

VLSM을 이용한 효율적인 서브넷 IP주소 할당법

김동학*, 천성권**, 우매리*, 김종근*
* 영남대학교 컴퓨터공학과
** 가톨릭상지대학 컴퓨터정보계열
e-mail: donghak@yumail.ac.kr

Effective subnet IP address allocation by using VLSM

Dong Hak Kim*, Seong Kwon Cheon**, Mary Wu*, Chong Gun Kim*
* Dept. of Computer Engineering, YeungNam University
** Division of Computer Information, Catholic Sangji College

요 약

IPv4 주소를 네트워크에 할당하여 사용할 때 많은 주소 공간이 낭비되고 있다. 인터넷의 규모가 급성장하면서 IP주소의 고갈과 더불어 이런 낭비를 줄이는 것은 매우 중요한 일이다. IP 주소를 효율적으로 사용하기 위해 VLSM(Variable Length Subnet Mask)의 기술이 도입되었는데, 이는 하나의 네트워크 내에서 여러 개의 서브넷 마스크를 사용하여 서로 다른 규모의 서브넷을 생성해서 사용하는 기법이다. 그러나, 여러 개의 서브넷마스크와 서로 다른 규모의 서브넷들이 한 네트워크내에 존재하는 것은 네트워크 설계나 관리상에 많은 어려움도 있다. 본 논문에서는 VLSM을 사용할 수 있는 환경에서 각 서브넷에 규모에 맞는 IP주소를 할당하도록 하여, IP 주소 낭비를 최대한으로 줄이고 관리측면에서도 더욱 효과적인 기법을 제안한다.

1. 서론

현재 IPv4 주소 체계는 5개의 주소 클래스를 사용하여 네트워크 규모나 용도에 대응되도록 설계되었다. 이러한 주소 체계는 인터넷의 초기 단계에는 문제가 없었으나, 인터넷의 규모가 급성장하면서 여러 가지 약점이 드러나고 있다. 현재 IP 주소 체계의 가장 큰 약점은 주소가 부족함에도 불구하고 IP 주소의 낭비가 많다는 것이다.

IP 주소 낭비를 줄이기 위해 VLSM(Variable Length Subnet Mask)을 사용한 주소할당기법이 제안되었다. 이것은 네트워크내에 서브넷을 생성할 때 단일 서브넷 마스크를 사용하는 것이 아니라 여러 개의 서브넷 마스크를 사용해서 서로 다른 IP주소 크기의 서브넷들을 생성함으로써 주소 공간 낭비를 줄이게 한다. 그러나, VLSM은 여러 개의 서브넷 마스크를 사용하기 때문에 서브넷팅과정이 매우 복잡하고, 관리차원에서도 IP주소 충돌이 발생할 가능성이 있고, 동일한 주소영역을 포함하는 서브넷들이 생성되는 등의 문제점들을 일으킨다. 또한 복잡하여 많은 관리자는 서브넷 마스크와 서브넷팅을 회피하는 경향이 있다.

본 논문은 VLSM 기술 기반으로 더 효율적인 서

브넷팅을 통하여 주소공간낭비를 줄이고, 생성되는 서브넷들에 대한 효과적인 관리기법을 제시한다. 논문의 구성은 2장에서 관련 연구를 소개하고, 3장은 제안하는 알고리즘에 대해서 설명하고, 마지막으로 4장에서 결론 및 향후 연구과제를 제시한다.

2. 관련연구

2.1 IPv4 주소체계

현재 인터넷은 32 비트의 IP 주소체계를 사용하고 있으며, IP주소는 또 네트워크식별자(netid)와 호스트식별자(hostid)로 구별된다. 네트워크식별자는 자신이 포함되어 있는 네트워크를 나타내고, 호스트식별자는 네트워크 내 각각의 호스트 혹은 라우터들을 나타낸다. 네트워크를 지정하는데 사용되는 주소 비트의 수와 호스트를 지정하는 데 사용되는 주소 비트의 수는 주소의 prefix길이에 따라 변할 수 있다. prefix길이를 결정하는 방법은 주소 클래스를 사용하여 바이트단위로 결정하는 방법과 CIDR(Classless Inter-Domain Routing) 주소 마스크를 사용해서 비트단위로 결정하는 두 가지 방법이 있다. CIDR주소를 적는 표기법은 address/prefix-length 이고, prefix-length는 주소의 네트워크 부분의 비트 수이

다. 호스트 주소 165.229.192.33과 마스크 255.255.0.0은 165.229.192.33/16라고 적는다. 여기서 165.229는 네트워크주소, 192.33은 호스트 ID를 나타낸다. [RFC 1878]에는 32개의 사용 가능한 모든 prefix값이 나열되어 있다.

2.2 서브넷 마스크와 서브넷

IP주소체계는 네트워크부분과 호스트부분으로 나눈다. 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 큰 네트워크를 하나의 네트워크로 사용하게 되므로, 서브넷의 개념을 도입하지 않으면, 모든 호스트는 같은 레벨로 존재하게 된다.

이런 문제를 해결하기 위해 하나의 네트워크를 여러 개의 서브넷(subnet)이라는 작은 네트워크로 나누는 서브네팅 방법이 있다. 서브네팅은 서브넷 마스크(Subnet Mask)에 의해서 생성된다. 서브넷 마스크는 일반 주소 마스크와 비슷한 포맷을 가지게 된다. 32비트의 형태를 가지면서 연속되는 1인 비트와 연속되는 0인 비트의 조합으로 구성된다. IP주소와 서브넷마스크를 비트마스크를 수행함으로써 서브네팅이 수행되는데, 앞쪽의 연속적인 1인 비트부분은 서브넷 식별자(subnetid)를 생성한다. 그리고, 뒤쪽 연속적인 0인 부분은 새롭게 지정된 호스트식별자(hostid)를 나타낸다. 여기서, 보통 서브넷식별자가 모두 0이나 모두 1인 두 서브네팅을 사용하고 있지 않고 있으나, RFC 1812 Requirement for IP Version 4 Routers에서는 이런 두 서브네팅은 합법적이고 모든 라우터가 지원해야 한다고 명시했으며, 현재 라우터들도 거의 모두 지원하고 있다. 그림 1은 B클래스 IP 주소를 서브넷 마스크 255.255.255.0를 적용해서 서브네팅하는 과정을 보여준다.

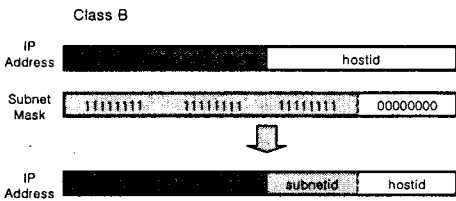


그림 1 서브넷 마스크를 사용한 비트마스크

현재 대부분의 A 클래스나 B 클래스 주소를 할당 받은 기관은 내부적으로 서브네팅을 수행해서 여러 개의 서브네팅으로 나누어 사용한다. 그러나, 하나의 서브넷 마스크를 사용하므로 크기가 모두 동일하다. 즉, 서브네팅당 호스트 수는 동일하다.

2.3 VLSM(Variable Length Subnet Mask)

한 네트워크내에 단일 서브넷 마스크를 사용하는 것이 아니라 여러 개의 서브넷 마스크를 사용하는

기술을 VLSM(Variable Length Subnet Mask)이라 한다. 이 기술을 사용하여 하나의 네트워크에서 서로 다른 주소 크기를 가지는 서브네팅을 생성할 수 있다.

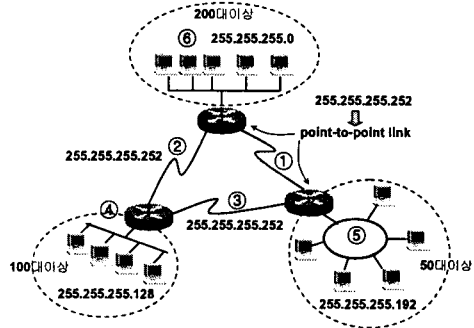


그림 2 다양한 주소 크기가 필요한 서브네팅 예

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

표 1 3개의 서브넷 마스크를 사용한 서브네팅

서브넷 주소	시작 호스트	마지막 호스트	브로드캐스트주소
165.229.0.0	165.229.0.1	165.229.63.254	165.229.63.254
165.229.0.0	165.229.0.1	165.229.31.254	165.229.31.254
165.229.0.0	165.229.0.1	165.229.7.254	165.229.7.254
165.229.8.0	165.229.16.1	165.229.15.254	165.229.15.254
165.229.16.0	165.229.24.1	165.229.23.254	165.229.23.254
165.229.24.0	165.229.32.1	165.229.31.254	165.229.31.254
165.229.32.0	165.229.32.1	165.229.63.254	165.229.63.254
165.229.32.0	165.229.32.1	165.229.39.254	165.229.39.254
165.229.40.0	165.229.40.1	165.229.47.254	165.229.47.254
165.229.48.0	165.229.48.1	165.229.56.254	165.229.56.254
165.229.56.0	165.229.56.1	165.229.63.254	165.229.63.254
165.229.64.0	165.229.64.1	165.229.127.254	165.229.127.254
165.229.64.0	165.229.64.1	165.229.63.254	165.229.63.254
.....

표 1 은 165.229.0.0인 B 클래스 네트워크에 3개의 서브넷 마스크를 적용해서 서브네팅한 것이다. 네트워크 165.229.0.0를 서브넷 마스크 255.255.192.0를 사용하여 서브네팅하면, 165.229.0.0, 165.229.64.0, 165.229.128.0, 165.229.192.0 4개의 서브네팅을 생성한다. 그리고, 서브넷 마스크 255.255.224.0를 사용하여 서브네팅하면, 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 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, 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 서브넷 중 165.229.0.0와 165.229.32.0를 사용해서는 안 된다. 그리고 서브넷 마스크 255.255.240.0에 의해 생성된 서브넷중 165.229.0.0로부터 165.229.56.0까지의 8개의 서브넷들도 모두 사용할 수 없다. 다시 말해서, 각각의 서로 다른 서브넷 마스크를 적용한 서브넷들을 동시에 사용하려면, 사용하는 서브넷들 사이 서로 충돌되는 주소가 있어서는 안 된다.

그러므로, 네트워크내 사용하는 서브넷 마스크가 많으면 많을수록 서브넷 생성과정이나 관리상에서 많은 문제점을 초래하게 된다. 일반적으로 VLSM을 사용하여 서브넷을 구성할 때 서브넷 마스크를 보통 3개에서 5개를 초과하지 않는다. 이렇게 단 몇 개의 서브넷 마스크를 사용하는 경우 IP 주소 낭비 문제를 어느 정도 해결하긴 했지만, VLSM의 기능을 최대한 활용하지는 못하고 있다.

3 효율적인 서브넷 할당 알고리즘 제안

본 논문에서 제안하는 알고리즘은 위에서 제시되는 문제점들을 극복하면서, 사용 가능한 서브넷 마스크들을 모두다 도입해서 IP주소낭비를 최대한 줄이는 방안을 제시한다.

먼저, 각각의 서브넷 마스크에 의해 생성될 수 있는 모든 서브넷들의 정보들을 데이터베이스로 만들어둔다. 그리고, 매번 서브넷을 할당할 때마다 그 정보를 추출하고, 다음에 다른 서브넷마스크를 사용하는 서브넷들을 찾아가면서 할당할 서브넷과 IP충돌이 있는 서브넷이 있다면 '사용불가'라고 표기를 해준다.

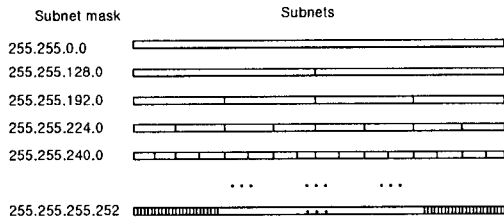


그림 3 서브넷 마스크에 의해 생성되는 서브넷 정보

그림 3는 B 클래스 네트워크를 예제로 각각의 서브넷 마스크에 의해 생성되는 서브넷 정보를 간략하게 보여준다. 처음 NIC로부터 할당 받은 클래스 B 네트워크는 그림과 같이 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 16384 개로 분할해서 사용할 수 있다.

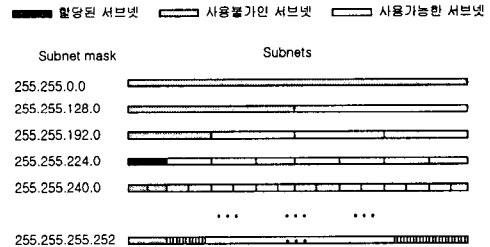


그림 4 서브넷 할당 1단계

그림 4와 같이 만약 서브넷 마스크 255.255.224.0를 사용하는 서브넷을 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 1024 개의 서브넷까지 모두 찾아가면서 '사용불가'라고 표기를 해준다.

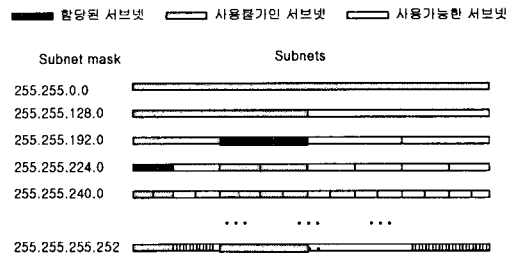


그림 5 서브넷 할당 2단계

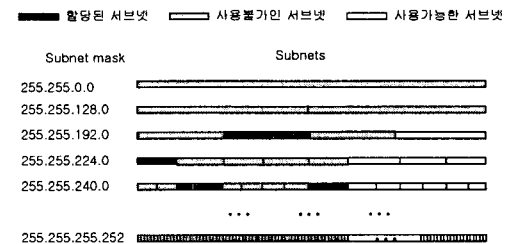


그림 6 서브넷 할당 3단계

그림 5은 계속해서 서브넷 마스크가 255.255.192.0인 서브넷을 하나 더 할당한 결과를 보여주고, 그림 6은 서브넷 마스크가 255.255.240.0인 서브넷 4개 더 할당한 결과를 보여주고 있다.

각각의 서브넷이 갖고 있어야 할 정보는 아래 몇 개의 필드들이 있다.

- 서브넷 마스크,
- 서브넷 주소,
- 호스트 시작 주소와 끝 주소,
- 브로드캐스트 주소,
- 할당여부 (allot = 0 or 1),
- 사용여부 (use = 0 or 1).

초기화에서 각각의 서브넷필드들을 미리 입력해준다. 서브넷 마스크, 서브넷 주소, 호스트 시작 주소와 끝 주소, 브로드캐스트 주소를 먼저 입력해두고, 할당여부는 변수 allot 하나를 두고 값이 0이면 할당 가능한 서브넷으로, 1이면 이미 할당한 서브넷으로 한다. 사용여부도 하나의 변수 use를 사용해서 0이면 사용 가능한 서브넷으로, 1이면 이미 사용된 것으로 정의한다. 초기 allot 값과 use 값은 할당가능하고 사용 가능한 값으로 모두 0으로 셋팅한다. 매번 서브넷을 할당할 때마다 먼저 사용할 서브넷 마스크를 계산한다. 그리고, 해당 서브넷 마스크를 사용하는 서브넷들 중에서 use 값을 체크해가면서 그 값이 0이면 해당 서브넷 정보를 추출해서 할당하고 allot 값과 use 값을 모두 1로 반환한다. 그리고, 윗 단계 즉, 서브넷 마스크의 CIDR 값이 작은 서브넷들 중에서 할당한 서브넷의 네트워크주소와 같은 서브넷들을 찾아 use의 값을 1로 반환한다. 그리고, 아랫단계 서브넷들도 찾아가면서 서브넷 주소가 같은 서브넷으로부터 시작해서 브로드캐스트 주소가 같아 질 때까지의 연속되는 서브넷들을 찾아서 use의 값을 모두 1로 반환한다.

각 서브넷들의 초기화가 끝난 후 매번 서브넷들을 할당하는 과정을 알고리즘으로 표현하면 다음과 같다.

```

1) 사용할 서브넷당 호스트수에 의해 서브넷 마스크 계산
2) 해당 서브넷 마스크를 사용하는 서브넷들 중
   If ( use == 0 )
       allot=1; use=1; 해당 서브넷 DB 호출;
   윗 단계 서브넷: if ( identify network address )
                   use=1 ;
   아랫 단계 서브넷: if ( identify network address )
                     do { use=1; } while ( identify broadcast address ) ;

```

제안하는 알고리즘에 의해 서브넷을 할당하는 경우에 주소낭비문제를 대대로 줄일 수 있다. 그리고, 기존의 몇 개만의 서브넷 마스크를 도입해서 서브넷들을 한꺼번에 분할해서 사용하는 것보단, 원할 때마다 서브넷을 생성시킴으로써 불필요한

고정크기 서브넷이 미리 생성되는 것을 방지할 수 있고, 고정된 크기가 아닌 원하는 호스트 수만큼의 서브넷 생성이 가능하므로 편리하다. 그리고 서브넷을 할당할 땐 시작하는 IP주소로부터 차례로 할당하기 때문에 남은 사용 가능한 IP주소를 쉽게 확인할 수가 있고, 새로 생성할 수 있는 서브넷의 최대 호스트 수를 알 수가 있다.

그러나, 네트워크내 사용되는 서브넷 마스크의 수가 많으므로 기존의 단일 혹은 적은 수의 서브넷 마스크를 사용하는 경우와 대비해서 라우팅이 훨씬 복잡해지는 경향이 있다. 또한 네트워크내 다양한 크기의 서브넷들이 동시에 존재하므로 각 서브넷의 정보에 대한 관리를 철저히 해야만 애러가 생겼을 경우에 복구가 쉽게 이루어질 수 있다.

4. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 VLSM을 이용한 효율적인 서브넷 할당 알고리즘을 제안하였다. VLSM을 사용하여 네트워크에 서브넷팅을 수행할 때 IP주소낭비를 최대한 줄이면서 관리자들이 보다 쉽게 서브넷팅을 수행하기 위한 방법론을 제시했다. 이러한 서브넷팅에 따른 네트워크 효율성평가와 네트워크 관리 시스템의 실제 구현 등의 연구과제가 추후 수행되어야 한다.

참고문헌

[1] Craig Hunt, "TCP/IP Network Administration", O'reilly, 1999
 [2] Robert Wright, "IP Routing Primer", Cisco Press, 1998
 [3] Karanjit S. Siyan 지음, 이도희 옮김, "TCP/IP 완전정복" 정의사, 1997년
 [4] T. Pummill, B. Manning,
 " <http://www.ietf.org/rfc/rfc1878.txt>" RFC 1878,
 December 1995
 [5] F. Baker, Editor, Cisco Systems
 " <http://www.ietf.org/rfc/rfc1812.txt>" RFC 1812,
 June 1995
 [6] J. Mogul, J. Postel,
 " <http://www.ietf.org/rfc/rfc0950.txt>" RFC 0950,
 August 1985
 [6] Cisco Tip Guide,
 " http://forum.kjist.ac.kr/data/router_10.html"
 [7] Avantages du VLSM,
 " <http://ariane.rio.net/textes/routage/chap3.htm>"
 [8] CIDR,
 " http://user.chollian.net/~son6971/Internet_addresses/ch5/ch5.htm"