A Review on Idea Generation Techniques: a Human Factors Engineering Perspective

Dongwook Hwang, Woojin Park

Department of Industrial Engineering, Seoul National University, Seoul, 151-742

ABSTRACT

Objective: The purpose of this study was to classify and characterize existing idea generation techniques and further identify new research directions from a human factors engineering perspective. **Background:** Idea generation techniques are used for innovative design of systems and products across various domains. It is generally known that creating unique and useful ideas is a very difficult and mentally demanding task. This justifies future research efforts for understanding and enhancing human idea generation. **Method:** This study examined some of the major idea generation techniques currently utilized and provided an understanding of their characteristics. Also, it surveyed methods for quantifying human ideation performance, which are essential for evaluating, comparing and enhancing idea generation techniques. In addition, this study also attempted to account for how different idea generation techniques assist the human mind through the help of existing human information processing and creativity models. Finally, some new research directions are suggested.

Keywords: Idea generation, Creativity, Human information processing, Ergonomics

1. Introduction

오늘날 많은 디자이너/문제 해결자들이 새롭고 유용한 idea들을 생성하기 위해 idea generation 기법 및 도구들을 활용하고 있다. 이러한 idea generation 기법들은 적절히 활용될 시 idea generation에서의 인간 성능(human performance) 향상에 도움이 될 수 있는 것으로 알려져 있다.

디자이너/문제해결자의 idea generation performance를 극대화시키는 것은 매우 중요한 문제인데(Dean et al., 2006), 이는 새롭고 유용한, 다시 말해 창의적인 idea들을 도출해내는 능력이 개인과 조직의 생존과 번영에 지대한 영향을 미칠 뿐만 아니라, 오늘날 우리 사회가 직면하고 있는 복잡하고 어려운 문제들을 해결하는 데 직접적으로 연관되어 있기 때문이다.

현재까지 개발된 idea generation 기법들의 종류는 실로 다양하다(Shah et al., 2000). 그러나 이러한 다양한 idea generation 기법들의 특성과 효용성, 그리고 기법들간의 차이를 명확히 밝힌 연구는 많지 않다. Idea generation 기법들간의 효용성 차이를 밝히기 위해서는 기법들을 사용하였을 때 생성되는 idea들을 정량적으로 평가하는 방법의 정립이 필수적인데, 실상 이러한 정량적 평가 지표에 대한 기존 연구는 양적으로 빈약하며, 어떠한 지표들이 사용되어야 하는 지에 대한 연구자들 간의 합의는 현재 이루어 지지 않은 상태인 것으로 보인다. 이러한 합의된 평가 지표의 부재, 그리고 이에 연관된 idea generation 기법들의 효용성과 그 차이에 대한 이해의 부족은 디자이너와 문제 해결자들의 idea generation 성능 향상을 어렵게 하며, 더 나아가 새로운 idea generation 기법의 개발 또한 어렵게 한다.

위의 문제점들과 관련하여 본 연구에서는 다음의 연구활동들을 수행하여 그 결과를 제시하였다:

1) 기존의 대표적 idea generation 기법들에 대한 survey 및 정리,
2) 인간의 idea generation을 설명하는 기존 심리학적 모형들에 대한 survey 및 정리,
3) Idea generation 기법들의 특성/효용성과 그 차이를 밝힌 연구들에 대한 정리,
4) Idea generation 기법들의 효용성을 평가하기 위한 방법 및 정량적 효용성 지표들에 대한 정리

또한 본 연구에서는 인간공학적 관점에서 현재까지의 idea generation 기법 관련 연구들의 한계를 파악하려 시도하였으며, 향후 연구의 방향을 제시하기 위해 노력하였다.

2. Literature Review

2.1 Idea generation techniques

현재 개발된 idea generation 기법은 크게 두 가지로 구분되어 진다: (1) Intuitive method와 (2) Logical method(Shah et al., 2000). 먼저, Intuitive method는 사람의 지식에 기반을 하는 테크닉으로 의도적이지 않고 즉각적으로 반응에 의존한다. 이 method에 해당하는 기법들은 가장 많이 알려진 Brainstorming을 비롯하여 C-sketch, K-J method, Morphological Analysis 등이 있다. Intuitive methods는 도출된 idea의 novelty가 높고 quality는 낮다는 것이 특징이다. 반면, Logical method는 Intuitive method와 반대로 문제에 대한 체계적인 분석을 통해 도출하는 방법이다. 이는 기존에 이미 알려진 해법에 기준하여 해결책을 도출하는 기법으로 novelty가 떨어진다는 특성이 있다. Logical method의 예로는 TRIZ, SIT, Forward steps, Inversion 등이 있다. 이 중 대표적인 예인 TRIZ는 창의적 idea를 도출하기 위한 방법론으로 어떻게 생각하고, 어떻게 문제를 접근해야 하는 지에 대한 구체적 방법을 제공해 주는 창의적 문제 해결 이론이다. 전세계 200만 건 이상의 특허들을 분석하여 각각의 문제와 해결책의 공통점을 분석하는 기법으로 40가지의 발명원리, 76가지 표준해결책, 문제해결프로세스 ARIZ 등으로 구성되어 있다. Figure 1은 ideation 기법들의 타입을 정리한 그림이다.

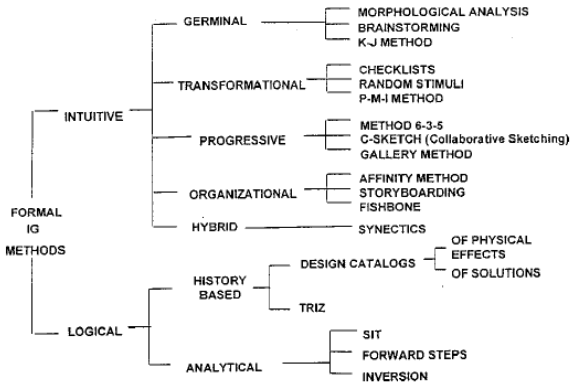


Figure 1. Classification of ideation methods (Shah et al., 2000)

2.2 Cognitive models of creativity

창의성(Creativity)이란 일반적으로 독창적이고 적합하면서 유용한 것을 만들어내는 능력으로 정의된다. Lubart(1994)에 의하면 창의성에 대한 연구 방법을 신비주의, 심리 역동, 인지적, 사회 심리적, 통합적 접근 등 다섯 가지 접근 방식으로 분류하고 있다. 이 중 인지적 접근 방식은 창의성을 확산적 사고(Guilford, 1959)로 인식하여, 인지 심리학과 밀접한 관계를 형성하며 발전하였고, 창의성에 대한 연구 방법으로 많이 활용되고 있다.

인지 심리학에서 일반 인지과정에 기초한 창의성의 모형은 다양하게 제안되고 있다. 먼저, Finke(1992)는 창의성은 여러 mental process가 두 가지 형태로 결합된 '산출-탐색 모델(Geneplore model)'을 따른다고 제안하였다. 이 모형에서 산출(Generative)과정이란 여러 후보 아이디어들을 초기에 산출하는 과정으로 기억(memory)으로부터 기존 지식을 인출하거나, 특정 단서로부터 아이디어를 유추하는 등의 과정이 포함된다.
탐색(Exploratory)과정이란 산출과정에서 얻어진 아이디어들을 세부적으로 탐색하고 검색하여 그 아이디어들을 수렴 혹은 확장해가는 과정으로 새로운 속성들간의 탐색 및 은유적 의미 탐색, 기존 구조를 다른 맥락으로 평가하는 과정 등을 포함한다. 하지만, '산출-탐색 모델'을 idea generation 기법에 적용시키는 것에는 몇 가지 어려움이 따른다. 첫째, 각 과정에서 일어나는 mental process를 실험적으로 identify하는 데에 많은 비용이 소모 된다는 점이다. 또한, 그러한 mental process의 존재가 어떻게 idea generation 기법 연구와 연관되어 있는 지도 명확하지 않다.

이러한 창의성의 심리적 과정을 뇌의 반응에 기초하여 모형화 하는 이론도 존재하고 있다. 연결주의(Connectionism)는 인간의 인지 모형은 뇌 그 자체처럼 병렬 분산 처리의 원리에 근거한다는 이론이다. 연결주의 이론에 의하면 창의적인 과정을 통해 문제를 해결하는 경우, 뇌의 각성 반응이 가장 두드러지는 것으로 예측하고 있다. 하지만, 이러한 이론이 idea generation 기법과 관련하여 연결시킬 수 있는 지는 명확하지 않다.

창의성에 관련한 여러 인지적 모델이 심리학자를 통해 개발되었다. 하지만, 이러한 연구들이 문제해결을 위한 idea generation 기법 연구와 관련하여 적합한지 여부는 불확실하다.

2.3 Performance of idea generation techniques

Idea generation 기법뿐 만 아니라 idea generation 과정을 통해 도출된 idea의 performance를 어떻게 측

정해야 할 것인가에 대한 많은 연구가 진행되어왔다.

먼저, idea의 performance를 어떤 기준으로 평가해야 하는 가에 관련하여 여러 가지 평가 기준이 제시되고 있다. Dormann(2004)는 창의적 idea들을 평가하는 criteria에 대한 literature review를 진행하였다. 그의 조사에 따르면 창의성의 assessment에 관련한 연구가 매우 제한적이며 Shah(2003)가 제한한 연구에 많이 의존적이라고 지적하고 있다. 총 7편의 창의적 idea의 performance에 대한 조사를 한 결과, 창의성 평가의 criteria의 정의는 4가지 카테고리로 구분할 수 있다고 한다: (1) fluency (or quantity), (2) variety, (3) innovativeness 와 (4) usefulness of ideas. 또한, 좀 더 다양한 연구 조사를 바탕으로 한 Dean(2006)에 따르면 creativity와 idea generation에 대한 51가지의 연구 조사 결과, 조사된 모든 construct가 4가지(Novelty, Workability, Relevance, Specificity) dimension에 포함된다고 주장하였다. 비록 많은 연구자들이 서로 다른 용어를 사용하더라도 의미하고자 하는 definition은 이 4가지 dimension에서 크게 벗어나지 않는 것으로 보고 되었다. 또한, Dean(2006)은 각 dimension을 측정 가능한 sub-dimension으로 새롭게 분류하여 performance를 평가하고자 하였다. 각 dimension의 측정 값은 sub-dimension 값의 합으로 제시되었고, 이때 sub-dimension의 값은 실험에 참여한 2명의 rater들의 subjective rating 값을 사용하였다. Table 1은 Dean(2006)과 Dormann(2004)이 정리한 Measurement Dimension의 Evidence를 나타내고, Table 2는 Dean(2006)가 정의한 dimension과 sub-dimension를 나타낸다.

Ideation의 performance를 이용한 그룹 간의 특성/효용성의 차이를 비교하는 통계 분석 방법론은 많은 연구에서 사용되었다. 특히, Hender(2001)은 idea generation 과정에서 brainstorming, assumption reversal과 analogy 등의 technique들의 사용이 focus group 간에 서로 다른 영향을 주는 지와 어느 것이 더 효과적이고 나은 performance를 제공하는 지를 평가하기도 하였다. 하지만, 대부분의 performance에 대한 평가 방법론은 가설 검정을 세운 후 평가자가 부여한 5-7 point Likert scale 점수에

Table 1. Literature review on dimensions of creativity performance measure

Dimension	Study
Novelty	(Connolly et al.,1990), (Eisenberger and Rhoades, 2001), (Kramer and Kuo,1997), (Shalley, 1991, Shalley, 1995), (Barki and Pinsonneault, 2001), (Diehl and Stroebe,1991), (Mumford, 2001), (Gallupe et al.,1992), (Hender et al., 2002), (MacCrimmon and Wagner, 1994), (Potter and Balthazard, 2004), (Sosik et al., 1997), (Cady and Valentine,1999), (Miura and Hida,2004), (Diehl and Stroebe, 1987), (Eisenberger and Selbst, 1994; Eisenberger and Armeli, 1997; Eisenberger, et al.,1998), (Faure, 2004), (Garfield et al., 2001). (Massetti, 1996), (Runco and Charles, 1993), (Satzinger et al. 1999), (Chirumbolo et al.,2005), (Connolly, et al.,1993), (Durand and VanHuss, 1992), (Kelly and Karau,1993), (Redmond et al.,1993), (Sosik et al., 1998), (Shah et al., 2003), (Malaga, 1999), (Tacher, 2001)
Workability	(Connolly et al.,1990), (Kramer and Kuo,1997), (Valacich, Wheeler, Mennecke and Wachter, 1995), (Barki and Pinsonneault, 2001), (Diehl and Stroebe,1991), (Mumford, 2001), (Gallupe et al.,1992), (MacCrimmon and Wagner, 1994), (Straus and McGrath, 1994), (Potter and Balthazard, 2004), (Cady and Valentine,1999), (Bouchard, 1972b), (Cooper et al., 1998), (Diehl and Stroebe, 1987), (Faure, 2004), (Taylor et al., 1958), (Kelly and Karau,1993), (McLeod et al., 1996), (Malaga, 1999)
Relevance	(Eisenberger and Rhoades, 2001), (Kramer and Kuo,1997), (Shalley, 1991, Shalley, 1995), (Valacich, Wheeler, Mennecke and Wachter, 1995), (Barki and Pinsonneault, 2001), (Mumford, 2001), (MacCrimmon and Wagner, 1994), (Straus and McGrath, 1994), (Potter and Balthazard, 2004),), (Sosik et al., 1997), (Cady and Valentine,1999), (Miura and Hida,2004), (Aiken and Vanjani, 1997, Aiken et al.,1996), (Bouchard, 1972b), (Daily et al., 1996), (Dennis, et al,.1990; Dennis and Valacich, 1994; Valacich, Dennis, and Connolly,1994; Valacich, George, Nunamaker, and Vogel, 1994), (Faure, 2004), (Fern, 1982), (Massetti, 1996), (Murthy and Kerr, 2003), (Parent et al. 2000), (Runco and Charles, 1993), (Schweiger et al., 1986), (Taylor et al., 1958), (Tung and Heminger, 1993), (Valacich et al., 1992), (Durand and VanHuss, 1992), (Easton et al., 2003), (McLeod et al., 1996), (Redmond et al., 1993), (Shah et al., 2003), (Malaga, 1999), (Tacher, 2001)
Specificity	(MacCrimmon and Wagner, 1994), (Cady and Valentine,1999), (Shirani and Tafti, 1999), (Taylor et al., 1958), (Durand and VanHuss, 1992)

기준하여 ideation 결과물에 대한 통계 분석하였다. 이는 같은 평가자가 어느 정도 일관성을 유지한다는 가정을 세워야 한다는 점에서 객관성이 떨어지는 단점이 있다.

Table 2. Definition of dimension and sub-dimension

Dimension	Sub-dimension
Novelty	Originality
	Paradigm relatedness
Workability	Acceptability
	Implementability
Relevance	Applicability
	Effectiveness
Specificity	Implicational explicitness
	Completeness
	Clarity

2.4 Metrics for evaluating idea generation performance

Shah et al. (2000)은 engineering design 과정에서 idea generation 기법들의 효과를 증명하고자 하였다. 그는 ideation의 performance를 정량적으로 비교할 수 있는 metric을 소개하고 실제 data를 수집, 분석하는 방법을 개발하였다. 이 때 제시되었던 metrics는 (1) novelty, (2) variety, (3) quality 와 (4) quantity 로 정의하고 있다. 제시된 4가지 metrics는 이 후에 Shah(2003)가 다시 각 metric의 적용 과정을 case studies를 통해 구체적으로 설명하였다. 일반적으로 ideation의 performance에 대한 평가 방법이 평가자의 subjective rating 의존적이었지만, Shah(2003)에서는 각 metric 별로 idea 하나에 대한 평가 점수와 피실험자 한 사람에 의해 도출된 전체 idea set에 대한 평가 점수 등으로 구분하여 평가하는 idea generation 기법의 performance 점수체계를 제안하였다. 정량화 된 4가지 metrics의 performance의 점수는 idea generation 기법을 평가함에 있어 subjective rating에 의존하지 않는 유일한 점수체계라고 할 수 있다. 다음은 4가지 점수체계 중 Novelty를 계산하는 식이다.

$$M_1 = \sum_{j=1}^{m} f_j \sum_{k=1}^{n} S_{ijk} p_k$$

M_1: the overall score for the i^{th} measure of an idea;

m & n: the total number of functions and stages;

f_j: the weight assigned for function j;

P_k: the weight assigned to stage k;

S_{ijk}: the score given for measure i at function j and stage k

Shah(2003)에서 제시된 점수체계는 실제 prototype에 적용해 볼 수 있는 실증 연구라는 점에서 최근에 많은 연구들에 인용되고 있다. 하지만, 이 점수체계는 몇 가지 문제점을 가지고 있다(Nelson et al., 2009). Variety 점수를 측정할 경우, 각 level에 속한 principle의 개수를 count하여 각 level에 할당된 점수를 부여하기 때문에 Figure 2와 같은 경우 실제로 variety 점수가 더 높아야 하지만 더 낮게 나오게 된다. 이것은 각 level의 principle의 개수를 그대로 count하여 double-counting 되는 경우가 발생하기 때문이다. Nelson(2009)는 double-counting effect를 제거하는 refined 된 metrics를 제시하였다.

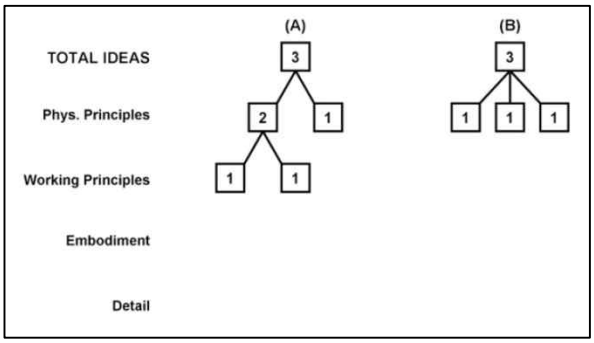


Figure 2. One of the flaws of Variety scoring from Nelson (2009)

또한, Shah(2003)는 quality 점수를 측정하기 위해서는 minimum weight evaluation과 manufacturing analysis를 해야 한다고 주장하였다. 하지만, 일반적으로 이를 실행하기 위해서는 실현 가능한 완성체의 design specification에 비교할 대상이 필요하고 또한 이는 평가자의 주관적 개입이 많은 점수체계이다. 이를 좀 더 개선하고자 Nelson(2009)는 quality를 측정할 수 있는 single metric을 제시하기도 하였다.

Idea generation 기법으로 도출된 idea의 quality 측정은 이미 다양한 방법론에 의해 제시되었다. 여러 quality 측정 방법론 중 실험을 통해 실증적 측정법들의 타당성을 증명한 연구도 있다(Reinig et al., 2007). 이 연구는 도출된 idea의 quality 측정 metric을 4가지 카테고리(idea-count, sum-of-quality, average-quality and good-idea-count)로 정의하였

다. 각 metric들의 타당성을 통계 분석한 결과, 오직 idea-count만이 유효한 결과가 나왔다.

이처럼 유일한 idea generation기법의 performance 점수체계로 여겨지는 Shah(2003)의 metric들은 여러 문제점을 안고 있다. 이러한 문제점을 해결하고자 제시된 새로운 metric 측정 방법론(Nelson et al., 2009) 에 대한 검증도 필요하다. 또한 새로운 metric 측정 방법론은 Shah가 제시하고 있는 4가지 metric에 기준하고 있지만, 이전 연구에 비추어보아 Shah가 제시한 4가지 metric의 점수체계 사용이 타당한지도 검증해 볼 필요가 있다.

3. Discussion

3.1 Development new evaluation methods & metrics

Idea generation 기법으로 도출된 idea의 평가를 어떤 metric을 사용하여 평가할 것인지에 대한 합의가 이루어져 있지 않다. 다양한 measure들이 제시되고 있지만 measure들의 정의가 각양각색이다. 많은 연구들을 조사 분석해 본 결과 가장 많은 합의를 이루고 있는 몇 가지 dimension들이 평가 measure로 제시될 가능성은 있다.

Shah et al.(2003)가 제시한 정량화 된 measurement는 idea generation 기법의 performance를 측정하는 subjective rating에 의존하지 않는 유일한 점수체계이다. Prototype을 통해 실증적용한 논문도 존재하지만 이 measure의 결정적 flaws들이 존재하고 있다. 이를 수정하는 refined된 metric이 제시되었지만 그 효용성에 대한 증명이 빈약하다. 또한, 실제 일반인들이 Shah(2003)가 제시한 metric을 적용하기에도 몇 가지 문제점이 있다. 첫째로, 제시된 점수체계에 따라 실제로 평가하기가 쉽지 않다는 점이다. 도출된 idea solution들의 특징을 중요요소들로 추출하여 점수화해야 하는 데, 이를 수행하기 위해서는 design 문제와 관련한 전문 지식이 필요하게 된다. 둘째로는, 구성을 제대로 했는지 확인하기가 어렵다는 점이고, 마지막으로 주관적 개입에 따라 평가 점수의 variance가 너무 크다는 점이다. 따라서, 이와 같은 문제점을 해결 할 수 있는 새로운 점수체계가 필요하다.

3.2 Human Information Process Model

기존의 idea generation 기법들은 사용자가 생각하지 못하는 idea를 창출하는 것이 아니라 좀 더 새롭고 다채로운 idea를 도출할 수 있도록 유도하는 역할을 한다. Idea generation은 어떤 기법을 사용했느냐에 따라 그 결과가 다르게 나타날 뿐만 아니라 특정 기법을 사용하여 idea를 도출하여도 개개인의 역량에 따라 그 결과가 다르게 나타날 수 있다. 예컨대, 똑같은 brainstorming 기법을 사용하여 문제 해결 방법을 모색하여도 서로 다른 지식과 경험의 사람이 사용하게 됨에 따라 그 결과는 달라지게 된다.

이러한 현상은 Wickens가 제시한 Human Information Process Model에 비추어 설명할 수 있다. 일반적으로 idea generation 기법을 통한 idea 도출과정이 개인이 알지 못하는 새로운 내용에 대한 발견이 아니라 잠재된 장기기억으로부터 알고 있던 내용을 해당 idea generation 기법이 인출하여 우리가 기억할 수 있게 되는 것이다. Human Information Process Model에 따르면 무의식 중에 저장된 장기기억의 정보들은 recall의 활동을 통해 우리가 기억할 수 있는 단기기억의 형태로 되돌아(Retrieve)오게 된다.

이처럼, 장기기억의 무기한으로 저장되어 있는 정보들은 개개인의 경험을 바탕으로 혹은 학습을 통해 얻어진 것으로 특정 자극이나 인식을 거치지 않고서는 저장상태에서 되돌아오기 어렵다. 이는 idea generation 기법을 통해 idea가 도출되는 과정과 깊은 관련이 있는 것으로 판단된다. 기본적으로, idea generation 기법을 사용한다 할지라도 서로 다른 경험과 전문성을 가진 개개인이 도출할 수 있는 solution은 다르게 나타나게 되는 데, 이것은 개개인이 저장하고 있는 장기기억의 정보가 다르고 idea generation 기법을 통한 recognition의 정도가 다르게 나타나기 때문으로 해석할 수 있다. 어떠한 idea generation 기법을 사용하느냐는 장기기억의 정보들이 어떠한 특정 자극을 통해 되돌아 오게 되는 지와 유사하다. 따라서 우리는 idea generation 기법의 사용과 그를 통해 얻어지는 idea의 결과물의 performance는 인간공학적으로도 고려되어야 하는 문제라고 할 수 있겠다.

References

Aiken, M. and M. Vanjani (1997), "A Comparison of Synchronous and Virtual Legislative Session Groups Faced with an Idea Generation Task," Information & Management (33) 1, pp. 25-31.

Aiken, M., M. Vanjani, and J. Paolillo (1996), "A Comparison of Two Electronic Idea Generation Techniques," Information & Management (30) 2, pp. 91-99.

Barki, H. and A. Pinsonneault (2001), "Small Group Brainstorming: Is

Electronic Brainstorming the Most Effective Approach?" Small Group Research (32) 2, pp. 158-205.

Bouchard, T. J. (1972b), "Training, Motivation, and Personality as Determinants of the Effectiveness of Brainstorming Groups and Individuals," Journal of Applied Psychology, (56), pp. 324-331.

Cady, S. H. and Valentine, J. (1999), "Team Innovations and Perceptions of Consideration," *Small Group Research*, (30) 6, pp. 730-750.

Chirumbolo, A., Mannetti, L., Pierro, A., Areni, A. and Kruglanski, A. W. (2005),"Motivated Closed-Mindedness and Creativity in Small Groups," Small Group Research, (36) 1, pp. 59-82.

Connolly, T., L. M. Jessup, and J. S. Valacich (1990), "Effects of Anonymity and Evaluative Tone on Idea Generation in Computer-Mediated Groups," Management Science (36) 6, pp. 689-703.

Connolly, T., Routhieaux, R. L. and Schneider, S. K. (1993), "On the Effectiveness of Group Brainstorming: Test of One Underlying Cognitive Mechanism," Small Group Research, (24) 4, pp. 490-503.

Cooper, W. H., R. B. Gallupe, S. Pollard, and J. Cadsby (1998) "Some Liberating Effects of Anonymous Electronic Brainstorming," Small Group Research (29) 2, pp. 147- 178.

Daily, B., A. Whatley, S. R. Ash, and R. L. Steiner (1996), "The Effects of a Group Decision Support System on Culturally Diverse and Culturally Homogeneous Group Decision Making," Information & Management (30) 6, pp. 281-289.

Dean, D. L., J. M. Hender, T. L. Rodgers, E. L. Santanen (2006), "Identifying Quality, Novelty, and Creative Ideas: Constructs and Scales for Idea Evaluation" Journal of the Association for Information Systems, (7) 10, pp. 646-699.

Dennis, A. R. and J. S. Valacich (1994), "Group, Sub-Group, and Nominal Group Idea Generation: New Rules for a New Media?" Journal of Management (20) 4, pp. 723-736.

Dennis, A. R., J. S. Valacich, and J. F. Nunamaker, Jr. (1990), "An Experimental Investigation of Small, Medium and Large Groups in an Electronic Meeting System Environment," IEEE Transaction Systems, Man Cybernetics (25) 5, pp. 1049-1057.

Diehl, M. and W. Stroebe (1987), "Productivity Loss in Brainstorming Groups: Toward the Solution of a Riddle," Journal of Personality and Social Psychology (53) 3, pp. 497-509.

Diehl, M. and Stroebe, W. (1991), "Productivity Loss in Idea-Generating Groups: Tracking Down the Blocking Effect," Journal of Personality and Social Psychology, (61) 3, pp. 392-403.

Dormann, C., Lindgaard, G., (2004), "Developing innovative systems: creative ideation." Interaction, Systems, Practice and Theory. 16th–19th November, 2004, pp. 451–471

Durand, D. E. and S. H. VanHuss (1992), "Creativity Software and DSS," Information & Management (23) 1, pp. 1-6.

Easton, G., Easton, A. and Belch, M. (2003), "An Experimental Investigation of Electronic Focus Groups," Information & Management, (40) 8, pp. 717-727.

Eisenberger, R. and Selbst, M. (1994), "Does Reward Increase or Decrease Creativity?" Journal of Personality and Social Psychology, (66) 6, pp. 1116-1127.

Eisenberger, R. and Armeli, S. (1997), "Can Salient Reward Increase Creative Performance Without Reducing Intrinsic Creative Interest?" Journal of Personality and Social Psychology, (72) 3, pp. 652-663.

Eisenberger, R., Armeli, S. and Pretz, J. (1998), "Can the Promise of Reward Increase Creativity?" Journal of Personality and Social Psychology, (74) 3, pp. 704-714.

Eisenberger, R. and Rhoades, L. (2001), "Incremental Effects of Reward on Creativity," Journal of Personality and Social Psychology, (81) 4, pp. 728-741.

Faure, C. (2004), "Beyond Brainstorming: The Effects of Different Group Procedures on Selection of Ideas and Satisfaction with the Process," Journal of Creative Behavior, (38) 1, pp. 13-34.

Finke, R. A., Ward, T. B., and Smith, S. M., 1992, Creative Cognition—Theory, Research, and Applications, MIT Press, Cambridge, MA.

Fern, E. F. (1982), "The Use of Focus Groups for Idea Generation: The Effects of Group Size, Acquaintanceship, and Moderator on Response Quantity and Quality," Journal of Marketing Research (19) 1, pp. 1-13.

Gallupe, R. B., A. R. Dennis, W. H. Cooper, J. S. Valacich et al. (1992), "Electronic Brainstorming and Group Size," Academy of Management Journal (35) 2, pp. 350-369.

Garfield, M. J., J. T. Nolan, A. R. Dennis, and J. W. Satzinger (2001), "Modifying Paradigms-Individual Differences, Creativity Techniques, and Exposure to Ideas in Group Idea Generation," Information Systems Research (12) 3, pp. 322-333.

Guilford, J. P. (1959), Three faces of intellect. Am. Psychologist. 14: 469-479.

Hender, J. M., D. L. Dean, T. L. Rodgers, and J. F. Nunamaker, Jr., (2002), "An Examination of the Impact of Stimuli Type and GSS Structure on Creativity: Brainstorming Versus Nonbrainstorming Techniques in a GSS Environment," the 34th Hawaii International Conference on System Sciences.

Hender, J. M., D. L. Dean, T. L. Rodgers, and J. F. Nunamaker, Jr., (2001), "Improving Group Creativity: Brainstorming Versus Non-brainstorming Techniques in a GSS Environment," Journal of Management Information Systems (18) 4, pp. 59-85.

Kelly, J. R. and Karau, S. J. (1993), "Entrainment of Creativity in Small Groups," Small Group Research, (24) 2, pp. 179-198.

Kramer, M. W. and Kuo, C. L. (1997), "The Impact of Brainstorming Techniques on Subsequent Group Processes," Small Group Research, (28) 2, pp. 218-242.

Lubart, T. I. (1994). Creativity. In E. C. Carterette & M. P. Friedman (Series Eds.) & R. J. Sternberg (Vol. Ed.), The handbook of perception and cognition: Vol. 12. Thinking and problem solving. New York: Academic Press.

MacCrimmon, K. R. and C. Wagner (1994), "Stimulating Ideas through Creativity Software," Management Science (40) 11, pp. 1514-1532.

Martindale, C. (1995), "Creativity and Connectionism," in S. M. Smith et al.,eds., The Creative Cognition Approach, MIT Press,

Cambridge, MA.

Massetti, B. (1996), "An Empirical Examination of the Creativity Support Systems on Idea Generation," MIS Quarterly (20) 1, pp. 83-97.

McLeod, P. L., Lobel, S. A. and Cox, T. H. Jr. (1996), “Ethnic Diversity and Creativity in Small Groups,” Small Group Research, (27) 2, pp. 248-264.

Miura, A. and Hida, M. (2004), “Synergy Between Diversity and Similarity in Group Idea Generation,” Small Group Research, (35) 5, pp. 540-564.

Mohan, M., Shah, J., and Narsale, S., (2012), “Capturing Ideation Paths for Discovery of Design Exploration Strategies in Conceptual Engineering Design”. Design Computing and Cognition, June.

Mumford, M. D. (2001), “Tradeoffs Between Ideas and Structure: Individual Versus Group Performance in Creative Problem Solving,” Journal of Creative Behavior, (35) 1, pp. 1-23.

Murthy, U. S. and D. S. Kerr (2003), "Decision Making Performance of Interacting Groups: An Experimental Investigation of the Effects of Task Type and Communication Mode," Information & Management (40) 5, pp. 351-361.

Nelson, B. A., Wilson, J. O., Rosen, D., and Yen, J., (2009), "Refined Metrics for Measuring Ideation Effectiveness," Design Studies, 30 (6), pp. 737-743.

Nunamaker, J. F., Jr., A. R. Dennis, J. S. Valacich, and D. R. Vogel (1991), "Information Technology for Negotiating Groups: Generating Options for Mutual Gain,"Decision Sciences (37) 10, pp. 1325-1346.

Parent, M., R. B. Gallupe, W. D. Salisbury, and J. M. Handelman (2000), "Knowledge Creation in Focus Groups: Can Technologies Help?" Innovation and Management (38) 1, pp. 47-58.

Potter, R. E. and Balthazard, P. (2004), “The Role of Individual Memory and Attention Processes During Electronic Brainstorming,” MIS Quarterly, (28) 4, pp. 621-643.

Redmond, M. R., Mumford, M. D. and Teach, R. (1993), “Putting Creativity to Work: Effects of Leader Behavior on Subordinate Creativity,” Organizational Behavior and Human Decision Processes, (55)1, pp. 120-151.

Reinig, B. A.; Briggs, R.; and Nunamaker, J. F., Jr. “On the measurement of ideation quality,” *Journal of Management Information Systems, 23*, 4 (Spring 2007), 143-161.

Runco, M. A. and R. E. Charles (1993), "Judgments of Originality and Appropriateness as Predictors of Creativity," Personality and Individual Differences (15) 5, pp. 537-546.

Satzinger, J. W., M. J. Garfield, and M. Nagasundaram (1999), "The Creative Process: The Effects of Group Memory on Individual Idea Generation," Journal of Management Information Systems (15) 4, pp. 143-160.

Schweiger, D. M., W. R. Sandberg, and J. W. Ragan (1986), "A Comparison for Reducing Interval Overconfidence in Group Judgments," Academy of Management Journal (29) 1, pp. 51-71.

Shah, J. J., Kulkarni, S. V. and Vargas-Hernández, N., (2000), “Evaluation of Idea Generation Methods for Conceptual Design: Effectiveness Metrics and Design of Experiments,” Transactions of the ASME Journal of Mechanical Design, 122, pp. 377-384.

Shah, J. Vargas-Hernandez, N. and R. Smith (2003), “Metrics for measuring ideation effectiveness,” Design studies, 24, 2, 111-134.

Shalley, C. E. (1991), "Effects of Productivity Goals, Creativity Goals, and Personal Discretion on Individual Creativity," Journal of applied Psychology (76) 2, pp. 179-185.

Shalley, C. E. (1995), "Effects of Coaction, Expected Evaluation, and Goal Setting on Creativity and Productivity," Academy of Management Journal (38) 2, pp. 483-503.

Shirani, A. I. and M. H. A. Tafti (1999), "Task and Technology Fit: A Comparison of Two Technologies for Synchronous and Asynchronous Group Communication," Information & Management (36) 3, pp. 139-150.

Sosik,J. J. , Avolio, B. J. and Kahai, S. S. (1997), “Effects of Leadership Style and Anonymity on Group Potency and Effectiveness in a Group Decision Support System Environment,” Journal of Applied Psychology, (82) 1.

Sosik,J. J. , Avolio, B. J. and Kahai, S. S. (1998), “Inspiring Group Creativity: Comparing Anonymous and Identified Electronic Brainstorming,” Small Group Research, (29) 1, pp. 3-31.

Straus, S. G. and J. E. McGrath (1994), "Does Medium Matter? The Interaction of Task Type and Technology on Group Performance and Member Reactions," Journal of Applied Psychology (79) 1, pp. 87-97.

Tatcher, S. (2001), “The mediating role of identity fit: understanding the relationship between communication media, demographic differences, and creativity,” Proceeding of the 24 Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 1-10.

Taylor, D. W., P. C. Berry, and C. H. Block (1958), "Does Group Participation When Using Brainstorming Facilitate or Inhibit Creative Thinking?" Administrative Science Quarterly (3) 1, pp. 23-47.

Tung, L. L. and A. R. Heminger (1993), "The Effects of Dialectical Inquiry, Devil’s Advocacy, and Consensus Inquiry Methods in a GSS Environment," Information & Management (25) 1, pp. 33-41.

Valacich, J. S., A. R. Dennis, and T. Connolly (1994), "Idea Generation in Computer-Based Groups: A New Ending to an Old Story," Organizational Behavior and Human Decision Processes (57) 3, pp. 448-467.

Valacich, J. S., A. R. Dennis, and J. F. Nunamaker, Jr. (1992), "Group Size and Anonymity Effects on Computer-Mediated Idea Generation," Small Group Research (23) 1, pp. 49-73.

Valacich, J. S., J.F. George, J. F. Nunamaker, Jr., and D. R. Vogel (1994), "Physical Proximity Effects on Computer-Mediated Group Idea Generation," Small Group Research (25) 1, pp. 83-104.

Valacich, J. S., Wheeler, B. C., Mennecke, B. E. and Wachter, R. (1995), “The Effects of Numerical and Logical Group Size on Computer-Mediated Idea Generation,” (62) 3, pp. 318-329.