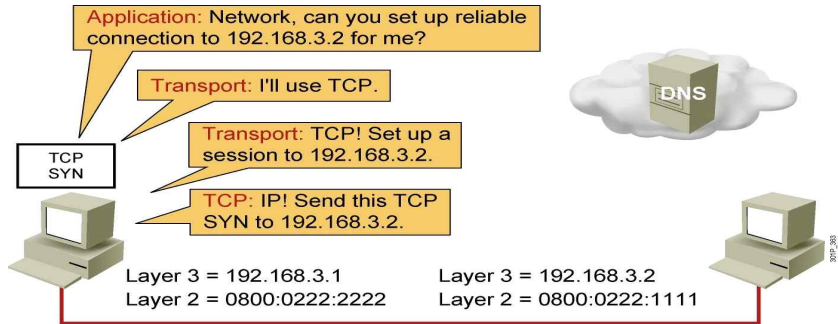


1. **TCP** 기반의 데이터 전송과정 (Host-to-Host Packet Delivery)

2. **UDP** 기반의 데이터 전송 과정 (Network to network Delivery)

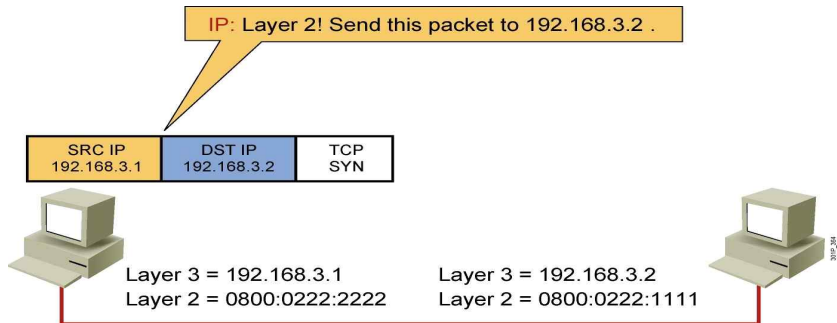
1. TCP 기반의 데이터 전송과정

Host-to-Host Packet Delivery (1 of 22)



내부망에서 애플리케이션 데이터가 생성되고 TCP 헤더를 붙여 신뢰성 있는 세그먼트를 준비 (캡슐화 시작).

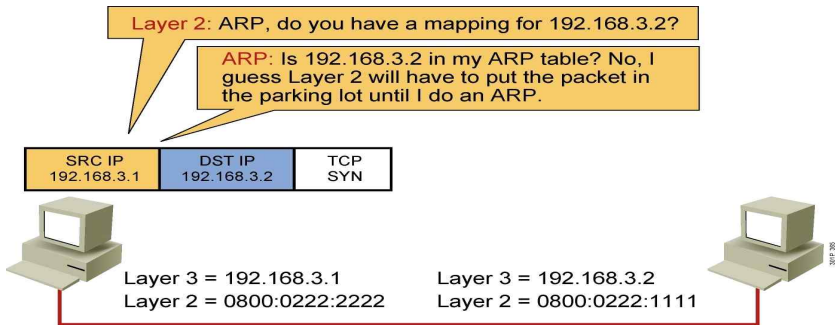
Host-to-Host Packet Delivery (2 of 22)



출발지 호스트가 **TCP SYN** 패킷을 목적지 **IP(192.168.3.2)**로 보내기 위해 **IP** 계층에서 데이터 링크 계층으로 전송 지시를 내리는 단계.

TCP 세그먼트에 **IP** 헤더를 추가하여 내부·외부망 라우팅 준비, 네트워크 계층 캡슐화.

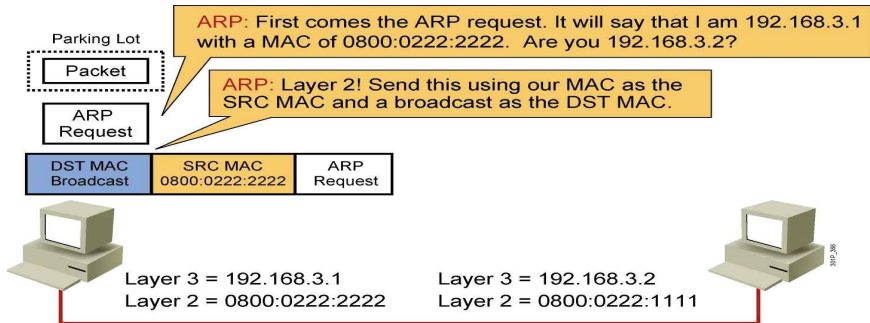
Host-to-Host Packet Delivery (3 of 22)



출발지 호스트가 목적지 IP(192.168.3.2)의 MAC 주소를 ARP 테이블에서 찾지 못해, ARP 요청을 수행하기 전까지 패킷을 보류(주차)하는 단계.

IP 패킷에 이더넷 헤더가 추가되어 MAC 기반 전달 준비, ARP 캐시를 확인해 MAC 주소 획득.

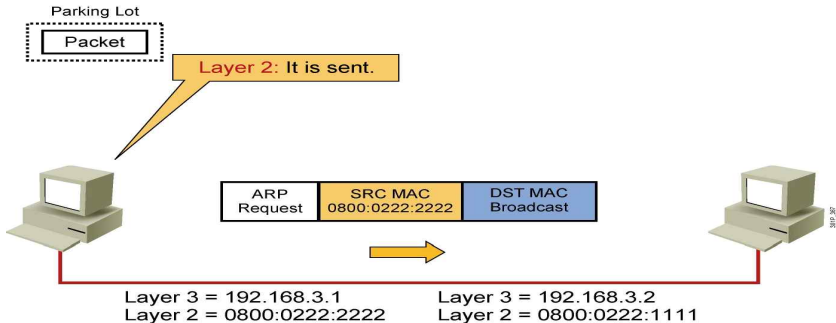
Host-to-Host Packet Delivery (4 of 22)



출발지 호스트가 자신의 **MAC**과 **IP** 정보를 포함한 **ARP** 요청을 브로드캐스트 방식으로 네트워크에 전송하여 목적지 호스트의 **MAC** 주소를 찾는 단계.

ARP 캐시 업데이트 또는 **ARP** 요청 수행 후 **MAC** 결정, 데이터 링크 계층 캡슐화 완료 및 전송 준비.

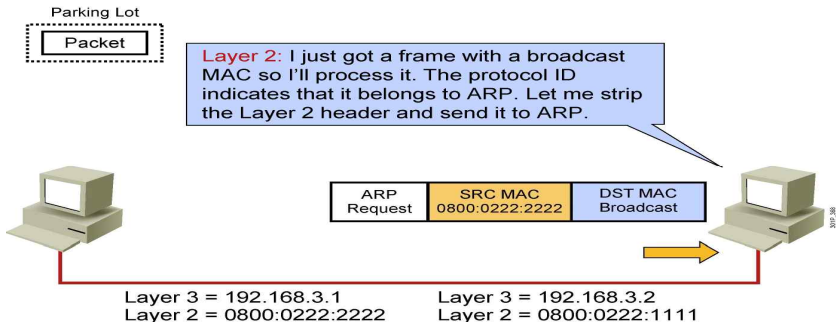
Host-to-Host Packet Delivery (5 of 22)



출발지 호스트가 브로드캐스트 방식의 **ARP** 요청을 네트워크로 실제 전송하여
목적지 호스트의 **MAC** 주소를 알아내려는 단계.

완성된 프레임이 내부망 물리 계층을 통해 전송되어 스위치 등 첫 홉 장비로 향함
(Media translation 시작).

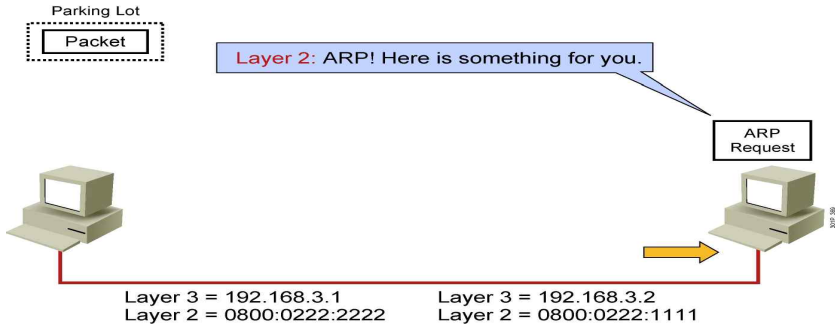
Host-to-Host Packet Delivery (6 of 22)



목적지 호스트가 브로드캐스트된 **ARP** 요청 프레임을 수신하고, **L2** 헤더를 제거한 뒤 **ARP** 모듈에 전달하여 자신의 **IP**와 비교하는 단계.

프레임이 라우터에 도착 후 이더넷 헤더 제거, **IP** 헤더 기반으로 목적지 네트워크 판별.

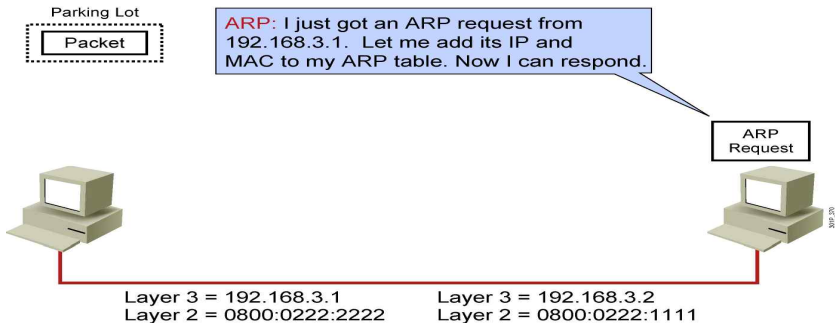
Host-to-Host Packet Delivery (7 of 22)



목적지 호스트가 수신한 **ARP** 요청 프레임을 **ARP** 모듈에 전달하며, 자신의 **IP**와 비교해 응답 준비를 시작하는 단계.

라우터가 라우팅 테이블을 조회하여 다음 홉과 출력 인터페이스를 결정, 새로운 **MAC** 필요 시 **ARP** 사용.

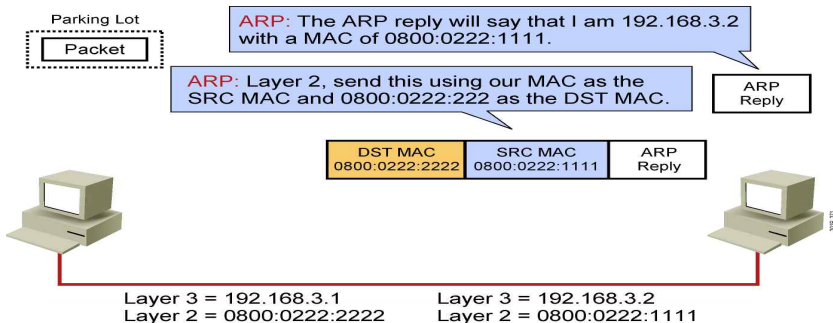
Host-to-Host Packet Delivery (8 of 22)



목적지 호스트가 **ARP** 요청을 수신하고, 출발지 **IP**와 **MAC** 정보를 **ARP** 테이블에 등록한 뒤 응답(**ARP Reply**)을 준비하는 단계.

라우터가 새로운 이더넷 헤더를 붙여 재작성된 프레임을 외부망 또는 목적지 네트워크로 포워딩 준비.

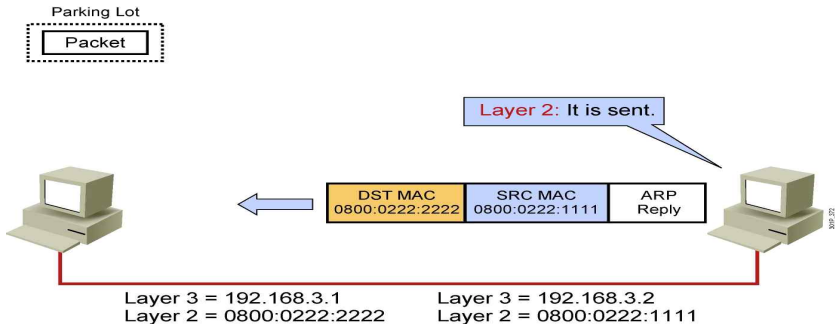
Host-to-Host Packet Delivery (9 of 22)



목적지 호스트가 출발지 호스트에게 자신의 IP(192.168.3.2)와 MAC(0800:0222:1111)을 포함한 ARP Reply를 작성해 전송 준비를 완료하는 단계.

재작성된 프레임이 외부망 구간으로 전송, 내부망과 외부망 트래픽 경로가 분리되며 Media translation 수행.

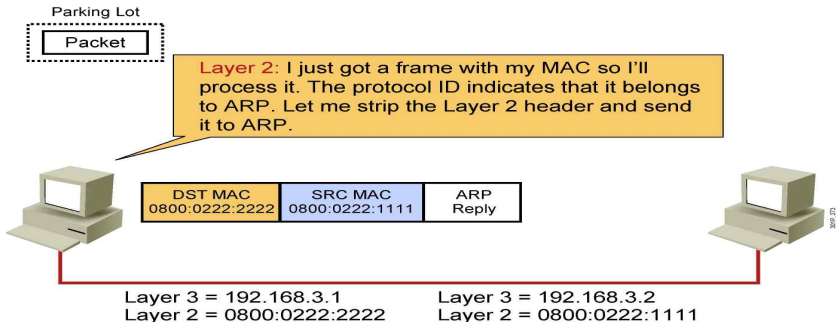
Host-to-Host Packet Delivery (10 of 22)



목적지 호스트가 작성한 **ARP Reply**를 출발지 호스트의 **MAC** 주소를 목적지로 설정해 네트워크에 전송하는 단계.

프레임이 목적지 네트워크 내 스위치 등을 통해 목적지 호스트로 전달되며 **MAC** 기반 포워딩.

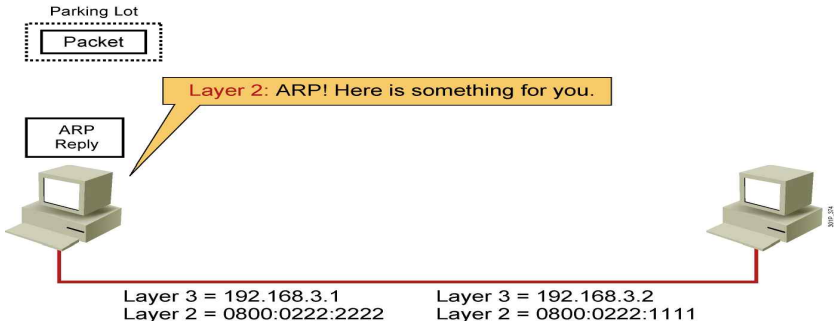
Host-to-Host Packet Delivery (11 of 22)



출발지 호스트가 자신의 **MAC** 주소를 포함한 **ARP Reply**를 수신하고, L2 헤더를 제거해 **ARP** 모듈로 전달하여 응답 내용을 처리하는 단계.

목적지 호스트 **NIC**가 프레임을 수신, 이더넷 헤더를 확인 후 자신에게 해당되는지 판별.

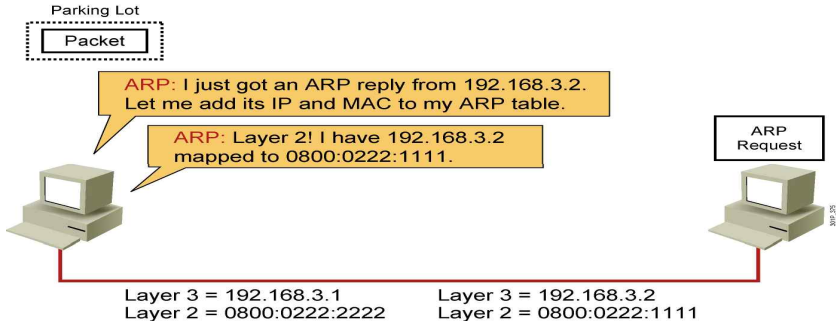
Host-to-Host Packet Delivery (12 of 22)



출발지 호스트의 데이터 링크 계층이 ARP Reply를 ARP 모듈로 전달하며, ARP 테이블 갱신을 위한 처리를 시작하는 단계.

프레임의 이더넷 헤더 제거 후 IP 헤더를 검증, 내부 처리 시작 (역캡슐화 진행).

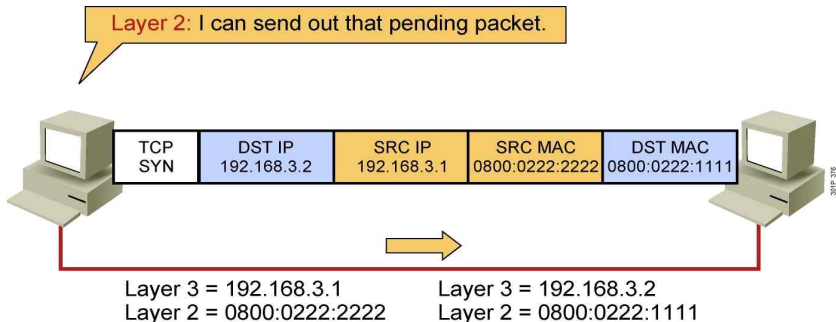
Host-to-Host Packet Delivery (13 of 22)



출발지 호스트가 ARP Reply를 수신 후 ARP 테이블에 목적지 IP와 MAC 주소를 등록하고, 전송 대기 중이던 패킷을 보낼 준비를 완료하는 단계.

IP 헤더 제거 후 TCP 세그먼트 추출, 목적지 호스트 내 전송 계층으로 전달.

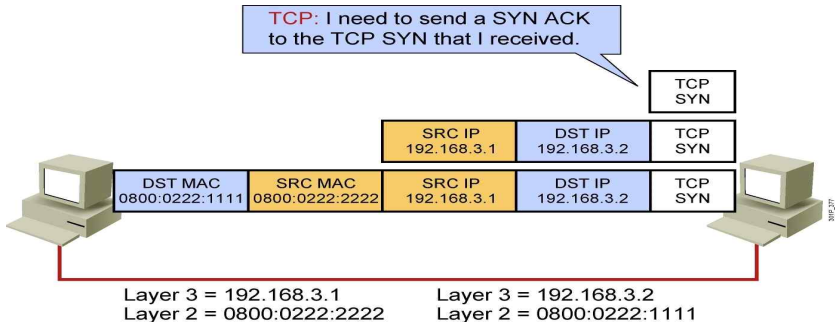
Host-to-Host Packet Delivery (14 of 22)



출발지 호스트가 ARP 테이블 정보를 이용해 최종 MAC 주소를 포함한 이더넷 프레임을 작성하고, 대기 중이던 TCP SYN 패킷을 목적지 호스트로 전송하는 단계.

TCP 헤더 제거 후 애플리케이션 데이터 추출, 최종적으로 데이터 상위 계층 전달.

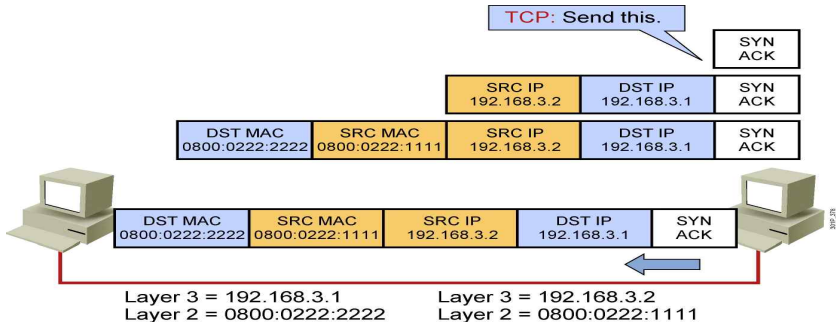
Host-to-Host Packet Delivery (15 of 22)



목적지 호스트가 수신한 TCP SYN 패킷에 응답하기 위해 SYN-ACK 패킷을 작성하고, 출발지 호스트로 전송할 준비를 시작하는 단계.

수신 호스트 애플리케이션이 처리 후 응답 데이터 생성, 내부망 트래픽 흐름에 따라 전송 준비.

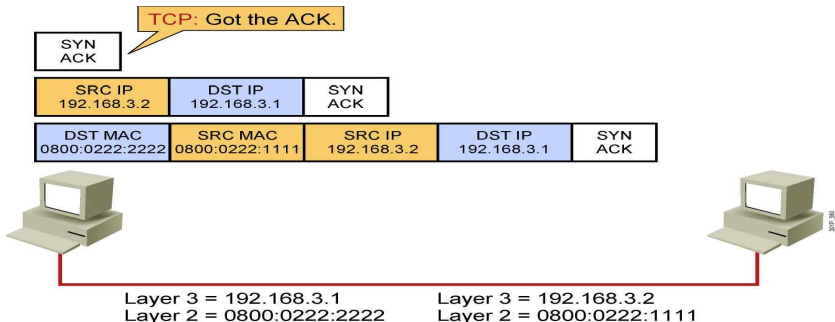
Host-to-Host Packet Delivery (16 of 22)



목적지 호스트가 작성한 **SYN-ACK** 패킷을 출발지 호스트의 **IP**와 **MAC**을 목적지로 설정하여 네트워크로 전송하는 단계.

응답 데이터에 **TCP** 헤더 추가, 응답용 세그먼트 형성 (캡슐화 시작).

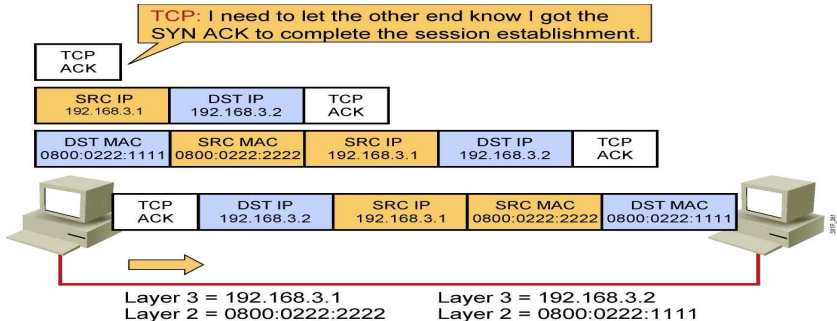
Host-to-Host Packet Delivery (17 of 22)



출발지 호스트가 목적지에서 보낸 **SYN-ACK** 패킷을 수신하고, **TCP** 계층에서 이를 확인하며 **3-way handshake**의 마지막 **ACK** 전송 준비를 하는 단계.

TCP 세그먼트에 **IP** 헤더를 추가하여 목적지 라우팅 준비, 내부/외부망 라우팅 테이블 기반 결정.

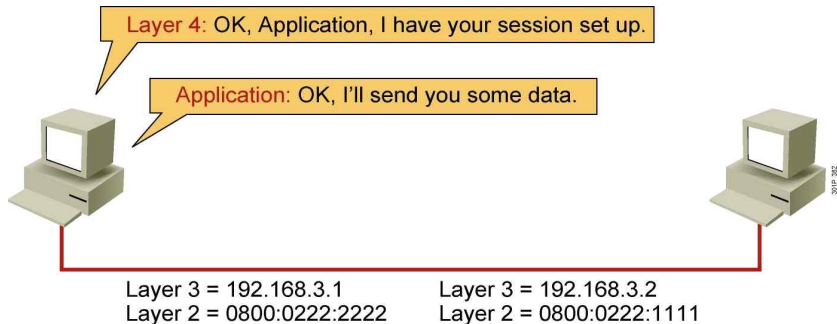
Host-to-Host Packet Delivery (18 of 22)



출발지 호스트가 세션 확립을 완료하기 위해 최종 ACK 패킷을 작성하여 목적지 호스트로 전송하며 TCP 3-way handshake를 마무리하는 단계.

IP 패킷에 이더넷 헤더를 추가, ARP 캐시 확인해 MAC 주소 결정 및 데이터 링크 계층 준비.

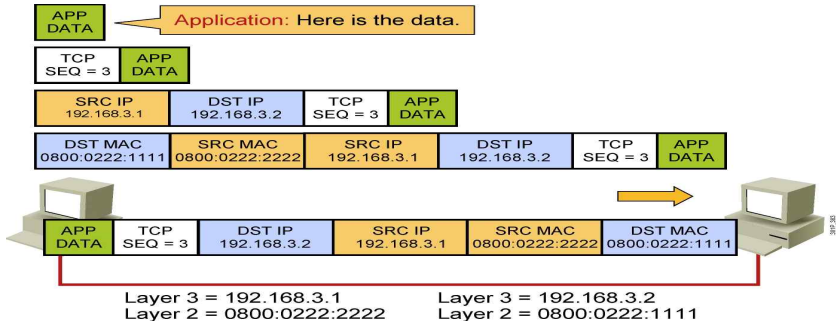
Host-to-Host Packet Delivery (19 of 22)



출발지 호스트의 TCP 계층이 세션 설정 완료를 애플리케이션 계층에 알리고, 애플리케이션이 데이터 전송을 시작하는 단계.

완성된 프레임이 물리 계층으로 전송되어 출발지 호스트로 이동 시작

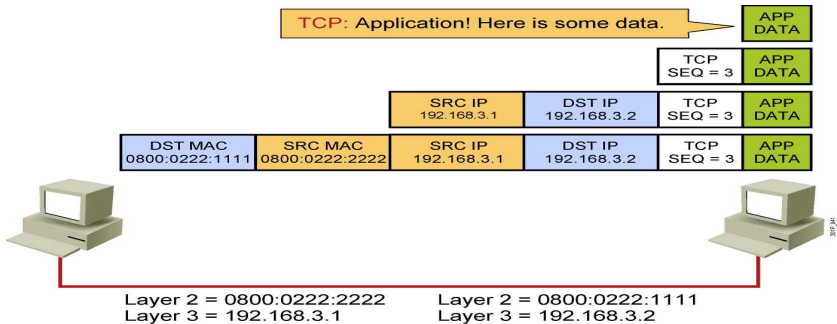
Host-to-Host Packet Delivery (20 of 22)



출발지 호스트가 세션 설정 완료 후 애플리케이션 데이터를 TCP 세그먼트로 감싸고, IP 및 이더넷 헤더를 추가해 목적지 호스트로 전송하는 단계.

프레임이 네트워크를 거쳐 내부망 경유 후 목적지 호스트 네트워크에 도착.

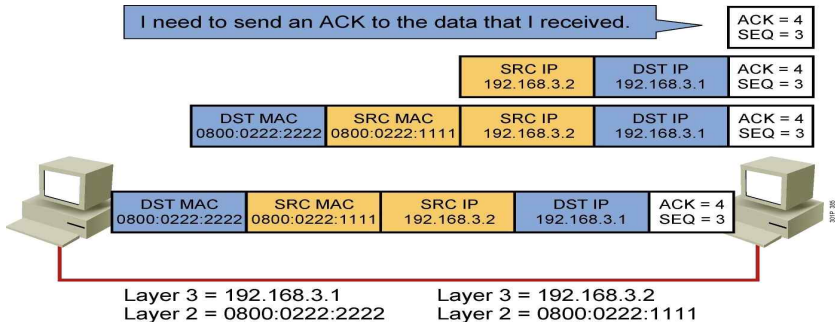
Host-to-Host Packet Delivery (21 of 22)



출발지 호스트가 **TCP** 계층을 통해 애플리케이션 데이터를 전송하고, 목적지 호스트는 해당 패킷을 수신 준비 중인 단계.

목적지 호스트 **NIC**가 프레임 수신 후 **MAC** 확인, 이더넷 헤더 제거하며 역캡슐화 개시.

Host-to-Host Packet Delivery (22 of 22)

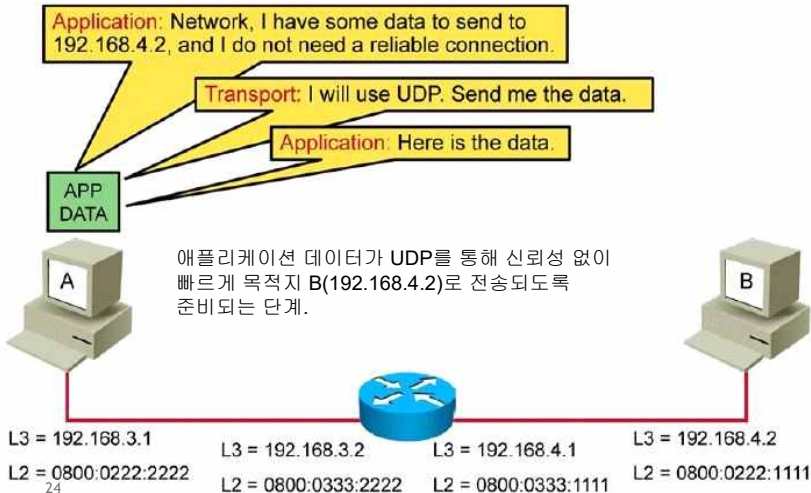


목적지 호스트가 수신한 데이터에 대한 수신 확인(ACK) 응답을 작성해 출발지 호스트로 전송하여 신뢰성 있는 데이터 전송을 마무리하는 단계.

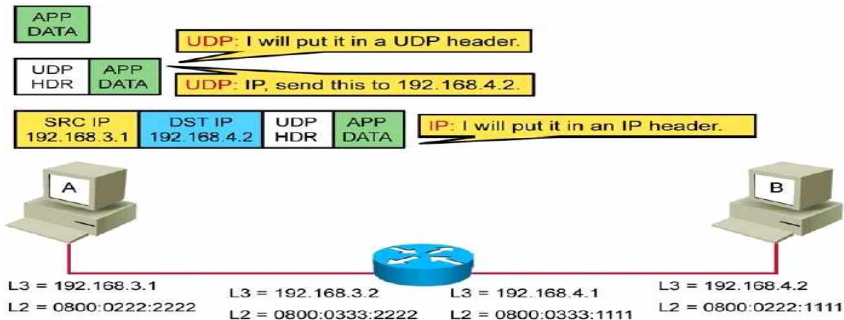
IP 헤더 및 TCP 헤더 제거 후 응답 데이터 애플리케이션 계층에 전달 완료, 전체 역캡슐화 종료.

2. UDP 기반의 데이터 전송 과정

Network to network Delivery (1 of 17)

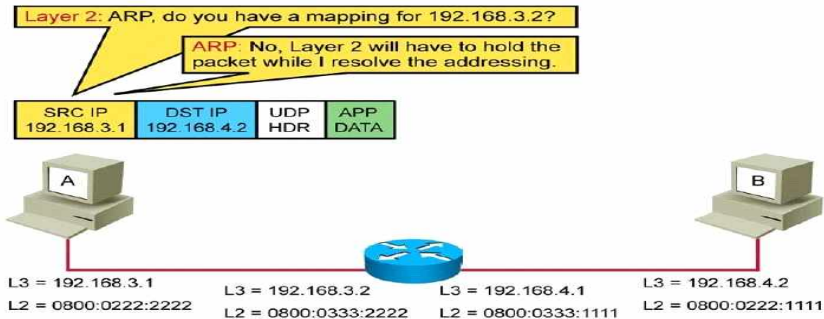


Network to network Delivery (2 of 17)



애플리케이션 데이터에 **UDP** 헤더를 붙여 **UDP** 데이터그램을 만들고, 이어서 **IP** 헤더를 추가하여 목적지 **B(192.168.4.2)**로 전송할 **IP** 패킷을 완성하는 단계. (캡슐화 시작).

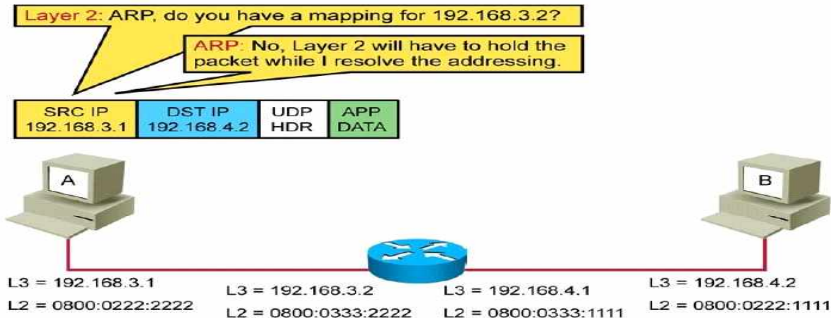
Network to network Delivery (3 of 17)



출발지 호스트 A가 라우터(192.168.3.2)의 MAC 주소를 알아내기 위해 ARP 요청을 보내며, 주소가 확인될 때까지 패킷을 보류하는 단계.

UDP 데이터그램에 IP 헤더 추가하여 IP 패킷 준비, 내부/외부망 구분 위한 IP 주소 결정.

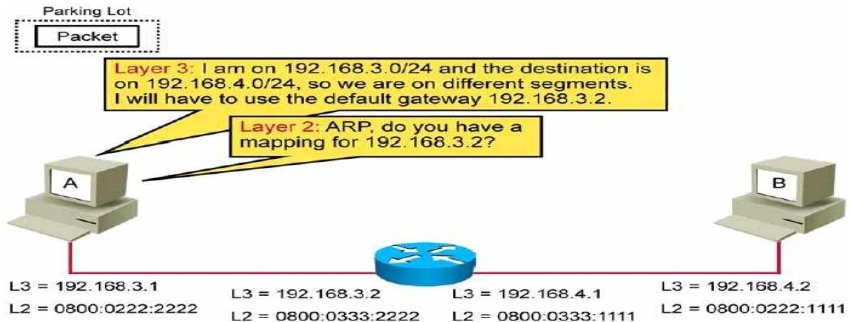
Network to network Delivery (4 of 17)



출발지 호스트 A가 ARP 요청을 계속 진행 중이며, 라우터(192.168.3.2)의 MAC 주소가 확인될 때까지 패킷 전송을 보류하는 상태를 나타냄.

IP 패킷에 이더넷 헤더 추가, ARP 캐시 확인 및 필요 시 ARP 요청 수행.

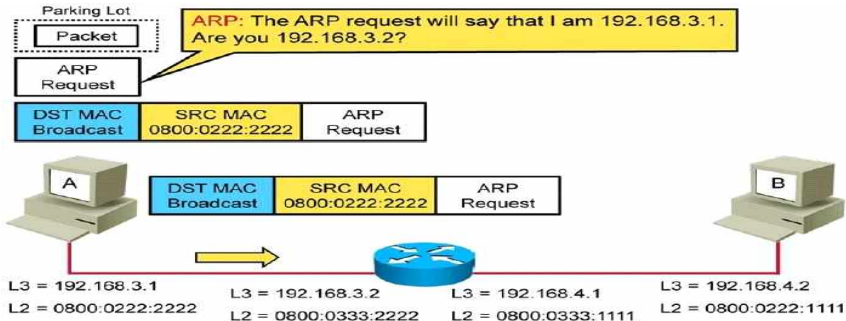
Network to network Delivery (5 of 17)



출발지 호스트 A가 목적지 B가 다른 네트워크(192.168.4.0/24)에 있으므로 기본 게이트웨이(192.168.3.2)의 MAC 주소를 ARP로 확인하며 전송 경로를 결정하는 단계.

완성된 프레임이 내부망 물리 계층으로 전송되어 첫 네트워크 장비로 향함.

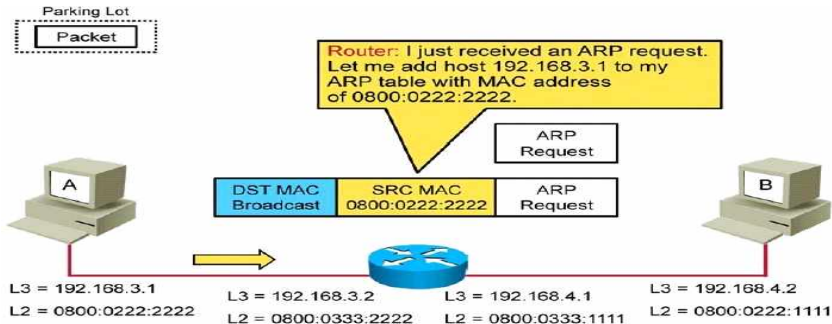
Network to network Delivery (6 of 17)



출발지 호스트 A가 기본 게이트웨이(192.168.3.2)의 MAC 주소를 알아내기 위해 ARP 요청 브로드캐스트를 네트워크에 전송하는 단계.

프레임이 라우터에 도착 후 이더넷 헤더 제거, IP 헤더 분석 및 라우팅 테이블 조회.

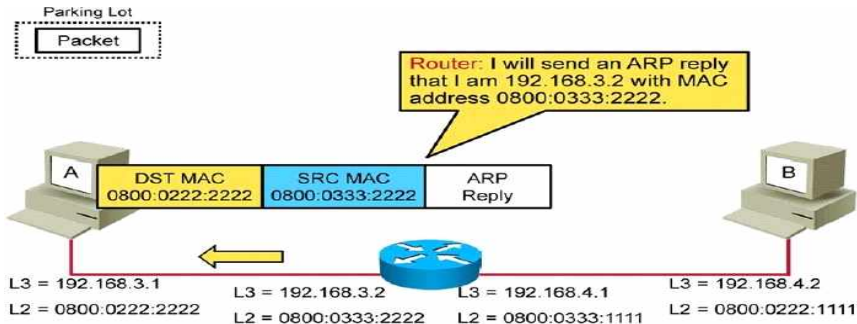
Network to network Delivery (7 of 17)



라우터가 A의 ARP 요청을 수신하고, A(192.168.3.1)의 MAC 주소를 자신의 ARP 테이블에 등록하는 단계.

라우터가 새로운 MAC 정보로 이더넷 헤더를 다시 작성 후 프레임 재작성.

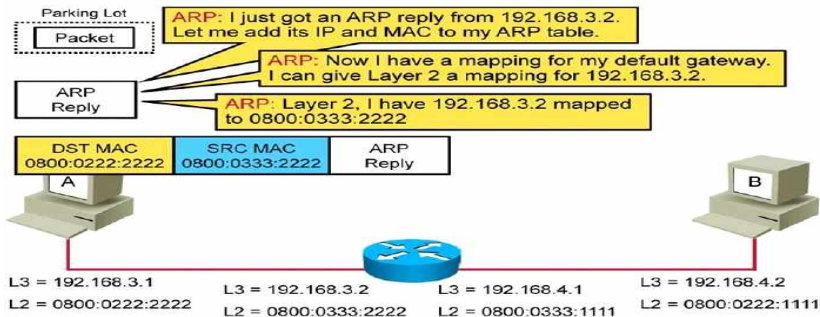
Network to network Delivery (8 of 17)



라우터는 A로부터 프레임을 받고, ARP Reply를 통해 MAC 정보를 제공하며, 이후 목적지 호스트 B로 향하는 새로운 프레임을 준비하는 중계자 역할을 수행하는 단계.

재작성된 프레임이 외부망 또는 목적지 네트워크 구간으로 전송.

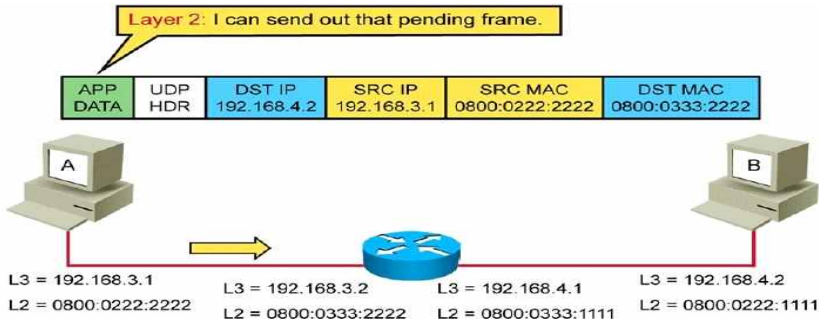
Network to network Delivery (9 of 17)



출발지 호스트 A가 라우터(192.168.3.2)의 ARP Reply를 받아 ARP 테이블에 IP와 MAC 매핑 정보를 등록하고, 이를 기반으로 프레임 전송 준비를 완료하는 단계.

프레임이 목적지 네트워크의 스위치를 거쳐 목적지 호스트에 전달 준비.

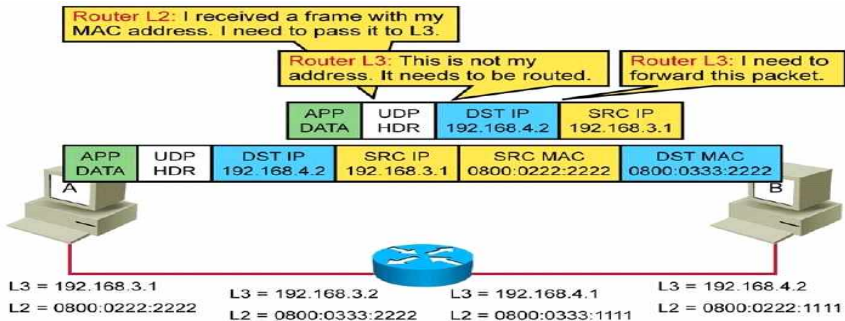
Network to network Delivery (10 of 17)



출발지 호스트 A가 ARP를 통해 획득한 라우터의 MAC 주소를 사용해 이더넷 프레임을 작성하고, 대기 중이던 패킷을 라우터로 전송하는 단계.

목적지 호스트 NIC가 프레임 수신 후 MAC 검증, 이더넷 헤더 제거.

Network to network Delivery (11 of 17)

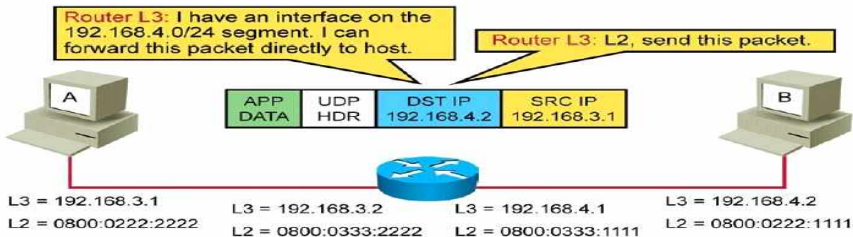


라우터가 자신에게 도착한 프레임의 **MAC** 주소를 확인하고, **IP** 계층에서 목적지가 자신이 아님을 인지해 패킷을 포워딩(전달)하기로 결정하는 단계.

IP 헤더 제거 후 **UDP** 데이터그램 추출, 내부 전달 준비 (역캡슐화).

Network to network Delivery (12 of 17)

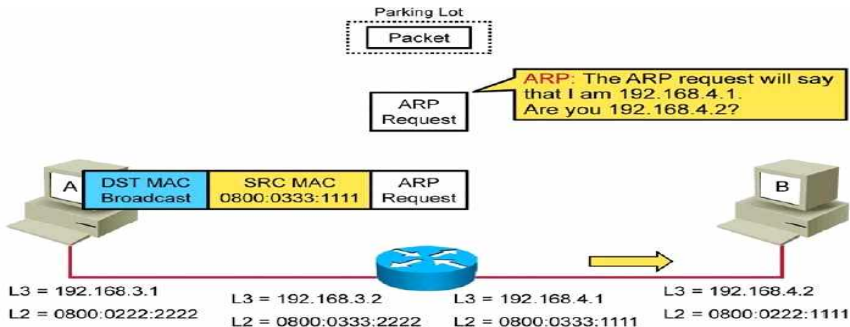
Destination	Next Hop	Interface
192.168.3.0/24	Connected	Gi 0/0
192.168.4.0/24	Connected	Gi 0/1



라우터가 라우팅 테이블을 확인해 목적지 네트워크(192.168.4.0/24)에 직접 연결되어 있음을 확인하고, 해당 인터페이스를 통해 패킷을 호스트 B로 전송하기로 결정하는 단계.

UDP 헤더 제거 후 애플리케이션 데이터 추출, 최종 계층 전달 준비.

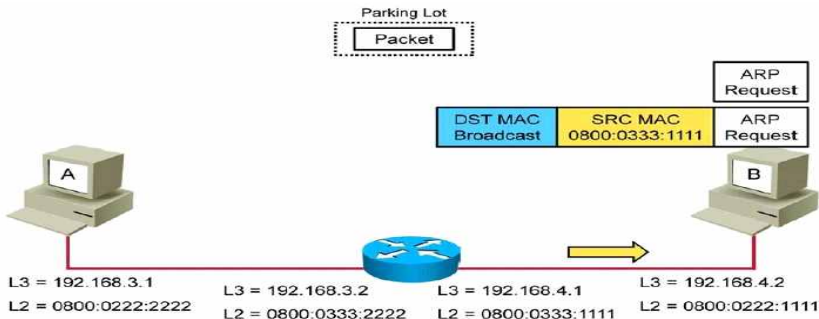
Network to network Delivery (13 of 17)



라우터가 목적지 호스트 B(192.168.4.2)의 MAC 주소를 알아내기 위해 ARP 요청을 브로드캐스트로 전송하는 단계.

애플리케이션 계층에서 데이터 처리 완료, 요청에 대한 응답 준비.

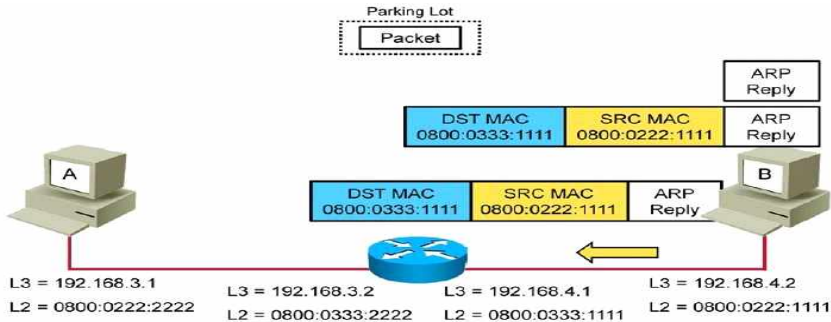
Network to network Delivery (14 of 17)



라우터가 브로드캐스트 ARP 요청을 네트워크에 전송하고, 이 요청이 목적지 호스트 B(192.168.4.2)에게 전달되는 단계.

응답 데이터 생성, UDP로 빠른 전송 준비.

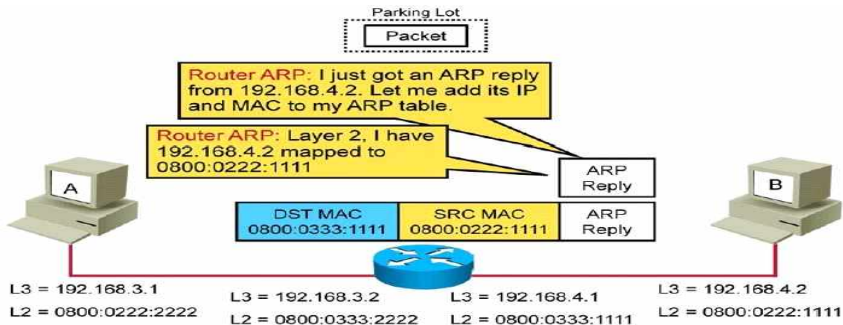
Network to network Delivery (15 of 17)



목적지 호스트 B가 라우터의 ARP 요청에 응답하며 자신의 MAC 주소(0800:0222:1111)를 포함한 ARP Reply를 라우터로 전송하는 단계.

응답 데이터에 UDP 헤더 추가, UDP 데이터그램 완성.

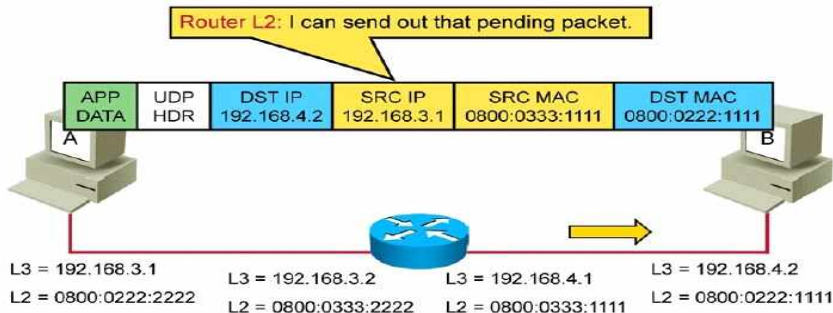
Network to network Delivery (16 of 17)



라우터가 B(192.168.4.2)로부터 ARP Reply를 받고, IP와 MAC 매핑 정보를 ARP 테이블에 등록하여 최종 프레임 전송 준비를 완료하는 단계.

UDP 데이터그램에 IP 헤더 추가, 외부망 라우팅 테이블 조회 준비.

Network to network Delivery (17 of 17)



라우터가 ARP를 통해 확인한 목적지 B의 MAC 주소를 사용해 최종 이더넷 프레임을 작성하고, 대기 중이던 패킷을 호스트 B로 전송하는 단계.

IP 패킷에 이더넷 헤더 추가, ARP 캐시 확인 후 MAC 결정 및 캡슐화 완료.

완성된 프레임이 물리 계층으로 전송되어 목적지 호스트로 이동 시작 (Media translation 포함), 전체 과정 완료

TCP 기반 전송

내부망/외부망 트래픽 흐름 전반적 특징

내부망 → 외부망으로 데이터가 흐름 때, 계층적으로 캡슐화된 데이터가 네트워크를 통해 전달되고, 목적지에서는 역캡슐화 과정을 거쳐 애플리케이션 계층 데이터로 복원됩니다.

내부망에서는 ARP와 MAC 주소를 통해 물리적 전송이 이뤄지고, 외부망(인터넷)을 통해 라우팅될 때는 IP 기반으로 전송됩니다.

TCP는 연결 지향적으로, 3-way handshake를 통해 연결을 먼저 설정하며 흐름 제어, 오류 제어, 혼잡 제어 등 신뢰성을 보장합니다.

전체 흐름은 OSI Layer 7에서 1로 내려갔다가, 다시 1에서 7로 올라가는 구조를 그림에서 반복적으로 나타냅니다.

캡슐화 및 역캡슐화

1~6페이지: 애플리케이션 계층 데이터가 TCP 세그먼트로 캡슐화됩니다.

7~10페이지: TCP 세그먼트는 IP 패킷으로 캡슐화되며, 목적지 IP 지정.

11~13페이지: IP 패킷은 이더넷 프레임으로 감싸지며, 물리 계층을 통해 전송됩니다.

14~17페이지: 내부 네트워크 장비(스위치, 라우터)에서의 MAC 헤더 교체, ARP 수행 등이 시각적으로 표현됨. 역캡슐화

18~22페이지: 목적지 호스트에서 프레임 → 패킷 → 세그먼트 → 애플리케이션 데이터 순으로 헤더 제거 및 상위 계층 전달.

목적지 포트 번호와 IP 정보 기반으로 정확한 애플리케이션 프로세스로 전달됨.

ARP 캐시 테이블 업데이트

내부망에서 목적지 MAC 주소를 모를 때 ARP 요청을 브로드캐스트로 보냅니다.

응답이 오면 ARP 캐시에 해당 IP-MAC 쌍이 등록됨.

이후 동일 네트워크 내 재통신 시, ARP 캐시를 활용하여 불필요한 브로드캐스트를 줄입니다.

PDF 10~13페이지 부분에서, 스위치/라우터 MAC 주소 확인, ARP 요청/응답 절차를 나타낸 그림을 통해 설명됩니다.

라우팅 테이블 구성

내부망 라우터는 목적지 IP 주소 기반으로 라우팅 테이블을 조회합니다.

목적지 네트워크에 대한 경로 정보가 있으면 Next-hop 또는 인터페이스를 결정하여 전달.

외부망(인터넷)을 향하는 경우 기본 게이트웨이(Default gateway)로 패킷을 보냄.

라우터가 라우팅 테이블을 조회하고, 다음 홉으로 포워딩하는 과정이 시각적으로 나타남.

Media translation

Media translation은 네트워크 중간 장비(라우터, 게이트웨이)가 서로 다른 물리 매체나 프로토콜을 연결할 때 필요.

예: 이더넷 ↔ 광섬유 ↔ 무선 등 서로 다른 물리 매체를 연결할 때 물리 계층 신호 변환.

라우터나 네트워크 경계 장비(예: WAN 인터페이스)에서 물리 계층 변환이 발생하며, 내부망과 외부망 간에 일어나는 매체

전환 과정을 포함함.

전송 매체가 바뀌는 지점(라우터 인터페이스, 게이트웨이)을 통해 암시적으로 표현됨.

UDP 기반 전송

내부망/외부망 트래픽 흐름 특징

UDP는 TCP와 달리비연결형(Stateless)프로토콜로, 세션 설정(3-way handshake)과정 없이 바로 전송됩니다.

내부망에서 외부망으로 트래픽이 흐를 때, 빠른 속도를 위해 최소한의 제어 정보만 포함하고, 패킷 손실 시 재전송은 애플리케이션 계층에서 처리.

전체 전송 과정은데이터그램 방식, 즉 독립적인 패킷들이 각각 목적지까지 전달됩니다.

캡슐화 및 역캡슐화

23~26페이지: 애플리케이션 데이터는 UDP 헤더가 붙어 UDP 데이터그램이 생성됩니다.

27~30페이지: UDP 데이터그램은 IP 패킷에 포함되어 목적지 IP가 지정됩니다.

31~33페이지: IP 패킷은 이더넷 프레임으로 감싸지며 MAC 주소 정보가 포함됩니다.

이더넷 프레임은 내부망과 외부망 경로를 거쳐 전송됩니다.

34~40페이지: 목적지 호스트에서 프레임 → IP 패킷 → UDP 데이터그램 → 애플리케이션 데이터 순으로 단계별로 헤더 제거.

UDP는 순서 보장과 오류 제어를 수행하지 않으므로, 상위 계층에서 자체적으로 보완.

ARP 캐시 테이블 업데이트

내부망에서 전송 시 목적지 MAC을 알기 위해 ARP 요청을 보내고, 응답을 받아 ARP 캐시에 등록.

반복되는 데이터그램 전송에서 캐시된 MAC을 재활용하여 브로드캐스트 부하를 감소.

PDF의 27~33페이지에서 스위치나 라우터가 MAC 주소를 찾아가며 전달하는 과정을 그림으로 표현.

라우팅 테이블 구성

라우터는 목적지 IP 기반으로 라우팅 테이블을 조회해 다음 홉(Next-hop)을 결정.

UDP 패킷은 경유 라우터마다 IP 헤더의 TTL(Time to Live)이 감소하며 전달됩니다.

외부망(인터넷) 전송 시 기본 게이트웨이를 거쳐 나가며, 각 라우터는 목적지 네트워크로 향하는 최적 경로를 선택.

31~35페이지에서 라우터 인터페이스와 테이블 조회 과정이 시각적으로 나타남

Media translation

내부망과 외부망 간 경계(예: 라우터, 게이트웨이)에서 Media translation 수행.

예: 이더넷 ↔ 무선, 이더넷 ↔ 광섬유 등 서로 다른 물리 매체 변환.

물리 계층 변환과 함께, 필요시 프로토콜 변환 (예: IPv4 ↔ IPv6)도 포함.

물리 계층 신호가 외부망으로 나가는 과정에서, 라우터 인터페이스 단에서 암시적으로 표현됨.

CSMA (Carrier Sense Multiple Access)

모든 노드가 전송 전에 채널 상태(캐리어)를 감지.

채널이 비어 있으면 전송, 사용 중이면 기다림.

충돌 감지는 하지 않음.

CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)

이더넷에서 사용.

채널 상태 감지 후 전송.

전송 중에도 충돌을 감지, 충돌 시 즉시 중단하고 랜덤 시간 후 재전송

CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)

무선 LAN (802.11)에서 주로 사용.

충돌을 회피하기 위해 RTS/CTS(요청-응답) 절차 사용.

전송 전에 "보낼 수 있는지" 신호를 보내고 응답을 받은 뒤 전송.