

화재정보처리를 위한 신호처리이론과 네트워크

백 동 현

경원전문대학 소방안전관리과 교수(공학박사)

1. 서 론

현대는 정보화사회라고 한다. 많은 정보가 빠르게 쏟아지고 우리는 이를 적절히 이용하지 않으면 시대에 뒤떨어진 사람이 되고 만다. 우리가 일상에서 사용하고 있는 가전기기나 기계에서 평상시와 다른 이상한 소리가 난다고 하면 그 소리에 따라 기계의 불량 여부를 알 수 있는 경우가 많으며 소리의 변화에 따른 판단은 숙련된 전문가일수록 정확하게 알 수 있다. 이와 같이 소리의 신호 중에 기계의 상태를 알리는 정보(information)가 있다고 한다면 이 정보를 컴퓨터에 입력시켜 전문가 대신 기계의 이상 상태에 대한 진단을 할 수 있다.

이와 같이 신호를 이용하여 판단 대상의 상태를 판정하려고 할 때 정보화사회에서는 더욱 유용하게 사용될 수 있고 그 중요성이 크게 된다.

그러나 신호를 무조건 크게 할 수 없는 한계가 있다. 즉 음성신호(voice signal)를 전송(transmission)시키고자 할 경우에 잡음이 커서 전송시키고자 하는 소리를 선택할 수 없거나, 화상 및 텍스트(text)의 전송에 사용되는 팩스밀리(facsimile)에 있어서 전송화상이 잡음에 의해 선명하지 않을 경우이다. 이러한 경우 불필요한 잡음을 제거하고 필요한 신호만을 취하여 신호가 명확하게 되도록 개선하려면 신호에 대한 처리방법이 필요하다.

특히 대형화·고층화된 소방대상물의 화재감지를 위해 설치하는 경보설비도 예전의 화재수신방법으로는 감지한 화재신호를 적절히 처리할 수 없다. 왜냐하면 화재를 탐지하여 신호를 전송해야하는 감지기의 설치수량이 많아져 감지기로부터 발신되는 전기적 신호가 많아지기 때문이다. 그러므로 감지기 자체의 신호전송이나 수신된 화재신호를 증계기 또는 수신기에서 처리할 수 있도록 첨단화되고 있다. 따라서 화재정보처리

를 위한 신호처리이론과 NETWORK에 대하여 알아보하고자 한다.

2. 화재신호원(fire signal source)의 종류

신호는 통신(communication), 음성(voice), 화상기술(image technology) 등의 첨단 과학기술에 매우 중요한 역할을 하는 것으로서 물리적 시스템(system)의 동작 상태에 관한 정보에 대해 시간, 위치 등의 함수(function)로 표현된다.

압력, 속도, 온도 등과 같은 물리량은 시간적 또는 위치적 변화가 비전기적인 양일지라도 대부분 전기신호(electric signal)로 변환시켜 시간에 따라 변화하는 전압이나 전류로 나타낼 수 있다.

음성신호도 시간에 따라 변화하는 파형으로 나타낼 수 있으며, 화상신호(image signal)는 화면의 좌표에 따라 변화하는 밝기로 표시된다. 그러므로 신호처리 기술은 전기 및 전자 분야뿐만 아니라 모든 과학 기술 분야에 공통적으로 적용된다고 할 수 있다.

화재신호원으로는 열, 연기, 불꽃에 의하여 이를 감지한 감지기가 그 역할을 한다. 이에 는 다음의 것이 있다.

2.1 열감지기

주위온도가 일정한 온도상승을 이상이 되는 경우에 작동하며 일국소에서의 열효과에 의해 동작하는 감지기와 넓은 범위내에서의 열효과에 의해 동작하는 감지기가 있다. 그림 1과 같이 a, b, c값이 일정한 온도 상승률 이상일 때 동작신호를 전송하게 된다.

또한 일국소의 주위 온도가 일정한 온도이상인 경우는 경우에 작동하며 외관이 전선으로 되어 있지 않은 스포트형과 외관이 전선으로 되어 있는 감지선형 감지기가 있다. 이 경우 a, b, c 모두 신호원이나 감지기 설정값에 따라 선정된 1개의 신호를 전송하게

† E-mail: dhbaek@kwc.ac.kr

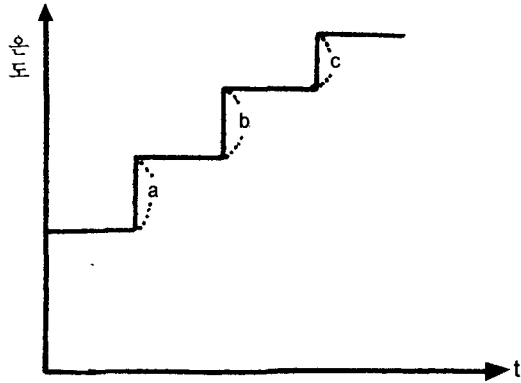


그림 1. 차동식감지기의 동작신호

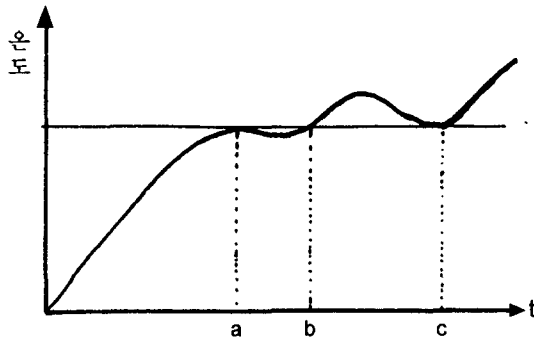


그림 2. 정온식감지기의 동작신호

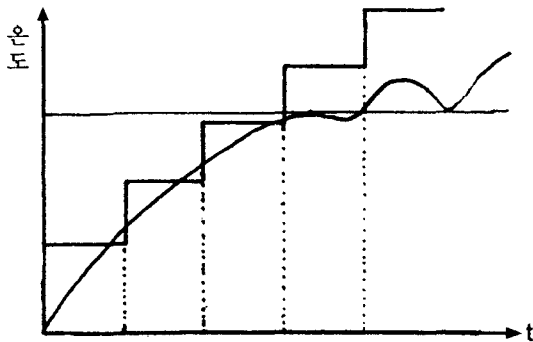


그림 3. 보상식감지기의 동작신호

된다.

이외에 그림 3과 같은 신호를 전송할 수 있는 감지기가 있다. 이는 차동식 스포트형 감지기와 정온식 스포트형 감지기의 성능을 결합한 것으로서 두 가지 성능 중 하나의 기능이 성립되면 동작신호를 전송하게 된다.

또한 차동식 스포트형 감지기와 정온식 스포트형 감지기의 성능이 있는 것으로서 두 가지 성능이 함께 동작될 때 화재신호를 발신하거나 두 개의 화재신호를

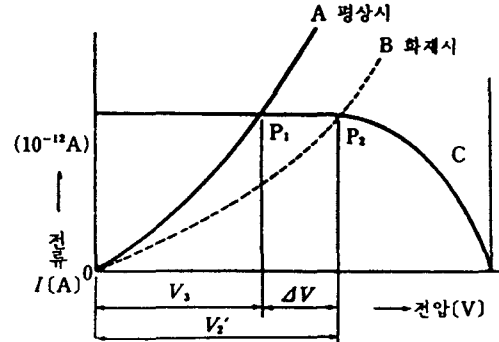


그림 4. ΔV 에 대한 신호전송

각각 발신할 수 있는 복합식감지기가 있다.

2.2 연기감지기

연기는 연소물, 연소조건에 의해 입자도 분포가 다르게 되므로 주위의 공기가 일정한 농도의 연기를 포함하게 되는 경우에 작동하도록 한 기준으로 감도를 설정하고 있다.

연기감지기는 일국소의 연기에 의하여 이온전류가 변화하는 것을 감지하여 신호를 발신하는 이온화식 감지기와 광전소자에 조사되는 광량의 변화로 신호를 발신하는 광전식 감지기가 있다. 그림 4는 이온화식 연기감지기의 전류특성곡선으로 규정농도에서 변화하는 ΔV 에 대한 값으로 신호를 전송한다.

또한 이온화식 감지기의 성능과 광전식감지기의 성능이 있는 것으로서 두 가지 성능에 대한 감지능이 함께 작동될 때 화재신호를 발신하거나 또는 두 개의 화재신호를 각각 발신할 수 있는 연복합형 감지기가 있다.

2.3 열연복합형

두 가지 감지기의 기능이 함께 작동될 때 화재신호를 발신하거나 또는 두 개의 화재신호를 각각 발신할 수 있는 감지기를 말한다.

2.4 불꽃 감지기

불꽃에서 방사되는 자외선, 적외선의 변화가 일정한 양 이상으로 되었을 경우 동작하는 감지기로 일국소의 자외선, 적외선의 변화에 의해 수광소자의 수광량 변화로서 신호를 발신하는 감지기를 말한다. 연소물에 따라 그 발생파장이 다르므로 검출소자에 따라 감지파장이 다르게 된다.

이에는 자외선식 불꽃감지기, 적외선식 불꽃감지기, 자외선·적외선 겸용 불꽃감지기가 있으며 그림 5는

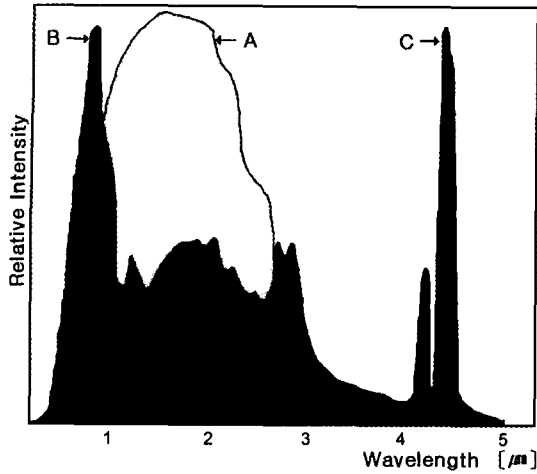


그림 5. 적외선 스펙트럼에서의 화재감지 파장영역

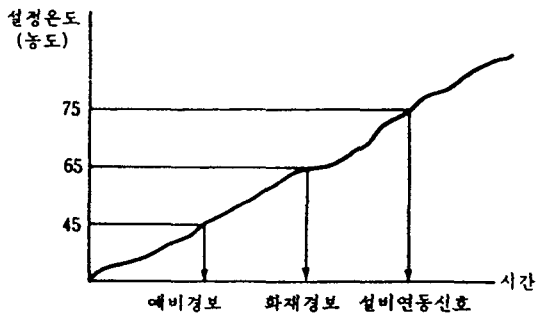


그림 6. 단계별 경보출력신호

적외선 스펙트럼에서의 화재감지 파장영역을 나타낸다.

2.5 아날로그 감지기

이제까지의 감지기가 정상상태와 화재신호의 두 가지 상태를 발신하던 것을 열 또는 연기의 농도나 다단층의 화재정도에 대해서 화재정보신호를 발신하도록 한 것이다. 그림 6과 같이 감지기에서 단계별 경보출력을 전송토록 한 것으로 예비경보신호, 화재경보신호, 소화설비 연동신호를 발신하도록 하고 있다.

3. 신호처리

신호처리는 화재감지기나 수신기 또는 중계기로부터 할 수 있다. ISO 7240에서는 다른 부분과 관련 있는 기능은 수신기 디자인 내에 통합될 수 있도록 하고 있다. 여기에는 화재감지 장치로부터 화재경보결정이 내려지는 포인트로의 신호처리도 포함하도록 하고 있을 뿐만아니라 사양에 이 결정의 장소와 방식을 기술하도록 하고 있다.

ISO7240-2의 목적을 위해 이 포인트로의 화재 신호 처리는 수신기의 기능으로 하지는 않으나 대부분 감지 표준으로 하고 있다.

수신기에서의 일부 기능은 다음과 같다.

- 수신기에 의한 포인트로부터의 신호 스캔과 획득
- 포인트로부터의 신호 처리 제어 혹은 절차로서 수신기소프트웨어 구조내에 포함된다.
- 화재경보결정에 이어 지시 및 출력의 조작에 필요

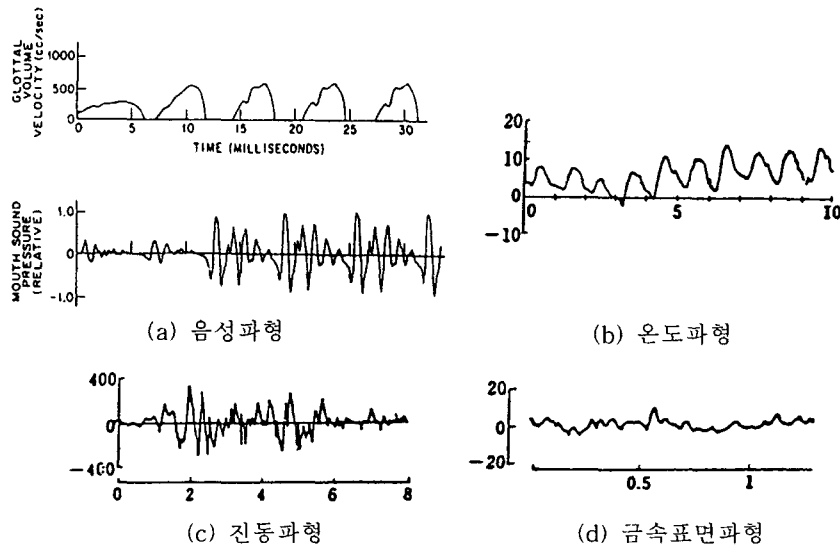


그림 7. 여러 가지 신호 파형

한 기타 모든 처리

이 때 수신기의 기능과 관련된 시간은 화재정보상태나 새로운 경보지구를 지시하기 위해 승인된 감지신호 처리 절차에 10초 이상 지연되어서는 안된다.

부합성은 디자인 문서의 검사나 적절한 방식 예컨대 모의 감지기를 통해 실증할 수 있어야 한다.

3.1 신호의 종류

그림 7은 여러 가지 신호중 대표적인 것을 파형으로 나타낸 것이다. (a)는 음성신호의 유성음과 무성음에 대한 신호파형을 나타낸 것이며, (b)는 온도, (c)는 진동 그리고 (d)는 물체의 표면에 관한 신호파형이다.

그림 7의 (a)-(c)는 시간을 변수로 하고 있으며 (d)는 물질 표면에 대한 어느 방향의 위치를 변수로 하고 있다. 이와 같이 모든 신호는 물리량, 단위, 변수의 크기가 모두 다르므로 물리단위, 변수의 축척이 어떻게 되는가가 신호처리 시에는 중요한 요소로 작용한다.

그림 8은 화소(pixel) 수와 계조(gray level)수에 따른 화상표현의 변화를 보인 것이다. 우측으로 갈수록 밝기가 명확해짐을 알 수 있으며 상단으로 갈수록 화상이 정밀해짐을 알 수 있다. 향후 소방설비와 연동하는 방법설비와의 관계로 볼 때 관리유지에서도 필요하며 화재의 화상처리에 대한 연구가 필요한 부분이다.

3.1.1 불규칙 신호

신호는 어느 시각이나 시점에서 측정값을 알 수 있다. 이 때 그 값이 어떻게 변화하는가를 확정할 수 없는 신호를 불규칙 신호(random signal)라 한다. 즉 신호의 진폭 등이 완전히 불규칙하여 미래 값을 예측할 수 없는 신호로 통계적인 확률에 의존 할 수 밖에 없다. 즉 2V(voltage)와 3V 사이에 존재하는 확률은 0.5라고 하는 것처럼 신호의 성질을 확률적으로 고찰하지 않으면 안 된다. 이러한 불규칙 신호는 음성신호, TV 신호, 디지털 컴퓨터(digital computer)의 데이터(data) 및 전기적인 잡음(electrical noise)등이 있다.

3.1.2 확정 신호

음악에서의 음과 같이 어느 정도 음의 흔들림은 있지만 깨끗한 단일 주파수의 음이 발생할 때 어느 관측점이 주어지면 그 점에서 음의 세기를 시간적인 변화와 함수 모양으로 나타낼 수 있다. 이와 같이 신호의 파형을 명확한 시간함수로 표현할 수 있어 변화하는 신호의 미래 값을 예측할 수 있는 신호를 확정신호(deterministic signal)라 한다. 대표적인 확정신호에는 그림 9의 (a)와 같은 정현파가 있으며 주기적인 신호, 직류 신호 그리고 과도 신호등이 이에 속한다.

그림 9의 (b)와 같이 일정한 시간 간격으로 같은 파형이 반복되는 신호를 주기 신호(periodic signal)라 하

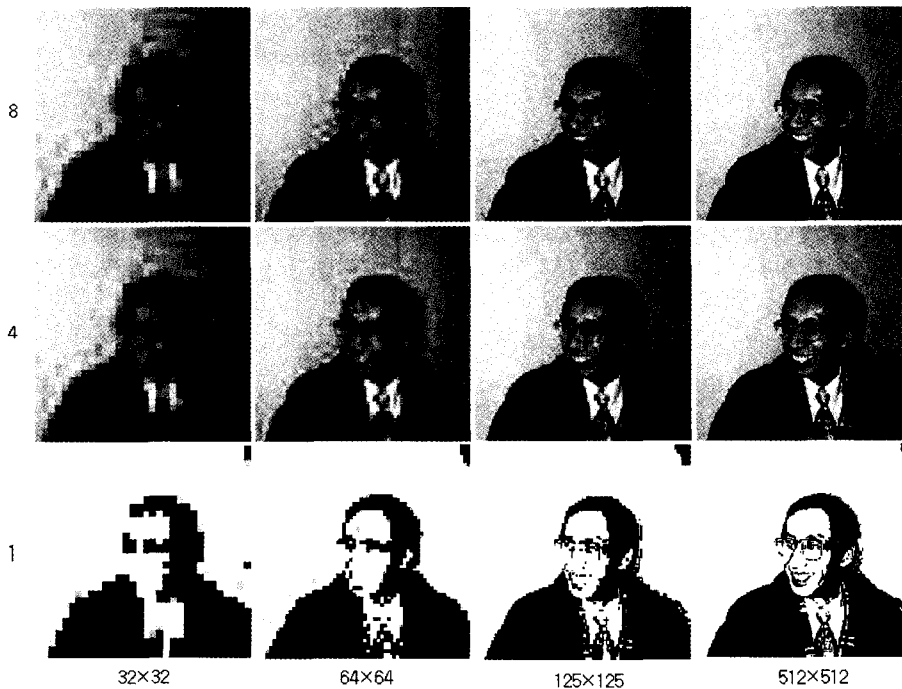


그림 8. 화소수와 계조수에 따른 화상표현

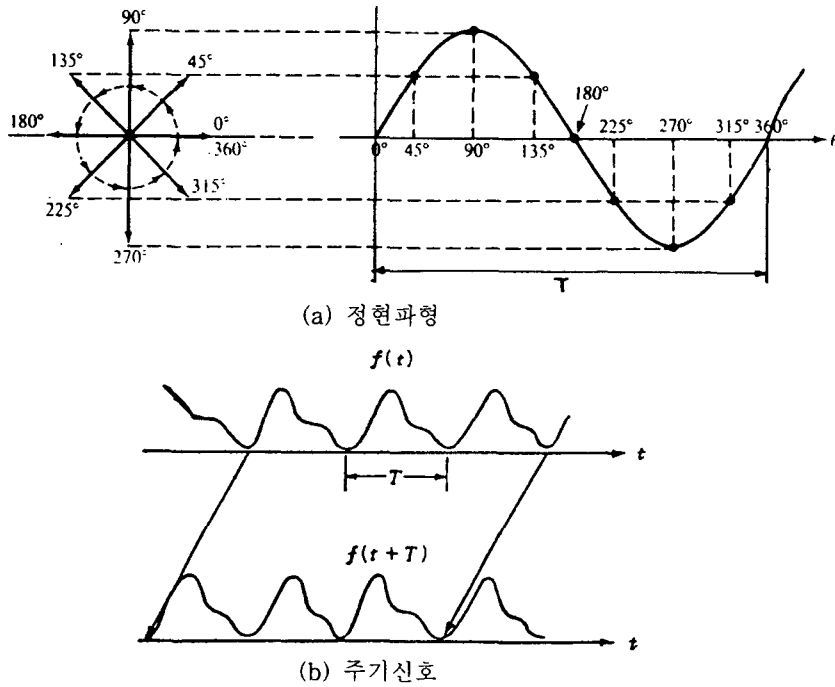


그림 9. 정현파형과 주기신호

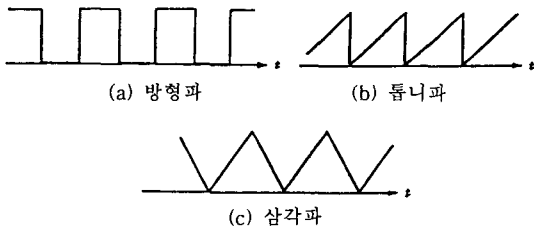


그림 10. 대표적인 주기 신호

며, 주기가 T 일 때 이 신호는 시간 축 방향으로 T 또는 $2T, 3T \dots$ 의 형태로 증가한다. 따라서 일반적인 형태로 쓰면 정수 $n(n=0, \pm 1, \pm 2, \dots)$ 에 대하여 $f(t+nT)=f(t)$ 와 같이 표현되는 신호이다.

여기서 $\sin t$ 라 하는 함수는 $T=2\pi$ 의 주기를 가지며 동시에 $4\pi, 6\pi, \dots$ 의 형태로 증가한다. 이 신호는 정수배의 간격으로 주기를 가지며 그림 9의 (b)와 같은 형태로도 가능하다. 주기가 T 만큼 늦어져도 같은 신호이고 $nT(n=0, \pm 1, \pm 2, \dots)$ 만큼 늦어져도 같은 신호이다.

정현파 이외에 잘 나타나는 주기 신호에는 그림 10에 나타낸 구형파(방형파), 톱니파 그리고 삼각파 등이 있다.

어느 짧은 시간 간격 내에 신호의 에너지가 집중되

어 있는 단발적인 신호를 펄스신호(pulse signal)라 하며 양(+)의 펄스와 음(-)의 펄스가 있다. 또한 에너지가 어느 일정 값이 되기 전에 극히 작은 시간동안에만 과도적으로 흐르다 소멸되는 과도신호가 있다.

3.2 신호의 이산화

신호의 이산화는 연속신호와 이산신호에 대하여 행한다. 연속신호(continuous signal)는 시간 t 가 연속적으로 변화할 경우의 모든 값에 대하여 신호 함수의 값이 정의되어 있는 신호이다. 반면에 이산신호(discrete signal)는 시간 t 의 특정한 값에 대하여 신호 함수의 값이 정의되어 있는 신호이다.

그림 11의 (a)는 시간 t 의 함수에 대한 $y(t)$ 의 연속신호이며, (b)는 시간 t 의 함수 $y(nT)(n=0, \pm 1, \pm 2, \dots)$ 는 이산 신호를 나타낸다. 이산 신호 함수 $y(nT)$ 는 이산시간(discrete-time) $0, T, 2T, 3T \dots$ 에서만 그 값이 존재하며, 이산 시간들 사이에서는 함수 값이 존재하지 않는 신호이다. 여기서 T 는 이산 시간들 사이의 간격이다.

3.2.1 연속신호

연속신호는 시간과 진폭(또는 크기)이 연속적으로 변하는 특성을 가지며, 아날로그 신호(analog signal)라고도 한다. 대부분의 신호는 연속신호이나 가장 기본이

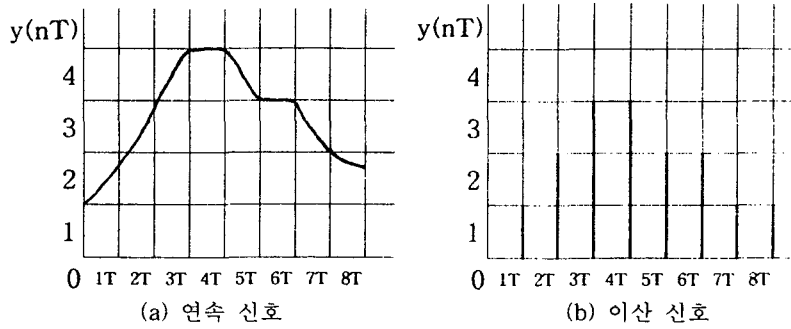


그림 11. 연속 신호와 이산 신호

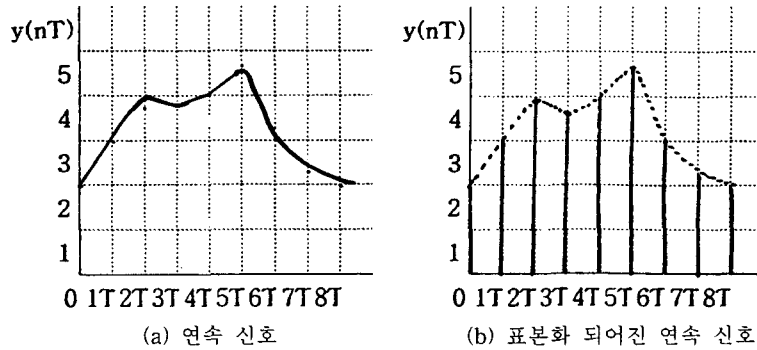


그림 12. 연속 신호의 표본화 과정

되는 신호는 정현파 신호(sinusoidal signal), 단위 임펄스 신호(unit impulse signal), 단위 계단 신호(unit step signal)등이 있다.

3.2.2 이산신호

이산 신호도 연속 신호와 마찬가지로 그 종류가 대단히 많으나, 기본적인 이산 신호는 대체적으로 기본적인 연속 신호를 표본화하여 얻어진다고 할 수 있다.

3.3 신호의 표본화(sampling)

일반적으로 신호처리 시스템에서 처리되는 신호들은 연속 신호가 대부분이나 목적에 따라 연속 신호를 이산 신호로 변경하여 처리하는 경우가 발생하며 연속 신호를 이산신호로 변경하는 과정을 표본화(sampling)라고 한다.

그림 12는 연속신호를 이산신호로 표본화하는 과정을 나타낸 것으로 (a)는 연속신호, (b)는 표본화된 연속신호이다.

표본화시에 주기 T가 작으면 표본화된 이산 신호의 데이터 양이 많아지고, 표본화 주기 T가 커지면 본래의 신호의 특성을 잃게 됨으로 주의하여야 한다. 따라서 적당한 표본화 주기를 설정하는 것이 중요하다.

표본화는 주기 T를 갖는 주기적인 임펄스열 p(t)와 x_c(t)의 곱으로 정의 됨으로 식 (1)이 된다.

$$x_s(t) = x_c(t)p(t) \tag{1}$$

따라서 표본화라는 것은 입력신호 x(t)에 등간격 임펄스열을 곱한 것으로 식 (2)와 같이 모델링할 수 있다.

$$p(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \delta(t - kT) \tag{2}$$

그러나, 이 경우 표본화의 정의는 연속시간 임펄스 함수 δ(t - nT)가 이론적으로는 가능하나 실제로 발생시킬 수 없다. 그러므로 실제 표본화를 할 때에는 몇 가지 측정방법에 의해서 이산시간 sequence x(n)을 만들도록 한다.

3.4 신호의 양자화

이산신호 y(nT)에서의 이산시간 (0, T, 2T, 3T, ...) 들은 이산값을 갖지만 진폭이라고 하는 이산 신호의 크기는 이산 값만을 갖는 것이 아니다.

그림 13의 (a)에서 보면 이산 시간 3T, 5T, 7T에서 신호의 크기가 각각 3.8, 4.6, 2.3을 나타내고 있다. 그

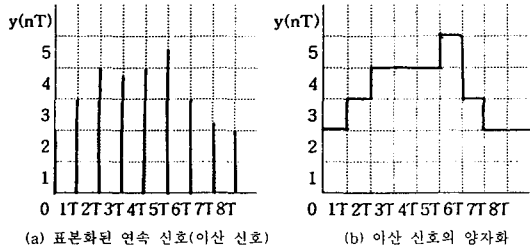


그림 13. 신호의 양자화 과정

러나 이산 신호의 크기를 나타내는 Y축 눈금에 일치하지 않는 신호의 크기는 이산 값이 될 수 없다. 따라서 신호의 크기들은 Y축 눈금에 일치하도록 정수화시켜주어야 하며 이를 양자화(quantization)라 한다.

양자화시키는 방법은 가까운 근사값 눈금에 강제적으로 일치시켜 주는 것으로 반올림 기법과 같으나 근사값을 구하는 방식이므로 오차가 발생한다.

전송해야 할 내용이 8개 이내라면 0과 1의 조합 3개로 표현이 가능하고 0을 펄스의 off, 1을 펄스의 on으로 실현하여 전기적 디지털신호로 전송이 가능하게 된다는 것을 의미한다.

그림 14의 (a)는 최대 7볼트(volt) 범위의 전기적인 신호를 8레벨(level)로 나누어서 신호를 표본화 했을 때의 일반적인 PAM파형을 나타낸다. (b)는 아날로그 신호를 8레벨로 레벨 나눔하여, 어떤 하나의 레벨값에 표본값을 대응(mapping)할 경우에 대한 양자화 PAM파

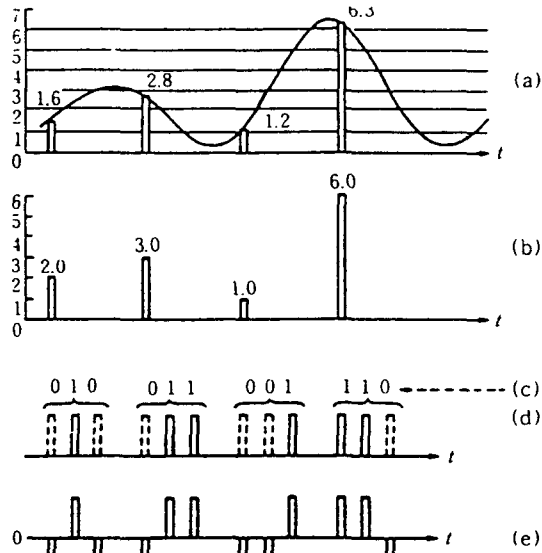


그림 14. PCM에 있어서 양자화와 부호화의 원리

형이다.

(c)(d)는 이들 양자화된 값들을 사전에 미리 정해 놓은 2진 부호값에 할당(assignment)하는 부호화(encoding)과정을 나타낸다. (e)는 이들 2진 부호값들을 단극펄스 또는 쌍극펄스로 실현시킨 경우 각각의 파형이다.

3.5 신호의 부호화

양자화된 신호를 다시 2진수로 나타내는 것을 부호화(decoding)라 하며 부호화 후에 자리의 수를 일치시켜 주면서 모든 과정은 끝나게 된다.

아날로그 정보는 아날로그 신호뿐만 아니라 디지털 신호로도 부호화가 가능하나 디지털 정보는 불연속적인 전압 펄스를 이용하면 간단히 디지털 신호로 부호화할 수 있다. 디지털 정보를 부호화하기 위하여 단순히 0과 1의 정보를 두 개의 전압값에 대응시키는 단순한 방법이 있으나 전송효율이나 동기화를 위하여 보다 복잡한 부호화 과정을 갖는 것이 일반적이다.

4. 신호의 전송과 변환

4.1 Analoge신호 및 Digital신호의 전송

아날로그신호는 그림 9의 (a)와 같이 시간이나 주파수에 따라 그 크기와 주기가 끊임없이 변하는 전자기 파형이다.

이를 전송하기 위해서는 아날로그 데이터나 디지털 데이터 모두를 아날로그 신호로 변화시켜 전송하는 즉 전기적인 신호가 아날로그 신호로 변환되어 전송된다. 컴퓨터에서 사용되는 2진 펄스 신호같은 디지털 데이터는 모델을 이용하여 아날로그 신호로 변환하여 전송한다. 아날로그 전송은 현재 사용되고 있는 전화망을 이용할 수 있다는 장점이 있으나, 신호가 일정 거리를 지나게 되면 그 세기가 감소되어 증폭기(amplifier)를 사용하여 감쇄된 신호를 증폭해 주어야 하는 단점이 있다. 또한 증폭기는 우리에게 필요한 신호만을 증폭하는 것이 아니고 우리에게 필요없는 잡음까지 증폭하게 된다. 따라서 음성과 같은 아날로그 데이터인 경우에는 별 문제가 되지 않지만, 디지털 데이터인 경우에는 에러가 발생하게 된다. 따라서 아날로그 전송은 디지털 데이터보다는 아날로그 데이터 전송에 더 적합하다고 할 수 있다. 그림 15는 아날로그 데이터와 디지털 데이터에 대한 전송방식을 나타낸 것이다.

그림 16의 (a)와 같은 디지털신호는 신호형태가 시간의 변화에 따라 급격하게 변환하는 즉 불연속적인 신호 형태이며 이 변화과정을 통해 정해진 약속에 따

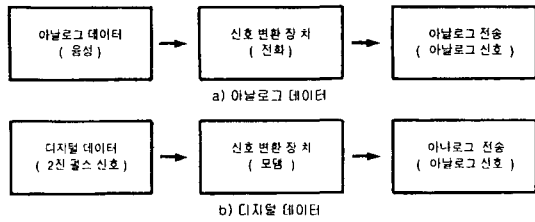


그림 15. 데이터 형식에 따른 아날로그 전송방식

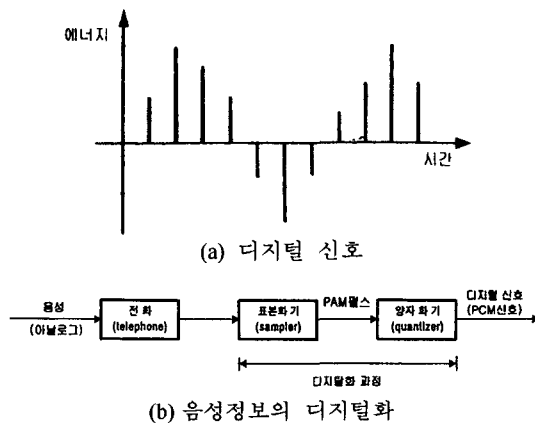


그림 16. 디지털 신호와 음성정보의 디지털화

라 정보를 해독하게 된다.

이의 전송은 그림 16의 (b)와 같이 아날로그 데이터나 디지털 데이터 모두를 디지털 신호로 변환시켜 전송한다.

아날로그 데이터의 경우에는 CODEC(CODer+DECoder)이란 신호 변환장치를 통해 디지털 신호로 변환시켜 전송하고 디지털 데이터의 경우에는 부호 변환기를 통하여 전송한다.

디지털 전송은 아날로그 전송과 같이 신호가 일정 거리를 지나게 되면 그 세기가 감소되기 때문에 증계기(repeater)를 사용하여 감쇄된 신호를 증폭시켜야 한다. 그러나 아날로그 전송에서와 같이 신호와 잡음을 모두 증폭하는 것이 아니고 신호만을 Repeater를 통해 증폭하기 때문에 아날로그 전송보다 error가 적다. 그러므로 대부분의 전송 시스템은 디지털 전송시스템을 사용하고 있다.

4.2 A/D 및 D/A변환

신호처리에는 신호변환과정이 수반되게 된다. 연속신호 $x(t)$ 를 임펄스 표본화하여 임펄스신호 $x_p(t)$ 를 얻고 이것을 이산신호 $x(nT)$ 로 변환하는 과정이 A/D

변환(analog-to-digital conversion)과정이며, $y(nT)$ 를 임펄스신호 $y_p(t)$ 로 치환한 다음 이것을 Filter를 통과시켜 연속신호 $y(t)$ 로 변환하는 과정이 D/A변환(digital-to-analog conversion)과정이다. 그러나 이와 같은 변환은 이론적인 것이며 실제 대부분은 표본-유지(sample and hold)방식에 의하여 이루어진다.

연속신호 $x(t)$ 의 해석은 시간, 복소 및 주파수영역의 세가지로 구분할 수 있으며 이중 시간영역해석은 미분방정식의 해법이 주를 이룬다. 그러나 복소영역해석과 주파수영역해석은 각각 라플라스변환과 푸리에변환에 의해 해석한다.

연속신호나 연속시스템의 해석은 한 영역에서의 해석만으로는 불충분하며 두 영역 또는 세가지 영역에서의 해석을 병행하여 종합적으로 관찰하여야 완전한 해석이 가능하며 시스템의 설계에 매우 중요하다.

이산신호 $x(nT)$ 의 해석은 시간, z 및 주파수영역의 3가지로 구분할 수 있으며 시간영역해석에서는 차분방정식의 해석이 추가되고 z 영역해석은 z 변환에 의존하며 주파수영역해석은 푸리에변환과 이산푸리에변환(DFT)에 의하여 해석이 가능하게 된다.

이산신호 해석 및 이산시스템의 해석과 설계에서는 연속신호 해석시보다는 세가지 영역에서의 종합적인 해석이 더 요구된다. 그러므로 신호처리를 효과적으로 수행하기 위해서는 각 영역에서 성립하는 주요한 관계를 이해하여야 할 뿐만아니라 영역과 영역사이의 변화 관계에 주목하여야 한다.

어떠한 신호를 처리하여 정보를 얻기 위해서는 이에 필요한 형태로 변환(transformation)하여야 하며 이 때 필요한 장치 또는 수단을 시스템(system)이라 한다. 그러므로 시스템에는 입력과 출력이 있으며 시스템의 입력단에 신호를 가하면 어떠한 처리과정을 거쳐 변환된 신호가 출력으로 나타나게 된다.

시스템에서 처리되는 신호의 종류에 따라 연속시스템(continuous time system) 또는 아날로그시스템(analoge system), 이산시스템(discrete time system), 디지털시스템(digital system)으로 분류한다.

연속시스템(continuous time system)은 아날로그(analoge)와 같은 연속신호를 처리하는 시스템으로 입력신호와 출력신호가 모두 연속적이며 이산시스템은 이산신호를 처리하는 시스템으로서 입력신호와 출력신호가 모두 이산신호이다.

그림 17의 (a) 및 (b)는 각각 연속시스템 및 이산시스템을 나타낸 블럭도이다. 연속시스템에서 입력신호가 $x(t)$ 일 때 이에 대응하는 출력신호가 $y(t)$ 일 경우 식 (3)과 같이 나타낸다.

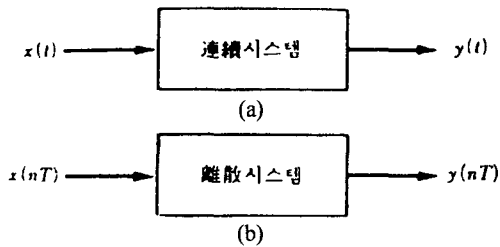


그림 17. 연속시스템 블럭도(a)와 이산시스템 블럭도(b)

$$y(t) = \zeta x(t) \tag{3}$$

마찬가지로 이산시스템에서 입력수열 $x(nT)$ 에 대응하는 출력수열 즉 응답이 $y(nT)$ 일 경우 식 (4)와 같이 나타낸다.

$$y(nT) = \zeta x(nT) \tag{4}$$

디지털시스템은 디지털신호를 처리하는 시스템으로서 디지털 컴퓨터를 가동시키기 위한 알고리즘이 되며 이 알고리즘은 이산시스템의 이론을 기본으로 하여 짜여지게 된다.

시스템에서는 선형성, 시불변성, 인과성, 안정성을 살펴 보아야 한다. 이 때 안정도는 시스템에 필수적이므로 시스템 구성시에는 항상 안정도를 검토하는 것을 잊지 않아야 한다.

감시신호상태 관련 시스템에서는 수신기에 의해 관찰될 안전 및 방재를 기술하고 있다. 경비의 순회 시스템과 관련하여 화재 진압 시스템에서는 밸브 위치, 수온, 수압, 펌프 상태의 관찰이 요구되며 제연설비에서는 댐퍼 위치, 팬 작동 상태등의 관찰이 요망된다.

5. 통신과 Network

5.1 통신

통신을 위한 유선 전송매체의 경우 평형 페어케이블, 트위스트 페어케이블, 동축케이블, 그리고 광섬유 및 광케이블로 구분된다. 이들 각 전송매체에 대한 일반적인 전송특성은 표 1과 같다.

데이터 처리는 아날로그신호와 디지털신호사이에 정보를 이동시키는 방법으로 정보, 신호, 전송측면에서 생각하여야 한다.

정보의 관점에서는 사람의 목소리를 비롯한 음성정보에서 음향은 동일한 스펙트럼을 갖는 전기적 주파수로, 진폭은 전압으로 표현됨으로써 전송매체를 통해 연속적인 진폭값을 갖는 아날로그신호로 상대방에게 전달된다. 음성정보는 아날로그신호로 표현되며 또 다른

표 1. 전송매체에 대한 일반적인 전송특성

전송매체	총 데이터 속도	대역폭	중계기없이 전송 가능한 거리
트위스트 페어	4 Mbps	250 KHz	2~10 km
동축케이블	500 Mbps	350 MHz	1~10 km
광섬유	2 Gbps	2 GHz	10~100 km

정보가 TV 화면과 같은 영상정보이다. 음성정보와 마찬가지로 사람이 영상을 구별할 수 있는 것은 빛의 파장이 서로 다르게 나타나기 때문인데 이것은 음성이 서로 다른 주파수로 다른 소리를 나타내는 것과 같은 개념으로 해석될 수 있다.

한편, 데이터정보와 음성정보 및 이미지정보는 일반적으로 0과 1로 구성된 디지털신호로 표현된다. 우리가 전달하고자 하는 각 문자나 숫자와 같은 데이터정보는 단말에 의해 2진 정보로 생성된 다음, 컴퓨터나 데이터관련 장비에 의해 두 가지 레벨의 전압 중 하나에 각각 0이나 1이 할당되어, 일정 시간동안 그 레벨의 전압을 출력함으로써 2진 정보를 전송로를 통해 전달하게 된다.

신호의 관점에서 아날로그 신호의 진폭은 신호의 크기이며, 파장은 신호가 반복되는 주기를 말하며, 디지털 신호는 시간에 따라 급격히 변화하는 이산적 신호를 의미한다. 일반적으로 아날로그 신호에서는 신호의 크기나 주파수와 같은 양적인 의미가 중요한데 반하여, 디지털 신호에서는 펄스의 형태가 어떻게 변하는가에 대한 질적인 정보가 중요하다.

전송의 관점에서는 정보원에서 만들어진 정보는 통신형태에 적합한 신호로 변환되고 다시 전송매체의 특성에 맞는 형태의 전송신호로 재변환된다. 그런데 정보와 전송신호는 각각 아날로그와 디지털로 구분되고 이들을 조합한 4가지 형태의 통신방식이 널리 사용된다. 위의 내용을 정리하면 표 2와 같다.

5.1.1 부호화와 변조

‘부호(code)’라는 것은 각 데이터정보 하나하나에 할당되는 2진 표현을 말하며, ‘부호체계’란 모든 문자집

표 2. 정보에 따른 신호와 기기

정보	신호	기기
아날로그	아날로그	전화
아날로그	디지털	코덱
디지털	아날로그	모뎀
디지털	디지털	인코더

합에 대한 부호집합을 의미한다. 세계적으로 가장 널리 쓰이고 있는 부호체계는 ITU-T(CCITT)와 ISO에서 표준안으로 권고하고 있는 International Alphabet No.5이다. 이는 각 문자들을 7자리의 2진수로 데이터를 표현하는 7bit 부호체계이나, 이것을 약간 변형한 부호체계가 현재 가장 많이 사용하고 있는 ASCII (American Standard Code for Information Interchange) 부호이다.

변조는 신호의 전송을 위해 반송파(carrier wave)라고 하는 비교적 높은 주파수에 비교적 낮은 주파수를 포함시켜 부호화된 신호를 전송에 적합한 반송신호에 실는 과정이다.

아날로그 정보는 아날로그 신호뿐만 아니라 디지털 신호로도 부호화가 가능하나 아날로그 정보를 디지털 신호로 변환하는 과정은 아날로그 정보를 아날로그 신호로 변환한 후, 다시 디지털 신호로 변환하는 두 단계의 연속적인 부호화과정이 있어야 한다.

디지털 정보를 부호화하기 위해 단순히 "0"과 "1" 정보를 그대로 서로 다른 전압값에 대응시키는 방법이 있지만, 전송효율과 동기화의 문제로 인해 보다 복잡한 형태의 부호화 과정을 거치는 것이 일반적이다.

아날로그 변조에는 진폭변조(Amplitude Modulation ; AM), 주파수변조(Frequency Modulation ; FM)가 있으며 표 3은 이의 비교이다.

또한 위상변조(Phase Modulation : PM)가 있으며 이는 반송파의 진폭을 일정하게 유지한 채 반송파의 위상을 신호파의 진폭에 따라 변화시키는 변조 방식으로 2400 bps 이상의 고속도에서 사용한다.

디지털 변조는 데이터 신호의 전압변화에 따라 반송파의 진폭을 변하게 하는 방식인 ASK(Amplitude Shift Keying), 두 개의 2진 값에 서로 다른 주파수를 적용

표 3. 진폭변조와 주파수변조

내 용	AM	FM
변조 방식	진폭 변조 진폭이 반송파에 그대로 반영	주파수 변조 진폭은 주파의 고저로 변형
사용 주파수	530 KHz~1,600 KHz	88 MHz~108 MHz
음질	그리 좋지 않다.	매우 좋다. (하이파이 방송)
장점	회로 간단, 경제적	전력효율이 안 좋음 잡음에 약함
단점	진폭에 영향을 받지 않음 페이딩에 덜 민감	대역폭이 넓어짐

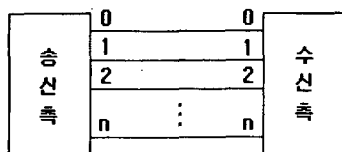
하는 방식인 FSK(Frequency Shift Keying), 반송파의 위상을 이동시키는 방식으로 2, 4, 8등분으로 위상을 나누어 데이터를 표현하는 방식인 PSK(Phase Shift Keying), 그리고 이들의 조합으로 구성된 방식등이 사용된다.

5.1.2 데이터 전송기술

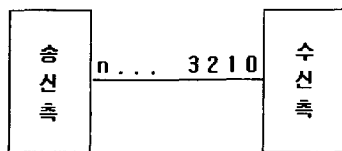
디지털 전송을 대상으로 단위시간에 보낼 수 있는 정보의 양을 전송용량이라고 하며 물리적으로는 하나인 전송매체가 여러 채널로 나뉘어 사용될 수 있기 때문에 채널용량(channel capacity)이라고도 한다.

전송방식에는 복수개의 bit를 복수개의 전송로를 통해서 동시에 전송하는 직렬 전송방식이 있으며 point to point 방법이 이에 속한다. 또한 한 bit씩 한 개의 전송로를 통해 순차적으로 전송할 수 있는 병렬방식은 R형 화재수신반에서 채용하고 있는 Multiplex 방법이라 할 수 있다.

또한 동기화 유무에 따라 비동기식과 동기식 전송방법이 있다. 비동기식 전송방식은 보통 한 문자단위와 같이 매우 작은 비트 블록의 앞과 뒤에 각각 STARTbit와 STOPbit를 삽입하여 비트 블록의 동기화를 취해주는 방식으로 그림 19와 같다. 일반적으로 비동기식 전송방식은 단순하고 저렴하나, 각 문자 당



(a)



(b)

그림 18. 직렬전송과 병렬전송

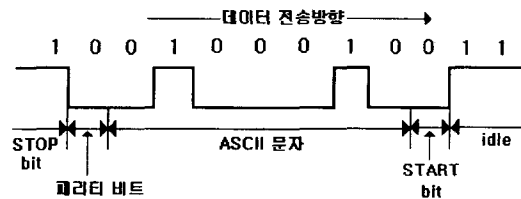


그림 19. 비동기식 전송

STARTbit와 STOPbit를 비롯해 2~3비트의 오버헤드를 요구하므로 전송효율이 떨어져 낮은 전송속도에서 이용된다.

동기식 전송은 프레임을 구성하는 비트 블록의 형태에 의해 문자중심전송(Character-oriented transmission)과 비트중심전송(Bit-oriented transmission)으로 구분한다. 프레임은 한번에 전송되는 정보비트 블록의 크기가 다를 수 있으므로, 송/수신측 간의 동기화를 위해 전송의 시작과 끝을 알리는 제어비트 블록을 정보비트 블록의 앞, 뒤에 붙여 프레임을 구성한다. 큰 크기의 프레임을 전송하는 이 방식은 제어비트 블록에 의한 동기화 외에 비트단위의 동기화가 필요하다.

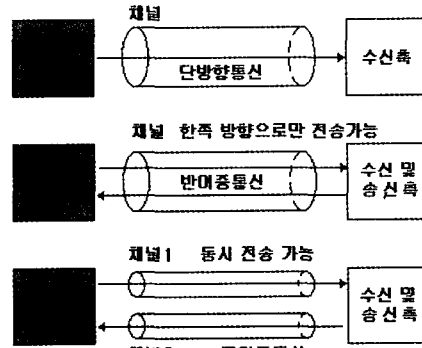


그림 21. 통신대화방식

그림 21은 터미널, 컴퓨터채널, 통신회선, 모뎀 등에서 통신의 전송방향을 구분하는 통신대화방식으로 단방향통신(Simplex)과 이중통신이 있다. 또한 이중통신은 다시 반이중(half-duplex)통신과 전이중(full-duplex)통신으로 분류한다.

5.2.2 토폴로지(Topology)

(1) 스타형(Star style)

스타형은 중앙에 시스템을 중심으로 단말간에 일대일로 연결되어 있는 형태를 의미한다. 즉, 각 단말은 스위치 역할을 담당하는 중앙 시스템을 통해 메시지를 전송하는 중앙집중식 형태로 구성된다.

(2) 트리형(Tree style)

트리형은 계층형(hierarchical)이라고도 하며 루트를 중심으로 계층적 형태로 구성된다. 즉, 루트인 A의 하위에 B~F의 2번째 계층이 연결되고 다시 그 하위로 3번째 계층과 4번째 계층이 연결된다. 이때 최하위 계층의 L은 그 상위계층 G와 다시 그 상위계층인 C와 밀접한 연관성을 갖고 연결된다. 스타형보다는 통신회선을 절약할 수 있으며 일정지역에 설치되면 분산처리 시스템이 된다.

(3) 망형(Mesh/Interconnected style)

망형은 단말간이 통신회선으로 서로 연결되어 있는 형태로 완전 망형과 부분 망형이 있다. 완전 망형에서는 연결을 위한 비용이 상대적으로 많이 소요된다.

(4) 링형(Ring style)

이는 루프형(loop style)이라고도 하며 통신망에서 직접 또는 중계기를 통해 서로 이웃한 기기끼리 접속한 형태이다. 그러나 반드시 링의 형태를 갖는 것은 아니며, 단지 논리적으로 링의 형태를 이루는 것으로 생각하면 된다. 데이터의 전송은 폴링에 의한 방식과 토큰에 의한 방식이 있다.

5.2 Network

5.2.1 다중화

중앙컴퓨터와 다수의 원격지 단말들을 각각 전용 전송선으로 연결한다면 신호전송에 대한 안정적인 면은 증대되지만 비용면에서 효율적이지 못하게 된다. 따라서 적은 용량만을 필요로 하는 여러 개의 정보흐름을 용량이 큰 하나의 전송선으로 전송하는 다중화가 필요하다. 이 때 여러 경로를 통해 들어오는 정보의 흐름을 모아주는 기능을 수행하는 장치를 다중화기(Multiplexer)라고 하며, 다중화된 정보를 다시 여러 개의 분리된 흐름으로 나누어주는 기능을 수행하는 장치를 역다중화기(Demultiplexer)라고 한다. 다중화 방식은 주파수분할 다중화(FDM), 시분할 다중화(TDM), 통계적 시분할 다중화(STDM), 코드분할 다중화(CDM), 및 파장분할 다중화(WDM) 등이 있다.

데이터 통신망은 데이터 통신 장치들로 구성되어 있는데, 이러한 장치들이 서로 공유하면서 연결되어 있는 집합을 하나의 “망(Network)”이라고 한다. 현재 다양한 멀티미디어 정보를 통합하고 동기화시킨 통신망이 요구됨에 따라 서비스의 욕구 증대에 부응하기 위해서는 고속화, 광대역화, 고기능화의 기능을 가진 고품질의 서비스가 제공되어야 한다.

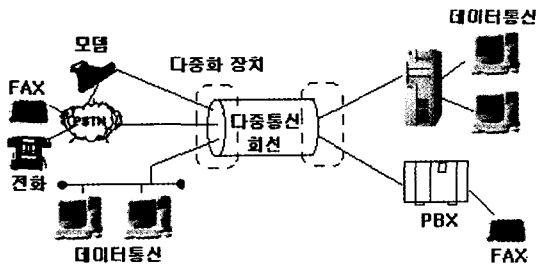


그림 20. 다중화

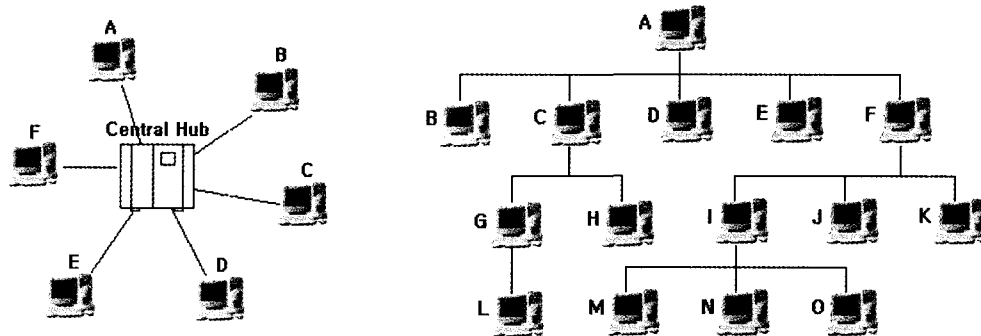


그림 22. 스타형과 트리형

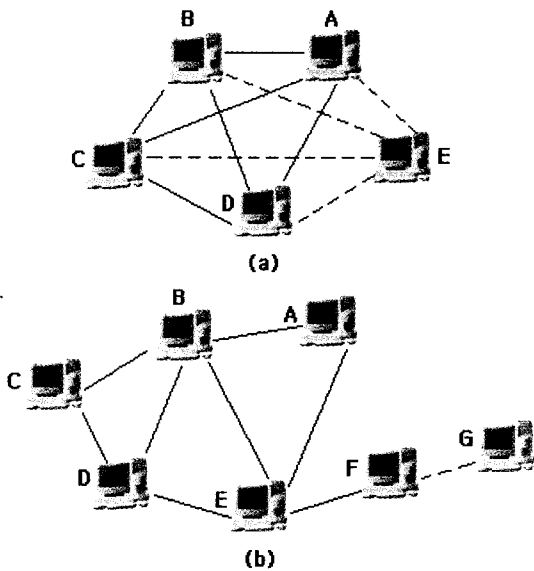


그림 23. 망형(Mesh/Interconnected)

(5) 버스형(Bus style)

버스형은 끝단이 연결되지 않은 것을 제외하면 링형과 같은 형태이다. 한 개의 통신회선에 여러 개의 단말을 연결한 형태로 신호의 전송은 브로드캐스팅의 특성을 갖는다. 데이터 전송은 폴링 방식과 선택에 의해 수행되며 버스의 고장에 기인한 경우를 제외하고 매우 높은 신뢰성을 갖는다. 버스형과 링형은 LAN을 구성하는 기본적인 형태이며 버스형에서 모든 노드는 동일하고 신호의 제어는 분산처리된다.

소규모의 Network을 운영하는 경우, 접속된 장비 및 컴퓨터 시스템의 수가 적기 때문에 관리의 필요성을 느끼지 못할 수 있으나 Network이 확장되면 이들을 효과적으로 관리하는 것은 매우 중요하다. 이는 Network에 국한되는 문제가 아니라 향후 Network의

확장, 유지보수 및 서비스 제공에 커다란 장애요인으로 등장하게 되어 비용측면에서도 큰 손실이 될 확률이 많기 때문이다.

따라서 국제 표준화 그룹은 Network관리를 위한 표준 프로토콜을 제정하고 있으며, 이에 따른 통신장비를 사용하도록 권장하고 있다. 현재 잘 알려진 Network관리 프로토콜로서는 SNMP(Simple Network Management Protocol)과 CMIP(Common Management Information Protocol)등이 있다.

5.2.3 인천국제공항 화재경보시스템 Network

인천국제공항에 대한 화재경보시스템의 Network은 IICS Backbone Network을 기본으로 공항전체 통합감시 및 지휘, 지령과 감시 및 소화활동, 해당지역감시 및 소화활동, 화재경보시스템과의 정보교환등 4개부분으로 분류하고 있다.

시스템은 방재센터(FCC), R형 주수신기(FACP), 지역수신기(SCP), 전원 중계반, 아날로그 감지기등으로 구성되고 있으며 이들은 IICS기간망을 통하여 종합정보통신 시스템과 연계된 하부시스템과 접속되고 있다.

인천국제공항은 여객터미널 권역, 주변전소 A권역, 주변전소 B권역등 3개 권역의 권역방재센터 Network을 구성하여 권역마다 방재센터를 설치하여 화재경보시스템을 운영할 수 있게 하고 있다. 권역방재센터에서는 해당권역에 대한 화재감시, 동작상황 기록유지, 시스템제어기능 및 해당관리지역 소방펌프의 감시 및 제어를 행할 수 있게 하고 있다. 그림 25는 권역별로 구성된 Network이다.

그림 26은 권역방재센터와 감시방재센터사이에 구성된 Network이다. 3개 권역으로 구성된 방재센터는 영역내의 모든 화재경보를 IICS기간망을 통해 소방대본부 감시방재센터와 소방대본소의 감시방재센터로 송신하는 역할을 하며 제어명령 기능이 없는 감시전용 방재센터이다. 각 권역방재센터는 IICS기간망에 고장이

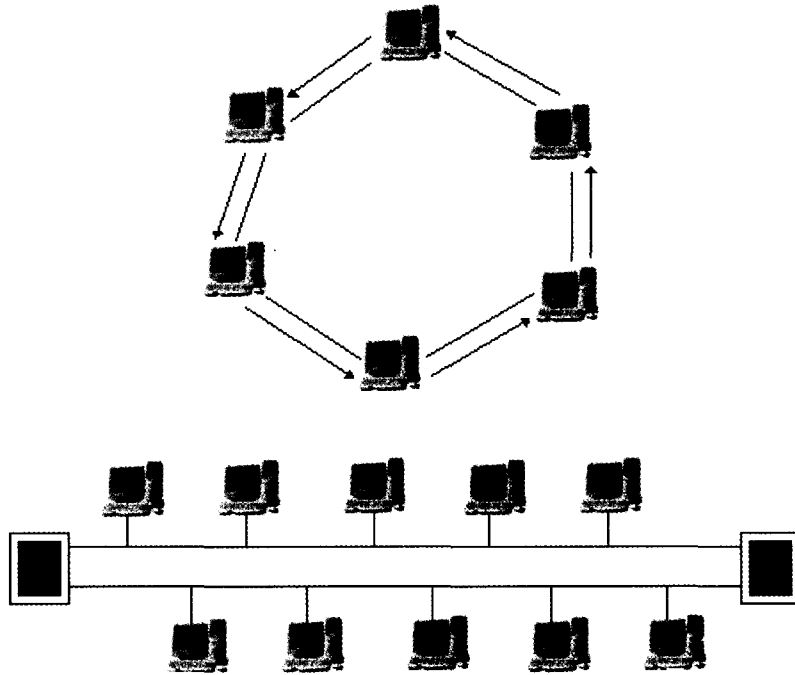


그림 24. 링형과 버스형

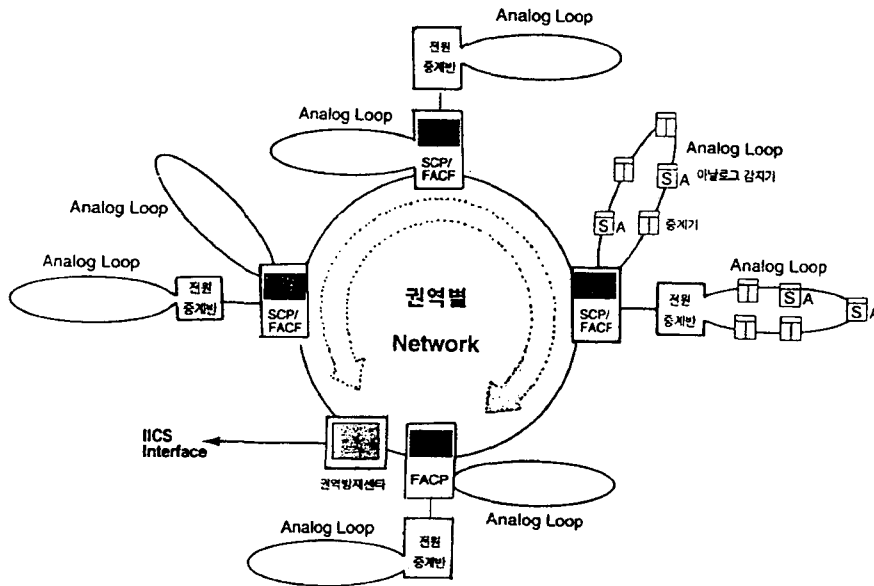


그림 25. 권역별로 구성된 Network

나 이상이 발생되면 전화선과 연결된 자체의 모뎀장치를 통하여 소방대본부 및 분소의 감시방재센터와 화재 Data를 전송하는 이중적 기능의 통합감시체제로 되어

있다. 아울러 감시방재센터는 IICS기간망을 통해 각각 공항전체 화재경보시스템과 공항건물을 감시할 수 있도록 하고 있다.

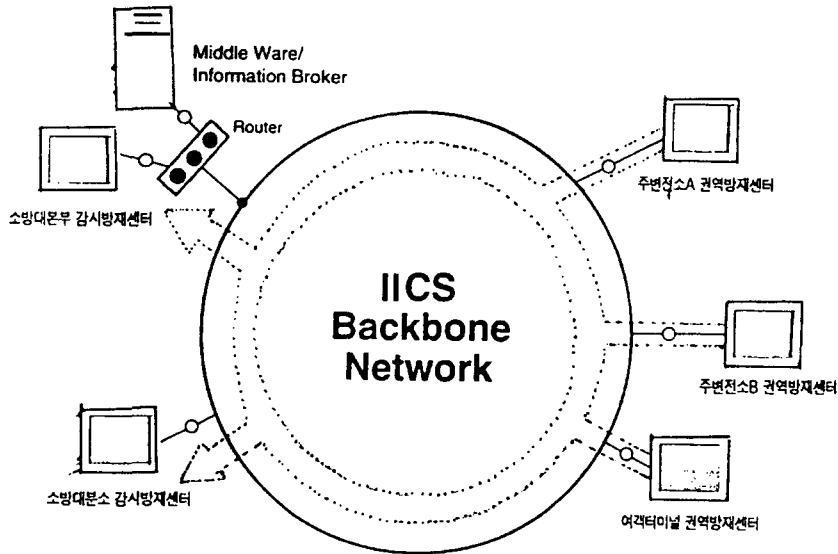


그림 26. 권역방재센터와 감시방재센터사이 구성 Network

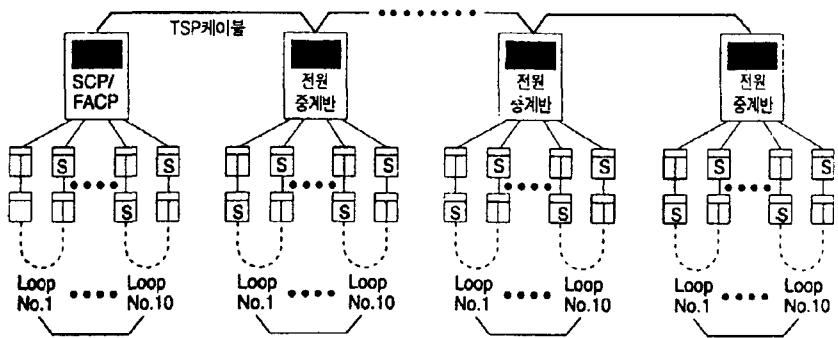


그림 27. 자동화재탐지설비의 접속도

자동화재탐지설비를 구성하는 1대의 R형 주수신기(FACP) 혹은 지역수신기(SCP)는 최대 3,000개의 고유번호를 가진 기기를 수용할 수 있을 뿐만아니라 전원 중계반은 최대 31대까지 접속이 가능하다. 또한 수신기 1대(Node)에는 최대 10개의 아날로그 Loop를 수용할 수 있으며 각 아날로그는 60개의 어드레스 기기를 접속할 수 있다. 따라서 1개의 Node에는 최대 600개의 어드레스 기기를 수용할 수 있다. 이와 같은 성능을 가진 자동화재탐지설비는 설치장소의 특성별로 구분하여 설치되며 관련규정에 부합되어야 하는 것은 자명하다.

즉 여객터미널은 R형 주수신기(FACP) 및 지역수신기(SCP)와 전원중계반을 설치하고 화재감지를 위해 아날로그 감지기를 설치한다. 그러나 층고가 높은 지역

은 광전식분리형감지기를 설치하고 있다. 부대건축물 중 소규모의 건축물들에는 P형 수신기를 설치하되 대부분은 R형 주수신기(FACP) 및 중계기를 설치하고 아날로그 감지기를 설치하고 있으나 일부P형 수신기를 설치한 장소에는 일반형감지기를 설치하도록 하고 있다.

지하 공동구에는 R형 주수신기(FACP) 및 지역수신기(SCP)와 중계기를 설치하고 정온식 감지선형 감지기를 설치하고 있다. 이와 비슷한 지하차도는 발신기, 경종 및 중계기를 설치하되 일부지역에는 감지기를 설치하고 있다. 그림 27은 자동화재탐지설비의 접속도이다.

5. 결 론

과학기술의 발전은 정보화 사회를 이룩하였으며 세

계를 하나로 연결해 주고 있다. 그럼에도 국민의 삶에 대한 질적향상의 척도가 되는 화재안전이 선진국에 비해 크게 뒤떨어져 있음은 경제지향적인 정책이 우선되었던 과거의 산물이 아닐까한다. 미래 산업발전에 대한 것은 첨단화된 시스템을 보호받게 하는 것일 것이다. 이중 화재안전에 관한 과학화된 연구는 아무리 강조해도 지나치지 않을 것이다. 화재발생시 신속하게 건축물의 거주자에게 대피할 시간을 마련해주어야 하는 첨단화된 경보설비는 거의 외국 기술에 의존하고 있으나 관리와 유지를 위해서도 시스템의 기본을 익히는 것은 중요하다.

따라서 화재정보처리를 위한 신호처리이론과 NETWORK에 대해 서술하였다. 즉, 화재신호원으로 신호발생시의 파형이나 여러 가지 신호에 대한 이산화법, 표본화 방법과 양자화와 부호화등에 대해 설명하고 신호의 전송과 변환에 대하여 알아보았다. 또한 통신과 NETWORK에 대해서는 개괄적인 이론을 설명하고 인천국제공항

의 사례를 간략히 설명하였다.

모쪼록 화재신호처리에 관심이 있는 회원들께 많은 도움이 되었으면 한다.

참고문헌

1. 백동현, 소방전기시설론, 동일출판사(1996).
2. 백동현, 화재신호처리공학(미간행물).
3. 이종각, 신호 및 시스템의 기초, 문운당(1999).
4. 김경태 외 2, 데이터 통신, 북두출판사(1999).
5. 양원영 · 장태규, 신호 및 시스템, 회중당(1992).
6. 방재시험원, 불꽃화재감지기의 신기술 및 적용(1999).
7. NFPA, National Fire Alarm Code Handbook (1995).
8. Leslie Balmer, Signals and Systems, UK Ltd (1991).
9. 신화전자(주), Intelligent MXL System(1998).