

A study on Educational Characteristics of Interactivity in Educational Media

Soo-Yeoun Choi, Yong-Ju Kwon*
Korea National University of Education

<ABSTRACT>

Educational media, which are widely used in educational fields, have the characteristic of interactivity. However, most of the studies are focused only on the development of educational media and analysis of learning effectiveness. There is no analysis of the educational characteristics of specific interactivity. The purpose of this study is to investigate the characteristics of interactivity in smart education media. In addition, we aimed to investigate the educational characteristics of specific interactivity through examples of effectiveness of interactivity with neurological basis such as fMRI. As a result, interactivity is a fundamental characteristic of learner's experience of immersion, and this experience of immersion creates a desire to process information to learners. In other words, experience of immersion by interactivity is an important characteristic that motivates learners to learn. On the neurological basis, the striatum and medial orbitofrontal Cortex(mOFC) were activated in the interactive media. These areas are known to play a role in motivation and reward structure. In other words, it can be seen that there are properties that are effective in causing learners to voluntarily learn.

Key words : Interactivity, Immersion, Smart educational media, Striatum, Medial orbitofrontal Cortex, Motivation

Introduction

현재, 교육현장에서 많은 스마트기기의 발달로 인해 스마트 교육을 실시하고 있다. 여기서 말하는 스마트 교육은 학습자간, 학습자-교수자간 상호작용을 효과적으로 지원하고 자기 주도적인 학습 환경 설계를 가능하게 하는 학습자 주도형의 인간 중심적인 학습 방법을 의미한다(MEST, 2011). 또한, 스마

트 교육에서는 PC, 태블릿, 스마트폰, VR 등 많은 스마트 기기를 활용한 다양한 스마트 미디어를 보급하고 있으며, 이러한 교육형태의 스마트 미디어는 학습자로 하여금 높은 조작성과 상호작용성을 갖도록 도와주는 것을 목표로 하고 있다(Ahn & Choi, 2014).

상호작용성은 넓은 의미에서 “인간이 어떤 주어진 활동 아래에서 사물이나 사람 혹은 존재하는 것들과 행하는 모든 행위”를 말하며, 이러한 행위의 가

* Corresponding author : Yong-Ju Kwon, kwonjy@knue.ac.kr

Received May 20, 2017; Accepted Sep 26, 2017; Published Sep 29, 2017

© 2017. Institute of Brain based Education, Korea National University of Education

능성을 제공하는 매체를 “상호작용적”이라고 말한다 (Lombard & Snyder-Duch, 2001). 상호작용성은 매우 다차원적인 개념이라 많은 연구자들이 각기 다른 구성요소들을 주장하고 있다. 그러나 방향, 통제성, 개인화 등 유사한 구성요소를 제시한 선행 연구자들이 많다.

우리가 교육현장에서 사용하는 스마트 교육 미디어는 대인과 컴퓨터를 매개로 하는 상호작용이 일어난다. Rafaeli(1998)는 이러한 대인과 컴퓨터를 매개로 한 커뮤니케이션(CMC, Computer Mediated Communication)을 모두 고려하여, 커뮤니케이션 형태에 따라 단순 형태의 일방향성 커뮤니케이션, 양방향성 커뮤니케이션, 그리고 메시지의 내용전달이 지속적으로 진행되고 있는 상호작용적 커뮤니케이션 형태로 구분하였다.

또한, 최근 이슈화 되고 있는 증강현실을 활용한 교육적 적용이 늘어남에 따라, Ahn & Choi(2014)는 증강현실 콘텐츠의 유형을 상호작용성에 의해 일차적 상호작용 형, 이차적 상호작용 형, 다차적 상호작용 형으로 나누었다. 이와 같이 스마트 교육 미디어의 상호작용성의 특성은 매우 강조되고 있으며, 상호작용성에 따른 콘텐츠 유형화도 많이 이루어지고 있다.

그러나 대부분의 선행연구에서는 스마트 교육 미디어를 활용한 학습에서의 효과성이나 콘텐츠 개발의 연구가 주로 이루어지고 있을 뿐, 스마트 교육 미디어의 가장 큰 특성으로 강조되고 있는 상호작용성에 대한 세부적인 교육적 특성의 분석은 미비한 상태이다(Park & Kim, 2006; Patel et al., 2006; Ravenscroft & Matheson, 2001).

따라서 이 연구의 목적은 첫째, 스마트 교육 미디어의 상호작용성에 관한 교육적 특성을 고찰한다. 둘째, 스마트 교육 미디어의 상호작용성이 두뇌의 어떠한 영향을 미치는지에 대해 교육적 특성에 초점을 두고 분석하고자 한다.

이러한 스마트 교육 미디어의 구체적인 특성을 살펴보고 상호작용성과의 관계를 살펴본다면, 다양한 스마트 교육 미디어의 활용이 증가할 것이며 교육 목표에 맞는 스마트 교육 미디어의 활용에 있어 어려움이 없을 것이다.

Materials and Methods

스마트 교육 미디어에서 나타나는 상호작용성에 대한 교육적 특성을 알아보기 위해 고찰한 논문은 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Literatures to review on Interactivity of Smart Education Media

Author (Year)	Title
Pearce, Ainley, & Howard (2004)	The Ebb and Flow of Online Learning.
Rasch & Thorsten(2009)	Interactive and non-interactive pictures in multimedia learning environments: Effects on learning outcomes and learning efficiency
Sicilia, Ruiz, & Munuera (2005)	Effects of Interactivity in a Web Site: The Moderating Effect of Need for Cognition
Katsyri et al. (2011)	Just watching the game ain't enough: striatal fMRI reward responses to successes and failures in a video game during active and vicarious playing
Bellebaum et al. (2012)	The neural coding of expected and unexpected monetary performance outcomes: Dissociations between active and observational learning
Foerde & Shohamy (2011)	Feedback Timing Modulates Brain Systems for Learning in Humans

이 연구에서 사용된 문헌들은 다음과 같은 과정을 통해 선정되었다. 먼저, 스마트 교육 미디어에서 나타나는 상호작용성의 주요 특성을 알아보기 위해 문헌 검색을 하였는데, 이 때 ‘상호작용성(Interactivity)’, ‘학습(Learning)’, ‘스마트 교육(Smart education)’ 등의 키워드를 적절히 사용하여 문헌을 검색하였다. 이렇게 검색된 문헌 중 이 연구에 가장 적합한 문헌을 선정하였다. 가장 먼저, 이 연구에서 정의 내린 상호작용성의 정의와 관련이 있는 경우의 문헌들을 선정하였으며, 상호작용성의 특성이나 효과가 정량적으로 증명될 수 있는 연구를 중심으로 선정하였다.

또한, 뇌 과학 논문을 선정할 때에는 실제 두뇌를 측정 한 문헌만을 선정하였으며, 상호작용성의 행동으로 인해 나타난 두뇌 결과를 제시한 연구 문헌을 선정하였다.

Results and Discussion

Interactivity with Smart Education Media

일반적으로 스마트 기기를 활용한 교육 분야는 몰입의 원리를 적용하여 사용하고 있다(Pearce, Ainley, & Howard, 2004). 여기서 말하는 몰입은 심리적 몰입에 해당하는 Flow(몰입)을 의미하며, 이러한 몰입은 상호작용성에 의하여 촉진되는 연속적인 반응의 결과이다(Novak & Hoffman, 1997). 또한, 본질적으로 재미있고 자아의식의 망각을 동반하며, 자발적인 강화의 특징을 가지고 있으며, 몰입의 경험은 인간-컴퓨터와의 상호작용, 웹(Web)기반, 가상현실 환경에서 사용자 인터페이스(Interface) 등 컴퓨터와 상호작용하는 상황에서 일어난다(Novak & Hoffman, 1997; Suh, 2008).

몰입의 경험은 Csikszentmihalyi(1975)에 의해 가장 먼저 언급되었고, 그는 도전과 능력의 수준이 비례·균형을 이룰 때 몰입이 일어나며, 이러한 몰입은 행위와 의식이 하나가 될 때 이루어진다고 하였다. 즉, 학습자로 하여금 능동적인 조작이 일어나고 그

에 대한 상호작용적 반응이 일어날 때의 몰입이 일어난다고 얘기할 수 있을 것이다.

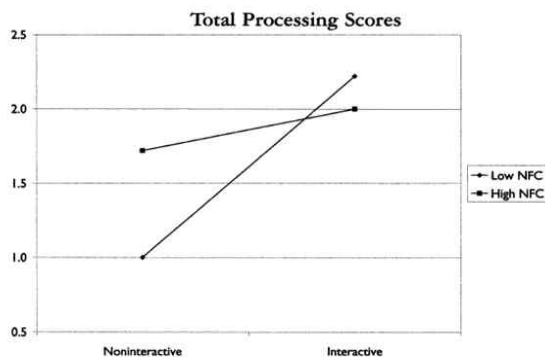
이러한 몰입의 경험과 상호작용성의 관계를 알아보기 위해 Pearce, Ainley, & Howard(2004)은 학습을 하는 데에 웹기반의 학습과 같이 자유롭게 조작이 가능하고 트랙의 기울기 변화 등 상호작용이 있는 시뮬레이션 학습 그룹과 이러한 그룹에서의 특정 활동과 관련된 시뮬레이션 스크린 샷을 보여주는 movie 형태의 movie형 학습 그룹의 차이를 Csikszentmihalyi의 몰입 경험 다이어그램에 의해 설명하였다. 그 결과 상호작용성이 있는 시뮬레이션 학습 그룹에서의 몰입 경험이 더 많이 일어났고, 이러한 몰입에 대한 경험은 배움으로 이끌게 되는 힘이며, 보다 적극적인 참여를 유도할 수 있다는 Csikszentmihalyi(1997)의 주장과 일치함을 보여주었다.

이와 비슷한 Rasch & Thorsten(2009)의 연구에서는 웹기반의 시뮬레이션 학습 그룹과 이미지 형태로만 제시되는 대조 그룹과의 인지적 차이를 보았을 때, 학습 과제에 대한 사전 지식이나 인지 능력이 상대적으로 낮을 시 상호작용성이 있는 시뮬레이션의 형태로 대체하여 학습하는 데에 효과적인 것으로 나타났다. 즉, 새로운 개념이라 원리를 배울 때에 효과적인 것으로 나타났다.

Sicilia, Ruiz, & Munuera(2005)는 NFC(Need for Cognition)라고 하는 정보를 처리하고 이해하려는 인지 욕구의 차이를 바탕으로 상호작용성이 있는 웹사이트의 정보를 처리하는 집단과 그렇지 않은 집단의 정보 처리를 비교하는 연구를 하였다. 먼저, High NFC는 퍼즐과 같은 심도 있거나 정교한 생각을 많이 하는 집단을 말하고, Low NFC는 추론을 좋아하지 않고 정보처리에 많은 노력을 기울이지 않는 집단을 말한다(Cacioppo & Petty, 1982; Kivetz & Simonson, 2000). 이러한 집단들이 두 개의 웹 사이트를 방문하여 정보를 처리하였다. 이 중 상호작용 형 웹 사이트는 하이퍼링크로 연결된 6개의 페이지로 구성되었으며, 전화 번호, 전자 메일 주소 및 웹 사이트의 다른 섹션에 대한 가상 링크가 포함되어 있습니다. 또한, 참가자들이 매 순간 볼 수 있는 정보의 순서를 선택할 수 있기 때문에 메시지와 상호 작용할 수 있는 가능성을 제공하였

다. 대조적으로 비 상호작용 형 웹 사이트는 인쇄 광고처럼 설정되었고, 하이퍼링크는 제공되지 않았다. 그 결과 [Figure 1]과 같이 크게 두 가지의 결과를 확인할 수 있다. 먼저, 상호작용성이 증가함에 따라 정보를 처리하는 점수는 두 집단 모두 증가하였다. 두 번째는 낮은 NFC 피험자에서 정보를 처리하려는 인지요구의 변화가 높은 NFC 집단보다 크게 나왔다. 이를 통해 상호작용 형 웹 사이트 디자인에서 훨씬 더 많은 정보를 처리하려는 욕구가 많이 일어났으며, 상호작용 형 조건에서 정보 처리에 대한 동기가 증가한다는 것을 나타내고 있다.

이상의 연구들을 종합한 결과, 상호작용성의 특성은 학습자로 하여금 심리적 몰입(flow)을 일으키는 주요한 요인이며, 이러한 상호작용성에 의한 몰입의 경험은 학습자에게 정보를 처리하는 욕구를 일으킨다. 즉, 학습자가 학습의 동기를 일으키는 데에 상호작용성이 강한 스마트 교육 미디어는 효과적이다.



[Figure 1] Interaction between NFC and Experiment design on total processing (Sicilia, Ruiz, & Munuera, 2005)

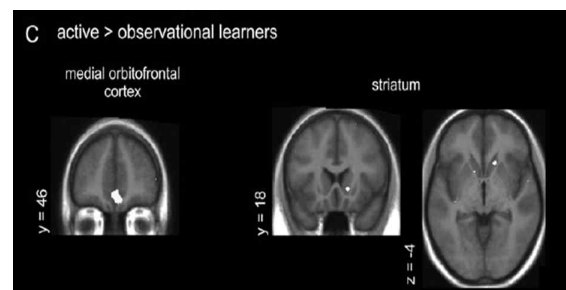
Educational characteristics in neuroscientific based interactivity

최근에는 스마트 교육 미디어에 대한 효과성을 밝히기 위해 신경과학적 접근 방법을 사용하여 해석하고자 하는 시도가 나타나고 있다. 또한, 앞서 얘기한 스마트 교육 미디어의 큰 특성인 상호작용성에 대한 많은 뇌 과학 문헌이 증가하고 있으며,

이러한 뇌과학 문헌을 통해 상호작용성의 교육적 특성 및 효과에 대해 더 자세히 살펴보고자 하였다.

먼저, Katsyri et al.(2011)은 Tank-shooter game “BZFlag”라는 비디오 게임을 하는 동안의 두뇌 활성을 기능성 자기 공명 영상(fMRI)으로 측정하였다. 피험자들은 joystick이나 controller를 사용하여 컴퓨터와 능동적인 상호작용을 하는 Active 집단과 그냥 녹화된 비디오 게임을 관찰하게 되는 Passive 집단으로 나누어 능동적으로 컴퓨터와의 상호작용을 하는 집단의 특성화된 두뇌 활성을 알아보았다. 그 결과 선조체(Striatum)에서 반응이 Passive집단보다 Active집단에서 더 높게 활성화되었다.

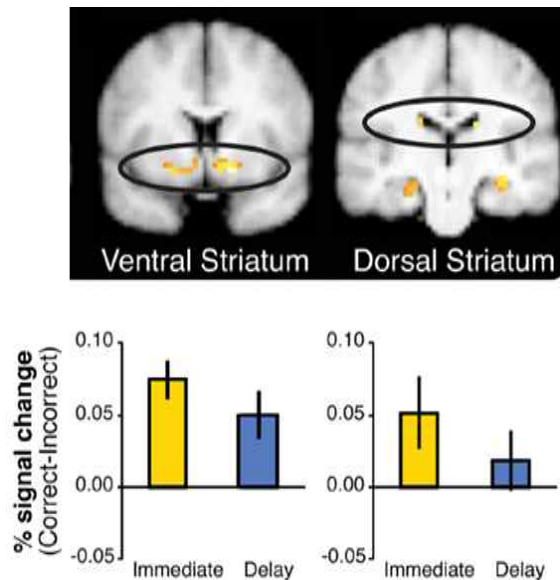
Bellebaum et al.(2012)은 response button을 통해 피험자가 능동적으로 학습하는 환경이 주어지는 집단과 다른 피험자가 선택하는 것을 비디오 형식으로 보는 집단으로 나누어서 능동적인 학습을 하는 집단의 두뇌활성을 측정하였다. 그 결과 선조체(Striatum)와 내측안와전두피질(Medial Orbitofrontal Cortex, mOFC)에서 활성화가 나타났다[Figure 2].



[Figure 2] Activity for active compared to observational learners was observed in the medial OFC (Katsyri et al., 2011).

더불어, Anderson et al.(2001)은 상호작용성을 높일 수 있는 요소는 Feedback임을 주장하였다. 이에 따라, Foerde & Shohamy(2011)는 이러한 상호작용성의 요소 중 하나인 Feedback에 따른 두뇌 활성 영역의 차이를 fMRI를 통하여 측정하였다. 피험자는 측정하는 동안 2가지의 피드백의 유형을 받게 되었다. 첫 번째는 피험자가 선택한 것에 대한 반응을 즉각적으로 피드백을 받게 되었고, 두 번째는 지연된 피드백을 받게 되었다. 이 결과 선조체

(Striatum)에서 즉각적인 피드백을 받은 피험자가 지연된 피드백을 받은 피험자에 비해 선조체(Striatum)에서 활성화 정도가 높은 것을 발견되었다.[Figure 3].



[Figure 3] Activation in the striatum is differentially sensitive to feedback timing during learning (Foerde & Shohamy, 2011).

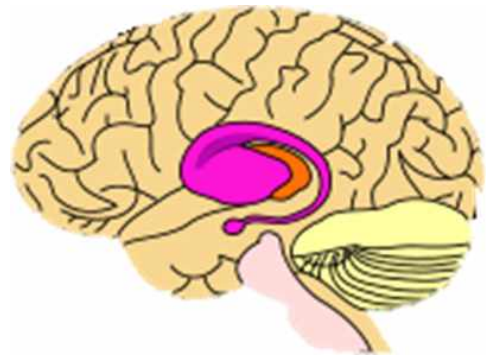
이상의 연구를 살펴보면, 상호작용성에 의한 두뇌 활성화 영역은 선조체(Striatum)와 내측안와전두피질(Medial Orbitofrontal Cortex, mOFC)이 언급되었다.

선조체(Striatum)는 [Figure 4]에서 보는 것과 같이 대뇌 기저핵(basal ganglia)에 위치하여 정보를 받는 역할을 하며 조가비핵(Putamen)과 미상핵(Caudate)영역을 포함하고 있다(John et al., 2004). 또한, 복측피개영역(Ventral Tegmental Area, VTA)과 이어져 있어 도파민이나 세로토닌 등과 같은 신경전달물질들이 전달되는 신경전달경로를 제공하는 역할을 담당한다(Björklund & Dunnett, 2007). 이러한 영역이 상호작용 형 미디어에서 더욱 더 활성화 된 것을 보면, 행동학적인 접근에서와 같이 도파민의 분비가 증가하고, 동기 보상 과정의 반응을 유발하는데 효과적이다.

선조체(Striatum)와 같이 활성화 된 영역인 내측

안와전두피질(Medial Orbitofrontal Cortex, mOFC)은 선조체(Striatum)와 마찬가지로 대부분의 보상 관련 연구에서 많이 제시되는 동기 보상 과정의 핵심적인 영역이다(Izuma et al., 2008). 안와전두피질(Orbitofrontal Cortex, OFC)의 경우 인지적인 사고 처리 과정에 의사결정과 같은 판단과정에서 매우 핵심적인 역할을 할 뿐만 아니라 감성과 동기 보상 과정에서 매우 중요한 역할을 한다. 또한, 동기 보상을 기대하고 예측하는 과정에 깊이 관여하는 것으로 알려져 있다(Damasio, 1994; Wallis, 2007). 그리고 상호작용 형과 같이 학습자가 어떠한 의사 결정을 하는 동안 선택 행동의 가치를 부호화 하여 보상에 대한 접근 동기를 일으켜 목표 지향적인 행동을 하게 하거나 강화 학습을 일으킨다(Bechara, Damasio, & Damasio, 2000).

이를 토대로 보았을 때, 상호작용형의 미디어는 두뇌의 동기 보상과 관련된 선조체(Striatum)와 내측안와전두피질(Medial Orbitofrontal Cortex, mOFC) 영역의 활성을 일으켜 자발적인 학습을 일으키는데 효과적이다.



[Figure 4] The striatum, in purple, includes the caudate and putamen(purple).

Conclusions and Implications

스마트 교육 미디어의 활용 증가로 많은 연구자들의 관심은 스마트 교육 미디어의 개발이나 효과성 분석 측면에만 있을 뿐, 스마트 교육 미디어의 가장 큰 특성인 상호작용성의 구체적인 교육적 특

성 분석이 이루어지지 못하고 있다.

이에 본 연구에서는 상호작용성의 구체적인 교육적 특성을 분석하고자 하였다. 이에 더불어 fMRI와 같은 신경과학적 기반의 사례를 통해 상호작용성이 두뇌에 미치는 영역과 함께 교육적 특성을 알아보고자 하였다. 그 결과는 다음과 같다.

첫째, 스마트 기기를 활용한 교육 미디어는 몰입의 원리를 적용하는 것을 목적으로 하고, 이러한 몰입은 상호작용성에 의한 결과이다. 즉, 행위와 의식이 하나가 되는 상호작용성은 학습자로 하여금 몰입의 경험을 이끌게 하는 요인이며 중요한 특성이다.

둘째, 상호작용성에 의한 학습은 학습자에게 정보를 처리하는 욕구를 일으키는 작용을 한다. 이러한 정보의 처리 욕구는 학습 동기와 같은 맥락으로 볼 수 있을 것이다. 즉, 상호작용성이 있는 학습은 학습자에게 학습 동기를 유발시키는데 효과적이라고 판단할 수 있다.

셋째, 신경학적 기반으로 살펴 본 상호작용성에 의해 유발되는 두뇌 활성 영역은 선조체(Striatum)와 내측안와전두피질(Medial Orbitofrontal Cortex, mOFC)이다. 이 두 영역은 동기와 관련된 도파민과 같은 신경전달물질을 전달하는 역할을 하는 담당하는 영역이며, 동기 보상을 기대하고 선택 행동에 대한 가치를 부호화 하여 강화 학습을 일으키는데 주요한 역할을 담당하는 영역이다. 즉, 신경학적 기반으로 보았을 때도 상호작용 형 교육 미디어는 학습 동기를 유발하는데 효과적인 것으로 나타났다.

이와 같은 결과를 통해 교육학적으로 다음과 같은 의미를 지닌다.

첫째, 스마트 교육 미디어가 가지고 있는 상호작용성의 특성은 학습자에게 정보를 처리하는 욕구를 유발시킴으로써 학습 동기를 유발시키는 특성을 가지고 있으므로 인지 욕구가 낮은 학생들에 학습의 동기를 유발시키는데 효과적일 수 있다.

둘째, 학습자의 능동적인 참여와 동기를 극대화할 수 있는 다양한 상호작용 형 스마트 교육 미디어의 개발이 필요함을 암시하고 있다. 학습자가 직접 조작하고 미디어와의 능동적인 상호작용을 할 수 있는 많은 상호작용 형 스마트 교육 미디어가 개발된다면, 학습자의 동기를 높여 다른 학습적 효

과가 촉진될 수 있을 것이다.

References

- Ahn, H. S. & Choi, Y. M. (2014). Analysis of educational characteristics of augmented Reality edutainment contents according to interaction type. *Journal of animation*, 10(4), 152-169.
- Anderson, T., Rourke, L., Garrison, D. R., & Archer, W. (2001). Assessing teaching presence in a computer conferencing context. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 5(2), 2-17.
- Bechara, A., Damasio, H., & Damasio, A. R. (2000). Emotion, decision making and the orbitofrontal cortex. *Cerebral Cortex*, 10(3), 295-307.
- Bellebaum, C., Jokisch, D., Gizewski, E. R., Forsting, M., & Daum, I. (2012). The neural coding of expected and unexpected monetary performance outcomes: Dissociations between active and observational learning. *Behavioural Brain Research*, 227, 241-251.
- Björklund, A., & Dunnett, S. B. (2007). Dopamine neuron systems in the brain: an update. *Trends in neurosciences*, 30(5), 194-202.
- Cacioppo, J. T., & Petty, R. E. (1982). The Need for Cognition. *Journal of Personality and Social Psychology*, 42(1), 116-131.
- Csikszentmihalyi, M. (1975). *Beyond boredom and anxiety*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Csikszentmihalyi, M. (1997). *Finding flow: the psychology of engagement with everyday life*(1st ed.). NewYork: Basic Books.
- Damasio, A. R. (1994). *Descartes' error: emotion, reason, and the human brain*. New York: Putnam. 336.
- Foerde, K. & Shohamy, D. (2011). Feedback Timing Modulates Brain Systems for Learning in Humans. *Journal of Neuroscience*, 281, 326-332.
- Izuma, K., Saito, D. N., & Sadato, N. (2008). Processing of social and monetary reward in

the human striatum.

- Katsyri, J., Hari, R., Ravaja, N., & Nummenmaa, L. (2013). Just watching the game ain't enough: striatal fMRI reward responses to successes and failures in a video game during active and vicarious playing. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7(278).
- Kivetz, R., & Simonson, I. (2000). The Effects of Incomplete Information on Consumer Choice. *Journal of Marketing Research*, 37(4), 427-449.
- Lombard, M. & Snyder-Duch, J. (2001). Interactive advertising and presence. *Journal of interactive advertising*, 1(2), 56-65.
- Ministry of Education, Science and Technology ,MEST. (2011).
- Novak, T. P., & Hoffman, D. L. (1997). Measuring the flow experience among web users. *Paper presented at Interval Research Corporation*
- Park, S. I. & Kim, Y. K. (2006). An Inquiry on the Relationships among Learning - Flow Factors, Flow Level, Achivement under On-line Learning Enviroment. *Journal of Yeolin Education*, 14(1), 93-115.
- Pater, K., Bailenson, J., Hack-Jung, S., Diankoy, R., & Baicsy, R. (2006). The Effects of Fully Immersive Virtual Reality on the Learning of Physical Tasks. In *Proceeding of the 9th Annual Interaction Workshop on Presence*, Ohio, USA, 87-94.
- Pearce, J., Ainley, M., & Howard, S. (2004). The Ebb and Flow of Online Learning. *Computer in Human Behavior*, 21(5), 745-771.
- Rasch, T. & Schnotz, W. (2009). Interactive and non-interactive pictures in multimedia learning environments: Effects on learning outcomes and learning efficiency. *Learning and Instruction*, 19(5), 411-422.
- Rafaeli, S. & F. Sudweeks. (1997). Networked interactivity, *Journal of Computer Mediated Communication*. 2(4). 1-17.
- Ravenscroft, A. & Matheson, M. P. (2001). Carpe diem: Models and methodolofies for designing engaging and Interactive e-learning discourse. *Proceedings of second IEEE international conference on advanced learning technologies*, 74-77.
- Sicilia, M., Ruiz, S., & Munuera, J. L. (2005). Effects of Interactivity in a Web Site: The Moderating Effect of Need for Cognition. *Journal of Advertising*, 34(3), 31-45.
- Suh, H. J. (2008). Relationship among Presense, Learning Flow, Attitude toward Usability, and Learning Achievement in an Augmented Reality Interactive Learning Environment. *Journal of Educational Information and Media*, 14(3), 137-165.
- Wallis, J. D. (2007). Orbitofrontal cortex and its contribution to decision-making. *Annual Review of Neuroscience*, 30, 31-56.