



컴퓨터 네트워크의 이해 및 활용 ⑦

응용프로그램 계층 및 예시: DNS

+ 최영락 나임네트웍스 SDN기술팀 매니저

- ① 네트워크 기초 ①
- ② 네트워크 기초 ②
- ③ 데이터 물리 계층
- ④ 네트워크 장비 ① : 스위치
- ⑤ 네트워크 장비 ② : 라우터
- ⑥ 전송 계층, TCP와 UDP
- ⑦ 데이터 응용 계층 예시 : DNS
- ⑧ 네트워크 장비 ③ : 응용 계층
- ⑨ 스트리밍 & 멀티캐스트
- ⑩ IPv6
- ⑪ 네트워크 관리 및 SDN

지난 연재에서는 전송 계층에 대해 살펴보고, 전송 계층 프로토콜인 TCP 및 UDP, 그리고 포트 번호와 관련해 살펴보았습니다. 이번 연재에서는 TCP/IP에서 아직 살펴보지 않았던 마지막 계층인 응용프로그램 계층에 대해 살펴본 후, 응용프로그램 계층에서 사용하는 DNS 프로토콜을 예로 들어 응용프로그램 계층 프로토콜에 대해 이야기를 하고자 합니다.

I. 응용프로그램 계층이란

응용프로그램 계층에서 '응용프로그램'은 영어로 Application에 해당하기에, 응용프로그램 계층 대신 '어플리케이션 계층' 또는 '애플리케이션 계층'이라는 용어를 보셨던 분들도 많으실 것 같습니다. 영어권에서 쓰였던 용어가 우리나라에서 쓰이면서 이처럼 다양하게 불리고 있어 다소 혼란스러운데, 상황에 따라 위 용어를 섞어 쓰는 경우도 있습니다. 따라서 위 용어들이 모두 같은 '응용프로그램 계층'을 의미한다는 점을 참고하셨으면 하고, 본 연재에서는 '응용프로그램 계층'이라는 용어를 사용하고자 합니다. (너무 어색하지 않은 한글 컴퓨터 용어는 가급적 한글로 사용하면 좋지 않을까 생각합니다. 예를 들어, '셈틀'이라는 용어를 컴퓨터 대신 사용하기도 하지만, 사용하면 어색하겠죠? ^^)

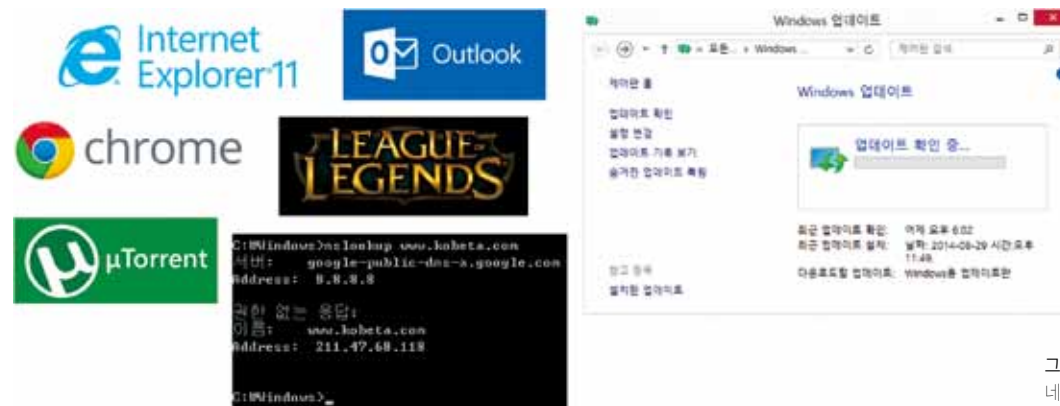


그림 1. 다양한 네트워크 응용프로그램

흔히 응용프로그램이라고 하면, Windows 운영체제에서 실행되는 메모장, 그림판, 한글 등의 프로그램을 의미하는데, 컴퓨터 네트워크에서 이야기하는 응용프로그램은 컴퓨터 네트워크를 사용하여 통신을 하는 응용프로그램일 것입니다. 우리가 많이 사용하는 웹 브라우저인 인터넷 익스플로러(최근에는 Mac에서 사용하는 Safari, Google 크롬 웹 브라우저도 많이 사용됩니다.)를 포함하여 아웃룩(Outlook)과 같은 메일 프로그램 및 리그오브레전드(League of Legends)와 같은 온라인 게임, 또한 최근 불법 디지털 콘텐츠 유통으로 인한 문제가 이슈화될 때 언급되는 비트토렌트, 뮤토렌트와 같은 응용프로그램 모두 컴퓨터 네트워크에서 이야기하는 응용프로그램입니다. 그런데, 컴퓨터 네트워크에서 이야기할 때에는 응용프로그램의 크기 또는 규모가 중요하지는 않습니다. 예를 들면, Windows 운영체제에 포함되어 있는 'Microsoft 업데이트'는 Microsoft 업데이트 서버에 접속하여 최신의 Windows 관련 업데이트를 검색하여 설치하기에, 역시 네트워크 응용프로그램입니다. 그리고 본 연재 뒷부분에서 DNS 프로토콜을 이야기할 때, nslookup 이라는 명령어를 소개할 예정인데 이 명령어는 네트워크를 통해 도메인 주소를 조회하므로 네트워크 응용프로그램입니다.

응용프로그램 계층은 이러한 네트워크 응용프로그램을 위해 존재하는 계층이라고 보시면 됩니다. 지난 연재까지 설명했던 전송 계층을 실제 사용하여 데이터를 전송하고, 전송 계층으로부터 데이터를 수신 가능한 계층이 1단계 있어야 컴퓨터에서 다양한 응용프로그램들이 컴퓨터 네트워크를 사용 가능하기에 존재하는 계층입니다.

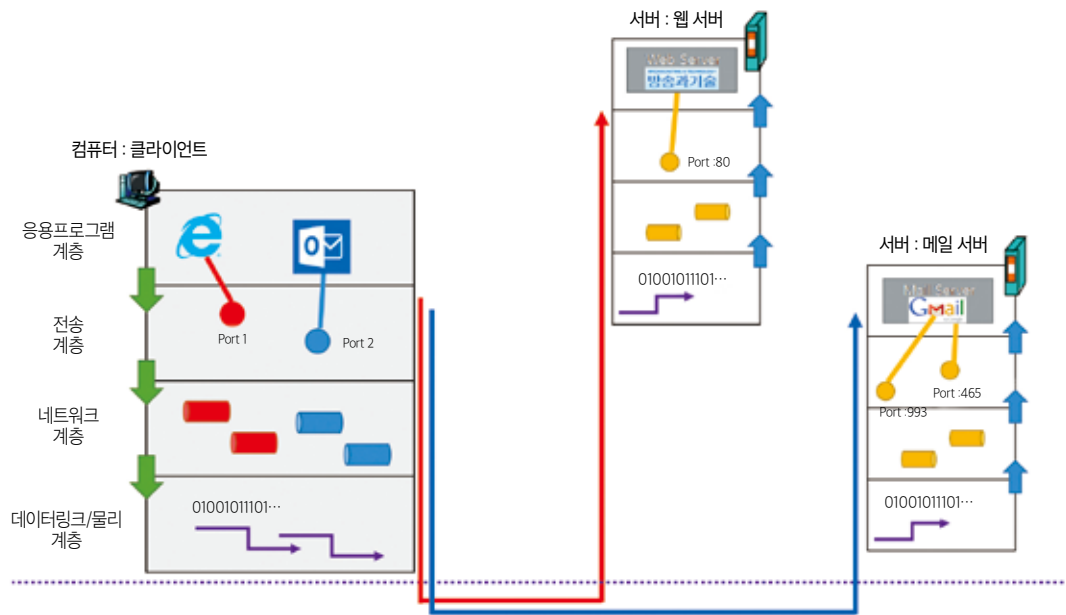


그림 2. 응용프로그램 계층 사용 예: 웹 서버 & 메일 서버 연결

[그림 2]에서는 가정에 있는 컴퓨터가 정보를 요청하는 클라이언트 역할을 하는 경우와 응용프로그램 계층을 사용하는 경우를 예시로 응용프로그램 계층이 어떻게 사용되는지를 나타냅니다. 컴퓨터에 인터넷 익스플로러와 아웃룩 2개의 네트워크 응용프로그램이 실행 중이고, 인터넷 익스플로러는 특정 웹 서버에 접속하여 웹 데이터를 가져오고, 동시에 아웃룩에서는 메일 서버에 접속하여 메일을 보내거나 메일을 가져옵니다. 이때, 2개의 응용프로그램이 클라이언트에서 동시 실행 중이므로 2개의 네트워크 연결이 동시에 생기는데, 이 2개의 연결을 전송 계층에서 각각 2개의 포트번호로 구분됩니다. (보다 정확히계는 위 2개의 응용프로그램 모두 TCP를 사용하므로 TCP에서의 2개 포트번호입니다.) 응용프로그램 계층은 전송 계층의 서로 다른 2개의 포트 번호를 구분하여 해당 응용프로그램에 정확히 전달해 주는 역할을 수행합니다.

II. 응용프로그램 계층프로토콜

응용프로그램 계층의 또 다른 역할은 각 응용프로그램에 적절한 데이터를 교환하기 위해 별도의 프로토콜을 허용한다는 것입니다. [그림 2]에서 살펴본 인터넷 익스플로러와 아웃룩을 보면 웹 서버, 메일 서버와 각각 통신할 때, [표 1]과 같은 기능적인 차이점이 있을 것입니다. 웹 서버의 경우는 웹 브라우저에 내용을 보여주고, 필요한 경우 로그인 & 로그아웃을 수행하며, 때로는 설문조사와 같이 입력 폼에 내용을 작성하거나 파일을 업로드하기도 합니다. 반면, 메일 서버와는 메일 서버에 ID & 비밀번호를 통하여 인증을 한 후, 이메일 목록을 가져와 내용을 살펴보고 메일을 보내기도 합니다.

서버 종류	주요 기능 (예)
웹 서버	페이지 본문 내용(HTML) 가져오기
	이미지 가져오기 & 파일 다운로드
	로그인 & 로그아웃
	입력 폼(Form) 데이터 전송
	파일 업로드
메일 서버	인증(ID, 비밀번호를 통한 메일 서버 로그인)
	메일 목록 가져오기
	이메일 내용 가져오기
	이메일 보내기(발송)

표 1. 웹 서버 & 메일 서버와 통신 시 주요 기능

이렇게 서로 다른 기능에 대해 응용프로그램 계층에서는 ‘응용프로그램 계층 프로토콜’을 통해 네트워크 응용프로그램들이 컴퓨터 네트워크를 효율적으로 활용하도록 해 줍니다. 오늘날, 컴퓨터에서 사용하는 응용프로그램 종류가 다양하기에, 응용프로그램 계층 프로토콜 또한 다양합니다. 그 중, [표 2]에서 일반적으로 가장 많이 알려진 프로토콜들을 요약해 보았습니다. 위에서 예로 든 인터넷 익스플로러와 웹 서버와 통신할 때는 HTTP 및 HTTPS 응용프로그램 계층 프로토콜을 사용합니다. 그리고 아웃룩과 메일 서버 사이에서 통신할 때는 메일을 가져오기 위해 POP3 또는 IMAP을, 메일을 보내기 위해 SMTP라는 프로토콜을 사용합니다.

여기서, 유의할 사항으로는 모든 네트워크 응용프로그램들이 아래에서 언급한 각각 다른 응용프로그램 계층 프로토콜을 사용하는 것은 아니라는 것입니다. 응용프로그램들은 각각 사용하는 목적에 따라 다음과 같은 3가지로 구분 가능합니다.

1) 아래 응용프로그램 계층 프로토콜 중 하나 또는 여러 개를 (조합하여) 사용

: 대부분의 경우에 해당합니다. 예를 들어, 웹 브라우저는 웹 서버와 통신할 때 HTTP와 HTTPS를 사용합니다. 그리고 Windows Update 프로그램은 웹 브라우저가 아님에도, 업데이트 정보를 확인하고 다운로드 하는데 HTTP와 HTTPS를 사용합니다. 실시간 스트리밍에서 사용하는 RTSP라는 프로토콜은 스트리밍 미디어 서버와의 통신을 위해 만들어진 프로토콜인데 미디어 데이터를 보내고 받을 때는 RTP 프로토콜을 활용하는 구조로 프로토콜이 만들어졌습니다.

2) 자체적으로 프로토콜을 규정하고 만들어 사용

: League of Legends와 같은 대부분의 온라인 게임들은 성능을 위해 자체적으로 전송 계층인 TCP와 UDP를 적절히 활용하는 프로토콜을 내부적으로 규정하고 만들어 사용합니다.

3) 전송 계층 TCP와 UDP를 그대로 사용

: 비교적 간단한 네트워크 응용프로그램들은 응용프로그램 프로토콜을 따로 사용하지 않고 TCP 또는 UDP를 직접 사용하기도 합니다.

프로토콜 이름 (약어)	프로토콜 이름 (Full 영문)	설명
HTTP	HyperText Transfer Protocol	홈페이지 데이터를 주고받기 위해 만들어졌고, 오늘날 웹 브라우저에서 주로 사용합니다.
HTTPS	HyperText Transfer Protocol Secure	초창기 HTTP 프로토콜이 설계될 때 보안에 취약하여 웹 브라우저에서 ID, 비밀번호와 같은 로그인 정보들은 HTTP 대신 HTTPS를 주로 사용합니다.
FTP	File Transfer Protocol	인터넷상에서 파일을 주고받기 위한 목적으로 만들어진 프로토콜입니다.
	Telnet	Unix/Linux 서버에 접속해 명령을 실행하기 위한 프로토콜입니다.
SSH	Secure Shell	Telnet이 보안에 취약하여 Telnet에서 보안을 강화한 프로토콜입니다.
POP3	Post Office Protocol version 3	이메일을 가져오기 위해 사용하는 프로토콜입니다.
IMAP	Internet Message Access Protocol	이메일 목록 및 내용을 가져오기 위해 사용하는 프로토콜입니다. (과거에는 위의 POP3을 많이 사용하였으나, 오늘날에는 이메일 내용을 메일 서버에 저장해 두고 사용하는 IMAP 프로토콜을 점차 많이 사용하고 있습니다.)
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol	이메일을 보낼 때 사용하는 프로토콜입니다.
	Bittorrent	인터넷상에서 여러 사람들이 파일을 편리하게 공유하는 방식으로 여러 인원이 동시에 업로드 & 다운로드하는 데 적합하도록 만들어진 프로토콜입니다.
DNS	Domain Name System	도메인 이름(예 : kobeta.com)과 IP 주소(예 : 211.47.68.118)를 상호 변환하기 위해 사용합니다.
SNMP	Simple Network Management Protocol	다양한 네트워크 기본 장비 및 방송 장비로부터 네트워크 관리에 필요한 정보를 수집하고 설정하기 위해 사용합니다.
RTP	Real-time Transport Protocol	IP 네트워크를 통해 오디오 및 비디오를 전달하기 위해 사용합니다.
RTSP	Real-time Streaming Protocol	스트리밍 시스템에서 미디어 서버를 원격으로 제어하여, Play, Pause같은 동작을 포함하고, 오디오 및 비디오 데이터는 RTP를 사용하도록 정한 프로토콜입니다.
SIP	Session Initiation Protocol	음성과 화상 통화 같은 멀티미디어 세션을 제어하기 위해 사용하는 프로토콜로, 인터넷 전화 및 화상전화 장치들이 각각을 구분하고 위치 파악, 통신 세션 관리를 위한 프로토콜입니다.

표 2. 주요 응용프로그램 계층 프로토콜

III. 응용프로그램 프로토콜 예시: DNS

그런데 어떤 응용프로그램 계층 프로토콜은 다른 응용프로그램이 많이 활용하는 기반이 되는 프로토콜이 되기도 합니다. 대표적인 예가 DNS라는 프로토콜입니다. 이 DNS라는 프로토콜이 탄생한 이유는, 우리가 많이 사용하는 도메인 주소와 관련이 있습니다.

오늘날 우리는 www.naver.com, www.daum.net, www.facebook.com 과 같은 도메인 주소를 사용하지만, 최초 인터넷이 등장했을 때는 도메인 주소가 없었고, IP 주소 체계만 있었습니다. IPv4에 해당하는 xxx.xxx.xxx.xxx 형식으로 된 IP 주소의 경우, 아무래도 외우는 데 어려움이 있습니다. 이러한 이유로, 사람이 외우기 편리하면서 전 세계 국가에서 공통적으로 사용 가능한 주소 체계를 고민하여 탄생한 것이 바로 도메인 주소입니다. 그런데, 이 도메인 주소만을 기억하고 있다고 해서 IP 주소를 자동으로 알 수 있는 것은 아닙니다. 우리가 사용하는 인터넷상에서는 도메인 주소에 대해 IP 주소를 물어볼 수 있는 시스템이 있습니다. 이 시스템에는 반대로, IP 주소로 도메인 주소를 물어볼 수도 있습니다. 이러한 시스템을 DNS(Domain Name System) 시스템이라고 하고, 이 때 사용하는 프로토콜을 DNS 프로토콜이라고 합니다. (시스템 이름 및 프로토콜 이름 모두 DNS인 점을 참고하였으면 합니다. 본 연재에서는 'DNS 시스템' 및 'DNS 프로토콜'이라는 용어를 사용하여 이 둘을 구분하고자 합니다.)

아무래도 많은 사람들이 IP 주소를 기억하는 대신 도메인 주소를 기억하고 있기에, 이 DNS 시스템은 인터넷상에서 거의 모든 사람들이

사용하고 있습니다. 이때, 이용하는 컴퓨터들은 클라이언트의 입장이 되고, DNS 시스템은 서버 입장이 되는데, DNS 서버는 많은 이용자들이 수용하기 위해 계층화되어 여러 서버로 구분되어 있습니다. 이 서버 구분은 도메인 주소 체계와 관련이 있습니다.

DNS 시스템 및 프로토콜에서 사용하는 전체 도메인 주소를 FQDN(Fully Qualified Domain Name)이라고 합니다. www.naver.com, www.microsoft.com, cafe.naver.com, www.auction.co.kr 등과 같은 도메인 주소 전체를 이야기합니다. 이때, 전체 도메인 주소에 [그림 3]과 같이 1차, 2차, 3차 도메인 등으로 이야기를 합니다. 그리고 DNS 서버는 다음과 같이 구분합니다.

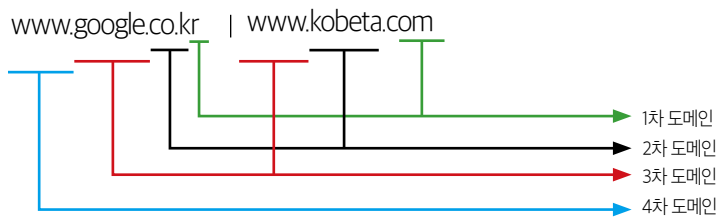


그림 3. DNS : 도메인 주소 체계 예시

1) 하위 계층 도메인에 대한 IP 주소를 관리하는 담당 DNS 서버

: 한 DNS 서버에서 모든 도메인 주소를 다 가지고 있지는 않고, DNS 서버는 우선 해당 DNS 서버가 담당하는 계층의 하위 계층 도메인에 대한 IP 주소를 관리합니다. .kr 도메인을 예를 들면, .kr의 하위 계층 도메인은 co.kr도 있지만, 비영리 기관을 위한 or.kr, 대학을 위한 ac.kr, 정부 기관을 위한 go.kr 등 다양한 2차 도메인이 있습니다. 이 때, .kr 도메인을 관리하는 DNS 서버는 co.kr 담당 DNS 서버의 IP 주소, or.kr 담당 DNS 서버의 IP 주소, ac.kr 담당 DNS 서버의 IP 주소 등을 가지고 있습니다.

2) 루트(root) DNS 서버

: 1번과 같이 계층에 의해 도메인 및 IP 주소를 관리하는 경우, .kr, .jp, .com, .net 등 1차 도메인을 관리하는 DNS 서버의 IP 주소도 어딘가 알고 있어야 할 것입니다. 이를 DNS 시스템에서는 루트(root) DNS 서버라는 체계를 두어 사용합니다. 인터넷상에 13개의 루트 DNS 서버가 있고, 이 DNS 서버의 IP 주소는 바뀌지 않고 계속 유지되고 있습니다. 새로운 1차 도메인이 추가되는 경우에는 (예 : .travel, .tv 등은 처음에 없었으나 나중에 국제 인터넷 도메인 관리 기구를 통해 승인되었습니다.) 이 13개의 루트 DNS 서버에 해당 1차 도메인을 담당하는 DNS 서버의 IP 주소가 추가됩니다.

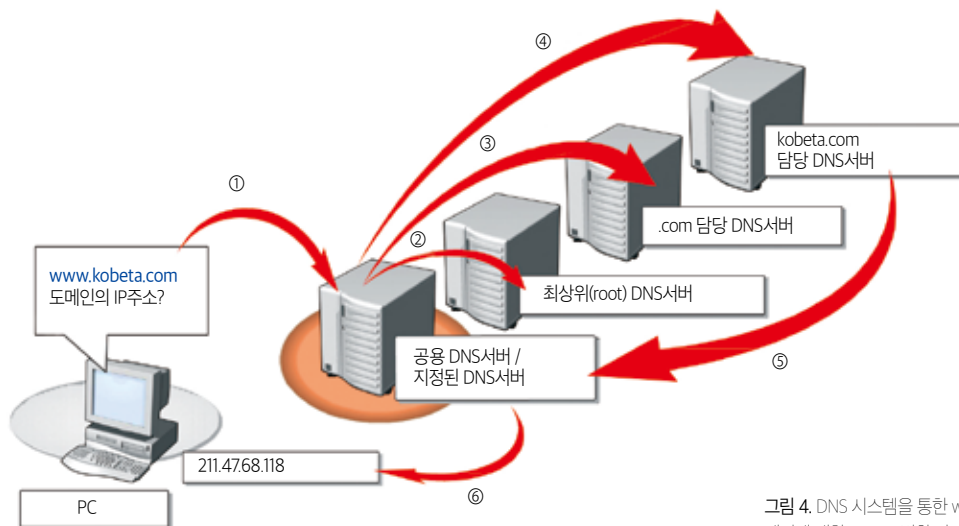


그림 4. DNS 시스템을 통한 www.kobeta.com 도메인에 대한 IP 주소 변환 과정

3) 공용 / 클라이언트용 DNS 서버

: 일반 가정에서 쓰는 컴퓨터들 입장에서 1번과 2번과 같은 DNS 서버에 대한 IP 주소를 다 알고 있는 것은 번거로울 것입니다. 일반적으로 가정에서는 사용하는 인터넷 업체에서 제공하는 DNS 서버 또는 공용 목적으로 알려진 DNS 서버 주소를 설정하여 사용합니다. 대표적인 공용 서버는 국내에서 KT가 관리하는 DNS 서버인 168.126.63.1, 168.126.63.2가 있고, Google에서 공용 목적으로 공개한 DNS 서버인 8.8.8.8, 8.8.4.4가 있습니다. 반면, 회사에서는 보안 목적 및 보다 따른 성능을 위한 목적 등으로 회사 자체에서 DNS 서버를 구성하여 사내 구성원들이 해당 DNS 서버를 설정하여 사용하기도 합니다.

이 때, DNS를 사용해 도메인 주소가 IP 주소로 변환되는 과정은 [그림 4]와 같습니다. 도메인 주소에 대해 IP 주소를 알고자 하는 경우, PC에 설정된 공용 DNS 서버 또는 지정된 DNS 서버에 해당 도메인에 대한 IP 주소를 물어봅니다(①). 그러면 해당 DNS 서버에서는 그 도메인에 대한 IP 주소를 찾기 위해 root DNS 서버에 그 도메인의 1차 도메인 담당 DNS 서버의 위치를 묻고(②), 해당 위치를 알면 1차 도메인 담당 DNS 서버에 2차 도메인 담당 DNS 서버의 위치를 묻습니다(③). 이러한 과정을 반복하여(④), 원하는 도메인의 IP 주소를 알게 된 경우(⑤), 해당 IP 주소를 요청한 PC에 보내줍니다(⑥). 이와 같이 다소 복잡한 DNS 시스템에서 사용하는 응용프로그램 계층 프로토콜이 바로, DNS 프로토콜입니다. 이 DNS 프로토콜은 여러분의 컴퓨터 운영체제에서 직접 사용 가능하도록 관리되고 있습니다.

따라서 웹 브라우저에서 여러분이 www.naver.com 이라고 입력하면, 웹 브라우저는 운영체제에 www.naver.com의 IP 주소를 알고 싶다고 이야기를 하고, 운영체제에서 DNS 프로토콜을 통해 IP 주소를 웹 브라우저에게 알려주어, 웹 브라우저에서 웹 서버에 접속을 하여 홈페이지 데이터를 가져옵니다. 그러므로 DNS 프로토콜은 다른 프로토콜과 달리 다른 응용프로그램 계층 프로토콜이 네트워크를 사용하는 데 도와주는 역할을 하는 응용프로그램 계층 프로토콜이라 할 수 있습니다. 이 DNS 프로토콜을 명령어를 직접 실행해 확인하는 명령어가 바로 nslookup입니다. Windows 운영체제에서 명령 프롬프트를 실행하여 “nslookup www.google.co.kr” 등 원하는 도메인에 대

해 명령을 실행하면 [그림 5]와 같이 결과를 확인할 수 있습니다. DNS 프로토콜은 IP 주소 → 도메인 주소 또한 지원하는데, 네이버 등은 이를 지원하지 않습니다.

[그림 5]에서 “Address”부분에 나온 8.8.8.8이 컴퓨터에 설정된 DNS 서버 IP 주소입니다. (여러분 컴퓨터에서는 KT 공용 DNS 서버 또는 사용 중인 인터넷 회사나 사내에서 제공하는 DNS 서버의 IP 주소가 나타날 것입니다.)

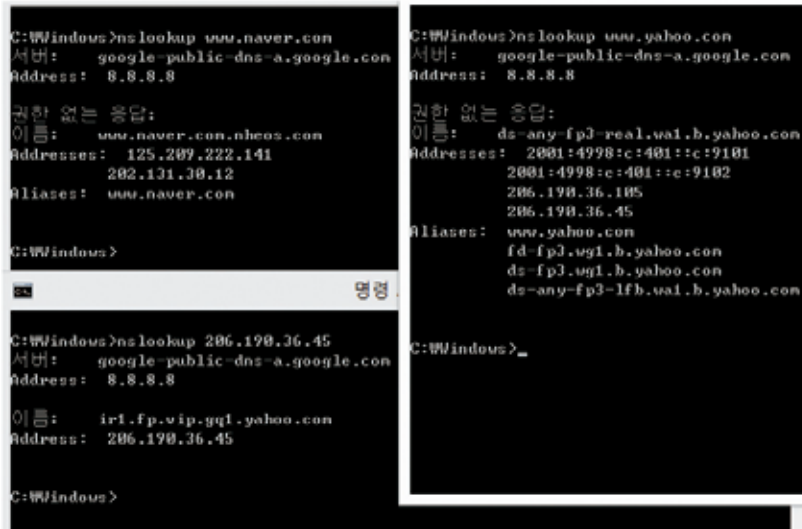


그림 5. nslookup 명령어를 통한 DNS 프로토콜 동작 확인

이번 연재에서는 이와 같이 응용프로그램 계층 및 프로토콜을 살펴보고, DNS를 통해 응용프로그램 계층 프로토콜이 어떻게 동작하는지를 예를 들어 살펴보았습니다. 다음 호에서는 전송 계층 이상의 응용 계층에서 동작하는 여러 네트워크 장비들이 있는데, 해당 장비들에 대해 알아보는 시간을 가지고자 합니다. ☺