2021/01/08, 2021 보안 기초 세미나

TCP/IP 완벽 가이드

- 2-6부 IP 지원 프로토콜 -

박 재 형(jaehyoung@pel.sejong.ac.kr)

세종대학교 프로토콜공학연구실

목 차

- ICMP
- ICMPv4 오류메시지 유형
- ICMPv4 정보 제공 메시지 유형

ICMP

- 정의
  - IP 패킷을 처리할 때 발생하는 문제를 진단하고 제어하는 IP 지원 프로토콜
- 기능
  - IP 장비의 제어 메시지 교환, 진단, 에러 보고
  - 네트워크의 IP 장비 간에 여러 유형의 정보를 주고 받는데 사용

ICMP

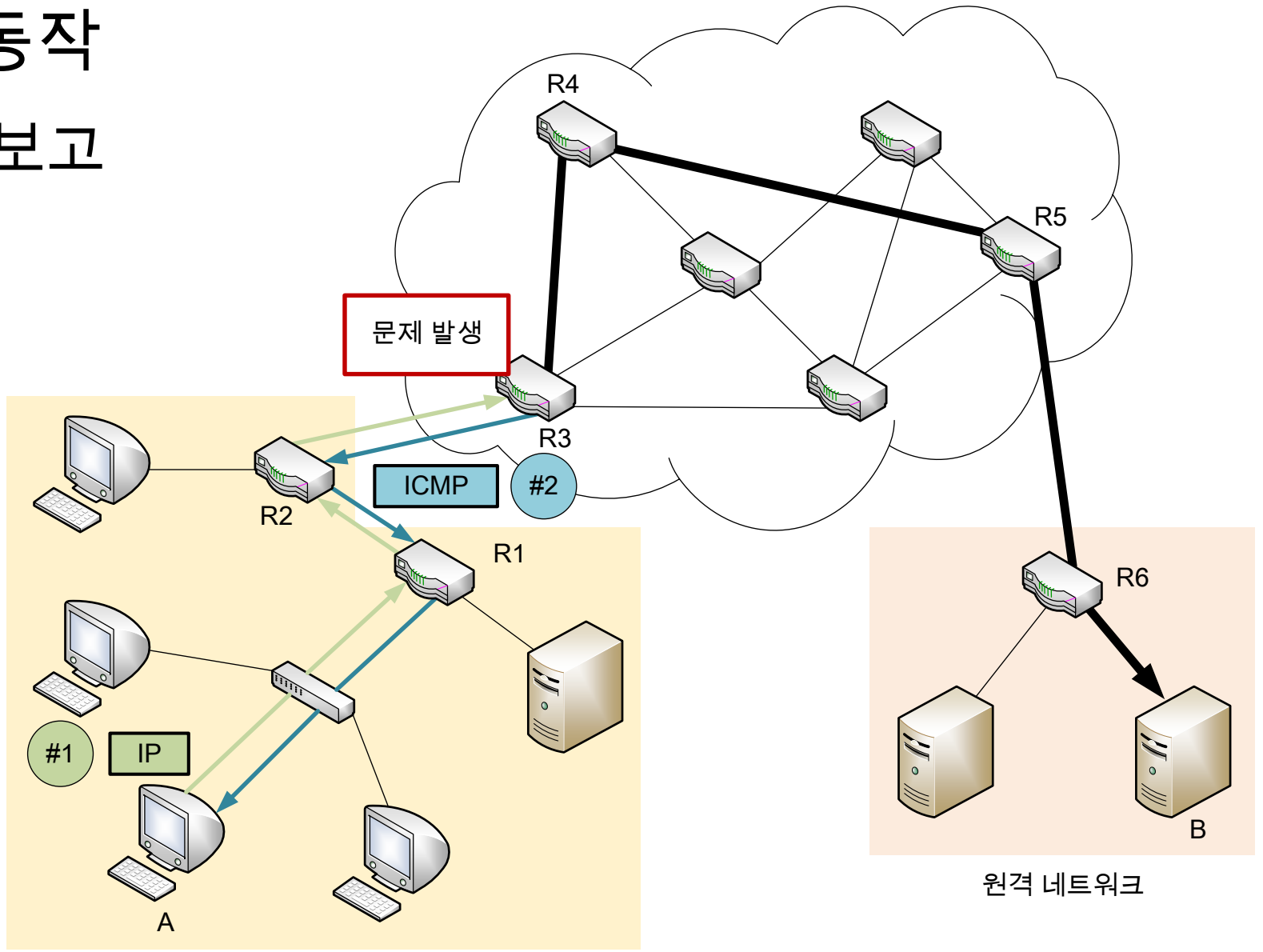
- 개요
  - 1981년 네트워크 계층의 통신 환경의 문제에 대해 피드백을 제공하기 위해 “Internet Control Message Protocol”을 RFC 792에 정의
  - IP 패킷은 수립된 연결 없이 목적지에 도달한다는 보장 없이, 제대로 수신이 완료되었다는 응답 없이 전달됨
    - IP 특징
      - 연결하지 않음
      - 신뢰성이 없음
      - 승인이 없음

ICMP

- 일반 동작
  - ICMP 메시지는 에러는 보고하거나 IP가 원활히 동작하기 위한 정보를 교환
  - IP를 이용하여 캡슐화 되고 수신 장비의 IP 계층으로 송신
  - 기본적으로 라우터가 송신하며, 메시지의 유형에 따라 일반 호스트에서도 송신가능
    - 일부 메시지는 라우터만 송신 가능
      - e.g., 리다이렉트 메시지
  - ICMP 에러 보고
    - IP 패킷의 문제로 발생한 ICMP 에러보고 메시지는 중간 장비의 주소를 알 수 없기 때문에 오직 최초 송신 장비에게만 전달 가능

ICMP

- 일반 동작
  - 에러 보고



ICMP

- ICMP 메시지 클래스, 유형, 코드
  - ICMP 메시지 클래스
    - 오류 메시지
      - 에러 발생시 패킷 최초 송신 장비에게 상황 보고
      - e.g., 패킷 에러, 라우팅 에러 등
    - 정보 제공/요청 메시지
      - 네트워크의 문제를 진단, 테스트 등에 사용되는 정보 제공
      - 장비들이 제대로 동작하기 위해 필요한 정보를 공유
      - e.g., 에코 응답/요청 메시지, 라우터 광고/라우터 정보 요청 메시지

ICMP

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

메시지 클래스	유형 값	메시지 이름	메시지 유형 설명 요약	RFC 번호
ICMPv4 오류 메시지	3	목적지 접근 불가	패킷을 목적지로 전달할 수 없을 경우	792
	4	송신 속도 낮춤	IP 장비가 송신 장비에게 송신율을 낮추라고 요구할 경우	792
	5	리다이렉트	라우터가 호스트에게 패킷 송신을 위한 더 나은 경로를 알리는 경우	792
	11	시간 초과	패킷의 제한 시간이 만료 되어 전송 중에 버려질 경우	792
	12	인자 문제	패킷을 전달하는 도중 헤더 필드에 에러가 발생했을 경우	792

ICMP

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

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

ICMP

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

메시지 클래스	유형 값	메시지 이름	메시지 유형 설명 요약	RFC 번호
ICMPv4 정보 제공 메시지 (2/2)	15	정보 요청	다른 장비에게 설정 정보를 요청할 경우 지금은 쓰이지 않음	792
	16	정보 응답	정보 요청에 대한 응답, 설정 정보를 제공 지금은 쓰이지 않음	792
	17	주소 마스크 요청	장비에게 주소 마스크 송신을 요청할 경우	950
	18	주소 마스크 응답	주소 마스크 요청에 대한 응답, 서브넷 마스크를 담고 있음	950
	30	경로 추적	라우터의 경로를 추적(Traceroute)할 경우	1393

ICMP

- ICMP 일반 메시지 포맷

필드 이름	크기(바이트)	설명
유형	1	ICMP 메시지 유형 식별
코드	1	각 ICMP 메시지 유형 내에서의 하위 유형 식별 (e.g., 유형 값 1: 목적지 접근 불가 메시지 코드 값 0: 네트워크 접근 불가 코드 값 1: 호스트 접근 불가)
체크섬	2	전체 ICMP 메시지의 에러 검출
메시지 본문	가변적	에러가 발생하거나 정보를 제공하기 위한 메시지 원문

ICMP

- ICMP 메시지 생성
  - IP를 이용하여 캡슐화됨
    - IP의 대역폭 사용
      - IP의 일부분의 대역폭을 차지하며, 필요한 경우에 ICMP 사용

  - 오류 메시지
    - 여러 오류 상황에 대한 응답으로 메시지 생성
  - 정보 제공 메시지
    - 메시지를 사용하는 프로토콜에 정의되어 있는 규칙에 따라 메시지 생성

ICMP

- ICMP 메시지 처리
  - ICMP 메시지를 수신한 장비는 받은 메시지 유형에 맞게 처리
    - e.g., 시간 초과 메시지를 수신한 경우, 송신율을 낮춤
    - e.g., 에코 요청 메시지를 수신한 경우, 에코 응답 메시지로 응답함으로써, 통신 여부를 테스트함
  - 메시지 유형에서 응답을 필수적으로 요구하지 않는다면 반드시 처리할 필요는 없음
  - 알 수 없는 유형의 ICMP 메시지가 수신되면 사용자에게 알리고 자동 삭제

ICMP

- ICMP 메시지 응답의 한계
  - 브로드/멀티캐스트로 패킷을 송신했는데 모든 목적지 호스트가 출발지 장비로 에러보고를 보내는 경우
    - 과부하 발생
  - 패킷이 단편화 되고 여러 단편들이 동일한 오류를 발생시킬 경우
    - 동일한 오류에 대해 모두 응답하는 것은 불필요한 트래픽 생성
  - 패킷이 유니캐스트 장비 주소가 아닌 출발지 주소를 갖는 경우
    - 루프백

ICMPv4 오류메시지 유형

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

ICMPv4 오류메시지 유형

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

코드 값	메시지 하위 유형	설명
0	네트워크 접근 불가	목적지 네트워크로 가는 경로가 없는 경우 발생 (e.g., 목적지 주소가 라우팅 테이블에 없을 경우 및 잘못된 주소인 경우)
1	호스트 접근 불가	패킷이 IP 주소의 지정된 네트워크로는 전달되었지만, 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 DF(Don't Fragment)가 있음	단편화 불가 옵션이 설정되었으나, 단편화가 필요한 경우 발생
5	소스 라우팅 실패	송신 측에서 설정한 라우팅 옵션대로 라우터를 방문할 수 없을 경우 발생
6	알려지지 않은 목적지 네트워크	쓰이지 않으며, 코드 값 0
7	알려지지 않은 목적지 호스트	지정된 호스트가 알려지지 않은 경우 발생

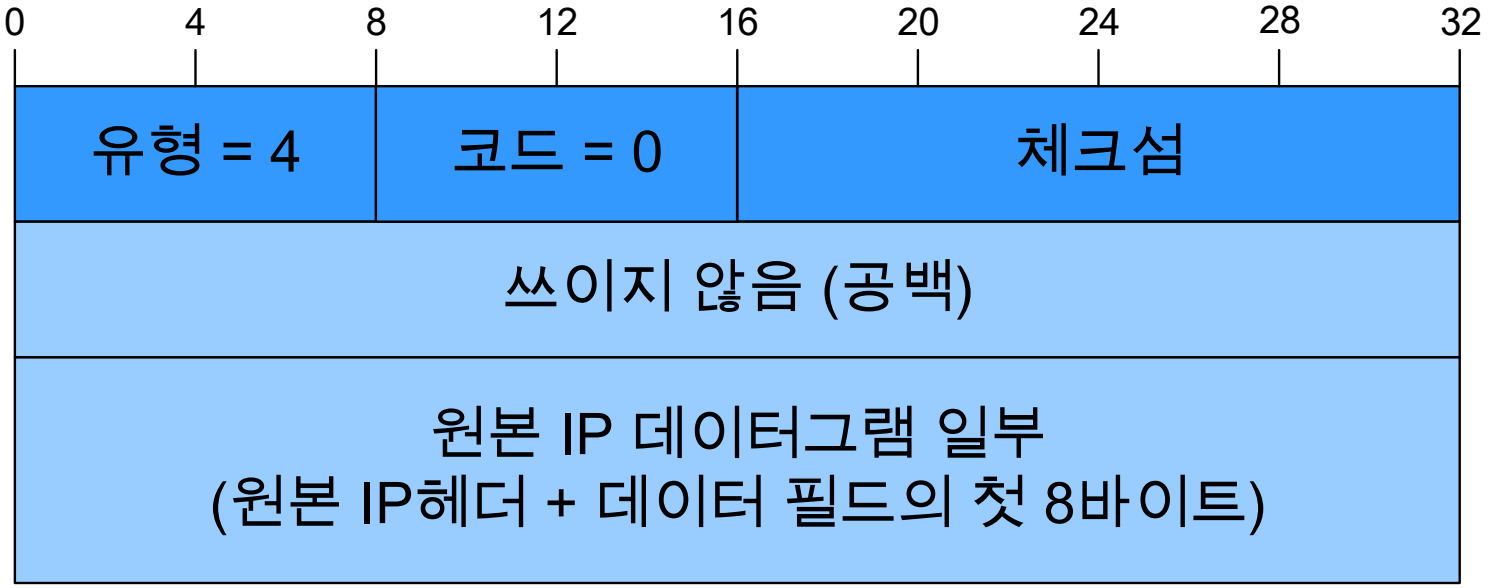
ICMPv4 오류메시지 유형

- ICMPv4 목적지 접근 불가 메시지
  - ICMPv4 목적지 접근 불가 메시지 하위 유형 (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 수 있지만 특정 장비로 송신 할 수 없음
11	서비스 유형에 대한 목적지 네트워크 접근 불가	패킷 헤더의 서비스 유형 필드에 멸시된 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 오류메시지 유형

- ICMPv4 송신 속도 낮춤 메시지
  - 송신 장비에게 패킷 송신율을 낮추는 것을 요청하는 메시지
    - 패킷을 전송 받을 장비의 버퍼가 모두 채워진 경우 사용
  - 포맷



ICMPv4 오류메시지 유형

- ICMPv4 송신 속도 낮춤 메시지
  - 한계
    - 혼잡 상태가 풀렸을 경우 출발지 장비에게 알려줄 방법이 존재하지 않음
      - 낮춘 송신율을 계속 사용함
  - 해결 방안
    - 출발지 장비는 송신 속도 낮춤 메시지가 오지 않을 때까지 전송률을 낮추고 이후에 천천히 전송률을 올림
  - 전송 계층 TCP의 흐름제어 기능으로 송신 속도 낮춤 메시지는 자주 쓰이지 않음

ICMPv4 오류메시지 유형

- ICMPv4 시간 초과 메시지
  - 송신 장비에게 패킷의 수명이 만료 되었다고 알리는 메시지
  - 포맷

ICMPv4 오류메시지 유형

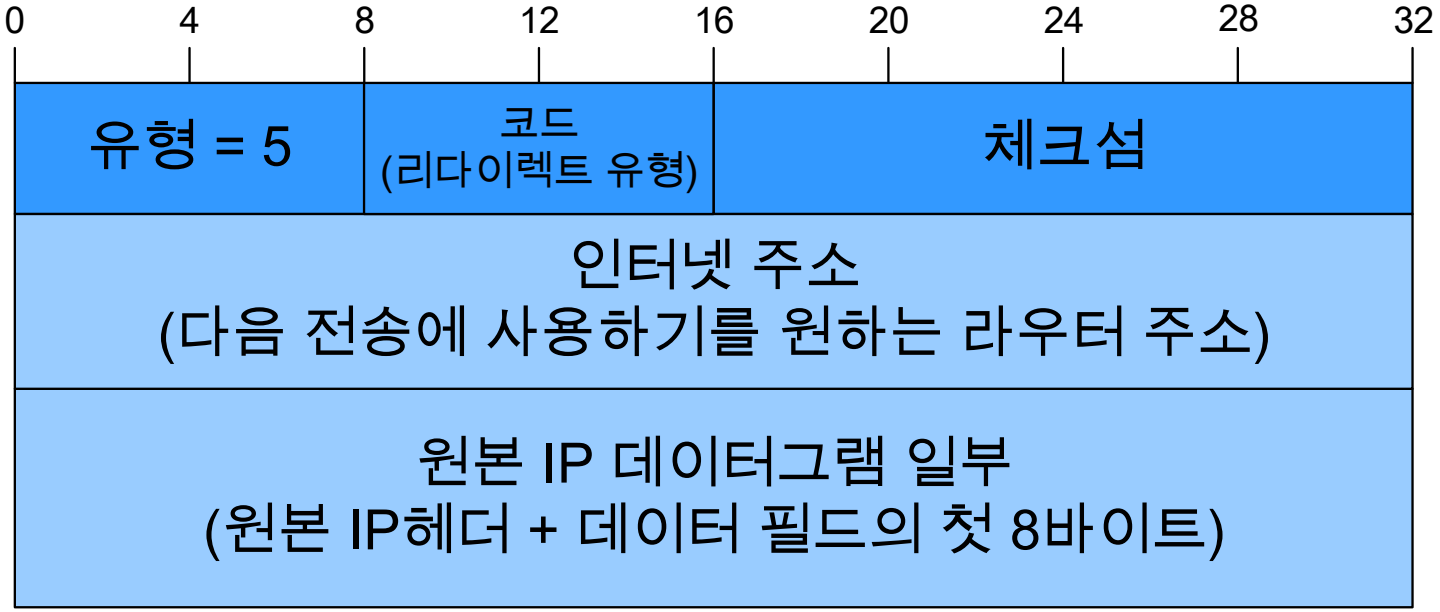
- ICMPv4 시간 초과 메시지
  - ICMPv4 시간 초과 메시지 하위 유형

코드 값	메시지 하위 유형	설명
0	TTL 필드 만료	TTL(Time To Live) 필드 만료에 의해 패킷을 버린 경우, 출발지 장비에게 보내는 메시지
1	재조합 타이머 만료	수신 장비가 단편화된 메시지의 첫 단편을 받은 후 재조합 타이머의 만료에 의한 전송

    - TTL(Time To Live)
      - IP 패킷 헤더의 필드로써, 패킷이 한 장비에서 다른 장비로 전달될 수 있는 횟수를 기반으로 패킷의 수명을 제한함
      - TTL을 응용하여 경로추적(Traceroute) 가능
    - 재조합 타이머
      - 단편화된 IP 패킷들을 재조합하기 위해 지정된 시간

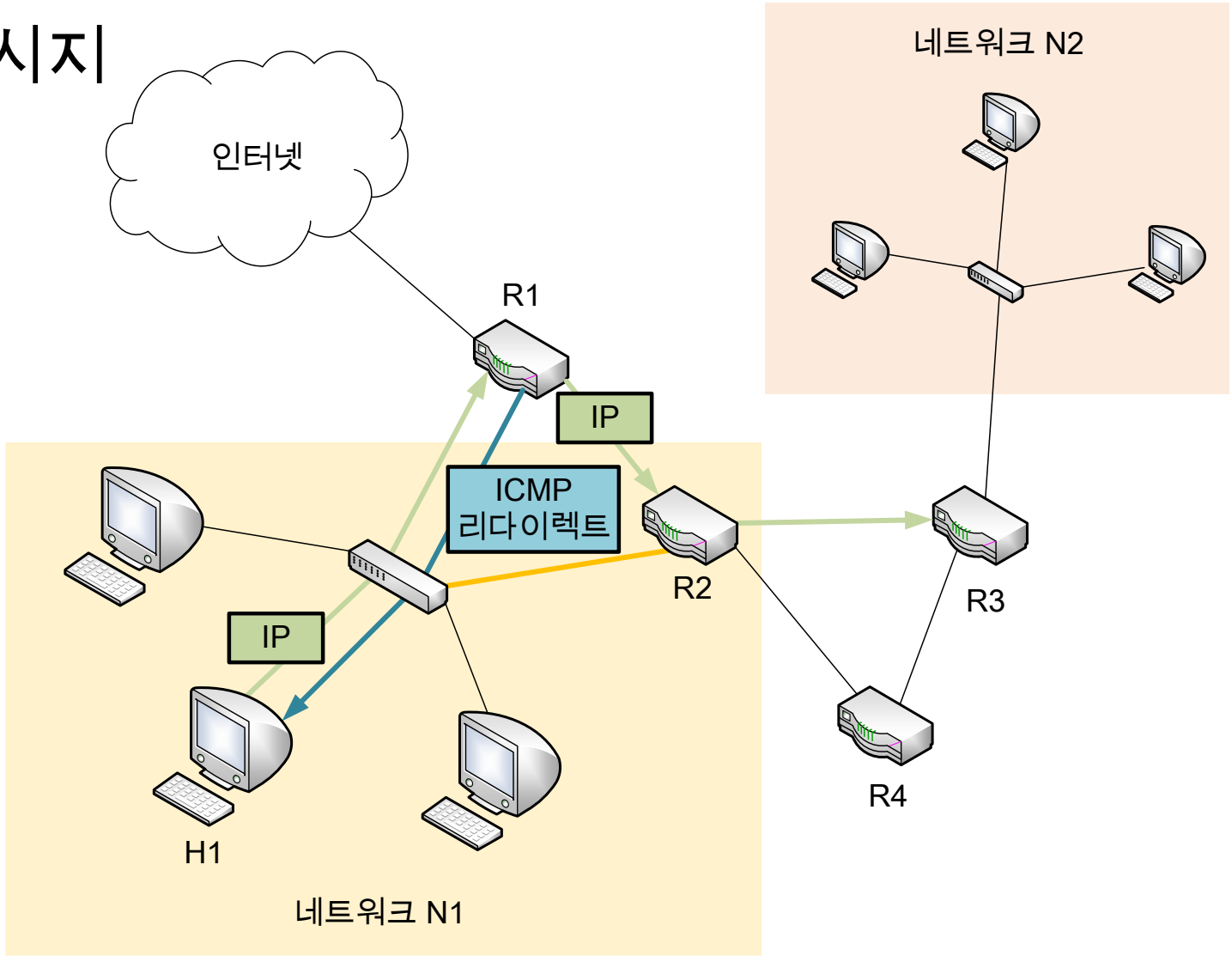
ICMPv4 오류메시지 유형

- ICMPv4 리다이렉트 메시지
  - 특정 호스트나 네트워크로 패킷을 보낼 때, 더 나은 경로를 호스트에게 알려주는 메시지
  - 포맷



ICMPv4 오류메시지 유형

- ICMPv4 리다이렉트 메시지
  - 리다이렉트 메시지 동작과정



ICMPv4 오류메시지 유형

- ICMPv4 리다이렉트 메시지
  - ICMPv4 리다이렉트 메시지 하위 유형

코드 값	메시지 하위 유형	설명
0	네트워크 또는 서브넷에 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 서브넷에 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

  - RFC1812에서 ICMP 리다이렉트 메시지의 코드 값 0과 2의 사용을 금지함
    - 네트워크 충돌 발생

ICMPv4 오류메시지 유형

- ICMPv4 리다이렉트 메시지
  - 한계
    - ICMPv4 리다이렉트 메시지는 로컬 라우터가 호스트에게 경로 정보를 제공하기 위한 방법이지만, 라우터 간의 경로를 변경하는 데는 쓰이지 않음
    - 두 번째 홉 라우터에 대해서는 리다이렉트 메시지 사용 불가
  - 해결 방안
    - 라우팅 프로토콜 사용
      - 라우팅 테이블을 만들어 패킷이 목적지까지 가는 방법을 결정해주는 프로토콜

ICMPv4 오류메시지 유형

- ICMPv4 인자 문제 메시지
  - IP 패킷의 헤더 인자 값의 오류(잘못된 필드) 발견 시, 송신 장비에게 보내는 메시지
  - 포인터 필드
    - IP 패킷 헤더의 어떤 필드가 오류인지 나타냄
  - 포맷

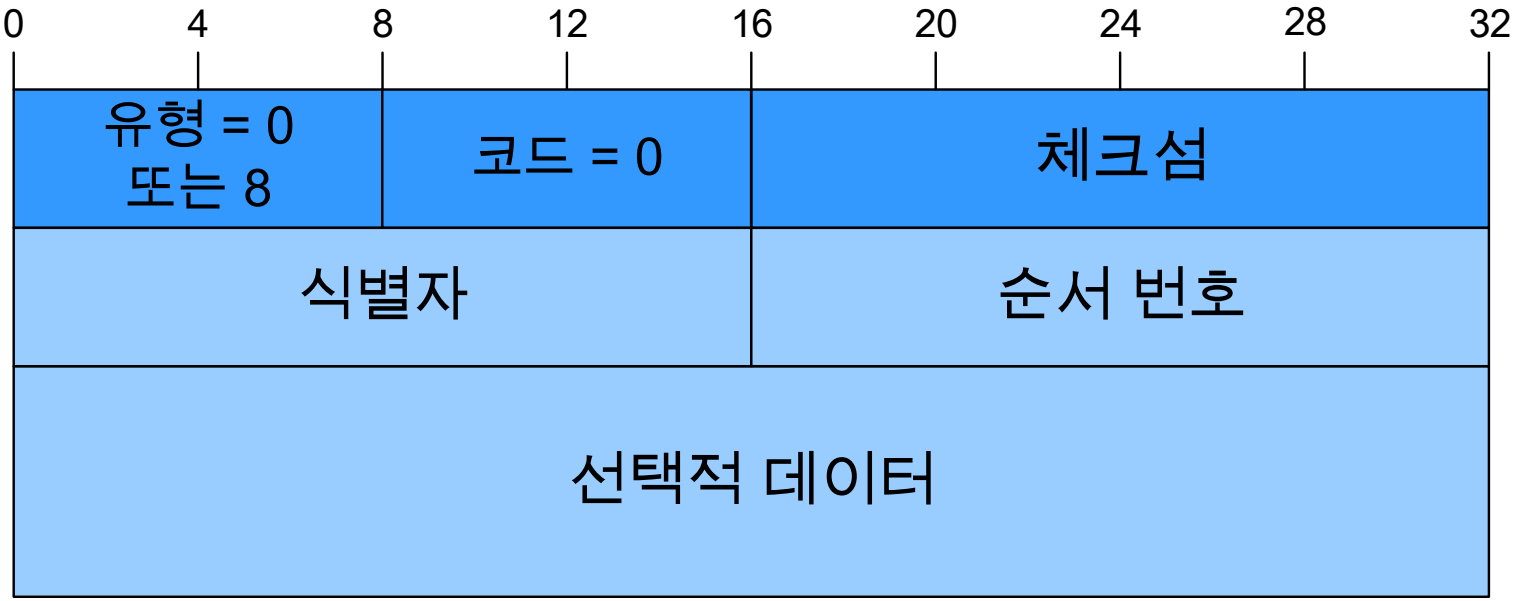
ICMPv4 오류메시지 유형

- ICMPv4 인자 문제 메시지
  - ICMPv4 인자 문제 메시지 하위 유형

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	IP 패킷 전체의 길이가 잘못된 경우 사용

ICMPv4 정보 제공 메시지 유형

- ICMPv4 에코 요청과 응답 메시지
  - 장비 간 서로 통신 여부를 테스트하고 확인하는 메시지
  - 포맷



ICMPv4 정보 제공 메시지 유형

- ICMPv4 에코 요청과 응답 메시지
  - 포맷

필드 이름	크기 (바이트)	설명
유형	1	ICMP 메시지 유형을 식별 (에코 요청의 경우, 필드 값 0 / 에코 응답의 경우, 필드 값 1)
코드	1	에코 요청과 에코 응답 메시지에는 쓰이지 않음 (코드 값 0)
체크섬	2	에러 검출
식별자	2	에코 요청과 에코 응답 메시지를 대응시키는 데 도움을 주는 필드
순서 번호	2	에코 요청과 에코 응답 메시지를 대응시키는 데 도움을 주는 순서 번호
선택적 데이터	가변적	메시지와 함께 송신할 추가 데이터

ICMPv4 정보 제공 메시지 유형

- ICMPv4 에코 요청과 응답 메시지
  - 응용
    - PING(Packet Internet Groper)
      - 호스트에 대한 접근성을 테스트하는데 사용되는 유틸리티
        - 에코 요청 메시지를 송신하고 에코 응답 메시지를 수신하는 것으로 구성됨
        - 에코 요청 메시지의 수, 메시지 송/수신 사이의 시간, 메시지 크기 등의 인자 지정 가능

명령 프롬프트

```
Microsoft Windows [Version 10.0.19042.685]
(c) 2019 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:₩Users₩JeaHyoung>ping 127.0.0.1

Ping 127.0.0.1 32바이트 데이터 사용:
127.0.0.1의 응답: 바이트=32 시간<1ms TTL=128
127.0.0.1의 응답: 바이트=32 시간<1ms TTL=128
127.0.0.1의 응답: 바이트=32 시간<1ms TTL=128
127.0.0.1의 응답: 바이트=32 시간<1ms TTL=128

127.0.0.1에 대한 Ping 통계:
    패킷: 보냄 = 4, 받음 = 4, 손실 = 0 (0% 손실),
왕복 시간(밀리초):
    최소 = 0ms, 최대 = 0ms, 평균 = 0ms

C:₩Users₩JeaHyoung>
```

명령 프롬프트

```
C:₩Users₩JeaHyoung>ping 127.0.0.1 -l 100

Ping 127.0.0.1 100바이트 데이터 사용:
127.0.0.1의 응답: 바이트=100 시간<1ms TTL=128
127.0.0.1의 응답: 바이트=100 시간<1ms TTL=128
127.0.0.1의 응답: 바이트=100 시간<1ms TTL=128
127.0.0.1의 응답: 바이트=100 시간<1ms TTL=128
```

ICMPv4 정보 제공 메시지 유형

- ICMPv4 타임스탬프 요청과 응답 메시지
  - 장비 간 IP 패킷이 왕복하는 데 필요한 시간을 알아내고, 시간 정보를 교환할 수 있도록 하는 메시지
    - 시간 동기화
  - 포맷

ICMPv4 정보 제공 메시지 유형

- ICMPv4 타임스탬프 요청과 응답 메시지
  - 포맷

필드 이름	크기 (바이트)	설명
유형	1	ICMP 메시지 유형을 식별 (타임스탬프 요청의 경우, 필드 값 13 / 타임스탬프 응답의 경우, 필드 값 14)
코드	1	타임스탬프 요청과 타임스탬프 응답 메시지에는 쓰이지 않음 (코드 값 0)
체크섬	2	에러 검출
식별자	2	타임스탬프 요청과 타임스탬프 응답 메시지를 대응시키는 데 도움을 주는 필드
순서 번호	2	타임스탬프 요청과 타임스탬프 응답 메시지를 대응시키는 데 도움을 주는 순서 번호
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 돌려 보내기 바로 전 시간

ICMPv4 정보 제공 메시지 유형

- ICMPv4 타임스탬프 요청과 응답 메시지
  - 한계
    - 데이터그램 수신에 시간이 무한정 걸리는 경우 발생
      - IP는 신뢰할 수 없는 프로토콜
      - 장비간 패킷을 송신하는데 걸리는 시간이 각 패킷 별로 다름
  - 해결 방안
    - 네트워크 시간 프로토콜(NTP, Network, Time Protocol)
      - 네트워크로 연결된 컴퓨터들 간의 시간을 동기화 하기위해 사용되는 프로토콜

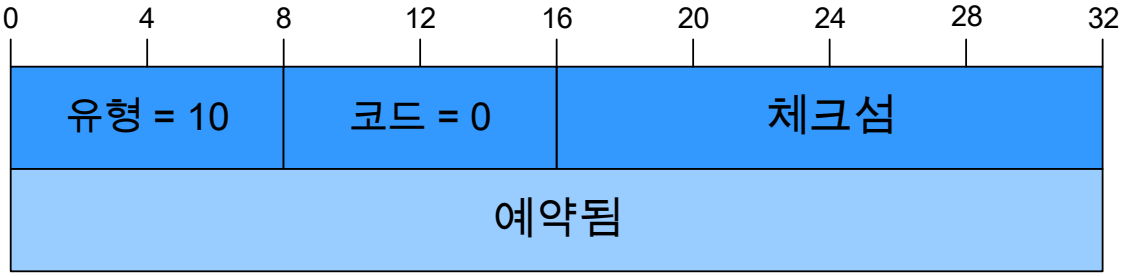
ICMPv4 정보 제공 메시지 유형

- ICMPv4 라우터 광고와 라우터 정보 요청 메시지
  - 호스트가 인터네트워크(Inter-Network)에 참여하기 위해 하나 이상의 로컬 라우터를 알기 위해 사용되는 메시지
  - 라우터 발견 (Router Discovery) 과정
    - 라우터는 정기적으로 광고 메시지를 송신
      - 7~10분 간격
    - 호스트는 라우터 광고 메시지를 받으면 라우팅 테이블에 추가
    - 라우터 정보가 없는 호스트는 라우터 광고를 요청하여 라우터 정보를 얻음

ICMPv4 정보 제공 메시지 유형

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

  - 라우터 광고 메시지 포맷



ICMPv4 정보 제공 메시지 유형

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

필드 이름	크기 (바이트)	설명
유형	1	ICMP 메시지 유형을 식별
코드	1	보통 0으로 설정되며, 모바일 IP의 경우 16
체크섬	2	에러 검출
주소 수	1	광고 메시지에 포함된 라우터의 주소 수
주소 항목 크기	1	라우터 주소 항목과 우선순위 값이 32비트라는 것을 나타냄 (필드 값 2)
수명	2	메시지의 유효 기간을 나타냄(단위: 초)
라우터 주소 항목	주소 수 필드 값 x 8	주소 수 필드만큼의 라우터 주소 항목

  - 라우터 광고 메시지 포맷

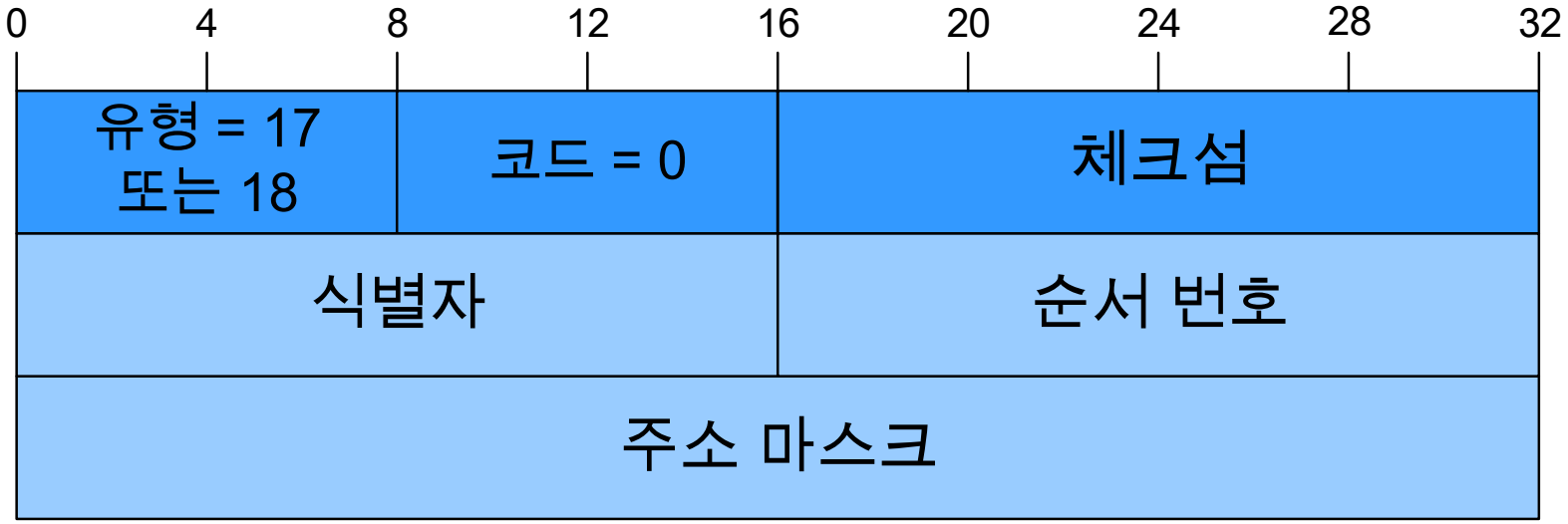
필드 이름	크기 (바이트)	설명
유형	1	ICMP 메시지 유형을 식별
코드	1	쓰이지 않음 (코드 값 0)
체크섬	2	에러 검출
예약	4	예약된 비트로 0으로 설정됨

ICMPv4 정보 제공 메시지 유형

- ICMPv4 라우터 광고와 라우터 정보 요청 메시지
  - 주소 지정
    - 라우터 광고메시지
      - 모든 장비 멀티캐스트 주소(224.0.0.1) 사용
    - 라우터 정보 요청 메시지
      - 모든 라우터 멀티캐스트 주소(224.0.02) 사용
    - 로컬 네트워크가 멀티캐스트를 지원하지 않는 경우
      - 브로드캐스트 주소(255.255.255.255) 사용

ICMPv4 정보 제공 메시지 유형

- ICMPv4 주소 마스크 요청과 응답 메시지
  - 로컬 네트워크에서 서브네팅을 사용중인 경우 호스트에게 서브넷 마스크 정보를 주는 메시지
    - 호스트는 네트워크 ID와 호스트 ID 정보를 알 수 있음
  - 포맷



ICMPv4 정보 제공 메시지 유형

- ICMPv4 주소 마스크 요청과 응답 메시지
  - 포맷

필드 이름	크기 (바이트)	설명
유형	1	ICMP 메시지 유형을 식별 (주소 마스크 요청의 경우, 필드 값 17 / 주소 마스크 응답의 경우, 필드 값 18)
코드	1	쓰이지 않음 (코드 값 0)
체크섬	2	에러 검출
식별자	2	주소 마스크 요청과 주소 마스크 응답 메시지를 대응시키는 데 도움을 주는 필드
순서 번호	2	주소 마스크 요청과 주소 마스크 응답 메시지를 대응시키는 데 도움을 주는 순서 번호
주소 마스크	4	로컬 네트워크의 서브넷 마스크

ICMPv4 정보 제공 메시지 유형

- ICMPv4 경로 추적 메시지
  - 시간초과 메시지를 응용하여 라우터의 경로를 파악하기 위한 메시지
  - 포맷

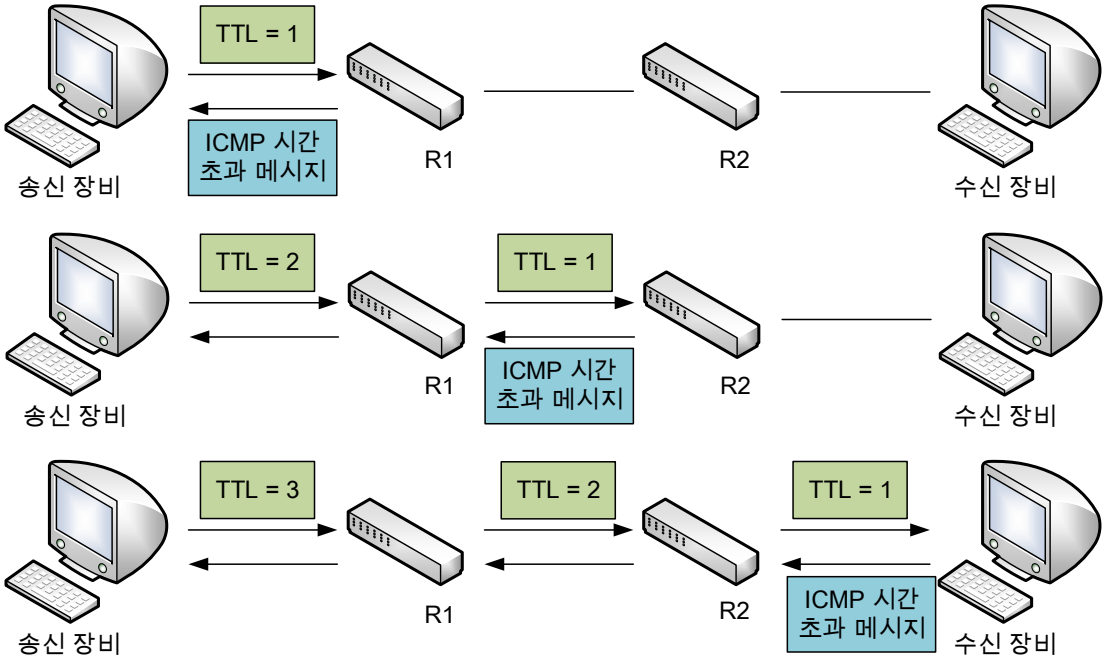
ICMPv4 정보 제공 메시지 유형

- ICMPv4 경로 추적 메시지
  - 포맷

필드 이름	크기 (바이트)	설명
유형	1	ICMP 메시지 유형을 식별
코드	1	송신한 데이터그램이 다음 라우터로 성공적으로 전달된 경우, 코드 값 0/ 데이터그램이 버려진 경우, 코드 값 1
체크섬	2	에러 검출
ID 번호	2	송신장비 원본 메시지를 구분하기 위한 식별자 필드
아웃바운드 홉 수	2	원본 메시지가 지금까지 거쳐 온 라우터 수
리턴 홉 수	2	리턴 메시지가 거쳐 온 라우터 수
출력 링크 속도	4	경로 추적 메시지가 송신되는 링크의 속도(단위: B/s)
출력 링크 MTU	4	경로 추적 메시지가 송신되는 링크의 최대 전송 단위(MTU)를 바이트 수로 나타냄

ICMPv4 정보 제공 메시지 유형

- ICMPv4 경로 추적 메시지
  - 동작 과정
    - 송신 장비가 수신 장비에게 Traceroute IP 옵션을 포함한 패킷을 TTL을 증가 시키며 전송
    - 두 장비 사이의 각 라우터는 옵션 확인 후, 송신 장비에게 ICMP 경로 추적 메시지 송신



Thanks!

박 재 형 (jaehyoung@pel.sejong.ac.kr)