

한림원의

치앙



COVER STORY

THEME • 건강한 과학기술사회를 만드는 기본 '연구윤리'

그래픽뉴스 | 연구윤리 실태 및 현황

기고 | 허은영 서울대학교 교수

김완중 KISTI 책임연구원

PEOPLE

슈테판 헬 MPI 연구소장

신희섭 IBS 명예연구위원

노정혜 한국연구재단 이사장

백기엽 충북대학교 석좌교수

임미희 KAIST 교수

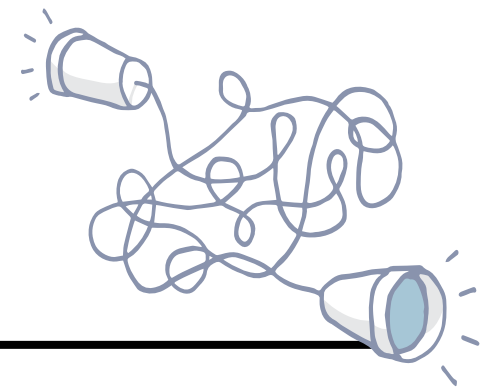
서창호 KAIST 교수

[편집인의 말] 시간이 지나도 많은 사람들에게 감명을 주는 클래식 음악·소설·영화처럼, 과학기술계에도 역사를 바꾼 ‘명작 논문’이 있습니다. 한림원은 ‘인생논문을 만나다’ 연재기고를 통해 각 학문분야에서 손꼽히는 명작논문, 혹은 최근 많은 연구자들에게 영감을 주고 있는 최신논문 등을 소개함으로써 이공계 대학(원)생들은 물론이고, 연구현장에서 눈앞의 연구에 지친 연구자들에게 연구의 묘미와 가치를 다시금 일깨워주는 계기를 마련하고자 합니다. 시리즈의 네 번째는 공간과 거리의 한계를 뛰어넘어 모두를 연결하는 학문, ‘정보통신학’입니다.



글 _ 서창호

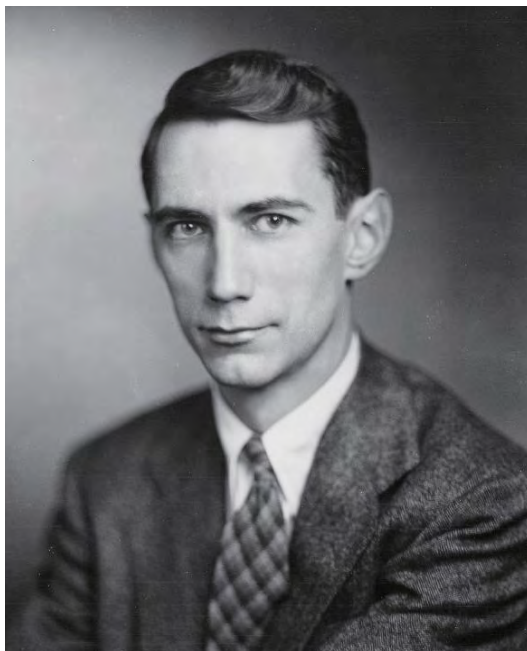
KAIST 전기및전자공학부 교수 (한림원 공학부 차세대회원)
IEEE정보통신 최고논문상 수상
IEEE정보학회 유일한 논문상 수상
정보통신, 인공지능 분야를 연구함



정보통신의 아버지 새년의 역작 논문

(A Mathematical Theory of Communication):

이로부터 얻은 세 가지 교훈



【그림 1】 클로드 새년(1961~2001)

©Technology Review

정보통신의 아버지 새년(Claude Shannon)

스마트폰, 인터넷, 인공지능과 같이 우리는 정보화 기기 및 문명의 지배하에 살고 있다. 본 칼럼에서는 정보화 문명에서 중추적인 역할을 한 ‘정보통신’ 기술에 대해 주목하고자 한다.

‘정보통신의 아버지’라 불리는 클로드 새년(Claude Shannon). 그는 미국의 응용수학자이자 컴퓨터 과학자로서 1948년 32세의 나이에 인생 역작의 논문을 썼다.

「커뮤니케이션의 수학적 이론(A Mathematical Theory of Communication)」.

이는 디지털 통신의 토대를 이루는 역작이 되었다. 그의 논문은 인류문명에 큰 혁신을 가져다주었을 뿐 아니라, 나의 연구 인생에도 지대한 영향을 끼쳤다. 특히 논문으로부터 얻은 세 가지 교훈은 나의 연구 인생의 틀(연구 방법, 철학, 논리적 사고, 과학적 자세 등)을 만들어 주었는데, 본문에서는 이에 대해 자세히 다루고자 한다.

A Mathematical Theory of Communication

By C. E. SHANNON

Reprinted with corrections from *The Bell System Technical Journal*, Vol. 27, pp. 379–423, 623–656, July, October, 1948.

【그림 2】 클로드 새년의 역작 논문 제목과 게재 정보

교훈 #1: 단순함의 아름다움을 추구하라

인류 문명에 혁신과 정보화 사회를 이끈 디지털 통신 혁명. 사실 이는 단순함의 아름다움에 대한 그의 열정과 신념에서 비롯되었다. 새년이 유년기를 보냈던 20세기 초는 통신 혁명의 시기였다. 전신, 전화, 라디오, TV 등 많은 종류의 통신시스템이 개발되었지만, 새년은 그 당시 상황에 만족하지 않았다. 전송되는

정보의 종류(텍스트, 오디오, 사진, 동영상 등)에 따라 통신 방법론이 상이하고, 이에 각기 다른 종류의 시스템이 개발되었다는 점. 이종 시스템이 혼재된 춘추전국시대와도 같은 상황에 그는 불만을 느꼈던 것이다. 자연이 아름다운 법칙에 의해 지배되듯, 그는 통신에서도 뭔가 단순하고 아름다운 진리가 숨겨져 있을 거라 믿었다. 이러한 신념은 마침내 ‘디지털 통신’이라는 혁명적인 기술로 꽃피웠다.

교훈 #2: 통합하려 노력하라

두 번째 교훈은 아름다운 진리를 밝히기 위한 그의 노력에 관한 것이다. 새년은 혼재된 이종 시스템 가운데 아름다움을 찾기 위해 ‘통합’을 꿈꾸었다. 단순하고 아름다운 구조를 갖는 하나의 시스템이 존재하지 않을까 예상했던 것이다. 구체적으로 그는 “동일한 방법론에 기초한 통합된 시스템을 설계할 수 있지 않을까?”라는 질문을 던졌는데, 이는 마침내 ‘비트(bit, binary digit)’라는 개념으로 이어졌다. 새년은 비트를 ‘동일화폐’로 간주하여 이종 시스템 간의 통합을 구상했다. 각기 다른 종류의 정보를 이진 값들의 수열로 표현할 수 있다는 점에 착안, [그림 4]와 같은 통합 아키텍처(Architecture)를 설계하였다.

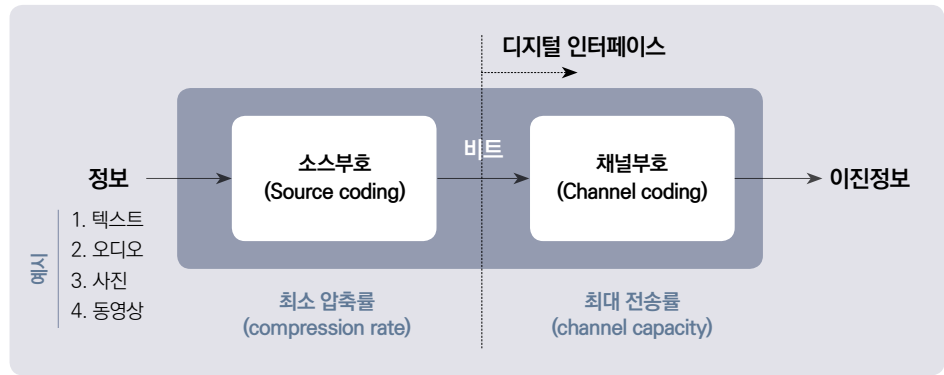


【그림 3】 20세기 초 다양한 통신시스템 (전신, 전화, 라디오, TV)



새로운 일이란 언제나 쉽지 않다.

누군가 걸었던 길이 아니기에 과거의 축적된 경험이 없어 더욱 어려움을 겪는다.
새로운 길을 개척하여 나아가기 위해서는 ‘집중과 끈기’가 필요하다.



【그림 4】 ‘비트’라는 정보통화를 기반으로 통합통신시스템

정보는 ‘소스부호’를 거쳐 동일화폐인 ‘비트’로 전환되고, 이는 ‘채널부호’를 거쳐 통신미디어(공기, 구리선과 같은 송수신단 사이의 매개체)에 전송된다. 실제 전송되는 정보는 원정보 종류에 상관없이 항상 비트라는 점, 이는 동일한 채널부호 기법을 가져다주었고, 이로써 통일된 디지털 인터페이스, 디지털 통신시스템의 근간이 마련됐다.

교훈 #3: 집중하고 포기하지 말라

세 번째 교훈은 최적의 통신시스템을 설계하고자 하는 그의 노력과 연관이 있다. 새넌은 최적의 설계를 위해 두 가지 개념을 도입하였다. 첫째, 소스부호의 효율성을 나타내기 위한 ‘최소압축률(정보를 손실 없이 표현하기 위한 최소한의 비트 개수)’. 둘째, 채널부호의 효율성을 위한 ‘최대전송률(오류 없이 최대로

전송할 수 있는 비트 개수)’. 이를 규명하는 것이 바로 최적의 설계를 위해 선행되어야 하는 일이었다. 하지만 천재 수학자 새넌에게도 이를 규명하는 일이 쉽지만은 않았다. 압축, 전송률 모두 새로운 개념이었을 뿐 아니라, 그것들의 최적값을 찾아내는 것은 더욱 어려운 일이었다.

아키텍처 제시 후, 수년이 흘렀으나 성과는 없었다. 하지만 새넌은 포기

하지 않았고, 오히려 더욱 집중하였다. 마침내 노력의 결실이 맺어졌다. 물리, 화학에서 사용되어 왔던 ‘엔트로피(entropy)’ 개념을 도입, 창의적인 증명방법을 통해 ‘최소압축률’과 ‘최대전송률’을 규명한 것이다. 이는 차후 최적의 통신시스템 설계에 대한 비전을 제시하였다. Zip, jpeg 등 익숙하게 들어본 이름들, 모두 ‘최소압축률’ 규명에 기반하여 개발된 소스부호들이다. CDMA, WiFi, 4G, 5G 등과 같은 통신시스템, 모두 ‘최대전송률’ 규명에

기반하여 설계된 것들이다.

새로운 일이란 언제나 쉽지 않다. 누군가 걸었던 길이 아니기에 과거의 축적된 경험이 없어 더욱 어려움을 겪는다. 새로운 길을 개척하여 나아가기 위해서는 ‘집중과 끈기’가 필요하다. 새넌과 같은 천재 과학자도 이를 겸허히 받아들였고, 집중하고 포기하지 않은 그의 근성이 정보화 문명을 가져다준 인생 역작의 논문을 가능케 했다 믿는다.

나에게 준 영향

단순함의 아름다움을 추구하라. 통합하려 노력하라. 집중하고 포기하지 말라. 이 세 가지 교훈은 나에게 연구 인생의 틀을 마련해 주었다. 구체적인 사례 두 가지 소개를 끝으로 칼럼을 마치고자 한다.

첫 번째 사례는 나의 최근 연구 방향과 관련된 것이다. 현재 우리는 AI(인공지능) 혁명의 시기에 살고 있다. 검색엔진, 추천시스템, 자율주행, 음성인식, 물체인식, 암진단, 자동번역기, 고화질 이미지재생, 자동불량검출 등 많은 종류의 AI 시스템이 개발되어왔고 이는 우리의 삶에 큰 변혁과 편리함을 가져다주었다. 하지만 시스템별 상이한 방법론과 정형화되지 않은 데이터로 인해 체계적이고 최적인 시스템이 부재한 상황이다. 일명 ‘AI춘추전국시대’에 살고 있는 것이다.

단순함의 아름다움을 추구하라. 통합하려 노력하라. 이 교훈은 나에게 새로운 연구 방향을 제시해 주었다. 이종 AI 시스템을

통합할 수 있는 단순하고 아름다운 구조를 찾아! 이것이 최근 나의 연구 목표가 된 것이다. 새넌에게도 그랬듯이 이는 도전적인 일이라 생각한다. 하지만 인류에 지대한 공헌을 할 수 있는 가슴 뛰는 일이기에, 집중하고 포기하지 않을 수 있을 것 같다. 언젠가는 결실이 올 거라 믿는다.

두 번째 사례는 ‘집중하고 포기하지 말라’는 교훈에 관한 것이다. 2006년 UC버클리 박사 유학 시절, 나는 감사하게도 데이빗 체(David Tse)라는 정보통신의 대가로부터 지도를 받을 수 있었다. 그분이 나에게 소개해 준 첫 번째 문제는, “여러 쌍의 일대일 통신이 혼재되어있는 상황, 간섭에 구매받지 않는 통신이 가능할까?”라는 질문에 답하는 것이었다. 존경하는 지도교수님으로부터 인정받고 싶은 단순한 마음에 그 문제에 곧바로 뛰어 들었다.

수개월이 지나서야 그 문제가 새넌이 1960년대 던진 “난제”라는 사실을 알게 되었다. 오싹했다. 졸업을 못 할 수도 있겠다는 생각이 든 것이다. 동시에 “집중하고 포기하지 말라”는 교훈이 떠올랐다. 중요하게 생각하는 가슴 뛰는 일이기에, 나도 새넌처럼 집중하고 포기하지 않는다면 성과가 있을 거라 희망했다. 2년 반이 지나 ‘간섭정렬’이라는 통신기법에서 마침내 실마리를 얻었다. 여러 간섭신호를 가지런히 정렬하여 마치 하나의 간섭이 있는 것처럼 만드는 통신기법인데, 이를 활용하여 간섭에 구매받지 않고 기지국 수에 비례하여 통신용량이 증가할 수 있다는 것을 증명한 것이다. 오랫동안 집중하고 포기하지 않았기에 가능했던 일이라 믿는다. 🌟

