



인터넷에서 사용되는 여러 기술

DHCP 이야기 2

Dynamic
Host
Configuration
Protocol

글
조인준
KBS 미디어기술연구부 수석연구원

지난 편에서 DHCP(Dynamic Host Configuration Protocol)가 등장하기 이전에 사용되었던 BOOTP(Bootstrap Protocol)에 대해 설명드렸습니다. BOOTP는 하드웨어에 의존하지 않는 상위 계층 프로토콜이며 클라이언트에 IP 주소 외에도 추가 정보를 제공하여 사용자 지정 구성을 가능하게 했습니다. 또한 대규모 조직에서 다양한 물리적 네트워크에 분산된 클라이언트들의 호스트 구성을 몇 개의 BOOTP 서버로 처리할 수 있도록 하는 것도 가능했습니다. 이러한 기능을 통해 BOOTP는 관리자가 수동 구성에서 겪는 주요 문제 중 하나인 개별 호스트 직접 설정 문제를 효과적으로 해결했습니다. 저장장치 없는 단순한 호스트도 자동으로 설정할 수 있으며, 사용자가 직접 모든 호스트를 설정해야 하는 번거로움을 없앴습니다.



✓ 동적 IP 주소 할당의 필요성

BOOTP는 클라이언트가 서버에 보내는 요청에 자신의 하드웨어 주소를 포함하여 보내고, 서버는 매핑 테이블에서 클라이언트의 하드웨어 주소에 할당된 IP 주소를 찾아 이를 클라이언트에게 배정하는 정적 매핑 방식을 주로 사용합니다. 이 방식은 IP 주소의 변경이 거의 없는 1980년대와 1990년대 초반까지의 정적인 네트워크 환경에서는 잘 작동하여 널리 사용되었습니다. 그러나 노트북 등과 같이 작고 가벼워

이동이 간편한 장치들이 증가함에 따라 장치가 한 네트워크에서 다른 네트워크로 옮겨가는 경우가 많아졌고, 이에 따라 새로 이동된 장치에 네트워크에서 사용할 수 있는 IP 주소를 동적으로 할당하는 것이 필요해졌습니다. 또한 한정된 IP 주소의 고갈을 막는 것도 필요해졌습니다. 네트워크에 연결되는 장치들이 급증하는 상황에서 모든 장치들에 고정 IP 주소를 영구적으로 할당하는 것은 잠재적으로 사용 가능한 IP 주소 고갈의 문제를 안고 있었고 이 문제의 해결 방법은 현재 사용하는 장치가 없는 IP 주소를 회수해 다른 장치에 재사용하는 동적 할당밖에 없었습니다.

BOOTP는 하드웨어 주소와 IP 주소 간의 정적 매핑 테이블에 의존했기 때문에 이러한 동적 요구에 대응하기가 매우 어려웠고, 한 번 할당된 주소를 다시 회수해 재사용할 수 있는 기능도 없었습니다. 이렇게 급변하는 네트워크 환경에서 정적이고 영구적인 IP 주소 할당 방식을 탈피하여 동적으로 IP 주소를 할당할 수 있는 프로토콜이 필요해졌습니다. 이에 인터넷 기술 표준을 개발하고 유지하는 국제조직인 IETF(Internet Engineering Task Force)는 DHCP(Dynamic Host Configuration Protocol, 동적 호스트 구성 프로토콜)라는 해법을 제시했으며, 1993년 10월 RFC(Request for Comments) 1541로 공식화되었습니다. 호스트 구성 프로토콜(Host Configuration Protocol)이란, 네트워크에 연결된 호스트(컴퓨터 등의 장치)가 IP 주소 및 기타 네트워크 설정 정보를 자동으로 받을 수 있도록 해주는 프로토콜을 말합니다. 여기서 짚고 넘어가야 할 점 중의 하나는 DHCP의 등장이 BOOTP가 실패한 프로토콜이었기 때문이 아니라는 것입니다. BOOTP는 당시의 네트워크 환경에서 충분히 잘 작동하는 프로토콜이었고, 이미 광범위하게 사용 중이기도 했습니다. 이러한 사실을 고려하면, BOOTP에서 탈피하여 DHCP를 완전히 처음부터 새로 만드는 것은 그다지 현명한 선택이 아니었습니다. 만약 DHCP를 완전히 처음부터 새로 만들었다면 전환과정에서 피할 수 없는 혼란을 초래했을 것이며, BOOTP와 DHCP가 동시에 존재하면서 생기는 호환성 문제도 여러 해 동안 지속되었을 것입니다. 그래서 DHCP는 BOOTP를 버리는 선택이 아닌 BOOTP의 구조와 포맷을 기반으로 한계를 보완하고 더 유연한 IP 관리와 자동화된 네트워크 설정을 지원하는 방향으로 만들어졌습니다.

DHCP 기능 개요

DHCP의 가장 중요한 변화는 동적 IP 주소 할당 지원에 있습니다. BOOTP처럼 하드웨어 주소와 IP 주소 간의 정적 매핑 테이블을 사용하는 대신, DHCP는 IP 주소 풀(pool)을 사용하여 주소를 동적으로 할당합니다. 동적 할당을 통해 IP 주소가 효율적으로 할당되고, 서로 사용 시간이 겹치지 않는다면 여러 장치 간에 공유될 수도 있습니다. 동시에 DHCP는 필요한 장치에 대해서는 정적 매핑도 여전히 지원합니다. 클라이언트와 서버 간의 전반적인 동작 및 통신 방식은 BOOTP와 유사하지만, 몇 가지 변경 사항이 있습니다. 구성 정보를 주고받기 위한 UDP 기반의 요청/응답 프로토콜은 동일하게 유지되었지만, DHCP에서 추가로 지원되는 기능을 위한 새로운 메시지 유형도 도입되었습니다. 이러한 결과, DHCP는 BOOTP와의 호환성을 유지하면서도 기능이 크게 확장된 IP 네트워크의 호스트 구성 프로토콜로 자리 잡게 되었습니다. 오늘날 DHCP는 전 세계의 무수한 네트워크에서 사용되고 있으며, 수천 대의 장치가 있는 대규모 네트워크의 IP 주소 할당부터 가정용 인터넷 공유기에서 사용자 컴퓨터에 인터넷 구성 정보를 자동으로 제공하는 데까지 다양하게 활용되고 있습니다.

✓ DHCP의 동적 IP 주소 할당 및 관리

DHCP라는 이름에서 첫 번째 이니셜인 D가 가리키는 Dynamic은 IP 주소를 동적으로 할당하는 기능을 나타내며 정적 할당 방식으로 만들어진 BOOTP로부터 가장 중요한 기능적 개선을 의미합니다. 정적 IP 주소 할당 모델에서 동적 IP 주소 할당 모델로의 전환은 BOOTP와 비교해 볼 때 DHCP에서 IP 주소를 다루는 방식을 획기적으로 변화시켰습니다. DHCP의 네트워크 호스트 구성은 단순히 네트워크 장치에 IP 주소와 관련 파라미터를 알려주는 방식에서 탈피하여 네트워크 내 장치들의 IP 주소를 전체적으로 관리하는 도구로 바뀌었습니다. 이를 전체적으로 이해하기 위해 DHCP의 IP 주소 할당과 임대에 대한 개념을 설명하고, IP 주소 할당이 어떻게 작동하는지와 DHCP에서 사용하는 IP 주소 할당 방식들에 대해 이야기해보겠습니다.

✓ DHCP IP 주소 할당 메커니즘

DHCP의 두 가지 주요 기능은 ① 네트워크 장치들에 IP 주소를 할당하는 메커니즘 제공 및 ② 클라이언트가 서버에게 IP 주소 및 기타 구성 데이터를 요청하는 방법을 제공하는 것입니다. 이 두 기능은 모두 DHCP 이전에 사용되었던 BOOTP에 구현되어 있던 기능들을 기반으로 하지만 IP 주소 할당 방식에 큰 변화가 있었습니다. 클라이언트에게 IP 주소를 제공하는 것은 호스트 구성 프로토콜이 수행하는 가장 기본적인 작업입니다. 다양한 유형의 클라이언트들에게 유연하게 IP 주소를 할당할 수 있도록 DHCP 표준은 다음과 같이 세 가지 IP 주소 할당 방식을 제공하고 있습니다.

✍ 수동 할당(Manual Allocation)

관리자가 특정 IP 주소를 특정 장치에 미리 할당하고 DHCP는 단지 이 IP 주소를 장치에 전달하는 역할만 수행.

✍ 자동 할당(Automatic Allocation)

DHCP가 사용 가능한 주소 풀(pool)에서 IP 주소를 선택하여 장치에 영구적으로 자동 할당.

✍ 동적 할당(Dynamic Allocation)

DHCP가 주소 풀에서 IP 주소를 임의의 기간 동안 임시로 할당. 이 기간은 서버가 정한 시간이거나 클라이언트가 해당 IP 주소를 더 이상 사용할 필요가 없다고 알릴 때까지 유지됨. 위의 자동 할당과 가장 중요한 차이는 IP 주소를 얼마나 오래 유지하느냐(호스트의 IP 주소가 시간이 지나면 바뀌는지)에 있음. 자동 할당은 정적이며 영구적인 반면, 동적 할당은 말 그대로 동적이며 임시적임.

위 세 가지 방식 모두 DHCP를 통해 네트워크 장치들의 IP 주소를 구성하는 데 사용될 수 있으며 관리자가 반드시 하나만 선택할 필요는 없습니다. 일반적으로는 위 세 방식을 적절하게 조합하여 사용합니다. 그러면 세 가지 IP 주소 할당 방식에 대해 조금 더 자세히 다루어 보겠습니다.

1 수동 할당 (Manual Allocation)

수동 할당은 가장 간단한 방식으로, BOOTP가 사용하는 주소 할당 방식과 동일합니다. 각 장치는 관리자가 미리 정해진 IP 주소를 할당받게 되며, DHCP는 단지 미리 배정된 IP 주소를 테이블에서 찾아 클라이언트에게 전달하는 역할만 합니다. 이 방식은 서버나 라우터처럼 네트워크의 핵심 장비에 적합합니다. 또한 항상 일정하고 고정된 IP 주소가 필요한 장비에게도 적절한 방식입니다. 여기서 “서버나 라우터같이 고정된 IP 주소를 사용하는 장비에 DHCP를 사용할 필요가 있을까?”라는 의문이 자연히 생길 것입니다. 이에 대해 답하자면 DHCP를 수동 할당 방식으로 사용하는 데에

는 관리의 편리성이라는 장점이 있습니다. 모든 IP 주소 정보를 DHCP의 데이터베이스에 중앙 집중화할 수 있어서, 관리자가 개별 장비를 일일이 확인하거나 중복 여부를 검사할 필요가 없습니다. 또한, 네트워크 상태 정보를 업데이트하는 등의 작업도 한 곳에서 일괄적으로 처리할 수 있습니다.

2 자동 할당 (Automatic Allocation)

자동 할당은 네트워크에 제공 가능한 IP 주소가 충분히 많은 상태에서 장치들이 어떤 IP 주소를 사용하던 큰 상관이 없는 경우에 사용됩니다. 자동 할당으로 IP 주소가 클라이언트에게 한번 할당되면 해당 장치는 계속해서 그 주소를 사용합니다. 본질적으로 동적 할당에서 클라이언트가 IP 주소를 사용하는 임대 기간이 영구적인 경우에 해당합니다. 실제로 자동 할당은 동적 할당만큼 많이 사용되지 않는다고 합니다. 장치에 IP 주소를 영구적으로 자동 할당하는 것은 바람직하지 않은 선택이기 때문입니다. 현실에서는 영구적인 IP 주소 할당이 필요한 장치에 대해서는 수동 할당을 사용하고, 다른 장치들에는 동적 할당을 사용하는 것이 더 나은 선택으로 여겨진다고 합니다.

3 동적 할당 (Dynamic Allocation)

IP 주소의 동적 할당은 DHCP가 만들어진 주된 이유입니다. 관리자가 사용 가능한 IP 주소 풀(하나 이상의 IP 주소 범위)을 설정하면 DHCP를 사용하도록 구성된 각 클라이언트는 IP 주소가 필요할 때 서버에 할당 요청을 보냅니다. 서버는 이미 할당된 IP 주소들을 제외하고 사용 가능한 IP 주소 중 하나를 클라이언트에게 임대합니다. 이때 서버는 임대 기간을 결정합니다. 임대 기간이 만료되면 클라이언트는 해당 IP 주소를 계속 사용하기 위해 임대 갱신을 요청하거나 새로운 IP 주소를 받아야 합니다. 동적 할당은 현대의 DHCP 기반 IP 네트워크에서 대부분의 클라이언트 장비에 사용되는 방식이며 다음과 같은 많은 이점을 제공합니다.

자동화

각 클라이언트는 필요할 때 자동으로 IP 주소를 할당받을 수 있으며, 관리자가 어떤 클라이언트에 어떤 주소를 할당할지 수동으로 결정할 필요가 없음

중앙 집중식 관리

모든 IP 주소는 DHCP 서버가 중앙에서 관리. 관리자는 어떤 장치가 어떤 주소를 사용하는지 쉽게 확인할 수 있으며, 네트워크 전체에 걸친 유지보수 작업도 쉽게 수행할 수 있음

주소 재사용 및 공유

각 장치가 IP 주소를 보유할 수 있는 시간을 제한함으로써 DHCP 서버는 네트워크를 실제로 사용하는 장치에만 IP 주소를 할당할 수 있게 됨. 일정 시간이 지나 더 이상 사용되지 않는 IP 주소는 풀로 반환되어 다른 장치가 다시 사용할 수 있게 됨. 이로써 네트워크에 모든 장치들이 동시에 연결되지 않는 한 가용 IP 주소 수보다 더 많은 장치를 수용하는 것이 가능

이동성과 보편성

DHCP의 수동 할당 방식은 DHCP 서버가 각 클라이언트의 식별 정보(MAC 주소와 같은 하드웨어 주소)를 알고 있어야 매핑 테이블 등에서 IP 주소를 찾아 할당할 수 있음. 하지만 동적 할당에서는 사전에 정의된 식별 정보 등이 없으므로 어떤 클라이언트든 IP 주소를 요청할 수 있음. 이러한 점은 여러 네트워크를 이동하는 모바일 장치를 지원하는 데 매우 이상적임

충돌 방지

DHCP 서버가 IP 주소 풀을 관리하며 주소를 할당하므로 IP 주소 충돌이 방지됨

✓ DHCP IP 주소 임대 및 관리

DHCP에서 지원하는 세 가지 IP 주소 할당 방법 중 동적 IP 주소 할당이 가장 많이 사용되고 있으며 가장 중요한 방식입니다. 동적 할당이 IP 주소를 사용하는 방식에 미치는 변화의 중요성은 주소가 DHCP에서 어떻게 처리되는지를 보면 알 수 있습니다. DHCP 이전에는 호스트가 IP 주소를 소유하는 방식이었다면, 동적 주소 할당을 사용하는 DHCP에서는 호스트가 IP 주소를 임대하는 방식을 사용합니다. 임대라는 개념은 동적 IP 주소 할당과 기타 IP 주소 할당 방식의 차이를 매우 명확하게 나타냅니다. DHCP를 통해 IP 주소를 임대하게 되면 각 장치들은 더 이상 특정 IP 주소에 대한 소유권을 갖지 못하며, DHCP 서버가 IP 주소 풀의 소유자가 되어 클라이언트에게 일정 기간 해당 IP 주소를 사용할 수 있도록 허가하는 구조가 됩니다. 서버는 임대 기간 해당 IP 주소를 다른 클라이언트가 사용하지 못하도록 보장합니다. 클라이언트는 할당받은 IP 주소를 계속 사용하려면 일정한 조치를 취해야 합니다. 만약 클라이언트가 일정 시간이 지난 후에도 IP 주소 사용에 대한 허가를 재획득하지 못하면 그 IP 주소를 더 이상 사용할 수 없으며, 허가 없이 IP 주소를 사용하면 네트워크에서 IP 주소 충돌이 발생할 위험이 있습니다.

동적 IP 주소 할당을 사용할 때, 네트워크 관리자는 DHCP 서버에 임대 기간 할당 및 관리 방법을 제어할 수 있는 파라미터를 설정해야 합니다. 가장 중요한 결정 중 하나는 네트워크의 IP 주소 임대 기간 정책이며, 이는 관리자가 클라이언트의 IP 주소 임대가 얼마나 지속될지를 결정하는 것입니다. 물론 정답은 없으며, 바람직한 임대 기간은 네트워크, 서버, 클라이언트의 특성에 따라 달라집니다. 임대 기간 선택은 다른 많은 네트워킹 파라미터와 마찬가지로 안정성과 효율성 사이의 균형에 달려 있습니다.

✏ 긴 임대 기간

긴 임대 기간을 사용할 때의 주요 장점은 장치의 IP 주소가 상대적으로 안정적이라는 점입니다. 장치는 IP 주소가 계속 변경되는 것에 대해 걱정할 필요가 없으며, 사용자는 그에 따른 불편을 겪지 않음. 특히 클라이언트가 다른 장치들에 대해 특정 서버 기능을 수행하거나, 수신 연결을 받아야 하는 경우 등에 매우 유리함. 단점으로는 IP 주소가 더 이상 필요하지 않게 된 경우 해당 주소가 재사용되기까지 묶여 있는 시간이 상당히 길어진다는 점입니다. 최악의 경우 할당된 IP 주소의 임대가 해제되어 재사용될 수 있기까지 임대 기간 전체가 소모될 수 있음.

✏ 짧은 임대 기간

많은 관리자가 짧은 임대 기간을 선호. 임대 기간이 짧으면 짧을수록 클라이언트가 자주 임대를 갱신해야 하며, 더 이상 갱신을 요청하지 않으면 주소가 신속하게 풀로 반환됨. 이는 IP 주소 수가 제한적인 환경에서 유리한 선택임. 단점은 클라이언트가 밤새 꺼져 있는 동안 임대가 만료되는 경우가 있을 수 있고 IP 주소가 자주 변경된다는 점입니다.

DHCP 서버가 지원하는 경우 관리자는 특정 클라이언트에 대해 다른 임대 기간을 지정할 수 있습니다. 예를 들어, 특정 서브넷에 고정되어 이동하지 않는 워크스테이션 같은 장치에는 긴 임대 기간을 설정하고, 노트북 등 자주 이동하는 장치를 위한 주소 풀에는 짧은 임대 기간을 설정할 수 있습니다. 임대 기간을 결정할 때, 일반적으로 임대 기간의 절반이 지나면 클라이언트가 임대 갱신을 시도한다는 점도 고려해야 합니다. 이 때문에, 클라이언트가 임대를 갱신하려는 시점과 임대가 만료되는 시점 사이의 간격을 늘리기 위해 더 긴 임대 시간을 사용하는 것이 바람직할 수도 있습니다. 긴 임대 기간은 장치가 IP 주소를 자주 변경하지 않아도 되도록 해주며, 짧은 임대 기간은 더 이상 사용되지 않는 IP 주소를 재할당하는 데 더 효율적입니다. 관리자는 다양한 임대 시간을 선택할 수 있으며, 장치의 용도나 특성에 따라 일부 장치에는 더 긴 임대 기간을, 다른 장치에는 더 짧은 임대 기간을 설정할 수 있습니다.

임대 기간을 지정하는 것 외에도, 일부 클라이언트에 대해 무한 임대 기간을 설정할 수도 있습니다. 이렇게 하면 해당 클라이언트에 대해 동적 할당이 사실상 자동 할당으로 전환됩니다. 하지만 앞서 설명했듯이, 일반적으로 이러한 방식은 사용되지 않습니다. 무한 임대는 절대 만료되지 않기 때문입니다. 이런 경우 해당 IP 주소가 어떤 이유로 사용되지 않게 되더라도 다시 회수할 수 없게 됩니다. 최악의 경우를 예로 들자면, 방문자가 모바일 장치를 회사 네트워크에 잠깐 연결하여 이메일을 확인했다고 하면 그 방문자가 떠난 후에도 그 IP 주소는 영원히 묶여 있는 상태가 됩니다. 이런 이유로 대부분의 네트워크 관리자는 무한 임대 대신 긴 임대 기간을 사용하는 동적 할당 방식을 선호합니다. 예로, 1년 또는 2년 같은 긴 임대 기간을 설정하면 사실상 영구 할당에 가까운 효과를 얻을 수 있으면서도, 장치가 더 이상 사용되지 않게 되었을 때에는 IP 주소를 회수할 수 있는 여지를 남겨두게 됩니다. 완전히 고정된 영구 IP 주소가 필요한 장치에는 관리자의 판단으로 수동 할당을 통해 IP 주소를 부여할 수 있습니다.

지금까지 DHCP로 인한 가장 중요한 변화인 동적 IP 주소 할당과 IP 주소 임대 개념에 대해 알아보았습니다. 다음 편에서도 DHCP에 대해 하나씩 알아보도록 하겠습니다. 📖

Dynamic Host Configuration Protocol



P.S.

C군이 여러분께 전하는 내용 중 전문적 성격이 짙은 것은 엄밀한 언어를 사용하여 설명하기에는 한계가 있습니다. 본 내용은 설명하는 대상에 대한 전체적 맥락의 이해에만 이용하시고, 그 이상은 권위 있는 전문자료를 참고하시기 바랍니다.