

구조적 정렬: 개념적 시사점과 한계

Structural Alignment: Conceptual Implications and Limitations

이 태 연*
(Tae-Yeon Lee)

요약 유사성은 인지구조와 그 처리과정을 설명하는 중요한 개념으로 알려져 있으며 유사성 비교과정을 설명하기 위해 제안된 대표적인 초기모형으로는 다차원 척도모형(Shepard, 1964; Nosofsky, 1991)과 대비모형(Tversky, 1977)이 있다. 그러나 초기 모형에 의해 설명되기 어려운 경험적 연구결과들이 발표되면서 유사성의 개념적 타당성에 대한 의문이 제기되었다. Goldstone(1994)은 유사성이 속성차원간의 정렬과정에서 정의된다고 가정하고, 구조적 정렬 개념을 유사성을 둘러싼 개념적 논쟁들을 해결할 수 있는 유망한 대안으로 제안하였다. 본 연구에서는 우선 초기 유사성모형들의 기본 가정과 알고리즘을 개관한 후 속성차원에 대한 선택적 주의의 임의성이나 속성차원들 사이에 존재하는 상관적 구조와 같이 초기 유사성 모형들에 의해 설명되기 어려운 개념적 문제들을 살펴보았다. 그리고 SIAM(Goldstone, 1994)의 개념적 특징과 알고리즘을 알아본 후 구조적 정렬 개념이 범주화, 명사결합, 유추 추리 등의 인지심리학 분야들에 어떻게 적용되었는지를 개관하였다. 끝으로 자료 주도적 처리와 대안적 처리과정의 가능성과 관련된 SIAM의 한계점을 검토하고 가능한 발전방향에 대해 논의하였다.

주제어 구조적 정렬, 다차원 척도모형, 대비모형, SIAM, 범주화, 명사결합, 유추추리

Abstract Similarity has been considered as one of basic concepts of cognitive psychology which is useful for explaining cognitive structure and process. MDS models(Shepard, 1964; Nosofsky, 1991) and Contrast model(Tversky, 1977) were proposed as early models of similarity comparison process. But, there have been a lot of theoretical doubts about the conceptual validity of similarity as a result of empirical findings which could not be explained by early models. Goldstone(1994) assumed that similarity could be defined by alignment processes, and suggested structural alignment as a prospective alternative for solving conceptual controversies so far. In this study, basic assumptions and algorithms of MDS models(Shepard, 1964; Nosofsky, 1991) and Contrast model(Tversky, 1977) were described shortly and some theoretical limitations such as arbitrariness of selective attention and correlated structures were discussed as well. The conceptual characteristics and algorithms of SIAM(Goldstone, 1994) were described and how it has been applied to cognitive psychology areas such as categorization, conceptual combination, and analogical reasoning were reviewed. Finally, some theoretical limitations related with data-driven processing and alternative processing and possible directions for structural alignment were discussed.

Keywords structural alignment, multidimensional scale model, contrast model, SIAM, categorization, noun combination, analogical reasoning

* 한서대학교, 연구 세부분야: 학습, 기억

충남 서산시 해미면 대곡리, 한서대학교 아동청소년복지학과, 전화: 041-660-1245, E-mail: leeyeon@hanseo.ac.kr

서론

유사성은 문제 해결, 기억, 범주화 등의 분야에서 인지구조와 그 처리과정을 설명하는 중요한 개념으로 인정되어 왔다. 사람들은 새로운 문제에 부딪히면 그것과 유사한 문제를 기억에서 탐색하여 해결방법을 찾으며(Holyoak & Koh, 1987) 새로운 대상을 범주화해야 할 경우에도 그것이 전에 경험했던 대상들과 얼마나 유사하게 지각되는지에 따라 결정한다(Nosofsky, 1986). 그렇지만 유사성이 인지과정에 보편적으로 적용 가능한 개념인지에 대해서는 아직 논란이 남아있다. 예컨대, 범주화 연구들(Carey, 1985; Murphy & Medin, 1985; Sloman, 1996)에서 발견되는 유사성과 범주화 수행간의 해리(dissociation)는 범주화를 포함하는 인지과정이 유사성에 의해 설명되기 어렵다는 것을 보여준다. Goodman(1972)도 유사성이 운동지각과 같이 참조 준거(frame of reference)를 필요로 하며 유사성을 제약하는 요인이 무엇인가가 밝혀지기 전에는 유사성을 설명 개념으로 받아들이기 어렵다고 주장하였다. 즉, "미국과 영국은 유사하다."라는 진술은 어떤 속성차원을 비교하느냐에 따라서 참일 수도 있고 거짓일 수도 있는 임의적인 진술이라고 할 수 있다. 이러한 비판에도 불구하고 유사성이 인지과정에 보편적으로 영향을 미친다는 연구결과들이 보고되고 있으며, 유사성을 제약하는 요인들에 대한 연구들도 이루어지고 있다. 즉, 범주를 쉽게 판단할 수 있도록 규칙을 알려주더라도 지각적으로 상대 범주와 유사하면 사례들에 대한 반응시간이 늦어지며(Allen & Brooks, 1991) 사람들은 자극에서 상관되어 있거나(Medin, Wattenmaker, & Hampson,

1987) 비교의 준거가 되는(Tversky, 1977) 속성 차원에 주의를 더 기울인다.

이러한 논란은 유사성을 제약하는 요인들에 대한 체계적인 연구를 통해서만 해결될 수 있으며 Goldstone(1994)의 연구는 그 점에서 중요한 의미를 갖는다. Goldstone(1994)은 유사성이 자극을 비교하는 과정에서 이루어지는 구조적 정렬(structural alignment)에 의해 어느 정도 제약되기 때문에 "X는 Y와 유사하다."라는 말을 들었을 때도 그 말을 이해할 수 있다고 주장하였다. 구조적 정렬은 유추추리모형인 SME(structural mapping engine; Falkenhainer, Forbus, & Gentner, 1990)에서 제안된 개념으로 Goldstone(1994)이 구조적 정렬에 근거한 유사성 모형인 SIAM(similarity as interactive activation and mapping)을 발표한 이후 10여 년간 범주화, 기억, 개념결합 등 다양한 분야에 적용되어왔다. 본 연구는 우선 초기 유사성 모형들의 기본가정과 알고리즘을 개관한 후 그 한계점들을 살펴해보았다. 그리고 SIAM 모형의 특징과 알고리즘을 개관하고 구조적 정렬 개념이 그 동안 범주화, 기억, 개념결합 등의 분야에서 어떻게 적용되어 왔는지를 알아보았다. 끝으로 구조적 정렬 개념이 가지고 있는 문제점들과 더불어 발전방향을 찾아보았다.

초기 유사성 모형들의 기본가정과 알고리즘

유사성을 설명하는 심리학적 모형들은 크게 기하학 모형(geometric model)과 속성모형(featural model)으로 대별되며, 그것을 대표하는 모형은 각각 다차원 척도 모형(multidimensional scaling model; Shepard, 1964; Nosofsky, 1991)과 대비 모

형(contrast model; Tversky, 1977)이다. 두 모형은 많은 차이점에도 불구하고 다양한 인지 현상들을 잘 설명해 왔다. 이 절에서는 두 모형에서 제안된 기본가정과 알고리즘을 살펴보도록 한다.

다차원 척도 모형

다차원 척도 모형에서 자극은 다차원 속성 공간상에 존재하는 점으로 표상되며 점들 간의 거리가 멀수록 두 자극간의 지각된 유사성은 감소한다. 예를 들어, Getty, Swets, Swets 및 Green(1979)은 자극에 대한 유사성 평정치를 다차원 척도 분석법에 의해 분석하여 각 자극간의 거리를 계산하고 이 거리가 확인 과제(identification task)에서 실험참가자들이 범하는 혼동 오류와 어떤 관계에 있는지를 검토하였다. 그 결과를 보면 다차원 척도 상의 심리적 거리가 혼동 오류와 매우 높은 상관관계를 가지고 있음을 발견하였다. 실제로 초기의 다차원 척도 모형(Shepard, 1964)에서 자극간의 유사성을 어떻게 계산하는지를 살펴보자. D 를 두 자극간의 심리적 거리라 하고 f 를 감소함수라고 할 때 유사성 $S(i, j)$ 는 다음과 같이 기술된다.

$$S(i, j) = f[D(i, j)] \tag{1}$$

등식 (1)에서 자극 i 와 j 의 유사성은 자극 i 와 j 간의 심리적 거리의 감소함수이다. 일반적으로 두 자극간의 거리 metric은 Minkowski-r metric의 형태를 취하므로 자극 i 와 j 간의 심리적 거리 $D(i, j)$ 는 다음과 같다.

$$D(i, j) = [\sum_{k=1}^n |X_{ik} - X_{jk}|^r]^{(1/r)} \tag{2}$$

등식 (2)에서 n 은 차원의 수이고 X_{ik} 는 자극 i 의 차원 k 에서의 값이며 r 은 metric 모수 값이다. r 값은 자극을 구성하는 차원의 유형에 의해 결정된다. 예를 들어, 자극이 분리 가능한 차원(separable dimension)으로 구성된 경우에는 city-block metric($r=1$)이 적용되고, 자극이 통합된 차원(integral dimension)으로 구성된 경우에는 Euclidean metric($r=2$)이 적용된다(Attneave, 1950). 직관적으로도 분리 가능한 차원들은 차원들이 조합되어 있더라도 분리되기 쉽고 심리적으로 독특한 상태를 유지하는데 비해 통합된 차원들은 분리되기 어렵고 전체로 지각된다. 예를 들어, Handel과 Imai(1972)는 색의 농도와 밝기가 통합적으로 지각되며 두 차원으로 구성된 자극들 간의 유사성이 Euclidean metric에 의해 기술될 수 있음을 발견하였다.

초기 다차원 척도 모형의 가정에 따르면, 유사성은 최소성(minimality), 등가성(symmetry), 삼각 비동등성(triangle inequality)¹⁾의 세 가지 가정을 만족해야 하지만 이러한 가정들과 모순되는 증거들이 보고되었다(Nickerson, 1972; Tversky, 1977; Tversky & Gati, 1982). 예컨대, 등가성의 조건에 따르면 두 대상간의 유사성은 어느 쪽에서 계산하나 같아야 하지만 실제로는 친숙하지 않은 대상이 친숙한 대상보다 더 유사하게 판단된다. 즉, “북한”이 “중공”과 유사한 정도는 “중공”이 “북한”과 유사한 정

1) 최소성: $D(A,B) \geq D(A,A) = 0$
 등가성: $D(A,B) = D(B,A)$
 삼각 비동등성: $D(A,B) + D(B,C) \geq D(A,C)$

도보다 더 크다(Tversky, 1977). 그밖에도 초기 다차원 척도 모형은 자극이 많은 수의 속성차원들을 포함하고 있을 때 유사성을 계산하기 어렵다든지(Krumhansl, 1978), 공통된 속성들을 추가하면 유사성이 증가한다는 것을 설명하기 어렵다는(Tversky & Gati, 1982) 문제점들을 가지고 있었다. Krumhansl(1978)은 다차원 척도 모형에 자극간의 심리적 거리뿐 아니라 비교되는 자극들 간의 공간 밀도(spatial density)²⁾를 포함시켜 다차원 척도모형의 문제점들을 해결하고자 하였으나 공간 밀도의 경험적 타당성에 의문이 제기되었다(Tversky & Gati, 1982). 다차원 척도모형에 대한 대안으로 Nosofsky(1991)는 자극간의 심리적 거리와 함께 속성차원에 대한 가중치를 고려하는 모형을 제안하였다. 즉, 다차원 척도 상에서 유사성은 자극간의 거리의 지수감소함수(exponential decay function)

$$S_{ij} = e^{-d_{ij}} \quad (3)$$

이며, (3)에서 자극간의 거리(d_{ij})는

$$D(i, j) = \left[\sum_{k=1}^n W_k |X_{ik} - X_{jk}|^r \right]^{1/r} \quad (4)$$

으로 $|X_{ik} - X_{jk}|$ 는 속성차원 k 에서 자극 i 와 j 간의 차이를 말하고, n 은 차원의 수를 말한다. 그리고 W_k 는 속성차원 k 에 주어진 가중치로서 0에서 1 사이의 값을 가지며 가중치의 합은 1.0이다. 여기에서 속성차원에 대한 가중치는 그 속성차원에 대한 실험참가자의 선택적 주의나 속성차원의 현저성(salience) 또

는 속성차원의 반복빈도 등에 의해 결정된다. Nosofsky(1991)의 모형은 등가성의 문제를 효과적으로 해결하였지만 다차원 척도모형의 모든 문제점들을 해결하진 못하였다.

대비 모형

다차원 척도모형의 문제점을 해결하기 위한 또 다른 시도로서 Tversky(1977)는 유사성을 두 자극이 모두 가지고 있는 공통 세부특징(common feature)의 증가함수와 어느 한 자극만 가지고 있는 독특 세부특징(distinctive feature)의 감소함수로 기술하는 대비 모형을 제안하였다. 대비모형에서 두 자극의 유사성 $sim(i, j)$ 은 다음과 같이 계산될 수 있다.

$$sim(i, j) = af(i \cap j) - bf(i - j) - cf(j - i) \quad (5)$$

등식 (5)에서 $i \cap j$ 는 두 대상이 공유한 세부특징이고, $i - j$ 는 i 만 가지고 있는 세부특징이며, $j - i$ 는 j 만 가지고 있는 세부특징이다. 그리고 a, b, c 는 각 항이 가지고 있는 가중치이다. 대비 모형은 “북한에 대한 중공”의 유사성이 왜 “중공에 대한 북한”의 유사성에 비해 더 낮게 평정되는지를 잘 설명한다. 등식 (5)에서 유사성은 각 항에 주어지는 가중치에 크게 의존하는데 “북한”과 “중공”간의 비등가성은 “북한”의 독특 세부특징이 “중공”의 독특 세부특징에 비해 더 큰 가중치를 갖기 때문에 나타난다. 대비 모형은 그 동안 자연 범주 연구에서 알려진 현상들도 잘 설명한다. 예를 들어, “공작새”는 “다이아몬드”보다 “제비”와 더 유사한데 그것은 “공작새”와 “다이아몬드”보다 “공작새”와 “제비”가 공통 세부특징들은 더 많고 독특 세부특징들은 더 적기

2) 자극이 많은 인접 자극들을 가지고 있을수록 공간 밀도가 높으며 그에 따라 자극간의 유사성은 낮아지게 된다.

때문이다. 세부특징에 대한 가중치가 동일하다면 “공작새”와 “제비”가 더 유사하지만 “화려함”이란 속성에 더 큰 가중치가 주어진다 보면 반대의 결과가 나올 수 있다. 실제로 공통 세부특징과 독특 세부특징에 대한 가중치는 자극 유형이나 과제 요구에 따라 달라질 수 있다. 그림자극보다 언어자극에서(Gati & Tversky, 1984), 응집되지 않은 자극보다 응집된 자극에서(Ritov, Gati, & Tversky, 1990), 차이판단보다 유사성판단에서(Tversky, 1977) 공통 세부특징이 독특 세부특징보다 더 큰 가중치를 가진다.

초기 유사성 모형들의 한계

초기 유사성 모형들은 다양한 인지과제들에서 실험참가자의 수행을 잘 설명하였다. 다차원 척도에서 얻어진 유사성 측정치는 속성의 확인이나 범주화와 밀접한 상관을 보이며(Nosofsky, 1988) 지각적 속성들에 근거한 친족 유사성(family resemblance)은 자연 범주의 내적 표상 구조를 반영하는 전형성과 높은 상관관계를 보인다(Rosch & Mervis, 1975). 그러나 초기 유사성 모형들에 의해 설명되기 어려운 이론적 또는 경험적 문제들이 발견되면서 유사성이 인지과정을 반영하는 설명개념이 될 수 있는지에 대한 의문도 함께 제기되었다.

속성차원에 대한 선택적 주의

속성차원에 대한 선택적 주의를 유기체에게 있어서 자연스러운 과정이며 선택적 주의에 따라 유사성은 달라진다(Nosofsky, 1984). 즉, “권총”과 “인형”은 맥락이 없을 경우보다는 “장난감”이라는 맥락이 제공되었을 경우에 더 유사하다(Barsalou, 1985). 또한 물체의 색깔에

대해서만 반응을 하도록 하고 물체의 형태에 대해서는 반응을 하지 않도록 보상을 주면 형태가 변화하더라도 반응-보상간의 수반성에서는 변화가 일어나지 않는데(Rescorla & Wagner, 1972) 이것은 학습 기간에 물체의 색에는 주의를 기울이지 않도록 학습되었기 때문이다. 이렇게 유사성은 실험참가자가 어떤 속성차원에 선택적 주의를 기울이는지에 따라서 달라질 수 있는데 선택적 주의를 결정하는 것이 무엇인지에 대해서 기존의 유사성 모형들은 분명한 설명을 제공하지 않는다(Medin, 1989). 자극에서 어떤 속성차원을 비교해야 하는지가 불분명하다면 두 자극은 무한히 다를 수도 있고 무한히 유사할 수도 있다. 예를 들어, 외현적으로 아무 관련이 없어 보이는 “책”과 “침대”는 “사람이 사용하는 것”, “만들어진 것”, “무게가 1000kg이하인 것” 등등 무한하게 공통된 속성을 가질 수 있다. 그렇기 때문에 속성차원에 대한 선택적 주의를 제약하는 요인이 밝혀지기까지 유사성은 인지과정에 대한 설명 개념으로 사용되기에는 지나치게 임의적이다(Goodman, 1972). 비록 세상지식이 선택적 주의를 결정한다는 이론 근거 접근(theory-based approach; Keil, 1989; Medin, 1989; Medin & Ortony, 1989)이 제안되었지만 개념적 모호성과 순환론적 설명에 대한 비판(Anderson, 1991)이 제기되면서 유사성의 개념화에 큰 기여를 하지는 못하였다.

속성의 관계적 구조

Armstrong, Gleitman, 및 Gleitman(1984)은 개념이 속성들과 그 속성들 간의 관계를 포함하고 있기 때문에 유사성을 독립된 속성들의 합에 의해 정의하기 어렵다고 주장하였다. 예를

들어, “새”라는 개념에서 “둥지를 짓는다.”는 속성은 “알을 낳는다.”라든지 “나무 위에 짓는다.”와 같은 속성들과 연합되어 있고, “나무 위에 짓는다.”는 속성은 “날개를 가지고 있다”든지 “날 수 있다”라는 속성과 연합되어 있다. 사람들은 이러한 속성들 간의 관계를 의식하지 않더라도 “새”가 “날개를 가진다.”든지 “둥지를 짓는다.”는 속성을 왜 가지고 있는지를 쉽게 이해할 수 있다. 물론 이러한 관계적 구조는 세상지식(world knowledge)에 근거한 것이지만 인간이 지각하는 유사성이 속성간의 관계에 의해 기술되어야 한다는 증거들이 있다. 예를 들어, 어린이는 유사성을 판단할 때 독립된 속성에 의존하는 경향을 보이지만(Kemler-Nelson, 1989; Smith & Kemler-Nelson, 1984) 나이가 들에 따라서 추상화된 관계적 구조에 의존하여 유사성을 판단한다(Gentner, 1988). 예를 들어, “구름은 스폰지와 같다.”라는 말에 대해 아동은 “둘 다 둥글고 폭신하기 때문이다.”라고 해석하지만 성인은 “둘 다 물을 보유하거나 내놓을 수 있기 때문이다.”라고 해석한다. 또한 특정한 분야에 대한 전문적 지식이 증가함에 따라서 관계적 구조에 근거하여 근거문제(base problem)와 표적문제(target problem)간의 유사성을 판단한다는 증거도 있다. Chi, Feltovich, 그리고 Glaser(1981)의 연구에서 물리 문제를 초보자와 전문가가 어떻게 해결하는지를 분석한 결과에 따르면 초보자는 표면적 속성에 의존하여 문제를 해결하는데 비해 전문가는 관계구조에 의존하여 문제를 해결하였다. 따라서 유사성은 대상에 존재하는 관계구조에 의해 제약될 가능성이 있다.

설명개념으로서 유사성의 가능성:

SIAM(Goldstone, 1994)

유사성을 인지과정에 대한 보편적 설명개념으로 인정할 수 있는지에 대해 의문이 제기되어 온 것은 초기 유사성 모형들이 유사성을 독립된 속성에 의해 기술될 수 있는 안정된 개념으로 여겼기 때문이기도 하지만(Keil, 1989), 각각자의 초보적 이론이 속성차원의 선택에 영향을 미친다고 생각했기 때문이다(Medin, 1989). 그렇지만 유사성을 자극 이외의 변인에 의존하지 않고 설명 개념으로 논증하려는 시도가 이루어졌고(Smith & Heise, 1992; Goldstone, Medin, & Gentner, 1991) 그 대표적인 모형이 SIAM(Goldstone, 1994)이다.

SIAM의 개념적 특징

기존 유사성 이론들에서는 속성차원간의 정렬이 즉각적으로 일어난다고 가정하기 때문에 유사성에서 자극간의 비교과정이 중요하지 않았지만 SIAM은 기존 유사성 이론들과 달리 유사성을 결정하기 위해 자극들이 어떻게 비교되는지를 다루고 있다. SIAM에서 가정하는 유사성 비교과정의 개념적 특징은 다음과 같다.

구조적 정렬(structural alignment)

대비 모형에서는 세부특징의 동일성(identity)이 중요하므로 동일한 세부특징들은 $A \cap B$ 항, 동일하지 않은 세부특징들은 $(A-B)$ 나 $(B-A)$ 항에 포함된다. 다차원 척도모형에서는 속성의 동일성보다는 차원의 동일성이 더 중요하며 자극들이 동일한 차원을 포함하고 있다면 차

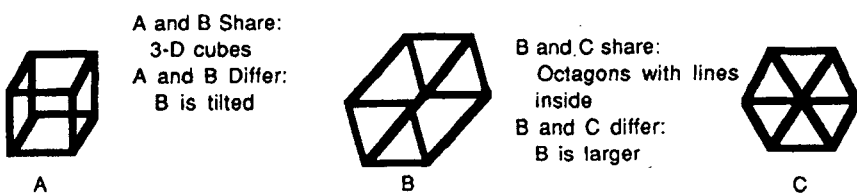
원내의 값들을 비교함으로써 유사성을 결정할 수 있다. 이렇게 두 모형은 모두 세부특징이나 차원간의 대응이 즉각적이라는 가정을 하고 있다. 그러나 “장면(scene)”과 같이 구조적으로 복잡한 자극들을 비교하기 위해서는 “어떤 부분을 어떤 부분과 대응시킬 것인가?”하는 문제가 중요하게 될 것이다. 실제로 우리가 주변에서 보는 대상들은 위계적으로나 명제적으로 구조화되어 있는 경우가 많으며 그들을 비교할 경우에는 속성차원간의 정렬이 중요한 문제가 된다.

SIAM은 유사성 비교가 속성차원들을 대응시킨 후에 일어난다고 본다. 예를 들어, “철수”는 “흑백으로 줄친 상의”와 “적녹색의 체크 하의”를 입었고 “영수”는 “흑백으로 줄친 체크 상의”와 “적녹색으로 줄친 하의”를 입었다고 가정하자. 이 경우에 “적녹색”과 “체크”와 “줄무늬”가 모두 일치한다고 보아야 하는가 아니면 서로 상반되어 있다고 보아야 하는가? 만일 “줄무늬”와 “줄무늬”를 상응시킨다면 색깔에서는 일치하지 않는 것인가? 이 경우에 중요한 것은 단순히 국소적 일치보다는 전체적 일치가 유사성의 판단에 더 중요하다는 것이다. SIAM에서 구조적 정렬은 유추 추리의 구조적 사상과 유사하다(Gentner, 1989). 예를 들어, SME(structure-mapping engine; Falkenhainer, Forbus, & Gentner, 1990) 모형에서는 속성차원

간의 일치와 같은 국소적 일치(local consistency)가 점차 일대일 대응이나 관계적 결합과 같은 구조적 일치의 제약이 주어짐에 따라서 전체적 일치(global consistency)로 변화되어 감을 보여주고 있다. 따라서 유사성은 속성차원의 일치만이 아니라 구조적 일치에도 의존한다. 속성차원은 그것과 연결된 더 큰 구조의 일부분일 경우에 더 큰 가중치를 가지게 된다. 이와 관련한 연구에서 Markman과 Gentner(1990)는 지각적으로는 유사하지만 역할에서는 서로 다른 자극을 사용하여 유사성에 구조적 정렬이 어떤 영향을 미치는지를 연구하였다. 실험자는 그림에서 특정한 대상을 지적하고 실험참가자에게 다른 그림에서 그와 대응되는 대상을 지적하도록 하는 사상과제(mapping task)를 유사성을 평정한 후에 시키거나 그냥 시켰다. 유사성을 먼저 평정한 실험참가자는 그렇지 않은 실험참가자에 비해 관계적 구조에 의해 대응되는 대상을 지적하는 경향을 더 보였다. 이 결과는 유사성 평정이 구조적 정렬을 촉진하였으며 그 결과로 관계적 구조에 근거한 사상이 일어났음을 보여준다.

비교과정의 비대칭성(asymmetry of comparison process)

SIAM에서는 한 자극에서 활성화된 속성차원들이 비교될 자극의 후보 속성으로 가능한



(그림 1) Medin, Goldstone & Gentner(1993)의 실험 1에서 사용된 자극의 일부

다. Medin, Goldstone 그리고 Gentner(1993)은 속성차원이 유사성을 비교하는 과정에서 결정되는지를 알아보기 위해 그림 1의 자극 B를 자극 A나 자극 C와 비교하고 공통된 속성들과 서로 다른 속성들을 열거하도록 하였다.

자극 B에 속하는 속성차원이 비교 과정에 독립적이라면 비교에 독립적인 속성들이 비교에 따라 변화되는 속성만큼 열거되어야 하지만 실제로는 그렇지 않았다. 이것은 자극 A와 C의 지각된 속성들이 비교과정에서 B를 서로 다르게 지각하도록 유도하였음을 알 수 있다. Medin 등(1993)은 언어자극에서도 한 자극에서 활성화된 속성차원들이 다른 자극과의 비교에 기준이 될 수 있음을 증명하였다. 즉, “미국”(X)과 “영국”(Y)과 같이 서로 유사하지만 비교의 기준이 되는 속성차원에 따라 유사성이 달라질 수 있는 자극 쌍을 실험참가자에게 제시하고 “미국이 영국과 유사한 정도(X->Y)” 또는 “영국이 미국과 유사한 정도(Y->X)”를 평정하도록 하였다. 그 결과를 보면 “미국”이 “영국”과 유사한 정도는 12.84이지만 “영국”이 “미국”과 유사한 정도는 11.40으로 기준 속성이 비교되는 대상 중에서 어느 한 대상과 더 밀접하게 관련되어 있으며 비교의 방향에 따라 유사성이 변화될 수 있음을 알 수 있다.

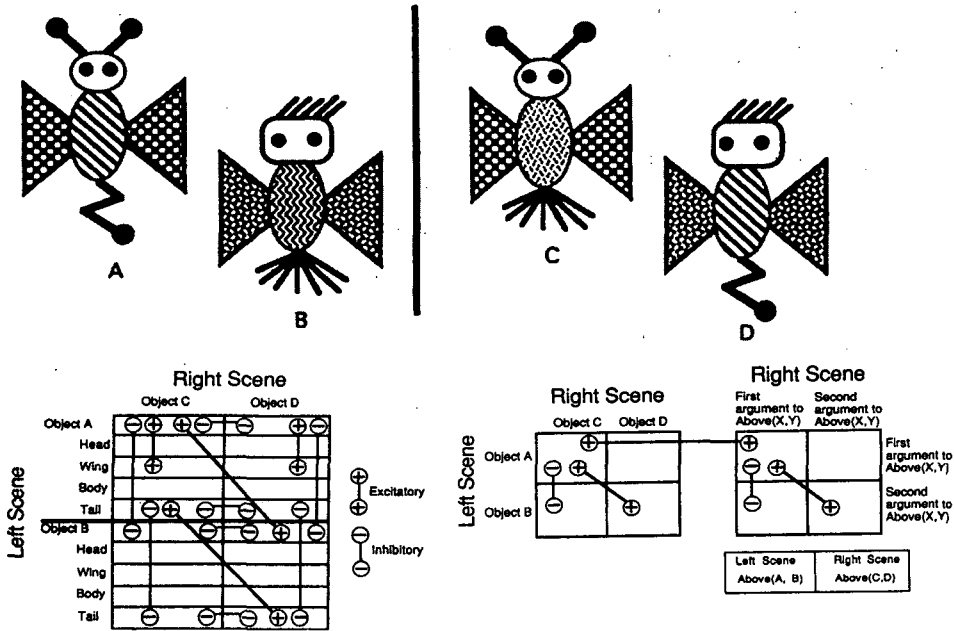
SIAM 모형의 유사성 계산 알고리즘

SIAM 모형은 PDP(Parallel Distributed Processing; Rumelhart & McClelland, 1981)모형과 SME (Structure Mapping Engine; Falkenhainer, Forbus, & Gentner, 1989) 모형에 기초하고 있다. SIAM에서 유사성 계산은 두 자극의 속성차원들을 대응시키는 것으로부터 시작된다. 일단 속성

차원들이 서로 대응되면 속성 대응과 일치하는 방식으로 대상(object)을 대응시켜나간다. 대상이 서로 대응되기 시작하면 대상간의 대응에서 시작된 활성화가 역으로 속성차원간의 대응에 피드백이 된다. 이렇게 해서 대상간의 대응과 속성차원간의 대응이 동시에 서로에게 영향을 미치게 된다. 실제로 SIAM이 어떤 알고리즘으로 유사성을 결정하는지 살펴보자.

SIAM에서 유사성 계산은 속성들이나 대상들 또는 역할들을 이어주는 마디들의 활성화 확산과정을 통해 이루어진다. SIAM에는 속성-속성 마디, 대상-대상 마디, 역할-역할 마디가 있으며, Goldstone(1994)의 실험에서 사용되었던 자극(그림 2의 위)은 그림 2의 아래와 같이 세 유형의 마디에 의해 표상된다.

그림 2에서 왼쪽 아래에 있는 그림은 속성-속성 마디와 대상-대상 마디간의 연결을 나타내고 오른쪽 아래에 있는 그림은 대상-대상 마디와 역할-역할 마디간의 연결을 나타낸다. 모든 마디들은 0에서 1 사이의 활성화 값을 가지며, 어떤 마디가 얼마나 활성화되어야 하는지를 결정하는 것은 그것과 연결되어 있는 촉진적이거나 억제적인 마디들이 보내는 “신호(advice)”의 평균값에 달려있다. SIAM에서 마디는 두 속성이 정확하게 같으면 1의 값을 그렇지 않으면 0에서 1 사이의 값을 가지게 되는데, 편의상 모든 마디는 최대의 불확정 상태인 0.5의 활성화 수준에서 시작한다. 만일 마디가 0.5 이상의 값을 가지면 두 속성은 대응되어 있으며 0.5 이하의 값을 가진다면 대응되어 있지 않다고 볼 수 있다. 마디 i 가 $t+1$ 시점에서 갖는 활성화 정도 $A_{i,t+1}$ 는 그것과 연결된 마디들로부터 오는 신호들에 의해 다음과 같이 결정된다.



(그림 2) Goldstone(1994)의 실험에서 사용되었던 자극에 대한 SIAM의 표상

$$A_{i,t+1} = A_{i,t}(1-L) + M_i L$$

여기에서 L 은 마디 전체의 활성화 변화비율이고 M_i 는 마디 i 와 연결된 모든 마디들로부터 온 신호들의 평균값이다. 만일 $L=1$ 이라면 $A_{i,t+1}$ 는 신호들의 평균값이 되지만, $L<1$ 이면 신호들의 평균값보다 더 적은 값에서 시작한다. M_i 은 다음과 같이 계산된다.

$$M_i = \frac{\sum_{j=1}^n R_{ji} W_{ji} S_j}{\sum_{j=1}^n W_{ji} S_j} \quad (5)$$

(5)에서 R_{ji} 은 마디 i 에 대한 마디 j 의 활성화 신호 값이고, W_{ji} 는 마디의 연결양상에 따라서 결정되는 모수치로 만일 마디 j 가 세부특징-세부특징 마디 i 와 일치하는 대상-대상 마디라면 W_{ji} 는 대상과 속성간의 가중치가

된다. S_j 는 j 번째 속성과 연결된 마디의 현재성 수준을 나타내며, n 은 마디 i 와 연결된 마디의 수이다. 즉, M_i 은 마디 i 와 연결된 모든 마디로부터 오는 신호의 평균값이라고 할 수 있다.

촉진적 활성화의 경우에는

$$R_{ji} = A_i + (1 - A_i)(A_j - 0.5) \text{ if } A_j > 0.5,$$

$$R_{ji} = A_i + A_i(0.5 - A_j) \text{ if } A_j < 0.5$$

억제적 활성화의 경우에는

$$R_{ji} = A_i + (1 - A_i)([1 - A_j] - 0.5) \text{ if } (1 - A_j) > 0.5,$$

$$R_{ji} = A_i + A_i(0.5 - [1 - A_j]) \text{ if } (1 - A_j) < 0.5$$

따라서 다른 마디와 촉진적 연결이 되어 있느냐 아니면 억제적 연결이 되어 있느냐에 따라서 R_{ji} 는 마디 i 의 활동을 감소시키거나 증가시킨다. 즉, 연결이 억제적이라면 마디 j 의 활성화가 증가할수록 마디 i 의 활동은 감소하는데 비해 연결이 촉진적이라면 반대로 증가한다. 일단 특정한 마디의 활성화 수준이 결정되면 유사성은 다음과 같이 계산된다.

$$\text{similarity} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{match-value } A_i S_i}{\sum_{i=1}^n A_i S_i} \quad (6)$$

(6)에서 n 은 마디의 수, A_i 는 마디 i 의 활성화 수준, S_i 는 마디 i 의 현저성 수준, match-value_i 는 마디 i 에 의해 대응되는 두 속성간의 일치 여부를 나타낸다. (6)을 보면 속성 대 속성 마디가 더 활성화되어 있을수록 그 속성의 일치하거나 불일치하는 값은 그만큼 유사성에 영향을 미치게 된다. 즉, 속성들이 일치하면 속성 대 속성 마디의 활성화가 클수록 유사성이 더 높지만 속성들이 불일치하면 속성 대 속성 마디의 활성화가 클수록 유사성을 더 낮춘다. 실제로, 대응된 속성차원은 대응되지 않은 속성차원에 비해 유사성에 더 큰 영향을 미쳤으며 그 영향은 대응이 분명하게 지각될수록 더 커졌다(Goldstone, 1994).

구조적 정렬 개념의 적용분야

유사성이 인지과정과 밀접히 연관되어 있기 때문에 구조적 정렬은 범주화, 개념결합, 추리, 기억 등 다양한 분야에서 심리적 현상을 새로운 시각에서 볼 수 있는 개념적 틀을 제공하

였다. 이 절에서는 구조적 정렬의 개념이 그동안 범주화, 개념결합 그리고 유추추리 분야에서 어떻게 적용되었는지를 살펴본다.

범주화

사례가 어느 범주로 분류될 것인지는 그 사례가 기억에 저장되어 있는 범주원형(Reed, 1972)이나 개별사례들(Medin & Schaffer, 1978; Nosofsky, 1988)과 같은 범주표상과 얼마나 유사한지에 달려있다. 실제로 사례간의 유사성은 범주화 시간이나 정확성과 높은 상관을 보이며(Nosofsky, 1988) 기본수준 범주는 범주 내 유사성이 높고 범주 간 유사성이 낮은 특성을 보인다(Rosch, Mervis, Gray, Johnson, & Boyes-Braem, 1976). 범주화 연구들에서 자극간의 유사성은 속성간의 중첩(Tversky, 1977)에 의해 정의되기도 하고 속성간의 거리(Nosofsky, 1984; Shepard, 1964)에 의해 정의되기도 하지만 유사성이 계산되는 과정에서 속성차원간의 대응이 즉각적으로 일어난다고 가정한다는 점에서 공통점을 가진다. 이렇게 속성차원간의 대응이 즉각적으로 이루어진다고 가정하게 된 가장 큰 원인은 범주화 연구들에서 사용되었던 범주가 단순한 속성구조를 가지고 있어서 속성차원간의 대응이 매우 용이하였기 때문이다. 그러나 속성간의 일치만이 아니라 속성차원간의 대응이 자극간의 유사성에 큰 영향을 미친다는 연구결과(Goldstone, 1994)가 보고되면서 범주화 연구에서도 범주화에 적절한 속성차원이 얼마나 쉽게 결정될 수 있는지가 범주 학습하는데 영향을 미칠 수 있다는 생각이 대두되었다.

Lassaline과 Murphy(1998)는 범주화 과정에서 속성차원간의 대응이 쉬울수록 사례간의 유사

성이 더 높게 지각될 것으로 보고 이러한 유사성의 차이가 범주화에 어떤 영향을 미치는지를 살펴보았다. 예측한 바와 같이 범주 내에서는 속성차원간의 대응이 쉬운 조건에서 범주가 더 빨리 학습되는데 비해 범주 간에서는 속성차원간의 대응이 어려운 조건에서 범주가 더 빨리 학습되었다. 이렇게 속성차원간의 대응이 유사성에 영향을 미치며 실험조건에 따라 범주화를 쉽게 하거나 어렵게 할 수 있다는 결과는 사례와 범주표상간의 유사성을 속성간의 중첩이나 거리만으로 설명해온 기존의 범주화 모형들에 의해 설명되기 어려운 것이다.

그러나 속성차원간의 대응이 쉬운 조건이 더 빨리 학습된 이유가 사례간의 유사성이 더 높게 지각되기 때문이 아니라 대응되어 있는 속성이 선택적 주의로 인해 더 잘 기억되기 때문이라는 연구결과도 보고되었다. Markman과 Wisniewski(1997)는 실험참가자에게 세 개의 공통속성과 세 개의 대응되어 있는 차이속성 그리고 세 개의 대응되어 있지 않은 차이속성으로 이루어진 두 범주를 먼저 학습하도록 하고 각 범주를 예측해주는 속성들을 회상하도록 요구하였다. 실험참가자는 범주를 예측하는 속성으로 대응되어 있지 않은 차이속성보다 대응되어 있는 차이속성을 더 많이 회상하였다. 이것은 실험참가자가 범주를 학습하는 동안에 대응되어 있는 속성들에 대해 더 많은 주의를 기울이며 그 결과로 그 속성들을 더 잘 기억하였음을 시사한다. 이렇게 본다면 범주화에서 속성차원간의 대응은 Lassaline과 Murphy(1998)가 언급한 바와 같이 유사성을 통해 범주화에 영향을 미칠 수 있지만 속성에 대한 기억을 통해서도 범주화에 영향을 미칠 수 있다. 실제로 Kaplan(2000)은 공유속성의 수를 일

정하게 통제된 조건에서 유사성과제에서는 대응조건간의 차이가 관찰되지 않았으나 범주화 과제에서는 비대응조건보다 대응조건에서 범주가 더 빨리 학습됨을 발견하여 유사성과 범주화간의 해리(dissociation)를 보고하였다. 이러한 결과는 Markman과 Wisniewski(1997)가 제안하였듯이 대응이 속성에 대한 기억을 통해서도 범주화에 영향을 미칠 수 있음을 시사한다.

그러나 이태연(2000)은 Kaplan(2000)의 연구에서 유사성과 범주화간의 해리(dissociation)가 관찰된 것이 자극의 특성에 기인한다고 보고 언어자극대신 그림자극을 사용하여 대응이 유사성과 범주화에 미치는 영향을 검토하였다. 그 결과 비대응조건보다 대응조건의 범주사례들이 서로 더 유사하게 지각되었을 뿐 아니라 더 빠르고 정확하게 학습되어 Kaplan(2000)의 연구에서 관찰된 유사성과 범주화간의 해리가 관찰되지 않았다. 그러나 속성회상검사에서 비대응조건보다 대응조건에서 속성이 더 많이 회상되어 대응된 속성차원에 더 주의를 주어졌음을 증명하였다. 이태연(2000)의 연구에서 범주화에 적절한 속성차원에 주의를 기울이도록 지시하더라도 대응조건에서 범주가 더 빨리 학습된 결과는 범주화에서 속성차원간의 대응이 선택적 과정이라기보다 자동적 과정일 가능성을 시사한다.

명사결합

사람들은 명사들을 결합하여 복잡한 문법규칙을 사용하지 않고서도 새로운 어휘를 확장하거나 기존의 어휘를 더 구체적으로 분류한다(Downing, 1977). 그 동안 언어학이나 심리학에서는 복합명사가 수식명사(modifier noun)와 핵심명사(head noun)의 주제적 관계(thematic

relation)에 의해 결합될 수 있다고 가정하고, 주제적 관계의 유형을 분류하는데 관심을 가졌다(Downing, 1977; Gagne & Shoben, 1997). 예를 들어, 사람들은 “산에서 사는 토끼”라는 표현보다 “산토끼”라는 복합명사를 주로 사용하는데 이 복합명사에서 “산”과 “토끼”는 “위치(location)”라는 주제적 관계에 의해 연결되어 있다. Gagne와 Shoben(1997)은 복합명사의 해석에 사용되는 주제적 관계의 빈도에 대한 정보가 수식명사와 함께 기억되어 있기 때문에 복합명사의 해석에서 핵심명사보다 수식명사가 더 중요하며, 빈도가 높은 주제적 관계가 빈도가 낮은 것보다 복합명사의 해석에 더 빠르게 적용된다고 주장하였다. 예컨대, 복합명사에 “산”이라는 수식명사가 포함되어 있으면 “산에 있는”이라는 “위치(location)” 관계나 “산에 관한”이라는 “대상(about)”관계도 함께 활성화되는데, “대상”관계보다 “위치” 관계가 “산”이란 수식명사와 더 자주 사용되기 때문에 사람들은 “산”을 포함하는 복합명사들을 “위치” 관계로 해석하려는 경향을 보인다.

그러나 Wisniewski(1996)는 수식명사에 포함된 속성들이 핵심명사의 속성차원에 사상(mapping)되어 복합명사가 결합된다고 주장하였다. 즉, “바나나 사과”라는 복합명사에서 수식명사 “바나나”의 속성인 “노랑”은 핵심명사 “사과”의 색깔 차원에 정렬된 후 “빨강”대신 사상되어 “노란 색을 가진 사과”로 해석된다. Wisniewski(1996)의 이론에서 구조적 정렬은 중요한 역할을 한다. 그는 수식명사와 핵심명사간의 유사성을 복합명사의 해석을 결정하는 중요한 요인으로 제안하였다. 두 명사간의 유사성이 높으면 공통성(commonality)과 함께 공통성에 근거한 정렬 가능한 차이점(alignable

difference)도 증가하므로 수식명사의 속성이 핵심명사의 정렬된 속성차원으로 쉽게 사상될 수 있다. 가령, “버스 승용차”라는 복합명사에서 두 명사는 “사람을 태울 수 있다”는 공통성을 가지고 있으므로 “버스”의 “많은 사람을 태울 수 있다”는 속성은 “승용차”의 “5명 정도를 태울 수 있다”는 정렬 가능한 속성차원에 사상되어 “버스 승용차”는 “많은 사람이 탈 수 있는 큰 승용차”로 해석된다. 물론 Wisniewski(1996)도 수식어와 핵심어간의 주제적 관계에 의해 명사들이 결합될 가능성을 인정하지만 구조적 정렬에 근거한 속성 사상(property mapping)도 명사결합의 주된 처리과정이라고 제안한다.

복합명사의 해석에서 주제적 관계의 탐색과 속성 사상의 상대적 중요성은 주요한 이론적 쟁점이 되어왔다. 이에 대해 언어학자들이나 심리학자들(Downing, 1977; Gagne & Shoben, 1997; Warren, 1978)은 속성 사상에 의한 복합명사의 해석이 두 명사간의 주제적 관계를 탐색하는데 실패했을 때 이루어지는 보완적 처리과정이라고 보았다. 실제로 Gagne(2000)는 복합 명사들 중 83%가 주제적 관계에 의해 해석되는데 비해 속성 사상에 의해 해석된 복합명사들은 전체의 0.6%에 지나지 않았음을 지적하고 대부분의 복합명사들은 주제적 관계에 의해 해석됨을 증명하였다. 그러나 주제적 관계로 해석될 수 있는 복합명사라 할지라도 두 명사가 서로 유사하면 속성 사상에 의해 해석될 수 있으며(Wisniewski & Love, 1998), 어떤 언어자료(corpus)가 사용되느냐에 따라서 대부분의 복합명사들이 속성 사상에 의해 해석되는 경우도 있다(Costello & Keane, 2001). 특히, 주제적 관계만으로 복합명사가 해석된다고 가

정하는 것은 언어가 가진 의미적 풍부성 (semantic richness)을 무시할 가능성이 있다 (Wisniewski, 1996). 예를 들면, “paint spoon”과 “blueberry spoon”이란 복합명사에서 두 명사는 모두 “--을 위한(for)”이란 주제적 관계에 의해 결합되어 있다. 그러나 전자에서는 “spoon”이 “휘젓는” 용도로 쓰이는데 비해 후자에서는 “떠먹는” 용도로 쓰이므로 “spoon”의 기능이나 속성도 다를 수 있다. 이렇게 본다면 복합 명사가 주제적 관계나 속성 사상만으로 해석된다고 간주하기는 어려우며 자극유형이나 과제 요구에 따라 복합 명사의 해석방향이 달라질 수 있음을 알 수 있다. 복합명사의 해석방략에는 다양한 요인들이 영향을 미친다.

첫째, 복합명사를 구성하는 두 명사의 범주 유형이 복합명사의 해석에 영향을 미칠 수 있다. 자연범주로 이루어진 복합명사는 일반적으로 속성 사상에 의해 해석되는 경향이 있지만, 인공물 범주로 이루어진 복합명사는 주제적 관계에 의해 해석되는 경향이 있다 (Wisniewski & Love, 1998). 둘째, 복합명사를 구성하고 있는 두 명사의 유사성도 해석에 영향을 미칠 수 있다. 즉, 두 명사가 서로 유사할 경우에는 속성 사상에 의한 해석이 선호되지만 그렇지 않을 경우에는 주제적 관계에 의한 해석이 선호된다 (Wisniewski & Middleton, 2002). 즉, “얼룩말 고양이”와 같이 동일한 상위범주에 속하여 유사성이 높은 복합 명사는 대부분 속성 사상에 의해 해석(“얼룩말 무늬를 가진 고양이”)되는데 비해 “잡지 자동차”와 같이 서로 다른 상위범주에 속하여 유사성이 낮은 복합 명사는 속성 사상에 의해 해석되는 비율이 낮다 (Wisniewski, 1996). 셋째, 수식명사가 현저한 속성(가령, “호랑이”라는 명사의 “무서운”이라

는 속성)을 포함하고 있는 경우에는 대부분의 복합명사가 속성 사상에 의해 해석되는 경향을 보인다 (Bock & Clifton, 2000; Estes & Glucksberg, 2000). Bock과 Clifton(2000)는 속성의 현저성이 복합명사의 해석에 미치는 영향을 알아보기 위해 수식명사와 핵명사에 포함된 속성의 현저성을 높거나 낮게 조작하였다. 그 결과를 보면, 수식명사에 현저성이 높은 속성이 포함된 조건에서는 복합명사가 속성 사상에 의해 해석되는 경향이 높았으나 핵명사에 포함된 속성의 현저성은 복합명사의 해석에 영향을 미치지 않음을 발견하였다. 그러나 수식명사에 현저한 속성들이 포함되어 있다고 해서 복합명사가 반드시 속성 사상에 의해 해석된다고 결론을 내리는 것은 성급하다. 왜냐하면 Bock과 Clifton(2000)의 실험에서 그러한 결과는 자연범주에서만 관찰되었으며 인공물 범주에서는 속성의 현저성이 높은 조건에서도 복합명사가 여전히 속성 사상보다 주제적 관계로 해석되는 경우가 더 많았다. 현저한 속성을 가진 수식명사가 사용되었음에도 불구하고 복합명사가 속성 사상에 의해 해석되지 않은 것은 인공물 범주가 속성(property)보다 기능(function)에 의해 정의되는 경향이 있기 때문으로 볼 수 있다 (Wisniewski & Love, 1998). Estes와 Glucksberg(2000)는 속성의 현저성이 복합명사의 해석에 영향을 미친다는 Bock과 Clifton(2000)의 견해에 동의하지만 핵명사의 역할에 대해서는 다른 견해를 보인다. 즉, Estes와 Glucksberg(2000)는 수식명사의 현저한 속성이 핵명사의 적절한 차원(relevant dimension)에 정렬(alignment)되어야 복합명사가 속성 사상에 의해 해석된다고 본다. 이러한 견해는 수식명사의 현저한 속성이 핵명사와

무관하게. 복합명사의 해석방략을 결정한다고 보는 Bock과 Clifton(2000)의 견해와 다르다. Bock과 Clifton(2000)의 연구결과와 달리 Estes와 Glucksberg(2000)는 수식명사의 속성 현저성과 핵명사의 차원 적절성이 모두 높은 조건에서 복합명사가 속성 사상에 의해 해석되는 비율이 가장 높았다고 보고하였다. 이것은 현저한 속성을 가진 수식어가 사용되더라도 명사결합에서 수식어와 핵심어간의 구조적 정렬이 여전히 중요한 역할을 하고 있음을 보여준다.

유추추리

인간은 새로운 문제에 부딪혔을 경우에 기억에 저장된 지식을 탐색하여 그 지식에 의해 문제를 해결한다. 이러한 과정을 유추(analogy)라고 하는데 유추는 새로운 문제를 해결하는데 사용될뿐 아니라 문제해결과정에서 일어나는 일반화를 통해 새로운 지식을 획득하는데도 중요한 역할을 한다. 유추모형마다 기본 가정이나 관련된 변수가 다르지만 유추가 여섯 가지 정보처리 단계로 구성되어 있다고 가정한다는 점에서는 유사하다(Holyoak, Novick & Melz, 1994). (1) 표적(target) 자극의 표상을 형성하기, (2) 적절한 바탕(base) 자극을 기억에서 인출하기, (3) 표적 자극과 바탕 자극의 각 요소를 사상하기(mapping), (4) 이러한 사상에서 추론을 해내기, (5) 추론을 평가하고, 필요하다면 표적 상황이 요구하는 제약에 부응하도록 추론을 적합하게 만들기(adapting), (6) 유추전의 결과로 새로운 일반화를 학습하기로 이루어진다. 유추모형들은 다양하지만 이 여섯 단계를 모두 다룬 모형은 없는데, ACME(Holyoak & Thagard, 1995)나 SME(Falkenhainer, Forbus, & Gentner, 1989)는 인출, 사상, 추론 단계를 주로

다루는데 비해 Francis와 Wickens (1996), 그리고 Bassok과 Osleth(1995)는 표상형성 단계를 다루고 있다.

유추에 관한 최근 연구들은 유사성에 의해 일어나는 비교과정에 대한 연구(Markman & Gentner, 1993; Goldstone & Medin, 1994)와 유추전이(analogical transfer)에 영향을 미치는 변인에 대한 연구(Francis & Wickens, 1996; Bassok & Osleth)로 나뉜다. Markman과 Gentner (1993)는 유사성 비교과정이 두 자극의 구조를 정렬시키는 과정이나 다름이 없으며 구조적 정렬이 유추추리의 기본 과정이라고 주장하였다. SME(Falkenhainer, Forbus, & Gentner, 1989)에서 유추하는 동안 사람들은 영역간의 구조 일치에 극대화하기 위해 근거영역(source domain)의 대상들과 표적영역(target domain)의 대상들을 대응시키려고 시도한다. 일차적인 대응은 대상간의 속성일치에 근거한 표면적 유사성(surface similarity)에 의해 주도되지만 대응 자체가 관계구조에서 대상이 맡은 역할에 근거하기 때문에 속성이 반드시 일치될 필요는 없다. 예를 들면, 태양계와 원자간의 유추에서 “태양”은 “원자”에 “흑성”은 “전자”에 대응되지만, “붉은 색”과 같은 대상(태양)의 속성은 유추에서 무시될 수 있다. 또한 근거영역에 포함되지 않는 고차관계는 저차관계가 위반된다고 하더라도 표적영역에서 유지되는데 이것을 “체계성 원리(systematicity principle)”라고 한다. 체계성 원리에 따르면 유추에서 고차관계는 저차관계간의 연결을 촉진하므로 사상은 고립되어 있는 관계보다는 고차관계에 의해 이루어진다. 예를 들면, “태양의 온도는 흑성의 온도보다 더 뜨겁다”는 관계는 원자에 적용되지 않는 고립된 관계이므로 유추에서 무시된다. 구조적 정

렬은 두 지식영역을 유사성을 중심으로 비교할 때 그 사상과정이 대상이나 그 속성과 같은 표면 유사성보다는 관계를 중심으로 진행되도록 유도하기 때문에 사상과정이 규칙적으로 이루어지게 한다. 구조적 정렬 때문에 한 영역의 여러 요소들이 다른 영역의 한 요소와 사상되거나, 두 영역의 요소들이 교차해서 사상되는 문제점은 발생하기 힘들다.

구조적 정렬에 기초한 유추모형은 몇 가지 측면에서 도전을 받고 있다. 우선 구조적 정렬모형에서는 사상과정이 형식논리에 따라 이루어지며 세상지식이 영향을 미치지 않는다고 가정하지만 유추가 형식논리에만 근거하지 않는다(Johnson-Laird, 1987). 예를 들어, “Wason의 선택과제”(Wason & Johnson-Laird, 1972)를 서로 다른 자극재료를 사용하여 제시하였을 경우에 두 과제의 대상이나 관계의 형식구조는 동일하였지만 실생활의 자극재료가 사용된 경우에만 유추가 성공하였다. 이것은 의미가 제외된 자극자료가 적절한 사상의 형성을 억제하고 지식의 전이를 방해하였기 때문으로 보인다.

둘째는 유추에서 근거영역에 접근하는데 구조적 정렬모형이 제안한 바와 달리 관계간의 유사성보다 대상의 속성간 유사성이 더 중요한 역할을 한다는 점이다(Gentner, 1983). Gick과 Holyoak(1983)은 실험참가자들이 문제해결 과제에서 현재의 문제와 유사한 과거의 문제에 접근하는데 자주 실패하며 실험자가 명시적으로 과거의 문제를 유추로 사용하도록 하였을 경우에만 유추에 성공함을 발견하였다. 이것은 실험참가자들이 유추를 확실히 저장하고 있고, 저장된 유추는 현재의 문제를 해결하는데 충분한 정보를 가지고 있지만 실험참가자들은 현재의 문제구조만으로는 과거의 유

추에 자발적으로 접근할 수 없다는 것을 시사한다. 즉, Ross(1984)가 언급하였듯이 구조적 유사성보다는 지각된 유사성이 문제를 해결하려는 실험참가자가 과거에 경험한 문제를 현재의 문제에 적용할 것인지를 결정한다. 물론 대상의 표면적 유사성은 인과적이고 관계적인 구조와 밀접하게 관련되어 있는 경우가 많아 두 영역간의 구조 유사성을 발견하는 수단을 제공하기도 한다(Medin & Ortony, 1989). Vosniadou(1987)는 유추에서 관계도 대상속성만큼 쉽게 접근될 수 있으며, 관계가 반드시 대상속성보다 접근되기 어렵지는 않다고 주장하였다. 예를 들어, 어린이들은 구불구불한 강과 뱀보다 춤추는 무용수와 튀는 불을 더 유사하게 판단하는 경향이 있다(Dent, 1984). 이것은 유사성 판단이 기저표상에 근거하므로 대상속성이 유추에서 쉽게 접근되려면 그 대상속성이 기저표상에 존재해야 하고 그 대상속성이 현저한 것이어야 한다. 어떤 경우에는 관계가 더 현저할 수도 있으며 대상속성보다 쉽게 접근될 수도 있다.

구조적 정렬에 근거한 유사성 모형의 한계

그 동안 구조적 정렬 개념은 범주화, 개념 결합, 유추추리 등 다양한 분야에 적용되어 왔지만 한계점도 함께 지니고 있다. 첫째, 구조정렬과정 자체가 자극간의 관계구조에 의해 이루어진다고 가정하기 때문에 처리과정이 자료 주도적(data-driven) 특성을 가지고 있다. 물론 SIAM 모형이 자극 이외의 요인에 의존하지 않고 유사성에 미치는 선택적 주의의 영향을 다루기 위해 구조적 정렬 개념을 도입하였지만 유사성이 자료 주도적 처리 과정만으로

설명되기 어렵다는 증거들이 있다. 즉, 유사성 판단에는 지각적 속성뿐 아니라 세상지식(world knowledge)도 큰 영향을 미친다(Tversky & Hemenway, 1984). 예를 들어, “망치”라는 이름이 주어질 경우에는 지각적으로 생소한 대상이라도 망치의 “머리”부분과 “손잡이”부분으로 대략적인 지각적 체제화가 일어난다. Barsalou(1985)도 자연범주가 부분적으로는 개인의 목표나 행동에 얼마나 적합한지에 따라 조직화되어 있음을 증명하였다. 즉, 목표-유도 범주(goal-induced category)와 일반 범주의 본보기를 실험참가자들에게 제시한 후 그것이 범주의 목표(goal)나 이상적 가치(ideal value)에 얼마나 적합한지를 평정하도록 하고 각 본보기들의 전형성 평정치와의 상관을 계산하였다. 그 결과 자극의 빈도나 유사성의 영향을 제외하더라도 전형성 평정치와 유의미한 상관을 보였는데 이것은 자연범주가 단순히 지각적 유사성만으로 정의되기 어렵다는 것을 보여준다. “Wason의 선택과제”를 사용한 연구(Wason & Johnson-Laird, 1972)에서 유추추리에 세상지식이 영향을 미친다는 것을 언급하였지만 귀납추리에서도 Gelman과 Markman(1986)은 아동들이 지각적인 유사성에도 불구하고 자극들의 상위수준 범주 관계에 기초하여 추론을 하고 있음을 증명하였다. 즉, 아동들에게 지각적으로는 유사하지만 서로 다른 상위수준 범주에 속하는 본보기들(예를 들면, “박쥐”와 “까마귀”)이나 지각적으로는 다르지만 같은 상위수준 범주에 속하는 본보기들(예를 들면, “crow”와 “후라밍고”)을 보여 주고 “까마귀”가 “알을 낳을 수 있다”고 말해 준 다음에 “박쥐”와 “후라밍고” 중에서 어느 것이 알을 낳을 수 있겠는지를 물어 보았다. 대부분의 아동들은

지각적인 유사성에도 불구하고 “후라밍고”라고 정확하게 답하였다. 이러한 결과들은 구조적 정렬 개념이 유사성 비교에서 두 자극의 어떤 측면을 비교할 것인지를 설명하는데 도움이 되지만 세상지식이 유사성에 영향을 미친다는 점을 설명하기 어렵다는 점을 보여준다.

둘째, 구조적 정렬은 유사성 계산에서 비교 과정(comparison process)을 중요시하지만 자극들이 약호화되는 과정에서 일어날 수 있는 처리 차이가 유사성에 영향을 미칠 가능성을 고려하지 못한다. 즉, 자극이 약호화되는 과정에서 이미 사전맥락이나 세상지식이 작용하기 때문에 완전히 중립적인 조건에서 자극간의 속성을 비교하는 상황은 현실적으로 일어나기 어렵다. 예컨대, 일반적으로 자극의 표면속성과 그 역할이 반대인 교차사상(cross-mapping) 조건은 대응과정에 더 많은 처리가 필요하기 때문에 추리시간이 증가하는 것으로 알려져 있지만 추리과제에서 근거문제와 표적문제간의 국소대응(local correspondence)을 요구하지 않으면 교차사상조건과 통제조건간의 추리시간 차이가 관찰되지 않는다(Ripoll, Brude, & Coulon, 2003). 범주화과제에서도 이전의 사례에 대한 처리맥락은 새로운 사례를 약호화하는데 영향을 미치며 이렇게 맥락 의존적으로 약호화된 사례들은 구조적 정렬의 개입 없이 더 빠르고 정확하게 범주화될 수 있다(Schyns & Rodet, 1997; Ross, 1996).

맺음말

유사성은 범주화, 명사결합, 추리 등 인지 심리학의 많은 분야에서 인지구조와 처리과정

을 규명하는데 중요한 역할을 해왔으며 유사성을 설명하는 다양한 모형들이 제안되었다. 다차원 척도 모형과 대비 모형은 유사성을 속성간의 일치나 거리 그리고 선택적 주의의 함수로 개념화하였으나 속성차원에 대한 선택적 주의를 결정하는 요인이 무엇인지를 설명하는데 어려움을 가진다. 이에 대한 대안으로 세상지식이 선택적 주의를 결정한다는 이론 근거 접근(theory-based approach)이 제안되었지만 사전 지식이 속성차원에 대한 실험참가자의 선택적 주의에 어떻게 영향을 미치며 그 결과가 자극간의 유사성에 어떤 차이를 가져오는지에 대해 체계적 설명을 제공하지 못하였다. 특히, Anderson(1991)은 이론 근거 접근이 유사성과 명칭 부여(labeling)를 혼동하고 있다고 비판하였다. 본 연구에서는 유사성 계산이 속성차원간의 구조적 정렬에 기초하여 이루어진다고 가정하는 SIAM 모형의 개념적 특징과 알고리즘을 소개하고 구조적 정렬이 그 동안 범주화, 명사결합, 유추추리 등 인지심리학 분야에 어떤 영향을 미쳤는지를 개관하였다.

구조적 정렬 개념은 크게 두 가지 측면에서 인지심리학 분야에 영향을 미쳤다. 첫째는 유사성이 속성의 일치나 거리만으로 결정되는 것이 아니라 자극간의 구조적 관계에 의존한다는 것이다. 즉, 두 자극은 정렬과정에서 대응되거나 대응되지 않는 속성을 가지고 있을 수 있다. 예를 들어, 그림 A에서는 갈색 상의를 입고 하얀 모자를 쓴 소년이 빨간 공을 던지고 있고, 그림 B에서는 푸른 상의를 입고 하얀 모자를 쓴 소년이 갈색 공을 던지고 있다면 그림 A에서 상의의 “갈색”과 그림 B의 공의 “갈색”은 대응되지 않는 속성 일치로 비대응일치(match out of place; MOP)라고 부른다.

그에 비해 그림 A에서 모자의 “하얀” 색깔과 그림 B에서 모자의 “하얀” 색깔은 대응되는 속성 일치로 대응일치(match in place: MIP)라고 부른다. SIAM 모형에서는 MOP에 비해 MIP이 유사성을 더 증가시킨다고 가정하는데 그것은 MIP이 대상 대 대상 마디로부터 더 많은 활성화를 받기 때문이다. 둘째로 속성차원간의 대응이 즉각적이라고 가정하고 비교과정을 중시하지 않은 기존의 유사성 모형들과 달리 비교과정에서 속성차원에 대한 선택적 주의를 결정된다고 가정한다. 예를 들어, Goldstone과 Medin(1994)은 처리 시간에 따라 유사성의 계산 과정에서 질적인 변화가 일어남을 발견하였는데 처리 초기에는 국소일치가 유사성에 더 큰 영향을 미치는데 비해 처리 후기에는 전체적 일관성이 유사성에 더 큰 영향을 미친다. 이렇게 유사성에서 구조적 관계와 비교과정이 중요하다는 관점은 속성차원에 대한 선택적 주의의 임의성이나 속성의 상관구조와 같이 기존의 유사성 모형들에서 해결하기 어려웠던 문제들에 대해 어느 정도 해결방안을 제시하였다.

그러나 구조적 정렬은 알고리즘의 자료 주도적 특성으로 인해 유사성에 미치는 세상지식의 효과를 다루기 어렵다는 한계를 가지고 있다. 그럼에도 불구하고 구조적 정렬의 개념이 여러 인지심리학분야에 영향을 미친 것은 알고리즘의 범용성 때문이 아니라 속성에 대한 선택적 주의에 자극간의 관계구조가 영향을 미친다는 개념적 특징 때문이다. 예를 들어, Markman과 Medin(1995)는 의사결정과정에서 실험참가자들이 정렬되지 않은 차이보다는 정렬된 차이에 근거하여 결정을 내리는 경향을 보인다고 보고하였다. 의사결정과 같이 개

념적으로 복잡한 분야에 SIAM 모형의 알고리즘이 적용되기는 어렵지만 두 대안간의 차이를 정렬 가능한 것(alignable difference)과 가능하지 않는 것(non-alignable difference)으로 개념화하는데 구조적 정렬 개념은 영향을 미치고 있다. 또한 어떤 경우에는 약호화 과정에서 일어나는 의미처리가 유사성을 결정하기도 하고 유사성을 비교하지 않더라도 자극이 처리되기도 함을 볼 때 구조적 정렬은 그것이 적용 가능한 자극조건에서 반드시 일어나는 강제적인 처리과정은 아니라고 보는 것이 타당하다.

지금까지 다양한 분야에 구조적 정렬 개념이 적용되어 왔지만 아직 어떤 조건에서 구조적 정렬이 유사성에 영향을 미치는지에 대한 경험적 연구나 세상지식의 영향을 구조적 정렬개념에 어떻게 반영시킬 것인지에 대한 이론적 연구가 이루어지지 않고 있다. 구조적 정렬개념이 속성에 대한 선택적 주의를 결정하는 제약으로서 다양한 인지심리학 분야에 적용되기 위해서는 더 많은 연구가 요구된다.

참고문헌

- 이태연 (2000). 속성간의 대응이 유사성에 근거한 범주화와 규칙에 근거한 범주학습에 미치는 영향. *한국심리학회지: 실험 및 인지*, 12, 185-200.
- Allen, S. W., & Brooks, L. R. (1991). Specializing the operation of an explicit rule. *Journal of Experimental Psychology: General*, 120, 3-19.
- Anderson, J. R. (1991). *The adaptive character of thought*. Hillsdale, NJ: Lawrence.
- Armstrong, J. I., Gleitman, L. R., & Gleitman, H. (1984). What some concepts might not be. *Cognition*, 13, 263-308.
- Attneave, F. (1950). Dimensions of similarity. *American Journal of Psychology*, 63, 516-556.
- Barsalou, I. W. (1985). Ideals, central tendency, and frequency for instantiation as determinants of graded structure in categories. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 11, 629-654.
- Bassok, M., & Olseth, K. L. (1995). Object-based representations: Transfer between cases of continuous and discrete models of change. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 21, 1522-1538.
- Bock, J. S., & Clifton, C. JR. (2000). The role of salience in conceptual combination. *Memory and Cognition*, 28(8), 1378-1386.
- Carey, S. (1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge, MA: Bradford Books.
- Chi, M. T. H., Feltovich, P., & Glaser, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive Science*, 5, 121-152.
- Costello, F. J., & Keane, M. T. (2001). Efficient creativity: Constraint-guided conceptual combination. *Cognitive Science*, 24, 299-349.
- Dent, C. H. (1984). The developmental importance of motion information in perceiving and describing metaphoric similarity. *Child Development*, 55, 1607-1613.
- Downing, P. (1977). On the creation and use of English compound nouns. *Language*, 53, 810-842.
- Egeth, H. E. (1966). Parallel versus serial processes

- in multidimensional stimulus discrimination. *Perception & Psychophysics*, 1, 245-252.
- Estes, Z., & Glucksberg, S. (2000). Interactive property attribution in concept combination. *Memory & Cognition*, 28, 28-34.
- Falkenhainer, B., Forbus, K. D., & Gentner, D. (1990). The structure mapping engine: Algorithm and examples. *Artificial Intelligence*, 41, 1-63.
- Francis, W. S., & Wickens, T. D. (1996). Competition in analogical transfer: When does a lightbulb outshine an army? *Proceedings of the Eighteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society*(pp. 340-345). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Gagne, C. L., & Shoben, E. J. (1997). Influence of thematic relations on the comprehension of modifier-noun combination. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 23, 71-87.
- Gati, I., & Tversky, A. (1984). Weighting common and distinctive features in perceptual and conceptual judgments. *Cognitive Psychology*, 16, 341-370.
- Gelman & Markman, E. M. (1986). Categories and induction in young children. *Cognition*, 23, 183-209.
- Gentner, D. (1983). Structural mapping: A theoretical framework for analogy. *Cognitive Science*, 7, 115-170.
- Gentner, D. (1989). The mechanisms of analogical learning. In S. Vosniadou & A. Ortony (eds.), *Similarity and analogical reasoning*(pp. 242-266). New York: Cambridge University Press
- Getty, D. J., Swets, J. A., Swets, J. B., & Green, D. M. (1979). On the prediction of confusion matrices from similarity judgements. *Perception & Psychophysics*, 26, 1-19.
- Goldstone, R. L. (1994). Similarity, Interactive activation, and mapping. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 20, 3-28.
- Goldstone, R. & Medin, D. L. (1994). Time course of comparison. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*. 20, 29-50.
- Goldstone, R. L., Medin, D. L., & Gentner, D. (1991). Relations, attributes, and the non-independence of features in similarity judgements. *Cognitive Psychology*, 23, 222-264.
- Goodman, N. (1972). Seven structures on similarity. In N. Goodman(Ed.), *Problems and Projects*(pp. 437-447). New york: Bobbs-Merrill.
- Holyoak, K. J., & Koh, K. (1987). Surface and structural similarity in analogical transfer. *Memory and Cognition*, 15, 332-340.
- Holyoak, K. J., Novick, L. R. & Melz, E. R. (1994). Component processes in analogical transfer: Mapping, pattern completion, and adaptation. In K. J. Holyoak & J. A. Barnden(Eds.), *Advances in connectionist and neural computation theory. Vol. 2. (pp. 113-180)*. Norwood, NJ: Ablex.
- Holyoak, K. J., & Thagard, P. R. (1987). A computational model of analogical problem solving. In S. Vosniadou, & A. Ortony (eds.), *Similarity and analogical reasoning*(pp. 242-266). New York: Cambridge University Press
- Handel, S. & Imai, S.(1972). The free classification

- of analyzable and unanalyzable stimuli. *Perception & Psychophysics*, 12, 108-116.
- Kaplan, A. S. (2000). *Alignability and prior knowledge in category learning*. Unpublished Ph. D. dissertation, University of Illinois at Urbana-Champaign.
- Keil, F. C. (1989). *Concepts, Kinds, and Cognitive development*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Krumhansl, C. L. (1978). Concerning the applicability of geometric models to similarity data: The interrelationship between similarity and spatial density. *Psychological Review*, 85, 450-463.
- Kemler-Nelson, D. G. (1989). The nature and occurrence of holistic processing. In B. Shepp & S. Ballesteros (Eds.), *Object Perception: Structure and Process*(pp. 357-386). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Lassaline, M. E. & Murphy, G. L. (1998). Alignment and category learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 24, 144-160.
- Malt, B. C., & Smith, E. E. (1984). Correlated properties in natural categories. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 23, 250-269.
- Markman, A. B. & Gentner, D. (1990). Analogical mapping during similarity judgements. In *Proceedings of the Twelfth Annual conference of the Cognitive Science Society*(pp. 38-44), Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Markman, A. B., & Gentner, D. (1993). Structural alignment during similarity. *Cognitive Psychology*, 25, 431-467.
- Markman, A. B., & Medin, D. L. (1995). Similarity and alignment in choice. *Organizational Behavior & Human Decision Processes*, 63, 117-130.
- Markman, A. B. & E. J. Wisniewski (1997). Similar and different: The differentiation of basic level categories. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 23(1), 54-70.
- Medin, D. L. (1989). Concepts and conceptual structure. *American Psychologist*, 44, 1469-1481.
- Medin, D. L., Altom, M. W., Edelson, S. M., & Fresko, D. (1982). Correlated symptoms and simulated medical classification. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 8, 37-50.
- Medin, D. L., Goldstone, R. L., & Gentner, D. (1993). Respects for similarity. *Psychological Review*, 100, 254-278.
- Medin, D. L., & Ortony, A. (1989). Psychological essentialism. In S. Vosniadous & A. Ortony (Eds.), *Similarity and Analogical Reasoning*. New York: Cambridge University Press.
- Medin, D. L., & Schaffer, M. M. (1978). Context theory of classification learning. *Psychological Review*, 85, 207-238.
- Medin, D. L., Wattenmaker, W. D., & Hampson, S. E. (1987). Family resemblance, conceptual cohesiveness, and category construction. *Cognitive Psychology*, 19, 242-279.
- Murphy, G. L., & Medin, D. L. (1985). The role of theories in conceptual coherence. *Psychological Review*, 92, 289-316.
- Nickerson, R. S. (1972). Binary classification reaction time: A review of some studies of human information-processing capabilities. *Psychonomic*

- Monograph Supplements*, 4, 275-317.
- Nosofsky, R. M. (1984). Choice, similarity, and the context of classification. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 10, 104-114.
- Nosofsky, R. M. (1986). Attention, similarity, and the context theory of classification. *Journal of Experimental Psychology: General*, 115, 39-57.
- Nosofsky, R. M. (1987). Attention and learning processes in the identification and categorization of integral stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 13, 87-108.
- Nosofsky, R. M. (1988). Exemplar-based accounts of relations between classification, recognition, and typicality. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 14, 700-708.
- Nosofsky, R. M. (1991). Stimulus bias, asymmetric similarity, and classification. *Cognitive Psychology*, 23, 94-140.
- Reed, S. K. (1972). Pattern recognition and categorization. *Cognitive Psychology*, Vol. 3, 382-407.
- Rescorla, R. A., & Wagner, A. R. (1972). A theory of Pavlovian conditioning: Variations in the effectiveness of reinforcement and non-reinforcement. In A. H. Black & W. F. Prokasy (Eds.) *Classical conditioning II: Current research and theory*. New York: Appleton Century-Crofts.
- Ripoll, Thierry, Brude, Tristan, & Coulon, David. (2003). Does analogical transfer involve a term-to-term alignment? *Memory and Cognition*, 31 (2), 221-230
- Ritov, I., Gati, I., Tversky, A. (1990). Differential weighting of common and distinctive components. *Journal of Experimental Psychology: General*, 119, 30-42.
- Rosch, E., Mervis, W., Gray, W. D., Johnson, D. M., & Boyes-Braem, P. (1976). Basic objects in natural categories. *Cognitive Psychology*, 8, 382-439.
- Rosch, E., & Mervis, W. (1975). Family resemblance studies in the internal structure of categories. *Cognitive Psychology*, 7, 573-605.
- Ross, B. H. (1984). Reminding and their effects in learning a cognitive skill. *Cognitive Psychology*, 16, 371-416.
- Ross, B. H. (1996). Category representations and the effects of interacting with instances. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 22, 1249-1265.
- Rummelhart, D. E., & McClelland, J. L. (1981). An interactive activation model of context effects in letter perception. *Cognitive Psychology*, 23, 1-144.
- Schyns, P. G., & Rodet, L. (1997). Categorization creates functional features. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 23, 681-696.
- Shepard, R. N. (1964). Attention and the metric structure of the stimulus space. *Journal of Mathematical Psychology*, 1, 54-87.
- Slovan, S. A. (1996). The empirical case for two systems of reasoning. *Psychological Bulletin*, 119, 3-22.
- Smith, L. B. & Heise, D. (1992). Perceptual similarity and conceptual structure. In B.

- Burns (Eds.), *Percepts, Concepts, and Categories*, New York: North-Holland Press.
- Smith, L. B. (1989). A model of perceptual classification in children and adults. *Psychological Review*, 96, 125-147.
- Tversky, A., & Hemenway, K. (1984). Objects, Part, and categories. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 13, 169-193.
- Tversky, A., & Kahneman, D. (1974). Judgement under uncertainty: Heuristics and biases. *Science*, 185, 1124-1131.
- Tversky, A. (1977). Features of similarity, *Psychological Review*, 84, 327-352.
- Tversky, A. & Gati, I. (1982). Similarity, separability, and the triangle inequality. *Psychological Review*, 89, 123-154.
- Vosniadou, S. (1987). Analogical reasoning as a mechanism in knowledge acquisition: a developmental perspective. In S. Vosniadou, & A. Ortony (eds.), *Similarity and analogical reasoning*(pp. 413-437). New York: Cambridge University Press.
- Wason, P. C., & Johnson-Laird, P. N. (1972) *The psychology of deductive reasoning: Structure and content*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Wisniewski, E. J. (1996). Construal and similarity in conceptual combination. *Journal of Memory and Language*, 35, 434-453.
- Wisniewski, E. J., & Love, B. C. (1998). Relations versus properties in conceptual combination. *Journal of Memory and Language*, 38, 177-202.

1 차원고접수: 2005. 10. 27

2 차원고접수: 2006. 1. 5

최종게재승인: 2006. 3. 2