

긍정적 감정에 따른 선언적 지식에 관한 비전형적 연상 과정에 대한 인지모델링

박성진 · 명노해[†]

고려대학교 산업경영공학과

Cognitive Modeling of Unusual Association with Declarative Knowledge by Positive Affect

Sung-Jin Park · Ro-Hae Myung[†]

Department of Industrial Management Engineering, Korea University

The aim of this study was to model unusual association with declarative knowledge by positive affect using ACT-R cognitive architecture. Existing research related with cognitive modeling tends to pay a lot of attention to strong and negative cognitive moderator. Mild positive affect, however, has far-reaching effects on problem solving and decision making. Typically, subjects with positive affect were more likely to respond to unusual associates in a word association task than subjects with neutral affect. In this study, a cognitive model using ACT-R cognitive architecture was developed to show the effect of positive affect on the cognitive organization related with memory. First, we organized the memory structure of stimulus word 'palm' based on published results in a word association task. Then, we decreased an ACT-R parameter that reflects the amount of weighting given to the dissimilarity between the stimulus word and the associate word to represent reorganized memory structure of the model by positive affect. As a result, no significant associate probability difference between model prediction and existing empirical data was found. The ACT-R cognitive architecture could be used to model the effect of positive affect on the unusual association by decreasing (manipulating) the weight of the dissimilarity. This study is useful in conducting model-based evaluation of the effects of positive affect in complex tasks involving memory, such as creative problem solving.

Keywords: Positive Affect, Unusual Association, Declarative Knowledge, ACT-R Cognitive Architecture

1. 서론

다양한 일상생활 속에서 감정(emotion), 성격(personality), 스트레스(stress), 피로(fatigue) 등과 같은 인지적 중재자(cognitive moderator)는 인간의 작업 수행 및 인지과정에 중요한 영향을 끼친다(Kang *et al.*, 2012; Gluck *et al.*, 2006). 특히 감정은 인간의 인지과정에 중요한 역할을 수행한다는 인식이 커짐에 따라 다

양한 분야에서 활발히 연구가 진행되고 있다. 심리학 분야에서는 인간의 행위 및 의사결정을 객관적으로 설명하는 데 있어 감정의 중요성을 인식하고 감정을 인지과정과 통합하려는 연구가 활발히 진행되고 있다(Damasio, 1995; Mellers *et al.*, 1999). 이러한 패러다임은 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 인간이 어떠한 문제를 해결해가는 인지과정을 세부적으로 묘사하는 인지모델링 연구에도 많은 영향을 미쳤다. 대표적인 예로,

이 논문은 2014년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. NRF-2012R1A2A2A03047330).

이 논문은 또한 2013년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 휴먼인지환경사업본부-신기술융합형 성장동력사업의 지원을 받아 수행된 연구임(2013K000354).

[†] 연락저자 : 명노해 교수, 136-713 서울특별시 성북구 안암동 5가 고려대학교 산업경영공학과, Tel : 02-3290-3392, Fax : 02-929-5888,

E-mail : rmyung@korea.ac.kr

2014년 1월 6일 접수; 2014년 5월 8일 수정본 접수; 2014년 8월 13일 게재 확정.

ACT-R(Adaptive Control of Thought-Rational; Anderson *et al.*, 2004; Anderson, 2007)과 같은 통합적 인지구조(integrated cognitive architecture)를 이용하여 각성도(alertness), 수면부족(sleep deprivation), 피로도(fatigue)가 인간의 인지과정에 미치는 영향을 모델링한 연구를 들 수 있다. Cochran *et al.*(2001)은 인간의 인지과정에 대해 좀 더 정확한 프레임워크를 제공하기 위해서는 인지적 중재자가 중요한 요소로서 고려되어야 함을 주장하였고 ACT-R을 이용하여 각성도가 기억 인출에 미치는 영향을 모델링하였다. 그리고 Gunzelmann과 그의 동료들은 실험실 환경의 작업(Gunzelmann *et al.*, 2007; Gunzelmann *et al.*, 2009)뿐 아니라 운전과 같은 복잡한 작업(Gunzelmann *et al.*, 2011)에서 수면 부족에 의한 인지적 처리 능력의 저하를 정량적으로 모델링하였다.

하지만, 인지적 중재자가 인간의 인지과정에 미치는 영향을 구체적으로 살펴보기 위해서는 앞서 언급된 것처럼 인지과정에 부정적 영향을 끼치는 것 이외에 빈도는 높지만 비교적 강도가 적은 긍정적 감정(positive affect)에 대한 관심 및 연구도 필요하다. 긍정적 감정은 좋은 기분과 관련된 것으로, 일상적이며 낮은 강도의 일반적인 상태를 의미하는 것이다(County, 1987). 이러한 긍정적 감정은 기대하지 않은 선물을 받거나(Isen and Geva, 1987; Isen *et al.*, 1992), 재미있는 영상을 보거나(Carnevale and Isen, 1986), 좋은 소식을 듣는 것(Isen, 1970; Isen *et al.*, 1991)과 같이 유쾌한 경험에 의해 수반된다.

긍정적 감정은 크게 사회적인 측면과 인지적인 측면에서 많은 영향을 끼친다. 우선, 사회적인 측면에서 긍정적 감정을 가지고 있는 사람은 타인을 돕는 데 더욱 적극적이고(Isen and Levin, 1972), 대화를 함에 있어 좀 더 사회적이다(Batson *et al.*, 1979), 타인에 대한 호감을 더 많이 표현하고(Veitch and Griffitt, 1976), 보다 협동적이고 덜 공격적으로 행동한다(Carnevale and Isen, 1986). 인지적인 측면에서 긍정적 감정은 인지 체계(cognitive organization)를 재구성하고 장기기억 내 각 정보에 대한 접근을 더욱 용이하게 한다(Clark *et al.*, 1994). 바꿔 말하면, 긍정적 감정은 인지체계의 유연성(Isen *et al.*, 1985)과 창의적인 문제해결능력(Estrada *et al.*, 1997; Isen and Geva, 1987)을 촉진시킨다. 즉, 긍정적 감정을 가진 사람들은 중립적 감정(neutral affect)을 가지고 있는 사람에 비해 문제해결 및 의사결정 과정을 더욱 유연하게 만든다. 구체적으로 설명하자면, 상황에 대한 적절성과 효율성을 기반으로 다양한 생각을 고려할 수 있는 능력을 향상시킨다.

그러므로 본 연구에서는 긍정적 감정이 인지과정에 미치는 영향 및 현상에 대해 살펴보고 그 중 대표적인 현상인 비전형적 단어 연상 작용에 대하여 ACT-R 인지모델을 작성하였다. 이를 위해 우선적으로 기존 연구를 바탕으로 긍정적 감정이 전반적 인지체계에 어떻게 영향을 미치는지와 비전형적 단어 연상 작용에 대해 살펴보고, ACT-R이 인간의 선언적 지식 및 각 지식에 대한 접근성을 어떻게 묘사하고 있는지 그 특징에 대해 알아보려고 한다.

2. 관련 연구

2.1 긍정적 감정과 비정상적 단어 연상

앞서 언급했듯이, 긍정적 감정은 인지체계의 유연성을 촉진시킨다고 하였다. 여기서 말하는 유연성은 단순히 제한이 없고 마음대로 하는 것을 의미하는 것이 아니며, 창의성, 게으름과도 다른 의미이다. 인지체계의 유연성이란 지각한 자극 혹은 정보에 대해 생각하거나 기억 내 다른 정보와 연결시키는 방식인 인지체계를 상황에 대한 적절성, 효율성에 의거하여 재구성하는 것이다(Isen, 2008).

이러한 인지체계의 유연성이 긍정적 감정에 기인한다는 생각에 대한 이론적 기반으로는 신경심리학 분야의 도파민 가설(dopamine hypothesis)을 들 수 있다. 도파민 가설에 의하면, 긍정적 감정을 불러일으키는 상황에서는 뇌의 정면피질영역(frontal cortical area)에서 부정적 감정과는 다르게 도파민(dopamine)이라는 신경전달물질의 분비가 활성화되어 고수준의 사고 과정, 작업 기억과 관련한 실행 과정, 주의 전환 과정의 역할을 수행하는 뇌 영역의 기능을 촉진시킨다(Ashby *et al.*, 1999). 이러한 가정에는 여러 근거가 존재한다. Mirenowicz and Schultz(1994)에 의하면, 사람과 유사하게 동물들은 기대하지 못한 선물이나 보상을 받았을 때, 도파민의 분비가 활성화된다고 하였다. 또한, 도파민과 유사한 작용을 하는 약물을 투여했을 때, 긍정적 감정이 나타나고(Beatty, 1995), 도파민 분비를 억제시키는 약물을 투여했을 때, 긍정적 감정이 완화되었다(Hyman and Nestler, 1993). 결과적으로, 인지체계와 밀접한 관련이 있는 뇌의 특정 영역에 도파민 분비가 활성화되면 유연성이 촉진된다(Lange *et al.*, 1992; Williams and Goldman-Rakic, 1995). 이는 도파민 분비가 향상된 문제 해결 및 의사결정 과정을 포함한 여러 긍정적 감정 효과와 밀접한 관련이 있음을 나타낸다.

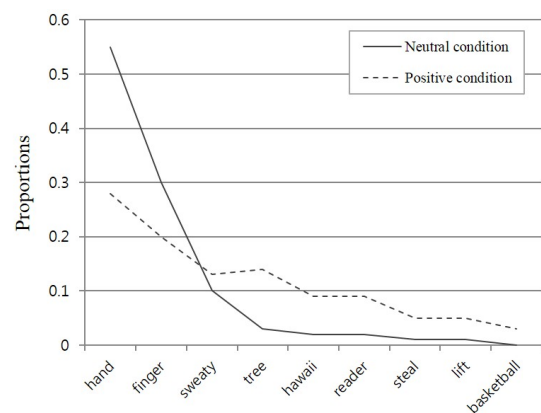


Figure 1. Empirical data for the word association task for a stimulus word 'palm' in Isen *et al.*(1985)

Isen *et al.*(1985)은 도파민 가설에 의한 긍정적 감정에 의한 인지체계의 유연성을 구체적으로 살펴보고자 제시된 자극단

어를 보고 떠오르는 연상단어를 대답하는 단어연상 실험을 실시하였다. 실험에는 190명의 대학생이 참여하였으며, 피험자는 두 개의 그룹(중립적 감정 상태와 긍정적 감정 상태)에 임의적으로 배정되어 아래의 절차에 따라 실험을 수행하였다. 피험자는 실험에 앞서 중립적 감정 혹은 긍정적 감정을 불러일으키는 영상을 5분 동안 감상하였다. 긍정적 감정을 위한 영상은 방송 내 실수 및 NG장면을 담은 것이며, 중립적 감정을 위한 영상은 곡선 아래 넓이 구하기와 같은 수학적 증명과 관련한 영상이다. 영상을 감상한 후, 감상한 영상이 자신의 감정을 어떻게 변화시켰는지 평가하도록 하였다. 7점 척도 평가(very positive vs. very negative)를 진행하였으며 그 결과 긍정적 감정을 위한 영상(M = 2.45)은 통계적으로 유의하게 중립적 감정을 위한 영상(M = 4.76)보다 'positive' 하였다. 감상한 영상에 대해 평가한 후, 실험자는 피험자에게 자극단어에 대해 가장 먼저 연상되는 단어를 작성하도록 하였다.

<Figure 1>은 Isen *et al.*(1985)의 실험 결과 중에서 자극단어가 'palm'인 경우에 최초로 연상된 단어의 비율을 나타낸 것이다. 긍정적 감정을 가지고 있는 피험자는 중립적 감정 상태의 피험자보다 더욱 넓고 다양한 범위의 단어를 연상하였다. 구체적으로, 중립적 감정 상태의 결과에 비해 긍정적 감정 상태의 결과에서 'sweaty', 'tree', 'hawaii', 'reader', 'steal', 'lift', 'basketball'과 같이 상대적으로 비전형적인 연상에 대한 비율이 높아짐을 알 수 있다. 여기서 중요한 것은 중립적 감정 상태에서 연상되지 않던 단어의 연상 비율이 증가되는 것이 아니라 중립적 감정 상태에서 연상되었으나 비율이 높지 않던 단어의 연상 비율이 증가된다는 것이다.

요약하자면, 긍정적 감정은 도파민 분비를 통해 장기기억 내 습득된 선언적 지식들 사이의 연결수준 및 방식에 영향을 미치며, 대표적인 예로는 비전형적 단어연상을 들 수 있다. 이에 본 연구에서는 긍정적 감정에 의한 비전형적 연상과정을 ACT-R 인지구조 내 선언적 지식에 대한 접근성을 결정하는 활성화 이론을 이용하여 인지모델을 작성하고, 자극단어 'palm'에 대한 Isen *et al.*(1985)의 실험 결과와 비교하여 작성된 ACT-R 인지모델이 긍정적 감정에 의한 비전형적 연상과정을 잘 묘사하고 있는지 살펴보고자 한다.

2.2 ACT-R 인지구조와 활성화 이론

인지구조는 인간의 인지와 지각 및 운동에 대한 이론적 제약과 수많은 실험을 통해 얻은 파라미터를 가지고 있으며, 이를 통해 인간의 행동이나 수행을 예측한다(Fleetwood and Byrne, 2006). ACT-R은 지금까지 개발된 여러 인지구조 중에서 인간의 행동 및 인지과정을 하위수준까지 가장 세부적으로 정확히 묘사할 수 있는 인지구조로 인정받고 있다. 따라서 본 연구에서는 ACT-R을 이용해 긍정적 감정이 인지체계에 미치는 영향을 모델링하고자 한다.

최근 버전인 ACT-R 6.0은 인간의 실제 뇌와 동일한 역할을 수행하는 8개의 모듈로 구성되어 있으며, 이 모듈들은 군집(chunk)이라 불리는 선언적 지식, IF-THEN 형태의 생산규칙(production rule)이라 불리는 절차적 지식과의 상호작용을 통해 인간의 정보처리 및 인지과정을 묘사한다. 특히, ACT-R의 선언적 모듈(declarative module)은 지식 및 경험의 암호화(encoding), 저장(storage), 인출(retrieval)에 관한 인지과정을 수행하기 때문에 본 연구에서 중요하게 다루어져야 한다.

의미망(semantic network)로 구성된 ACT-R의 선언적 모듈은 활성화 함수(activation function)에 의해 군집에 대한 접근성이 결정된다. 선언적 모듈 내 각 군집의 활성화 값은 과거의 학습 수준과 현재의 상황을 토대로 해당 군집의 유용성(utility)을 결정하는 것으로, 기억과 관련된 기본적인 인지과정뿐 아니라 학습, 문제해결 등과 같은 복잡한 인지과정의 개개인의 차이까지 비교적 정확하게 표현할 수 있다. 활성화 값은 아래의 식에서 볼 수 있듯이 4가지 요소로 구성되어 있다.

$$A_i = B_i + S_i - P_i + \epsilon \tag{1}$$

$$P_i = \sum_l WM_{li} \tag{2}$$

첫 번째 요소인 기준 활성화(base-level activation; B_i) 값은 군집 i 가 얼마나 최근에 사용하였는지, 얼마나 자주 사용하였

Table 1. ACT-R parameter estimation based on the word association experiment of Isen *et al.*(1985)

Word (i)	(a) $B_i + S_i$		(b) W		(c) M_i		(d) $P_i = WM_{li}$		(e) A_i	
	Neutral	Positive	Neutral	Positive	Neutral	Positive	Neutral	Positive	Neutral	Positive
hand	1	1	1	0.5	0.01	0.01	0.01	0.005	0.99	0.995
finger	1	1	1	0.5	0.085	0.085	0.085	0.0425	0.915	0.9575
sweaty	1	1	1	0.5	0.22	0.22	0.22	0.11	0.78	0.89
tree	1	1	1	0.5	0.35	0.35	0.35	0.175	0.65	0.825
Hawaii	1	1	1	0.5	0.39	0.39	0.39	0.195	0.61	0.805
reader	1	1	1	0.5	0.39	0.39	0.39	0.195	0.61	0.805
steal	1	1	1	0.5	0.46	0.46	0.46	0.23	0.54	0.77
lift	1	1	1	0.5	0.46	0.46	0.46	0.23	0.54	0.77
basketball	1	1	1	0.5	0.46	0.46	0.46	0.23	0.54	0.77

는지를 반영한다. 즉, 기준 활성화 값은 어떤 군집 i 가 사용될 때마다 기준 활성화 값이 증가하고, 가장 최근에 사용된 시점으로부터 시간이 오래 지날수록 감소하여 과거 군집 i 의 유용성을 의미한다. 과거 군집 i 의 유용성은 미래에 얼마나 사용될 것인가를 알려주는 중요한 지표가 된다. 두 번째 요소는 활성화 확산(spreading activation; S_i) 값으로, 현재 ACT-R 인지모델의 상태를 반영한다. 즉, 현재 인출 및 활성화된 군집과 장기기억 내 각 군집 간의 관계에 의해 결정된다. 위의 두 요소는 각 군집의 학습 수준과 학습된 환경을 결정한다고 볼 수 있다. 세 번째 요소는 목적에 해당하는 군집들과 선언적 모듈 내 모든 군집들 사이의 비유사성(dissimilarity)에 의한 불이익(penalty; P_i) 값을 반영하는 것으로, Equation 2에서 볼 수 있듯이 하나의 목적 군집에 대한 불이익 값은 0과 1사이의 비유사성 값(M_{ii})과 비유사성이 활성화 값에 미치는 가중치 값(weight; W)과의 곱에 의해 결정된다. 즉, 가중치 값이 감소함에 따라 군집 사이의 비유사성이 활성화 값에 미치는 영향이 감소하게 되고 목적으로 하는 군집 조건에 정확히 일치하지 않는다 하더라도 해당 군집이 인출될 수 있도록 한다. 마지막 요소는 활성화 값이 확률적 분포를 가질 수 있도록 하는 noise (ϵ)값에 해당한다. 이러한 활성화 공식은 기억과 관련한 실험 결과를 성공적으로 모델링하는 데 사용되었다(Anderson and Matessa, 1997).

활성화 공식에 의한 각 군집의 활성화 값은 아래와 같이 군집 i 의 인출 가능성(recall probability)을 결정한다. Equation 3에서 τ 는 군집이 인출되기 위한 최소 인출역(retrieval threshold)을 의미한다. 즉, 인출역보다 큰 활성화 값을 가진 군집 중에서 가장 큰 활성화 값을 가진 군집이 인출되어 사용되는 것이다.

$$\text{recall probability}(i) = \frac{1}{1 + e^{\frac{\tau - A_i}{\epsilon}}} \quad (3)$$

본 연구에서 모델링하고자 하는 긍정적 감정에 의한 비전형적 연상과정은 중립적 감정 상태에서 상대적으로 낮은 연상비율의 단어에 대한 연상의 증가를 나타낸다. 즉, 추가적인 학습 과정 및 지식에 따라 새로운 연상과정이 발생하는 것이 아니기 때문에 학습과 관련한 기준 활성화 값과 활성화 확산 값과는 연관성이 떨어진다. 또한, 불이익 값은 비유사성 값과 비유사성이 해당 군집의 활성화 값에 미치는 가중치 값과의 곱에 의해 결정되는데, 군집과 군집 사이의 비유사성 값은 추가적인 지식이 동반하였을 때 변화하는 값이기 때문에 단순한 일시적 감정 변화에 따른 효과에 적용하기에는 부적합하다. 이에, 본 연구에서는 추가적인 학습과정 및 지식과 관련이 없는 불이익 값과 관련한 가중치 값을 변경함에 따라 긍정적 감정에 의한 선언적 지식의 비전형적 연상과정을 모델링하고자 한다.

3. ACT-R 인지모델 수립

3.1 파라미터 설정

앞서 언급한 단어연상 실험 결과에 대해 Isen *et al.*(1985)은 자극단어와 다른 단어 사이의 유사성에 대한 재구성 과정과 유연적 추론 과정에 의해 긍정적 감정 상태의 피험자는 중립적 감정 상태에서 상대적으로 연상비율이 낮은 단어를 많이 연상한다고 하였다. 이는 추가적 지식 습득 및 학습에 의한 결과가 아닌 일시적 감정 변화에 의한 것으로, 본 연구에서는 불이익 값을 결정하는 가중치 값이 감소함에 의해 자극단어와 다른 단어 사이의 유사성이 재구성되어 긍정적 감정 상태에서 다양한 군집이 중립하게 인출된다고 가정하였다.

우선적으로, 긍정적 감정 효과에 대한 ACT-R 인지모델을 수립하기 위해 자극단어 ‘palm’에 대한 의미망을 구성하여야 한다. 이를 위해 자극단어 ‘palm’에 대한 연상 우선순위는 Isen *et al.*(1985)의 실험 결과에 의거하였으며, <Table 1>의 (c)와 같이 각 단어가 연상된 비율을 토대로 Equation 2의 비유사성 값(M_{ii})을 설정하였다. 이 때, <Table 1>의 (a)와 같이 각 단어에 대한 학습수준 및 환경이 동일하다는 가정 하에 기준 활성화 값(B_i)과 활성화 확산 값(S_i)은 모든 단어에 대해 동일하게 설정하였다. 인출역과 활성화 noise 값은 ACT-R 인지구조의 기본 값을 이용하였다. <Table 1>의 (b)에서 볼 수 있듯이, 중립적 감정 상태의 ACT-R 인지모델은 비유사성에 대한 가중치 값(W)을 기본 값인 1로 설정되었다.

본 연구에서는 긍정적 감정에 의한 비전형적 단어연상을 표현하기 위해 비유사성에 대한 가중치 값(W)을 0.5로 감소시켰다. 구체적으로 <Table 1>의 첫 번째 열의 연상된 단어 중 ‘hand’를 예로 들면, <Table 1>의 (c)에서 자극단어 ‘palm’과의 비유사성(M_{ii})은 중립적 감정 상태와 동일하지만 (b)의 가중치 값(W)이 긍정적 감정 상태에서 0.5로 감소됨으로써 (d)의 불이익 값(P_i)은 중립적 감정 상태의 불이익 값인 0.01보다 적은 0.005가 된다.

이와 같이 자극단어 ‘palm’에 대한 불이익 값이 감소하게 되어 <Table 1>의 (c)에서 볼 수 있듯이 연상된 단어들의 전체 활성화 값(A_i)은 긍정적 감정 상태일 때 중립적 감정 상태일 때보다 증가하게 된다. 또한, 자극단어와의 비유사성이 큰 단어일수록 긍정적 감정에 의한 전체 활성화 값의 증가량이 비유사성이 적은 단어보다 크다는 것을 알 수 있다. ‘hand’의 경우, 전체 활성화 값의 증가량이 0.005이지만 ‘Basketball’은 0.23이다. 이는 Isen *et al.*(1985)의 실험 결과에서도 볼 수 있듯이, 전형적 연상의 비율을 감소시키고 비전형적 연상의 비율을 증가시키게 된다.

요약하자면, 본 연구에서 중요한 것은 특정 단어에 대한 의미망을 구축하는 것이 아니라 감정의 변화에 따라 선언적 지식이 어떻게 재구성되고 그 결과 최초 연상된 단어의 비율이 어떻게 변화하는지 모델링하여 실제 실험결과와 비교하는 것

이다. 따라서 특정 단어 ‘palm’에 대한 의미망은 실험 결과를 토대로 구성하고 비유사성 정도가 활성화 값에 미치는 정도를 결정하는 가중치 값을 변경하여 긍정적 감정 상태의 실험 결과를 도출하고자 하였다.

3.2 시뮬레이션 절차

각 감정 상태(중립적 감정, 긍정적 감정)에 대한 ACT-R 인지모델은 실제 피험자와 수행했던 실험 절차와 유사하게 자극 단어를 보고 선언적 모듈에 저장되어 있는 여러 단어들 중 가장 연상이 쉬운(활성도 값이 가장 큰) 단어를 인출하는 아래의 생산규칙에 따라 수행되었다.

- (1) Search-displayed-word : 자극단어를 탐색.
IF The goal is to find a displayed word.
THEN Search an displayed-word.
- (2) Attend-displayed-word : 탐색한 위치를 향해 주의를 이동.
IF The goal is to attend the displayed word, and there is the visual-location of the displayed-word.
THEN Move visual attention to the location.
- (3) Encode-displayed-word : 주의를 옮겨 자극단어를 확인하여 저장.
IF The goal is to encode the displayed word, and there is visual object in the current location.
THEN Save the value of the displayed word in the goal buffer.
- (4) Retrieval-associate-word : 선언적 모듈로부터 연상되는 단어 인출.
IF The goal is to retrieval an associate word, and there is the value of the displayed word in the goal buffer.
THEN Retrieval the most activated associate word.

4. 결과

실제 피험자를 중심으로 한 Isen *et al.*(1985) 연구에서의 자극 단어 ‘palm’에 대한 최초 연상된 단어의 비율 <Figure 1>과 본 연구에서 개발한 인지모델에 의한 최초 연상된 단어의 비율을 비교하였다. <Table 2>는 각 감정 상태에서의 Isen *et al.*(1985)의 결과와 인지모델의 단어연상 결과를 나타낸 것이다. 인지모델에 의한 최초 연상된 단어의 비율은 각 감정 상태에 따라 50번씩 총 100번의 시뮬레이션을 진행한 결과이다.

피험자에 의한 결과와 인지모델의 결과를 정량적으로 비교하기 위해 전통적인 가설 검정 뿐 아니라 추가적으로 상관분

석을 수행하였다. Campbell and Bolton(2005)에 의하면, 인지모델과 피험자와의 결과를 통계적으로 비교하기 위해서는 전통적인 가설 검정 방법보다는 적합도 검정을 통한 경향의 일관성(trend consistency) 혹은 일치도(exact match)를 살펴보는 것이 효과적이라고 주장하였다. 이에 본 연구에서는 상관분석을 통하여 경향의 일관성에 대한 척도인 상관계수를 추가적으로 계산하였다.

Table 2. Proportions of associated words by neutral and positive condition

Word	Neutral		Positive	
	Human	Model	Human	Model
hand	55(%)	55(%)	28(%)	32(%)
finger	30	30	20	20
sweaty	10	8	13	14
tree	3	5	14	12
hawaii	2	1	9	6
reader	2	1	9	8
steal	1	0	5	2
lift	1	0	5	6
basketball	0	0	3	0

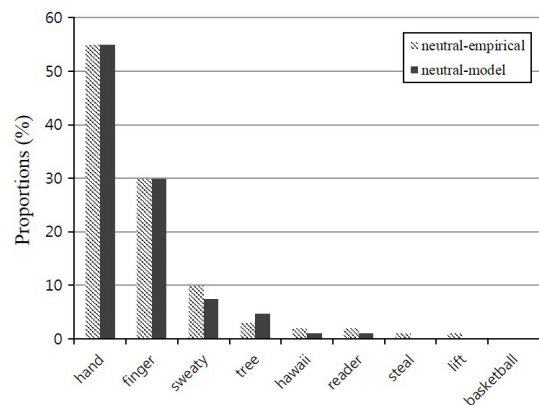


Figure 2. Proportions of associated words by a stimulus word ‘palm’ in the neutral condition

<Figure 2>의 중립적 감정 상태에서의 결과를 살펴보면, Isen *et al.*(1985)의 최초로 연상된 단어의 비율과 인지모델의 최초 연상된 단어의 비율에 대한 t검정 및 상관분석을 실시하였을 때, p-value = 0.202, R = 0.998이라는 값이 도출되어 중립적 감정 상태에서 자극단어 ‘palm’에 대한 의미망을 실제 실험 결과에 맞게 구성하였음을 알 수 있다.

본 연구에서 중요한 긍정적 감정 상태에 대한 분석 결과는 <Figure 3>과 같다. 우선, t검정 결과 p-value = 0.428로 긍정적 감정 상태의 피험자에 의해 최초 연상된 단어의 비율과 인지모델에 의해 최초 연상된 단어의 비율은 통계적으로 유의한 차이가 없음을 나타낸다. 또한, 상관분석을 실시한 결과 R = 0.986라는 값이 도출되어 피험자의 긍정적 감정에 의해 재구

성된 의미망 및 비전형적 연상비율의 증가를 인지모델이 잘 나타내고 있음을 알 수 있다.

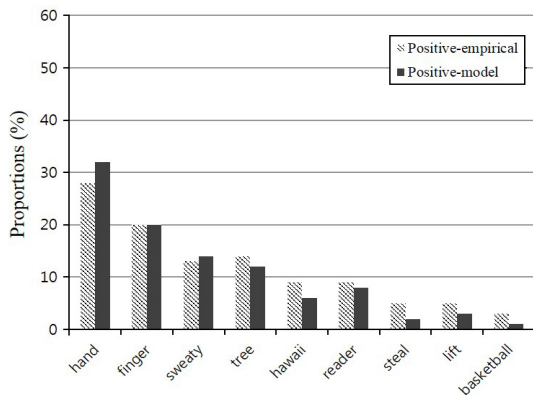


Figure 3. Proportions of associated words by a stimulus word 'palm' in the positive condition

5. 토 의

인지모델링 측면에서 ACT-R 인지구조를 이용한 기존의 연구들을 살펴보면, 대부분은 강도가 높거나 부정적인 인지적 중재자와 관련된 것으로 인간의 인지과정에 미치는 영향에 대해 전체적으로 이해하는 데 한계가 존재하였다. 이는 의사결정 및 문제해결에 있어 긍정적 감정의 효과를 과소평가함에 의해 비롯된 것이다. 긍정적 감정이 잘못된 결과를 초래한다거나 작업 수행도에 큰 영향을 미치지 않는다 하더라도 앞서 언급한 여러 연구 결과에서도 알 수 있듯이 긍정적 감정은 사회적, 인지적 측면에서 인간의 행동 및 다양한 인지과정에 영향을 미친다. 따라서 인지적 중재자가 인간의 의사결정 및 문제해결 과정에 미치는 영향을 종합적으로 이해하기 위해서는 긍정적 감정에 대한 연구가 필요하다.

이에 본 연구에서는 기존의 연구 결과를 바탕으로 긍정적 감정이 인간의 인지과정에 미치는 효과 중 지각한 자극에 대해 생각하거나 기억 내 다른 정보와 연결시키는 방식인 인지체계를 상황에 대한 적절성, 효율성에 의거하여 재구성되는 것을 ACT-R 인지구조를 이용하여 정확하게 묘사하고자 하였다. 구체적으로, 본 연구에서는 긍정적 감정에 의한 대표적인 현상인 비전형적 연상과정에 대한 인지모델을 작성하였으며, 기존의 단어연상 실험에 대한 실험 결과와 비교하여 모델 결과 값이 실험 결과 값을 잘 나타내고 있음을 보여주었다. 위의 결과에서도 알 수 있듯이 자극단어와 연상된 단어 사이의 비유사성에 대한 가중치 값을 감소시킴으로써 긍정적 감정 상태일 때 각 연상된 단어의 연상 비율을 정확히 예측하였다.

근본적으로 본 연구에서는 ACT-R 내 모든 군집 사이의 비유사성이 활성화 값을 미치는 영향을 결정하는 가중치 값이 긍정적 감정에 의한 의미망의 재구성과 연관이 있음을 제안하

였다. 앞서 언급했듯이 긍정적 감정에 의한 비전형적 연상과정은 추가적인 학습 및 지식 습득에 의한 것이 아니기 때문에 기존의 형성된 의미망의 재구성을 모델링하기 위하여 ACT-R 내 각 군집에 대한 활성화 값을 변형하기 위해 불이익 값을 결정하는 가중치 값을 변경하였다. 이는 비전형적 단어연상과 같이 기억과 관련한 인간 행동에 있어 긍정적 감정의 역할을 이해하는데 의미가 있다. 구체적으로, 긍정적 감정은 이전에 인지하지 못했던 자극에 대한 새로운 속성 및 지식을 발견하는데 영향을 주는 것이 아니라 기존에 가지고 있던 지식들 사이의 재구성에 영향을 미친다.

본 연구는 긍정적 감정 효과에 대한 인지모델을 작성하기 위해 비전형적 연상과정을 중점적으로 다루었다. 하지만 긍정적 감정은 단어연상뿐 아니라 더욱 다양한 과제에 영향을 미친다. 대표적인 예로는 재료의 유인가(valence of materials)에 대한 인출가능성의 변화(Isen *et al.*, 1992; Isen and Reeve, 2005), 창의적인 문제해결(Isen and Geva, 1987), 주의 확장(Derryberry and Tucker, 1994) 등이 있다. 이러한 긍정적 감정 효과에 대한 인지모델을 작성하기 위해서는 ACT-R 선언적 모듈 이외의 다른 모듈에 속해 있는 다양한 변수와 긍정적 감정과의 연관성을 추가적으로 살펴볼 필요가 있다.

6. 결 론

본 연구에서는 ACT-R 인지구조를 이용하여 긍정적 감정에 의한 선언적 지식의 비전형적 연상과정을 모델링하였고 실제 실험 결과를 잘 나타내고 있음을 입증하였다. 본 연구에서 제안한 ACT-R 인지모델은 각 단어 사이의 비유사성에 대한 가중치 값을 감소시켜 자극단어와 관련한 선언적 지식의 활성화 수준을 재구성하였다. 이번 연구에서는 기존의 단어연상 실험에 대한 실험 결과를 토대로 인지모델을 작성하고 비교 분석하였다. 분석 결과 ACT-R 인지모델은 최초 연상된 단어의 비율을 정확히 예측하였다. 이는 긍정적 감정에 의한 장기기억 내 선언적 지식 사이의 재구성을 ACT-R 인지모델이 정확히 묘사하고 있음을 나타낸다.

하지만, 긍정적 감정은 선언적 지식 뿐 아니라 절차적 지식, 지각 및 운동에도 영향을 미치기 때문에 선언적 모듈 이외의 ACT-R을 구성하는 다양한 모듈의 기능을 결정하는 변수들과 긍정적 감정 사이에 어떠한 연관이 있는지 추가적인 연구가 필요하다.

참고문헌

- Anderson, J. R. (2007), *How Can the Human Mind Occur in the Physical Universe?*, Oxford University Press, Oxford.
- Anderson, J. R., Bothell, D., Byrne, M. D., Douglass, S., Lebiere, C., and Qin, Y. (2004), An integrated theory of mind, *Psychological Review*,

- 111, 1036-1060.
- Anderson, J. R. and Matessa, M. (1997), A production system theory of serial memory, *Psychological Review*, **104**, 728-748.
- Ashby, F. G. and Isen, A. M. (1999), A neuropsychological theory of positive affect and its influence on cognition, *Psychological review*, **106**(3), 529-550.
- Batson, C. D., Coke, J. S., Chard, F., Smith, D., and Taliaferro, A. (1979), Generality of the “glow of goodwill” : Effects of mood on helping and information acquisition, *Social psychology quarterly*, 176-179.
- Beatty, J. (1995), *Principles of behavioral neuroscience*. Brown and Benchmark Publishers.
- Campbell, G. E. and Bolton, A. E. (2005), HBR validation : Integrating lessons learned from multiple academic disciplines, applied communities and the AMBR project, *Modeling human behavior with integrated cognitive architectures : Comparison, evaluation, and validation*, 365-395.
- Carnevale, P. J. and Isen, A. M. (1986), The influence of positive affect and visual access on the discovery of integrative solutions in bilateral negotiation, *Organizational behavior and human decision Processes*, **37**(1), 1-13.
- Clark, L. A., Watson, D., and Mineka, S. (1994), Temperament, personality, and the mood and anxiety disorders, *Journal of abnormal psychology*, **103**(1), 103-116.
- Cochran, R. E., Lee, F. J., and Chown, E. (2006), Modeling emotion: Arousal's impact on memory, *In proceedings of the 28th Annual Conference of the Cognitive Science Society*.
- County, B. (1987), Positive affect, cognitive processes, and social behavior. *In L. Berkowitz (Ed.), Advances in experimental social psychology*, New York : Academic Press, **20**, 203-253.
- Damasio, A. R. (1995), *Descartes' error : Emotion, reason, and the human brain*. New York : Harper Collins.
- Derryberry, D. and Tucker, D. M. (1994), Motivating the focus of attention.
- Estrada, C. A., Isen, A. M., and Young, M. J. (1997), Positive affect facilitates integration of information and decreases anchoring in reasoning among physicians, *Organizational behavior and human decision processes*, **72**(1), 117-135.
- Fleetwood, M. D. and Byrne, M. D. (2002), Modeling icon search in ACT-R/PM, *Cognitive Systems Research*, **3**(1), 25-33.
- Gluck, K. A., Gunzelmann, G., Gratch, J., Hudlicka, E., and Ritter, F. E. (2006), Modeling the impact of cognitive moderators on human cognition and performance, *In Proceedings of the 2006 Conference of the Cognitive Science Society*, 2658.
- Gunzelmann, G., Gluck, K. A., Kershner, J., Van Dongen, H. P., and Dinges, D. F. (2007), Understanding decrements in knowledge access resulting from increased fatigue, *In Proceedings of the twenty-ninth annual meeting of the Cognitive Science Society*, 329-334.
- Gunzelmann, G., Gross, J. B., Gluck, K. A., and Dinges, D. F. (2009), Sleep deprivation and sustained attention performance : Integrating mathematical and cognitive modeling, *Cognitive Science*, **33**(5), 880-910.
- Gunzelmann, G., Moore Jr, R., Salvucci, D. D., and Gluck, K. A. (2011), Sleep loss and driver performance : Quantitative predictions with zero free parameters, *Cognitive Systems Research*, **12**(2), 154-163.
- Hyman, S. and Nestler, E. J. (1993), *The molecular foundations of psychiatry*, American Psychiatric Pub.
- Isen, A. M. (2008), Some ways in which positive affect influences decision making and problem solving, *Handbook of emotions*, 548-573.
- Isen, A. M. (1970), Success, failure, attention, and reaction to others : The warm glow of success, *Journal of Personality and Social Psychology*, **15**(4), 294-301.
- Isen, A. M. and Geva, N. (1987), The influence of positive affect on acceptable level of risk : The person with a large canoe has a large worry, *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, **39**(2), 145-154.
- Isen, A. M., Johnson, M. S., Mertz, E., and Robinson, G. F. (1985), The influence of positive affect on the unusualness of word associations, *Journal of Personality and Social Psychology*, **48**, 1413-1426.
- Isen, A. M. and Levin, P. F. (1972), Effect of feeling good on helping : cookies and kindness, *Journal of personality and social psychology*, **21**(3), 384-388.
- Isen, A. M., Niedenthal, P. M., and Cantor, N. (1992), An influence of positive affect on social categorization, *Motivation and Emotion*, **16**(1), 65-78.
- Isen, A. M. and Reeve, J. (2005), The influence of positive affect on intrinsic and extrinsic motivation : Facilitating enjoyment of play, responsible work behavior, and self-control, *Motivation and Emotion*, **29**(4), 295-323.
- Isen, A. M., Rosenzweig, A. S., and Young, M. J. (1991), The influence of positive affect on clinical problem solving, *Medical Decision Making*, **11**(3), 221-227.
- Kang, W. K., Kim, M. S., and Oh, W. K. (2012), The Moderating Effects of Display Rule Fairness Perception and Problem-Focused Stress Coping on Emotional Labor, *Journal of the Korean Operations Research and Management Science Society*, **37**(2), 57-72.
- Lange, K. W., Robbins, T. W., Marsden, C. D., James, M., Owen, A. M., and Paul, G. M. (1992), L-DOPA withdrawal in Parkinson's disease selectively impairs cognitive performance, *Psychopharmacology*, **107**, 394-404.
- Mellers, B., Schwartz, A., and Ritov, I. (1999), Emotion-based choice, *Journal of Experimental Psychology-General*, **128**(3), 332-345.
- Mirenowicz, J. and Schultz, W. (1994), Importance of unpredictability for reward responses in primate dopamine neurons, *Journal of neurophysiology*, **72**(2), 1024-1027.
- Veitch, R. and Griffitt, W. (1976), Good News Bad News : Affective and Interpersonal Effects1, *Journal of Applied Social Psychology*, **6**(1), 69-75.
- Williams, G. V. and Goldman-Rakic, P. S. (1995), Modulation of memory fields by dopamine D1 receptors in prefrontal cortex, *Nature*, **376**, 572-575.