인프라/네트워크 엔지니어를 위한

네트워크 이해 및 설계 가이드

INFRA/NETWORK ENGINEER NO TAME NO NETWORK GIJUTSU & SEKKEI NYUMON
Copyright ⓒ 2013 Hiroshi Miyata

Korean translation copyright ⓒ 2014 by J-PUB.
Original Japanese language edition published by SB Creative Corp.
Korean translation rights arranged with SB Creative Corp., through Danny Hong Agency.

이 책의 한국어판 저작권은 대니홍 에이전시를 통한 저작권자와의 독점계약으로 제이펍에 있습니다.
신저작권법에 의하여 한국 내에서 보호를 받는 저작물이므로 무단전재와 무단복제를 금합니다.

인프라/네트워크 엔지니어를 위한
네트워크 이해 및 설계 가이드

초판 1쇄 발행 2014년 8월 29일

지은이 미야타 히로시
옮긴이 정인식
펴낸이 장성두
펴낸곳 제이펍

출판신고 2009년 11월 10일 제406-2009-000087호
주소 경기도 파주시 문발로 141 뮤즈빌딩 403호
전화 070-8201-9010 / **팩스** 02-6280-0405
홈페이지 www.jpub.kr / **이메일** jeipub@gmail.com

편집부 이민숙, 이 슬, 이주원 / **소통·기획팀** 현지환
표지디자인 미디어픽스 / **교정·교열** 배규호
용지 에스에이치페이퍼 / **인쇄** 해외정판사 / **제본** 광우제책사

ISBN 979-11-85890-03-6 (93000)
값 28,000원

※ 이 책은 저작권법에 따라 보호를 받는 저작물이므로 무단 전재와 무단 복제를 금지하며,
이 책 내용의 전부 또는 일부를 이용하려면 반드시 저작권자와 제이펍의 서면동의를 받아야 합니다.
※ 잘못된 책은 구입하신 서점에서 바꾸어 드립니다.

제이펍은 독자 여러분의 아이디어와 원고 투고를 기다리고 있습니다. 책으로 펴내고자 하는 아이디어나 원고가 있으신 분께서는 책의 간단한 개요와 차례, 구성과 저(역)자 약력 등을 메일로 보내주세요. **jeipub@gmail.com**

인프라/네트워크 엔지니어를 위한

네트워크 이해 및 설계 가이드

미야타 히로시 지음 | 정인식 옮김

Jpub 제이펍

※ 드리는 말씀

- 이 책에 기재한 회사명 및 제품명은 각 회사의 상표 및 등록명입니다.
- 이 책에서는 ©, ®, TM 등의 기호를 생략하고 있습니다.
- 이 책에서 사용하고 있는 실제 제품 버전은 독자의 학습 시점에 따라 책의 버전과 다를 수 있습니다.
- 책의 내용과 관련된 문의사항은 역자나 출판사로 연락 주시기 바랍니다.
  - 역　자: insik8463@gmail.com
  - 출판사: jeipub@gmail.com

옮긴이 머리말 xii
시작하며 xiv
베타리더 후기 xvii

제 0 장 이 책의 사용법 1

0.1 네트워크 구축의 흐름 2
0.1.1 네트워크 구축은 6단계로 구성되어 있다 2
요구 사항 정의 2
기본 설계 2
상세 설계 3
구축 3
시험 3
운용 4
0.1.2 네트워크 구축은 기본 설계가 포인트 5
물리 설계 6
논리 설계 7
보안 설계 및 부하 분산 설계 8
고가용성 설계 10
관리 설계 11

제 1 장 물리 설계 13

1.1 물리 계층의 기술 14
1.1.1 물리 계층은 규격이 많다 14
규격을 정리하면 물리 계층이 보이기 시작한다 15
트위스트 페어 케이블의 포인트는 카테고리와 거리 제한 17
광케이블은 유리로 되어 있다 28

1.2 물리 설계 34

1.2.1 구성 패턴은 두 종류 34
인라인 구성으로 관리하기 쉽게 35
원암 구성으로 확장하기 쉽게 38

1.2.2 가장 커다란 값으로 기종 결정하기 40
애플리케이션에 따라 필요한 처리량은 다르다 41
신규 접속수와 동시 접속수를 고려한다 41

1.2.3 안정된 버전 선택하기 43
일단 물어 보는 것이 지름길 43

1.2.4 배치와 목적에 따라 케이블을 선택한다 44
멀리 떨어진 접속에는 광파이버를 사용한다 44
광대역, 고신뢰성을 추구한다면 광파이버를 사용한다 45
트위스트 페어 케이블은 카테고리와 종류를 결정한다 46
케이블의 색상을 정해 둔다 47

1.2.5 포트의 물리 설계는 의외로 중요하다 48
어디에 접속할지 통일성을 갖게 하자 48
스피드와 듀플렉스, Auto MDI/MDI-X의 설정도 통일성을 갖게 한다 49

1.2.6 잘 배치하기 50
중앙에 코어와 애그리게이션 배치 50
흡기와 배기의 방향 고려하기 52
전원은 2계통으로 취한다 53
하중을 초과하지 않도록 하기 55

제 2 장 논리 설계 57

2.1 데이터 링크 계층의 기술 58

2.1.1 데이터 링크 계층은 물리 계층을 도와 준다 58
이더넷에서 프레임화하기 59

2.1.2 데이터 링크 계층은 L2 스위치의 동작이 포인트 66
MAC 어드레스 스위칭 66
VLAN으로 브로드캐스팅 도메인 나누기 72

2.1.3 ARP로 논리와 물리 연결하기 80
ARP는 IP 어드레스로부터 MAC 어드레스를 구한다 81
ARP를 캡처하여 살펴보자 88
특수한 ARP가 몇 가지 있다 89

2.2 네트워크 계층의 기술 93

2.2.1 네트워크 계층은 네트워크를 서로 연결하고 있다 93

IP 헤더로 패킷화하기 94
IP 어드레스는 32비트로 되어 있다 100

2.2.2 네트워크 연결하기 109

IP 어드레스를 사용한 패킷 라우팅 109
라우팅 테이블 만들기 115
라우팅 테이블 정리하기 126

2.2.3 IP 어드레스 변환하기 130

IP 어드레스 변환하기 130
프라이빗 IP 어드레스 134

2.2.4 IP 어드레스를 자동으로 설정하는 DHCP 136

DHCP 메시지 부분에 다양한 정보를 넣는다 136
DHCP의 움직임은 단순 137
DHCP 패킷 릴레이하기 139

2.2.5 트러블 슈팅에서 사용하는 ICMP 141

ICMP의 포인트는 '타입'과 '코드' 140
자주 나타나는 타입과 코드의 조합은 네 종류 141
우선 ping부터 트러블 슈팅 144

2.3 논리 설계 146

2.3.1 필요한 VLAN 추출 146

필요한 VLAN은 여러 가지 요소에 따라 변한다 146
VLAN ID 결정하기 152

2.3.2 IP 어드레스는 증감을 고려해서 할당한다 154

IP 어드레스의 필요 개수는 많이 추정한다 154
네트워크를 순서대로 정렬하여 집약하기 쉽게 하기 157
어디서부터 IP 어드레스를 할당할지 통일성을 갖게 한다 159

2.3.3 라우팅은 단순하게 159

라우팅의 대상 프로토콜 고려하기 159
라우팅의 방법 고려하기 160
경로 집약으로 경로 수 줄이기 165

2.3.4 NAT는 인바운드와 아웃바운드로 고려한다 166

NAT는 시스템의 경계에서 166
인바운드 통신에서의 어드레스 변환 167
아웃바운드 통신에서의 어드레스 변환 168

제 3 장 보안 설계·부하 분산 설계 171

3.1 트랜스포트 계층의 기술 172

3.1.1 포트 번호로 서버 프로세스에 분담한다 172

트랜스포트 계층에서 사용하는 프로토콜은 TCP와 UDP 173
TCP의 동작은 정교한 만큼 복잡하다 180
MTU와 MSS의 차이는 대상 레이어 186

3.1.2 방화벽으로 시스템을 보호한다 190

커넥션을 기반으로 제어하기 191
패킷 필터링과의 차이 194
방화벽은 나날이 진화하고 있다 197

3.1.3 부하 분산 장치로 서버의 부하를 분산하기 202

서버 부하 분산 기술의 기본은 목적지 NAT 203
헬스 체크로 서버의 상태 감시하기 207
옵션 기능 잘 사용하기 218

3.2 세션 계층부터 애플리케이션 계층의 기술 222

3.2.1 HTTP가 인터넷을 지탱하고 있다 222

HTTP/1.0과 HTTP/1.1에서 TCP 커넥션의 사용법이 다르다 222
HTTP는 요청과 응답으로 성립한다 224

3.2.2 SSL로 데이터 보호하기 231

'도청', '변조', '스푸핑'의 위협에서 보호하기 232
SSL로 여러 가지 애플리케이션 프로토콜을 암호화할 수 있다 234
SSL은 하이브리드 암호화 방식으로 암호화한다 235
메시지 다이제스트는 메시지의 요약 239
SSL은 많은 처리를 하고 있다 242
클라이언트 인증서로 클라이언트 확인하기 251

3.2.3 FTP로 파일 전송 255

액티브 모드에서 특정 포트 사용하기 256
패시브 모드로 사용 포트를 바꾼다 259
FTP는 FTP로서 인식시킨다 261

3.2.4 DNS로 이름 해결 263

이름 해결은 UDP로 행한다 264
존 전송은 TCP로 한다 265

3.3 보안 설계 · 부하 분산 설계 269
3.3.1 보안 설계 269
필요한 통신을 정리한다 269
여러 단계의 방어로 보다 안전하게 273
기동 서비스는 필요 최소한으로 274
3.3.2 부하 분산 설계 275
효율적으로 부하 분산하기 275
옵션 기능을 어디까지 사용할 것인가? 279

제 4 장 고가용성 설계 281

4.1 중복화 기술 282
4.1.1 물리 계층의 중복화 기술 282
여러 물리 링크를 하나의 논리 링크로 통합하기 282
여러 개의 물리 NIC를 하나의 논리 NIC에 정리하기 287
여러 기기를 하나의 논리 기기로 정리하기 294
업 링크가 다운되면 다운 링크도 다운시킨다 303
4.1.2 데이터 링크 계층의 중복화 기술 304
STP의 포인트는 루트 브리지와 블로킹 포트 305
STP는 세 종류 312
몇 가지의 옵션 병용하기 316
BPDU로 브리징 루프를 멈춘다 317
4.1.3 네트워크 계층의 중복화 기술 319
FHRP 319
라우팅 프로토콜로 위쪽에 대한 라우팅 확보하기 330
4.1.4 트랜스포트 계층에서 애플리케이션 계층의 중복화 기술 332
방화벽의 중복화 기술 332
부하 분산 장치의 중복화 기술 338

4.2 고가용성 설계 340
4.2.1 고가용성 설계 340
인라인 구성 340
원암 구성 345
4.2.2 통신 흐름 정리하기 348
인라인 구성 348
원암 구성 361

제 5 장 관리 설계 367

5.1 관리 기술 368

5.1.1 NTP로 시각 맞추기 368

NTP의 동작은 단순 368

5.1.2 SNMP로 장애 감지하기 375

SNMP 관리자와 SNMP 에이전트로 상호교환하기 375
세 종류의 동작 패턴을 모두 사용하기 376
발신지를 제한한다 380

5.1.3 Syslog로 장애 감지하기 381

Syslog의 동작은 간단 381

5.1.4 기기 정보 전달하기 384

CDP 384
LLDP 385
CDP와 LLDP의 시큐리티 고려하기 386

5.2 관리 설계 387

5.2.1 호스트 명 결정하기 387

5.2.2 라벨로 접속 관리하기 387

케이블 라벨 388
본체 라벨 388

5.2.3 암호 설계 388

5.2.4 설정 정보 관리하기 389

백업 설계에서는 '타이밍', '기법', '위치'를 정의한다 389
장애가 발생하면 복원한다 390

찾아보기 392

우리가 살아가는 현대 사회에서 네트워크에 연결되지 않은 컴퓨터를 찾아본다는 것은 꽤 어려울 것이다. 아니, 네트워크에 접속하고 있지 않은 컴퓨터나 모바일 기기는 효용 가치가 거의 없다고 해도 과언이 아니다. 그만큼 네트워크를 통해서 전달되는 정보가 우리의 실생활과 밀접하게 관련되었다고 할 수 있다.

저자도 '시작하며'에서 언급하고 있듯이, 이 책은 서버 사이트의 네트워크를 구축하는 데에 필요한 기초 기술과 그 설계에 관해서 상세하게 요약한 책이다. 네트워크상에서 작동하는 네트워크 장비와 서버가 폭발적으로 늘어나고 진화하고 있는 만큼, 이 책은 네트워크를 전문적으로 다루거나 앞으로 다루게 될 인프라/서버 엔지니어에게 체계적인 이론을 소개하고, 실제 도입을 위한 응용력을 기를 수 있도록 도움을 줄 것이다. 특히 가상화(virtualization) 기술과 스토리지 네트워킹(storage networking) 기술 등 네트워크를 기반으로 한 혁신적인 신기술도 그림과 함께 잘 설명하고 있으므로 보다 쉽게 이해할 수 있으리라 생각한다.

부디 이 책이 네트워크의 구조를 올바로 이해하고 싶거나 서버 사이트의 설계 및 실제 네트워크를 운용하는 관리자들에게 있어 커다란 보탬이 되길 바란다.

감사의 글

또 한 권의 책을 번역하게 해 주신 하나님께 감사드린다.

역자의 경우, 주로 이동통신 분야에서 활동하였기에 네트워크에 대해서는 크게 거부 반응은 없었으나, 네트워크 인프라의 깊이 있는 내용으로 들어갈수록 역자 자신의 부족함을 많이 느꼈다. 이 자리를 빌어 더 좋은 서비스를 제공하기 위해 늘 애쓰시는 인프라/네트워크 엔지니어들에게 고마움을 표하고자 한다.

책의 출간에 관여하신 모든 분들께 감사함을 전한다. 특히 이 책의 교정과 편집, 그리고 여러모로 지원을 해주신 장성두 실장님과 배규호 님, 이민숙 과장님께 감사의 말씀을 드린다.

끝으로, 사랑하는 나의 아내와 하은, 시온에게도 이 책의 출간에 앞서 기쁨을 같이 공유하고 싶다. 한 여름이다! 시원한 해변이나 계곡으로 휴가를 떠나고 싶다!

2014년 7월 말, 도쿄에서

정인식

이 책에 대하여

이 책은 서버 사이트의 네트워크를 구축하는 데 필요한 기초 기술과 설계에서 중요한 사항을 요약한 것이다.

최근 들어 클라우드 컴퓨팅(cloud computing)이라는 커다란 파도에 역류하는 새로운 조류가 생겨나고 있다. 바로 온프레미스(자사 운용)★로의 회귀다. 모든 데이터를 클라우드에 두는 것에 대한 불안이 온프레미스라는 새로운 조류로 대두되었고, 그리고 클라우드와 온프레미스 하이브리드화라는 새로운 흐름으로 변화하고 있다. 이 책에서는 이러한 환경의 변화 속에서 앞으로도 그리고 그 이후로도 계속 남아 있을 온프레미스 서버 사이트 네트워크 구축에 필요한 기초 기술과 설계의 중요 사항을 그림을 이용해서 설명할 것이다.

서버 사이트의 네트워크에서 사용하는 기초적인 통신 기술은 지난 몇 년간 크게 진화하지는 않았다. 서버 사이트는 시스템이 멈추는 것이 결코 허용되지 않는, 미션 크리티컬(mission critical: 핵심 업무 수행)한 경우가 많아 신기술이 좀처럼 침투하기 어렵다. 그래서 자리를 잡기가 어려운 환경이다. 그러나 그만큼 불필요한 것들이 떨어져 나가 정교하고 아주 단순한 형태가 되었다. 네트워크의 기초 기술은 이제 확립되었다고 해도 과언이 아니다. 그와는 대조적으로, 네트워크 상에서 작동하는 네트워크 장비 및 서버 기술은 현재 진행형으로 폭발적으로 진화하고 있다. 가상화(virtualization) 기술과 스토리지 네트워킹(storage networking) 기술 등 네트워크를 기반으로 한 혁신적인 신기술이 새롭게 태어나 지금은 시스템에 없어서는 안 되는 것이 되었다. 그리고 그 진화에 따라 네트워크에 요구하는 형태도, 네트워크 설계의 형태도 시시각각 변화하고 있다. 인프라/서버 엔지니어는 그런 변화에 유연하게 대응할 수 있어야 한다. 네트워크의 세계는 아무리 새로운 기술이 나왔다 해도 기반 기술 부분에는 큰 변화가 없다. 어떤 기능을 어딘가로 분할시키거나, 때로는 반대로 어떤 기능을 통합하거나 해야 하는 이합집산의 작업을 반복할 뿐이다.

기초 기술이 확립된 지금이야말로 더 깊고 제대로 된 기술을 익힐 필요가 있다. 이러한 부분만 확실히 해 두면 위에서 움직이고 있는 것이 무엇이든 간에 크게 흔들릴 일이 없을 것이다.

요즘은 요구 사항 정의 및 기본 설계와 같은 상류 공정은 중시하고, 상세 설계 및 구축 등의 하류 공정을 대강 해 버리는 경우가 많다. 물론 상류 공정은 중요하다. 그리고 "기술의 개요만 알아 두면 된다"라는 것도 생각 자체는 확실히 효율적이고 일리 있을지 모르겠다. 하지만 나는 그러한 생각에 상당한 회의를 느낀다. 하류 공정에서 실제로 얼마나 많은 장비를 설정하고 어느 정도의 문제를 경험할 것인지는, 상류 공정의 인프라/네트워크 엔지니어들의 견고한 실력과 정제된 언어적 표현에 달렸다고 생각한다. 기기를 만져 보지 않으면 어디가 중요한지 알 수 없으며, 문제가 발생했을 때의 대응 방법도 모른다. 또한 그저 매뉴얼 및 사양서의 내용을 통째로 짜깁기해서 안이한 구성을 만드는 것도 네트워크의 설계 방법으로서는 커다란 실수를 일으킨다. 매뉴얼 및 사양서는 할 수 있는 기능이 실려 있을 뿐이다. 절대 안정이 요구되는 네트워크의 세계에서 '할 수 있는 것'과 '사용하는 것'은 크게 다르다. 요즘은 가상화 환경도 있고, 그 위에서 동작하는 가상 어플라이언스(appliance)의 체험판도 많이 존재한다. 이전보다 훨씬 검증하기 쉬운 환경을 제공하고 있다. 실제로 설정해 보길 바란다. 그리고 그 과정에서 여러 가지 설정과 문제들을 체험해 보길 바란다. 거기에서 반드시 다음의 새로운 단계를 개척하게 될 것이다. 이 책이 네트워크에 종사하는 많은 엔지니어들에게 한 단계 발전하는 지름길이 되길 바란다.

★ 온프레미스(on-premises)란, 클라우드 기반의 임대 서비스 방식이 아닌 기업 내 구축형의 전통적인 방식을 말한다.

대상 독자

이 책은 다음과 같은 독자를 대상으로 하고 있다.

서버 사이트를 디자인하려는 네트워크 엔지니어

구축 및 테스트 등을 대략적으로 습득한 엔지니어는 요구 사항 정의 및 기본 설계 영역으로 확장해 갈 것이다. 네트워크 구축은 기본 설계가 생명이다. 따라서 기본 설계에서 규칙을 제대로 결정해야 해당 서버 사이트를 확실하게 장악할 수 있다. 이 책은 기본 설계에서 최소한 정해 둘 필요가 있는 항목을 기초로 각 장을 구성했다. 기본 설계 시에 도움이 될 것이다.

네트워크를 알고 싶은 서버 엔지니어

가상화와 스토리지 네트워킹 등 이제는 시스템에 꼭 필요한 기술들의 대부분은 네트워크를 기반으로 한 아키텍처를 채택하고 있다. 이제 서버는 네트워크와 함께 있다고 해도 무방하다. 이 책은 "서버는 잘 다루지만, 네트워크는 왠지 서툴러서……"라고 얘기하는 약간의 편식 기질의

엔지니어도 네트워크에 흥미를 가질 수 있도록 그림을 많이 사용하여 설명했다.

서버 사이트를 운용 및 관리하는 사이트 관리자

사이트를 오랫동안 운용하다 보면, 서버의 서비스가 손상되었거나 네트워크 장비가 손상되는 등 여러 문제에 휩싸인다. 트러블 슈팅의 지름길은 기초 기술 습득 외에는 없다. 서버 사이트는 많은 기초 기술을 결합하여 만든 하나의 세계다. 이 책은 기초 기술 하나하나를 확실히 습득할 수 있도록, 그리고 그것들을 결합시킬 수 있도록 실제 구성의 예를 토대로 설명하고 있다.

감사의 글

이 책은 많은 분들의 협력으로 집필되었다. 느린 집필임에도 불구하고 나를 몇 번이나 도와주신 SB크리에이티브의 도모야스 겐타 님, 나를 집필이라는 보람 찬 세계로 이끌어 준 Gene 님에게 얼마나 감사한지 모르겠다. 집필하는 내내 모든 힘을 쏟아부었고, 그로 인해 많은 공부를 할 수 있어서 행복했다. 또한 본업이 바쁜 중에도 '팀 부하 분산' 재결성을 흔쾌히 수락해 준 taka 님과 욧시 님, 그리고 새롭게 교정에 참가해 준 nari 님, yuka 님 등 전문 분야와 각자의 기술이 다른 여러분의 체크는 매우 엄격했다고 생각한다. 그래서 실무에서도 경쟁해서 살아남을 수 있는 책으로 완성되었다고 믿어 의심치 않는다.

마지막으로, 나의 결단과 결심을 관대한 마음으로 언제나 지켜봐 주신 부모님과 여동생 가족에게도 고마움을 전하고 싶다. 조카 유(悠)가 건강하게 자라 주길 멀리 도쿄에서 간절히 바라고 있다. 그리고 나에게 많은 상식과 품격을 가르쳐 준 카페 '고추 잠자리'의 마스터 부부에게도 정말로 감사한다. 앞으로도 전원 콘센트를 잘 빌려 주셨으면 좋겠다.

미야타 히로시

김용욱(GDG 코리아 안드로이드)

소프트웨어 엔지니어로 지내다 보니 네트워크에 대해 잘 모르고 추상화된 레이어 내에서 지냈던 것이 대부분이었습니다. 네트워크를 제대로 배울 기회도 없었고요. 그러던 저에게 이 책은 조금 남달랐습니다. 이 책은 여러 레이어를 상세한 설명과 다양한 그림으로 설명하고 있어서 개인적으로도 큰 도움이 되었을뿐더러 재미있게 베타리딩할 수 있었습니다.

박동수(보건복지부)

네트워크 기술이나 설계에 대해 별로 아는 것이 없는 상황에서 읽었지만, 이해하기 쉬운 수많은 이미지와 적절한 설명으로 네트워크 기술을 이해하는 데 큰 도움이 되었습니다.

송종근(위시컴퍼니)

나름 네트워크 관리사 공부도 하고 실무에서 다뤄 본 것들도 있어 만만하게 접근한 책이었지만, 생각했던 것보다 만만한 내용은 아니었습니다. 네트워크 설계에 목말라 했던 독자들에게는 기대를 채워 줄 만한 책이라 생각합니다. 당장 실무에 적용하고 싶어하는 분들에게도 괜찮겠지만, 장기적 관점으로 기초부터 제대로 익히고자 하는 분들이 보시면 더욱 좋을 것 같습니다.

이도행(이스트소프트)

이 책은 '엔지니어'라는 역할이 어떤 설계를 해야 하고, 어떤 식으로 기술에 접근해야 하는지를 잘 알려주는 지표 같은 책이었습니다. 풍부한 설계 예제와 기술적 설명들이 자세히 나와 있어서 네트워크 엔지니어링에 관심 있는 대학생은 물론 '인프라/네트워크'에 관심 있는 분들과 '엔지니어'라는 직업에 관심이 있는 분들에게 적합한 책이라고 생각합니다.

조현석(한양대학교)

네트워크 기초 지식, VLAN 설계, 주소 설계, 로드밸런싱(부하분산)이나 HA와 같은 네트워크 실무가 모두 들어 있는 책이었습니다. 네트워크에 관심 많은 학생뿐만 아니라 현장 실무자들의 필수 서적이 되리라 봅니다.

최상호(MortzBeat)

최근의 네트워크 인프라는 클라우드 서비스를 통해 다루기 쉬워졌고, 이를 통해 더 많은 서비스가 탄생하고 있습니다. 클라우드는 우리가 모르는 많은 것을 대신 해결해 주지만, 그 속을 이해하고 나면 더 큰 가능성을 발견할 수 있습니다. 이 책은 자세한 설명과 그림으로 우리가 보편적으로 사용하는 네트워크 인프라 환경을 깊은 곳에서부터 쉽게 설명해 주고 있어서 네트워크 전문가, 클라우드 전문가로 성큼 다가갈 수 있게 해 줍니다.

제이펍은 책에 대한 애정과 기술에 대한 열정이 뜨거운 베타리더들로 하여금
출간되는 모든 서적에 사전 검증을 시행하고 있습니다.

제 0 장

이 책의 사용법

이 장 의 개 요

이 장에서는 이 책의 흐름과 사용 방법을 설명한다. 이 책은 서버 사이트의 네트워크를 구축하는 데에 있어 가장 중요한 단계인 기본 설계의 설계 항목을 기초로 하여 각 설계 항목에 관련된 기술과 설계 중요 사항을 설명하고 있다. 기본 설계에 있어서의 확고한 규칙 결정은 그 후의 확장성과 운용성 등 해당 네트워크의 모든 것에 크게 관여하게 된다. 미래지향적인 형태로 기본 설계를 할 수 있도록 우선은 이 장에서 이 책의 사용 방법을 이해하길 바란다.

0.1 네트워크 구축의 흐름

우선, 네트워크 구축의 대략적인 흐름을 설명한다. 네트워크 구축의 큰 흐름을 이해한 뒤, 이 책의 핵심인 기본 설계의 설계 항목과 이 책의 내용(기술 항목, 설계 항목)을 매핑(mapping)해 나간다.

0.1.1 네트워크 구축은 6단계로 구성되어 있다

일반적인 서버 사이트의 네트워크 구축은 '요구 사항 정의' → '기본 설계' → '상세 설계' → '구축' → '시험' → '운용' 등의 6개 단계로 구성되어 있다. 각 단계는 독립적인 것이 아니라, 바로 앞의 단계가 다음 단계의 입력이 되도록 서로 밀접하게 연관되어 있다.

요구 사항 정의

'요구 사항 정의'는 고객이 가지고 있는 요구 사항을 확인하고 그것을 하나하나 정해 나가는 단계다. 고객의 요구 사항은 제안 요청서(RFP, Request For Proposal)의 형태로 제시되는데, 이것은 어디까지나 요구 사항의 개요다. 제안 요청서의 정보를 바탕으로 하면서 고객의 요구 사항을 듣고 요구 사항을 명확화·구체화한다. 그리고 그 내용을 '요구 사항 정의서'라는 형태로 문서화한다.

기본 설계

'기본 설계'는 각 요소에서 설정의 방침을 결정하는 단계다. '설정 방침의 결정'이라고 하니 어렵게 느낄지도 모르겠지만, 딱 잘라 말하자면 해당 네트워크의 규칙을 결정하는 것이다. 네트워크 장비는 같은 유형의 기기라면, 설정 방법과 설정 항목이 다르기만 할 뿐 할 수 있는 기능은 크게 다르지 않다. 따라서 여기에서의 규칙 결정이 뒤 단계를 모두 결정한다고 해도 과언이 아니다. 네트워크 구축은 이 단계가 생명선이다. 여기에서 정한 규칙을 '기본 설계서'라는 형태로 문서화한다.

상세 설계

'상세 설계'는 기본 설계 정보를 바탕으로 각 장비의 파라미터(parameter: 설정값) 수준까지 명확하게 접근하는 단계다. 당연히, 설비 및 기종, OS의 버전 지정 등 각종 요소에 따라 설정해야 할 항목은 다르다. 기기마다 설정값의 상세화를 도모하여 누가 봐도 기기를 설정할 수 있도록 해서 시스템을 구축할 수 있도록 한다. 그리고 여기서 결정한 파라미터를 '상세 설계서'라는 형태로 문서화한다.

상세 설계서의 정의는 기업이나 공급 업체에 따라 다양하다. 모든 파라미터를 기재하고 있는 '기기 설정서'나 '파라미터 시트(parameter sheet)'를 상세 설계서라고 부르는 곳도 있고, 설정값의 포인트가 되는 부분을 정리하여 상세 설계서로 취급하는 곳도 있다. 이렇듯 다양한 형식의 상세 설계서가 존재한다. 그러므로 미리 어떤 수준의 상세 설계서가 필요한지를 고객에게 확인해야 한다.

구축

'구축'은 상세 설계서의 정보(파라미터, 설정값)를 바탕으로 장비를 설정하는 단계다. 상세 설계서는 설정값까지 명확하게 정의되어 있기 때문에 그 정보를 장비에 설정하여 접속해 나간다. 물론 장비의 설정 방법은 장비와 기종, OS의 버전 등에 따라 다르다. 설정자의 기술 수준과 고객의 요청에 따른 '작업 절차서'나 '작업 체크 시트'를 만들어 작업 순서의 상세화, 설정 오류의 감소를 도모한다.

시험

'시험'은 구축한 환경에서 단위 시험과 정상 시험, 장애(중복화) 시험 등 각종 시험을 하는 단계다. 시험하기 전에 '시험 사양서'와 '시험 계획서'를 만들고 해당 항목을 기초로 시험을 실시한다. 그리고 그 결과를 '시험 결과 보고서'라는 형태로 문서화한다.

단위 시험에서는 "LED가 제대로 켜져 있는지", "OS가 예상한 버전으로 정상 기동하고 있는지", "인터페이스가 링크 업(link up)하는지" 등, 해당 기기가 단위별로 제대로 작동하는지의 여부를 확인한다.

정상 시험에서는 접속한 환경에서 "예상대로 접속 가능한지", "애플리케이션(application) 통신이 제대로 동작하는지", "중복화 구성을 제대로 구성할 수 있는지", "시스템 로그(Syslog, System log) 및 간이 망 관리 프로토콜(SNMP, Simple Network Management Protocol), 네트워크 시간 프로토콜

(NTP, Network Time Protocol) 등 관리 통신을 할 수 있는지" 등 각각의 기기가 연계하여 동작 가능한지를 확인한다.

장애 시험에서는 중복화한 후에 모든 포인트에서 장애를 일으켜 "계속해서 서비스 제공이 가능한지"와 "각 장애를 일으켰을 때 어떤 로그(log)가 전달되는지" 등을 확인한다.

운용

'운용'은 구축한 시스템을 지속적으로, 그리고 안정적으로 제공하기 위해 운영해 나가는 단계다. 시스템 구축 후에 업무가 바로 종료하는 것이 아니다. 바로 그때부터가 시작이다. 어딘가가 망가지는 일도 있을 것이고, 서버를 증설하는 일도 있을 것이다. 일반적인 오퍼레이션(operation)뿐만 아니라 예상치 못한 사태에도 대비할 수 있도록 만전의 형태로 운용해 나간다. 운용과 관련된 업무는 모두 '운용 절차서'라는 형태로 문서화한다.

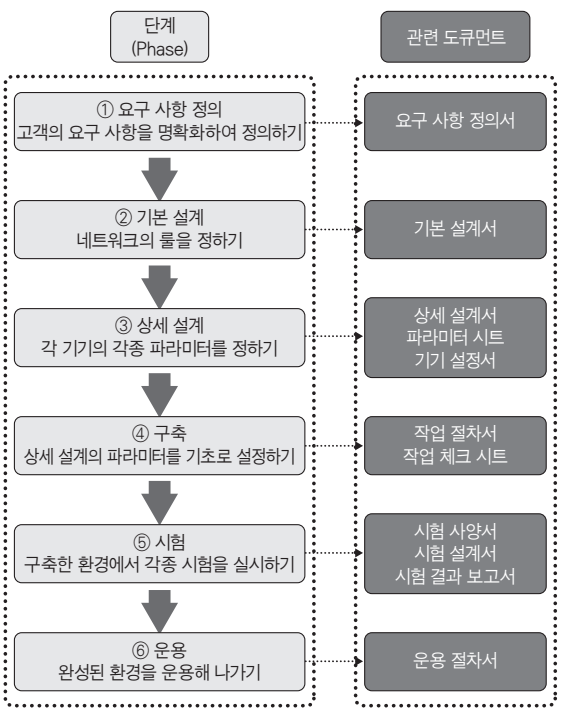


그림 0.1.1 네트워크 구축은 6단계로 구성되어 있다

0.1.2 네트워크 구축은 기본 설계가 포인트

네트워크 구축에 있어서 가장 중요한 단계가 기본 설계다. 기본 설계에 있어, 제대로 된 규칙 결정이 다음 단계의 확장성 및 호환성 등과 같은 네트워크의 모든 것에 크게 관여하게 된다. 기본 설계 수준은 고객에 따라 다양하다. 어디 정도까지의 수준을 요구하는지 먼저 확인하고 그에 따라 기본 설계를 실시해 나간다. 기존에 다른 시스템이 존재한다면, 그것의 기본 설계서를 확인하고 대략적인 수준을 확인해 두는 것도 좋을 것이다.

이 책은 서버 사이트의 네트워크 구축에서 가장 중요한 기본 설계 단계에 중점을 두면서 각 설계 항목에 필요한 기술과 설계 포인트를 설명해 나갈 것이다. 일반적인 서버 사이트 네트워크 구축의 기본 설계는 크게 나누어 '물리 설계', '논리 설계', '보안 설계 및 부하 분산 설계', '고가용성 설계', '관리 설계'라는 다섯 개의 설계 항목으로 구성되어 있다. 물론 이것은 어디까지나 일반적인 설계 항목의 예다. 설계 항목은 고객의 요구 사항과 서비스의 특성 등 다양한 요구 사항에 따라 달라진다. 이들의 사이에서 항목을 분리하거나 제거하거나 추가하는 등 필요에 따라 조정해 나간다.

여기에서는 각 설계 항목의 개요와 각 설계 항목과 관련된 문서의 기술 항목, 설계 항목을 정리하여 설명한다. 물리 설계를 하고 싶을 때는 제1장, 논리 설계를 하고 싶을 때는 제2장과 같은 식으로 설계 항목에 따라 참조하길 바란다.

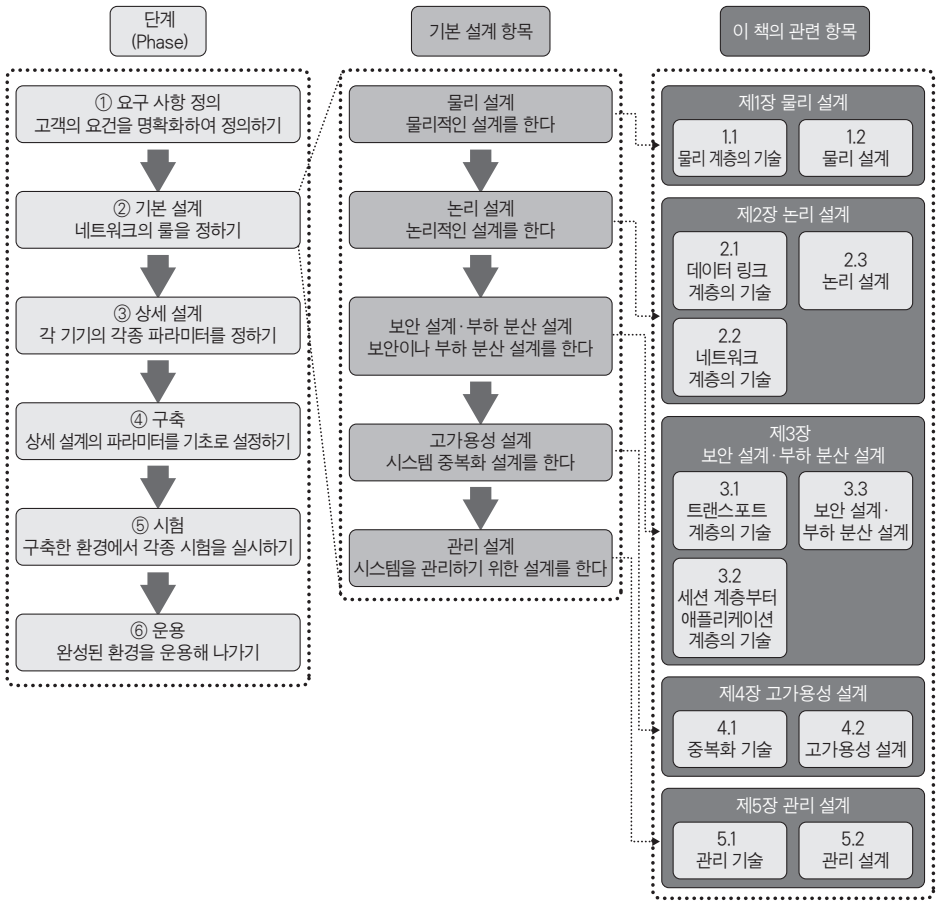


그림 0.1.2 이 책의 구성

물리 설계

물리 설계에서는 서버 사이트의 물리적인 모든 것에 대한 모든 규칙을 정의한다. '물리적인 것'이라고 한마디로 표현했지만, 케이블에서 랙(rack), 전원에 이르기까지 다방면에 이른다. 그 모든 것에 대해서 제대로 된 정의를 설계한다.

이 책의 제1장은 '물리 설계'다. 제1장에서는 실제 설계에서 필요한 기술 및 설계 포인트를 설명한다. 설계 항목과 그에 관한 이 책 내에서의 기술 항목, 설계 항목의 자세한 내용은 다음 표를 참조하기 바란다.

표 0.1.1 물리 설계에 관한 이 책 내에서의 기술 항목, 설계 항목

설계 항목			설계 개요	이 책에서 관련된 기술 항목		이 책에서 관련된 설계 항목	
1	물리 설계		물리적인 설계를 한다.	1.1	물리 계층의 기술	1.2	물리 설계
	1.1	물리 설계 방침	물리 설계의 전체적인 방침을 정의한다.	—	—	—	—
	1.2	물리 구성 설계	각 기기를 어떻게 접속할 것인가?	—	—	1.2.1	구성 패턴은 두 종류
	1.3	하드웨어 구성 설계	어떤 기기, 어떤 기종을 사용할 것인가?	—	—	1.2.2	가장 큰 값으로 기종을 정한다.
	1.4	소프트웨어 구성 설계	어떤 버전의 OS를 사용할까?	—	—	1.2.3	안정된 버전을 선택한다.
	1.5	접속 설계	어디에 어떤 형태로 접속할까?	—	—	—	—
		1.5.1 케이블 설계	어디에 어떤 케이블을 사용할까?	1.1.1	물리 계층은 규격이 많다.	1.2.4	배치와 목적에 따라 케이블을 선택
		1.5.2 물리 접속 설계	스피드, 듀플렉스는 어떻게 설정할까?			1.2.5	의외로 중요한 포트의 물리 설계
		1.5.3 포트 할당 설계	어떤 순서로 포트를 사용할까?	—	—		
	1.6	시설 설계	랙이나 전원은 어떻게 사용할까?	—	—	—	—
		1.6.1 랙 탑재 설계	어떻게 랙에 탑재할까?	—	—	1.2.6	잘 배치하기
		1.6.2 전원 접속 설계	어떻게 전원을 접속할까?	—	—		

논리 설계

논리 설계에서는 서버 사이트의 논리적인 것 모두에 대한 모든 규칙을 정의한다. 모든 네트워크는 물리적인 것의 위에 있는 논리적인 것으로 이루어져 있다. VLAN(Virtual LAN)을 어떻게 할당할 것인지, IP(Internet Protocol) 어드레스를 어떻게 할당할 것인지에 대한 규칙을 하나하나 정의하고 있다.

이 책의 제2장은 '논리 설계'다. 제2장에서는 논리 설계에 필요한 기술 및 설계 포인트를 설명한다. 설계 항목과 그에 관한 이 책 내에서의 기술 항목, 설계 항목의 자세한 내용은 다음 표를 참조하기 바란다.

표 0.1.2 논리 설계에 관한 이 책 내에서의 기술 항목, 설계 항목

설계 항목			설계 개요	이 책에서 관련된 기술 항목		이 책에서 관련된 설계 항목	
2	논리 설계		논리적인 설계를 한다.	2.1	데이터 링크 계층의 기술	2.3	논리 설계
				2.2	네트워크 계층의 기술		
	2.1	논리 설계 방침	논리 설계의 전체적인 방침을 정의한다.	—	—	—	—
	2.2	VLAN 설계	어떻게 VLAN을 할당할까?	2.1.1	데이터 링크 계층은 물리 계층을 돕고 있다.	2.3.1	필요한 VLAN을 선별
				2.1.2	데이터 링크 계층은 L2 스위치의 동작이 포인트		
				2.1.3	ARP로 논리와 물리를 연결한다.		
	2.3	IP 어드레스 설계	어떤 IP 어드레스를 할당할까?	2.2.1	네트워크 계층은 네트워크를 서로 연결한다.	2.3.2	IP 어드레스는 증감을 고려하여 할당한다.
				2.2.4	IP 어드레스를 자동으로 설정하는 DHCP		
	2.4	라우팅 설계	어떻게 라우팅을 할까?	2.2.2	네트워크를 연결한다.	2.3.3	라우팅은 단순하게
				2.2.5	트러블 슈팅으로 사용하는 ICMP		
	2.5	어드레스 변환 설계	어떻게 어드레스를 변환할까?	2.2.3	IP 어드레스를 변환하기	2.3.4	NAT는 인바운드와 아웃바운드로 고려한다.

보안 설계 및 부하 분산 설계

보안 설계에서는 방화벽(firewall)의 정책을 정의한다. 정보 보안의 중요성은 굳이 말할 필요가 없다. 보안 설계에 있어서, 알기 쉽고 간단한 보안 정책의 책정은 정보 보안의 기본이라고 할 수 있을 것이다. 또한 부하 분산 설계에서는 서버 부하 분산의 규칙에 대해 정의한다. 트래픽의 가속적인 증대가 예전부터 주장되고 있었기에 요즈음의 서버 부하 분산 기술의 발전은 눈부신 것이었다. 모든 대규모 서버 사이트에서 서버 부하 분산 기술이 숨은 공로자로 활약하고 있다고 해도 과언이 아니다. 부하 분산 설계에 있어 효율적인 트래픽 부하 분산이 서버 사이트의 확장성과 유연성을 담당한다.

이 책의 제3장은 '보안 설계 및 부하 분산 설계'다. 제3장에서는 보안 설계 및 부하 분산 설계에 필요한 기술 및 설계 포인트를 설명한다. 각각을 설계 항목으로 나누어도 좋았겠지만, 이 책에서는 이 부분을 트랜스포트 계층에서 애플리케이션 계층까지 둘 다 기술적으로 같은 맥락의 설계 항목으로 정리하여 설명하고 있다. 필요에 따라 항목을 분할해도 좋다. 설계 항목과 그에 관한 이 책 내에서의 기술 항목, 설계 항목의 자세한 내용은 다음 표를 참조하기 바란다.

표 0.1.3 보안 설계 및 부하 분산 설계에 관한 이 책 내에서의 기술 항목, 설계 항목

설계 항목			설계 개요	이 책에서 관련된 기술 항목		이 책에서 관련된 설계 항목	
3 보안 설계·부하 분산 설계			보안, 부하 분산에 관한 설계를 한다.	3.1	트랜스포트 계층의 기술	3.3	보안 설계·부하 분산 설계
				3.2			
3.1	보안 설계 방침		논리 설계의 전체적인 방침을 정의한다.	—	—	—	—
3.2	보안 설계		어떻게 보안을 확보할 것인가?	—	—	—	—
	3.2.1	통신 요건의 정리	어떠한 통신이 발생하는가?	3.1.1	포트 번호로 서버 프로세스에 나누어 전달한다.	—	—
				3.2.1	HTTP가 인터넷을 지탱한다.		
				3.2.2	SSL로 데이터를 보호한다.		
				3.2.3	FTP로 파일 전송		
				3.2.4	DNS로 이름 해결		
	3.2.2	객체 설계	어떻게 네트워크 객체, 프로토콜 객체를 정의할까?	3.1.2	방화벽으로 시스템을 보호	3.3.1	보안 설계
	3.2.3	보안 영역 설계	어떻게 영역을 할당할 것인가?				
	3.2.4	보안 정책 설계	어떻게 보안 정책을 정의하는가?				
3.3	부하 분산 설계 방침		부하 분산 설계의 전체적인 방침을 정의한다.	—	—	—	—
3.4	부하 분산 설계		어떻게 부하 분산할까?	—	—	—	—
	3.4.1	부하 분산 요건의 정리	어떤 통신을 부하 분산해야 하나?	3.1.3	부하 분산 장치에서 서버의 부하를 분산한다.	3.3.2	부하 분산 설계
	3.4.2	헬스 체크	어떠한 헬스 체크를 할 것인가?				
	3.4.3	부하 분산 방식 설계	어떤 부하 분산 방식을 사용할 것인가?				
	3.4.4	지속성 설계	어떤 지속성 방식을 사용할 것인가?				
	3.4.5	SSL 가속 설계	SSL 가속을 사용할 것인가?				

고가용성 설계

고가용성 설계에서는 시스템 중복화에 대한 규칙을 정의한다. 서버 사이트는 핵심 업무를 수행하는 미션 크리티컬한 경우가 대부분이며, 시스템이 멈추는 일은 결코 허용되지 않는다. 어디서 어떠한 장애가 일어나도 반드시 대응할 수 있도록 모든 부분에서 중복화를 도모한다.

이 책의 제4장은 '고가용성 설계'다. 제4장에서는 고가용성 설계에 필요한 기술 및 설계 포인트를 설명한다. 설계 항목과 그에 관한 이 책 내에서의 기술 항목, 설계 항목의 자세한 내용은 다음 표를 참조하길 바란다.

표 0.1.4 고가용성 설계에 관한 이 책 내에서의 기술 항목, 설계 항목

설계 항목			설계 개요	이 책에서 관련된 기술 항목		이 책에서 관련된 설계 항목	
4	고가용성 설계		고가용성에 관한 설계를 한다.	4.1	중복화 기술	4.2	고가용성 설계
4.1	고가용성 설계 방침		고가용성 설계의 전체적인 방침을 정의한다.	—	—	—	—
4.2	링크 중복화 설계		어떤 링크 중복화 방식을 사용할까?	4.1.1	물리 계층의 중복화 기술	4.2.1	고가용성 설계
4.3	케이스 중복화 설계		어떤 케이스 중복화 방식을 사용할까?				
4.4	STP 설계		어떤 STP 모드를 사용할까, 어떤 스위치를 루트 브리지로 할까?	4.1.2	데이터 링크 계층의 중복화 설계		
4.5	FHRP 설계		어떤 FHRP를 사용할까, 어떤 L3 스위치를 활성화할까?	4.1.3	네트워크 계층의 중복화 기술		
4.6	라우팅 프로토콜 중복화 설계		어떤 라우팅 프로토콜을 사용하여 중복화할까?				
4.7	방화벽 중복화 설계		어떠한 형태로 방화벽을 중복화할까?	4.1.4	트랜스포트 계층에서 플리케이션 계층의 중복화 기술		
4.8	부하 분산 장치 중복화 설계		어떠한 형태로 부하 분산 장치를 중복화할까?				
4.9	통신 플로 설계		어떠한 통신 플로가 발생하는가?	—	—		
	4.9.1	일반적인 경우의 플로	일반적인 경우, 어떠한 루트를 경유하는가?	—	—	4.2.2	통신 플로를 정리한다.
	4.9.2	장애 시의 플로	장애 시에는 어떠한 루트를 경유하는가?	—	—		

관리 설계

관리 설계는 서버 사이트의 운용 관리에 대한 모든 규칙을 정의한다. 관리 설계에 있어서, 제대로 된 규칙 결정은 그 다음 운용 단계의 운용성과 확장성에 직결된다.

이 책의 제5장은 '관리 설계'다. 제5장에서는 관리 설계에 필요한 기술 및 설계 포인트를 설명한다. 설계 항목과 그에 관한 이 책 내에서의 기술 항목, 설계 항목의 자세한 내용은 다음 표를 참조하기 바란다.

표 0.1.5 관리 설계에 관한 이 책 내에서의 기술 항목, 설계 항목

설계 항목			설계 개요	이 책에서 관련된 기술 항목		이 책에서 관련된 설계 항목	
5	관리 설계		운용 관리에 관한 설계를 한다.	5.1	관리 기술	5.2	관리 설계
5.1	관리 설계 방침		관리 설계의 전체적인 방침을 정의한다.	—	—	—	—
5.2	호스트 명 설계		어떠한 호스트 명을 정의할까?	—	—	5.2.1	호스트 명을 정하기
5.3	레이블 설계		어떠한 레이블을 부여할 것인가?	—	—	5.2.2	레이블로 접속을 관리하기
	5.2.1	케이블 레이블 설계	케이블에 어떠한 레이블을 부여할까?	—	—		
	5.2.2	본체 레이블 설계	본체에 어떠한 레이블을 부여할까?	—	—		
5.4	패스워드 설계		어떤 패스워드를 정의할까?	—	—	5.2.3	패스워드를 정하기
5.5	백업·복구 설계		어떻게 설정을 백업할까, 어떻게 복구할까?	—	—	5.2.4	설정을 보존하여 관리하기
5.6	시각 동기 설계		어디에 시각을 동기화할까?	5.1.1	NTP로 시각을 맞추기	—	—
5.7	SNMP 설계		어디를 SNMP 매니저로서 정의할까?	5.1.2	SNMP로 장애를 감지하기	—	—
5.8	Syslog 설계		어디를 Syslog 서버로 정의하고, 어느 Facility와 Serverity를 사용할까?	5.1.3	Syslog로 장애를 감지하기	—	—
5.9	CDP/LLDP 설계		어디에서 CDP/LLDP를 유효로 할 것인가?	5.1.4	기기 정보를 전달하기	—	—

제 1 장

물리 설계

이 장의 개요

이 장에서는 서버 사이트에서 사용하는 물리 계층의 기술과 그 기술을 사용할 때 설계 포인트, 일반적인 물리 구성 패턴에 대해 설명한다.

서버 사이트에 있어 눈에 보이는 것이라면 랙(rack)이나 케이블(cable), 포트(port) 등 물리적인 것 밖에 없다. 그러므로 그 기술과 사양을 제대로 이해하고 요구 사항에 따라 설계를 해 나갈 필요가 있다. 물리 계층의 확고한 설계가 장래의 확장성 및 운용 관리성에 크게 관련된다.

1.1 물리 계층의 기술

모든 네트워크의 근간을 지탱하는 기술, 이것이 물리 계층이다. 네트워크의 고속화에 따라 스토리지 데이터나 음성 데이터 등 온갖 데이터가 네트워크를 통해 전달된다. 그 모든 데이터 트래픽이 물리 계층을 통과한다. 물리 계층이 없으면 네트워크는 연결되지 못한다. 메일도 사용할 수 없고, 인터넷도 할 수 없다.

1.1.1 물리 계층은 규격이 많다

물리 계층은 그 이름대로, **통신에 있어 물리적인 모든 것을 담당하고 있는 계층이다.** '개방형 시스템 간 상호접속(OSI, Open System Interconnection)' 참조 모델의 최하층에 있다. 다른 계층에 비해 견고할 것 같은 이름이지만, 어렵게 생각할 것은 없다. 회사나 학교 등에서 흔히 볼 수 있는 LAN 케이블을 물리 계층이라고 생각해도 좋다. 무선 LAN을 사용하는 경우는 전파를 물리 계층이라고 생각하면 된다.

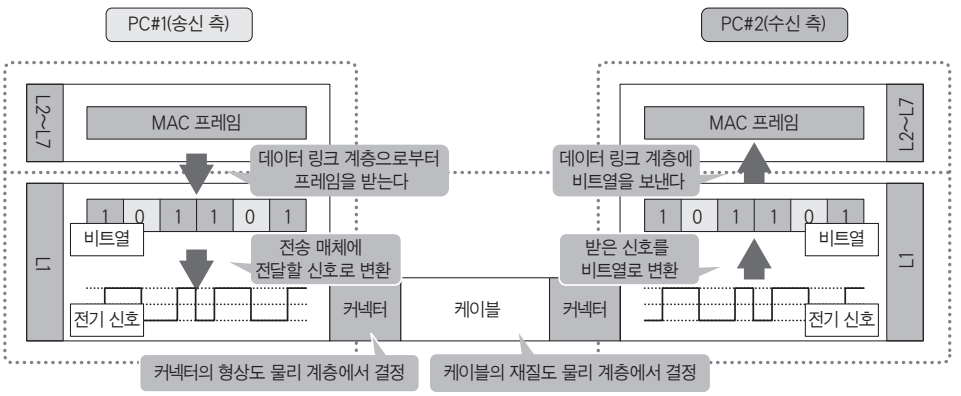


그림 1.1.1 **물리 계층에서 전송 매체로 데이터가 흐르도록 한다**

컴퓨터의 세계는 '0'과 '1'이라는 두 숫자로만 구성된다. 이 '0'과 '1'을 비트(bit), 비트가 연속한 것을 비트열(bit string)이라고 한다. 물리 계층은 '0'과 '1'로 되어 있는 데이터(프레임)를 데이터 링크 계층에서 받아 전기 신호와 광신호로 변환하여 전송 매체(케이블)로 흐르게 하기 위한 규칙을

규정하고 있다. 또한 그와 더불어, 케이블의 재질이나 커넥터의 형상, 핀의 할당 등 물리적인 요소 모두를 규정하고 있다.

규격을 정리하면 물리 계층이 보이기 시작한다

물리 계층의 포인트를 설명하다 보면 수많은 규격 명칭이 등장한다. 그러니 우선 규격을 정리하자. 규격을 정리하면 자연스럽게 물리 계층을 정리해서 이해할 수 있다.

물리 계층은 그 단독으로는 표준화되어 있지 않다. **데이터 링크 계층과 세트로 표준화되어 있다.** 규격을 정리할 때는 세트로 생각하도록 하자. 물리 계층과 데이터 링크 계층에 관련한 기술의 표준화를 추진하고 있는 곳은 미국전기전자학회(IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers)에서 설립한 IEEE802 위원회라는 국제 표준화 단체다. IEEE802 위원회는 많은 워킹그룹(WG, Working Group), 즉 분과위원회로 구성되어 있다. 분과위원회에는 'IEEE802.1'와 같은 형태로 소수점이 할당되어 있어 전문적인 분야에 대해서는 분과위원회에서 논의하도록 하고 있다. 그리고 그 분과위원회 안에서 규격이 책정되면 'IEEE802.1x'와 같은 형태로 뒤에 알파벳이 붙는다. 많은 분과위원회가 있으나, 이미 활동을 중단하거나 해산되거나 해서 모든 규격을 이해하는 것은 그다지 의미가 없다. 물리 계층을 이해하는 데에 중요한 규격은 이더넷(ethernet)을 표준화하고 있는 'IEEE802.3'와 무선 LAN을 표준화하고 있는 'IEEE802.11'이다. 이 둘을 잘 파악해 두면 대부분의 네트워크에 대응할 수 있을 것이다. 이 책에서는 서버 사이트에서 사용하는 이더넷만을 취급한다.

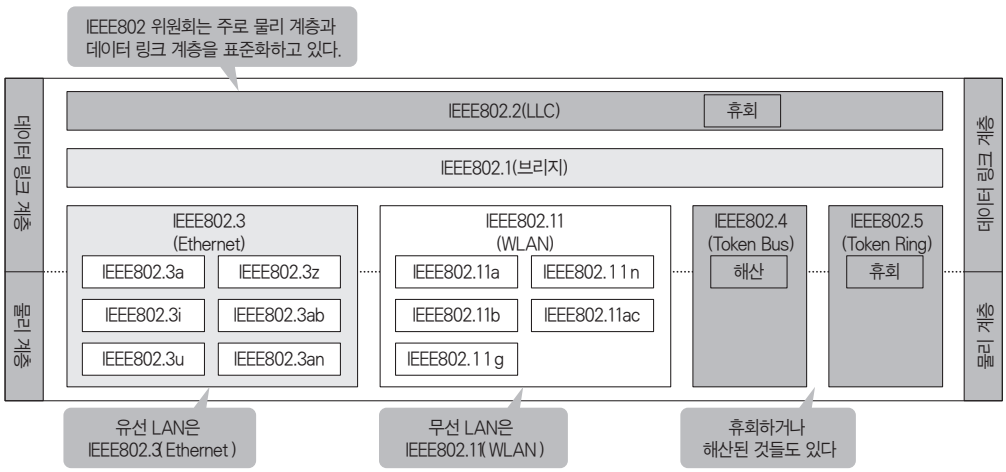


그림 1.1.2 **IEEE802.3과 IEEE802.11을 파악해 두자**

이더넷의 규격은 별칭으로 부른다

이더넷은 물리 계층 및 데이터 링크 계층을 취급하고 있는 규격의 하나다. 현대 네트워크의 산업표준(de facto standard)으로, **최근 유선 LAN 환경의 대부분은 이더넷이라고 해도 좋을 것이다.** IEEE802 위원회에서는 IEEE802.3으로 표준화되어 있다.

IEEE802.3에서는 많은 규격이 책정되어 있으며, 각각 IEEE802.3 뒤에 알파벳이 붙은 규격 명칭이 주어져 있다. 그러나 이더넷에서는 실제로 표준 명칭을 사용하는 일이 거의 없고, **일반적으로 규격의 개요를 나타낸 별명을 사용한다.** 예를 들어, 트위스트 페어 케이블(TPC, Twist Pair Cable)을 사용하는 기가비트(gigabit) 이더넷 규격인 IEEE802.3ab는 1000BASE-T라는 별칭이 붙어 있다. IEEE802.3ab라는 이름으로 부르는 것이 아니라 대부분의 경우 1000BASE-T라는 이름으로 부른다. 규격 명칭과 별칭을 정리하면 다음 표와 같다. 별칭을 보면 대략 어떤 규격인지 알 수 있다.

[BASE]의 후반부가 영어인 경우는 전송 매체나 레이저의 종류를 나타낸다.
T: 트위스트 페어 케이블
S: 단파장 레이저
L: 장파장 레이저

표 1.1.1 이더넷은 별칭으로 부르는 일이 많다

전송 속도	전송 매체		레이저의 종류	
	동축 케이블	트위스트 페어 케이블	단파장 레이저	장파장 레이저
10Mbps	10BASE5 IEEE802.3 / 10BASE2 IEEE802.3a	10BASE-T IEEE802.3i		
100Mbps	[BASE]의 후반부가 숫자인 경우는 거리를 나타낸다	100BASE-TX IEEE802.3u		
1Gbps	[BASE]의 앞은 전송 속도를 나타낸다. 10 :10Mbps / 100 :100Mbps / 1000 :1Gbps / 10G :10Gbps	1000BASE-T IEEE802.3ab	1000BASE-SX IEEE802.3z	1000BASE-LX IEEE802.3z
10Gbps		10GBASE-T IEEE802.3an	10GBASE-SR IEEE802.3ae	10GBASE-LR IEEE802.3ae

물리 계층에서는 네트워크의 급속한 확대를 반영하듯 많은 통신 매체 및 규격이 난립하고 있다. 전송 부호화 방식과 신호 변환 방식 등, 이것만으로도 책을 한 권 쓸 수 있을 정도로 내용이 많다. 그러나 유선 LAN 네트워크를 설계 및 구축하는 데 있어서 조심해야 하는 것은 케이블과 커넥터뿐이다. 이 둘을 대응 규격과 관련 지으면서 설명해 나가겠다.

물리 계층에서 일반적으로 사용되는 케이블은 트위스트 페어 케이블과 광케이블의 두 종류다. 커넥터는 사용하는 케이블에 따라 다르기 때문에, 케이블의 설명을 하는 가운데 함께 설명하겠다.

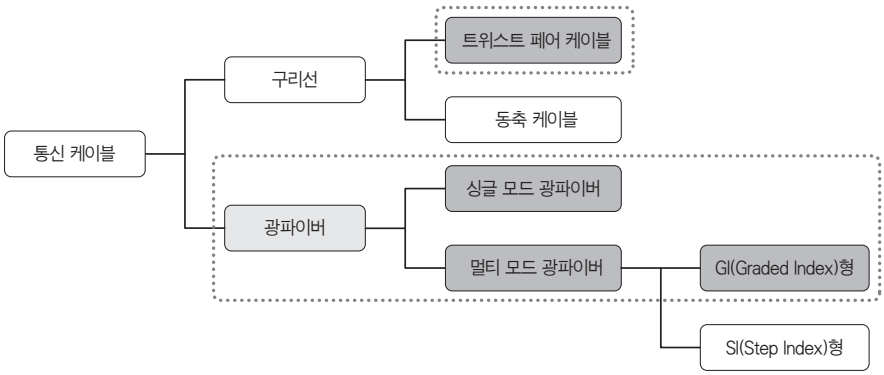


그림 1.1.3 **유선 LAN에서 자주 사용되는 케이블은 두 종류**

표 1.1.2 **트위스트 페어 케이블과 광케이블의 비교**

비교 항목	트위스트 페어 케이블	광파이버 케이블
전송 매체의 내용	구리	유리
전송 속도	느리다	빠르다
신호의 감쇄	크다	작다
전자기 노이즈의 영향	크다	없다
취급	쉽다	어렵다
비용	싸다	비싸다

트위스트 페어 케이블의 포인트는 카테고리와 거리 제한

우선 트위스트 페어 케이블이다. ○○BASE-T나 ○○BASE-TX로 되어 있는 규격은 트위스트 페어 케이블을 사용하는 규격이다. ○○BASE-T의 'T'는 트위스트 페어 케이블의 T다.

트위스트 페어 케이블은 언뜻 보면 하나의 케이블이지만, 실제로는 **8개의 구리선을 두 개씩(페어) 꼬아서(트위스트), 한 줄로 만든 케이블이다.** 케이블 부분을 알루미늄 포일(foil) 등으로 차폐 처리한 STP(Shielded Twist Pair) 케이블과 차폐 처리하지 않은 UTP(Unshielded Twist Pair) 케이블의 두 종류로 나눌 수 있다.

자주 눈에 띄는 LAN 케이블은 UTP 케이블

UTP 케이블은 흔히 LAN 케이블이라고 불린다. 회사나 가정, 가전 판매점 등에서도 자주 볼 수 있기 때문에 일반적으로 가장 친숙한 케이블일 것이다. UTP 케이블은 취급하기 쉽고, 가격도 저렴하기 때문에 폭발적으로 보급되었다. 최근에는 색상도 다양하고 가늘어진 것도 등장해

서 그런지 세련된 제품도 많다. 그러나 전자기성의 노이즈에 약하다는 일면도 동시에 가지고 있어 공장 등 전자기성의 노이즈가 많은 환경에서 사용하기에는 적합하지 않다.

전자기성 노이즈에 약하다는 약점을 극복한 케이블이 STP 케이블이다. 케이블을 차폐 처리하여 내부 및 외부의 전자기성 노이즈의 영향을 줄일 수 있다. 단, 불행히도 차폐 처리로 인해 쉽게 둘둘 말거나 하는 식으로의 취급이 어렵게 되어 당분간 공장 등 가혹한 환경에서밖에 만날 기회가 없을 것이다. 서버 사이트에서 사용하는 일도 없을 것이다.

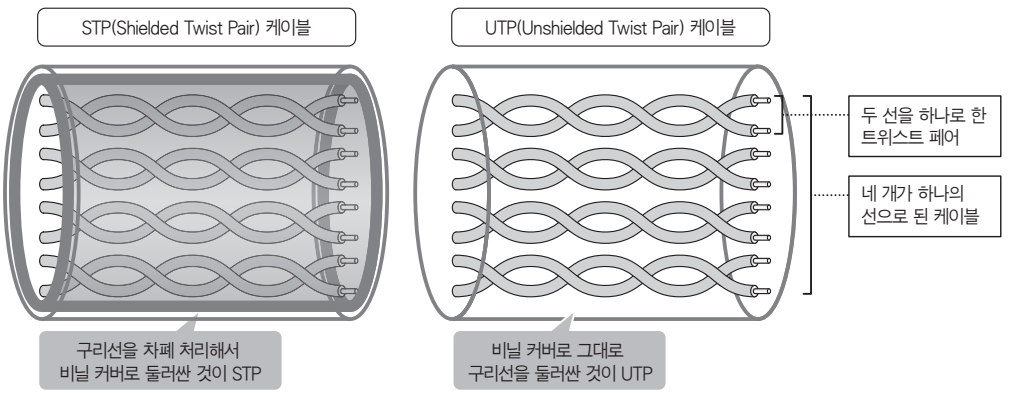


그림 1.1.4 **UTP와 STP의 차이는 차폐 처리의 유무**

카테고리가 클수록 빠른 규격에 대응할 수 있다

트위스트 페어 케이블에는 **카테고리**라는 개념이 있다. 가전 판매점에서 LAN 케이블의 스펙표를 차근차근 살펴보면, 카테고리 6 또는 카테고리 5e 등의 표기가 있을 것이다. 이 카테고리가 전송 속도에 직결된다. **카테고리가 클수록 전송 속도가 빠른 규격에 대응할 수 있다.**

현재의 이더넷 환경에서 사용되고 있는 카테고리는 카테고리 5 이상이다. 카테고리 1에서 카테고리 4까지의 케이블은 100BASE-TX나 1000BASE-T와 같은 최근의 규격에는 대응하지 않는다. 따라서 예전 케이블 환경을 활용하면서 현재 주류가 된 고속 이더넷 환경으로 마이그레이션(migration)하는 경우는 주의가 필요하다. 대응하고 있는 규격을 제대로 확인해야 한다.

특히 구리 선의 수(심수)가 적을 때는 더욱 주의가 필요하다. 예를 들어, 카테고리 3의 케이블은 심수가 네 개밖에 없다. 대조적으로, 1000BASE-T는 8개의 구리선을 최대한 사용하여 처리량(throughput)의 향상을 도모하고 있다. 그러므로 만약 카테고리 3의 환경을 활용하면서 1000BASE-T의 환경으로 마이그레이션하려고 생각한다면, 이는 링크 업조차 안 될 것이다. 즉,

현장에서 식은땀만 흘리게 될 뿐이다. 그러한 타이밍에는 케이블 환경까지 포함하여 교체를 해야 한다.

각 카테고리의 특징과 대응 규격을 정리하면 다음의 표와 같다. 이들을 제대로 확인하면서 트위스트 페어 케이블을 선택하도록 하자.

표 1.1.3 카테고리가 클수록 빠르다

카테고리	종류	심수	대응 주파수	주요 대응 규격	최대 전송 속도	최대 전송 거리
카테고리 3	UTP/STP	4심 2대	16Mbps	10BASE-T	16Mbps	100m
카테고리 4	UTP/STP	4심 2대	20MHz	Token Ring	20Mbps	100m
카테고리 5	UTP/STP	8심 4대	100MHz	100BASE-TX	100Mbps	100m
카테고리 5e	UTP/STP	8심 4대	100MHz	1000BASE-T	1Gbps	100m
카테고리 6	UTP/STP	8심 4대	250MHz	1000BASE-T 10GBASE-T	1Gbps 10Gbps	100m 55m(10GBASE-T의 경우)
카테고리 6A	UTP/STP	8심 4대	500MHz	10GBASE-T	10Gbps	100m
카테고리 7	STP	8심 4대	600MHz	10GBASE-T	10Gbps	100m

스트레이트와 크로스를 분류해서 사용하기

트위스트 페어 케이블은 카테고리와는 별도로 **스트레이트 케이블(straight cable)**과 **크로스 케이블(cross cable)**이라는 종류가 있다. 외관은 똑같다고 해도 좋을 만큼 구분하기 어렵다. 다른 곳이라면 'RJ-45'라 불리는 커넥터 부분에서 살짝 보이는 구리선의 배열 정도일 것이다.

스트레이트 케이블과 크로스 케이블은 '**MDI**'와 '**MDI-X**'라는 두 개의 물리적 포트 유형과 밀접하게 서로 관련되어 있다. 트위스트 페어 케이블이 8개의 구리선을 두 개씩(페어) 꼬아서(트위스트), 하나의 케이블로 하고 있다는 것은 앞서 언급한 것과 같다. 서버나 PC의 NIC(Network Interface Card)나 스위치의 물리 포트에는 8개의 구리선을 받아들이기 위한 8개의 핀이 장착되어 있으며, 앞에서 봤을 때 왼쪽부터 번호가 붙어 있다. 그리고 각각에는 역할이 있다.

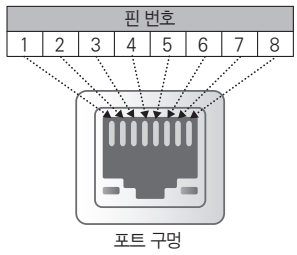


그림 1.1.5 물리 포트에는 8개의 핀이 장착되어 있다

100BASE-TX의 경우, MDI는 핀의 1번과 2번을 보내는 데 사용하고, 3번과 6번을 수신에 사용한다. 그 이외의 핀(4번, 5번, 7번, 8번)은 사용하지 않는다. PC나 서버의 NIC, 라우터(router)의 물리적 포트는 MDI다.

그에 비하여 MDI-X는 MDI와는 반대로 1번과 2번을 수신으로 사용하고, 3번과 6번을 송신에 사용한다. L2 스위치와 L3 스위치의 물리 포트는 MDI-X다.

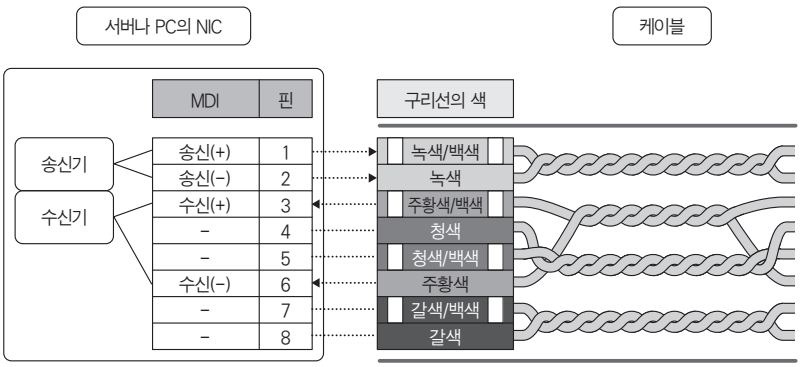


그림 1.1.6 PC나 서버의 NIC는 MDI 포트

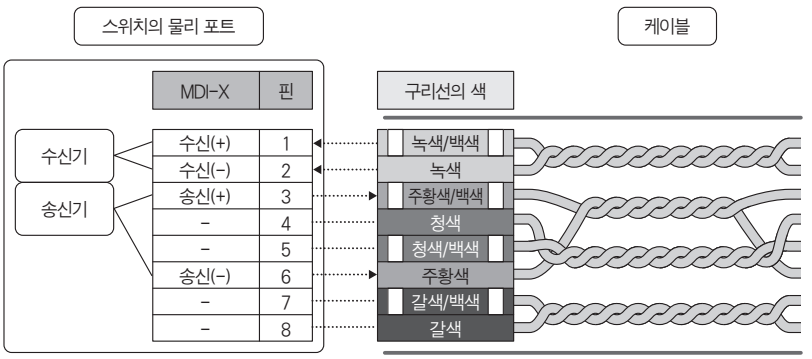


그림 1.1.7 스위치의 물리 포트는 MDI-X 포트

데이터의 흐름을 생각하면, 한쪽에서 데이터를 송신하면 다른 한쪽에서는 수신하는 것이 필연적이다. 한쪽에서 수신하려고 하고 다른 한쪽에서도 수신하려고 하면 서로 마주치는 상태가 되어 버린다. 또한 한쪽에서 송신하고 다른 한쪽에서도 송신하려고 한다면 데이터가 부딪칠 것이다. 따라서 트위스트 페어 케이블 내의 구리선이 병렬로 구성되어 있는 경우, MDI는 MDI-X에 연결해야 한다. MDI에서 송신한 것을 MDI-X에서 수신한다. 또한 MDI-X에서 송신한 것을 MDI에서 수신한다. 구리선이 병렬로 구성되어 있는 케이블을 스트레이트 케이블이라고 한다. 예를 들어, PC나 서버를 스위치에 접속할 경우, MDI와 MDI-X의 관계가 성립하므로 스트레이트 케이블을 사용한다.

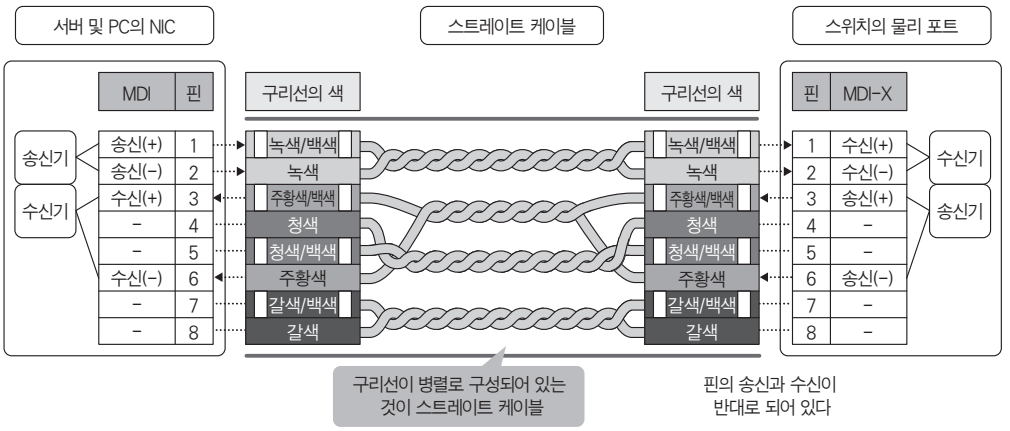


그림 1.1.8 MDI와 MDI-X는 스트레이트 케이블로 접속한다

그러나 모든 접속 환경에서 MDI와 MDI-X의 관계가 성립하지는 않는다. PC와 PC를 연결할 수도 있고, 스위치와 스위치를 연결할 수도 있다. 이 경우 송수신 관계가 성립되지 않는다. 이런 경우는 링크 업조차 하지 않는다.

자, 그럼 어떻게 할까? 이런 경우에는 케이블의 배선을 바꾸면 된다. 이것이 크로스 케이블이다. 크로스 케이블은 동일 포트 유형에서도 송수신 관계가 이루어질 수 있도록 구리선의 배치가 내부적으로 교차하고 있다. 이제 PC와 PC를 연결하더라도 송수신 관계가 성립된다. 또한 스위치와 스위치를 연결하더라도 송수신 관계가 성립된다.

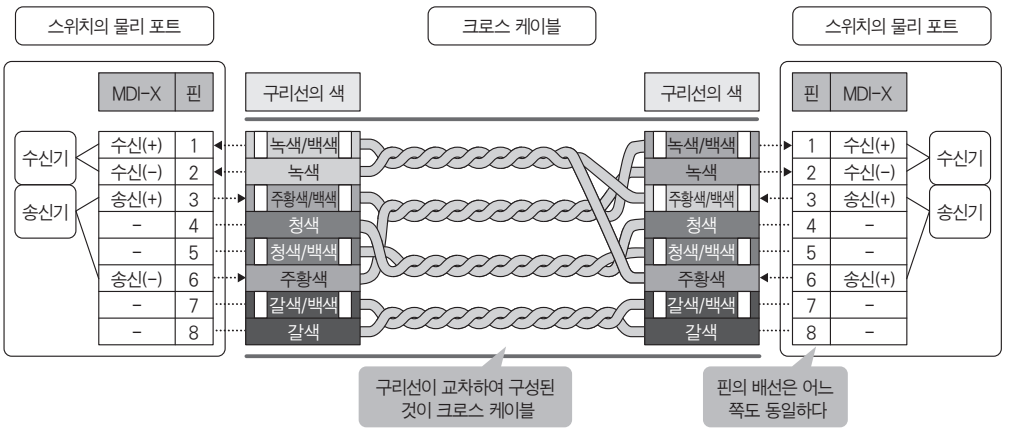


그림 1.1.9 동일 포트 타입의 경우는 크로스 케이블로 접속한다

지금까지 스트레이트 케이블과 크로스 케이블에 대해 설명했는데, 최근에는 크로스 케이블을 별로 사용하지 않게 되었다. 한때 스트레이트 케이블과 크로스 케이블을 엄밀하게 구분하던 시절이 있었지만, 엄격한 구분이 의외로 번거로워 문제의 원인이 되었다. 여기는 크로스로 이곳은 스트레이트로, 이러한 식으로 일일이 지정하는 것은 매우 관리하기가 어려웠기 때문이다. 실제로 대규모 네트워크 환경을 구축할 때 매우 힘들었던 경험이 있다. 그래서 포트 유형을 자동으로 판별하는 Auto MDI/MDI-X 기능이 스위치에 구현되었다. **AutoMDI/MDI-X 기능은 상대방의 포트 유형을 판별하고 그 타입에 따라 수신기와 송신기를 교체하는 기능이다.** 이 기능에 따라 동일한 포트 타입이라도 스트레이트 케이블로 접속할 수 있게 되어 크로스 케이블이 필요 없어졌다. 최근 장비는 대부분 AutoMDI/MDI-X 기능이 구현되어 있어, 일일이 케이블의 종류를 신경 쓸 필요가 없어졌다.

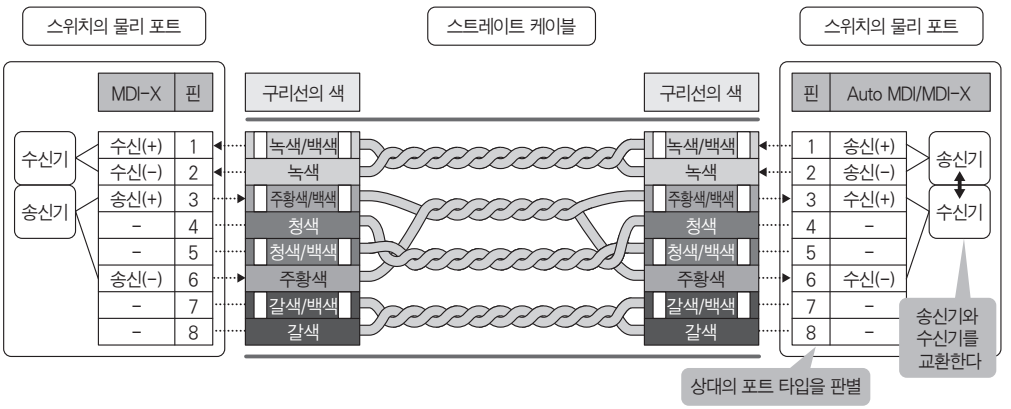


그림 1.1.10 **Auto MDI/MDI-X 기능을 사용하면 모든 스트레이트 케이블을 접속할 수 있다**

1000BASE-T는 8개의 구리선을 모두 사용한다

100BASE-TX의 경우, MDI는 핀 1번과 2번을 송신하는 데 사용하고, 3번과 6번을 수신하는 데 사용한다. 그 외의 핀(4번, 5번, 7번, 8번)은 사용하지 않는다. 따라서 아무리 트위스트 페어 케이블이 8개로 구성되어 있다고 해도 절반인 네 개밖에 사용하지 않는다. 나머지 4핀도 있는데 사용하지 않는 것은 아깝다. 그래서 나머지 4핀도 데이터 통신에 사용하여 처리량의 향상을 도모하고 있는 것이 '1000BASE-T'다. 기가비트 이더넷 환경에서는 가장 많이 사용되는 규격이다. IEEE802 위원회의 이름은 'IEEE802.3ab'다.

1000BASE-T는 100BASE-TX처럼 송신과 수신을 나누어 통신하지 않는다. 송신도 수신도 동일한 핀으로 한다. 송신기/수신기와 핀 간에 하이브리드 회로(hybrid circuit)라고 하는 기판을 내장하여

거기서 송신 데이터와 수신 데이터를 분리한 후 각각 송신기와 수신기에 전달하고 있다. 100BASE-TX의 경우 1번과 2번이 송신용 핀이었다. 1000BASE-T는 1번과 2번을 송신 및 수신에 모두 사용할 수 있다. 1번과 2번으로 송수신, 3번과 6번으로 송수신, 4번과 5번으로 송수신, 7번과 8번으로 송수신 하는 식으로, 네 쌍 모두에서 송수신을 실시하여, 1Gbps라는 고속 통신을 실현한다.

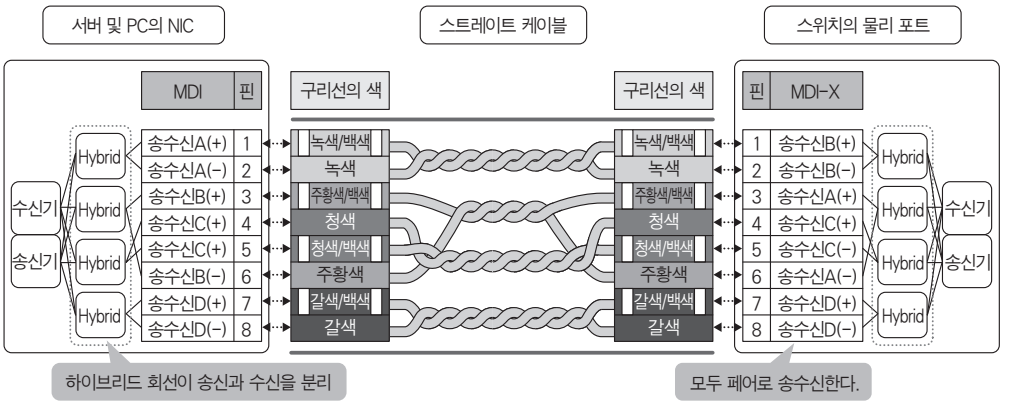


그림 1.1.11 **1000BASE-T는 8개의 구리선을 모두 사용한다**

속도와 듀플렉스는 주변과 맞춘다

지금까지 트위스트 페어 케이블의 구조에 대해 설명했다. 아주 상세하고 매우 깊이 있는 내용이었다. 그러나 물리 계층 부분은 케이블 및 NIC 등 하드웨어에 의존한 부분이 많아서 실제로 네트워크 장비를 설정할 때는 그다지 설정 항목이 없는 편이다. 트위스트 페어 케이블을 사용할 때 주의해야 하는 설정은 포트의 '속도'와 '듀플렉스(duplex)'뿐이다. **속도 및 듀플렉스의 설정을 '반드시' 인접한 장비와 함께 맞추어야 한다.**

속도는 그 이름대로 전송 속도를 나타낸다. 100Mbps 및 1000Mbps 등 서버의 NIC와 네트워크 장비의 물리 포트에 맞게 설정한다.

듀플렉스는 양방향 통신 방식을 나타낸다. 네트워크의 세계는 단방향 통신이 아닌 양방향 통신으로 이루어져 있다. 이 양방향 통신을 어떻게 성립시킬지에 대한 방식을 듀플렉스라고 한다. 하프 듀플렉스(half duplex: 반이중 통신)와 풀 듀플렉스(full duplex: 전이중 통신)가 있다. 반이중 통신은 동시에 단방향밖에 통신을 하지 않고 방향을 전환함으로써 양방향 통신을 성립시킨다. 10BASE2 및 10BASE5 등 과거의 규격에서 사용되었지만, 이제는 일부러 이것을 선호해서 사용해야 할 일이 없는 상황이다. 10GBASE-T에서는 반이중 통신의 개념 자체가 없어졌다. 반이중 통신이 있으면 대용량 파일을 주고받을 때 오류가 발생하여 처리량이 상승하지 않는다. 이에 반

해 전이중 통신은 동시에 송수신을 실시하여 양방향 통신을 성립시킨다. 송신과 수신에 별도의 통신 채널을 설정한다. 지금은 이 전이중 통신이 절대적이다. 전이중 통신이 될 수 있도록 포트를 설정해야 한다.

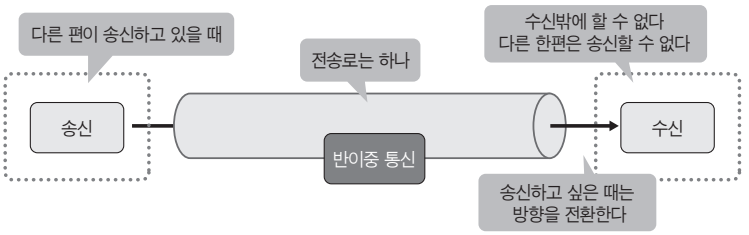


그림 1.1.12 반이중 통신은 전송기가 하나

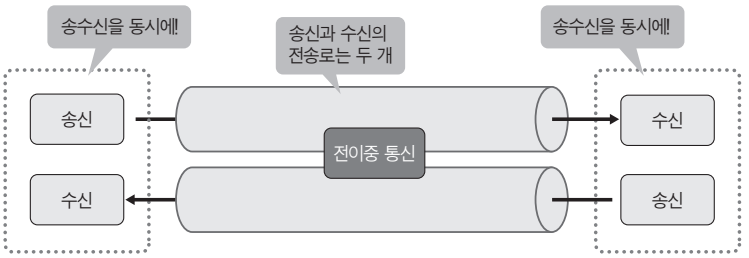


그림 1.1.13 전이중 통신은 전송기가 둘

속도 및 듀플렉스 모드(mode) 설정을 수동으로 설정하는 경우와 자동(자동 협상)으로 설정하는 경우가 있다. 어느 쪽이든 두 기기의 설정을 맞출 필요가 있다.

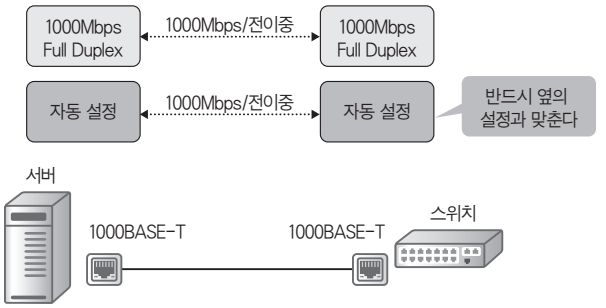


그림 1.1.14 반드시 두 기기의 속도와 듀플렉스를 맞추어야 한다

수동으로 설정하는 경우, 어느 쪽 포트든 속도 설정이 다르면 링크 업조차 하지 않는다. 또한 듀플렉스 설정이 다른 경우, 링크 업은 하지만 대부분 통신할 수 없는 상태가 된다.

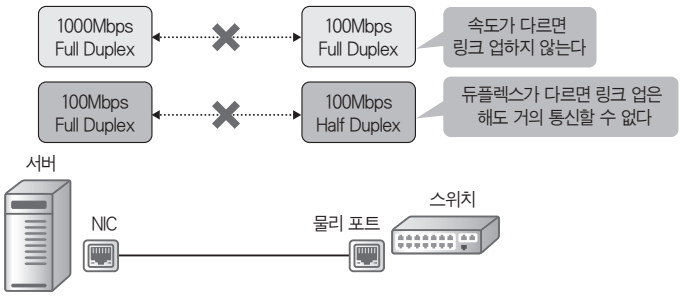


그림 1.1.15 수동 설정에서 속도나 듀플렉스 설정이 다르면 통신이 되지 않는다

자동 설정을 위해 오토 네고시에이션(auto negotiation) 기능을 사용하는 경우에도 주의가 필요하다. 자동 설정은 FLP(Fast Link Pulse)라는 신호를 교환하여 속도와 듀플렉스 모드를 결정한다. FLP로 서로 서포트하는 속도와 듀플렉스 모드를 주고받아, 미리 정해진 우선순위에 따라 속도와 듀플렉스 모드를 결정한다.

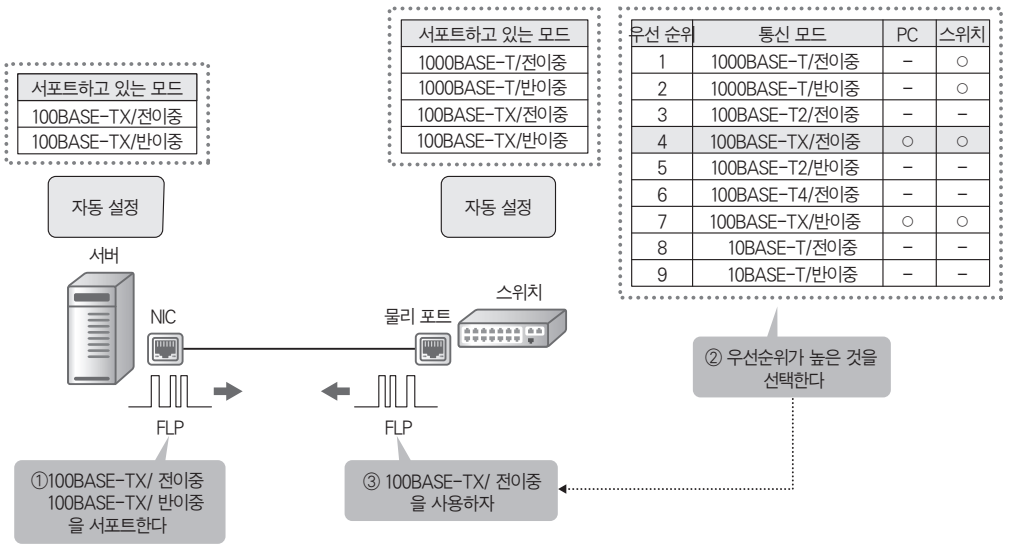


그림 1.1.16 서로의 신호를 교환하여 속도와 듀플렉스를 결정한다

모두 자동 설정을 한 경우, 결과적으로는 전이중이 선택되기 때문에 문제가 없을 것이다. 그러나 한쪽만 자동 설정인 경우, 디폴트(default)인 듀플렉스 설정인 반이중 방식이 선택되어 버린다. 보낸 FLP에 대해 FLP 이외의 신호가 반환되면 반이중으로 선택되게 되어 있기 때문이다. 이렇게 되면 생각처럼 처리량이 상승하지 않는다. 한쪽이 자동인 경우는 다른 쪽도 자동으로 한다. 이것은 절대적이다.

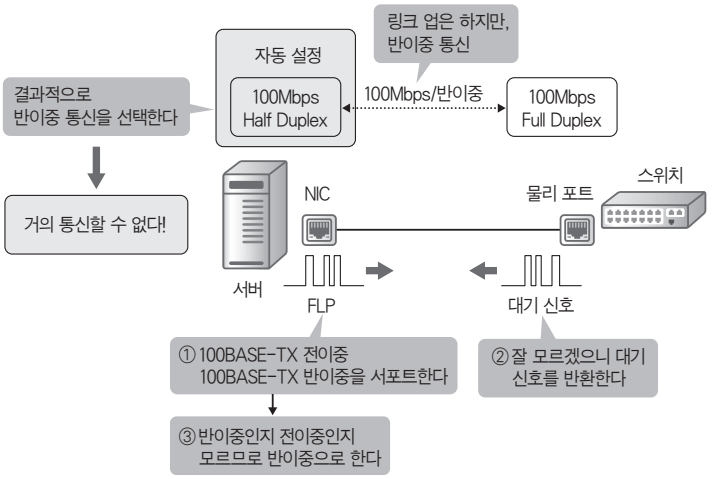


그림 1.1.17 **자동 설정 시의 주의할 점**

트위스트 페어 케이블은 100m까지

트위스트 페어 케이블은 현 시점에서 가장 많이 사용되는 케이블이지만, 치명적인 약점이 있다. 그것은 거리의 제한이다. **트위스트 페어 케이블은 사양상 100m까지만 연장할 수 있다.** 100m 이상으로 연장하면 전기 신호가 감쇄되어 데이터가 손실된다. 100m를 초과할 경우, 그 중간에 스위치 등의 신호 분배기를 설치하여 거리를 연장해야 한다. 이 거리 제한의 고려는 매우 중요하다. "100m나 되는데……"라고 말하는 사람이 있을지도 모르겠으나, 덕트나 막다른 골목 등의 사정으로 마구 우회해서 케이블을 부설해야 하는 경우도 많아 의외로 100m도 부족할 수 있다. 케이블의 부설 경로를 확실히 확인하여 100m를 초과하지 않도록 하자. 물론 중계 장비를 사용하여 연장해서 사용할 수도 있다. 그러나 이 경우 운용 관리 대수가 증가할 뿐만 아니라 장애 포인트도 많이 증가하므로 그다지 실용적이지 않다. 이러한 경우 광케이블을 사용한다. 광케이블에 대해서는 다음 절에서 설명하겠다.

리피터 허브에서 패킷 붙잡기

물리 계층에서 작동하는 기기 중 가장 실용적인 장비는 리피터 허브(repeater hub)일 것이다. 리피터 허브는 포트에서 받은 신호를 복사하여 그대로 모든 포트로 보내는 매우 단순한 동작을 한다. 모든 포트에 데이터를 보내 버리므로, 그 리피터 허브에 연결된 기기 모두가 관련 없는 데이터를 받아들여 트래픽에 있어서 효율적이지 않다. 최근에는 스위칭 허브(switching hub)로 대체되어 거의 찾아볼 수 없게 되었다. 데이터 통신을 지탱하는 허브로서의 역할은 끝났다고 생각해도 좋을 것이다.

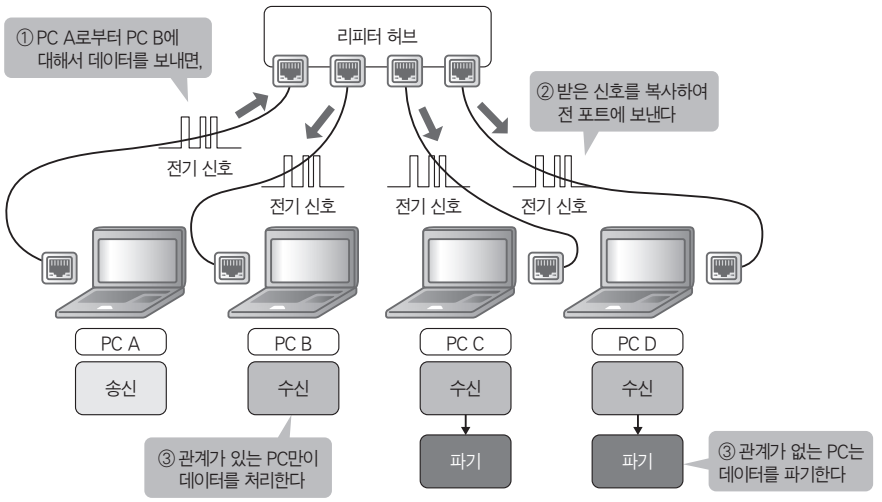


그림 1.1.18 리피터 허브는 모든 포트에 복사본을 보낸다

리피터 허브의 진면목은 트러블 슈팅이다. 패킷(packet)을 취득하고 싶은 PC나 서버 사이에서 리피터 허브를 삽입하여 같은 열에 PC를 배치하면 해당 기기에서 교환하고 있는 신호를 수신할 수 있다. 받은 디지털 신호를 와이어샤크(Wireshark)와 이더피크(EtherPeek) 등의 전용 소프트웨어로 캡처(capture)하여 분석한다. 리피터 허브를 사용하면, 기존 장비의 설정을 변경하지 않고 패킷을 캡처할 수 있기 때문에 패킷 수준까지 자세히 세분화하여 해석해야 하는 트러블 슈팅 시에 그 진가를 발휘한다.

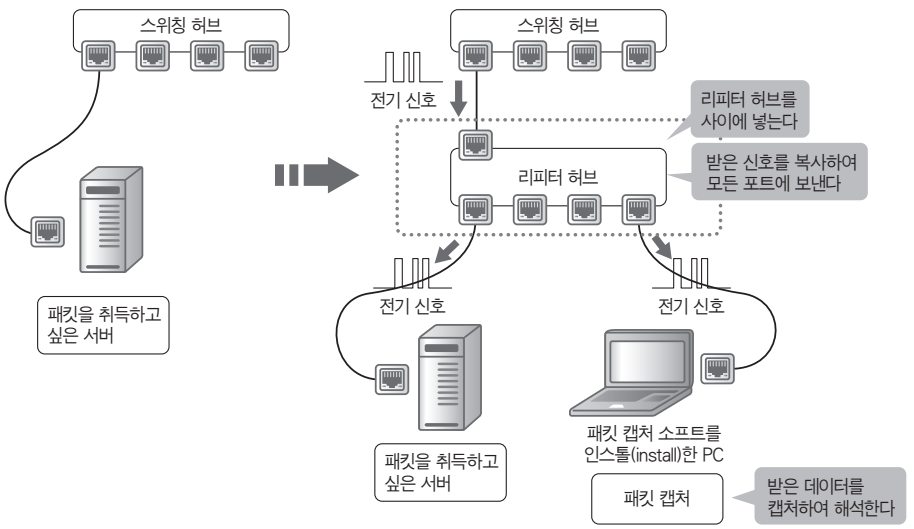


그림 1.1.19 리피터 허브로 트러블 슈팅

광케이블은 유리로 되어 있다

다음으로 광케이블이다. ○○BASE-SX/SR 및 ○○BASE-LX/LR로 되어 있는 규격은 광케이블을 사용하는 규격이다. ○○BASE-SX/SR의 'S'는 'Short Wavelength(단파장)'의 'S', ○○BASE-LX/LR의 'L'은 'Long Wavelength(장파장)'의 'L'로 각각 레이저의 종류를 나타낸다. 사용하는 레이저의 종류가 그대로 전송 거리와 사용하는 케이블에 관련되어 있다.

광케이블은 유리를 가느다란 관으로 한 것이다.* 광신호를 전송한다. 광케이블은 빛의 굴절률이 높은 '코어(core)'와 굴절률이 약간 낮은 '클래딩(cladding)'이라는 2계층으로 구성되어 있다. 굴절률이 다른 유리를 2계층 구조**로 하여 빛을 코어 안에 집어넣어서 손실이 적은 빛의 전송로를 만들고 있다. 이 빛의 전송로를 '모드(mode)'라고 한다.

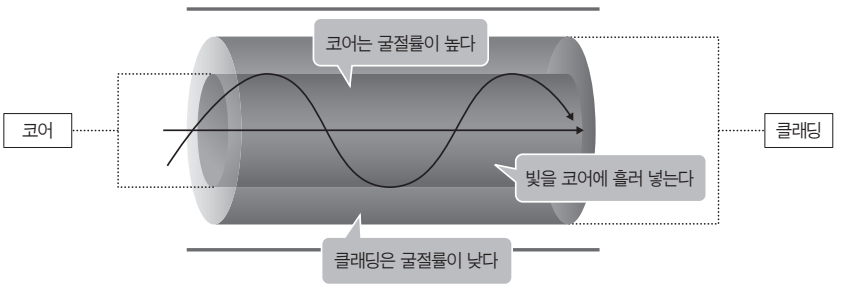


그림 1.1.20 광케이블은 코어와 클래딩으로 되어 있다

실제로 데이터를 보낼 때에는 하나의 심을 송신용, 다른 하나의 심을 수신용으로 해서 2심 1대로 사용해 전이중 통신을 성립시킨다.*** 송수신 관계가 성립되지 않으면 안 되기 때문에 한쪽이 송신인 경우, 다른 하나는 수신이어야 한다. 모두 송신 또는 수신인 경우는 링크 업조차 하지 않는다.

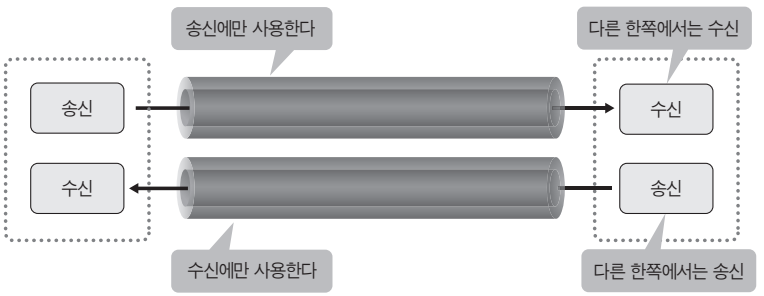


그림 1.1.21 송신과 수신으로 별개의 광케이블 사용하기

광케이블은 거리를 길게 해도 신호가 감쇄하기 어렵고, 광대역을 유지할 수 있다. 트위스트 페어 케이블보다 훨씬 길게 연장할 수 있다. 그러나 케이블의 구조가 정밀하여 취급하기 어렵다는 단점이 있다.

★ 최근에는 플라스틱 파이버(plastic fiber)나 폴리머 파이버(polymer fiber) 등 유리 이외의 것으로 만들어진 광케이블도 있다. 그러나 일반적으로 사용되는 광케이블은 고순도의 석영 유리로 되어 있다.
★★ 피복된 커버를 합하면 3계층이다.
★★★ 1000BASE-BX는 1심으로 송신용 파장과 수신용 파장을 나누어 송수신할 수 있다.

멀티와 싱글을 나누어 사용하기

광케이블에는 **멀티 모드 광파이버(MMF, Multi Mode Optical Fiber)**와 **싱글 모드 광파이버(SMF, Single Mode Optical Fiber)**의 두 종류가 있다. 둘의 차이는 광신호가 통과하는 코어의 직경이다.

▶ 멀티 모드 광파이버

멀티 모드 광파이버는 코어 직경이 50μm 또는 62.5μm의 광케이블이다. 1000BASE-SX 및 10GBASE-SR에 사용되고 있다.★ 코어 직경이 크기 때문에 빛의 전송로(모드)가 분산되어 여러(멀티) 개다. 전송로가 복수이므로 싱글 모드 광파이버와 비교하여 전송 손실이 커지고 전송 거리도 짧다(~550m). 그러나 싱글 모드 광파이버보다 가격도 싸고 처리도 쉽기 때문에 LAN 등 비교적 근거리 전송에 사용된다. 멀티 모드 광파이버는 코어의 굴절률에 따라 SI(Step Index)형과 GI(Graded Index)형의 두 종류가 있다. **현재 사용되는 멀티 모드 광파이버는 GI형이다.** 멀티 모드 광파이버라고 하면 GI형을 생각해도 좋을 것이다. GI형은 코어의 굴절률을 완만하게(graded) 변화시켜 모든 빛의 전송로가 동일 시간에 도달하게 한다. 이렇게 함으로써 전송 손실을 줄이고 있다.

★ 1000BASE-LX도 사용할 수 있다. 그 경우, 전송 거리가 멀티 모드 광파이버의 전송 거리(~550m)가 된다.

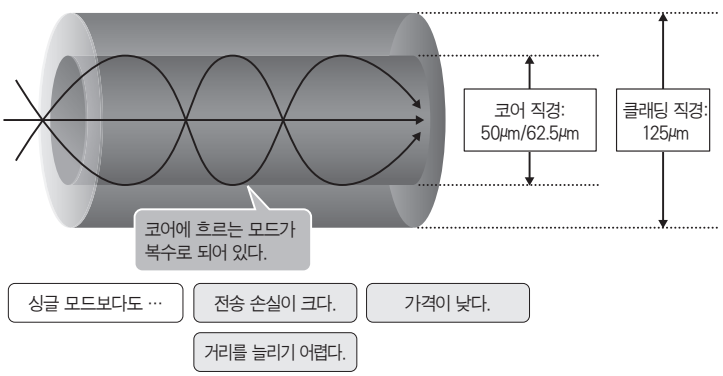


그림 1.1.22 **멀티 모드 광파이버는 전송로가 여러 개 있다**

▶ 싱글 모드 광파이버

싱글 모드 광파이버는 코어 직경이 8~10μm의 광파이버 케이블이다. 1000BASE-LX나 10GBASE-LR에서 사용되고 있다. 코어 직경을 작게 한 것뿐만 아니라, 코어와 클래딩의 굴절률 차이를 적절하게 제어함으로써 **빛의 전송로(모드)를 하나(싱글)로 하고 있다.** 전송로가 하나가 되도록 엄격하게 설계되어 있기 때문에 장거리 전송도 할 수 있고 대용량의 데이터도 전송할 수 있다. 집이나 회사 등에서는 좀처럼 볼 수 없지만, 데이터 센터와 인터넷 서비스 제공자(ISP, Internet Service Provider)의 백본(backbone) 시설을 돌아다니다 보면 자주 볼 수 있다. 개인적으로, 싱글 모드 광파이버는 왠지 모르겠지만 노란색 케이블이 많은 것 같다. 전송 손실도 작고, 장거리 통신이 가능해서 좋기는 하지만, 가격이 비싸다는 점이 곤란하다.

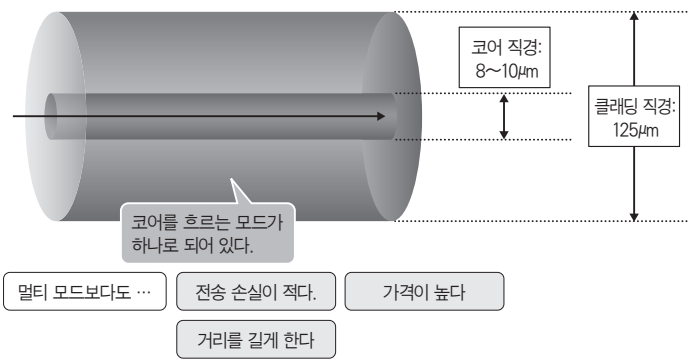


그림 1.1.23 **싱글 모드 광파이버는 빛의 전송로가 하나만 있다**

2개의 광파이버 케이블를 비교하면 다음 표와 같다.

표 1.1.4 **싱글과 멀티의 비교**

비교 항목	멀티 모드 광파이버	싱글 모드 광파이버
코어 직경	50μm 62.5μm	8~10μm
클래딩 직경	125μm	125μm
광전송로(모드)	복수	하나
모드 분산	있음	없음
전송 손실	작다	좀 더 작다
전송 거리	~550m	~70km
케이블의 취급	하기 어렵다	훨씬 어렵다
비용	비싸다	훨씬 비싸다

광파이버 케이블을 사용하는 규격

광파이버 케이블을 사용하는 규격에는 여러 가지가 있어, 이해하기 어렵다는 소리를 자주 듣는다. 사용 규격이 케이블 선택에 직결된다. 여기에서 일단 정리해 보자.

규격을 정리할 때 가장 알기 쉬운 것은 ○BASE-□△의 □부분이다. 이 부분이 레이저의 종류를 나타내고 있어, 필자는 이 문자 규격을 정리하도록 하고 있다. '1000BASE-SX'를 예로 들어 보자. '1000BASE-SX'의 'S'는 Short Wavelength(단파장)의 'S'다.★ 'S'가 붙는 규격은 850nm 파장이라는 짧은 파장의 레이저를 사용하고 있으며, 멀티 모드 광파이버에만 사용할 수 있다. 필자 자신은 "S는 Short이니까 짧은 멀티 모드, L은 Long이므로 긴 싱글 모드, 하지만 대는 소도 겸하기 때문에 멀티 모드 사용도 사용하자"라는 대략적인 느낌으로 기억하고 있다.

★ 'X'는 '1000BASE-X'의 'X'다. '1000BASE-X'는 광파이버를 사용하는 기가비트 이더넷 규격의 총칭이다. 참고로 10GBASE-SR 및 10GBASE-LR에서 사용하는 'R'는 '10GBASE-R'의 'R'이다. '10GBASE-R'은 10 기가비트 이더넷 규격의 총칭이다.

광파이버 케이블을 사용하는 규격을 정리하면 다음의 표와 같다.

표 1.1.5 1000BASE-X에서 사용할 수 있는 케이블

	전송 매체			
	MMF(멀티 모드 광파이버)		SMF(싱글 모드 광파이버)	
코어 직경	62.5μm	50μm	8~10μm	
거리**	275m (200MHz · km 시)	550m (500MHz · km 시)	10km	70km
파장	850nm		1310nm	1550nm
1Gbps의 규격 (1000BASE-X)	1000BASE-SX IEEE802.3z			
	1000BASE-LX IEEE802.3z			1000BASE-ZX 시스코 독자

★★ 괄호 안은 모드 대역폭을 나타내고 있다. 심이 클수록 전송 손실이 작아 장거리에 대응할 수 있다.

표 1.1.6 **10GBASE-R에서 사용할 수 있는 케이블**

	전송 매체			
	MMF(멀티 모드 광파이버)		SMF(싱글 모드 광파이버)	
코어 직경	62.5μm	50μm	8~10μm	
거리* **	33m (200MHz · km 시)	300m (2000MHz · km 시)	10km	40km
파장	850nm		1310nm	1550nm
1Gbps의 규격 (1000BASE-R)	10GBASE-SR IEEE802.3ae		10GBASE-LR IEEE802.3ae	10GBASE-ER IEEE802.3ae

*** 괄호 안은 모드 대역폭을 나타내고 있다. 값이 크면 클수록 전송 손실이 작아 장거리에 대응할 수 있다.

자주 사용되는 커넥터는 SC 커넥터와 LC 커넥터

광파이버 커넥터에는 여러 가지 형태가 있지만, LAN 등에서 일반적으로 사용되는 커넥터는 SC 커넥터와 LC 커넥터의 두 종류다. 접속하는 기기나 모듈에 따라 어느 것을 사용할지 선택한다.

▶ SC 커넥터

SC 커넥터는 플러그를 밀어 넣는 것만으로 잠금 기능(lock)이 작동되고, 당기면 쉽게 분리되는 푸시 풀(push pull) 구조의 커넥터다. 취급하기 쉽고, 저비용인 점이 특징이다. 다만, 약간 플러그가 큰 것이 난점이다. 10GBASE-R에서 사용하는 X2 모듈과 전기 신호와 광신호를 양방향으로 변환하는 미디어 컨버터(media convertor) · ONU(Optical Network Unit)와 연결할 때 사용한다.

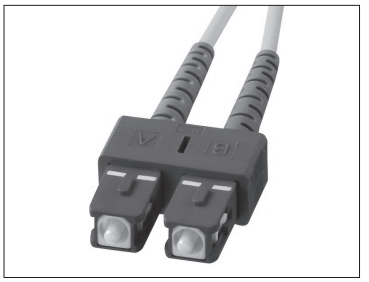


그림 1.1.24 **SC 커넥터의 모습(사진 제공: 산와 서플라이 주식회사)**

▶ LC 커넥터

LC 커넥터의 모습은 SC 커넥터와 비슷하다. 트위스트 페어 케이블의 커넥터(RJ-45)와 동일하게 밀어 넣는 것만으로 잠금 기능이 작동되고, 작은 돌기(ratch)를 눌러 당기면 분리된다.

SC 커넥터보다 플러그가 작아서 많은 포트를 구현할 수 있다. SFP 모듈 및 SFP+모듈과 접속할 때 사용한다.

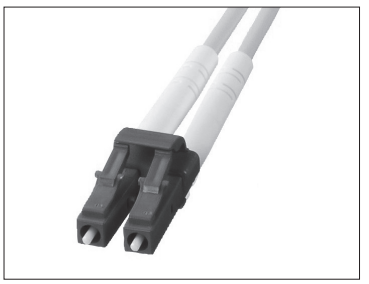


그림 1.1.25 **LC 커넥터의 모습(사진 제공: 산와 서플라이 주식회사)**

SC 커넥터와 LC 커넥터는 어디까지나 커넥터 모양만의 이야기다. 사용하는 규격과는 직접적인 관계가 없다. 우선 사용하고자 하는 규격에 맞게 접속할 기기나 모듈을 선택하고, 다음으로 그들에 맞게 커넥터와 케이블의 종류를 선택한다. 예를 들어, 1000BASE-SX의 SFP가 모듈이 탑재되어 있는 두 개의 스위치를 연결하고 싶은 경우를 생각해 보자. SFP 모듈은 LC 커넥터다. LC-LC의 멀티 모드 광파이버를 선택한다.

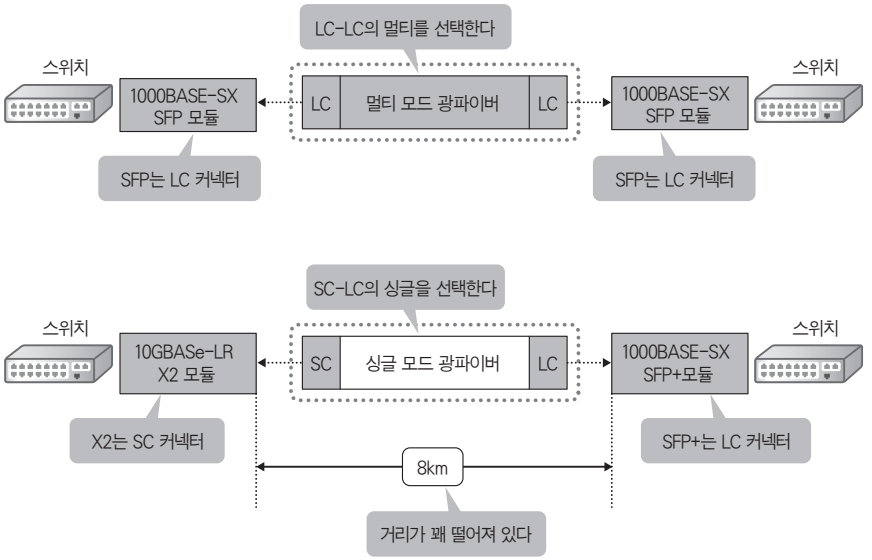


그림 1.1.26 기기와 모듈에 맞춰서 커넥터와 케이블의 종류를 선택한다

1.2 물리 설계

지금까지 물리 계층의 다양한 기술에 대해 설명했다. 여기에서는 이러한 물리 계층 기술을 서버 사이트에서 어떻게 사용해 나가는지, 그리고 사이트를 설계 및 구축할 때 어떤 부분을 주의하면 좋은지에 대한 실용적인 측면을 설명하겠다.

1.2.1 구성 패턴은 두 종류

어떤 기기를 어떻게 배치하고 어떻게 접속할지에 대한 물리적인 구성을 설계한다. 일단 서비스가 가동하면 나중에 크게 구성을 변경하는 것은 매우 어렵다. 물론 할 수 없는 것은 아니지만, 서비스의 일시 정지를 피할 수 없게 된다. 그렇게 되지 않도록 하기 위해서라도 **더 관리하기 쉽고, 더 확장하기 쉬운, 미래 지향적인 물리 구성을 설계해 나갈 필요가 있다.**

서버 사이트에서 일반적으로 사용되고 있는 물리적 구성은 **인라인(In-line) 구성**과 **원암(One-arm) 구성**의 두 가지다. 중소 규모의 시스템 환경에서는 인라인 구성, 대규모 시스템 환경에서는 원암 구성을 채용하는 경향이 있다. 두 개의 포인트를 대략적으로 비교하면 다음의 표와 같다.

표 1.2.1 인라인 구성과 원암 구성의 비교

비교 항목	인라인 구성	원암 구성
구성 이해의 용이성	○	△
트러블 슈팅의 용이성	○	△
구성의 유연성	△	○
확장성	△	○
중복성 및 가용성	○	○
채용의 규모	소규모~중규모	대규모

각 기기가 갖는 기술이나 기능, 왜 이런 물리 구성이 되어 있는지 등등, 상세한 부분에 대해서는 향후의 장으로 구성 패턴을 기초로 설명해 나갈 것이다. 이 절에서는 어떤 식으로 연결되는지 개요만을 파악하길 바란다. 이 물리 구성의 디자인은 많은 기술, 많은 기능의 집대성이다.

모든 기기 배치에 의미가 있다. 다양한 기술과 기능을 이해한 후에 이 절로 돌아와 보면 더 재미있게 느낄 수도 있을 것이다. 그럼, 각각의 구성 개요를 세분화하여 설명하겠다.

인라인 구성으로 관리하기 쉽게

먼저 인라인 구성이다. 통신 경로상에 기기를 배치하기 때문에 인라인 구성이라고 한다. 현재 서버 사이트에서 가장 많이 채용되고 있는 구성일 것이다. 구성이 간단해서 알기 쉽고, 문제 해결도 하기 쉬우므로 작업 관리자들도 선호하고 있다. 인라인 구성이라는 한마디로 표현했지만, 구성의 변화는 다양하여 모든 구성을 채택하는 것은 불가능하다. 여기에서는 대표적인 구성 패턴을 소개한다.

인라인 구성 패턴 1

첫 번째의 구성 패턴이다. 인라인 구성 중에서도 가장 간단하고 알기 쉬운 구성으로 했다. 네트워크 기기의 배치가 위에서부터 사각 그리고 다시 사각, 계속해서 사각형으로 된 이 **스퀘어 구성은 인라인 구성의 기본 중의 기본이다.**

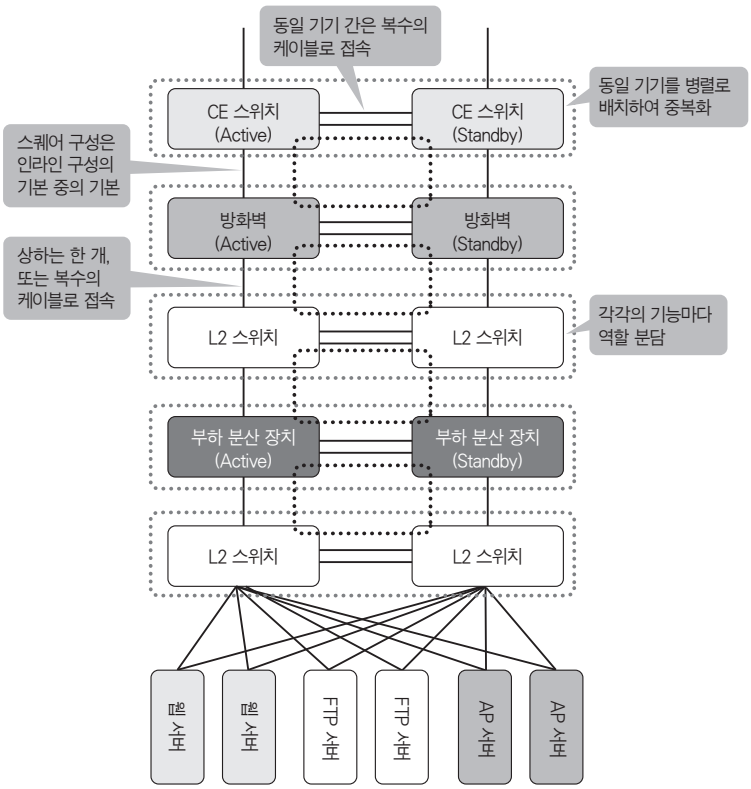


그림 1.2.1 인라인 구성의 구성 패턴 1

같은 장비를 병렬로 배치하여 중복화를 도모하고, 장비 사이를 여러 케이블로 접속한다. 이 복수의 케이블은 중복 구성을 하기 위한 관리 패킷을 교환하거나 장애 시의 우회 경로가 되기도 한다. 위아래로 한 개의 케이블로 접속한다. 이 부분은 트래픽 양에 따라서 늘릴 수도 있다. 여기에서는 이해를 돕기 위해 한 개로 하고 있다.

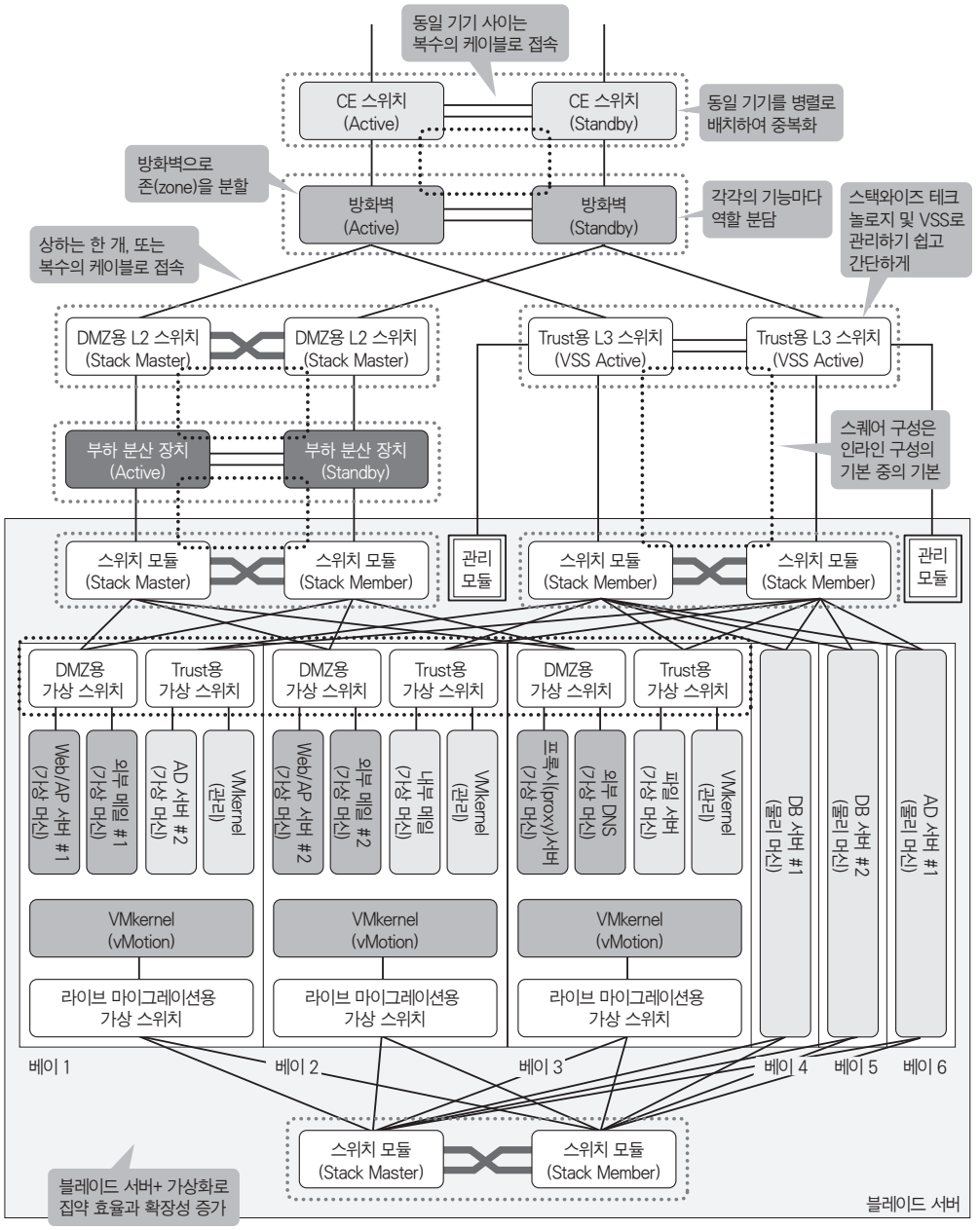
이 구성은 각각의 기기가 기능별로 역할 분담되어 있어, 어딘가가 고장이 났을 경우 다른 기기에 미치는 영향을 최소화하면서 경로를 전환할 수 있는 매우 단순한 구성이다.

인라인 구성 패턴 2

두 번째 구성 패턴이다. 첫 번째의 구성 패턴에 '블레이드 서버(blade server)', '가상화', '스택와이즈 테크놀로지(StackWise technology), VSS(Virtual Switching System)', '보안 영역의 분할'이라는 네 개의 요소를 추가하고 있다. 보기에는 복잡하지만, 잘 보면 확실히 스퀘어(squre) 구성으로 되어 있다. 또한 스택와이즈 테크놀로지를 사용하는 스위치는 전용의 스택(stack) 케이블로 접속한다.

서버는 '블레이드 서버'와 '가상화'로 집약 효율성과 확장성을 높이고, 스위치는 '스택와이즈 테크놀로지, VSS'로 운영 관리의 효율화, 구성의 단순화를 도모하고 있다. 또한, DMZ와 LAN에 보안 영역을 분할하여 보안 등급(security level)의 향상을 도모하고 있다. 이 구성의 경우, 블레이드 서버 특유의 구성을 취하거나 가상화 기능을 사용하기 위해 전용의 네트워크를 만들거나 하는 식으로 구성 패턴 1보다 조금 고려해야 할 부분이 많아진다. 각 요소의 자세한 내용은 '블레이드 서버'는 p.293, '가상화'는 p.149, '스택와이즈 테크놀로지, VSS'는 p.295, '보안 영역의 분할'은 p.270에서 각각 설명하겠다.

이 구성도 구성 패턴 1과 같이 각각의 기기가 기능별로 역할을 분담하고 있다. 어딘가가 고장나면 다른 기기로의 영향을 최소화하면서 경로가 전환되도록 구성을 짜고 있다.



※ 지면 관계상, 서버를 일부 생략하고 있다.

그림 1.2.2 인라인 구성의 구성 패턴 2

원암 구성으로 확장하기 쉽게

다음으로 원암 구성이다. **코어 스위치의 팔 같은 식으로 기기를 배치하기 때문에, 원암 구성이라고 한다.** 사이트 중심부에 위치한 코어 스위치가 여러 역할을 갖게 되므로 인라인 구성보다 구성을 이해하기 어렵다. 하지만 다양한 요구 사항에 부응할 수 있는 유연성과 확장성을 가지고 있어 데이터 센터와 멀티 테넌트(multi-tenant) 환경 등 비교적 큰 사이트에서 채용하고 있다. 원암 구성 또한 대표적인 구성 패턴을 요점과 함께 소개하겠다.

원암 구성 패턴 1

첫 번째 구성 패턴이다. 원암 구성 중에서도 가장 간단하고 알기 쉬운 구성으로 했다.

사실은 이 구성의 경우, 인라인 구성의 구성 패턴 1과 논리적으로 동일한 것이다. 같은 기기를 병렬로 배치하여 중복화를 도모한 부분은 바뀌지 않는다. 종렬의 배치가 다르다. 코어 스위치의 팔 같은 느낌으로 방화벽 및 부하 분산 장치를 배포한다. 인라인 구성은 각각의 기기가 완전히 역할 분담되어 매우 알기 쉽게 배치되어 있었다. 원암 구성에서는 그 역할의 일부를 코어 스위치로 통합한다. 시스템의 중심에 있는 코어 스위치가 많은 역할을 담당하고 있어, 거의 모든 트래픽이 코어 스위치를 경유하도록 구성하고 있다.

기기의 배치는 전혀 다르지만, 사용하는 중복화 기능은 인라인 구성과 동일하다. 어딘가 장애가 발생하면 즉시 경로가 전환되어 새로운 경로를 확보한다. 코어 스위치가 다양한 역할을 담당하고 있기 때문에, 코어 스위치가 다운되었을 때는 모든 장비에 영향을 준다.

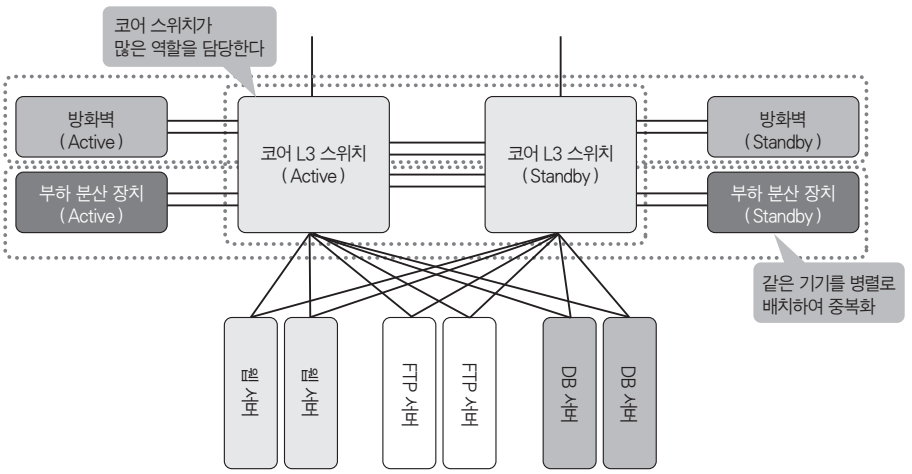
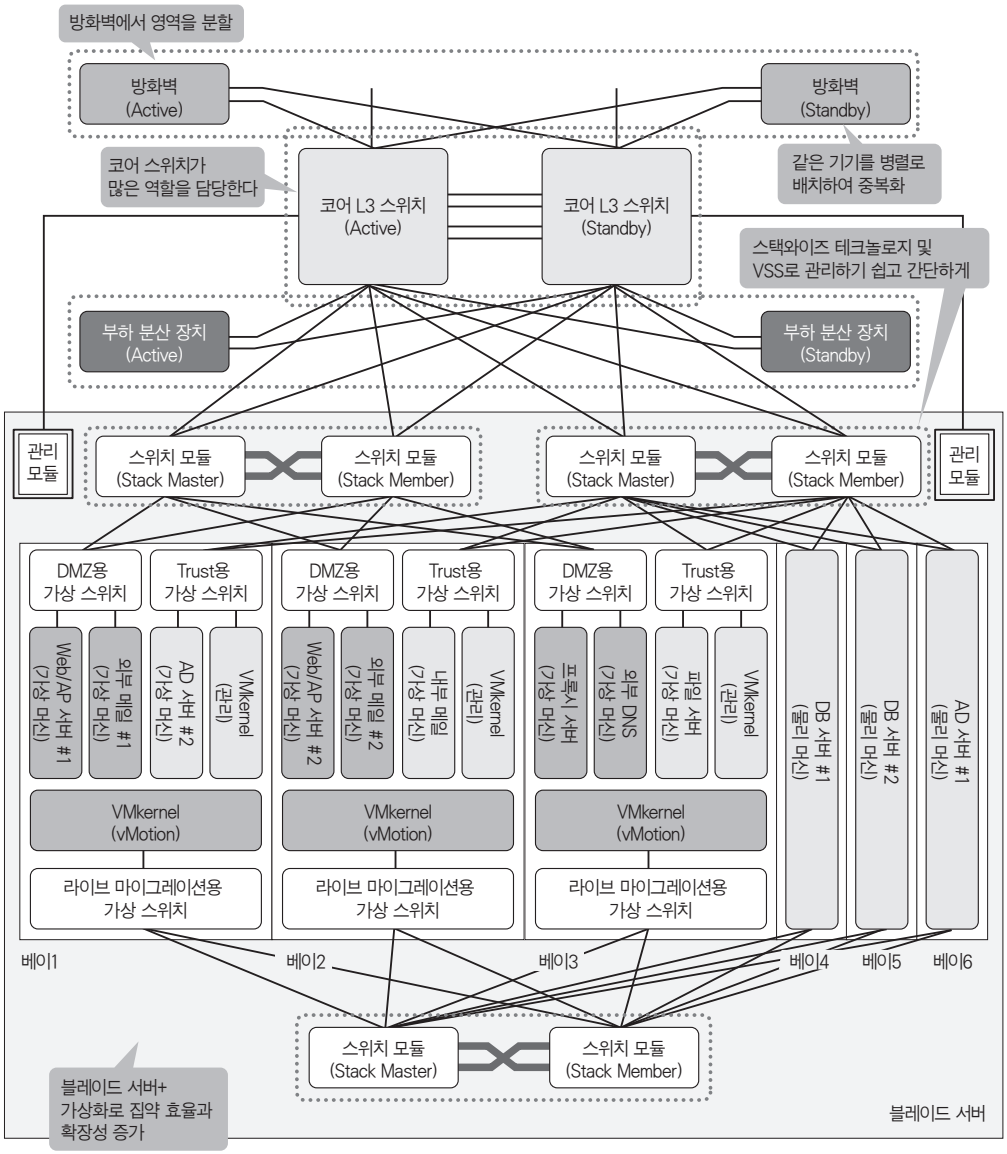


그림 1.2.3 **원암 구성의 구성 패턴 1**

원암 구성 패턴 2

두 번째 구성 패턴이다. 인라인 구성과 동일하게 원암 구성 패턴 1에 '블레이드 서버', '가상화', '스택와이즈 테크놀로지, VSS', '보안 영역의 분할'이라는 네 가지 요소를 추가하고 있다.



※ 지면 관계상, 서버를 일부 생략하고 있다.

그림 1.2.4 원암 구성의 구성 패턴 2

이것 또한 보기에는 복잡하게 보이지만, 기본 구성은 구성 패턴 1과 동일하다. 코어 스위치에 대한 접속 형태가 미묘하게 다르지만, 이것은 두 대의 코어 스위치를 VSS에서 논리적으로 한 대로 구성하고 있기 때문이다. **방화벽 및 부하 분산 장치로부터는 마치 하나의 코어 스위치에 접속하고 있는 것처럼 보인다.** 한 대의 코어 스위치의 팔같이 방화벽 및 부하 분산 장치를 배치하고 있다.

이 구성도 구성 패턴 1과 동일하게, 기기의 배치는 전혀 다르지만, 사용하는 중복화 기능은 인라인 구성과 같다. 어딘가에 장애가 발생하면 즉시 경로를 전환하여 새 경로를 확보한다. 코어 스위치는 구성 패턴 1과 동일하게 여러 가지 역할을 담당하고 있다. 단, 코어 스위치는 VSS에서 논리적으로 한 대로 구성하고 있기 때문에, 예를 들어 코어 스위치가 다운되더라도 패턴 1만큼 주변기기에 영향을 주지는 않는다.

이상의 네 가지 구성은 뒷장에서 기술과 사양을 설명할 때의 구성 패턴으로서 사용한다. 지금은 아직 꽤 어렵게 보일지도 모르겠다. 특히 구성 패턴 2는 여러 가지를 다루고 있기 때문에 현 시점에서는 전혀 이해할 수 없을지도 모르겠다. 그러나 향후의 장에서 기술과 사양을 이해한 후에 이 구성 패턴을 본다면 전혀 다르게 보일 것이다.

1.2.2 가장 커다란 값으로 기종 결정하기

기기의 물리 구성이 결정되면 어느 정도의 성능(spec)을 갖는 기종을 배치할지 생각해야 한다. 어떤 요소를 바탕으로 기종을 선정했는가? 바로 이것이 하드웨어 구성 설계다. 경우에 따라서는 물리 설계의 한 항목으로서가 아니라 하드웨어 구성 설계 및 성능 설계로서 따로 항목을 마련하는 경우도 있다. 이 책에서는 물리적인 기기가 갖는 성능의 설계라는 의미를 감안하여 실제 설계 안에 넣고 있다.

어느 기종을 선택할지는 사용하는 기능이나 비용, 처리량, 커넥션 수, 실적 등 많은 요소를 바탕으로 결정하고 있다. 여기에서는 그중에서도 '처리량'과 '커넥션 수'에 주목하여 설명하겠다. 이 둘은 기종 선정에 있어서 절대적인 지표가 될 수 있다. 기존 기기의 교체라면 SNMP를 사용하여 미리 기존 기기에서 이 둘에 관련된 값을 취득하여 그 다음 기종 선정에 도움이 될 수 있도록 하는 편이 좋다.

SNMP에 대해서는 p.375에서 설명하겠다. 신규 설치라면 상정하는 사용자 수와 상정 애플리케이션, 콘텐츠 크기 등 여러 가지 요소를 바탕으로 예측한다. 자주 있는 일인데, 평상시의 평균값을 사용하여 기종을 선정한다면 처리량이나 커넥션 수는 그다지 의미가 없다. **장기적 또는 단기적으로 액세스(access) 패턴을 분석하여 이 중 가장 큰 값을 사용해서 기종 선정을 한다.**

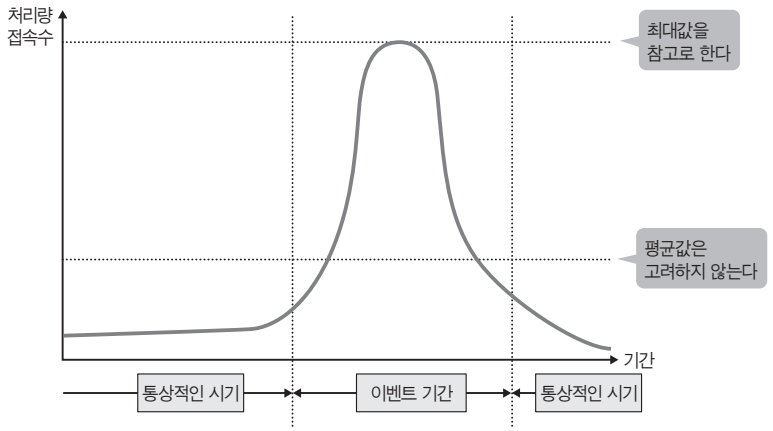


그림 1.2.5 **가장 큰 값 고려하기**

애플리케이션에 따라 필요한 처리량은 다르다

처리량이란, 애플리케이션이 실제로 데이터를 전송할 때의 실효 속도를 말한다. 처리량에는 애플리케이션에 대한 다양한 처리 지연이 포함되어 있으며, 규격상의 이론 값인 전송 속도보다 반드시 작다. 서버 사이트에 있어서 필요한 처리량은 상정하고 있는 최대 동시 사용자 수 및 사용하는 애플리케이션의 트래픽 패턴 등 다양한 요구 사항에 따라 다르다. 각각을 확실히 파악한 후에 필요한 처리량을 산출한다. 네트워크 기기는 각 메이커로부터 비트 손실 없이 데이터 전송을 할 수 있는 값, 최대 처리량이 공표되어 있다. 그 값을 비교하면서 어느 정도의 여유를 가지고 필요 성능을 확인하여 기종을 선정하길 바란다.

기기에 따라서는 사용하는 기능에 따라 최대 처리량이 저하될 수 있다. 이 경우는 사용하는 기능을 고려하여 기기의 최대 처리량을 결정한다. 예를 들어 방화벽 기능만을 유효로 한 경우는 4Gbps나 처리할 수 있는데, 침입 방지 시스템(IPS, Intrusion Prevention System)을 동시에 사용하면 1.3Gbps 밖에 처리할 수 없는 기기도 있곤 한다. 이 시스템에서 IPS를 사용해야 하는 경우는 1.3Gbps가 최대 처리량이 된다. 그 값을 서로 맞춰 나갈 필요가 있는 것이다.

신규 접속수와 동시 접속수를 고려한다

접속수는 1초에 얼마나 많은 접속을 처리할 수 있는가를 말한다. 값이 클수록 많은 데이터를 처리할 수 있다. 방화벽 및 부하 분산 장치를 선정할 때 이 값에 주의해야 한다. 접속에는 **신규 접속수**와 **동시 접속수**의 두 종류가 있다. 신규 접속수는 초당 얼마나 많은 접속을 처리할 수 있

는지를 나타낸다. 동시 접속수는 동시에 어느 정도의 접속을 유지할 수 있는지를 나타낸다.

이 두 값은 보기에는 비례할 것 같지만, 반드시 그렇다고는 할 수 없다. 예를 들어 파일 전송 프로토콜(FTP, File Transfer Protocol)처럼 적은 수의 연결을 오랫동안 유지하는 프로토콜이 액세스를 시도한 적이 있다면 동시 연결수는 증가하기 쉽지만, 새로운 연결의 경우는 그렇게까지 증가하지 않는다.

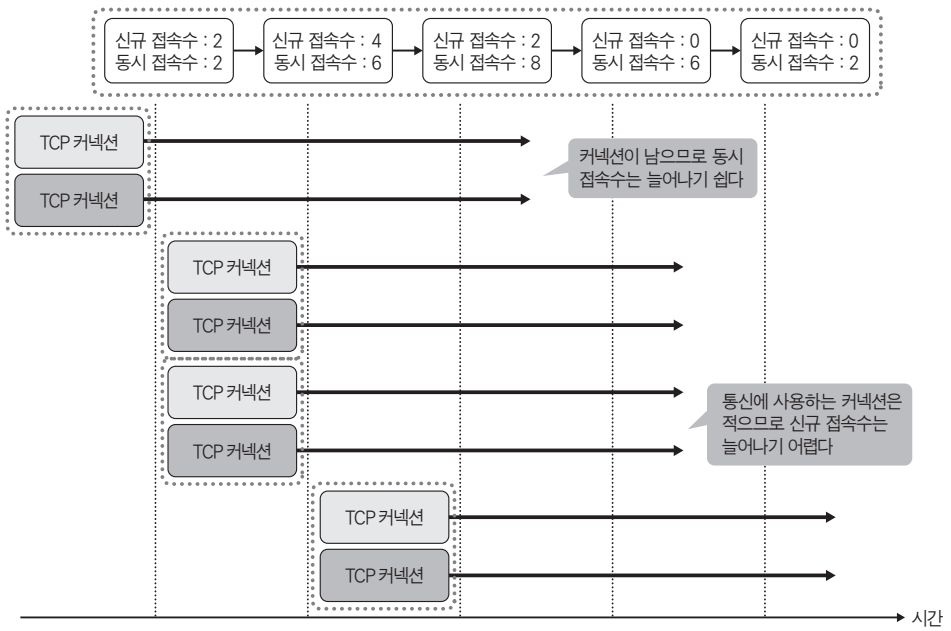


그림 1.2.6 **신규 접속수와 동시 접속수는 반드시 비례하지는 않는다**

필요한 접속수는 예상되는 최대 동시 유저 수 및 사용하는 애플리케이션에 따라 다르다. 각각을 확실히 파악한 후에 필요한 신규 접속수, 동시 접속수를 계산한다. 최대 접속수도 제조사가 공개하고 있다.★ 그 값을 비교하면서 어느 정도의 여유를 가지고 필요한 성능을 확인하여 기종을 선정하길 바란다. 최대 신규 접속수, 최대 동시 접속수, 어느 쪽의 최대 접속수를 초과하더라도 서비스 지연이 발생한다.

★ 제조업체에 따라서는 동시 접속수밖에 공표되지 않을 수도 있다.

지금까지 하드웨어 구성 설계에 대해 설명했는데, 결국 기기의 성능 이상의 결과는 발생하지 않는다. 여러 가지 계수를 이용하여 아무리 계산해도, 그것은 한계가 있다. 기업에 따라서는 그 값을 아슬아슬하게 설정하여 기기를 선정해 버릴 수도 있기 때문에 예기치 않은 트래픽에 전혀 대

응하지 못하기도 한다. 네트워크 기기는 서버에 비해 오래 사용하는 경우가 많아, 스케일 업(scale up)이나 스케일 아웃(scale out)이 어렵다. 충분히 여유를 가지고 성능 설계를 하도록 하자.

어떤 정보를 가지고 그 기종을 선정했는지 그 논리는 매우 중요하다.

1.2.3 안정된 버전 선택하기

네트워크 기기도 서버와 마찬가지로 OS상에서 동작한다. 이상하게도 서버의 OS 버전에 대해서는 신경을 쓰지만, 네트워크 기기의 OS 버전은 신경 쓰지 않는 경우가 많다. 그러나 네트워크 기기의 OS 버전도 서버의 OS 버전만큼이나 중요하다. 특히 최근의 네트워크 기기는 기반으로서 리눅스(Linux) OS를 탑재하고 그 위에 올려지는 서비스에서 기능을 제공하는 경우도 있으므로 더욱더 고려해야 한다. 불안정한 버전을 인스톨하거나 시스템 내에서 OS 버전에 차이가 있는 경우, 향후 운용에 차질을 빚지 않도록 제대로 OS의 버전을 결정해야 한다.

일단 물어 보는 것이 지름길

네트워크 기기에서 패치(patch), 핫픽스(hotfix) 등 최신 수정 프로그램이나 최신 버전을 적용한 OS가 반드시 안정되어 있다고는 할 수 없다. **납품 실적이나 제조업체 및 대리점에서 추천한 것을 사용하는 것이 좋다.** 제조업체 및 대리점에 따라 권장 버전, 안정 버전을 공개하거나, 또는 일부 기업의 경우 기업 내에서 사용하는 버전을 정해 놓고 있기도 한다. 어떤 버전을 선택할지는 그 내용에 따르는 것이 좋다.

OS에 버그(bug)는 있기 마련이다. 시스템을 운용하고 있으면 제조업체 및 대리점의 뉴스레터로 많은 버그가 공개되고 있을 것이다. 그 모두에 대응할 필요는 없다. 그런 것을 일일이 대응한다면 끝이 없다. 시스템에서 사용하는 기능에 대한 버그만을 집어내서 시스템에 미치는 영향이 높은 버그만을 대응하도록 하자. 그리고 하나 더 언급하자면, 서비스 지원 기한도 선택 요소 중 하나가 될 수 있다. 기기에 따라서는 OS 버전마다 서비스 지원 기한이 정해져 있어, 그 이후에는 수정 프로그램이 제공되지 않는다. 본디 동일 버전을 계속해서 사용한다는 것은 불가능하다. 사용하는 OS 버전을 정기적으로 재검토하여, 버전을 업그레이드하자. 예를 들어, 부하 분산 장치의 사실상의 표준인 BIG-IP의 소프트웨어 서비스 지원 기간을 표 1.2.2에 나타내었다.

표 1.2.2 버전에 따라 서비스 지원 기한이 다르다(2014년 1월 현재)

소프트웨어 버전	릴리즈	소프트웨어 개발 종료	테크니컬 서포트 종료
11.4.1	2013년 09월 17일	2016년 09월 17일	2017년 09월 17일
11.4.0	2013년 06월 11일	2015년 06월 11일	2016년 06월 11일
11.3.0	2012년 12월 17일	2014년 12월 17일	2015년 12월 17일
11.2.1	2012년 09월 25일	2015년 09월 25일	2016년 09월 25일
11.2.0	2012년 06월 11일	2014년 06월 11일	2015년 06월 11일
11.1.0	2011년 11월 28일	2013년 11월 28일	2014년 11월 28일
11.0.0	2011년 08월 24일	2013년 08월 24일	2014년 08월 24일
10.2.4	2012년 04월 11일	2015년 12월 31일	2016년 12월 31일
10.2.3	2011년 10월 13일	2015년 12월 31일	2016년 12월 31일
10.2.2	2011년 06월 17일	2015년 12월 31일	2016년 12월 31일
10.2.1	2011년 01월 20일	2015년 12월 31일	2016년 12월 31일
10.1.0	2009년 12월 17일	2015년 12월 31일	2016년 12월 31일

※ URL http://support.f5.com/kb/en-us/solutions/public/5000/900/sol5903.html?sr=28305237

1.2.4 배치와 목적에 따라 케이블을 선택한다

어떤 케이블을 사용하여 접속할지, 접속에 사용할 케이블을 설계한다. 현재 서버 사이트의 물리 계층에서 사용되는 전송 매체는 '트위스트 페어 케이블'이나 '광파이버 케이블' 중 하나다. 아무리 무선 LAN이 고속화되어도, 서버 사이트에서 이것을 사용하려는 도전 정신이 넘치는 시스템 관리자는 아직 없을 것이다. 어느 쪽의 전송 매체를 사용할지는 **비용과 편리성, 물리적 배치 및 데이터의 용도 등 다양한 요구 사항을 바탕으로 결정해 나갈 필요가 있다.** 여기에서는 그중에서도 '물리적인 배치'와 '데이터의 용도'라는 두 가지에 주목하여 설명하겠다.

멀리 떨어진 접속에는 광파이버를 사용한다

앞서 언급한 바와 같이 유선 LAN에서 사용하는 케이블은 모두 거리의 제한이 있다. 거리가 멀어질수록 신호 강도가 떨어져 데이터 손실률이 커진다. 물론 처리량도 떨어진다. 특히 트위스트 페어 케이블은 100m까지만 연장할 수 있기 때문에 그 현상이 현저하게 나타난다. 몇 층 정도를 걸치거나 여러 빌딩이나 동에 걸쳐서 접속하는 기기와 기기 사이가 100m에 가깝다면, 광파이버로 접속하는 편이 무난할 것이다. 거리에 따른 전송 매체를 선택하자. 그중에서도 더 먼 장소와 접속하고 싶다면 싱글 모드 광파이버를 사용하자.

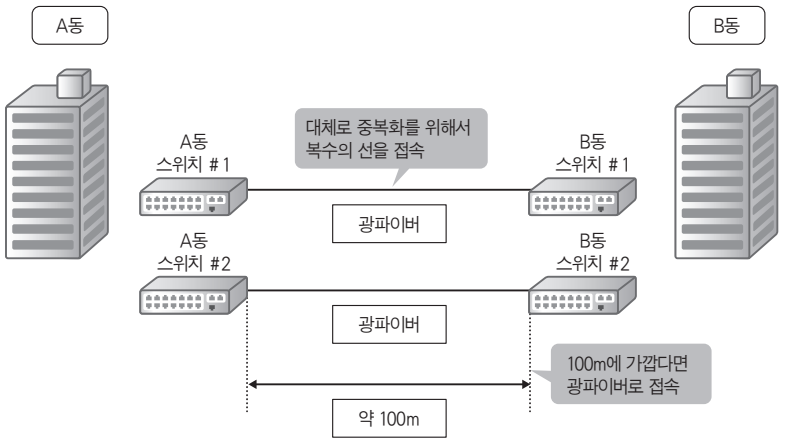


그림 1.2.7 **100m에 가깝다면 광파이버로 접속한다**

스위치가 광파이버에 대응하고 있지 않지만, 어떻게든 거리를 연장하고 싶다면 미디어 컨버터를 사용하는 선택 사항도 있다. 미디어 컨버터는 트위스트 페어 케이블에 흐르는 전기 신호를 광파이버에 흐르는 광신호로 변환하기 위한 기기다. 광파이버에 대응하지 않는 기기를 트위스트 페어 케이블 경유로 미디어 컨버터에 접속하고, 거기서부터는 SC-SC의 광파이버 케이블로 미디어 컨버터에 접속, 마지막으로 트위스트 페어 케이블로 접속하는 식으로 거리를 연장할 수 있다. 미디어 컨버터의 광커넥터는 SC밖에 없기 때문에, SC-SC의 광파이버 케이블이 필요하다.

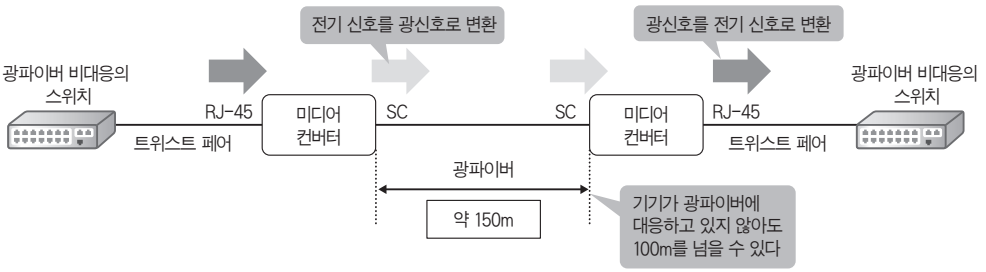


그림 1.2.8 **미디어 컨버터로 거리 연장하기**

광대역, 고신뢰성을 추구한다면 광파이버를 사용한다

트위스트 페어 케이블은 높은 주파수의 신호 감쇠가 두드러져서 광대역(고속) 전송에는 아무래도 한계가 있다. 최근에는 통신이 통합화되어 다양한 통신을 네트워크에 싣도록 되었다. 도로가 1차선에서 3차선으로, 넓으면 넓을수록 정체하기 어렵듯이 이제 광대역 전송 시스템 설계에 필수적

인 것이 되었다. iSCSI(Internet Small Computer System Interface) 및 FCoE(Fibre Channel over Ethernet) 등의 스토리지 통신처럼 항상 광대역을 유지하면서 고신뢰성을 요구하는 통신에서는 광파이버 케이블을 사용하는 것이 좋다. 또한 코어 스위치나 애그리게이션 스위치★ 등 상위에 배치하는 스위치에 대한 업 링크(up link) 부분도 여러 가지 트래픽이 집중하기 쉬운 경향이 있다. 마찬가지로 광대역, 고신뢰성이 요구된다. **광파이버 케이블을 사용하여 광대역 및 고신뢰성을 확보하자.**

★ 애그리게이션 스위치(aggregation switch)는 액세스 스위치나 서버 스위치를 집약한 스위치다. 배포 스위치(distribution switch)라고도 한다.

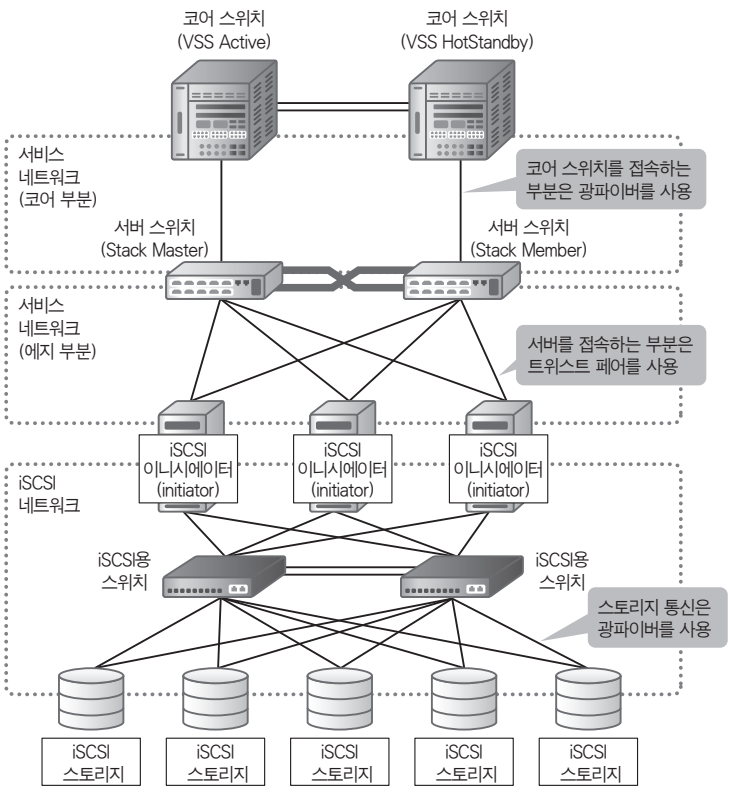


그림 1.2.9 **광대역, 고신뢰성을 추구한다면 광파이버**

트위스트 페어 케이블은 카테고리와 종류를 결정한다

트위스트 페어 케이블을 사용하는 경우는 카테고리에 주의하자. 광대역의 규격이 되면 될수록 전자기성 노이즈의 영향이 두드러지므로 엄밀히 카테고리를 선택해야 한다. 예를 들어 1000BASE-T는 카테고리5e 이상이 권장되고 10GBASE-T는 카테고리 6A 이상이 권장된다. 나중에 혼란을 일으

키지 않도록 설계할 때에 어떤 카테고리를 사용할지 확실히 정해 두자.

아울러, 트위스트 페어 케이블을 사용하는 경우, **스트레이트 케이블과 크로스 케이블 중 어느 쪽을 사용할지가 중요하다.** 이것은 Auto MDI/MDI-X 기능을 유효로 하고 있는 경우는 그다지 신경 쓸 필요가 없다. 무효로 하고 있는 경우, 종별이 맞지 않으면 접속할 수 없다. 예를 들어 같은 종류의 네트워크 기기를 연결할 때는 크로스 케이블, 서버나 PC, 다른 종류의 네트워크 기기를 연결할 때는 스트레이트 케이블과 같은 식으로 정해 두자.

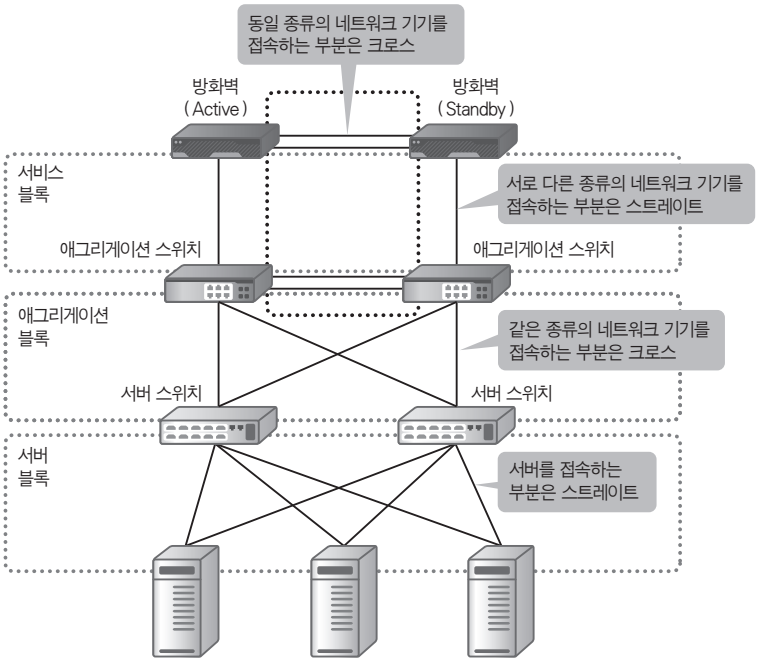


그림 1.2.10 **Auto MDI/MDI-X 기능이 무효일 때는 크로스인지 스트레이트인지를 정한다**

케이블의 색상을 정해 둔다

의외로 중요한 요소 중 하나가 케이블의 색상이다. **어디에 또는 무엇에, 어떤 색의 케이블을 사용할지를 정해 두면 한눈에 용도를 확인할 수 있어 운용 관리가 쉬워진다.** 케이블의 종류에 의한 분류가 일반적이라고 생각한다. 예를 들어 크로스 케이블은 빨간색, 스트레이트 케이블은 파란색과 같은 식으로 분류해 두면 케이블 불량이 발생했을 때 한눈에 어느 케이블을 준비해야 할지 판단할 수 있어 신속하게 대응할 수 있다.

그러고 보면 필자는 이전에 무지개 색만큼이나 많은 색의 케이블을 사용한 서버 사이트를 본 적이 있다. 9색의 LAN 케이블로 장식된 그 모습은 확실히 선명하고 멋졌다.

무엇보다 그렇게나 다채로운 색상의 LAN 케이블이 있는 것에 놀랐다. 그러나 이렇게 되면 처음에 상당히 많은 예비 케이블을 준비해 두어야 한다. 왜냐하면 향후 확장할 때 케이블의 준비가 귀찮은 일이 되기 때문이다. 어느 정도의 색을 사용할지 포인트를 정해 두는 편이 좋을 것이다.

지금까지 어떤 케이블을 선택할지에 대해 논의했다. 혹시 "그냥, 모두 광케이블을 사용하면 되잖아?"라고 말하는 독자도 있을지 모르겠다. 확실히 그럴지도 모른다. 물 쓰듯 쓸 수 있는 돈이 있다면 그것도 좋을 것이다. 하지만 모든 사람이 그렇게 할 수는 없다. 왜냐하면 광파이버 케이블과 커넥터는 가격이 비싸다. 게다가 광파이버 커넥터를 가지고 있지 않은 기기도 있다. 이 척박한 세상에 필요한 것은 절약이다. 기기와 기기 사이가 멀리 떨어져 있거나 전송 품질을 올리고 싶은 곳에만 광파이버를 사용하여 잘 꾸려 나가도록 하자.

1.2.5 포트의 물리 설계는 의외로 중요하다

어디에 무엇을 접속할지 그 정책을 설계한다. 아주 단순한 것이지만, 이것은 나중의 운용에 매우 밀접한 관련이 있다. 비어 있는 포트에 아무 서버나 PC를 연결한다면, 문제가 생겼을 때 어디에 무엇이 연결되어 있는지 알지 못한다.

정책을 통일하지 않은 상태에서 기기를 연결하고 있으면 구성을 이해하기가 어려워진다. 설계 단계에서 **어디에 무엇을 접속할지 알기 쉽게 규칙을 제대로 정해 두자.**

어디에 접속할지 통일성을 갖게 하자

통일성을 갖도록 하는 것, 설계 단계에서는 이것이 매우 중요하다. 따라서 기존 시스템이 있다면 그 정책을 준수하는 것이 좋다. 기존 정책을 무시하고 시스템을 구축 또는 확장하면 결국에는 나중에 혼란만 야기한다. 새로운 시스템을 구축하는 경우라면 정책을 처음부터 만들 수 있다. 이 경우에는 설계자의 정책이 바로 법이 된다. 알기 쉽고 확장하기 쉬운 정책을 만들기 바란다.

필자의 경우, 병렬 네트워크 기기 간 및 상하 네트워크 기기 간 등, 비교적 증감하기 어려운 포트는 제일 마지막 포트부터 사용하고, 반대로 서버와 PC를 연결하는 포트 등 비교적 증감하기 쉬운 포트는 앞 번호의 포트부터 사용하는 식으로 기기의 역할에 대해 정책을 정했다.

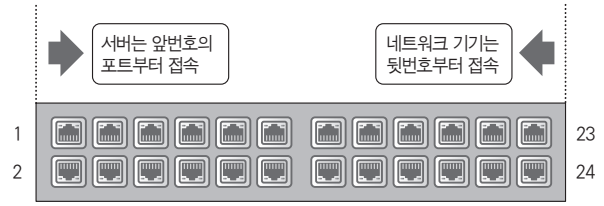


그림 1.2.11 **접속에 통일성을 갖게 하자**

스피드와 듀플렉스, Auto MDI/MDI-X의 설정도 통일성을 갖게 한다

p.24에서 설명한 바와 같이, 포트의 속도와 듀플렉스가 접속 기기 사이에서 다르면 통신이 되지 않는다. 다르지 않도록 정책을 정해야 한다. 이쪽도 앞에서의 이야기와 동일하게 기존의 시스템이 있는 경우 그 정책을 지키는 것이 좋다. 새로운 시스템을 구축하는 경우는 접속 상대에 따라 스피드 및 듀플렉스 구성을 생각해야 한다. 물론 최근에는 이런 접속 기기 간의 궁합(?) 문제도 줄어들게 되어서 모든 포트를 자동으로 설정하는 경우가 많다.

아무튼 이러한 것도 존재하지만, 여기에서는 고정으로 할지 자동으로 할지는 그다지 중요하지 않다. **두 기기 사이에서 문제가 발생하지 않도록 제대로 된 정책을 만드는 것이 중요하다.**

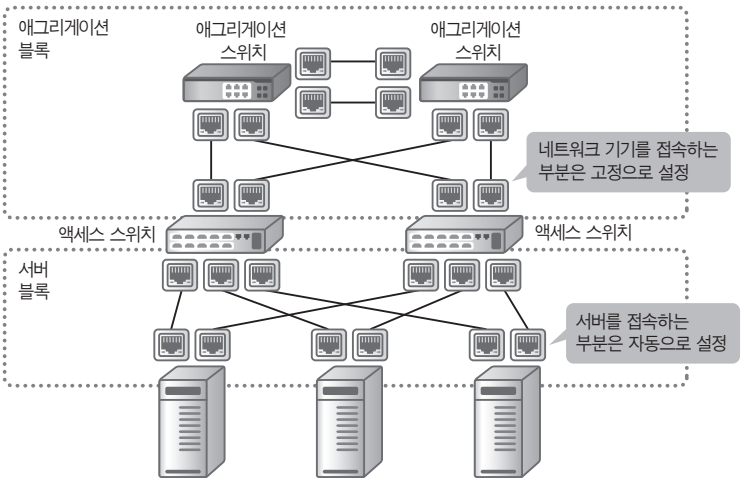


그림 1.2.12 **스피드와 듀플렉스는 두 기기 서로 간에 잘 맞추는 것이 중요**

1.2.6 잘 배치하기

기기를 어디에 그리고 어떻게 배치할 것인가? 이것도 물리 설계의 하나다. 물리 구성과 그 확장성을 고려하여 분산하여 배치하도록 하자. 또한 랙에 어떻게 탑재할지도 중요하다. 장비의 사양을 파악한 뒤, 어디에 어떻게 탑재할지 생각해 보자.

중앙에 코어와 애그리게이션 배치

기기를 어디에 어떻게 배치할 것인가? 이것은 네트워크의 물리 구성과 확장성에 크게 관련된 문제다. 대부분의 시스템은 역할이나 기능에 따라 계층 구조의 네트워크 구성을 하고 있다. 이러한 계층에 따른 기기의 배치를 생각하는 편이 효율적일 것이다.

예를 들어 그 시스템이 코어 스위치*, 애그리게이션 스위치**, 액세스 스위치***라는 세 가지 요소로 구성되어 있는 경우, 액세스 스위치 이외는 그다지 증설할 일이 없을 것이다. 그래서 할당된 위치의 중앙에 배치한다. 그에 반해, 액세스 스위치는 접속할 서버의 수에 따라 증설할 가능성이 있다. 증설에 대응할 수 있도록, 잘 분산하여 배치해야 한다. 액세스 스위치의 배치 패턴은 'End of Row'와 'Top of Rack'의 두 종류가 있다. 모두 일장일단이 있다. 비용 및 운용과 고려하여 선택하길 바란다.

* 코어 스위치는 시스템의 중심적인 역할을 하는 스위치다. 애그리게이션(또는 배포) 스위치를 집약한다.
** 애그리게이션 스위치는 액세스 스위치를 집약하는 스위치다. 배포 스위치라고도 한다.
*** 액세스 스위치는 서버를 접속하는 스위치다.

표 1.2.3 스위치의 배치는 2패턴

비교 항목	End of Row	Top of Rack
액세스 스위치의 설치 단위	랙 열마다	랙마다
관리 대수	적다	많다
1대의 액세스 스위치당 서버의 접속수	많다	적다
랙에 연결한 케이블	많다	적다
케이블 비용	적다	많다
확장성	낮다	높다
유연성	낮다	높다

'End of Row'로 한 번에 접속

'End of Row'는 랙 열마다 액세스 스위치를 배치하는 패턴이다. 비교적 커다란 모듈형 스위치가 많은 서버를 수용한다. 서버가 증가하면 인터페이스 모듈을 증설하여 대응한다. 많은 케이블이 랙을 거치기 때문에 케이블을 끌어서 설치하는 것이 꽤 힘들지만 액세스 스위치의 관리 대수가 줄어든다.

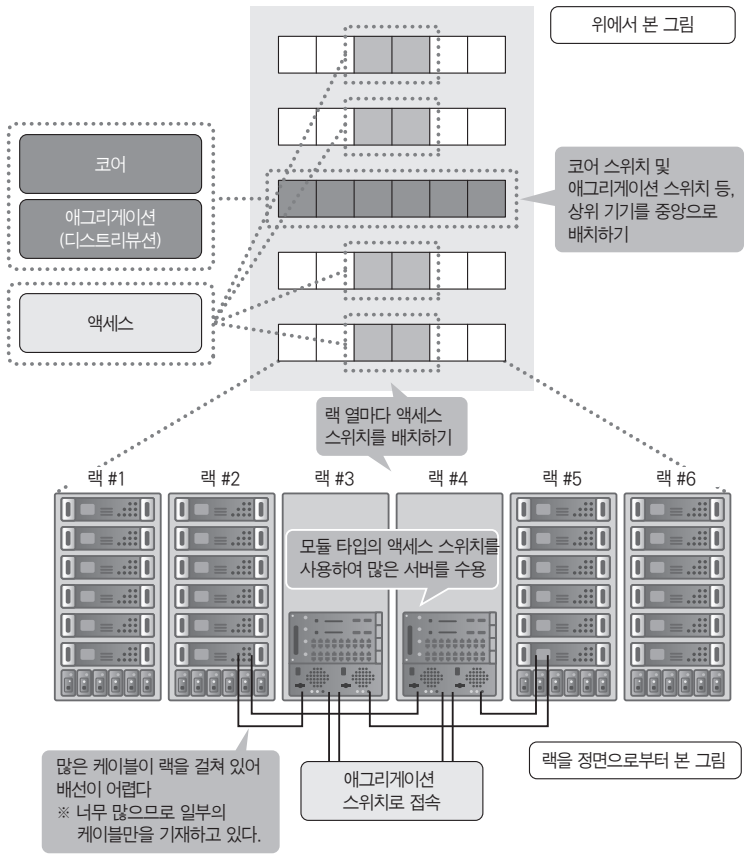


그림 1.2.13 **End of Row는 관리 대수가 감소한다**

'Top of Rack'으로 랙마다 접속

'Top of Rack'은 랙마다 액세스 스위치를 배치하는 패턴이다. 비교적 작은 고정형 스위치로 랙 내의 서버를 수용하고, 랙 내에 있는 서버의 배선을 랙 내에서 완결할 수 있다. 하나하나의 랙에 액세스 스위치를 배치하기 때문에, 관리 대수가 증가하지만 케이블 관리 면에서 좋고, 비용을 절감할 수 있다.

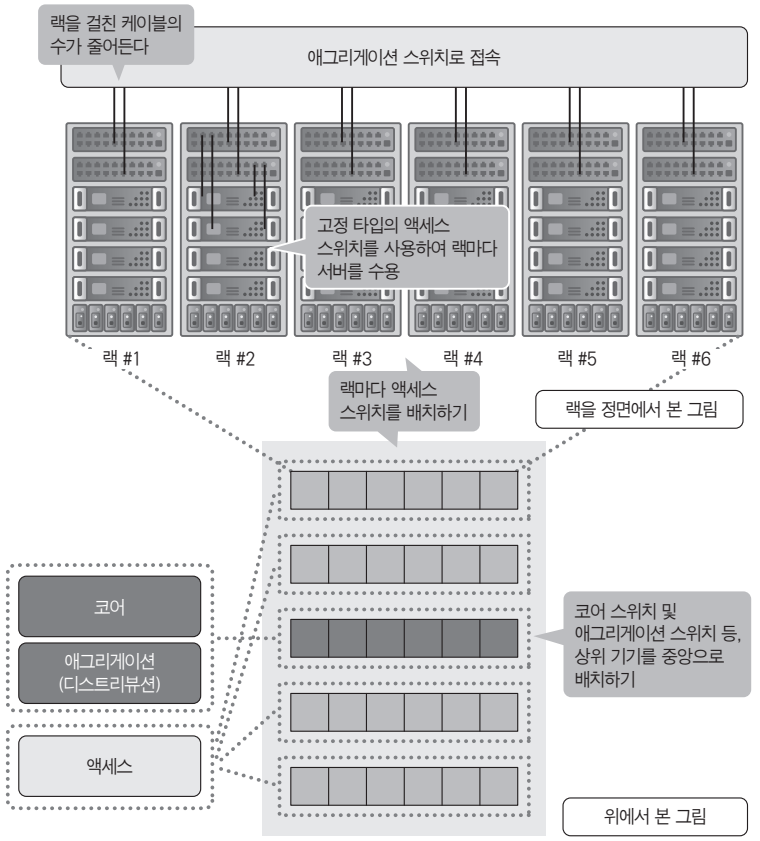


그림 1.2.14 **Top of Rack은 케이블 관리 및 연결이 편하다**

흡기와 배기의 방향 고려하기

장비를 랙의 어디에 그리고 어떻게 탑재할지도 중요한 문제다. 최근의 데이터 센터는 통로를 교대로 가열 통로, 냉각 통로로 함으로써, 공랭 효율을 높이기 위해 공기의 흐름을 설계하고 있다. 이러한 공조 설계의 경우, **뜨거운 공기와 차가운 공기를 혼합하지 않는 것이 중요하다.** 각각의 기기가 어느 쪽에서 공기를 흡입하고 어느 쪽으로 내뿜는지를 파악해 두지 않으면, 공기가 혼합되어 버리는 일을 초래하게 된다. 기기의 사양을 제대로 파악한 후에 랙에 탑재하도록 하자.

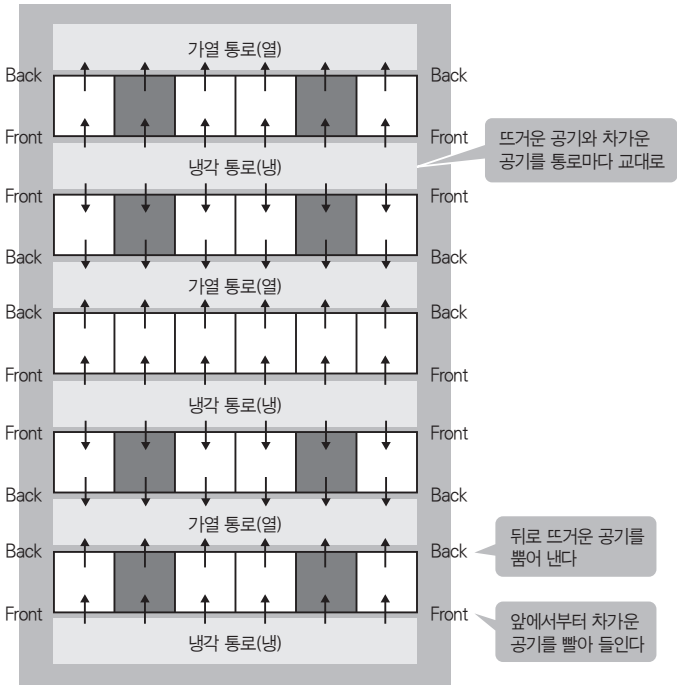


그림 1.2.15 흡기와 배기를 고려하여 랙에 탑재한다

전원은 2계통으로 취한다

네트워크 기기는 정밀한 전자 기기다. 아무리 기기의 기능과 물리 구성으로 중복화를 도모했다 하더라도, 전기가 없으면 움직이지 않는다. 예를 들어 어딘가에 전원이 끊기더라도 서비스를 계속해서 제공할 수 있도록 전원을 설계해야 한다.

전원 플러그를 다르게 선택하지 않도록

네트워크 기기 및 서버에서 사용하는 전원의 종류는 다양하다. 사용하는 기기의 전류(A), 전압(V)에 대응하여 랙 안으로 끌어들일 전원을 선택한다. 여기서 주의해야 할 것은 전원 플러그의 형태다. 매우 당연한 일이지만, 전원 플러그 및 전원 콘센트 모양이 다른 경우에는 꽂지 못한다. 그러면 당연히 전원이 켜지지 않는다. 속수무책으로 랙 앞에서 우는 꼴이 될 수 있으니 주의하자.

일반적으로 사용되는 전원 콘센트의 형태는 네 종류다. 100V 전원의 경우, 'NEMA5-15'나 잠금 기능이 있는 'NEMA L5-30'이다. 200V 전원의 경우는 'NEMA L6-20' 또는 'NEMA L6-30'이다.

'L'은 잠글 수 있는지 여부를 나타내며, 그 뒤의 숫자는 '5'가 100V, '6'이 200V를 나타낸다. 또한 하이픈 뒤의 숫자는 암페어 수를 나타낸다. 기기에 채택되어 있는 전압과 랙 전체의 암페어 수를 고려한 후에, 어떤 유형의 전원을 사용할지 생각해 보길 바란다. 모듈 타입의 네트워크 기기 및 블레이드 서버는 탑재 모듈 및 블레이드의 수와 종류에 따라 암페어 수가 변화한다. 빈 슬롯이 있는데 사용할 수 없는 비극적인 상황이 발생하지 않도록, 여유가 있는 암페어 수를 계산해 두어 확장 가능한 폭을 갖도록 하자.

표 1.2.4 전원 콘센트의 형상은 여러 가지

항목	NEMA 5-15	NEMA L5-30	NEMA L6-20	NEMA L6-30
커넥터 형상				
전압 타입	100V	100V	200V	200V
전류	15A	30A	20A	30A
잠금 장치	X	O	O	O

랙에 전원을 끌어 들인 후에는 전원 탭(PDU, Power Distribution Unit) 및 무정전 전원 공급 장치(UPS, Uninterruptible Power System)로 분기한다. 100V의 경우는 가정용 콘센트(220V)와 다른 형태이므로 그대로 사용할 수 없다. 200V의 PDU와 UPS의 경우는 주의가 필요하다. 콘센트의 모양이 조금 달라서, 'IEC320 C 13' 또는 'IEC320 C19'라는 형태로 되어 있다. 이 모양에 맞게 전원 케이블을 준비하기 바란다.

표 1.2.5 200V PDU, UPS의 경우에는 콘센트의 형태에 주의한다

대상	IEC320 C 13	IEC320 C19
콘센트의 형태		
용도	200V의 PDU와 접속	200V의 UPS와 접속

용도에 따라 전원 계통 분리

전원 중복화를 도모하는 경우, 먼저 전제로 한 랙에 2계통의 전원이 부설되어 있어야 한다. 이것은 절대적이다. 1계통밖에 부설되어 있지 않다면, 랙 내에서 아무리 전원의 중복화를 열심히 해도 그다지 의미가 없다. A계통, B계통이라는 2계통의 전원이 부설되어 있는 것을 전제로 설명

하겠다. 경우에 따라서는 2계통에 UPS를 설치하고, 한쪽 계통에만 UPS를 설치하는 식으로 운용하는 일도 있을지 모른다.

전원 공급 장치를 중복화하고 있는 기기의 경우는 너무 깊게 생각할 필요가 없다. A계통과 B계통 각각에서 전원을 공급받으면 좋을 것이다. 전원 장애가 발생해도 서비스에 미치는 영향은 전무하다. 전원 공급 장치를 중복화하지 않은 기기의 경우, **기기의 중복 상태(활성/대기, 스택 마스터/멤버 등) 및 경로에 대응하여 취득 계통을 나눈다.** 활성화 상태의 기기도 대기 상태의 기기도 동일 계통에서 전원을 얻고 있다면, 그 계통에 결함이 발생했을 때 어쩔 도리가 없다. 예를 들어, 활성화된 기기는 A계통, 대기 상태의 기기는 B계통과 같은 식으로 계통을 분리하여 전원을 얻도록 하자.

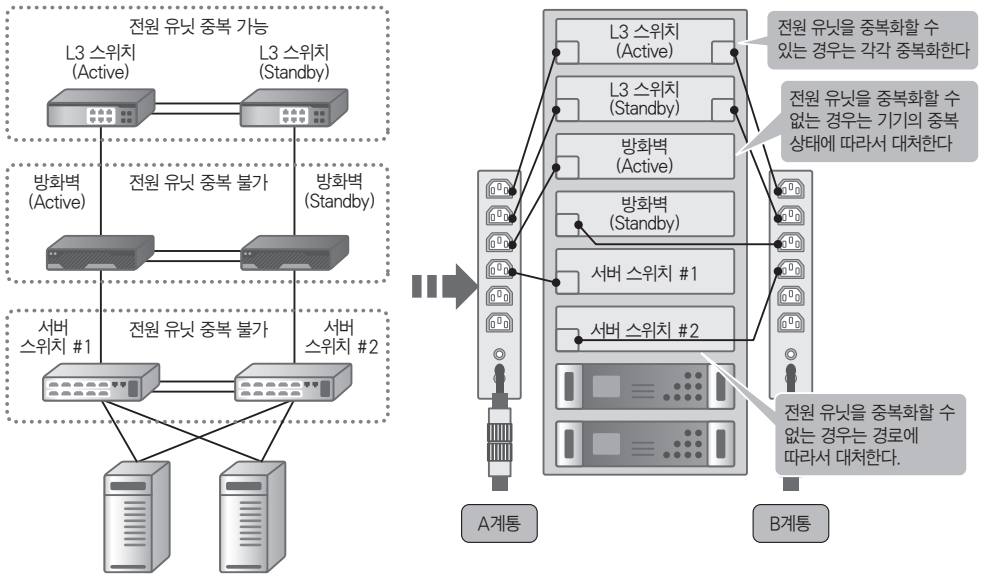


그림 1.2.16 **계통을 나누어서 전원을 얻는다**

하중을 초과하지 않도록 하기

대부분의 데이터 센터와 서버 룸은 이중 바닥으로 되어 있어, 아래에서 차가운 공기를 보내거나 랙 사이의 케이블을 밑으로 깔거나 하고 있다. 따라서 랙이 아래로 떨어져 버리지 않도록 내하중(견딜 수 있는 하중)의 값이 정해져 있다. 이 내하중에는 랙의 내하중과 바닥의 내하중이 있으며, 각 랙에 실리는 무게, 바닥에 실리는 단위(m^2)당 중량이 정해져 있다. 이를 잘 모르고 아무렇지도 않게 빈 공간에 서버 및 네트워크 기기를 탑재해 나가면 당연히 쿵하고 아래에 떨어진

다. 각 장비의 최대 중량을 확실히 파악한 후에, 기기의 배치를 생각할 필요가 있다. 모듈 타입의 네트워크 기기 및 블레이드 서버는 탑재 모듈 및 블레이드의 수에 따라 중량이 변화한다. **최대로 탑재했을 때의 무게를 계산해 두어 확장성에 여유를 갖게 하자.**

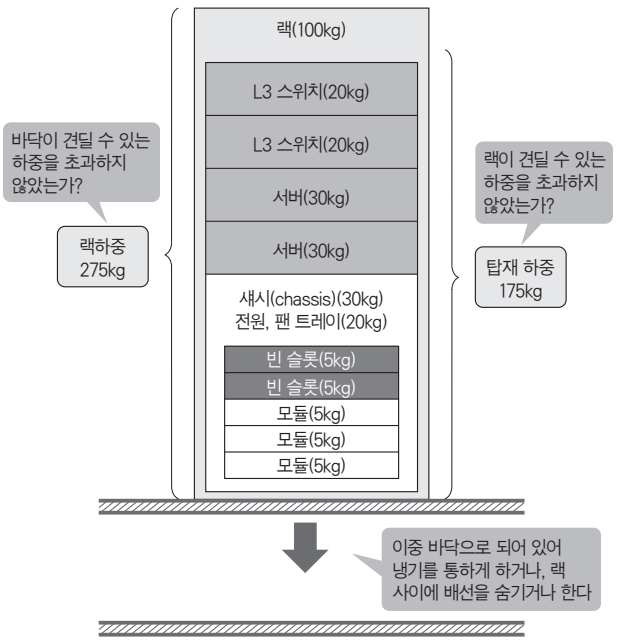


그림 1.2.17 내하중을 초과하지 않도록 한다(실제로는 이렇게 가볍지 않다)