

TCP/IP 완벽 가이드

- 2-6부 IP 지원 프로토콜 -

김 지 혜(jihye@pel.sejong.ac.kr)

세종대학교 프로토콜공학연구실

목 차

- 2-6부 IP 지원 프로토콜
 - ICMP 개념과 일반 동작
 - ICMPv4 오류 메시지 유형
 - ICMPv4 정보 제공 메시지 유형

목 차

- 2-6부 IP 지원 프로토콜
 - ICMP 개념과 일반 동작
 - ICMPv4 오류 메시지 유형
 - ICMPv4 정보 제공 메시지 유형

ICMP 개념과 일반 동작

- ICMP(Internet Control Message Protocol) 개요

- 정의

- IP 데이터그램 전송에 대한 피드백을 제공하는 프로토콜
 - e.g., 데이터 전달 오류, 네트워크 상의 문제

- IP와 ICMP의 관계

- IP는 오류 보고와 상태 진단 기능을 제공하지 않는 비신뢰적 프로토콜
 - 데이터가 목적지에 성공적으로 도달함을 보장하지 않음
- ICMP는 IP의 단점을 보완하여 통신을 돕는 프로토콜
 - ICMP 메시지 이용

ICMP 개념과 일반 동작

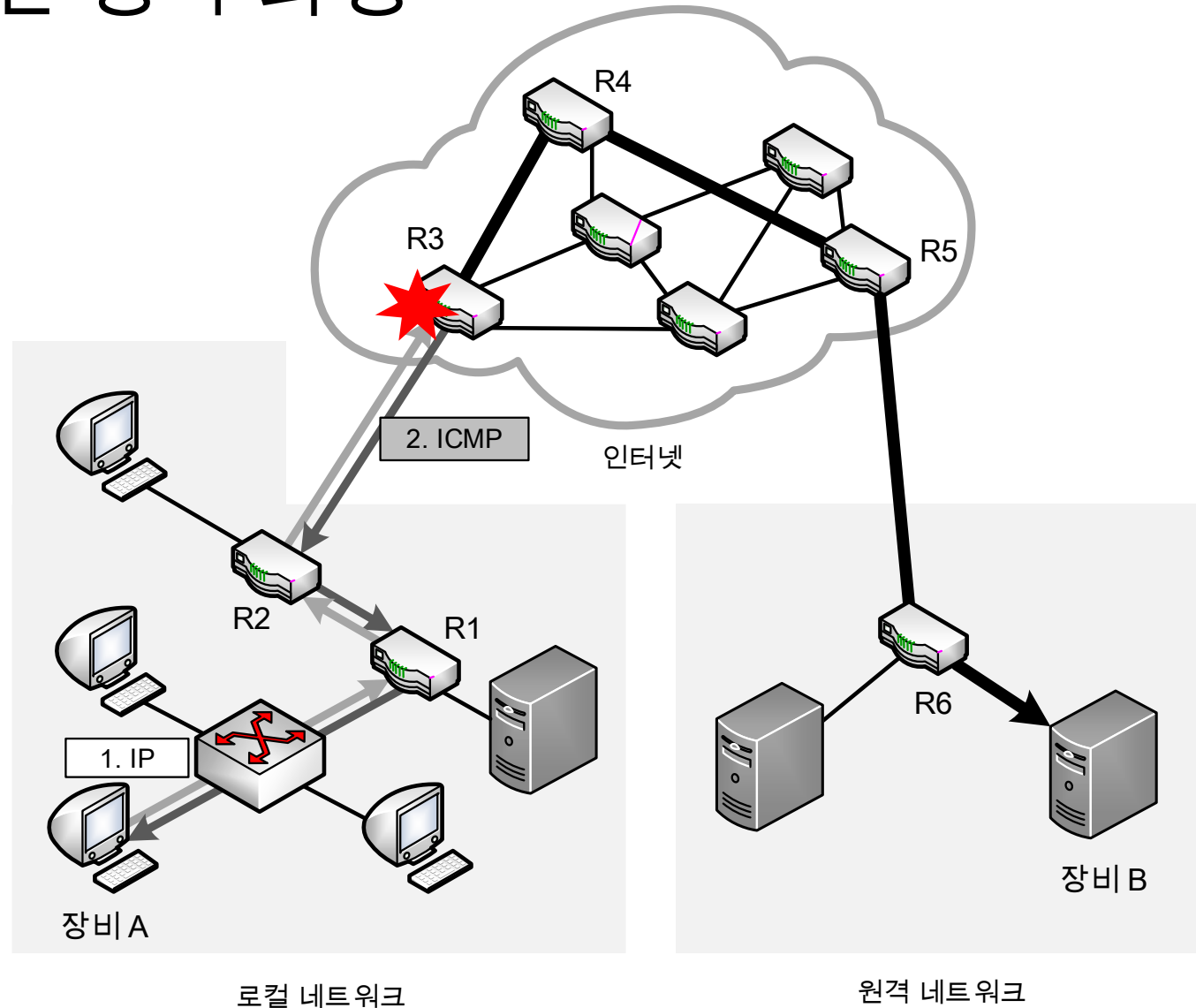
- ICMP 개요

- 특징

- 메시지의 최종 수신자는 IP 계층 자체임
 - IP 데이터그램에 캡슐화되어 정보 제공
- 메시지의 유형에 따라 송신 주체가 다름
 - 라우터만 송신 가능한 메시지
 - e.g., 리다이렉트 메시지
 - 라우터나 호스트 모두 송신 가능한 메시지
 - e.g., 에코 요청과 응답 메시지, 라우터 광고와 정보 요청 메시지
- 메시지는 최초 송신 장비에게만 전달 가능
 - IP 데이터그램 포맷의 주소 필드는 최초 출발지 주소와 최종 목적지 주소로 구성됨
 - 라우터가 데이터그램을 받아도, 그 내용은 오직 최초 출발지 주소로 전달

ICMP 개념과 일반 동작

- ICMP 일반 동작 과정



ICMP 개념과 일반 동작

- ICMP 메시지 종류

- 오류 메시지

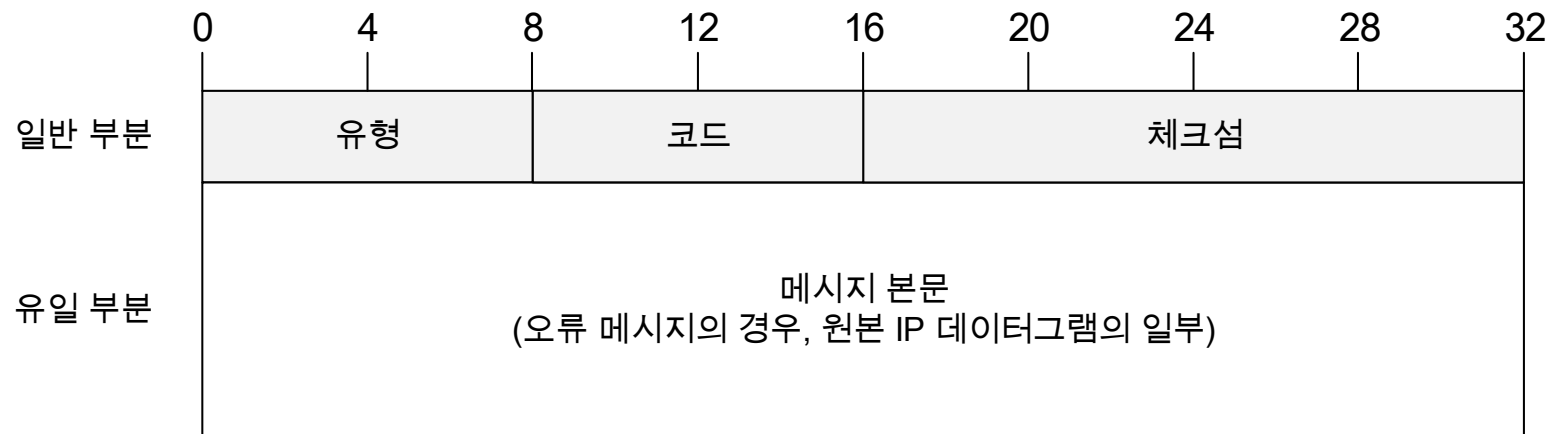
- 오류 발생 사실을 출발지 장비에게 알리는 메시지
 - 일반적으로 어떤 행위에 의한 응답으로 생성
 - e.g., 데이터그램의 전송

- 정보 제공 메시지

- 문제 식별 및 교정을 위한 테스트와 진단 기능을 제공하는 메시지
 - 메시지 쌍으로 구성됨
 - e.g., 에코 요청과 응답 메시지, 라우터 광고와 정보 요청 메시지

ICMP 개념과 일반 동작

• ICMP 일반 메시지 포맷



필드 이름	크기(바이트)	설명
유형	1	ICMP 메시지 유형 식별
코드	1	각 ICMP 메시지 유형 내 하위 유형 식별, 총 256개의 하위 유형 정의 가능
체크섬	2	ICMP 메시지를 위한 오류 탐지 기능 제공
메시지 본문 /데이터	가변적	메시지의 유일 부분으로, 메시지 유형을 위한 구체적인 필드를 포함

ICMP 개념과 일반 동작

- ICMP 메시지 생성 관련 문제
 - 주로 오류 메시지에서 문제 발생
 - 여러 상황에 대한 응답으로 송신되기 때문
- 오류 메시지 문제 발생 이유
 - 메시지 생성 루프가 생길 가능성
 - 정보 제공 메시지와 오류 메시지에 대한 응답으로 생성 가능
 - 데이터그램을 브로드캐스트나 멀티캐스트로 송신할 가능성
 - 각 호스트가 오류를 발견하고 출발지 장비로 오류 메시지 송신
 - 출발지 주소가 유니캐스트로 정의되지 않을 가능성
 - 이 경우에 오류 메시지가 출발지 장비로 송신될 수 없음

목 차

- 2-6부 IP 지원 프로토콜
 - ICMP 개념과 일반 동작
 - ICMPv4 오류 메시지 유형
 - ICMPv4 정보 제공 메시지 유형

ICMPv4 오류 메시지 유형

- ICMPv4 목적지 접근 불가 메시지

- 정의

- 데이터그램이 목적지에 전달되지 못한 경우, 송신 측에게 알려주는 메시지

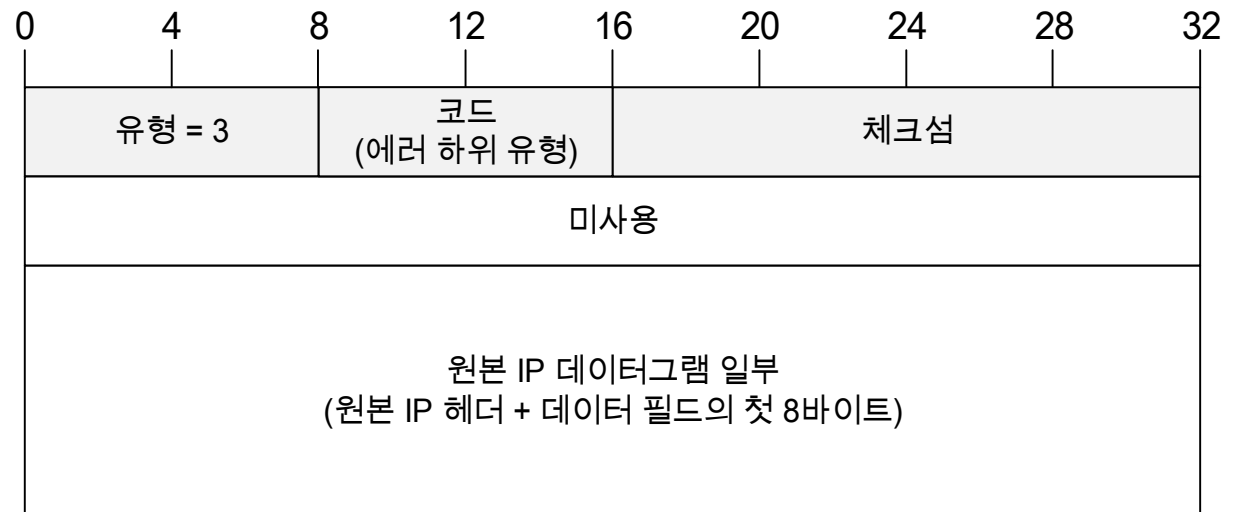
- 특징

- 메시지의 유일 부분에 전달 불가능한 데이터그램의 일부도 포함되어 있음
 - 메시지 수신자의 문제 원인 파악에 도움을 줌

ICMPv4 오류 메시지 유형

- ICMPv4 목적지 접근 불가 메시지

- 메시지 포맷



필드 이름	크기(바이트)	설명
유형	1	ICMP 메시지 유형 식별, 이 메시지의 경우 이 필드값은 3
코드	1	메시지 하위 유형 식별
체크섬	2	ICMP 메시지를 위한 오류 탐지 기능 제공
미사용	4	추가할 내용이 없는 경우, 공백으로 남아 있고 쓰이지 않음
원본 데이터그램 일부	가변적	원본 데이터그램 전체 IP 헤더와 페이로드의 첫 8바이트, (처음 8바이트는 TCP와 UDP 포트 번호와 순서 번호)

ICMPv4 오류 메시지 유형

- ICMPv4 목적지 접근 불가 메시지
 - 메시지 하위 유형

코드값	메시지 하위 유형	설명
0	네트워크 접근 불가	지정된 네트워크로 전달될 수 없는 경우
1	호스트 접근 불가	지정된 네트워크로 전달됐지만, 호스트에는 전달되지 않는 경우
2	프로토콜 접근 불가	목적지 호스트에서 전송 프로토콜을 사용하지 못하는 경우
3	포트 접근 불가	TCP나 UDP 헤더 속 목적지 포트가 사용되지 않는 경우
4	단편화가 필요하지만 DF(Don't Fragment)가 켜 있음	IPv4 라우터는 데이터그램을 자동으로 단편화하지만, DF 플래그가 켜진 데이터그램은 출발지가 단편화 원치 않음을 의미 즉, 데이터그램의 DF 플래그가 켜진 경우
5	소스 라우팅 실패	라우터에 데이터그램의 소스 라우팅 옵션이 지정됐는데, 라우터가 그 경로로 포워딩할 수 없는 경우
6	알려지지 않은 목적지 네트워크	코드 값 0이 대신 사용됨
7	알려지지 않은 목적지 호스트	지정된 호스트가 알려지지 않은 경우로, 보통 잘못된 주소를 의미

ICMPv4 오류 메시지 유형

• ICMPv4 목적지 접근 불가 메시지

• 메시지 하위 유형

코드값	메시지 하위 유형	설명
8	출발지 호스트 고립	더 이상 쓰이지 않음
9	목적지 네트워크로의 통신이 관리상 금지	목적지 장비가 위치한 네트워크로 데이터그램을 송신하는 것이 허용되어 있지 않은 경우
10	목적지 호스트로의 통신이 관리상 금지	목적지 장비가 위치한 네트워크로 데이터그램을 송신할 수 있지만, 특정 장비로 송신할 수 없는 경우
11	서비스 유형에 대한 목적지 네트워크 접근 불가	데이터그램 헤더의 서비스 유형 필드에 명시된 서비스 제공 불가, IP 주소에 지정된 목적지 네트워크에 접근 불가능한 경우
12	서비스 유형에 대한 목적지 호스트 접근 불가	데이터그램 헤더의 서비스 유형 필드에 명시된 서비스 제공 불가, IP 주소에 지정된 목적지 호스트에 접근 불가능한 경우
13	관리상 통신 금지	데이터그램이 메시지 내용에 의해 차단되어서 전달 불가능한 경우
14	호스트 우선순위 위반	서비스 유형 필드의 우선순위 값이 허용되지 않아서, 첫 번째 홉 라우터에 의해 송신되는 경우
15	우선순위 차단	받은 데이터그램의 우선순위 값이 네트워크 상 최소값보다 작아서, 라우터가 송신하는 경우

ICMPv4 오류 메시지 유형

- ICMPv4 송신 속도 낮춤 메시지

- 정의

- 혼잡으로 인해 데이터그램을 너무 많이 수신하는 경우, 송신 측에게 송신율을 낮출 것을 요구하는 메시지

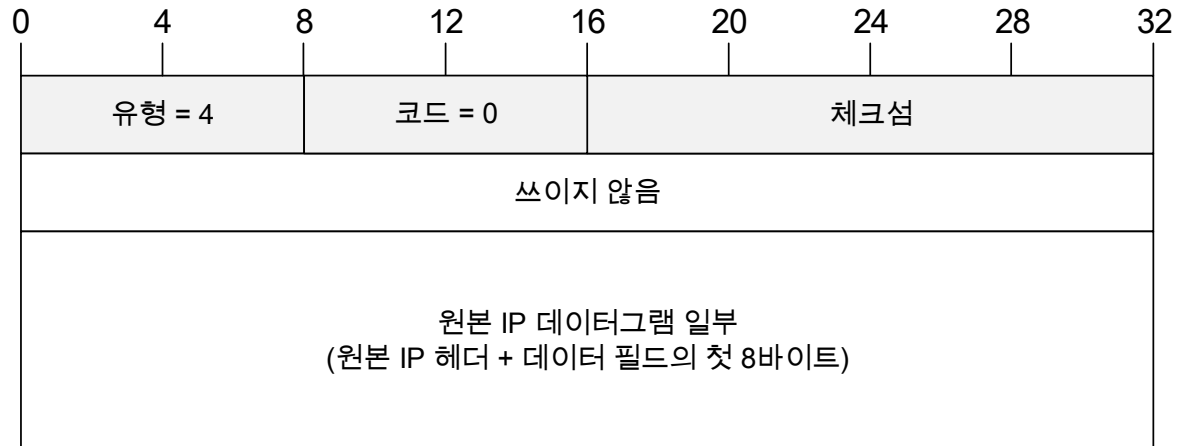
- 버퍼의 혼잡 상황

- 트래픽이 너무 빨리 오는 경우
 - e.g., 짧은 시간 동안 많은 검색
- 하나의 목적지 장비가 여러 출발지 장비에서 온 데이터그램을 받는 경우
 - e.g., 웹사이트의 HTTP 요청
- 두 장비의 정보 교환 중 한 장비의 처리 속도가 더 빠른 경우
- 데이터그램이 장비에서 처리되지 못한 채로 남아있는 경우

ICMPv4 오류 메시지 유형

- ICMPv4 송신 속도 낮춤 메시지

- 메시지 포맷



- 문제점

- 송신 측에 혼잡 상태임을 알려주지만, 혼잡 상태 해제 사실을 알릴 방법은 없음

- 해결 방안

- 송신 측 장비는 메시지를 받지 않을 때까지 전송률을 낮추고, 이후에 천천히 전송률을 높임

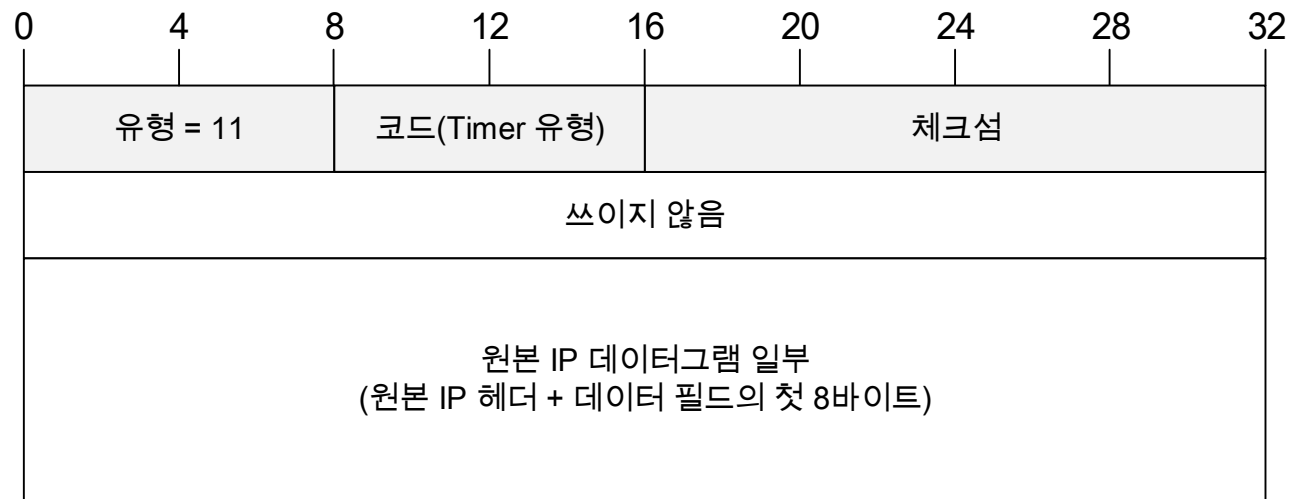
ICMPv4 오류 메시지 유형

- ICMPv4 시간 초과 메시지

- 정의

- 데이터그램의 수명이 만료된 경우, 송신 측에게 알리는 메시지
 - e.g., TTL(Time To Live) 만료, 재조합 타이머 만료

- 메시지 포맷



ICMPv4 오류 메시지 유형

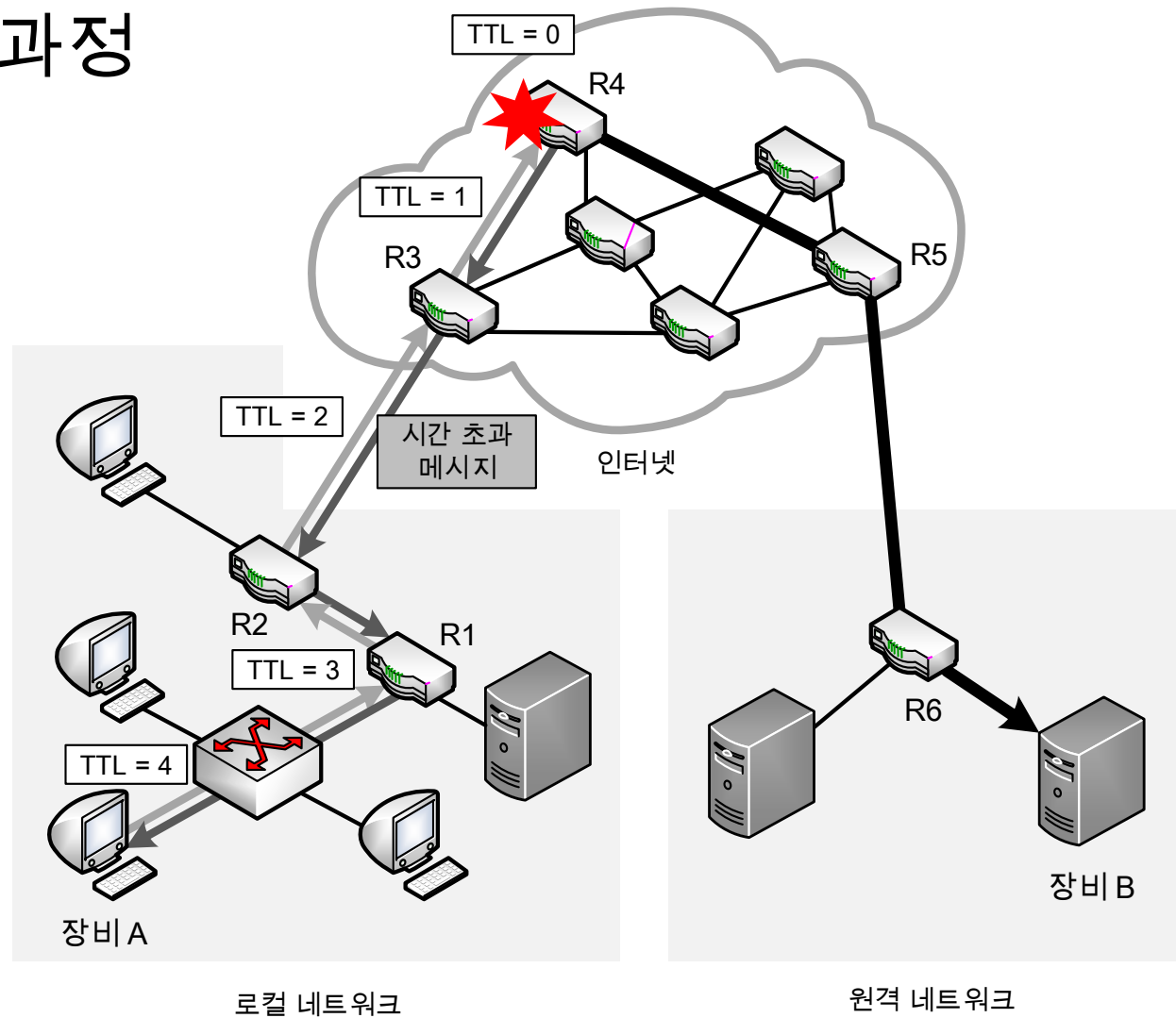
- ICMPv4 시간 초과 메시지
 - 메시지 하위 유형

코드값	메시지 하위 유형	설명
0	TTL 필드 만료	TTL 필드 값이 0이 되어 데이터그램이 폐기된 경우
1	재조합 타이머 만료	단편화된 데이터그램이 지정 시간 내에 도착하지 못한 경우

- TTL(Time To Live) 필드
 - 한 장비에서 다른 장비로 데이터그램이 전달될 수 있는 횟수
 - 출발지 장비는 TTL을 최대 홉 수로 설정
 - 각 라우터가 데이터그램을 라우팅하는 경우, 1씩 감소
- 재조합(Reassembly) 타이머
 - 단편화된 데이터그램이 재조합하기 위해 지정된 시간
 - 데이터그램이 손실될 경우 시간이 초과됨

ICMPv4 오류 메시지 유형

- ICMPv4 시간 초과 메시지
- TTL 만료 과정

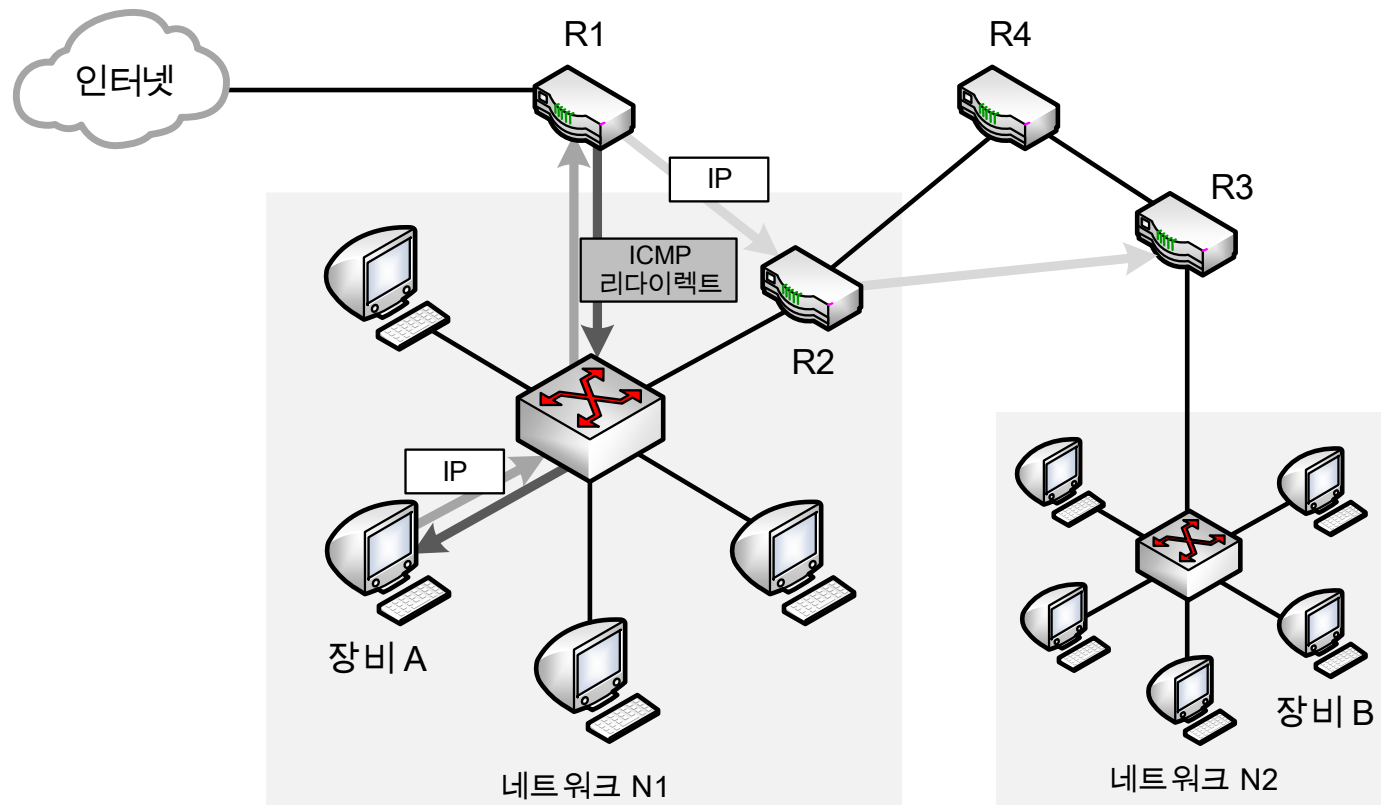


ICMPv4 오류 메시지 유형

- ICMPv4 리다이렉트 메시지

- 정의

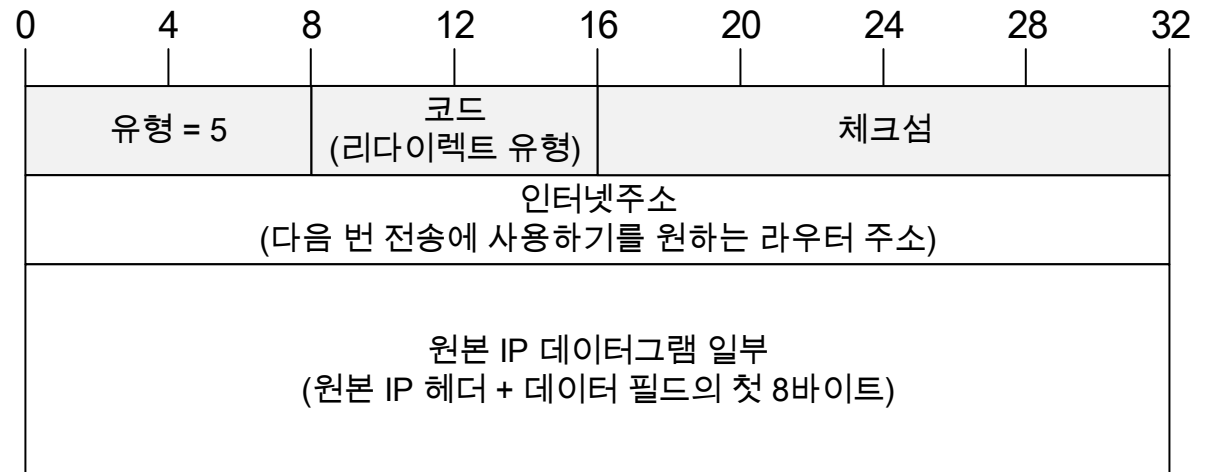
- 로컬 네트워크 내의 정보 전달인 경우, 보다 간단히 전달될 수 있도록 송신 측에 경로를 알리는 메시지



ICMPv4 오류 메시지 유형

- ICMPv4 리다이렉트 메시지

- 메시지 포맷과 하위 유형



코드값	메시지 하위 유형	설명
0	네트워크나 서브넷에 대한 리다이렉트	목적지 주소가 위치한 네트워크로 향하는 모든 데이터그램을 리다이렉트하는 경우
1	호스트에 대한 리다이렉트	목적지 주소로 향하는 모든 데이터그램을 리다이렉트하는 경우
2	서비스 유형(ToS)과 네트워크 또는 서브넷에 대한 리다이렉트	원본 데이터그램과 같은 ToS(Type of Service) 값을 갖는 데이터그램만 리다이렉트하는 경우 (코드 0과 2는 동일, 코드 1과 3은 동일)
3	ToS와 호스트에 대한 리다이렉트	

ICMPv4 오류 메시지 유형

- ICMPv4 리다이렉트 메시지
 - 문제점
 - 라우터 간 경로 정보 교환에 쓰이지 않음
 - 로컬 라우터가 호스트에게 경로 정보를 제공하기 위한 방법임
- 해결 방안
 - 라우팅 프로토콜 사용
 - 라우터 간 정보 교환 및 통신 방식을 규정하는 프로토콜

ICMPv4 오류 메시지 유형

- ICMPv4 인자 문제 메시지

- 정의

- 데이터그램 헤더 자체에서 발생하는 오류에 대해 송신 측에게 알리는 메시지

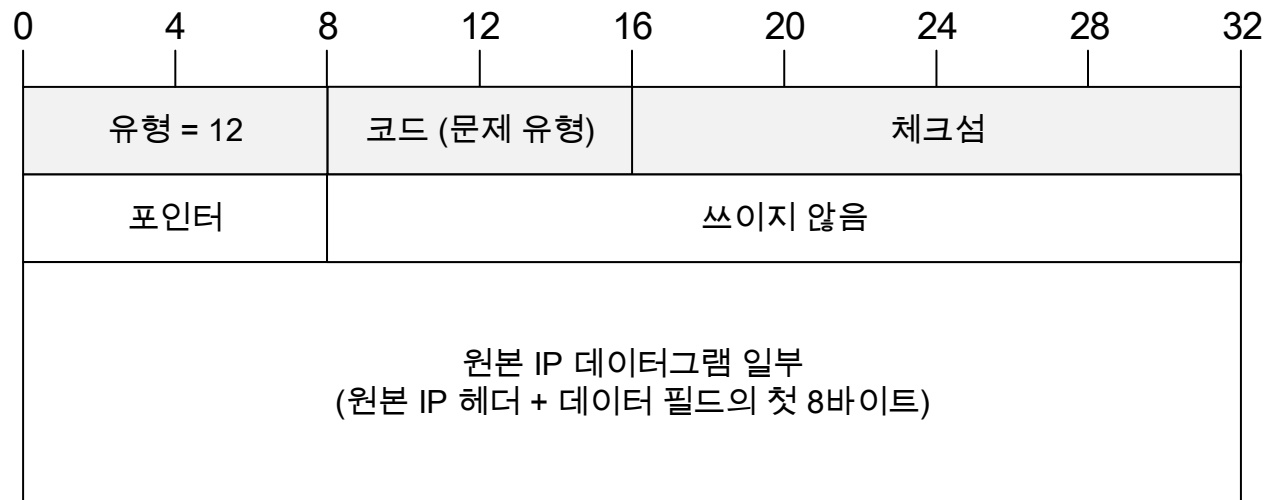
- 특징

- 호스트와 라우터 모두 이 메시지 생성 가능
 - 오류 코드 대신 포인터 필드를 포함
 - 헤더의 어떤 필드가 문제를 유발했는지 나타내기 위함
 - 포인터 필드는 코드 필드 값이 0인 경우에 사용

ICMPv4 오류 메시지 유형

- ICMPv4 인자 문제 메시지

- 메시지 포맷과 하위 유형



코드값	메시지 하위 유형	설명
0	포인터가 오류를 가리킴	가장 일반적인 인자 문제 메시지를 표현, 포인터 필드가 문제 발생 위치를 가리키는 경우
1	필요한 옵션의 부재	IP 데이터그램의 옵션이 빠져 있는 경우
2	잘못된 길이	데이터그램의 헤더 길이 또는 전체 길이가 잘못된 경우

목 차

- 2-6부 IP 지원 프로토콜
 - ICMP 개념과 일반 동작
 - ICMPv4 오류 메시지 유형
 - ICMPv4 정보 제공 메시지 유형

ICMPv4 정보 제공 메시지 유형

- ICMPv4 에코 요청과 응답 메시지
 - 정의
 - 네트워크 연결과 통신을 테스트하기 위해 쓰이는 메시지
 - 특징
 - PING(Packet Internet Groper) 테스트에서 사용
 - 네트워크를 통해 특정 호스트가 도달할 수 있는지 알아보는 테스트
 - ping 명령어를 전송하면, 에코 요청 메시지가 지정된 주소로 전송
 - 호스트가 요청을 수신하면 에코 응답 메시지를 전송
 - 에코 요청 메시지의 결과로 응답 수신 성공 여부를 알려줌
 - 네트워크 관리자와 사용자들이 네트워크 문제 발견 가능
 - 호스트나 라우터 모두 요청 및 응답 가능

ICMPv4 정보 제공 메시지 유형

- ICMPv4 에코 요청과 응답 메시지

- 메시지 포맷



필드 이름	크기(바이트)	설명
유형	1	ICMP 메시지 유형 식별, 요청 메시지는 8, 응답 메시지는 0
코드	1	이 메시지에서는 쓰이지 않음
체크섬	2	ICMP 메시지를 위한 오류 탐지 기능 제공
식별자	2	요청과 응답 메시지를 대응시키는 데 도움을 줌
순서 번호	2	
선택적 데이터	가변적	메시지와 함께 송신할 추가 데이터

ICMPv4 정보 제공 메시지 유형

- ICMPv4 타임스탬프 요청과 응답 메시지

- 정의

- 장비들이 시스템 시간 정보를 교환할 때 쓰이는 메시지

- 특징

- 두 장비의 시스템 시간 차이가 심한 경우 동기화 가능
- 왕복 시간(Round-Trip Time) 결정 가능
 - 왕복 시간은 송신 시간과 수신 시간을 더한 값
 - 송신 시간은 요청 수신 타임스탬프에서 요청 송신 타임스탬프 뺀 값
 - 수신 시간은 요청 수신 타임스탬프에서 응답 송신 타임스탬프 뺀 값

ICMPv4 정보 제공 메시지 유형

- ICMPv4 타임스탬프 요청과 응답 메시지

- 메시지 포맷



필드 이름	크기(바이트)	설명
요청 송신 타임스탬프	4	송신 장비가 타임스탬프 요청을 송신하기 바로 전 시간
요청 수신 타임스탬프	4	수신 장비가 타임스탬프 요청을 수신한 시간
응답 송신 타임스탬프	4	타임스탬프 응답 메시지를 돌려보내기 바로 전 시간

- 타임스탬프 필드가 세 개인 이유

- 응답 장비가 요청을 수신할 때와 응답을 생성할 때를 별도로 기록

ICMPv4 정보 제공 메시지 유형

- ICMPv4 타임스탬프 요청과 응답 메시지
 - 문제점
 - 타임스탬프 필드를 사용해도 시간 동기화가 어려움
 - 데이터그램별로 송신하는 데 걸리는 시간이 다름
 - 데이터그램을 수신하는 데 무한한 시간이 걸릴 수 있음
 - 라우터가 데이터그램을 버리기도 함
 - 해결 방안
 - 네트워크 시간 프로토콜(NTP, Network Time Protocol) 사용
 - 네트워크 상 연결된 모든 장비 간 시간 정보를 동기화하기 위한 프로토콜

ICMPv4 정보 제공 메시지 유형

- ICMPv4 라우터 광고와 정보 요청 메시지
 - 정의
 - 호스트의 로컬 라우터 식별 및 정보 파악을 위한 메시지
 - 라우터 발견(Router Discovery)
 - 호스트가 수동으로 라우터 정보를 얻는 경우
 - 통신이 처음 수립되는 경우에는 정보가 없는 상태이기 때문에 호스트가 로컬 네트워크에 라우터 정보 요청 메시지 송신
 - 메시지를 수신한 라우터는 호스트에게 라우터 광고 메시지 송신
 - 호스트가 자동으로 라우터 정보를 얻는 경우
 - 라우터는 호스트에게 정기적으로 라우터 광고 메시지 송신
 - 관리자는 라우터 광고 메시지 송신 시간 간격 조절 가능
 - 호스트는 메시지 수신 시 라우터 정보를 라우팅 테이블에 추가

ICMPv4 정보 제공 메시지 유형

- ICMPv4 라우터 광고와 정보 요청 메시지

- 라우터 광고 메시지 포맷

0	4	8	12	16	20	24	28	32
유형 = 9		코드 = 0 (모바일 IP의 경우 16)		체크섬				
주소의 수		주소 항목 크기		순서 번호				
라우터 주소 1								
우선 순위 1								
라우터 주소 2								
우선 순위 2								
⋮								
라우터 주소 N								
우선 순위 N								

필드 이름	크기 (바이트)	설명
주소 수	1	메시지에 포함된 라우터 주소의 수
주소 항목 크기	1	각 주소마다 포함된 정보의 크기
수명	2	메시지에 있는 정보의 유효 기간을 초 단위로 표현
라우터 주소 항목	주소 수 필드 값 * 8	호스트가 라우터 주소로 어떤 주소를 먼저 사용할 지 나타냄, 우선순위 값이 클수록 순위가 높음

ICMPv4 정보 제공 메시지 유형

- ICMPv4 라우터 광고와 정보 요청 메시지
 - 라우터 정보 요청 메시지 포맷



필드 이름	크기(바이트)	설명
예약됨	4	추후 사용을 위해 예약된 필드로, 초기에는 0으로 설정

ICMPv4 정보 제공 메시지 유형

- ICMPv4 라우터 광고와 정보 요청 메시지
 - 메시지 주소 지정
 - 라우터 광고 메시지
 - 모든 장비 멀티캐스트 주소(224.0.0.1) 사용
 - 라우터 정보 요청 메시지
 - 모든 라우터 멀티캐스트 주소(224.0.0.2) 사용
 - 멀티캐스트를 지원하지 않는 경우
 - 브로드캐스트 주소(255.255.255.255) 사용

ICMPv4 정보 제공 메시지 유형

- ICMPv4 주소 마스크 요청과 응답 메시지

- 정의

- 호스트의 서브넷 마스크 정보 파악을 위해 쓰이는 메시지
 - 서브넷 마스크는 IP 주소에서 네트워크 주소와 호스트 주소 구별

- 호스트의 서브넷 마스크 정보 식별 방법

- 수동 방법

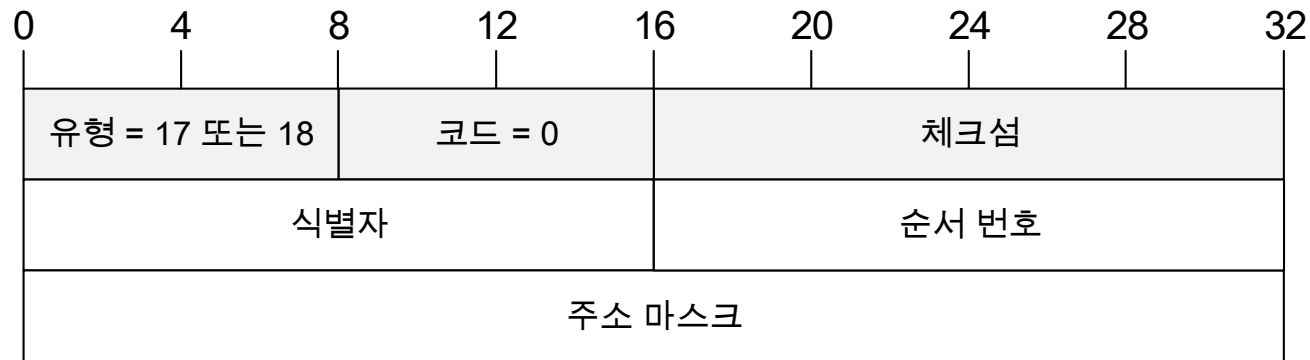
- 각 호스트에 수동으로 서브넷 마스크 할당

- 자동 방법

- 호스트는 로컬 네트워크에 주소 마스크 요청 메시지 송신
- 수신한 라우터는 호스트에게 주소 마스크 응답 메시지 송신
- 라우터 광고 메시지와는 정기적으로 보내는 것이 아니라 요청이 들어오는 경우에만 정보를 보낸다는 것

ICMPv4 정보 제공 메시지 유형

- ICMPv4 주소 마스크 요청과 응답 메시지
 - 메시지 포맷



필드 이름	크기(바이트)	설명
주소 마스크	4	로컬 네트워크의 서브넷 마스크, 라우터가 응답 메시지에 채워서 송신

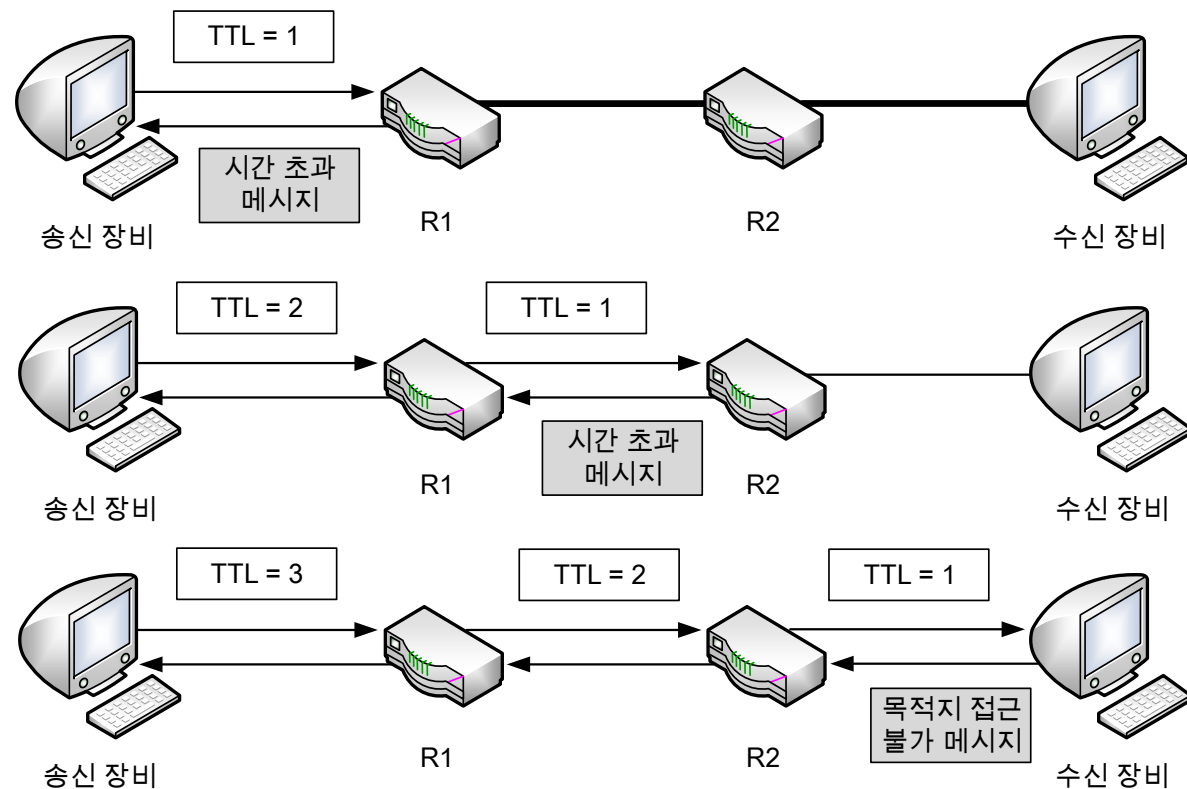
ICMPv4 정보 제공 메시지 유형

- ICMPv4 경로 추적(Traceroute) 메시지

- 정의

- 목적지까지의 라우팅 경로를 추적하기 위해 쓰이는 메시지

- Traceroute 동작 원리



ICMPv4 정보 제공 메시지 유형

- ICMPv4 경로 추적 메시지

- 메시지 포맷

0	4	8	12	16	20	24	28	32
유형 = 30		코드 = 0 또는 1		체크섬				
ID 번호				쓰이지 않음				
아웃바운드 홉 수				리턴 홉 수				
출력 링크 속도								
출력 링크 MTU								

필드 이름	크기(바이트)	설명
코드	1	데이터그램이 성공적으로 송신되는 경우에는 0, 그렇지 않은 경우에는 1
ID 번호	2	원본 메시지와 대응시키는 데 사용
아웃바운드 홉 수	2	원본 메시지가 지금까지 거쳐 온 라우터의 수
리턴 홉 수	2	반송 메시지가 거쳐 온 라우터의 수
출력 링크 속도	4	메시지가 송신되는 링크의 속도를 초당 바이트 수로 표현
출력 링크 MTU	4	메시지가 송신되는 링크의 최대 전송 단위를 바이트 수로 표현

Thanks!

김 지 혜 (jihye@pel.sejong.ac.kr)