

일반화된 디코히어런스 모델

고성범, 임기영
전안공대 컴퓨터공학과, 한밭대학 제어계측과
sbko@dragon.cntc.ac.kr

Generalized Decoherence Model

Sung-Bum Ko, Gi-Young Lim
Department of Computer Science, Chonan National Technical College
Department of Control & Instrumentation, Taejeon National University of Technology

요 약

지능은 창발적 현상이라는 주장이 제기되고 있다. 이 주장이 맞다면, 지능에 대한 현재의 환원론적 접근 방법은 제고되어야 한다고 본다. 즉, 지능에 속하는 주제들을 하나의 전체론적 틀 안에서 다룰 수 있을 때, 지능의 본질에 보다 효율적으로 접근할 수 있다는 것이다. 본 논문에서는 이런 점에 착안하여 지능적 주제들을 보다 포괄적으로 다룰 수 있는 일반화된 디코히어런스 모델을 제안하였다.

1. 서 론

그 동안 인공 지능은 환원론적 패러다임으로 연구되어 왔고 할 수 있다. 환원론적 패러다임은 부분을 조립해서 전체를 얻을 수 있다는 가설에 기반을 두고 있다. 이에 따라 AI의 제 분야가 지나치게 배타적으로 연구되어 온 감이 있다. 이와 관련하여 Genetic, 신경망, 퍼지 모델 등을 대상으로 한 Hybrid 모델이 시도되고 있는 데[1], 이것도 기본적으로는 분할 모델이며 결국 기능상의 조립 수준을 넘지 않는 것이다. 최근 산타페 연구소를 중심으로 의식과 생명은 창발적 현상에 속한다는 주장이 제기되고 있다[2]. 그런데 창발적 현상은 하위 레벨로의 환원이 불가능한 현상으로 환원론적 패러다임으로 다루기에 적합한 대상이 아니다. 즉, 창발적 현상은 전체론적 패러다임으로 다루어야 한다는 것이다. 이 문제에 대한 산타페의 제안은 복잡 적응계 모델인데, 홀랜드의 Echo 모델이 대표적인 응용 사례일 것이다[3]. 동일한 관점에서 우리는 일반화된 디코히어런스 모델(Generalized Decoherence System, GDS)을 제안한다. 원래 디코히어런스 모델은 양자 컴퓨터에서 나온 개념으로 양자 컴퓨터에서는 정보 저장의 단위로 비트 대신 큐비트를 사용한다[4]. 그런데 큐비트는 0 과 1 을 동시에 포함하는 모호한 상태를 유지한다. 큐비트의 정보가 명료해지는 것은 디코히어런스를 통해서이며, 결국 디코히어런스가 양자 컴퓨터의 프로그래밍에 해당되는 셈이다. 본 논문에서 제안된 GDS 모델은 양자 컴퓨터의 디코히어런스 개념을 일반화한 것이다. 우리는 GDS 모델을 이용하여 지능 문제와 관련된 주요 주제들을 하나의 틀 안에서 다룰 수 있음을 보이고자 한다.

2. GDS 모델

2.1 속성의 정의

여기서는 GDS 모델을 기술하는 데 필요로 하는 속성들을 정의한다.

1)GDS, 타이틀(Title, T), 해(Solution, X)

GDS 는 타이틀 T 에 대한 Solution X 를 출력하는 시스템으로 정의된다.

2)도메인(Domain, D), 도메인 차원(Domain Dimension, DOD)

대상으로 하는 문제 영역을 하나의 집합이라고 가정하며 이 집합을 도메인 D 라고 한다. 또한 도메인이 갖고 있는 요소의 개수를 도메인 차원 DOD 라고 한다($X \in D$).

3)코히어런스(Coherence, CH), 히어런스(Herence, H)

타이틀 T가 복수개의 Solution 들을 공유하고 있을 때 GDS 는 코히어런스 CH 상태에 있다고 하며, 하나의 Solution 만을 갖고 있을 때는 히어런스 H 상태에 있다고 한다.

4)컨텍스트(Context, C), 전략(Strategy, S)

GDS 가 코히어런스 상태에서 벗어나기 위한 내부 인자로 전략 S 가 필요하고 외부 인자로 컨텍스트 C 가 필요하다. 여기서 C 는 시스템의 반응이 필요한 입력을 의미한다.

5)디코히어런스 메카니즘(Decoherence Mechanism, DM)

CH 상태에서 H 상태로의 전이를 디코히어런스라고 하며 그 메카니즘을 디코히어런스 메카니즘 DM 이라고 한다.

6)표현형과 유전자형(R-Type & D-Type)

도메인 내의 요소를 표현형 R-Type 이라고 한다. 요소 E 에 대하여 조작 M 을 통하여 R-Type 을 얻어낼 수 있을 경우, 요소 E 는 조작 M 에 의한 유전자형 D-Type 이라고 한다.

7)코히어런스 차원(Coherence Dimension, CD)

GDS 가 T 에 관하여 갖는 표현형의 개수를 T 의 코히어런스 차원 CD 라고 한다.

8)히어런스 차원(Herence Dimension, HD)

임의의 타이틀 T 와 임의의 컨텍스트 C 에 대하여 디코히어런스 메카니즘 DM 이 끌어낼 수 있는 히어런스 H 의 개수(솔루션 개수와 동일)를 히어런스 차원 HD 라고 한다.

9)디코히어런스 차원(Decoherence Dimension(DD)

디코히어런스 차원 DD 는 디코히어런스의 특성을 나타내는 한 가지 상수로서 $\alpha = (HD-DD)/HD$ 로 정의된다. α 가 0 이

라는 것은 CH 가 표현형이라는 의미로 이 경우는 디코히어런스는 쉽지만 유지 보수비가 많이 든다. α 값이 1.0 이라는 것은 CH 가 유전자형이라는 의미로 전개, 진화, 추론 등의 변환 비용이 많이 드는 반면 유지 보수비가 적게 든다. 이 때문에 만능 기계 모델은 반드시 유전자형을 취한다.

10)시정수(Time Constant, TC)

디코히어런스에 걸리는 시간을 시정수 TC 라고 한다.

2.2 GDS 의 구조

GDS 는 그림 2.1 과 같이 7 개의 모듈로 구성되는 데, 여기서 H는 히어런스 상태를, CH 는 코히어런스 상태를 의미한다.

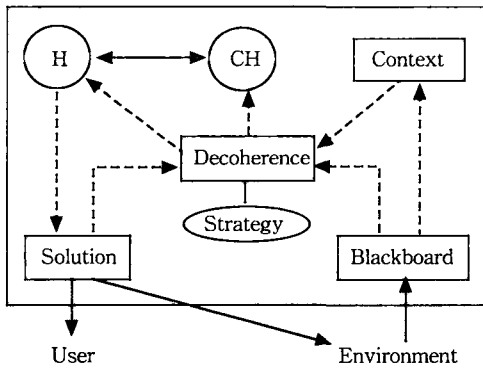


그림 2.1 GDS 의 구조

2.3 GDS 의 동작 원리

GDS 는 내부적 요인인 전략 S 와 외부적 요인인 컨텍스트 C 에 대한 반응으로 H 상태와 CH 상태 사이를 오간다.

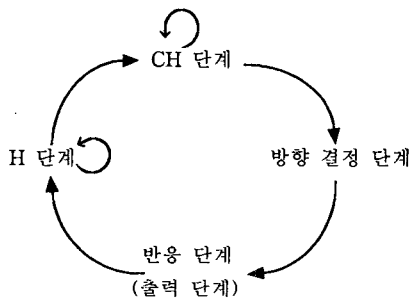


그림 2.2 GDS 의 상태 전이

①CH 단계

타이틀 T 에 관해 모호한 상태(항상성)를 유지한다. 컨텍스트 C 가 발생할 경우 시스템은 방향 결정 단계로 이동한다.

②방향 결정 단계

컨텍스트 C 와 전략 S 의 함수로 결정되는 지향점 D 를 계산(혹은 추론)해 낸다.

③반응 단계

지향점 D 에 부응하는 솔루션 X 를 출력한다.

④H 단계(혹은 Justify 단계)

솔루션 X 에 맞도록 변신을 시작한다. 즉, X 를 논리적으로 끌어낼 수 있는 히어런스 H 상태로 이동한다.

⑤컨텍스트 C 가 사라지면 다시 ① 상태로 돌아간다.

2.4 GDS 의 특징

GDS 는 타이틀 T 에 대해 복수개의 솔루션(암묵적이든 명시적이든)을 동시에 갖고 있다(즉, 모호한 상태를 유지한다). 이것은 GDS 가 Multi-Solution 을 기본 전제로 하고 있음을 의미한다(물론 디플트값을 가질 수도 있다). 여기서 솔루션 집합의 크기를 1 로 하면 Single-Solution 체계가 되므로 GDS 가 보다 포괄적 모델이라는 것을 알 수 있다. GDS 가 모호한 상태에서 벗어나기 위해서는 전략 S 와 컨텍스트 C 가 주어져야 한다. GDS 는 C 와 S 의 함수로 Solution X($X \in \text{Solution}$ 집합)를 내보낸 다음 추후에 X 를 정당화하는 조치(자신의 정보 체계를 X 에 관하여 의도적으로 합리화하는 작업)를 취하게 된다. 이러한 합리화 과정을 통하여 GDS 의 솔루션은 시간이 흐를수록 좀 더 개선된 정당성을 확보할 수 있게 된다. 즉, GDS 는 솔루션에 관하여 상대적 의미의 정당성을 추구하는 것이다.

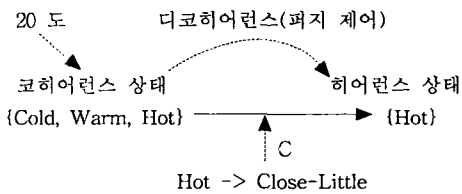
3. GDS 의 적용

3.1 사례별 적용

GDS 는 강력한 추상성을 갖는 모델이다. 따라서 지능적 처리와 관련된 다양한 개념들이 GDS 모델로 설명 가능하다.

1)퍼지 모델(Fuzzy Model, FUM)

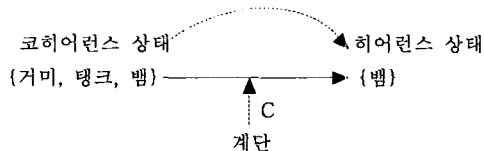
예를 들어 세 개의 소속함수가 온도 20 도를 Cold(0.1), Warm(0.7), Hot(0.3) 로 정의했다면 시스템은 도메인 $D = \{\text{Cold}, \text{Warm}, \text{Hot}\}$ 에 대한 모든 값을 동시에 갖고 있는 셈이다. 여기서 소속함수에 대응하는 규칙이 ①Hot -> Close-Little, ②Cold -> Open-Wide 등 두 개라고 할 경우 이 두 개의 규칙 중 어느 것과 만나느냐에 따라 히어런스 H 가 결정된다.



2)폴리 봇 모델(PolyBot Model, PBM)

PolyBot 로봇은 25 개의 모듈 집합으로 구성되는 데, 각 모듈은 동일한 구조를 갖는다. PolyBot 은 환경에 따라 거미, 뱀, 탱크 등으로 변신하므로, 비록 특정한 모습을 하고 있을 때라도, 기본적으로는 모호한 상태에 있는 셈이다(거미 모습을 하고 있다고 해서 PolyBot 의 정체가 거미인 것은 아니다).

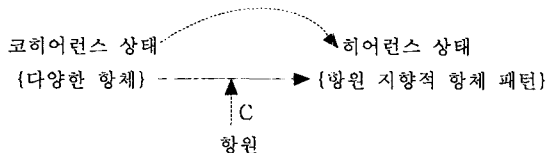
디코히어런스(결합 메카니즘)



3)면역계 모델(Immune System Model, ISM)

면역계에서 항체는 다양한 공격 유형에 대항할 수 있도록 코히어런스 상태를 유지한다. T 세포와 B 세포로 이루어진 면역 메카니즘에 의해 침입한 항체에 잘 들어맞는 항원들이 만들어지고 또 증식하는 방법으로 효율적인 면역 패턴이 만들어진다.

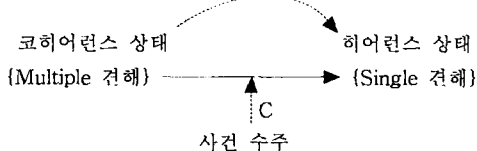
디코히어런스(선택적 증식)



4)변호사 모델(Lawyer Model, LAM)

변호사는 모든 사람들이 갖고 있는 견해들을 한꺼번에 갖고 있다. 즉, 변호사는 견해라는 타이틀에 관하여 코히어런스 상태에 있는 것이다. 변호사의 견해는 사건을 수주한 시점에서 비로소 명료해진다.

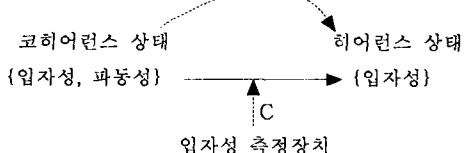
디코히어런스(자기 합리화)



5)입자성과 파동성(Particle Wave Model, PWM)

빛 속에는 입자성과 파동성이 공존하고 있다. 두 성질이 배타적이라는 점에서 빛은 모호한 상태를 유지하고 있는 셈이다. 이러한 빛의 모호성이 사라지는 것은 특정한 측정장치와 만날 시점에서이다.

디코히어런스(양자 역학)

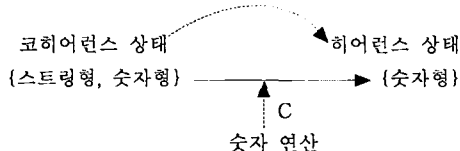


6)변수 모델(Variable Model, VAM)

Basic 등의 고급 언어에서 명시적 변수 선언을 하지 않을 경우 변수의 형은 String 타입과 수치 타입 모두가 가능한 상태

를 유지한다(단 디폴트는 스트링이다). 이 변수의 Type 은 구체적인 사용 시점에서 비로소 명료해진다.

디코히어런스(Instance)



3.2 특성 비교

여기서는 3.1 에서 기술한 5 가지의 사례에 대하여 GDS 의 속성 값을 비교한다(DOD=10 으로 가정).

모 델	CD	HD	TY	DD	DT	DV	TC
FUM	3	2	R	-1.5	co	No	L
PBM	1	3	D	0.7	ss	Yes	M
ISM	≤10	10	D,R	<1.0	ev	Yes	M
LAM	<10	10	D,R	≤1.0	co	Yes	M
PWM	2	2	R	0.0	qu	No	L
VAM	2	2	R	0.0	in	Yes	L

4. 결론

본 논문에서 우리는 일반화된 디코히어런스 모델(GDS 모델)을 제안하였다. GDS 모델은 양자 컴퓨터의 디코히어런스 개념을 일반화한 것으로 지능 같은 창발적 현상을 다루기에 적합한 추상성을 갖추고 있다. 우리는 10 여개의 속성을 이용해서 GDS 모델과 작동 메카니즘을 정의하였다. 우리는 GDS 모델의 추상성을 증명하기 위하여 양자 역학적 현상에서 퍼지 모델에서 변호사에 이르기까지 다양한 주제(특히 지능과 관련된 주제)들이 GDS 모델에 의해 포괄적으로 다루어질 수 있음을 보였다. 이것은 GDS 모델이 갖는 광범위한 실용성을 암시하는 것이다. 오늘날 상거래에서 마케팅이 추구하는 것은 소비자가 원하는 상품(기계이든, 프로그램이든, 지식이든, 정보이든, 사람이든)을 빠르고 정확하게 '찾아준다' 는 개념이다. 그러나 미래의 마케팅은 소비자가 원하는 상품으로 빠르고 정확하게 '되어준다' 는 개념으로 바뀔 것으로 예상된다. 우리는 GDS 모델 고유의 변신 능력이 이러한 목적에 이용될 수 있다고 생각한다. 이 점을 입증해 보이는 것이 다음 번 연구 과제이다.

참고 문헌

[1]LC Jain and RK Jain, "Hybrid Intelligent Engineering Systems", World Scientific Publishing Co. Ltd, 1997
 [2]Roger Lewin, "Complexity", Macmillan Publishing Co, A Division of Macmillan, Inc, New York, 1995
 [3]John H. Holland, "Hidden Order", Welsey Longman, Inc. Reading, 1995.
 [4]www.theory.caltech.edu/~preskill/ph229