

기능성 게임콘텐츠의 음향 청취방법이 뇌 활성화지수에 미치는 효과

On the Analysis of ACQ Effect in Serious Game Contents by Listening Type

민 용 식*, 유 회 중**
(Min Yong Sik*, Hunter Yoo**)

*호서대학교 뉴미디어학과, **한국방송예술원 방송음향학부
(접수일자: 2010년 2월 24일; 수정일자: 2010년 4월 19일; 채택일자: 2010년 5월 12일)

본 연구는 기능성 게임 콘텐츠의 교육효과를 위해 음향청취방법을 달리하여, 인간의 뇌파 지수로 분석한 유사 실험을 한 연구이다. 실험결과 무음으로 처리한 대조군에 비해 스피커 방식의 청취방법이 높은 뇌 활성화 반응도를 보였으며, 다음으로 헤드폰 방식 이었다. 본 연구에서는 기능성 게임 콘텐츠의 음향청취방법에 따라 인지반응에 미치는 정도를 뇌파 지수 분석을 통하여 정량적으로 분석한 것에 큰 의미가 있다.

핵심용어: 기능성게임, 뇌 활성화지수, 인지반응지수, 인지반응, 스피커 방식, 헤드폰 방식

투고분야: 음악음향 및 음향심리 (8.2), 뉴미디어 분야 (13.4)

To do an experimental analysis in this paper, we divided two non-equivalent control groups, such as pre and post test groups for difference listening types by serious game contents. From these test groups, we can achieve the most ability of its activity quotient (ACQ) effect is a phonic type and the next one is an aural type. The purpose of this paper is focused on the quantitative analysis of the human's brain quotient (BQ) derived from serious educational game contents.

Keywords: Serious Game, BQ (brain quotient), ACQ (activity quotient), Cognition Response, Phonic Type, Aural Type

ASK subject classification: Musical Acoustics and Psychoacoustics (8.2), New Media (13.4)

1. 서론

오늘날 게임은 다양한 기법을 통하여 그 재미성과 쾌감을 수용자에게 전달하기 위해서, 교육용 게임을 중심으로 한 기능성 게임의 개발이 활발하게 진행되고 있다. 기능성게임 [1]이란 게임적요소를 충분히 가지고 있으며 학습의욕의 증진, IQ, EQ의 증진, 나아가 의료적 치료까지 영역을 확대하고 있다. 기능성 게임 중 교육용게임은 게임의 본래 속성인 재미성과 쾌감도 중요하지만 교육게임의 목적인 정보 전달을 통한 교육효과의 달성이 더욱 중요하다. [1]의 논문에 의하면, Ben Wawyer는 흥미만을 추구하는 것이 아니라 현실적 문제들을 해결하는 방법으로 기능성게임의 중요성을 밝혔고, David and Chen은

재미보다는 교육목적이 주목적인 게임이라고 하였다. 게임을 진행하는 동안 게이머는 비주얼정보와 청각정보를 통하여 즉각적인 지각반응은 물론, 후속되는 인지반응과 감성반응 등, 복잡한 심리과정을 거쳐 본래의 정보를 전달받고 있다. 즉 시청각정보를 어떤 방식을 통하여 전달하는가에 따라 정보전달효과는 달라질 수 있는 것이다. 따라서 본래의 콘텐츠가 지닌 내용을 정확하게 전달하는 것은 교육적인 면에서 매우 큰 효과가 있을 것이다. 일반적으로 게임을 진행하는 동안 헤드폰 방식 (aural type) 으로 사용하는 것은 외부의 소음을 차단함과 동시에 정확한 음향의 청취가 목적이고, 스피커 방식 (phonic type) 은 게이머가 보다 더 편안한 상태를 유지할 수 있다는 장점이 있다고 알려져 있다. 그러나 정보전달효과를 높이기 위한 방법으로는 어느 방식이 유용할 것인지에 대한 연구는 미진하다. 따라서 본 연구에서는 교육용게임콘텐츠의 정보전달효과가 청취방법에 따라 그 차이가 있는가

책임저자: 민 용 식 (ysmin@hoseo.edu)
336-795 충청남도 아산시 배방면 호서대학교 뉴미디어학과
(전화: 041-540-5704; 팩스: 041-540-5718)

를 뇌파반응을 통한 뇌 지수측정으로 알아보고자 하는 것이다.

II. 뇌파와 뇌 활성화지수

뇌 표면에서 검출되는 파 (wave)는 그 파형을 분석하여 정량화함으로써 피험자가 어떤 자극을 받았을 때의 긴장도나 쾌적한 정도, 주의나 인지정도를 판단하는 근거로서 사용될 수 있는데, 우세하게 출현하는 뇌파를 이용하여 인간행동에 따른 두뇌기능 상태에 대하여 해석이 가능하다 [2]. [3][4]의 논문에 따르면 Hansen은 1930년에 최초로 대뇌반구 상에서 영상정보와 비언어 정보에 대한 반응 차이를 밝히는 데 성공하였으며, Rothschild [4][5] 등은 뇌파측정 결과와 TV프로그램의 영상과 음향의 구성과 형식 요인들의 상관관계를 연구하였고, 뇌파는 이들 형식요소에 대한 시청자들의 주목 정도와 인식정도를 나타내는 지표라고 하였다. [6]에서의 Simons은 지각활동과 인지과정은 두정엽의 알파파 (이하 α)감소를 가져옴을 밝혔고, 시청각 콘텐츠의 음향적 자극이 인간에게 미치는 효과에 대한 뇌파분석에서 [7]는 처음 이루어지는 시청각학습은 두뇌의 사고기능 활성화보다는 새로움에 대한 주의집중 (ATQ:Attention Quotient)와 뇌 활성화지수 (ACQ:Activity Quotient)의 반응이 우세하다고 하였으며, 처음 시청각 학습이 이루어 질 때는 전전두부의 우뇌 (Fp2)가 좌뇌 (Fp1)보다 우세하였으며, 반복적인 경우에는 우세성이 나타나지 않았다고 보고하였다 [6][7]. 또한 뇌파측정실험을 통하여 디지털게임의 심리적 변화와 효과에 대한 연구 [7-9]에서 초기는 베타파(이하 β)증가가 있으나 시간이 경과하면서 베타파의 감소와 델타파 (이하 δ)의 증가를 보고하였다. 지금까지 제시된 연구 결과들은 뇌파의 활동은 어느 특정파만 반응하는 것이 아니라 좌, 우 반구가 뇌의 전체뇌신경들이 협동하여 활동하고

있음을 나타내었다. 따라서 시청각 정보에 대한 뇌의 반응정도를 알아보는 지수 표기방법으로 사용된 뇌 활성화지수는 좌우 뇌의 α 파 활성화도, low β 파와 좌우 뇌의 종합적인 반응을 나타내는 지수를 의미한다. 그리고 좌우 뇌의 뇌 활성화 지수가 거의 비슷하게 균형을 잡고 높을 때가 뇌 활성화가 가장 이상적이라고 하였으며 좌, 우의 값이 너무 차이가 나면 정서불안, 행동성향 불안정 등 불균형의 문제가 발생된다고 하였다. 이 같은 뇌 활성화지수를 사용하여서 학생들의 학습 효과 정도 판단과 변화에 응용하였다 [8]. 이상과 같이 제시된 뇌파 지수와 활용 [10]에 대한 내용을 표 1에 나타내었다.

III. 실험방법

3.1. 피험자 및 실험진행

실험대상자는 서울소재 대학생으로서, 남자는 6명, 여자는 3명으로 전체 9명이며, 나이평균은 22.8 (± 4.01)이었다. 이들 모두는 약물의 경험이 없고, 뇌 질환 경험도 없었으며 모두가 우측 손잡이다. 또한 피험자들은 자의적으로 참여하였다. 실험진행은 1차로 기본 뇌파 지수를 측정하여 피험자들의 기초뇌지수를 확보하고 2차로 비주얼만 보고 게임을 하는 무음 방식 (C모드), 3차로 스피커로 소리를 듣고 게임을 하는 스피커 방식 (P모드), 4차로 헤드폰을 착용 소리를 들으며 게임을 하는 헤드폰 방식 (A모드)로 진행하였고, 각 모드별 측정은 1-2일 간격으로 하였다.

3.2. 측정도구와 실험콘텐츠

본 연구에 사용한 뇌파 측정기기는 한국정신과학연구소가 개발한 2채널 BCI (Brain Computer Interface)를 이용하였다 (그림 1 참조). 본 기기의 사양은 하드웨어 256 Hz 샘플링, 10 bit A/D 해상도, 소프트웨어는 8 bit A/D 해상도, 128 Hz 샘플링이며, δ 의 측정 주파수 대역은 1-4 Hz, α 의 측정 주파수 대역은 8-12 Hz, low β 의

표 1. 뇌파 지수와 활용
Table 1.The Brain Quotient and Its Application.

기본 뇌파 지수 (BRQ)	기초 지수 활용	(좌)	페인시 α 파	뇌의 발달 정도와 안정성, 노화정도 판단
		(우)		
주의 지수 (ATQ)	자각도 활용	(좌)	θ 파 SMR	뇌의 각성 정도 판단 자극에 대한 초기자각 정도판단
		(우)		
뇌 활성화 지수 (ACQ)	인지도 활용	(좌)	α 파 low β 파	뇌의 활성 정도 판단과 극 부정 성향판단
		(우)		
정서 지수 (EQ)	감성도 활용	좌우 종합	좌 α 파, 우 α 파	정서적 균형 상태 판단



그림 1. BCI 뇌파 측정기
Fig. 1. BCI Brain-Tester.

측정 주파수 대역은 12-15 Hz, high β 의 측정 주파수 대역은 15-30 Hz로 설정하였다. 또한 의료용으로 가장 많이 사용되고 있는 Grass Neurodata Amplifier System 과 비교하여 좌우 α 파, β , θ 파 값에 대한 상관관계수가 .916 ($p < .001$)으로 나타나 신뢰성이 입증된 바 있다 [7].

그림 2에 제시된 것과 같은 게임콘텐츠는 One Stop Two Game Station사가 영어단어와 한자 교육을 목적으로 개발하였으며 실험에 사용한 진행은 다음과 같다.

- ▶ [스피드게임]은 각 레벨을 관장하는 신이 매칭이 되는 영어 또는 한자 카드 전체를 한번 보여주고 뒤집어 놓는다.
- ▶ 배치된 카드의 위치를 기억하여 일치되는 카드를 찾는 게임이다.
- ▶ 게임에는 제한 시간이 있으며 제한 시간 안에 제시 카드의 모든 일치된 카드를 맞춰야 게임에 승리하게 되고 제한시간사용여부와 점수를 보여준다.

특히, 게임 시 단어를 클릭할 때 해당 음향이 나오는데, 예를 들면 하늘 천(天) 사운드가 나오고 이 한자와 맞는 영어단어 sky의 발음이 여자 성우의 목소리로 나와서 게이머는 자연스럽게 한자 天자가 하늘이란 뜻을 알게 하며 영어로는 sky [skai]라는 것을 배우게 되며 게임을 통해 이해력과 기억력을 높이게 되는 것이다.

3.3. 실험환경과 진행

대학 연구실에서 스피커 크기를 60 dBspl, 헤드폰 크기 역시 60 dBspl로 실험을 하였다. 측정에 앞서 피험자들에게 실험의 목적과 절차를 설명하고 동의서와 기초설문지를 작성하고 피험자를 제외한 나머지는 별 방에 대기시켰다. 이는 스피커 방식일 때, 다음 피험자가 청취하였을 시 발생하는 학습효과를 배제하기 위함이다. 실험은 먼저 3분 정도 눈을 감고 정서적 안정을 취한 후, 기본 뇌파

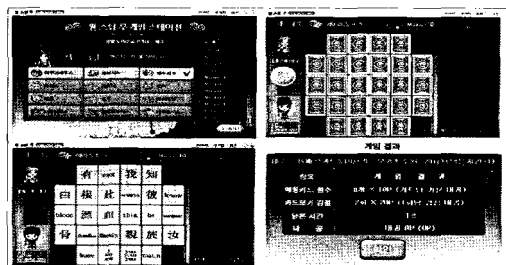


그림 2. 게임콘텐츠 진행구성
Fig. 2. Table of Game Contents.

지수를 측정 후 게임을 진행하게 하고, 게임이 진행되는 동안의 실시간뇌파를 측정하고, 게임이 끝난 후 뇌파 측정을 하였다.(그림 3 참조)

3.4. 뇌파분석

본 연구에서 사용한 뇌파분석은 뉴로 하모니 뇌기능 분석프로그램인 BCI Test로 하였다. BCI Tester 는 δ 파, θ 파, α 파와 함께 β 파를 세분하여 SMR (12-15 Hz), low β 파 (13-20 Hz), high β 파 (20-40 Hz)의 밴드 별 상호 연관성에 따라 두뇌의 활동 상태를 6개의 지수로 분석하였다. 특히 뇌 활성화지수에서 좌우 뇌의 활성화지수가 거의 비슷하게 균형을 잡고 있어야 하며 그 지수가 높을수록 활성화정도가 높은 것이다. 따라서 인지반응도 뇌 활성화지수 [10]는 $ACQ = \beta_{low} + \alpha + \frac{\alpha}{\beta_{low}}$ 로 구한다. 측정 결과는 그림 4에 나타나 있다.

IV. 결과

수집된 자료는 코딩 후 SPSS 12.0을 이용 분석하였다. 피험자의 동질성은 유의수준 $p=0.05$ 에서 검증하였고, 각 모드별 뇌 지수 활성 비교는 유의수준 $p=0.10$ 에서



그림 3. 게임진행과 뇌파측정
Fig. 3. Test of Brain Wave.

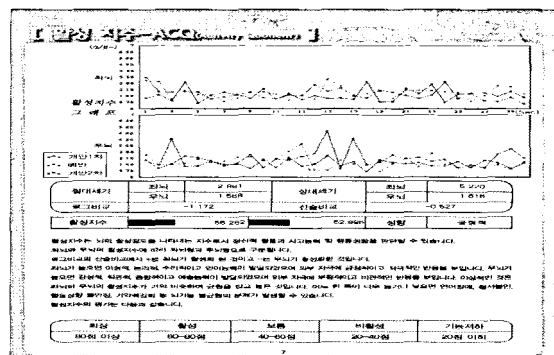


그림 4. 뇌 활성화지수 측정
Fig. 4. The ACQ Measurement.

검증하였다. 실험자의 일반적 특성은 빈도, 백분, 평균과 표준편차를 t검정으로 구하고, 기초뇌지수의 동진성 검증은 독립표본 (t-test)기법으로 검증하였다. 뇌 활성화 지수의 비교는 대응표본 (t-test)기법으로 검증하였다.

4.1. 피험자의 동질성 검증

피험자의 동질성 검증을 표 2에서 검증하였고, 모드별 데이터통계를 표 3에서 나타내었다.

4.2. 청취방법에 따른 뇌 활성화 반응지수

청취방법에 따른 뇌 활성화지수를 알아보기 위해 게임 콘텐츠를 C모드, P모드, A모드로 설정하고 실험을 진행한 결과 좌뇌 반응 (ACQ-L)에서는 C, P 그리고 A의 순서로 반응도이며, 우뇌반응 (ACQ-R)에서는 P, C 그리고 A 순서로 반응지수로 측정되었다 (그림 5 참조).

4.3. 모드변화에 따른 시간적 변화

여기서는 각 측정 단계마다 좌, 우뇌의 변화를 본 것으로, C모드에서 P모드, A모드로의 변화를 알아보므로 뇌가 주어진 정보에 대한 뇌 활성화지수의 변화를 볼 수가

표 2. 피험자의 동질성 검증
Table 2. The Verification of Polymorph Tests.

BQ지수	BRQ	t 값	유의 확률 (P)
	평균 (표준편차)		
BRQ-L	48.0(7.15)	-259	.803
BRQ-R	43.2(10.75)	-598	.572

표 3. 피험자의 뇌 활성화지수 통계
Table 3. The Data of ACQ.

뇌 활성화지수	N	최소 값	최대 값	평균	표준 편차
L-B (좌뇌기초)	9	41.769	63.994	48.097	7.154
R-B (우뇌기초)	9	26.269	62.874	43.265	10.751
L-C (좌목음모드)	9	39.869	64.491	49.098	8.939
R-C (우목음모드)	9	36.048	59.003	43.781	7.770
L-P (좌스피커모드)	9	36.498	53.522	47.210	5.716
R-P (우스피커모드)	9	33.126	60.630	46.445	9.058
L-A (좌헤드폰모드)	9	34.840	57.224	44.676	6.508
R-A (우헤드폰모드)	9	32.375	53.726	41.743	6.948

있다. 먼저 B모드에서 출발한 변화가 C모드는 비슷한 변화를 보이고 있으며, P모드와 A모드에서는 감소를 보인다. 그러나 좌뇌 반응과 우뇌 반응의 간격이 B와 C모드에서는 떨어져 있으나 P모드에서 가장 근접 (거의 같음) 하고 A모드에서 약간 떨어짐을 볼 수 있다. 여기에서 R과 L의 좌우대칭의 변화가 일어나고 있는데 이는 우리 뇌가 활성화대칭에 있어 음향이 없이 게임하는 환경보다 스피커로 음향을 청취하는 P모드가 좌, 우뇌활성화에 안정된 성향을 나타내며, A모드가 그다음으로 뇌 활성화가 이루어짐을 나타내고 있다 (그림 6 참조).

4.4. 성향별 분석

실험결과 유의한 변화를 상세히보고자 피험자집단을 성향분석을 통하여 긍정그룹과 부정그룹으로 분리하여 변화를 알아보았다.

긍정그룹이란 게임에 보다 더 긍정적인 성향을 가진 그룹으로서 P모드가 가장 높은 지수이고 C모드와 A모드는 비슷한 크기이다 (그림 7 참조).

4.5. 긍정그룹에서 뇌 활성화지수의 변화

본 변화에서는 B, C 그리고 P모드의 순으로 증가추세를 보이는 반면, A모드에서는 감소하였다. 특히 ACQ-Lb와 ACQ-Lc의 변화에 대한 비교는 유의한 변화 ($t=-2.392, p=.097$)이고, ACQ-Lb와 ACQ-Lp의 변화 비교 역시 유의한 변화를 보였다 ($t=-3.277, p=.047$). 또

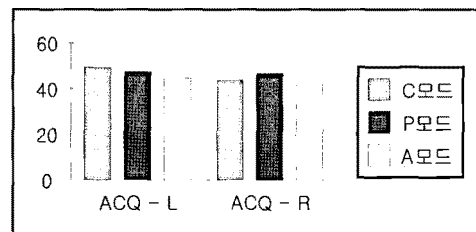


그림 5. 청취 방법과 뇌 활성화지수
Fig. 5. The ACQ Data of Listening Type.

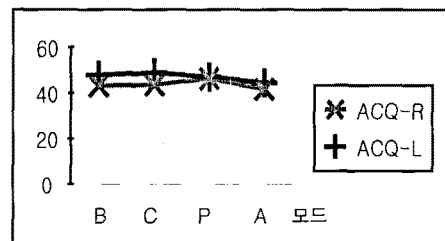


그림 6. 모드 변화에 따른 뇌 활성화지수
Fig. 6. The ACQ Data of Current Mode.

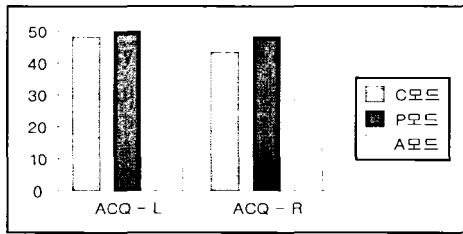


그림 7. 긍정그룹 청취 모드지수
Fig. 7. The ACQ Data of Positive Group Listening Type.

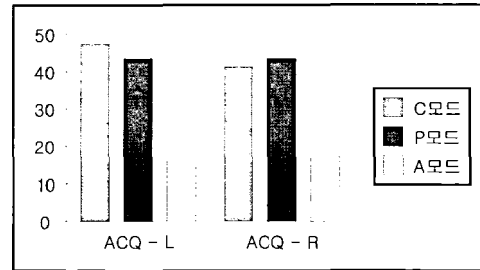


그림 9. 부정그룹 모드별 뇌 활성화지수
Fig. 9. The ACQ Data of Negative Group Listening Mode.

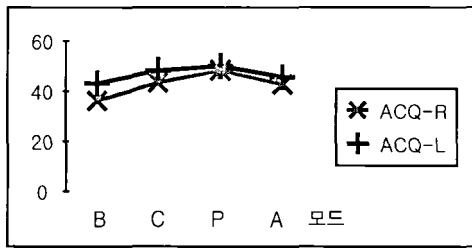


그림 8. 긍정그룹 모드별 반응변화도
Fig. 8. The ACQ Data by Positive Group.

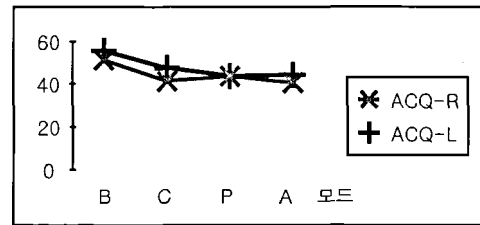


그림 10. 부정그룹 뇌 활성화 변화도
Fig. 10. The ACQ Data by Negative Group.

한 L, R의 분리도에서 B모드가 가장 간격이 넓으며 P모드에서 가장 근접하는데 역시 P모드가 가장 안정적인 모드임을 보여주고 있다 (그림 8 참조).

4.6. 부정그룹에서 청취방법에 따른 뇌 활성화지수

부정그룹에서 청취방법에 따른 뇌 활성화지수의 크기는 C모드가 가장 높고 P와 A모드는 비슷한 크기를 보이고 있다. 전체적으로는 좌뇌 반응이 높으나 유의한 만은 변화는 아니다 (그림 9 참조).

4.7. 부정그룹의 뇌 활성화지수의 변화

부정그룹의 뇌 활성화지수의 변화는 B모드에서 시작되어서 C, P, A모드의 순으로 감소된다. P모드를 제외한 B, C, A모드의 L과 R이 불균형을 나타내고 있음을 보여주고 있는데, 부정그룹일지라도 L과 R의 균형은 P모드가 가장 안정적임을 나타내고 있다. A모드에서는 L과 R의 위치변화가 일어났는데 이는 연구가 필요한 부분이다 (그림 10 참조).

P모드, 헤드폰으로 소리를 들려준 A모드와의 지수비교에서 유의할만한 변화는 없었다. 그러나 긍정과 부정그룹으로 나누어 보았을 때, P모드가 가장 높은 뇌 활성화지수 반응을 보였으며, 특히 시간적 변화 측정에서는 유의할만한 민화를 보였다. 또한 특히 사항은 P모드에서는 모두 좌, 우뇌가 근접한 지수를 보이고 있다는 점이다. 이는 긍정그룹과 부정그룹이나 같은 경향을 보이는 바 이는 P모드인 스피커 방식이 가장 뇌의 좌, 우 균형이 안정적인 상태를 나타내며, P모드가 정보전달력이 높음을 보여주는 것이다. [11]의 논문에서 Craik와 Lockhart는 정보의 기억과정을 시각이론 중 주목, 지각, 태도변화 등의 과정에 대한 관련연구가 더 필요하다.

감사의 글

본 연구는 2009학년도 호서대학교 교내 학술연구비에 의해서 수행되었습니다.

참고 문헌

- 박정은, 최용석, 권혁인, "기능성게임 몰입에 영향을 미치는 요인에 관한 실증연구", *한국 컴퓨터 게임 학회 논문지*, vol. 19, pp. 100-105, 2009.
- 장우린, "뇌파측정실험을 통한 3차원 디지털게임의 심리적 효과에 대한 연구", *Society of Korea Illusart* vol 9, no. 4, pp. 227-245, Dec. 2001
- Hutchison, M, Megabrain, *New tools and techniques for*

V. 결론

본 연구는 뇌 활성화지수의 차이를 뇌파 분석을 통해 알아본 것으로서, 청취방법에 따른 뇌 활성화지수는 차이는 있으나 통계학적인 유의한 변화는 보이지 않았다. 즉 음향 없이 진행한 C모드와 스피커로 소리를 들려준

brain growth and mind expansion 2nd ed., New York: Ballantine books, 1996

4. Rothschild, M. L., Hyun, Y. J., Byron R., Thorson, E., and Goldstein, R., "Hemispherically Lateralized EEG as a Response to Television Commercials," *Journal of Consumer Research*, pp. 185-198, 1988
5. Rothschild, M. L., Thorson, E., Reeves, B., Hirsch, J. E., and Goldstein, R., "EEG Activity and The Processing of Television Commercials," *Communication Research*, vol. 13, no. 2, pp. 182-220, Mar. 1986
6. 김원식, 진승현, "긍/부정 감성자극에 대한 행동활성화 체계 및 행동억제체계 민감도에 따른 뇌파의 LORETA분석", *한국 감성과 학회지*, vol. 8, no. 4, pp. 403-413, 2005
7. 김용진, 장남기, "시청각 학습의 반복수행에 따른 전두부의 뇌파 활성화 변화", *한국과학교육학회지*, vol. 21, no. 3, pp.516-528, Oct. 2001
8. 백기자, 이선규, 박병운, "시계열 선형분석을 통한 뉴로피드백 훈련 전후의 주의력결핍 성향과 정서적 성향에 미치는 영향에 관한 연구", *한국정보기술응용학회*, vol. 14 no. 4, pp. 104-108, Dec. 2007.
9. Gray, J. A., "Brain systems that mediate both emotion and cognition," *Cognition and Emotion*, vol. 4, pp. 269-288, Dec. 1990
10. 유희중, "디지털미디어콘텐츠의 사운드디자인설계가 커뮤니케이션 효과에 미치는 영향", 서울 대학원대학교 박사논문, 2009
11. 윤승금, "커뮤니케이션 요소(symbol)의 장,단기 기억효과연구," *서울산업대학논문집* vol. 32 pp. 321-334, 1990.

저자 약력

•민 용 식 (Min Yong Sik)



1991년: 광운대학교 전자계산학과(이학박사)
1987년~현재: 호서대학교 뉴미디어학과 교수
※ 주관심분야: 미디어, 방송통신, 애니메이션

•유 회 중 (Hunter Yoo)



2000년 ~ 현재: 한국방송예술원(KAIBS) 방송음향학부 교수
2004년 ~ 현재: KBA방송음향연구실 책임 연구원
2009년: 서울벤처정보대학원대학교(디지털미디어학과) 졸업공학박사
※ 주관심분야: Sound Design, 심리음향