

Twisted Pair Cable 분석

글.
이용샘 비오더블테크 차장

네트워크는 데이터의 전송 매체로 케이블을 이용하여 통신을 하는 유선 네트워크와 전파를 이용하여 통신을 하는 무선 네트워크로 나뉘게 된다. UTP(Unshielded Twisted Pair : 비차폐 트위스티드 페어)는 유선 네트워크를 구성하는 케이블로 가장 보편적으로 사용되고 있는 구리선이다. 오늘 집필하고자 하는 내용은 트위스트 페어 케이블에 대한 특성과 테스트 방법이다.

트위스트 페어 케이블은 2가닥씩 꼬여 전체 4쌍, 총 8가닥으로 구성되어 있으며, 케이블의 끝은 전화선 잭과 비슷하지만 약간 큰 사각 모양의 RJ-45 커넥터를 통해 PC나 허브, 스위치, 서버 등 네트워크 장비로 연결이 된다. UTP 케이블의 장점은 가격이 비교적 저렴하고, 설치가 용이하여 시간을 절약할 수 있다. 광케이블보다 충격에 강한 것도 장점이다. 하지만 사용상 최대 길이가 100m 이내로 UTP 케이블이 포설되어야 한다.

10/100BASE-T(즉 10 및 100Mbps) 애플리케이션에서는 전체 4쌍 중에서 데이터 전송을 위해 2쌍만의 케이블만을 필요로 하였고 케이블의 종류는 Cat3, Cat5e 케이블이 대부분이었다. 데이터의 전송 용량이 커지면서 기가비트 이더넷 이상의 애플리케이션에서는 케이블 전체 4쌍을 모두 이용하여 데이터를 전송하며 케이블의 종류는 Cat6, Cat6A, Cat7 등 추가적으로 고속의 데이터 전송 품질을 보장하는 좀 더 높은 성능의 케이블이 지속적으로 개발되고 있다.

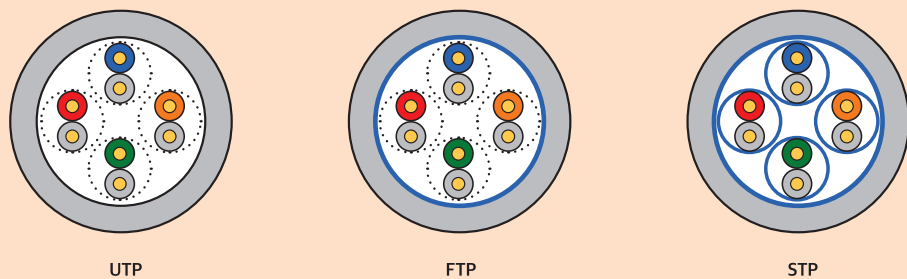


그림 1. 트위스트 페어 케이블 종류

트위스트 페어 케이블 색깔의 핀 배열에 따라 다이렉트 케이블과 크로스 케이블이 있다. 트위스트 페어 케이블은 2가닥씩 주황색, 녹색, 파란색, 갈색으로 구성되며 케이블의 양 끝 단 핀의 배열이 서로 동일한 케이블을 다이렉트 케이블이라 하며 PC와 스위치, 스위치와 라우터 등 서로 다른 계층의 장비를 연결할 때 사용한다. 크로스 케이블은 주황색과 녹색이 서로 교차된 타입으로 허브와 허브, 스위치와 스위치의 연결과 같은 서로 같은 장비를 연결할 때 사용한다.

흔히 트위스트 페어 케이블은 UTP(Unshielded Twisted Paired Copper Cable), FTP(Foiled Twisted Paired Copper Cable), STP(Shielded(and Shielded Individually Pair)Twisted Paired Copper Cable)로 나뉘게 된다. UTP 케이블은 흔히 비차폐 고속 신호용 케이블로 일반적으로 가정이나 통신 시설에서 많이 사용되고 있다. FTP는 1중 차폐(실드)로 케이블 코어만 차폐되어 있다. STP는 이중 차폐로 각 페어별로 케이블코어가 차폐되어 있어 주변에 전자파 간섭에 강한 케이블이다.

비차폐케이블은 외부 전자파에 대해 별도의 차폐 장치가 없어서 주변환경에 따라 성능의 저하가 있을 수 있지만 케이블의 제작이 편한 장점을 가지고 있는 반면에, 차폐케이블은 내·외부로부터의 잡음을 감소시켜 통신 성능을 향상 시킬 수 있다. 단점으로는 비차폐케이블에 비해 가격이 비싸며 제작이 쉽지 않다.

트위스트 케이블은 배선에 대한 두 가지 규약이 있다. 일반적으로 RJ-45 핀 배열이라 하며 568A와 568B가 있으며, 케이블의 종단 부분을 뒤집어서 보게 되면 쉽게 판단할 수 있다.

T568A는 1번이 녹색으로 시작하고 T568B는 1번이 주황색으로 시작한다. 아래의 사진을 참고하기 바란다

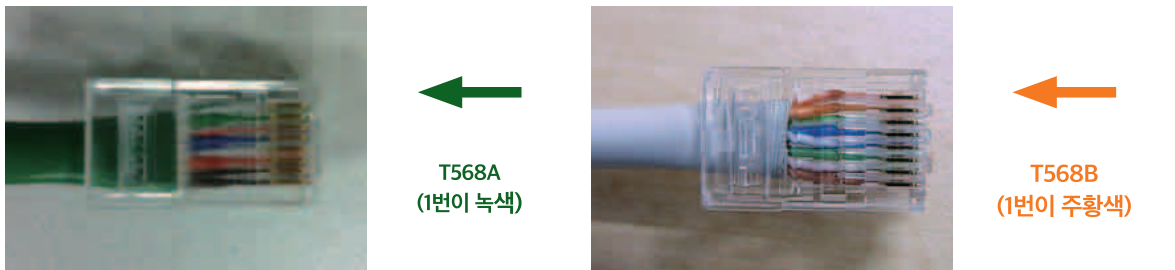


그림 2. T568A와 T568B 타입 비교 1

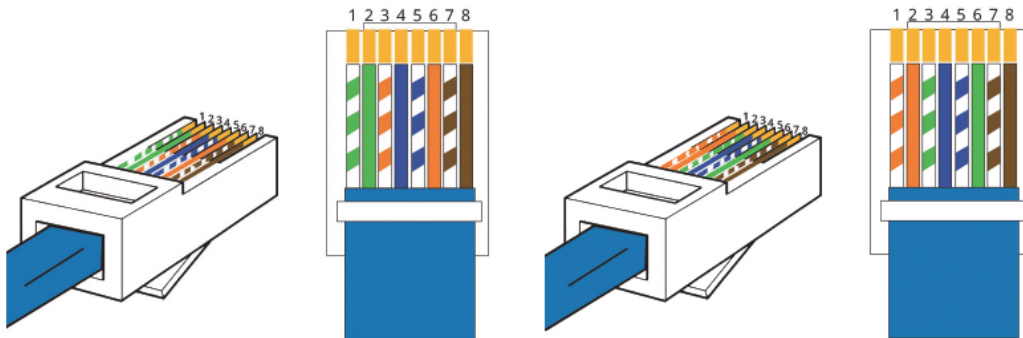


그림 3. T568A와 T568B 타입 비교 2

즉, 케이블 종단 한쪽이 T568A이고 다른 한쪽이 T568B 타입이면 크로스 케이블이 되며 핀 배열의 순서로는 1, 2번과 3, 6번이 서로 교차되어 구성된다.

트위스트 페어 케이블의 등급은 대표적으로 미국과 유럽의 규격으로 나뉘게 된다.

UTP 케이블에 대한 표준은 케이블 단독의 표준으로서 출발한 것이 아니라 케이블링 system 표준 중에 케이블 부분으로 출발하였다. 1991년 미국에서 미국표준협회(ANSI)에서 최초로 상업 빌딩용 통신케이블링 표준을 제정하여 그 표준 이름을 ANSI/TIA/EIA 568로 명명하게 되었다. 한편, 유럽에서는 1995년에 EN 50173이라는 유럽지역 표준이 "Information Technology Generic

Cabling Systems”이라는 이름으로 제정되었다. 이어서, 이 표준을 근간으로 해서 드디어 세계적인 표준인 “ISO/IEC 11801”이 제정되어 전 세계로 퍼졌다. ISO/IEC 규격 등급은 아래의 표를 참고 하기 바란다.

TIA 규격(Standard)	ISO/IEC 규격(Standard)
Category 3	Class C
Category 4	
Category 5	Class D : 2000
Category 5E	Class D : 2002
Category 6	Class E
Category 6A	Class EA
	Class F
	Class FA

표 1. ISO/IEC 규격

TIA Cat 5e Channel

Wire Map	Resistance	Resistance Unbalance		Length	Prop. Delay	Delay Skew	Freq.	Insertion Loss	NEXT	RL	ACR-N	ACR-F	PS NEXT	PS ACR-N	PS ACR-F
	Ω	In a Pair	Pair to Pair	Max.	nS	nS	MHz	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB
1,2 - 1,2	i			100	555	50	1	3.0	60.0	17.0	57.0	57.4	57.0	54.0	54.4
3,6 - 3,6							4	4.5	53.5	17.0	49.1	45.4	50.5	46.1	42.4
4,5 - 4,5							8	6.3	48.6	17.0	42.3	39.3	45.6	39.3	36.3
7,8 - 7,8							10	7.1	47.0	17.0	39.9	37.4	44.0	36.9	34.4
							16	9.1	43.6	17.0	34.5	33.3	40.6	31.5	30.3
i							20	10.2	42.0	17.0	31.8	31.4	39.0	28.8	28.4
							25	11.4	40.3	16.0	28.9	29.4	37.3	25.9	26.4
							31.25	12.9	38.7	15.1	25.9	27.5	35.7	22.9	24.5
							62.5	18.6	33.6	12.0	15.0	21.5	30.6	12.0	18.5
							100	24.0	30.1	10.0	6.1	17.4	27.1	3.1	14.4
							200	i	i	i	i	i	i	i	i
							250	i	i	i	i	i	i	i	i
							350	i	i	i	i	i	i	i	i

표 2. 국제 규격표-미국

ISO11801 Channel Class D

Wire Map	Resistance	Resistance Unbalance		Length	Prop. Delay	Delay Skew	Freq.	Insertion Loss	NEXT	RL	ACR-N	ACR-F	PS NEXT	PS ACR-N	PS ACR-F
	Ω	In a Pair	Pair to Pair	Max.	nS	nS	MHz	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB
1,2 - 1,2	25			100	555	50	1	4.0	60.0	17.0	56.0	57.4	57.0	53.0	54.4
3,6 - 3,6							4	4.5	53.5	17.0	49.0	45.4	50.5	46.0	42.4
4,5 - 4,5							8	6.4	48.6	17.0	42.2	39.3	45.6	39.2	36.3
7,8 - 7,8							10	7.2	47.0	17.0	39.8	37.4	44.0	36.8	34.4
							16	9.1	43.6	17.0	34.5	33.3	40.6	31.5	30.3
i							20	10.2	42.0	17.0	31.8	31.4	39.0	28.8	28.4
							25	11.5	40.3	16.0	28.9	29.4	37.3	25.9	26.4
							31.25	12.9	38.7	15.1	25.8	27.5	35.7	22.8	24.5
							62.5	18.6	33.6	12.0	15.0	21.5	30.6	12.0	18.5
							100	24.0	30.1	10.0	6.1	17.4	27.1	3.1	14.4
							200	i	i	i	i	i	i	i	i
							250	i	i	i	i	i	i	i	i
							350	i	i	i	i	i	i	i	i

표 3. 규격 국제 규격표-유럽

케이블 측정기 종류

네트워크가 좀 더 복잡해지고 거대해지면서 케이블로 인한 장애가 많이 발생되고 있으며 이를 확인할 수 있는 여러 종류의 측정기들이 있다. 단순히 케이블의 핀 배열이 다른지 확인할 수 있는 가장 저렴한 측정기부터 중간에 단선이나 합선된 지점 확인 및 성능 저하가 일어나는 원인까지 파악할 수 있는 다양한 측정 장비가 있다.

케이블은 위에서 언급했듯이 국제 성능 등급표가 있고 그에 포함된 규격에 적합한 케이블인지 테스트를 함으로써 잠재적인 케이블의 문제를 파악할 수 있다. 케이블이 배선이 정상적일 때 누화 등으로 인한 특성 악화 시 자체 특성까지 측정하여 장애 진단 및 오류 정보 제공하여 해결 방안을 제시할 수 있다.

링크 성능 측정 항목

와이어 맵

와이어 맵 측정은 총 8개 각각의 케이블의 연결 상태를 확인해야 한다. 양쪽이 맞는 케이블에 맞게 와이어 맵이 매칭되는지 확인한다. 2번 사진을 보면 매칭이 안 되어 테스트 불합격 결과를 나오게 된다. 케이블링 작업을 하다 보면 생각보다 많은 실수를 하게 된다. 3번 사진을 보게 되면 와이어 맵이 단선된 지점과 함께 합선된 케이블도 확인할 수 있다. 케이블 설치 시 발생할 수 있는 오류에 대하여 본체 및 리모트 장비에서 각각 장애 발생 지점까지의 정확한 거리를 표시가 되어야 오류를 빨리 찾아낼 수 있다.



그림 4. 와이어 맵 측정

길이

길이 측정은 장비와 연결하기 위한 양쪽 패치코드 두 개의 길이를 포함한 링크의 총 길이를 테스트하는 항목이다. 구내배선 구간의 길이를 측정했을 때 패치코드를 포함한 총 선로 구간의 길이는 일반적으로는 100m를 초과하지 말아야 한다. 4페어 중에서 제일 짧은 페어의 길이가 일반적으로 100(+10%)m를 초과하지 않아야 하는데, 케이블의 길이가 길어지게 되면 케이블을 통해 흐르는 패킷이 빠질 수 있으며 이는 데이터의 손실을 뜻한다. 결국 제대로 된 통신을 할 수 없는 것이다.

최대 삽입 손실

모든 신호는 소스로부터 멀리 전달됨에 따라 점점 약해지며, 케이블링을 따라 흐르는 LAN 신호도 예외는 아니다. 멀어짐에 따라 신호 레벨의 강도가 약해지는 것을 최대삽입손실(감쇠 손실)이라 한다. 선로의 길이와 주파수에 의해 영향을 받으며, 거리에 따른 신호의 감쇠로 총 길이가 너무 긴 경우(일반적으로 120m 정도, 케이블 상태에 따라 다름)에 불합격이 발생할 수 있다.

반사손실

접속 지점에서의 임피던스 부정합에 의해 발생하는 신호의 반사 전력에 대한 데시벨 비로 반사손실의 원인은 케이블 자체가 저가형이거나 피복 내에 물이 찼을 때 발생하게 된다. 또한 주변에 습한 요소가 있을 때 발생할 수 있기도 하다.

누화

임의의 한 Pair에 신호가 보내질 때, 인근의 Pair에 간섭, 유도되는 현상으로, 본래 의도되지 않았던 신호가 다른 Pair에서 발생되는

현상이다. 이때, 신호를 보내는 송단 측에서 간섭, 유도되는 현상을 근단 누화(NEXT)라 한다. 신호를 받는 수단 측에서 나타나는 현상을 원단 누화(Far End Cross-Talk: FEXT)라 한다. 서로 다른 페어 간에 발생하는 불필요한 신호의 간섭으로 UTP 4페어 케이블이 각 페어 별로 서로 다른 꼬임을 주고 있는데 그 꼬임이 원형 그대로 있지 않고 변형이 된 포인트 즉 꼬임이 풀린 위치에서 누화가 발생하게 된다. 일반적으로 RJ-45 모듈러, 아울렛, 110 블록에 케이블 공사 시 너무 많은 꼬임을 풀어서 시공하는 경우 발생하고 시공 시 케이블 여장이 부족하여 심하게 당겨서 포설한 경우 누화가 발생하게 된다.

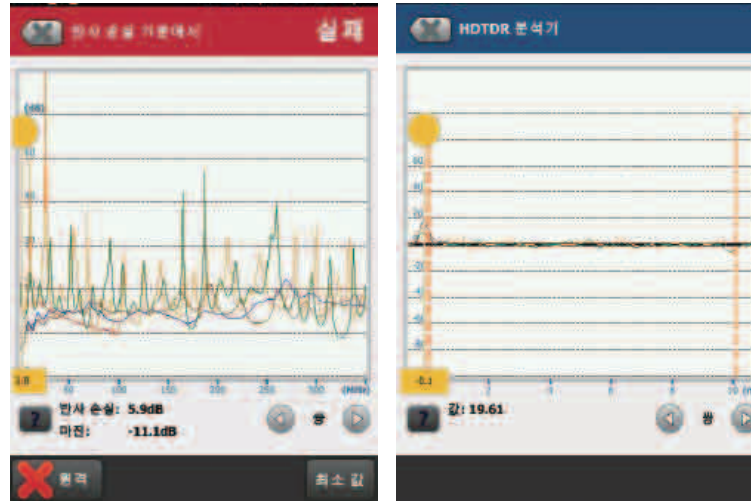


그림 5. 반사손실의 원인을 확인하기 위해 어디에서 임피던스의 편차가 발생하였는지 확인할 수 있다.



RJ-45 Moduler



RJ-45 Outlet



110 Block Panel

그림 5. 케이블 관련 부품

Fluke networks의 DSX-5000 장비는 NEXT에서 불합격이 발생하였을 때 참조하여 장애 위치를 확인이 가능하다. 테스트 중인 케이블링 상의 NEXT의 수치와 위치를 그래프를 제공하고, 자동으로 문제를 분석하여 NEXT와 ACR-F 문제의 원인을 제공한다. 

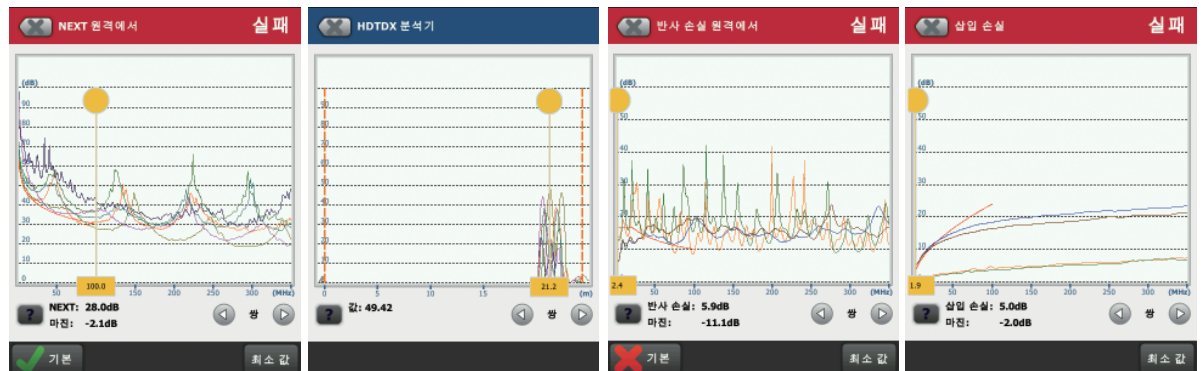


그림 6. 누화 불량

그림 7. 저가 케이블