

논문 2022-2-20 <http://dx.doi.org/10.29056/jsav.2022.12.20>

선택적 기능을 가지는 목표 지향 가치기반 자동 목적 실행 시스템의 설계

심정연*†

The Design of Goal oriented Value based Automatic Teleonomic System with Selective Function

JeongYon Shim*†

요 약

최근 인간의 두뇌 기능을 모방하여 효율적인 인공지능 시스템을 설계하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 인간 두뇌의 구조적 효율성뿐만 아니라 뛰어난 메커니즘이 인공지능으로 임베디드 되어 새롭게 재탄생하고 있다. 이러한 접근방법의 하나로 본 연구에서는 에델만의 1차적 의식 모델을 고찰하고 이 개념을 부분적으로 활용하였다. 목표 실현 가능성을 높일 수 있는 가치체계에 따라 선택 집중하여 목표 도달 가능성을 높일 수 있는 시스템으로 선택 기능을 가지는 가치기반 자동 목적 실행 시스템(GVATS: Goal oriented Value based Automatic Teleonomic System)을 설계하고 베이커리 제조 마스터 과정에 적용하여 시뮬레이션 하였다.

Abstract

Recently, research on designing efficient Artificial Intelligence systems by adopting human brain functions has been actively conducted. Not only the structural efficiency of human brain but also the outstanding mechanisms are being embedded into artificial systems and are being newly reborn. As one of these approaches, this work reviewed Edelman's primary consciousness model and partially utilized this concept. It is a system that can increase the possibility of reaching the goal by selecting and focusing according to the value system for goal realization. As a value based Automatic goal realization system, Goal oriented Value based Automatic Teleonomic System(GVATS) was designed and it was simulated by applying to the area of Bakery manufacturing Master course

한글키워드 : 1차적 의식모델, 가치_분류, 자동목적실행 시스템, 계획

keywords : Primary Consciousness model, Value_classification, Teleonomic system, Planning

* 강남대학교 참인재대학 컴퓨터 전공

† 교신저자: 심정연

(email: mariashim@kangnam.ac.kr)

접수일자: 2022.12.12. 심사완료: 2022.12.19.

게재확정: 2022.12.20.

1. 서 론

다윈은 처해진 환경에 가장 적응을 잘하는 강
한 개체만이 선택되고 살아남아 진화된다는 자연

선택설을 제시하였다. 진화 과정에서 개체들은 적응력을 높이기 위하여 일반적인 목표나 가치를 선택하여 목적 실현 시스템을 체현한다. 여기서 목적 실현성이란 계획이나 의도를 가지고 목적을 달성해 나가는데 그 계획은 생명의 구조를 통해 발현되고 성능을 통해 수행된다고 알려져 있다. 이러한 목적 실현성은 생물을 우주안의 다른 구조나 시스템과 구별해주는 특징이고 자연 선택의 경험은 가치계의 세트 포인트를 조정하여 생존에 적응하도록 만든다. 의식이 있는 인간의 뇌는 미래를 투시하고 가치 요소를 반영하여 진화에 유리한 선택과 결정을 하게 된다. 의식의 선택과정을 볼 때 어떠한 선택도 가치로부터 자유롭게 작동하지 않는다. 가치는 적응적 활동에 대한 필수적인 요소이며 이 가치체계에 따라 대부분의 많은 활동들이 방향성을 가지고 움직이며 기능적 역할을 수행한다. 이 가치체계는 개인적 목표나 목적을 만드는 고차원적 구성물들의 기초를 이루고 있다. 결국 고차원적 구성물이란 사고의 흐름과 방향성을 통제하는 의식의 높은 단계로 인간의 생각이나 의지에 따라 많은 부분이 형성된다고 볼 수 있다 [1-6].

또한 인간 뇌의 뛰어난 기능 중의 하나는 선택 능력이라고 할 수 있다. 주변 환경에 존재하는 수없이 많은 정보 중에서 필요한 정보를 선택 집중하여 받아들이는데 이때 중요한 역할을 하는 척도가 바로 가치와 그에 따른 관심이다. 만일 이러한 가치에 따른 관심이 없이 무작위로 정보를 받아들인다면 한정된 시간 내에 의도하는 목적에 이르기 어렵다. 실제 세계에서 요구하는 효율적인 인공지능 시스템을 구축하려면 이러한 가치기반의 선택적인 전략과 이를 뒷받침 해줄 수 있는 데이터와 시스템 구조 및 메커니즘을 가지는 지능적 공학적 설계가 필요하다[7-9].

따라서 본 논문에서는 에델만의 1차적 의식 모델을 고찰하고 이 개념을 부분적으로 활용하고자

하였다. 목표 실현 가능성을 높일 수 있는 가치 체계에 따라 선택 집중하여 목표 도달 가능성을 높일 수 있는 시스템으로 선택 기능을 가지는 가치기반 자동 목적 실현 시스템(GVATS: Goal oriented Value based Automatic Teleonomic System)을 설계하고자 한다.

2. 인간의 목적 실현 시스템

2.1 에델만의 1차적 의식 모델

에델만이 제안한 1차적 의식모델은 뇌구조와 기능을 토대로 가치 형성, 분류화, 기억형성 모듈이 재입력 회로로 연결된 구성을 가진다. 에델만은 인간 뇌의 의식에 관련된 신경계 조직을 크게 SELF와 NONSELF 시스템으로 나누었다. 이 시스템들은 모두 뉴런으로 구성되어 있음에도 불구하고 그 조직과 성격이 다르다. SELF시스템은 뇌간(Brain Stem)과 대뇌변연계 영역을 포함하는데 일종의 가치계로서 다양한 신체 기관, 호르몬계, 자율신경계 등에 연결된다. 주로 수면, 심박률과 호흡률, 체온 조절, 소화기능 및 이와 유사한 기능들을 제어한다. 변연-뇌간 시스템의 회로들은 외부 신호들에 맞추는 것이 아니라 신체 내부 신호를 조절한다. 반면 NONSELF시스템은 시상피질계라고도 한다. 중추구조인 시상은 감각신호와 다른 뇌 신호들을 대뇌 피질에 연결시켜주는 많은 신경회로들로 구성되어 있다. 시상피질계는 동시에 작용하는 시상과 피질들로 구성되어 있는데 이들은 감각 수용관으로부터 신호를 받아들이고 수의근에 신호를 보내는 식으로 진화했다. 시상에 연결되어 있는 대뇌피질은 대규모의 재입력 연결로 이어져 시각, 촉각, 미각, 후각, 청각, 관절 감각 등의 다양한 감각 양식들을 통해 외부로부터 일련의 신호들을 동시에 받아들이기에 적합한 구조뿐만 아니라 점점 복잡해

지는 운동 행위와 외부 사건들에 대한 분류가 가능한 구조를 가지고 있다.

변연-뇌간 시스템과 시상 피질계는 진화 과정에서 서로 연결되었다. 대뇌피질은 점점 복잡해지는 주변 환경에 적합한 학습에 도움이 되도록 구성화되고 그의 동작 메커니즘에는 변연-뇌간 시스템에 의해 조정되는 생리적 욕구와 가치가 반영되도록 되어 있다. 학습은 가치라는 배경에서 범주화는 가치를 만족시키는 적응적 변화라고도 말할 수 있다.

에델만은 이러한 연결성 및 상관관계로부터 1차적 의식 모델을 구축하였다. 그림1에서 보인바와 같이 1차적 의식 모델은 크게 SELF와 NONSELF영역으로 구성되며 기능에 따라 유기적으로 연결되어 있다.

내부조절계에 의한 신호들은 가치에 연결되며 외부 세계로부터 들어오는 분류된 신호들은 서로 상호 연관되어 대뇌피질의 전두엽, 측두엽, 두정엽의 특수 가치-범주 기억으로 개념영역에 기억된다. 이 기억은 개념적 범주화가 가능하여 재입력 경로에 의해 외부신호에 대한 현재의 지각 범주화에 연결된다. 이때 가치-분류 기억을 현재의 지각 분류에 연결하는 재입력 고리를 통해 1차적 의식이 발생된다. 1차적 의식은 감각기관으로부터 들어오는 신호들을 통해 대상과 사건들로 이루어진 장면을 연출한다. 일반적으로 1차적 의식을 지닌 동물들은 가치가 부여된 과거경험에 의한 기억을 통해 그 대상들과 사건들을 연결할 수 있는 능력을 가지고 있다고 알려져 있다. 또한 1차적 의식은 개체의 현재 입력을 그 행동과 과거의 보상에 연결시켜주는 방법을 제공해준다. 또한 신호에 대한 학습의 일반화 능력을 높이며 진화적 적응도를 높여준다[1].

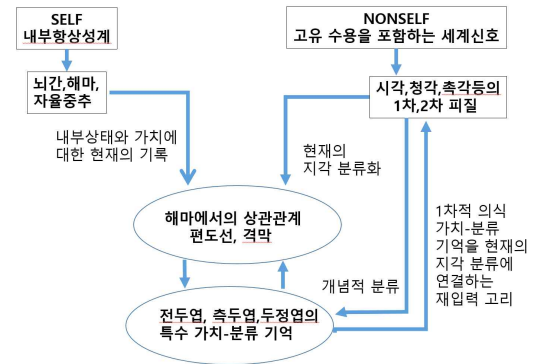


그림 1. 에델만의 1차적 의식 모델
Fig. 1. Primary Consciousness model of Edelman

3. 선택적 기능을 가지는 목적 지향 가치기반 목적 실현 시스템

본 연구에서는 에델만의 1차적 의식의 개념을 도입하여 가치에 따라 선택을 하여 목적 달성도를 높일 수 있는 자동목적실현 시스템 GVATS (Goal oriented Value based Automatic Teleonomic System)를 설계하였다.

3.1 시스템 구조

제안 시스템 GVATS의 구조는 그림 2와 같다. 크게 I/O INTERFACE, VALUE_SET, SELECT_EXECUTIVE, 모듈로 구성되어 있다.

I/O INTERFACE 모듈은 최종 목적을 담은 META-INPUT 창구와 들어오는 입력 데이터를 SELECT-EXECUTE 모듈로 넘겨주는 기능 및 사용자 요구사항과 시스템 수행에 필요한 기본 값들을 입력하는 입력 기능과 시스템 결과를 OUTPUT 창구를 통해 출력하는 출력 기능을 수행하는 역할을 하고 있다.

Fig. 2. The structure of GVATS

PLANNING 디제이닝하는 I/O INTERFACE의

보 시 고 데 세 기 기 오 히 리 는 이 려 고 도 키 이

				*					
--	--	--	--	---	--	--	--	--	--

Fig. 3. The structure of Data Stream Cell

B	2201	통밀빵	재료계량후 버터를 제외한 모든재료 1단 익싱, 버터 투입후 2단에서 발원단계까지 익싱, 1차발효 40분후 분할 통글리기한 후 10분 중간발효, 정형후 오븐입을 용해 30분 2차 발효, 190도에서 20분 굽기	3.5
---	------	-----	--	-----

그림 4. 데이터 스트림 셀의 예
Fig. 4. An example of Data Stream Cell

목표 상태 T_STATE와 현재 상태 C_STATE의 구조는 각각 그림 5, 그림 6과 같다.

Category	Item_1	Item_2	Item_i	Test(P/F)
Level_weight	W_1	W_2	W_i	W_{max}
Score	Max	Max	Max	Total
Complete	C	C	C	C

그림 5. T_STATE의 데이터 구조
Fig. 5. The data structure of T_STATE

Category	Item_1	Item_2	Item_i	Test(P/F)
Description	D_1	D_2	D_i	''
Score	Max	Max	Max	Total
Complete	I/C	I/C	I/C	I/C

그림 6. C_STATE의 데이터 구조
Fig. 6. The data structure of C_STATE

먼저 T_STATE 구조는 VALUE_SET 모듈에서 산출한 각 단계의 목표를 나타내는 구체적인 데이터 값을 가지고 있다. T_STATE는 Category, item_i, Level weight, Score, Complete로 구성된다. Category는 아이템의 분류를 나타내는 분류 항목으로 'B', 'P', 'W', 'K' 등으로 표기하고 분류 항목은 문제의 응용 영역에 따라 설정할 수 있다. item_i는 이수해야하는 아이TEM을 뜻한다. Level Weight는 각 아이TEM들의 난이도를 나타내며 전문가의 정보를 바탕으로 설정하며 Score는 각 단계에서 달성해야할 횟수나 점수를 의미한다. T_STATE는 목표 상태이니 주어지는 최대값 MAX로 세팅한다. Complete는 단계의 달성상황을 나타내는데 완료하였으면 'C'로, 미완료상황이면 'I'로 표기한다.

C_STATE는 입력 스트림에서 선택된 셀을 실행하여 얻은 중간 단계 및 결과 상태 값을 가지고 있다. 여기서 Description은 Item_i에 대한 설명을 담고 있다. 제안 시스템에서는 목표 달성을 위해 C_STATE값이 T_STATE값에 수렴하도록 Feed Forward 구조로 Evaluation Cycle을 돌려 선택적 실행을 하여 목표 값에 도달하게 한다.

3.4 목적달성도 평가

T_STATE, 목표값과 C_STATE 현재값과의 오차율 e 는 다음 (식 1)을 사용하여 구한다.

$$e = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{W_i^* MAX - W_i S_i^c}{W_i^* MAX} \right)^2 * 100 \quad (\text{식 1})$$

여기서 W_i , MAX는 T_STATE의 값으로 W_i 는 item의 가치를 나타내는 목표 상태의 레벨가중치(level weight), MAX는 목표 상태에서 item에 요구하는 최대 반복 횟수를 의미한다. S_i^c 는 C_STATE의 값으로 입력 셀이 획득한 Score이다.

e 의 값이 0에 수렴한 일정범위 내의 값(0.01)을 가지면 목적 달성 시점으로 판단한다.

3.5 가치기반 자동 목적 실현 알고리즘

이장에서는 목적 실현을 위해 GVATS에서 작동하는 메커니즘을 구현하기 위한 알고리즘을 제안한다. 가치기반 자동 목적 실현 알고리즘은 다음 Algorithm 1과 같다.

Algorithm 1 :

STEP1: METAINPUT 최종 목적 입력

STEP2: VALUE_SET 모듈 수행

STEP 2.1 PLANNING

STEP 2.2 T_STATE 산출

STEP3 : C_STATE 초기화

STEP4 : while e > 0.01:

InputQUEUE 셀 입력

SELECT

입력 셀의 선택

EXECUTION

C_STATE 산출

오차율 e 계산

$$e = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{W_i^* MAX - W_i^{Sc}}{W_i^* MAX} \right)^2 * 100$$

STOP.

B	식빵	단팥빵	통밀빵	버터롤	빵도넛	P
weight	5	4	3	2	3	5
Score	3	3	3	3	3	51
Complete	C	C	C	C	C	C

그림 7. T_STATE

Fig. 7. T_STATE

B	2201	통밀빵	통밀빵 제조법	3.5
P	2203	마드렌	마드렌 제조법	1.5
B	2210	식빵	식빵 제조법	3
B	2208	크림빵	크림빵 제조법	3.5
W	2202	햄버거	햄버거 제조법	1
:	:	:	:	:
P	2211	초코롤	초코롤 제조법	2

그림 8. 입력 데이터 스트림 셀

Fig. 8. Input Stream Cell

4. 실험

본 실험에서는 제안된 GVATS의 성능을 평가하고자 제한된 시간 내에서의 목표 달성도를 측정하였다. 최종 목적은 ‘베이커리 마스터’이며 PLANNING에서 소 목표를 1단계 제빵 제조, 2단계 제과 제조, 3단계 디저트와 4단계 케이크장식 과정으로 정하였다. 1단계 목표로 제빵기능사로 설정, 시뮬레이션 범위를 20개 아이템에서 5개 항목으로 축소 적용하였다. 제빵 제조 과정 수료를 위해서는 5개 필수 아이템에 대한 연습이 필요하며 각 아이템 당 각 공정에 대한 3번의 관련 과정을 학습해야 가능하다고 가정하여 문제의 범위를 축소하였다. 여기서 5개의 필수 아이템은 식빵, 단팥빵, 통밀빵, 버터롤, 빵도넛이다[10].

시뮬레이션을 위한 테스트 데이터로 그림 3에서 명시한 형식의 데이터 스트림 셀 형식을 가지는 30개의 입력 아이템들을 사용하였다. 다양한 분야의 아이템들을 사용하여 제안 시스템의 가치기반의 선택 기능과 목적 달성도를 테스트 하고자 하였다(그림 8 참조). 목표상태의 T_STATE의 데이터 프레임은 그림 7과 같다.

테스트에 사용한 입력 스트림 셀의 아이템들만 나열하면 다음과 같다.

통밀빵(B),마드렌(P),식빵(B),크림빵(B),햄버거(W),컵케이크(P),단팥빵(B),버터스폰지(P),통밀빵(B),빵도넛(B),피자(W),단팥빵(B),버터롤(B),빵도넛(B),파스타(W),통밀빵(B),크림빵(B),불고기(K),식빵(B),소프트롤(P),단팥빵(B),버터롤(B),치즈케이크(P),버터쿠키(P),버터톱(B),비빔밥(K),식빵(B),빵도넛(B),버터롤(B),초코롤(P)이다. 여기서 B는 제빵, P는 제과, W는 서양식, K는 한국식을 의미한다.

그림 9는 30개의 데이터 스트림 셀에 대하여 시뮬레이션한 결과를 보이고 있다. ‘제빵제조 과정 수료’라는 목표의 가치 값을 가지고 수행한 GVATS 시스템과 GVATS를 적용하지 않은 경우(non_GVATS)의 시뮬레이션 결과를 보이고 있다. 이수시간 10시간 단위로 목적 상태 값과 비교한 오차율이다. 목적 상태에 도달하는데 GVAT은 46.5 시간이 걸린 반면 non_GVAT은 77 시간이 소요되었다. 이 실험은 최종 목적을 가지고 목적 지향 계획과 실행하는 것의 중요성을 뚜렷하게 보이고 있다. 특히 이는 한정된 시

간 안에서 일을 수행하고자 할 때 매우 필요한 기능이며 가치기반 PLANNING을 하여 선택 수행하는 GVATS 시스템이 이러한 요구를 뒷받침하고 있다.

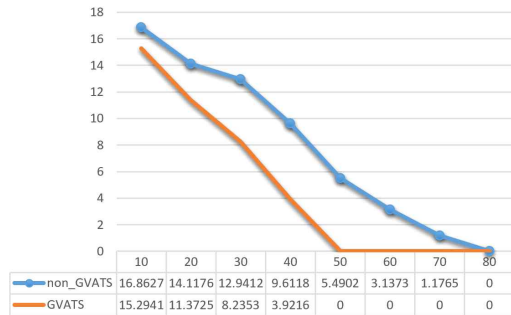


그림 9. GVATS와 non_GVATS의 목적달성도 (오차)비교

Fig. 9. The comparison of Goal attainment (Error) between GVATS and non_GVATS

4. 결 론

에델만의 1차적 의식 모델을 고찰하고 이 개념을 부분적으로 활용하고 목표 실현 가능성을 높일 수 있는 가치체계에 따라 선택 집중하여 목표 도달 가능성을 높일 수 있는 시스템으로 선택 기능을 가지는 가치기반 자동 목적 실현 시스템 GVATS를 설계하였다. 최종목적을 입력받아 달성하기 위하여 PLANNING하고 각 단계별 목표를 설정하여 선택과 집중 전략에 의하여 목표 실현을 효율적으로 수행할 수 있는 효율적 기능을 가지고 있다. 제안된 시스템을 문제의 영역에 적용하여 시뮬레이션 하였고 테스트 결과 시간 단축뿐만 아니라 업무 수행의 효율성 및 편의성을 입증해 볼 수 있었다. 제안 시스템은 계획과 업무의 신속성과 효율성을 요구하는 분야에 유용하게 적용될 수 있으리라 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] Gerald M. Edelman, "Bright Air, Brilliant Fire: on the Matter of the Mind", Basic Books, 1993, ISBN: 978-0465007646.
- [2] Gerald M. Edelman, "A Universe of Consciousness : How matter Becomes Imagination", Basic Books, 2001, ISBN: 978-0465013777.
- [3] Christian Hansel, "Memory Makes the Brain", World Scientific Publishing, 2021, ISBN: 978-9811228803
- [4] Michael A. Arbib, "Brains, Machines, and Mathematics", Springer-Verlag, 1987, ISBN: 3-540-96539-4.
- [5] Roger C. Schhank, "Dynamic memory : A theory of reminding and learning in computers and people", Cambridge University Press, 1985, ISBN: 0 521 27029 4.
- [6] Lynn Nadel, Lynn A. Cooper, Peter Culicover and Michael Harnish, "Neural Connections, Mental Computation", The MIT Press, 1989, ISBN 0-262-14042-X.
- [7] B.R. Gaines, J.H. Boose, "Knowledge Acquisition for Knowledge-Based Systems Volumn I", ACADEMIC Press, 1988, ISBN: 0-12-273251-0.
- [8] B.R. Gaines, J.H. Boose, "Knowledge Acquisition for Knowledge-Based Systems Volumn II", ACADEMIC Press, 1988, ISBN: 0-12-115920-5.
- [9] Roger Schank, Robert Abelson, "Scripts Plans Goals and Understanding : An Inquiry into Human Knowledge Structures", 1977, ISBN: 0-470-99033-3.
- [10] 오병석, 장다예, 박진홍, "에듀윌 제과제빵 기사사", Eduwill, 2022, ISBN: 979-11-360-1514-3 13590

저 자 소 개



심정연(JeongYon Shim)

1989.2 고려대학교 컴퓨터학과 졸업

1991.2 고려대학교 컴퓨터학과 석사

1998.8 고려대학교 컴퓨터학과 박사

2000 CUHK Post Doc.

2003.3-현재 : 강남대학교 교수

<주관심분야> 인공지능, 지식공학 시스템,
Machine Learning, ICA, Information
System