

As We May Think (1945)

Vannevar Bush

우리가 생각하는 대로 (1945)

버니바 부시

Vannevar Bush (1890 - 1974)



Vannevar Bush

- Differential analyser
- Manhattan Project
- As We May Think - Memex
- Vice President of MIT
- Dean of the MIT School of Engineering
- President of the Carnegie Institution of Washington

Serial Experiments Lain

Layer 09 - Protocol

Transcript



Background of 'As We May Think'

Manhattan Project

Atomic Bomb

As We May Think

The Atlantic, July 1945

Atomic Bomb is dropped (August 1945)

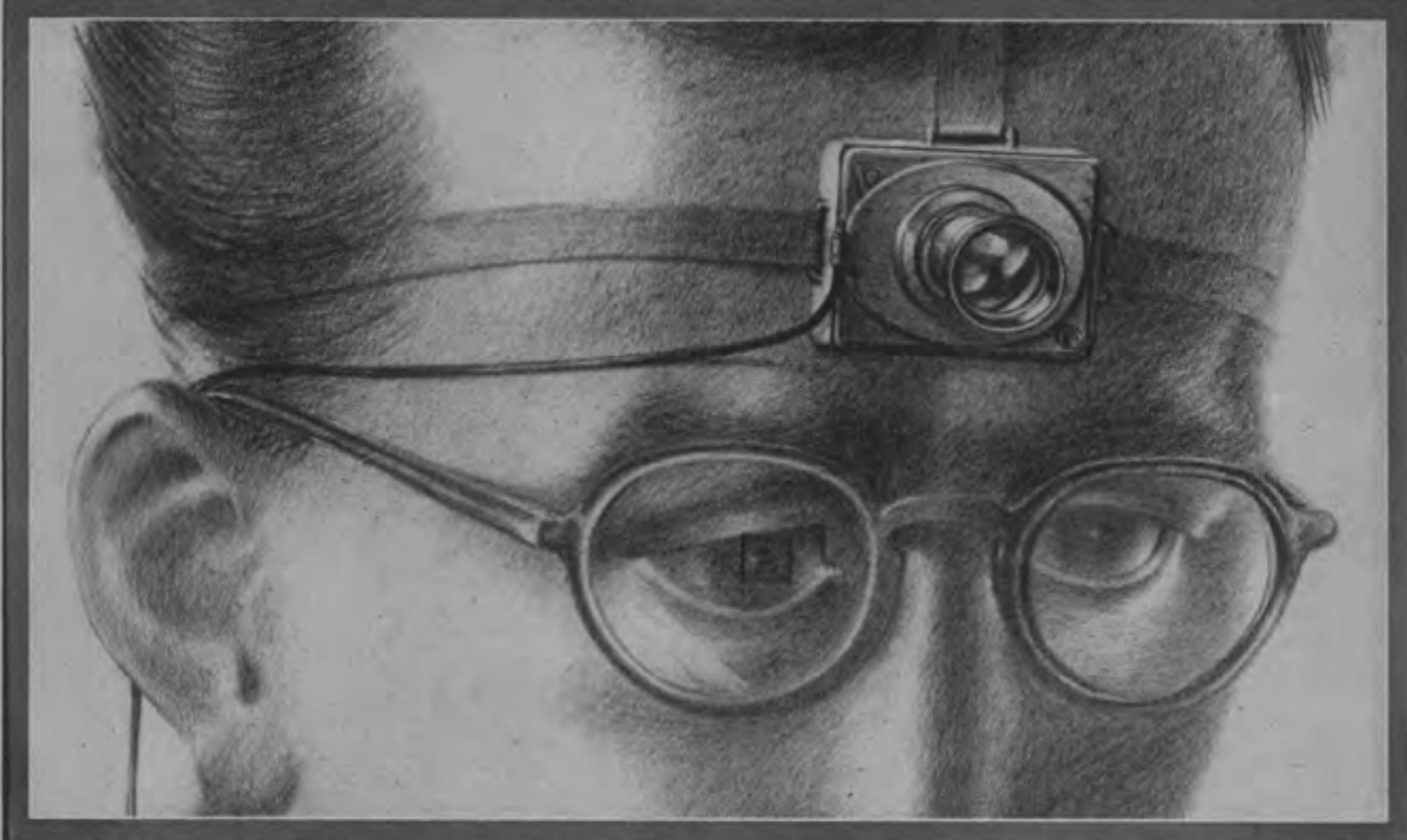
Hiroshima and Nagasaki

[image from Archive.org](#) cc-by-nc



As We May Think reprinted

Life Magazine, September 1945



A SCIENTIST OF THE FUTURE RECORDS EXPERIMENTS WITH A TINY CAMERA FITTED WITH UNIVERSAL-FOCUS LENS. THE SMALL SQUARE IN THE EYEGLASS AT THE LEFT SIGHTS THE OBJECT

AS WE MAY THINK

A TOP U. S. SCIENTIST FORESEES A POSSIBLE FUTURE WORLD
IN WHICH MAN-MADE MACHINES WILL START TO THINK

by VANNEVAR BUSH

DIRECTOR OF THE OFFICE OF SCIENTIFIC RESEARCH AND DEVELOPMENT

Condensed from the *Atlantic Monthly*, July 1945

전쟁과 평화 사이에서

가장 극심하게 진보의 흐름에서 벗어나고, 파괴적인 기계 장치들을 위해 학문적 추구를 포기하며, 기대하지 않았던 연구 과제를 위해서 새로운 방법을 고안해야만 했던 사람들은 바로 물리학자였다. 그들은 동맹국의 물리학자와 함께 만들어낸 장치로 적군을 저지할 수 있었다. 그들은 거대한 팀의 일원으로 그들 내부에서 커다란 성취감을 느꼈다. 이제 평화로운 시대가 도래하자 물리학자들은 어디에서 그들의 가치 있는 목적을 찾을 것인가에 대해 고민하게 되었다.

– 멀티미디어 251p

July, August, September



A SCIENTIST OF THE FUTURE RECORDS EXPERIMENTS WITH A TINY CAMERA FITTED WITH UNIVERSAL-FOCUS LENS. THE SMALL SQUARE IN THE EYEGLASS AT THE LEFT SIGHTS THE OBJECT

As We May Think - 1

- 과학의 발전이 가져온 변화
- 문제 제기 - 기록을 유용하게 하는 능력의 부재
- 기술의 발전 - 이집트에 자동차가 있었다면

너무 많은 기록

멘델의 유전학 법칙은 유전학의 시대가 열리기까지 한 세대 정도 잊혀졌다. 왜냐하면 멘델의 생각을 담은 출판물을 이해하고 확장시킬 수 있는 사람들이 거의 없었기 때문이다. 하찮은 많은 것들 속에 파묻혀 정작 중요한 업적이 잊혀지는 불행은 지금도 반복되고 있다.

문제는 다양한 관심사를 다루는 출판이 오늘날 과도하게 이루어지고 있다는 것이 아니라, 오히려 기록된 것을 유용하게 하는 우리의 현재의 능력을 출판이 훨씬 넘어서고 있다는 것이다.

– 멀티미디어 253p

기계를 만드는 기반의 발전

분명 아주 복잡한 장치를 제대로 만들면서 그 비용을 줄일 수 있는 시대이다.

– 멀티미디어 254p

As We May Think - 2

- 작은 카메라의 등장 예견(호두보다 작은 물체)
- 기록으로서의 사진의 발전
- 마이크로 필름의 발전을 통한 압축력의 향상
 - 브리태니카 백과사전 -> 성냥갑
 - 100만권의 장서 -> 책상의 한 구석에 들어갈 크기
 - 1억권의 책 - 밴에 싣고 다닐 수 있는 크기
- 기록은 다시 참고할 수 있어야 한다

A SCIENTIST OF THE FUTURE ACCORDS ENORMOUSLY WITH ANY CAMERA. THIS MICROPHOTOGRAPHIC LENS THE SMALL SQUARE IN THE EYE-LIKE PLATE THAT SIGHTS THE OBJECT
A TOP U. S. SCIENTIST FORESEES A POSSIBLE FUTURE WORLD IN WHICH MAN MADE MACHINES WILL START TO THINK
by VANNEVAR BUSH
DIRECTOR OF THE OFFICE OF SCIENTIFIC RESEARCH AND DEVELOPMENT
Condensed from the Atlantic Monthly, July 1945

카메라를 통한 기록

카메라의 셔터를 누르게 하는 끈은 손가락으로 쉽게 누를 수 있도록 소매에 있을 수도 있다. 중요한 순간에 순간적으로 누르면, 사진이 찍힌다. 일반 안경의 한쪽 렌즈 윗부분에는 가는 선의 정사각형이 있어, 그것을 통해 보면 일반적으로 보는 것과 다른 형태로 보인다. 물체가 그 정사각형 안에 보이면, 사진을 찍기 위해서 초점을 맞춘다. 미래의 과학자는 실험실이나 현장, 또는 기록할만한 가치가 있다고 보는 모든 순간에 셔터를 누르기만 하면 된다. 그 순간 찰칵 하는 소리는 둘리지 않는다. 이 모든 것이 터무니없는 상상인 것일까? 환상적인 것은 단지 셔터를 작동 시키기만 하면 원하는 만큼 많은 사진들을 찍을 수 있다는 것이다. - 멀티미디어 256p

기록의 압축

미래에 사용하게 될 100의 선형비를 생각해보자. 분명 더 얇은 필름이 사용되겠지만 종이와 같은 두께를 가진 필름이 있다고 가정해보자. 이러한 조건에서도 책의 일반적인 기록과 그것을 필름으로 복사한 것 사이에는 10,000 : 1이라는 비율이 생길 것이다.

– 멀티미디어 258~259p

기록의 참조

물론 단지 압축하는 것만으로는 충분하지 않다. 기록하고, 저 장해야 할 뿐 아니라 기록을 참고할 수 있어야 한다. 이것이 중요하다는 사실은 나중에 밝혀질 것이다. 오늘날 거대한 도서관에서조차 이것을 중요하게 생각하지 않고 있다. 다만 몇몇 사람들만이 관심을 보일 뿐이다.

– 멀티미디어 258~259p

As We May Think - # 3

- 기록 방법의 발전
- 반복 계산을 위한 컴퓨터

단순 작업하는 기계

그러나 데이터를 수집하고 관찰하며 유사 자료를 추출하고 새로운 자료를 최종적으로 삽입하는 데에는 많은 요구가 따른다. 인간의 성숙한 생각을 대체할 기계는 없다. 그러나 창의적인 생각과 기본적으로 반복되는 생각은 매우 다르다. 반복되는 생각의 경우 특히 강력한 기계의 도움을 받을 수 있을 것이다.

– 멀티미디어 261p

As We May Think - #4

- 복잡한 사고를 위한 컴퓨터(1)

과학의 이해

만약 과학적 논리가 산술적 논리 과정에 국한된다면, 물리계에 대한 우리의 이해는 더 수월하였을 것이다. 그보단 수학의 확률을 사용해서 포커 게임을 완전하게 이해하려고 하는 편이 낫다.

– 멀티미디어 264p

복잡한 사고

현대의 키보드 회계기는 오래전 주판과는 현격한 차이가 난다. 미래의 산술 기계도 마찬가지일 것이다. 그러나 이러한 새로운 기계조차도 과학자들이 가야 할 곳으로 데려가지는 않을 것이다. 만약 사용자가 정해진 규칙을 따라서 반복적으로 정교하게 변형하는 것보다 다른 어떤 것을 위해서 그들의 두뇌를 자유롭게 한다면, 더 높은 수준의 수학을 힘 둘여서 세밀하게 다루는 것으로부터 자유로워야만 한다. 종종 잘 다루는 사람도 있긴 하지만, 수학자는 숫자를 잘 다루는 사람이 아니다.

– 멀티미디어 264p

As We May Think - # 5

- 복잡한 사고를 위한 컴퓨터(2)
 - 논리 규칙을 추론하는 기계
- 선택의 원리 - 기계적인 규칙
- 기계는 더 빨라질 것이다

너무 많은 기록의 부작용

너무 많은 아이디어를 다루고 그것을 기록에 삽입함으로써 우리는 전보다는 더 나빠진 것처럼 보인다. 왜냐하면 우리는 막대하게 기록을 확장할 수 있었지만, 지금 쌓여진 기록도 거의 참고할 수 없기 때문이다. (...) 수많은 좋은 생각들이 있을 수 있고, 그것들은 경험에 바탕을 둔 좋은 생각이므로 받아들일 수 있는 건축적 형태의 돌벽 안에 담겨있다. 그러나 만약 어떤 학자가 단지 일주일간 열심히 조사해서 결과를 얻는다 해도, 그가 한 종합은 현재 상황을 따라갈 수 없을 것이다.

– 멀티미디어 266p

더 빠른 필터링

이와 같이 빠른 선택의 형태와 다른 용도의 원거리 투영을 고려할 수 있다. 1초나 2초 안에 조작자 앞에서 100만장 중 한 장에 주석을 달 수 있는 가능성을 가지고 입력할 수 있다는 것은 여러 가지 가능성을 암시한다. 그것은 도서관에서도 유용 할 수 있지만, 이와는 별개의 이야기이다. 이런 식으로, 현재 흥미롭게 조합 가능한 것들이 있다. 예를 들어, 말로 제어되는 속기사와 같은 방식으로 마이크로폰에 이야기기기함으로써 선택할 수 있게 될지도 모른다. 그것은 확실히 기존의 문서 정리 원들을 앞지를 것이다.

– 멀티미디어 268p

As We May Think - # 6

- 인위적 색인 체계의 가치
- 사고의 경로 개념 제안
- Memex - 문서 저장 기계
 - (거의) 무한한 저장장치
 - 일반적 색인의 이용
 - 사진을 활용한 메모와 내용

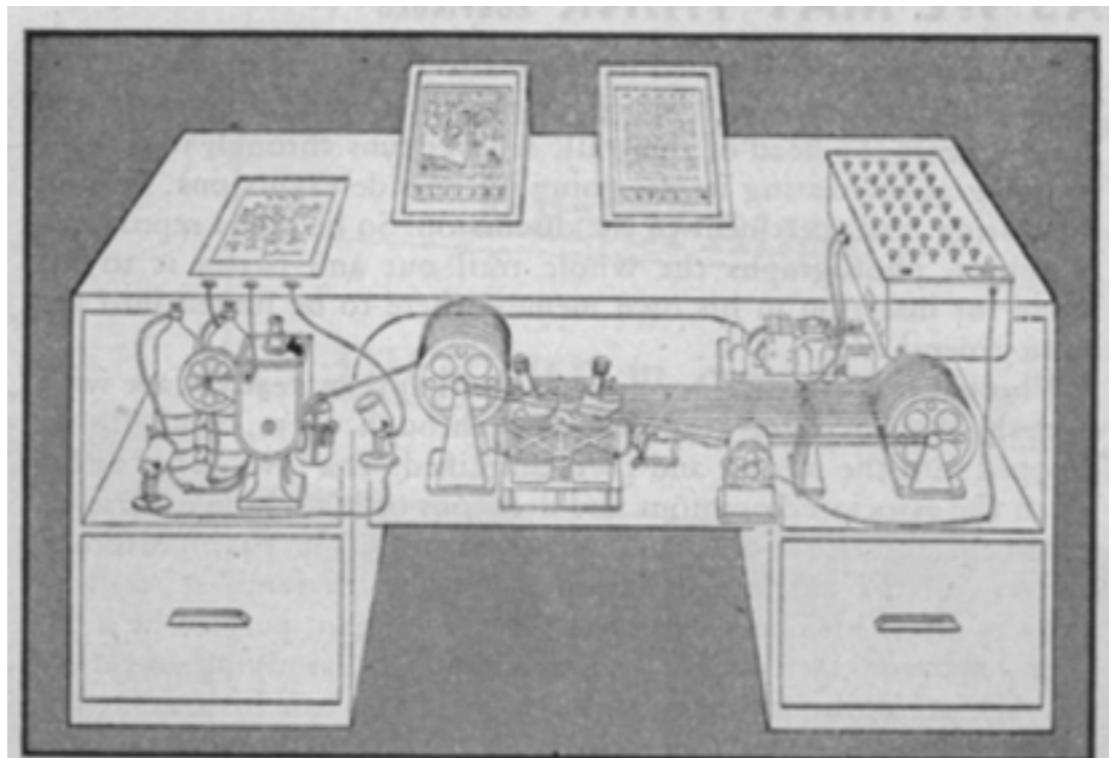
기존의 색인 방법과 새로운 경로

선택의 문제는 그러나 도서관에서 그 기술을 적용할 때의 자연과, 그 기술을 사용하는데 필요한 장비 개발의 불충분함보다 더 중요하다. 색인 체계의 인위성 때문에 기록을 찾기 어렵다는 것은 우리의 어리석은 생각이다. 어떤 종류의 데이터가 저장될 때, 알파벳이나 숫자 순으로 정리된다. 그리고 정보는 분류 체계를 순차적으로 추적해서 찾아진다. 만약 복사본이 사용되지 않았다면, 단지 한 장소에서만 찾을 수 있다. 경로에 정보를 배치하기 위해서는 규칙이 있어야 하지만, 그 규칙은 다소 거추장스럽다. 게다가 한가지 항목을 찾기 위해서는, 그 시스템을 벗어나서 새로운 경로로 다시 들어가야만한다.

메멕스

개인이 사용하기 위한 미래 장치를 생각해 보자. 이것은 일종의 기계화된 개인 파일과 도서관 같은 것이다. 그 이름은 생각나는 대로 메멕스 (memex)라고 지었다. 메멕스는 개인의 모든 책, 기록, 커뮤니케이션을 저장하는 장치이고, 신속하고 융통성있게 기록을 찾아볼 수 있도록 구조화되어 있다. 그것은 인간의 기억을 확장하게 하는 근본적인 보완책이다.

– 멀티미디어 270p



MEMEX in the form of a desk would instantly bring files and material on any subject to the operator's fingertips. Slanting translucent viewing screens magnify supermicro-film filed by code numbers. At left is a mechanism which automatically photographs longhand notes, pictures and letters, then files them in the desk for future reference.

As We May Think - # 7

- 경로 - Hypertext
 - 연상적인 색인의 방법
 - 새로운 형태로 연결된 자료들
- 자료와 경로들의 불변성
 - 공유

즉각적인 색인

현재 사용되는 기계 장치에 투사한다는 것을 제외하면, 이 모든 것은 이과 다를 바가 없다. 그러나 이것은 연상적인 색인에 즉각적인 단계를 제공한다. 어떤 항목으로 준비된 기본 아이디어가 즉시, 그리고 자동적으로 다른 것을 선택할 것이다.

– 멀티미디어 272p

경로를 통한 책의 새로운 가능성

비록 실제의 항목은 멀리 떨어진 자원으로부터 함께 모아져 새로운 책의 형태로 묶여지지만 말이다. 어떤 항목은 많은 경로로 연결될 수 있기 때문에, 실제의 책보다 더 많은 가능성이 있다.

– 멀티미디어 272p

터키의 짧은 활이 영국의 긴 활보다 유용했던 이유에 관한 연구

- 재료
 - Memex에 저장된 수십권의 책과 논문들
 - 백과사전에서 찾은 흥미로운 내용들
- 엮어주기
 - 재료들 간의 경로 만들기
 - 자신의 생각을 경로에 연결하기
- 앞으로 나아가기

관심의 경로

따라서 이용할 수 있는 자료의 미로를 통해 그는 관심의 경로
를 만든다.

경로의 불변성과 공유

그리고 그 경로는 사라지지 않는다. 몇년 후에, 그가 친구와 하는 이야기는 새로움과 중요한 것에 저항하는 사람들의 기묘한 방식에 의존한다. 화가 난 유럽인들은 여전히 터키의 활을 받아들이지 않는다는 예가 있다. 사실 그는 그 경로를 가지고 있다. 한 번의 터치로 코드 책을 꺼낸다. 몇 개의 키를 치면 경로 앞 부분을 투사한다. 레버를 자유 자재로 움직여서 관심있는 항목에 멈추면, 다른 쪽은 실행되지 않는다. 그것은 논의에 관련된 흥미있는 경로이다. 그러므로 복사기를 장착해서, 전체 경로의 사진을 찍고, 보다 일반적인 경로로 연결된 자신의 메신저에 삽입된 사진을 친구들에게 보낸다.

As We May Think - # 8

- 새로운 백과사전 / 전망
 - Memex와 경로를 통한 확장
 - 예상되는 사례들 - 변리사, 의사, 역사학자
- 과학이란 무엇인가

과학이란 무엇인가

따라서 과학은 사람이 생산하고 저장하는 민족의 기록을 참고하는 수단일 수도 있다. 지금 알고 있는 방법과 요소를 고집하기보다는 원대하게 미래 기계의 윤곽을 잠는 쪽으로 나아갈 것이다. 그것은 여기서 이루어지고 있듯이 빠른 발전을 겪을 것이다. (...) 우리가 키를 만질 때 느껴지는 촉감, 말하고 들을 때의 음성, 읽을 때의 시각 등 여러가지 감각 중에 하나를 통해서 기록에 있는 자료를 만들고 흡수하는 모든 단계가 진행된다. 언제쯤 경로가 더 직접적으로 확립되는 것이 가능할까?

– 멀티미디어 274~274p

기록과 인간 문명

인간이 그의 아득하게 지나간 과거를 더 잘 회상할 수 있고, 지금의 문제들을 좀 더 완벽하고 객관적으로 분석할 수 있으려면 아마도 인간의 정신은 더욱 고양되어야만 할 것이다. 만약 인간의 노력이 논리적인 결론에 도달하고, 제한된 기억을 희사시켜서 스스로 정체되지 않으려면, 대단히 복잡한 기록들을 기계화하는 문명을 만들 필요가 있다. 만약 지금 당장 필요하지 않은 것들을 잊을 수 있는 특권과 잊고 있던 것이 중요해 질 때 다시 기억할 수 있는 확신이 있다면, 이 여행을 더 즐길 수도 있을 것이다.

결론

과학의 응용은 인간에게 살기 편한 집을 지어 주었고, 그 곳에서 건강하게 사는 것을 가르쳐주고 있다. 응용과학은 많은 사람들을 서로 잔인한 무기로 싸우게 할 수도 있다. 그러나 그것은 인간이 많은 기록을 수용하도록 인간이 경험한 지혜를 폭넓게 할 수 있도록 진정한 행복을 위해 그 기록을 사용하는 것을 배우기 전에 인간은 분쟁으로 망할지도 모른다. 그러나 인간의 욕구와 욕망을 위하석 과학을 적용하는 데 있어, 그것은 과학의 과정을 종결시키거나 희망과 결과물을 잃어버리는 대단히 불행한 단계가 될 수 있다.

geeks and artboys

오늘날 바네바 부시의 "우리가 생각하는 대로"를 읽고 그의 상상력이 가진 불가사의한 예리함에 경탄하지 않을 사람이 있겠는가?

– 윌리엄 깁슨

Vannevar Bush의 영향력

- 더글라스 앵겔바트 - NLS(oN-Line System)
- 테드 넬슨 - 하이퍼 텍스트 / 하이퍼 미디어
- 클로드 샐턴(제자) - 정보 이론
- [Wired - The Godfather](#)

같이 볼만한 글 / 참고 문서

- [Wikipedia - Vannevar Bush](#)
- [Wikipedia - As We May Think](#)
- [Wikipedia - Memex](#)
- [Wired - The Godfather](#)
- [Unabomber Manifesto](#)
- [한국어 번역](#)

essor of Electrical Engineering and
of Electrical Engineering and Com-
is affiliated with the Microsystems

Tim Berners-Lee is the creator of the World Wide Web. He currently is with the Laboratory for Computer Science (LCS) at the Massachusetts Institute of Technology (MIT) and directs the W3 Consortium that coordinates WWW development.

Andries van Dam is Professor of Computer Science at Brown University. Since 1965, his research has concerned computer graphics, text processing and hypermedia systems, and workstations. He has been working for 30 years on systems for creating and reading "electronic books" with interactive illustrations, based on high-resolution graphics for use in teaching and research.

Nicholas Negroponte is a founder of the Massachusetts Institute of Technology Media Laboratory. He founded MIT's Picture Machine Group, a combination lab responsible for many radically new approaches to the human-computer interface.



for the
ing and the
er, and the
ubiquitous
interface and
l programs.
Apple Com-
the American
sciences, the
and The

Dr. Raj Reddy is Dean of the School of Computer Science at Carnegie Mellon University and the Herbert A. Simon University Professor of Computer Science and Robotics. His research interests include the study of human-computer interaction and artificial intelligence. His current research projects include speech recognition and understanding systems; collaborative writing, design and planning; JIT Learning Technologies; and the Automated Machine Shop project.

Douglas Carl Engelbart is the inventor of the mouse, interactive real-time telecollaboration, outline processing, and hypertext creation and navigation tools. Throughout the '60s and '70s his lab pioneered an elaborate hypermedia-groupware system called NLS (for oNLine System), most of whose now-common features were conceived of, fully integrated, and in everyday operational use by the early 1970's. In 1989 Engelbart founded the Bootstrap Institute, feeling the time was ripe to pursue in earnest his comprehensive strategy for bootstrapping organizations into the 21st century.

Ted Nelson was always media-intensive. In 1960 he took a computer course and saw a chance to create a new world of interactive media — a new fusion of literature and movies, based on arbitrary constructs, interconnection and correspondence. Since then he has worked on digital media designs outside the prevailing paradigms.



Lee Sproull is Professor of Management at Boston University. Prior to joining Boston University, she was Professor of Social Sciences at Carnegie Mellon University for 13 years. Professor Sproull's research centers on the social, managerial, and organizational implications of computer-based technologies that augment human communication such as electronic mail, computer conferences, and interactive video.

Robert E. Kahn is President of the Corporation for National Research Initiatives (CNRI), which he founded in 1986 after a 13-year term at the Advanced Research Projects Agency (ARPA). He was responsible for the design and development of the Arpanet, the first packet-switched network, and for originating the Internet Program, and is a co-inventor of the TCP/IP protocols.

Michael Lesk is a computer science core. He is best known for his work on electronic library systems, the Xerox PARC CORE project, and for his work on document utilities including electronic publishing, portable printing, and interactive video.

Not photographed

Douglas N. Adams was educated at Brentwood School, Essex and St. John's College, Cambridge, where he read English. He originally created "The Hitch-Hiker's Guide to the Galaxy" as a radio series for the BBC, and then wrote it again as a novel. Adams has also written two Dirk Gently books, and with John Lloyd he co-wrote "The Meaning of Liff" and "The Deeper Meaning of Liff", and with zoologist Mark Carwardine he has written the wildlife travelogue "Last Chance to See."

Paul Kahn has training in literature and typography and has worked with a variety of electronic publishing systems since 1977. He worked at Brown University's Institute for Research in Information and Scholarship (IRIS) from 1985-1994 where he served as project manager and director, developing educational hypertext applications in Intermedia. In 1990 he formed the information design firm of Dynamic Diagrams, Inc. with Krzysztof Lenk.

Eli Mylonas provides consulting and project management at the Scholarly Technology Group at Brown University, as well as participating in STG consulting. His current research interests are in theoretical issues in text encoding and document abstractions, epistemology and technology, large systems for collaborative work and publishing, and the use of interactive networked hypermedia to support education reform.

Allen Renear directs the activities of the Scholarly Technology Group at Brown University, as well as participating in STG consulting. His current research interests are in theoretical issues in text encoding and document abstractions, epistemology and technology, large systems for collaborative work and publishing, and the use of interactive networked hypermedia to support education reform.

essor of Electrical Engineering and
of Electrical Engineering and Com-
is affiliated with the Microsystems

Tim Berners-Lee is the creator of the World Wide Web. He currently is with the Laboratory for Computer Science (LCS) at the Massachusetts Institute of Technology (MIT) and directs the W3 Consortium that coordinates WWW development.

Andries van Dam is Professor of Computer Science at Brown University. Since 1965, his research has concerned computer graphics, text processing and hypermedia systems, and workstations. He has been working for 30 years on systems for creating and reading "electronic books" with interactive illustrations, based on high-resolution graphics for use in teaching and research.

Nicholas Negroponte is a founder of the Massachusetts Institute of Technology Media Laboratory. He founded MIT's Media Machine Group, a combination laboratory responsible for many radically new approaches to the human-computer interface.

The MIT/Brown Vannevar Bush Symposium

for the
ting and the
er, and the
ubiquitous
interface and
l programs.
Apple Com-
the American
sciences, the
and The

Douglas Carl Engelbart is the inventor of the mouse, interactive real-time telecollaboration, outline processing, and hypertext creation and navigation tools. Throughout the '60s and '70s his lab pioneered elaborate hypermedia groupware. An American National Science Foundation fellow, his most common features were conceived of, fully integrated, and in everyday operational use by the early 1970's. In 1989 Engelbart founded the Bootstrap Institute, feeling the time was ripe to pursue in earnest his comprehensive strategy for bootstrapping organizations into the 21st century.

Ted Nelson was always media-intensive. In 1960 he took a computer course and saw a chance to create a new world of interactive media — a new fusion of literature and movies, based on arbitrary constructs, interconnection and correspondence. Since then he has worked on digital media designs outside the prevailing paradigms.

A Symposium in Vannevar Bush

Honor of Bush

Lee Sproull is Professor of Management at Boston University. Prior to joining Boston University, she was Professor of Social Sciences at Carnegie Mellon University for 13 years. Professor Sproull's research interests are on the social, managerial, and organizational implications of technologies such as those that augment human communication, such as electronic mail, computer conferences, and interactive video.

Robert E. Kahn is President of the Corporation for National Research Initiatives (CNRI), which he founded in 1986 after a 13-year term at the Advanced Research Projects Agency (ARPA). He was responsible for the design and development of the Arpanet, the first packet-switched network, and for originating the Internet Program, and is a co-inventor of the TCP/IP protocols.

Michael Les
puter science
core. He is be
electronic lib
CORE project
tion, and for
tem utilities in
table printing
(lex), and inti

Not photographed

Douglas N. Adams was educated at Brentwood School, Essex and St. John's College, Cambridge, where he read English. He originally created "The Hitch-Hiker's Guide to the Galaxy" as a radio series for the BBC, and then wrote it again as a novel. Adams has also written two Dirk Gently books, and with John Lloyd he co-wrote "The Meaning of Liff" and "The Deeper Meaning of Liff", and with zoologist Mark Carwardine he has written the wildlife travelogue "Last Chance to See."

Paul Kahn has training in literature and typography and has worked with a variety of electronic publishing systems since 1977. He worked at Brown University's Institute for Research in Information and Scholarship (IRIS) from 1985-1994 where he served as project manager and director, developing educational hypertext applications in Intermedia. In 1990 he formed the information design firm of Dynamic Diagrams, Inc. with Krzysztof Lenk.

Eli Mylonas provides consulting and project management at the Scholarly Technology Group at Brown University, as well as participating in STG consulting. His current research interests are in theoretical issues in text encoding and document abstractions, epistemology and technology, large systems for collaborative work and publishing, and the use of interactive networked hypermedia to support education reform.

Allen Renear directs the activities of the Scholarly Technology Group at Brown University, as well as participating in STG consulting. His current research interests are in theoretical issues in text encoding and document abstractions, epistemology and technology, large systems for collaborative work and publishing, and the use of interactive networked hypermedia to support education reform.

Thank you!

@nacyo_t