

“학문간 융합론1: 인지과학을 중심으로”

- 이정보 (성균관대 : 심리학, 인지과학)

jmlee@skku.edu

2009. 12. 11.

Version 2.1

1. 과학 기술의 발전사와 학문간 수렴 개념의 떠오름

과학의 형성 이전에 2개의 전통이 있다고 볼 수 있음

-1. 기술 전통

-2. 체계적 개념적 지식의 전통

이 두 전통의 수렴 => 과학의 떠오름

이후의 과학기술 발전사: 분화 -> 수렴, 융합

1. 초기 형태: 철학이라는 우산 하에 미분화된 여러 영역이 존재

2. E. Kant 이래 -> 20세기까지의 형태: 여러 분야의 분화와 전문화

철학 -> 물리, 화학, 생물 -> 생화학, 컴퓨터과학, ...

3. 20세기 후반 이래: 학제적 수렴, 융합 추세

분화적 전문화 시기의 과학의 특성

ㄱ. 관점: 단원적 관점(modular)

- 과학의 하위 영역들이 고유한 원리를 지니고 있다고 봄,

- 각 영역들이 독립적으로 연구, 교육, 개발 가능하다고 봄

ㄴ. 추진 전략: Divide & Conquer

20세기 후반 이래의 변화 추세: 새로운 수렴적, 학제적 경향

<- 디지털 컴퓨터, 디지털 세계 떠오름

<- 마이크로 수준의 물질세계 연구 부각

<- 유전자 연구, 생명과학의 발전

<- 복잡계 시스템 이론 발전

<- 인지과학의 출현 및 발전 => 인지신경과학의 발전

* 인지과학의 의의 = 과거의 물리학 중심의 미시적, bottom-up적 과학관, 세계관을

거시적 세계관을 도입함으로써 양방향적 결정론 세계관으로 대체시킴

-(좌뇌/우뇌 split brain연구로 노벨 의학/생리학상 수상한 R. Sperry교수의 말)

Interdisciplinary, Convergent enterprise의 전형을 보여줌

<-이후, 로보틱스 발전, 신경과학의 새 발견, 인지과학 패러다임의 수정 시도 등

Brockman (2002) 등이 예측한 차후 미래 특성

- 과학기술의 탐구와 응용의 급격한 발전, 분야 간의 연결, 수렴적, 융합적 추세
- > 과학기술 틀의 개념적 재구성 필요

21세기 초 현재의 시점에서 ‘융합’ 개념의 떠오름

“... 그 틀을 넘다들지 않으면 진리를 밝힐 수 없다는, 적어도 좀 더 유용한 실재에 다가갈 수 없다는 인식이 팽배해지기 시작했습니다. 물리학적 의미로서의 통합integration, 화학적 의미로서의 융합convergence, 그리고 생물학적 의미로서의 통섭trans-disciplinary이라는 단어가 보편어가 되기 시작한 것이 바로 이런 변화를 보이기 시작한 증좌입니다. 개체의 독자성과 자율성에 안주할 때가 아니라 서로 넘나들며 무슨 일들이 벌어지고 있는지를 알고 서로 도움이 필요하다는 인식을 공유하기 시작한 것입니다. 이를 재촉한 것이 복잡계 시대의 도래 때문입니다. 과거의 단순계 과학시대에서는 생각하지 못했던 것을 복잡계 과학의 시대에 와서 그 필요성이 점고되기 시작했기 때문입니다.

- (김광웅, 2008. **과학문화융합포럼** 창립기념, 발제문, 2쪽 중에서) -

.....

2. 21세기의 테크놀로지 패러다임의 전환 : 융합과학기술과 인지과학

21세기에 들어서 융합 과학기술의 개념이 대학, 학계, 과학기술계, 기업의 화두임

그런데 현재 학문 간의 융합의 가장 두드러진 분야 = 인지과학

-인지과학의 **다학문적** 학문적 본래 특성상;

인지과학은 인문, 사회과학, 자연과학, 공학의 연결의 가장 좋은 본보기

그러면 ‘**융합**과학기술’이란 무엇인가? -> 이는 한국적으로 잘못 명명, 오용되는 단어임

미국 과학재단이나 유럽공동체 보고서는 ‘융합과학’이라는 단어를 쓴 적이 없다

그들이 사용한 단어는? -> ‘수렴 테크놀로지’(Converging Technologies)이다.

-> 2003년의 한국적 잘못된번역 용어: “융합” 과학기술

-> 이후에 한국에서는 통섭의 개념이 등장하고 학문간 융합이라는 용어가 널리 유행되고 있지만 ‘학문간 융합’이란 개념은 원래 해외에서는 없다고 볼 수 있다.

원래 사용된 용어= ‘수렴 (converging)’

1 인지과학과 같은 과학 분야들은 원래 ‘수렴적’이기에 과학 앞에 한국식의 ‘융합’이란 수식어 붙이는 것이 군더더기 일 표현일 수도 있음.

1 그보다는 ‘integrative’라는 수식어가 더 적절함

- 예: integrative biology (미국 UC에서 사용)

국내에 융합을 논하는 사람들 중에는 융합과학기술의 틀을 21세기의 새로 제시한

2002년의 미국 NSF 보고서나 2004년의 유럽의 보고서를 읽지 않은 채, 상식적 관점에서 ‘융합’의 개념을 물리학의 fusion 개념으로 융합의 개념을 잘못 언급하곤 한다. 이 경우처럼 한 분야 내의 조금 다른 물리적 기술이나, 감각양상(청각-시각 등) 간의 fusion의 개념을 ‘융합’ 개념으로 이해하고 사용하는 것은 문제가 있다.

그러면 21세기에 융합(사실은 수렴)이라는 개념적 틀을 처음 부각시킨 미국 NSF의 융합과학기술이란 어떠한 과정을 거쳐서 대두되었고 그 내용은 무엇인가?

2-1. 미국 과학재단의 NBIC 융합과학기술 틀

미국 2002년의 융합과학기술 틀 보고서

-Roco, M. C., & Bainbridge, W. S. (Eds.)(2002). "Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science." NSF Report. (482쪽)

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

[수렴(융합)과학기술 틀의 대 전제]:

- 자연은 하나의 통일체이다. The Nature: = The dynamic whole !
자연 자체에 물리, 화학, 생물, 수학 등등이 분할되어 있는 것이 아니다. 제한된 인지 능력을 지닌 인간이, 자연을 탐구하기 위하여, 물리, 화학, 생물 등으로 나누었을 뿐, 자연 자체는 분할되지 않은 하나의 전체이다.
- 테크놀로지의 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) 그리고 -> Integrated goals의 추구하는 과학기술 개념적 틀
- 예: NSF 보고서의 Figure C.7. 그림; =>

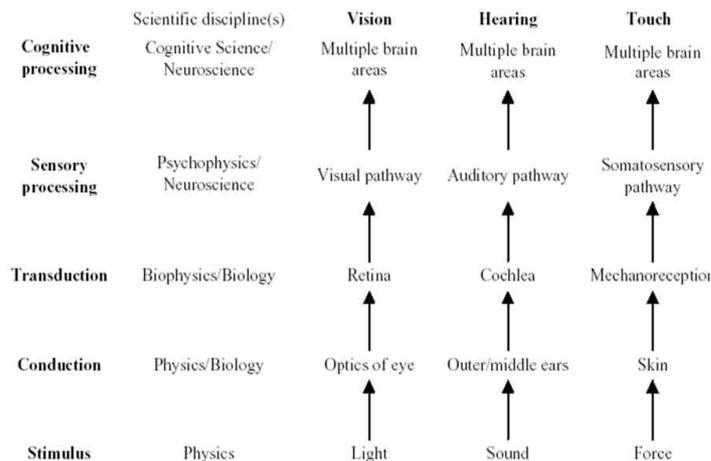


Figure C.7. Sensory modalities and related disciplines.

그림: Sensory modalities and related disciplines

- [미국 수렴과학기술 틀의 미래 관점]: 수렴(융합)테크놀로지가 미래 과학기술의 방향임.

과학기술의 새 르네상스가 열리며, 수렴적 융합적 과학기술접근의 필연성이 대두되고 있다.

- 2002년에 도출한 미래 수렴(융합)과학기술들은 -> NBIC Converging Technology 틀임.
- 그런데 convergence 틀의 역사를 살펴보면 그 이전에도 학문간 convergence 가 있었음. 20세기의 생화학, 분자생물학, 진화의학, 계산언어학, 인지심리학, 메카트로닉스 등은 이미 몇 개의 영역들의 convergence 로 이뤄졌었음. 위에서 이야기한 바처럼. convergence 라기 보다는 'integrative'라는 용어를 사용하였음

- 과거 20세기 말의 미국의 공학의 틀은 Enabling technologies 의 개념이었음.

나노공학과 관련하여, 타 분야와의 수렴(융합)에 의한 나노기술의 미래 잠재력을 언급할 때에 "Enabling Technologies"라는 개념을 사용하였음

-새로운, 체계화된 Converging Technologies (CT) 개념 틀의 출현: - 미국 (2000-2002)

- 시초에는 CT라는 개념없이 나노공학 중심의 Enabling Technologies 개념 사용

초기에는 인지과학이 포함된 NBIC가 아니라, 인지과학기술이 없는 GRIN 의 틀을 사용함

- GRIN (Genetics, Robotics, Info, Nano)

-2001년 말에 GRIN에서 [Genetics + Bio] -> BioTech 으로 바뀌어지고, Robotics를 Info에 편입시키는 틀을 잠정적으로 제시

-왜 바꾸었나?? <= Genetics의 Technologies로서의 미래 응용가능성 범위의 제한성, 한계성을 인식함: <- 유전공학의 downplay

<- 그 대신 [Cognitive Science & Technologies]의 미래 사회에의 implications를 인식하여 이를 추가하여 미래 테크놀로지의 틀을 만들음.

-그러면 왜 인지과학 추가하였나?

->[이유]: 융합과학기술을, 이전처럼 나노, 마이크로, 바이오 영역 중심으로 물리적, bottom-up적으로 접근하는 한에서는, 인간요인을 배제하기에 "This approach is limited by problems that have no physical properties."(EU report, 2004, p.18), 즉 Public acceptance 가 제한적임. 또 21세기 및 미래 테크놀로지의 변화의 중요한 특성이 잘 반영되지 않음.

? 미래 테크놀로지의 변화의 중요한 특성이라니?

- Technologies 틀의 변화 특징을 3시기로 나누어 고찰하여 보면

ㄱ. 20세기 중반까지: 인간에게 유용한 물질과 기계의 연구개발 강조

[물질/기계] 중심 시대

ㄴ. 20세기 중반 이후: 이에 더하여 정보와 생명이 강조되는

[물질/기계 + 정보 + 생명] 중심 기술 단계.

ㄷ. 21세기에 이르러 과학기술은

[물질/기계 + 생명 + 정보 + 인지/mind] 중심의 technologies 로 변함

<- 대표적 응용 예: product 위주의 공학/산업이 아니라

service(지식서비스 포함) 위주의 공학/산업 추세

이러한 변화특성은 테크놀로지뿐만 아니라 => 과학에도 적용됨

<- [Engineering leads Science.]

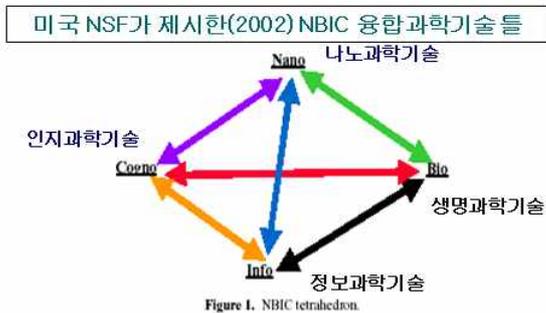
다시 이야기하여, 인류 테크놀로지의 핵심물음의 변화 3단계를 다음과 같이 정리할 수 있음

1. 물질, 에너지란 무엇인가?: ← 17C, 뉴턴 이래의 자연과학의 물음

- 2. 생명이란 무엇인가?: ← 1980년대 이후의 핵심적 물음
- 3. Mind/인지/지능이란 무엇인가?: ← 20세기 후반 이래 미래 21세기의 핵심 물음
 테크놀로지 중심으로 본다면, 21세기에는 Engineering of/ for the mind 가 추가됨
 <- 이러한 테크놀로지 (또는 과학)의 초점이 옮겨갔고, 또한 가고 있음.
 <- * 응용적 구현의 대표적 예: Nintendo의 Wii / 이스라엘의 CogniFit 시스템

[재언급: 2002년에 미국에서는 NBIC Converging Technologies 개념 틀 탄생]

- 미국 나노과학자들의 요청을 받아들여 미국 상무성과 과학재단이 미국내 과학기술계의 전문가들에게 2000년에 의뢰하여 [10-20년 후의 미래 Tech의 틀] 도출 탐색을 시작함.
- 미래 테크놀로지의 방향과 목표는? :
- > 틀이름: “NBIC Converging Technologies”
 추구하는 목표: for Improving Human Performance.



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

- 미국의 NBIC 융합테크놀로지 틀의 특성에 대하여 주목할 점은 NBIC 융합과학기술 틀이 나노과학자들이(대표적 예: 이 보고서의 첫 저자 Rocco는 나노과학자임) 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 있다는 것임.
- 이는 후에 영국의 내각수반 직속 미래예측위원회에서 내어 놓은 미래사회의 주요 과제/영역에서 첫 번째로 언급된 ‘Mental Capital’ 개념과 일맥상통함.

-> 2003년 캐나다의 틀

캐나다의 2003 융합과학기술 틀 특성; 캐나다 국방성의 융합과학기술 개념 미국의 NBIC CT 틀을 그대로 답습, 그러나 물질과학 중심의 “Enabling Technologies” 개념에 초점을 둬; 미래 과학기술의 목표가 Improving Human Performance 라고 한 NBIC 틀의 진의를 살리지 못함

-> 2004년의 유럽공동체의 틀 제시됨

2-2. 유럽공동체의 CTEKS 수렴과학기술 틀

- 2002년에 미래예측 위원회 조직하여 연구한 후에, 2004년에 보고서 공표됨
- European Converging Technologies: Shaping the Future of European Societies
by Alfred Nordmann, Rapporteur (September, 2004 보고서)
- ["CTEKS: Converging Technologies for the European Knowledge Society." (68쪽)]
Foresighting the New Technology Wave
- http://europa.eu.int/comm/research/conferences/2004/ntw/pdf/final_report_en.pdf

이 유럽의 수렴테크놀로지 틀의 특징:

- 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

[미국의 수렴과학기술 틀의 업적];

1. Converging Technologies 개념 정립
2. 과거 물질중심의 영역의 테크놀로지 개념에서 => 인지과학기술 도입하여
mind/cognition 까지 수렴과학기술 개념 확장

[반면, 유럽의 틀은]

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

2-3. 한국의 융합과학기술 개념의 떠오름

-> 2003년 한국의 과학기술부가 이 수렴테크놀로지 틀을 수입하는 과정에서 '융합 과학기술'의 틀로 탈바꿈함

- '수렴'이 ->'융합'으로 탈바꿈함
- '테크놀로지'가 -> 과학 + 기술= '과학기술'로 탈바꿈함
- nano, bio, info, cogno의 4대 핵심축 중에서 한국적 물질중심의 과학기술 틀에서 이해, 수용될 수 있는 NT, BT, IT 만 강조하는 기형적 틀이 형성됨

-> 2005년 한국에서 E. O. Wilson의 'Consilience' 개념이 최재천, 장대익 교수의 번역서에서 '통섭' 개념틀로 등장한 후 부각된 한국적 '융합'의 개념은 생물학적 환원주의의 윌슨의 개념이나 그러한 암묵적 전제를 지닌 최재천 교수의 '통섭'도 아니고, 또 미국과 유럽의 '수렴'도 아닌 이상한, 뭉뚱그려진 애매한 all-encompassing 개념으로 사용되고 있다고 볼 수 있음. 즉, 현재 통용되고 있고 부각되고 있는 융합의 개념은, [미국의 수렴테크놀로지의 한국적 해석 + 최재천 교수의 통섭 개념 + 일반인들(과학기술 관련 공무원 및 자문교수들 + 대학인들 포함)의 상식적인 이해와 바램]의 종합의 결과임 <= 언어의미의 애매성

-> 한국적 "융합"개념 출현 및 자리 잡음 ==> 대학에서의 학문적 융합 개념으로까지 확산 <== 그러나 기업에서는 테크놀로지적 fusion 개념으로 사용함

그런데....

2-4. 미국 IBM 리더들이 생각하는 수렴적 과학의 틀 = (테크놀로지만이 아님)

-미래 사회는 NBCST 수렴기술시대(Nano, Bio, Cogno, Socio, Techno)

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

* Almaden Services Research at IBM 연구소장/ 2000년 미국 National Medal of Technology 수상; 서비스과학 분야를 창시함

** 컴퓨터 마우스를 창안한 사람

- 이 두 사람이 2004년 뉴욕과학원에서 발표한 논문에 의하면

The Coevolution of Human Potential and Converging Technologies.

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

- 세상은 복잡계로 이루어져 있고 이 복잡계는 2(primary systems)- 5(secondary systems)로 구성된다고 봄

- 미래 사회는 NBCST 수렴과학기술시대 / Nano- Bio- Cogno-Socio-Techno

-> 인지과학이 미래 NBCST 2-5 Convergence 틀의 한 핵심 축

- 이 틀에 의한 세상의 구성도/ 학문의 분류 체계는 2-5 시스템

=>

1. *Natural Systems*

ㄱ. Physical systems: 물리학, 천체물리학 나노기술 등의 분야

ㄴ. Living systems: 생물학, 화학, 동물생태학, 발생학 등의 분야

ㄷ. Cognitive Systems: 인지과학, 심리학, 신경생리학, 아동발달과학 등의 분야

2. *Human-Made systems*

ㄹ. Social systems: 사회학, 동물생태학, 언어학, 경제학, 정치학, 조직행동학 등의 분야

ㅁ. Technology systems: 테크놀로지디자인과학, HCI, 인간공학, 바이오닉스 등의 분야

-지금은 분화되어 접근되는 이들 complex adaptive systems, multi-systems가

실상은 co-evolution 해왔고, 미래에도 그럴 것임

미래에는 이들이 integrated, unified information systems(UIS)으로 진화되고 연구될 것임

이 틀이 시사하는 바: - 인류 진화 관련 과학기술개발의 특성을 다음과 같이 2단계로 볼 수 있음

ㄱ. 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,

ㄴ. 2단계: (현재)

but now the 2nd stage of human evolution is about nourishing the mind in an information-rich human-made environment.

* 자료source ← J. C. Spohrer & D. C. Engelbart (2004). Converging technologies for enhancing human performance: Science and business perspectives.

2-5. NBIC 수렴테크놀로지의 요체, 시사 재 언급

NBIC 수렴테크놀로지의4대 원리

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 interfaces에서 혁신적 진보가 이루어짐
- 과학기술, 분석도구, 새로운 물질시스템 창조; 통합적 노력, enterprise
- ex): fMRI 와 Nanog기술 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 (hierachical systems) 차원에서 이해하게 됨

- > 이러한 이해의 적용 바탕에서 통합적, 수렴적, 융합적(한국식 개념으로 이야기 할 때), 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 도달했다.

=> 개인 및 집단 performance 향상

-그러나 기억하여야 할 점 !! : 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 재구성하여야 함. 개념화의, Ideation의 초기부터 적극적으로 수렴, 융합 작업이 이루어져야 함

- 르네상스적 접근,
- 또한 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, 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 체제임

Hallmark of Renaissance

1. 예술, 공학, 과학, 문화 등의 모든 영역이 동일한 intellectual principles과 탐구와, 창조와, 융합의, exciting spirit을 공유함.
(← 그런데 한국의 대학, 연구체제, 연구지원 국가기관=> 아님)
2. 자연현상에 대한: Holistic perspective.; fundamental unity of natural organization.

NBIC 수렴 테크놀로지의 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(ubiquitous computation 기술 포함) 기술의 향상
- 인간-기계 상호작용의 완벽성 추구
- 응용신경과학-인간공학을 포함하는 intelligent environment 구축
- 국방을 위한 인간 능력의 강화
- NBIC 이용 과학기구 및 도구 지속 개발
- 신체적, 인지적 쇠퇴 개선/ 신체적, 심리적 장애자 재활 및 상대 개선

Now is the time for the 2nd Renaissance !!

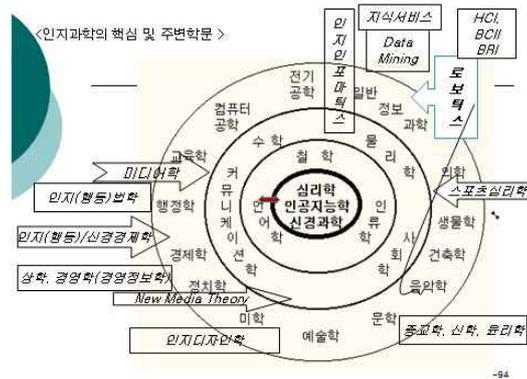
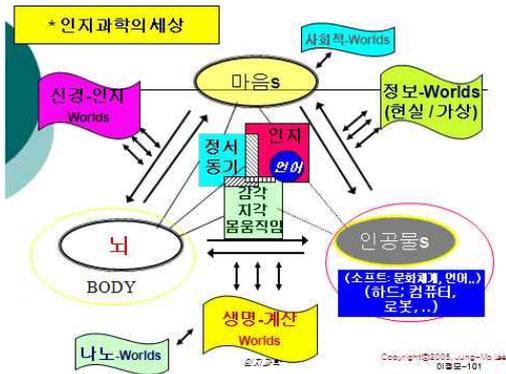
- for : sciences, technologies, and humanity.
- 과학이 인류문화를 해친다는 예전 관점과는 달리
이제는 수렴적 NBIC 융합과학기술이 인간 삶을, humanity를 상승시키는 역할을 하게 됨
<= 인간의 심리적(인지적), 신체적, 사회적 performance 증진을 통해.

왜? <= 융합과학기술의 궁극적 목표 자체가 인간수행 향상이며

NBIC 융합과학의 장기적 implications이/ 경제적 성장 및 삶의 질 포함한 사회적 생산성 증진/ 자연적, 인간유발적 재해로부터의 안전 security 증진/ 전생애적 배움, 우아하게 늙어가기, 건강한 삶/ 과학기술개발의 통일성, 연결성과, 과학기술활동과 인간 제반 삶의 활동과의 연결성 확보/ 개인적 진화와 문화적 진화를 포함한 인간 진화 계속 가능하게 함

.....

3. 인지과학 전개의 역사 4단계 각각에서 나타난 학문간 수렴(융합)적 양상



3-1. 고전적 인지주의에서의 학문간 수렴 양상

- 다음의 표1 참조

3-2. 연결주의에서의 학문간 수렴 양상

- 기존의 고전적 인지주의의 한계점 극복 시도; bottom-up적 접근
- 인지심리학, 인공지능 연구 중심으로 전개됨
- 모델은 이론적이고 추상화된 뇌세포간의 연결, 작동 메커니즘 (신경과학)
- 형식적 모델의 상당수는 물리학, cybernetics, 수학에서 음
- 신경망 모형의 작동 메커니즘은 통계학적 수리적 처리
- 인지심리학에서 밝힌 인지 구조와 과정을 대부분 그대로 받아들임
- 인지시스템 모형의 작동 이상 모형은 신경과학의 연구에서 빌려옴
- 세만틱 넷의 모형은 언어학의 통사론, 의미론 이론 도입
- 응용은 인공지능, 로보틱스, 심리학 등에서 이루어짐
- 이 틀을 도입한 심리철학 일부 학자의 이론 변화

3-3. 인지신경과학의 떠오름과 발전에서의 학문간 수렴 양상

- 기존의 심리학, 인지과학의 고전적 인지주의와 연결주의의 한계점 극복 시도
- 신경(생물)과학, 심리학, 의학 중심으로 전개됨
- 의학, 생리학에서의 뇌손상 환자 특성 도입한 모델링, 이론화
- 뇌영상기법 테크놀로지 개발 과정에서 응용물리학, 전자공학, 응용생리학, 응용화학 등의 도움과 영상자료 처리 기법개발 과정에서 인공지능, 수학, 통계학 등의 도움 받음
- 뇌의 시스템적 과정과 구조의 기능을 범주화하고 메커니즘을 모델링하는 데에서는 인지심리학의 개념과 이론에 대폭 의존하며, 이외에 생물-생리심리학, 수리심리학 등에 의존함

[표1] . 고전적 인지주의 형성에 영향 준 각 학문의 영향

근원	인지과학에 제공한 개념, 방법, 영향
구성주의 심리학	<ol style="list-style-type: none"> 1. 능동적 과정으로서의 마음과 심적 활동 개념 제공 2. 기억, 주의, 의식 내용의 강조 3. 심적 과정을 분석, 통합하는 접근 제공 4. 내성법 제공. protocol분석법으로 수정, 보완됨; 반응시간측정법제공
언어학습 심리학 연구	<ol style="list-style-type: none"> 1. 기억이 주요 문제임을 강조 2. 언어학습의 경험적 자료들 일부와 실험실 절차와 측정기술 등 제공 3. 연구활동이 활발한 실험심리 학자들 제공
철학	<ol style="list-style-type: none"> 1. 인식론, 심신론, 과학철학, 논리학의 바탕을 제공 2. 마음과 컴퓨터의 은유 논의, 마음과 두뇌(물질)와의 관계 문제, 지향성(intentionality), 표상 의미의 파생 문제, 각종 심리 기능의 분화와 통일성, 단원성, 인지과학의 과학철학적 기초 등의 문제에 대한 논의와 개념들 제시
인간 공학	<ol style="list-style-type: none"> 1. 인간을 의사결정자, 정보전달자로 유추하는 틀 제공 2. 정보전달의 한계, 신호탐지 이론 등 제공 3. 공학과 물리과학의 개념들과 심리학의 개념들의 접근 마당 제공 5. 고도화된 실험실 기법 제공
커뮤니케이션 공학, 정보이론	<ol style="list-style-type: none"> 1. 커뮤니케이션 채널의 유추 틀 제공 2. 정보 이론 및 채널 용량의 한계 개념 제공 3. 직렬 대 병렬처리 등과, 부호화, 해독, 인출 등의 처리과정 개념 4. 불확정성 개념 등 제공
컴퓨터 과학	<ol style="list-style-type: none"> 1. 인간이 상징조작 체계라는 틀 제공 2. 디지털 컴퓨터와 컴퓨터 유추 (은유) 제공 3. 저장된 프로그램 개념과 계산 개념 제공: computationalism 4. 컴퓨터 모의실험 simulation 방법 제공 5. 복잡한 지적 행동에의 강조와 이를 정형적으로 분석하는 틀 제공 6. 인공지능학 (후에 로보틱스) 영역 제공
언어학	<ol style="list-style-type: none"> 1. 신행동주의를 거부할 이유 제공 2. 형식문법론을 중심으로 한 형식 이론을 제공, 2. 내적 규칙과 심적 능력(competence)의 개념을 부상시킴 4. 언어에의 강조 5. 창조성과 규칙성에의 관심 되살림 6. 능력과 수행의 구분
신경과학 (3-3절과 연결)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 뇌와 인지(심신)의 관계 논의를 위한 경험적 바탕 제공 2. 뇌영상기법 등 인지신경기법 및 자료, 이론 제공 3. 뇌-마음 은유 제공; 신경망(연결주의) 접근의 기초 제공 4. 여러 인지 이론의 신경적 타당성 근거 검증 및 제공 ; 의식 연구의 부활

{ 10 쪽에서 계속 }

- 이외에 물리학 등에서 이론모델 형성과 자료 측정 등의 도움 받음
- 이 접근이 발전, 확산됨에 따라 기존의 자연과학, 공학, 사회과학, 인문학과의 연결 분야가 창출됨 (예: 사회신경과학, 신경경제학, 신경법학, BRI(Brain-Robot-Interface), 신경신학, 신경윤리학, 신경철학 등) -> 심리철학에서 qualia, consciousness 문제 재구성

3-4. 체화된 인지 패러다임에서의 학문간 수렴 양상

- 기존의 심리학, 인지과학의 고전적 인지주의와 연결주의 및 인지신경과학적 접근의 한계점 극복 시도
- 철학, 인지과학, 사회심리학 중심으로 전개되고 있음
- 인문학[현상학 철학과 문학(비평) 이론, 언어학 등]에서 이전에 제시되었던 관점의 재평가 및 인지과학에 도입
- 현재는 철학의 일부 그룹의 학자들(A. Clark, D. Chalmers, A. Noe 등)을 중심으로 기존의 데카르트적 존재론의 대안적 관점으로 Extended Mind 관점으로 제시됨
- 언어학에서는 인지언어학(cognitive Semantics 등)을 중심으로 관점이 제기됨
(G. Fauconnier, M. Johnson, S. Coulson 등)
- 심리학에서는 embodied cognition의 틀로 언어심리, 사회심리 연구 등을 중심으로 관점이 제기되고 있음 + 뇌 지상주의에 대한 비판적 입장 가세
- 생물학의 H. Maturana 등은 인지생물학의 관점에서 이런 입장을 지지
- 공학의 로보틱스 연구는 이 접근의 촉발제 역할을 하였을 뿐 아니라 미래 로봇연구의 대안적 틀로 인정되고 있음; 인공지능도 연결됨
- 문학-언어학-인지과학 연계 지점에서는 M. Turner 등의 학자들이 이러한 관점을 주장함
- 심리학-문학이 연결되는 narrative Psychology의 분야에서는 이러한 관점을 적극지지
- 유럽의 사회심리 연구자들은 이러한 접근 주도 및 지지함

* 2009. 12. 사회과학 웹진 글 중에서 3절 내용 인용 *

3. '체화적 마음' 틀의 시사.

“마음 개념을 이렇게 재개념화하는 것은 심리학 자체뿐만 아니라 사회과학을 비롯한 주변 학문 및 실제 응용 분야에 상당한 시사를 지닌다.

심리학 내에서는 기존의 감각, 지각, 기억, 언어, 사고, 발달, 동기, 정서, 성격, 적응 등의 주제 관련 심리학 분야와 사회심리, 임상심리, 건강심리, 상담심리, 공학심리 등의 분야의 이론과 실체가 상당히 변화되어야 하리라 본다. 이 접근이 다른 면에서도 심리학의 주제와 영역을 확장시킬 가능성이 있다. 환경 속의 인간 그리고 행위주체(agents)로서 존재할 로봇 등의 인공물과 몸을 통하여 상호작용하는 행위 현상 일반이 심리학의 주요 분석대상이 된다면, 심리학은 생체로서의 인간 및 동물 자체뿐만 아니라 현재, 그리고 미래에 존재하게 되는 온갖 유형의 인공물, 특히 행위주체자로서 작동할 로봇과 같은 인공물, 인간의 몸이나 인지와 경계가 없는 그러한 미래 인공물과 인간의 상호작용도 탐구하는 학문이 되리라 본다. 이에 따라 기존의 여러 사회과학, 공학이 다루는 역동적 상황들, 연구영역들이 심리학의 영역으로 포섭, 확장될 수 있는 것이다. 예를 들어 로봇 연구에서 로봇의 인지적, 정서적 반응, 로봇-로봇 상호작용, 로봇-인간 상호작용, 인간-로봇매개-인간 상호작용 등의 영역이 심리학의 영역이 되게 되는 것이다. 심리학의 내연과 외연이 확장되는 것이다.

인접학문에의 영향을 본다면, 먼저 인문학 분야에서, 이러한 개념적 틀을 제공한 학문인 철학이 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. 언어학에서는 인간 언어의 바탕이 몸의 감각 운동적 활동에 있다는 것을 고려하여 기존의 형식적 접근 중심을 수정하고 인지언어학의 비중이 더 커져야 하리라 본다.

사회과학에서는 교육학, 사회복지학, 경제학, 법학, 정치학, 매스커뮤니케이션학, 인류학 등에서 이러한 체화된 마음 측면이 고려된 인간행동-사회 현상의 이해 및 이론틀의 재구성이 있어야 하며. 언어치료 등의 개인적 또는 사회적 집단의 인지나 행동의 변화를 목표로 하는 실제 응용장면에서 보다 효율적 실용적인 접근 틀이 재구성되어야 한다. 스포츠 교육 분야나 광고-마케팅 관련 분야도 이러한

재구성 시도가 이루어져야 한다.

예술 분야에서는 인간의 예술적 퍼포먼스와 관련하여 기존의 실제 예술적 퍼포먼스의 수행과 그에 대한 교육에서는 이미 이러한 체화적 마음의 입장이 도입되어 실시되어 왔다고 볼 수 있는데, 반면 예술이론 작업 측면에서는 기존의 심리학 이론 틀의 미흡으로 인하여 실제 예술적 퍼포먼스와 다소 거리가 있는 이론이 전개되어 왔다고도 할 수 있다. 이러한 부족함이 이 새 틀의 도입으로 보완되어야 하리라 본다. 또한 체화된 마음의 내러티브적 측면, 즉 마음의 작동 기본 원리가 몸의 활동에 바탕을 둔 내러티브 구성이 중심이라는 인지내러톨로지 학자들의 주장을 고려한다면 기존 문학이론 분야도 변화되어야 한다고 본다.

공학 분야에서는 인공지능, 로봇틱스 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 로봇틱스 연구자들이 이 관점의 중요성을 깨달았던 데에 힘입은 바 크다.) 또한 핸드폰, 내비게이션 등의 현재 수없이 쏟아져 나오는 디지털 도구 등의 디자인 산업은 도구와 인간의 상호작용을 전제로 하는데 그 상호작용의 핵심이 몸을 사용한 감각-운동 중심의 인간의 심적 활동에 있다면 기존의 디지털 기계/도구 및 환경 디자인(공학 포함)의 틀이 대폭 보완되어야 한다.

또한 자연과학 분야에서는 뇌연구 결과의 의외에 대하여 과장된 맹신을 일반인에게 부추키어 온 뇌 지상주의적 오해가 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. 이러한 여러 측면을 고려해 본다면, ‘체화된 마음’ 관점은 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.

4. 수렴(융합)의 인지적 원리

1. 인지적 원리: 인지과학의 탄생 역사 배경을

Cognitive principles for achieving Convergence

(in disciplines, technologies & other endeavors)

- ㄱ. optimal expertises in more than two areas 전제되어야
- ㄴ. problem solution situation 발생, problem based approach,
- ㄷ. frequent contacts and communication of people in different areas
- ㄹ. the 1st stage of conceptual blending: spreading elaboration
- ㄷ. the 2nd stage of conceptual blending: 2 or more conceptual spaces에서 mapping 대응되는 similarities(attributes, dimensions)의 발견 및 이들의 연결을 통한 single integrative (far reaching implications) coherent representation frame 가능성의 형성
 - emergence of integrative concept/ frame; creative convergence
- <- 인지과학 출현시점에서는 ‘mind as information processing system’ 개념
- ㄹ. 3 tiers refinement elaboration
 - upper level: 전체 통합하는 상위 추상 수준의 개념틀의 정교화
 - middle level: 인접 관련 영역의 흡입, 연결
 - lower level; 하위 수준에서의 지엽적 연결 작업 구체화 (pruning + ...)

?? 그러면 이러한 conceptual spaces 들의 대응, blending이 어떻게 일어나는가?

=>그 메커니즘 밝히기 위해서, 철학, 인지심리학, 인지언어학, 인류학 등의 수렴적 연구가 필요함

2. 교육/과학기술 정책적 원리

- 대학, 학회의 제도적 측면, 대학교육 육성 및 과학기술지원 정책적 재구성 제반 여건이 충족되어야 함

- 매스컴 등 사회 일반인의 인식도 중요

3. 기타 사회적 원리

<- 3 Geist: Zeitgeist, Ort-geist, Person-geist 이러한 요인들이 수렴되어야

<- 기타 요인들 고려

5. 종합

1. 공학 분야는, 테크놀로지의 개념이 원래 인간을 전제로 하기에, 하나의 목표를 위한 여러 분야의 '융합'이라는 개념이 적절할 수도 있으나, 인간과 자연의 본질을 탐구하는 인문학, 과학의 영역에서는 현재 국내에서 회자되고 있는 의미로서의 '융합' 개념은 적절하지 않는 개념일 수 있다

2. 일반적으로 인문학의 여러 분야 간이나 과학의 여러 분야간, 또는 인문학(인문과학+ 사회과학)과 과학(뇌/인지과학을 포함하는 자연과학)의 연결에서는 한국적 개념의 융합을 추구하기 보다는 그 학문들의 연원에 대한 과학사적 규명을 재조명하여야 한 후에, 수렴적 연결 [부분 무시의 단일화라는 의미의 통합이 아니고, 각 부분에 동등한(또는 그에 필적하는 적절한) 기회와 역할을 보장하는 coordination의미의 연결의 수렴적이고 integrative 연결]을 시도하여야 하리라 본다.

3. 따라서 학문간 융합은 1) 공학에서의 단일화적 통합적, 수렴적 연결과 2) 공학 이외의 기초학문들에서의 협응적 연결의 두 측면으로 나누어 달리 접근하여야 하리라 본다.

4. 단일화적 통합의 수렴이건 협응적 수렴 연결이건, 그러한 지적활동이 성공적으로 이루어지게 하는 밑바탕에는 서로 다른 영역의 개념적 공간(conceptual spaces)를 대응(사상; mapping)시키고 정합적(coherent)으로 연결하여 이를 매개하는 혼성공간(blending conceptual spaces)에서 새롭게 창출하는(emergent) 틀로 출현시키는 창의적 인지활동이 개입된다.

그리고 이러한 두 개 이상의 개념적 공간들이 연결되게 하는 제 3의 매개적 혼성공간이 역동적, 융통적, 다변적 속성을 지닐 수 있게 하는 바탕은(또는 그의 연습은) 다분히는 예술적 활동을 통하여(특히 몸을 사용하는 감성적 활동이 바탕이 되어) 촉진된다고 볼 수 있다.

5. 따라서, 국내에서 전개되고 있는 융합 관련 논의는 이러한 인지적 활동의 과정적 메커니즘을 먼저 규명하는 메타 수준의 작업이 먼저 이루어져야 한다(개념적으로 경험적으로)

즉 국내에서 논의되고 있는 의미의 '융합'이 이루어지는, 그것을 가능하게 하는 인지적 메

커니즘(Cognitive Mechanisms of Convergence) 탐구되어야 한다.

6. 이러한 작업을 하여 줄 수 있는 학문 분야는, 1) 과거로부터 모든 학문의 모체이었으며 동시에, 모든 학문의 개념적 기초를 계속 분석하며 재조명하여 온 철학과, 2) 이러한 수렴적 또는 융합적 활동의 본체인 인지적 활동을 탐구하여 온 인지심리학과, 3) 과학을 포함한 모든 개념적 의미의 연원과 본질과 형식을 분석하여 왔고 또 최근에 ‘개념적 혼성 (conceptual blending)의 이론을 통하여 새로운 조망 틀을 제공하고 있는 인지언어학과, 4) 학문, 과학의 출발과 분화, 수렴, 융합 등의 역사적 흐름의 특성을 규명하여 온 과학사와 (특히 테크놀로지 융합과 관련된 과학사)의 네 분야가, 5) 그리고 매개적-혼성개념공간을 역동적이게 하는 예술 분야가 수렴, 연결되어야 한다고 본다.

7. 동시에 이러한 노력이 단순한 학문적, 이론적 작업이 아니라, 국가적, 사회적, 실용적 구현으로 연결되기 위하여는 6) 실제로 산업/기업 현장에서 공학적 융합이건 또는 사회과학적 수렴이건 그러한 수렴-융합의 현장에서 이를 기획, 조직, 인도(guide)하였던 산업/기업 실무 영역 CEO관리자와, 7) 과학기술 정책, 교육정책, 인력육성(HRD) 정책, 사회문화 정책들을 연결하는 사회과학 분야의 정책 기획, 결정자들이 수렴적 연결을 이루어내야 하리라 본다.

공학 내의 융합이건, 인문학, 사회과학, 자연과학, 공학 간의 융합(수렴적 연결)이건 현재의 한국의 여러 분야에서 국가적으로 모색되고 있는 ‘융합에의 노력(endeavors)’이 성공하기 위하여는 위에서 언급한 수렴적 연결(융합)에의 메타 수준의 탐구와 분석적 모색의 시도가 이루어져야 하리라 본다. 그 일차 작업은 융합(수렴적 연결)의 인지메커니즘을 밝히는 일이며, 이러한 메커니즘이 어느 정도라도 규명된다면, 융합적 인재 양성, 창의적 (특히 과학기술) 인력 육성이라는 국가적 목표 달성에 진일보 하는 것일 것이다.

[문헌 자료 목록]

융합관련 글 일부 목록

- 2003.3.17. '융합과학기술 개발과 인지과학'. Science & Technology Focus, 제32호, 1-11. (KISTEP)
2005. 6. '미래 융합과학기술의 틀과 인지과학'. 과학사상, 2005, 50호, 22-42.
2009. 03. 04.. '인지로 모인다: 인지과학의 전개와 미래 융합학문'. 김광웅 외 지음. '우리는 미래에 무엇을 공부할 것인가'. 서울: 생각의 나무. (103-159 쪽)
2009.2. 27. 인지과학: 학문간 융합의 원리와 응용. 성균관대학교출판부,

체화된 마음 관련 이정모의 글 목록

2007. 12. 15. '심리학의 개념적 기초의 재구성 (II): 인지과학적 접근에서 본 '마음' 개념의 재구성과 심리학 외연의 확장. 한국심리학회지: 일반, 2007, 26, 2, 1-38.
2008. 12.12. '마음의 체화적(embodied) 접근: 심리학 페러다임의 제6의 변혁'. 한국실험및인지심리학회 2008년 겨울 제43차 학술대회 논문집, 143-152.
2009.2. 27. 인지과학: 학문간 융합의 원리와 응용. 성균관대학교출판부, 제15장 인지과학의 조망, 684-696 쪽.
2009. 03. 20. '심리학에 새로운 혁명이 오고 있는가: - 체화적 접근'. 동덕여자대학교 지식융합연구소 2009 심포지엄: 지식융합 2.0 - 마음에 대한 새로운 이해]. 심포지엄 자료집, 20-33. (동덕여대)

2009. 07. 31. '현대 지성계의 새로운 움직임과 거대한 생각의 전환'. 알바 노에 (지음), 김미선 (옮김) (2009). ~~뇌과학의 함정: 인간에 관한 가장 위험한 착각에 대하여~~. (서울: 갤리온). 추천글 (8-14 쪽).
2009. 12. 7. '체화된 마음: 심리학 패러다임의 전환'. 한국연구재단, 사회과학웹진, 2009, 4호(겨울호). (1-4쪽)