



정보통신기술사 준비요령 및 통신이론 기출문제 풀이

1. 서론

최근 방송기술과 IT기술의 발전으로 기술이 급격하게 변하고 있다. 방송과 통신의 융합현상이 생활 전반에 자연스럽게 스며들고 있다. 방송기술은 3DTV, UDTV, 실감형TV로 진화되고, 통신은 차세대 네트워크와 4G(LTE-Advanced) 이동통신으로 진화되는 등 무선과 유선의 융합 즉, 유비쿼터스 환경이 우리의 생활에 전반적으로 나타나고 있다.

어느 한 분야의 기술에 만족하며 지내다간 도태되기 쉬운 시기이다. 기술의 발전이 너무 빠르게 진행되고 있다. 이제는 더 이상 방송기술인도 방송기술에 국한되어서는 안 된다고 생각한다. 이것은 생존경쟁이 날로 치열해지는 것으로 이해할 수 있겠다.

이와 더불어 우리는 현재의 직장에 안주하기엔 막대한 불안감이 다가온다는 것을 누구나 감지하고 있을 것이다. 그래서 무엇인가 해야겠다는 마음은 있지만 선뜻 움직여지지 않는다. 설사 마음을 잡았다가도 작심삼일이 되기 쉽다. 그렇지만 필자는 기술의 최고봉이라 할 수 있는 기술사 시험에 도전하기를 감히 권하고 싶다.

2. 원고 기고 동기

기술사 공부를 시작하려고 마음먹었지만 무엇을 어떻게 준비해야 할지 잘 모르는 분들에게 나의 경험을 전해주어 기술사 자격 취득시험에 조금이라도 보탬이 되었으면 한다. 대형 서점에 가면 기술사 준비요령의 책들이 많이 있지만 『(주)방송과 기술』 편집진으로부터 독자들에게 실질적인 도움이 될 수 있는 자료를 요청받고 준비하게 되었다. 사실 이러한 내용은 여러 곳에서 오해를 불러올 수도 있겠지만 필자의 경험과 공부하면서 참고한 서적 및 인터넷 등으로부터 얻은 자료를 정리하였으니 불필요한 오해가 없었으면 한다.

우리나라에는 기술사 종류가 많이 있지만 방송기술과 밀접한 연관이 있는 정보통신기술사 준비 및 요령에 대해 정리하고, 향후 6개월간 주로 출제가 많은 분야별로 간단한 요약과 기존 기출문제 중 2~3문제를 선택하여 시험장에서 답안 작성시 도움이 될 수 있도록 사례를 들어가며 작성할 예정이다.

기술사 필기시험은 주로 단답형과 서술형으로 구분하여 작성하므로 개개인의 따라 답안 작성에 차이가 있을 수 있으니 단지 참고용으로 활용했으면 한다.

3. 기술사 준비자세 및 방법

정보통신기술사 준비를 위해서는 개인마다 다르겠지만 크게 9단원으로 나눌 수 있다. 통신이론, 정보통신망, 무선공학, 이동통신, 위성통신, 인터넷 관련기술, 방송기술, 신기술 및 통신설계&감리 등으로 구분할 수 있다. 이 분야만 보더라도 1~2개월 공부해서 자격을 취득하기에는 쉽지가 않다. 최소 1~2년 이상 공부해야 가능하다고 보면 된다. 그렇다고 열심히 공부해도 요령이 없으면 고생만하다가 중도에 그만두는 경우가 많다.

정보통신기술사 시험은 매년 2월과 8월 2회 실시한다. 한국산업인력관리공단에서 주관하며, 필기시험, 경력심사, 면접시험을 거쳐야 최종합격의 영광에 이를 수 있다. 필기시험을 통과하면 어려운 관문을 통과하는 것이며, 면접시험은 2년(4회)의 기회가 주어지므로 시간이 더 소요될 뿐 특별한 일이 없는 한 통과가 가능하다고 생각하면 된다. 그래서 주로 필기시험 위주로 정리해 보고자 한다.

최근 3회 기술사 시험 기출문제 출제동향에 대한 분석을 표에 나타내었다. 표에 의하면 이동통신, 무선공학, 통신이론 및 신기술 분야에서 주로 출제되고 있다. 표는 단지 수치일 뿐 다른 분야를 소홀히 해서는 안 된다. 어느 분야에서 어떤 문제가 출제될지 모르기 때문이다. 시험 준비요령과 필기시험 답안 작성요령 등을 살펴보면 다음과 같다.

[최근 3회(86, 87, 89회) 기출문제 분석]

주제	86회		87회		89회		합계					
	단답형	서술형	단답형	서술형	단답형	서술형	단답형	비율	서술형	비율	단순 평균	가중치 평균
1. 통신이론	4		6		1	1	11	28.2%	1	1.9%	15.0%	9.4%
2. 정보통신망	3	1	2	2	1	1	6	15.4%	4	7.4%	11.4%	9.7%
3. 무선공학	2	3	4	1	2	4	8	20.5%	8	14.8%	17.7%	16.4%
4. 이동통신기술	2	5		6.5	7	3	9	23.1%	15	26.9%	25.0%	25.8%
5. 위성통신기술		1				1	0	0.0%	2	3.7%	1.9%	2.6%
6. 인터넷 관련기술 (보안포함)				3		1	0	0.0%	4	7.4%	3.7%	5.3%
7. 방송기술		1		0.5		2	0	0.0%	3.5	6.5%	3.2%	4.6%
8. 신기술 (홈네트워크 포함)	1	3	1	4	2	3	4	10.3%	10	18.5%	14.4%	16.2%
9. 통신망 설비 및 설계	1	4		1		2	1	2.6%	7	13.0%	7.8%	10.0%
합계	13	18	13	18	13	18	39		54			

3-1. 정보통신기술사 시험 준비요령

1) 마음자세

기술사를 목표로 공부하는 사람은 지금까지의 경력을 토대로 전문가로 가기 위한 출발선상에 있는 것이다. 출발은 신선하고 겸손해야 한다. 새로운 출발로 인식하고 취득할 때까지 흔들리지 말아야 한다.

2) 주변생활 단순화

기술사 시험은 국가고시이다. 고시는 준비가 많이 필요하다. 기본지식, 경험, 기술동향, 전문지식 등 다양한 자료와 서적을 가지고 공부해야 하므로 많은 시간을 할애해야 한다. 많은 시간을 할애하여 집중적으로 공부해야 하기 때문에 주변생활을 정리해야 한다. 동창회, 향우회, 각종 학회활동, 연구 모임 등을 최소한으로 줄여야 한다. 직장인들은 집중적으로 공부할 수 있는 주말이나 공휴일을 최대한 활용한다.

3) 기본 교재 선택 및 탐독

기술사 시험 준비 중 가장 중요한 내용이다. 지식은 기본 이론이 근본이다. 기본 이론이 없는 지식이나 경험은 응용할 수 없다. 그러나, 우리나라 기술자들은 성질이 급해 몇 권의 책이나 읽고 몇 개의 요약된 문제를 달달 외워서 시험에 응하고 있는데 설명 합격한다고 해도 취득 후에 활용 능력이 부족해 전문가로서 대접을 받지 못한다.

4) 과년도 문제분석

사람은 모르는 길을 가면 두렵다. 아는 길을 갈 때는 여유도 있고 시간 측정도 가능하다. 기술사 공부도 마찬가지다. 길을 알고 가야한다. 길을 알고 간다는 것은 과년도 문제를 분석하여 응시하고자하는 회차에 어떤 문제가 출제될지 스스로 예측하는 능력을 지녀야 한다. 설명 처음에는 벗어났다 하더라도 그 다음 회에 또 예측하고 분석하여 보면 차츰 예상문제를 선별할 수 있는 능력을 지니게 된다.

5) 단계별 준비

시험 응시 6개월 전은 기본서적 정독, 과년도 문제 분석, 관련 정기 간행물 등을 수집한다. 6개월 전부터는 시간을 단계적으로 세워 실천한다.

6) 전체 골격 이해

기술사 문제의 답안을 작성해보면 막히는 경우가 있다. 그 이유는 전체적인 골격을 파악하지 못하고 단답형 위주로 공부했거나 외우고 있기 때문이다. 따라서, 단편적인 지식은 답안작성에 전혀 도움이 되지 못한다. 하나하나 주제별, 항목별 내용이해가 전체 과정의 큰 흐름과 반드시 연결되어 완벽한 구성이 되어야 한다. 단일주제와 용어정리를 통해 시간적 과정에서 전체 골격을 이해해야 한다.

7) 예상문제 작성 연습

기본 골격 이해가 끝났으면 예상문제를 선정하여 자신만의 예상문제를 작성해야 한다. 자신만의 예상문제 및 풀이를 Sub-note, Hand note, Summary note라 한다.

8) 모의시험 작성연습

예상문제 중에서 1교시부터 4교시까지 모의시험 문제를 선정하여 시험장에서와 같은 예행연습을 해야 한다. 모의시험을 실시하다 보면 자신이 답안작성에 어느 분야에 부족함이 있고 미흡한 점이 있는지 스스로 발견할 수 있다.

9) 암기방법

공부를 지속적으로 하지 않고 직장생활에 시달려온 기술사 응시생들은 논술형의 내용을 외운다는 것은 쉬운 일은 아니다.



3-2. 필기시험 방법

- ① 총 4교시로 보며, 각 교시 100점씩 400점 만점에 총점 대비 240점 이상이면 합격이다.
- ② 시험 시간은 각 교시 100분이다.
- ③ 1교시는 13문제 출제되며 그 중 10문제를 골라서 답안을 작성한다.
1교시는 단답형인데 A4용지 1~1.5페이지 이내가 적당하다.
- ④ 2교시부터 4교시까지의 6문제 중 4문제를 골라서 답안을 작성한다. 각 문제 당 2~3페이지 정도 작성하면 된다.
(각 문제에 소요되는 시간은 25분이고 내용은 서론 본론 결론의 순서가 좋다)
- ⑤ 합격을 하기 위해 필요한 점수의 예
 - 1교시 10문제 중 확실히 외우고 있었던 것이 6문제이었고, 어느 정도 쓸 수 있는 문제 2문제, 잘 모르는 문제가 2문제가 있다면
 - 확실히 외운 문제 : 6문제 X 8점 = 48점
 - 어느 정도 작성한 문제 : 2문제 X 5점 = 10점
 - 잘 몰랐던 문제 : 2문제 X 2점 = 4점그래서 1교시는 62점 예상(10문제 중 한 문제라도 안 쓰면 불합격 될 수 있다)
 - 2, 3, 4교시는 4문제 중 2문제는 확실히 알아서 썼고, 1문제는 대충 알겠고, 1문제를 잘 몰랐을 경우
 - 확실히 외운 문제 : 2문제 X 20점 = 40점
 - 어느 정도 작성한 문제 : 1문제 X 15점 = 15점
 - 잘 몰랐던 문제 : 1문제 X 7점 = 7점그래서 2, 3, 4교시는 62점 예상(각 교시 4번째 문제는 꼭 써야 유리하다)

3-3. 답안 작성시 유의 사항

- ① 볼펜을 사용(가능한 기존 사용하던 것)한다.
- ② 글씨는 깨끗하고 성의 있게 작성한다.
- ③ 그림이나 표 작성시 가능하면 자를 사용한다.
- ④ 내용을 균형 있게 작성한다. ex) 광통신의 손실요인 및 대책을 쓰시오. 손실요인 50%, 대책 50%
- ⑤ 본문에 집중한다.
- ⑥ 답안작성 분량은 단답형 1~1.5페이지, 서술형 2.5~3페이지가 적정하다.
- ⑦ 문제풀이마다 제일 마지막에 ‘-끝-’을 쓴다.
- ⑧ 각 교시의 마지막에는 ‘-이하 여백-’이라고 쓴다.

3-4. 목적지까지 순조로운 항해를 위한 안내

채점위원들은 암기형 답안을 싫어한다고 한다. 기술사로서의 품격을 갖춘 농익은 답안을 선호한다. 이를 이루기 위해 다음의 아홉 가지 가이드를 명확히 숙지해야 유리할 것이다.

- ① 왜 하려고 하는가? 자신에게 제대로 질문을 하라.(목적의 명확화)
 - 왜 시작하려고 하는가? 지금까지 가졌던 특별하지 않은 일반적인 각오나 의식 정도로는 합격에 이르기 어렵다.

② 자료에 발목 잡히지 마라.

- 쉽게 얻을 수 있고 많이 얻으면 흡족한 자료들, 이 자료들이 문제를 야기 시킨다. 어떤 자료가 얼마나 중요한지 그 중요도를 모르기 때문에 모두가 똑같이 중요하게 보인다.

③ 자신의 강점을 발견하라.

- 자신을 믿어라. 결국 목적지까지 갈 에너지를 만들고 그 에너지를 이용해 목적지에 도달할 사람도 자신이기 때문이다.

④ 도메인 내의 각종 이슈들을 즐겨라.

- (전자신문, 디지털타임즈 등의 흐름에 동참하라)
- 각종 이슈들이 어떤 트렌드를 형성하면서 변하고 있다.
- 그 트렌드를 발견하는 즐거움을 느껴라.

⑤ 지식의 구조화를 갖추어라.

- 지식의 줄기를 찾을 수 있게 한다.

⑥ 생각을 정리하여 글로 표현하는 훈련을 쌓아라.

⑦ 머리 활용 훈련 : 하나 안 것을 어떻게 광범위하게 확산시킬 수 있는지 훈련한다.

- 지식(원소, 요소)들의 결합으로 새로운 지식을 이해할 수 있다.

⑧ 학습을 해라. (평생 학습의 일환이다) 공부를 하지 말고 학습방식을 고도화하라.

- 하향식 65%, 상향식 25%, 절충식 10% 등

3-5. 채점 위원들의 주요 관심사

① 물어본 질문에 충실한 답안인가?(배점의 20% 이내)

- 질문이 요구한(출제의도) 내용에 맞게 답안을 작성했는가?
- 기본적인 이론지식을 가지고 있는가?
- 정확히 이해하고 있는가?

② 체화(내재화)의 정도(배점 30% 이내)

- 암기에 의하지 않고 체화된 상태에서 현장 통용성을 구비한 답안인가?

③ 창의성과 논리력(배점 40% 비율 내외)

- 자신의 주관 : 답안의 내용을 자신의 의견이 있고 그 의견에 설득력을 가지고 있는가?
- 논리력 : 문제에서 물어 본 질문을 해결하기 위해서 어떠한 논리를 가지고 전개하였는가?

④ 실행안의 제시(10% 비율 내외)

- 주어진 문제의 기술을 현재 시점에 적용할 수 있는 방안을 제시하였는가?
- 또한, 실제 현황에 적용시 발생하는 문제와 이를 극복하기 위한 방안은 무엇인가?

3-6. 정보통신기술사 시험합격 전략

① π 형 학습법

- 기술의 전체적인 흐름, 지식의 깊이 (문제 대처능력), 연계기술 등을 고려한다.

② 기술사 수험과정

- 기술사의 정의(기술사법) : 고도의 전문 지식, 실무경험, 응용능력보유
- 응시자격(국가기술자격법시행령 제11조) : 기사 4년, 산업기사 6년, 대졸 7년, 전문대졸 9년, 고졸 11년
- 검정(한국산업인력관리공단) : 필기시험, 경력심사, 면접시험

③ 답안 작성요령

- 고품질, 가독성, 특화/차별화 (기술사적 관점)

④ 기술사의 직무

- 전문가로서의 정확한 기술자문
- 전문가로서의 기술 감리 및 시공
- 전문가로서의 기술평가 및 중재
- 전문가로서의 사업관리 및 기술판단

⑤ 시험 대비 전략 수립

- 1단계 : 기출문제 분석(재도전시에는 본인의 실패 원인 분석 및 문제점 보완)
- 2단계 : 통신기초이론, 기반기술, 신기술 등 분야별로 체계적인 정리
- 3단계 : 신기술 시장동향/전망 등 숙지
- 4단계 : Sub 노트 중심으로 답안작성 연습 및 모의시험

⑥ 기출문제 분석에 따른 대응자세

- 89회 시험은 전 분야에서 골고루 출제되었으며, 향후 시험은 통신이론 분야의 철저한 대비가 필요하다.
- 시사성 있는 문제도 다수 출제되어 학회지, 신기술 동향 등의 자료 분석을 지속적으로 해야 한다.

- 개인적으로 Sub 노트를 작성하여 반복적인 학습이 필요하다.
- 답안작성 연습 및 모의시험의 필요성이 강조된다.

⑦ 합격 전략

- 실전에서는 본인이 고득점 할 수 있는 문제를 선택해야 한다.
- 선택한 문제의 문맥을 정확히 이해하여 답안작성시 오류 및 실수를 차단한다.
- 출제자의 의도를 정확히 파악하여 답안작성시 출제자의 모범답안과 가능한 근접하도록 하여야 고득점 할 수 있다.
- 포괄적이고 장황한 답안작성을 지양하고 핵심 키워드 중심의 간략한 답안작성으로 채점자의 피로도를 줄일 수 있도록 하자.

4. 통신이론분야 주요 기출문제(80~89회)

80_1_02. Weber-Fechner 법칙

80_1_11. 디지털 시스템의 수신레벨이 $-130(\text{dBm})$ 이고, 유효잡음 온도가 1600K 였다.
3000(bps) 속도로 송신하는 링크의 E_b/N_0 를 계산하시오.

80_2_1. 통신시스템 신호 중 에너지신호와 전력신호를 설명하시오.

80_2_2. 정보통신을 하기 위해서는 변조기술이 수반되는데 변조를 해야 하는 이유를 열거하고 설명하시오.

80_2_4. 무선통신에서 사용되는 주파수 체배기의 회로도를 도시하고 동작원리를 설명하시오.
또한 주파수 체배시 AM 및 FM 변조의 특성변화를 수식을 이용하여 설명하시오.

81_1_05. 데이터 전송률에 관한 아래 항목을 설명하시오.
가. Nyquist 전송률 나. Shannon 용량

81_1_09. I축 및 Q축 신호에 $\pm 1\text{V}$ 및 $\pm 3\text{V}$ 를 사용하는 16QAM 변조방식에서 평균전력과 첨두 전력 및 첨두대평균전력비(peak-to-average ratio)를 구하시오.

81_1_10. 어떤 FM무선 송수신기(워키토키)가 3kHz 까지 대역제한 된 음성주파수를 받아서
최대주파수편이(frequency deviation) $\pm 15\text{kHz}$ 의 주파수변조(FM)를 한다면,
Carson의 법칙에 따라서 이 전파신호의 점유주파수 대역폭을 구하시오.

81_3_2. 디지털통신 시스템에서 백색가우스잡음(White Gaussian Noise) 환경 하에서
정합필터(Matched filter)수신기를 설계하고, 상관기(Correlator)와 등가임을 보이시오.

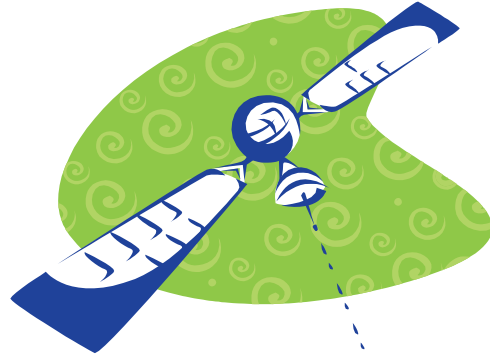
81_4_4. 디지털 통신망에서 진폭(Amplitude), 위상(Phase), 주파수(Frequency)변조에 대한
다양한 방식을 설명하고, 열잡음하에서의 오류(Error rate)특성과 주파수 효율을 비교하고,
그 근거를 제시하시오.

83_1_05. DM(Delta Modulation)

83_1_06. QAM(Quadrature Amplitude Modulation)

83_1_10. 잡음지수(Noise Figure)와 다단증폭기의 종합잡음지수

- 83_1_12. FM(Frequency Modulation)의 포획효과(Capture Effect)
- 83_1_13. 계층변조(Hierarchical Modulation)
- 84_1_04. 정현파 신호 $x(t)=A\cos(2\pi f_0 t+\theta)$ 의 자기상관 함수 및 평균전력
(단, A와 θ 는 상수임)
- 84_1_10. FM 방송국의 전파형식인 (260KF8EHF)
- 86_1_01. DPCM(Differential PCM)
- 86_1_03. 상호변조(Intermodulation)와 혼변조(Cross-modulation)
- 86_1_04. 반사손실(Return Loss)
- 86_1_05. 위상잡음(Phass Noise)
- 86_1_12. Over sampling의 효과
- 86_1_13. BPSK(Binary PSK)와 QPSK(Quadrature PSK)의 BER(Bit Error Rate) 특성
- 87_1_02. Shannon 정리를 설명하고, S/N이 1000일 때 대역폭을 구하시오.
(단, 채널용량 = 29.9×10^6 bit/s)
- 87_1_02. 번개가 칠 때 모든 Band의 수신기가 잡음의 영향을 받는 이유를 설명하시오.
- 87_1_03. 신호의 전송에 있어 주파수 천이(Shift)가 필요한 이유를 설명하시오.
- 87_1_05. 로렌츠 법칙(Lorentz Force Law)에 대하여 설명하시오.
- 87_1_06. 대표적인 부호화 방식인 NRZ(Non Return to Zero) 방식의 특징을 RZ(Return to Zero) 방식과 비교 설명하시오.
- 87_1_11. 신호 전송시 무왜곡 전송 조건에 대하여 설명하시오.
- 87_1_12. Source Coding과 Channel Coding에 대하여 정보이론적인 면에서 비교 설명하시오.
- 87_1_13. Nyquist 표본화에 대하여 설명하시오.
- 89_1_03. 양자화 잡음(Quantization Noise)
- 89_1_11. PAPR(Peak-to-Average Power Ratio)
- 89_1_12. AMC(Adaptive Modulation and Coding)
- * 89_3_6. 진폭변조방식 중 DSB-SC(Double Side Band - Suppressed Carrier)와 DSB-LC(Double Side Band - Large Carrier)의 특징을 비교 설명하시오.
- ** 89_3_6. 89회 3교시 6번 문제



5. 답안 작성 예

5-1. 단답형(1~1.5페이지 분량 작성)

실제 답안과 양식이 동일하며, 대체로 보고서를 작성한다고 생각하면 된다.

[문제 12]		Source Coding과 Channel Coding에 대하여 정보이론적인 면에서 비교 설명하시오.(87회 1교시 12번 문제)	
	[답]		
1. 개요			
		-	Coding이란 정보의 효율적인 전송이나 저장을 목적으로 수행하는 과정임
		-	소스 부호화(Source Coding)은 아날로그 신호원을 디지털정보원으로 변환하는 과정이고 채널 부호화(Channel Coding)는 수신측에서 디지털 정보원을 복원시 오류정정이 가능하도록 송신측에서 구조화된 잉여비트를 추가하는 과정임
2. 원천 부호화(Source Coding)			
	(1)	사용목적	
		-	아날로그 신호원은 디지털 변환을 수행하고 디지털 신호원은 redundancy 감소를 위하여 최소의 평균길이를 갖는 심벌로 압축 부호화하는 과정임
	(2)	소스부호화의 종류	
		①	영상 부호화 : JPEG, MPEG 등
		②	음성 부호화 : Celp, Vocoding 등
		③	파형 부호화 : DPCM, DM 등
3. 채널 부호화(Channel Coding)			
	(1)	사용목적	
		-	데이터의 전송, 저장 시에 전송 데이터에 구조화된 잉여정보(Redundancy)를
		-	삽입함으로써 제한된 전력 또는 제한된 대역폭을 갖는 채널 환경에서 각종 잡음이나 신호 감쇄에 의해 데이터에 오류가 발생하는 것을 정정하는 역할을 수행하여 비트오류율(BER)을 개선하는 역할을 수행함.
		-	오류정정을 위한 잉여비트로 redundancy가 증가해 전송대역폭이 증가하고 부호기의 구성이 복잡해짐.
	(2)	채널 부호화의 종류	
		1)	block code
			① 선형 code : Hamming code, BCH code, Reed Solomon code
			② 순회 code : CRC code
		2)	비 block code (Convolution Code)
			① 자기직교(Self-Orthogonal)부호
			② 위너(wyner)부호
			③ 비터비(Vterbi)부호
4. Source coding과 Channel coding 방식 비교			
	구 분	Source coding	Channel coding
	정 의	아날로그 → 디지털	디지털 → 디지털
	목 적	전송 효율의 향상	전송오류의 검출 및 정정
	종 류	DM, DPCM, ADM, ADPCM	Hamming Code, Turbo Code
		- 끝 -	
		2줄 여백	
		(공 란)	
[문제 00]			

5-2. 서술형(3페이지 분량 작성)

서술형 답안도 앞의 답안지 양식에 다음 내용을 작성하면 된다.

[문제 6] 사논의 Information Capacitance Theory의 물리적인 의미에 대하여 설명하시오. (72회 2교시 6번 문제)

1. 개요

- 사논의 채널용량은 통신채널이 주어지면 이 채널을 통해서 전송할 수 있는 정보 최대 전송율 C가 있음을 증명한 수식으로 이 전송율을 통신용량이라 함.
- 만약, 사논의 채널용량은 정보율 R이 C보다 작다면 부호화 기술에 의해서 임의의 작은 오류확률에 접근 시킬 수 있으며 그 반대로 적용됨.
- 사논의 채널용량은 잡음이 부가된 대역 제한된 채널에 대한 채널용량을 나타냄.

2. 채널 용량의 종류

(1) Shannon 용량

- 가우시안 잡음이 부가되는 채널에서 신뢰성 있는(요구되는 허용 BER 을 만족하는 범위) 통신을 위하여 정보를 전송할 수 있는 최대 전송 속도 또는 정보율(정보량)
- 채널에서 신호 전력을 S(Watt), 부가되는 잡음의 전력을 N(Watt), 채널이 갖는 대역폭을 B(Hz)라면 신뢰성 있는 최대 전송 용량(속도) C는,

$$C = B \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right) \text{ [bps]}$$

- 로그의 밑수 2를 사용한 것은 2진 정보 전송인 경우에 해당함.
- C는 bps의 단위를 갖는 통신용량, B(Hz)는 채널의 대역폭, S/N은 신호대잡음비.
- 통신 용량을 크게 하려면 채널의 대역폭이 넓거나 신호대잡음비(S/N)가 클 것. 예로 채널 대역폭이 넓은 광케이블을 사용하는 사례이지만 이론적으로 대역폭이 커지면 상대적으로 부가되는 잡음도 커질 것이지만 로그 함수의 특성상 전체적으로는 부가되는 잡음의 영향이 미미해지므로 B를 넓히는 추세임.
- 이론적으로 대역폭이 무한대인 경우 Shannon 용량

$$C = \lim_{B \rightarrow \infty} B \log_2 \left(1 + \frac{S}{N_0 B} \right) \approx 1.44 \frac{S}{N_0}$$

여기서 N_0 는 잡음 전력 밀도(Watt/Hz)이며, 잡음 전력 $N = N_0 B$ (Watt) 임.

- Shannon 용량은 채널을 통해 전송할 수 있는 이론적인 최대 전송 용량을 의미하므로 실제로는 이보다 적어짐.
- 채널의 통신 용량 또는 채널의 전송 용량이라고 함은 Shannon 용량을 의미.

(2) Nyquist 용량

- 가우시안 잡음이 전혀 없는 이상적인 채널에서 신뢰성 있는(요구되는 허용 BER을 만족하는 범위)통신을 위하여 정보를 전송할 수 있는 최대 전송 속도 또는 정보율(정보량)
- 주로 기저 대역 전송에서 적용되므로 대역 통과 전송을 통신에서는 잡음 전력이 '0' 인 경우는 없으므로 이를 대상으로 하지 않음.
- 채널의 대역폭을 $B(\text{Hz})$, 신호의 레벨수를 M 이라면 전송 가능한 정보량, $C = 2B \log_2 M$ 디지털 전송의 경우 $M = 2B$ 의 관계가 있음.

3. 물리적 의미

- 채널의 대역폭이 증가하면 정보신호가 더 빠르게 변화할 수 있으며, 이로 인해 정보율이 증가함.
- S/N을 증가시키면 잡음 때문에 발생하는 에러를 방지할 수 있으므로 정보율도 증가시킬 수 있음.
- 여기서 잡음이 존재하지 않는다면 SNR은 무한대가 되고, 대역폭에 구애받지 않고 무한대의 정보율이 됨. 그러나 이 경우는 채널 내에 백색잡음이 존재하는 AWGN 환경이라는 가정에 위배됨.
- 대역폭이 무한대에 접근하게 되면 통신용량도 무한대에 접근하게 됨. 그러나 이 경우는 채널 내에 백색잡음이 존재한다고 가정했기 때문에 잡음 영향 때문에 대역폭이 넓어지면 넓어질수록 잡음도 함께 증가하게 되며 SNR은 감소하게 됨.

4. 통신용량을 증가시키기 위한 방안

(1) 전송 채널의 대역폭 증가

- 전송 채널의 대역폭을 증가시킨다는 것은 유선의 경우, 사용하지 않는 높은 주파수대역을 사용하거나 재질을 개선하여 대역폭을 증가하는 방안이 있음.
- 대역폭을 증가시키는 것은 통신용량을 증가시키는 가장 효율적인 방안이지만 선로의 구축비용 상승으로 신중하게 고려해야 함.

- 그러므로 망을 구축할 때부터 미래 늘어날 통신용량을 고려하여 망을 설계하여야 함.

(2) 신호 전력 증가

- 송신 신호의 전력을 증가시키면 통신용량이 증가됨.
- 그러나 송신신호 전력을 증가시키는 것은 송신기의 설계와 관계되므로 이 방법은 적합하지 않음.
- 단, 너무 낮은 전력으로 송신하지 않도록 하는 고려가 되어야 함.

(3) 잡음 전력 감소

- 통신선로의 차폐를 효과적으로 하여 외부에서 유입되는 잡음을 억제하면 통신용량이 향상됨.
- 그러나, 차폐를 하는 것은 선로의 비용이 향상되므로 신중하게 고려해야 함.

5. 계산 예

- 만약, 어떤 채널의 최대 사용 가능한 주파수 대역폭이 2,500[Hz] 이고, 신호대잡음비가 30[dB], 즉, 잡음이 신호의 1/1,000 인 전송 채널 있을 경우의 채널 용량은

$$C = 500 \log_2 \left(1 + \frac{1,000}{1} \right) \approx 24,900 [\text{bit/sec}]$$

- 또한, 샤논(C. E. Shannon)의 공식을 이용하면 원하는 데이터 전송률에 요구되는 대역폭을 결정할 수 있음.

- 예를 들면, 채널 용량이 10,000[bit/sec], 신호 전력이 100[w]이고, 잡음 전력이 10[w]라 하면 대역폭은

$$\begin{aligned} B &= \frac{C}{\log_2 (1 + SN)} \\ &= \frac{10,000}{\log_2 (1 + 100/10)} \\ &= \frac{10,000}{\log_2 (11)} \\ &= \frac{10,000}{3.74} = 2,880 [\text{Hz}] \end{aligned}$$