



Invited Talk, A Forum on Knowledge Integration,  
Sungkyunkwan University,

---

○ Cognitive Science: its Implications for  
the Convergence Movement in  
Sciences and for the Future:

- Jung-Mo Lee
- (Emeritus Professor, Sungkyunkwan U.)

- Date; Nov. 26, 2010
- Venue: BA Bld. 33527, Sungkyunkwan U.



성균관대학 지식통합포럼 학술대회 2010

## 새로운 융합 학문과 미래 - 인지과학을 중심으로 -

\* 일시: 2010년 11월 26일(금) 13:00-

• 장소: 성균관대학교 경영과학관 33527 호

이정모

Email: [jmlee@skku.edu](mailto:jmlee@skku.edu)

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

Facebook : <http://www.facebook.com/profile.php?ref=profile&id=1428142763>

Academia : <http://skku.academia.edu/JungMoLee>





- 
- 1부. 왜 학문간 융합 ?
  - 21세기 미래의 전개 특성



## <1-A>, 미래: 일반적 예측

---

- 미래 테크놀로지의 타임라인
  - 2006-2051년
  - <http://www.btplc.com/Innovation/News/timeline/index.htm>
    - 시점에 따른 기술등장 내용을
    - 마우스로 점검 가능



# 일반적 예측 종합

---

- 지식의 turnover가 급증, 지속적인 훈련이 요구될 것임
- 오늘 날의 공학기술자가 지닌 지식의 수명:
  - 5년 정도가 될 것임
- 보다 많은 사람들이 중년에 직업 경력을 바꾸기에, 2차, 3차 직업(careers)이 보편적이 될 것임;
- 대학교육이 불필요하다는 논의 제기됨
  - 2013-2017
- 대학 신입생이 배우는 지식의 반 이상이 그 학생이 4학년 때쯤이면 낡은 지식이 될 것임
  - 2020년대



## <1-B>. 융합과학기술과 인지과학

---

- 21세기에 들어서 융합 개념이 국내 대학, 학계, 과학기술계, 사회의 화두
- 학문간의 융합의 가장 두드러진 분야 = 인지과학 (cognitive Science)
  - ← 인지과학의 다학문적 태생적 특성상
  - ← 인문, 사회과학, 자연과학, 공학의 연결의 가장 좋은 본보기, 대표적 전형

미국 NSF가 제시한(2002) NBIC 융합과학기술 틀

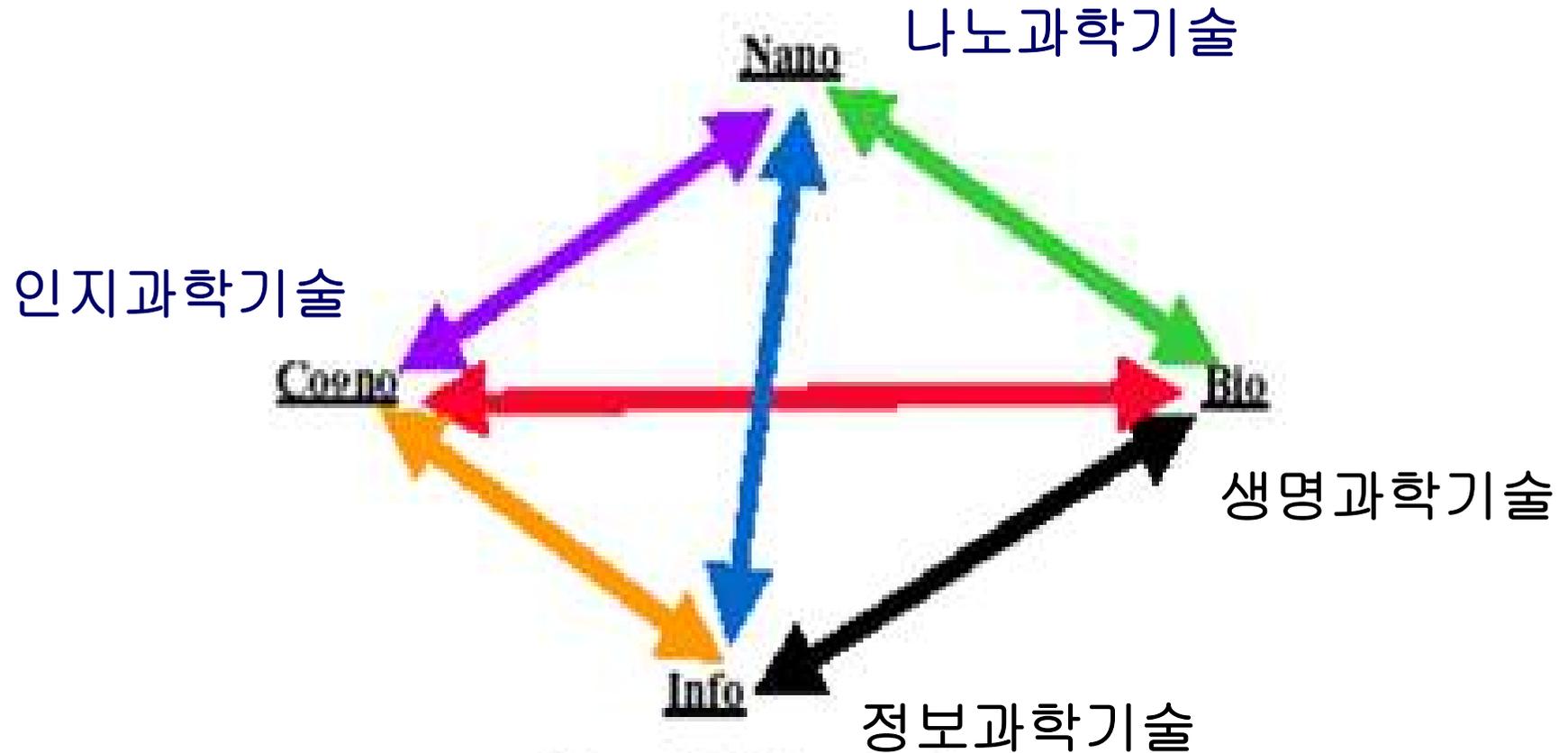


Figure 1. NBIC tetrahedron.

\*미래 과학기술의 궁극적 목표는: Improving Human Performace\*



# <1-C>. 특이점(Singularity) 도래 가능성

---

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



# The Singularity

---

- 관련 그림 생략



## Shift in the future; 미래 초점의 변화

---

- 1) 인간-기계의 경계가 허물어지는 미래
  - The Singularity (특이점) 시점의 도래 가능성
    - 예:
      - 자동차 내비게이션
      - Hwp, Word 등의 워드프로세서 프로그램
      - 핸드폰 조작
      - Matrix, AI 등의 영화에서 제시된 개념
        - -> 현실
    - 경계가 허물어지는 곳: Cognition 중심



---

○ MATRIX 관련 그림 생략

- 
- 
- 2) 신 중심에서 → 인간 중심으로, 그리고  
→ 인간을 넘어서 → 인공물로
    - → The Age of the 2<sup>nd</sup> 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



---

## ○ 관련 그림 생략

- [/t3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRyrVXVNBli9erMp57Y5uRzpP-8gjZQVuofu7zEpK5frkBHr5w46g](https://t3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRyrVXVNBli9erMp57Y5uRzpP-8gjZQVuofu7zEpK5frkBHr5w46g)
- <http://t1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSBnlvflZnjyBbGOSz3vAh3qg-U7VIBkWzOBejul13Jkh0t2153>



## → 제 2의 계몽시대 도래

---

- 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



---

- 관련 그림 생략



## <1-D>. Joel Garreau의 예측

---

- 책: ‘급진적 진화’
- 조엘 가로 저/임지원 역
- 지식의숲
- 2007
  - 책 표지 사진 생략



## ‘급진적 진화’책의 내용 중 발췌

---

- “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.”



# <1-E>. 영국 미래 전략위원회 예측 미래 사회의 10대 과제/영역

---

- 1. Mental Capital and Mental Wellbeing
- 2. Sustainable Energy Management and the Built Environment; 환경은 결국은 사람들의 태도/행동의 문제
- 3. Infectious Diseases
- 4. Intelligent Infrastructure
- 5. Tackling Obesities
- 6. Brain Science Addiction and Drugs
- 7. Cognitive Systems
- 8. Flood and Coastal Defence
- 9. Cyber Trust and Crime Prevention
- 10. Exploiting the Electromagnetic Spectrum
  - \* 붉은 색: 인지과학 관련



- 
- 관련 그림 3개 생략
    - Beautiful Mind



## <1-F>. 미국 국립공학학술원, 2008에 제시한 미래 공학의 14개 대 도전

---

- 그들이 최종 제안한 미래의 공학적 대 도전 4주제
  - 1. sustainability, (인류 생존, 존속) :
    - 태양열 활동, 지구온난화대책 등
  - 2. health - 생명의학적 연구
  - 3. reducing vulnerability,
    - 사이버공간 더 안전하게 만들기, 핵 테러 방지
  - 4. joy of living. :
    - 인간자신에 대한 지식과 기능 향상
    - 인지과학적 주제 영역



## <1-G>. 삼성경제연구소(2008. 3.)

---

- 삼성경제연구소는 2008. 3월 5일자로 CEO Information 시리즈의 새 자료
- [삼성경제연구소] [SERI.org]; CEO 인포메이션 제 644 호, 2008.03.05 [제 644호]
  - 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](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



## <1-H>. The Cognitive Age의 도래

---

- '21세기는 globalization 시대가 아니다.'
- ← 뉴욕타임즈 지 칼럼 기사
- The Cognitive Age
  - By DAVID BROOKS
    - 노벨경제학상 수상자 Paul Krugman 보다
    - 한 수 위인 뉴욕타임스 컬럼니스트
      - Published: May 2, 2008
  - - 미래 과학기술 사회의 특성을 단순히 Globalization으로 개념화하는 것은 잘못이다,
    - ← The Cognitive Age의 도래
      - <http://blog.naver.com/metapsy/40050648005>



## 세계 경제의 새로운 현실

---

- the new realities of the world economy.
- American is moving into the Cognitive Age.
  - <http://reverbconsulting.com/2008/05/02/wel-come-to-the-cognitive-age/>



## <1-1>.미래 스마트 환경의 본질

---

- '스마트' 란?
  - [인간- 인공물(환경)]의 인터랙션 본질 특성을
  - 환경/ 인공물에 효율적 내재화/ 구현하기임
- 결국 응용인지과학의 문제
- 결국은 인간 중심:
  - 미래 테크놀로지 = 인간-인공물 중심의 삶 환경
    - ← [공학 (디자인 테크놀로지 포함)]
    - + Humanities(인문학), 예술]



# Trends가 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?



# 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.*
    - ← 이정모가 주장하는 이야기가 아니라, IBM의
- ← J. C. Spohrer & D. C. Engelbart (2004).  
Converging technologies for enhancing human performance: Science and business perspectives.



# 이러한 보는 틀의 변화를 이루어 내기 위해 필요한 '개념적 재구성'

---

- 1. 인간 존재/마음/뇌/몸/[환경의 역할] 개념
- 2. 인간 - 인공물 상호작용의 본질
- 3. 미래 사회, 학문, 융합 테크놀로지
  - 그 본질
  - 학문적 이해 탐구 전략; ==>학문체계 재구성
  - 공학적 창조 방식/ 전략
- 등에 대한 개념적 재구성

## <그런데>. 인지과학은 ??

---

- 이러한 미래지향적,
- 수렴적, 융합적  
소용돌이의 중심에

인지과학 \* 응용인지과학기술이  
핵심 축으로 위치함  
{인지과학}

- 통합적인 **incubator!** 연결 고리

-소용돌이 그림 생략



---

- 2부.
- 인지과학?



## Cognitive Revolution의 의의

---

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

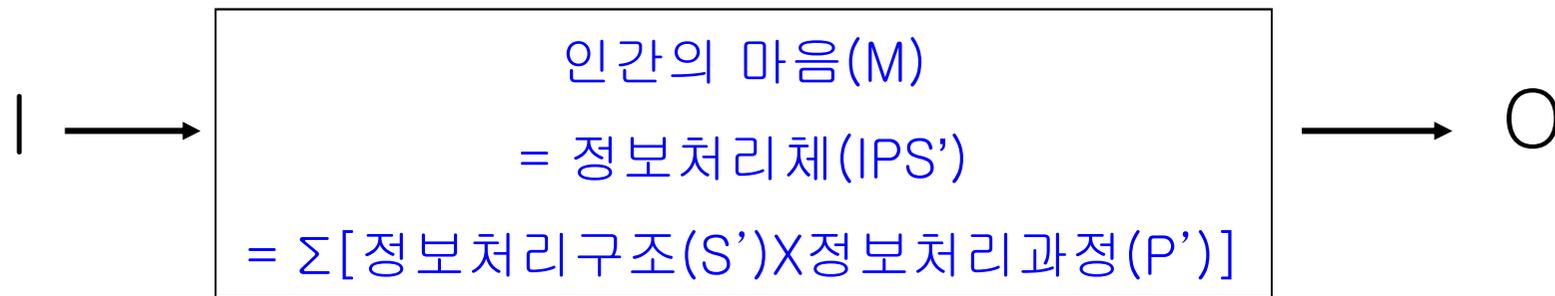
다학문적(학제적) & 수렴적 과학의  
전형을 보여줌

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

고전적

## 정보처리패러다임의 인지과학

---



인간의 마음: 정보를 해석하고 조직하며

결정하고 스스로를 점검(모니터)하는

역동적인 Information Processing System



# 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:reason)
      - + 상식적 의미의 '마음' (정서, 동기 등 포함)
      - + 뇌과정
      - + 동물 지능(마음),
      - + 기계적 지능
      - + 사회적 마음(지능) 등을
- 모두 포함한 의미임



## 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
- ==>



# 인지과학의 공헌 <1>.

---

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

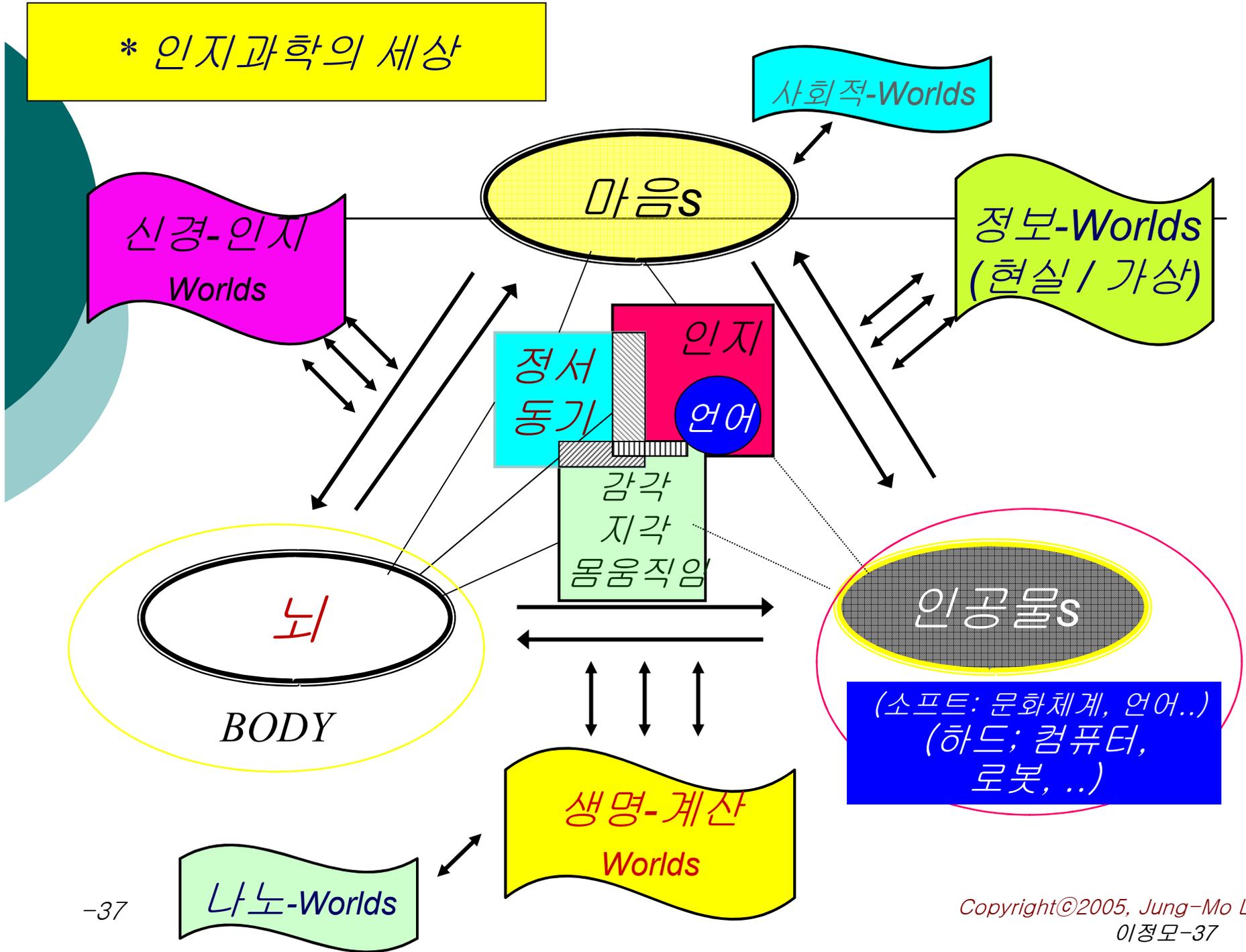


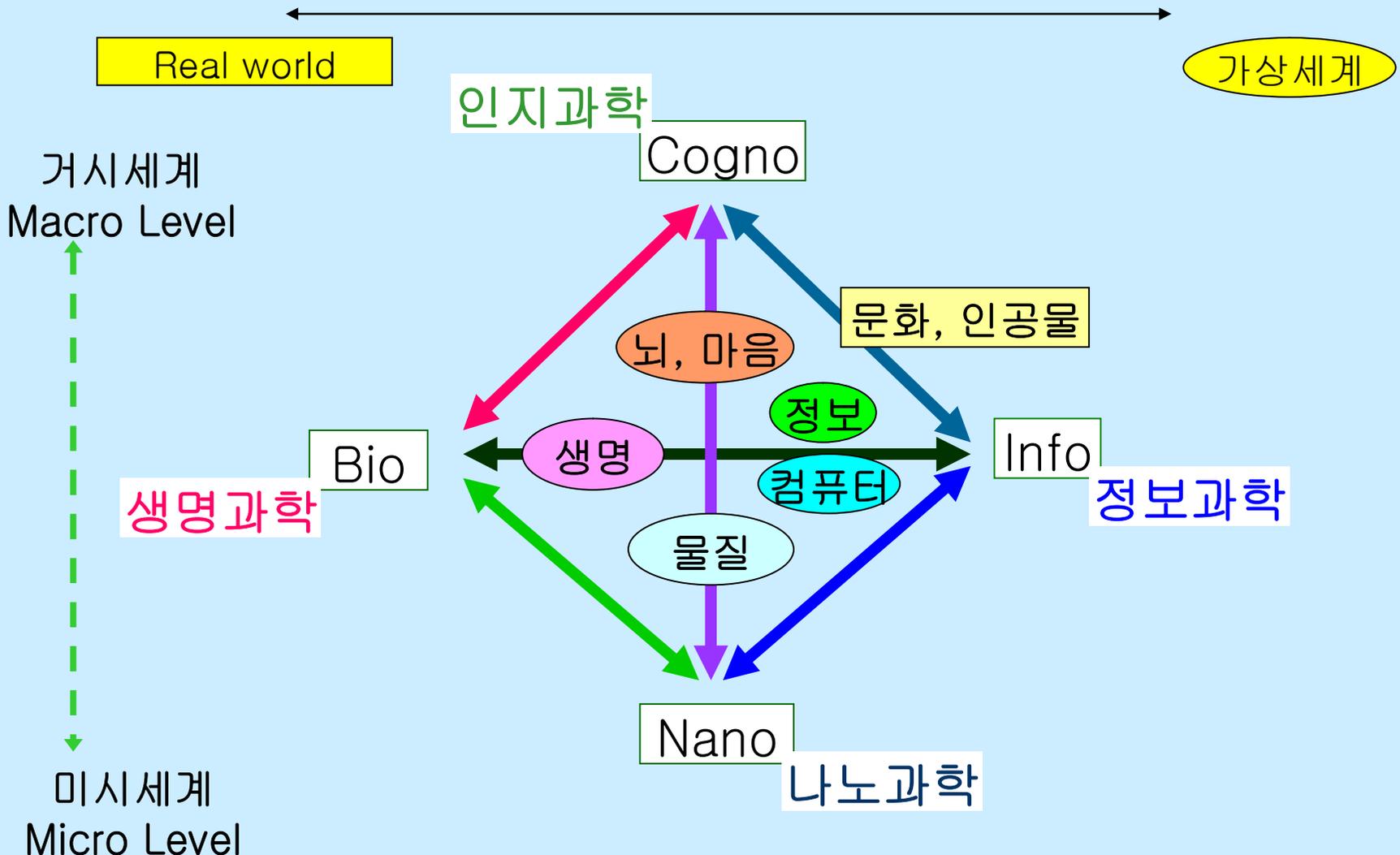
## 인지과학의 공헌 <2>.

---

- 2. ‘인간 이성은 합리적이다’ → 아니다.
  - 인간은 감정이 개입되지 않는 한 이성적 존재이다 라는 통념을
  - → 실험과 경험적 결과에 의하여 무너뜨림
    - 2002년 노벨경제학상 수상 인지심리학자
      - Daniel Kahneman 교수
  - → 실용적, 제한적 합리성
    - → 행동경제학, 인지경제학, 행동법학 탄생
    - → 여러 사회과학 분야의 개념적 재구성 촉발

\* 인지과학의 세상

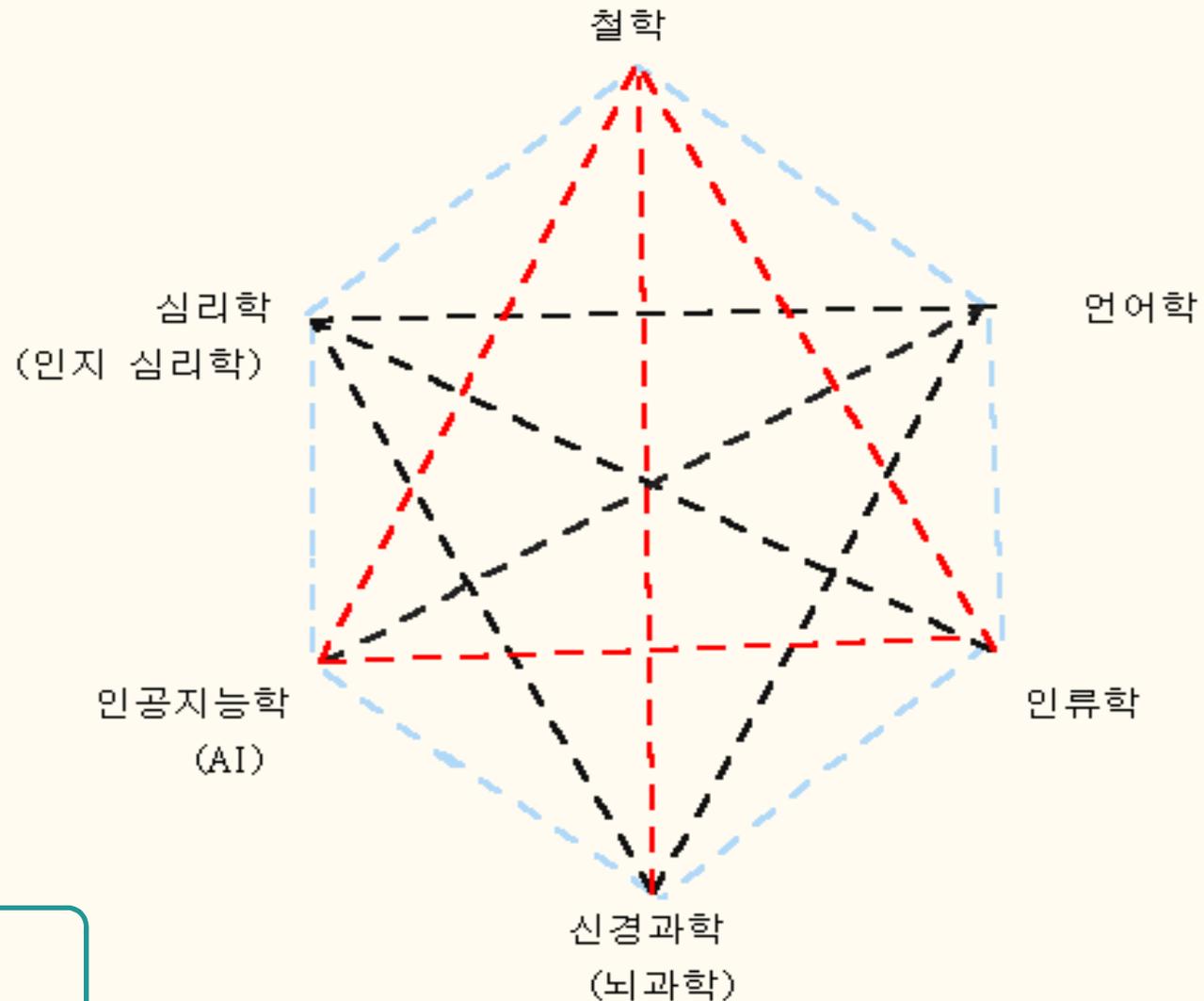




다시 그린 미래 NBIC 수렴(융합)과학기술의 틀

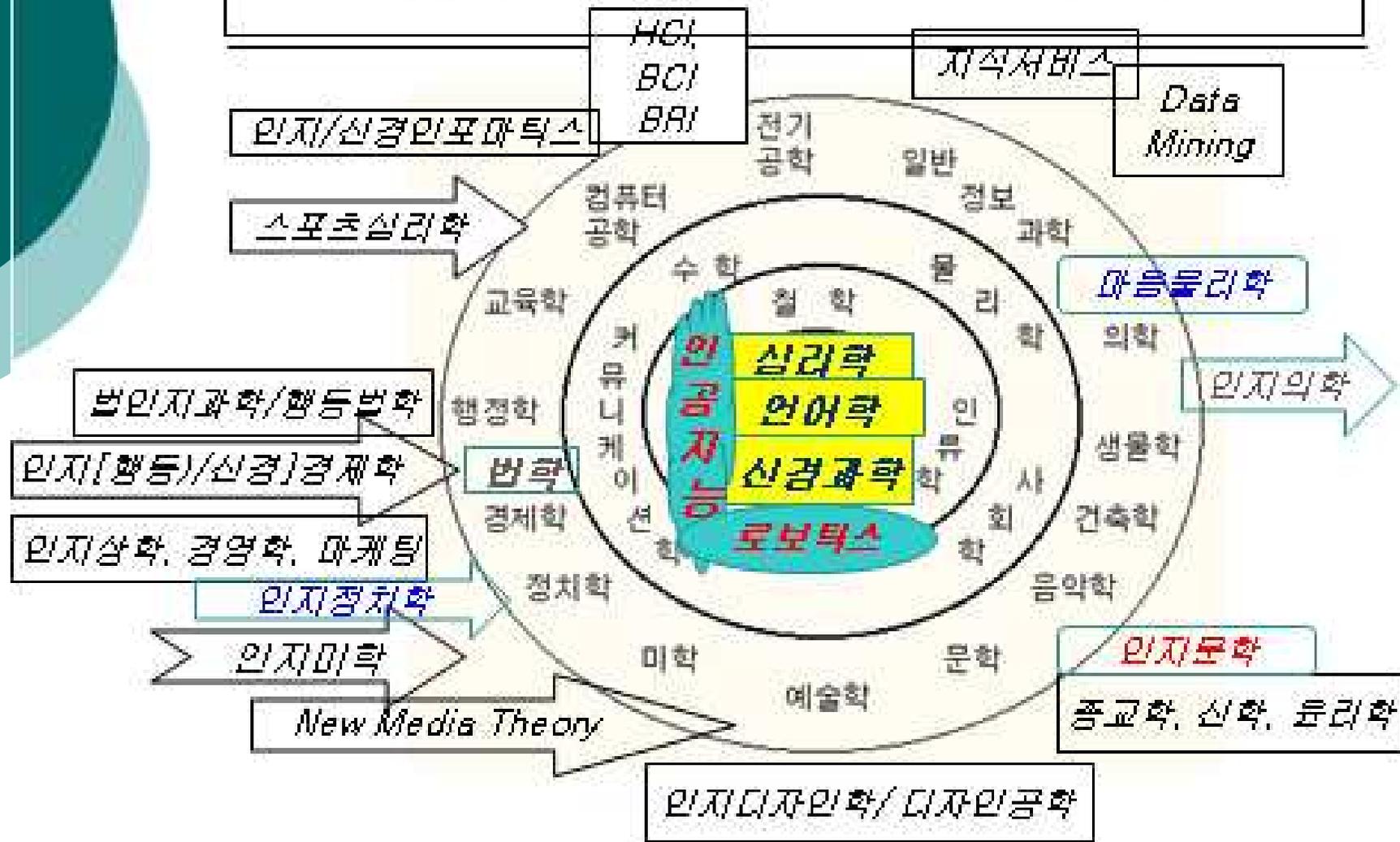
\*미래 과학기술의 목표는 인간 performance의 증진\*

# 인지과학 초기의 핵심학문 상호관계



강한 관계

# 21세기의 인지과학과 주변학문





## 인지과학의 공헌 <3>.

---

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



## 인지과학의 공헌 <4>.

---

- 4, 학제적 학문의 전형
- 융합(수렴)의 전형을 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 >

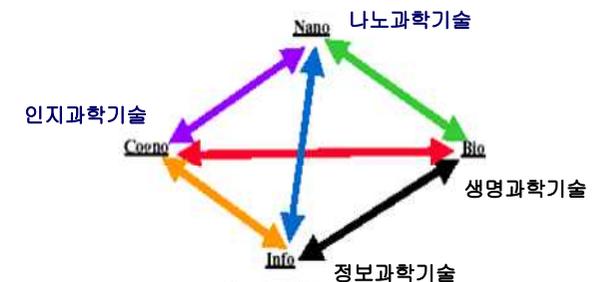


Figure 1. NBIC tetrahedron.

\*미래 과학기술의 궁극적 목표는: Improving Human Performance\*



# 인지과학의 공헌 <6>.

---

## ○ 6. 마음 개념의 확장 시도

- 현재 진행 중 이론작업
  - Extended Mind (연장/확장된 마음)
  - ‘뇌를 넘어선’ 마음 → 체화된 인지
  - Embodied Cognition
- 뇌-몸-환경: 통합적 단위
  - 철학의 하이데거, 멜로폰티의 관점의 부활
  - 인간 '존재' 개념의 재구성
- → 인문, 사회과학, 공학, 문화 일반에 중요한 시사와 영향을 줄 것임
  - <== 반론도 있음



# 다시 !: 21세기의 인지과학 내에서의 마음 개념의 확장

---

- Mind의 개념이 확장되어(체화된 인지)
  - 인간 + 인공물
  - 인간 지능 + 인공지능
  - 인간 + 인공물 + 기타환경
  - 마음 = [뇌-몸-인공물-기타 환경] 상에서 acts 로
- 개념화되고 있음
  - 인간(마음) ← 몸 → 인공물(지능)의 개념의 재구성이 이루어지고 있음
  - ←Embodied Cognition; 인과적 설명 위주
  - ←Narrative Approach: 목적적/이유 설명 위주



# 체화된 인지 관점에서의 마음이란?

---

Mind(마음) :

구체적인 몸을 가지고 환경에 적응하는 유기체가 환경상황과의 순간 순간적 상호 작용 행위 활동상에서 비로소 존재하게 되는, 즉 문화, 역사, 사회의 맥락에 의해 구성되고 결정되는 행위적 실체

상식적 감성/이성이 분리되지 않음



# 내러티브: 몸에 바탕을 둔 마음이 하는 일은?

---

## ○ 인지와 내러티브

- 마음 작동의 기본 원리-
- = 이야기 구성과 이해의 원리

=> 인지과학과 인문학의 연결

by 체화된 인지 틀과

내러티브적 접근의 수렴에 의하여



# 인문학과 인간학- 인지과학 연결

---

- 인문학과 인간 본성에 대한 과학적 연구가 수렴 융합되는 것을 보게 될 것이다.
  - “ We may be seeing a coming together of the humanities + and the science of human nature.”
    - 하바드대 심리학과 스티븐 핑커 교수(Edge)
- 이러한 연결:
  - 인지과학과 문학/인문학, 예술의 수렴적 연결에 의해 가능하여짐.



# 인간-인공물: 인터랙션과 내러티브

---

- . 인공물과 인간 상호작용: = 내러티브
  - 소프트 (개념적) 인공물과 인간
    - 언어, 경제/ 정치/ 교육/ 행정 제도/관행/ 틀
      - ← 내러티브적 구성 => 한국적 상황 예
  - 하드 인공물과 인간
    - 핸드폰, 내비게이션, 스마트기기/ 각종 도구
      - ← 그 특성, 사용성 등이 내러티브적 행위 구조



---

## 문화 일반과 내러티브

- Narrative는
  - A Key Concept for 인지와 문화의 연결
  - Ana Margarida Abrantes
- 내러티브는
- a possible interface between
  - the cognitive science and
  - the study of culture.



# 21세기 초 현 시점의 인지과학

---

- 1. 뇌의 중요성 인정
- 2. 정보처리적 시스템 관점 유지
- 3. **but**, 인간의 마음/인지의 본질 재구성
  - **A. 신경과학 접근의 설명적 제한성 인정**
  - B. 몸, 환경, 환경과의 행위적 활동의 중요성 거론/도입
    - <== 현상학적 관점
    - 연장/확장된 마음 (인지)
    - <== 반론이 있으나
  - C. 내러티브적 접근 →



- 
- 3. 인문학적 접근의 도입 필요성 인정
    - ==> 내러티브적 접근 / 문학과 연결
  - 4. 자연과학 및 사회과학, 공학과의 수렴
    - 인간의 마음과 그의 작용은
    - 복잡계 현상으로 이해하여야
      - 인간 마음, 의식에 대한 이론물리학적, [동역학 체계적] 접근
      - 미래의 이론 물리학의 중심 연구 주제의 하나
        - 'Physics of mind' 개념 떠오름

# 인지과학과 융합

---

○ 인지과학과 융합



○ \*\* 원래 자료집에 없는 슬라이드 몇 개 추가함



목표

---

*NBIC 목표 &  
social fabrics 의 재구성  
그림 생략*



## 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 ← 영국의 Mental Capital 개념



---

학문간 연결, 수렴의 필연성 제시

그림 생략

(NBIC 보고서의 그림 11.7)



# 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



# 미래 Emerging technologies 에는 어떤 분야가 들어가나?

---

- (Wikipedia 자료)
- information technology,
- nanotechnology,
- biotechnology,
- cognitive science,
- robotics, and
- artificial intelligence.
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Emerging\\_technologies](http://en.wikipedia.org/wiki/Emerging_technologies)
  - Converging technologies are a related topic, signifying areas where different disciplines are converging and to an extent merging or developing broad links, towards a common direction.



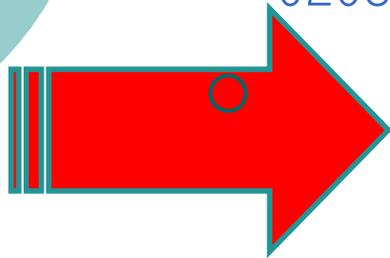
- 
- 미래 테크놀로지에서
  - 미래 기술의 중력의 핵심으로
  - 떠오르는 테크놀로지 분야들
    - 인지과학 기술 포함
    - 그림 링크
      - [http://www.emeraldinsight.com/content\\_images/fig/2730080203001.png](http://www.emeraldinsight.com/content_images/fig/2730080203001.png)
    - \* 미래 테크놀로지에 관심있는 분들은 이 그림을 꼭 보세요.



# 미래 emerging Technologies

---

- [http://www.emeraldinsight.com/content\\_images/fig/2730080203001.png](http://www.emeraldinsight.com/content_images/fig/2730080203001.png)



의 그림 생략



# Ambient Intelligence

---

- 사람의 존재에 민감한, 그에 반응하는 전자 환경 관련 지능공학
  - 미래 소비자 electronics, TC, computing
- 환경에 통합되어 숨겨져 심어져 있는 전자 기기 devices들이 사람의 일상생활 활동, 일, 반복되는 일상 활동을 잘 수행하게 지원함
  - Internet of Things
  - user interface



---

○ pervasive computing, ubiquitous computing, profiling practices, and human-centric computer interaction

- embedded:
- context aware:
- personalized:
- adaptive:
- anticipatory:
  - 사용자의 욕구를



## 주요 학문간 상호 인용 회수 기반 연결 넷 (736 쪽)

---

### ○ 그림 생략

#### ○ Is science becoming more interdisciplinary?; Measuring and mapping six research fields over time

○ ALAN L. PORTER, & ISMAEL RAFOLS

○ Scientometrics

○ DOI: 10.1007/s11192-008-2197-2

○ [http://www.idr.gatech.edu/doc/Porter\\_Rafols2009\\_Online.pdf](http://www.idr.gatech.edu/doc/Porter_Rafols2009_Online.pdf)

- 18쪽
- Figure 6. Base map of science
- 19쪽
- Figure 7. Biotech-1975 citation pattern (overlaid on the map of science)



## Figure 7. Biotech-1975 citation pattern (overlaid on the map of science)(738쪽)

---

- 그림 생략 (앞 슬라이드의 링크 참조)

# 7대 Hub (주요) 과학

## ○ Mapping the backbone of science

- KEVIN W. BOYACK,<sup>a</sup> RICHARD KLAVANS,<sup>b</sup> KATY BÖRNER<sup>c</sup>
- *Scientometrics*,
  - Vol. 64, No. 3 (2005) 351374

## ○ 365쪽

- Figure 4. Map of science generated using the IC-Jaccard similarity measure. The map is comprised of 7,121 journals from year 2000. Large font size labels identify major areas of science. Small labels denote the disciplinary topics of nearby large clusters of journals

## ○ 7대 Hub Sciences에 '심리학' 들어감

- 그런데 이는 인지과학 포함한 개념

*cognitive Sci*  
=> *Psycholgy*

*Dr. Jim Spohrer  
Director, Almaden  
Services Research*

## IBM 리더들의 관점:

---

○ 사진 생략

*Dr. Doug Engelbart ,  
Inventor of the Mouse*



## *IBM 리더들의 관점: 세상의 구성: 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



## <2-E>. 미국 국립연구소의 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)



# 미국 Sandia 국립연구소

---

- 과거의 미국 국립 핵, 안보 연구소
- → *Labs experience in computing, nanotech, modeling, simulation and surety critical in emerging cognitive revolution*
- 이런 연구를 하던 연구소가 2007. 8월에 정책을 바꾸어
- NEWS RELEASES/ August 8, 2007
- **Cognitive Science and Technology Program becomes Sandia initiative**
  - → 이 연구소의 중심 initiative 연구프로젝트의 하나가 됨
  - Sandia National Laboratories has entered full throttle through (전력투구) its Cognitive Science and Technology Program (CS&T).

Sandia 국립연구소  
전경 사진  
생략



## 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 연구소 의 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.”



## 예: 미국 PNNL 국립 Lab

---

\*그림 생략

연구 주제 →

Rich Interaction Environments:  
Cognitive Informatics



## <2-E-2>. 그런데 유럽은?

---

### ○ 기타:

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



## E-2. 유럽공동체

---

- 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.

- 그림 생략



## \*정보사회기술(IST); Cognition

---

- These systems should learn and develop through individual or social interaction with their environment.
- 영역:
  - natural language understanding,
  - image recognition,
  - automated reasoning
  - decision support,
  - Robotics and automation,
  - sensing and process control,
  - complex real-world systems.
- ← 통찰
  - from the bio-sciences,
  - perception, understanding, interaction, learning and knowledge representation.



## \*유럽의 ‘인지시스템’ 프로젝트

---

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



## \*유럽 공동체의 연구 프로젝트

---

### ○ ECAgents: Embodied and Communicating Agents

○ <http://ecagents.istc.cnr.it/>

- The Vision
- The project aimed to develop concepts, tools, and models for analysing collections of
- both natural and artificial agents,
- and algorithms,
- definitions of dynamical systems,
- and performance analysis tools for designing artefacts that consist of evolving populations of interacting and communicating embodied agents.



## \*이 연구의 협력 기관들

---

- The project is coordinated by Stefano Nolfi (Institute for Cognitive Sciences and Technologies, Italian National Research Council)
- 1. National Research Council, Institute of Cognitive Sciences and Technologies (CNR-ISTC), **Italy**, Stefano Nolfi and Domenico Parisi.
- 2. Sony Computer Science Laboratory (SONY-CSL), **France**, Luc Steels
- 3. The Swiss Federal Institute of Technology Lausanne (EPFL-LIS), **Switzerland**, Dario Floreano
- 4. Université Libre de Bruxelles (ULB), **Belgium**, Jean-Louis Deneubourg and Marco Dorigo
- 5. Institute for Advanced Studies, Collegium Budapest (COLBUD), **Hungary**, Eörs Szathmáry
- 6. Future Applications Lab, University of Goteborg (VIKTORIA), **Sweden**, Lars Erik Holmquist
- 7. Humboldt Universitat (UBER-ITB), **Germany**, Peter Hammerstein
- 8. Physics Department, "La Sapienza" (PHYS-SAPIENZA), **Italy**, Vittorio Loreto
- 9. University Pompeu Fabra (UPF), **Spain**, Ricard V. Solé
- 10. University of Tokyo (U-Tokyo), **Japan**, Takashi Ikegami



## <2-F>. 4 Key Principles of NBIC

---

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



# 1. Material unity at the nano-scale

---

- 모든 과학에 기본이 되는 물질의 조합 단위들은 나노 수준에서 비롯
- 유기체, 무기체 구조의 공통적인 원리 파악
- 새 물질, 새 생명공학제품, 기계 생산
- 뉴런, 컴퓨터, 인간신진대사-교통시스템과 같은 복합체계 이해, 제어 가능하게 함



## 2. NBIC transforming tools

---

- Nano, Bio, Info, Cognitive-based 기술
- 이전에는 연결이 안되었던 분야 사이의 *interfaces*에서 혁신적 진보가 이루어짐
  - 과학기구, 분석도구, 새로운 물질시스템 창조
  - 통합적 노력, enterprise
  - ex): fMRI 와 Nano기술 연결된 non-invasive brain-monitoring devices



## 3. Hierarchical systems

---

- NBIC 영역의 연구와 함께
  - 시스템 접근,
  - 수학,
  - computation
  - 등의 연구 분야와 연결됨으로 인하여
- 처음으로 자연계와 인지를 함께  
복잡계(complex systems)의 연속선에서  
위계체계 (hierarchical systems)  
차원에서 이해하게 됨



---

-> 이러한 이해의 적용 바탕에서

통합적, 융합적, 수렴적

과학기술 및

Nature(자연)의 이해가 가능하게 됨

-> 과학기술 발전에

maximum synergy 효과

## 4. Improvement of human performance

---

- 지금 이 인류 기술/공학 역사에서  
unique moment 이다.  
이 시점에서 인간의 performance 향상의  
전환점이 시작된 것이다.
  - 인간의 신체, 뇌, 인지, 감정에 대한  
더 깊은 이해와,  
인간-기계 직접적 상호작용 도구의  
발전으로 인하여
  - 인간의 심적(인지적), 신체적, 사회적 능력을 향상시킬 수 있는  
다 영역 기술의 종합적, 통합적, 융합적 수렴 시점에 도달  
했다. => 개인 및 집단 performance 향상

# 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
  - ← 그러나, 한국은! 아님 상태
- 르네상스적 접근,
  - - 수렴적, 융합적 과학기술관, 자연관;
  - 자연과 인간, 문화의 일체성, 동일 원리임을 인식하여, 이에 맞게 과학기술 틀, 추진전략을 변화시켜야 함



- 
- 이전의 과학기술의 개념이나 추진 체계와는 달리,
  - 과학기술 개발, 발전, 과학기술중심사회 구축에  
사회적, 인간적 요인, (특히 환경적, 생태적  
요인 관련 윤리적, 가치 문제 등)이

과학기술발전 기획, 연구, 교육, 개발에 초기단계부터  
중요 요인으로 수렴적으로 고려되어야 한다는 중요성을  
인정한 통합적, 융합적 체제임



# Hallmark of Renaissance

---

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



---

○ Now is the time for

the 2nd Renaissance !!

for : sciences, technologies, and  
humanity.



---

- cognitive revolution

- 그림 생략

- <http://t0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRvhwmzL3lfw8MVy0gRssR9akUhZ4NbtDXalfECj8A6pj8CC0tJ>



# 미래사회의 교육과 일

---

- -distance work, distance trade, distance learning, even distance life
  - -unemployment in cities (shrinking cities..)
  - -flow of population back to the countryside and development of self production
- The old education system
    - has been devoted to train employees.
  - The new one :
    - have to built autonomous human beings, able to survive and organize their lifes
    - under difficult situations.



# 21세기 조망

---

○ <http://2100.vaour.net/cmsms/index.php?page=extensions> 프랑스연구성

- 예측:
  - systemic disruption taking place in the 21세기의 첫 4반세기에
- 이 큰 변혁은
  - 문명의 huge disruption is a shift
- 무엇으로 부터
  - the industrial age, based on materials and energy,
- 어디로? :
  - the cognitive civilization, driven by information technologies and facing a dramatic ecological disequilibrium.



# 미래사회는?

—유네스코 보고서—

---

- *The society of the 21st century will be a cognitive society;*
  - *the capital will turn to be a capital of advanced knowledge and competencies to solve problems and create new situations.*
    - — UNESCO, 1998.



# UNESCO, 1999

---

- <http://www.unesco.org/science/wcs/eng/overview.htm>

- FORUM II : PROGRAMME THEMATIC MEETINGS

- [II.3 Setting Priorities in a New Socio-Economic Context](#)

-



# 21세기의 priorities: UNESCO

---

- [http://www.unesco.org/science/wcs/abstracts/II\\_3\\_priorities.htm](http://www.unesco.org/science/wcs/abstracts/II_3_priorities.htm)

- II.3 Setting Priorities in a New Socio-Economic Context

- Feasibility of science prospective: what priorities ?

- Thierry Gaudin

- *Prospective 2100, France*

- 주제 강연 초록 ==>



X

---

- ...the paradigm shifts during the 20th century, such as relativity, genetics or fractals appear as unpredictable. How can we assume any prediction about those of 21st century? Anyhow, if we follow the general statement that a ...

# O

---

- global change is occurring in our civilization,
- namely a secular shift from the industrial society to the cognitive society, we can assume that mechanics, physics and chemistry, key disciplines of the industrial world, might be replaced in their central position by cognitive sciences and life sciences.



- 
- One should also observe that the cognitive paradigm is putting forward metrology as the starting point of the *cognitive social process*,
  - and leads to a post scientist representation of knowledge, in which the diversity of recognition and exchange, by several different subjects,
  - requires more attention than the so called "objectivity" which refers to a unique process of acquisition and validation of knowledge.



???

!!!

---

○ ??? !!!

○ 그런데... 한국은?



# 한국 대학의 행정가들, 교육과학기술부 관리들, 재벌기업의 CEO들의 생각은?

---

## ○ 그림 생략

립 밴 윙클적 낡은 사고에 머물러있으니 ...  
... 학생들이 ([그들의 미래가]) 불쌍하다 .....

- 3부.

- Whither ?

- 어디로



??

---

- 도대체 지금 무엇이 일어나고 있는가?
- 우리는
- 인간, 마음, 뇌, 인공물, 환경에 대하여 무엇을 하여야 하는가?



# 일어난 현상: 패러다임의 변혁

---

- 지금, 아니, 이미
- 서구에서는
- 포스트모더니즘 패러다임보다
  - - 더 큰
  - - 더 과학에 바탕한
  - - 더 far reaching 영향의
- 인지주의 패러다임의 변혁이 일어나서
  - 사람의 삶, 학문체계, 테크놀로지, 문화가 달라지고 있다.
    - <== 유네스코 보고서





# 이러한 개념적 틀의 재구성이 가져올 변화 가능성 →

---

- 인간 관련 학문 틀의 재구성
- 인간 존재/person의 개념 재구성
- 마음, 인공물, 환경 개념의 재구성
- 테크놀로지 개념/ 응용적 구현 틀의 재구성
  - 인공물/ 인간-인공물 관계/상호작용의 본질에 대한 새로운 이해
    - => 스마트 테크놀로지에의 시사 큼



# 인지과학+ 융합 => 파급 영향 1

---

- 인접학문에의 영향을 본다면, 먼저 **인문학** 분야에서, 이러한 개념적 틀을 제공한 학문인 **철학**이 존재론과 인식론의 전개에서 데카르트적 틀의 대안적 틀에 대하여 보다 수용적이고 많은 정교화 작업을 하며 심리학과 인지과학의 체화된 마음 접근의 이론적 기초를 계속 가다듬어 주어야 한다고 볼 수 있다. + 과학사 연구의 연결 필요
- **언어학**에서는 인간 언어의 바탕이 몸의 감각 운동적 활동에 있다는 것을 고려하여 기존의 형식적 접근 중심을 수정하고 **인지언어학**의 비중이 더 커져야 하리라 본다.



## 파급 영향 2

---

- **사회과학**에서는 교육학, 사회복지학, 경제학, 법학, 정치학, 매스커뮤니케이션학, 인류학 등에서 이러한 체화된 마음/내러티브적 마음 측면이 고려된 인간행동-사회 현상의 이해 및 이론들의 재구성성이 있어야 하며.
- 행동치료, 언어치료 등의 개인적 또는 사회적 집단의 인지나 행동의 변화를 목표로 하는 실제 응용장면에서 효율적 실용적 접근 틀이 재구성되어야 한다. **스포츠 교육** 분야나 **광고-마케팅** 관련 분야도 같음.



## 파급 영향 3

---

- 예술 분야에서는 인간의 예술적 퍼포먼스와 관련하여 기존의 실제 예술적 퍼포먼스의 수행과 그에 대한 교육에서는 이미 이러한 체화적/내러티브적 마음의 입장이 도입되어 실시되어 왔다고 볼 수 있는데,
  - 반면 예술이론 구성 작업 측면에서는 실제 예술적 퍼포먼스와 다소 거리가 있는 이론이 전개되어 왔다고도 할 수 있다.
- 이러한 부족함이 이 세 틀의 도입으로 보완되어야 하리라 본다. 체화된 마음의 내러티브적 측면을 고려한다면 문학이론, 퍼포먼스 분야도 재구성되어야



## 파급 영향 4

---

- 공학 분야에서는 인공지능, 로보틱스 분야가 직접적으로 가장 크게 영향을 받을 것으로 생각되며, 학문적, 실용적 연구 틀이 상당히 변화되어야 하리라 본다.
  - (사실 체화적 접근이 부각되게 된 직접적 영향의 하나는 MIT의 로보틱스 연구자들이 이 관점의 중요성을 깨달았던 데에 힘입은 바 크다.)



- 
- 또한 핸드폰, 내비게이션 등의 현재 수없이 쏟아져 나오는 디지털 도구 등의
    - 스마트 기술, 디자인 산업은 도구와 인간의 상호 작용/ 사용성을 전제로 하는데
  - 그 사용성/ 상호작용의 핵심이
    - 몸을 사용한 감각-운동 중심의, 그리고 이야기적 인간의 심적 활동에 있다면
  - 기존의 디지털 기계/도구 및 환경 디자인 (공학)의 틀이 대폭 수정/보완되어야 한다.



## 파급 영향 5

---

- 또한 **자연과학 분야**에서는 뇌연구 결과의 의의에 대하여 과장된 맹신을 일반인에게 부추키어 온 **뇌 지상주의적 오해**가 수정되어야 한다. 뇌연구의 제한점이 인식되어야 한다.
- 뇌 연구가 앞으로도 인간 삶에서 계속 중요하기는 하지만, 우리는 그 과학적 설명의 한계를 인정하고 **뇌 지상주의를 넘어서야 한다.**
  - ['마음은 곧 뇌이다'가 아니다]라는 문제에 대하여 과학철학적, 심리철학적 논의가 오랫동안 지속되어온 이론적 바탕을 이해해야 한다.
- => 물리학의 복잡계 이론 등 연결



## 파급 영향: 종합

---

- 이러한 여러 측면을 고려해 본다면,
  - 인지과학의
    - ‘체화된 마음’/ 내러티브적 마음/ 인공물과의 상호작용 접근’은
  - 인문학, 사회과학, 예술, 공학, 자연과학을 연결하는
- 융합학문적인 중심 주제라고 할 수 있다.
  - 인문학이나 사회과학, 공학 학자들이 다른 곳에서 융합적 주제를 찾아
    - 연목구어하지 않아도 될 것 같다.

## 한국적 상황:

대학, 교과부가 융합을 부르짖으면서  
실제로 하고 있는/ 교수, 학생들에게 시키는  
활동의 실체는 ? ==> 연목 구어!

---

○ ???

○ 그림 생략



- 
- 그렇지만,
  - - 깨어있는, 생각하는 지식학도가 해야 할 일은
  - 이를 넘어서서 생각하기



# 학문간 융합이 이루어지는 인지과학-관련-영역들

---

- [응용]
- 1. 인공지능
- 2. 일상생활 환경 일반
- 3. 인간공학, 감성공학
- 4. 인지공학
- 5. 인간-컴퓨터(인공물) 상호작용
- 6. 인지로보틱스
- 7. 학습과 교육(인지/신경 학습과학)
- 8. 뇌손상자, 정신박약자, 노년의 인지 재활  
또는 개선

- 
- 
- [기초]
  - 9. 심리철학, 존재론
  - 10. 도덕과 윤리
    - 진화심리학 + 인지과학에 바탕한 재구성
  - 11. 제도와 경제
    - 행동경제학, 인지경제학,
    - 정치학/행정학 및 그 실제에의 인지과학적 접근
  - 12. 법-인지과학
  - 13. 사회학, 인류학 - 인지과학
  - 14. 진화심리학

- 
- 
- 15. 과학의 인지과학
  - 16. 인지-문학
  - 17. 인지-미학, 인지-음악학, 인지-예술이론
    - 인지퍼포먼스 이론
  - 18. 인지-종교학, 인지-신학, 신경신학
  - 19. 기타 분야
    - 경영학, 마케팅, 소비자 광고, 스포츠학 등에의 인지과학 응용



# 미래 과학기술 사회에서의 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 융합과학, 테크놀로지의 목표
  - [Human performance/ 인지기능] 향상
  - Joy of Mind
    - Engineering of/ for the *mind*



---

○ <5>. 녹색환경산업 등에서 해야 할 일

- 환경 보호, 수소 자동차 등의 전통적 생태공학 적 접들도 필요하지만

○ 문제는 사람이다 !! 사람들의 생각/행동 패턴이다

- 생태환경 파괴의
- 인지/행위 요인 규명, 조절
  - <= 인지테크놀로지 + 녹색산업:
    - 중진국이 아니 선진국 형태



- 
- 이 모두에서 **인지과학**이
  - 인문학, 사회과학, 미래 테크놀로지 등의 연결 고리 역할
    - 융합과학기술 틀에서
    - 인문-사회-이공계 분야를 연결하는
    - 핵심 고리
  
    - 종래의 문리과 대학을 대체하는 학부 ?

# 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





# 미래 학문에서의 인지과학의 역할

---

- 과거에 자연과학과 공학에서
- 수학(mathematics)이 담당하던 역할
  - 자연과학, 공학 학문의 기초
  - 여러 학문, 기술에 스며들어감
- 의 역할을
- 미래의 학문간 융합에서
- 인지과학이 하게 됨
  - 인문학, 사회과학, 공학, 자연과학, 예술을 연결하는 마당

# 미

---

- 그림 생략
- 다음 슬라이드의 링크 참조

Science foresight :  
The tree of  
Knowledge





# Science foresight : The tree of Knowledge

---

- <http://2100.vaour.net/cmsms/index.php?page=science>
- **What is Prospective 2100 ?**
  - "Prospective 2100" is an NGO created in 1995 aimed at promoting foresight in decision making. A huge study, foresight of 21st century, published in 1990 under the sponsoring of the french ministry for research, anticipated a systemic disruption taking place in the first quarter of 21st century.
  - This huge disruption is a shift in civilization, from the industrial age, based on materials and energy, to the cognitive civilization,
  - driven by information technologies and facing a dramatic ecological disequilibrium. In this context, foresight appeared as a vital necessity, aiming at the adaptation of the way of thinking to the new context.



- 
- 미래
  - Knowledge/ Information Society의
  - 기반학문
  - ==> 인지과학 (Cognitive Science)



# TREE OF KNOWELDGE

---

- 그림 생략



- 
- <http://psychweb.cisat.jmu.edu/ToKSystem/My%20ToK%20Papers/The%20ToK%20and%20Unification%20of%20Psych.pdf>
  - The Tree of Knowledge System and the Theoretical Unification of Psychology
    - Gregg Henriques
      - University of Pennsylvania
      - Review of General Psychology, 2003, Vol. 7, No. 2, 150–182



## 한국적 학문간 융합 추진의 과제

---

- 미래에 새로 창발될 새로운 영역, 새로운 학문 분야의 창출
- 기존 영역 간의 새로운 창의적 연결
  - 을 생각하여 내고
  - 또 그것에 쉽게 부응할 수 있는 젊은이들이 육성되도록
- 대학의 학문체제, 교육체제, 국가과학기술 추진 체제가
  - 새롭게 정립되어야 한다.



다시 !

## 그래서 우리는 어디로 가는가 (Whither) ?

---

- 미래의
  - 뇌 탐구를 포함한 자연과학, 공학 (technologies)
  - 사회과학
  - 인문학
  - 예술학 이
- 어디로 가야 하나? whither?
  - → 인간 Mind의 재 발견
  - 인문학/예술과 + (사회과학) + 과학/공학의 수렴 (융합)으로 가야



○

다시 !!!



# 인지과학이란?

---

- 사람에게 대한 (of the)
  - 마음/행동이 짓는 모든 것
    - (인문, 사회, 생명과학, 공학/테크놀로지 = 문화)
  - 몸/뇌 관련 모든 것
- 사람을 위한 (for the)
  - 인지과학 + 공학의 연결 : 인지 테크놀로지
    - => 문명 (문물)
- 사람에게 의한 (by the)
  - 지적 탐구: 학문 (지적 문화)      학문인데...



- 
- 자연스레
  - 인간 삶을 초점/중심으로
  - 
  - 과학/기술+ 인문학(사회과학/ 예술)의  
필연적 접점(연결점)을 탐구하여가는

==> 지적 탐구의 수렴/ 융합



- 
- 미래는
  - A New Brave New World !



- 
- 지적 탐구의
  - 학문 체계 [실학]적 재구성의
    - 핵심적
    - 수렴적/ 융합적 지적 작업이다.
  
  - ==> 대학이 변해야 !!!



# for the New Brave New World

---

- 그림 생략



---

그런데 ...,  
당신 & 나는

지금  
어디에 있는가,

어떤 생각들 속에서

무엇을 하고 있는가?

어디로  
향하고 있는가 ?