

TCP/IP 완벽 가이드

- TCP/IP 라우팅 프로토콜 -

전 상 기(sanggi@pel.smuc.ac.kr)

상명대학교 프로토콜공학연구실

목 차

- 주요 라우팅 프로토콜 개념
- 라우팅 정보 프로토콜(RIP)
- 최단 경로 우선 프로토콜(OSPF)
- 경계 경로 프로토콜(BGP)
- 기타 라우팅 프로토콜

주요 라우팅 프로토콜 개념

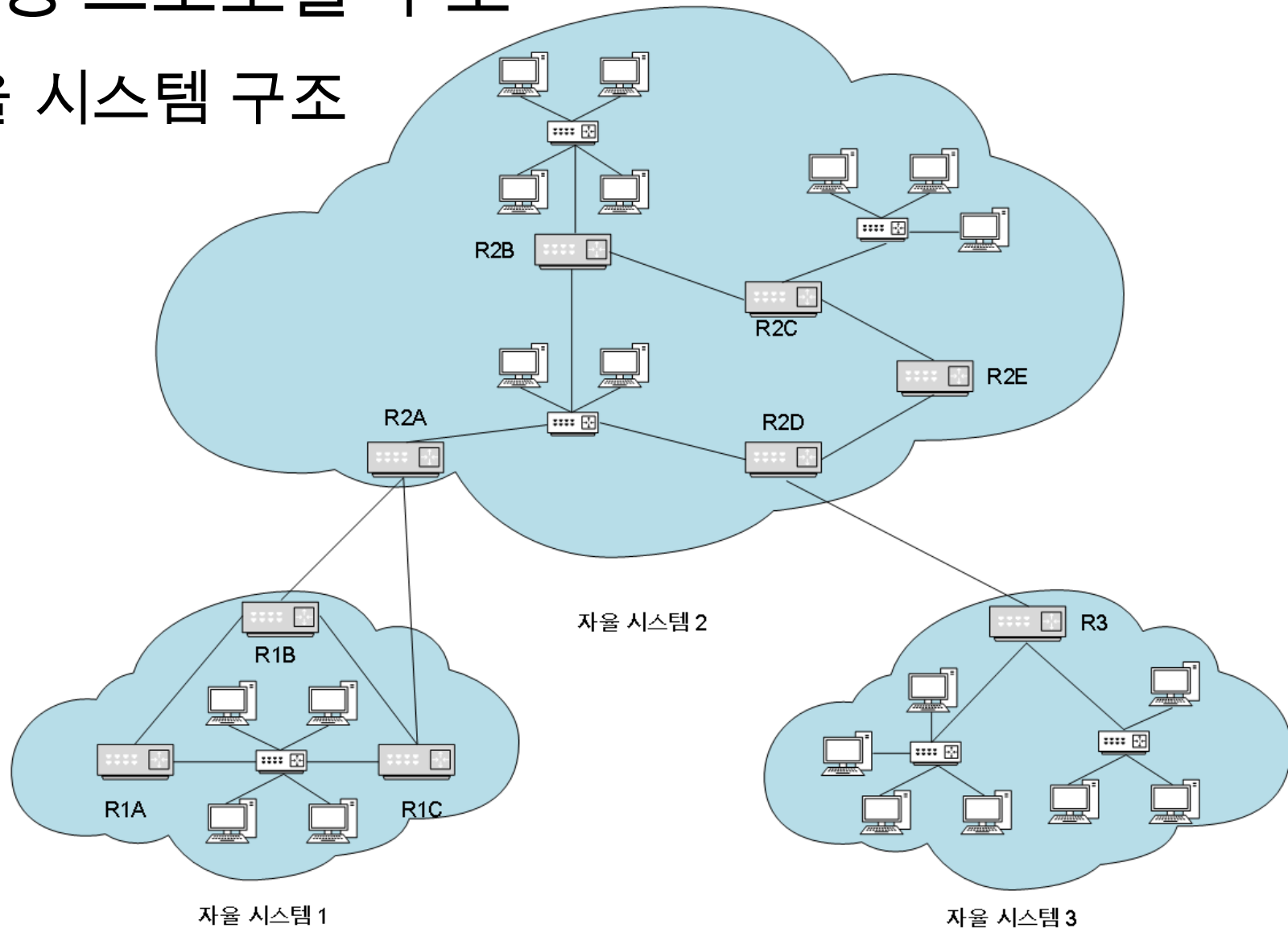
- 라우팅 프로토콜 구조
 - 자율 시스템 구조(AS, Autonomous System)
 - AS는 특정 기관이나 관리 단체에서 통제하는 라우터와 네트워크 모음으로 구성됨
 - 프로토콜 유형
 - 내부 라우팅 프로토콜(Interior routing protocol)
 - AS 내부에서 라우팅 정보를 교환
 - 외부 라우팅 프로토콜(Exterior routing protocol)
 - AS 간 라우팅 정보를 교환

주요 라우팅 프로토콜 개념

- 라우팅 프로토콜 구조
 - 자율 시스템 구조(AS, Autonomous System)
 - AS의 라우터 종류
 - 내부 라우터(Interior router)
 - 같은 AS에 있는 라우터에만 접속
 - 내부 라우팅 프로토콜을 사용
 - 경계 라우터(Border router)
 - AS 내부에 있는 라우터, 다른 AS에 있는 라우터와도 통신 가능
 - 내부 라우팅 프로토콜, 외부 라우팅 프로토콜 모두 사용

주요 라우팅 프로토콜 개념

- 라우팅 프로토콜 구조
- 자율 시스템 구조



주요 라우팅 프로토콜 개념

- 라우팅 프로토콜 알고리즘과 척도
 - 라우팅 프로토콜은 알고리즘과 사용하는 척도(Metric)를 통해서 구별할 수 있음
 - 척도 : 특정 경로의 효율을 측정할 때 사용하는 비용
- 거리 벡터 라우팅 프로토콜 알고리즘
 - 벨만 포드 알고리즘이라고도 함
 - 거리 척도는 네트워크 사이의 홉 수(라우터 수)로 결정

주요 라우팅 프로토콜 개념

- 라우팅 프로토콜 알고리즘과 척도
 - 링크 상태(최단 경로 우선) 라우팅 프로토콜 알고리즘
 - 네트워크 간의 가장 짧은 경로를 동적으로 측정
 - 라우터는 인터넷워크의 현재 토폴로지를 묘사하는 지도를 저장
 - 다른 라우터와 정보를 주고받아 정기적으로 갱신
- 혼합 라우팅 프로토콜 알고리즘
 - 거리 벡터, 링크 상태 알고리즘을 혼합하거나, 다른 알고리즘을 사용한 프로토콜
 - 거리벡터 알고리즘 기반이지만 좀더 많은 정보를 주고받는 경로 벡터 알고리즘을 사용하는 경계 경로 프로토콜(BGP, Border Gateway Protocol)

라우팅 정보 프로토콜(RIP)

- RIP(Routing Information Protocol) 개요
 - 내부 라우팅 프로토콜
 - 1988년 6월 RFC 1058로 정식으로 명시
 - 거리 기반 벡터 알고리즘을 사용
 - 홉 수로 측정
 - 최대 15홉
 - UDP를 이용하여 정보를 교환
 - 작은 자율 시스템에 사용하기 좋음

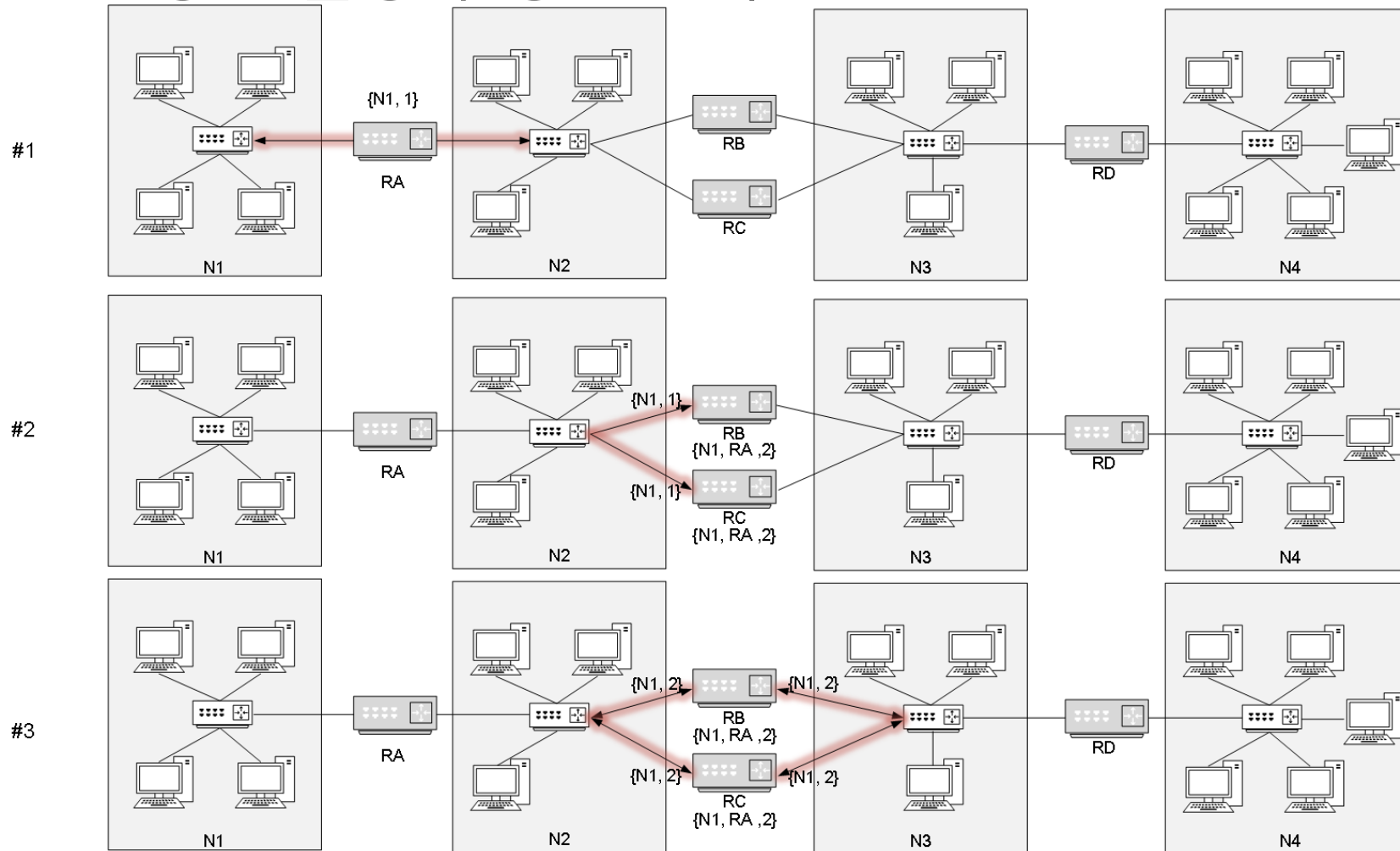
라우팅 정보 프로토콜(RIP)

- RIP 경로 결정 알고리즘과 척도
 - 라우팅 정보와 경로 거리 척도
 - 경로에 대한 정보를 교환하여 테이블을 최신으로 관리
 - 저장하는 정보
 - 네트워크나 호스트의 주소
 - 라우터에서 네트워크나 호스트까지의 거리
 - 라우터에서의 첫 번째 홉(처음 보낼 곳)
 - RIP 경로 결정 알고리즘
 - 라우터는 정기적으로 라우팅 테이블 항목을 주변 라우터에게 보내 자신이 패킷을 전달할 수 있는 네트워크와 호스트에 대해 알림

라우팅 정보 프로토콜(RIP)

- RIP 경로 결정 알고리즘과 척도

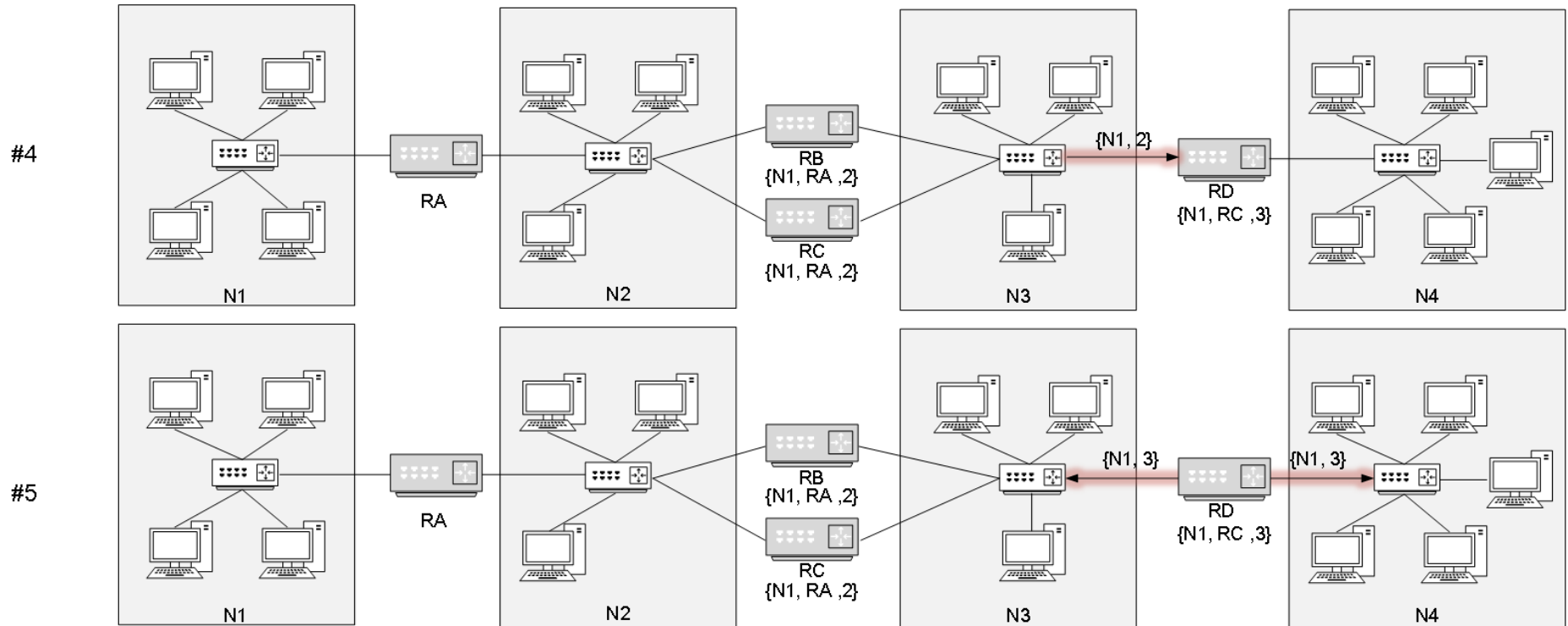
- RIP 경로 결정과 정보 전파



라우팅 정보 프로토콜(RIP)

- RIP 경로 결정 알고리즘과 척도

- RIP 경로 결정과 정보 전파



- 기본 경로 설정

- 주소 0.0.0.0을 갖는 더미네트워크 주소 정보를 뿌림

라우팅 정보 프로토콜(RIP)

- RIP 일반 동작, 메시지 교환, 타이머
 - RIP-1, RIP-2는 UDP 520번 포트, RIPng는 UDP 521번 포트를 사용
 - 한 장비로 보낼 때 유니캐스트, 그렇지 않으면 브로드캐스트를 함
 - RIP-2와 RIPng는 멀티캐스트를 함
 - 공통된 두 기본 메시지 유형
 - RIP 요청(RIP Request)
 - 라우터가 다른 라우터의 라우팅 테이블의 일부 또는 전부를 요청
 - RIP 응답(RIP Response)
 - 라우팅 테이블의 일부 또는 전부를 전송하는 메시지

라우팅 정보 프로토콜(RIP)

- RIP 일반 동작, 메시지 교환, 타이머
 - RIP 갱신 메시지 교환과 30초 타이머
 - RIP 라우터는 30초마다 만료되는 타이머를 가짐
 - 타이머가 만료되면 라우팅 테이블 전체를 RIP 응답 메시지에 실어 브로드캐스트나 멀티캐스트를 함
 - 이를 통해 항상 최신 경로를 유지할 수 있음
 - 만료(Timeout) 타이머
 - 낡은 정보 방지
 - 라우팅 테이블에 경로를 저장할 때 만료 타이머를 시작
 - RIP 응답 메시지를 받으면 타이머를 초기화
 - 응답 메시지가 오지 않으면 경로의 거리를 16(무한)으로 바꿈
 - 만료 타이머의 기본값은 대부분 180초

라우팅 정보 프로토콜(RIP)

- RIP 일반 동작, 메시지 교환, 타이머
 - 가비지 콜렉션(Garbage-collection) 타이머
 - 낡은 정보 제거하기 위한 타이머(120초)
 - 타이머가 만료되기 전에 주변 라우터에게 알림
 - 타이머가 만료 되기 전 응답 메시지를 받는 경우 삭제과정을 중지하고 다시 30초로 갱신
 - 트리거(Triggered) 갱신
 - 30초 타이머의 만료로 전송하는 때 말고도, 경로상 변화가 있을 때 RIP 응답을 전송
 - RIP의 느린 수렴 문제를 줄여줌

라우팅 정보 프로토콜(RIP)

- RIP의 문제와 해결책

- RIP의 문제

- 느린 수렴(Slow convergence)

- 응답 메시지에 타이머가 있어 모든 라우터가 같은 정보로 동기화 되기까지 오랜 시간이 걸림

- 라우팅 루프(Routing loop)

- 라우터간 정보가 꼬이는 경우

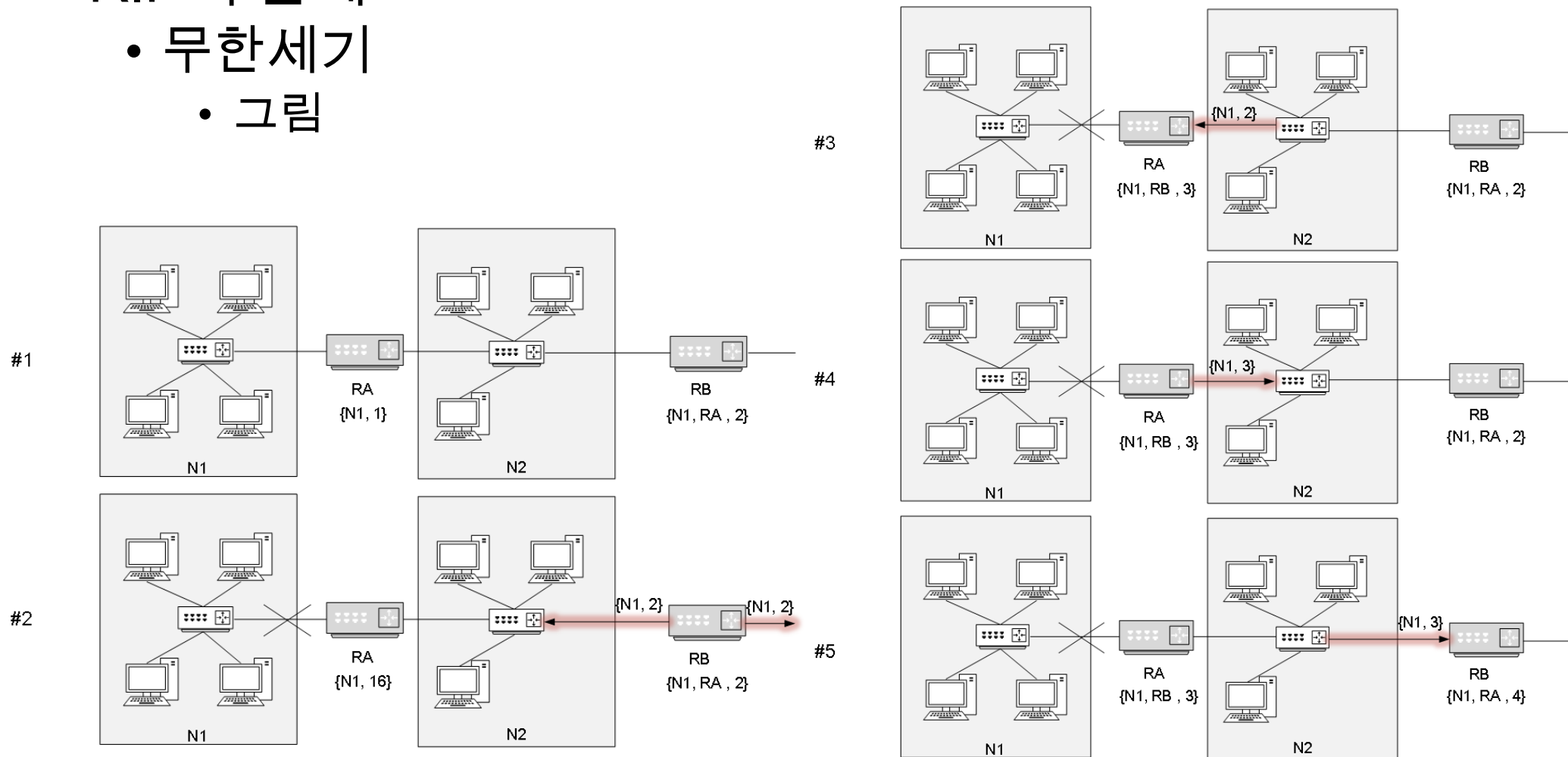
- 무한세기(Infinite loop)

- 느린 수렴 때문에 나쁜 정보를 보내고 그 라우터는 더 나쁜 정보를 보내는 식의 라우팅 루프 상황이 만들어 지는 문제

라우팅 정보 프로토콜(RIP)

- RIP의 문제와 해결책

- RIP의 문제
 - 무한세기
 - 그림



라우팅 정보 프로토콜(RIP)

- RIP의 문제와 해결책

- RIP의 문제

- 작은 무한 값

- 작은 무한 값 때문에 네트워크의 크기를 원하는 대로 확장할 수 없음

- 무한 값을 제한을 두지 않으면 주기적인 정보 교환에 의한 트래픽이 발생

- RIP의 척도

- 경로의 라우터 홉 수가 경로 효율의 전부가 아님

- 링크의 질 차이에 효율적인 측면이 있음

라우팅 정보 프로토콜(RIP)

- RIP의 문제와 해결책

- RIP의 해결책

- 수평 분할(Split Horizon)

- RIP 응답 정보를 받은 라우터에게 그 정보를 다시 알릴 필요가 없음
 - 무한세기 문제를 방지
 - 삼각 연결의 경우 수평 분할로는 무한 세기 문제를 해결할 수 없음

- 포이즌 리버스(Poisoned reverse) 수평 분할

- 다른 라우터가 특정 경로를 위해 자신의 인터페이스를 사용하지 못하도록 무한 값(16) 응답 메시지를 전송
 - 라우팅 루프 문제를 해결
 - 갈 수 없음을 확실히 알려주어 무한세기를 좀더 방지

- 트리거 갱신

- 라우터가 자신의 경로에 대한 척도를 바꾸게 되면 즉시 RIP 응답 메시지를 인접 라우터에게 알림
 - 느린 수렴 문제를 해결할 수 있음

라우팅 정보 프로토콜(RIP)

- RIP의 문제와 해결책

- RIP의 해결책

- 홀드 다운(Hold down)

- 경로에 대한 잘못된 정보를 억제해서 문제를 해결
 - 네트워크 접근이 불가능하다는 메시지를 받으면 타이머(60, 120초) 설정
 - 타이머 기간 동안 접근 가능하다는 메시지를 받아도 버림
 - 네트워크 링크 재설정이 빨리 되어도 최소한 홀드 다운 타이머가 만료되어야 하는 단점이 있음

라우팅 정보 프로토콜(RIP)

- RIP 버전별 메시지 포맷
 - RIP-1 메시지 포맷
 - RIP 요청 메시지는 UDP 520번 목적지 포트로 전송
 - 요청 메시지의 출발지는 포트는 520번이거나 임시(Ephemeral) 포트 번호를 사용할 수 있음
 - 응답 메시지는 출발지 포트 520번을 사용
 - 요청 없는 응답 메시지도 포트 520번 사용

라우팅 정보 프로토콜(RIP)

- RIP의 버전별 메시지 포맷

- RIP-1 메시지 포맷

- 그림

하위 필드명	크기 (바이트)	설명
주소 유형 식별자	2	주소의 유형을 식별(IP이면 필드 값은 2)
0	2	예약된 필드(0)
IP 주소	4	라우터가 정보를 전달하는 경로의 주소
0	4	예약된 필드(0)
0	4	예약된 필드(0)
척도	4	IP 주소 필드가 지정하는 네트워크까지의 거리



라우팅 정보 프로토콜(RIP)

- RIP 버전별 메시지 포맷

- RIP-2 메시지 포맷

- RIP-2 버전의 특성

- 클래스 비사용 주소지정 지원과 서브넷 마스크 필드 추가
 - 다음 홉 필드 추가
 - 인증 기능
 - MD5(Message Digest 5) 사용
 - 경로 태그
 - 경로에 대한 추가 정보를 저장할 수 있는 경로 태그 필드를 가짐
 - 멀티캐스팅 사용
 - 네트워크 부하를 줄이기 위해 브로드캐스트 대신에 멀티캐스트를 사용
 - 인터넷워크의 모든 라우터가 멀티캐스트를 사용 해야 함
 - 메시지 교환 UDP 포트번호
 - RIP-1과 같음

라우팅 정보 프로토콜(RIP)

- RIP 버전별 메시지 포맷

- RIP-2 메시지 포맷

- 그림



라우팅 정보 프로토콜(RIP)

- RIP 버전별 메시지 포맷
 - RIPng 메시지 포맷
 - RIP-2에서 구현된 방식으로 도입됐지만 몇 가지 사항이 수정됨
 - 클래스 비사용 주소지정 지원과 서브넷 마스크 명세
 - IPv6에서 서브넷 마스크 대신 주소와 접두사 길이를 사용하여 주소를 명시하여 서브넷 마스크 필드 대신 각 항목에 대한 접두사 길이 필드를 저장
 - 다음 홉 명세
 - 인증
 - RIPng는 IPsec 특성을 사용

최단 경로 우선 프로토콜(OSPF)

- OSPF(Open Shortest Path First) 개요
 - RIP의 알고리즘적 문제와 한계를 대체할 프로토콜이 필요
 - 거리 벡터 알고리즘 대신 최단 경로 우선 알고리즘 사용
- OSPF 동작 개요
 - 링크 상태 데이터베이스(LSDB, Link-State DataBase)
 - OSPF에서 가장 기본적인 데이터 구조
 - 네트워크나 다른 라우터로 향하는 링크 하나하나가 데이터 베이스에서 항목을 차지하며 각 항목에는 링크의 비용(척도)이 같이 저장
 - 링크 상태 광고(Link-State Advertisement)
 - AS에 대한 정보를 다른 라우터에게 전해 줄 때 사용하는 메시지
 - 각 라우터들이 전달하며 시간이 지나면서 AS에 대한 정보가 모아짐

최단 경로 우선 프로토콜(OSPF)

- OSPF(Open Shortest Path First) 개요
 - OSPF 동작 개요
 - 실제 경로 결정
 - LSDB를 사용하여 최단 경로 트리를 형성
 - 새로운 정보가 들어오면 트리를 새로 계산하여 네트워크 상태에 따라 동적으로 최적 경로를 계산
 - 같은 비용의 경로가 있으면 트래픽을 분산
 - OSPF 특성과 단점
 - 특성
 - 큰 기관에 적합함
 - 인증을 지원
 - 표준 IP주소지정 모두 지원(클래스, 서브넷, 클래스 비사용 주소지정을 지원)
 - 라우터를 그룹으로 묶어 계층 토폴로지를 만들 수 있음
 - LSA의 트래픽을 줄일 수 있음

최단 경로 우선 프로토콜(OSPF)

- OSPF 개요
 - OSPF 특성과 단점
 - 단점
 - 설계 비용이 큼
 - 복잡함
- OSPF 기본 토폴로지와 링크 상태 베이스
 - 기본 토폴로지
 - AS내의 모든 라우터는 동등
 - 모든 라우터의 LSDB가 같음

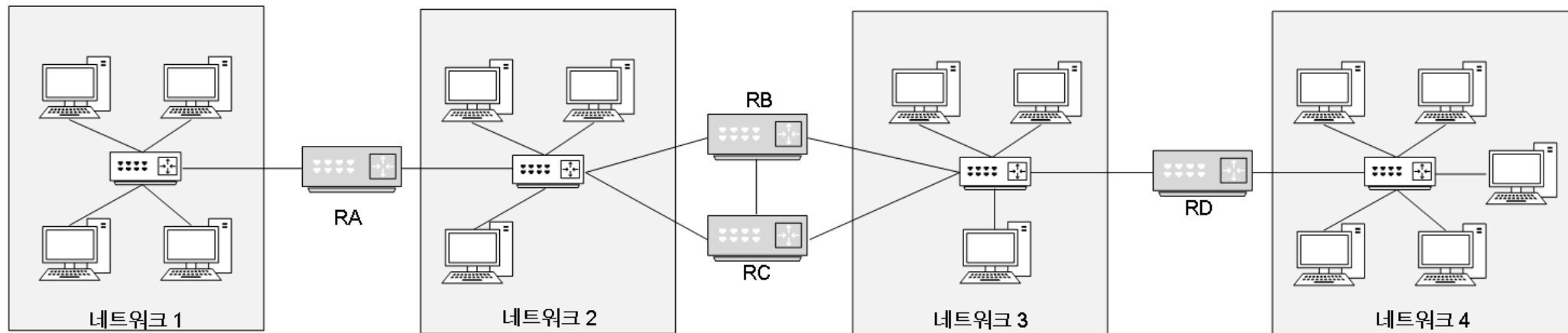
최단 경로 우선 프로토콜(OSPF)

- OSPF 기본 토폴로지와 링크 상태 베이스

- 기본 토폴로지

- LSDB 정보 저장과 전파

- LSA를 포함하는 갱신 메시지를 교환하여 라우터들이 동일한 정보를 가짐
 - OSPF는 내부 라우팅 프로토콜 이므로 AS 내에서만 사용할 수 있음

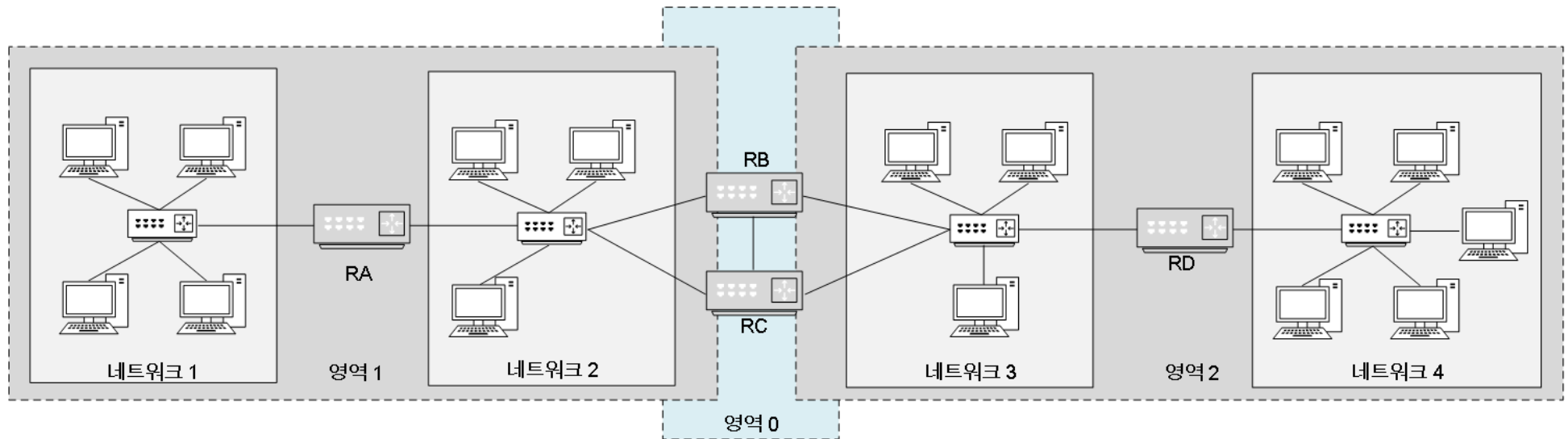


최단 경로 우선 프로토콜(OSPF)

- OSPF 계층 토폴로지
 - AS는 영역이라 불리는 구조로 나뉨
 - OSPF 계층 토폴로지에서 라우터의 역할
 - 내부 라우터(Interior router)
 - 한 영역 내에 있는 라우터에만 연결됨
 - 한 영역에 대한 LSDB를 관리
 - 영역 경계 라우터(Area border router)
 - 하나 이상의 영역에 연결된 라우터
 - 자신이 속한 각 영역에 대한 LSDB를 관리
 - 백본 라우터(Backbone router)
 - OSPF 백본에 참여하는 라우터
 - 모든 영역 경계 라우터를 포함
 - 어떠한 영역에도 참여하지 않는 라우터도 백본 라우터가 될 수 있음

최단 경로 우선 프로토콜(OSPF)

- OSPF 계층 토폴로지
- 계층 토폴리지 OSPF AS의 예

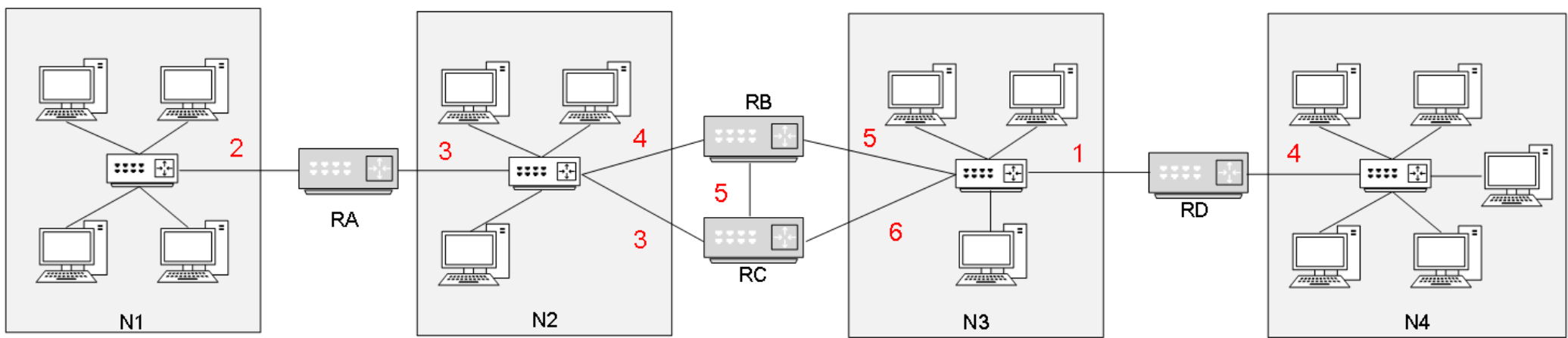


최단 경로 우선 프로토콜(OSPF)

- SPF(Shortest Path First) 트리를 사용한 OSPF 경로 결정
 - 라우터는 LSDB의 정보를 가지고 SPF 트리를 생성
 - 라우터는 자신을 트리의 루트로 놓고 AS나 영역에 대한 토폴로지 정보를 통해 트리를 그림
 - 트리 생성 후 트리를 통해 라우팅 테이블을 생성
 - SPF 트리는 LSDB의 현재 상태에 따라 동적으로 계산

최단 경로 우선 프로토콜

• OSPF 경로 결정



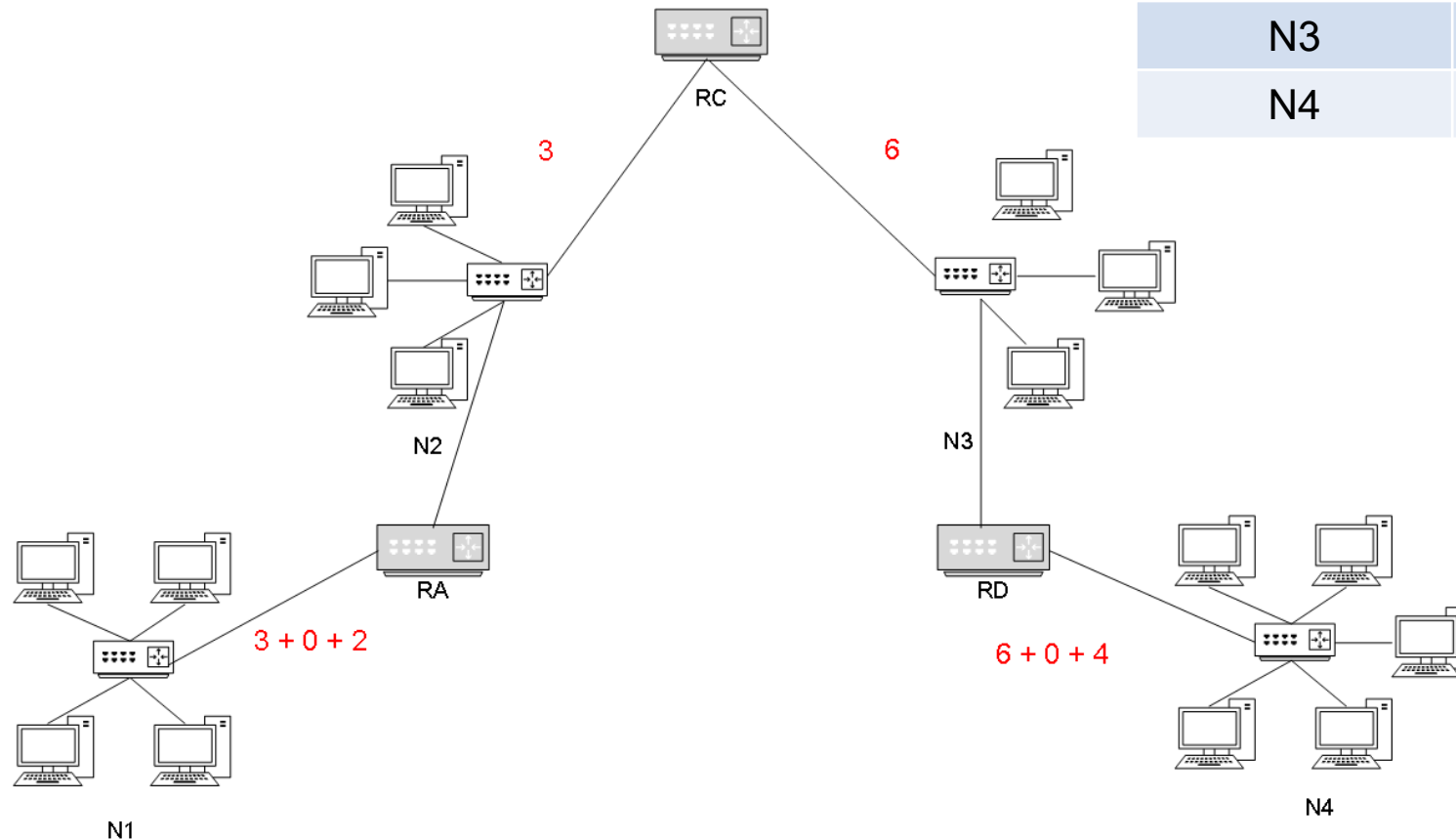
목적 라우터 / 네트워크	출발 라우터				출발 네트워크			
	RA	RB	RC	RD	N1	N2	N3	N4
RA					0	0		
RB			5			0	0	
RC		5				0	0	
RD							0	0
N1	2							
N2	3	4	3					
N3		5	6	1				
N4				4				

최단 경로 우선 프로토콜(OSPF)

- SPF(Shortest Path First) 트리를 사용한 OSPF 경로 결정

- OSPF로 계산한 RC기준 SPF 트리

목적 네트워크	비용	다음 홉
N1	5	RA
N2	3	로컬
N3	6	로컬
N4	10	RD



최단 경로 우선 프로토콜(OSPF)

- OSPF 일반 동작 방식

- RIP와 달리 UDP로 보내지 않음
- 직접 IP 패킷을 만들어 IP의 프로토콜 필드에 89번이라는 번호를 넣어 보냄

- OSPF 메시지 유형

- Hello

- 주변 장비 사이의 관계를 맺고 AS나 영역 내에서 OSPF를 사용하는 방식과 관련된 인자를 주고 받음

- 데이터베이스 설명

- AS나 영역의 토폴로지에 대한 설명을 싣는 메시지

- 링크 상태 요청

- 다른 라우터에게 LSDB 일부에 대한 갱신 정보를 요청할 때 사용

최단 경로 우선 프로토콜(OSPF)

- OSPF 일반 동작 방식
 - OSPF 메시지 유형
 - 링크 상태 갱신
 - 요청 메시지에 대한 응답으로 송신되며 정기적으로 라우터에 의해 브로드캐스트/멀티캐스트 되기도 함
 - 링크 상태 승인 메시지
 - 링크 상태 갱신 메시지를 받았다고 링크 상태 승인 메시지를 보내기 때문에 안정적으로 링크 상태를 교환할 수 있음
- OSPF 메시지 교환
 - 라우터는 주기적으로 Hello 메시지를 보내 새로운 라우터가 생기지 않았는지 확인
 - 새로운 라우터를 발견하면 데이터 베이스 설명 메시지를 보내 새로 생긴 라우터의 LSDB를 초기화
 - 초기화를 하면 라우터는 안정 상태에 들어감

최단 경로 우선 프로토콜(OSPF)

- OSPF 일반 동작 방식
 - OSPF 메시지 교환
 - 안정 상태에 들어간 라우터는 주기적으로 링크 상태 갱신 메시지를 보내 자신의 링크 상태를 광고
- OSPF 메시지 인증
 - OSPF는 보안을 위해 인증을 사용하도록 명시
 - 인증을 사용하지 않는 널(NULL)인증도 있음
 - 보안 수준을 선택적으로 할 수 있음
 - 간단한 비밀번호 인증
 - 해시 암호화 인증(MD5)

최단 경로 우선 프로토콜(OSPF)

- OSPF 메시지 포맷
- OSPF 공통 헤더 포맷



최단 경로 우선 프로토콜(OSPF)

- OSPF 메시지 포맷
- OSPF Hello 메시지 포맷

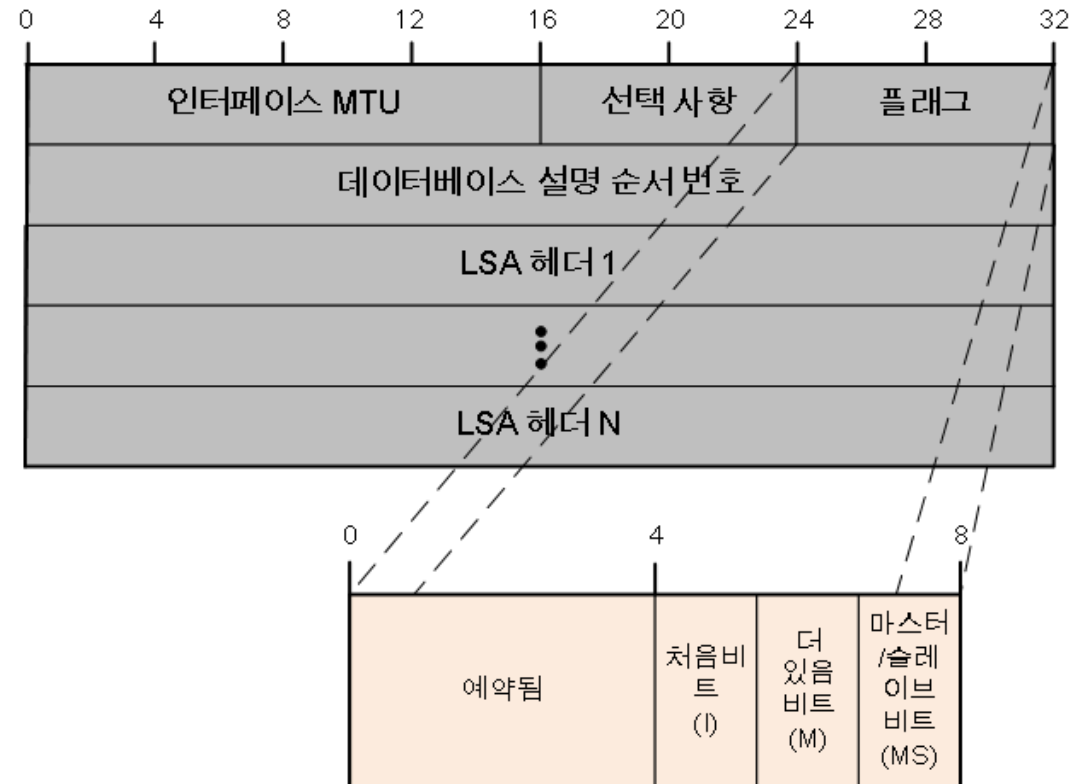
필드명	크기 (바이트)	설명
네트워크 마스크	4	라우터가 메시지를 보내고 있는 네트워크의 서브넷 마스크
전송 간격	2	Hello 메시지를 받기 원하는 간격(초 단위)
선택사항	1	라우터가 지원하는 OSPF 선택사항 기능
라우터 우선 순위	1	라우터의 우선 순위를 알림
라우터 장애 간주 간격	4	지정한 시간이 지나면 장애가 생겼다고 간주
지정 라우터	4	특별한 기능을 수행하도록 지명된 라우터의 주소(없으면 0)
백업 지정 라우터	4	백업 지정 라우터의 주소(없으면 0)
주변 라우터	4의 배수	라우터가 최근 받은 Hello 메시지를 보낸 주소



최단 경로 우선 프로토콜(OSPF)

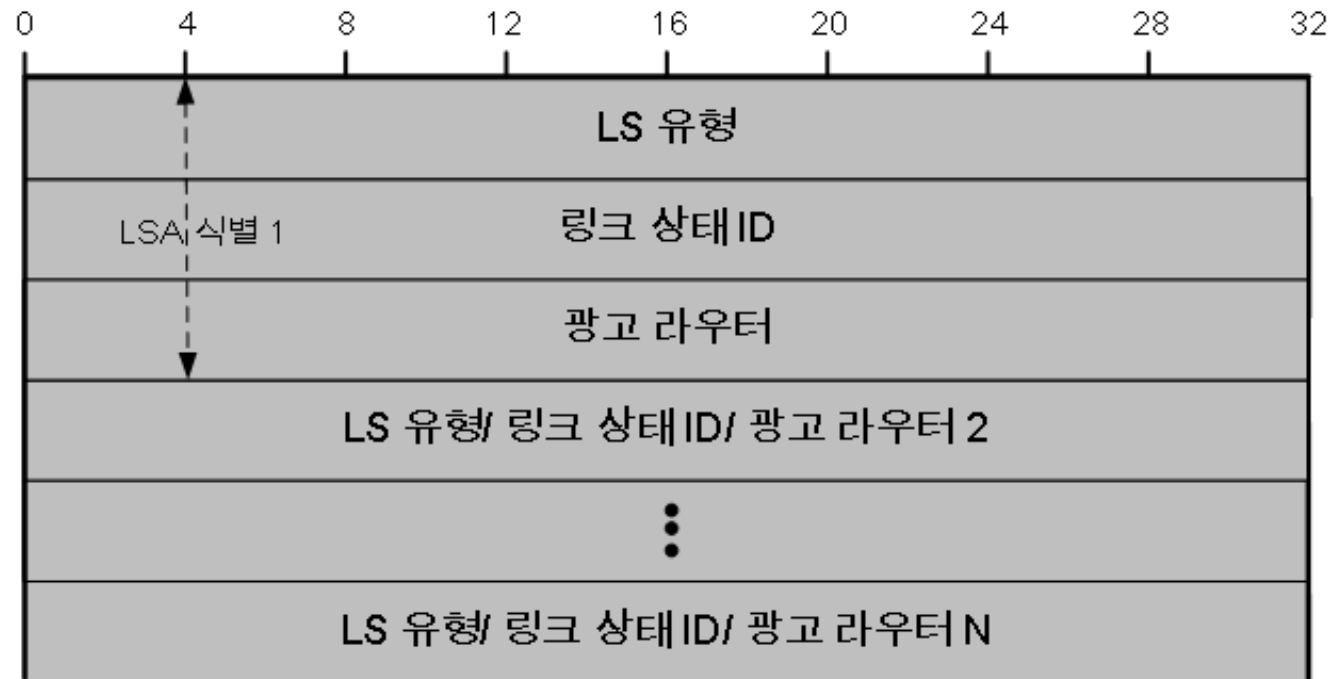
- OSPF 메시지 포맷
- OSPF 데이터베이스 설명 메시지 포맷

하위 필드명	크기 (비트)	설명
예약	5	예약된 필드(0으로 설정)
처음 (Initial)	1	데이터베이스 설명 메시지를 처음 보낼 경우 1로 설정
더 있음 (More)	1	다음 데이터베이스 설명 메시지가 더 있으면 1로 설정
마스터/슬레이브	1	메시지를 보내는 라우터가 마스터이면 1, 슬레이브이면 0으로 설정



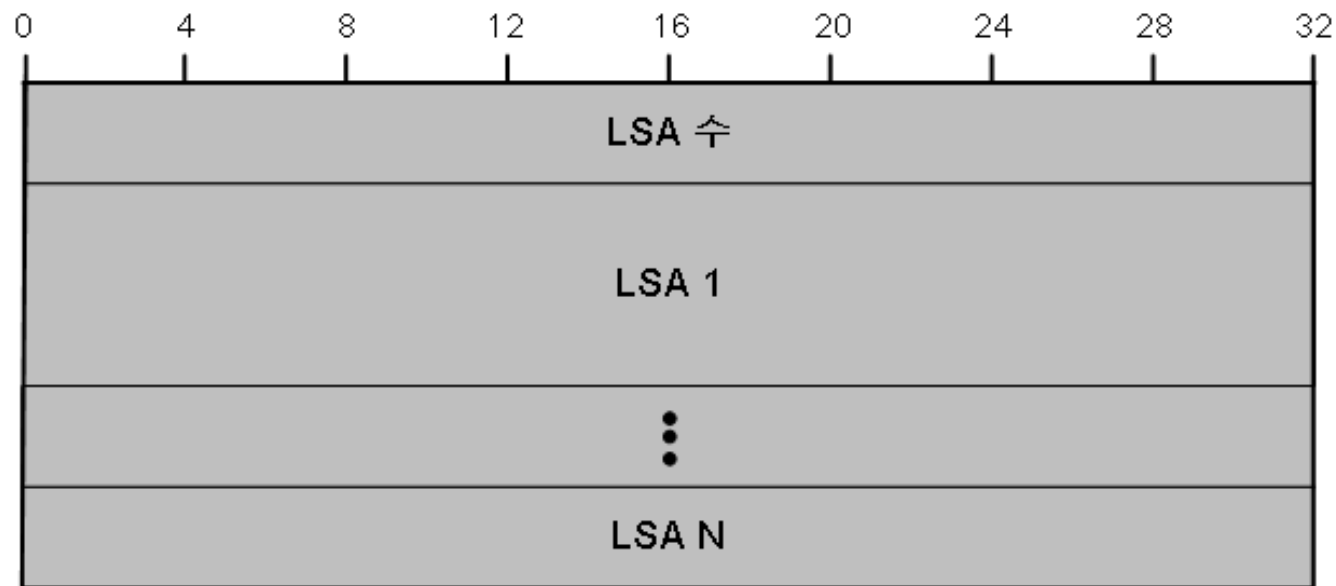
최단 경로 우선 프로토콜(OSPF)

- OSPF 메시지 포맷
- OSPF 링크 상태 요청 메시지 포맷



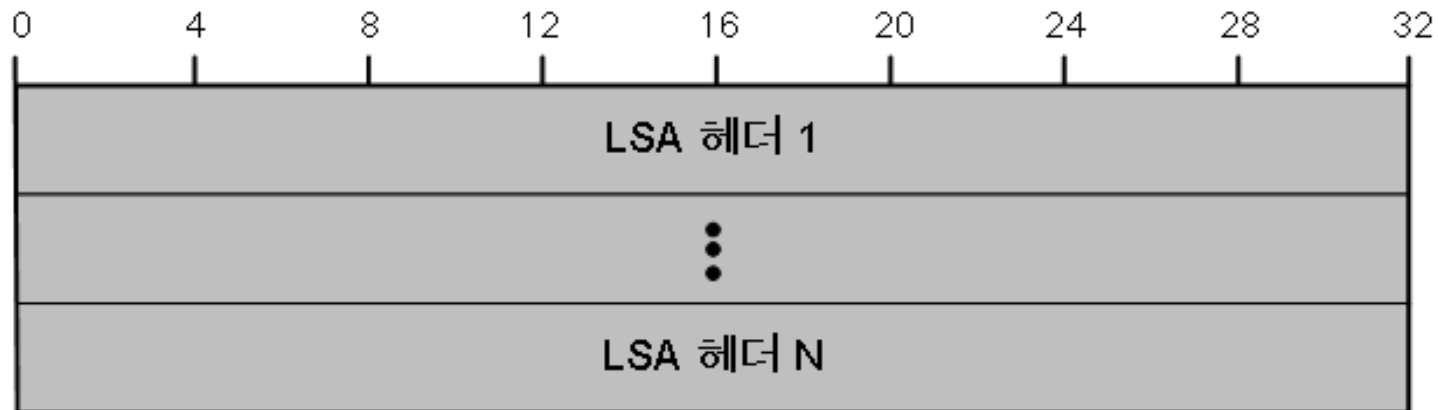
최단 경로 우선 프로토콜(OSPF)

- OSPF 메시지 포맷
 - OSPF 링크 상태 갱신 메시지 포맷



최단 경로 우선 프로토콜(OSPF)

- OSPF 메시지 포맷
 - OSPF 링크 상태 긍정 응답 메시지 포맷



최단 경로 우선 프로토콜(OSPF)

- OSPF 메시지 포맷
- OSPF 링크 상태 광고 헤더 포맷



경계 경로 프로토콜(BGP)

- BGP(Border Gateway Protocol) 개요
 - 1989년 6월 RFC 1105으로 첫 버전이 발표
 - 외부 게이트웨이 프로토콜을 대체하기 위해 나옴
 - 현재 버전은 BGP-4이며 번호를 명시하지 않으면 버전 4를 뜻함
- BGP 기능과 특성 개요
 - 라우터는 네트워크에 관한 정보와 경로를 라우팅 정보 기판(RIB, Routing Information Base)에 저장
 - 경로 선택 과정에서 속성값을 사용
 - 경로 벡터(Path-vector) 프로토콜이라고도 함
 - 경로 선택 방식은 BGP정책에 의해 제어됨
 - TCP를 사용

경계 경로 프로토콜(BGP)

- BGP 토폴로지

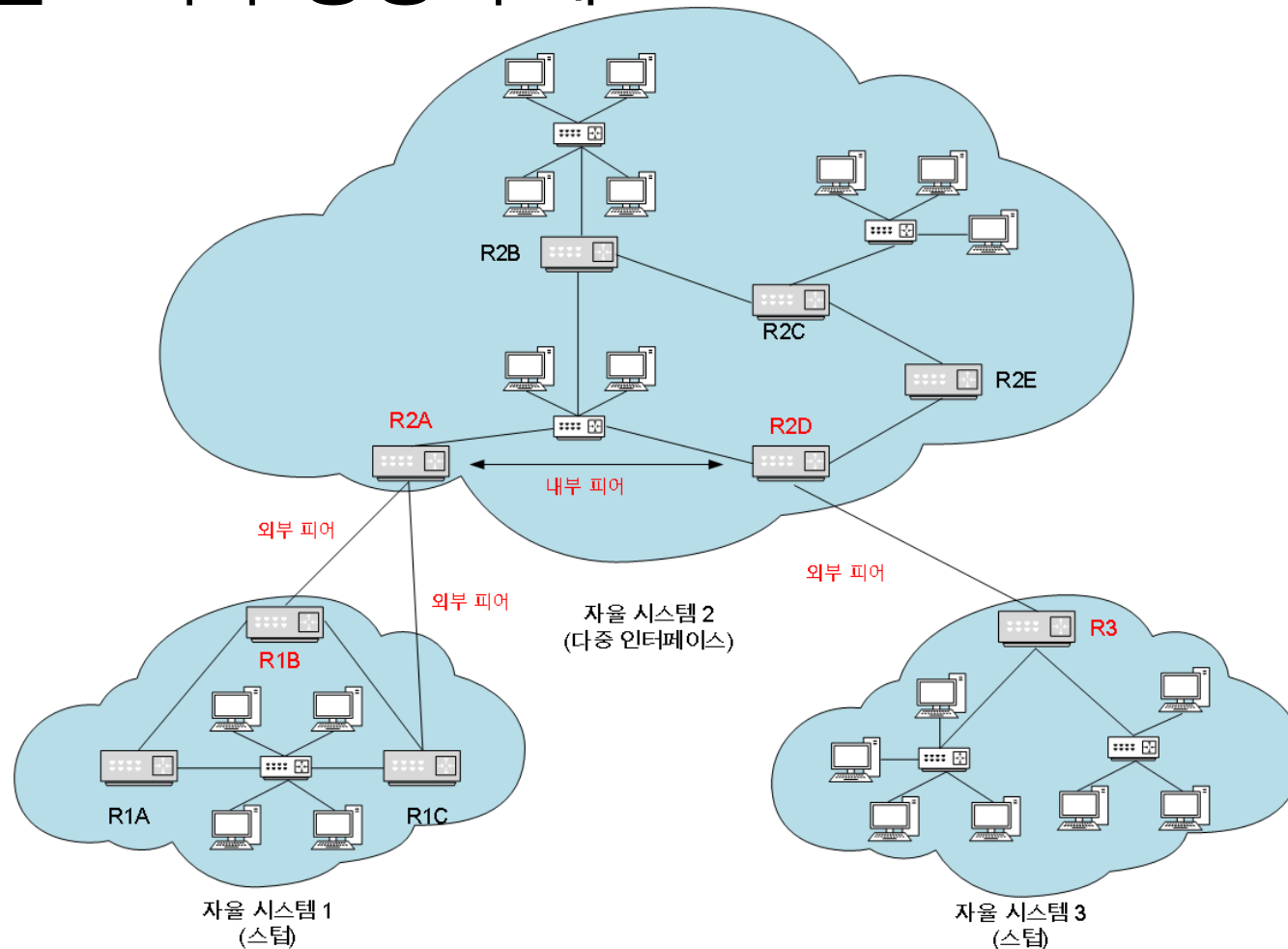
- AS의 인터넷워크가 어떤 토폴로지를 가지든 BGP를 사용할 수 있음
- 시간에 따라 토폴로지가 바뀌는 것도 처리할 수 있음

- BGP 토폴로지 구성

- BGP 스피커(Speaker)
 - AS에서 BGP를 사용하기 위해 선택한 라우터
- BGP 주변 노드(Neighbor node)
 - BGP 스피커가 다른 BGP스피커와 연결된 경우
 - 내부 피어(Internal peer)
 - 같은 AS에 있는 주변 노드
 - 외부 피어(External peer)
 - 다른 AS에 있는 주변 노드

경계 경로 프로토콜

- BGP 토폴로지
- BGP 토폴로지와 명칭의 예



경계 경로 프로토콜(BGP)

- BGP 토폴로지
 - BGP 트래픽 흐름과 유형
 - 메시지 흐름을 트래픽이라고 부름
 - 지역 트래픽(Local traffic)
 - 같은 AS에서 발생하거나 AS로 전송되어야 하는 트래픽
 - 횡단 트래픽(Transit traffic)
 - AS 밖에서 생성되어서 다른 AS로 전달되어야 하는 트래픽
 - BGP AS 유형
 - 스텝(Stub) AS
 - 하나의 AS와 연결된 AS
 - 다중 인터페이스(Multi interface) AS
 - 두 개 이상의 AS에 연결된 AS

경계 경로 프로토콜(BGP)

- BGP 토폴로지

- BGP AS 라우팅 정책

- 횡단 금지 정책(No transit policy)
 - 횡단 트래픽을 전혀 처리하지 않음
- 제한된 AS 횡단 정책(Restricted AS transit policy)
 - 특정 AS에서 오는 트래픽은 처리, 다른 AS는 처리하지 않음
- 기준 기반 횡단 정책(Criteria-based transit policy)
 - 다양한 기준을 통해 횡단 트래픽을 허용할지 결정할 수 있음
 - e.g., 특정 시간이나 처리량이 많이 남을 때는 횡단 트래픽을 허용할 수 있음

경계 경로 프로토콜(BGP)

- BGP 경로 저장과 광고
 - 경로 정보는 BGP 경로 속성값의 형태로 BGP 스피커에 RIB에 저장됨
 - BGP 장비가 갱신 메시지를 전송하여 경로에 대해 광고 할 때도 속성값을 사용
- BGP 경로 정보 관리 함수
 - 경로 저장
 - 경로 데이터 베이스에 네트워크에 도달하는 방법을 저장
 - 다른 장비로부터 받은 라우팅 정보도 경로 데이터베이스에 저장
 - 경로 갱신
 - 피어에서 갱신 메시지를 받은 후 어떻게 사용할지 정함

경계 경로 프로토콜(BGP)

- BGP 경로 저장과 광고
- BGP 경로 정보 관리 함수
 - 경로 선택
 - 경로 데이터베이스에 있는 정보를 사용하여 인터넷워크에 있는 네트워크로 가는 경로를 선택
 - 경로 광고
 - 피어에게 경로 광고를 통해 네트워크에 대해서 알고 있는 정보와 도착 방법을 정기적으로 알림

경계 경로 프로토콜(BGP)

- BGP 경로 저장과 광고
 - BGP 라우팅 정보 기반
 - Adj-RIBs-In
 - 피어 BGP 스피커에서 받은 경로 정보를 보관하는 입력 데이터베이스
 - Loc-RIB
 - 로컬 RIB
 - BGP 장비가 유효하다고 판단하여 선택한 경로 정보를 저장하는 데이터베이스
 - Adj-RIBs-Out
 - BGP 장비가 다른 피어에게 알리기로 결정한 경로에 대한 정보를 보관하는 출력 데이터베이스

경계 경로 프로토콜(BGP)

- BGP 경로 속성값과 알고리즘 개요
 - 효율적이고 루프가 없는 경로는 목적지 네트워크로 가는 동안의 모든 경로의 특성 정보가 필요
 - 모든 정보를 알면 전체 라우팅 경로의 계산과 변경 가능
 - 목적지 네트워크까지의 거리와 거리 정보를 같이 광고함
 - 경로 벡터 알고리즘 사용
 - 경로 정보는 BGP 속성값의 형태로 라우팅 정보 기반(RIB)에 저장

경계 경로 프로토콜(BGP)

- BGP 경로 속성값과 알고리즘 개요
 - BGP 경로 속성 클래스
 - 잘 알려진 의무 사항(Well-known mandatory) 속성값
 - 모든 BGP 라우터들이 인식, 구현하여야 하는 필수속성
 - 갱신 메시지의 모든 경로에 항상 포함되어야 함
 - 잘 알려진 임의의 사항(Well-known discretionary) 속성값
 - 모든 라우터들이 이해하고 해석할 수 있어야 하는 속성
 - 자신의 갱신 메시지에 포함시키지 않아도 됨
 - 선택사항 횡단(Optional transitive)
 - 속성값을 식별할 수도 있고 갱신 메시지에 포함시킬 수도 있음
 - 속성값을 식별하지 못하면 경로를 광고할 때 다른 BGP 스피커에 알려야 함

경계 경로 프로토콜(BGP)

- BGP 경로 속성값과 알고리즘 개요
- BGP 경로 속성 클래스
 - 선택사항 비행단(Optional nontransitive)
 - 속성값을 식별할 수도 있고 갱신 메시지에 포함시킬 수도 있음
 - 수신한 장비가 속성값을 인식하지 못하면 다음 라우터에게 알리지 않음

경계 경로 프로토콜(BGP)

- BGP 경로 속성값과 알고리즘 개요
- BGP 경로 속성값 특성

BGP 경로 속성	속성 유형 값	분류	설명
근원	잘 알려진 의무 사항	1	경로 정보를 얻은 출처를 명시
경로상의 AS	잘 알려진 의무 사항	2	설명하는 경로가 거쳐야 하는 AS를 나열
다음 홉	잘 알려진 의무 사항	3	목적지로 가기 위한 다음 홉 라우터를 명시
다중 출구/입구 설명(MED)	비행단 선택사항	4	어떤 AS는 출구나 입구가 여러 개 있을 경우 각각으로 가는 척도를 알림(출구나 입구를 선택할 때 사용)
로컬 선호도	잘 알려진 임의 사항	5	같은 AS에 있는 BGP 스피커끼리 통신할 때 경로에 대한 선호도를 알리기 위해 사용
집선	잘 알려진 임의 사항	6	BGP 스피커는 더 구체적인 네트워크로 가는 중첩된 경로를 받을 수 있음
집선 장비	행단 선택사항	7	경로 집선을 수행한 라우터의 AS 번호와 BGP ID를 포함

경계 경로 프로토콜(BGP)

- BGP 경로 판단과 BGP 결정 과정
 - BGP 결정 과정 단계
 - 1단계
 - BGP 스피커는 주변 AS에 있는 BGP 스피커가 보낸 경로를 분석하여 선호도를 할당
 - 선호도, AS내의 다른 BGP 스피커에게 광고로 전달된 각 네트워크에 대한 최적 경로에 따라 순위를 매김
 - 2단계
 - BGP 스피커는 선택한 정보로 로컬 라우팅 정보 기반을 갱신
 - 3단계
 - Loc-RIB에 있는 경로를 선택하여 다른 AS에 있는 주변 노드 BGP 스피커에게 전송

경계 경로 프로토콜(BGP)

- BGP 경로 판단과 BGP 결정 과정
 - 경로에 선호도를 할당하는 기준
 - 라우터와 목적지 네트워크까지 가는 동안 거쳐야 하는 AS의 수
 - 적을수록 좋음
 - 경로를 사용할 수 없게 하는 특정 정책 여부
 - 경로의 생성지

경계 경로 프로토콜(BGP)

- BGP 경로 판단과 BGP 결정 과정
 - 효율적인 경로 선택의 한계
 - BGP 프로토콜로 계산하는 경로 자체는 효율적
 - 하지만 BGP는 AS내부의 상태는 모름
 - AS의 상태에 따른 비효율이 발생
 - 전체 경로의 효율을 보장할 수 없음
- 새 경로 생성과 도착 불가능 경로 취소
 - 내부 라우팅 프로토콜을 통해 새로운 경로를 BGP 스피커는 새 네트워크에 대한 RIB생성, BGP 피어들에게 전달
 - 유효하지 않은 경로에 대한 갱신 메시지도 보냄

경계 경로 프로토콜(BGP)

- BGP 일반 동작과 메시지 교환
 - 스피커 지정과 연결 수립
 - 통신을 위해 BGP 스피커가 지정되고 서로 연결되어야 함
 - 스피커가 지정되면 BGP 인터넷워크에 연결
 - BGP 피어와 전송 계층 프로토콜 수립이 완료되면 BGP 동작
- 경로 정보 교환
 - 링크가 생기면 두 피어가 전체 네트워크 정보, 라우팅 정보를 갱신 메시지로 교환
 - 이후 갱신 메시지를 전송
 - 변경된 경로에 대한 갱신 정보만 가짐

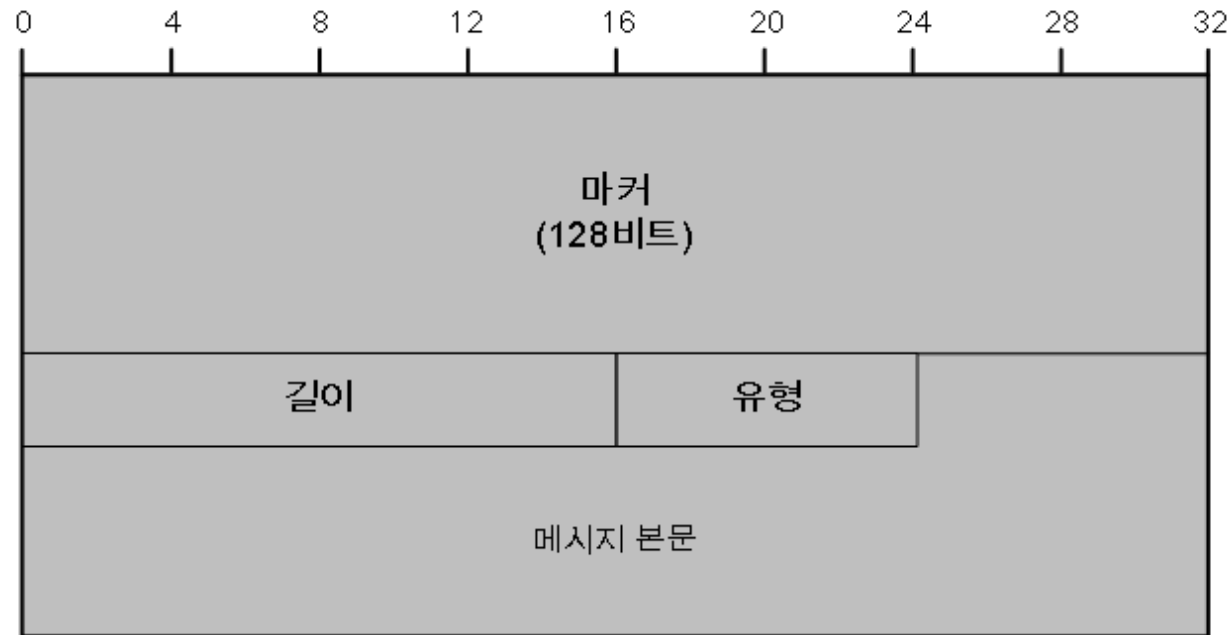
경계 경로 프로토콜(BGP)

- BGP 일반 동작과 메시지 교환
 - 연결 유지
 - BGP 스피커는 정기적으로 연결된 피어에게 킵알라이브 메시지를 보낸다
 - 보낼 정보가 없더라도 빈 메시지를 보냄
 - 에러 보고
 - BGP 통지(Notification) 메시지
 - 피어에게 문제가 발생했으며 일어난 이유는 무엇인지 알릴 때 사용하는 오류 메시지

경계 경로 프로토콜(BGP)

- BGP 메시지 포맷
 - BGP 일반 메시지 포맷

필드명	크기 (바이트)	설명
마커	16	동기를 맞추고 인증하기 위해 사용
길이	2	메시지의 총 길이
유형	1	BGP 메시지 유형 1 = 생성 2 = 갱신 3 = 통지 4 = 킥얼라이브
메시지 본문/ 데이터 부분	가변	생성, 갱신, 통지 메시지 유형을 구현하기 위한 구체적인 필드



경계 경로 프로토콜(BGP)

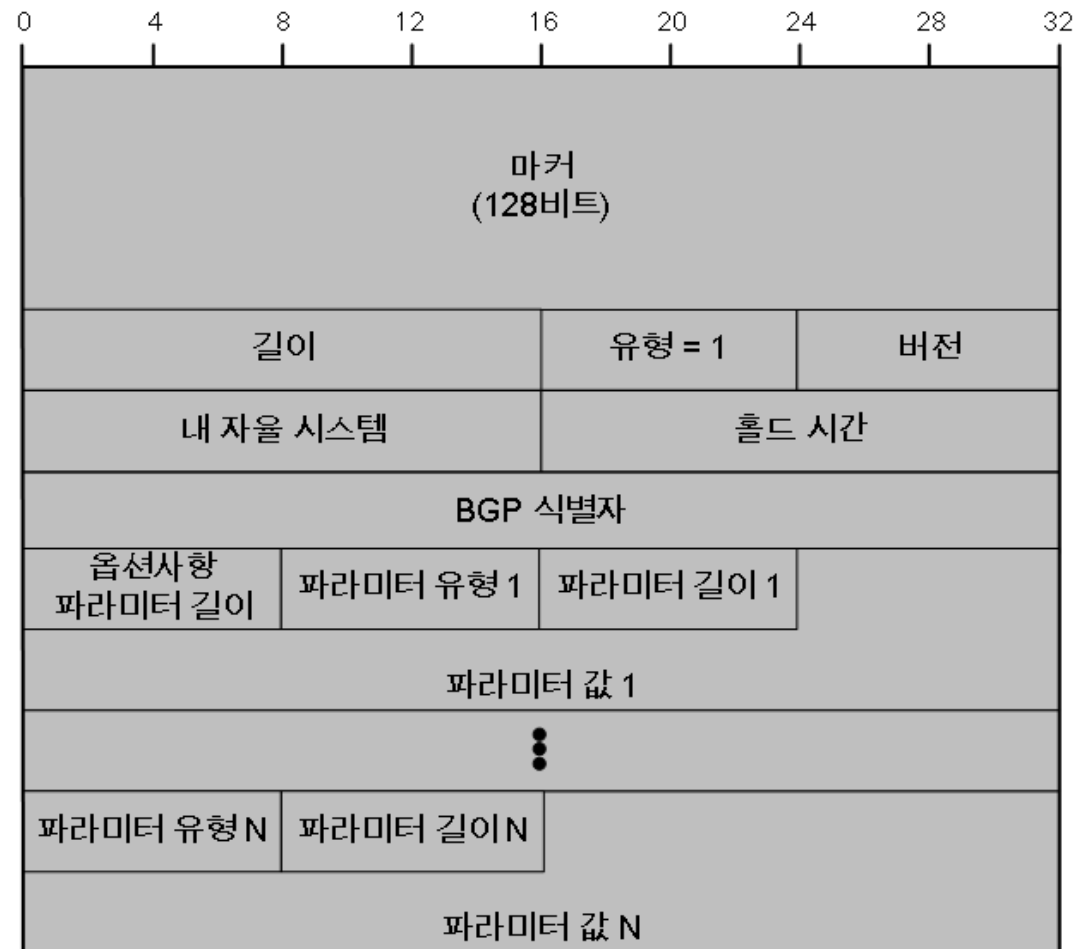
- BGP 메시지 포맷
- BGP 생성 메시지 포맷

필드명	크기 (바이트)	설명
마커	16	BGP 메시지의 첫 부분을 차지하는 필드로 동기를 맞추고 인증하기 위해 사용
길이	2	메시지의 총 길이
유형	1	BGP 메시지 유형 (생성 메시지는 1)
버전	1	BGP 버전
내 자율 시스템 (AS)	2	생성 메시지를 전송하는 라우터의 AS 번호
홀드 시간	2	BGP 홀드 타이머에서 사용하길 원하는 시간(초 단위)
BGP 식별자	4	BGP 스피커를 식별하기 위한 값
선택사항 파라미터 길이	1	선택사항 파라미터에서 사용하는 바이트 수
선택사항 파라미터	가변	BGP 세션 수립 중 교환해야 하는 추가 파라미터를 전송할 때 사용

경계 경로 프로토콜(BGP)

- BGP 메시지 포맷
- BGP 생성 메시지 포맷

하위 필드명	크기 (바이트)	설명
파라미터 유형	1	인증 정보일 경우 1로 설정
파라미터 길이	1	파라미터 값 하위 필드의 길이(전체 파라미터 길이에서 2를 뺀 값)
파라미터 값	가변	전달하려는 파라미터의 값



경계 경로 프로토콜(BGP)

- BGP 메시지 포맷
 - BGP 갱신 메시지 포맷

하위 필드명	크기 (바이트)	설명
속성 유형	2	속성의 유형을 정의
속성 길이	1 or 2	속성의 길이 (속성의 길이가 긴 경우 연장 길이 플래그를 설정하여 2바이트로 늘림)
속성 값	가변	경로 속성의 유형에 따라 달라짐

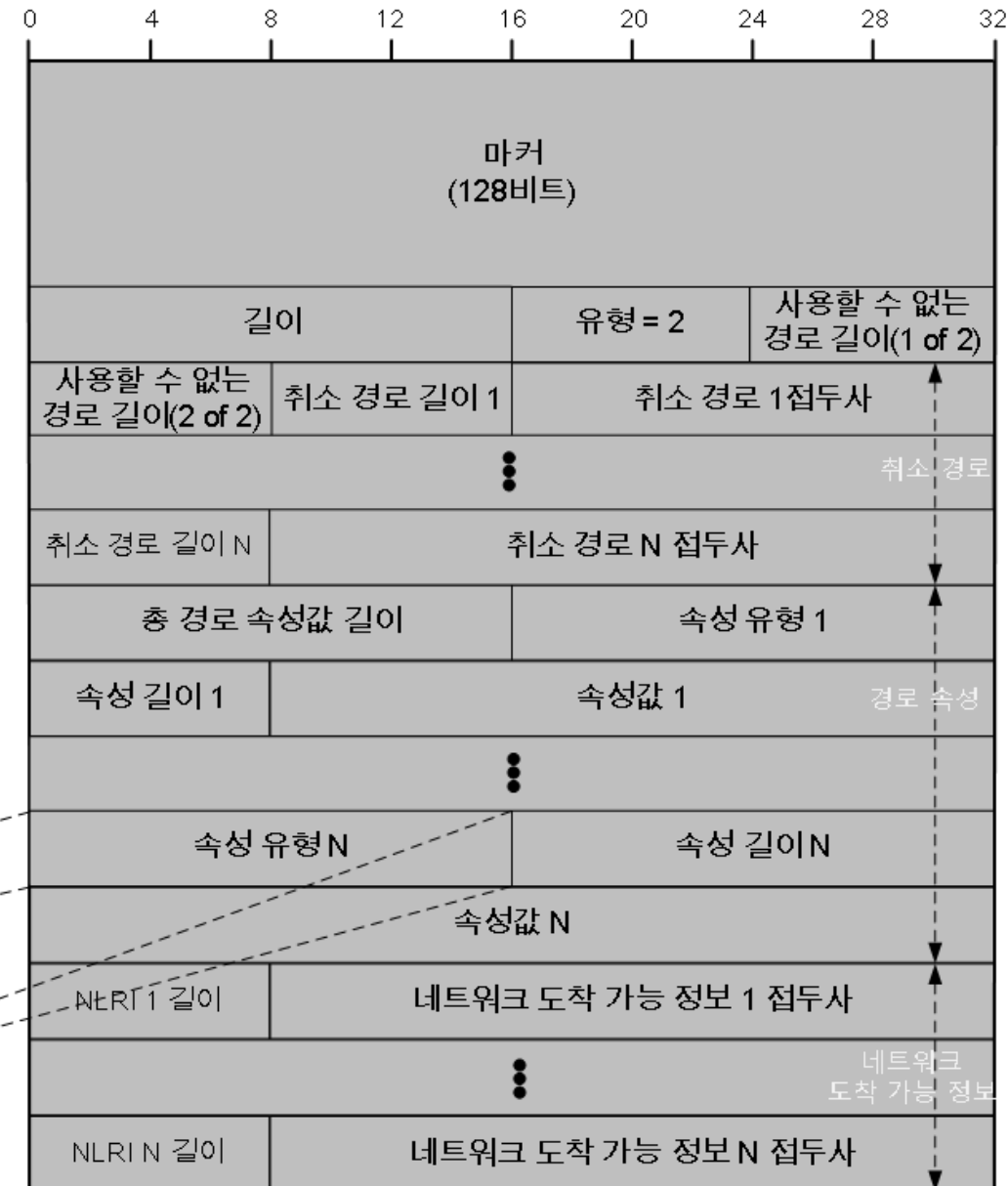
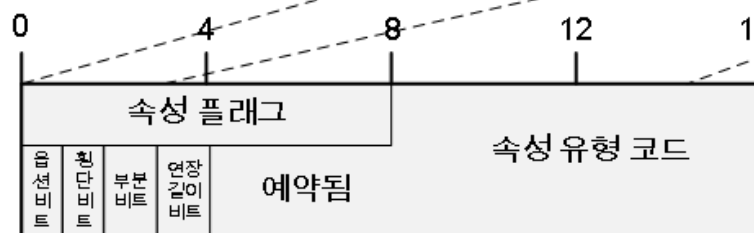
값	속성값 유형
1	근원
2	경로상의 AS
3	다음 홉
4	다중 출구/ 입구 설명(MED)
5	로컬 선호도
6	집선
7	집선 장비

경계 경로 프로토콜(BGP)

• BGP 메시지 포맷

• BGP 갱신 메시지 포맷

하위 하위 필드명	크기 (비트)	설명
선택사항	1	선택사항 속성이면 1, 잘 알려진 속성이면 0
횡단	1	선택사항 횡단 속성이면 1, 비횡단 속성이면 0
부분	1	1이면 횡단 속성에 대한 정보가 일부분이라는 뜻, 0이라면 정보가 완전하다는 뜻
연장 길이	1	0이면 속성 길이 필드가 1바이트라는 것을 의
예약	4	0으로 설정하고 무시



경계 경로 프로토콜(BGP)

- BGP 메시지 포맷
- BGP 킵얼라이브 메시지 포맷



필드명	크기 (바이트)	설명
마커	16	BGP 메시지의 첫 부분을 차지하는 필드로 동기를 맞추고 인증하기 위해 사용
길이	2	메시지의 총 길이(킵얼라이브 메시지 길이는 19바이트로 고정)
유형	1	BGP 메시지의 유형(킵얼라이브 메시지 값은 4)

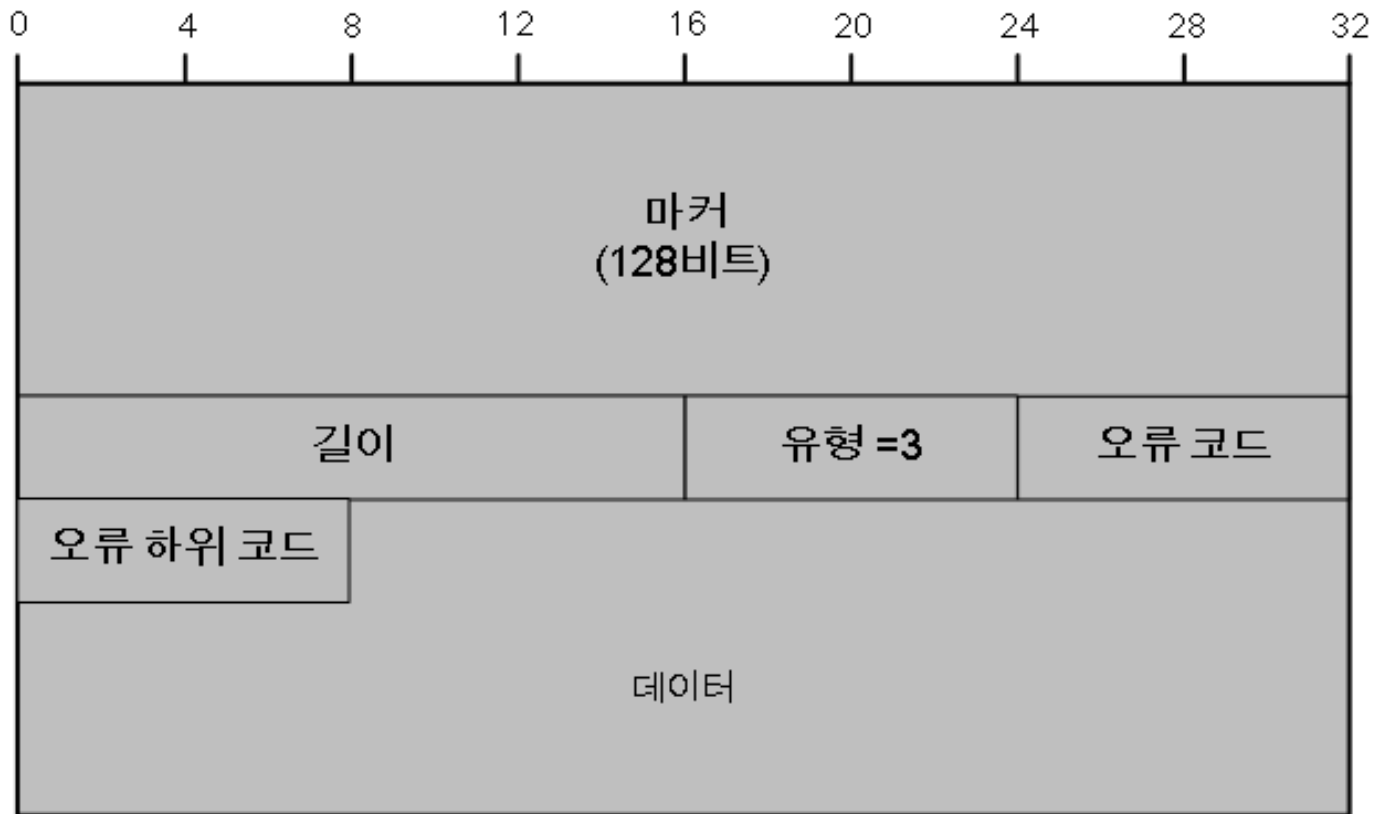
경계 경로 프로토콜(BGP)

- BGP 메시지 포맷
- BGP 통지 메시지 포맷

오류 코드값	코드 이름	설명
1	메시지 헤더 에러	BGP 헤더의 길이나 본문에서 발견된 문제
2	생성 메시지 에러	생성 메시지 본문에서 발견된 문제(인증 실패나 홀드 타임과 같은 파라미터 합의를 보지 못한 것도 생성 메시지 에러에 속함)
3	갱신 메시지 에러	갱신 메시지 본문에서 발견된 문제
4	홀드 타이머 완료	홀드 시간이 만료되기 전에 메시지를 받지 못함
5	유한 상태 머신 에러	한 동작 상태에서 다른 동작 상태로 움직이는 방식
6	종료	다른 오류 코드로 설명하는 에러 상황과는 관계 없이 접속을 끝내고 싶을 때 사용

경계 경로 프로토콜(BGP)

- BGP 메시지 포맷
- BGP 통지 메시지 포맷



기타 라우팅 프로토콜

- TCP/IP 게이트웨이 프로토콜
 - GGP(Gateway-Gateway Protocol)
 - 초기 네트워크의 적은 수의 핵심 라우팅 프로토콜
 - 거리 기반 벡터 알고리즘 사용
 - 가장 적은 홉 수를 가지는 경로를 선택
 - 클래스 단위 네트워크에서만 사용
 - 현재는 쓰이지 않음

기타 라우팅 프로토콜

- HELLO 프로토콜

- 거리 벡터 알고리즘을 사용
 - 네트워크 지연 시간을 측정하고 가장 짧은 지연 시간을 가지는 경로를 선택
- 정기적으로 클럭과 타임스탬프 정보가 포함된 HELLO 메시지를 교환
- 인증 기능의 부재
- 현재 사용되지 않음

기타 라우팅 프로토콜

- 내부 경로 제어 프로토콜(IGRP, Interior Gateway Routing Protocol)
 - 거리 벡터 알고리즘을 기반으로 사용
 - 비용으로 홉 수와 대역폭, 지연시간 안전성 등을 처리
- 다중 경로 라우팅(Multipath routing) 기능 추가
 - 라우터 간의 여러 경로를 자동으로 사용하여 트래픽을 여러 경로에 분산시킴
- 수평 분할이나 포이즌 리버스 수평 분할, 홀드 다운 타이머와 같은 특성을 사용해야 함

기타 라우팅 프로토콜

- 확장 내부 경로 제어 프로토콜(EIGRP, Enhanced Interior Gateway Routing Protocol)
- IGRP를 기반으로 더 개선된 라우팅 프로토콜
- 확산 갱신 알고리즘(DUAL, Diffusing Update Algorithm)
 - 비용이 최소이고 루프가 없는 경로를 선택
 - 링크의 대역폭과 지연 시간을 결합한 척도를 사용
 - 필요한 경우 도착 가능 정보를 주변 라우터에 문의
- 경로 갱신을 필요할 때만 부분 갱신 정보만을 보내므로 트래픽양을 줄임
- 가변 길이 서브넷 마스크(VLSM, Variable Length Subnet Masks)를 지원

기타 라우팅 프로토콜

- TCP/IP 외부 게이트웨이 프로토콜(EGP, Exterior Gateway Protocol)
- BGP로 대체됨
 - EGP는 트리 구조기반, BGP 처럼 임의의 토폴로지에 모두 대응 할 수 없음
 - EGP는 BGP 통지 메시지와는 달리 오류 메시지를 보낸 뒤 접속을 닫을 필요가 없음
 - 임의의 토폴로지에서 라우팅 루프가 생기는 문제가 있음

감사합니다!