

가상현실에서 전달된 정보에 대한 추론 시 정보의 모호함의 차이에 따른 뇌 활성화와 presence 의 관계

이형래¹, 구정훈¹, 김광욱¹, 김소영², 윤강준³, 김인영¹, 김찬형², 김재진², 김선일¹
한양대학교 의공학교실¹

연세대학교 세브란스 정신건강병원 행동과학연구소²

강남 베드로 병원³

{hengsi¹, kujh¹, kwang6¹}@bme.hanyang.ac.kr, id-fashion²@hanmail.net, kjyoon3472³@hotmail.com

iykim¹@hanyang.ac.kr, { spr88², jaejkim²}@yumc.yonsei.ac.kr, sunkim¹@hanyang.ac.kr

Correlation between brain activity related ambiguity and presence on inferring from information received during virtual reality

Hyeonrae Lee¹, Jeonghun Ku¹, Kwanguk Kim¹, K J Yoon³, Soyoung Kim², In Young Kim¹,
Chan Hyung Kim², Jae-Jin Kim², Sun I. Kim¹

Department of Biomedical Engineering, Hanyang University, Seoul, Korea¹

Institute of Behavioral Science in Medicine, Yonsei University Severance Mental Health Hospital, Korea²

St. Peter's Hospital³

요약

가상현실에서 구현한 환경을 사용자가 실제처럼 느끼고 그 내용을 받아들이도록 하는 것은 중요한 목표이다. presence 는 “어떤 특정한 또는 이해할 수 있는 장소에 존재한다고 생각하는 인간의 지각” 상태를 나타낸다. 따라서 presence 는 가상환경에서 사용자가 얼마나 그 가상환경을 실제로 느끼는지를 알 수 있는 중요한 파라미터 중 하나 이다. 또한 Presence 는 가상현실에서 경험하게 되는 여러가지 감각적인 정보들을 통하여 느끼는 종합적인 느낌을 반영하는 파라미터 이다. 따라서 같은 가상현실을 경험한다 할지라도 개인마다 느끼는 presence 는 차이가 있을 것이고 이러한 차이는 가상환경이 제공하는 정보의 차이에 대한 인식과 처리에 있어서도 영향을 미칠 것이다. 그러므로 이러한 차이는 관련된 뇌 영역의 활성화의 차이로 나타날 것이다. 가상현실 콘텐츠는 아바타를 통해서 정보를 전달하고 피험자가 그 내용을 바탕으로 생각해보는 내용으로 구성하였다. 아바타가 전달하는 내용은 명확하게 모든 정보를 알려주는 과제 와 중요한 정보를 생략하고 알려주는 과제 두 가지로 구성하였다. 그리고 피험자 개개인이 각각의 내용을 바탕으로 추론하는 동안 뇌 영역 활성화의 차이와 가상현실 경험 동안의 presence 점수와 관련된 뇌 영역을 알아보았다. 실험 결과 Right Lingual Gyrus (16, -95, 14), Left Lingual Gyrus (-15, -88, -16), Right Fusiform Gyrus (35, -81, -14), Right Lingual Gyrus (3, -67, 3), Left Inferior Temporal Gyrus (-43, -1, -36), Left Anterior Cingulate (0, -38, -10), Right Posterior Cingulate (2, -50, 10)에서 유의미한 상관 관계가 있었다.

Keyword : presence, VR, fMRI,

서론

최근에 기술의 발달로 인해 가상현실은 여러 분야에서 활용되고 있다. 각각의 분야에서 가상현실로 구현한 환경을 사용자가 실제처럼 느끼고 그 내용을 받아들이도록 하는 것은 중요한 목표이다.[1] presence는 “어떤 특정한 또는 이해할 수 있는 장소에 존재한다고 생각하는 인간의 지각” 상태를 나타낸다. 따라서 presence는 가상환경에서 사용자가 얼마나 그 가상환경을 실제로 느끼는지를 알 수 있는 중요한 파라미터 중 하나이다.[2]

또한 Presence는 가상현실에서 경험하게 되는 여러 가지 감각적인 정보들을 통하여 느끼는 종합적인 느낌을 반영하는 파라미터이다.[3,6] 따라서 같은 가상현실을 경험한다 할지라도 개인마다 느끼는 presence는 차이가 있을 것이고 이러한 차이는 가상환경이 제공하는 정보의 차이에 대한 인식과 처리에 있어서도 영향을 미칠 것이다. 이러한 영향을 알아보는 방법 중 가장 직접적인 방법은 정보를 처리하는 동안의 뇌 활성화와 presence의 관계를 알아보는 방법이다.

최근 들어 인간의 뇌에서 기능적 영역에 대한 연구는 기능적 뇌 영상(functional neuroimaging) 방법이 발달하면서 생체 내에서 직접적으로 뇌 신경망의 구성과 그 역동상태를 관찰하는 연구가 활발히 이루어지고 있다. 기능적 뇌 영상의 방법 중 많이 사용되어지고 있는 것이 기능적 자기공명영상(Functional Magnetic Resonance Imaging, fMRI)으로 이는 시간적, 공간적 분해 능력이 높은 장점을 가진다.[4] 그리고, fMRI를 이용하여 인간의 뇌 영역을 연구하는데 있어서 기존의 2차원적이고 단순한 자극 제시의 단점을 보완하기 위해 최근에는 실제적이고 복잡한 환경의 자극 제시가 가능한 가상현실이 많이 사용되고 있다.[3]

본 연구에서는 아바타를 통해서 정보를 전달하고 피험자가 그 내용을 바탕으로 생각해보는 가상

현실의 콘텐츠를 구성하였다. 사람은 타인에게서 정보를 받아들일 때 자연스럽게 그 내용에 숨어있는 의미나 의도를 추론하게 된다. 이러한 행위는 사람이 사회생활을 하는데 있어서 가장 기본적인 활동으로써 단순히 원인과 결과의 내용을 추론하는 것이 아니라, 표면에 나타나 있지 않은 내용을 파악하는 것에서 중요한 의미를 가지며 그렇게 하였을 때 일상의 행위를 매끄럽게 할 수 있다.[5] 그래서 아바타가 전달하는 내용은 명확하게 모든 정보를 알려주는 과제(Clear Task, 이하 C 과제)와 중요한 정보를 생략하고 알려주는 과제(Ambiguous Task, 이하 A 과제) 두 가지로 구성하였다. 그리고 피험자 개개인이 각각의 내용을 바탕으로 추론하는 동안 뇌 영역 활성화의 차이와 가상현실 경험 동안의 presence 점수와 관련된 뇌 영역을 알아보았다.

본론

1. 실험 및 분석 방법

1-1 피험자

피험자는 건강한 오른손잡이 성인 남자 7명, 여자 8명을 모집하였다. 평균나이는 26.21 (표준편차:1.94, 범위 : 23~31)

1-2 가상현실 콘텐츠 구성

하나의 블록은 아바타가 내용을 전달하는 30초, 피험자가 그 내용을 듣고 추론하는 20초 그리고 들었던 내용과 관련된 O/X 문제에 응답하는 10초로 구성하였다. 30초동안 아바타가 전달하는 내용은 명확하게 모든 정보를 알려주는 과제(C 과제)와 중요한 정보를 생략하고 알려주는 과제(A 과제) 두 가지로 구성하였다. 두 종류의 과제가 차이가 있는지 알아보기 위해서 정상인 5명을 대상으로 pre-test를 하였다. ‘주인공에게 어떤 일이 있었는지 생각해본 내용을 확신 할 수 있습니까?’

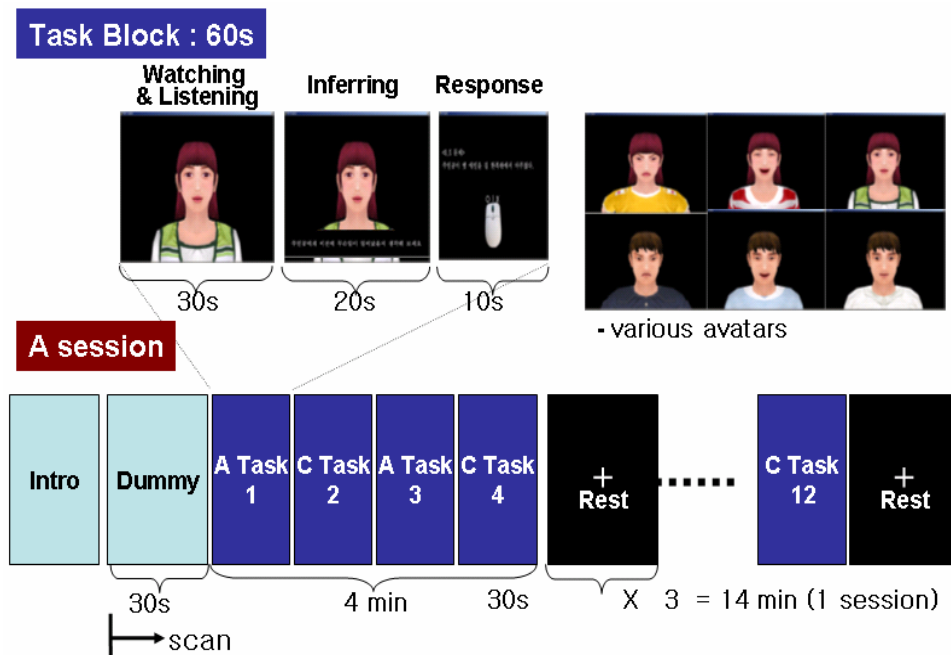


Figure 1. 가상현실 실험 디자인

라는 질문을 통해 ‘가장 확신할 수 있었다’ 를 7 점으로 하고 ‘전혀 확신 할 수 없었다’를 1 점으로 하여 두 과제의 차이를 비교하여본 결과 유의미한 차이를 보였다.

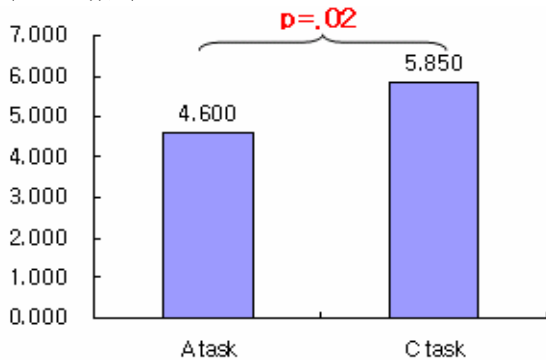


Figure 2. 과제 pretest 결과

실험은 24 개의 과제(A 과제 12 개, C 과제 12 개) 를 무선적으로 배열하여 1session 당 12 개씩 총 2session 으로 구성하였다. 아바타는 움직이는 표정을 가지고 말하였으며 말과 입술의 움직임을 synchronization 하였다. 추론하는 구간에서는 '주인공에게 이전에 어떠한 일이 있었을지 생각해 보세요' 라는 지시 문을 통해 아바타가 말한 내용을 바탕으로 추론을 하도록 하였다. (Figure 1)

1-3 MRI data collection

가상현실의 경험 동안 뇌 활성화를 촬영하기 위한 실험 환경 구성은 Figure.3 과 같이 하였다.

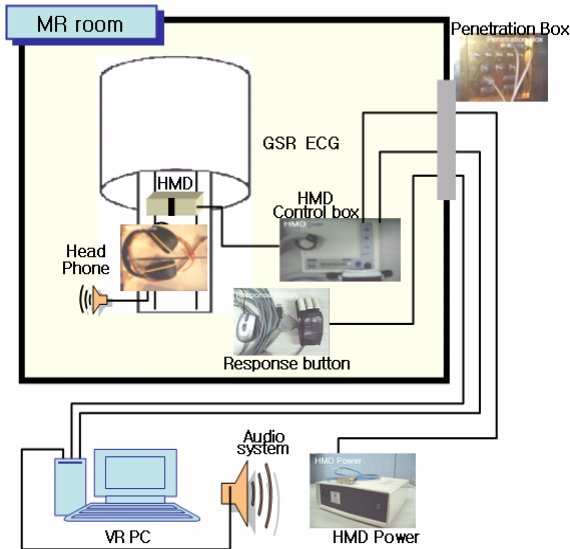


Figure 4. 실험 장비 셋팅

BOLD(Blood Oxygenate Level Dependent) 신호는 EPI sequence (Gradient Echo) 통하여 Axial 방향으로 촬영하였다 (64x64x30 matrix with 3.75x3.75x5-mm spatial resolution, TE: 14.3, TR: 2s, FOV: 240mm, Slice thickness: 5mm, FA=90, # of slices:30). T1 이미지는 FSPGR sequence 로 Coronal 방향으로 촬영하였다 (256x256x116 matrix with 0.94x0.94x1.50-mm spatial resolution, FOV : 240mm, Thickness : 1.5mm, TR : 8.5s, TE : 1.8s, FA : 12, # of slices: 116). 피험자가 잠시 쉬

면서 기운을 회복할 수 있도록 하기 위해서 1 session 을 먼저 촬영하고 T1 이미지를 촬영하고 다음 2session 을 촬영하였다. 모든 MR image 는 강남 베드로 병원의 1.5T GE 장비를 사용하여 촬영하였다.

1-4 fMRI analysis

data preprocessing 과 analysis 는 AFNI(Analysis Functional NeuroImaging)를 이용하여 Linux 환경에서 하였다. (Figure 5)

머리의 움직임에 의한 MR signal 의 비 정상적인 값을 제거해주기 위해서 median filter 를 사용하여 Temporal Smoothing 을 하였다. 이미지 data 를 Talairach space 로 변환해주기 위해서 Montreal Neurological Institute(MNI) N27 template 을 사용하여 bilinear interpolation 으로 Spatial Normalization 을 하였다. EPI data 는 Normalization 한 T1 data 를 사용하여 2x2x2mm³ 의 해상도로 bilinear interpolation 으로 Spatial Normalization 을 하였다. Spatial Smoothing

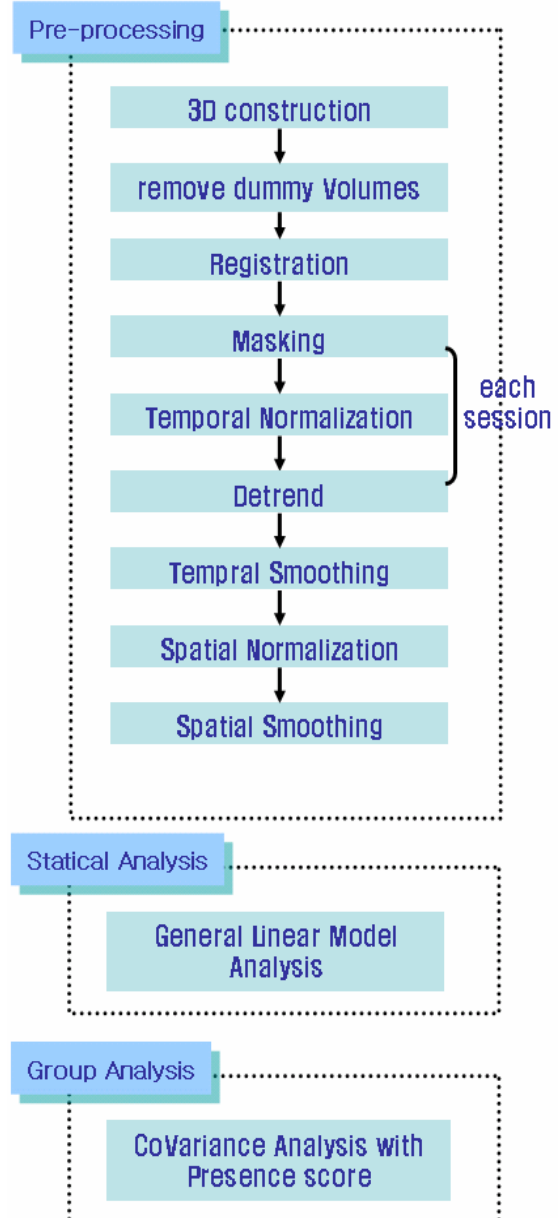


Figure 5. fMRI data analyses process

은 full-width at half maximum(FWHM)을 9mm 로 하여 Gaussian filter 를 사용하였다.

Preprocessing 후 개개인의 data 를 General Linear Model 을 사용해서 Statistical analysis 를 하였다.

개인별로 statistical analysis 를 한 후 피험자 각각의 가상현실 경험 동안의 presence score 와 뇌 활성화와 관련된 영역을 알아보기 위해서 covariance analysis 를 하였다.

1-5 사후 검사

MR scan 을 마친 후 Bob G. Witmer 의 presence questionnaire 로 피험자의 presence 점수를 얻었다. Presence questionnaire 은 신뢰성 분석 결과 신뢰성이 있었다. (N of Cases = 15.0, N of Items = 19, Alpha =.8385)

결 과 및 고 찰

피험자의 presence 점수의 평균은 108.87 (SD=14.06, 80 ~ 132) 이었다.

fMRI 분석 결과 A 과제와 C 과제의 차이와 관련된 뇌 활성화와 presence 점수와 몇몇 영역이 관계가 있는 것으로 나타났다. (Figure 6)

상관관계가 있는 모든 영역은 양의 상관관계를 나타내었다. presence 가 높게 느낀 피험자 일수록 단지 A 과제와 C 과제의 차이를 크게 느낀 것이 아니라 Figure 6.의 (라)에서 그래프를 보면 MR signal change (%) 값이 음의 값에서 양의 값으로 변하면서 양의 값의 상관관계를 가지는 것을 알 수가 있다. 다시 말해서 presence 점수가 낮은 피험자 일수록 상관관계를 보인 영역에서 정보를 완전히 명확하게 제공하였던 C 과제와 관련해서 뇌가 더 활성화 되었고, presence 점수가 높은 피험자 일수록 정보를 완전히 제공하지 않고 애매한 내용의 정보를 제공했었던 A 과제와 관련해서 뇌 영역이 더 활성화 되었다고 이야기 할 수 있다.

모든 정보가 제공되지 않아서 정보가 애매하다면 그 것을 바탕으로 추론을 하기 위해서는 더 많은 노력을 하여야 할 것이다. 따라서 presence 점수가 높은 피험자 일수록 A 과제와 C 과제의 차이로 인해서 발생하는 뇌 활성화의 차이를 적절히 반영하는 것으로 생각된다. 하지만 Presence 점수가 낮은 피험자가 C 과제와 관련해서 뇌 활성화가 더 높게 나타난 이유는 presence 점수가 낮았다는 것은 가상현실에 몰입을 잘 하지 못했고 적응을 잘 하지 못하였다고 볼 수 있으므로 결과적으로 정보가 명확해서 상대적으로 쉬운 C 과제에서는 추론을 잘 한 반면에 더 많은 노력을 기울여야 해결할 수 있는 A 과제와 관련해서는 추론을 잘 하지 못한 것으로 생각된다.

결 론

같은 가상환경을 통한 경험이라 할지라도 개인마다의 인지적인 특성에 차이가 있기 때문에 presence 를 다르게 느낀다. 그리고 그 차이는 과제의 차이에 따른 뇌의 활성화와 관련이 있을 것으로 생각하였다. 실험 결과 presence 점수와 과제

의 차이에 따른 뇌의 활성화의 차이가 상관관계를 보이는 뇌 영역을 확인할 수 있었다. Presence 는 가상현실에서 사용자의 인지하고 지각하는 감각의 복합적인 반영으로 과제의 차이와 관련해서 presence 점수와 상관관계를 보였던 뇌 영역에 관한 해석에 대해서는 추후 연구로 알아봐야 할 것이다. 본 연구에서는 presence 가 가상현실을 통한 경험에 영향을 미치는 것을 직접적인 뇌의 활성화와 비교해서 알아보았다는 것에서 그 의의를 찾을 수 있다.

참 고 자 료

1. Virtual reality: an overview of User-related Design Issues - Revised Paper for Special Issue on "Virtual reality: User Issues" in Interacting With Computers, May 1998 / Mills, S. ; Noyes, J. ,Interacting with computers, v.11 no.4, 1999, pp.375-386
2. The Effects of Levels of Immersion on Memory and Presence in Virtual Environments: A Reality Centered Approach / Mania, K.; Chalmers, A., CYBER-PSYCHOLOGY AND BEHAVIOR, v.4 no.2, 2001, pp.247-264
3. From presence to consciousness through virtual reality / Sanchez-Vives, Maria V. ; Slater, Mel., Nature reviews. Neuroscience, v.6 no.4, 2005, pp.332-339
4. Functional MRI 를 이용한 뇌기능 연구, 김연희, 한국뇌학회지, Vol.1, No.1, pp.65-76, 2001
5. Social Cognition and Schizophrenia, Patrick W. Corrigan, David L. Penn 2004
6. Presence and task performance: an approach in the light of cognitive style / Sas, Corina ; O'Hare, G. M. P. ; Reilly, Ronan, Cognition, technology & work, v.6 no.1, 2004, pp.53-56

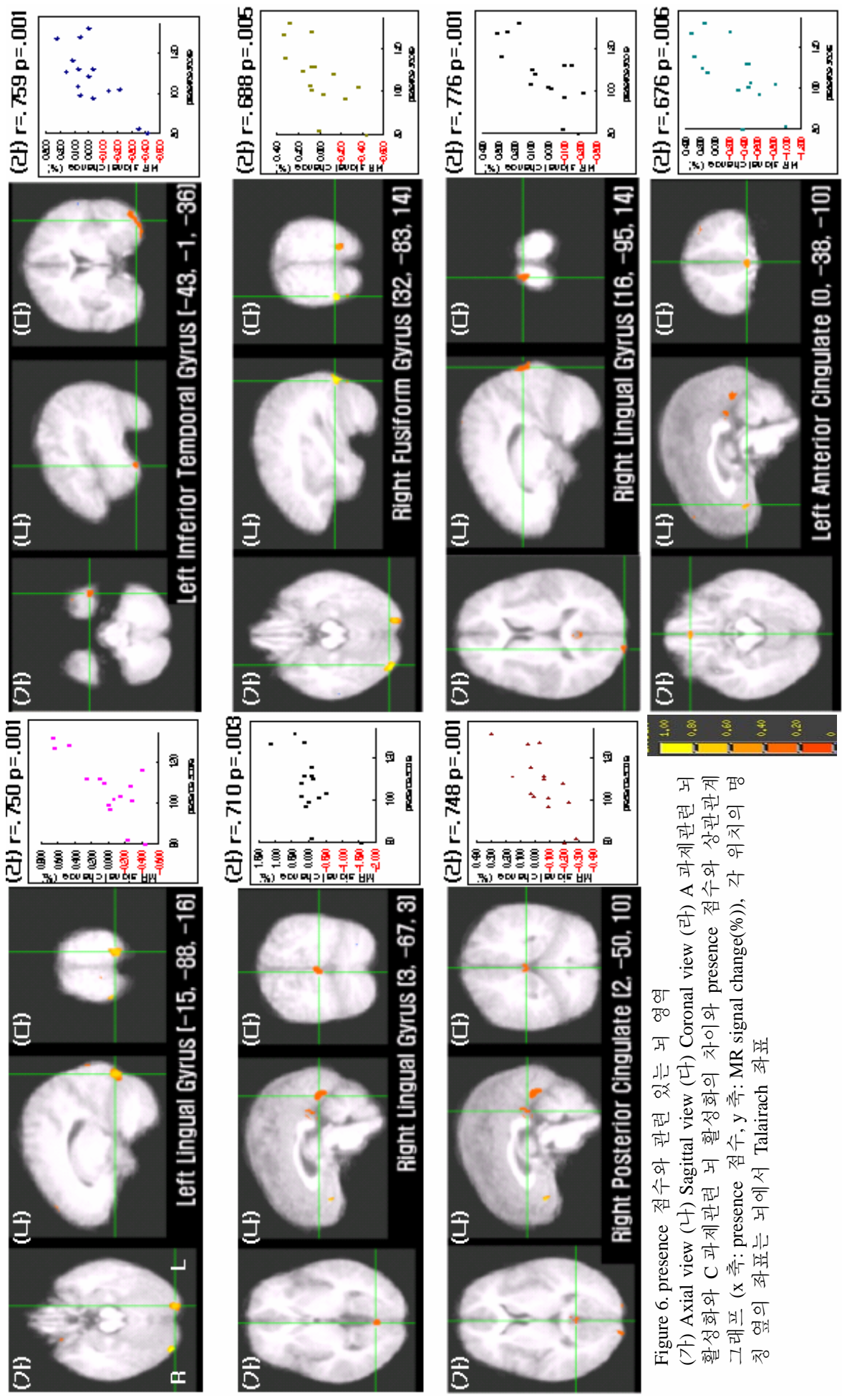


Figure 6. presence 점수와 관련 있는 뇌 영역
 (가) Axial view (나) Sagittal view (다) Coronal view (라) A 과제 관련 뇌
 활성화와 C 과제 관련 뇌 활성화의 차이와 presence 점수와 상관관계
 그래프 (x 축: presence 점수, y 축: MR signal change(%)), 각 위치의 명
 칭 옆의 좌표는 뇌에서 Talairach 좌표