



2010.2.1 뇌과학캠프

인지과학: 개관

마음, 뇌, 컴퓨터, 문화의 융합적 연결고리

이정모

(성균관대 심리학과/ 인지과학협동과정)

-<버전1.2>-

Copyright©2010, Jung-Mo Lee

Email: jmlee@skku.edu

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




* 주의 !

- *이 pdf 파일의 내용은 개인적으로 다운 받아 개인 공부용으로 사용할 수 있지만, 상업용으로는 사용할 수 없습니다.

전체 목차

- 1부. 인지과학이라니 ???
- 2부. 인지과학이란 무엇인가?
 - 2-1. 인지과학 패러다임
 - 2-2. 인지과학의 정의
 - 2-3. 인지과학 관련 학문
 - 2-4. 인지과학의 특성
 - 2-5. 인지과학 방법론
 - 2-6. 인지과학이 다루는 주제:: 기초 / 응용
 - 2-7. 인지과학의 역할 1: 과거
- 3부. 융합과학기술과 인지과학
- 4부. 뇌와 마음(인지): 21세기의 화두 & 반문
- 5부. 종합: 그래서 우리는, 미래는?
- 부록:

- 1부,
- 인지과학이라니 ???????
 - ! 짧은 소개



Johns Hopkins대학 인지과학 학과의
인지과학 정의: 마음, 뇌, 계산

- 인지과학은 인간의
- [마음과 뇌]를 탐구하는 학문이다
 - Cognitive science is the study of the human mind and brain,
 - 마음이 지식을 어떻게 표상하고 이를 조작하는가,
 - 그리고 이 표상과 심적 과정이 뇌에 어떻게 구현되는가를 탐구한다.
 - mental computation을 다룬다



UCSD 인지과학 학과 정의

- 3 영역
- Brain - 신경적 과정과 현상의 이해
- Behavior - 심리학, 언어학, 사회문화환경 연구를 통한 인간/ 동물 행동의 실험적 연구
- Computation - 계산 메커니즘 연구를 통한 다양한 표상의 힘과 한계 탐구



Rensselaer 폴리테크닉 대학의 정의

인지과학은

마음, 뇌, 지능에 관한 과학적 탐구이다

.

- Cognitive Science is the scientific study of the mind, brain, and intelligence.

- Rensselaer Polytechnic Institute
- 미국, 뉴욕주
- <http://www.cogsci.rpi.edu/>



노스웨스턴 대학

○ 인지과학은 마음, 뇌를 과학적으로 탐구하는 학문이다. 인간, 동물, 기계의 심적 기능을 탐구한다.

○ Cognitive Science is the scientific study of the mind and brain. It investigates mental functions in humans, animals and machines

● 노스웨스턴 대학



하바드대

- MBB
- Mind/ Brain/ Behavior
- 인간의 행동과 심적 삶(mental life)
- 과 관련하여 그 구조, 기능, 진화, 발달, 병리를 밝히려하는 분야이다.



UC 버클리 대학: 추천(정의, 역사)사이트!

- 심리학, 언어학, 컴퓨터과학, 철학, 생리학 등의 연결에서 탄생됨
- 중심문제 : 마음의 이해
 - 이 문제는 철학에서 오랜동안 다루어온 문제이나 1950년대에 새로운 접근
- 중심 아이디어:
 - minds are essentially "program like" entities that "run" on brains instead of computers.
 - <http://ls.berkeley.edu/ugis/cogsci/major/about.php>



조지타운 대학

○ 마음의과학

- how we come to know the world and how we use that knowledge.

○ 관련학문:

- 인지심리학, 신경과학, 심리철학, 언어학, 컴퓨터과학, 인공지능, 물리학, 수학, 생물학, 인류학



코넬 대학

○ mind/brain 과학.

○ 학문 분야

- 심리학, 컴퓨터과학, 언어학 인간발달학, 철학, 신경생물학, 정보과학, 수학, 기타 영역



Yale 대학

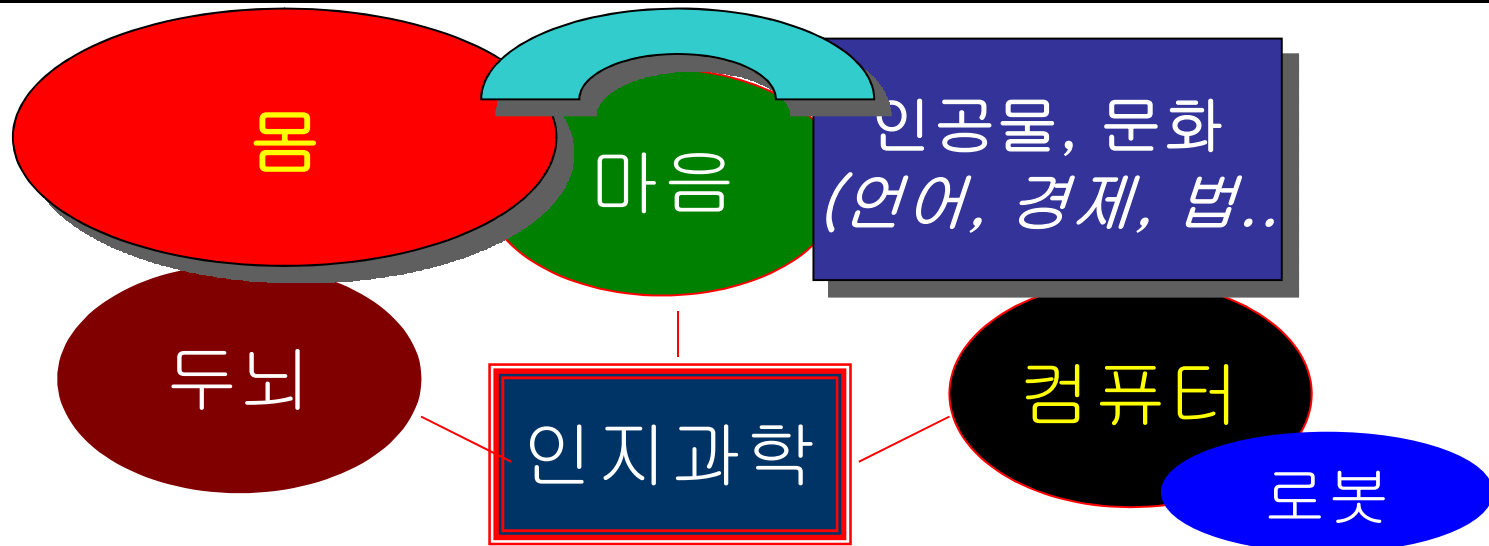
- 마음이 어떻게 작용하는가를 이해하려는 분야
- 영역
 - 지각, 추리, 기억, 주의, 언어, 의사결정, 상상, 몸 움직임 제어, 문제해결 등

종합: 간단한 정의


- 인지과학 = ???
- The Science of Minds
 - 인간의 마음 (<= 뇌)
 - 동물의 마음 (<= 뇌)
 - 인공물(로봇, 인공지능시스템 등) 마음(지능)
 - 사회적 마음
 - + 이들 상호간의 상호작용

인지과학 (Cognitive Science)

- 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
- [이정모의 인지과학 규정: 1993]
 - **결국: The Study of Minds**



정보처리 시스템:
마음 = 두뇌 =
컴퓨터 (원리가)

- 
-
- 그런데
 - 마음의 과학은 원래 심리학인데,
 - 인지과학이 마음의 과학이라니 ?
 - 기존의 심리학과 무엇이 다른가?

• 2부.

•

•

인지과학이란 무엇인가?



2-1. 인지과학 패러다임

학문, 과학기술에 대한 뒤진 관점

“학문 분야를 인문, 사회과학과 자연과학으로 분류하여 온 종래의 분류법을 당연한 것으로 받아들이고 있는 사람이 있다면 그는 50년이나 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 40여년이 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 일어났는가?
- 인지 과학혁명이 일어난 것이다
 - (cognitive Revolution).

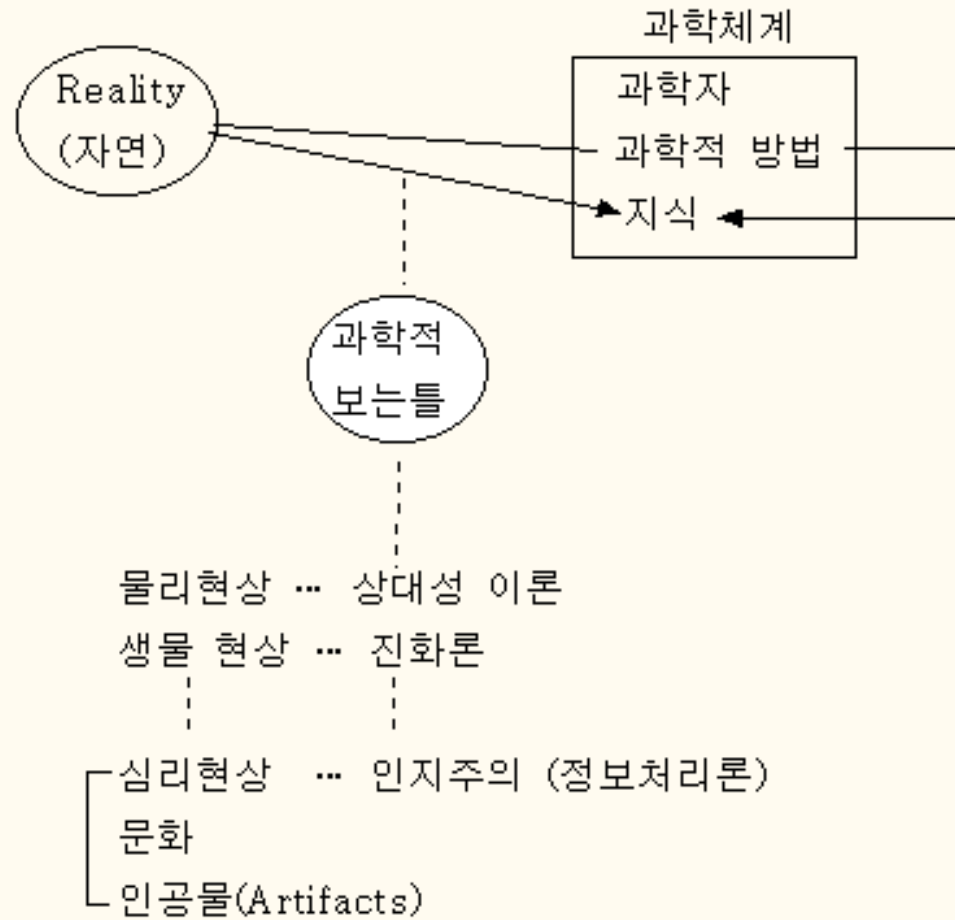
Cognitive Revolution의 의의

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

다학문적(학제적) & 수렴적 과학의
전형을 보여줌

- ←노벨 의학/생리학상 수상자(1981) R. Sperry 교수의 말

<과학>



20세기의 과학 패러다임 변혁

- 인지주의(Cognitivism) -

○ 인지혁명 (Cognitive Revolution)

⇒ 과학적 패러다임의 변혁, ‘과학 혁명’

⇒ Energy 에서 → Information 으로

○ Information Processing Approach

○ 마음 = 컴퓨터 = 두뇌: 정보처리 시스템 (IPS)

- 심리적 과정 : 정보처리과정

- ← 21세기 현재 이제 이 틀도 넘어서려 하고 있다.



IT 의 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, 정보통신 하드웨어가 아니라
- 50 여년전에 인지과학이 출발하지 않았다면, 30 여년전에 시작된 정보과학이 탄생하기 어려웠을 것임



2-2. 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 (인간+동물의) ‘마음’의 이해와

intelligent 시스템에서

마음(지능)이 하는 역할에 대한 이해 이다.

(intelligent 시스템 = 인간, 동물, 컴퓨터 등 각종 시스템 포함)

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 (미래 Singularity 시점의)

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
 - 정서, 동기, **신경적** 기반도 포함
 - 한 개인 内の **두뇌**에 존재하는 인지나 知의 개념을 넘어섬
- 수동적 의미의 ‘인식’ 과 다름
- 넓은 의미의 인지 = mind
 - **인간 두뇌-환경(인공물 포함)을 연결하는**
 - **‘지식 활용의 과정과 내용’**

인지과학에서 사용하는 '인지'의 참 의미

인지과학에서의

- '인지'라는 의미는; 넓은 의미의 '마음(Mind)'의 의미임
 - 이 때의 "마음"은, 즉 '인지'는 =
 - + 좁은 의미의 '인지' (← 이성)
 - + 마음 (정서, 동기 등 포함)
 - + 뇌과정
 - + 동물 지능(마음),
 - + 기계적 지능
 - + 사회적 마음(지능) 등을

모두 포함한 의미임

(← 착오 없기를!)



○ 그러면 왜 좁은 의미의 “인지”로 이해되고 사용되어 왔는가?

○ 이것은 역사적 happening

- 인지주의가 반발하는 상대인
- 행동주의 심리학과 차별화함을 강조하다보니
- 형식적 접근: simulation 을 강조하다 보니



“Cognitive” science 라는 개념의 유래

- 인지과학은 20세기 초의 논리실증주의 철학, 기호논리학, 수학 등의 전통에서 출발하였다
- 이 전통은 formal approach의 접근이고
- 정서나 동기 보다는 cognition 측면을 강조해옴:
 - 초기 인지과학자들은 인지, 정서, 동기 등을 다 다룸
 - 그러나 점차 좁은 의미의 인지 중심의 추세 자리잡음
- Mind ↔ Computer : metaphor
 - **Mind as machine**
 - Simulation 접근법 강조 전통

==> formal approach

- 이전의 심리학과는 차별화하여,
 - 마음을 과학적 탐구 주제로 되살리며,
- 마음을 정보처리적 체계로 간주하며,
 - 마음의 영역을 인공지능 영역을 포함한 개념으로 확대하고,
- 전통적 실험실 실험 + 마음의 구조와 과정을 풀어 논리 형태로 기술 + 컴퓨터 모델링과 시뮬레이션과 같은 방법 사용
 - = 후에 다시 보완 설명

다시 !!

- 따라서, 20세기에 ‘mind’에 대한 formal approach로서의 과학을 출발시킴에 있어서,
- 기존에 있는 행동주의적 ‘psychology’와 차별화하며,
- formal approach 측면을 강조하는 의미에서
- “Cognitive” science라고 이름붙이게 됨
- ! 그러나 !!! ,
 - 인지과학= 실질적으로는 넓은 의미의 “the Science of Mind”
 - ← Brain / Behavior 포함

인지 ?

- ‘인지’란 ‘마음에 대한 형식적 접근’
- 마음의 경험적, 형식적 탐구 라는 것을 강조
- ‘인지’란
 - not : 수동적 '인식'
 - not : 이성이나 사고라는 좁은 의미
- but: 정서, 동기, 인공지능을 포함하는 넓은 의미의 능동적 ‘마음’ 전체를 지칭



유럽공동체 보고서에서 지적한: ‘인지과학’ 을 구성하는 학문. (2004)

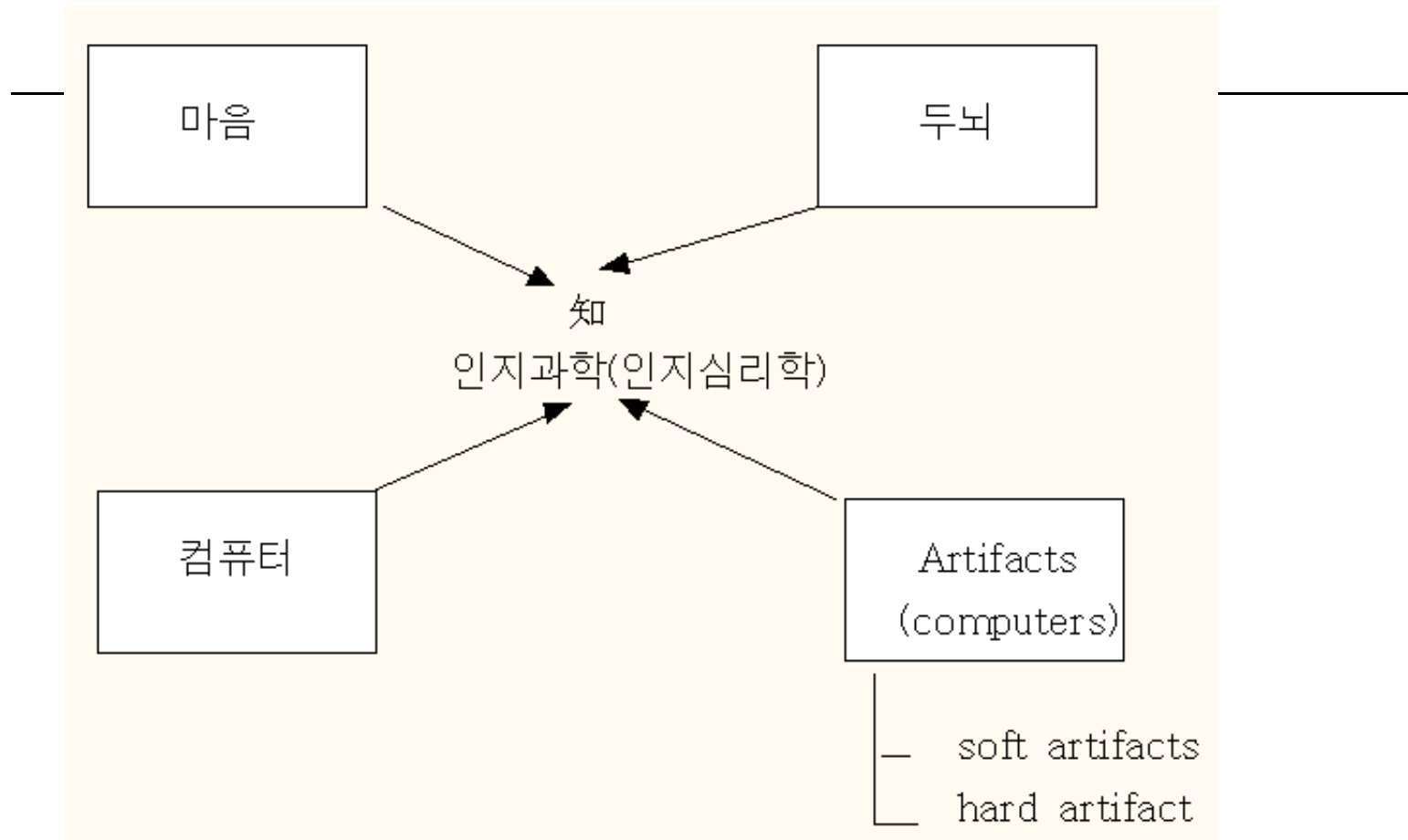
- 1. The formal sciences:
 - AI, 로보틱스, 수학 등
- 2. Psychology
- 3. Neuroscience
- 4. Linguistics
- 5. Philosophy
- 6. The social sciences
- ==>

인지과학을 쉽게 이해하려면

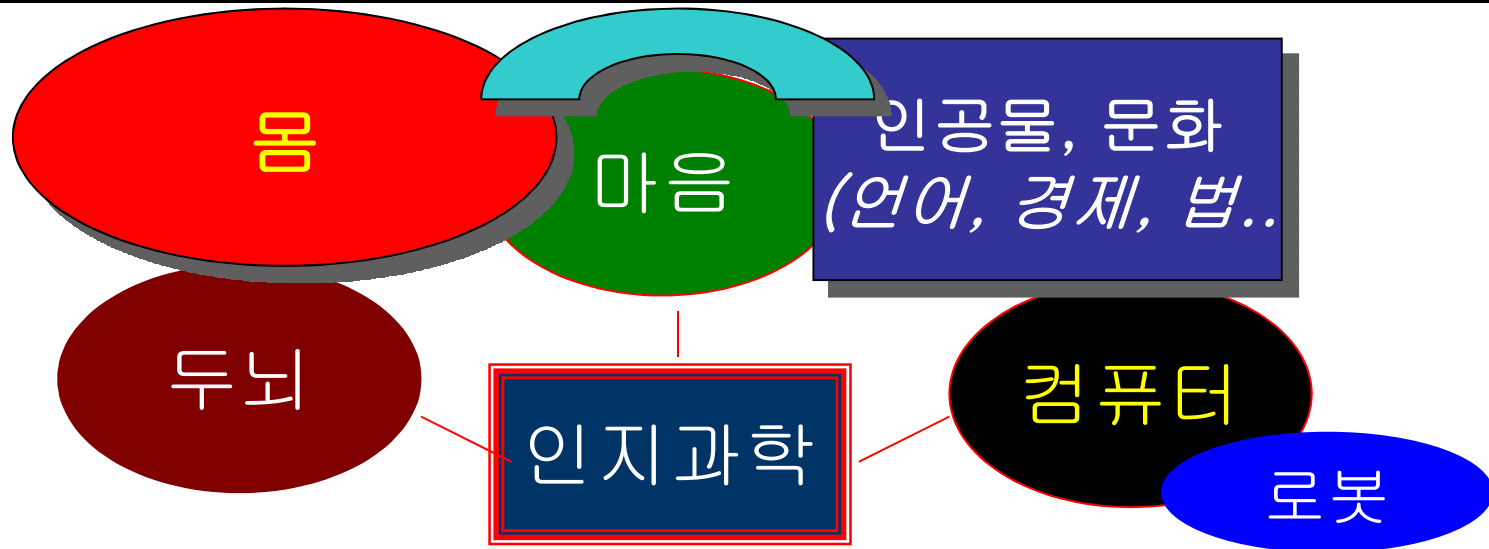
- 인지과학은 심리학이다
- 그런데
- + 뇌
- + 인공지능
- + (로봇 지능) (behavior + body)
- + (사회지능) 을 모두 포괄하는 20세기의 새로운 넓은 의미의 심리과학
 - ← 그렇기에 인지과학의 등장은 전통적 학문 개념을 깨는 과학혁명임

인지과학 <=> 컴퓨터과학 비교

- 이해를 돕고자 비교의 예를 들자면
- 컴퓨터 과학의 구성
 - 컴퓨터 하드웨어 과학 / 공학 (전자공학)
 - 소프트웨어 과학 / 공학
- 인지과학의 구성
 - 뇌 => 뇌과학 (신경/생물과학)
 - 마음
 - 인간/ 동물 마음 ==> 심리학
 - 기계시스템 마음 ==> 인공지능, (인지)로보틱스



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



정보처리 시스템:
 마음 = 두뇌 =
 컴퓨터 (원리가)



○ 인지과학의 핵심은

● 1. [기초과학적 탐구]:

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

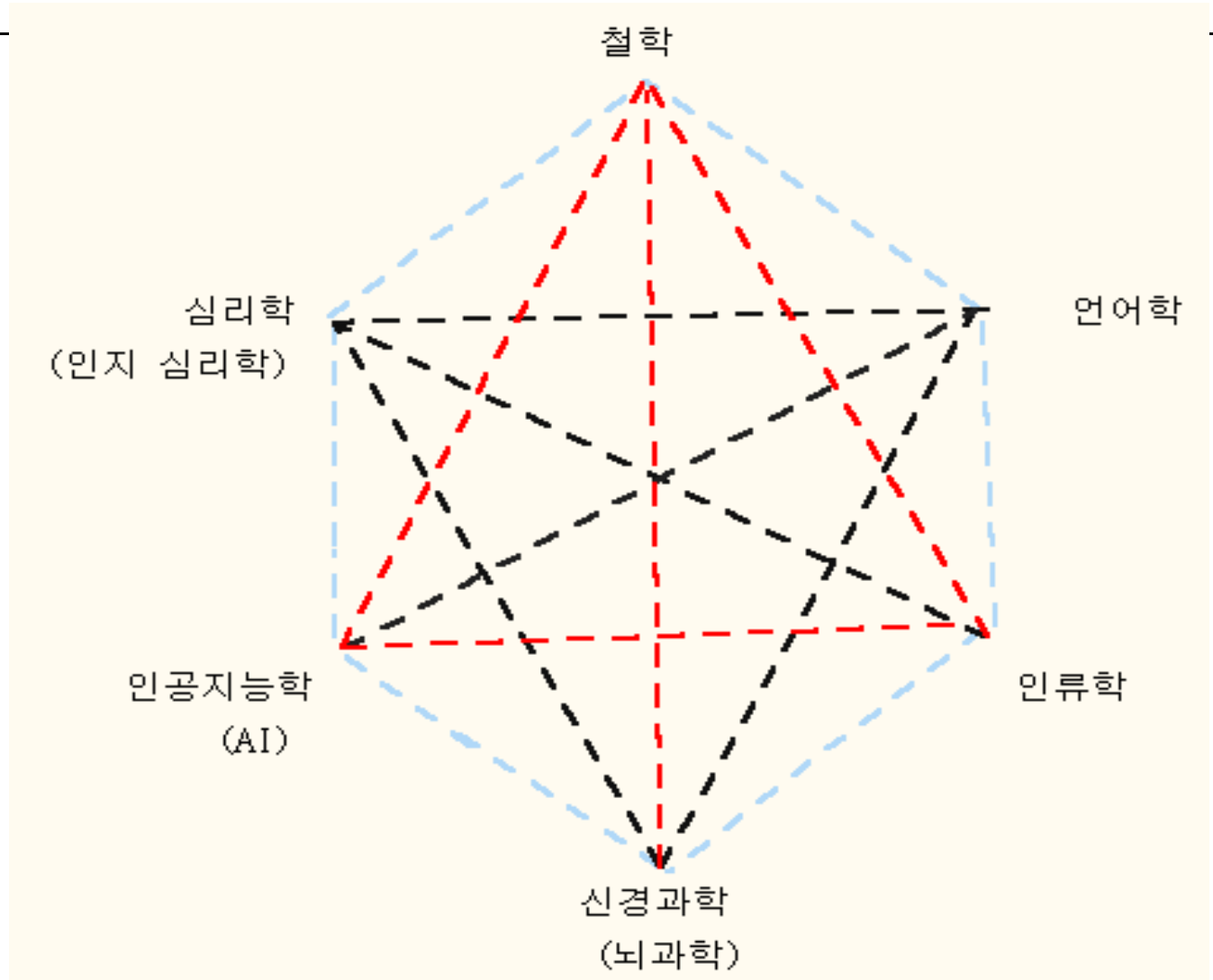
● 2. [응용과학/공학적 탐구]:

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



2-3. 인지과학 관련 학문

인지과학 초기의 핵심학문 상호관계



최근

인지의학, 언어치료학
인지행동치료학

사회신경과학

스포츠심리학

미디어학

법학

인지(행동)법학

인지(행동/신경)경제학

상학, 경영학(경영정보학)

New Media Theory

과학학
(과학의인지과학)

인지디자인학

지식서비스

Data Mining

HCI,
BCII
BRI

전기
인포
마
텍스

정보
과학

로보
틱스

인공
인지
시스
템
(ACI)

컴퓨터
공학

수학

철학

물리
학

화학

의학

심리학
인지
신경과학

진화심리학

생물학

언어학

인류학

사회학

건축학

정치학

음악학

인지문학

미술학

문학

예술학

종교학, 신학, 윤리학

인지종교학

<인지과학의 핵심 및 주변학문>



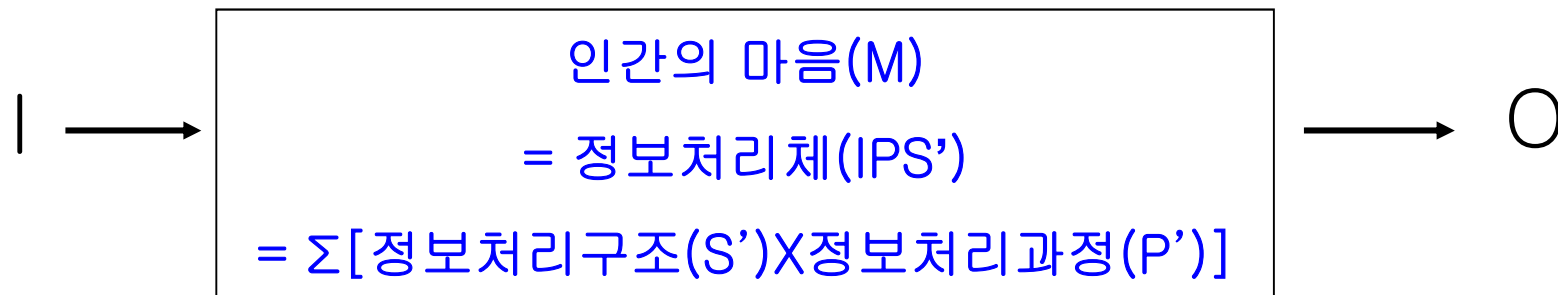
2-4. 인지과학의 특성



고전적 인지과학의 보는 틀

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

정보처리적 인지과학의 보는 틀



인간의 마음: 정보를 해석하고 조직하며

결정하고 스스로를 점검(모니터)하는

역동적인 **Information Processing System**



2-5. 인지과학 방법론

각 분야의 대표적 방법

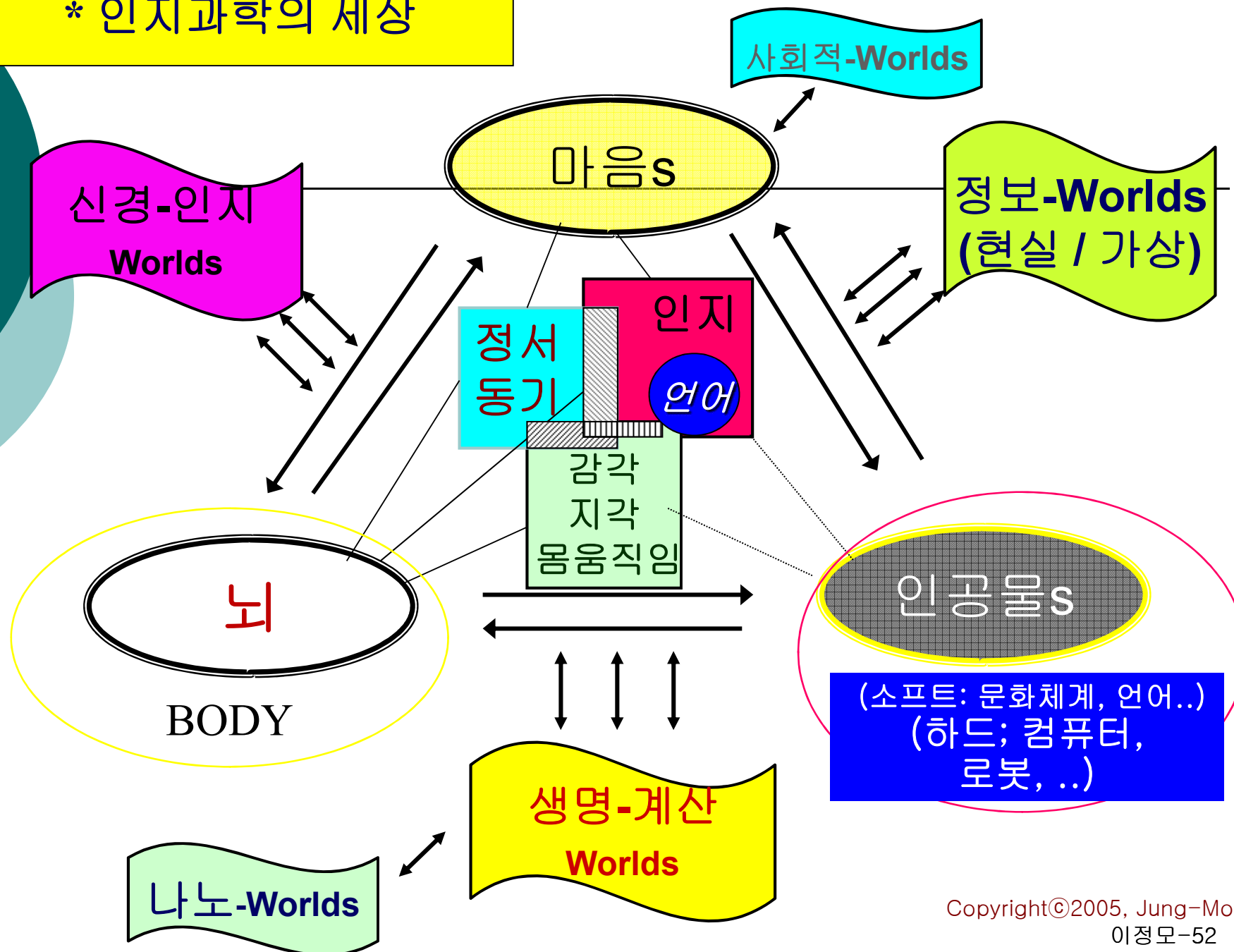
- 심리학:
 - 실험법, **시뮬레이션**, 자연관찰법
- 인공지능학:
 - 시뮬레이션, 언어보고분석법
- 신경과학:
 - 인지신경법(뇌영상법)
- 철학:
 - 논리적, 형식적 분석, **실험법**
- 언어학:
 - 형식적 분석, 자연관찰, **실험법**
- 인류학:
 - 민생방법, 자연관찰법



2-6. 인지과학이 다루는 주제:

기초 / 응용


* 인지과학의 세상



기초 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): → 인지로보틱스 분야 등
 - 컴퓨터의 시청각, 언어 이해, 말 산출, 행동통제 등의 처리 과정과, 지식(데이터베이스) 구조 연구

- 
-
- 언어
 - 습득(외국어 습득 포함), 이해, 산출,
 - 계산언어학
 - 문제해결 사고 + 전문가의 인지(Expertise)
 - 개념적 사고 (범주적 사고)
 - 추리
 - 판단 + 의사 결정
 - 지능
 - 창의성

- 
-
- 신경적 인지(Neuro-cognition)
 - 좌우 반구, 및 뇌부위별 기능(신경정보처리)
 - 기억, 정서의 신경적 기초, 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
 - 협동, 도덕, 윤리의 인지신경 및 진화생물심리적
 - 진화사회심리적 기초

응용 주제

- < 2. 응용인지과학의 연구 주제: 예 >
- 인지공학(Cognitive Engineering)
 - 인지 인간공학(Ergonomics)
 - 인간-시스템-상호작용
 - HCI (Human-Computer Interactions)
- 좁은 의미의 인지테크놀로지
 - 인지시스템 (Cognitive Systems)
 - 인지 기능 향상(Cognitive Enhancing)
 - 응용 인지신경과학
- 사회/문화 내의 집단/개인의 사회적 인지
- 인지생태학



응용 분야 계속


- 후에 언급하겠지만
- 인공지능 시스템
- 로보틱스
- 각종 도구/ 디지털 기기 디자인
- 광고/ 매스컴/ 지식서비스(경영정보)
- 사회문제 해결
- 교육/학습 인지기술 등
 - => 예: Wii / MindFit 프로그램 등



예: 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(도날드 노만 교수 =>
- 맥락 제약성 활용
- 오류에 대비한 디자인



2-7.
인지과학의 역할 1: 과거

인지과학의 공헌 <1>.

- 1. 주판과 같은 산술적 계산기에 지나지 않던 컴퓨터를
 - → 디지털 지능 컴퓨터로 개념화
 - → 인간의 mind/지능을 정보처리 시스템(IPS)으로 개념화
 - → 인류사회의 digital 시대를 가능하게 하는 개념적/ 이론적 기초 놓음

인지과학의 공헌 <2>.

- 2. ‘인간 이성은 합리적이다’ → 아니다.
 - 인간은 감정이 개입되지 않는 한 이성적 존재이다 라는 통념을
 - → 실험과 경험적 결과에 의하여 무너뜨림
 - → 실용적, 제한적 합리성
 - → 행동경제학, 인지경제학, 행동법학 탄생
 - → 여러 사회과학 분야의 개념적 재구성

제한적 합리성 개념 제시 학자

고 **Herbert A. Simon** 교수
(1916-2001)

카네기 멜론대
심리학과 및 컴퓨터 과학과 교수

1978년 노벨 경제학상 수상자

- 인간 이성의 *Bounded rationality* 개념 제시
- 인공지능학의 창시자의 한 사람

사진/그림
생략

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

2002년도 Nobel 경제학상 수상

미국 프린스턴 대 심리학과 (인지심리학) 교수

DANIEL KAHNEMAN

Professor of *Psychology*, Princeton University

이성의 제한적 합리성을
심리학적 실험을 통하여
경험적으로 입증한
인지심리학자

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

사진/그림
생략

인지과학의 공헌 <3>.

- 3. 마음-뇌-컴퓨터 (MBC):
 - Mind-Brain-Computer의
 - 연결 주제를 과학의 새 frontiers로 삼게 함
 - 신경망 이론(연결주의)
 - 뇌영상기법
 - 인지신경과학

사진/그림
생략



인지과학의 공헌 <4>.

- 4, 학제적 학문의 전형
- 융합(수렴)의 전형 보임,
 - 인문-사회-자연과학-공학의
 - Convergence (수렴, 융합)의
 - 전형을 보여줌

인지과학의 공헌 <5>.

- 5. 21세기 융합과학기술의 4대 핵심축
 - 미국 NSF의 미래과학기술 틀
 - NBIC Converging Technologies

- N: 나노 기술
- B: 바이오 기술
- I: 인포(정보) 기술
- C: Cogno(인지과학) 기술

<미래 NBIC 융합과학기술 틀 >

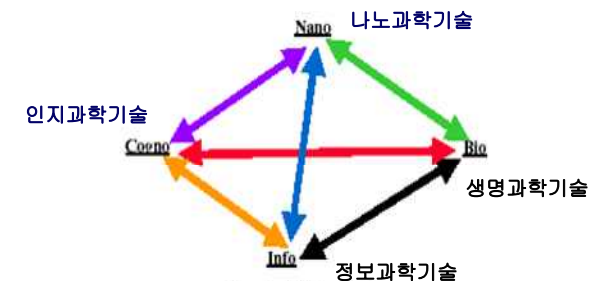


Figure 1. NBIC tetrahedron.

미래 과학기술의 궁극적 목표는: Improving Human Performance

인지과학의 공헌 <6>.

○ 6. 마음 개념의 확장 시도

- 현재 진행 중 이론작업

- Extended Mind
- ‘뇌를 넘어선’ 마음

- 뇌-몸-환경: 통합적 단위

- 철학의 하이데거, 멜로폰티의 관점의 부활

- → 제3의 패러다임 shift

- → 인문, 사회과학, 공학, 문화 일반에 중요한 시사와 영향을 줄 것임

사진/그림
생략

신간; Alva Noe의 책

- 뇌를 넘어서
- 책 제목: 뇌 과학의 함정
 - 부제: 인간에 관한 가장 위험한 착각에 대하여
 - 원제: Out Of Our Heads
 - 지은이 : 알바 노에
 - 옮긴이: 김미선
 - 출판사: 갤리온
 - 년도: 2009-08-14
 - 가격: 13,800원






3부

융합과학기술과 인지과학

융합과학기술과 인지과학

- 21세기에 들어서
- 융합 과학기술의 개념이
- 대학, 학계, 과학기술계의 화두

- 학문간의 융합의 가장 두드러진 분야
= 인지과학
 - ← 인문, 사회과학, 자연과학, 공학의 연결의 가장 좋은 본보기, 전형

- 
-
- 그러면 ‘융합과학기술’이란 무엇인가?
 - → 한국적으로 잘못 명명, 오용되는 단어임

 - 미국 과학재단이나 유럽공동체 보고서는
 ‘융합과학’이라는 단어를 쓴 적이 없다
 - 그들이 사용한 단어는? → ‘수렴 테크놀로지’
 - (Converging Technologies)
 - → 2003년 한국적 잘못 번역 용어: “융합과학기술”
 - 이러한 융합에 대한 재평가
 - <== 계간지 [철학과 현실] 2010. 봄호 게재 예정



과거의 과학기술 발전사: 분화와 융합

1. 초기 형태:

철학이라는 우산 하에 미분화된 여러 영역

2. 르네상스 -> 20세기까지의 형태:


분화와 전문화의 시대

철학 -> 물리, 화학, 생물 ->

-> 생화학, 컴퓨터과학, ...

3. 20세기 후반 이래:


학제적 수렴, 융합



최근 융합과학기술 틀 형성 이전의 해외의 수렴적, 학제적 경향

- <- 디지털 컴퓨터, 디지털 세계
- <- 마이크로 수준의 물질세계 연구
- <- 유전자 연구, 생명과학의 발전
- <- 복잡계 시스템 이론 발전
- <- 인지과학의 부상 및 발전
 - 인지신경과학의 발전
- <- 로봇틱스 발전

등의 수렴, 융합 추세



미국 과학재단의 *NBIC* 융합(수렴)테크놀로지들

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



* Converging Technologies (CT) 개념 의 출현 역사 - 미국 (2000-2002)

- 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, Bio, Info, Nano)**



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/Report/>

<미래 NBIC 융합과학기술 들 >

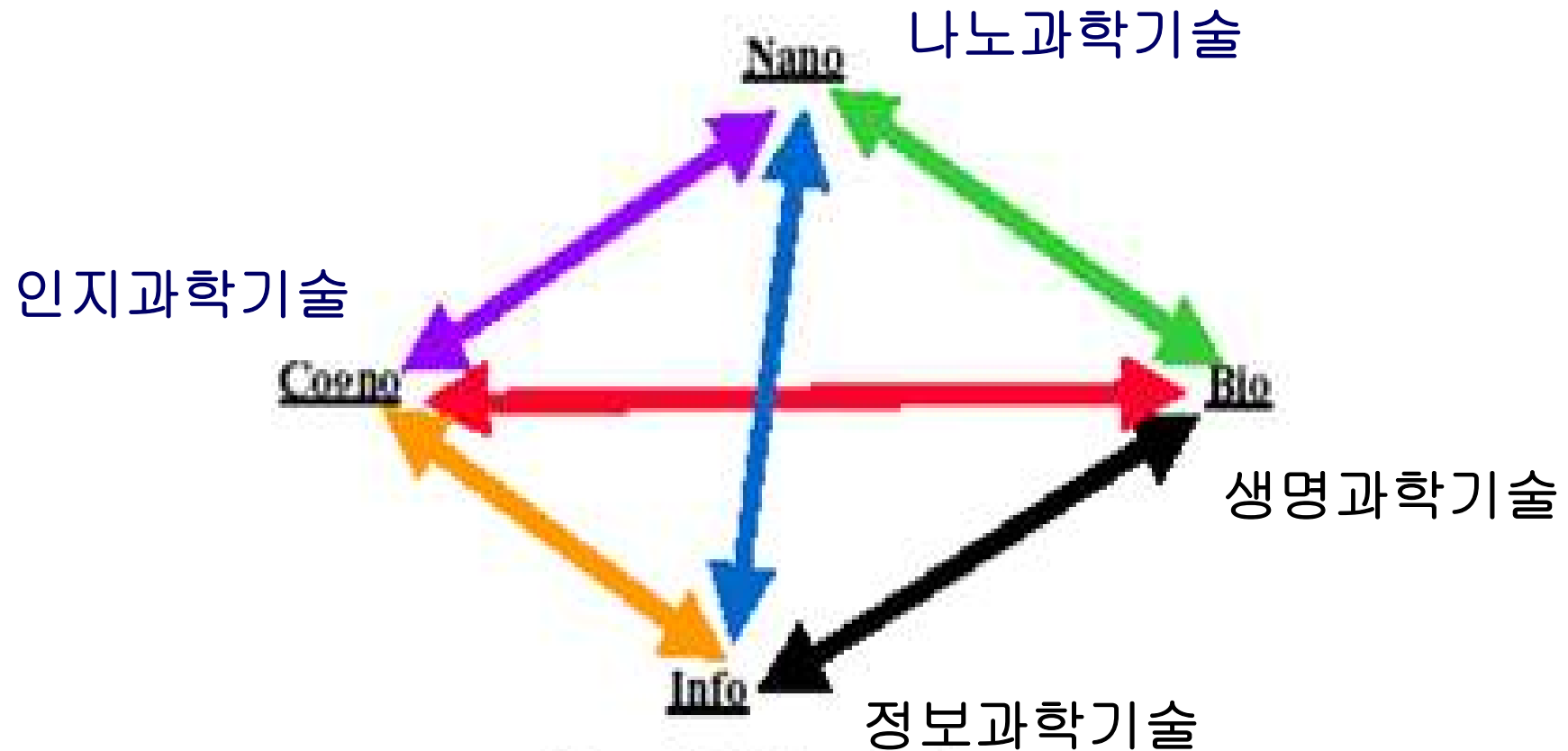


Figure 1. NBIC tetrahedron.

미래 과학기술의 궁극적 목표는: Improving Human Performace

1. 미국 NSF가 제시한 NBIC수렴(융합)과학기술 들

주목할 점

- NBIC 틀이 나노과학자들이 주축이 되어 만들어 낸 틀임에도 불구하고
- 미래 CT(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



* 미국 국립LAB의 변화

- 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)

CTEKS: Converging Technologies for the European Knowledge Society

- 유럽의 융합과학기술
 - 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



what?
next?



○ 미국;

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

○ 유럽

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



융합과학기술 들의 기본 입장

- 자연 자체에
 - 물리
 - 화학
 - 생물
 - 수학
 - 인지과학 등등이 분할되어 있는 것이 아니다
- 제한된 인지 능력을 지닌 인간이 자연을 탐구하기 위하여, 물리, 화학, 생물 들로 나누었을 뿐, 자연 자체는 분할되지 않은 하나의 전체이다.



융합과학기술 틀의 대 전제:

- 자연은 본래적으로 하나의 통일체이다.
 - The Nature: =
 - The dynamic whole !



과거의 분화적 전문화 시기의 과학

○ 관점:

각 과학 영역이 단원적임 (Modular)


- 과학의 하위 영역들이

- 고유한 원리를 지니고 있음,

- 독립적으로 연구, 교육, 개발 가능

따라서 과거의 과학/ 기술 추진전략:

Divide & Conquer



미래 과학/기술의 방향

- 과학/기술의 르네상스
- 수렴적 융합적 과학/기술 접근의 필연성
- 과학기술 분야들이
- Not:
 - Fragmented (조각나고)
 - Disconnected (연결이 안되고)
 - Demarcated (서로 경계 울타리가 쳐지고)
 - Solo-playing (독주하고)



○ But: 그것이 아니라

- Convergent (수렴되고)
- Inter-disciplinary (학제적이고)
- Holistic (통합적, 전체적으로 접근하고)
- + social, human factors considered (사회적, 인간적 요인이 고려되고)
- → Integrated goals 추구
 - 예: NSF 보고서의 Figure C.7. 그림 참조
 - Sensory modalities and related disciplines

주의 !!

- 이러한 수렴적 진화는 반드시 이루어져야 함
- 그러나 이러한 수렴-발전은,
- 이전과 같은 과학기술 추진 방식으로는, 가만히, 자동적으로 이루어지는 것은 아님.
- 적극적, 협동적, 수렴적 노력을 통하여 미래 과학기술을 예측, 기획하고 틀을 재구성 하여야 함.
- → 개념화, Ideation 초기 부터 적극적으로 수렴, 융합 작업이 이루어져야 함 ← 한국! 아님
- 르네상스적 접근,
 - - 수렴적, 융합적 과학기술관, 자연관;
 - 자연과 인간, 문화의 일체성, 동일 원리임을 인식하여,이에 맞게 과학기술 틀, 추진전략을 변화시켜야 함



4 Key Principles of NBIC

- 1. Material unity at the nano-scale
나노스케일 상에서의 물질(질료)적 통일성
- 2. NBIC transforming tools
 - 학문간 경계선 영역에서 창의적 변환 도구 창출
- 3. Hierarchical systems
위계 시스템
- 4. Improvement of human performance
인간 능력수행 증진



새 Renaissance의 대표적 특성

1. 예술, 공학, 과학, 문화 등의 모든 영역이 동일한 intellectual principles과 탐구와 창조와 융합의 exciting spirit을 공유함.
2. 자연현상에 대한: Holistic perspective.
fundamental unity of natural organization.

IBM의 Spohrer +Engelbart & Almaden 연구소, IBM

Dr. Jim Spohrer
Director, Almaden
Services Research

사진/그림
생략

*Dr. Doug Engelbart ,
Inventor of the Mouse*



*IBM 리더들이 세상을 보는 관점:
세상은 2-5 converging systems (복잡계)*

- 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

유럽은?

○ 기타:

- 유럽공동체
- 영국
- 네델란드 등의

- 인지과학-융합과학기술 연결 연구 프로젝트
진행중

사진/그림
생략

유럽공동체 응용인지프로젝트

- CORDIS
 - Community Research & Development Information Service
- IST: Information Society Technologies
 - on the future generation of technologies in which computers and networks will be integrated into the everyday environment,
 - a multitude of services and applications through easy-to-use human interfaces.
 - This vision of 'ambient intelligence places the user, the individual, at the centre of future developments for an inclusive knowledge-based society for all.



비전

인공지능이라는 개념을 대체하여

Artificial Cognitive Systems

= the junction of the cognitive, ICT, and natural sciences.

- research into systems that have cognitive functions normally associated with people or animals and which exhibit a high degree of robustness in coping with unpredictable situations, we seek to overcome limitations of today's computers, robots, and other man-made creations to handle simple everyday situations with common sense and to work without pre-programming in natural surroundings, while maintaining and possibly improving the quality of their services.

사진/그림
생략

유럽의 ‘인지시스템’ 프로젝트

- CoSy
 - EU FP6 IST Cognitive Systems Integrated project
 - Cognitive Systems for Cognitive Assistants – CoSy
 - Cognitive Systems, Interaction and Robotics

사진/그림
생략



그런데.... 한국은 ???

- 미래 과학기술은?
- 한국의 현재 일반인들의 생각은 ? :

앙꼬 없는 찐빵 ?

인지과학기술 이 살려지지 않은
한국적 NT-BT-IT 세발 자전거, 3륜차

사진/그림
생략

<= 많은 고교생, 학무보, 교사, 과학/교육 관련 공무원들의 생각



그러나 융합과학기술 들의
참 의의는?

○ Now is the time for

the 2nd Renaissance !!

for : sciences, technologies, and
humanity.



→ 시사

- 이전의 과학기술 개념이나 추진 체계와는 달리,
- 과학기술 개발, 발전, 과학기술중심사회 구축에
- 사회적, 인간적 요인, (특히 환경적, 생태요인 관련 윤리적, 가치 문제 등)이
- 과학기술발전 기획, 연구, 교육, 개발에 초기단계부터 중요 요인으로 수렴적으로 고려되어야 한다는 중요성을 인정함
- 수렴적, 통합적, 융합적, 체계임

시사하는 바 →

- 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?
 - ??????

IBM 리더들이 본 인류 과학/기술 개발의 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.



→ 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
 - ← by the mind (인지과학기술)

21세기의 공학 (Engineering)

-링컨의 어구를 빌린

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

	Engineering → Of	→ By	→ For
Material	물리학, 화학, 생물학..	물리/기 계 공학	신소재, biochips
Body/ Brain	신경과학	뇌공학,바 이오공학 기술	뇌/신체/ 인간 기능 최 적화, 향상
Mind	인지과학, 인 공지능, 인지 로보틱스	인지과학 기술	인지기능 향상(증진)
Society	사회학, 인류 학, ..	사회과학 기술	유토피안 사회조성(경 제, 정치...)





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



사진/그림
생략

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



1

○ 4부

○ 뇌와 마음(인지):
21세기의 화두 & 반문




생략:

21세기의 화두: the brain/(cognition)

- 1. 20세기 후반의
뇌 영상기법의 발전과
→ 신경과학의 각광, 분야의 확장
- 신경생물학적 연구
- 생물학, 신경과학과 인지과학의 연결
 - → 인지신경과학
 - → 진화생물학, 진화심리학
 - → 신경심리학, 인지신경심리학
 - → 인지의학

생략:

- 2. 뇌 연구와 공학의 연결
 - B-C-I (Brain-Computer Interface)
 - ← ACS (Artificial Cognitive Systems)
 - B-R-I (Brain-Robot-Interface)
 - B-CPS-I
 - (Brain-Cyber Physical System Interaction)
 - AB (Artificial Brain)
 - AL (Artificial Life)
 - 이들 주제의 발전은
 - → 미래 인간 사회에 여러 시사를 가져옴



○ 3. 뇌(인지) 연구와 사회과학 분야의 연결

- 사회신경과학
 - 정(서)적 (affective) 사회신경과학
 - 사회인지신경과학
- 신경인류학, 인지인류학
- 신경사회학, 인지사회학
- 신경경제학, 인지경제학, 행동경제학
- 신경법학, 인지법학
- neuroscience of Communication (disorders)
- 신경마케팅, 인지마케팅



○ 4. 뇌/인지연구와 인문학 분야의 연결

- 신경철학, 인지철학
- 신경언어학, 인지언어학
- 신경문학, 인지문학, 인지내러톨로지
- 신경종교학, 인지종교학, 신경신학, 인지신학
- 인지역사학
 - cognitive history of ... (cultural artifacts)
 - ← 위의, 그리고 다음에 언급되는 분야들은 발표자가 임의로 만들어낸 분야가 아니라 웹 상에서 이미 공식화된 분야들임



○ 5. 뇌/ 인지 연구와 예술의 연결

- 신경미학, 인지미학
- 신경음악학, 인지음악학
- 신경시각학
- 인지과학-미디어학-interactivity 연결
 - http://www.transcript-verlag.de/ts842/ts842_1.pdf

21세기 초에 인지과학에서 벌어지고 있는 개념적 틀의 변화와 인공지능

○ 개념적 틀의 변화?

- 독립된 인공지능이 아닌 인간의 심적-신체적 확장이며 인간의 mind의 일부로서의 인공지능의 개념
- → 여기에 extended mind
- → embodied mind
- → singularity, transhumanism 등의
- 인문학적 재개념화와
- 인류학 등의 사회과학적 재개념화 틀이 연결
- → 마음, 뇌, 지능, 인간, 인공지능, interaction 등의 개념이 재구성되고 있음

철학자들의 반문

- 현상학적 관점에서:
 - 신경적 설명의 충분성 문제
 - 마음, 의식은 뇌에 있지 않다는 가능성
 - → 최근의 Extended Mind 관점
 - => 체화된 인지 (Embodied Cognition) 접근 다시 떠오름

- <= 일부 심리철학, 과학철학자들



한겨레 신문 과학 웹진 특집 기사

- 뇌·몸·환경은 하나라는 강한 외침
- 2020을 보는 열 가지 시선
- ③ 뇌와 마음에 대한 새로운 이해
- 이정모 -

http://www.hani.co.kr/arti/science/science_general/403525.html

뇌 밖으로 확장/ 연장된 마음

핸드폰,
노트북에
확장된
내 마음
(기억, 지식)

연인들의
마음들

사진/그림
생략

내비게이션에
의존하는 마음



김연아는 매 순간 순간 모든 것을
뇌에서 알며 결정하여 움직일까?

사진/그림
생략



모든 것을 뇌에서 알고 제어할까?



5부

종합!

그래서 우리는, 미래는?




미래 학문에서의 인지과학의 역할

- 과거에
 - 자연과학과 공학에서
- 수학(mathematics)이 담당하던 역할
 - 자연과학, 공학 학문의 기초
 - 여러 학문, 기술에 스며들어감
- 의 역할을 인지과학이 미래에 하게 됨
 - 그것이 미국 등의 대학에서 20 여년전에 인지과학 학과를 설치한 이유



미래 과학기술사회에서의 인지과학기술의 위치

- <1>. 물질중심의 과학기술 개념을 넘어서기
- <2>. 인간과 인공물을 이분법적으로 구별하던 20세기의 개념적 틀의 한계를 넘어서기
- <3>. 마음-뇌-몸-환경(인공물)의 연결관계 개념적 재구성
- <4>. 미래 융합과학기술의 목표
 - [Human performance/ 인지기능] 향상
 - Joy of Mind
 - Engineering of/ for the *mind*

- 
-
- <6>. 생태환경 파괴 인지/행위 요인 규명, 조절
 - <7>. 인문학, 사회과학, 테크놀로지 연결고리 역할
 - 융합과학기술 틀에서 인문-사회-이공계 분야를 연결하는 핵심 고리
 - 인간사회적 환경의 인지사회적 갈등의 역동 원리 이해와 대책 탐구, 제공



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, **but 동시에**
- [2] 미래에는 이에서 **더 나아가** 그러한 물질적 세계에서서의 인간의 삶이 물질적 웰빙이나 신체적 웰빙을 넘어서서
- 자신의 심리적, 인지적 잠재력을 개인적으로, 집단적으로 최적으로 향상, 발휘하게 하는 그러한 과학기술을 추구하여야 할 것이다.

<미래 사회, 응용 과학기술의 요체>

○ 과거에는 물질중심으로


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



○ 그러나, 미래에는

○ 이에 더하여

- 그러한 물질계의 변화를 도출해 낸 인간의
뇌와 마음, 환경/인공물이 엮어져 짜내는
인간 활동/행위에 초점을 두어

- 
-
- 인지적/심리적 삶의 질을
/향상/최적화/효율화하는 데에
 - future technology의 목표와 의의,
첨단성이 있게 된다.
 - → 새 의미의 Cognitive Engineering
 - 인지과학 응용 기술의 시대의 열림
 - Cognitive Technologies



인지과학이 지향하는 미래 사회

- 개개인이

행위적으로, 심리적(인지적)으로
끊임없이

최상의 performance를 내는 상태로
계속, 배우고, 진화하게 하는
(learning, evolving)

그러나 혼자 하는 것이 아니라 협동적으로

collaborative learning 공동체로

optimally designed society 로



How ??

- 1. 마음-몸-환경 본질 개념의 재구성
- 2. 마음- 뇌- 인공물의 연결 interaction dynamics 특성의 탐구와 응용기술 개발
- 3. 인지기능 향상(Cognitive Enhancing) cognitive technologies의 개발 및 적용
- 4. 좋은 효율적인 “artifacts” 디자인하기



- 인류/사회의 새로운 형태의 진화:
 - 테크놀러지 발전에 의한 인지, 신체 기능의 확장
- 1. 자연적 진화와, +
 - 2. 과학기술의 수렴에 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-인지과학+ 문화기술 + IT + BT + NT가 수렴되어서 이루어내는 세상)

다시: 미래의 학문의 중심이 되는 인지과학

서울대
창립
기념
심포지엄;
김광웅 교수
2006.
10. 13

미래대학 편제

© 2006 Kim Kwang Woong
designed by cho ju eun





New Brave New World !

사진/그림
생략