
‘미래 융합과학기술의 전개 방향과 인지과학’

2008. 3. 26.

이정모 (성균관대 심리학과)

Email: jmlee@skku.edu

Home: <http://cogpsy.skku.ac.kr/>

Blog: <http://blog.naver.com/metapsy/>

*주

- *이 파일은 KAIST 바이오-뇌공학과에서의 2008.03.26 세미나 발표 파일을 수정 보완한 것입니다.
- *이 파일을 읽기 전에 읽어보셔야 할 자료는
 - 1. 인지과학: 쉬운 안내 (블로그 자료)
 - <http://blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=metapsy&ogNo=40034045893>
 - 2. 인문-사회-자연과학 융합의 현장인 인지과학은 어떠한 미래를 여는가
 - <http://blog.naver.com/metapsy/40029620785>
- *본 파일을 읽은 후에 인지과학 관련 기타 자료가 더 필요하시면 다음에서 찾아 보세요:
 - <http://cogpsy.skku.ac.kr/study/study.html>



목차1

- 1부: 21세기 초 인지과학의 떠오름
 - A. Nobel 상과 인지과학
 - B. 해외 대학의 인지과학?
 - C. 미래 융합과학기술의 핵심축으로서의 인지과학
 - C1. 미국 과학재단의 NBIC (2002)
 - C2. 캐나다 국방성의 NBIC (2003)
 - C3. 유럽의 CTEKS (2004)
 - C4. IBM의 2-5 Systems (2004)
 - C5. 미국국립공학학술원의 미래대도전
 - C6. 삼성경제연구소 CEO를 위한 information
 - D. 해외 연구소 중심 프로젝트
 - 미국 국립연구소 NL의 발빠른 변모
 - E. 미래 학문체계/대학과 인지과학



목차2

- 2부: 인지과학의 개념적 기초
 - 인지과학혁명
 - 인지과학의 정의
 - 인지과학의 패러다임적 특성
 - 인지과학 관련 학문
 - 인지과학 방법론
 - 인지과학이 다루는 주제
 - 인지과학의 변천 역사



목차3

- 3부: 미래
 - <1>. * 미래 테크놀로지의 추세
 - <2>. 특이점(Singularity)의 가능성
 - <3>. 개념적 재구성1:
마음-뇌-인공물의 공진화
 - <4>. 개념 재구성2: 뇌, 몸, 환경의 통합

- 3부: 융합과학기술의 특성
- 4부: 융합과학기술과 인지과학의 연결
- 5부: 주요 미래 인지과학기술 특성
- 6부: 종합



현재 한국 과학기술 들의 현주소

○ 미국의NBIC 융합과학 기술 틀에서

미래 융합과학기술의 궁극의 목표가

- “Improving Human Performance”

○ 라고 천명할 수 밖에 없었던 이유를

○ 잘 이해하지 못하고 있음

- 
-
- 그러면 한국의 미래 과학기술을 위하여
 - 우리는
 - → 어떻게 대비하여야 하는가?
 - 미래 사회의 변화의 본질
 - 미래 과학 기술의 변화의 본질을 제대로 읽어야
 - 체계적이고 과학적 방법에 의하여 미래를 예측하는 서구의 접근을 올바르게 이해, 소화하여야 !
 - → 그러한 작은 시도로서의 이 파일의 내용 정리 →



1부:

21세기 초
인지과학의 떠오름



21세기 초의 인지과학의 떠오름 상황

- A. Nobel 상과 인지과학
- B. 해외 대학의 변모
- C. 미래 융합과학기술 틀: 수렴테크놀로지(CT) 틀
 - 1. 미국 과학재단의 NBIC (2002)
 - 2. 캐나다 국방성의 NBIC (2003)
 - 3. 유럽의 CTEKS (2004)
 - 4. IBM의 2-5 Systems (2004)
 - 5. 미국국립공학학술원의 미래도전 14개 (2008)
 - 6. 삼성경제연구소 CEO를 위한 information (2008)
- D. 해외 연구소 중심 프로젝트
 - 미국 국립연구소 NL의 발 빠른 변모
- E. 기업에서의 인지기술 떠오름 - 생략
- F. 새로운 분야들의 창출



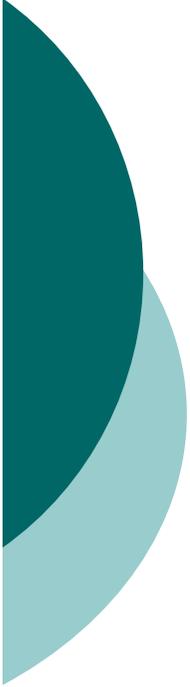
<A>. 노벨상과 인지과학

- 노벨 상에 ‘인지과학’ 상은 없지만
- 노벨 상을 수상한 인지과학자들이 있음.



과거의 심리학 관련 노벨 상 수상자: 1

- IVAN PETROVICH PAVLOV
- (이미지 생략)
- 1904 Nobel Laureate in Medicine
- in recognition of his work on the physiology of digestion, through which knowledge on vital aspects of the subject has been transformed and enlarged.
 - September 14, 1849 – February 27, 1936
- Place of birth: Ryazan (Russia)
- Education: Studied medicine at St. Petersburg (Russia)
-



2: Konrad Lorenz

- Konrad Lorenz biography (이미지 생략)
 - http://www.age-of-the-sage.org/scientist/konrad_lorenz.html
- From 1961 to 1973 he was the director of the Max Planck Institute for Behaviour Physiology, in Seewiesen, Germany.
- In 1973 Lorenz, together with Karl von Frisch and Niko Tinbergen, was awarded the Nobel Prize for Physiology or Medicine
- for their discoveries concerning animal behavioural patterns.



인지과학이 출발한 이후의
인지과학 영역에서 **Nobel Prize Winners**

- 1978: Herbert A. Simon (경제학상)
- 1981: Roger W. Sperry, (생리학/의학상)
David H. Hubel, &
Torsten N. Wiesel
- 2002: Daniel Kahneman (경제학상)

1978년 노벨 경제학상 수상자

- 인공지능학의 창시자의 한 사람

미국 카네기멜론 대학교
심리학과 / 컴퓨터과학과 교수 역임
(사진 생략)

Herbert A. Simon 교수
(1916-2001)

Computer Science and Psychology
at Carnegie Mellon University

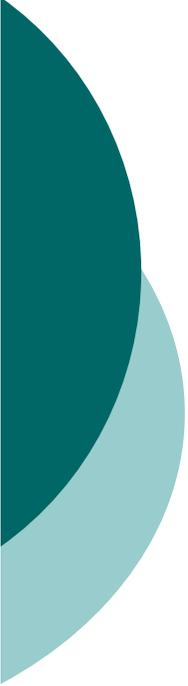
사진: image : http://www.econ.canterbury.ac.nz/personal_pages/paul_walker/nobel/economy-1978-1.gif

노벨경제학상: "for his pioneering research into
the decision-making process
within economic organizations" (1978)

물음:

허버트 사이먼 교수가 왜 노벨 상을 수상하였고 위대한 인지과학자인가?

- <2006년 12월 3일 저녁 EBS 방영; 지식의 최전선: '미래 융합과학기술의 핵심- 인지과학' 방영 내용> 인용.
- [이정모 답]: 인지과학자로서 처음으로 노벨 경제학상을 받은 허버트 사이먼 교수는, 인공지능의 창시자, 인지과학의 창시자, 정보처리 패러다임의 창시자라는 칭호를 듣는 위대한 학자였습니다. 심리학, 컴퓨터과학, 행정학, 경제학, 과학철학 등의 여러 분야에서 다른 사람들이 따라오지 못할 정도로 뛰어난 학자
- 이분이 공헌한 것이 많지만 한 가지만 들라고 하면, 바로 컴퓨터와 인간의 지능이 같은 원리가 적용되는 정보처리 시스템이라는 관점을 제시하여 컴퓨터와 인간의 마음 및 지능을 연결시키고, 인공지능이라는 분야가 출발하게 하고, 오늘날의 정보과학이 설 수 있는 이론적 틀, 개념적 기초를 제시하여 준 분입니다. 최초의 인공지능 프로그램을 만든 분이라고 합니다. 아마도 이분이 없었더라면 오늘날의 디지털 사회, 정보화 사회는 십여년 뒤늦게 형성되었을 것입니다.
 - 이분이 제시한 경제학 이론 중의 하나에 의하면, 인간은 완벽한 결과를 추구하기 보다는 적절한 수준, 만족할 만한 수준의 결과를 추구하는 존재라는 입장이 있습니다.

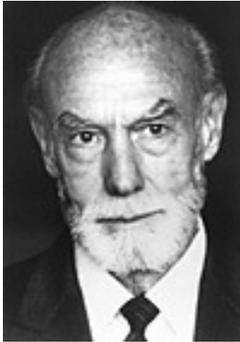
- 
-
- 허버트 사이먼 교수에 대한 위키피디아의 영문 소개 자료

- http://en.wikipedia.org/wiki/Herbert_Simon

- 노벨상수여 기관에 기록된 허버트 사이먼 교수의 자서전

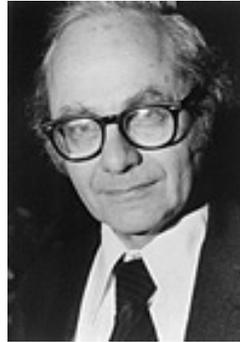
- http://nobelprize.org/nobel_prizes/economics/laureates/1978/simon-autobio.html

1981년 노벨 생리학/의학상 수상자



Roger W. Sperry

Hixon professor of
psychobiology, California
Institute of Technology



David H. Hubel

Professor,
Department of Neurobiology.
Harvard University



Torsten N. Wiesel

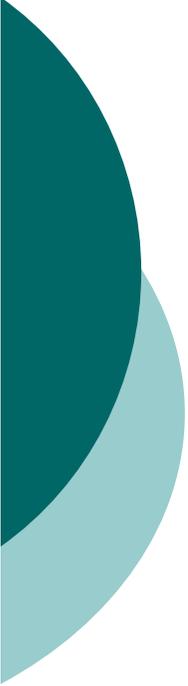
Vincent and Brook Astor
Professor, Neurobiology.
The Rockefeller University

뇌의 좌반구 우반구 차이 발견한 심리학 교수

"for his discoveries
concerning the functional
specialization of the
cerebral hemispheres"

뇌의 시각정보처리 연구

"for their discoveries concerning
information processing in the visual
system"



이 분들의 공헌은 무엇인가?

○ Sperry 교수

- 오늘날 누구나 알고 있는 인간의 뇌의 좌반구와 우반구의 담당 기능의 차이를 처음으로 밝혀낸 학자

○ Hubel 교수 & Wiesel 교수

- 눈에서 대상을 인식할 때에 대상의 모양 정보를 어떻게 처리하는가에 대하여 시각세포 하나하나에서의 정보처리 특성을 최초로 밝혀냄

2002년도 Nobel 경제학상 수상

미국 프린스턴 대 심리학과(인지심리학) 교수

노벨상 수상 사진 image

http://nobelprize.org/nobel_prizes/economics/laureates/2002/kahneman-photo.html

DANIEL KAHNEMAN

Professor of **Psychology**,
Princeton University

노벨경제학상: 심리학적 연구에서의 통찰을 경제과학에 통합한 공적, 특히 불확실성 상황 하에서의 인간 판단과 의사결정과 관련하여

- 
-
- http://nobelprize.org/nobel_prizes/economics/laureates/2002/kahneman-lecture.html
 - http://nobelprize.org/nobel_prizes/economics/laureates/2002/kahnemann-lecture.pdf

for having integrated insights from psychological research into economic science, especially concerning human judgment and decision-making under uncertainty

- **MAPS OF BOUNDED RATIONALITY: A PERSPECTIVE ON INTUITIVE JUDGMENT AND CHOICE**
 - Prize Lecture, December 8, 2002
 - By DANIEL KAHNEMAN*
 - Princeton University, Department of Psychology, Princeton, NJ 08544, USA.

노벨상 수상자인 카네만 교수는 어떠한 공헌을 하였는가?

[2006년 12월 3일 저녁 EBS 방영; 지식의 최전선: '미래 융합과학기술의 핵심- 인지과학' 방영 내용] 인용.

이정모 답: 앞서 이야기한 허버트 사이먼 교수가 말한 바, 즉 인간은 완벽한 이성적 판단 존재가 아니라는 생각을 더 발전시키고 실험 자료를 축적하여, 인간 이성은 합리적이다라는 일반인의 통념을 뒤바꾸고, 또 하나의 노벨 경제학을 수상한 심리학자가 바로 다니엘 카네만 교수입니다.

- -일반인들이 상식적으로 지니고 있는 생각의 하나는 인간의 감정은 비합리적일 수 있으나 이성은 합리적이다 라는 통념이다. 인간은 이성적 존재이며 인간 이성은 합리적이며 자신에게 돌아오는 이득이 최대가 되는 방향으로 합리적으로 판단하여 결정한다는 생각은 그동안에 경제학과, 법학 등 사회현상을 다루는 사회과학의 가장 기본적인 전제였다. 그런데 프린스턴 대학교 인지심리학 교수 다니엘 카네만 교수는 인간의 이성이 감정이 개입되지 않고도 비합리적으로 판단하고 의사결정한다는 것을 실험적 증거를 통하여 제시하였다, 이러한 업적으로 카네만 교수는 2002년에 노벨경제학상을 수상하였고, 경제학에서 전통적 이론을 버리고 이러한 입장을 수용한 행동경제학이라는 분야를 출발시켜 학계에 커다란 변화를 가져오게 하였다.



<β>, 해외 대학의 인지과학 ?

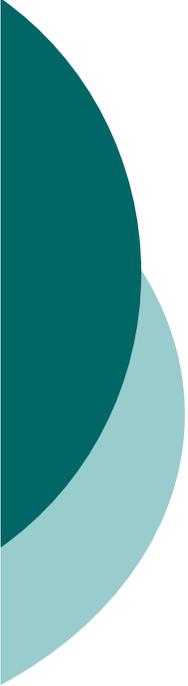
- 해외 대학에서는
 - 인지과학과 관련 하여
 - 어떤 변화가 있는가?
-
- 전공과정, 학제간 협동과정
 - 우수 학생들의 몰림
 - 인지과학 학위 수여
 - 인지과학 및 뇌 연구소



Oxford, Harvard, MIT 대학들;

인지과학을 연결한

새로운 전공 학과를 개설

- 
-
- Harvard 대학: **MBB** (Mind, Brain, & Behavior)
; “마음-뇌-행동” 학위 과정
 - Oxford 대학: **P.P.P.** (Psychology, Philosophy and Physiology)
“심리학-철학-생리학” 학사학위 과정
 - MIT 대학: **BCS** (Brain and Cognitive Science)
“뇌-인지과학” 학과

* UCSD 와 Johns Hopkins대학; 로체스타 대학 등;
Department of Cognitive Science 을 설치함

<기타>

: **BBC**: Brain, Behavior, & Cognition 전공
- Boston 대학

: **BBB**: Biological Basis of Behavior 전공
- Pennsylvania 대학



그리고, 학생들은?

- 인지과학 관련 전공이 인기 전공 중의 하나임
- 옥스포드 대학의 PPP (심리학-철학-생리학) 전공 과정:
 - 학생들이 많이 몰리는 전공
 - 영국의 일부 대학에는 인지과학 대학 격인 인포매틱스 대학(학부)도 있음
- 고교 재학 중에 미리 강의 듣는 학생도 !

- 
-
- 인지과학 학과나 과정이 없는 대학은
일류대학 그룹에 끼지도 못함
 -
 - 해외 인지과학 학과 또는 과정이 설치되어 있는
대학 목록
 - <http://www.cognitivesciencesociety.org/graduate/>
 - 미국, 영국, 캐나다 등의 60여개 대학
 - 영국, 호주 등 일부 대학에서는 ‘Informatics’ 학부나
인지과학연구소가 학과의 역할



UCSD 인지과학 학과

- University of California – San Diego
 - Cognitive Science 학과
 - 1986 설치
 - 세계 최초의 인지과학 학과
 - 10개 주요 Lab
 - 인지과학 BA, BS, PhD 학위
 - 교수 24
 - 연구교수 5/ 강사 3/ 행정 8/ 실험기사 10/
 - 대학원생 46 + 대학원신입생 19



MIT 뇌-인지과학 학과 현황

Dept. Brain & Cognitive Sciences

- 교수 41 명
- 학부생 132
- 대학원생 88
- 연구원/포스닥: 180
- 행정/기술직원 : 36
 - <http://web.mit.edu/~bcs/>
- 합계: 470 여 명
- ➔ 한국 내 하나의 단과대학 수준임



MIT 의 뇌-인지과학(BCS) 학과 역사

- -1964 년에 MIT의 ‘심리학과’로 출발
- -1980년대 초에 ‘심리학 및 뇌과학 학과’로 변함
- -1986년에 ‘뇌 및 인지과학 학과 (BCS)’로 변함
 - (문리대에서 건강-기술대학으로 옮김)
- -1993 MIT의 과학학부 (School of Science)로 옮김
 - (생물학, 화학, 지구천체과학, 수학, 물리학 + 뇌/인지과학)
- -2000 맥거번뇌연구센터 설립,
- -2002 학습/기억센터 설립
- -2005년 11월, 뇌-인지과학 빌딩 신축



MIT의 뇌/인지과학 빌딩

- 2천억원 규모 빌딩 (컴플렉스)
 - 1억7천5백만 달러(약 2천억원)를 들여 건축하고
 - 추후 계속 총 3억5천만 달러 (약 4천억원)를 들여 보완
 - 연건평 41만1천 스퀘어푸트
 - 석회석과 유리로 지은 건물, MIT 내에서 가장 큰 건물
- 1. 뇌/인지과학 학과
 - (Department of Brain and Cognitive Sciences)
- 2. MIT 맥거번 신경과학 연구소
 - McGovern Institute for Brain Research
- 3. 피카워 학습-기억연구소
 - Picower Institute for Learning and Memory
 - Athinoula A. Martinos 뇌 영상 센터



하바드 대, 인디애나 대

- Harvard University/ MBB
 - (Mind-Brain-Behavior program)
 - 1993년에 총장 제안으로 설치 → 교육에 초점
 - 교수 69 (연계 포함)
 - 대학원생 40
- Indiana University / Cognitive Science Program
 - 1989년에 설치,
 - 교수: 103명
 - 인지과학 전임 교수 65명,
 - 연계전공 교수 38명
 - 인지과학 학사 학위, 석/박사 학위



Oxford 대학 P.P.P.

- Psychology, Philosophy and Physiology (PPP)
 - <http://www.admissions.ox.ac.uk/courses/ppph.shtml>
- 3년 코스
- 매년 전공선발 : 평균 90명
 - 매년 지원학생수 : 평균 약 530 여명
 - 지원 학생이 선발될 확률 ; 17%
 - 진로: professional psychology, education, research, medicine, the health services, finance, commerce, industry, the media and information technology



대학 인지과학 학과/ 대학원 과정 수

- 전세계: University Programs (186)
- United States (100)
- Canada (21)
- Europe (41)
- United Kingdom (31)
- Australia (12)
- * 자료원:
http://www.dmoz.org/Science/Social_Sciences/Cognitive_Science/University_Programs/
-



* 인지과학 학사학위(BCS) 수여 대학

http://www.universities.com/On-Campus/Bachelor_degree_MultiInterdisciplinary_Studies_Cognitive_Science.html

- Cognitive Science. Carleton College
Cognitive Science. Carnegie Mellon University
Cognitive Science. Dartmouth College
Cognitive Science. Hampshire College
Cognitive Science. Indiana University – Bloomington
Cognitive Science. Johns Hopkins University
Cognitive Science. Lehigh University
Cognitive Science. Massachusetts Institute Of Technology
Cognitive Science. Occidental College
Cognitive Science. Rice University
Cognitive Science. Smith College
Cognitive Science. Stanford University
Cognitive Science. The University Of Texas At Dallas
Cognitive Science. University Of California – Berkeley
Cognitive Science. University of California – Los Angeles
Cognitive Science. University of California – San Diego
Cognitive Science. University Of Pennsylvania
Cognitive Science. Vassar College
Cognitive Science. Whitman College
- Harvard University: Certificate in Mind/Brain/Behavior

?? 그러면 심리학과는?

○ Michigan 대 (Ann Arbor) 심리학과 교수 수

	전임	겸임	석좌	강사	post doc
○ 생물심리	12	4	4	1	5
○ 임상심리	14	13	5	2	1
○ 인지심리	18	8	2	1	1
○ 발달심리	23	5	2	1	5
○ 성격-사회문제	11	1	3	1	0
○ 사회심리	14	5	6	0	5
○ 교육심리	14	5	6	0	4
○ 여성심리	5				

○ -----
 ○ 111 41 28 6 21

○ => 합 207

○ (전임 교수만; 152 명)

○ + 대학원생 + 학과 사무/기술 스태프 = → 합계 500여명



해외의 인지과학연구소

유명 대학이 인지과학 관련 연구소에
대거 투자함

← 인지과학 + 신경과학 + 인지시스템

- 미국
- 영국
- 독일
- 프랑스, 덴마크 등

- ← 목록 생략



C. 미래 (수렴)융합과학기술의 핵심축으로서의 인지과학



<C1>. 미국 과학재단의 *NBIC* 융합(수렴)테크놀로지 틀

- 제일 먼저 미래 융합과학기술 틀을 내어 놓은 미국의 예를 살펴보자
 - 미국
 - 2002년에 도출한
 - 미래 수렴(융합)과학기술틀
- → *NBIC* Converging Technology 틀



수렴(융합)과학기술의 특성

○ Convergence의 역사:

- 과거에도 convergence 가 있었음
 - 20세기의 생화학, 분자생물학, 진화의학, 계산 언어학, 인지심리학, 메카트로닉스 등은 이미 몇 개의 영역들의 convergence 로 이뤄졌었음
- Enabling technologies 의 개념
 - 나노공학과 관련하여, 타 분야와의 수렴(융합)에 의한 나노기술의 미래 잠재력을 언급할 때에 “Enabling Technologies”라는 개념 사용



Converging Technologies (CT) 개념 의 출현 역사

- 2000; 미국 나노과학자들의 요청을 받아들여
- 미국 상무성과 과학재단이
- 과학기술계의 전문가들에게 2000년에 의뢰하여 10-20년 후의 미래 Tech의 틀 도출 탐색

- 시초에는 CT라는 개념없이 나노공학 중심의 **Enabling Technologies** 개념 사용
- 초기에는 인지과학이 포함된 NBIC가 아니라 인지과학이 없는 GRIN 의 틀
 - **GRIN (Genetics, Robotics, Info, Nano)**
- 2001년 말에
 - → GRIN에서 [Genetics + Bio] → **BioTech**
 - 왜 바꾸었나?? = Genetics의 Technologies로서의 미래 응용가능성 범위의 좁음을 인식?

- 
-
- 그 대신
 - Cognitive Science & Technologies의
 - 미래 사회에의 implications를 인식하여 이를 추가함

 - → NBIC Converging Technologies 개념 탄생

<미래 NBIC 융합과학기술 들 >

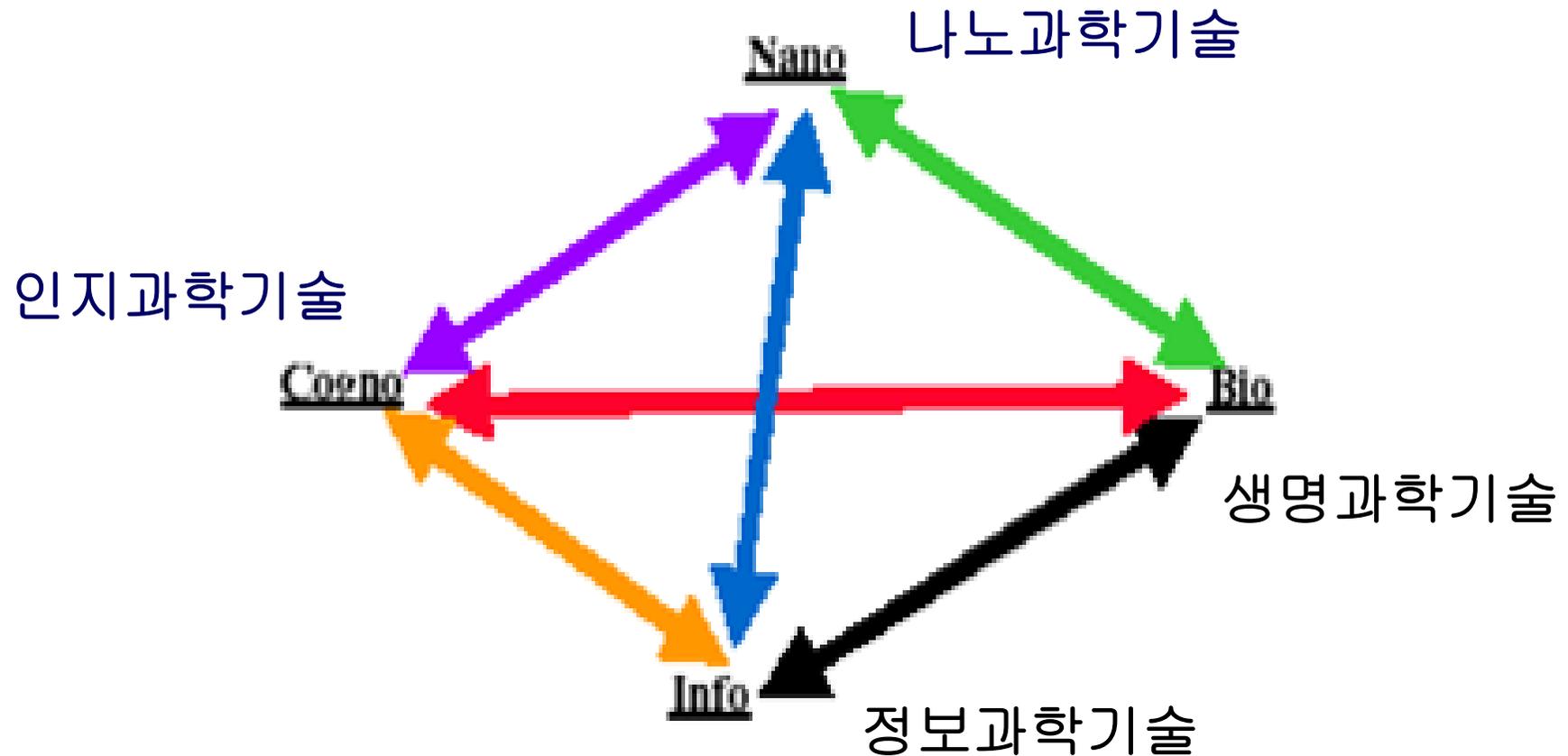


Figure 1. NBIC tetrahedron.

미래 과학기술의 궁극적 목표는: Improving Human Performace

1. 미국 NSF가 제시한 NBIC수렴(융합)과학기술 들



미국 과학재단 NSF의

미래과학기술 예측진단

**앞으로 10-20년 동안 나아가야 할
미래 과학 기술의 방향과 목표는?*

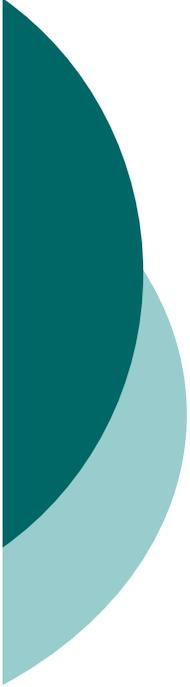
“NBIC Converging
Technologies”

*for Improving
Human Performance.*

NSF보고서: <http://www.wtec.org/ConvergingTechnologies/>



*Changing the societal "fabric" towards a new structure
(upper figure by R.E. Horn)*

- 
-
- 왜 인지과학을 추가?
 - 융합과학기술(CT)를
 - 나노, 마이크로, 바이오 영역 중심으로
 - 물리적, bottom-up적으로 하는 한에서
 - “This approach is limited by problems that have no physical properties.”
 - (EU report, 2004, p.18)
 - 일반 대중의 Public acceptance 가 제한적



Enabling Tech와 Converging Technologies의 차이

- ET
 - Not: 특정 목표가 규정됨
 - Not: 특정 applications 이 규정됨
 - 나노테크 중심
- CT(융합[수렴]과학기술)
 - 특정 목표가 규정됨
 - Improving Human Performance
 - 인지과학기술이 포함됨
 - Knowledge system 기술의 중요성 인정

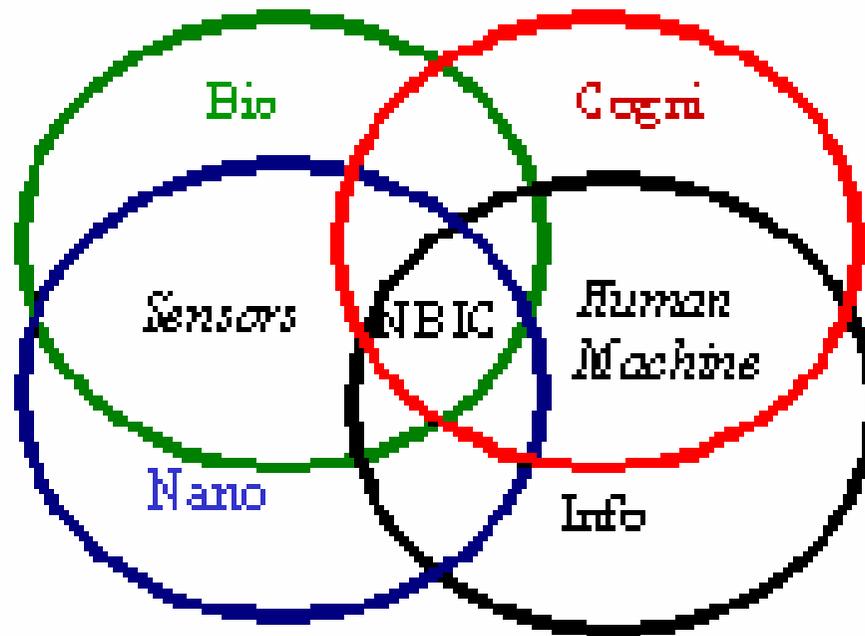


주목할 점

- NBIC 융합과학기술 틀이 나노과학자들이 주축이 되어 만들어 낸 틀임에도 불구하고
- 미래 융합과학기술 추진의 궁극적 목표가
- '획기적인 물질, 기계의 발명'이나 '인간의 장수'가 아니라,
- 인간 개개인이 각자의 일상생활에서, 학교, 일터에서 자신의 능력을 최적으로 발휘할 수 있도록 하는
- *Improving Human Performance* 기술의 개발에 있다

<C2>. 캐나다의 융합과학기술 틀

Nano-Bio-Info-Cognitive (NBIC) Technologies



http://www.drdc-rddc.dnd.ca/publications/issues/issues16_e.asp

Canada 국방연구성의 NBIC 개념도



○ 캐나다 국방성의 융합과학기술 개념

- 미국의 NBIC 융합과학기술 틀을 그대로 답습
 - 그러나
 - 물질과학 중심의 “Enabling Technologies” 개념에 초점
- 미래 과학기술의 목표가 Improving Human Performance 라고 한 진의를 살리지 못함

<C3>. 유럽공동체의 CTEKS 융합과학기술

- European **Converging Technologies**
 - – **Shaping the Future of European Societies**
 - by Alfred Nordmann, Rapporteur
 - – September, 2004 보고서-
 -

- **Foresighting the New Technology Wave**
 - http://europa.eu.int/comm/research/conferences/2004/ntw/pdf/final_report_en.pdf

CTEKS: Converging Technologies for the European Knowledge Society

- European Converging Technologies
 - Directorate K (knowledge-based)
- *Nano*- 나노
- *Bio*-생명
- *Info*-정보
- *Cogno*-인지
- *Socio*-사회
- *Anthro*-인류학
- *Philo*- 철학
- *Geo*-지리
- *Eco*(환경)-*Urbo*(도시)-*Orbo*(우주)-
- *Macro*(거시)-*Micro*(미시)-

- ← 사회과학적 측면의 강조



Alfred Nordmann



○ Converging Technologies

- is the term we use to describe a kind of
- coevolutionary progress,
- wherein progress in one area
- accelerate progress in multiple other areas.



○ 미국;

- Converging Technologies 개념 정립
- → 물질중심의 영역의 수렴 융합의 Technologies → **인지과학기술** 도입하여
- mind 까지 융합과학기술 개념 확장

○ 유럽

- → 여기에 과학기술의 개발, 응용, 확산의 사회과학 측면을 도입하여
- → **사회과학 기술 (Social Science Tech)** 까지 융합과학기술 개념 확장 + 환경Eco

<C4>. IBM 의 리더들이 보는 융합(수렴)과학기술 (CT)

○ 미래 사회는 NBCST 수렴기술시대

- Nano
- Bio
- Cogno
- Socio
- Techno

○ *IBM:*

○ *Almaden Research Center*



IBM

- JAMES C. SPOHRER*, & DOUGLAS C. ENGELBART** (2004)



- *Director of Almaden Services Research at IBM
- 2000년 미국 National Medal of Technology 수상

- The Coevolution of Human Potential and
Converging Technologies

- Annals of the New York Academy of Sciences,
Volume 1013, Page 50–82, May 2004

- 2(primary systems)–5(secondary systems)



IBM 리더들의 관점: 2-5 converging systems

- 1. Natural Systems
 - Physical systems;
 - 물리학, 천체물리학 나노기술 등
 - Living systems
 - 생물학, 화학, 동물생태학, 발생학 등
 - Cognitive Systems
 - 인지과학, 심리학, 신경생리학, 아동발달과학 등
- 2. Human-Made systems
 - Social systems
 - 사회학, 동물생태학, 언어학, 경제학, 정치학, 조직행동학
 - Technology systems
 - 테크놀로지디자인과학, HCI, 인간공학, 바이오닉스

- 
-
- 많은 사람들이 인간의 진화는 환경에 적응하는 메커니즘을 통하여 이루어졌다는 것을 알고 있다
 - 그러나 많은 사람들은 환경이란 것이 근본적으로 달라졌다는 것을 충분히 깨닫지 못한다.
 - “However, many had not fully appreciated that the environment had gone through a very fundamental shift.”



인류 진화 관련 과학기술개발의 특성

- 1단계: (과거)
 - The key insight of the pioneers was understanding that the first stage of human evolution was about nourishing (and protecting) the body in a natural environment,
- 2단계: (현재)
 - but now the 2nd stage of human evolution is about nourishing the mind in an information-rich human-made environment.
 - J. C. Spohrer & D. C. Engelbart (2004). *Converging technologies for enhancing human performance: Science and business perspectives*.
 - In Roco, M. C. & Montemagno, C. D. (2004). 53-54.



21세기 IBM 아이디어맨들의 미래 예측

미래 사회는 NBCST 수렴기술시대

- Nano- Bio- Cogno-Socio-Techno
- 인지과학이 미래 NBCST 2-5 Convergence 들의 한 핵심 축

- 지금은 분화되어 접근하는 이들
complex adaptive systems,
multi-systems 가
 - 실상은 co-evolution 해왔고, 미래에도 할 것임
- 미래는 이들이
 - integrated, unified information systems (UIS)으로



<C5>. 미국 국립공학학술원이 제시한 미래 공학의 14개 대 도전 (2008)

- 위원회: (2006– 2008. 2.)
 - 유전과학의 개척자 Craig Venter,
 - 미래과학자 (특이점이 온다의 저자) Ray Kurzweil,
 - Google의 창업자 Larry Page 등

- 그들이 최종 제안한 미래의 공학적 대 도전 4주제
 - <http://www.engineeringchallenges.org/cms/challenges.aspx>
 - 1. sustainability, (인류 생존, 존속) :
 - 태양열 활동, 지구 온난화 대책 등
 - 2. health – 생명의학적 연구
 - 3. reducing vulnerability,
 - 사이버공간 더 안전하게 만들기, 핵 테러 방지
 - 4. joy of living. :
 - 인간자신에 대한 지식과 기능 향상

도전 주제 4.

joy of living: = 인지과학적 과제

- "After you've got health and environmental soundness and you feel protected against the bad side of both human nature and Mother Nature,
- there is still something else to aspire to: self-knowledge and enlightenment,"
- 그들이 미래 대 도전 주제를 위의 4개의 범주로 묶으면서 그들이
 - 4번째 범주, '삶의 즐거움'이라는 범주를 이야기하면서 말한 바는 인지과학적 주제임
- 21세기 미래 14개 공학적 도전은 무엇인가: 미국국립공학학술원예측과 스마트 과학 자료-웹
- 2008/03/07 20:06
- 한글로 된 소개 자료
 - <http://blog.naver.com/metapsy/40048664612>



미국 공학원 제시 14개 대도전

- Make solar energy economical
- Provide energy from fusion
- Develop carbon sequestration methods
- Manage the nitrogen cycle
- Provide access to clean water
- Restore and improve urban infrastructure
- Advance health informatics
- Engineer better medicines
- Reverse-engineer the brain
- Prevent nuclear terror
- Secure cyberspace
- Enhance virtual reality
- Advance personalized learning
- Engineer the tools of scientific discovery



<C6>. 삼성경제연구소(2008. 3.)

- 삼성경제연구소는 2008. 3월 5일자로 CEO Information 시리즈의 새 자료
- [삼성경제연구소] [SERI.org]; CEO 인포메이션 제 644 호, 2008.03.05
 - 임영모 이안재 고유상 조용권 이원희 이성호
- “국가 주도해야 할 6大 미래기술 “
 - http://www.seri.org/db/dbReptV.html?submenu=&d_menu=&s_menu=0202&g_menu=02&pubkey=db20080305001
 - 지능형 인프라
 - 바이오 제약,
 - 청정에너지,
 - 군사용 로봇,
 - 나노소재,
 - [인지과학]



→ 이상의 융합과학기술 들의 의의

- NBIC 영역의 연구와
 - 시스템 approach,
 - 수학,
 - computation 등의 연구 분야가 연결됨으로 인하여
- 처음으로 [자연계]와 인지 [뇌-마음]을
 - 같은 복잡계(complex systems)의
 - 위계체계 hierachical systems
 - 연속선 상에서 이해하게 됨
 - → IBM 은 이를 미래 Service Science 들에 적용



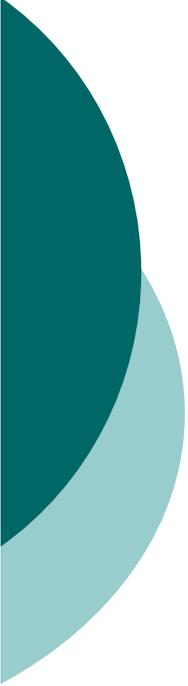
미래-과학기술 관점의 변화

- 융합과학기술 중심의 미래 사회
 - 인류 과학기술의 초점이 변화됨
 - 1단계: 20세기 중반까지
 - [물질/기계]: 편하게 살기
 - 2단계: 20세기 중반(1980년대) 이후
 - [물질/기계 + 정보 + 생명]: 오래 건강하게 살기
 - 3단계 21세기
 - [물질/기계 + 생명 + 정보 + 인지]
 - 편하게 오래 살아서 무얼 할(하며 살)건데?
 - 이후는?
 - ??????
- → *의의는 후에 다시 설명*



D. 해외 연구소 중심 프로젝트

- 미국 국립연구소 NL의 발 빠른 변모2.
 - 미국의 [핵무기/에너지 등을 연구를 하던] 국립연구소들이
 - 인지과학기술 개발에 박차를 가하는데;
- 미국 Department of Energy 소속
 - 국립연구소들에서의 인지과학기술 프로젝트
- 예:
 - Sandia National Laboratories (SNL)
 - Pacific Northwest National Laboratory (PNNL)

- 
-
- 미국 과학기술의 대표적 핵/ 에너지 연구소 들이었던 그 연구소들이
 - 왜 21세기 초, 지금에 갑자기
 - 인지과학기술 (CS&T)연구를 주 연구 프로젝트의 하나로 삼고 있을까?
 - ?????



D1. Sandia 국립연구소

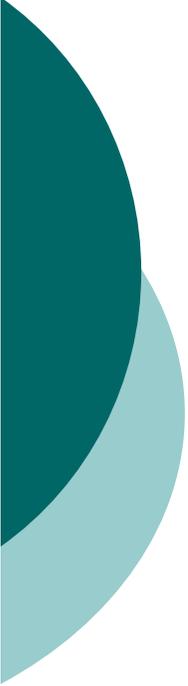
- NEWS RELEASES/ August 8, 2007
- Cognitive Science and Technology Program becomes Sandia initiative
 - [이미지 생략]
 - 과거에 미국 국립 핵, 안보 연구소
 - → *Labs experience in computing, nanotech, modeling, simulation and surety critical in emerging cognitive revolution*
 - Sandia National Laboratories has entered full throttle through (전력투구) its Cognitive Science and Technology Program (CS&T).



9.11. 이후의 그들의 생각은.....

- 국가안보를 위해서는
- 더 좋은 총이나 무기가 문제가 아니라
- 바로 “mind” 가 문제이다
 - 사람들이 어떻게 생각하는가,
 - 어떻게 기계/도구로 하여금 사람들이 더 효율적으로 작업할 수 있게 하는가의 문제이다.

- 
-
- 인지시스템 테크놀로지가 국가안보에
 - positive impacts
 - 국가안보 연구소의 사명
 - 자원을 사용하여 적들의 마음s을 이해하는 것
 - 기계/도구를 사용하여 사람들의 의도/행동 패턴을 인식하는 것
 - solve perplexing problems, and perform complex activities.
 - 2002 ; the former Mission Council selected
 - cognitive science and technology (CS&T) as a research focus area for the Labs.



인지과학/신경과학 분야에서 노벨상 수준 연구 가능

○ John Wagner,

- “It is reasonable to expect future discoveries will become the Nobel-class achievements for the cognitive and neuroscience communities at large in the years to come.”

D2. PNNL 국립연구소

Pacific Northwest National Laboratory

Operated by Battelle for the
U.S. Department of Energy



- <http://www.pnl.gov/cogInformatics/>
의 이미지 생략

연구 주제 Rich Interaction Environments:
Cognitive Informatics



○ 기타:

- 이미 앞에서 언급한
 - 유럽공동체
 - 영국
 - 네델란드 등의
-
- 인지과학-융합과학기술 연결 연구 프로젝트
진행중



Risø is teh National Laboratory –Technical University of Denmark –

- Technology Foresight on **Cognition and Robotics**
 - http://www.risoe.dtu.dk/research/sustainable_energy/energy_systems/projects/tfcognitionrobotics.aspx
- A technology foresight project on cognition and robotics has been initiated by the Danish Ministry of Science, Technology and Innovation
- with the purpose of anticipating research and innovation agendas in the cross disciplinary field of cognition and robotics.
- ➔ which can be further developed by the research and industry communities within **a time horizon of 10 years.**

- 
-
- The **cross disciplinary field** of **인지과학 + 로보틱스** is a rather **new research field**.
 - For that reason this foresight project can be characterized as explorative compared to other technology foresight projects initiated by the Danish Ministry of Science, Technology and Innovation.
 - → identification and formulation of promising agendas for **future technological innovations in the borderland between cognitive science and robotics**.



E. 미래 학문체계/대학과 인지과학

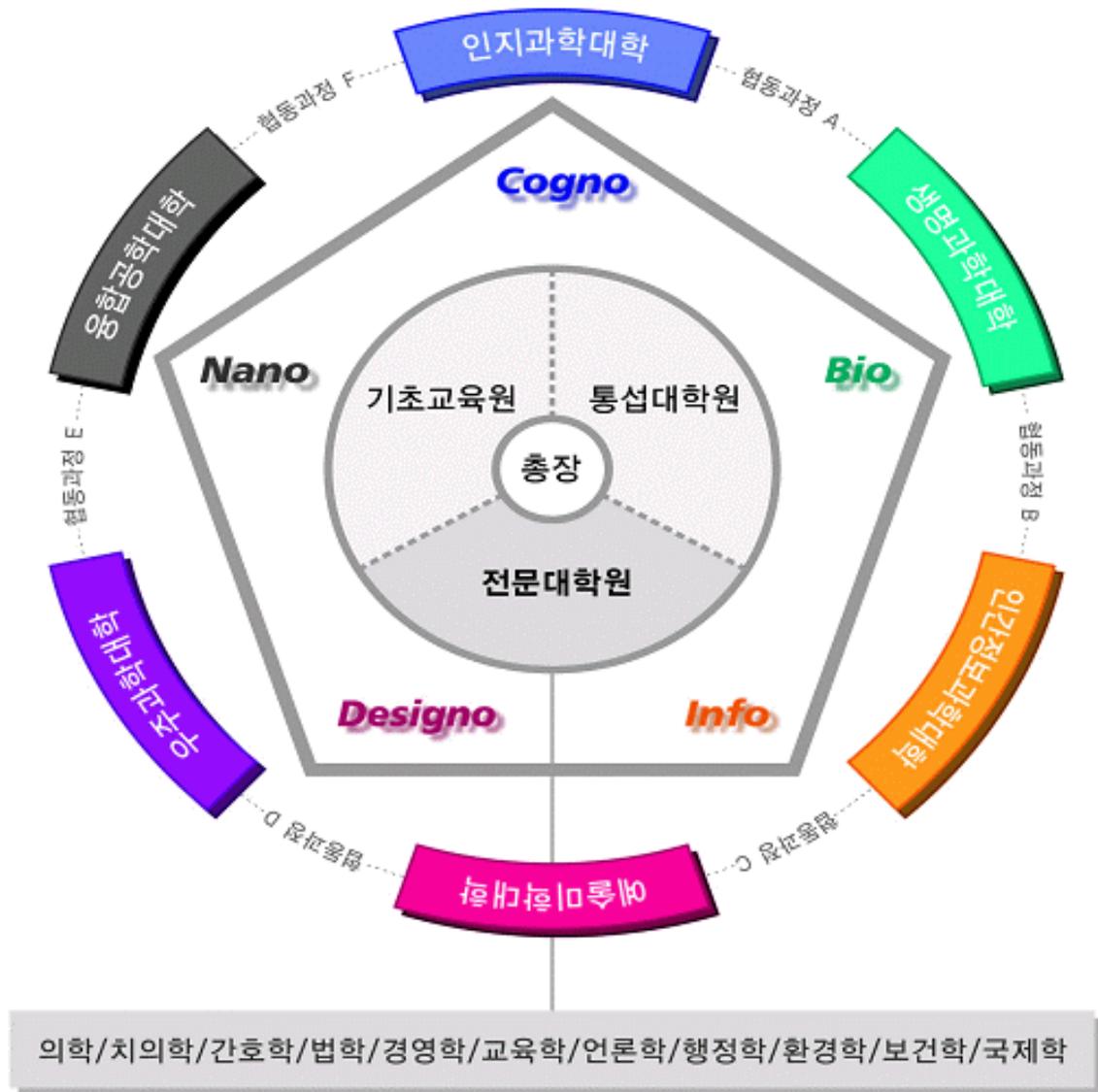
- 김광웅,
- “미래의 학문, 대학의 미래”
 - 서울대학교 개교 60주년 기념 학술대회 발표논문, (2006. 10. 13).
- [미래학문과 대학을 위한 범 대학 콜로키엄],
 - 제 1회 모임-
 - 2007. 3. 29/ 서울대학교 교수회관

미래대학 편제

© 2006 Kim Kwang Woong
designed by cho ju eun



서울대
창립
기념
심포지엄;
김광웅 교수
2006.
10. 13





그러면,



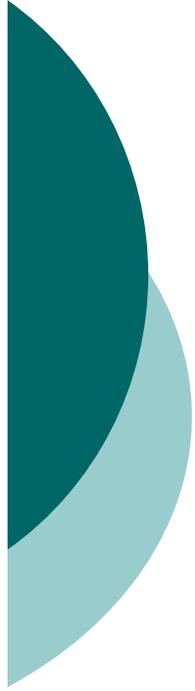
???

- 인지과학이 뭐길래?
- 왜?
 - → 그러한 떠오름이… ???



2부

인지과학의 개념적 기초



A. Cognitive revolution

과학적 패러다임의 변혁

학문, 과학기술에 대한 뒤진 관점

“학문 분야를 인문, 사회과학과 자연과학으로 분류하여 온 종래의 분류법을 당연한 것으로 받아들이고 있는 사람이 있다면 그는 40년이나 시대에 뒤진 학문관을 지니고 있다고 볼 수 있다.

그리고 과학기술의 개념을 물리학, 생물학, 화학, 기계공학 등의 물질 중심의 과학기술만으로 생각하고 있는 사람이 있다면 그는 시대에 30여년이 뒤진 과학기술관을 지니고 있는 것이 된다.”

(이정모, 1996: 인지과학: 개념적 기초)

왜 그럴까 ?

- 그것은 지난 반세기 동안 일어난 과학적 보는 틀 (패러다임)의 변혁의 의의를 인식하지 못하고 있기 때문이다.
- 그러면 어떠한 변혁이 일어났으며 어떠한 새로운 과학적 패러다임(Kuhn, 1970)이 형성되었는가? 인지 혁명이 일어난 것이다
- (cognitive Revolution).
- 즉 인지적 패러다임이 형성된 것이다. 종래의 인간관, 물질관, 기계관, 학문관, 과학기술관에 대폭 수정을 가하게 하는 새로운 관점이 형성된 것이다.



20세기의 과학 패러다임 변혁

- 인지혁명 (Cognitive Revolution)

- ⇒ 과학적 패러다임의 변혁, '과학 혁명'
- ⇒ Energy 에서 → Information 으로

- Information Processing Approach

- 마음 = 컴퓨터 = 두뇌: 정보처리 시스템 (IPS)

- 심리적 과정 : 정보처리과정

자연현상

- 과학자
 - 과학적 방법
 - 과학적 지식

과학적 보는 틀

20세기 초까지 물리현상
생물현상

상대성이론
진화론

20세기 후반

두뇌
심리현상
인공물
(Artifacts)

인지주의(정보처리적 접근)
인지과학 (Cognitive Science)

분산적인지/표상

컴퓨터, 커뮤니케이션 기구 및 체계
기타 각종 기구, 도구
문자, 말 등의 상징체계
각종 문화적, 사회적 체계(systems)
(예: 행정체계, 경제-산업체계, 교육체계 등)

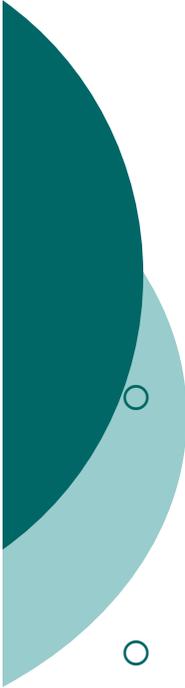
과학적 보는 틀과 인지과학



Cognitive Revolution의 의의

- 물리학 중심의 미시적 bottom-up적 세계관을
- 거시적 세계관을 도입함으로써
=> 양방향적 결정론 세계관으로 대체
bottom-up & Top-down

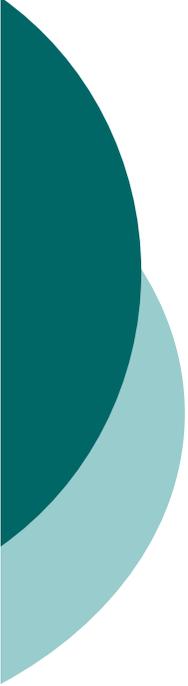
다학문적(학제적) & 수렴적 과학의
전형을 보여줌



Roger Sperry

(1981 노벨의학/생리학상 수상자 신경심리학자)

- “인지주의 과학혁명의 영향 결과로 일어난 기본적 변화란 수준간 인과적 결정론에 대한 상이한 패러다임의 출현이라는 것이다. 모든 것이 전적으로 아래에서 위로 결정된다는 전통적 (물리학의) 가정 대신에, 우리는 역방향적 하향적 결정론을 전제하는 것이다.
- 전통적 상향적 입장과 인지주의의 하향적 입장이 조합된 ‘이중 방향, ‘이중 결정’ 모형은 과학으로 하여금 인간 자신과 자연의 질서 전체를 지각하고, 설명하고, 이해하는 전혀 새로운 양식을 부여하였다. ...우리는 더 이상 현실의 궁극적 본질을 최소의 물리적 요소에서 찾으려하지도 않으며, ... 상위패턴으로의 복합과, 그것의 발전 전개적 본질과 복잡성에 초점 맞추어진다. 그 결과로, 과학이 상징하던 바, 과학이 지지해 오던 바, 과학의 신조와 세계관들이 급진적으로 수정되는 것이다..(Sperry, 1995)”

- 
-
- 과학철학에서 논하는 과학의 전형이
 - 예전에는 미시 중심의 물리학
 - 이제는 micro(뇌세포)와 거시를 포함하는 인지과학이 합세
 - 바로 그런 의미: 인지혁명 ↔ 과학적 혁명



20세기의 과학 패러다임 변혁

- 인지혁명 (Cognitive Revolution)

- ⇒ 과학적 패러다임의 변혁, ‘과학 혁명’

- ⇒ Energy 에서 → Information 으로

- Information Processing Approach

- 마음 = 컴퓨터 = 두뇌: 정보처리 시스템 (IPS)

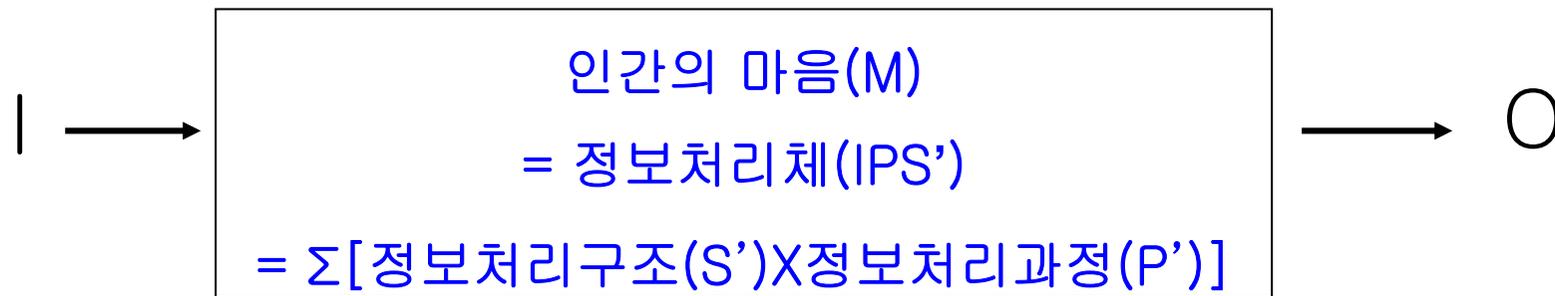
- 심리적 과정 : 정보처리과정



정보화 사회에서의 인지과학의 의의

- 예전에는 단순한 숫자 처리 계산기에 지나지 않았던 **계산기**를
- → 정보처리를 하며 지능을 지닌 **컴퓨터**로 대 변혁을 할 수 있게 한
- **이론적, 개념적 틀**을 제공한 것이 인지과학.

정보처리적 인지과학의 보는 틀



인간의 마음: 정보를 해석하고 조직하며

결정하고 스스로를 점검(모니터)하는

역동적인 **Information Processing System**



IT 이론들의 모체는 인지과학

- 현재의 정보처리 기능의 컴퓨터, 인공지능 연구, 정보/지식 중심의 디지털 사회, 인간지능과 컴퓨터의 연결, IT 등은
- 인지과학이 그 기초 이론적 개념과 틀을 형성함
 - 단, 정보통신이라는 좁은 의미의 IT가 아닌
 - 포괄적 의미로의 IT
- 50여년전에 인지과학이 출발하지 않았다면, 30여년전에 시작된 정보과학이 탄생하기 어려웠을 것임



- 한국에서는 이러한 인지과학이 정보과학에 주는 개념적, 이론적 기초 배경을 모른 채,
- 컴퓨터, 정보 관련 교육이 이루어지고 있고, 디지털 사회, 정보화 사회 등을 모두 논하고 있고, IT 연구개발이 이루어지고 있다.

- 이러한 무시의 까닭은 70년대, 80년대에 기초과학이론을 수입하지 않고 응용적 결과만 수입한 국내 과학기술계의 풍토 때문이다.



B. 인지과학의 정의



인지과학의 정의, 본질

- 그러면 인지과학이란 무엇인가?
 - Cognitive Science →
 - 학제적, 수렴적 과학이며
 - 계속하여 변화하고 있는 과학이기에
 - 그 정의가 통일되어 있지 않음

- 그러나... →



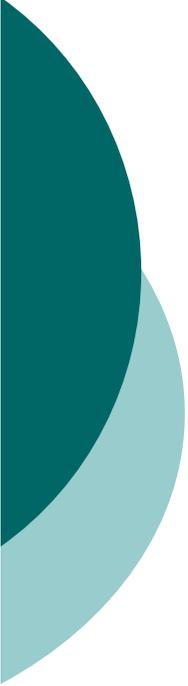
인지과학 (cognitive Science)

- 통상적 정의: Cognitive science is the interdisciplinary study of mind and the nature of intelligence.
- 인지과학의 핵심은 ‘마음’의 이해와 마음이 하는 intelligent 시스템에서 역할에 대한 이해이다.
(intelligent 시스템 = 인간, 동물, 컴퓨터 등 각종 시스템 포함)



Mind ?

- 그러나 mind는
- 인간 mind 만 존재하는 것을 전제로 하는 관점인 단수로서의 mind
- 가 아니라
- 아메바 수준의 mind →
- 현재 빠르게 발전되고 있는 컴퓨터, 로봇, 생명과학, 진화생물학 등의 연구는
- Mind 가 인간의 mind (단수) 만이 아닌
- Minds(복수) 로써 개념화되고 있음 →



마음의 다원성: 인간마음만 있는 것 아님

Simple Minds \Rightarrow Complex Minds (연속선)

Natural Minds \Rightarrow Artificial Minds (연속선)

- 인간의 마음
 - 고등동물의 마음
 - 하등동물의 마음 (아메바의 반응체계부터)
 - 인공 기호(상징)체계의 마음
 - reactive & intelligent 로봇의 마음
 - 인간마음의 수준을 초월하는 미래 컴퓨터의 마음 (the Singularity 시점의)

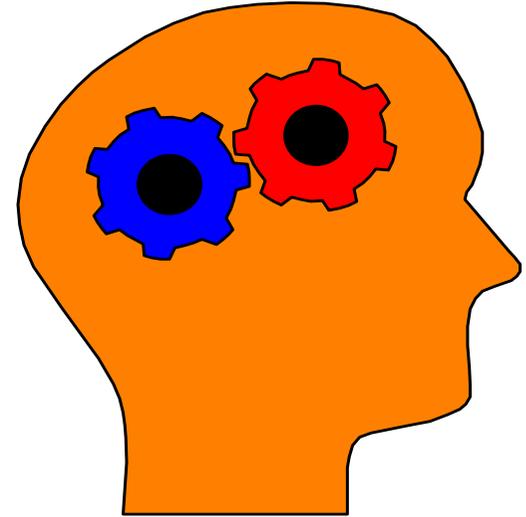


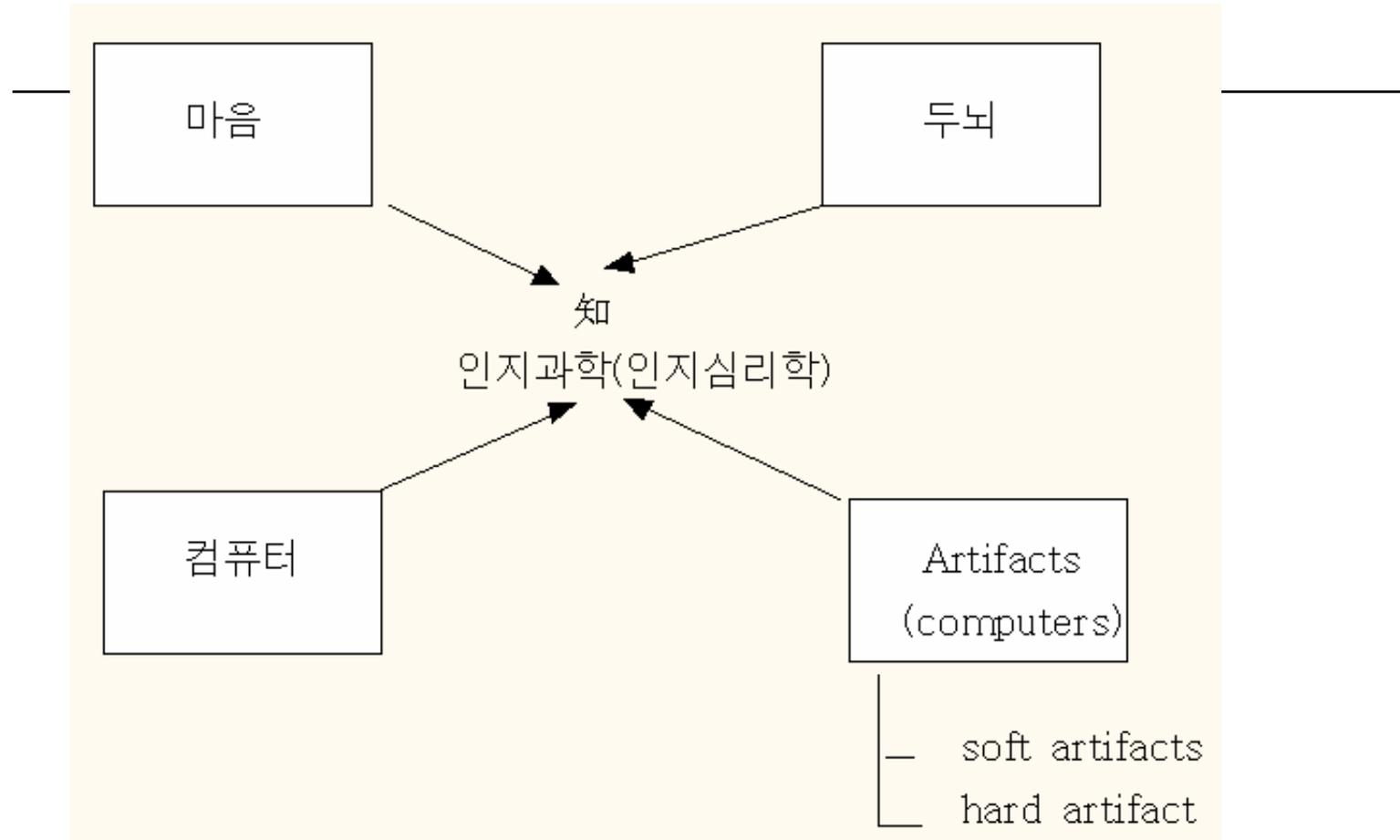
*“Cognitive” science 라는 개념의 유래

- 인지과학은 20세기 초의 논리실증주의 철학, 기호논리학, 수학 등의 전통에서 출발하였다
- 이 전통은 formal approach의 접근이고 cognition 측면을 강조해옴
- 따라서, 20세기에 ‘mind’에 대한 formal approach로서의 과학을 출발시킴에 있어서, 기존에 있는 ‘psychology’와 차별화하며, formal approach 측면을 강조하는 의미에서 “Cognitive” science라고 우연히 이름붙이게 됨
- 실질적으로는 넓은 의미의 “ Science of Mind”
- 따라서, ‘인지’라는 의미는; 넓은 의미의 ‘마음’의 의미임
 - 이 때의 “마음”은; 좁은 의미의 마음, 뇌과정, 동물 지능(마음), 기계적 지능, 사회적 마음 등을 모두 포함한 의미임

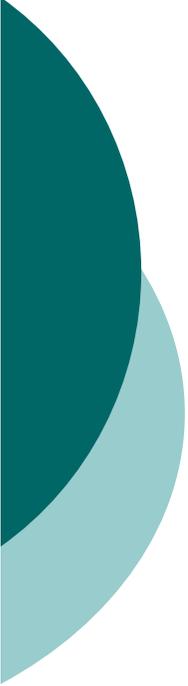
re: 인지과학이란 무엇인가?

- 인지과학이란
 - 인간의 마음
 - 인간의 뇌
 - 컴퓨터
 - 동물의 뇌와 행동
- & 로봇, 언어, 인터넷 등 각종 인공물의
본질과 상호 관계성을 연구하는 학문



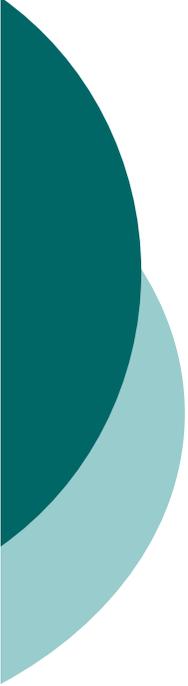


- * 마음과 知(Intelligence)의 본질을 구현하기 위한 체계 특성은 이를 정보적 사건의 자연과학화, 정보적 구조와 과정으로 개념화



인지과학 (Cognitive Science)

- [이정모의 인지과학 규정: 1990년대 초]
 - i) 두뇌,
 - ii) 마음,
 - iii) 이 둘에 대한 모형이며 또한 인간의 마음이 만들어낸 인공물의 정수인 컴퓨터,
 - iv) (知的 확장의 부분들이요 대상인) 환경 내의 기타 인공물 (artifacts)
- 이 넷 사이의 정보적, 인지적 (지식 형성 및 사용적) 역동 관계를 다루는 학문



- 인지과학의 핵심은

- 1. [과학적 탐구]:

- 인간의 마음/뇌의 작동 특성 인간과 동물의 뇌의 작동 특성, 인간과 컴퓨터의 Intelligence 특성을 밝히고 (understanding & explaining)

- 2. [응용]:

- 여기서 얻은 원리를 각종 인공물과 생활장면에 적용 응용하는 것 (applying the principles)



유의할 점: <‘인지’ 개념의 의미>

- 인지 =
 - 지정의(知, 情, 意)의 대부분을 포함 하는 능동적 심적 활동
 - 무의식적, 下의식적 지식(예, 운동기술) 등도 포함
 - 한 개인 内の 두뇌에 존재하는 인지나 知의 개념을 넘어섬
- 수동적 의미의 ‘인식’ 과 다름
- 넓은 의미의 인지
 - = 인간두뇌-환경(인공물 포함)을 연결하는
 - ‘지식 활용의 과정과 내용’

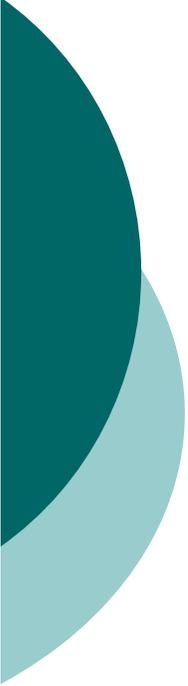


인지과학의 다양한 정의

- <http://www.cogs.indiana.edu/general/general.html>
- <http://cogpsy.skku.ac.kr/200608-cogsci-인지과학.pdf>
 - 의 9-11쪽 내용 참조



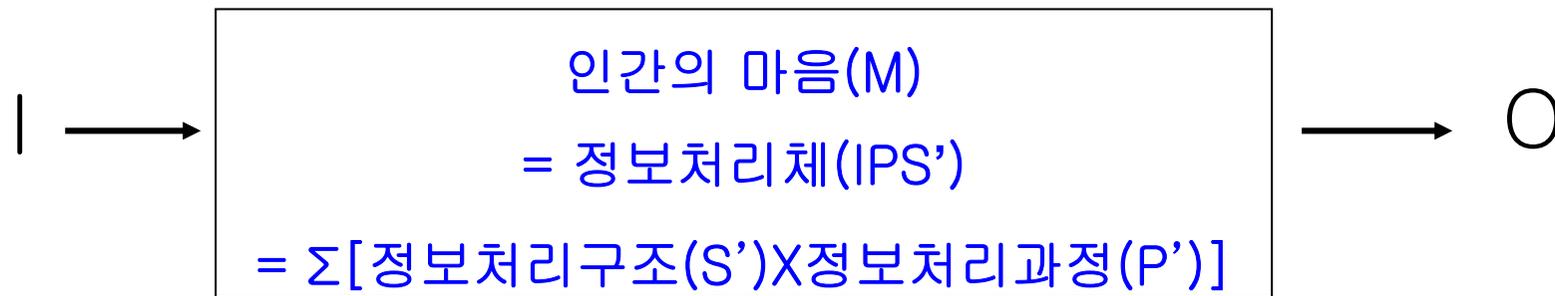
C. 인지과학의 paradigm적 특성



인지과학의 보는틀

1. 인간의 마음을 정보처리체계로 본다
 1. (Physical Symbol System)
2. 컴퓨터 은유/ 메타포 사용
3. 계산주의:
 1. 심적 과정은 정보 변환 과정
4. 표상주의
 1. 심적 내용은 자료 = 표상 (representation)

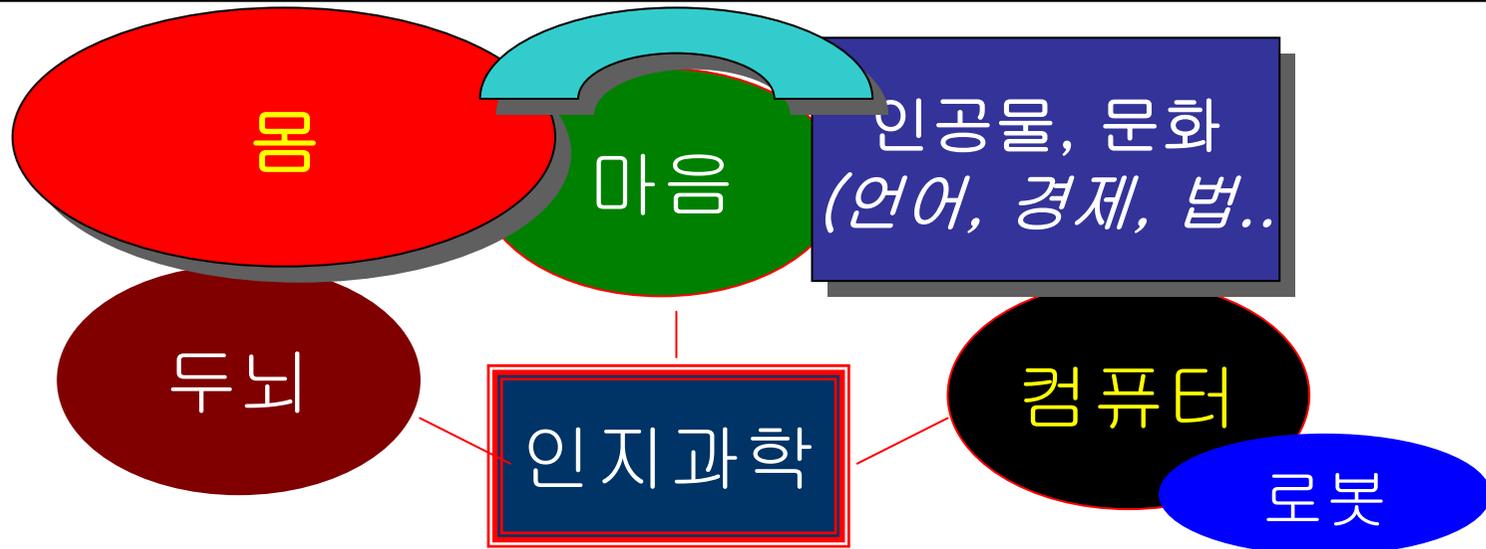
정보처리적 인지과학의 보는 틀



인간의 마음: 정보를 해석하고 조직하며

결정하고 스스로를 점검(모니터)하는

역동적인 **Information Processing System**

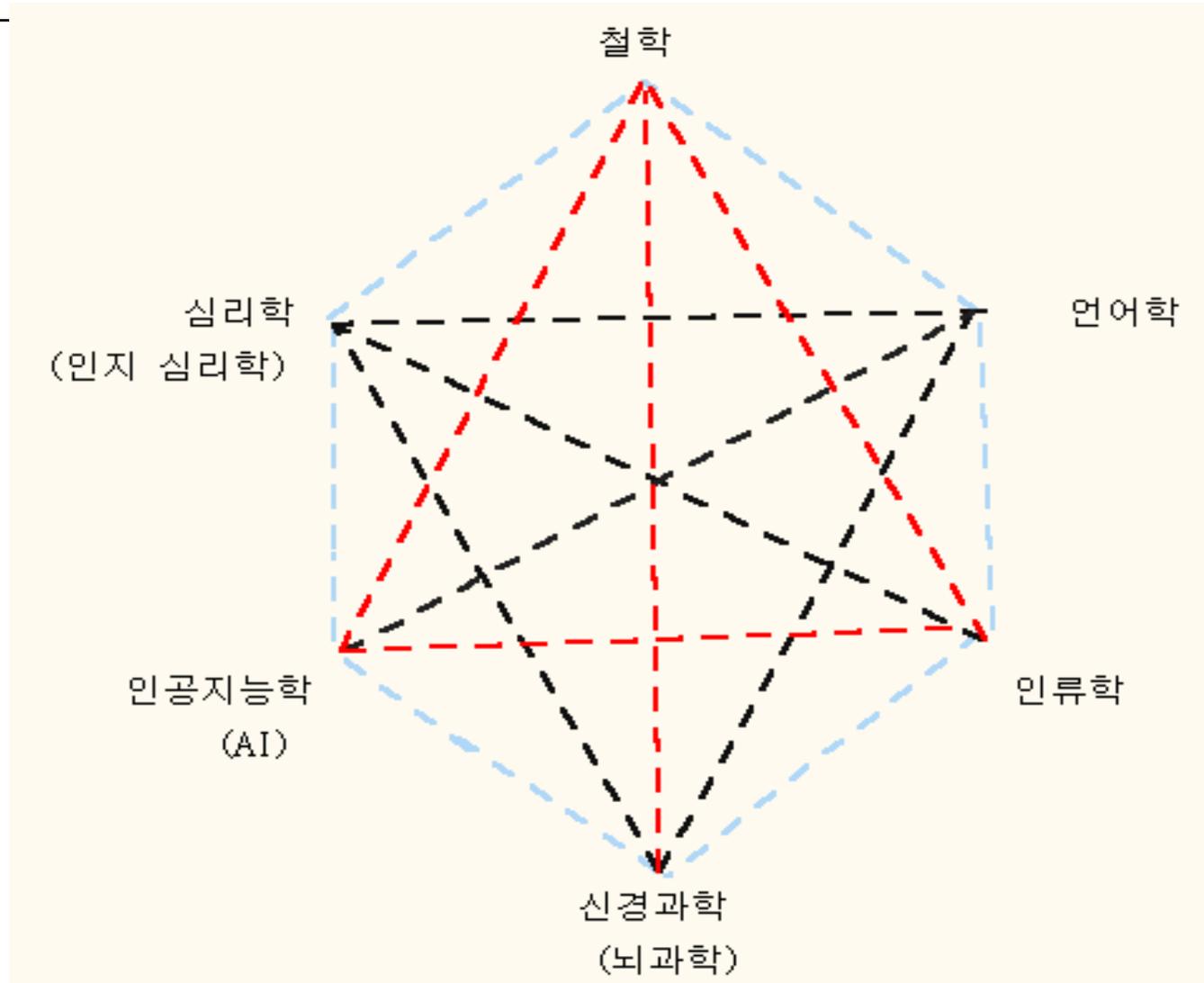


정보처리 시스템:
마음 = 두뇌 =
컴퓨터 (원리가)

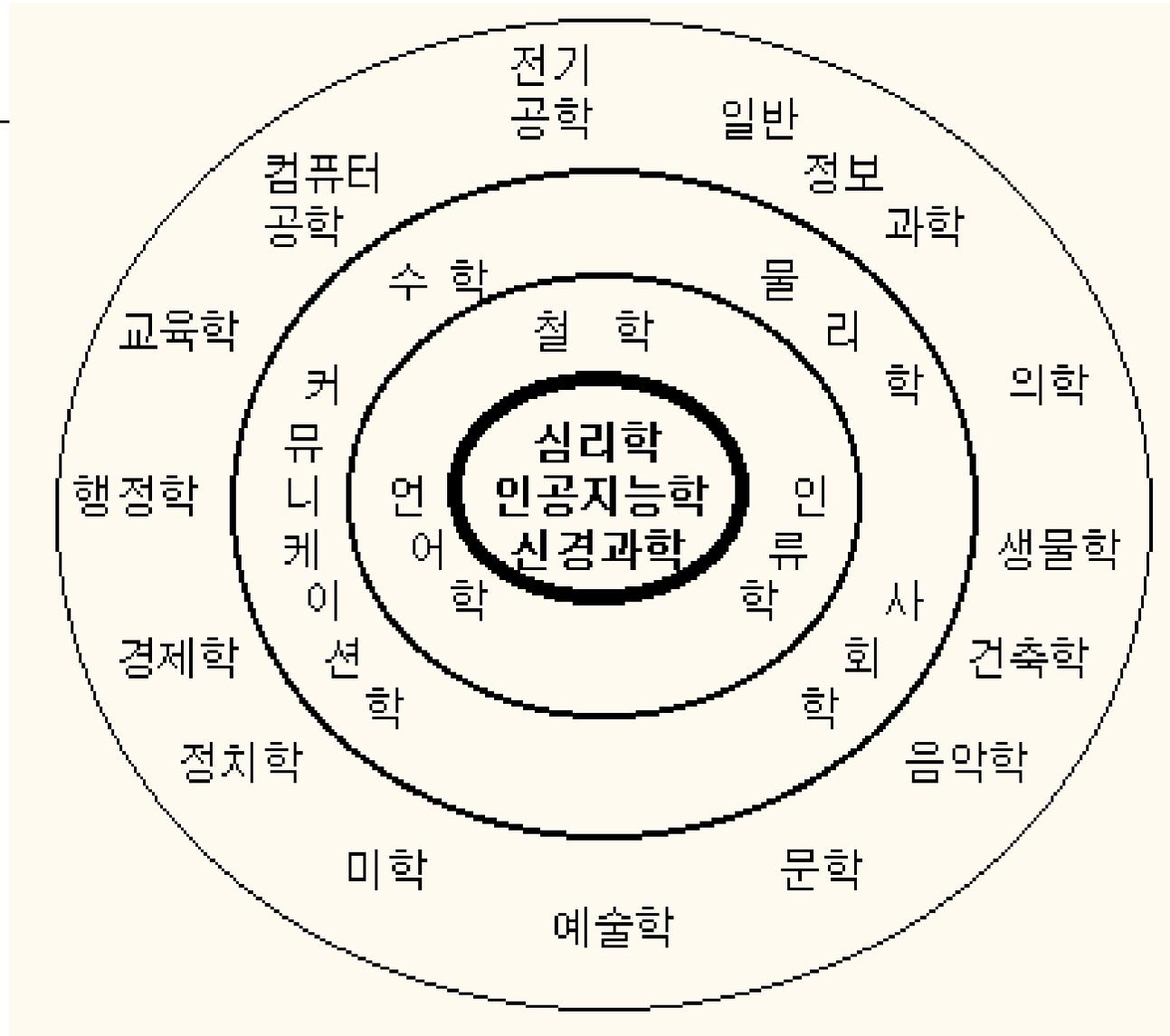


D. 인지과학 관련 학문

인지과학의 핵심학문 상호관계



<인지과학의 핵심 및 주변학문 >

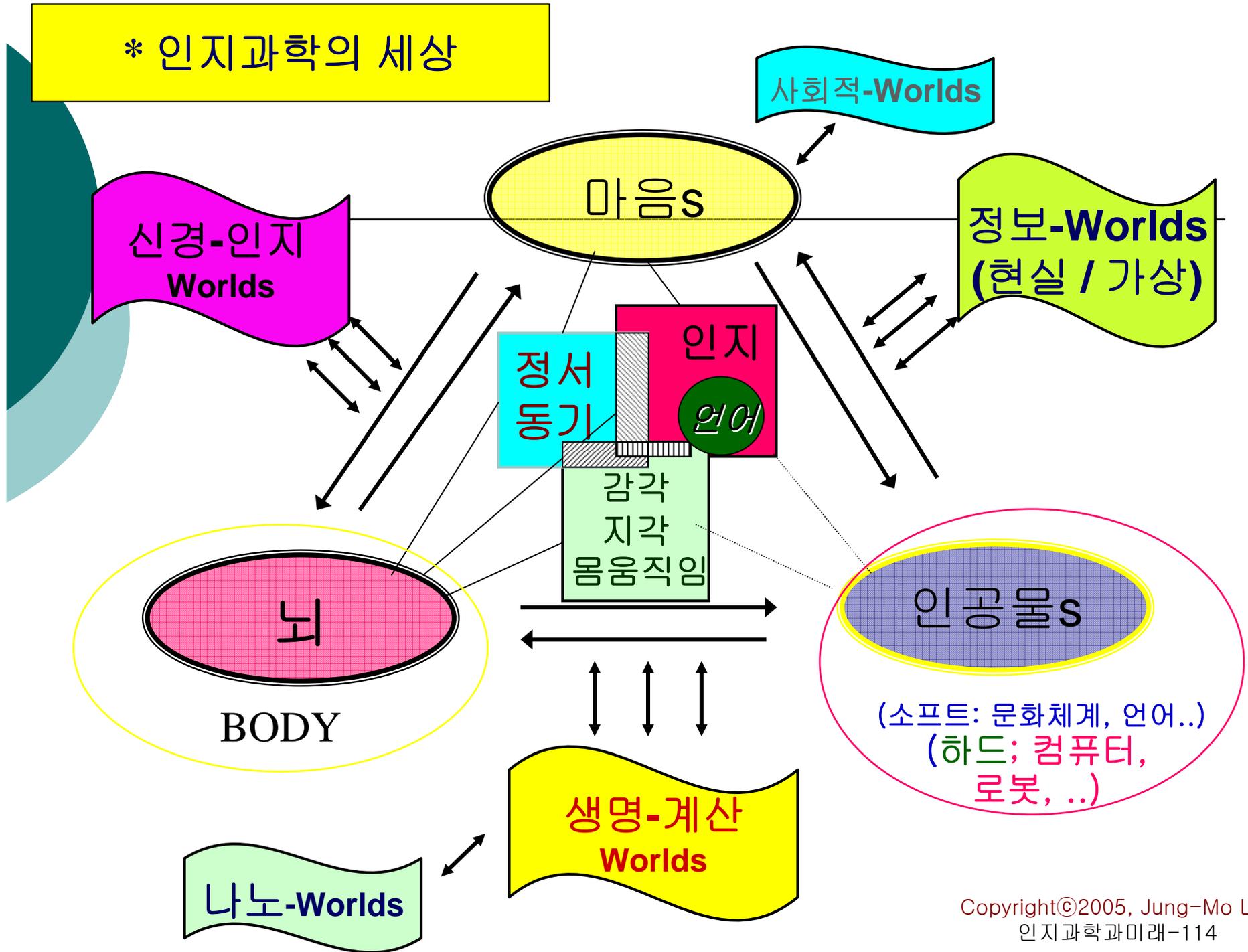




유럽공동체 보고서에서 지적한: '인지과학' 관련학문. (2004)

- 1. The formal sciences:
 - AI, 로보틱스, 수학 등
- 2. Psychology
- 3. Neuroscience
- 4. Linguistics
- 5. Philosophy
- 6. The social sciences

* 인지과학의 세상





관련 학문들이 인지과학 **형성**에 기여한 개념, 주제, 방법 등

- (1)철학: 인식론, 심신론, 과학철학, 논리학을 제공
- (2)수학: 형식주의(formalism), 계산 이론 특히 Turing 기계 이론을 비롯한 자동기계(automata) 이론을 제공
- (3)정보이론: Boole식 대수 논리체계를 두뇌 과정 모형에 적용하게 하고 인공두뇌학을 발전
- (4)심리학: 마음과 인지라는 연구 주제와 실험적 방법을 제공
- (5)컴퓨터과학: 디지털 컴퓨터, 저장된 프로그램 개념, 컴퓨터 유추 (비유), 프로그래밍 기법, 시뮬레이션 방법, 인공지능학을 제공

- 
-
- (6)언어학: 형식문법론을 중심으로 한 형식 이론을 제공, 내적 규칙과 심적 능력(competence)의 개념을 부상시킴
 - (7)인류학: 종 및 문화와 사회적 결정인의 중요성을 부각
 - (8)사회학: 구조주의와 민생방법론을 발전
 - (9)신경과학: 두뇌와 신경계의 구조와 과정에 대한 재개념화, 신경과학적 연구법을 제공, 신경계 이상 현상과 인지와의 관계성의 탐구의 중요성을 부각



E. 인지과학 방법론



각 분야의 대표적 방법

- 심리학:
 - 실험법, 시뮬레이션, 자연관찰법
- 인공지능학:
 - 시뮬레이션, 언어보고분석법
- 신경과학:
 - 인지신경법(뇌영상법)
- 철학:
 - 논리적, 형식적 분석
- 언어학:
 - 형식적 분석, 자연관찰, 실험
- 인류학:
 - 민생방법, 자연관찰법



인지신경과학방법의 세부

- CAT (컴퓨터 단층촬영 기법)
- PET (양전자방출 단층 촬영기법)
- fMRI (기능성 자기공명영상 기법)
- EEG (뇌파 측정기법)
 - ERP(Event Related Potentials): 사건관련전위법
- MEG (Magnetoencephalography): 자기뇌도측정법
- TMS (Transcranial경두개 자기자극법)
- 기능-근적외선(fNIR) 기법
- 인지신경심리검사(Cognitive Neuropsychological Tests)



F. 인지과학이 다루는 주제:

기초 / 응용



<F>, 인지과학이 다루는 주제:

- <1. 기초학문적 연구주제>
- 인간의 감각 과정, 신체운동 조정, 통제의 이해
 - 자극의 input에서 Output 사이의 여러 심적과정 및 (정보처리 및 정보저장) 구조
- 인간의 주의, 지각, 학습, 기억, 언어, 사고 등의 인지기능
- 위의 기능들이 뇌의 어떠한 신경생물적, 신경생리적 과정에 의해 일어나는가
- 동물에게서는 이런 기능들이 어떻게 일어나는가
- 인공지능(AI): 컴퓨터의 시청각, 언어 이해, 말 산출, 행동통제 등의 처리 과정과, 지식(데이터 베이스) 구조 연구 → 인지로보틱스 분야 등

- 
-
- 언어(Language)
 - 이해 – Comprehension
 - 산출 – Production
 - computational linguistics
 - 문제해결(Problem Solving) + 전문가(Expertise)
 - 개념적 사고(Conceptual Thinking)
 - (범주적 사고)
 - 추리(Reasoning)
 - 판단 + 결정 (Decision Making)
 - 지능(Intelligence)
 - 창의성(Creativity)

- 
-
- 신경적 인지(Neuro-cognition)
 - 좌우 반구, 및 뇌부위별 기능(신경정보처리)
 - 뇌 손상 환자 특성 등
 - 감각 & 지각(Perception) : 인간 및 기계- 지각
 - 신체-감각(Motor-Sensory)-인지 협응coordination
 - 주의(Attention)
 - 대상인식(형태재인; Pattern Recognition)
 - 학습(Learning) -인간, 동물, 기계, 문화시스템
 - 기억(Memory) 구조, 과정, 지식표상

- 
-
- 정서(Emotion)
 - 사회적 인지(Social Cognition)
 - 인지발달(Cognitive Development)
 - 의식(Consciousness)
 - 진화심리



○ < 2. 응용인지과학의 연구 주제 >

- → 추후 다시 설명함
- 인지공학(Cognitive Engineering)
 - 인지교수법(Cognitive Instruction)
 - HCI (Human-Computer Interactions)
- 좁은의미의 Cognitive Technologies
 - Cognitive Systems
 - Cognitive Enhancing
 - Applied Cognitive Neuroscience
- 응용인지신경과학
- 문화체계 내의 인지
- 인지생태학 등



* G. 인지과학의 변천 역사



<G>. 인지과학 접근들의 변화사

- 인지과학의 초년기1:
 - 컴퓨터 유추와 인지과학의 급성장
- 인지과학의 초년기2:
 - 인지과학의 제도화
- 인지과학의 청년기1:
 - 연결주의 : 추상화된 뇌 속의 마음
- 인지과학의 청년기2:
 - 신경과학의 떠오름
 - 인지신경과학의 형성



- 인지과학의 청년기3:

- 진화적 접근/ 주제의 확장 시도: 의식, 정서/ 환경 속의 마음
- 동역학체계적 접근/ 인지과학의 응용 확장

- 인지과학의 성년기 1: 현재

- 인지신경과학적 기초 핵심의 확립 및 주제의 확장;
 - 의식의 신경과학적 연구; 정서 연구; 동물인지 연구 확장; 사회신경과학 (Socio-Neuroscience) 연구
- ‘마음’ 개념의 재개념화 시도
 - 마음+뇌+신체+환경의 re-synthesis 모색
- Cognitive Technologies



3부,



미래



미래 사회의 일반적 특성

- 미래에 대하여는 기존에 나와있는 문헌들이 많기에
- 전반적 경향 언급은 생략함



인류 과학기술의 핵심물음의 3 단계

- 1. 물질, 에너지란 무엇인가?
 - 뉴턴 이래의 자연과학의 물음
- 2. 생명이란 무엇인가?
 - 1980년대 이후의 핵심적 물음
- 3. Mind/인지/지능이란 무엇인가?
 - 20세기 후반 이래 미래 21세기의 핵심 물음
 - Engineering of/ for the mind



<1>, 미래 테크놀로지의 추세

- 미래 테크놀로지의 타임라인

- <http://www.btplc.com/Innovation/News/timeline/index.htm>

- 이 링크 그림에서 각 시점에 마우스를 놓으면 그 시기의 특징이 설명됨. 한번 살펴보세요

- 미래 테크놀로지의 예

- <http://www.btplc.com/Innovation/Innovation/index.htm>



일반적 예측

- 지식의 turnover가 급증, 지속적인 훈련이 요구될 것임
- 오늘 날의 공학기술자의 지식의 수명: 5년 정도가 될 것임
- 10년 내에 한 엔지니어가 아는 지식의 90% 이상이 컴퓨터에 의하여 공유/제공될 것임
- 10년 내에, 한 대학 신입생이 배우는 지식의 반 이상이 그 학생이 4학년 때쯤이면 낡은 지식이 될 것임
- 보다 많은 사람들이 중년에 직업 경력을 바꾸기에, 2차, 3차 직업(careers)이 보편적이 될 것임;
- 33-39세에 지니고 있던 직종은 5년 내로 그만두게 됨
- 사람들이 평균적으로 10년마다 경력을 바꿀 것임
- 현재 40-50대 및 그 자녀들:
 - 5-6개의 직업을 겪게 될 것임



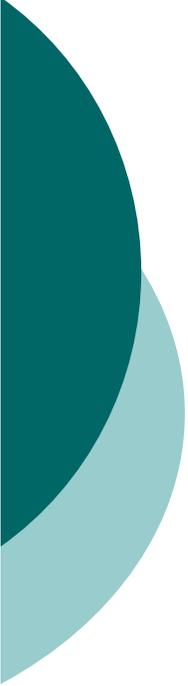
<2>. 특이점 (Singularity)의 가능성

- 특이점
- 기계(인공)지능이 인간(자연)지능을 능가하는 시점
- → The Singularity
 - Ray Kurzweil (지음)
 - [사진, 책 이미지 생략]
 - 특이점이 온다: 기술이 인간을 초월하는 순간.
 - 미래 인간과 기계의 구분 곤란
 - → merging 시대 도래



Kurzweil 의 기술발달 단계

- Epoch 1: 물리학과 화학
- Epoch 2: 생물학과 DNA
- Epoch 3: 뇌
- Epoch 4: Technology
- Epoch 5: 테크놀로지와 인간지능 융합
 - The Merger of Human Technology with Human Intelligence
- Epoch 6: 우주가 깨어남

- 
-
- 특이점 (the singularity)
 - 미래 2020-2030 년대에 컴퓨터의 파워가 인간의 지적 능력을 능가 가능성:
 - → 인간지능과 기계지능을 더 이상 양분 곤란
 - ← 자동차 운전시 내비게이션에 의존하는 상황 유추
 - → 특이점의 도래 가능성은
 - 비록 그것이 완벽히 이루어질 가능성이 적더라도
 - 미래 과학기술과 인류 사회에 어떤 의의를 던지는가?



○ 고대-> 중세 기독교 서구사회

- 신 중심적, 하늘 중심적; 세상사 신이 좌우
- 신과 인간의 차별적 구분

○ 제1 계몽(깨달음)시대

- 신, 하늘이 아니라 인간이 중심
- 기계적 결정론적 인과론이 세상 원리
- → 그러나 인간과 인공물의 차별적 구분

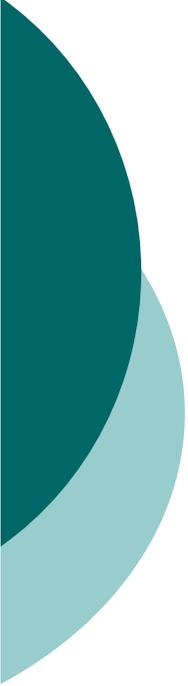
○ 21세기; 제2의 계몽(깨달음) 시대 도래

- 인간과 인공물의 구분/ 경계가 절대적 아님의 깨달음
- 새로운 being(존재) 개념



Joel Garreau의 예측

- Joel Garreau (2005).
 - “Radical Evolution” (New York: Broadway Books)
 - 부제목: “The promise and Peril of Enhancing Our Minds, Our Bodies – and What It Means to Be Human.”
 - UCLA 의과대학의 의학·기술·사회 연구 프로그램의 책임자인 그레고리 스텝은
 - “새로운 미개척지는 바로 우리 자신”이라고 자신 있게 말한다. (……)



○ 이 책의 한글 번역본

- “급진적 진화”(조엘 가로 지음, 임지원 옮김), 지식의 숲

– 도서출판 넥서스 사이트에서

○ <http://www.nexusbook.com/>

‘급진적 진화’로 검색하여

- 이 책에 대한 자세한 정보를 받거나 다른 도서 관련 사이트에서 이 책에 대한 개략적 정보를 볼 수 있음

- 
-
- “우리는 지금 역사의 변곡점을 지나고 있다. 지난 수천 년 동안 우리의 기술은 바깥 세계를 겨냥했다. 우리를 둘러싼 환경을 바꾸고자 했던 것이다...”
 - “그러나 지금 우리는 우리의 기술을 바로 우리 자신의 내부로 돌리는 전면적 절차를 밟고 있다.”
 - “이제 기술은 우리의 마음, 우리의 기억, 우리의 신체 대사, 우리의 성격, 우리의 자손과 결합하기 시작했고,
 - 어쩌면 우리의 영혼과도 결합할지 모른다. 진지하고 중요한 인물들이 새로운 종류의 조작된 진화라고 부를 정도로 인간을 크게 변화시키는 작업을 개시했다. 그 작업은 바로 우리 자신을 겨냥하고 있다. “



Shift in the future; 미래 초점의 변화

- 1) 인간과 기계의 경계가 허물어지는 미래
 - The Singularity 특이점
 - 자동차 내비게이션
 - Hwp, Word 등의 워드프로세서 프로그램
 - 핸드폰 조작
 - Matrix, AI 등의 영화에서 제시된 개념-> 현실



○ 2) 신 중심에서 인간 중심으로, 그리고 인간을 넘어서 인공물로

- → The Age of 2nd Enlightenment
- 인류가 인간 자신에 대하여 생각하여온 틀은 역사적으로 몇 단계의 중요한 변화를 거쳤다.
- 신 중심 → 인간 중심 → 인간 + 인공물 중심
- ‘인간’ 존재(being)의 개념의 수정 불가피
- → transhumanism



앞서 제시한 슬라이드를 다시 제시하면...

- 3) 융합과학기술 중심의 미래 사회
 - 인류 과학기술의 초점이 변화됨

 - 1단계: 20세기 중반까지
 - [물질/기계]: 편하게 살기
 - 2단계: 20세기 중반(1980년대) 이후
 - [물질/기계 + 정보 + 생명]: 오래 건강하게 살기
 - 3단계 21세기
 - [물질/기계 + 생명 + 정보 + 인지]
 - 편하게 오래 살아서 무얼 할(하며 살)건데?
 - 이후는?
 - ??????

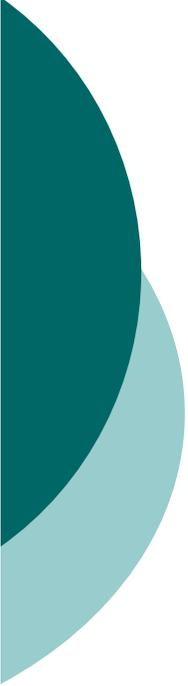


○ 이러한 소용돌이의 핵심 위치에 있는 것은?

● → 뇌/인지 과학 기술

○ (Brain & Cognitive Science/
Technology)

○ the integrative, innovative, multi-faced,
unifying and versatile mediator &
incubator !

- 
-
- ➔ 뇌/인지과학의 할 일은?
 - the 2nd 르네상스시대 이끌음
 - the 2nd 계몽(깨달음)(enlightenment)시대를 이끌음

 - ← 인간/마음/뇌/ 인공물 개념 틀 재구성 해야 !
 - ← 구체적 새 인지테크놀로지 제공해야!
 -
 - ➔ 어떻게 ➔ 먼저 개념적 재구성부터 해야 ➔



<3>. 개념적 재구성1: 마음-뇌-인공물의 공진화

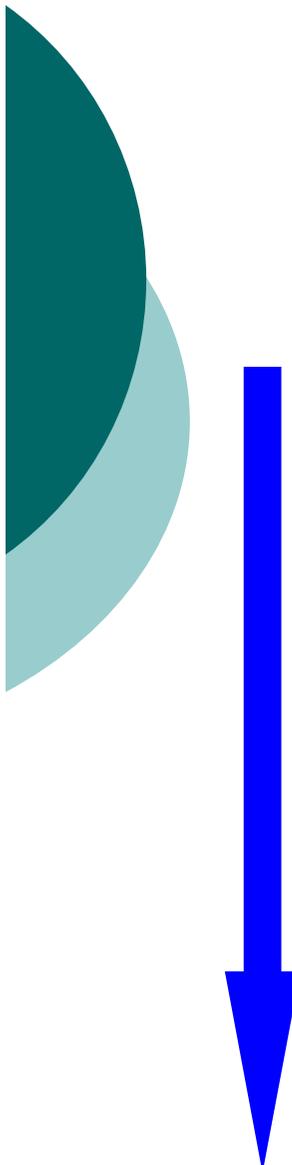
동물과 차별화된 인간의 진화 =

← 뇌/ 마음(지능)/ 신체의 진화와

인공물의 진화의

← 공진화(Spiral Co-evolution) 과정/ 결과임

- 도구와 연장의 발명-손과 몸의 확장
- 기록 기술의 발명- 지식과 기술의 분산
- 네트워크의 발명-분산의 실시간화
- 현실 세계와 가상 세계의 융합
- 21세기 → [인공물-뇌-마음]의 한 덩어리 묶음



인간 마음(인지)의 진화 역사

- 뇌와 공진화
- 사회-문화(인공물이 핵심)와 공진화
- * 인공물과 공진화
 1. 언어와 공진화
 2. 컴퓨터와 공진화
 3. 사이버 세계와 공진화
 4. 인공지능시스템, 로봇과 공진화
 5. 사회 문화적 인공물과 공진화
 6. 미래는 ??

Ref: 사이버 인지심리학의 개념적 재구성: 인공물과 인지의 공진화. (이정모, 이재호, 이건호).

한국심리학회지: 실험. 2004, 16권 4호, 365-391

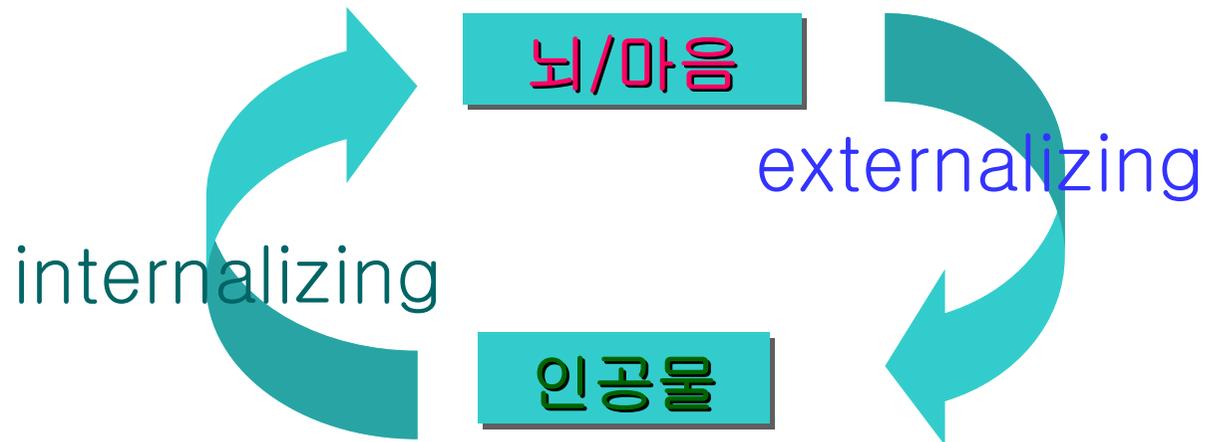


인류의 역사

- 1. 생물적 진화
 - 신체적 기능의 발달, 뇌기능의 급격한 확장
- 2. 문화적 진화
 - A. 물질적 도구의 발명 및 발전
 - B. 언어의 생성 및 진화
 - C. 도구-언어-인간지능(마음)의 공진화
 - D. 20세기까지: 인공물은 인간의 신체/마음과 별개의 객체
- 3. 특이점이 여는 미래 인류 세계
 - [인간 마음/몸]과 [인공물의 지능/몸]
 - 사이의 경계선 무너짐

인지적 되돌이 고리

인공물 → 인간-인공물의
인지적/행위적 상호작용
→ evolved 인공물



→ eternal Cognitive loops

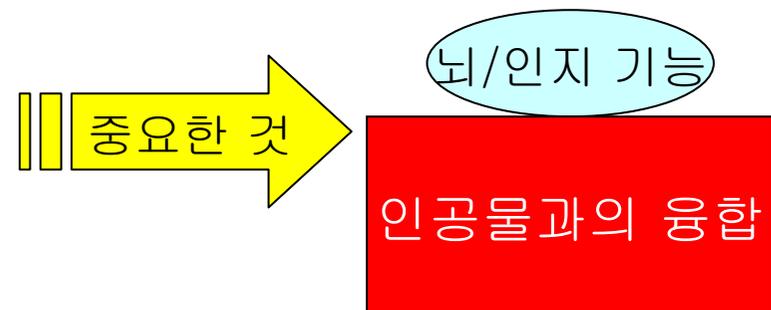


- 인간의 생물학적 신체적 진화는 이미 거의 정지됨.

- 인공지능과의 공진화만 진행되고 있음

- → 미래

- [인류 단계적 진화 역사 그림 생략]



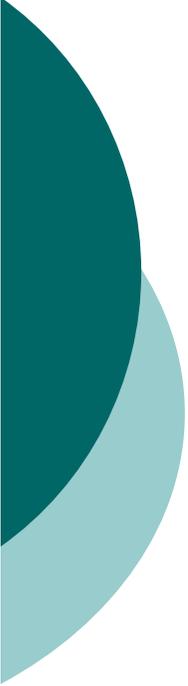
*21세기:

인간의 마음은

- 1) 인간-인간 상호작용의 자연적 현실공간: HHI
 - 2) 인공적 현실 공간 : HAI
 - ← 하드웨어 인공물인 컴퓨터, 로봇과의 상호작용
 - ← 기타 소프트 (경제/정치/교육/기술..문화체계..)와의 상호작용
 - 3) 사이버 가상공간 포함하는
혼합 공간 속에서
- 인공물과 함께 급속한 공진화가 일어날 것.

다시 !

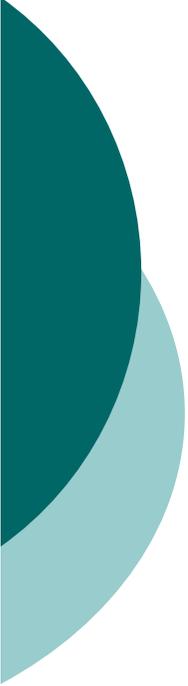
- 제 5기 기술시대를 넘어서면서 이루어지는 미래의 대 변혁
- Merging of
 - 인간 (뇌/마음[인지, 지능]/ 신체) ↔
 - 인공물 (하드웨어/ 소프트웨어)
- → 새로운 존재(being) 개념



인간-인공물 상호작용: 종합

- 결국 인공물 Artifacts는
- 인간의 도구로서의 단순한 수단목적이 아니라
- 인간과 인공물이 통합된 하나의 단위를 이뤄
- 마음/뇌가 인공물과 함께 meaning을 구성 하는 것이 미래 사회의 두드러진 특성임

- → 인간 존재의 개념이 변화
 - → Trans-humanism 시대의 도래



<4>. 개념 재구성2: 뇌, 몸, 환경의 통합

- 1. 마음은 뇌 속에 있는 신경적 활동이라는 개념의 수정
 - 데카르트적 존재론의 수정
 - → ‘뇌’ 밖에도 있는 마음 개념으로
- Why?
 - [마음/인지] 작동 특성과 인공물을 분리하기가 곤란
 - ← 예: Hwp 한글 같은 Word Processor,
 - 자동차 운전시의 내비게이션 기구, 핸드폰
- 2. 마음은 인공물과 함께 진화 →
‘마음-인공물’ 관계 개념의 재구성해야



-21세기 초 철학자들의 재구성 시도-

- 마음 개념의 개념적 기초를 재구성
 - ‘Mind 는 뇌도 아니고,
뇌라는 기계 속에 갇힌 도깨비도 아니다.’
 - 마음과 뇌가 동일한 것이 아니며,
- 마음은 뇌를 넘어서, 몸, 그리고 환경, 이 셋을 포함한 총체적인 집합체 (nexus)상에서 일어나는 것으로 개념화

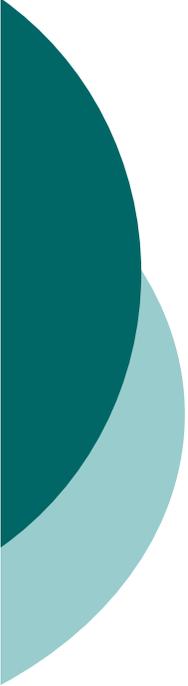


○ 이런 작업의 의의:

- 데카르트적 틀 (존재론)의 관에

- 하이데거적 **못**을 박는 작업 이라고도 할 수 있을 것이다.

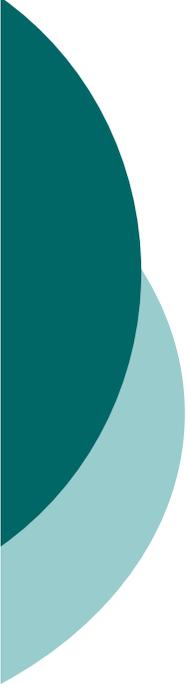
○ 현상학적 접근의 재음미



21세기 초에 인지과학에서 벌어지고 있는 개념적 틀의 변화와 인공지능

○ 개념적 틀의 변화?

- “마음=뇌” 라는 개념 변화
- => [마음-뇌-환경] 의 통합적 총체의 DYNAMIC SYSTEMS 에의 접근 (뇌/인지과학 내)
- 독립된 인공지능이 아닌 인간의 심적-신체적 확장이며 인간의 마음의 일부로서의 인공지능의 개념
- → *여기에 확장된 마음-체화된 마음- 특이점 등의 철학적 재개념화와 인류학 등의 사회과학적 재개념화 틀, transhumanism, 미래 공학의 중요성 연결



○ 이러한 개념적 틀의 재구성이 가져올 변화 가능성

- 인간 관련 학문 틀의 재구성
- 사회문화의 이해 틀의 재구성
- 테크놀로지 개념의 재구성
 - 인공물/ 인간-인공물 관계의 본질 새 이해
 - → 새로운 테크놀로지에의 시사
 - → 마음-뇌-로봇(컴퓨터)의 융합



인지주의의 계속된 변화: + 확장된 인지

- 인지주의, 인지과학의 최근 변화
 - 과거: 1단계: 마음 ↔ 컴퓨터
 - 2단계: 마음 ← 이론적 뇌: 신경망 접근
 - 3단계: 마음 ← 생물적 뇌: 인지신경과학
 - 최근: 확장된 인지; 체화된(embodied) 인지
 - 이성적 인지를 넘어서 정서, 동기를 강조
 - 모든 인지의 기반에 정서가 있다는 신경적 증거
 - 개인내의 인지를 넘어서 사회적으로 결정되는 인지
 - 사고, 언어, 의미는 기본적으로 사회적으로 결정



Embodied cognition

○ 최근:

- 비신체적 마음/인지라는 전통적 개념을 넘어서 몸의 신체적 활동과 분리할 수 없는 마음/인지
- 뇌 속의 신경과정으로 일어나는 마음/인지라는 개념을 넘어서,
 - 뇌, 몸, 환경의 3자가 하나의 불가분의 총체로 이루어 내는 것으로서의 마음/인지
- 인간이 만들어 낸 인공물(artifacts: 경제, 제도와 같은 소프트 인공물, 컴퓨터와 같은 하드 인공물)과 함께 공진화(coevolve)하는 마음/인지



인류 문화사를 단순화하여 본다면

- 1. 고대-중세:
 - 신 중심의 시대: 신의 의지가 만사 결정
- 2. 르네상스, 17C 계몽시대
 - 인간 중심의 시대:
 - 기계적 결정론으로 자연현상 이해
 - 인간사회현상 ← 합리주의: 이성 중심으로 이해
- 3. Darwin 이후
 - 인간-동물의 연속성을 인정하나
 - 인간 행위는 합리주의 관점에서 설명/이해
 - 신고전주의의 기초
- 4. 21세기: 제2의 계몽시기
 - 인간과 인공물의 경계선이 허물어짐 → 존재 개념 재구성
 - 몸을 지닌 사회적, 인지적 존재로서의 인간의 총체적 상호작용 활동을 통하여 정서에 바탕한 적응적 인간 행위로 이해/설명

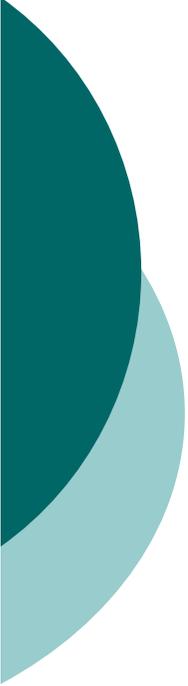


3부:

융합과학기술의 특성

- 
-
- The Nature 의 본질 :

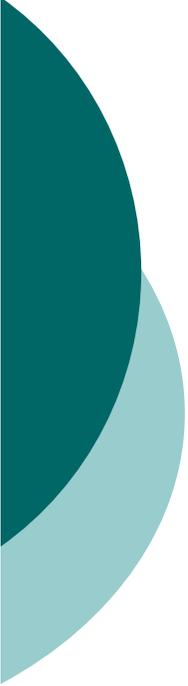
The dynamic whole !



21세기 과학기술 패러다임의 전환

=> 융합(수렴)과학기술

Converging Science & Technologies



미래 과학기술의 방향

- 과학기술의 르네상스
- 수렴적 융합적 과학기술 접근의 필연성
- Not: ... 이어서는 안됨
 - Fragmented 쪼각나고
 - Disconnected 연결 안되고
 - Demarcated 경계지어지고
 - 특정영역이 Solo-playing 하여서는 안됨



○ But:... 이어야 함

- Convergent 수렴되고
- Interdisciplinary 학제적이고
- Holistic 전체적/ 통합적인 관점이고
- + social, human factors considered
- 사회적, 인간 요인을 고려하고
- Integrated goals 통합적인 목표가 제시되어야 함



* 4 Key Principles of NBIC

- 1. Material unity at the nano-scale
- 2. NBIC transforming tools
- 3. Hierarchical systems
- 4. Improvement of human performance

<다시 그린 NBIC 틀 >

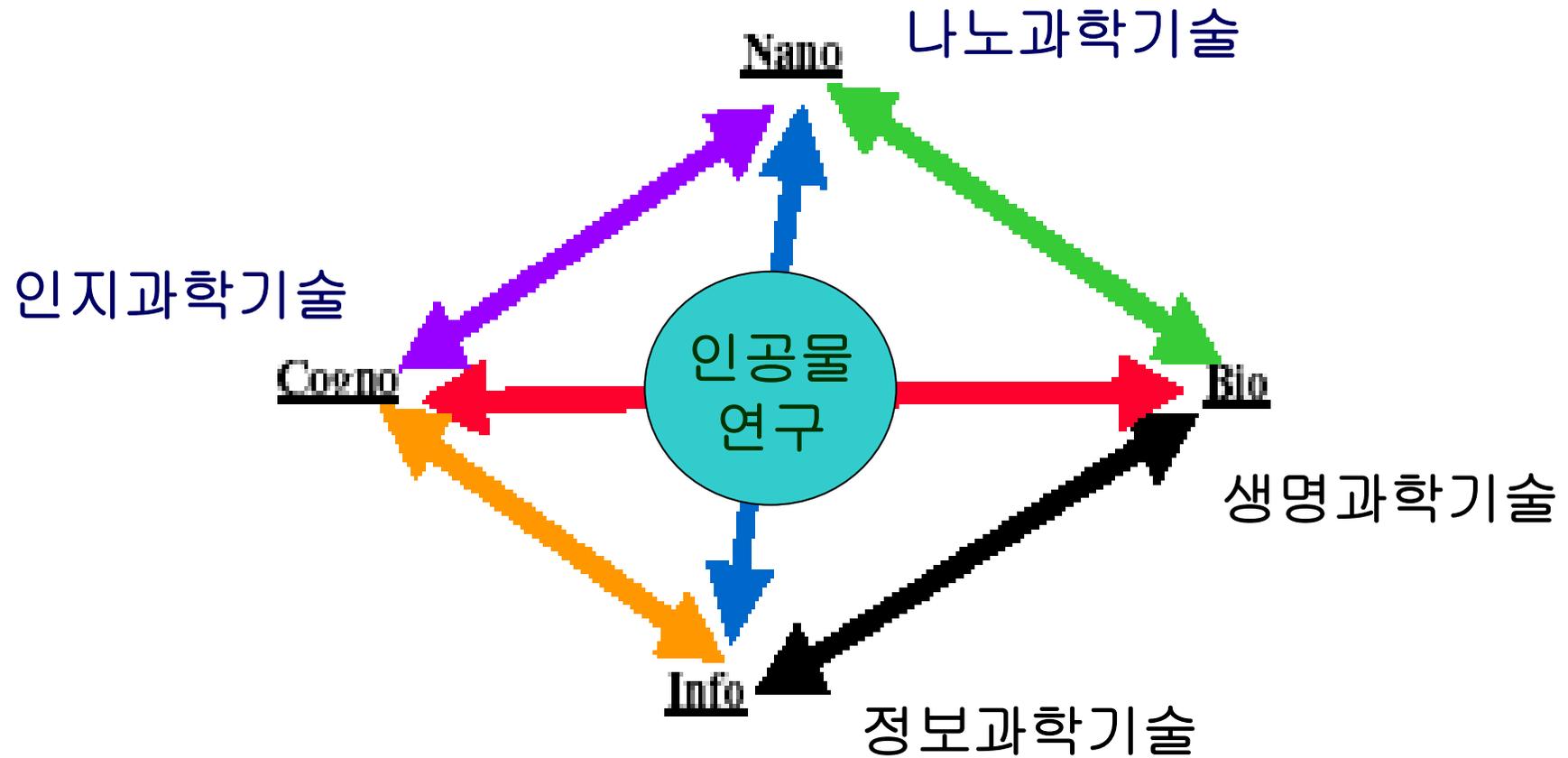
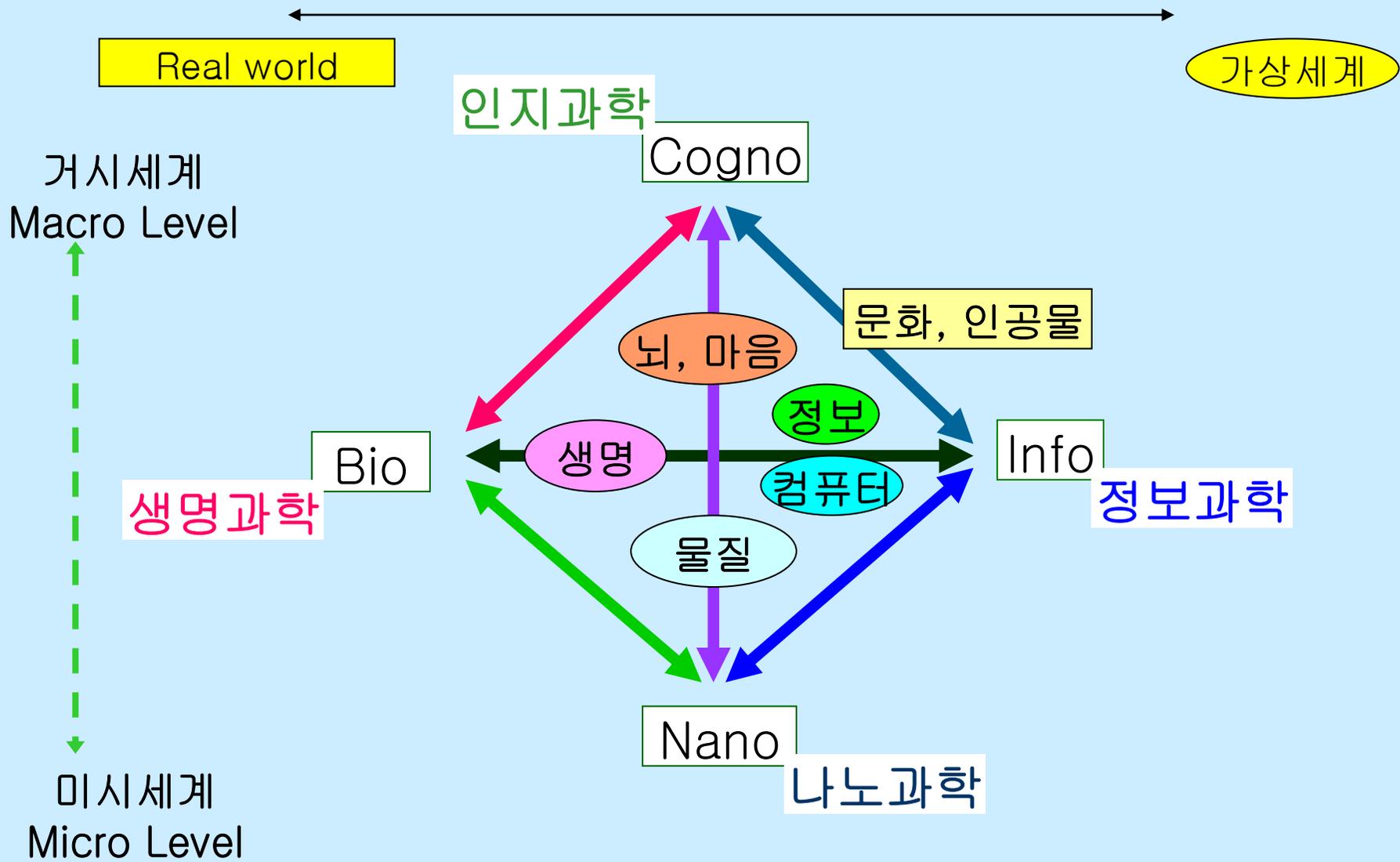


Figure 1. NBIC tetrahedron.

미래 과학기술의 궁극적 목표는: Improving Human Performace



다시 그린 미래 NBIC 수렴(융합)과학기술의 틀

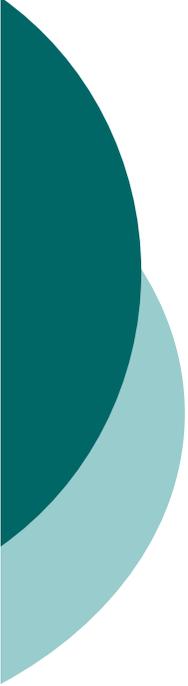
미래 과학기술의 목표는 인간 performance의 증진

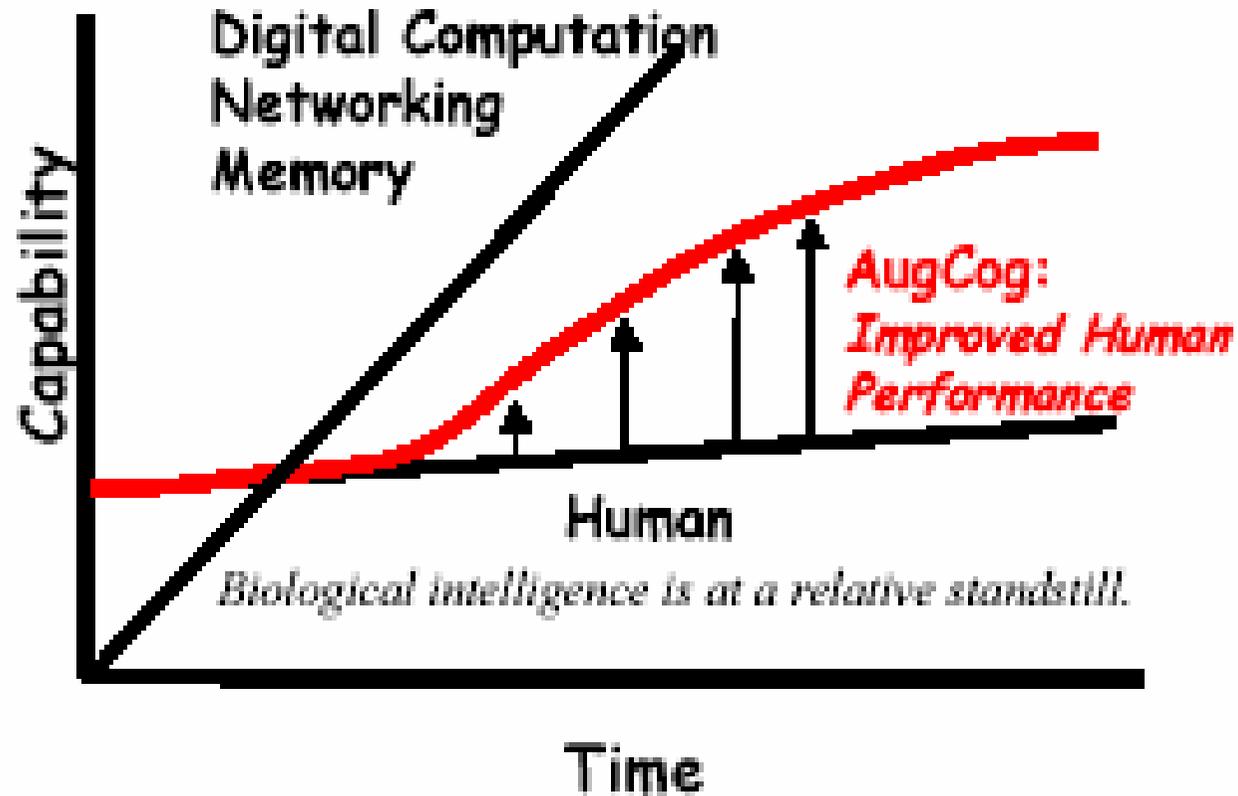


Improvement of human performance

○ *지금*이 인류 기술/공학 역사에서

unique moment 이다.

- 
-
- 인간의 신체, **뇌**, 인지, 감정에 대한
더 깊은 이해와,
인간-기계 직접적 상호작용 도구의
발전으로 인하여
 - 인간의 심적(인지적), 신체적, 사회적 능력을 향
상시킬 수 있는 다 영역 기술의 종합적, 통합적,
융합적 수렴 시점에 도달했다.
 - => **개인 및 집단 performance 향상**



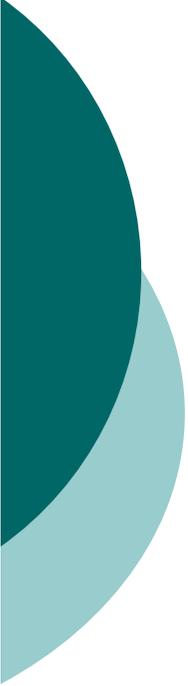
인간의 생물적 지능의 한계를, 확대된 인지(Augmented Cognition)
 NBIC 기술을 통해 미래 컴퓨터 파워 수준에 근접 향상시킴



NBIC 융합과학기술의 미래 비전

- 인간 performance의 향상
 - 작업의 효율성, 학습 효율성 개선
 - 개인 감각 및 인지 능력의 강화
 - 개인간, 집단간 커뮤니케이션 기술 및 효율성 증진
 - 개인과 집단의 창의성 향상
 - Brain-to-brain 상호작용을 비롯한 통신/ 커뮤니케이션 수단 기술의 향상

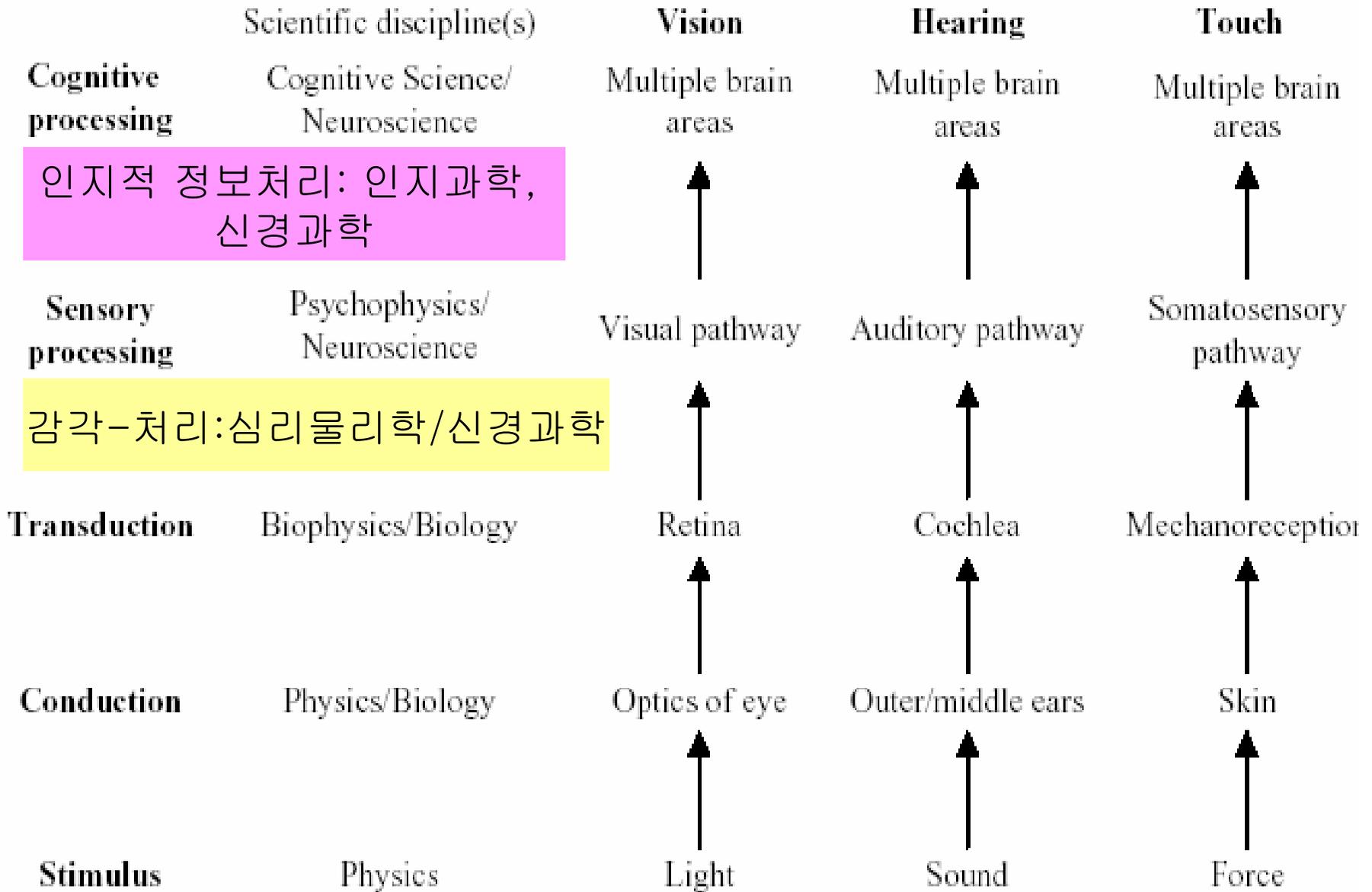
- 
-
- 인간 진화의 새 방향 도출
 - 기존의 진화:
 - ← 자연적 진화 (생물적, 인지적 진화, 사회적 변화)
 - ← 과학기술(인공물과 환경의 변화)
 - 새로운 형태의 진화:
 - 테크놀러지 발전에 의한
 - → 인지, 신체 기능의 확장, 향상

- 
-
- 자연적 진화와
 - 과학기술에 의한 인간 진화의
 - 인공물, 인공물과 인간 연결 -공진화 (co-evolution)
 - → 인간 종 자체의 새로운 차원의 진화



*Hallmark of Renaissance

1. 예술, 공학, 과학, 문화 등의 모든 영역이 동일한 intellectual principles과 탐구와 창조와 융합의 *exciting spirit* 공유함.
2. 자연현상에 대한: Holistic perspective.
 - fundamental unity of natural organization.
 - ← 인간 마음/뇌를 포함한 하나의 “복잡계 연속선” 개념
3. Artifacts (+인간과의 관계) 연구에도 같은 원리 적용



자극

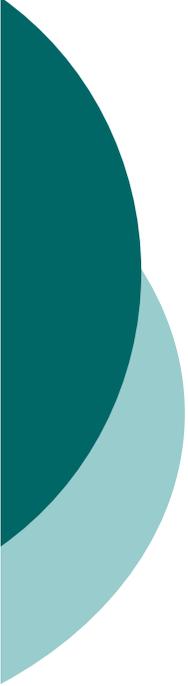
Figure C.7.

감각 양상과 관련 NBIC 분야



융합과학기술(CT)의 가능 응용들 (EU, 2004)

- 1. Embeddedness: CT가 도처에 삼투
- 2. Unlimited reach: 물질공학 이외의 영역에 확장
- 3. Engineering the mind and body
 - Engineering of/ for the body
 - (예: neuro-prosthetics)
 - Engineering of/ for the brain
 - (예: BCI / 기억력향상 약물 등)
 - Engineering of the mind
 - (예: 인지적 기능 향상 인지기술 / tools)
 - Engineering for the mind
 - (예: 비디오게임, books, multimedia 등)
- 4. Specificity: 국가별 특수 문제에 응용기술개발



미래 융합 Technologies

- 과거의 고전적 물질과학 중심의 Engineering
- → +
- 뇌공학
- 인지공학:
 - engineering of the mind
 - Engineering for the mind
- 사회공학

21세기의 공학 (Engineering)

-링컨의 어구를 빌린

이정모의 잠정적 생각 ; (Engineering of/by/for/ the mind 등) -

	Of	By	For
Material	물리학, 화학, 생물학..	물리/기계 공학	신소재, biochips
Body/ Brain	신경과학	뇌공학, 바이오공학기술	뇌/신체/ 인간 기능 최적화, 향상
Mind	인지과학, 인공지능, 인지 로봇틱스	인지과학기술	인지기능 향상(증진)
Society	사회학, 인류학, ..	사회과학기술	유토피안 사회조성(경제, 정치, ..)





4부

융합과학기술 과 인지과학의 연결



4.1. 융합과학기술 내의 인지과학의 역할

- 수렴적, 융합적 과학기술의 전형/모범 보여줌
- 또 다른 상위 수준에서의 수렴, 융합과학기술의 핵심 축 역할도 함
- 나노기술, 생명과학기술, 정보기술, 사회기술 등을 수렴적으로 연결하는 중심 축으로서의 역할 자임, & 수행하여야 함
- 인지과학 응용적 연구의 중요성에 대한 비중 배가
- 인지과학의 영역, 연구방법, 핵심 응용연구주제, 인접학문과의 관계, 전형적 연구 패러다임을 융합과학기술과 관련하여 확장/ 재구성 요함

- 
-
- 인간-기계 상호작용 완벽성 추구 응용기술 제공
 - 신경인간공학을 포함하는 intelligent environment 구축
 - 국방을 위한 인간 능력의 강화
 - Augmented Cognition 분야의 국가기술로 발전
 - NBIC 이용 과학기구 및 도구 지속 개발
 - 신체적, 인지적 쇠퇴 개선
 - 신체적, 심리적 장애자 재활 및 상태 개선



4.2. 미래 융합과학기술로서의 인지과학기술의 융합 추세

- 융합과학기술의 미래 추세 예측
 - 인지과학과 다른 분야 연결측면에서 정리한다면…
 - IT-CogT 의 연결
 - BT-CogT
 - NT-CogT
 - IT-BT-CogT
 - IT-BT-NT-CogT
 - CogT-IT-BT-사회과학기술 의 연결



<1>. IT- CogT

- 현재 다른 관계성에 비해 상당히 발전된 상태
 - 보다 지능화에의 초점화
 - 보다 상위 수준의 인지기능의 구현화
 - 컴퓨터 파워의 증진에 비례하는 인공지능 개발 가속화
 - Ubiquitous computing 환경에서의 인지특성 활용 확산
 - 보다 인간화에의 초점화
 - 각종 디지털 (soft/hard) 도구의 usability 향상 발전
 - 감성 공학 기술 발전
 - 인간-AI-Robot의 연결에의 초점화
 - 로봇틱스 연구개발에서의 인지과학의 영향 점증
 - 인간 감각-지각-운동 기술의 로봇에의 의존도 증가
- ➔ 점진적으로 IT-CogT-BT 연결, 확장의 가속화



- *IT-CogT (계속)*

- 학교-산업의 교육/학습 장면에서의 IT-CogT 연결 시스템, 도구 개발 및 적용의 확산
 - Cognitive Instruction
- 멀티미디어 학습, e-learning
- 일상생활장면에서의 개인의 인지적/정서적 (적응) 인지 기술의 향상 :
 - computer (net)-aided
- CET: Cognitive Enhancing Technologies
 - 이스라엘의 인지테크 예

<2>. BT- CogT

○ 지금까지의 신경과학, 인지신경과학의 발달로 가장 빠르고 획기적 발달이 이뤄질 분야

- 신경과학-심리학-컴퓨터과학(공학)의 연결의 확장
- BT-IT-CogT 3자 연결에 의한 발전 가속화
 - 뇌영상기법과 컴퓨터 모델링 기법의 빠른 획기적 발전
 - BCI (Brain-Computer Interface) 기술 발전
 - BRI (Brain-Robot Interface) 기술 발전
 - 신경보철-컴퓨터 연결 기술 개발 발전
- 신경약물학의 발전
 - 인지(심리)신경약물학의 기여
 - → 기억 등의 인지기능 향상 약물
 - → 인지기능향상(CE)의 1 / 3 중심체계

- 
-
- - 동기, 정서 연구 활용
 - - 인지신경과학 연구 결과 활용:
 - - 신경생리적 지표(뇌파(EEG), 피부전기반응(GSR), 근전도(EMG), fNIR(근적외선영상) 등의 활발한 응용
 - - 신경회로망 연구의 활용 : 각종
 - 감성제품, 인공지능 제품의 개발에 활용

 - - 로보틱스에서의 활용



<3>. NT- CogT

- 직접적인 연결보다는 BT, IT를 통한 연결 기술 발전
 - 가장 영향력을 줄 것은 BT와의 연결을 통한 뇌기능 진단 및 활용화 기법의 발전
 - 뇌영상기법의 발전 : 적외선을 사용한 영상기법
 - Cogno-scope 등
 - 신경보철 인공물 기능의 고수준화
 - BT-NT-IT의 연결
 - (주의, 감각, 지각, 학습 영역에서 인지과학의 역할)
 - 예: Cognoscope
- NT-BT-IT-(CogT): 나노바이오지능컴퓨터



fNIR

- 기능-근적외선(fNIR) 기법을 통한 뇌의 인지 기능 연구 방법
- fNIR (functional Near-Infra Red) Spectroscopy
 - 머리띠처럼 생긴 NIR 기구를 사용하여
 - 비침습적(non-invasive)으로 뇌의 신진대사와 혈류를 측정하여 주어진 자극에 대한 피험자의 인지적, 정서적 정보처리 특성을 추론하는 방법
 - 미래의 인지신경과학의 주 연구/응용 기법이 될 것임.
 - NT-BT-IT-CogT의 연결 Technology:



<4>. CogT 자체 (인지신경 영역 포함)

- 각종 인지능력 향상 (CE)기술 연구와 응용
 - 상용화
 - 인지학습 기술; 학습, 기억
 - 판단과 추리, 결정 인지 기술
 - 문제해결 기술
 - 아동 및 노인의 인지기술 보완/증강 기술 (예: 치매 저항)
- 각종 학교/산업/전문가 교육, 훈련 장면에서의 인지 학습기술 적용
 - 학습과학 기술의 응용 범위와 수준의 확장
 - 인터넷을 통한 교육/학습 인지기술의 발전/확장



<5>. IT + BT + Cog-T

- Cognitive enhancing
- 인간 인지기능 향상 주제 영역
 - 일상생활에서 일반인들의 여러 인지적 적응 향상/ 증강 측면,
 - 일 (work) 장면에서 노동자, 기술자, 직원들의 일반적인 인지적 적응 기능 향상/증강 측면
 - 학교/산업장면에서의 교육받는 여러 연령대의 사람들의 인지적 기능의 향상/증강 측면
 - 노년기에 여러 가지 인지적 불리함에서 효율적 적응에 문제가 생기는 많은 사람들의 인지적 기능 향상/ 증강 측면
 - 유전적 원인, 뇌손상, 재난 등의 각종 원인으로 인하여 일반 인지기능이나 사회인지기능 등의 심적 기능이 정상적이지 못한 사람들의 인지적, 사회적 기능을 증강, 개선, 향상 시키는 측면

- 
-
- 뇌 손상자/신체심리기능 이상자의 인지신경적 적응 기법 발전
 - 시청각, 촉각, 운동감각 등 이상의 신경보철 기술 발전
 - 뇌 손상에 의한 주의, 기억, 언어, 사고 등의 인지 기능 이상자에 대한 (소프트)인지 적응(재활) 기술 발전
 - 자폐아, 언어기능 이상자, 기억 기능 저하자 등
 - 신경약물 기술과 연계
 - Computer-aided 의 IT 기술과 연계
 - 정상인의 뇌 기능 활용 최적화 기법 개발 발전
 - 뇌 작동 원리와 인지 메커니즘 연결
 - 군인, 작업 장면 등에서의 인지기능 보강(강화) 시스템 개발 발전
 - Augmented Cognition

- 
-
- 인지과학 + 로보틱스 + AI
 - AI 틀을 대체하는 Cognitive Computing의 개념 하에서는 로보틱스 IT-BT-CogT의 연결 연구임
 - Cognitive Robotics; Cogbot...
 - Deveopmental Robotics
 - Epigenetic Robotics; Infanoid Robot, Babybot,
 - Human-Robot Interaction
 - Social Robot
 - Affective Robot
 - Conscious Robot



<6>. CogT-Social Science-사회

- 인지기술에 바탕한 제도 등의 시스템, 정책 등의 환경 디자인 + 문제의 사회인지 과학적 이해와 대안 도출
 - 교육
 - 경제, 경영, 광고, 커뮤니케이션
 - 행정
 - 법
 - 정치
 - 교통
 - 문화관광



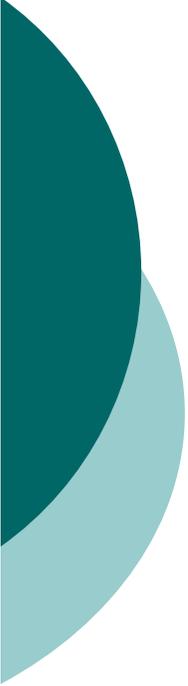
사회적 차원은?

- *인지과학은 인간의 마음의 본질, the texture of the mind, 작동방식, 잘못 작동되는 특성, 제어할 수 있는 목표들을 사회과학에 제시할 수 있고, 또, 하여야 함*
- 인지과학은 사회적 존재로서의 인간 이해에 직접적으로 기여
 - • social cognition : shared cognition
 - • distributed cognition;
 - Socio-cognitive-neuro aspects
 - Human-artifacts-Human interaction



미래 융합과학기술에서, 왜 사회-인지의 interface가 중요한가?

- 미래 과학기술은, 특히 융합과학기술은
- [1].
 - •성공적이라면,
 - 인간 개개인 자신과 그리고 타인 (인간-humanoid), real/virtual, communities, constituencies, networks 들에 대한
 - 우리의 생각, 개념화, 그리고 이와 관련된 상호 작용 (인공물 활용의) 실제 활동과 practices에 커다란 영향을 줄 것임

- 
-
- [2].
 - 미래 인간, 사회, 인공물의 셋 사이에서 일어나는 개인적, 사회적 인지적 측면에 대하여 **social-cognitive science** 에 의하여 적절히, 과학적 정보, 설명. 이해가 주어지지 않는다면,
 - 미래과학기술은, 오용되거나 거부되거나 하는 등의 심각한 파급효과를 가져올 수 있음
 - 그리고 미래 경제, 정치, 교육제도, 과학기술체제 등의 혼란이 심각하여질 수 있음:
 - ←합리적 목표와 현실의 차이

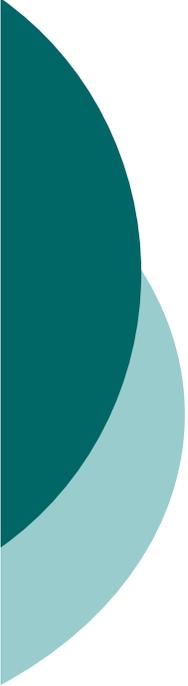
- 
-
- [3].
 - 정책 결정자는 물론 일반인이
 - 그들 자신의 삶, 사회, 인공물과의 상호작용 등의 현실에 대한
 - 인지적,
 - 사회적,
 - 생물적 요인-힘의
 - 작동과정에 대하여 보다 민감하게 잘 인식, 자각할 수 있으며, 이는 그들로 하여금
 - 미래 세상에서 보다 잘 적응하며, 보다 창의적이고, 보다 의사결정을 잘 하며, 보다 협동적인 collaborative 존재로의 삶을 추구 가능하게 함

- 
-
- 사회-사회과학-인지과학 이 연결 안된 미래과학기술의 기획, 논의는 미래 사회에 대한
 - 그리고 미래 과학기술의 특성에 대한
 - 이해부족/ 무지에서 오는 것임
 - ← 선진국은 이 단계를 넘어섬; 유럽 예



5부

주요 미래 인지과학기술 특성



<A>. 핵심 응용 인지과학기술의 틀

- 1. 고전적 인지 공학 기술
 - 인간의 마음을 외현화 하는 과정 기술
 - 인공물 설계에 인간 인지특성 반영
- 2. 기술 인지(TC:Technological Cognition)
 - 외현화된 심적 구성물인 도구에 인간의 마음이 인지적으로 적응하는 과정의 문제
- 3. 앎 기술(Epistemic Technology)
 - 인간과 도구의 processing 능력을 증대시키는 기술 개발 = 좁은 의미의 인지기술
 - ←. 인지가능향상 기술 (Cognition enhancement)
 - (soft): ← 인지심리학 + AI + 뇌인지기능
 - (hard): ← 신경약물학



. 인지과학 응용과 미래의 삶

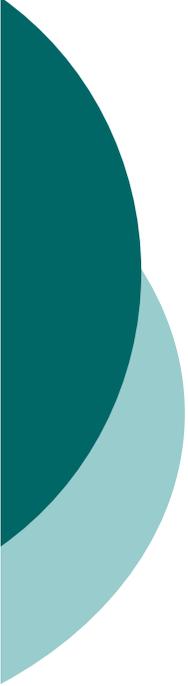
○ → 4 가지 방향

- 1. 인간자신의 **인지적/정서적** 적응 기술의 향상을 통한 **삶의 질 향상**
- 2. 인간 **뇌/신체의** 하드웨어 이상/결함의 이해와 보정을 통한 **삶의 질 향상**
- 3. 인간과 **환경의** 상호작용의 효율화를 통한 **삶의 질 향상**
- 4. **사회인지-지식과 -기술** 증진에 의한 사회적 삶의 질 향상



미래 삶의 변화를 위한 인지과학 응용

- 1. 인간 자신의 인지적/정서적/ 사회적 적응 기술의 향상을 통한 삶의 질 향상
 - 인간 자신의 심리적 특성 이해를 통한 삶의 질 향상
 - ← 뇌 작용 특성에 크게 의존한 인지/정서 적응력 향상기술
 - 예: 남녀의 뇌 정보처리 특성의 이해의 응용
 - 인간 자신의 인지적 기술 향상을 통한 삶의 질 향상
 - ← 인지심리학, 인지신경심리학,
 - ← 인지사회심리학의 응용
 - 잘못된 사회인지 현상의 설명, 감소 도움
 - ← 일반 인지 기술 향상
 - 일상생활의 인지기술 향상
 - ← 학습과학 기술, 일반 응용인지 기술 : 뇌기반 학습기술



- 2. 인간 뇌/ 신체의 하드웨어 이상/결함의 이해와 보완/강화를 통한 삶의 질 향상

- 뇌/신체 손상자의 감각/인지/정서 이상의 본질 이해를 통한 대응 적응 방법 도출
 - 시청각 뇌 손상자 적응력 향상 인지기술
 - 자폐아 적응 기술
 - 노년기 기억/인지기능 향상 기술
- 뇌/신체 손상자에 대한 신경약물적, 신경보철적 인공물 개발에 의한 삶의 질 향상
 - 홀몬 관련 등 심리신경약물의 개발에 의한 도움
 - 시청각, 운동감각 등의 보완, 재활을 위한 신경보철 인공물 (시스템) 개발

- 
-
- 3. 인간과 환경의 상호작용의 효율화를 통한 삶의 질 향상
 - 보다 인간친화적인 하드/소프트 인공물(환경) 디자인
 - Cognitive Engineering
 - 인간과 환경(인공물)의 상호작용 시스템의 지능화
 - Cognitive Technology
 - 현실세계, 가상세계
 - Usability, efficiency 증가
 - ← 뇌 / 신체 특성 초점 중심
 - ← 일반 인지 특성 초점
 - 마음-뇌-인공물이 괴리되지 않고 통합된 Total System 으로서의 인간-환경(인공물) 연결
 - 인간-인공물의 공진화로서의 개념들



??

- 4. 사회인지-지식과 -기술 증진에 의한 사회적 삶의 질 향상
 - 인지적 제약으로 인하여
 - 비논리적, 비합리적으로 사고(신봉, 고착)하는 잘못된 사고들의 분석, 설명, 이해 추진
 - 개인적 고정관념, 편향-선호
 - 집단적 고정관념, 편향-선호
 - 사회 내적 갈등, 문제의 원인 이해
 - 갈등, 문제 해결 방안의 도출
 - ← 인간 사고의 bounded rationality 의 이해



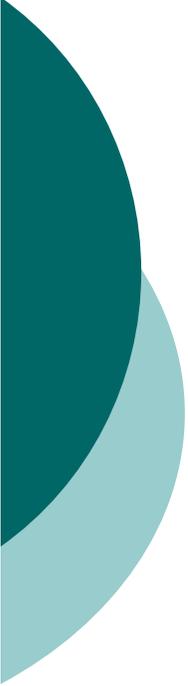
○ Making people:

- 더 건강하게:
 - → 생명과학, 의학
- 더 부유하게:
 - → 경제학, 경영학
- 더 물질적으로 편하게
 - 물질: → 일반 공학기술 나노기술
 - 소프트 문화: → IT 응용인지과학기술
- Wiser, more intelligent, satisfied
 - → 응용인지과학기술



<C>. 미래 주요인지과학기술 분야 전체 목록

- 6.1. 전통적 인지공학
 - Cognitive engineering
 - Cognitive designing
 - (변화)→ Cognitive ergonomics/ 감성공학
- 6.2. 인공지능-인지컴퓨팅-인지로보틱스
 - Cognitive Systems, Cognitive Computing, Cognitive Robotics
 - Artificial Life
 - Cognitive informatics
 - Semantic Net / Semantic Web
 - Cyber-Infrastructure (CI)

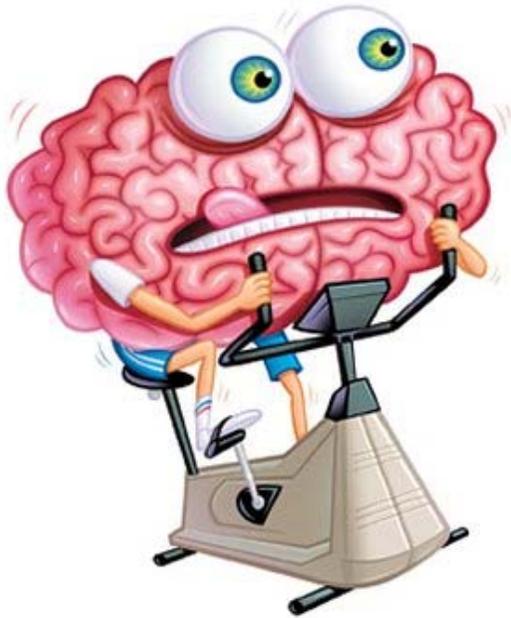


- 6.3. 응용 인지신경과학

- → 정상인/ 뇌손상자/ 장애인/ 사회적 집단

- 6.4. 인지기능 향상(증강):

- ← 좁은의미의 인지기술 (Cog Tech)
- CE: Cognitive Enhancing Tech
- Education & Training + building up resilience against aging
- Human resource management
- 국방/보안
 - augmented cognition
 - Exploration and detection of enemy mind-threats



잠깐 !

“인지기술(Cognitive Technologies)” 개념의 재 정의 !

넓은 의미의 인지테크 개념1: : Gorayska

- Gorayska, B., & Mey, J. L. (Eds.) (1996). *Cognitive Technology: In Search of a Humane Interface*. Amsterdam: North Holland.
- Gorayska, B., & Mey, J. L. (Eds.) (2004). *Cognition and technology: Coexistence, convergence, and co-evolution*. Amsterdam: John Benjamins.



넓은 의미의 인지테크

- 인지발달, 진화적 적응 측면에서 어떤 technologies가 인간적인가?
- 왜 인간 마음은 밖으로 외현화되어 인공물을 만드는가? 어떤 진화적 적응기능이 있길래?
- 인간 마음이 인공물에 외현화되는 과정 탐구를 통하여 우리는 마음에 대하여 무엇을 알게 되는가?
- 마음의 외현화물인 인공물은 인간을 어떻게 근본적으로 바꾸어놓는가?
- 인간과 인공물의 상호작용이 어느 정도나 인간 마음(인지)의 확장(증폭)역할을 하는가? 또 무기력화/위축시키나
- 우리는 인공물/도구를 통하여 우리의 물리적 자연환경과 인지적 환경을 어떻게 상호작용, 조작, 제어하는가?
- 어떻게 하여야 테크놀로지가 인간 삶/마음/인지에 해를 가져오지 않게 engineering 할 수 있는가?



좁은 의미의 인지테크 개념2: 인지기능 향상

○ Cognitive technology

- -is a new and evolving field
- -which combines the interactive qualities of modern computers
- -with the knowledge acquired by cognitive psychology
- -to create tools that can preserve and improve our cognitive abilities
 - - 이스라엘 테크놀로지 뉴스



COGNITIVE TECHNOLOGY 의 여명

이스라엘 웹 보도 기사

- 인지기술 [Cognitive technology]
 - is a new and evolving field
- which combines the interactive qualities of modern computers with the knowledge acquired by cognitive psychology
 - to create tools that can preserve and improve our cognitive abilities.
 - 예: CogniFit,
 - a personalized cognitive training program.



MindFit :

이스라엘의 '인지기술' 개발 사례

- The dawn of cognitive technology
 - Posted Thursday, December 08, 2005 on IsraCast.com
 - <http://www.isracast.com/article.aspx?ID=9>
- –MindFit systematically trains a wide range of basic cognitive skills needed for daily functioning."
 - –Using a computer as a cognitive training tool brings in an entirely different level of possibilities.
 - The interactive nature of the computer along with its ability to present a variety of tasks makes it an ideal cognitive trainer.
 - Maybe the most important aspect of using the computer to train cognitive abilities, and one which is unique to MindFit, is the ability to adapt to the level of the user and to present a training program that is specifically tailored to that individuals needs.



(계속); 주요인지과학기술 분야 목록

- 6.5. 학습과학 (Learning Science)
 - Collaborative Learning
 - Collective Intelligence
 - Knowledge Garden
- 6.6. cognitive arts and design
 - Entertainment and Game designing
- 6.7. 인지생태학 (new Cognitive Ecology) 기술
- 6.8. 지구 생태환경 파괴 지속의 원인으로서는 인간 인지적 요인 규명 및 대처 방안 도출
- 6.9. 재난방지 대처 인지전략

- 
-
- 6.10. social science진화심리학의 사회과학적 응용
 - 6.11. Service science: Business



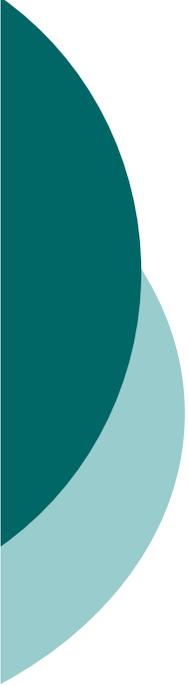
<D>, 미래 주요 응용인지과학기술 세부

1. 인지공학(Cognitive Engineering)

- 인간 정보처리 특성을 반영한 사용자-중심의 시스템 인터페이스 설계(User-Centered System Design) 가 중심
 - 이를 위해 인간의 지적 능력에 대한 공학적인 응용
 - 시스템의 효과적인 시각, 청각정보의 제시를 통한 사용자 수행 및 감성적 만족도 증진, 인간의 다중감각 정보처리 (multisensory processing)에 대한 이해를 바탕으로 효과적인 정보 디스플레이 방안 모색, 인간에게 감성적으로 매력적인 요소들이 수행과 만족에 더 효과적인 측면을 고려해 사용자의 감성적 특성을 파악, 사용자-중심 시스템에서의 Graphic User Interface, Auditory User Interface, Voice User Interface 설계를 위한 연구를 진행

- 
-
- 감각, 운동 영역 + 추리, 판단, 문제해결/ 의사결정 등
 - 고급 인지과정의 정보처리적 특성을 공학적으로 활용
 - => 고급 지능적 시스템 구현
 - + 정서적(감성) 지능 (Emotional Intelligence)
 - D. Goleman (1995).
=> 정서 + 인지의 ; 통합적 접근 시도
=> 사회인지정서신경과학

← 감성과학/ 공학



○ 사용자 중심 디자인

- "user-centered design"
- 사용자의 필요/욕구에 기반한 디자인
- 미학과 같은 이차적 문제는 제외
- 과제의 구조를 단순화
- 특성, 요소들을 보다 잘 보이게 함
- 대상의 디자인 특징과 기능 사이의 대응을 올바르게 함
- 제약의 힘을 활용함
- 오류에 대비한 디자인
- Usability



○ 인간-컴퓨터 상호작용 연구(HCI)

- 컴퓨터 시스템을 사용하여 작업하는 사람들의 작업을 효율화하는 형태로 정보기술을 디자인하는 문제를 연구/적용

- ...

- HRI (Human Robot Interaction),
- BCI (Brain Computer Interface)

○ Cognitive Ergonomics



- 인지공학의 주요 활용분야

- 다양한 산업 시스템 디자인 분야,
- PC를 포함 주변기기, 휴대폰, 가전제품 등 각종 전자기기, 웹사이트 구축,
- 산업용 제어 시스템 개발,
- 소프트웨어 프로그램 설계,
- 멀티미디어 교육개발 분야, 정보통신 분야의 사용자 측면에 관련된 전 분야를 망라
- 최근 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에도 관련
- 웨어러블 컴퓨팅 분야 ,
- 웹 2.0시대의 대응할 새로운 인지적 틀 개발



2. 인공지능 → Cognitive Computing

- 1. <인지컴퓨팅>: 이전의 AI 개념을 대치함
 - - 이전에는 인간의 지능을 충분히 모사할 수 없더라도, 인간의 지능과는 다르더라도 인공적 (artificial)' 지능 시스템만 연구, 개발하면 된다는 생각이었는데 이것이
 - → '자연적(natural)' 생물적 측면이 강조된 인지컴퓨팅의 생각으로 개념적 틀이 바뀌게 되었음
 - AI가 인간 마음, 지능을 엔지니어링하려 하였다면,
 - 인지컴퓨팅은 인공지능 연구와는 달리 마음, 뇌에 대하여 리버스엔지니어링을 하여 나가려는 시도



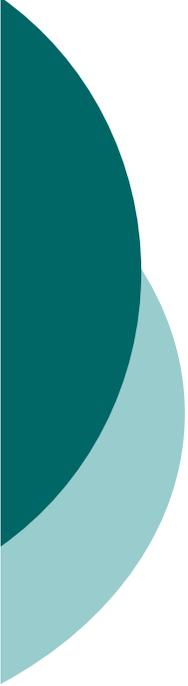
○ 2. <인지시스템>:-

- 과거에는 인간이 기계에 맞추어서 살아온 추세가 미래에는 기계가 인간에게 맞춰지는 추세로 바뀌어질 것
- - 추상적 인공지능 시스템이 아니라 신체를 지닌 (embodied), 통합된, 다양한 기능을 수행하는 그러한 지능시스템
- 심리학과 언어학 등의 유관 학문에서 제공되는 경험적 결과들과 컴퓨터과학, 소프트웨어공학, 인공지능(로보틱스 포함) 분야에서 달성한 연구 결과들이 종합되어 구성됨

○ 3. Cognitive Informatics

○ 4. Cyber Infrastructure

○ 5. Cognitive Web



Cognitive System 이라니?

- 영국정부 미래예측-전망 Foresight의 정의
 - 인지시스템 = 자연적, 인공적 정보처리시스템
 - 지각, 학습, 추리, 의사결정, 언어이해, 커뮤니케이션, 행위
 - an emerging field of new science
 - 생명과학과 물리과학이 기여함
 - 새로운 영역의 떠오름과 함께
 - 존재 (being) 의 개념도 변화



- 유럽공동체의 CogSys 연구

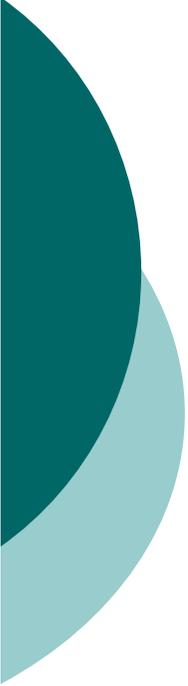
- 보통 사람 및 동물의 인지기능과 같은 인지기능을 가진 시스템의 연구

- 예측 곤란한 상황에서의 적응력이 높은 인지시스템

- 개발 목표

- 오늘날의 컴퓨터, 로봇, 기타 인공물이 지닌 한계성(*limitations*)을 극복하고자 함

- 일상의 상황에서 미리 프로그램하여 놓은 지식D/B 없이 상식으로 문제를 해결하며 작동하도록



- 인지시스템의 간단한 정의

- Cognitive Systems;
 - (이미지 생략)

- People
- Machine, or
- Combinations

- Woods & Hollnagel (2006). Joint Cognitive Systems.
 - <http://www.amazon.com/Joint-Cognitive-Systems-Patterns-Engineering/dp/0849339332>



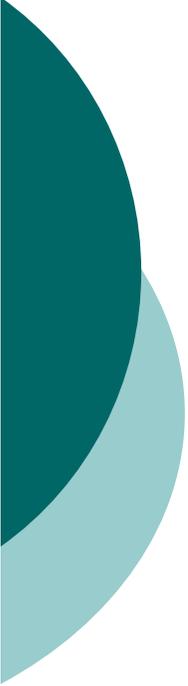
Cognitive Informatics

- the multidisciplinary study of cognition and information sciences, which investigates human information processing mechanisms and processes and their engineering applications in computing.
 - To augment abilities to understand, remember, learn, and decide via new technologies custom-tailored for human-computer collaboration and symbiosis.
 - A main goal is to research and develop technologies capable to facilitate and extend the information management capacity of individuals through the development and application of novel concepts in human-system integration to address cognitive bottlenecks (e.g., limitations in attention, memory, learning, comprehension, visualization abilities, and decision making).
 - psychology/behavioral science + neuroscience + artificial intelligence + linguistics 등.
- 두 개의 연구개발 큰 영역:
 - Human-System Integration
 - Human Learning and Skill Development.



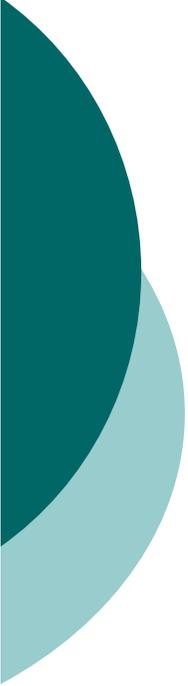
Human–System Integration and Human Learning and Skill Development

- R&D Interests and Capabilities
 - Human–Computer Interaction
 - Information Analysis
 - Memory
 - Learning
 - Thinking
 - Reasoning
 - Problem Solving
 - Cognitive Linguistics
 - Knowledge Representation
 - Cognitive Mechanism and Process
 - Evaluation Methodology
 - Technology Impact Assessment



○ Technologies

- Web-based Information Systems
- Cognitive Modeling
- Web Design and Development
- Multimedia
- Learning Content Management System
- Learning Management System
- Artificial Intelligence
- Agent Technologies
- Machine Learning
- Neural Networks
- Pattern Recognition
- Bioinformatics



Human–System Integration and Human Learning and Skill Development

- R&D Interests and Capabilities
 - Human–Computer Interaction
 - Information Analysis
 - Memory
 - Learning
 - Thinking
 - Reasoning
 - Problem Solving
 - Cognitive Linguistics
 - Knowledge Representation
 - Cognitive Mechanism and Process
 - Evaluation Methodology
 - Technology Impact Assessment



3. Cognitive Robotics

○ Cognitive Robotics

- 단순히 사람의 움직임을 제작자가 내장시킨 소프트웨어에 따라 흉내내는 그러한 지금의 현재 수준의 로봇이 아니라, 창발적인, 자율적인 행동생성 로봇
- 자율적으로 학습하여 지식을 습득, 업데이트, 연결, 활용하는 로봇
- 단편적 논리적 사고 뿐만 아니라 복잡한 인지기능, 정서적 반응, 사회적 반응(다른 로봇이나 인간과 팀을 이루어)을 수행하며 스스로 발달하는 로봇의 디자인 연구

○ 발달/후성 Robotics

- 경험을 통해 자율적으로 학습하고, 지식/기술을 구축-변경하며 계속 발달하는 자율적 로봇



인지과학과 \leftrightarrow 로보틱스의 수렴 주제

- 인지구조 & 능동적 지각/ 사회적 학습
- 로봇 평가와 인지모델/ 모션 결정
- Autonomous agent 정서 모델링
- 지각적으로 구별 불가능한 대상의 인지로봇적 인식
- 로봇의 적응적 작업기억/ embodiment와 정서
- 로봇-인간 사이의 감정적 의사소통
- self-motivation/ 협동작업장의 의미망 모형
- 공간탐색에서의 로봇간 협동
- 인간-로봇 상호작용에서의 행동적 암묵적 의사소통
- 언어 지시 이해/ User or the Interface : 어느 것이 더 중요?/ 로봇학습/ 세상에서의 언어 의미, 스키마
- Cognitive Primitives for Mobile Robots
- Embodied Synthetic Agency



4. Cognitive Enhancing (인지기능향상)

- 인간 자신의 인지적/정서적 적응 기술의 향상을 통한 삶의 질 향상
 - 인간 자신의 심리적 특성 이해를 통한 삶의 질 향상
 - ← 뇌 작용 특성에 크게 의존한 인지/정서 적응력 향상기술
 - 예: 남녀의 뇌 정보처리 특성의 이해의 응용
 - 인간 자신의 인지적 기술 향상을 통한 삶의 질 향상
 - ← 인지심리학, 인지신경심리학, 인지사회심리학의 응용
 - ← 일반 인지 기술 향상
 - 일상생활의 인지기술 향상
 - 학습, 기억, 사고 기술, 언어이해(독서 등) 기술 등
 - ← 학습과학 기술, 일반 응용인지 기술 :
 - ← 뇌기반 학습기술

- 
-
- 교육 등 각종 문화적 소프트웨어적 인공물이 인간의 인지적 능력을 증진시키기 위하여 작동하고 있음
 - 미래 생물/신경과학 연구에 의하여 신경물질이 인간의 인지적 기능을 상당히 향상시킬 가능성 있음
 - 미래 컴퓨터 소프트웨어 프로그램 등이 인간의 심리적, 인지적 능력을 향상시키기 위해 고도로 개발되고 수렴될 가능성 있음
 - 미래 컴퓨터-로봇-인간의 마음이 인터페이스 되어 만들어 낼 미래 인지적 세상의 여러 가능성 있음
 - 미래 각종 인지적 strategies, skills 등의 개발이 인간의 심적, 인지적 능력을 향상시키고 (인간-컴퓨터-로봇이 연계된) 미래 인간사회의 (인지적 특성의) 본질을 변화시킬 가능성 있음



○ 인지기능 향상 주제 영역

- 일상생활에서 일반인들의 여러 인지적 적응 기능 측정/향상/증강 측면,
- 일 (work) 장면에서 노동자, 기술자, 직원들의 일반적인 인지적 적응 기능 향상/증강 측면
- 학교/산업장면에서의 교육받는 여러 연령대의 사람들의 인지적 기능의 향상/증강 측면
- 노년기에 여러 가지 인지적 불리함에서 효율적 적응에 문제가 생기는 많은 사람들의 인지적 기능 향상/증강 측면
- 유전적 원인, 뇌손상, 재난 등의 각종 원인으로 인하여 일반 인지기능이나 사회인지기능 등의 심적 기능이 정상적이지 못한 사람들의 인지적, 사회적 기능을 증강, 개선, 향상 시키는 측면



5. 학습과학 (Learning Science)

- : 학교 교실 장면/ 일상생활 장면/ 일-산업 장면/에서
- 사람들이 어떻게 하면 효율적으로 지식과 기술을 학습하고, 또한 다른 상황에서 일반화하여 적용하는가, 또 이렇게 되기 위하여 어떻게 가르쳐야 하는가 하는 문제들의 연구
- 주로 4 가지 측면이 강조됨
 - 능동적이고 전략적인 인지과정으로서의 학습 (정보처리 전략 습득 중심의 학습)의 중요성,
 - 영역 특수적인 문제해결 기술 및 전문지식 습득의 중요성,
 - 자신의 학습과정 및 인지과정을 모니터링하고 통제 및 조절하는 상위인지(超인지; meta-cognitive) 과정의 중요성,
 - 학습이 환경 및 사회-문화와의 상호작용에 의해 이루어지며 언어와 협동이 중요한 사회문화적 과정이라는 측면의 중요성.

- 
-
- ← 효율적 인지학습 전략, 교수 전략, 역동적 학습환경 디자인의 문제들이 연구되고 실용적 응용이 이루어짐.
 - → 뇌기반 학습 (Brain-Based Learning)과학의 원리와 이론과 인지기술 제공
 - 인지학습 (Cognitive Learning)
 - 인지교수법 (Cognitive Instruction)
 - 수학적, 과학적 사고/학습 기술 프로그램
 - 멀티미디어 학습/교육 소프트웨어 개발 지원
 - 컴퓨터 프로그래밍 학습/ 교육
 - 전문가 expert 기술, 지식
 - 인터넷/ 가상세계 상에서의 효율적 인지
 - 성인, 노년의 인지기능 향상 support systems
 - Intelligent Tutoring Systems



6. 응용 인지신경과학

- 응용인지신경과학 \leftrightarrow 응용인지신경공학
 - 뇌 손상자의 재활:
 - 감각지각, 운동제어, 주의, 학습, 기억, 학습
 - 인지기능 손상 검사개발 \rightarrow 검사 \rightarrow 판단 \rightarrow
 - 인지적 재활 프로그램 개발 \rightarrow 응용 \rightarrow 인지재활
 - 뇌 노화- 인지기능 쇠퇴 : 기능 향상 프로그램
 - 인지신경 보철(prosthetics): 감각-지각-운동
 - BCI (Brain-Computer Interface)
 - BRI (Brain-Robot Interface)



<인지장애자> 지원시스템 개발/ 활용

- :정신박약자, 인지적 결함자들의 학습, 주의, 기억, 이해, 사고, 기 타 인지적 전략 사용 등에서의 정보처리 특성 문제점 파악 및 이의 개선 방안 도출
- 노년기 인지기술 향상. 나이가 들어감에 따른 인지적(지각, 주의, 기억, 언어이해, 사고) 기능의 쇠퇴의 본질의 과학적 이해와 이에 대처하는 인지 신경과학적 전략 발견 및 훈련 인지테크놀로지



- 인간 뇌/ 신체의 하드웨어 이상/결함의 이해와 보정을 통한 삶의 질 향상

- 뇌/신체 손상자의 감각/인지/정서 이상의 본질 이해를 통한 대응 적응 방법 도출: 대표적 예 →
 - 시청각 뇌 손상자 적응력 향상 인지기술
 - 자폐아 적응 기술
 - 노년기 기억/인지기능 향상 기술
- 뇌/신체 손상자에 대한 신경약물적, 신경보철적 인공물 개발에 의한 삶의 질 향상
 - 홀몬 관련 등 심리신경약물의 개발에 의한 도움
 - 시청각, 운동감각 등의 보완, 재활을 위한 신경보철 인공물 (시스템) 개발



7. Cognitive Ecology

○ 미래 사회:

- 복잡한 디지털 환경(인터넷, 이동 통신망, 가상공간 등)의 발전으로 인한 사회의 인지적 복잡화 현상
 - ← 새로운 활동공간/ face to face 커뮤니케이션이 가상세계에서 실시간(Online) 매체 커뮤니케이션을 통한 양방향적, 선택적 커뮤니케이션으로 변화됨에 따라
 - → 시간/ 거리 / 자아/ 인간관계/ 개념 변화
 - → 효율적, 적절한 적응 인지기술 계속 변화
 - → 부적응자의 대량 배출
 - → 인지적 공황 (trauma, chronic anxiety)



○ 미래의 가장 절실한 당면과제:

- => 이러한 복잡한 디지털, 가상환경, 정보적 환경에
- 개개인의 효율적 대응, 적응문제
- ← 이에 대한 대처 문제 해결 필요성 절실
- ← 새로운 인지적 응용학문의 필요성

○ ?? 이 문제의 해결 분야는?

○ => 인지생태학

○ 인지생태학이 미래 인류사회의 대안

- => 인간-환경 간의 조화롭고/지능적 상호작용의 실현
- 디지털 환경에서의 효율적인 적응 기술 개발
- 인지기능 증강(향상) cognitive enhancing과 연결



8. 생태환경파괴의 인지/행위요인 조절/제어 기술

- Applied Ecological Cognition–Action Technology
- 지구 생태환경 파괴 지속의 원인으로서는 인간
 - 인지적,
 - 사회인지적,
 - 인지–행위적
 - 인간–인공물 상호작용적
 - 동기–인지적
- 요인/ 특성 규명 및 대처 방안 도출
 - ← 생태환경 파괴는 기존의 문명적 이기의 폐해이기 보다는 인간의 고착적 인지–행위적 특성의 결과 폐해임



9. 재난 방지/대처 인지기술

- Disasters & Accidents 예측, 방지, 대처 훈련, 대응, 회복 관련 인지기술
- 2003년 과학기술부 융합과학기술-인지과학 기술 예
 - <인지정보처리부하 계측시스템 기술>
 - Attention limits 계측 기술
 - 정보처리부하에 따른 부주의와 기억 실패 계측 기술
 - <위험/오류 탐지 시스템 지각 요소 기술>
 - 자극속성 기반 중요 지각정보 선별 및 심도처리 기술
 - 인간지각원리기반 위험감시 시스템 성능 향상 기술
 - 위험/오류 관련 다중 정보 통합 모형 개발



10. 인문/사회과학/테크놀로지의 연결

- 미래 사회에서 사회과학이 테크놀로지의 발전과 전개에 주는 영향에 대한 인식이 점차 증가할 것이나, 인문학/사회과학과 테크놀로지의 직접적 연결은 쉽지 않음
 - ← 그러나 여결되지 않음에서 오는 폐해, 비효율성이 큼
- 이미 인문학, 사회과학, 자연과학, 공학이 학제적으로 연결되어 형성된 인지과학이 테크놀로지와 인문-사회과학을 연결하는 연결고리로서의 역할이 점점증
 - → 행동(인지)경제학, 행동(인지)법학, 인지윤리학, 인지종교학, 인지문학, 인지예술, 인지디자인 등을 미래 테크놀로지와 연결하는 연결고리 역할



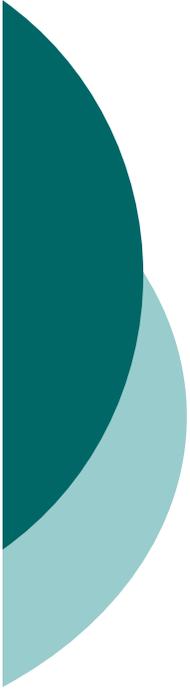
인문-사회과학과의 연결

- 20세기 후반에 이미 일어난 인지과학과 인문-사회과학의 연결로 출현한 분야
- 고전 경제학
 - → 행동경제학(인지경제학), 신경경제학
- 법학
 - → 행동법학(인지법학), 신경법학
- 종교학 → 인지종교학, 인지신학
- 문학 → 인지문학
- 예술 → 인지예술/ 인지디자인
- 정치학 → 정치인지과학(심리학)



○ 진화심리학의 사회과학적 응용

- 사회 제반 현상의 이해와 문제 해결에
- 진화심리학-인지과학적 이론들이 적용되어 갈등 등의 문제 해결 및 축소화
 - 종교 현상의 인지과학적 이해
 - 도덕/ 윤리의 인지과학적 이해와 관련 사회체제 재구조화
 - 경제/ 법/ 정치/ 교육 제도 및/ 재난-안전 체제와 사람들의 적응 특성 등의 이해와 재구조화 등



6부

종합



미래 과학기술사회에서의 인지과학기술의 위치

- <1>. 물질 중심의 과학기술 개념을 넘어서기
- <2>. 인간과 인공물을 이분법적으로 구별하던 20세기의 개념적 틀의 한계를 넘어서기
- <3>. 인지향상 기술
- <4>. 응용인지신경과학의 발전
- <5>. business와의 연결 증대

- 
-
- <6>. 교육-학습과학 측면에의 영향
 - <7>. 생태환경 파괴 인지/행위 요인 규명, 조절
 - <8>. 정신건강/ 심리치료 분야의 변화
 - <9>. 인문학, 사회과학, 테크놀로지 연결 고리 역할



미래는?

- 이제 과거에 미생물에서 동물로, 동물에서 현대인으로 진화하여 온 인간의 생물학적 신체적 진화는 이미 거의 정지되었다.
- 인간이 이제 기대할 수 있는 변화, 진화란, 그동안 인간이 객관적 도구로서 생성하여 온 대상인 인공물과의 공진화만 남아 있다고 할 수 있으며,
- 몇 세대 후에는 이 인공물과 인간의 신체적, 지적 구별도 무너질 가능성이 크다.



그래서 우리의 미래에의 과제는?

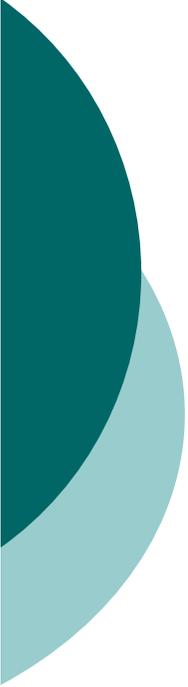
- 이러한 시점에서 인류의 과학기술이 추구하여야 할 것은,
 - [1] 기존의 전통적 과학기술이 추구하여 오던 물질중심의 탐구와 기술개발을 한편으로는 지속적으로 추구하여, 인류의 편함과 건강과 수명의 연장의 가능성을 계속 증대시키되, 동시에
 - [2] 미래에는 이에서 더 나아가 그러한 물질적 세계에서 인간의 삶이 물질적 웰빙이나 신체적 웰빙을 넘어서서 자신의 심리적, 인지적 잠재력을 개인적으로, 집단적으로 최적으로 향상, 발휘하게 하는 그러한 과학기술을 추구하여야 할 것이다.



<미래 응용 과학기술의 요체>

○ 과거에는 물질중심으로

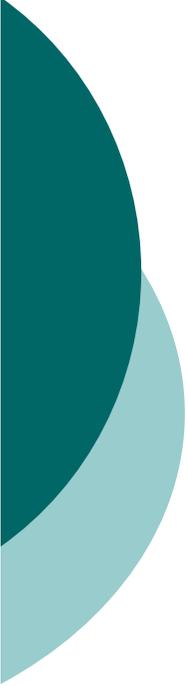
- 1. 물질적 삶의 질: 각종 기계를 포함한 문명적 도구의 발명, 개선
- 2. 인간 생명-신체적 삶의 질의 향상 중심의 과학기술 발전 역사였다면



- 그러나, 미래에는

- 이에 더하여

- 그러한 물질계의 변화를 도출해 낸 인간의
 뇌와 마음에 초점을 두어

- 
-
- 3. 인지적/심리적 삶의 질을
/향상/최적화/효율화하는 데에
 - future technology의 목표와 의의,
첨단성이 있게 된다.
 - → Cognitive Enhancing !!!
 - ← Donald Norman 교수의 ‘인지공학’ 개념을
넘어서는 새 의미의
Cognitive Engineering



인지과학이 지향하는 미래 사회

- **개개인이**

행위적으로, 심리적(인지적)으로
끊임없이

최상의 performance를 내는 상태로
계속, learning, evolving 하게 하는

collaborative learning 공동체로

optimally designed society 에로

→ by “*artifacts* 디자인하기”!

← 마음- 뇌- 인공물의 연결 을 통하여



인류/사회의 새로운 형태의 진화:

- 테크놀러지 발전에 의한 인지, 신체 기능의 확장

- 자연적 진화와,

- 과학기술에 의한

인간 인지기능 진화-인공물 진화의

공진화 (co-evolution)

→ 인간(마음/뇌) ← merge → 인공물



- 인간 종 자체의 새로운 차원의 진화

- ← new Cognitive Ecology

-

- ← 인지과학의 응용의 미래

- → Walden III !

- (월든1- 헨리 소로우; 월든2-B.F. Skinner);

- (월든3-융합과학기술+뇌/인지과학이 이루어내는 세상)



맞는 말

- “이러한 변화추세 패턴을 이해하고 투자하는 자 (국가)는
 - will live dramatically better than those who ignore them. ...

- 이러한 변화추세 패턴을 무시하는 국가는
 - will fall further behind and find themselves weaker, poorer, and more vulnerable than their wiser, more change-oriented neighbors.”
 - (미국하원의원 Newt Gingrich; 2002)



○

이러한 추세를 알면서도 단호히, 과감히
행동을 취하지 않는 국가는

- "Those who are slow to act decisively are
- simply antiques **bound for obsolescence.**"
- 그저, 스러져가는 골동품 국가로 전락할 것이다.
 - (Finholt & Birnholtz, 2006)

참고문헌

- 1. 인지과학 개론:
 - <http://cogpsy.skku.ac.kr/200608-cogsci-인지과학.pdf>
- 2. 마음개념의 재구성:
 - <http://blog.naver.com/metapsy/4004748063>
- 3. 인지와 인공물의 공진화:
 - <http://cogpsy.skku.ac.kr//data/data/04-1230사이버인지심리.htm>
- 4. 인지과학과 미래 융합과학기술: 정보통신정책연구원정책보고서
 - <http://blog.naver.com/metapsy/40044454972>
 - '미래 융합과학기술 사회에서의 인지과학의 역할'.
- 5. 기타
 - 2번과 관련되어 'embodied cognition'의 소개 논문자료를 보려면
 - 이정모(2007). 심리학의 개념적 기초의 재구성 (II): 인지과학적 접근에서 본 '마음' 개념의 재구성과 심리학 외연의 확장. 한국심리학회지: 일반. 2007. 26, 2, 1-38.
 - 인지과학 개괄 리뷰 서적:
 - 이정모(2001). 인지심리학: 형성사, 개념적 기초, 조망. 아카넷. (대우학술총서 511).