# Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)

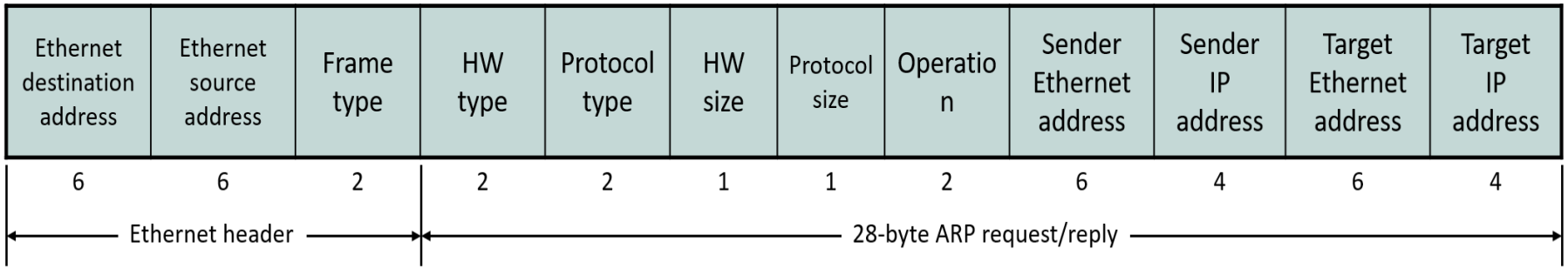
10장

# 10.1 DHCP 프로토콜의 역사

- Reverse ARP (RARP)
  - 1990년대 초 diskless workstation – no stable storage
  - 전원을 끄면 OS image 마저 사라짐
    - ✓ 부팅 – OS image를 부트 서버에서 실어 와야 함
  - 부트 서버와의 네트워킹은?
    - ✓ PROM에 들어 있는 짧은 RARP 코드 구동하여 IP 주소를 받아오고
    - ✓ 그 IP 주소에 있는 부트 서버에서 Trivial FTP (TFTP)로 OS image 받아 부팅
  - IP 주소를 받아 오는 과정
    - ✓ (burnt-in) MAC 주소를 RARP 서버에서 검색하여 IP 주소 공급
  - ARP와 같은 프로토콜 패밀리-- 패킷 포맷 거의 동일
    - ✓ Ethertype: 0x0806 대신 0x8035
    - ✓ 요청 = 3, 응답 = 4

# 10.1 DHCP 프로토콜의 계보

- Reverse ARP (RARP) 메시지 포맷
  - ➢ déjà vu??




  - ➢ 패밀리에는 InARP 라는 프로토콜도 있다
    - ✓ ARP: your IP → your MAC
    - ✓ RARP: my MAC → my IP
    - ✓ InARP: your MAC → your IP

# 10.1 DHCP 프로토콜의 계보

- Bootstrap Protocol (BOOTP)
  - ➢ RARP의 성공 → 원격 부팅 과정을 전반적으로 책임지는 프로토콜
  - ➢ RARP의 한계
    - ✓ IP 주소만을 가져옴 → 별도의 프로토콜 (예: TFTP)이 필요
    - ✓ 링크 (broadcast domain)마다 RARP 서버가 하나씩 있어야 함
      - ❖ ARP처럼 요청이 ff-ff-ff-ff-ff-ff로 broadcast되기 때문 (서버가 어디 있는지 모름)
    - ✓ RARP는 계층화 원칙과 무관한 해킹에 불과
  - ➢ BOOTP의 기능
    - ✓ IP 주소 외의 많은 네트워크 파라미터를 configure할 수 있으며, 부트 이미지도 요청할 수 있음
    - ✓ BOOTP relay → BOOTP 서버는 원격 위치에 1 대만 있어도 무방
    - ✓ 응용 계층 프로토콜로서 계층화 원칙 완벽 준수
  - ➢ DHCP의 직전 단계

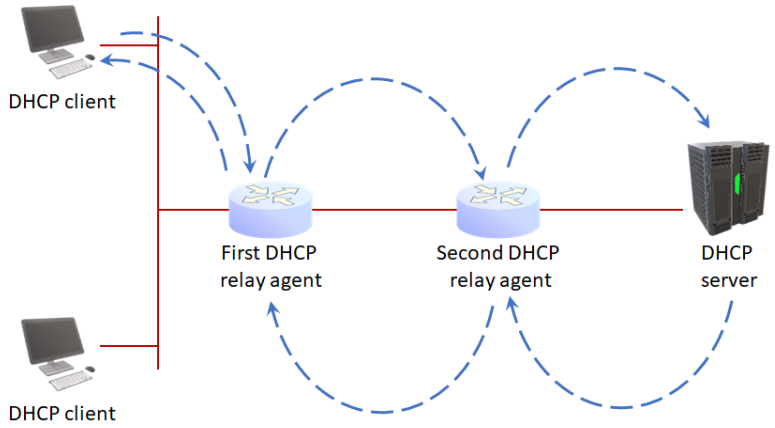
# 10.2 DHCP의 장점

- BOOTP의 장점 + α
  - 200 가지에 가까운 네트워크 파라미터 설정 가능
    - ✓ https://www.iana.org/assignments/bootp-dhcp-parameters/bootp-dhcp-parameters.xhtml
    - ✓ 그 일부 →

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Subnet Mask | 50 | Address Request | 100 | PCode |
| 2 | Time Offset | 51 | Address Time | 101 | TCode |
| 3 | Router | 52 | Overload | 102-107 | REMOVED/Unassigned |
| 4 | Time Server | 53 | DHCP Msg Type | 108 | IPv6-Only Preferred |
| 5 | Name Server | 54 | DHCP Server Id | 109 | OPTION_DHCP4O6_S46_SADDR |
| 6 | Domain Server | 55 | Parameter List | 110 | REMOVED/Unassigned |
| 7 | Log Server | 56 | DHCP Message | 111 | Unassigned |
| 8 | Quotes Server | 57 | DHCP Max Msg Size | 112 | Netinfo Address |
| 9 | LPR Server | 58 | Renewal Time | 113 | Netinfo Tag |
| 10 | Impress Server | 59 | Rebinding Time | 114 | DHCP Captive-Portal |
| 11 | RLP Server | 60 | Class Id | 115 | REMOVED/Unassigned |
| 12 | Hostname | 61 | Client Id | 116 | Auto-Config |
| 13 | Boot File Size | 62 | NetWare/IP Domain | 117 | Name Service Search |
| 14 | Merit Dump File | 63 | NetWare/IP Option | 118 | Subnet Selection Option |
| 15 | Domain Name | 64 | NIS-Domain-Name | 119 | Domain Search |
| 16 | Swap Server | 65 | NIS-Server-Addr | 120 | SIP Servers DHCP Option |
| 17 | Root Path | 66 | Server-Name | 121 | Classless Static Route Option |
| 18 | Extension File | 67 | Bootfile-Name | 122 | CCC |
| 19 | Forward On/Off | 68 | Home-Agent-Addrs | 123 | GeoConf Option |
| 20 | SrcRte On/Off | 69 | SMTP-Server | 124 | V-I Vendor Class |
| 21 | Policy Filter | 70 | POP3-Server | 125 | V-I Vendor-Specific Information |
| 22 | Max DG Assembl | 71 | NNTP-Server | 126 | Removed/Unassigned |
| 23 | Default IP TTL | 72 | WWW-Server | 127 | Removed/Unassigned |
| 24 | MTU Timeout | 73 | Finger-Server | 128 | PXE - undefined (vendor specific) |
| 25 | MTU Plateau | 74 | IRC-Server | 128 | Etherboot signature. 6 bytes: E4:45:74:68:00:00 |
| 26 | MTU Interface | 75 | StreetTalk-Server | 128 | DOCSIS "full security" server IP address |
| 27 | MTU Subnet | 76 | STDA-Server | 128 | TFTP Server IP address (for IP Phone software load) |
| 28 | Broadcast Addres | 77 | User-Class | 129 | PXE - undefined (vendor specific) |
| 29 | Mask Discovery | 78 | Directory Agent | 129 | Kernel options. Variable length string |
| 30 | Mask Supplier | 79 | Service Scope | 129 | Call Server IP address |
| 31 | Router Discovery | 80 | Rapid Commit | 130 | PXE - undefined (vendor specific) |
| 32 | Router Request | 81 | Client FQDN | 130 | Ethernet interface. Variable length string. |
| 33 | Static Route | 82 | Relay Agent Information | 130 | Discrimination string (to identify vendor) |
| 34 | Trailers | 83 | iSNS | 131 | PXE - undefined (vendor specific) |
| 35 | ARP Timeout | 84 | REMOVED/Unassigned | 131 | Remote statistics server IP address |
| 36 | Ethernet | 85 | NDS Servers | 132 | PXE - undefined (vendor specific) |
| 37 | Default TCP TTL | 86 | NDS Tree Name | 132 | IEEE 802.1Q VLAN ID |
| 38 | Keepalive Time | 87 | NDS Context | 133 | PXE - undefined (vendor specific) |
| 39 | Keepalive Data | 88 | BCMCS Controller Doma | 133 | IEEE 802.1D/p Layer 2 Priority |
| 40 | NIS Domain | 89 | BCMCS Controller IPv4 a | 134 | PXE - undefined (vendor specific) |
| 41 | NIS Servers | 90 | Authentication | 134 | Diffserv Code Point (DSCP) for VoIP signalling and media streams |
| 42 | NTP Servers | 91 | client-last-transaction-tim | 135 | PXE - undefined (vendor specific) |
| 43 | Vendor Specific | 92 | associated-ip option | 135 | HTTP Proxy for phone-specific applications |
| 44 | NETBIOS Name S | 93 | Client System | 136 | OPTION_PANA_AGENT |
| 45 | NETBIOS Dist Sr | 94 | Client NDI | 137 | OPTION_V4_LOST |
| 46 | NETBIOS Node T | 95 | LDAP | 138 | OPTION_CAPWAP_AC_V4 |
| 47 | NETBIOS Scope | 96 | REMOVED/Unassigned | 139 | OPTION-IPv4_Address-MoS |
| 48 | X Window Font | 97 | UUID/GUID | 140 | OPTION-IPv4_FQDN-MoS |
| 49 | X Window Manag | 98 | User-Auth | 141 | SIP UA Configuration Service Domains |
| | | 99 | GEOCONF_CIVIC | 142 | OPTION-IPv4_Address-ANDSF |

# 10.2 DHCP의 장점

- BOOTP의 장점 + α
  - ➢ DHCP relay (BOOTP relay)
    - ✓ 라우터에 relay 기능 구현

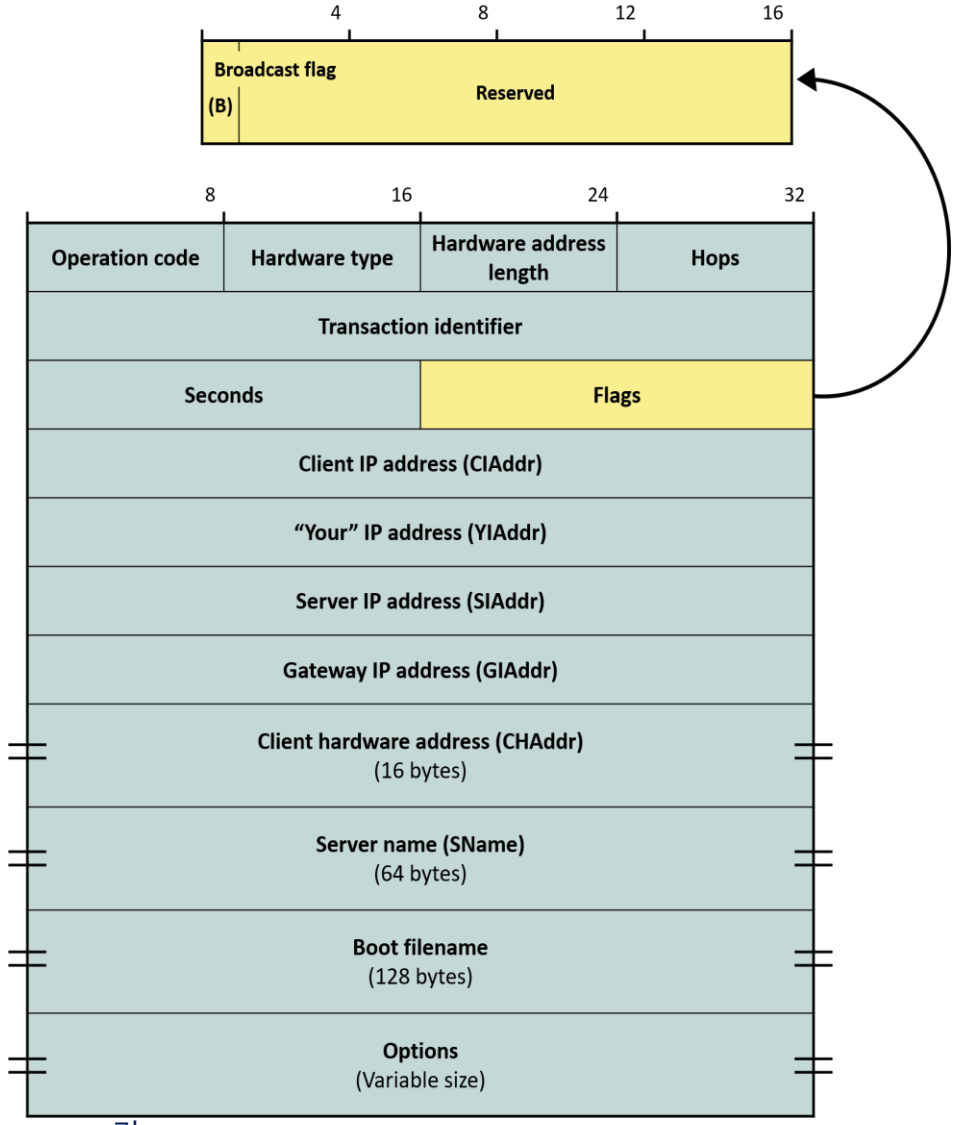



  - ➢ 정상적인 계층화
    - ✓ UDP를 트랜스포트로 사용하는 응용 계층 프로토콜
      - ❖ 서버 포트 = 67
      - ❖ 클라이언트 포트 = 68

# 10.2 DHCP의 장점

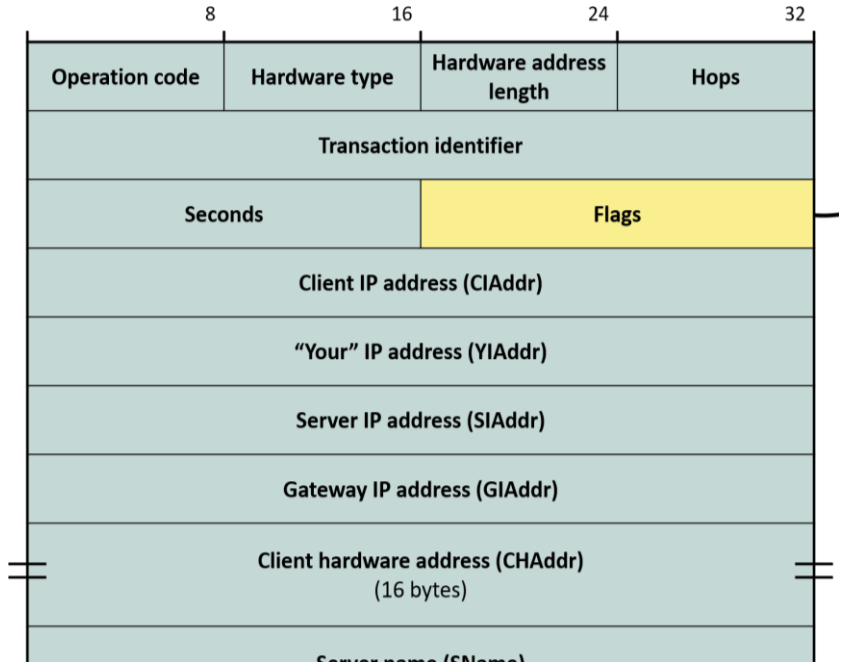
- BOOTP의 장점 + α
  - α = “LEASE”
  - LEASE: IP 주소의 자동 할당 및 회수 메커니즘
    - ✓ MAC-IP 매핑을 관리자가 수동으로 관리해야 하는 BOOTP에서 진일보

# 10.3 DHCP 메시지 형식



# 10.3 DHCP 메시지 형식

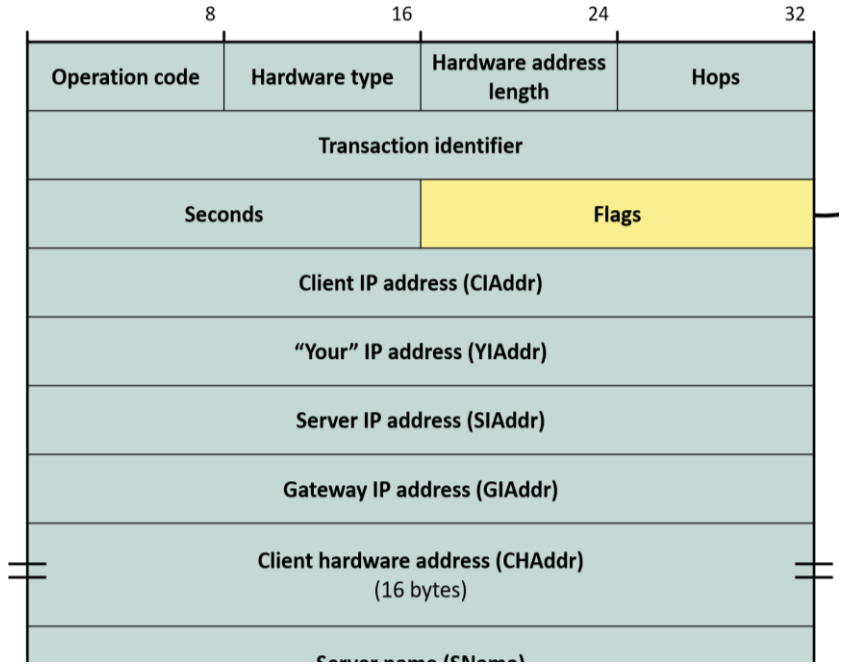
- OP: 1 (request), 2 (reply) → ARP와 같음
- HW는 ARP에서와 같이 MAC을 뜻함
  - ➢ Type: 데이터링크 타입
    - ✓ 예: Ethernet = 1
  - ➢ Length: MAC 주소 길이
    - ✓ 예: Ethernet = 6 (바이트)
- "프로토콜"은 따로 없음
  - ➢ 당연히 IPv4를 가정
  - ➢ Hops: 거친 relay의 개수
    - ✓ 16초과시 DHCP 패킷 drop
      - ❖ Loop에 빠졌을 가능성



# 10.3 DHCP 메시지 형식

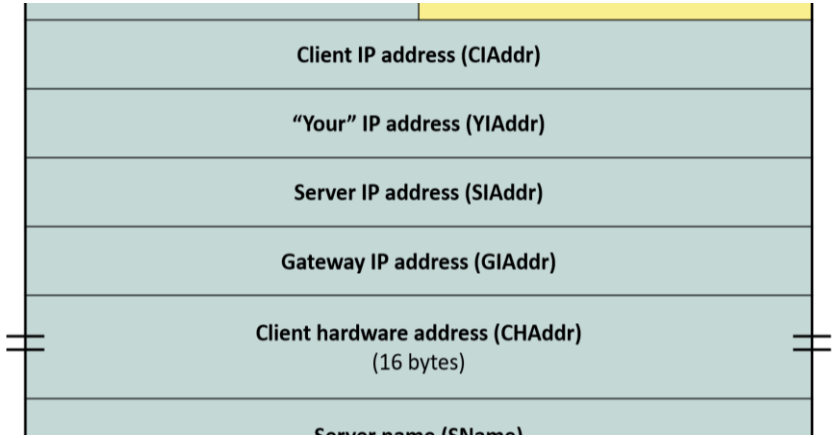
- Transaction identifier
  - ➢ UDP를 트랜스포트로 사용하는 응용 프로토콜의 공통 특성
    - ✓ 요청-응답을 match하기 위해 echo되는 값
- Seconds
  - ➢ 최초 요청 후 흐른 시간
    - ✓ 서버에서 더 시급히 응답해야 할 요청

    선정 기준으로 사용할 수 있음
- Flags는 “B”(broadcast) 플래그 뿐
  - ➢ 응답을 broadcast로 보내 달라
    - ✓ 구현의 문제



# 10.3 DHCP 메시지 형식

- Client IP address
  - IP 요청시에는 0, IP 주소를 할당 받은 후에는 할당 받은 그 주소
- Your IP address
  - 서버가 DHCP 클라이언트에게 할당하는 IP 주소
- Server IP address
  - DHCP 서버 이후에 찾아가야 할 서버
    - ✓ 없으면 0.0.0.0
- Gateway IP address
  - Relay의 IP 주소
    - ✓ 서버가 이 relay에 응답
    - ✓ Relay는 client에 전달
- Client HW address
  - RARP에서 처럼 DHCP 서버에서 key로 씀



# 10.3 DHCP 메시지 형식

- Server name과 boot file name은 잘 사용 않음
  - ➢ 요즘은 원격 부팅을 하지 않음
    - ✓ 모두 0

- Options 필드 매우 중요
  - ➢ 최대 200 개의 설정 가능한 네트워크 파라미터가 여기 실림
    1. IP 네트워킹을 위한 호스트 파라미터
    2. IP 네트워킹을 위한 인터페이스 파라미터
    3. 링크 계층 파라미터
    4. TCP 파라미터
    5. 응용 및 서비스 관련 파라미터
    6. DHCP 작동 자체를 위한 파라미터

# 10.3 DHCP 메시지 형식

- DHCP 메시지 예

```
> Internet Protocol Version 4, Src: 172.30.1.254, Dst: 172.30.1.44
> User Datagram Protocol, Src Port: 67, Dst Port: 68
v Dynamic Host Configuration Protocol (Offer)
    Message type: Boot Reply (2)
    Hardware type: Ethernet (0x01)
    Hardware address length: 6
    Hops: 0
    Transaction ID: 0xb52cb21f
    Seconds elapsed: 0
  > Bootp flags: 0x0000 (Unicast)
    Client IP address: 0.0.0.0
    Your (client) IP address: 172.30.1.44
    Next server IP address: 0.0.0.0
    Relay agent IP address: 0.0.0.0
    Client MAC address: IntelCor_63:96:e2 (78:0c:b8:63:96:e2)
    Client hardware address padding: 00000000000000000000
    Server host name not given
    Boot file name not given
    Magic cookie: DHCP
  > Option: (53) DHCP Message Type (Offer)
  > Option: (54) DHCP Server Identifier (172.30.1.254)
  > Option: (51) IP Address Lease Time
  > Option: (1) Subnet Mask (255.255.255.0)
  > Option: (3) Router
  > Option: (6) Domain Name Server
  > Option: (255) End
    Padding: 0000000000000000000000000000000000000000000000…
```

# 10.4 DHCP 작동을 위한 옵션

- 53번은 사실상 “옵션”이 아님

| Option | Name | Mandatory |
|---|---|---|
| 50 | Requested IP Address | N |
| 51 | IP Address Lease Time | N |
| 53 | DHCP Message Type | Y |
| 54 | DHCP Server Identification | N |
| 55 | Parameter Request List | N |
| 58 | DHCP Renewal (T1) Time | N |
| 59 | DHCP Rebinding (T2) Time | N |
| 61 | Client Identifier | N |

# 10.4 DHCP 작동을 위한 옵션

- 요청에 있는 옵션들의 예
  - ➢ Client identifier 옵션은 client HW address와 같을 수도 있고 (통상)
    - ✓ DNS 주소를 써 넣을 수도 있다
  - ➢ DHCP 서버에서의 검색 키

```
Option: (53) DHCP Message Type (Discover)
   Length: 1
   DHCP: Discover (1)
Option: (61) Client identifier
   Length: 7
   Hardware type: Ethernet (0x01)
   Client MAC address: IntelCor_63:96:e2 (78:0c:b8:63:96:e2)
Option: (50) Requested IP Address (172.30.1.44)
   Length: 4
   Requested IP Address: 172.30.1.44
Option: (12) Host Name
   Length: 4
   Host Name: User
Option: (60) Vendor class identifier
   Length: 8
   Vendor class identifier: MSFT 5.0
Option: (55) Parameter Request List
Option: (255) End
   Option End: 255
Padding: 000000000000000000
```

# 10.4 DHCP 작동을 위한 옵션

- 응답에 있는 옵션들의 예
  - ➢ Server Identifier는 DHCP 서버 주소
    - ✓ 고정 헤더의 Server IP address는 DHCP 서버가 아니다!
      - ❖ → 다음에 찾아가야 할 서버
    - ✓ 다음에는 DHCP 서버에게 직접 요청할 수 있다
  - ➢ Lease: IP 주소의 임대 기간

```
> Option: (53) DHCP Message Type (ACK)
> Option: (54) DHCP Server Identifier (172.30.1.254)
v Option: (51) IP Address Lease Time
    Length: 4
    IP Address Lease Time: (3600s) 1 hour
> Option: (1) Subnet Mask (255.255.255.0)
v Option: (3) Router
    Length: 4
    Router: 172.30.1.254
v Option: (6) Domain Name Server
    Length: 8
    Domain Name Server: 168.126.63.1
    Domain Name Server: 168.126.63.2
> Option: (255) End
  Padding: 00000000000000000000000000000000000000000000
```

# 10.4 DHCP 작동을 위한 옵션

- Server Identifier의 활용 예 1

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.000000 | 172.30.1.44 | 172.30.1.254 | DHCP | DHCP Release - Transaction ID 0x737a3176 |
| 2 | 6.221657 | 0.0.0.0 | 255.255.255.255 | DHCP | DHCP Discover - Transaction ID 0x728f95f8 |
| 3 | 6.268726 | 172.30.1.254 | 172.30.1.44 | DHCP | DHCP Offer - Transaction ID 0x728f95f8 |
| 4 | 6.271383 | 0.0.0.0 | 255.255.255.255 | DHCP | DHCP Request - Transaction ID 0x728f95f8 |
| 5 | 6.367633 | 172.30.1.254 | 172.30.1.44 | DHCP | DHCP ACK - Transaction ID 0x728f95f8 |
| 6 | 6.418482 | IntelCor_63:96:e2 | Broadcast | ARP | Who has 172.30.1.44? (ARP Probe) |
| 7 | 7.418981 | IntelCor_63:96:e2 | Broadcast | ARP | Who has 172.30.1.44? (ARP Probe) |
| 8 | 8.418338 | IntelCor_63:96:e2 | Broadcast | ARP | Who has 172.30.1.44? (ARP Probe) |
| 9 | 9.418788 | IntelCor_63:96:e2 | Broadcast | ARP | ARP Announcement for 172.30.1.44 |
| 10 | 14.508145 | 172.30.1.44 | 172.30.1.254 | DHCP | DHCP Request - Transaction ID 0x7ffbe72c |
| 11 | 14.554954 | 172.30.1.254 | 172.30.1.44 | DHCP | DHCP ACK - Transaction ID 0x7ffbe72c |

- 활용 예 2
  - ➢ 클라이언트가 여러 DHCP 서버 중 하나를 선택할 때
    - ✓ DHCP ACK 참고

- IP 주소를 할당받은 클라이언트는 DAD를 시행한다

# 10.4 DHCP 작동을 위한 옵션

- 옵션 55: 파라미터 요구 리스트
  - 클라이언트가 얻고 싶은 파라미터들
  - 서버가 모두에 대해 응할 필요는 없다

```
Option: (55) Parameter Request List
    Length: 14
    Parameter Request List Item: (1) Subnet Mask
    Parameter Request List Item: (3) Router
    Parameter Request List Item: (6) Domain Name Server
    Parameter Request List Item: (15) Domain Name
    Parameter Request List Item: (31) Perform Router Discover
    Parameter Request List Item: (33) Static Route
    Parameter Request List Item: (43) Vendor-Specific Information
    Parameter Request List Item: (44) NetBIOS over TCP/IP Name Server
    Parameter Request List Item: (46) NetBIOS over TCP/IP Node Type
    Parameter Request List Item: (47) NetBIOS over TCP/IP Scope
    Parameter Request List Item: (119) Domain Search
    Parameter Request List Item: (121) Classless Static Route
    Parameter Request List Item: (249) Private/Classless Static Route (Microsoft)
    Parameter Request List Item: (252) Private/Proxy autodiscovery
```

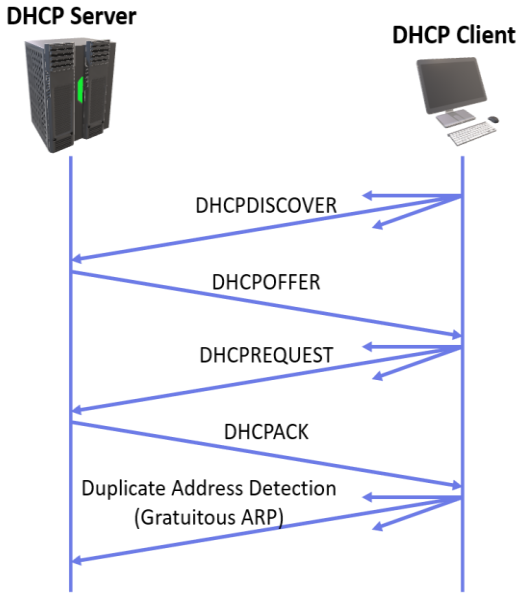
# 10.4 DHCP 작동을 위한 옵션

- 옵션 53: DHCP 메시지 타입

| | | |
|---|---|---|
| 1 | DHCPDISCOVER | [RFC2132] |
| 2 | DHCPOFFER | [RFC2132] |
| 3 | DHCPREQUEST | [RFC2132] |
| 4 | DHCPDECLINE | [RFC2132] |
| 5 | DHCPACK | [RFC2132] |
| 6 | DHCPNAK | [RFC2132] |
| 7 | DHCPRELEASE | [RFC2132] |
| 8 | DHCPINFORM | [RFC2132] |
| 9 | DHCPFORCERENEW | [RFC3203] |
| 10 | DHCPLEASEQUERY | [RFC4388] |
| 11 | DHCPLEASEUNASSIGNED | [RFC4388] |
| 12 | DHCPLEASEUNKNOWN | [RFC4388] |
| 13 | DHCPLEASEACTIVE | [RFC4388] |
| 14 | DHCPBULKLEASEQUERY | [RFC6926] |
| 15 | DHCPLEASEQUERYDONE | [RFC6926] |
| 16 | DHCPACTIVELEASEQUERY | [RFC7724] |
| 17 | DHCPLEASEQUERYSTATUS | [RFC7724] |
| 18 | DHCPTLS | [RFC7724] |

# 10.5 DHCP 프로토콜 작동

1. Discover: 서버를 찾는다
   - ➢ IP 주소를 모르므로 limited broadcast
   - ➢ 원하는 파라미터 값을 제시할 수 있다
2. Offer: 서버가 파라미터들을 제시한다
   - ➢ 다수의 서버가 있을 수도 있다
3. Request: 클라이언트가 서버를 지목
   - ➢ 동시에 파라미터 값에 대한 counter-offer 가능
   - ➢ 거절되는 서버도 알 수 있도록 broadcast한다
4. Ack: 서버가 조건을 수락한다
5. 클라이언트는 DAD를 수행한다



# 10.5 DHCP 프로토콜 작동

- DHCP Discover의 예

```
  189   14.462671  192.168.0.16   192.168.0.1   342 DHCP Release  - Transaction ID 0xd4ce5019
  382   19.919630       0.0.0.0 255.255.255.…  342 DHCP Discover - Transaction ID 0xd452d4de
  383   19.938264   192.168.0.1  192.168.0.16   590 DHCP Offer    - Transaction ID 0xd452d4de
  384   19.941113       0.0.0.0 255.255.255.…  348 DHCP Request  - Transaction ID 0xd452d4de
  385   19.956007   192.168.0.1  192.168.0.16   590 DHCP ACK      - Transaction ID 0xd452d4de
```

```
> Frame 382: 342 bytes on wire (2736 bits), 342 bytes captured (2736 bits) on interface \Device
> Ethernet II, Src: IntelCor_63:96:e2 (78:0c:b8:63:96:e2), Dst: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
> Internet Protocol Version 4, Src: 0.0.0.0, Dst: 255.255.255.255
> User Datagram Protocol, Src Port: 68, Dst Port: 67
v Dynamic Host Configuration Protocol (Discover)
    Message type: Boot Request (1)
    Hardware type: Ethernet (0x01)
    Hardware address length: 6
    Hops: 0
    Transaction ID: 0xd452d4de
    Seconds elapsed: 0
  > Bootp flags: 0x0000 (Unicast)
    Client IP address: 0.0.0.0
    Your (client) IP address: 0.0.0.0
    Next server IP address: 0.0.0.0
    Relay agent IP address: 0.0.0.0
    Client MAC address: IntelCor_63:96:e2 (78:0c:b8:63:96:e2)
    Client hardware address padding: 00000000000000000000
    Server host name not given
    Boot file name not given
    Magic cookie: DHCP
  > Option: (53) DHCP Message Type (Discover)
  > Option: (61) Client identifier
  > Option: (50) Requested IP Address (192.168.0.16)
  > Option: (12) Host Name
  > Option: (60) Vendor class identifier
  > Option: (55) Parameter Request List
  > Option: (255) End
```

# 10.5 DHCP 프로토콜 작동

- 양자가 대등한 negotiation을 수행
  - ➢ DHCP Request를 수용할 수 없을 때 서버는 DHCP Nack
  - ➢ DAD에서 실패할 때 클라이언트는 DHCP Decline
    - ✓ 전에 DHCP Offer를 했던 다른 서버에게 DHCP Request 가능
- 서버도 다른 서버가 lease한 주소를 임대하지 않기 위해
  - ➢ Offer할 주소에 먼저 ping을 해 본다
- 쓰던 IP 주소 반환을 위한 DHCP Release
  - ➢ Ipconfig/release로 시도해 볼 것
    - ✓ Ipconfig/renew로 인터넷 연결 복구 가능: Discover-Offer-Request-Ack 구동
- IP 주소 획득 이후 기타 파라미터 설정을 위한 DHCP Inform

# 10.6 IP 주소 임대

- Linux 설정 예

```
default-lease-time 600;
max-lease-time 7200;
option subnet-mask 255.255.255.0;
option broadcast-address 192.168.1.255;
option routers 192.168.1.254;
option domain-name-servers 192.168.1.1, 192.168.1.2;
option domain-name "example.com";

subnet 192.168.1.0 netmask 255.255.255.0 {
   range 192.168.1.10 192.168.1.100;
}
```

- DHCP에 의한 IP 주소 임대는 사설 주소와 상관 없다!!
  - ➢ 주소 종류에 관계 없이 관리해 준다

- 나는 DHCP가 준 주소를 사용하고 있는가?

# 10.6 IP 주소 임대

- 아마도?




```
무선 LAN 어댑터 Wi-Fi:

   연결별 DNS 접미사. . . . :
   설명. . . . . . . . . . . : Intel(R) Dual Band Wireless-AC 3160
   물리적 주소 . . . . . . . : 78-0C-B8-63-96-E2
   DHCP 사용 . . . . . . . . : 예
   자동 구성 사용. . . . . . : 예
   링크-로컬 IPv6 주소 . . . . : fe80::c1d5:bdd9:f194:d3d3%19(기본 설정)
   IPv4 주소 . . . . . . . . : 192.168.0.16(기본 설정)
   서브넷 마스크 . . . . . . : 255.255.255.0
   임대 시작 날짜. . . . . . : 2021년 4월 28일 수요일 오후 8:41:21
   임대 만료 날짜. . . . . . : 2021년 4월 29일 목요일 오전 12:45:53
   기본 게이트웨이 . . . . . : 192.168.0.1
   DHCP 서버 . . . . . . . . : 192.168.0.1
   DHCPv6 IAID . . . . . . . : 58199224
   DHCPv6 클라이언트 DUID. . . : 00-01-00-01-1C-ED-A1-A1-00-E0-91-00-00-01
   DNS 서버. . . . . . . . . : 168.126.63.1
                               168.126.63.2
   Tcpip를 통한 NetBIOS. . . . : 사용
```

# 10.6 IP 주소 임대

- 임대 기간 50% 경과 시 자동으로 임대 연장 시도
  - 실패시 87.5%에 다시 한 번 시도

```
  264 110.652169   0.0.0.0       255.255.255… DHCP DHCP Discover - Transaction ID 0xbc130ea3
  265 110.686457   172.30.1.254  172.30.1.44  DHCP DHCP Offer    - Transaction ID 0xbc130ea3
  266 110.689079   0.0.0.0       255.255.255… DHCP DHCP Request  - Transaction ID 0xbc130ea3
  267 110.754025   172.30.1.254  172.30.1.44  DHCP DHCP ACK      - Transaction ID 0xbc130ea3
10625 1911.226969  172.30.1.44   172.30.1.254 DHCP DHCP Request  - Transaction ID 0x3f05b77
10626 1911.263996  172.30.1.254  172.30.1.44  DHCP DHCP ACK      - Transaction ID 0x3f05b77
20158 3711.536381  172.30.1.44   172.30.1.254 DHCP DHCP Request  - Transaction ID 0x83258983
20159 3711.564872  172.30.1.254  172.30.1.44  DHCP DHCP ACK      - Transaction ID 0x83258983
30400 5510.844119  172.30.1.44   172.30.1.254 DHCP DHCP Request  - Transaction ID 0x23935340
30401 5510.881070  172.30.1.254  172.30.1.44  DHCP DHCP ACK      - Transaction ID 0x23935340
43416 7311.242526  172.30.1.44   172.30.1.254 DHCP DHCP Request  - Transaction ID 0xe72365a4
43417 7311.280927  172.30.1.254  172.30.1.44  DHCP DHCP ACK      - Transaction ID 0xe72365a4
```

# 10.7 자동 구성

- 고유 명사: autoconfiguration
  - ➢ DHCP를 쓰지 못할 때의 궁여지책
  - ➢ 인터넷 연결 불가, 동일 link에서만 인터넷 사용
  - ➢ Windows에서 APIPA(Automatic Private IP Addressing)로 부름
    - ✓ 169.254.0.0/16에서 무작위 선정하여 인터페이스 할당
    - ✓ DAD 필수

```
무선 LAN 어댑터 Wi-Fi:

   연결별 DNS 접미사. . . . :
   설명. . . . . . . . . . . : Intel(R) Dual Band Wireless-AC 3160
   물리적 주소 . . . . . . . : 78-0C-B8-63-96-E2
   DHCP 사용 . . . . . . . . : 예
   자동 구성 사용. . . . . . : 예
   링크-로컬 IPv6 주소 . . . . : fe80::c1d5:bdd9:f194:d3d3%19(기본 설정)
   자동 구성 IPv4 주소 . . . . : 169.254.211.211(기본 설정)
   서브넷 마스크 . . . . . . . : 255.255.0.0
   기본 게이트웨이 . . . . . . :
   DHCPv6 IAID . . . . . . . . : 58199224
   DHCPv6 클라이언트 DUID. . . : 00-01-00-01-1C-ED-A1-A1-00-E0-91-00-00-01
   DNS 서버. . . . . . . . . . : fec0:0:0:ffff::1%1
                                 fec0:0:0:ffff::2%1
                                 fec0:0:0:ffff::3%1
   Tcpip를 통한 NetBIOS. . . . : 사용
```