**정보보안기사**

**5장 네트워크 보안**

**19절 네트워크 개요(최종수정일 8/10)**

**프로토콜:** 신뢰/효율/안전하게 정보를 주고받기 위해 정보의 송/수신자측 또는 네트워크 내에서 사전에 약속된 규약 또는 규범. 송신자가 수신자를 호출해 연결하는 과정, 통신회선에서의 접속방식, 전달하는 정보의 형태, 오류 제어, 송/수신자측 간의 동기방식 등에 대한 약속.

**프로토콜의 구성 요소: 구문(Syntax) – 데이터의 구조와 형식 표현순서, 의미(Semantics) – 비트의 영역별 의미, 타이밍(Timing) – 데이터를 언제 얼마나 빨리 전송할 것인지**

**물리적/논리적 프로토콜:** 물리적 프로토콜은 데이터 전송에 사용되는 전송 매체, 접속용 커넥터 및 전송 신호등 물리적 요소에 관한 규약.(RS-232C, V.21) 논리적 프로토콜은 데이터 표현 형식 단위인 프레임의 구성, 프레임 내의 각 항목의 의미와 기능, 데이터 전송 절차 등을 말한다. SNA, SDLC 등 IBM에서 만든 전용 프로토콜(동일 회사 제품끼리 이용)과 TCP/IP 등의 범용 프로토콜로 나뉜다.

**OSI 모델과 TCP/IP 프로토콜**

**OSI 모델:** ISO 표준은 **개방 시스템 상호연결**(OSI, Open System Interconnection) 모델이다. 기반 구조에 관계없이 모든 정보 처리 시스템의 통신을 가능하게 하는 프로토콜의 집합. OSI 모델은 하드웨어나 소프트웨어 기반에 관계없이 다른 시스템 간의 통신을 원활하게 하는데 목적을 둔다.

**물/데/네: 물리, 데이터 링크, 네트워크 계층 -> 물리적인 면(전기 규격, 물리적 연결, 물리 주소, 전송시간과 신뢰도 등) 처리**

**전송 계층: 위 아래 두 그룹을 연결하고 하위 계층(물/데/네)에서 전송한 내용을 상위 계층이 사용할 수 있는 형태가 되도록 보장**

**세/표/응: 세션, 표현, 응용 계층 -> 사용자 지원 계층(관련이 없는 소프트웨어 시스템 간의 상호 연동을 가능하게 함)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **계층** | **특징** | **데이터 종류** | **예** |
| **응용** | 각종 응용프로그램  네트워크 관리 | 메시지 | FTP, TFTP, SNMP, SMTP,  Telnet, HTTP, DNS, DHCP |
| **표현** | 네트워크 보안(암,복호화)  압축/압축해제, 포맷 변환 수행 | ASCII, Mpeg, jpg, MME |
| **세션** | 소켓 프로그램  동기화  세션 연결/관리/종료 | 전송모드 결정(반이중, 전이중), SQL, RPC |
| **전송** | 데이터 전송보장  흐름 제어  Quality Of Service(QOS) | 세그먼트 | TCP, UDP, SCTP |
| **네트워크** | 통신경로 설정, 중계기능 담당  라우팅  IPv4 & IPv6 | 패킷 | IP, ICMP, IGMP, ARP, RARP, NAT, RIP, BGP |
| **데이터 링크** | 오류제어, Frame화  매체제어(MAC)  에러검출, 에러정정, 흐름제어 | 프레임 | 이더넷, 토큰링, PPP, SLIP, 802.11(WLAN) |
| **물리** | 물리적 연결설정, 해제  전송방식, 전송매체 | 비트 스트림 | 기계적 전기적, 절차적 규칙 |

**TCP/IP 프로토콜 그룹**

현재 인터넷에서 사용하는 프로토콜 그룹. 상호작용하는 모듈로 이루어진 계층적 프로토콜이다. 각 모듈은 특정 기능을 제공한다. 4 or 5 계층 모델로 간주된다. 두 모델 모두 적용 가능하다.

응용, 표현, 세션 -> 애플리케이션, 전/네/데/물 로 나뉜다.

|  |  |
| --- | --- |
| 계층 | 설명 |
| 데이터링크 | 전송 매체에 프레임을 송수신하는 역할 |
| 네트워크 | IP -> 호스트 네트워크 주소를 관리, 패킷을 라우팅  ARP -> 네트워크 호스트들의 하드웨어 주소를 얻는데 사용  ICMP -> 패킷 전송에 관한 오류 처리를 담당 |
| 전송 | 종단간 통신 서비스 제공을 담당한다. TCP/UDP가 있다. TCP는 데이터의 확실한 전송이 필요한 경우 사용, UDP는 데이터의 정확한 전달 보장 x |
| 응용 | 응용프로그램이 네트워크에 접근 가능하도록 인터페이스 기능 수행 |

**통신단위**

물리 – 비트, 네트워크 – 패킷, 전송 – 세그먼트 || 데이터그램 || 패킷, 응용 – 메시지

**캡슐화와 역캡슐화**

발신지 – 캡슐화, 수신지 – 역캡슐화, 데이터 링크 – 캡슐화/역캡슐화 이뤄지지 않음

**주소 지정**

TCP/IP 프로토콜을 이용한 인터넷은 3개의 다른 주소를 이용한다. -> 물리(MAC), 논리(IP), 포트 주소

**논리 주소:** 물리 주소는 홉에서 홉으로 갈 때마다 변경되지만 논리 주소는 변경되지 않는다. 물리 네트워크와 독립적으로 전세계적인 통신 서비스를 위해 필요. 현재 인터넷에 연결된 호스트를 유일하게 식별할 수 있는 32비트 주소 체계를 사용한다. 인터넷상의 두 호스트는 동일한 IP 주소를 사용할 수 없다.

**포트 주소:** 인터넷의 최종 목적은 한 프로세스가 다른 프로세스와 통신할 수 있도록 하는 것이다. A가 TELNET을 이용해 C와 통신하는 동시에 FTP를 이용해 B와 통신하려면 서로 다른 프로세스를 식별하기 위한 포트가 필요하다.

**다중화와 역다중화:** TCP/IP는 몇몇 계층에서 여러 프로토콜을 사용하기 때문에 발신자측은 다중화, 수신자측은 역다중화한다.

20절. TCP/IP

**물리 계층**

**데이터와 신호:** 응용, 전송, 네트워크, 데이터 링크의 통신은 논리적, 물리 계층 통신은 물리적이다. 호스트-대-라우터, 라우터-대-라우터, 라우터-대-호스트, 교환기 등이 물리적 통신이다.

**데이터링크 계층**

**노드와 링크:** 데이터링크 계층의 통신은 노드-대-노드. 데이터 유닛은 하나의 지점으로부터 LAN과 WAN 등 많은 네트워크를 통해 전달됨. LAN과 WAN은 라우터를 통해 전달. 이것을 노드와 링크로 나타내는 게 데이터링크 계층이다.

**서비스 순서**

**1. 프레임 짜기(Framing):** 각 노드에서 다음 노드에게 데이터그램을 전송하기 전에 네트워크계층에서 전달받은 데이터그램(패킷)을 프레임으로 캡슐화한다.

**2. 흐름 제어(Flow Control):** 서로 다른 데이터링크 계층 프로토콜은 서로 다른 흐름 제어 전략을 활용한다. 전송 계층에서 흐름 제어는 매우 중요.

**3. 오류 제어(Error Control):** 전기 신호는 오류에 취약하기 때문에 프레임 또한 오류에 취약. 이에 따라 첫 번째로 오류 검출이 필요하다. 오류 검출 후에 송신자 노드에서 오류를 수정하거나 폐기하고, 재전송을 송신 노드에게 요청해야만 한다.

**4. 혼잡 제어(Congestion Control):** 프레임 혼잡으로 프레임 손실이 발생해도 어떤 광역 네트워크 이외의 대부분의 데이터링크 계층 프로토콜은 직접적으로 혼잡을 완화하기 위해 혼잡 제어를 사용하지 않는다. 일반적으로 혼잡 제어는 종단-대-종단 통신이기 때문에 네트워크 또는 전송 계층 문제로 여겨진다.

**프레이밍 – 흐름 제어 – 오류 제어 – 혼잡 제어(일반적으로는 네트워크나 전송 계층의 일)**

**네트워크 계층**

**라우팅:** 라우팅은 route의 현재 진행형으로 경로배정을 의미한다. 패킷이 송신지에서 목적지까지 갈 수 있도록 경로를 배정하는 것.

**포워딩:** 포워딩은 라우팅 프로토콜을 실행할 때, 라우터상 하나의 인터페이스에 패킷이 도착했을 때 라우터가 취하는 행동이다. 라우터는 일반적으로 포워딩 테이블 혹은 라우팅 테이블이라는 표에 의거해 행동한다.

**IPv4:** 8 \* 4 =32bit. 전체 주소 공간은 A, B, C, D, E 5개의 클래스로 구분된다(Classful addressing).

**클래스A:** 첫 비트 0, 첫 비트의 나머지 7비트가 네트워크 주소. 하위 세 바이트는 호스트 주소

**클래스B:** 처음 두 비트 10, 이후 두 번째 바이트까지 네트워크 주소. 마지막 두 바이트는 호스트 주소

**클래스C:** 처음 세 비트 110, 이후 세 번째 바이트까지 네트워크 주소. 네트워크마다 254개 호스트 수용 가능, 작은 규모의 네트워크에서 사용

**클래스D:** 처음 네 비트 1110. 이후 네트워크 주소와 호스트 주소 구분 없음. 전체 주소가 멀티캐스트용. 멀티미디어 데이터, 리얼타임 비디오 등을 보낼 때 사용

**클래스E:** 처음 네 비트 1111. 추후 사용(시험용)을 위해 예약된 주소

**주소 고갈:** 클래스 기반 주소는 주소 고갈로 인해 더이상 사용하지 않는다.

**서브네팅과 슈퍼네팅:** 주소 고갈을 완화하기 위해 등장. 네트워크부는 부족한데 호스트부는 낭비되는 문제 발생. 서브네팅 도입으로 해결. 서브네팅의 핵심은 할당된 서브넷마스크(ex.255.255.255.0)를 원래의 IP주소와 AND 연산하는 것. 네트워크ID를 서브 네트워크ID로 쪼개어 더 많은 네트워크 주소를 할당하고 호스트 부에 원래보다 적은 양의 주소를 할당한다.

**클래스 없는 주소 지정:** 클래스 기반 주소 지정에서는 서브네팅을 적용해도 고갈 문제를 해결할수 없었다. 그런데 왜 바로 IPv6로 넘어가지 않았나? -> 더 큰 주소 공간을 확보하려면 IP주소 길이의 증가로 인해 IP패킷 형식까지 변경해야 했기 때문… 단기적 관점의 해결책으로 클래스 없는 IPv4 주소지정 방식이 사용되었다. -> 클래스 권한 제거

**CIDR(Classless Inter-Domain Routing):** ISP가 클라이언트가 요구하는 양만큼만 주소를 잘라서 공급할 수 있는 장점이 있다. 따라서 라우팅 테이블의 비대화를 막고 인터넷을 여러 개의 Addressing Domain으로 나누어 라우팅 정보량을 줄여준다. 한 도메인 내에서는 도메인 내의 모든 라우팅 정보가 공유된다.

CIDR표기법(슬래시 표기법) -> byte.byte.byte.byte/prefix length -> 클래스가 없기 때문에 슬래시 뒤에 네트워크 ID의 길이를 적어준다.

**VLSM(Variable Length Subnet Mask, 가변 길이 서브넷 마스킹):** VLSM은 서브네팅을 여러 번 반복해 네트워크를 크기가 다른 여러 세브넷으로 구분한다.

문제. C class IP주소를 가진 회사에서 100개의 주소를 필요로 하는 부서와 25개의 주소를 필요로 하는 4개의 부서를 서브네팅 하는 경우의 적용(192.168.120.0)

**특수 주소: 다섯 가지 ->** this-host 주소, 제한된 브로드캐스트 주소, 루프백 주소, 사설 주소, 멀티캐스트 주소

**디스-호스트 주소: 0.0.0.0/32** -> 호스트가 IP데이터그램을 보내려 하지만 근원지 주소인 자신의 주소를 모를 때 사용

**제한된 브로드캐스트 주소: 255.255.255.255/32** -> 호스트나 라우터가 네트워크상의 모든 장치로 데이터그램을 보낼 때 사용. 네트워크상의 라우터가 이런 패킷을 차단하기 때문에 네트워크 외부로 패킷을 보낼 수는 없다.

**루프백 주소: 127.0.0.0/8** -> 이 블록 내의 패킷은 호스트를 벗어나지 않고 호스트에 남는다. 소프트웨어 테스트용. 127.0.0.1이 가장 많이 쓰인다.

**사설 주소: RFC 1918 ->** RFC1918이 정의한 사설 주소에서만 쓸 수 있는, 라우팅이 불가능한 특수 주소 집합. 공중 인터넷에 존재하지 않는 주소들. 10.0.0.0/8, 172.16.0.0/12, 192.168.0.0/16이 사설 주소로 지정되어 있다.

**사설 클래스A: 24bit block, 10.0.0.0 – 10.255.255.255**

**사설 클래스B: 20bit block, 172.16.0.0 – 172.31.255.255**

**사설 클래스 C: 16bit block, 192.168.0.0 – 192.168.255.255**

**네트워크 계층 프로토콜**

**IP(인터넷 프로토콜):** 비신뢰/비연결형 데이터그램 프로토콜. 최선형 전송 서비스(Best-Effort Delivery Service)최선형 전송이란 IPv4패킷이 훼손, 손실, 틀린 순서로 도착, 지연도착, 네트워크 혼잡 등을 발생을 시킬 수 있음을 의미한다. 신뢰성이 중요하다면 IPv4는 TCP처럼 신뢰성을 보장하는 전송 계층 프로토콜과 함께 사용되어야 한다. TCP/UDP, ICMP, IGMP 데이터는 모두 IP 데이터그램을 사용해 전송된다.

**IPv4 데이터그램 암기사항**

**데이터그램이란? -> IP가 사용하는 패킷으로 TCP/UDP, ICMP, IGMP 등이 데이터그램을 통해 전송된다. IP 프로토콜은 비신뢰성, 비연결성(Connectionless), 주소 지정, 경로 설정 방식의 프로토콜이며 데이터그램은 가변 길이의 패킷으로 헤더(주소/제어필드)와 페이로드(데이터)로 이루어져 있다. 헤더는 20~60바이트 길이이며 라우팅과 전송에 필수적인 정보를 가지고 있다. TCP/IP에서는 일반적으로 헤더를 4바이트로 표현한다. 버전 -> IPv4, 헤더 길이 -> 옵션을 포함한 헤더길이, TOS(Type Of Service) -> 3비트의 우선권(Precedence) 필드와 4비트의 TOS 필드 그리고 1비트의 예약 필드, Total Length -> 전체 길이를 바이트로 표현, TTL(Time To Live) -> 패킷이 경유할 최대 홉수, 식별자(Identification) -> 호스트가 보낸 각 데이터그램을 식별, 플래그 -> 세 개의 비트로 단편화 정보 표시 이하 그림**

**IPv4 데이터그램**

**텍스트, 스크린샷, 번호, 폰트이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명**

**ARP(Address Resolution Protocol):** 자신의 IP, MAC, 수신자의 IP는 알고 있지만 수신자 측의 MAC은 모르는 상황에서 물리 계층 브로드캐스트를 통해 모든 호스트에게 패킷을 전송한다. -> ARP 메시지를 수신한 호스트 또는 라우터는 수신 IP 주소와 자신의 IP 주소를 대조한 뒤 자신의 MAC을 요구하는 경우라면 ARP 응답 메시지를 송신자에게 전송한다. -> 각 시스템에는 ARP Cache가 있고 Cache에 이 정보를 보관한다. 정보는 일정 시간 경과 후 삭제한다.

**MAC(Media Access Control):** NIC의 ROM칩에 생산자가 프로그램한 고유 물리주소. 데이터 링크 계층이 이 MAC주소를 이해하고 작업하며 네트워크 계층은 IP 주소를 이해하고 작업한다.

**ARP Cache Table:** ARP를 통해 알아낸 MAC 정보는 OS에 따라 다르지만 통산 1~2분 정도 캐시에 저장한다. arp -a 명령을 통해 ARP Cache table을 살펴보면 dynamic과 staticd으로 타입이 나뉜다. Static은 관리자에 의해 정적으로 생성된 것으로 임의로 삭제하거나 시스템 종료 전까지 지속되고 dynamic은 ARP에 의해 동적으로 설정되어 일정 시간 동안만 유지된다.

**ARP 메시지 종류:**

1. ARP 요청 메시지 -> 특정 IP주소에 대한 물리적 주소를 요구한다. 호스트는 수신자측 물리 주소를 모르기 때문에 브로드캐스트로 전송한다.
2. ARP 응답 메시지 -> 유니캐스트로 물리 주소를 알려준다. ARP 요청 메시지를 수신한 호스트 또는 라우터는 ARP 응답 메시지를 전송한다.(호스트가 라우터를 넘어 다른 네트워크에 있으면 해당 호스트를 대신해 응답 메시지를 전송한다.)

**RARP(Reverse Address Resolution Protocol):** ARP의 반전. MAC은 알고 IP를 모를 때 사용한다. RARP는 저장장치가 없는 호스트에서 주로 사용한다. 또 RARP 응답은 일반적으로 RARP 서버에서 생성한다. 호스트가 자신의 MAC 정보를 담은 RARP 요청 메시지를 만들어 브로드캐스트 한다. -> RARP 서버는 요청자의 IP 주소를 담은 RARP 응답 메시지를 만들어 요청자의 MAC 주소로 유니캐스팅한다.

**GARP(Gratuitous ARP):** 별도의 프로토콜이 아니다. Sender IP와 Target IP가 동일한 ARP 요청을 말한다.

장비가 ARP 요청 브로드캐스트를 통해 다른 장비에게 네트워크에 있는 자신의 존재를 알릴 때 사용한다. 이 패킷을 수신한 장비는 자신의 ARP Cache에 해당 정보가 있다면 이를 갱신한다. 자신의 MAC을 동일 네트워크 상의 다른 장비에게 알려 ARP Cache를 갱신하기 위해 사용한다.

**GARP 쓰임**

1. **IP충돌 감지:** 자신과 동일한 IP가 설정된 호스트가 있다면 해당 호스트로부터 ARP 응답이 오기 때문에 충돌 여부를 확인 가능. 호스트 IP를 변경하거나 재부팅 시에 GARP 패킷이 생성된다.
2. **상대방 ARP Cache 정보 갱신:** 수신 측에서 자신의 ARP Cache에 Sender IP 정보를 갱신한다. 이 부분이 취약점이 될 수 있다. 상대방을 인증하지 않고 Cache정보를 갱신해 악의적 목적의 공격자에 의해 MAC 정보가 위조, 변조될 수 있다.

**ICMPv4(Internet Control Message Protocol version 4):** 호스트가 라우터 상태나 다른 호스트, 라우터의 정보를 획득하기 위해 사용. IP의 동반 프로토콜이다.

**ICMPv4 메시지:** 오류보고와 질의 메시지. 오류보고는 라우터(목적지)나 호스트가 IP 패킷을 처리하는 도중에 탐지하는 문제를 보고한다. 첫 번째 필드인 Type이 메시지 유형을 나타낸다. 코드 필드는 특정 메시지 유형의 이유를 지정한다. 마지막 공통 필드는 검사 합 필드.

* **오류보고 메시지:** ICMP의 주된 임무 중 하나는 IP 데이터그램의 프로세싱 동안 발생하는 오류를 보고하는 것. 오류 수정은 직접 할 수 없고 상위 계층 프로토콜에 맡긴다. 데이터그램으로 알 수 있는 경로 정보는 근원지와 목적지 IP밖에 없기 때문에 오류 메시지는 언제나 최초의 근원지에 보내진다.
  + **ICMP 메시지 중요한 점**

1. **ICMP 오류 메시지는 메시지를 운반하는 데이터그램의 응답으로 생성되지 않는다.**
2. **ICMP 오류 메시지는 처음 단편이 아닌 단편 데이터그램을 위해 생성되지 않는다.**
3. **ICMP 오류 메시지는 멀티캐스트 주소를 가진 데이터그램을 위해 생성되지 않는다.**
4. **ICMP 오류 메시지는 127.0.0.0 또는 0.0.0.0과 같은 특수 주소의 데이터그램을 위해 생성되지 않는다.**

* **목적지 도달 불가(Destination Unreachable, Type 3):** 가장 널리 사용되는 오류 메시지. 데이터그램이 왜 목적지에 도달하지 못했는지에 대한 오류 메시지를 정의하기 위해 0~15까지의 다른 코드를 사용한다.
* **근원지 억제(Source Quench, Type 4):** 송신자에게 네트워크 충돌이 발생해 데이터그램이 폐기되었음을 알린다. 이 메시지를 받은 근원지는 데이터그램 송신을 천천히(또는 억제) 수행한다. ICMP가 이런 메시지를 통해 IP프로토콜에는 원래 없는 혼잡제어 메커니즘을 추가하는 것이다.
* **재지정 메시지(Redirection, Type 5):** 발신자가 잘못된 라우터를 통해 메세지를 전송할 때 사용. 라우터는 알아서 적절한 라우터로 메시지를 보내도록 재지정되지만 발신자에게 향후 디폴트 라우터로 변경하라고 알린다. 따라서 메시지 안에 디폴트 라우터 IP가 포함된다.
* **시간 경과 메시지(Time Exceeded, Type 11):** 타임아웃이 발생해 IP패킷이 폐기되었음을 알린다. 코드를 통해 타임아웃 사유를 알 수 있다.

1. **Code 0(TTL exceeded In Transit): IP패킷이 최종 목적지에 도달 전에 TTL 값이 0이 됨**
2. **Code 1(Fragment reassembly time exceeded): IP 패킷 재조합 과정에서 타임아웃이 발생해 해당 IP 데이터그램이 모두 폐기됨. IP 데이터그램의 단편이 전송과정에서 손실될 경우 재조합 실패로 발생**

* **매개변수 문제(Parameter Problem, Type 12):** 헤더에 문제가 있거나(코드 0) 어떤 옵션이 없거나 옵션의 의미를 알 수 없는 경우(코드 1)에 전송될 수 있다.

**대표적인 ICMP 메시지**

|  |  |
| --- | --- |
| **ICMP** | **메시지 기능** |
| Echo Request | 원하는 호스트와 IP 연결 됐는지 확인 |
| Echo Reply | ICMP Echo Request 응답 메시지 |
| Redirect | 데이터를 보낸 호스트에게 목적 IP주소에 좀 더 적합한 경로가 있음을 알리기 위해 라우터가 보내는 메시지 |
| Source Quench | 데이터를 보낸 호스트에게 IP 데이터그램이 라우터의 집중 현상에 의해 손실되고 있음을 알리기 위해 라우터가 보내는 메시지. 데이터를 보내는 호스트는 전송률을 낮추게 된다. Source Quench는 ICMP에서 선택적 메시지이며 대부분 구현되지 않는다. |
| Destination Unreachable | 라우터나 목적 호스트에 의해 보내지며 데이터그램이 전달되지 못했다는 것을 데이터를 보낸 호스트에게 알린다. |

**질의 메시지:** 인터넷에서 호스트나 라우터가 활성화되었는지를 알아보거나 두 장치 사이에 IP 데이터그램이 단방향 시간인지 왕복 시간인지 찾는다. 에코요청(type 8)과 에코응답(type 0) 메시지 쌍은 다른 호스트나 라우터가 활성화됐는지 여부를 테스트하기 위해 호스트나 라우터가 사용한다. 핑과 트레이스루트(traceroute) 같은 디버깅 도구에서 에코 요청과 에코 응답으로 메시지 쌍을 확인할 수 있다.

**IPv6:** IPv4의 한계(32비트, 43억개)로 등장, 32 비트 주소체계를 4배 확장한 128비트 주소 길이를 사용한다. 약 3.4 \* 10^38(2^128) 개 주소 생성 가능. 보안 문제, 라우팅 효율성 문제 해결, QoS(Quality of Service) 보장, 무선 인터넷 지원과 같은 다양한 기능을 제공한다. 이동전화, 가전제품 등에 도입 추진 중.

**IPv6 특징:**

* **확장된 주소 공간:** NAT(Network Address Translation) 불필요, 유니캐스트, 애니캐스트, 멀티캐스트 주소 형태 지원, 100억명이 1000개 단말기 사용 가능 -> 2^128
* **새로운 헤더 포맷:** IPv4에서 사용하지 않던 헤더를 지우고 확장 헤더를 도입해 선택적 사용을 가능하게 함. 패킷을 중계하는 라우터의 부하를 줄인다. 또 헤더를 고정 길이로 변경해 시스템이 헤더 길이를 예측해 빠른 처리가 가능하게 만들었다.
* **패킷 단편화(fragmentation) 필드 삭제:** 패킷을 보내기 전에 전송에 적합한 패킷크기를 알아내는 MTU(Maximum Transfer Unit) 탐색 기능 추가
* **체크섬 필드 삭제:** 데이터링크 계층에서 체크섬 계산이 행해지므로 삭제

**IPv6는 향상된 서비스를 지원한다:** IPv6 헤더에 플로우 레이블 필드를 사용해 응용프로그램에 의해 생성된 트래픽을 실시간/비실시간으로 구분할 수 있다.

**보안기능:** IPv4는 설계 시 보안 규정이 없어 별도의 보안 프로토콜(IPSec)을 필요로 한다.(Add-on)

IPv6는 프로토콜 내부에 보안 기능을 탑재할 수 있다. 인증 절차, 데이터 무결성 보호, 메시지 발신지 확인 기능을 제공한다. 또 확장 헤더를 통해 네트워크 계층의 종단간 암호화를 제공, 패킷 변조를 방지한다.

**IPv6 주소 체계:** IPv4와 달리 브로드캐스트가 없고 애니캐스트가 있는 게 특징. 유니캐스트는 단일 인터페이스(컴퓨터, 라우터)를 정의하고 특정 컴퓨터에게만 전달한다. 애니캐스트 주소는 단일 주소를 공유하는 컴퓨터 집합으로 정의된다. 애니캐스트 주소로 결정된 패킷은 가장 가까이 있는 애니캐스트 그룹의 구성원(가장 짧은 경로를 가지는)에게만 전송된다. 멀티캐스트 주소는 컴퓨터 그룹을 정의한다. 애니캐스트와 차이는 애니캐스트는 패킷의 복사본이 그룹 중 하나의 컴퓨터에만 전송되는데 반해 멀티캐스트는 그룹의 각 컴퓨터가 복사본을 수신한다는 것이다. 브로드캐스트는 멀티캐스트의 특수한 경우로 처리한다.

**IPv4에서 IPv6로 변환: 이중 스택**(동시 사용), **터널링** – 종단간 두 컴퓨터가 IPv6로 소통할 때 Ipv6 패킷이 IPv4를 사용하는 지역을 지나가면 IPv4로 캡슐화 한 뒤 빠져나올 때 역캡슐화 하는 것, **헤더 변환** – IPv6가 주류가 되고 IPv4는 소수가 된 시점에서 IPv6를 사용하는 컴퓨터가 IPv4를 이용하는 컴퓨터와 소통하기 위해 헤더를 변환시켜 통신한다.

**전송 계층**

**UDP(User Datagram Protocol):** 비연결형/비신뢰성 프로토콜. 래퍼 프로토콜 -> 단순히 애플리케이션 데이터를 메시지 포맷으로 포장해 IP에게 전달만 하기 때문. 호스트 간 통신 대신에 프로세스 간 통신을 제공하는 것 외에 어떠한 서비스도 추가하지 않는다. 최소의 오버헤드를 가진 간단한 프로토콜. UDP 패킷은 사용자 데이터그램(User Datagram)이라고도 불리며 고정된 크기의 8바이트 헤더를 가진다. 8바이트의 헤더는 2바이트 짜리 필드 4개로 만들어진다.

**헤더구조 -> 송신 포트 주소(2바이트), 도착지 포트 주소(2바이트), 총 길이(2바이트), 체크섬(2바이트)**

**UDP 서비스:**

* **프로세스-대-프로세스 통신:** IP주소와 포트 번호의 결합인 소켓 주소를 통해 프로세스-대-프로세스 통신을 한다.
* **비연결형 서비스:** 각 사용자 데이터그램은 독립적이다. 동일한 근원 프로세서에서 동일한 목적지 프로그램으로 들어가도 서로 관계없다.
* **흐름 제어:** UDP는 단순 프로토콜로 흐름 제어와 윈도우 메커니즘이 없다. 따라서 들어오는 메시지로 수신자 측에서 오버플로우가 발생할 수 있다. 흐름 제어의 결여는 UDP를 이용하는 프로세스가 스스로 제공해야 한다.
* **오류 제어:** 검사합을 제외하고 UDP에는 오류 제어가 없다. 송신자가 메시지가 손실이 되었는지 또는 중복이 되었는지 알 수 없다.
* **혼잡 제어:** 혼잡 제어도 없다. UDP는 전송 패킷이 너무 작고 산발적이어서 혼잡을 발생시키지도 않는다. 네트워크 혼잡에 관한 설명은 UDP가 요즘 음성과 영상의 실시간 스트리밍에 사용되는 시점에 맞을 수도 맞지 않을 수도 있다.
* **다중화와 역다중화:** 호스트에서 하나의 UDP가 있지만 UDP 서비스를 사용하기 원하는 다수의 프로세스가 있을 수 있다. 이 문제를 해결하기 위해 UDP는 다중화 및 역다중화 한다.

**UDP의 일반적인 응용:** FTP와 같이 대량 데이터를 전송하는 프로세스에는 사용하지 않는다. UDP는 내부 흐름 및 오류 제어 기법을 가진 프로세스에 적당하다. TFTP는 흐름 및 오류 제어를 포함하므로 UDP를 사용할 수 있다. 또한 UDP는 멀티캐스팅을 위한 전송 프로토콜이다. UDP는 SNMP와 같은 관리 프로세스에 사용된다. RIP와 같은 경로 갱신 프로토콜을 위해서도 사용된다. UDP는 실시간 응용에 사용된다.

**TCP(Transmission Control Protocol)**

**TCP 서비스의 특징: 연결형, 신뢰성, 양방향, 승인, 스트림 중심, 흐름 관리**

1. **프로세스-대-프로세스 통신:** UDP처럼 포트 번호를 사용해 프로세스 간 통신 제공
2. **스트림 전송 서비스:** 바이트의 흐름으로 데이터를 송/수신한다. 가상의 튜브에 의해 2개의 프로세스가 연결되는 것처럼 보이는 환경을 만든다.
3. **송신 및 수신 버퍼:** 송/수신 서비스가 똑같은 속도로 전송/처리하는 게 아니기 때문에 TCP 버퍼가 필요하다. 송신 버퍼와 수신 버퍼 두 가지가 있다. 두 버퍼는 흐름 및 오류 제어에 사용된다.
4. **전이중 통신(Full-duplex service):** 데이터는 동시에 양방향으로 전달될 수 있다. 이를 위해 TCP는 송신/수신 버퍼를 가지며 세그먼트는 양방향으로 이동한다.
5. **다중화와 역다중화:** UDP와 마찬가지. 차이는 TCP는 연결-지향 프로토콜이기 때문에 프로세스 쌍을 위해 연결을 설정해야 한다.
6. **연결**-**지향 서비스:** 물리적 연결이 아니라 논리적 연결을 말한다. 논리적 연결 통로를 통해 데이터를 송/수신해 전송 순서를 보장한다. 이를 순서 제어(Sequence Control)라고 한다.
7. **신뢰성 있는 서비스**: 데이터의 안전하고 확실한 도착을 확인하기 위한 확인응답 기법 사용

**세그먼트**

**TCP에서 패킷을 세그먼트라고 한다.**

**세그먼트는 20~60바이트의 헤더와 응용 프로그램으로 구성된다. 헤더는 선택 항목이 없으면 20바이트, 있으면 60바이트까지**

**세그먼트 암기사항:**

1. **근원지 포트주소:** 송신 프로세스의 포트 번호(16비트)
2. **목적지 포트주소:** 수신 프로세스의 포트 번호(16비트)
3. **순서번호:** 32비트, 세그먼트에 포함된 첫 번째 데이터 바이트에 할당된 번호
4. **확인응답 번호:** 32비트, 송신자가 수신자로부터 받기를 기대하는 바이트 번호를 정의한다. 수신자가 상대방으로부터 바이트 번호 x를 성공적으로 수신하면 x + 1이 확인응답 번호가 된다. 확인응답과 데이터는 함께 피기백이 될 수 있다.
5. **헤더 길이:** 4비트, TCP 헤더를 4바이트 단위의 개수로 나타낸 것
6. **제어:** 1비트 \* 6, 6개의 제어(플래그) 비트 정의
7. **윈도우 크기:** 16비트, 수신측에서 송신측에 보내는 Receiver Window Size로 수신 버퍼의 여유 공간 크기를 의미한다. 송신측에서 상대의 여유 공간 크기를 파악하고 흐름제어를 수행할 수 있다.
8. **검사합(checksum):** 16비트, UDP와 동일한 절차를 따른다. UDP검사합은 옵션이지만 TCP 검사합은 필수이다.
9. **긴급 지시자(Urgent Pointer):** 16비트로 긴급 플래그 값이 설정되었을 때만 유효

![텍스트, 스크린샷, 폰트, 번호이(가) 표시된 사진

자동 생성된 설명]()

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **플래그** | **의미** | **설명** |
| **URG** | **긴급** | ‘1’ 설정 시 우선순위, 긴급 필드값 사용 |
| **ACK** | **승인** | ‘1’ 설정 시 세그먼트가 승인 포함 |
| **PSH** | **밀어넣기** | 받는 즉시 애플리케이션에 송신 |
| **RST** | **리셋** | 송신 장비 문제, 연결 초기화 |
| **SYN** | **동기화** | 순서 번호 동기화, 연결 수립 |
| **FIN** | **종료** | 송신 장비가 연결 종료 요청 |

**TCP연결:** 연결-지향 프로토콜이기 때문에 근원지와 목적지 사이에 가상 경로를 설정하고 송/수신. 연결 설정, 데이터 전송, 연결 종료의 3단계를 거친다.(Three-way Handshaking)

1. 클라이언트가 SYN 플래그를 세팅한 세그먼트를 서버에 전송한다. 세그먼트는 순서번호와 동기화를 위한 것이다. SYN세그먼트는 데이터를 운반할 수는 없지만 순서번호 하나를 소비한다.
2. 서버는 2개의 플래그 비트가 설정된 두 번째 세그먼트 SYN + ACK 세그먼트를 전송한다. 마찬가지로 데이터를 운반할 수 없으며 순서번호 하나를 소비한다.
3. 클라이언트가 세 번째 세그먼트를 전송한다. ACK 세그먼트이다. ACK 플래그와 확인응답 번호 필드를 사용해 두 번째 세그먼트를 수신한 것에 대한 확인차 보내는 것이다. 데이터를 운반하지 않으면 ACK세그먼트는 순서번호를 소비하지 않는다.

**SYN Flooding 공격:** 쓰리 웨이 핸드셰이크 과정에서 공격자가 무수한 가짜 IP와 포트를 가진 SYN 세그먼트를 날린다. -> 서버는 이를 클라이언트로 인식하고 SYN-ACK 패킷을 보내고 응답을 대기한다. 이 과정에서 서버의 리소스가 낭비되고 실제 클라이언트들이 서버와 연결을 설정하지 못하게 된다. -> 서버는 자원 부족으로 정상적인 응답을 처리하지 못하게 되고 마비되거나 느려진다. -> 모든 요청에 대해 서비스를 거부하는 DoS 공격에 속한다. -> 현재는 SYN Cookie 기법을 사용해 SYN Flooding을 감지하고 방어한다.

**데이터 전송:** 연결이 형성되면 양방향으로 데이터를 전송한다. 클라/서버가 모두 데이터와 확인 응답을 보낼 수 있다. 클라이언트가 보낸 데이터 세그먼트에는 서버 TCP가 데이터가 수신되자마자 서버 프로세스에게 데이터를 전달하는 것을 알도록 PSH(Push) 플래그가 설정되어 있다. 그러나 서버 -> 클라이언트로 전달된 세그먼트는 밀어넣기 플래그를 설정하지 않는다.

**연결 종료:** 시작은 클라이언트(능동 오픈)이지만 종료는 양쪽 모두 가능하다. 현재 대부분의 경우는 세 방향 핸드셰이킹과 절반-종료 옵션을 가진 네 방향 핸드셰이킹 두 방법을 허용한다.

* **세 방향 핸드셰이킹의 종료:** 클라이언트 TCP가 클라이언트 프로세서로부터 종료 명령을 수신한 후 FIN 플래그가 설정된 첫 FIN 세그먼트를 전송한다. -> 서버는 FIN 플래그 수신 후 상황처리를 알리고 FIN 수신을 확인하며, 동시에 다른 방향으로 연결 종료(FIN + ACK)를 위해 두 번째 세그먼트를 송신한다. -> 클라이언트가 FIN + ACK을 받고 마지막 세그먼트인 ACK 세그먼트를 전송한다.
* **네 방향 핸드셰이킹의 종료(절반-폐쇄):** TCP에서 데이터를 받고 있는 도중에 어느 한쪽이 데이터 전송을 중단하는 것을 절반 폐쇄라고 한다. 보통 클라이언트가 시작한다.
* 클라이언트가 FIN 세그먼트를 전송해 절반-폐쇄한다.
* 서버는 ACK 세그먼트를 송신해 절반-폐쇄를 받아들인다.
* 클라이언트는 서버로 데이터 전송을 멈추지만 서버는 여전히 데이터를 송신할 수 있다.
* 서버가 처리된 모든 데이터를 보냈을 때 ACK에 의해 확인 응답되는 FIN 세그먼트가 전송된다.
* 절반-폐쇄 이후에 데이터는 서버에서 클라이언트로 이동 가능하고 확인 응답은 클라이언트에서 서버로 이동할 수 있다. 하지만 클라이언트는 더 이상 서버에 데이터를 전송할 수 없다.
* **연결 재설정:** 한 종단의 TCP가 연결 요구를 거부하거나 현재 연결을 중지, 혹은 유휴 연결을 종료할 수 있다. 이런 재설정은 RST 플래그를 가지고 수행한다.

**응용 계층**

**주요 응용 계층 프로토콜**

**HTTP:** 웹페이지를 가져오기 위해 어떻게 클라이언트-서버 프로그램을 작성할지 정의한다. 클라이언트는 임시 포트를, 서버는 80포트를 사용해 클라이언트가 요청하고 서버는 응답한다.

**FTP:** 파일 전송 프로토콜. TCP/IP표준이다. 종단간 두 시스템은 서로 다른 파일 이름, 방법으로 데이터를 표현할 수 있다. 또 두 시스템은 서로 다른 디렉터리 구조를 가질 수도 있다. FTP는 이러한 모든 기능을 제공한다.

**TELNET: TER**mina**L NET**work의 약자. 최초의 원격 로그인 프로토콜. 로그인 이름과 암호가 필요하지만 평문으로 전송하기에 해킹에 취약하다. 해커는 로그인 이름과 암호를 도청해 얻을 수 있다. 이런 보안 문제 때문에 SSH(Secure Shell)을 사용한다.

**DNS:** 중앙 디렉터리 시스템이 모든 매핑을 보유하지 않고 매핑 정보를 작게 나누어 전 세계의 서로 다른 컴퓨터에 저장한다. 각 호스트는 매핑이 필요할 경우 DNS를 통해 해당 정보를 가진 가장 가까운 컴퓨터와 통신한다.

**21절. 라우팅**

**라우팅:** 송신자의 목적 경로 설정 -> 패킷이 정해진 경로를 따라 이동

**라우터:** 네트워크 계층 주소를 참조해 최선의 경로를 찾는다. 라우팅 알고리즘은 관리자가 직접 설정하는 정적 라우팅 알고리즘과 네트워크 환경 변화에 능동적으로 대처 가능한 동적 라우팅 알고리즘으로 구분된다.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 구분 | 정적 라우팅 | 동적 라우팅 |
| 라우팅 테이블 관리 | 수동 설정  네트워크 변화(라우터 추가/변경/회선 장애…) 인지 자동 인지 불가 | 자동  네트워크 변화 자동인지 후  네트워크 경로 재구성 |
| 인터페이스 | 변경 적을 때 유리 | 변경 많을 때 유리 |
| 노드 추가/변경 | 운영 요원이 직접 | 대처 용이 |
| 중간 경로 | 단일 경로에 적합 | 다중 경로에 적합 |

**라우팅 프로토콜**

네트워크 정보를 생성/갱신/교환/제어하는 프로토콜을 라우팅 프로토콜이라고 한다. Routed Protocol은 라우팅을 받는 고객이므로 라우팅 프로토콜과 다르다(TCP/IP, IPX, AppleTalk 등). 라우팅 프로토콜에는 RIP, IGRP, OSPF, EIGRP 등이 있다. 자동차 -> 라우터, 운전기사 -> 라우팅 프로토콜, 고객 -> 라우티드 프로토콜, 네비게이션 -> 라우팅 테이블

**AS(Autonomous System자율시스템):** 하나의 관리 도메인에 속한 라우터의 집합

AS의 내부에 있는 라우팅 프로토콜 -> IGF(RIP, OSPF), 외부 -> EGF(BGP)

**유니캐스트 라우팅**

**라우팅 알고리즘: 거리벡터 라우팅, 링크-상태 라우팅, 경로 벡터 라우팅**

1. **거리벡터 라우팅(DV, distance-vector):** 인접한 이웃들의 기초 정보를 이용해 작성된 최소 비용 트리이다. 자신이 모든 이웃에게 자신이 알고 있는 네트워크 정보를 끊임없이 알려준다.(불완전한 정보라도)

**거리벡터:** 거리벡터는 목적지까지의 경로를 제공하는 게 아니라 목적지까지의 최소 비용을 제공한다.

1. **링크-상태 라우팅**

**링크상태 데이터베이스(LSDB, Link-State Database):** 링크 상태 라우팅을 이용한 최소비용 트리 작성은 각 노드의 링크 상태를 완전히 표시한 맵이 필요하다. 이러한 링크의 상태집합을 LSDB; 링크 상태 데이터베이스라고 부른다. 각 노드에 모든 인터넷에 대한 정보가 포함된 LSDB는 플러딩이라는 과정을 통해 만들어진다.

1. **경로 벡터 라우팅(PV, Path-Vector):** 스페닝 트리가 출발에서 목적지까지의 경로를 결정한다. 스패닝 트리는 최소비용 트리가 아닌 고유의 규칙을 가진 트리이다. 목적지까지 하나 이상의 경로가 있다면 근원지(출발지)는 가장 최선의 규칙을 사용하는 경로를 선택할 수 있다.

**유니캐스트 라우팅 프로토콜**

**RIP: 거리벡터 알고리즘, OSPF: 링크상태 알고리즘, BGP: 경로벡터 알고리즘**

1. **RIP(Routing Information Protocol):** 가장 오래되고 널리 사용되는 내부 라우팅 프로토콜. 각 라우터는 거리 벡터 알고리즘을 사용한다. 라우팅 테이블에 자율 시스템 내의 다양한 네트워크에 도착하는 방법과 거리를 홉수로 저장한다. RIP는 여러 한계가 있지만 설정하기 쉽고 간단해서 널리 사용된다. IPv4에서 사용할 수 있는 RIP 버전1, 버전2와 IPv6에서 사용할 수 있는 RIPng가 있다. 프로토콜 기본 동작은 세 버전에서 거의 동일하지만 전송하는 메시지의 포맷이 조금씩 다르다.

* **홉 카운트:** 비용은 네트워크의 수를 의미하는 홉수로 정의된다.
* **RIP**의 경로 최대비용은 15이다. 16은 무한대로 생각한다. 이런 이유로 RIP는 AS에서 사용된다. AS는 15홉 이내의 반지름을 갖게 된다.
* **포워딩 테이블:** RIP에서 포워딩 테이블은 3개의 열을 가진다. 열의 속성은 순서대로 네트워크 주소, 패킷이 전송될 다음 라우터 주소, 홉수로 표현된 비용
* **RIP 구현:** 라우터의 RIP 소프트웨어는 RIP 메시지로 통신한다. RIP 메시지는 UDP를 사용해, RIP-1, RIP-2는 UDP 520번 포트를, RIPng는 521번 포트를 사용한다. RIP는 다른 라우팅 프로토콜처럼 3계층으로 간주되지만 애플리케이션처럼 메시지를 보낸다. 원래 버전은 RIP-1이라고 부르는데 지금의 RIP에 비해 기능이 적었다. RIP-2부터 CIDR 등의 기능을 지원하도록 수정되었다. RIPng는 IPv6와의 호환성을 위해 새로 만들어진 버전이다.
* **RIP 특징: 거리벡터 알고리즘, 벨만포드 프로토콜, 거리벡터 값은 홉카운트**
* **문제점:** 느린 수렴(Convergence), 라우팅 루프, 무한세기(Counting of infinity), 작은 무한값, 수렴 -> 모든 라우터가 네트워크의 위치에 대해 같은 정보를 가지게 되는 것. 모든 문제는 거리 벡터 알고리즘이 수렴하도록 설계된 데서 발생한다.
* **해결방안:** Triggered Update(홉수가 변경되었을 때 즉시 통보해 복구 시간을 줄인다.), Hold Down(메트릭이 무한대인 경로에 대해서는 일정 시간 동안 경로를 갱신하지 않고 전체 네트워크의 경로가 새로 경신될 때까지 기다린다.), Split Horizon(라우터 A가 B를 거쳐 C로 전송하는 경우에 B와 C 사이에 장애가 발생하면 A와 B사이에서 루프가 발생할 수 있다. 이를 해결하기 위해 B가 A에게 보낸 정보는 다시 B에게 보내지 않는다.), Route Poisoning(회선의 고장을 감지하면 즉시 해당 경로의 메트릭을 16으로 지정해 전체 네트워크에 방송함으로써 도달 불가능을 신속히 알린다.)

1. **RIPv2:** RIPv1의 예약필드를 활용해 RIPv1의 기능을 확장한 버전이다. 서브넷마스크 식별, 경로정보 인증, AS 구별, 브로드캐스트와 멀티캐스트 전송 기능이 추가되었다. 최대 홉수는 여전히 15로 제한되어 확장성 문제를 해결하지는 못했다.

|  |  |
| --- | --- |
| **항목** | **설명** |
| CIDR, VLSM 지원 | RIPv2에서는 CIDR과 VLSM(Variable-Length Subnet Making) 지원 |
| 메시지 전달 | RIPv1은 브로드캐스팅만, RIPv2는 브로드캐스팅, 멀티태스킹 지원 |
| 인증 | RIPv2에서는 메시지마다 인증 가능 |
| 호환성 | RIP-2는 RIP-1과 동일한 메시지 포맷을 사용 |

1. **IGRP(Interior Gateway Routing Protocol): RIP는** 매트릭으로 홉수만을 사용해 네트워크의 제대로 된 상태반영이 힘듦, 홉수 제한으로 대규모 네트워크에 적용하기 어려움. 하나의 매트릭 값만을 사용하는 대신 다섯 가지 네트워크 파라미터를 이용해 거리벡터를 계산하는 IGRP 제안(시스코). 네트워크 상황에 맞게 알고리즘을 변형할 수 있다.

**IGRP 매트릭 계산 요소:** 대역폭(1200bps ~ 10Gbps), 지연(1 ~ 2^24), 신뢰도(1 ~ 255), 부하(1 ~ 255), MTU

1. **EIGRP(Enhanced Interior Gateway Routing Protocol):** IGRP의 CIDR, VLSM 지원 버전. 수렴속도가 빠르다. 부분 갱신을 지원하기 때문에 적은 대역폭을 필요로 한다. VLSM을 지원하며 DUAL 알고리즘(Diffusing-Update Algorithm)을 이용해 네트워크 구성에 변화가 생겼을 때 패킷 손실없이 재라우팅 할 수 있다.
2. **OSPF(Open Shortest Path First):** RIP와 같은 인트라 도메인 라우팅 프로토콜이다. 링크 상태 라우팅 프로토콜을 기반으로 한다. OSPF는 개방형 프로토콜로 사양이 공개되어 있다.

네트워크에 변화가 생길 시 전체 네트워크에 플러딩 과정을 수행해 라우팅 정보를 신속하게 갱신하여 수렴시간과 라우팅 트래픽의 양을 줄인다. 다익스트라 알고리즘을 사용해 최적경로를 계산한다. 보안을 위해 인증을 지원하고 세 가지 IP주소 형태인 클래스 단위, 서브 단위, 클래스 비사용 주소지정(CIDR)을 지원한다. 매우 큰 AS에서 OSPF를 사용할 때는 라우터를 그룹으로 묶어 계층 토폴로지를 만들 수 있다.

**거리벡터 라우팅 프로토콜:** 인접한 이웃으로부터 망 정보 수집, 비용은 이웃 라우터와의 거리 비용을 더해서 구함, 주기적 라우팅 정보 교환, 느린 수렴시간, 모든 라우팅 테이블 값을 이웃에게 전달, 브로드캐스트

**링크상태 라우팅 프로토콜:** 모든 라우터로부터 망 정보 수집, 최단거리 알고리즘으로 모든 라우터에 대한 비용을 직접 계산, 링크 상태 변화 시만 라우팅 정보 교환, 빠른 수렴시간, 자신에게 직접 연결된 망 정보만 전달, 멀티캐스트

**OSPF의 계층 구조:** 큰 네트워크를 잘 제어하고 관리할 수 있도록 큰 AS가 계층 구조를 가질 수 있다. 연결된 라우터와 네트워크를 영역으로 묶고 영역은 논리적 백본을 이용해 연결된다. 라우터의 브로드캐스팅은 영역 내로 제한되어 영역 외부로는 라우팅 패킷이 전달되지 않는다. 영역 간의 정보전달은 오직 영역 경계 라우터를 통해서만 수행된다.

1. **BGP4(Border Gateway Protocol version 4):** 경계 게이트웨이 프로토콜 버전 4는 현재 인터넷에서 사용하는 유일한 인터 도메인 라우팅 프로토콜이다. 경로 벡터 알고리즘을 기반으로 한다. 인터넷에서 네트워크의 접근성에 대한 정보를 제공하기에 알맞다. RIP과 같이 거리벡터에 기초한 알고리즘이지만 패스 벡터 알고리즘에서는 홉수 대신 AS 번호를 매트릭으로 사용한다.

**라우터 보안**

라우터는 동일한 프로토콜을 사용하는 네트워크 계층을 서로 연결한다. 브리지 기능에 경로 배정표를 따라 다른 네트워크 또는 자신의 네트워크 내의 노드를 결정하는 기능이 추가된 기기이다. 여러 경로 중 가장 효율적인 경로를 선택해 패킷을 보낸다.

**라우터 모드: 유저모드**(테스트, 현재 상태 보기 등 제한된 명령), **Privileged모드**(모든 명령어, configuration file 조정 가능), **Configuration모드**(라우터의 구성 파일을 변경하는 경우 사용 가능), **RXBOOT모드**(라우터 패스워드를 모르거나 라우터 이미지파일(IOS)에 문제가 생긴 경우 이를 복구하기 위해 사용 == ROMMON(ROM Monitor) 모드), **Setup모드**(라우터를 처음 구매해 전원을 키거나 라우터에 구성파일이 없는 경우 라우터가 부팅하면서 자동으로 진입하는 모드)

**+TFTP 서버에 의한 라우터 구성 ->** 미리 만들어 놓은 라우터 구성 파일을 TFTP 서버에 구성했다가 새 라우터로 다운로드해 주는 방식. 이때 다운로드에 Trivial File Transfer Protocol을 사용해서 TFTP 서버라고 한다.

**라우터 모드 변환:** Router#config terminal == conf t

이외 라우터 명령어는 교재 참조, 실습

**22절. 네트워크 장비의 이해**

**랜카드, 허브, 리피터, 브리지, 라우터, 스위치의 장비별 특징, VLAN 개념을 파악한다.**

**랜카드:** PC에서 전송 요구가 발생하면 랜카드로 정보를 일정한 형태로 만들어 보내고 랜카드에서는 이 정보를 버퍼에 저장한다음 네트워크 형태에 맞춰 보낸다. PC와 랜카드를 논리적으로 묶어주는 소프트웨어를 네트워크 드라이버라고 한다.

**리피터**: 신호가 훼손되기 전에 신호를 수신해 원래의 비트 형태로 재생(Regenerate)하고 증폭한다. 그런 뒤 새롭게 생성된 신호를 전송한다. 현재 독립된 하드웨어로서의 리피터는 보기 드물어 졌는데 허브, 스위치, 라우터 등의 장비에 리피터 기능이 들어갔기 때문이다.

**허브:** 물리계층에서만 동작하는 장치이다. 네트워크 내에서 정보를 전달하는 신호는 신호 감쇠가 데이터의 무결성을 훼손하기 전까지 고정된 거리를 이동한다. 이더넷 LAN이 버스형 토폴로지를 사용하던 과거에 동축 케이블의 거리 제한을 극복하기 위해 LAN의 두 세그먼트를 연결할 때 리피터를 사용했다. 그러나 오늘날 이더넷 LAN은 스타형 토폴로지를 사용한다. 스타형 토폴로지에서 리피터는 보통 허브라고 불리는 다중 포트 장치이다. 리피터 역할을 수행하는 동시에 연결 지점으로 작용한다. 허브는 리피터와 마찬가지로 필터링 기능이 없다. 어느 포트로 프레임을 전달해야 할지 결정하는 기능도 없다. 허브나 리피터는 물리 계층 장치이다.

**충돌 도메인:** 매체를 공유하는 **LAN**안에서 여러 장비가 동시에 데이터를 보내면 충돌이 발생한다. 이와 같이 충돌이 발생할 수 있는 영역을 충돌 도메인이라고 한다.

**브리지:** 프레임 인지 능력이 있고 OSI의 데이터 링크 계층인 MAC(Media Access Control)에서 동작. 둘 이상의 네트워크를 상호 연결한다. 네트워크를 확장시키고 네트워크 통신을 격리시키기 위한 목적으로 사용한다. 충돌 도메인을 나누기 위해서도 쓴다. 네트워크를 분산 구성해 보안성을 높일 수 있다. MAC 주소를 기반으로 전송할 포트를 결정한다.

**스위치:** 리피터와 브리지를 결합한 하드웨어 브리지의 내장 회로/인지 기능과 리피터의 증폭 기능을 갖췄다. 컴퓨터와 다른 허브 및 스위치를 연결하는 다중 포트 장비이다. 한 포트에 연결된 장치는 다른 포트에 연결된 장치와 고유한 가상 사설 링크를 통해 통신한다. 트래픽 모니터링 기능도 지원한다. 모니터링 포트 또는 네트워크 트래픽을 모니터링 하는 탭 장비를 통해 패킷을 복제해서 트래픽 분석 장비로 전달할 수도 있다.

**브리지/스위치 기능:** Learning, Flooding: 목적지를 모르면 들어온 포트를 제외한 다른 모든 포트로 뿌린다. Forwarding: 해당 포트로 건네준다. Filtering: 다른 포트로 못 건너가게 막는다. Aging: 나이를 먹는다.

**모니터링 포트:** 스위치 장비의 포트이다. 스위치를 통과하는 모든 패킷의 내용을 복제해서 전달하는 기능을 수행한다. 관리 목적을 위해 스위치가 제공하는 기능. 네트워크 사용량, 응답 시간 등 장비 성능을 관리할 목적으로 사용한다. 공격자가 물리적으로 해당 스위치에 접근 가능하면 모니터링 포트를 자신의 PC와 연결해 스니핑이 가능하다. 시스코 장비에서는 SPAN(Switch Port Analyzer) 포트라고 한다.

**탭 장비:** 네트워크에 전송되는 패킷을 중단없이 모니터링하기 위한 장비. 네트워크 구간에 직접 연결한다.

**스위치의 종류:**

1. **2계층 스위치(데이터 링크):** 모든 포트에 연결된 호스트 MAC 주소를 학습해 스위칭 테이블을 생성, 갱신한다. 스위치는 이 테이블을 기초로 프레임을 전달한다.(MAC 기반)
2. **3 계층 스위치(네트워크):** 하드웨어를 사용한 라우터의 한 형태이다. 라우팅 스위치라고도 부른다. 크로스바 스위치같은 ASIC 스위칭 기술을 이용해 OSI참조모델의 네트워크 계층에서 동작한다.(IP 기반)
3. **4 계층 스위치(전송):** L4 스위치는 포트번호를 기준으로 패킷을 전송한다. 주로 네트워크의 암호화나 애플리케이션 프로토콜에 대한 패킷 필터링에 사용한다.

전송 계층 포트번호를 통해 응용 서비스(HTTP, SMTP, FTP, NFS, Telnet, rlogin)를 구분하고 L4 스위치가 관리하는 서버의 부하에 따라 세그먼트를 적절히 배분한다.

이런 기능을 SLV(Server Load Balancing)이라고 하며 SLB의 기본 구성은 가상 서버 부분과 실 서버 부분으로 나눌 수 있다. 로드 밸런서 기능 – 부하분산 기능, 상태 확인 기능, 세션 유지 기능

**L3, L4 스위치는 L2 스위치에 상위 네트워킹 기능을 추가한 것이다.** **L2 스위치는 스타형 네트워크로 더미 허브가 연결된 시스템이 늘어날수록 패킷 간 충돌 때문에 매우 낮은 속도로 동작하는 문제점을 해결하는 획기적 방안이었다.**

1. **7 계층 스위치:** 세션 계층과 응용 계층의 데이터 영역까지 분석해 응용 세션의 제어 수행이 가능하다. 일반적으로 L4스위치가 0 ~ 1023번까지의 포트를 인식하는데 비해 L7 스위치는 그 이외의 포트번호도 인식 가능하다.
2. **L4 와 L7 스위치의 차이점:** L4는 TCP/UDP 포트 정보를 분석해 해당 패킷이 현재 사용하는 서비스 종류별로 패킷을 처리한다. L7 스위치는 트래픽의 내용(이메일의 문자열, HTTP URL, FTP 파일 및 제목 등), 패턴을 분석해 패킷을 처리한다. 더 높은 수준의 Intelligence를 갖춘 스위치일수록 더 정교한 패킷의 부하 분산(로드 밸런싱) 및 QoS기능 구현이 가능하다.

**스위칭 방법에 따른 분류:** 전송로직, 스위칭 방법에 따라 Store-and-Forwar, Cur-Through, Fragment-Free 방식 등으로 구분한다.

1. **Store-and-Free:** 스위치나 브리지가 일단 들어오는 프레임을 전부 받아들인 다음 처리를 시작, 에러 발생 시 브리지나 스위치는 해당 프레임을 버리고 재전송을 요구해 에러 복구 능력이 뛰어나다.
2. **Cut**-**Through:** Store-and-Forward처럼 프레임이 다 들어올 때까지 기다리지 않고 앞에 들어오는 목적지 주소만 본 다음 바로 목적지로 전송하기에 첫 48비트만 본다. 속도가 빠르지만 프레임에서 에러를 찾아내기 어려워 에러 복구 능력이 약하다.
3. **Fragment**-Free: 위 두 방식의 장점을 결합한 방식이다. 처음 512비트를 확인해 컷스루 방식처럼 목적지로 전송한다.

**라우터:** 3계층 장비로 물리, 데이터 링크, 네트워크 계층에서 동작한다. 이기종 LAN 간의 연결, LAN을 WAN에 연결, 라우팅 기능, 에러 패킷에 대한 폐기 등의 기능을 수행한다.

라우터와 리피터, 교환기 사에어는 세 가지 큰 차이점이 있다.

1. 라우터는 각 인터페이스를 위한 물리주소와 논리주소를 가진다.
2. 라우터는 링크 계층 목적지 주소가 패킷이 도착한 인터페이스 주소와 일치하는 패킷만 처리한다.
3. 라우터는 패킷을 전달할 때 해당 패킷의 링크 계층의 주소(발신지, 목적지 모두)를 변경한다.

**라우터의 특징:** 네트워크 세그먼트 내부에서 발생하는 브로드캐스팅과 멀티캐스팅 패킷을 모두 차단해 다른 네트워크 세그먼트로 전달되는 것을 방지한다. 접근통제목록(ACL; Access Control Lists)에 기반을 둬 트래픽을 필터하고 필요시 패킷을 분할할 수 있다. 라우팅 프로토콜을 통해 경로와 네트워크에서 발생하는 변경 정보를 발견한다. 라우팅 프로토콜들을 링크가 다운되었는지, 특정 경로가 혼잡한지, 다른 경로가 더 경제적인지 등을 알려준다.

|  |  |
| --- | --- |
| **브리지** | **라우터** |
| 헤더 읽기만 가능, 변경 불가 | 각 프레임에 새 헤더 생성 |
| MAC주소에 근거, 전송 테이블 작성 | IP주소에 근거, 라우팅 테이블 작성 |
| 모든 포트에 동일한 네트워크 주소 | 포트마다 서로 다른 네트워크 주소 |
| MAC 주소 기반 트래픽 필터링 | IP주소 기반 트래픽 필터링 |
| 브로드캐스트 패킷 전달 | 브로드캐스트 지원 X |
| 브리지에게 알려지지 않은 목적지 주소를 가진 트래픽도 전달 | 라우터에게 알려지지 않은 목적지 주소를 가진 트래픽은 전달하지 않음 |

**게이트웨이:** 두 개의 서로 다른 환경을 연결하는 하드웨어에서 실행되는 소프트웨어를 말한다. 한 환경이 다른 언어를 말하는 경우 번역을 하고 상호작용을 제한하는 역할도 수행한다. 모든 계층을 포함하는 네트워크 장비, 여러 프로토콜 변환기능을 수행해 네트워크 병목 현상을 일으키는 지점이 될 수 있다.

**계층별 장비 분류표**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **계층** | **장비 종류** | **기능** |
| 응용 | 게이트웨이 | 다른 유형의 네트워크 연결  프로토콜 및 포맷 해석 |
| L7 스위치 |  |
| 전송 | L4 스위치 |  |
| 네트워크 | 라우터 | 여러 LAN을 분리하고 연결해 인터네트워크 생성,  IP주소에 기반한 필터링 |
| 데이터링크 | 스위치 | 통신 장치들 사이에 가상 사설 링크를 제공해 VLAN이 가능하게 한다,  충돌 감소, 스니핑 저지 |
| 브리지 | MAC주소에 기반한 패킷 전송과 필터링, 브로드캐스트 패킷 전송, 충돌 트래픽은 전송x |
| 물리 | 리피터 | 신호 증폭해 네트워크 확장 |
| 허브 | 집중화 장치, 단순히 노드 연결 |

**VLAN의 구성과 관리**

**VLAN은 Virtual Local Area Network이다.** 가상 근거리 네트워크는 물리적 선이 아닌 소프트웨어로 구성한 근거리 네트워크이다. 이때 LAN을 물리적 세그먼트가 아닌 논리적 세그먼트로 분할한다. 이 논리적 LAN이 VLAN이다.

**VLAN의 특징:** 데이터링크 계층에서 브로드캐스트 도메인을 나누기 위해 사용한다. 스위치는 VLAN 태그가 상이한 네트워크로의 접근을 근본적으로 차단해 보안을 유지한다. VLAN은 관리자가 서로 다른 논리적 그룹에 대해 서로 다른 보안 정책을 적용할 수 있게 한다.

**VLAN 종류:**

1. **Port 기반 VLAN:** 포트기반 VNAL은 스위치 포트를 각 VLAN에 할당하는 것으로 VLAN에 속한 포트에 연결된 호스트들 간에만 통신이 가능하다. 가장 일반적인 VLAN
2. **MAC 기반 VLAN:** 맥어드레스 VLAN은 각 호스트의 맥어드레스를 VLAN에 등록해 같은 VLAN에 속한 맥어드레스들 간에만 통신되게 하는 방법이다. VLAN은 각 호스트의 맥어드레스를 전부 등록해야 하기 때문에 많이 쓰지는 않는다.
3. **네트워크주소 기반 VLAN:** 네트워크 주소별로 VLAN을 구성해 같은 네트워크에 속한 호스트들 간에만 통신하도록 구성한 VLAN이다. Ip네트워크 VLAN을 사용한다.
4. **프로토콜기반 VLAN:** 같은 통신 프로토콜(TCP/IP, IPX/SPX, NETVIEW 등)을 가진 호스트들 간에만 통신이 가능하도록 구성된 VLAN이다.
5. **멀티캐스트 IP 기반 VLAN:** 일부 VLAN제조사는 멤버십 자격 특징으로 멀티캐스트 IP주소를 사용한다.
6. **조합:** 관리자가 소프트웨어를 설치할 때 위 VLAN 중 여러 개를 조합해 사용하기도 한다.

**VLAN의 장점:** 경비와 시간 절약, 가상 워크그룹의 생성, 보안

**23절. 무선통신 보안**

**중요: 무선 표준, 무선랜의 기술적/물리적/관리적 보안, \*기술적 보안\***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **무선 네트워크 구조** | **내용** | **사용 예제** |
| WPAN | 단거리 Ad Hoc 또는 P2P 방식 | 블루투스 페어링 |
| WLAN | 유선랜의 확장개념 or 유선랜 설치가 어려운 지역으로 네트워크 제공 | 임시 사무실과 같은 환경에서 유선랜 구축으로 인해 발생하는 불필요 비용을 줄임 |
| WMAN | 대도시와 같은 넓은 지역을 대상, 높은 전송속도 | 대학 캠퍼스같은 넓은 지역내 건물간의 무선 연결 제공 |

**무선 네트워크 보안 위협의 주요 요소**

1. **채널:** 무선 네트워크는 일반적으로 브로드캐스팅 통신을 한다. 이 경우 유선 네트워크보다 도청이나 재밍에 훨씬 취약하다.
2. **이동성:** 휴대가 간편하고 이동이 수월해 문제가 생긴다.
3. **자원:** 무선장치는 메모리와 프로세싱 자원이 제한적이어서 DoS 공격이나 악성 코드 위협에 대처하기가 쉽지 않다.
4. **접근성:** 일부 무선 장치는 원격지에 있어 물리적 공격에 매우 취약할 수 있다.

**무선랜의 특성**

1. **감쇠:** 신호는 방사형으로 퍼지기 때문에 강도가 급감한다. 오직 신호의 한 부분만 수신기에 도달한다.
2. **간섭:** 수신자가 의도된 송신자로부터의 신호를 받을 뿐 아니라 같은 주파수 대역을 사용하고 있는 다른 송신자의 신호도 받을 수 있다.
3. **다중경로 전달:** 전기적 파동은 벽이나 땅 또는 사물과 같은 장애물에 반사될 수 있다. 한 수신자는 같은 송신자로부터 하나 이상의 신호를 받을 수 있다. 그래서 수신자는 다른 위상에 있는 신호들을 받을 수 있다.
4. **오류:** 위와 같은 이유로 무선 네트워크의 오류와 오류감지는 유선보다 더 심각한 문제이다.

**무선랜 접근제어:** CSMA/CD 알고리즘은 세 이유로 무선 LAN에서 동작하지 않는다.

1. 충돌감지를 위해 호스트는 송수신을 동시에 해야 한다.(프레임의 송신과 충돌 신호의 수신) 이는 호스트가 양방향 모드로 동작해야 함을 의미한다.
2. 어떤 장애물이나 범위 문제 때문에, 또 한 지국이 다른 지국의 전송을 인지하지 못하는 숨겨진 지국 문제 때문에, 충돌이 발생해도 감지되지 않을 수 있다.
3. 기지국들 간의 거리가 멀 경우 거리로 인한 신호 감쇠는 다른 측에서 발생하는 충돌을 감지하지 못하게 할 수도 있다.
4. 위 세 문제를 극복하기 위해, 반송파감지 다중접근 충돌회피(CSMA/CA, Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)가 무선 LAN을 위해 사용된다.

**무선표준:** 컴퓨터 통신에서 2.4GHz 통신망을 이용, 표준 규약으로 802.11을 사용한다. 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n 등이 있다. 초기 11Mbps인 802.11b를 사용하는 무선랜은 점차 사라지고 54Mbps를 지원하는 802.11g와 600Mbps를 지원하는 802.11n으로 발전중

* **IEEE 802.11b:** 공공장소에서 많이 사용, 주파수 면허를 받을 필요 없는 대역인 2.4GHz대를 사용, 최대 전송속도 11Mbps
* **IEEE 802.**11a: 5GHz 주파수대 사용, 최대 통신속도 54Mbps, b와 호환되지 않지만 b와 마찬가지로 무선랜 전용대여서 블루투스의 영향을 받지 않는다.
* **IEEE 802.**11g: b와 같은 주파수대의 고속통신 무선랜. B와 호환된다. 표준 최대 24Mbps, 옵션으로 54Mbps까지 지원된다.
* **IEEE 802.**11i: WPA-1과 WPA-2 규격 포함. 암호화 방식에 따라 분류된 것으로 WPA-1은 TKIP(Temporal Key Integrity Protocol)을, WPA-2는 CCMP 암호화 방식을 사용한다. 인증방식은 사용 모드에 따라 개인과 기업용으로 구분된다. 개인은 PSK 모드로 무선 AP와 단말이 사전에 공유한 비밀키를 가지고 있는지 4-way handshake로 확인한다. 기업용은 802.1x/EAP 모드로 RADIUS인증서버를 이용해 상호인증을 수행하고 결과를 기반으로 AP접근을 허용한다.
* **IEEE 802.**11n: 여러 개의 안테나를 사용하는 다중입력 다중출력(MIMO) 직교 주파수 분할 다중화 방식을 사용, 최대 600Mbps 지원하는 무선 LAN 표준

**1997 -** 802.11(최초의 무선랜 프로토콜) -> **1999 -** 802.11b(2.4Ghz/11Mbps WEP 보안 구현), 802.11a(5GHz/54Mbps 전파 투과/회절성 떨어짐, 통신단절 심함, b와 호환 불가) -> **2003 –** 802.11g(2.4/54 b에 a의 속도를 추가한 프로토콜, b와 호환되지만 네트워크 공유시 데이터 처리 효율이 떨어짐) -> **2004 –** 802.11i(2.4/11 b표준에 보안성만 강화) -> **2009 –** 802.11n(5GHz/2.4GHz 최대 600Mbps 속도, 다중 안테나 사용 다중 입출력(MMO) 기술과 대역폭 손실 최소화)

**무선랜 주요 구성요소**

**무선AP(Access Point):** 기존 유선랜의 가장 마지막에 위치해 무선랜 접속에 관여한다.

**대규모AP**: 기업의 비즈니스를 위한 인프라로 사용, 소규모AP보다 로밍과 보안기능에 중점

**소규모AP**: 가정이나 사무실 등 작은 규모의 무선 네트워크 구축에 사용, IP공유기능, VPN 등 다양한 기능 탑재에 저렴

**무선 브리지:** 2개 이상의 무선랜 연결. 물리적으로 떨어진 2개의 무선랜에 의해 각각 위치해 동작. 2개의 브리지 사이에 전파의 전송을 방해햐는 물체가 존재하지 않아야 한다.

**다양한 무선통신 기술**

**블루투스:** 짧은 거리에 있는 하드웨어를 연결하는 무선 LAN 기술. 1998년, 노키아 IBM 인텔 등이 협업해 결성한 블루투스 스페셜 그룹에서 공동 개발한 근거리 무선 네트워크

**블루투스 구조:**

1. **피코넷(Piconet):** 피코넷 또는 작은 네트워크라고 불린다. 8개까지 지국을 가지며 하나는 주국(Primary)라고 하고 나머지는 종국(Secondary)라고 부른다.
2. **스캐터넷(Scatternet):** 피코넷이 합쳐져 스캐터 넷이 된다. 한 피코넷의 종국은 다른 피코넷의 주국이 될 수 있다.

**블루투스 특징:** 낮은 가격에 만족할 만한 서비스, 접속기기 필요없고 동시 사용 가능, 보안되지 않은 데이터 전송시 어떤 장비라도 데이터를 캡처할 수 있어 보안 위협에 노출된다.

**보안 취약점:** 블루프린팅(블루투스 공격 장치의 검색 활동), 블루스나핑(취약점을 이용, 장비의 임의 파일에 접근), 블루버깅(블루투스 장비 간 취약한 연결고리 공격, 공격 장치와 공격 대상을 연결해 대상 장치에서 임의 동작 실행), 블루재킹(블루투스를 이용해 스팸처럼 명함을 익명으로 퍼트린다.)

**무선랜 보안**

**무선랜의 물리적 취약점:** 무선AP는 외부에 노출된 형태로 위치해 다음과 같은 취약점이 발생한다.

|  |  |
| --- | --- |
| 유형 | 내용 |
| 도난 및 파손 | . |
| 구성설정 초기화 | 리셋버튼을 통한 장비 초기화 |
| 전원 차단 | . |
| LAN 차단 | 무선 AP에 연결된 케이블 절체로 장애발생 |

**무선랜의 기술적 취약점:** 도청, 서비스 거부(DoS), 불법AP(Rogue AP)

**무선 암호화 방식:**

WEP(Wired Equivalent Privacy): 전송되는 MAC 프레임을 40비트의 WEP 공유 비밀키와 임의로 선택되는 24비트의 Initialization Vactor(IV)로 조합된 총 64의 키를 이용한 RC4 스트림 암호화로 보호, 무선 클라이언트와 AP는 동일 패스워드 문장에서 4개의 고정 장기 공유키를 생성한 후 이들 중 하나를 선택해 암호 및 인증에 활용한다.

WPA/WPA2: WEP보다 권장되는 방식. 가능한 긴 길이의 비밀키 사용, 추가적 인증 서버 운영

**비인가 접근:**

1. **SSID 노출:** 무선랜을 구분하기 위한 32byte의 이름이다. 장비에서 Wi-Fi를 활성화했을 때 나오는 무선랜 목록이 SSID이다. 무선 AP에 별도의 암호화나 인증절차가 없을 경우 무선 데이터를 모니터링해 SSID를 알아내기만 해도 인가되지 않은 접속이 가능하다.
2. **MAC 주소 노출:** 접근제어를 위해 MAC주소 필터링을 적용하기도 한다. 무선랜 카드에 부여된 MAC 주소 값을 이용해 무선랜 서비스의 접속을 제한하는데 활용할 수 있다. 공격자가 사용자의 MAC주소를 도용해 쉽게 무력화할 수 있다.

**무선랜의 관리적 취약점:** 장비관리 미흡, 사용자의 보안의식 결여, 전파관리 미흡

**무선랜 인증 기술**

**SSID 설정을 통한 접속제한:** 일부 AP에서 SSID 값을 NULL로 설정해 접속을 시도하는 사용자의 연결요청 메시지에 대해 접속을 차단하는 기능을 제공한다. 이렇게 운영하는 것을 폐쇄시스템을 구성해 운영한다고 한다.

**폐쇄시스템 운영:** SSID의 브로드캐스트를 막는 것을 SSID Cloaking이라고 한다. SSID숨김으로 설정하고 폐쇄시스템을 운영하면 SSID를 모르는 사용자의 접속 시도가 줄고, SSID를 NULL로 인가되지 않은 접속 시도를 차단할 수 있다. 또 무선랜 분석도구인 NetStumbler 등을 이용한 스푸핑을 미연에 방지할 수 있다. 구현이 쉽고 운영을 위한 추가적 노력도 필요없다.

**MAC주소 인증:** 접속을 허용하는 단말기가 랜카드의 MAC주소를 사전에 등록하고 접속을 요청하는 단말기의 MAC주소가 사전에 등록한 리스트에 존재하는지 대조해 인증한다.(네트워크 카드사에서 부여한 48비트 H/W주소) 무선랜 서비스를 미리 인가된 사용자만 접근할 수 있도록 제공하는 점이 장점이지만 대규모 기관에서 이용할 경우 사용자의 MAC주소를 관리하기 위한 관리 업무가 많아진다는 단점이 있다.

**WEP 인증 메커니즘**

1. **클 -> 인증 요청 -> AP**
2. **AP -> 인증 IV 생성 후 인증 문자열 전송(Challenge) -> 클**
3. **클 -> RC4키로 인증용 IV암호화 후 암호화 문자열 전송 -> AP**
4. **AP -> 인증용 IV 암호문 복호화 확인 후 성공/실패 여부 통보 -> 클**

**취약점:** WEP를 적용하기만 하면 사용자 인증과 데이터 암호에도 모두 적용할 수 있다. 무선랜 장비에서 WEP 구현은 매우 간단하고 인증 절차가 간결해 사용자에게 많은 편의를 제공한다. 그러나 단방향 인증방식 제공으로 인한 취약점이 있다. 복제 AP에 이러한 취약점이 노출된다. 무선랜 서비스 사용자가 무선랜 서비스를 제공하는 AP에 대한 인증을 하지 않았기 때문에 이런 일이 발생한다. 또 WEP 키값을 하나의 고정된 공유키로 사용하기 때문에 외부로 키값이 유출 시 같은 키값으로 무선랜을 사용하는 모든 장비가 위험에 노출된다.

**동적 WEP 적용:** 인증 서버를 설치해 운영시 동적 WEP를 사용할 수 있다. 현재 AP가 동적 WEP를 지원하는지 여부부터 확인해야 한다. AP에서 802.1x 프로토콜을 지원하는 경우 동적 WEP를 사용할 수 있다.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 유형 | 상세 내용 | 비고 |
| Static WEP | RC4 암호화 알고리즘은 일정량 데이터를 모으면 암호화 값을 역산할 수 있는 취약점이 존재한다. | 64비트, 128비트 암호화키 지원 |
| Dynamic WEP | RC4는 그대로 사용, 키값을 주기적으로 변경.  802.1x에서 암호화를 위한 기법으로 채택,  RC4 알고리즘을 그대로 사용해 프로세싱 파워가 강화되면 암호화 데이터의 해석이 가능할 수 있음 | 키생성을 위한 시드 값 |

**EAP 인증 메커니즘: Extensible Authentication Protocol.** RFC2284에 공식 명세가 발표. 초기에 PPP(Point to Point Protocol)에서 사용하기 위해 개발되었으나 현재는 무선랜 표준인 IEEE 802.1x에서 사용자 인증 방법으로 사용한다. 802.1x 시스템은 인증자(브리지 혹은 AP), 서플리컨트(사용자 단말), 인증 서버(RADIUS 서버)로 역할을 나눈다. 목적은 서플리컨트로 하여금 인증자로부터 물리적인 포트 사용권을 획득하는 절차를 제공하는 것이다. 인증 서버는 인증 서비스를 제공한다.

EAP는 어떤 링크에도 접속이 가능한 단순한 캡슐화 개념의 프로토콜이다. 모든 링크에 적용될 수 있으며 다양한 인증 방법을 사용할 수 있도록 설계되었다. 인증 서버와 무선장비 사이에 상호 인증을 허용해 사용자가 패스워드, 토큰, OTP패스워드, 인증서, 스마트카드 또는 커버로스를 사용함으로써 유연성을 제공한다. 802.11i와 호환되는 무선 장비와 인증 서버는 다양한 옵션을 제공한다. 따라서 802.1x에 플러그인 되는 서로 다른 인증 모듈을 가진다. 802.1x는 네트워크 관리자가 서로 다른 EAP모듈을 추가할 수 있는 프레임워크를 제공한다.

**무선랜 암호화 기술**

**WEP(Wired Equivalent Privacy):** 무선랜과 연결된 AP와 무선 단말기 간에 주고받는 데이터를 약속한 공유 비밀키와 임의 IV(Initial Vector)값을 조합한 64비트 or 128비트의 키를 이용해 전송 데이터를 암호화하는 방식이다. 공유키를 이용한 사용자 인증 기능도 제공한다. 서로 같은 공유키를 갖는 사람을 정상 사용자로 인증하는 방식을 채택하고 있다.

**WEP의 데이터 암호화 절차:** 공유키와 난수 발생기를 이용해 키스트림을 생성한다 -> 생성된 키스트림과 전송하고자 하는 평군과의 XOR 연산을 통해 암호문을 생성한다. 여기에 더해 데이터의 무결성 보장을 위해 CRC-32(Cycle Redunduancy Check 중복순환검사, 송신전 계산과 수신 후 계산 대조해 손상 파악) 알고리즘으로 구성되는 ICV(Integrity Check Value)를 사용한다. ICV는 전송 도중에 발생하는 사용자 데이터를 보호해 무결성을 제공한다.

**WEP의 복호화 방식:** 송신자가 보낸 패킷에서 초기 벡터값을 추출하고 추출한 초기 벡터값과 자신이 갖고 있는 WEP키를 암호키로 난수발생기에서 난수를 생성해 키스트림을 구성한다. 구성된 키스트림과 암호문을 이용해 XOR연산을 통해 복호화 시킨다. 복호화된 평문의 데이터와 ICV를 이용해 무결성을 체크한다. 무결성 체크를 위해 CRC-32를 통해 ICV’를 구한 후 ICV’과 송신자로부터 전송받은 ICV를 비교해 전송 도중 패킷 데이터가 변경되었는지 여부를 체크한다. 이렇게 무결성 체크가 성공적으로 이뤄지면 평문의 데이터를 최종적으로 수신한다.

**WEP 암호의 취약점:** 암호 메커니즘의 취약점과 WEP 키 관리상의 취약점이 있다.

**WEP암호 메커니즘의 취약점**: WEP 키를 이용한 무선랜 암호화 통신의 보안성은 높지 않다. 통신 과정에서 IV는 무작위로 생성되어 암호화 키에 대한 복호화를 어렵게 하지만 24비트의 IV는 24비트의 짧은 길이로 인해 반복되어 사용되기 때문이다.

**WEP키 관리 취약점**: WEP는 고정키 값을 사용해 외부 유출의 위험성이 상당하다. 뿐만 아니라 WEP은 일정시간 패킷을 수집 분석하는 공격자에 의해 키 값이 크랙 될 수 있으므로 키 관리에 항상 유의해야 한다. 고정키 값을 사용하는 WEP의 키 관리에 관한 취약점을 줄이기 위해 동적 WEP을 적용해 사용할 수 있다. 하지만 동적 WEP을 사용해도 WEP 프로토콜 자체가 갖는 암호학적 취약점을 보완할 수는 없다.

**TKIP(Temporal Key Integrity Protocol):** IEEE 802.11i 작업 그룹과 Wi-Fi Alliance에 의해 개발. TKIP의 목적은 하드웨어 교체 없이 WEP의 강도를 향상시키거나 완전히 대체하는 것. WEP을 제공하는 무선랜 장비의 펌웨어 업그레이드나 소프트웨어 업그레이드를 통해 사용자 레벨의 보안을 강화시킨다. 기존 WEP의 암호화 알고리즘인 RC4를 이용하면서 RC4의 보안상 문제를 개선하기 위해 Key Mixing 함수, Dynamic WEP Key(Temporal Key), 메시지 무결성 보장을 위한 스펙을 정의한 통신규약이다.

**WEP의 취약점을 보완하는 TKIP의 보안기술:** 48비트의 확장된 초기벡터 사용, 초기벡터 값인 IV의 순차적 증가 규칙을 보완해 재생 공격으로부터 보호, 메시지 무결성 체크를 위해 WEP에서 무결성 보장을 위해 적용되었던 CRC-32 알고리즘보다 안전한 MIC(Message Integrity Check)를 사용할 수 있도록 제공한다.

**TKIP의 취약점:** 키 관리 방법의 부재, 무선 패킷 수집 분석을 통한 키 크랙공격의 가능성, WEP의 RC4 알고리즘이 가지고 있던 기본적 취약점

**CCMP(Counter Mode with CBC-MAC Protocol):** CCMP는AES 블록 암호를 사용해 데이터의 비밀성과 무결성을 보장하기 위한 규칙을 정의한다. TKIP가 기존 하드웨어를 수용하기 위한 과도기적 방법이라면 CCMP는 기존 하드웨어를 고려하지 않고 초기부터 보안성을 고려해 새롭게 설계된 프로토콜이다. 128비트의 대칭키를 사용하고 48비트의 초기벡터를 이용한다. AES가 제공하는 여러 모드 중 CCMP는 Counter 모드 기반으로 CBC MAC(Cipher Block Chaining Message Authentication Code)를 결합한 CCM을 기반으로 한다. 패킷의 데이터 영역과 IEEE 802.11 헤더의 무결성을 보장한다. 또한 CCMP가 사용하는 PN(Packet Number)은 패킷의 재연을 방지할 수 있다.

**무선랜 인증 및 암호화 복합 기술**

**WPA: Wi-Fi**에서 정의한 무선랜 보안 규격이다. 802.11i의 보안 규격을 일부 수용해 만든 표준 규격이다. 현재 사용되는 하드웨어의 변경 없이 소프트웨어 업그레이드를 통해 지원 가능하다. WPA(Wi-Fi Protected Access)의 주요 기술로 암호화 기법인 TKIP가 있다. 패킷당 키 할당, 메시지 무결성, 키값 재설정 등을 통해 WEP의 약점을 보완했다. 802.1x와 EAP를 기반으로 강력한 사용자 인증을 제공하기도 한다. WPA는 현재 많이 사용되는 RADIUS, Kerberos, 기타 다른 인증서버와 호환되며 AP에서 비밀번호를 수동으로 설정할 수 있는 사전 공유 키 방식도 제공한다.

암호화 기술 -> TKIP, 사용자 인증 및 키 관리 -> 802.1x의 Dynamic WEP, EAP 인증 사용

**WPA2:** 2세대 WPA이다. TKIP를 대체하기 위해 AES에 기반한 CCMP(Counter Mode with Cipher Block Chaining Message Authentication Code Protocol) 암호화 방식을 사용한다. IEEE 802.11i 수정안을 포함한 보안 기술이다. WPA2는 RSN(Robust Security Network)라고 부른다.

**WEP, WAP, WAP2 비교:** WEP의 보안 취약점이 드러난 이후 WPA/WPA2가 대안으로 나왔다. WPA는 와이파이 보호접속이라고도 한다. 보안 강화를 위해 MIC(Michael)라는 8바이트 메시지 무결성 코드를 추가했고 IV생성에서 새로운 배열 규칙을 적용했다. 또한 IV와 키값과의 상관 관계를 줄이기 위한 패킷 키 믹싱 기능을 추가했다.

**WPA-PSK(Wi-Fi Protected Access Pre-Shared Key):** 인증 서버가 설치되지 않은 소규모 망에서 사용하는 인증방식. 무선 AP와 단말기가 동일한 공유키(PSK)를 가지고 있는지 802.1x에 규정된 EAPoL-Key 프레임을 활용해 4way-handshake를 통해 확인하여 인증한다. WEP처럼 AP와 통신해야 할 클라이언트에 암호화키를 기본으로 등록해두고 있다. 하지만 암호화키를 이용해 128비트인 통신용 암호화키를 새로 생성하고, 이 암호화키를 10,000개 패킷마다 바꾼다.

**WAP-PSK 인증의 취약점:** 접속/인증 패스워드를 짧게 하거나 쉬운 값으로 설정할 경우 사전 공격을 통해 손쉽게 크래킹할 수 있다.

**802.1x/EAP(Extensible Authentication Protocol)보안**: WPA Enterprise 방식이다. WPA에서 사용자 인증 영역까지 보완한 방식. 유선 랜 환경에서 포트 기반 인증 표준으로 사용되는 IEEE 802.1x 표준과 함께, 다양한 인증 메커니즘을 수용할 수 있도록 IETF의 EAP인증 프로토콜을 채택했다.

**802.1x/EAP의 추가 기능:**

1. 사용자에 대한 인증 수행
2. 사용 권한을 중앙 관리
3. 인증서, 스마트카드 등 다양한 인증 제공
4. 세션별 암호화키 제공

**WEP – WPA-PSK – 802.1x/EAP의 차이:** WEP와 WPA-PSK는 아이디와 패스워드를 통한 인증, WEP 또는 WPA-PSK는 미리 양쪽에서 설정한 암호화키 사용. 802.1x/EAP는 세션(무선랜 연결) 별로 재사용이 불가능한 암호화키 사용으로 복호화 가능성을 무력화시킴

**802.1x/EAP와 RADIUS 서버를 이용한 무선랜 인증 절차**

1. 클라이언트가 AP에 접속 요청(암호화x), AP는 클라이언트와 내부 네트워크의 연결 차단
2. RADIUS 서버가 클라이언트에 인증 Challenge 전송
3. 클라이언트 Challenge에 대한 응답으로 전송받은 Challenge값, 계정, 패스워드에 대한 해시값을 구해 RADIUS서버에 전송
4. RADIUS 서버는 사용자 관리 DB정보에서 해당 계정의 패스워드 확인. 그리고 연결 생성을 위해 최초 전송한 Challenge의 해시값을 구해 클라이언트로부터 전송받은 해시값과 비교
5. 해시값이 일치하면 암호화키 생성
6. 생성한 암호화키를 클라이언트에게 전달
7. 전달받은 암호화키를 통해 암호화 통신 수행

**WAR-Driving:** 공격자가 AP를 식별해 침입하려는 의도로 무선장비를 갖고 배회하는 것. 랩톱을 사용해 WLAN이 구축된 빌딩에 차로 근접해 이루어지는 경우가 많다. 최근에는 PDA도 공격을 위해 사용된다.

**WAP(Wireless Application Protocol)**

**WAP(무선응용프로토콜):** WAP 포럼에서 개발한 통합 표준. 웹서비스에 접근하기 위해 폰과 PDA같은 장비에서 사용한다. 기존의 무선 네트워크 기술(GSM, CDMA, TDMA) 및 IP, XML, HTML, HTTP 등의 인터넷 기술과 가능한한 호환할 수 있게 설계되었다. 보안 기능도 포함한다.

**WAP규격:** WWW 프로그래밍 모델에 기반한 프로그래밍 모델, XML과 무선 마크업 언어(WML), 모바일 무선 단말기에 적합한 소형 브라우저 규격, 경량 통신의 프로토콜 스택, 무선 전화 응용(WTA)을 위한 프레임워크

**WAP 운용:** WAP 프로그래밍 모델은 클라이언트, 게이트웨이, 오리지널 서버로 이루어진다. 게이트웨이와 오리지널 서버 사이 트래픽은 HTTP를 이용한다. 무선 도메인에서는 게이트웨이가 프록시 서버로도 사용된다. 모바일 무선 장비의 부족한 연산 능력을 보완할 때도 게이트웨이 프로세서를 사용한다.

WAP장치 -> WTLS 보호영역(무선 네트워크) -> WAP 게이트웨이 -> TSL 보호영역(유선 네트워크) -> 웹 서버

**무선 마크업 언어(WML, Wireless Markup Language):** 제한된 통신 용량, 제한된 화면 크기, 제한된 사용자 입력 기능을 가진 장비에서 콘텐츠와 양식을 표현하기 위해 설계되었다. 키패드, 스타일러스 펜, 기타 모바일 장비에서 흔히 사용되는 입력에 동작하도록 설계

**무선 응용 환경(WAE, Wireless Application Environment):** 모바일 전화, PDA같은 무선 장비의 응용 프레임워크를 규격화, WAP가 지원하는 응용 프로그램과 장비 개발을 쉽게 하기 위한 도구와 형식의 집합

**WAP 프로토콜 구조:** WAE – WSP -WRP -WRLS – WDP

**~ 389p**