

TCP/IP 완벽 가이드

- II-6부 IP 지원 프로토콜 -

최창준 (changjun@pel.smuc.ac.kr)

상명대학교 프로토콜공학연구실

목 차

- ICMP 개념과 일반 동작
- ICMPv4 오류 메시지 유형과 포맷
- ICMPv4 정보 제공 메시지 유형과 포맷

ICMP 개념과 일반 동작

- ICMP 개요

- 인터넷 제어 메시지 프로토콜(ICMP, Internet Control Message Protocol)
 - IP 패킷을 처리할 때 발생하는 문제를 진단하고 제어하는 IP 지원 프로토콜
 - IP 장비의 제어 메시지 교환, 진단, 에러 보고 등의 기능 제공
 - 네트워크의 IP 장비 간에 여러 유형의 정보를 주고 받는 데 사용
 - 1981년 RFC 792, “Internet Control Message Protocol”에 정의

ICMP 개념과 일반 동작

- ICMP 일반 동작

- ICMP 메시지 전달 서비스

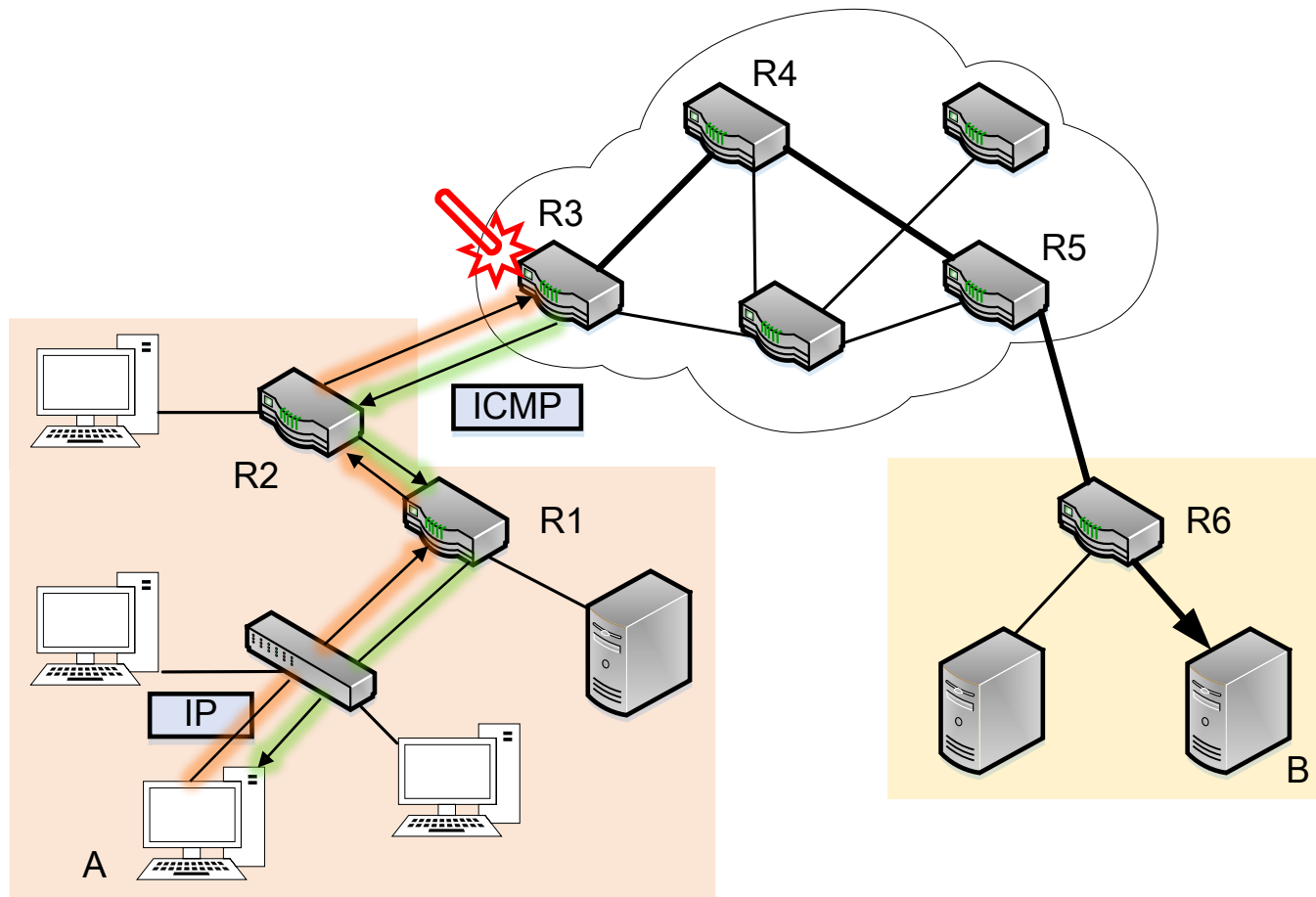
- ICMP 메시지는 IP 패킷에 필요한 여러 중요 정보를 교환
- IP를 이용하여 캡슐화되고 수신 장비의 IP 계층으로 송신
- 기본적으로 라우터가 송신하며, 메시지의 유형에 따라 일반 호스트에서도 송신 가능
 - 일부 메시지는 라우터만 송신 가능
 - e.g., 리다이렉트 메시지

- ICMP 에러 보고

- IP 패킷의 문제로 발생한 ICMP 에러 보고 메시지는 중간 장비의 주소를 알 수 없기 때문에 오직 최초 송신 장비에게만 전달 가능

ICMP 개념과 일반 동작

- ICMP 일반 동작
- ICMP 일반 동작 그림



ICMP 개념과 일반 동작

- ICMP 메시지 클래스, 유형, 코드
- ICMP 메시지 클래스
 - 오류 메시지
 - 에러 발생시 패킷 송신 장비에게 상황을 보고
 - 패킷 에러, 라우팅 에러 등
 - 정보 제공/요청 메시지
 - 네트워크의 문제를 식별하고 교정하는 것을 돕기 위한 테스트와 진단 기능 제공
 - 장비들이 제대로 동작하기 위해 필요한 중요 정보를 공유

ICMP 개념과 일반 동작

- ICMP 메시지 클래스, 유형, 코드
 - ICMP 메시지 유형
 - ICMP 메시지 헤더에 8비트로 된 유형 필드를 포함하여 메시지의 종류를 식별
 - ICMPv4
 - 순서대로 유형 값 부여
 - ICMPv6
 - 오류 메시지 유형 값 : 0 ~ 127
 - 정보 제공 메시지 유형 값 : 128 ~ 255
 - ICMP 메시지 코드
 - 유형 값으로 일반적인 목적을 나타낸 후 코드 값으로 메시지를 세부적으로 분류

ICMP 개념과 일반 동작

- ICMP 메시지 클래스, 유형, 코드
- ICMP 메시지 클래스, 유형 요약 표(1/3)

메시지 클래스	유형 값	메시지 이름	메시지 유형 설명 요약	RFC번호
ICMPv4 오류 메시지	3	목적지 접근 불가	패킷을 목적지로 전달할 수 없음을 나타냄, 코드 값은 에러의 원인에 대한 구체적인 정보 제공	792
	4	송신 속도 낮춤	패킷을 너무 많이 수신하는 IP 장비가 송신 장비에게 송신율을 낮추라고 요구할 때 쓰임	792
	5	리다이렉트	라우터가 호스트에게 패킷 송신을 위한 더 좋은 경로를 알릴 수 있도록 함	792
	11	시간 초과	패킷의 제한시간이 만료되어 전송 중에 버려질 때 송신됨	792
	12	인자 문제	패킷을 전달하는 도중 헤더 필드에 에러가 났을 때 송신됨	792

ICMP 개념과 일반 동작

- ICMP 메시지 클래스, 유형, 코드
- ICMP 메시지 클래스, 유형 요약 표(2/3)

메시지 클래스	유형 값	메시지 이름	메시지 유형 설명 요약	RFC번호
ICMPv4 정보 제공 메시지(1/2)	0	에코 응답	에코 요청 메시지에 대한 응답으로 전송, 연결을 테스트	792
	8	에코 요청	장비가 네트워크의 다른 장비와 연결성을 테스트 하기 위해 쓰임	792
	9	라우터 광고	라우터가 호스트에게 자신의 존재와 기능을 알리는데 쓰임	1256
	10	라우터 정보 요청	호스트가 다른 라우터에게 라우터 광고를 요청할 때 쓰임	1256
	13	타임스탬프 요청	장비가 다른 장비에게 전파 시간 계산과 클럭 동기화를 위해 타임스탬프 정보 요청	792
	14	타임스탬프 응답	타임스탬프 요청에 대한 응답, 시간 계산과 클럭 동기화 정보 제공	792

ICMP 개념과 일반 동작

- ICMP 메시지 클래스, 유형, 코드
- ICMP 메시지 클래스, 유형 요약 표(3/3)

메시지 클래스	유형 값	메시지 이름	메시지 유형 설명 요약	RFC번호
ICMPv4 정보 제공 메시지(2/2)	15	정보 요청	다른 장비에게 설정 정보 요청할 때 쓰임, 지금은 쓰이지 않음	792
	16	정보 응답	정보 요청에 대한 응답, 설정 정보 제공, 지금은 쓰이지 않음	792
	17	주소 마스크 요청	장비에게 주소 마스크 송신 요청	950
	18	주소 마스크 응답	주소 마스크 요청에 대한 응답, 서브넷 마스크를 담고 있음	950
	30	경로 추적	경로 추적(Traceroute) 유틸리티를 구현	1393

ICMP 개념과 일반 동작

- ICMP 메시지 생성과 처리

- ICMP 메시지 생성

- IP의 대역폭을 사용

- ICMP 메시지는 사용자 데이터를 담고 있지 않기 때문에 ICMP로 인한 대역폭 낭비는 장비 전체 대역폭의 극히 일부분

- 오류 메시지

- 여러 에러 상황에 대한 응답으로 송신되기 때문에 메시지 생성과 관련된 문제는 대부분 오류 메시지와 연관되어 있음

- 정보 제공 메시지

- 메시지를 사용하는 프로토콜에 이미 정의되어 있는 규칙에 따라 메시지가 생성되기 때문에 별로 문제를 일으키지 않음

ICMP 개념과 일반 동작

- ICMP 메시지 생성과 처리
- ICMP 메시지 응답의 한계
 - 브로드/멀티캐스트 패킷
 - 브로드/멀티캐스트로 패킷을 송신했는데 모든 목적지 호스트가 출발지 장비로 에러 보고를 보내는 경우
- IP 패킷 단편
 - 패킷이 단편화 되고 여러 단편들이 동일한 오류를 발생시킬 경우
 - 에러에 모두 응답하는 것은 불필요한 트래픽을 생성
- 유니캐스트가 아닌 출발지 주소를 가진 패킷
 - 패킷의 출발지 주소가 유니캐스트 장비 주소가 아닌 경우
 - 라우팅 불가능한 주소(e.g., 루프백 주소 등)로는 브로드/유니캐스트, 또는 오류 메시지가 송신될 수 없음

ICMP 개념과 일반 동작

- ICMP 메시지 생성과 처리
- ICMP 메시지 처리
 - ICMP 메시지를 수신한 장비는 그 메시지 유형이 응답을 필수적으로 요구하지 않는 한, 반드시 처리해야 할 필요는 없음
- 알려지지 않은 유형을 갖는 ICMP 메시지
 - ICMP 오류 메시지
 - 적절한 상위 계층 프로토콜로 전달
 - ICMP 정보 제공 메시지
 - 버려짐

ICMP 개념과 일반 동작

- ICMP 일반 메시지 포맷과 캡슐화
- ICMP 일반 메시지 포맷



필드 이름	크기(바이트)	설명
유형	1	ICMP 메시지 유형을 식별
코드	1	각 ICMP 메시지 유형 내에서의 하위 유형을 식별
체크섬	2	전체 ICMP 메시지를 위한 에러 탐지 기능 제공
메시지 본문/ 데이터	가변적	각 메시지 유형과 관련 있는 정보를 전달

ICMP 개념과 일반 동작

- ICMP 일반 메시지 포맷과 캡슐화
 - ICMP 데이터 캡슐화
 - 포매팅된 다음, IP 패킷으로 캡슐화되어 전송
 - 오류 메시지의 경우
 - 원본 IP 헤더와 페이로드의 일부 또는 페이로드 전체가 ICMP 메시지에 캡슐화됨
 - 그 ICMP 메시지는 다시 새로운 IP 헤더에 캡슐화되어 원본 IP 메시지를 송신한 장비에게 에러 보고 형태로 송신

목 차

- ICMP 개념과 일반 동작
- ICMPv4 오류 메시지 유형과 포맷
- ICMPv4 정보 제공 메시지 유형과 포맷

ICMPv4 오류 메시지 유형과 포맷

- ICMPv4 목적지 접근 불가 메시지
 - 송신 장비에게 IP 패킷 전달 실패를 알리는 메시지
 - ICMP 헤더의 코드 필드는 전달 문제의 원인에 대한 자세한 정보를 제공
- ICMPv4 목적지 접근 불가 메시지 포맷



ICMPv4 오류 메시지 유형과 포맷

- ICMPv4 목적지 접근 불가 메시지
 - ICMPv4 목적지 접근 불가 메시지 하위 유형 표(1/2)

코드 값	메시지 하위 유형	설명
0	네트워크 접근 불가	목적지 네트워크로 가는 경로가 없음, 목적지 주소가 라우팅 테이블에 없을 경우 및 잘못된 주소인 경우 발생
1	호스트 접근 불가	패킷이 IP 주소의 지정된 네트워크로는 전달됐지만 실제 호스트에 전달되지 못한 경우 발생
2	프로토콜 접근 불가	IP 프로토콜의 상위 계층인 UDP, TCP 등에 전달하지 못한 경우 발생
3	포트 접근 불가	수신 측 애플리케이션(프로세스)에 전달하지 못한 경우 발생
4	단편화가 필요하지만 DF가 켜 있음	단편화 불가 옵션이 설정되어있으나, 단편화가 필요할 경우 발생
5	소스 라우팅 실패	송신 측에서 설정한 라우팅 옵션대로 라우터를 방문할 수 없을 경우 발생
6	알려지지 않은 목적지 네트워크	쓰이지 않음, 코드 0
7	알려지지 않은 목적지 호스트	지정된 호스트가 알려지지 않음, 목적지 호스트와 같은 네트워크에 있는 라우터에 의해 생성

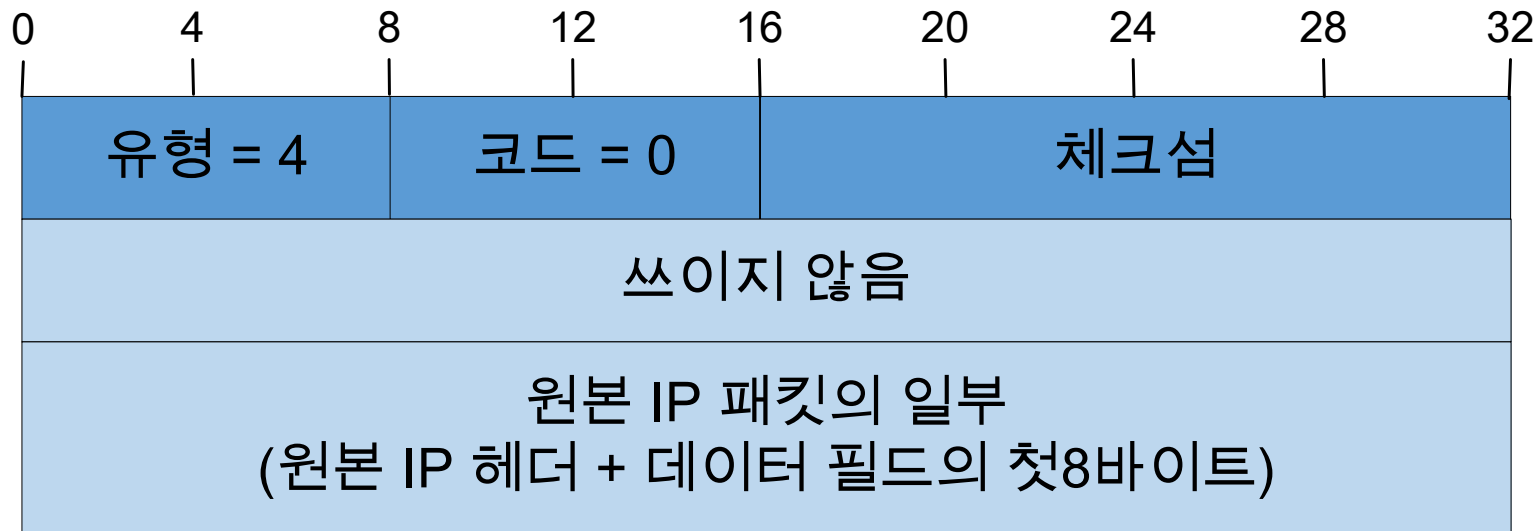
ICMPv4 오류 메시지 유형과 포맷

- ICMPv4 목적지 접근 불가 메시지
 - ICMPv4 목적지 접근 불가 메시지 하위 유형 표(2/2)

코드 값	메시지 하위 유형	설명
8	출발지 호스트 고립	쓰이지 않음
9	목적지 네트워크로의 통신이 관리상 금지됨	출발지 장비로부터 목적지 장비가 위치한 네트워크로 통신이 허용되지 않음
10	목적지 호스트로의 통신이 관리상 금지됨	출발지 장비로부터 목적지 장비가 위치한 네트워크로 송신할 수는 있지만 특정 장비로 송신할 수 없음
11	서비스 유형에 대한 목적지 네트워크 접근 불가	패킷 헤더의 서비스 유형 필드에 명시된 서비스를 제공할 수 없어서 IP 주소에 지정된 목적지 네트워크에 접근할 수 없음
12	서비스 유형에 대한 목적지 호스트 접근 불가	패킷 헤더의 서비스 유형 필드에 명시된 서비스를 제공할 수 없어서 IP 주소에 지정된 목적지 호스트에 접근할 수 없음
13	관리상 통신이 금지됨	패킷이 메시지 내용에 의한 차단을 수행하는 필터링 때문에 전달될 수 없음
14	호스트 우선순위 위반	서비스 유형 필드의 우선순위 값이 허용되지 않을 때 첫 번째 홉 라우터에 의해 송신
15	우선순위 차단	받은 패킷의 우선순위 값이 그 네트워크에서 허용된 최소값보다 작을 때 라우터가 송신

ICMPv4 오류 메시지 유형과 포맷

- ICMPv4 송신 속도 낮춤 메시지
 - 송신 장비에게 패킷 송신율을 낮춰 달라고 요청하는 메시지
 - 전송 받은 패킷을 임시로 보관할 장비의 버퍼가 모두 채워진 경우 사용
- ICMPv4 송신 속도 낮춤 메시지 포맷



ICMPv4 오류 메시지 유형과 포맷

- ICMPv4 송신 속도 낮춤 메시지
- ICMPv4 송신 속도 낮춤 메시지 문제점
 - 출발지 장비에게 혼잡 상태에 있다는 것을 알려주지만, 그 상황에 대한 구체적인 정보를 제공하지 않음
 - 혼잡 상태가 풀렸을 경우 출발지 장비에게 알려줄 방법이 존재하지 않음
 - 악성 사용자에 의해 이유 없는 느려짐 발생
 - 전송 계층 TCP의 더욱 강력한 흐름 제어 기능
- 2012년 표준에서 제외(RFC 6633)

ICMPv4 오류 메시지 유형과 포맷

- ICMPv4 시간 초과 메시지

- 송신 장비에게 패킷의 제한 시간이 만료되었다고 알리는 메시지

1. TTL 필드 만료에 의해 패킷을 버린 경우 사용

- TTL(Time To Live)

- 패킷이 네트워크에서 존재할 수 있는 최대 제한 시간

- 코드 값 = 0

2. 수신 장비의 재조합 타이머가 만료되기 전까지 모든 단편이 수신되지 않을 경우 사용

- 코드 값 = 1

ICMPv4 오류 메시지 유형과 포맷

- ICMPv4 시간 초과 메시지
- ICMPv4 시간 초과 메시지 포맷



ICMPv4 오류 메시지 유형과 포맷

- ICMPv4 시간 초과 메시지

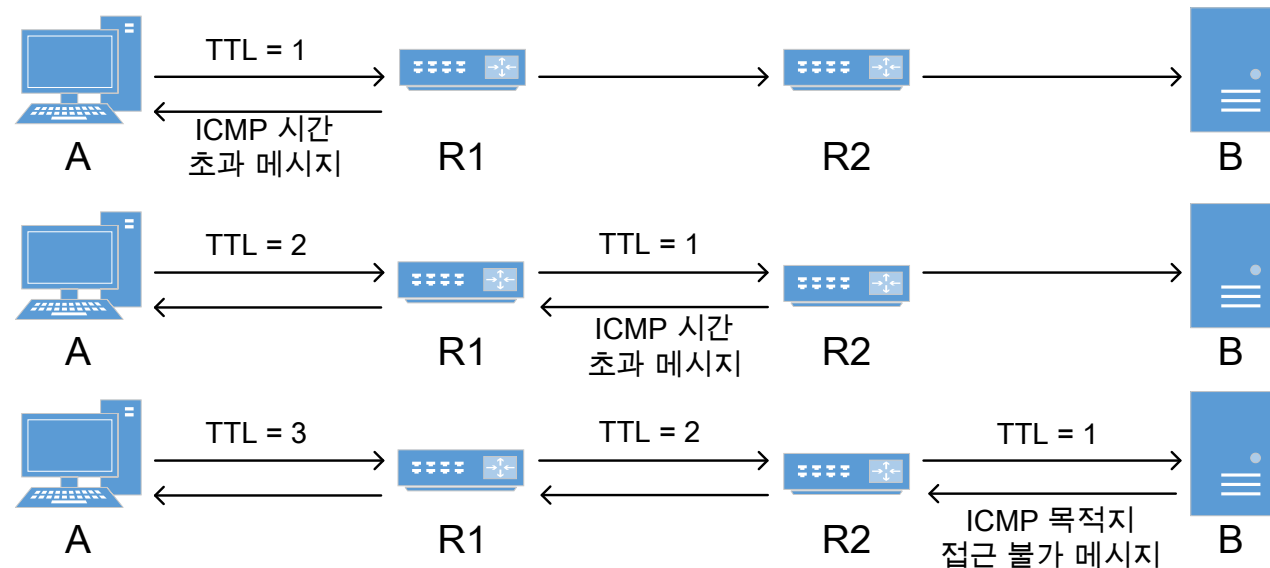
- ICMPv4 시간 초과 메시지 응용

- Traceroute(Tracert)

- 패킷이 출발지와 목적지 간에 거쳐가는 경로의 순서와 각 홉까지 이동하는데 걸리는 시간을 기록

- 패킷의 TTL을 증가시켜 가면서 송신한 뒤 시간 초과 메시지를 관찰

- 동작 과정 그림

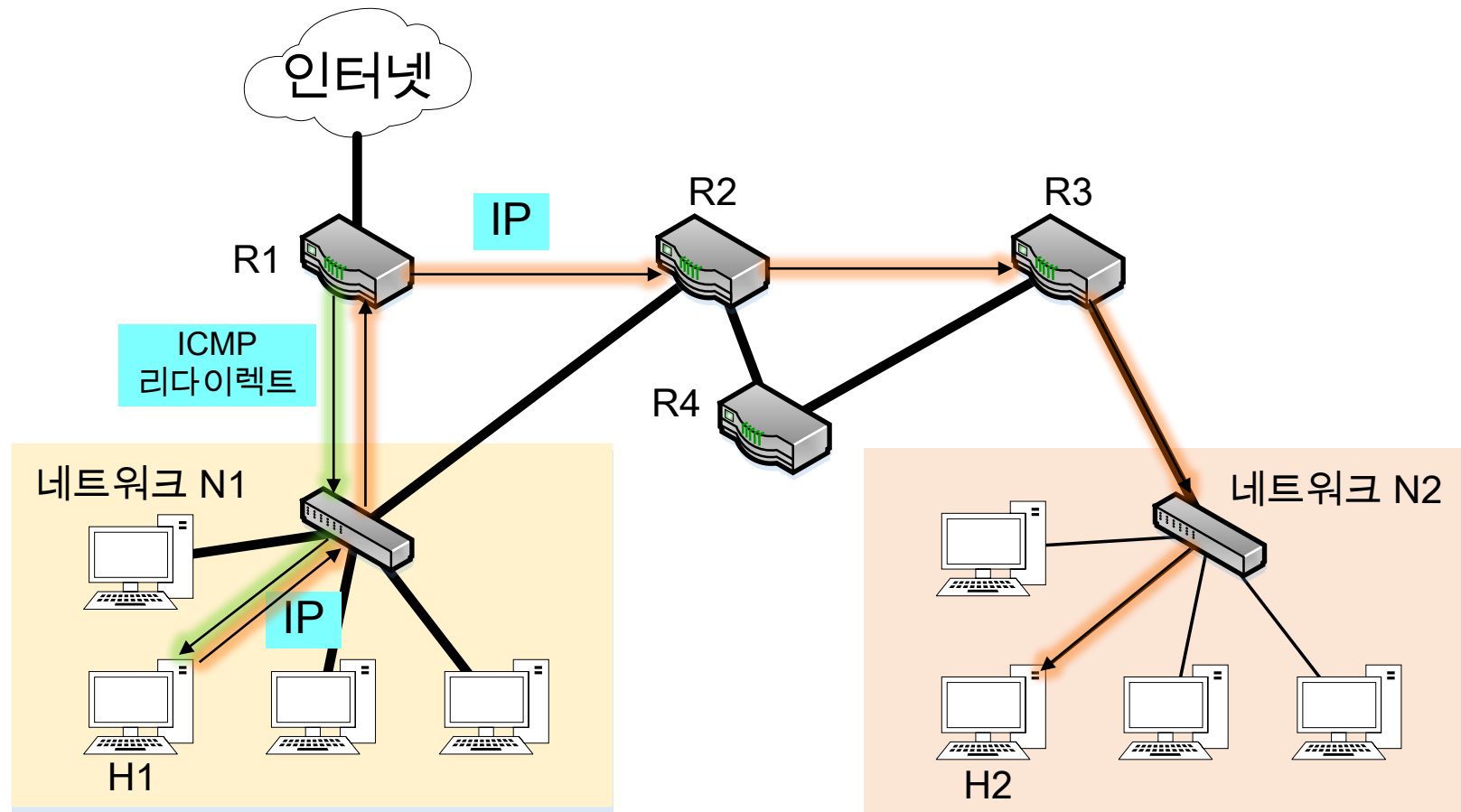


ICMPv4 오류 메시지 유형과 포맷

- ICMPv4 리다이렉트 메시지
 - 송신 장비로부터 패킷을 수신 받은 라우터가 특정 목적지로 가는 더 짧은 경로가 있음을 알리는 메시지
 - 동일 서브넷에 여러 라우터가 존재하고 디폴트 라우터가 잘못 설정된 경우 사용

ICMPv4 오류 메시지 유형과 포맷

- ICMPv4 리다이렉트 메시지
 - ICMPv4 리다이렉트 메시지를 이용한 호스트 리다이렉션



ICMPv4 오류 메시지 유형과 포맷

- ICMPv4 리다이렉트 메시지
- ICMPv4 리다이렉트 메시지 포맷



ICMPv4 오류 메시지 유형과 포맷

- ICMPv4 리다이렉트 메시지

- ICMPv4 리다이렉트 메시지 하위 유형 표

코드 값	하위 유형	설명
0	네트워크(또는 서브넷)에 대한 리다이렉트	목적지 주소가 위치한 네트워크로 향하는 모든 패킷을 리다이렉트, 더 이상 쓰이지 않음
1	호스트에 대한 리다이렉트	목적지 주소로 향하는 모든 패킷을 리다이렉트
2	서비스 유형(ToS)과 네트워크(또는 서브넷)에 대한 리다이렉트	코드 0과 같지만, 원본 패킷과 같은 ToS값을 갖는 패킷만을 리다이렉트, 더 이상 쓰이지 않음
3	ToS와 호스트에 대한 리다이렉트	코드 1과 같지만, 원본 패킷과 같은 ToS값을 갖는 패킷만을 리다이렉트

- RFC 1812에서 ICMP 리다이렉트 메시지의 코드값 0과 2의 사용을 금지

- 특정 네트워크 전체로 리다이렉트 메시지를 보내는 것은 서브네팅이나 클래스 비사용 주소 지정을 사용하는 환경에서 네트워크 지정이 애매할 수 있기 때문

ICMPv4 오류 메시지 유형과 포맷

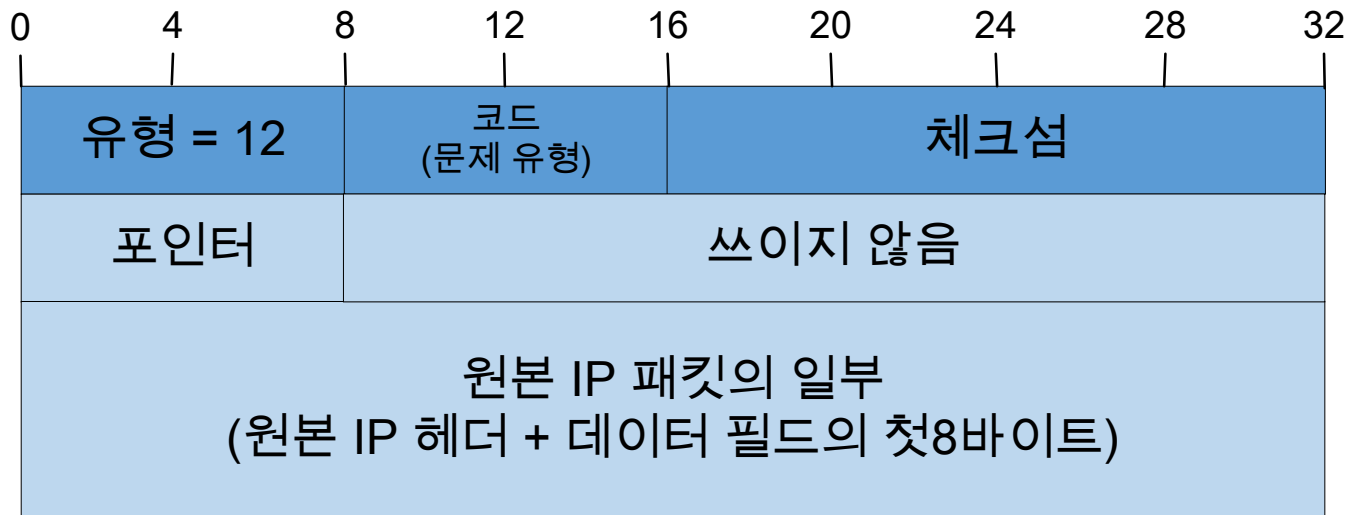
- ICMPv4 리다이렉트 메시지
 - ICMPv4 리다이렉트 메시지의 한계
 - 로컬 라우터가 호스트에게 경로 정보를 제공하기 위한 간편한 방법이지만, 라우터 간 정보를 교환하는 데는 쓰이지 않음
 - 두 번째 홉 라우터부터는 리다이렉트 메시지 사용 불가
 - 라우터 간 비효율 문제는 라우팅 프로토콜로 해결

ICMPv4 오류 메시지 유형과 포맷

- ICMPv4 인자 문제 메시지
 - IP 패킷의 여러 헤더 필드에 에러가 발생했을 때 송신 장비에게 알리는 메시지
 - 문제의 구체적인 내용을 나타내는 필드나 코딩을 포함하지 않음
 - 어떤 종류의 에러도 표현할 수 있도록 하기 위함
 - 포인터 필드 포함
 - IP 패킷 헤더의 어떤 필드가 문제를 일으켰는지 나타냄
- 호스트와 라우터 모두 인자 문제 메시지 생성 가능

ICMPv4 오류 메시지 유형과 포맷

- ICMPv4 인자 문제 메시지
- ICMPv4 인자 문제 메시지 포맷



- ICMPv4 인자 문제 메시지 하위 유형 표

코드 값	메시지 하위 유형	설명
0	포인터가 에러를 가리킴	가장 일반적인 인자 문제 메시지, 문제가 발생한 위치를 가리킴
1	필요한 옵션의 부재	IP 패킷이 가지고 있어야 할 옵션이 빠진 경우 사용
2	잘못된 길이	패킷 전체의 길이가 잘못된 경우 사용

목 차

- ICMP 개념과 일반 동작
- ICMPv4 오류 메시지 유형과 포맷
- ICMPv4 정보 제공 메시지 유형과 포맷

ICMPv4 정보 제공 메시지 유형과 포맷

- ICMPv4 에코 요청과 응답 메시지
 - 장비 간 서로 통신이 가능한지 확인하는 메시지 쌍
- ICMPv4 에코 요청과 응답 메시지 포맷



ICMPv4 정보 제공 메시지 유형과 포맷

- ICMPv4 에코 요청과 응답 메시지
- ICMPv4 에코 요청과 응답 메시지 응용
 - PING(Packet Internet Groper)
 - 호스트 접근성을 테스트하는 데 사용되는 유틸리티
 - 에코 요청 메시지를 송신하고 에코 응답 메시지를 수신하는 것으로 구성됨
 - 연결에 대한 정보를 제공
 - 에코 요청 메시지의 수, 메시지 송·수신 사이의 시간 간격, 메시지 크기 등과 같은 다양한 인자를 지정 가능

ICMPv4 정보 제공 메시지 유형과 포맷

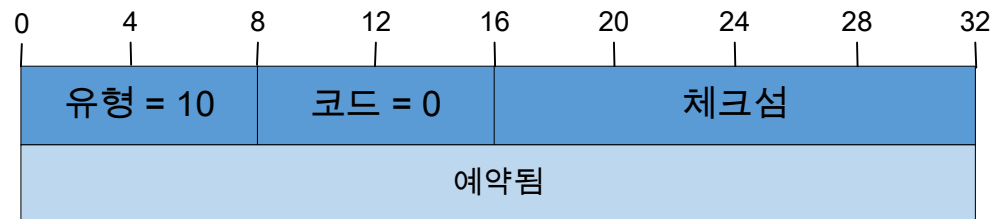
- ICMPv4 라우터 광고와 정보 요청 메시지
 - RFC 1256, “ICMP Router Discovery Messages”에 정의
 - 호스트가 자동으로 로컬 라우터를 식별하고 그 라우터에 대한 정보를 얻을 수 있는 방법
 - 라우터 발견(Router Discovery) 과정
 - 라우터가 정기적으로 라우터 광고 메시지를 송신
 - 7 ~ 10분 간격, 송신 시간 간격 조절 가능
 - 라우터 광고 메시지를 받은 호스트는 라우터 정보를 라우팅 테이블에 추가
 - 라우터 정보가 없는 호스트는 라우터 정보 요청 메시지를 송신하여 라우터 정보를 얻을 수 있음

ICMPv4 정보 제공 메시지 유형과 포맷

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



- ICMPv4 라우터 정보 요청 메시지 포맷



ICMPv4 정보 제공 메시지 유형과 포맷

- ICMPv4 라우터 광고와 정보 요청 메시지
 - ICMPv4 라우터 광고와 정보 요청 메시지의 주소 지정
 - 효율성을 높이기 위해 멀티캐스트로 메시지 전송
 - 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
 - 로컬 네트워크가 멀티캐스트를 지원하지 않는 경우
 - 브로드캐스트 주소(255.255.255.255) 사용

ICMPv4 정보 제공 메시지 유형과 포맷

- ICMPv4 타임스탬프 요청과 응답 메시지
 - 장비 간 IP 패킷이 왕복하는 데 필요한 시간을 알아내고, 시간 정보를 교환할 수 있도록 하는 메시지 쌍
 - 장비 간 패킷을 주고 받는 시간의 차이가 많이 날 경우 사용
- ICMPv4 타임스탬프 요청과 응답 메시지 포맷

0	4	8	12	16	20	24	28	32
유형 = 13 또는 14		코드 = 0		체크섬				
식별자				순서 번호				
요청 송신 타임스탬프								
요청 수신 타임스탬프								
응답 송신 타임스탬프								

ICMPv4 정보 제공 메시지 유형과 포맷

- ICMPv4 타임스탬프 요청과 응답 메시지
 - ICMPv4 타임스탬프 요청과 응답 메시지의 문제
 - 패킷을 수신하는 데 시간이 무한정 소모될 수 있음
 - 장비가 서로에게 패킷을 송신하는 데 걸리는 시간이 각 패킷 별로 다르기 때문
 - 근래의 장비들은 네트워크 시간 프로토콜과 같은 복잡한 시간 동기화 방법 사용
 - 네트워크 시간 프로토콜(NTP, Network Time Protocol)
 - 네트워크로 연결되어 있는 컴퓨터들끼리 시간을 동기화하기 위해 사용되는 프로토콜

ICMPv4 정보 제공 메시지 유형과 포맷

- ICMPv4 주소 마스크 요청과 응답 메시지
 - 로컬 네트워크에서 서브네팅을 사용중인 경우 호스트는 서브넷 마스크 정보를 알아야 함
- ICMPv4 주소 마스크 요청과 응답 메시지 포맷



ICMPv4 정보 제공 메시지 유형과 포맷

- ICMPv4 경로 추적 메시지
 - RFC 1393, “Traceroute Using an IP Option”에 정의
 - 라우터 경로 추적을 좀 더 효율적으로 수행하는 방법
 - 출발지 장비가 목적지 장비에게 Traceroute IP 옵션을 포함한 패킷 송신
 - 각 라우터는 옵션을 보고 출발지 장비에게 ICMP 경로 추적 메시지 송신

ICMPv4 정보 제공 메시지 유형과 포맷

- ICMPv4 경로 추적 메시지
 - ICMPv4 경로 추적 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								

ICMPv4 정보 제공 메시지 유형과 포맷

- ICMPv4 경로 추적 메시지
- ICMPv4 경로 추적 메시지 포맷 표

필드 이름	크기(바이트)	설명
유형	1	ICMP 메시지 유형을 식별
코드	1	출발지 장비가 송신한 패킷이 다음 라우터로 성공적으로 전달됐으면 0으로, 패킷이 버려졌으면 1로 설정
체크섬	2	에러 탐지 기능 제공
ID 번호	2	출발지 장비가 보낸 (Traceroute IP 옵션을 포함한) 원본 메시지와 대응시키는 데 쓰이는 식별자 필드
쓰이지 않음	2	쓰이지 않음, 0으로 설정
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	경로 추적 메시지가 송신되는 링크의 속도를 초당 바이트 수로 나타냄
출력 링크 MTU	4	경로 추적 메시지가 송신되는 링크의 최대 전송 단위를 초당 바이트 수로 나타냄

감사합니다!