시선입력 인터페이스 시스템의 효율적 문자입력 방법

Efficient way to input text through eye gazing method.

주 저 자 : 권 오 재

삼성전자 디자인경영센터 UI연구소

O-Jae KWON

UI Research Lab. Corporate Design center. SAMSUNG ELECTRONICS CO.,LTD.

1. 서 론
1.1. 들어가는 말
1.2. 연구목적
1.3. 연구방법

2. 예비실험
2.1 문제점 추출
2.2. 인터페이스의 문제점
2.3. 주시점 탈 현상 요인의 3개 가설
2.4. 예비실험 결과

3. 본 실험
3.1. 실험용 툴 디자인
3.2. 피험자
3.3. 실험자극
3.4. 실험환경 및 실험설비
3.5. 실험 프로토콜
3.6. 측정 및 분석
3.7. 실험결과

4. 고 찰
4.1. 문자입력 수에 대하여
4.2. 주관평가에 대하여
4.3. 뇌파측정에 대하여
4.4. 문자입력 수 및 주관평가와
뇌파측정의 비교

5. 결 론

참고문헌

(要約)

지체가 부자유한 사용자가 컴퓨터를 이용하여 정보를 쉽게 입력하거나, 쉽게 인지할 수 있도록 지원하는 커뮤니케이션 수단으로서 주목받고 있는 것이 EGI(Eye Gaze Interface)시스템이다. 그러나 EGI는 "주시점 脫 현상(목표 주시점으로부터 실제의 주시점이 벗어나는 현상)" 의 발생으로 인하여 목표정보를 입력하거나 인지하는데 많은 심리적, 생리적 부담을 가중시키는 것이 현실이다. 본 연구는 EGI의 문제점으로서 지적되고 있는 "주시점 脫 현상" 의 해결방안에 초점을 두고, 누구든지 간단히 조작할 수 있는 인터페이스를 제안, 고찰하였다.

"주시점 脫 현상" 의 원인규명 및 제안하는 인터페이스의 유효성 검증을 위하여, 실험 툴(흡착효과를 부여한 한국어 입력인터페이스)을 제작, 평가하였으며, 심리적 평가(주관평가)와 생리적 평가(뇌파측정)를 실시하여, 흡착효과를 적용했던 경우가 흡착효과를 적용하지 않았던 경우 보다 문자입력이 쉽고 생리적 부담이 적을 수 있다는 가능성을 발견할 수 있었다.

본 연구는 이러한 결과를 통하여, 선천적이든 후천적이든 물리적 핸디캡으로 인하여 커뮤니케이션에 장애를 가지고 있는 사용자들에게도 원활한 커뮤니케이션을 할 수 있는 시스템 개발 지원 가능성에 길을 열었다고 생각하며, 그 효용성에 대해서도 시사하는 바가 있음을 발견할 수 있었다.

(주제어)

시선입력 인터페이스, 뇌파, 흡착효과

(Abstract)

The EGI system is a new communication method in limelight for helping disabled users to input and handle information on the computer more easily. However, due to the EGI system's "JEM(Jittery Eye Movements)" generation, it actually increases heavy psychological and physiological stresses for the user to input or perceive the target information on a machine. This study illustrates how to resolve this "JEM" issue and suggests a method that is easy and simple to be controled by anyone. A demo tool was built and tested to find and prove the reasons for "JEM". This test shows that that the case with snap up is less stressful than without to input text as a final result of the test evaluation in both psychological snap up and physiological brain wave test. Postnatal or naturally acquired, it is found that the disabled can have opportunities for smoother communication, and a possible efficient system development for better communication.

(Key word)

EGI, EEG(Electroencephalogram), Snap up

1. 서 론

1.1. 들어가는 말

근년, 컴퓨터 기술의 발달과 더불어 장애가 있는 사용자(단순장애부터 중증장애자 포함)들도 의사소통을 원활하게 할 수 있도록 하기 위한 연구가 활발하게 이루어지고 있으며, 관련하여 주목받고 있는 인터페이스 중 하나가 시선입력 인터페이스(EGI:Eye gaze Interface) 시스템이다.

EGI는 적외선 LED 장치로부터 눈동자에 조사(照査)된 투영점을 CCD 카메라로 감지하고 컴퓨터 화면상의 주시점 좌표를 검출하는 시스템으로서, 문자입력, 아이콘 및 메뉴 선택, E-mail과 Web 브라우저 등의 조작을 마우스 대신, 시선 움직임에 의하여 정보를 입력할 수 있다. 특히, ALS(Amyotrophic Lateral Sclerosis: 근위축성측색경화병) 환자나 중병의 장애로 인하여 말은 물론, 몸짓, 손짓 등에 의한 의사소통도 원활하게 할 수 없는 사람에게 매우 유용한 수단으로서 기대되고 있다. 그러나 실제로 EGI 시스템을 사용해 보면, 주시하는 목표지점으로부터 주시점이 벗어나는 "주시점 脫 현상"이 나타나 목표대상을 쉽고 정확하게 선택하기 어렵다는 문제점이 발견된다. 예를 들면, 눈으로 목표대상을 선택할 경우, 자신의 의지와는 상관없이 목표대상과 관계없는 다른 대상을 선택해 버리는 현상을 말하는데, 이러한 현상들이 바로 "주시점 탈 현상"으로 인하여 나타나는 것이다. 게다가 대상물(버튼, 아이콘, 메뉴 등의 GUI 구성요소)의 크기가 작으면 작을수록 빈번히 나타난다.

EGI는, 상기와 같이 "주시점 脫 현상" 같은 정밀도가 취약한 단점을 가지고 있기는 하지만, 핸디캡을 가지고 있는 사람이나 특이한 상황(양 손 작업 시, 말없이 의사전달 시 등..)에 처해 있는 사람도 원활하게 커뮤니케이션을 할 수 있다는 장점을 갖고 있는 인터페이스이다.

이와 같은 요인으로부터 장애자나 정상인의 구분 없이 누구라도 간단하게 조작할 수 있으며, 조작 시 생리적으로도 부담이 적은 유니버설 사용자 인터페이스가 요구된다.

1.2. 연구목적

현존하는 EGI 시스템의 가장 큰 문제점으로 지적되고 있는 정보입력의 어려움. 그 원인으로 생각되는 "주시점 脫 현상"에 초점을 두고, 누구든지 간단하게 조작할 수 있는 인터페이스를 제안하며, 제안된 인터페이스의 사용성을 심리적, 생리적 반응으로부터 평가한다.

평가는 주관평가법과 뇌파측정법을 이용하였으며, 주관적 사고와 생리적 반응을 총합적으로 평가하여, 새롭게 제안하는 EGI 시스템의 유효성에 대하여 고찰한다.

1.3. 연구방법

EGI는 시선입력이라는 특수성으로 인하여, 다양한 문제점이 예상된다. 본 연구에서는 여러 가지 문제요소를 추출하기 위한 사전 예비실험을 실시하였으며, 예비실험결과를 토대로 새롭게 디자인한 인터페이스의 유효성을 검증하기 위한 본 실험을 실시하였다.

예비실험에서는 [한국어 입력 인터페이스]를 디자인하여 컴퓨터 화면상에 표시하고, 특별한 제약조건 없이 인터페이스를 조작해 봄으로서 EGI의 문제점을 추출하고 고찰하였으며, 본 실험에서는 예비실험으로부터 얻어낸 "주시점 脫 현상"의 원인을 분석하고, 문제점을 해소할 수 있는 [새로운 한국어 입력 인터페이스]를 디자인하여 평가하였다. 평가는 주관평가와 뇌파측정을 실시하여 주관적 사고와 생리적 반응을 비교, 분석하는 것에 의하여 의론의 근거를 제시하였다.

*** EGI 장치**

EGI 시스템은 크게 3개의 장치로 구성된다.

1) CCD 카메라 : 사용자의 안구운동 촬영 장치
2) 적외선 LED 조사 장치 : 눈동자에 적외선을 조사
3) 컴퓨터시스템(ETDS 사) : S/W:QG, ES. H/W:VC

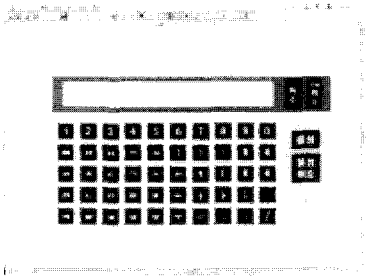
사용자가 장시간에 걸쳐서 EG 인터페이스를 조작하는 과정에서 시선이 CCD 카메라로부터 벗어나 화면상의 커서 좌표치 인식이 어렵게 되는 경우가 있는데, 그것을 방지하기 위하여 턱 고정 받침대를 제작하여 사용하였다.

2. 예비실험

2.1. 문제점 추출

문제점 추출을 위한 [한국어 입력 인터페이스]를 디자인하였으며(그림 1), 실험은 특별한 제약조건을 두지 않고 편안한 마음으로 피험자가 입력하고 싶은 문장 또는 문자를 입력하도록 유도하였다. 문자입력 방법은 눈동자의 움직임에 따라 커서를 이동시키는 방법으로 사용자가 선택하고 싶은 버튼을 주시하면 커서가 주시점으로 이동하도록 하였으며, 선택방법은 눈을 깜빡하는 것에 의하여 문자가 입력되도록 설정하였다. 피험자는 8명, 안경을 쓰지 않은 시력 0.7 이상인 사람을 대상으로 하였다.

[그림 1] 한국어 입력 인터페이스



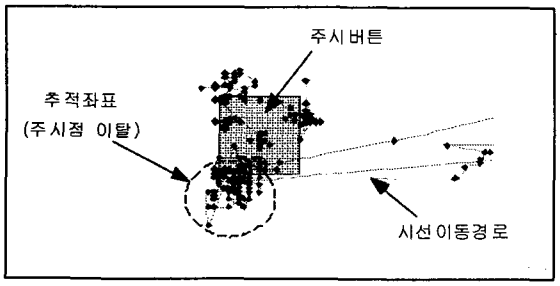
실험용 인터페이스에 적용했던 폰트와 버튼크기는 임으로 설정하였으며, 문자서체는 HY 견고딕, 문자크기는 24point,

문자 버튼크기는 가로 60픽셀×세로 60픽셀, 버튼과 버튼 간 거리는 11픽셀로 하였다.

분석은 시선추적장치(ES)을 사용하였으며, 조작과정의 데이터를 (1초간 30회의 좌표 기록) 분석하였다. 조작 과정을 디지털 비디오카메라로 기록하고, 피험자와 인터뷰하여 문자입력 과정의 문제점을 조사하였다. 그림 2는 목표시점으로부터 어느 정도 범위에 "주시점 脫 현상"(주시점 군집형성)이 나타나는지를 알아보기 위하여 모니터 중앙에 1개의 검정버튼(세로 30픽셀x가로 30픽셀)를 표시, 10초간 주시하는 사이의 주시점 이탈 추적좌표를 나타내고 있다.

[그림 2] 10초간 시선이동 경로

[그림 2] 10초간 시선이동 경로



2.2. 인터페이스의 문제점

"주시점 脫 현상"은 예비실험에 참가하였던 모든 피험자(8명)로부터 빈번히 나타났다.

*** 목표 주시점의 이탈**

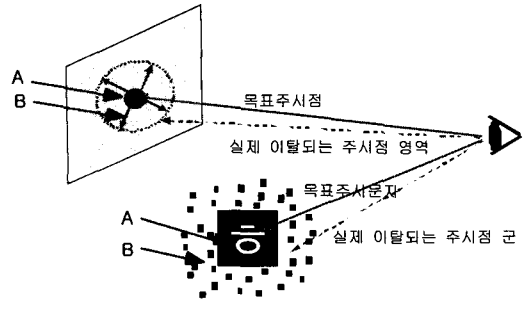
그림 3은 예비실험에서 자주 보였던 "주시점 脫 현상"을 그림으로 표현한 것으로서, 목표문자버튼 "a"를 응시해도 주시 커서는 목표시점으로부터 멀어져 "b" 부분을 가리키는 것과 같은 현상을 말한다.

"주시점 脫 현상"이 발생하는 원인의 2가지 예측.

첫째는 캐리브레이션을 완료한 후, 頭部 움직임에 의하여 화면상의 커서(Cursor) 좌표인식의 명확도가 붕괴, 목표시점을 주시해도 주시점이 이탈한 것으로 생각된다.

두 번째는 눈의 구조(Mechanism)에 따른 영향으로 생각된다. 즉, 눈의 생리적 현상인 써케드(Saccade)와 착시현상 등에 의하여 주시점이 이탈하는 것으로 생각된다. 예비실

[그림 3] 주시점 脫 현상



험에서는 캐리브레이션 붕괴에 따른 "주시점 脫 현상"의 발생 가능성을 예측하였음으로, 예방차원에서 턱 받침대를 제작하여 사용하였다. 턱 받침대를 사용함으로써 캐리브레이션의 붕괴에 따른 "주시점 脫 현상"이 매우 적어지는 것을 확인할 수 있었다. 그럼에도 불구하고 "주시점 脫 현상"이 모든 피험자로부터 지속적으로 나타났기 때문에 "주시점 脫 현상"은 두부의 움직임에 따른 영향 보다는 눈의 생리적 현상에 따른 영향이 지배적 일 것이라고 추측하게 되었다.

2.3. "주시점 脫 현상" 요인의 3개 가설

인터페이스의 조작성이 좋지 않았던 이유로, 눈의 생리적 현상에 따른 영향이 지배적 일 것이라고 추측하게 되었는데, 그 원인을 규명하기 위한 3개의 가설을 세웠다.

坂直行(1996) 등은 입력대상 문자를 주시 시, 주시점이 대상 문자 이외의 영역으로 흘러 버리거나, 시선의 이동 각도가 크게 되면 써케드(Saccade) 후에 단시간의 무의식 정류가 발생한다고 보고[1]

하였으며, "주시점 脫 현상"을 해소하기 위한 대안책으로서 "가이드방식 입력 인터페이스"를 제안한 바 있다. "가이드방식 입력 인터페이스"란, 화면의 좌우에 "입력"을 위한 입력영역을 배치하고, 중앙에 "탐색"을 위하여 입력영역과 같은 방식의 문자배열을 가지는 가이드 영역을 배치한 것으로 문자입력 시, 주변 시에 따른 영향을 최소화하려 하였다.

(가설1) 시 지각과 형의 판별에 따른 주시점 이탈

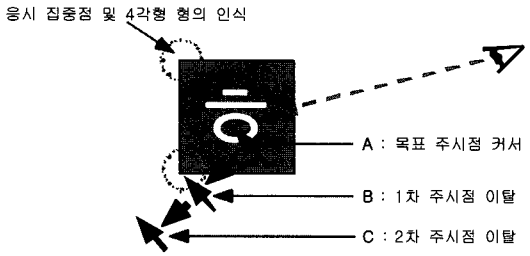
"주시점 脫 현상"을 일으키는 원인의 하나로서 [형의 판별지각] 메커니즘을 생각할 수 있다. 예비실험에서 사용된 사각형 문자버튼이 "주시점 脫 현상"이 일어나기 쉬운 요인이었다고 생각된다. David(1971)는 피험자가 선 도형과 같이 단순한 도형을 자유로운 마음으로 볼 때, 주시점은 도형의 각(角) 부분에 집중한다고 보고하였다[2]

. 또 Oregon 대학의 Fred Attneave는 선 도형으로부터 인지된 최초정보는 각과 굴곡진 곳에 많다고 보고하였는데, 이러한 보고는 EGI의 문제점으로서 생각할 수 있는 "주시점 脫 현상"에 대한 규명 필요성을 시사한다.

그림 4와 같이 사용자가 목표주시점을 주시한 경우, A부

분의 목표주시 커서는 B부분을 가리켜, 1차로 시점이탈 현상이 나타난다. 사용자는 이탈해 있는 B부분의 커서를 A부분으로 끌어당기기 위하여 C부분을 주시하게 되면서 2차 시점이탈 현상이 나타난다. 이와 같은 시 지각 경로에 따라 주시점이 목표주시점의 A부분으로부터 더욱더 멀어지는 현상이 나타난다. 이와 같이 시 지각 현상은 주시 시간이 길면 길수록 빈번하게 나타난다.

[그림 4] 시지각과 형의 판별에 따른 주시점 脫

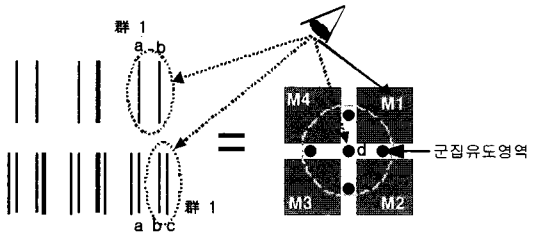


(가설2) 근접의 법칙에 따른 주시점 이탈

시 지각에 따른 1, 2차 "주시점 脫 현상"과 함께, 주시점 이탈의 원인으로 보여 지는 요소가 [근접의 법칙]에 의한다. 근접의 법칙은 Wertheimer에 의하여 제창된 게슈탈트 법칙에 속하는 하나의 법칙이며, "다른 모든 요인이 일정하다면, 공간적으로 근접하고 있는 것끼리 군으로서 뭉치기 쉽다"라는 법칙이다. 즉 그림 5의 A와 같이 군1은 6개의 종선 중에서 근접하고 있는 선(a, b)에 군집화 되어있다. 그러나 군 1의 가깝게 또 같은 조건의 세로선 "c"를 배열하면 새로운 군 2의 군집선이 나타난다. 즉 선과 선의 배열거리에 따라서 군집 방향이 변하는 법칙이다.

예비실험에서는 그림 5의 B와 같이 목표문자버튼 "M1" 부분을 주시해도 주시 커서는 "d"부분(시선군집유도영역)을 지시하는 현상이 빈번히 보인다. 즉 피험자가 의식하지 못하는 사이에 M1, M2, M3, M4의 배치로부터 생겨난 "시선군집유도영역"을 주시, 즉 교차점 및 수평선, 수직선을 주시하는 것이라고 생각할 수 있다. 이와 같은 현상은, Wertheimer에 의하여 제창된 근접의 법칙에 따른 착시현상의 하나라고 생각된다. 또 Pierre Buser 등은 M1, M2, M3, M4로부터 생겨난 "d"부분의 교차점이 검게 보여, 시점유목성이 높다[3]는 것을 시사하였다.

[그림 5] 근접의 법칙에 의한 주시점 脫



(가설3) 주변 시에 따른 주시점 이탈

사람의 시야범위는 좌우 200°, 상하 120°로 시야각도에 따라 차가 존재하지만 무의식중에 보이는 범위를 말한다. 당연히 목표물에 주시하면 시력은 향상되지만 조금이라도 주시시야 영역에 의식적으로 주시하면 급속한 시력 저하와 함께 목표물로부터 시선이 멀어져 간다.

대상을 망막의 중심 와(Fovea:시각직경 수평 약 5°, 수직 약 2.5°)로 주시하면 중심 시(Foveal Vision)라고 말한다. 그 이외의 망막부위에서 보는 것을 주변 시 (Peripheral Vision)라도 한다. 苧阪直行(1998)는 "주변 시는 모든 시야의 90%이상을 차지하고 있다"[4]고 말하고 있다. 즉, 목표물을 주시할 때, 목표주시점의 주변에 산재하는 불특정 대상을 무의식적인 주변 시로 관찰하려고 하면 안정된 주시점이 붕괴될 수 있음을 의미한다.

예비실험에서 사용한 [한국어 입력 인터페이스]는 문자버튼과 버튼의 간격이 매우 밀집되어 있는데, 이러한 요인이 무의식적 주시점 이탈이 발생하기 쉬도록 영향을 끼쳤다고 생각된다.

2.4. 예비실험 결과

제시한 인터페이스의 문제점은 "주시점 脫 현상"의 영향에 의하여 문자입력이 곤란하다는 것이다.

가설로 제시한 3개 요소가 발생하는 원인은, 전술한 것과 같이 생리적인 특성에 따른 현상일 것으로 생각된다. 물론, 인터페이스 디자인에 따른 영향도 배제할 수 없다고 생각된다. 그러나 3개의 가설을 세울 수 있었던 배경에는 디자인된 [한국어 입력 인터페이스]를 조작할 때나 화면 중앙에 위치한 1개의 버튼을 응시할 때나 동일하게 이탈현상이 나타났다는 것이다. 즉, 이탈현상의 원인은 인터페이스 디자인보다도 생리적 현상(눈 메커니즘)에 따른 것으로 생각할 수 있었다. 예비실험을 통하여 "주시점 脫 현상"의 원인규명을 위한 필요성을 느꼈으며, 그에 따른 새로운 인터페이스를 디자인하여 유효성을 검증하기 위한 본 실험을 행하였다.

3. 본 실험

예비실험에서는 인터페이스를 조작할 때에 눈의 생리적 현상에 따른 "주시점 脫 현상"이 발생되었고, 그로 인하여 문자입력이 어렵게 되었다는 것을 알 수 있었다. 본 실험에서는 "주시점 脫 현상"을 해결하기 위하여 3개 가설에 대응 가능하도록 [새로운 한글 입력 인터페이스]를 디자인하였다. 새롭게 디자인 한 인터페이스의 사용성과 생체부담 정도를 평가하기 위하여 주관평가와 뇌파측정을 이용하였으며, 동일한 생리적 조건에서도 인터페이스의 변화에 따라 사용성이 향상될 수 있는지, 또 그러한 인터페이스가 유니버설 한 인터페이스로서 유효한 것인지를 고찰하였다.

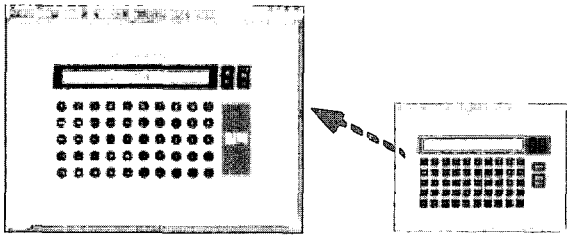
3.1. 실험용 툴 디자인

본 실험에서는 생리적으로 "주시점 脫 현상"이 발생되고 있음에도 불구하고 입력이 용이한 인터페이스 방법에 대하여 고민하였다. 또한 목표버튼과 아이콘 등의 크기가 작더라도 간단하게 입력할 수 있는 인터페이스를 검토하였다. 검토결과에 따라 "주시점 脫 현상"을 줄일 수 있는 방법으로서 흡착효과(Snap up effect)를 적용한 [새로운 한국어 입력 인터페이스]를 디자인하였다.

1) 새로운 한국어 입력 인터페이스

실험에 적용한 새로운 인터페이스의 구성은, 자음 19문자, 모음 14문자와 14개의 기호로 구성하고, 1개의 화면에 배치하였다. 문자는 흑색버튼 위에 백색 문자로 표시하였으며, 목표문자가 있는 버튼을 주시하면 버튼으로 커서가 이동하고, 눈 깜빡임에 따라 문자가 문자표시 필드에 입력되도록 설정하였다. 실험에 사용한 폰트크기는 24Point이며, 서체는 HY 견고딕, 배경은 백색으로 하였다. 또 문자버튼의 픽셀 수는 30픽셀×30픽셀이었으며, 문자버튼과 버튼의 거리는 24픽셀이었다(그림 6).

[그림 6] 새로운 한국어 입력 인터페이스



< 본실험 테스트 툴 > < 예비실험 테스트 툴 >

2) 버튼 크기

본 연구에서는 누구든지 간단하고 쉽게 조작할 수 있는 인터페이스를 디자인하기 위하여 일반적으로 사용되고 있는 Apple사의 Power Mac G4 Cube OS 9.1(15 inch flat panel)의 액정 디스플레이 GUI 디자인으로부터 버튼크기를 상정하였으며, 버튼크기가 작아도 간단하게 조작할 수 있는 인터페이스를 디자인하였다. 버튼형태는 3개의 가설(시 지각과 형의 판별, 근접의 법칙, 주변 시에 따른 주시점 이탈)중 "형의 판별"에 따라 나타나는 현상을 조금이라도 덜어 주기 위하여 4각형 버튼을 원형으로 디자인하였다. 본 실험에서 적용한 버튼크기는 Mac OS Desk Top에 표시되는 표준적인 어플리케이션 아이콘 크기(가로 30픽셀×세로 30픽셀)이며, 버튼과 버튼의 거리는 모니터(가로 1024픽셀(400mm)×세로 764픽셀(30mm))에 표시되는 아이콘과 아이콘의 거리(시스템 기본 설정시를 기준)와 동일하게 하였다.

3) 실험용 툴의 컨텐츠디자인

실험용 툴 조작은 실험자가 시작버튼을 선택하여 그림 6과 같이 [새로운 한국어 입력 인터페이스] 화면이 나타난 순간으로부터 피험자가 조작하도록 하였다. 입력용 제시문장은 시선이동 거리를 조금이라도 줄이기 위하여 문자입력필드의 상단 스테이지에 제시하였으며, 제시된 문장을 필드에 입력한 후, 다음으로 진행하는 버튼을 선택하도록 하였다. 버튼 선택은 눈을 깜빡하는 순간 선택되도록 하였다. 입력문장은 저학년 위인전"세종대왕"(예림당/2001년) 101페이지에서 임의로 5문장을 채용하였다. 저학년 위인전으로부터 문장을 채용한 이유는, 피험자가 문장을 읽을 때, 문장의 난이도 차에 따라 인지도에 영향을 끼칠 수 있기 때문에 가능한 난이도가 쉬운 문장을 채용하였다. 표시문장은 24문자±3문장, 29문자±2문장으로 구성하였으며, 랜덤하게 표시하였다.

3.2. 피험자

남자 대학생 및 대학원생(20세-28세) 10명을 피험자로 선정하였다. 피험자는 안경을 쓰지 않은 시력 0.7 이상인 사람을 대상으로 하였다. 또 EGI를 사용한 경험이 없으며, 시점 캐리브레이션 스코어가 1~5(excellent) 이내에 들어오는 대상자로 하였다.

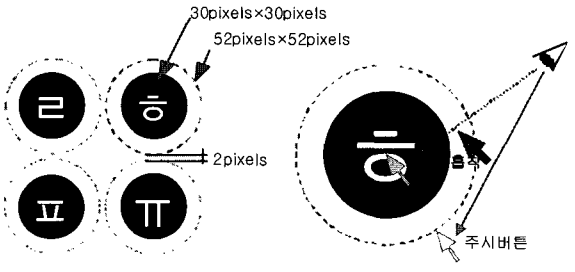
3.3. 실험 자극

실험자극은 [흡착효과 있음], [흡착효과 없음] 인터페이스를 랜덤하게 보였다.

[A:흡착효과 있음]

사용자가 목표문자를 입력하기 위하여 목표버튼에 주시해도 그림 7과 같이 "주시점 脫 현상"이 나타나, 의도한대로 입력하기 어렵다. 본 연구에서는 이와 같이 "주시점 脫 현상"이 일어나도 사용자가 의도한대로 입력을 쉽게 할 수 있는 방안으로서 [흡착효과]를 채용하였다. 게다가 흡착효과 영역을 확대하여 목표버튼의 일정 영역으로 커서가 근접하면 자동 흡착되도록 디자인하였다. 흡착영역은 표면적으로는 보이지 않도록 처리하였다. 이 효과는 목표버튼으로부터 조금 이탈된 커서를 자동적으로 목표 버튼으로 끌어당기기 때문에 의도한대로의 입력을 쉽도록 하는 방법이다. 흡착영역 설정은 원형버튼의 중심점으로부터 바깥쪽으로 동일한 비율로 옵셋, 버튼과 버튼의 중심점으로부터 2픽셀을 남겨 둔 범위(52픽셀)로 하였다.

[그림 7] 흡착효과 있음



[B:흡착효과 없음]

흡착효과가 적용된 인터페이스와 외관은 동일하며 흡착효과 만을 제거하여 디자인하였다.

화면 인터페이스는 Macromedia사의 Director 8J로 설계하였으며, Sony CPD-L200(1024×768픽셀) 17 inch flat panel의 액정 디스플레이에 표시하였다.

3.4. 실험 환경 및 실험 설비

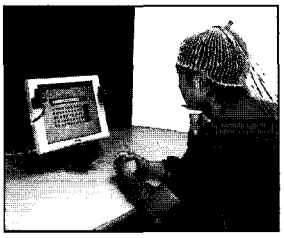
실험은 비교적 소음이 발생하지 않은 청결한 실험실이었다. 실험공간은(1800mm×1800mm) 정방형이며, 3면을 백색 막으로 가렸다. 실내조도는 40[lx], 실내온도는 22°C였다. 자극이 제시되는 모니터와 눈과의 거리는 450mm로 유지시켰다. 뇌파측정장치는 NF Electronic Instruments사의 Data Acquisition Software ver2.40(0523A)와 KISSEI Comtec사의 EEG Maping Program (ATAMAP2)를 사용했다.

3.5. 실험 프로토콜

뇌파측정용 전극장착은 실험실 내에서 하였다. 전극장착 전에 피험자의 협력과 동의를 얻기 위하여 실험의 목적과 방법에 대하여 설명하였으며, 실험자극으로서 읽게 할 컨텐츠를 실험 전에 피험자에게 보였다. 또 제시된 유도문장을 입력할 경우, 오 조작에 의하여 입력 된 문자는 필히 수정하고 나서 다음으로 진행하도록 지시하였다. 본 실험은 시각자극 조건에 따른 부담을 평가 하는 것으로서, 시각 유목성을 향상시키기 위하여 자극을 보여 줄 화면 이외의 실내조도를 40[lx]로 조절하였다. 문자입력 실험을 실시하기 15분전에 40[lx] 실험환경 에 적응시키기 위하여 암순응 안정 시간을 가졌다. 본 실험을 실시하고부터는 자극을 보여 주기 전·후 안정시간 과 자극제시 시의 데이터를 추출 하였다.

뇌파측정 순서는 뇌파측정 전, 약 15분간의 암순응 안정 후에(開眼) 자극제시 전 1분간 안정 시(閉眼)의 뇌파를 측정하였으며, 이어서 자극이 제시되는 5분(開眼)동안의 뇌파 측정 후, 최종적으로 실험이 끝난 후 1분간의 안 정 시(閉眼) 뇌파측정을 실시하였다. 모든 실험이 끝난 후, 약 1분간 주관평가를 하였다(그림 8).

[그림 8] 실험모습



3.6. 측정 및 분석

1) 문자입력수의 평가 및 분석

5분간 입력된 문자수를 파악하기 위하여 입력한 문장이 자동으로 기록되도록 실험 툴을 설계하였다. 모든 입력실험이 끝난 후, 컴퓨터에 기록된 문자수를 집계하였다. 통계분석은 피험자 10인에 대한 흡착효과가 있는 것과 흡착효과가 없는 것의 평균을 내서 각 자극의 차를 구하고, 유의차를 검증하기 위하여 t-test(Scheff)를 하였다.

2) 주관평가 및 분석

주관적 평가 카테고리로서 입력하기 쉬움과 생체부담에 관한 2항으로 구성하였다. 평가척도는 7단계평정으로 하였으며, 매우 적다(0점), 매우 많다(6점)로 평가하였다. 또 문자입력과정에서 나타나는 사용자의 입력행동을 분석하기 위하여 디지털 비디오카메라로 실험과정을 기록하였다. 평가는 질문지를 준비하고, 한 개의 실험이 끝난 후, 1분 이내에 평가 내용을 기록하였다. 통계분석은 피험자 10인에 대한 흡착효과 있음과 흡착효과 없음의 평정치를 내서 카테고리별 각 자극의 차를 구하였다. 또 자극이 제시되는 사이의 자극별 상대적인 차이점을 검증하기 위하여 t-test(Scheff)를 하였다.

3) 뇌파측정 및 분석

전극은 국제뇌파학회에서 표준방식으로 권장되고 있는 10/20법에 준하여 장착하였다. 기준용 전극은 귓볼에 장착하였고, 샘플링 주파수는 100Hz, 512points이며, Hi-cut(30Hz)와 Low-cut(1.6Hz)로 하였다. 전극장착 부위는 Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2, F7, F8, T5, T6의 14개소로 하였고, 전극장착의 접촉저항은 20K 이하로 하였다. 어스(GND)용의 전극부위는 Fz와 Cz의 사이로 하였다. 또, 눈 깜빡임에 따른 노이즈를 검출하기 위하여 눈의 상(+전극), 하(-전극)에 2개의 전극을 붙였다. 게다가 장착시킨 전극이 떨어지지 않도록 뇌파측정용 네트를 씌었다.

뇌파분석은 A(흡착효과 있음)과 B(흡착효과 없음)의 인터페이스를 조작하는 사이의 상대적 출현량(Relative Band Power)를 비교하기 위하여 시각자극 시(Stimulation:5분)로부터 자극제시 전 안정상태(1분)을 빼고 뇌파반응을 분석하였다. 통계분석은 NF Electronic Instruments사의 Data Acquisition Software ver2.40(0523A)로부터 얻어낸 뇌파데이터로부터 노이즈(Noise)를 제거하였고, KISSEI Comtec사의 EEG Maping Program(ATAMAP2)를 사용하여 구하였다. 2종류의 자극이 제시되는 사이의 각 자극의 상대적 차이를 검증하기 위하여 t-test(Scheff)를 하였다.

3.7. 실험 결과

1) 문자입력 수의 결과

문자입력 수를 집계한 결과, 주효과가 유의했으며, 자극A가 자극B 보다 많이 입력되었다. 자극 A의 경우, 평균 문자입력 수는 5분간에 18.4 문자, 자극 B는 3.6 문자였으며, 2항의 카테고리에서 A와 B 사이에 유의차가 보였다 ($P<0.001$).

2) 주관평가의 결과

[입력용이성]의 카테고리에 대하여

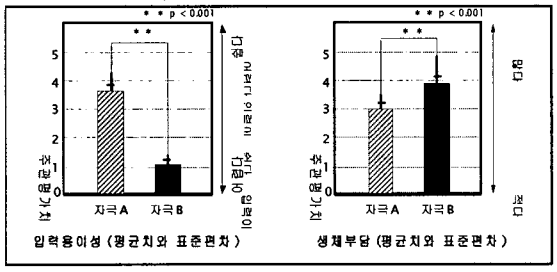
입력용이성에 관한 평가결과, 주 효과가 유효했으며, 자극

A가 높았고 자극B가 낮았다. 또 [입력용이성] 카테고리에서 A와 B 사이에 차이가 있는지 확인하기 위하여 t-test (Scheff)를 실시한 결과, A와 B 사이에서 유의차가 보였다 (P<0.001).

[생체부담]의 카테고리에 대하여

생체부담에 관한 평가결과, 주 효과는 유의 했으며, 자극 A가 낮았고, 자극 B가 높았다. 또 생체부담 카테고리에서 A와 B 사이에 차이가 있는지 확인하기 위하여 t-test(Scheff)를 실시한 결과, A와 B 사이에서 유의차가 보였다(P<0.001) (그림 9).

[그림 9] 주관평가 결과



3) 뇌파측정의 결과

뇌의 10개소에 뇌파측정용 전극을 장착하여 [A:흡착효과 있음]과 [B:흡착효과 없음]에 대한 뇌파의 상대적 출현량을 비교하였다.

그림 10은 주 효과가 유의했던 P4부위(우 두정엽)의 각 자극별 뇌파의 상대적 출현량을 나타낸다. P4부위(우 두정엽)에서 각 자극의 상대적 출현량은 A 인터페이스를 조작할 때 보다 B 인터페이스를 조작할 때, 전반적으로 안정상태 보다 α파의 감소경향과 β파의 증가경향을 보인다. P4부위에서 A와 B 사이의 상대적출현 변화량에 차이가 있는지를 확인하기 위하여 t-test (Scheff)를 실시한 결과, A 보다 B에서 Slow β파(P<0.01)가 유의하게 높게 나타났다.

[그림 10] P4 부위에서 자극별 상대적 출현량 (평균치와 표준편차)

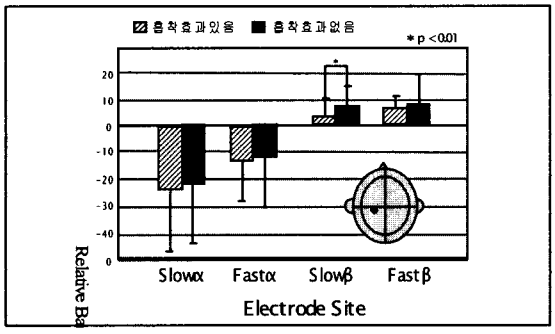


그림 11은 주 효과가 유의했던 O1부위(좌 후두엽)의 각 자극별 뇌파의 상대적 출현량을 표시하고 있다. O1부위(좌후두엽)에서 각 자극의 상대적 출현량은 A인터페이스를 조작할 때 보다 흡착효과가 없는 인터페이스를 조작할 때에 전반적으로 안정상태. 보다 α파의 감소 경향과 β파의 증가경향을 보이고 있다. O1부위에서 A와 B의 상대적출현 변화량에 차이가 있는지 확인하기 위하여 t-test(Scheff)를 실시한 결과, A 보다 B에서 Slow β파(P<0.01)와 Fast β파(P<0.05)가 유의하게 높았다.

[그림 11] O1 부위에서 자극별 상대적 출현량 (평균치와 표준편차)

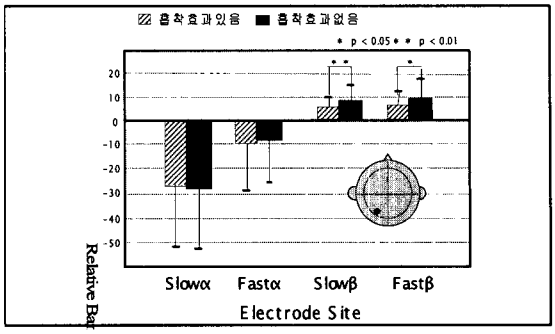
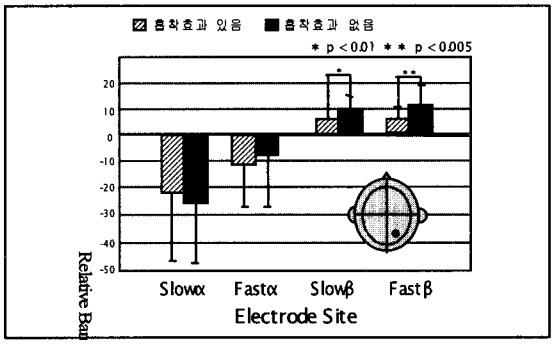


그림 12는 주 효과가 유의했던 O2부위(우 후두엽)의 각 자극별 뇌파의 상대적 출현량을 표시하고 있다. O2부위(좌후두엽)에서 각 자극의 상대적 출현량은, A 인터페이스를 조작할 때 보다 흡착효과가 없는 인터페이스를 조작할 때에 전반적으로 안정상태 보다 α파에서는 감소경향을, β파에서는 증가경향을 보이고 있다. O2부위에서 A와 B의 상대적 출현량의 변화량에 차이가 있는지를 확인하기 위하여 t-test(Scheff)를 실시한 결과, A 보다 B에서 Slow β파(P<0.01)와 Fast β파(P<0.005)가 유의하게 높았다.

[그림 12] O2 부위에서 자극별 상대적 출현량 (평균치와 표준편차)



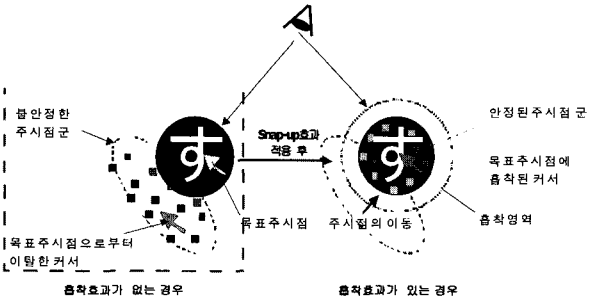
상기와 같이 유의차가 나타난 P4, O1, O2부위에서 시각자극을 제시할 때, A 보다 B에서 Slow β파와 Fast β파의 증가량이 높게 나타난 것으로부터 흡착효과가 있을 때 보다 없을 때에 각성도가 높아, 그에 따른 문자입력에 어려움을 느끼면서 생리적으로 많은 부담을 받을 수 있다고 생각할 수 있었다. 주목할 것은, 이와 같은 결과는 제시한 2종류의 자극 간 부담율의 차가 주관평가 결과와 동일하다는 것이다.

4. 고 찰

EGI의 특징은, 시선의 움직임만으로 컴퓨터를 조작하여 정

보취득을 가능하게 한다는 것이다. 때문에 ALS 환자 및 중병의 장해로 인하여 말을 할 수 없거나 몸짓, 손짓으로 커뮤니케이션을 할 수 없는 사람에게는 유용한 커뮤니케이션 수단으로서 주목받고 있다. 예비실험에서 EGI 문제점을 관찰하고, 문제점으로서 다양한 착시현상의 영향에 의하여 "주시점 脫 현상"이 빈번하게 생겨나고 있다는 것을 추출하였으며, "주시점 脫 현상"은 사람의 생리적 현상, 즉 시각 메커니즘에 의하여 강하게 나타나고 있다는 것을 알 수 있다. 이와 같은 현상 제거를 위하여 새롭게 디자인한 인터페이스를 평가한 결과, [새로운 한국어 입력 인터페이스]의 입력수행 과정에서 "주시점 脫 현상"이 제거되는 유효적 결과를 얻을 수 있었다. 주관평가 및 뇌파측정에서 흡착효과가 있었던 경우가 흡착효과가 없었던 경우 보다 상대적으로 입력하기 쉽고, 부담이 적다는 것을 알 수 있다 (그림 13).

[그림 13] "주시점 脫 현상"의 감소



4.1. 문자입력 수에 대하여

5분간 문자입력 실험을 실시한 결과, A의 평가치가 상대적으로 높았고(평균 18.4 문자), B의 평가치는 상대적으로 낮게(평균 3.2 문자) 나타나, A가 B 보다 입력하기 쉽다는 것을 증명하였다. 실험에 사용한 [새로운 한국어 입력 인터페이스]의 문자폰트의 픽셀 수는 세로 30픽셀×가로 30픽셀이었으며, 일반적인 EGI로 사용하고 있는 버튼과 비교하면 매우 작았다. 그러나 A는 눈으로 보이지 않는 영역까지 버튼화하여 실제의 버튼크기가 세로 52픽셀×가로 52픽셀이었다. 즉 B 보다 2배 정도 많았기 때문에 A와 B의 입력문자수의 차가 컷을 것으로 생각한다. 평균 3.6 문자 입력은 시스템 조작이 원활하게 되지 않았다는 것으로 심리적, 생리적 부담이 커서 입력문자수가 적었다고 생각된다. 이것은 A가 B 보다 입력하기 쉬우며 부담이 적은 것이라고 생각된다.

4.2. 주관평가에 대하여

주관평가에서는 흡착효과가 있는 경우와 흡착효과가 없는 경우의 실험 툴을 사용하여 입력 용이성과 생리적 부담에 관하여 평가하였다. 흡착효과는 생리적 메커니즘에 의하여 착시현상, 즉 주변 시와 근접의 법칙 및 형(形)의 판별 시지각의 현상에 의하여 "주시점 脫 현상"이 발생되고 있음에도 불구하고 높은 평가치를 보였는데, 그 이유는 본 연구에서 제시한 흡착영역 설정이 "주시점 脫 현상"을 완화시켜, 생리적 부담이 적도록 유도하였기 때문으로 생각된다.

흡착효과의 특징은, 버튼 및 버튼 주변의 일정영역에 흡착효과를 설정함으로서 목표주시지점으로부터 주시점이 조금 이탈한다 하여도 흡착영역으로 주시점이 들어오면 목표주시지점으로 흡착하는 성질을 가진다. 이것은 입력 행동시, 집중도를 높여 사용자의 부담을 적게하는 데에도 기여한다. 또한, 생리적 현상인 써케드(Saccade)에 의하여 발생되는 "주시점 脫 현상"도 흡착효과의 영향에 의하여 현저히 줄었으며, 쉽게 입력하는데 기여하였다고 생각된다. 인간의 눈은, 끈임 없이 움직이는 써케드에 의하여 목표물을 주시할 때, 불안정한 시점 군을 형성한다는 것도 확인할 수 있었다. 永野俊(1993) 등은 눈은 멈추는 듯 움직이고, 움직이는 듯 멈추는 것과 같이 통상은 계속해서 움직이고 있다고 보고 하였으며. 양 눈의 시선이 교차하는 점(주시점)이 정지하거나 움직이거나 하는 것뿐이지만, 정지하고 있는 시간은 약 100~300msec라고 보고[5]하였다.

이번 연구를 통하여 "주시점 脫 현상"이 자연적, 생리적으로 나타나는 현상이라는 것을 알 수 있었으며, 흡착효과는 자연적, 생리적으로 나타나는 현상을 순화하는 효과가 있다는 것을 알 수 있다.

4.3. 뇌파측정에 대하여

뇌파의 상대적 출현량(EEG relative power)은, B[흡착효과 없음] 인터페이스 조작 시, slow β파(P4, 01, 02)와 fast β(O1, O2)파가 유의하게 높게 나타났다. 일반적으로 알고 있는 대뇌피질의 시각 메카니즘은, 인지된 정보가 1차 시각야(V1)로 부터 2차 시각야(V2)에 전달되어 처리된 후, V3->MT(middle temporal cortex)에 전달되는 대세포(Magnocellular Neurons) 경로와 V1->V2->V4->IT(inferior temporal cortex)의 영역에 전달되는 소세포(Parvocelluar Neurons) 경로로 나누어 진다.

본 연구에서 β파에 유의차가 나타난 O1, O2부위와 P4부위는 대세포(Magnocellular Neurons) 경로에 속하는 반응을 보였다. 제시한 A와 B의 실험 툴을 사용하여 한국어 문장 입력 테스트를 실시, 생리적 반응을 측정, 분석한 결과, A와 B의 인터페이스를 조작할 때에 우 두정엽(P4)과 후두엽(O1, O2)에서 안정상태 보다 α파가 감소하는 경향과 함께 β파의 증가경향을 보였다. 일반적으로 뇌파는 개안(開眼) 혹은 주의집중 등과 같이 각성도가 높아지면 α파는 감소하거나 제거되고 β파가 증가한다고 전해지고 있다. A와 B의 상대적 출현변화량에 차이가 있는지를 확인하기 위하여 t-test(Scheff)를 실시한 결과, A 보다 B에서 전반적으로 Slow β파와 Fast β파가 유의하게 높았다. 상기의 EEG 결

과는 A 보다 B에서 각성도가 높게 나타난다는 것을 보여준다. β파는 여러 가지 자극, 불안, 긴장, 암산 등의 정신활동 및 각성 시, 우세하게 나타난다고 전해진다. 즉, A 보다 B가 문자입력 수행이 어렵다는 것으로 해석할 수 있다. 주관평가에서도 A가 B 보다 입력하기 쉬우며, 부담이 적다는 결과가 얻어졌는데 이것은 주관적으로나 생리적으로나 부담이 적은 인터페이스는 A[흡착효과 있음]라는 것을 시사한다.

1) 유의차가 나타난 P4부위

P4부위는 대세포 경로에 속하며, V1(1차 시각 야)으로 부터 인지된 정보를 세부적으로 분석하는 V2(2차 시각야) 영역에 속한다. P4부위에서 전반적으로 안정상태 보다 α파가 감소하였으며, β파가 증가하는 경향을 보였다. 각 자극의 상대적 출현량은, A 보다 B 조작 시, Slow β파와 Fast β파가 유의하게 증가하였으며, A 보다 B에서 β파가 유의하게 높았다($P<0.01$). 이와 같이 A 보다 B 조작 시, β파가 증가하는 것은 V1영역으로부터 인지된 문자 및 버튼의 시각성 정보를 V2영역에서 해석할 때, "주시점 脫 현상"이 강하게 나타나, 목표버튼을 선택하고 입력할 때의 장애에 의하여 각성도가 높게 되어 β파가 증가한 것이라고 생각된다. 역으로 A는 목표지점으로부터 이탈해 있는 주시점을 모두 목표지점으로 흡착하기 때문에 심리적으로 안심감을 부여, 안정된 조작에 의하여 β파의 증가율이 떨어졌다고 생각된다.

2) 유의차가 나타난 O1, O2부위

O1, O2부위는, 대세포 경로에 속하는 V1(1차 시각야) 영역에 속한다. O1, O2부위에서, 전반적으로 안정상태 보다 α파가 감소하였으며, β파가 증가하는 경향을 보였다. 각 자극의 상대적 출현량은, A 보다 B 제시 시, Slow β파와 Fast β파가 유의하게 증가하였고, A 보다 B에서 β파가 유의하게 높았다($P<0.05$, $P<0.01$, $P<0.005$). 이와 같이 A 보다 B 조작 시, β파가 증가하는 것은 V1영역에 인지된 문자의 초기 시각성 정보를 해석할 때, 목표버튼을 선택하려는 행위에, 버튼의 형태인식과 문자형태를 인식하려는 활발한 각성에 의하여 β파가 증가했다고 생각된다.

4.4. 문자입력 수 및 주관평가와 뇌파측정의 비교

문자입력수의 평가에서는 A의 평가치가 평균 18.4 문자, B의 평가치가 평균 3.6 문자였으며 A가 높았다. 주관평가에서는 읽기 쉬움에 관한 2항의 카테고리와 부담에 관한 2항의 카테고리에 대하여 평가를 실시한 결과, A가 입력하기 쉽고, 부담이 적다는 것을 알았다. 뇌파측정에서는 A 보다 B에서 β파가 높게 나타났다. 이상 3개의 실험결과에 의하여 흡착효과는 주관적으로나 생리적으로나 효과가 있었으며 본 연구의 유효성을 지지하는 것으로 생각된다.

5. 결 론

본 연구는 EGI의 문제점으로서 지적되고 있는 선택하기 어려움, 그 원인으로서 생각할 수 있는 "주시점 脫 현상"에 초점을 두고, 누구든지 간단히 조작할 수 있는 인터페이스를 제안한 것이다.

장애자의 커뮤니케이션 수단으로서 유효적 사용자 인터페이스로서 주목받고 있는 것이 EGI이다. 그러나 EGI는 시선이동에 따른 조작이 어려워서 개선할 필요가 있다. 이러한 문제점은 본 연구의 촉발요소로서 "주시점 脫 현상"을 해소시키고자 새로운 방안을 착안하였다. 실험 툴은 화면상에 커서를 흡착시키는 효과를 적용한 인터페이스를 고안하여 제작하였으며, 심리적 평가와 생리적 평가를 실시하여 주시점 흡착효과가 유효적이라는 것을 밝혔다. 주시점 흡착효과란, 사용자가 실제로 주시하고 있는 곳으로부터 이탈해 있는 시점을 실제로 주시하고 있는 곳으로 흡착시키는 방법이다. 실험결과, 흡착효과를 적용하지 않았던 경우 보다, 흡착효과를 적용했던 경우가 문자입력이 쉽고 생리적 부담이 적었다. 이와 같은 결과에 따라 EGI의 문제점이었던 착시현상의 영향에 따른 "주시점 脫 현상"과 인간의 생리적 현상, 즉 눈의 메커니즘에 의한 써케드(Saccade) 등의 영향이 흡착효과를 적용하는 것에 의하여 개선되었기 때문이다. 주관평가 결과, 흡착효과가 있는 것은 흡착효과가 없는 것과 비교하여 상대적으로 높은 평가치를 보였다. 또 생리적인 반응을 분석한 결과, A 보다 B에서 전반적으로 Slow β파와 Fast β파가 유의하게 높았다. 이것은 A 보다 B가 문자입력 수행 중에 부담을 많이 받고 있거나, 보다 많은 정신집중 혹은 정신활동이 활발하게 일어나고 있는 것으로 해석하였다. 이에 따라 흡착효과를 적용하여 "주시점 脫 현상"이 해소되고, 조작이 쉽게 되어 부담이 적게 나타난다는 사실을 검증하였다. 향 후, 본 연구결과를 좀더 현실화시켜, 실제의 컴퓨터 환경에서도 흡착효과가 의미 있는지 검증하고자 한다.

참고문헌

•坂直行・菅又生魔・板倉直明・坂本和義・北本拓. (1996). 意識的眼球運動におけるサッカード運動詩の無意識的な停留現象の考察. 第36回日本生理人類學會, 1卷(3号), (p. 57)

•David (1971). *Scientific American*. Scientific American, Inc.

•Pierre Buser and Michel Imbert (1992). VISION. MIT Press

•苧阪直行. (1998). 読み—脳と心の情報処理—. 朝倉書店

•永野俊・梶真寿・森晃徳. (1993). 視覚系の情報処理(心理学・神経科学・情報工学からのアプローチ). 啓學出版