

# VLSM기반 IP 서브넷 주소 계산법 및 관리기법

천 성 권<sup>†</sup> · 김 동 학<sup>\*\*</sup> · 김 영 락<sup>\*\*</sup> · 김 종 근<sup>\*\*\*</sup>

## 요 약

현재 사용하고 있는 IPv4 주소 체계는 IP주소가 부족함에도 불구하고 서브네팅 설계 시에 고정길이의 서브넷 마스크 사용으로 IP주소를 많이 낭비하고 있다. 이를 보완하는 한 방안으로 VLSM을 사용한다. 그러나 이 방법은 가변길이 서브넷 마스크 및 주소의 관리가 쉽지 않다. 본 연구는 VLSM기반에서 쉽고 효율적인 서브네팅 IP주소 계산법 및 관리기법을 제안한다. 그리고, 제안하는 관리기법에 의해 웹 기반으로 서브넷 할당 및 관리 시스템을 실험적으로 설계하고 구현한다.

## An IP Subnet Address Calculation and Management method on VLSM

SeongKwon Cheon<sup>†</sup> · DongXue Jin<sup>\*\*</sup> · YoungRag Kim<sup>\*\*</sup> · ChongGun Kim<sup>\*\*\*</sup>

## ABSTRACT

One of the problems of the currently used IPv4 addressing-structure is the fact that there is a shortage of IP addresses and many addresses are being wasted, especially on sub-netting design. The variable subnet masking is a resolution to reduce IP address wasting. We propose an effective subnet IP address calculation and management method on VLSM. Also, with the proposed subnet IP address management method, a web based subnet allocation and management system is introduced.

키워드 : IPv4주소(IPv4 Address), 가변서브넷마스크(Variable Length Subnet Mask), 서브네팅설계(Subnet Design), 관리시스템(Management System)

### 1. 서 론

오늘날의 인터넷은 빠른 속도로 급성장하고 있다. 인터넷을 통해 연결된 각각의 통신 시스템들이 서로 통신을 하기 위해서는 각 시스템을 유일하게 지정하기 위한 인터넷 주소가 필요하다. 인터넷상에 있는 모든 시스템은 IP주소를 하나 이상 갖고 있다. IP주소는 전 세계적으로 유일한 것이어야 하고, 중복되어서는 안 된다.

현재 사용 중인 IPv4 주소 체계는 5개의 주소 클래스로 구분되어 네트워크 규모나 용도에 대응되도록 설계되었다. 이러한 주소 체계는 인터넷의 초기 단계에는 문제가 없었으나, 인터넷의 규모가 급성장하면서 여러 가지 약점이 드러나고 있다. 현재 IP주소 체계의 큰 약점 중 하나는 주소가 부족함에도 불구하고 IP주소의 낭비가 많다는 것이다. 이러한 IP주소의 낭비를 줄이고 주소 고갈 문제를 해결하기 위한 연구는 계속 되고 있으며, 향후에도 중요한 이슈이다. 예로서 가상IP, CIDR, VLSM 등이 단기적인 해결책이

될 수 있으며, 장기적인 해결책으로는 IETF에서 제안한 차세대 인터넷 주소 체계인 IPv6로의 진화가 요구된다<sup>[9,10]</sup>.

네트워크의 효과적 관리를 위해 1985년에 'RFC 950, Internet Standard Subnetting Procedure'에서 서브네팅(Subnet)의 개념을 설계하여 발표하였다<sup>[1]</sup>. 서브네팅의 장점은 내부 네트워크를 계층적으로 구조화하여 네트워크의 트래픽 부하를 감소시키고, 보안성을 높인다. 서브네팅은 서브넷 마스크(Subnet Mask)에 의해서 구현된다. 일반적으로 쉬운 네트워크 주소 설계 방식은 단일 서브넷 마스크를 사용해서 네트워크를 여러 개의 동일한 규모의 서브네팅으로 분할해서 사용하게 되는데, 이런 단일 서브넷 마스크를 사용할 경우 모든 서브네팅에서 사용 가능한 호스트 수들은 서로 같게 된다. 이때 각 서브네팅의 할당받은 IP주소 수와 각 서브네팅 속에서 실제 사용하는 호스트 수의 차이만큼 IP주소의 낭비를 초래하게 된다.

이런 단점을 보완하기 위해 1987년 IETF에서 RFC 1009로 VLSM(Variable Length Subnet Mask)을 사용한 주소 할당기법을 제안하였다<sup>[2]</sup>. 이것은 여러 개의 서브넷 마스크를 사용해서 서브네팅당 접속되는 호스트수의 규모에 비례한 IP주소 크기의 서브네팅들을 생성함으로써 주소 공간 낭비를

※ 이 논문은 2003년도 영남대학교 학술연구조성비에 의한 것임.

† 정 회 원 : 가톨릭상지대학 컴퓨터정보계열

\*\* 준 회 원 : 영남대학교 컴퓨터공학과 대학원

\*\*\* 정 회 원 : 영남대학교 컴퓨터공학과 교수

논문접수 : 2004년 7월 21일, 심사완료 : 2004년 11월 23일

줄이게 한다. 그러나, VLSM은 여러 개의 서브넷 마스크를 사용하기 때문에 서브네팅 과정이 복잡하고, IP주소 충돌, 동일한 주소영역을 포함하는 서브넷의 생성 실수 등의 문제점을 일으킨다. 또한 관리가 복잡하여 관리자는 가변 서브넷 마스크를 회피하는 경향이 높다.

본 연구는 VLSM 사용환경에서 쉽고 효율적인 서브넷 IP주소 계산법 및 관리기법을 제시한다. 그리고 웹 기반의 서브네팅 시스템의 실험적인 설계 및 구현을 통해 사용자 하여금 보다 쉽고 편리하게 서브네팅을 수행할 수 있는 가능성을 확인한다.

## 2. IP 주소의 서브네팅

인터넷에 연결되어있는 모든 시스템은 고유의 IP주소를 하나 이상 갖고 있다. 이러한 IP주소는 효과적으로 할당되고 낭비가 없어야하지만 현실적으로는 많은 어려움이 있다.

### 2.1 IPv4 주소 체계와 주소 클래스

현재에는 실험적으로 IPv6도<sup>[10]</sup> 사용되고 있으나 기본적으로 인터넷에서는 IPv4 주소체계를 사용하고 있으며, IP주소는 네트워크식별자(netid)와 호스트식별자(hostid)로 구별된다. 네트워크식별자는 자신이 포함되어 있는 네트워크를 나타내고, 호스트식별자는 네트워크내 각각의 호스트 혹은 라우터들을 나타낸다. 네트워크로 전송되어진 패킷은 먼저 주소의 네트워크식별자에 나타난 네트워크에 도달한 후 주소의 호스트식별자에 지정된 호스트로 전달된다.

인터넷 주소 클래스는 총5개의 클래스로 나누어지며, 그중 A, B, C 세 개의 주소 클래스에서는 첫 바이트, 처음 2 바이트 혹은 처음 3바이트를 netid로 사용한다. D와 E는 네트워크부분을 지정하지 않으며, 특정 목적을 위해 사용된다.

클래스 기반의 주소 설계는 인터넷의 급속한 성장으로 네트워크들이 급속하게 늘어남에 따라, B 클래스는 금방 고갈될 위험에 이르렀다. 그리고, 천 6백만 개의 호스트를 갖는 대형 A 클래스 네트워크를 효과적으로 사용하는 조직들은 거의 없고, 256개의 IP주소를 갖는 C 클래스 네트워크는 규모가 너무 작다.

CIDR(Classless Inter-Domain Routing)은 1990년대 초 인터넷의 폭발적인 성장과 함께 제안되었고, 1993년 9월에는 CIDR에 대한 계획으로, RFC 1517, 1518, 1519, 1520를 통해 배포되었다.

CIDR은 비트 마스크와 함께 동작한다. 네트워크 식별자를 8, 16 혹은 24비트(1, 2, 혹은 3바이트)로 제한하지 않고, 비트 마스크를 통해 네트워크 식별자를 지정하는 방법이다. 특히 비트 마스크를 통해 C 클래스 네트워크와 같은 작은 네트워크들을 여러 개 모아 하나의 큰 네트워크로 사용하는 과정을 슈퍼네팅(Supernetting)이라고도 한다.

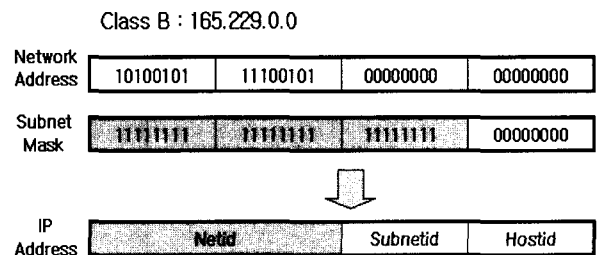
CIDR 주소를 적기 위한 간단한 주소표기법도 개발되었

다. 이 표기의 포맷은 address/prefix-length이고, prefix-length는 주소의 네트워크 부분의 비트 수이다. 호스트 주소 165.229.192.33과 마스크 255.255.0.0은 165.229.192.33/16라고 적을 수 있는데, 앞 16비트 부분인 165.229가 네트워크 주소라는 것을 알 수 있다. RFC 1878에는 32개의 가능한 모든 prefix 값이 나열 되어 있다<sup>[3]</sup>.

### 2.2 서브넷 마스크와 서브넷

IP주소체계는 네트워크부분과 호스트부분으로 나뉜다. 그러나, 이 두 단계의 계층구조만을 이용해 현재 복잡하고 다양한 네트워크 구성에 적용하기에 충분하지 못하다. 예를 들어, B 클래스 주소를 가진 기관은 6만 5천여 개의 호스트를 가진 하나의 큰 네트워크를 사용하게 되는데, 서브넷의 개념을 도입하지 않으면, 모든 호스트는 같은 레벨로 존재하게 되므로 많은 관리 및 통신 트래픽의 오버헤드가 생긴다. 이에 대한 대책으로 내부 네트워크를 계층적으로 구조화하여 네트워크의 부하를 감소시키고 보안성을 높이는 서브네팅을 한다<sup>[18]</sup>.

네트워크의 효과적 관리를 위해 1985년에 'RFC 950, Internet Standard Subnetting Procedure'에서 서브넷(Subnet)의 개념을 설계하여 발표하였다<sup>[1]</sup>. 서브네팅은 서브넷 마스크로 생성되는데 이 서브넷 마스크는 32비트의 패턴이며 점 심진 표기법으로 적는다. (그림 1)은 B 클래스 네트워크를 서브넷 마스크 255.255.255.0를 적용해서 서브네팅하는 과정을 보여준다.



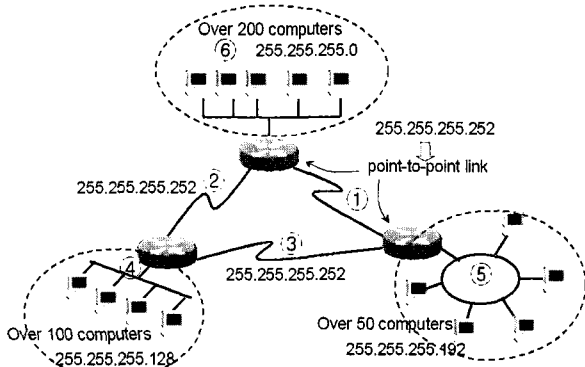
(그림 1) 서브넷 마스크 비트 마스크

(그림 1)의 경우에는 서브넷 마스크의 1인 부분을 8비트로 확장하여 하나의 B 클래스 네트워크를 254개의 서브넷으로 나누고, 각 서브넷은 최대 254개의 호스트를 연결할 수 있다. 이 경우 서브넷 마스크의 1인 비트수가 많아짐에 따라 더 많은 서브넷이 생성되고 서브넷당 호스트수는 줄어들게 된다. 반대로 1인 비트수가 줄어들고 0인 비트수가 늘어남에 따라 서브넷 수는 줄어들면서 서브넷당 호스트수는 늘어난다. 서브넷 마스크는 지역적으로 사용되므로 외부에서는 네트워크 식별자에 의해 인식되고 전체 서브넷들은 여전히 하나의 네트워크로 인식된다. A 클래스나 B 클래스 주소를 할당 받은 많은 기관은 트래픽 부하의 감소, 관리의 편리함 등의 이유로 내부적으로 고정길이 서브네팅

을 사용하고 있다.

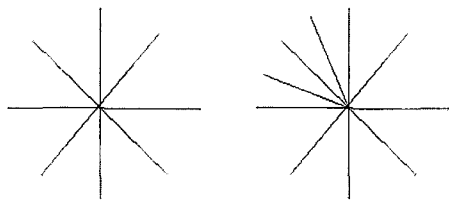
2.3 VLSM(Variable Length Subnet Mask)

한 네트워크내에 여러 개의 서브넷 마스크를 사용하는 기술로 VLSM(Variable Length Subnet Mask)이 있다. 이 기술을 사용하여 하나의 네트워크에서 서로 다른 주소 크기의 규모를 가지는 서브넷을 생성할 수 있다. 따라서, 더욱 효율적으로 IP주소들을 각 서브넷들에 할당할 수 있다.



(그림 2) 다양한 규모의 서브넷 예

(그림 2)는 B 클래스 네트워크 내에 VLSM을 이용해서 다양한 주소 크기의 서브넷을 할당하는 예를 보여준다. 그림에서 서브넷 ①,②,③은 라우터와 라우터사이 Point-to-Point 연결이기에 두 개의 IP주소가 필요하므로, 서브넷 마스크 255.255.255.252를 적용해서 서브넷 주소와 브로드캐스트 주소를 포함한 4개의 호스트ID가 들어 있는 작은 서브넷을 생성시켜 할당한다. 그리고, 서브넷 ④에는 서브넷 마스크 255.255.255.128을 적용시켜 호스트수가 128개인 서브넷을 할당하고, 서브넷 ⑤는 255.255.255.192를 적용해서 호스트수가 64개인 서브넷을 할당하고, 서브넷 ⑥은 255.255.255.0를 적용해서 호스트수가 256개인 서브넷을 할당한다.



a) Single Subnet Mask      b) Two Subnet Mask

(그림 3) 두 개의 서브넷 마스크 적용 예

(그림 3)의 a)는 하나의 B 주소 클래스에 서브넷 마스크 255.255.224.0를 적용해서 8개의 동일규모 서브넷이 생성되는 예를 보여준다. (그림 3)의 b)는 a)에서 생성된 서브넷중 두 개를 다시 다른 서브넷 마스크 255.255.240.0로 적용하여 서브넷팅을 한 예를 보인다.

VLSM을 지원하기 위해서 라우터들은 네트워크 정보와

함께 서브넷마스크 정보도 주고 받아야 한다. RIP와 IGRP와 같은 라우팅 프로토콜은 서브넷 마스크에 대한 정보를 교환하지 않으나, 최신의 라우팅 프로토콜인 OSPF, RIP2, EIGRP, ISIS는 서브넷 마스크정보를 서로 공유하므로 VLSM을 잘 지원한다.

<표 1> 3개의 서브넷 마스크를 사용한 서브넷팅

First subnet mask: 255.255.192.0 CIDR/18  
 Second subnet mask: 255.255.224.0 CIDR/19  
 Third subnet mask: 255.255.248.0 CIDR/21

Subnet Mask	Starting Host	Last Host	Broadcast
165.229.0.0	165.229.0.1	165.229.63.254	165.229.63.255
165.229.0.0	165.229.0.1	165.229.31.254	165.229.31.255
165.229.0.0	165.229.8.1	165.229.7.254	165.229.7.255
165.229.8.0	165.229.16.1	165.229.15.254	165.229.15.255
165.229.16.0	165.229.24.1	165.229.23.254	165.229.23.255
165.229.24.0	165.229.32.1	165.229.31.254	165.229.31.255
165.229.32.0	165.229.32.1	165.229.63.254	165.229.63.255
165.229.32.0	165.229.32.1	165.229.39.254	165.229.39.255
165.229.40.0	165.229.40.1	165.229.47.254	165.229.47.255
165.229.48.0	165.229.48.1	165.229.56.254	165.229.56.255
165.229.56.0	165.229.56.1	165.229.63.254	165.229.63.255
165.229.64.0	165.229.64.1	165.229.127.254	165.229.127.255
165.229.64.0	165.229.64.1	165.229.63.254	165.229.63.255
...	...	...	...

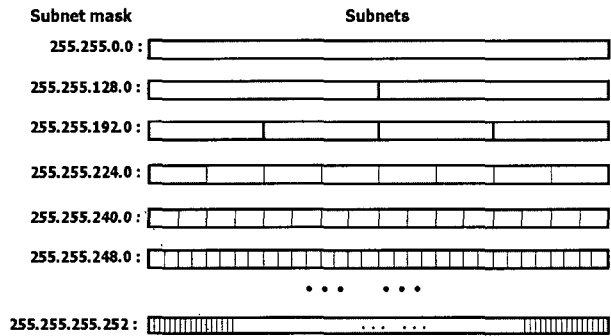
<표 1>은 165.229.0.0인 B 클래스 네트워크에 3개의 서브넷 마스크를 적용해서 서브넷팅한 것이다. 네트워크 165.229.0.0를 서브넷 마스크 255.255.192.0를 사용하여 서브넷팅하면, 165.229.0.0, 165.229.64.0, 165.229.128.0, 165.229.192.0 4개의 서브넷을 생성한다. 그리고, 서브넷 마스크 255.255.224.0를 사용하여 서브넷팅하면, 165.229.0.0, 165.229.32.0, 165.229.64.0, 165.229.96.0, 165.229.128.0, 165.229.160.0, 165.229.192.0, 165.229.224.0 등, 8개의 서브넷을 생성한다. 마찬가지로 서브넷 마스크 255.255.240.0를 사용하여 서브넷팅하면, 165.229.0.0, 165.229.8.0 등, 32개의 서브넷을 생성한다. 그러나, 서브넷간에 할당된 IP주소들이 서로 충돌되지 않기 위해, <표 1>에서 서브넷 마스크 255.255.192.0를 적용해서 생성된 서브넷 중 165.229.0.0를 이미 사용했다면, 서브넷 마스크 255.255.224.0에 의해 생성된 하부 서브넷 중에서 165.229.0.0와 165.229.32.0를 사용해서는 안 된다. 그리고 서브넷 마스크 255.255.248.0에 의해 생성된 서브넷중 165.229.0.0로부터 165.229.56.0까지의 8개의 서브넷들도 모두 사용할 수 없다. 따라서, 서로 다른 서브넷 마스크를 적용한 다양한 규모의 서브넷들을 동시에 사용하려면, 사용하는 서브넷들 사이 서로 충돌되는 주소가 있어서는 안 된다.

네트워크내 사용하는 서브넷 마스크수가 많으면 많을수록 서브넷 생성과정이나 관리상에서 많은 문제점을 초래하게 된다. 일반적으로 VLSM을 사용하여 서브넷을 할당할 때 서브넷 마스크 수를 3개 이상 사용하는 것을 회피하고 있다.

### 3. 효율적인 VLSM기반 서브넷 IP주소 관리기법

#### 3.1 VLSM 기반 서브넷 할당과 관리개념

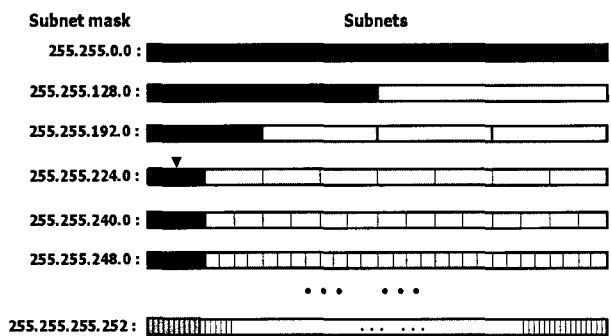
네트워크내의 각각의 서브넷들은 적용한 서브넷 마스크의 종류에 의해 그 규모가 서로 다르다. 서브넷 수가 많아지면 서브넷당 할당 가능한 호스트수가 적어지고, 서브넷 수가 적어지면 서브넷당 할당 가능한 호스트 수가 많아진다.



(그림 4) 서브넷 마스크와 서브넷

(그림 4)는 B 클래스 네트워크를 예제로 각각의 서브넷 마스크에 의해 생성되는 서브넷 규모를 간략하게 보여준다. 처음 NIC로부터 할당 받은 B 클래스 네트워크는 서브넷 마스크가 255.255.0.0이고 전체를 하나의 네트워크로 사용한다고 볼 수 있다. 그리고, 만약 서브넷 마스크를 255.255.128.0로 적용한다면 2개의 서브넷으로 분할해서 사용할 수 있고, 서브넷 마스크를 255.255.192.0로 적용한다면 4개의 서브넷으로 분할해서 사용할 수 있다. 마찬가지로 서브넷 마스크를 255.255.255.252로 적용한다면 4개의 호스트주소가 들어있는 서브넷을 16,384개로 분할해서 사용할 수 있다.

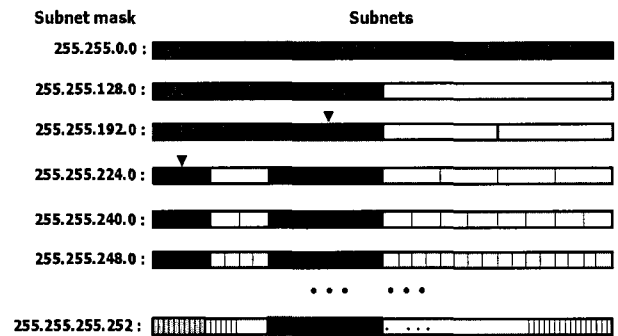
본 연구에서 제안하는 VLSM 기반의 효율적인 IP주소 관리의 기본개념은 매번 서브넷을 할당할 때마다, 그 서브넷 영역을 '사용 중'이라 표시하고, 다른 서브넷 마스크를 사용하는 서브넷들 중에서도 방금 할당한 서브넷과 일부라도 IP 충돌이 있다면, 해당 서브넷을 '사용불가'라고 표기를 해두는 개념이다<sup>[4]</sup>.



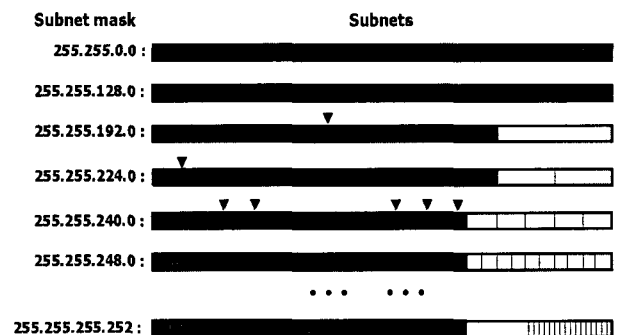
(그림 5) 서브넷 할당 1단계

(그림 5)와 같이 만약 서브넷 마스크 255.255.224.0를 사용하는 서브넷 하나를 할당했다면 서브넷마스크 255.255.192.0, 255.255.128.0, 255.255.0.0를 사용하는 처음 서브넷들은 모두 '사용불가'라고 표기를 해준다. 그리고, 서브넷 마스크 255.255.240.0를 사용하는 처음 두 서브넷도 사용할 수 없고, 서브넷 마스크 255.255.248.0를 사용하는 처음 네 개의 서브넷도 사용할 수 없다. 마찬가지로, 서브넷 마스크 255.255.255.252를 사용하는 처음 1024개의 서브넷도 모두 '사용불가'로 표시해줘야 한다.

(그림 6)은 서브넷 마스크가 255.255.192.0인 서브넷을 하나 더 할당한 결과를 보여주고, (그림 7)은 서브넷 마스크가 255.255.240.0인 서브넷 5개를 더 할당한 결과를 보여주고 있다. 이러한 방식으로 사용 가능한 서브넷 영역에서 왼쪽부터 IP주소들을 차례로 할당해나가면, 서브넷을 할당하고 난 남은 사용 가능한 IP주소들도 쉽게 확인할 수 있다. 그리고, 할당된 IP주소들은 대부분 왼쪽으로 몰려있기 때문에 남은 IP주소들을 필요에 따라 최대 크기의 호스트를 가지는 서브넷을 구성할 수 있다는 장점도 있다.



(그림 6) 서브넷 할당 2단계



(그림 7) 서브넷 할당 3단계

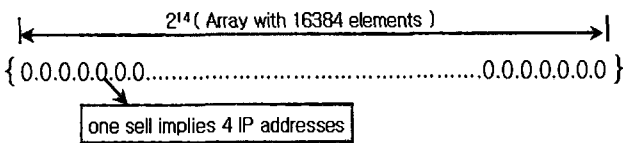
#### 3.2 VLSM 기반 서브넷 할당과 관리 구조

(그림 4)와 같이 서브넷마스크의 종류에 따라 서로 다른 규모의 서브넷들이 생성된다. 이런 서브넷들의 사용여부를 표기하기 위해선 각 서브넷마스크 별로 따로 관리를 해줘야 한다. B클래스의 경우 사용가능한 서브넷 마스크는 255.255.128.0로부터 255.255.255.252까지 총14개가 있다. 따

라서, 사용여부 정보를 각 서브넷 마스크별로 배열을 만들어 관리할 경우, 14개의 배열이 필요하게 된다.

본 연구에서는 서브넷 마스크 수 만큼의 관리 배열을 생성할 필요 없이, 하나의 배열만을 가지고 다양한 서브넷 마스크에 따른 14개의 별도의 배열로 관리되는 것과 동일한 효과를 가질 수 있는 방안을 제시한다.

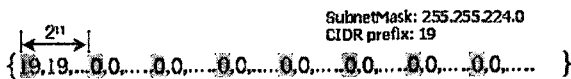
서브넷이 가져야 할 최소 호스트 수는 서브넷주소와 브로드캐스트주소를 포함해서 4개이다<sup>[7]</sup>. 따라서, 제안하는 관리구조는 4개의 IP주소를 하나의 원소로 동시 관리하게 되는데, B클래스인 경우 총  $2^{24}$ 개의 원소를 갖는 하나의 배열을 통해 관리한다. 이런 서브넷들에 대한 관리정보로서 원소들의 값에 '사용가능' 혹은 '사용불가'를 표기해준다.



(그림 8) 서브넷 관리 배열 초기화

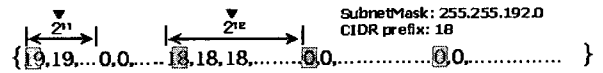
(그림 8)은 B 클래스 네트워크의 초기 IP 주소 관리배열을 보여주고 있다. 초기화는 배열의 각 원소 값을 0으로 주어 '사용가능'하다고 표기해준다.

서브넷 주소들을 관리하는 원소들의 간격은 사용하는 서브넷 마스크의 종류에 따라 서로 다르다. 만약 사용하고자 하는 서브넷 마스크의 CIDR prefix 값을  $a$ 라 가정하면, 서브넷당 IP주소 수는  $2^{32-a}$  개가 된다. 그런데, 관리배열의 매 원소는 4개의 IP주소를 동시에 관리하므로,  $2^{32-a}$  개 IP주소의 관리는  $\frac{2^{32-a}}{4} = 2^{30-a}$  개의 원소가 동시에 맡게 된다. 그리고, 서브넷 주소들을 관리하는 원소들의 간격도  $2^{30-a}$  가 된다. 따라서, 서브넷의 사용여부검색은 관리 배열의 0번,  $2^{30-a}$ 번,  $2 * 2^{30-a}$ 번,  $3 * 2^{30-a}$ 번 ... 등 원소들을 차례로 체크해 가면 된다. 따라서, CIDR prefix값을 이용하여 하나의 배열로 14개의 배열로 관리되는 것과 동일한 효과를 볼 수 있다.

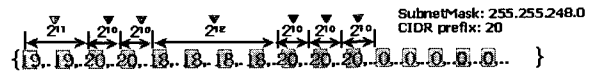


(그림 9) 서브넷 할당 1단계 관리 배열

(그림 9)는 (그림 5)와 같이 서브넷 마스크가 255.255.224.0, 즉 CIDR prefix 값인  $a$ 가 19인 서브넷 하나를 할당했을 때, 관리배열 중 사용 가능한 원소범위를 찾아내어 해당  $a$ 값으로 설정하는 과정을 보여준다. 회색으로 된 부분은 추후 사용여부를 체크 할 배열 원소들이다.



(그림 10) 서브넷 할당 2단계 관리 배열



(그림 11) 서브넷 할당 3단계 관리 배열

(그림 10)은 (그림 6)과 마찬가지로 계속해서  $a$  값이 18인 서브넷 하나를 더 할당한 결과를 보여주고, (그림 11)은 (그림 7)과 마찬가지로  $a$ 값이 20인 서브넷 5개를 더 할당한 결과를 보여준다.

### 3.3 관리 배열로부터 정보 추출

관리배열의 원소들의 값을 분석하면, 지금까지 할당해온 서브넷들의 정보와 이미 사용한 IP주소들, 그리고 서브넷으로 할당 가능한 IP주소 범위를 쉽게 알아낼 수 있다.

관리배열에서 하나의 원소는 4개의 IP주소의 사용여부를 관리하고 있고, 서브넷마스크 CIDR prefix 값이  $a$ 이고 서브넷 주소가 관리배열의  $i$ 번째 원소에 포함된다면, 이  $a$ 값과  $i$ 값으로부터 필요한 모든 서브넷 정보를 계산할 수 있다.

- 서브넷 마스크
- 서브넷 주소
- 호스트 시작 주소와 끝 주소
- 브로드 캐스트 주소

여기서, 서브넷 마스크는 CIDR prefix 값인  $a$ 로부터 쉽게 알 수 있다.

서브넷 주소는 B클래스를 예로 들면 첫 두 바이트는 이미 알고 있고, 마지막 두 바이트만 구하면 된다. 서브넷 주소는 해당 원소가 관리하는 4개 IP주소 중 첫 번째 주소가 된다. B 클래스 IP주소들의 세 번째 바이트와 네 번째 바이트는 0.0으로부터 1씩 증가하게 되는데, 4번째 바이트가 255를 넘을 때마다 3번째 바이트는 1씩 증가하고, 4번째 바이트는 다시 0으로 리셋된다. 그런데, 관리배열의 매 원소는 4개의 IP주소를 동시 관리하고 있기 때문에,  $i$ 번째 원소에 서브넷 주소가 들어있을 경우, 해당 서브넷의 IP주소는  $4i$  번째 IP주소에 해당된다. 식으로 표현하면

$$[(4*i)/256].[ (4*i)\%256] \tag{1}$$

로 표현할 수 있다. 여기서 .(dot)은 IP주소에서 사용하는 바이트간 구별자를 나타낸다.

브로드 캐스트 주소는 다음 위치의 서브넷 주소에서 1을 뺀 값과 같다. 여기서, 서브넷 주소들은 관리배열의  $2^{30-a}$  개의 원소 간격으로 존재하기 때문에, 3번째 바이트와 4번째 바이트를

$$[4*(i+2^{30-a})-1]/256].[4*(i+2^{30-a})-1]\%256] \quad (2)$$

로 표시할 수 있다.

그리고 호스트 시작 주소는 서브넷 주소에 1을 더한

$$[(4*i+1)/256].[ (4*i+1)\%256] \quad (3)$$

과 같고, 호스트 끝 주소는 브로드 캐스트 주소에서 1을 빼

$$[(4*(i+2^{30-a})-2)/256].[ (4*(i+2^{30-a})-2)\%256] \quad (4)$$

와 같다는 것을 알 수 있다.

이렇게 매번 서브넷을 할당 할 때마다 필요한 서브넷 정보들을 계산해서 출력하고, 관리배열 중 사용된 원소들의 값으로는 CIDR prefix 값인 a로 세팅한다. 할당한 서브넷들의 상황을 확인하고 싶을 때 관리배열의 원소 값들을 보면 된다. 원소 값은 사용된 서브넷 마스크의 CIDR prefix 값이기 때문에 어디서부터 어디까지가 한 개의 서브넷 인지 확인할 수가 있고, 그 값으로부터 할당한 서브넷 정보를 (1), (2), (3), (4) 식을 통해서 구할 수가 있다. 예로서 (그림 11)과 같은 관리배열의 각 원소 값들을 차례로 읽어 들이면, 배열 0번 원소의 값은 19이다. 이로부터 우리는 사용한 서브넷 마스크가 255.255.224.0라는 것을 알 수 있다. 그리고, 사용하는 네트워크 주소가 165.229.0.0라고 가정할 때, a=19, i=0를 (1), (2), (3), (4) 식에 대입하면, 서브넷 주소는 165.229.0.0, 호스트 시작 주소는 165.229.0.1, 호스트 끝 주소는 165.229.31.254, 브로드캐스트 주소는 165.229.31.255 라는 것을 알 수 있다. 그리고 이 서브넷에 할당된 IP주소 총 개수는  $2^{32-a}=2^{13}=8192$  (개)라는 것도 쉽게 알 수 있다.

#### 4. 웹 기반 VLSM IP 주소 관리 실험

본 연구에서 제안하는 효율적인 서브넷 IP 주소 관리기법에 의해 웹기반의 IP 주소 관리 시스템을 설계하고 구현한다. 실험 시스템의 실제 구현은 Unix 시스템에 Apache Web Server를 기반으로 설계하고, 동적 웹 프로그래밍 언어인 PHP와 간단한 JavaScript 를 연동해서 구현한다.

##### 4.1 사용자별 파일 관리

각 사용자별로 사용하는 네트워크주소를 입력 받는 것을 기본으로 한다. 정보관리는 사용자별로 단순하게 파일처리를 하고 있으며, 사용자들의 정보는 사용자 아이디를 이름으로 갖는 CSV(Comma Separated Value) 형식의 파일로 저장된다.

(그림 12)는 사용자 아이디가 hong인 사용자의 정보 파일 hong.csv의 내용이다. 각 항목들은 쉼표로 구분되어 있기에, 파일을 읽어 들여 관리배열의 각 원소에 저장해서 사용한다. 그림과 같이 첫 8개 원소는 사용자의 회원가입

정보를 저장하고, 9번째 원소부터는 서브넷 할당에 대한 정보를 저장한다. 그림은 '홍길동'이라는 사용자가 사용하는 아이디는 'hong'이고, 비밀번호는 '1234', 사용하는 네트워크 클래스는 'B', 네트워크 주소는 '165.229.0.0'라는 것을 알 수 있다. 9번째 원소부터는 서브넷 할당에 대한 정보들인데, 각 원소들의 값은 할당한 서브넷의 CIDR Prefix 값을 나타낸다. 값이 0인 경우는 아직 할당하지 않은 부분으로서 새로운 서브넷 할당 시 사용 가능한 항목들이다.



(그림 12) 사용자 정보 파일

##### 4.2 서브넷 할당과 사용자 정보파일 갱신

(그림 13)에서 서브넷팅 화면을 보인다. 서브넷팅 화면은 사용자가 웹을 통해 서브넷을 할당하고 관리하는 주된 화면이다. PHP로 구현된 이 서브넷팅 화면은 로딩될 때 동적으로 사용자의 정보파일을 읽어온다. 사용자 정보파일의 내용에 따라 사용자 이름, 네트워크 주소, 클래스 종류 등을 화면에 보여 주며, 서브넷 할당 정보에 관한 원소 값들로부터 현재 할당되어 있는 서브넷들을 검색하고, 서브넷 정보 각 필드 값들을 계산해서 화면에 보여준다.

서브넷 할당에 대한 정보는 두개 부분으로 나누어 보여준다. 'New subnets'부분은 새로운 서브넷을 할당할 때, 생성되는 서브넷들의 정보들을 보여주고, 'All subnets'부분은 지금까지 할당된 전체 서브넷들의 정보를 보여준다. 각각의 서브넷에 대한 정보는 앞서 얘기한 서브넷마스크, 서브넷주소, 시작호스트, 마지막호스트, 브로드캐스트 등 5개의 필드 정보를 포함하고 있으며, 서브넷당 호스트수도 계산해서 보여준다. 로그인을 거친 후 초기 로딩된 화면은 'New subnets'부분은 비어있고, 전체 서브넷에 대한 정보만 보인다. 새로운 서브넷을 할당할 때, 'New subnets'부분에는 새로 할당한 서브넷 정보들이 보여지며, 'All subnets'부분에도 새로 추가된 서브넷을 포함해서 전체 서브넷을 보여준다.

새로운 서브넷을 추가하고자 할 땐, 아래부분의 서브넷 생성 폼을 이용한다. 두 개의 생성 폼을 선택 이용할 수 있는데, 왼쪽 폼을 통해 서브넷당 호스트 수에 의해서 서브넷을 할당할 수 있고, 오른쪽 폼을 통해 사용하고자 하는 서브넷 마스크를 선택해서 서브넷을 할당할 수 있다. 'Number of subnet'은 동일 규모 서브넷의 생성 개수를 말한다. 본 연구로 구현된 실험 시스템은 <http://net-yu.ac.kr/vlsm/login.html> 에서 확인해 볼 수 있다.

Subnetting with VLSM

```

[>] [ip] [net]

Welcome! Member 홍길동

Your network address is Class B.

:: Network address : 165 . 229 . 0 . 0
:: Information of subnets:

New subnets

```

No.	SubnetMask	SubnetAddress	Start Host	End Host	Broad Cast	Hosts/Subnet
1	255.255.240.0	165.229.32.0	165.229.32.1	165.229.47.254	165.229.47.255	4094
2	255.255.240.0	165.229.48.0	165.229.48.1	165.229.63.254	165.229.63.255	4094
3	255.255.240.0	165.229.128.0	165.229.128.1	165.229.143.254	165.229.143.255	4094
4	255.255.240.0	165.229.144.0	165.229.144.1	165.229.159.254	165.229.159.255	4094
5	255.255.240.0	165.229.160.0	165.229.160.1	165.229.175.254	165.229.175.255	4094

```

All subnets

```

No.	SubnetMask	SubnetAddress	Start Host	End Host	Broad Cast	Hosts/Subnet
1	255.255.224.0	165.229.0.0	165.229.0.1	165.229.31.254	165.229.31.255	8190
2	255.255.240.0	165.229.32.0	165.229.32.1	165.229.47.254	165.229.47.255	4094
3	255.255.240.0	165.229.48.0	165.229.48.1	165.229.63.254	165.229.63.255	4094
4	255.255.192.0	165.229.64.0	165.229.64.1	165.229.127.254	165.229.127.255	16382
5	255.255.240.0	165.229.128.0	165.229.128.1	165.229.143.254	165.229.143.255	4094
6	255.255.240.0	165.229.144.0	165.229.144.1	165.229.159.254	165.229.159.255	4094
7	255.255.240.0	165.229.160.0	165.229.160.1	165.229.175.254	165.229.175.255	4094

:: New create ::  
by hosts/subnet

Select Hosts/Subnet:  Number of subnet:

Create

:: New create ::  
by subnetmask

Select Subnet#Mask:  Number of subnet:

Create

(그림 13) 서브넷팅 화면

5. 결 론

본 논문에서는 VLSM 기반으로 쉽고 효율적인 서브넷 IP 주소 관리기법을 제안하였다. 그리고 웹 기반의 효율적인 서브넷 할당 시스템을 실험적으로 설계하고 구현했다.

제안하는 VLSM 기반 서브넷 IP주소 관리 기법은 급격하게 발전해가는 인터넷에 대응해, 현재 인터넷 주소 체계인 IPv4의 구조 및 설계 특징상 IP주소의 대량 낭비되는 문제를 VLSM 기술을 도입함으로써 어느 정도 해결할 수 있다. 그러나 관리의 복잡성 등의 이유로 VLSM 기반의 다중 서브넷마스크, 다양한 규모의 크기를 갖는 서브넷 구성관리 등은 쉽게 도입되고 있지 않다. 본 연구에서는 아주 쉽게 관리할 수 있는 VLSM기반의 효율적인 IP주소 계산법 및 관리 기법을 제시하고, 이를 기반으로 웹 기반의 서브넷 IP주소 관리 시스템을 실험적으로 설계하고 구현을 하였다.

향후 연구 과제로는 네트워크내에 다양한 서브넷 마스크와 서브넷들이 공존함으로써 늘어나는 라우팅 테이블로 인한 부하 문제, 그리고 일부 VLSM 기술을 지원하지 않는 라우터나 라우팅 프로토콜의 갱신에 대한 연구가 계속 이루어져야 한다. 마지막으로, VLSM 기술을 이용한 IP주소낭비 해결 방안은 근본적인 해결책은 아니다. 현재 점차적으로 도입되고 있는 IPv6에서 주소 부족의 문제는 자연스럽게 해결될 것이다.

참 고 문 헌

- [1] J. Mogul, J. Postel, "Internet Standard Subnetting Procedure", RFC 950, Stanford, ISI, August, 1985.
- [2] R. Braden, J. Postel, "Requirements for Internet Gateways", RFC 1009, ISI, June, 1987.
- [3] T. Pummill, B. Manning, "Variable Length Subnet Table For IPv4", RFC 1878, Alantec, ISI, December, 1995.
- [4] 김동학, 우매리, 천성권, 김종근, "VLSM을 이용한 효율적인 서브넷 IP주소 할당법", 한국멀티미디어학회 추계학술발표논문집, 제5권 제2호, pp.65-68, 2002.
- [5] F. Baker, Editor, "Requirements for IP Version 4 Routers", RFC 1812, Cisco Systems, June, 1995.
- [6] Y. Rekhter, T. Li, Editors, "An Architecture for IP Address Allocation with CIDR", RFC 1518, T.J. Watson Research Center, IBM Corp, cisco Systems, September, 1993.
- [7] 천성권, 김동학, 우매리, 김종근, "VLSM을 이용한 효율적인 서브넷 IP주소 할당 및 관리기법", THE 13 JOINT CONFERENCE ON COMMUNICATIONS AND INFORMATION (JCCI 2003), Poster Session III 네트워크, P-III-14.1~4.
- [8] Y. Rekhter, B. Moskowitz, D. Karrenberg, G. J. de Groot, E. Lear, "Address Allocation for Private Internets", RFC 1918, Cisco Systems, Chrysler Corp, RIPE NCC, Silicon Graphics, Inc., February, 1996.
- [9] S. Bradner, A. Mankin, "The Recommendation for the IP Next Generation Protocol", RFC 1752, Harvard University, ISI, January, 1995.
- [10] IPv6 : The Next Generation Internet, "http://www.ipv6.org"
- [11] Classless Inter-Domain Routing(CIDR), "http://user.chollian.net/~son6971/Internet\_address/ch5/ch5.htm"
- [12] Craig Hunt, "TCP/IP Network Administration", O'reilly, 1999
- [13] Robert Wright, "IP Routing Primer", Cisco Press, 1998.
- [14] Behrouz A. Forouzan, "TCP/IP Protocol Suite", McGraw-Hill, 2000.
- [15] James F. Kurose, Keith W. Ross, "Computer Networking", Addison Wesley, 2001.
- [16] Behrouz A. Forouzan, "Data Communications and Networking", McGraw-Hill, 2000.
- [17] Cisco Sytems, Inc., "Cisco Networking Academy Program : First-Year companion Guide", Pearson Education Korea, 2002.
- [18] J. D. Wegner, R. Rockell, "IP addressing & Subnetting", Syngress, 2000.



**천 성 권**

e-mail : skcheon@csangji.ac.kr  
1978년 영남대학교 전자공학과(학사)  
1997년 영남대학교 대학원 컴퓨터공학과  
(공학석사)  
2000년 영남대학교 대학원 컴퓨터공학과  
박사과정 수료

1980년 한국정보시스템 프로그래머 근무  
1981년~1994년 대우중공업 정보관리센터 근무  
1997년~현재 가톨릭상지대학 컴퓨터정보계열 근무  
관심분야 : 인터넷 응용, 네트워크 관리, 시스템 분석설계



**김 동 학**

e-mail : donghak@yumail.ac.kr  
2001년 (중국) 북화대학교 물리학과(학사)  
2003년 영남대학교 컴퓨터공학과(공학석사)  
현재 영남대학교 컴퓨터공학과 박사과정  
관심분야 : Mobile Ad hoc Network,  
Network Management, Mobile  
programming



**김 영 락**

e-mail : yrkim@yumail.ac.kr  
2002년 금오공과대학교 응용수학과(학사)  
2004년 영남대학교 컴퓨터공학과(공학석사)  
현재 영남대학교 컴퓨터공학과 박사과정  
관심분야 : 컴퓨터네트워크, Mobile Ad Hoc  
Network



**김 종 근**

e-mail : cgkim@yu.ac.kr  
1981년 영남대학교 전자공학과 학사  
1987년 영남대학교 전자공학과 석사  
1991년 (일본) 전기통신대학 박사  
1997년 (미국) Virginia Tech. 연구교수  
2003년 (미국) UCSC 연구교수

현재 영남대학교 컴퓨터공학전공 교수  
관심분야 : 컴퓨터 네트워크, 무선네트워크, 분산처리, 인터넷응  
용, 멀티미디어기반 가상강의 시스템