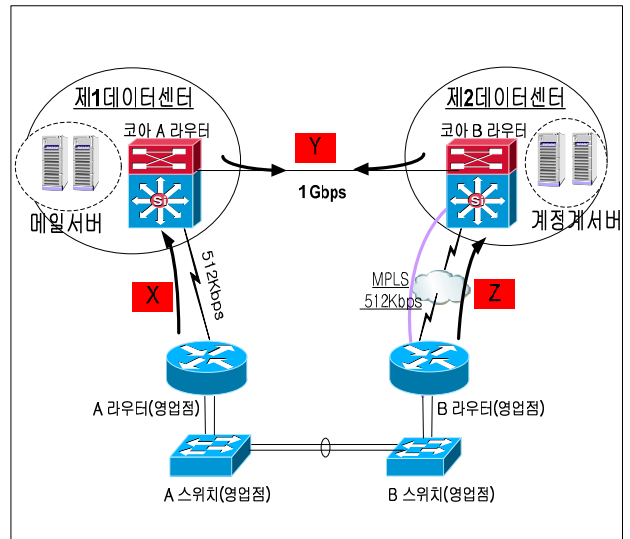
이러한 상황을 해결하고자 비대칭 라우팅의 개선을 통한 효율적인 라우팅 방식을 소개하고자 한다.

## 3. 제안하는 방법

### 3.1 문제점 분석

통신구성의 형태는 제 1 데이터센터와 제 2 데이터센터 등 두 개의 데이터센터가 듀얼로 운영되는 환경을 기준한 경우의 구성으로서 각각의 응용 프로그램 관련 서버들은 두 개의 데이터센터에 분산 설치되어 운영되고 있으며 영업점이 각각의 듀얼회선으로 양 데이터센터에 연결되어 통신되는 구조이다.

아래의 (그림 1)은 2 개의 데이터센터가 1Gbps의 회선으로 연결되어 있으며 제 1 데이터센터에는 메일 서버들이, 제 2 데이터센터에는 계정계 서버들이 설치되어 있는 환경을 보여주고 있다. 영업점은 2 대의 라우터를 이용하여 512Kbps의 두 개의 회선이 각각의 데이터센터로 연결되어 있으며 각 라우터에 스위치가 설치되어 있는 구성이다.



(그림 1) 네트워크 구성도

이 그림에서와 같이 영업점에는 X와 Z의 두 개의 회선경로가 설정되어 있고 두 데이터센터가 Y의 회선으로 연결되어 있다. A 스위치에 연결된 사용자는 A 라우터를 거쳐 X의 회선경로를 통하여 제 1 데이터센터로 송신 패킷이 전달된다. 그러나 송신에 대한 응답인 수신 패킷은 제 1 데이터센터로부터 X의 회선경로가 아닌 Y의 회선경로를 통하여 제 2 데이터센터를 경유하여 Z의 회선경로를 통하여 B 라우터에 전달되고 B 스위치를 거쳐 A 스위치 및 해당 사용자에게 데이터가 전달되게 된다. 이는 X 회선의 대역폭인 512Kbps보다 Y의 회선 대역폭이 1Gbps 회선인 상태에서 OSPF 라우팅의 Metric이 대역폭을 우선하여 최적경로를 계산하기 때문이다.

예를 들면 이메일 업무를 담당하는 서버들은 제 1 데이터센터에 설치되고 계정계 업무를 담당하는 서버들은 제 2 데이터센터에 설치 운영하게 된다면 이런 경우 위의 그림 1에서와 같이 A 스위치에 연결된 유저는 이메일 업무를 위하여 X 회선경로를 통해 패킷을 제 1 데이터센터로 송신하고 이메일 데이터를 Y와

Z의 회선경로를 통해 수신 받는다. B 스위치에 연결된 유저는 이메일 업무를 위한 송신 패킷은 Z의 회선경로를 통해 Y 회선경로를 거쳐 제 1 데이터센터로 올라가고 수신은 Y와 Z의 회선경로를 통해 응답을 받는다. 또 각 사용자가 제 2 데이터센터에 설치되어 있는 계정계 업무에 대한 처리 흐름은 A 스위치에 연결된 사용자는 계정계 업무를 위하여 X와 Y의 회선경로로 제 1 데이터센터를 경유하여 패킷을 제 2 데이터센터로 송신하고 계정계 업무 데이터를 Y와 X의 회선경로를 통해 수신 받는다. B 스위치에 연결된 사용자는 계정계 업무를 위한 송신 패킷은 Z의 회선경로를 통해 제 2 데이터센터로 올라가고 수신은 Y와 X의 회선경로를 통해 응답을 받는다. 결국 이메일 업무를 위한 트래픽은 A 사용자나 B 사용자 모두 Z의 회선경로로만 수신데이터를 받고 있으며 계정계 업무를 위한 트래픽은 A, B 사용자 모두 X의 회선경로를 통해 받음을 알 수 있다. 회선 대역폭의 Load sharing이 적절하게 조절되지 않는 구성상의 문제점이 발생한다. 이는 OSPF 라우팅의 최적경로가 이미 Metric에 의해 계산되어 지정되어 있으므로 인해 고정된 목적지를 향하는 트래픽은 항상 같은 경로를 이용하기에 나타나는 현상이다.

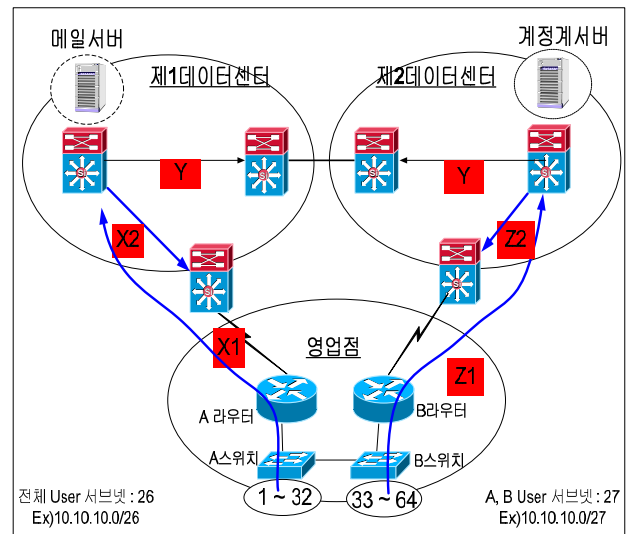
### 3.2 구현 방법

이와 같은 기존 라우팅의 비효율적인 회선사용에 대한 문제점을 해결하기 위해 OSPF 네트워크내에 서브넷 파티션을 통해 네트워크를 분리하고 기존의 OSPF Metric에 cost 값을 추가로 지정하고 static 라우팅을 OSPF 네트워크 테이블에 재분배하는 패킷 라우팅 방식을 통하여 개선할 수 있다.

영업점의 서브넷을 아래의 (그림 2)와 같이 논리적으로 2개의 하위 서브넷으로 구분하여 두개의 논리적인 네트워크 서브넷 그룹을 만든다. 그리고 각각의 라우터에 static 라우팅으로 파티션된 서브네트워크를 설정한 후 OSPF 라우팅 테이블에 재분배하여 추가로 등록되게 한다. 이때 Metric 타입 1의 옵션을 추가하여 변동 코스트 값을 가지는 외부경로로 인식하게 한다.

그리고 데이터센터로부터 영업점으로 내려오는 수신데이터를 받는 이더넷 인터페이스인 X1, Z1 구간에 OSPF의 cost를 증가하여 설정함으로써 정상적인 OSPF 라우팅 테이블에 등록되어 있는 경로가 아닌 static으로 설정한 후 라우팅 테이블에 재분배한 경로가 최적경로로 인식하게 하여 송신 패킷이 지나간 경로를 통하여 수신데이터가 다운로드 되게 설정한다. 즉 순방향과 역방향의 통신이 되는 방식에서 송수신이 동일방향을 통해 통신되도록 구성한다.

영업점으로부터 제 1 데이터센터 및 제 2 데이터센터로 전송되는 송신 패킷은 HSRP(Hot Standby Router Protocol)[8]가 설정되어 있는 테이블을 기준으로 송신 경로가 설정된다. HSRP는 인터넷상의 호스트 컴퓨터들이 다수의 라우터들을 가상적으로 하나의 라우터처럼 동작할 수 있도록 해주는 경로결정 프로토콜이다.

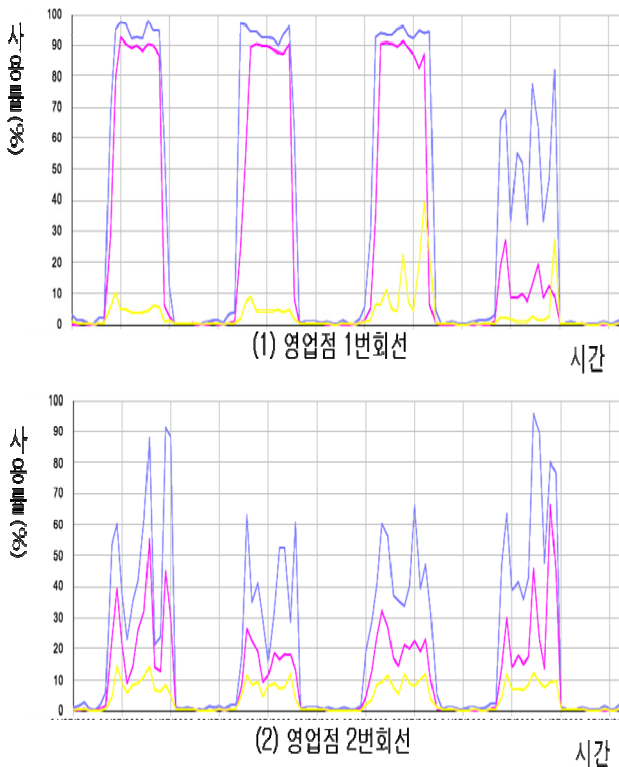


(그림 2) 제안모델 네트워크 흐름도

(그림 2)는 본 논문에서 제안한 네트워크의 흐름을 설명하고 있다. 26 비트의 서브넷을 하위의 27 비트 2개의 논리적인 서브넷으로 구분하여 A 스위치에 연결된 사용자가 X1의 회선경로를 통해 제 1 데이터센터에 있는 메일서버를 접속하고 그 응답은 Y의 회선경로가 아닌 X2의 회선경로를 거쳐 X1의 회선경로로 응답데이터가 수신되게 된다. B 스위치의 사용자 역시 Z1의 회선경로로서 제 1 데이터센터의 메일서버를 접근할 경우 수신데이터는 송신 패킷과 같은 경로인 Y의 회선경로를 거쳐 Z2와 Z1의 회선경로를 통하여 사용자에게 수신되게 된다. 이렇게 구성함으로써 각 논리적으로 구분된 2개의 서브넷 그룹에서 각각의 사용자는 송신과 수신패킷이 같은 방향으로 통신하게 되며 두 개의 회선을 동시에 균등하게 사용하게 되어 한쪽 회선으로만 트래픽이 몰리던 환경을 두 개의 회선으로 비교적 균등하게 분산하여 수용할 수 있다.

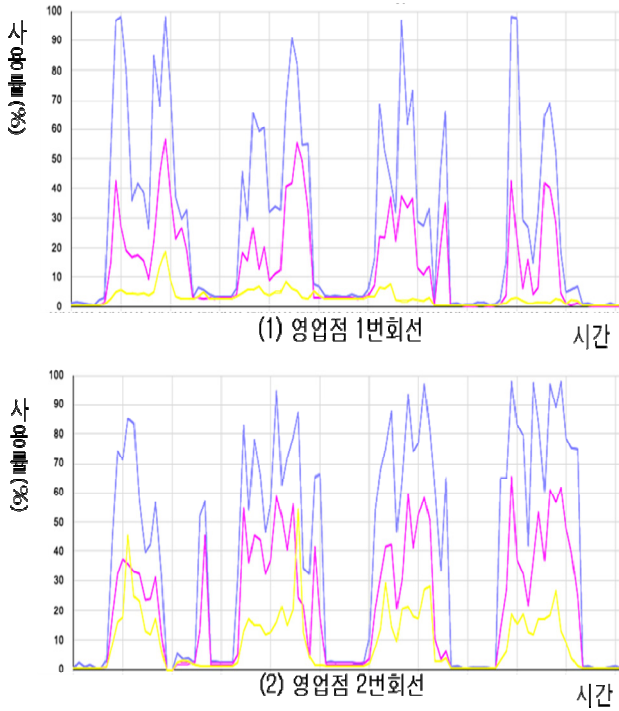
### 4. 분석 및 평가

(그림 2)에서 제안한 네트워크 흐름도를 기반으로 새로운 라우팅 방식을 적용하였다. (그림 3)은 기존의 OSPF 라우팅에 의해 구성된 영업점의 회선 사용률을 나타낸다. 영업점의 1번 회선의 평균사용률이 100% 정도로 사용률이 높은 반면 2번 회선은 거의 50% 미만의 사용률을 보이고 있다. 이는 회선의 사용률이 한쪽 회선으로만 몰려서 나타나는 현상으로서 다른 회선은 회선사용에 여유가 있음에도 불구하고 위에서 제기했던 OSPF 라우팅의 비대칭 라우팅 문제가 발생하게 되어 통신회선 사용의 효율성이 떨어지게 된다. 이런 경우는 (그림 1)과 (그림 2)에서 보듯이 제 1 데이터센터에 위치해 있는 메일서버를 영업점의 거의 모든 직원이 동시에 접속하고자 하는 경우 등이 해당되며 통신 응답속도에 많은 문제점이 발생하는 경우이다.



(그림 3) 변경 전 영업점의 회선 사용률

(그림 4)는 제안된 라우팅 방식의 적용 이후의 영업점 회선사용률에 대해 보여준다. 영업점의 1번 회선, 2번 회선 모두 약 60%에서 70%정도의 균등한 회선 사용률을 보이면서 두 회선의 Load Sharing에 의한 원활한 통신이 이루어질 수 있음을 알 수 있다.



(그림 4) 변경 후 영업점의 회선 사용률

비대칭 라우팅에 의해 발생되었던 문제점을 데이터 트래픽의 통신경로에 대하여 순방향과 역방향을 같은

경로로 설정함으로써 두 개의 회선이 각각 사용되게 되어 비교적 고른 사용률을 보이고 있다.

이렇게 운영함으로써 비교적 고가의 통신회선을 사용하는 데 있어 대역폭의 효과적인 운영을 할 수 있게 되어 비용대비 사용률에 충분한 효과를 거둘 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 OSPF 라우팅 알고리즘내에서 최적경로를 선정함에 있어 일반적인 OSPF metric에 의해 계산된 경로로 데이터 트래픽을 수용했을 경우에 발생할 수 있는 비대칭 라우팅에 의한 듀얼회선 대역폭의 사용 불균형 등의 원활하지 않은 회선사용의 문제를 향상시키고자 새로운 방식을 제안하였다. OSPF 네트워크 내에 서브넷 파티션과 OSPF cost 조정에 의한 static 패킷 라우팅 방식을 제안하여 그에 대한 성능을 평가하였다. 이 논문에서 제안한 방식의 라우팅을 적용을 한 결과 한쪽회선으로 몰리던 데이터 트래픽을 듀얼회선에 대한 Load Sharing이 가능하도록 조정하였으며 제한된 대역폭의 사용을 효율적으로 할 수 있도록 해주었다.

일반적인 금융권의 통신환경에서 늘어나는 통신 트래픽을 충족하기 위하여 전용회선 등의 물리적인 증속등 업그레이드를 추진하기 전에 각 듀얼회선의 논리적인 사용률 등을 파악하여 사용현황을 분석하고 회선의 편중현상이 발생하였을 경우 위에서 제안한 방식을 가지고 효율적으로 회선운영을 한다면 많은 비용이 절감되리라 생각한다. 그리고 이러한 제안은 회선사용을 조절하는 선행작업으로서 실제 업무에서 사용할 수 있는 비즈니스 모델로 활용할 수 있으리라 생각한다.

참고문헌

- [1] Active-Active 회선구조. <https://cisco.hosted.jivesoftware.com/docs/DOC-1333>
- [2] OSPF Standardization Report.. IETF RFC 2329 April 1998.
- [3] IP Performance Metrics (IPPM) Metrics Registry. IETF RFC 4148 August 2005.
- [4] H. Balakrishnan et al, "The Effects of Asymmetry on TCP Performance," Proceedings of the 3<sup>rd</sup> annual ACM/IEEE international conference on Mobile computing and networking, pp. 77-89, September. 1997.
- [5] J. Moy, "OSPF version2". IETF RFC2328. 1998.
- [6] C. Villamizar, "OSPF Optimizes Multipath (OSPF-OMP)". Internet-Draft, draft-ietf-ospf-omp-02.txt, February. 1999.
- [7] Sun Jung, Mee-Jeong Lee, "An Efficient Multipath Routing with Dynamic Load Balancing", September. 2001.
- [8] "Cisco Hot Standby Router Protocol". IETF RFC 2281. March. 1998.