**연구계획서(인간대상연구용)**

Version : 2.0

\*동의설명문 변경 시 반드시 버전을 업그레이드하여 표기하여야 함.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **연구과제명** | | |
| 의사결정과 학습의 신경기작에 대한 연구 | | |
|  | | |
| **연구 배경** | | |
| 사람들은 의사결정에 앞서 주어진 상황을 포함한 다양한 정보들을 수용하고 취합하는 과정을 거친다. 많은 심리학과 인지과학 연구들에 의하면 이러한 정보처리 과정은 개인이 가지는 특정 성향에 따라 편향된 결과가 나타날 수 도 있다. 결과적으로 이러한 개인 선호도 또는 정보처리 성향에 따라 일상적인 가치평가, 의사결정, 나아가 학습 정도까지도 영향을 받는다는 것을 예측 해 볼 수 있다. 쉽게 생각 해 볼 수 있듯이 개인 성향이라는 것은 여러 요소가 통합적으로 반영되고, 따라서 일반적인 심리학 설문지 만을 이용해서는 이들이 개인의 의사결정 또는 학습에 미치는 영향을 정량적으로 이해하기 힘들다는 제한점이 있다. 기존의 의사결정 연구에 의하면 정보의 획득이 일어난 이후에도 각 정보에 의한 가치평가 및 정보 취합과 같은 여러 가지 인지 과정을 거친 후 일어나고 있다. 이에 뇌파와 같은 생체 데이터를 분석하여 사용자의 정보에 대한 인지 정도와 의사결정의 내용 및 시점 등을 이해하기 위한 연구가 많이 진행되고 있다. | | |
|  | | |
| **연구 목적 및 필요성** | | |
| 본 연구에서는 행동경제학을 기반으로 뇌파와 생체 신호를 이용하여 참가자들의 선호도와 학습 능력에 대한 정량적 측정을 하고, 이러한 개인의 인지적 역량들이 일반적인 심리학 설문지를 이용해 측정된 개인의 다면적 성향들과 어떠한 관계가 있는지를 연구 목적으로 한다.  해당 연구는 아래의 두가지 측면에서 그 필요성을 이해할 수 있다.  첫째, 현대인은 다양한 업무와 생활 상황에 의한 스트레스 등으로 불안, 정서장애, 우울증, 중독 등의 정신의학적 증상 등의 어려움을 많이 겪는다. 하지만 다수의 사람들이 이러한 정신적 문제에 대한 이해가 부족하며, 아주 약한 정도의 증상 변화에도 정보처리의 중추인 뇌의 신경회로가 변하게 되고, 이를 통해 일상 생활의 가치판단과 같은 고차원적 인지 능력에 미치는 영향이 클 수 있다는 가능성은 간과되고 있는 실정이다 (King-Casas & Chiu, 2012). 따라서 정신의학적 증상 등으로 어려움을 겪는 특별한 환자군과 일반인들의 다면적 심리 및 행동 성향을 조사하고 비교하여 점진적 인지 능력 변화에 대한 정량적 평가 및 연구가 필요하다.  둘째, 의사결정 및 학습은 다양한 정보의 복합적인 영향을 통해 일어나고, 따라서 개인 성향에 따라 정확하게 어떠한 변화 또는 차이가 존재하는지 정량적인 이해가 어렵다. 장기 또는 단기 목표 사이의 의사결정은 미래의 지연된 보상에 대한 주관적 평가를 기반으로 결정되는데, 이때 미래의 보상을 더 저평가 하여 충동적이고 비합리적인 결정을 내리는 경향이 발견된다(Bickel et al, 1999). 개인의 성향에 따른 변화 또는 차이에 대한 정량적 이해를 위해 계산신경학 (computational neuroscience), 행동경제학 (behavioral economics), 심리학, 그리고 통계학의 연구방법론을 접목한 융합 학문적 접근방법이 필요하다. 최근의 세계적 연구그룹의 연구들에서 보여주고 있는 바와 같이 (Bickel et al., 2014; Schultz et al., 1997), 이와 같은 융합적 방법을 이용하면 의사결정과 가치평가가 일어나는 인지과정의 세부 단계를 더 세밀하게 정량화 할 수 있다.  이러한 의사결정의 합리성을 fMRI(functional magnetic resonance imaging)와 같은 뇌파 측정 기술에 의해 뇌의 활성화 혹은 뇌파의 특성에 따라 예측, 관측 하는 연구가 수행되어오고 있다(Wittmann et al, 2006; Rushworth et al, 2011; Franken et al, 2008;Martin and Potts, 2009; Donchin & Coles, 1988; Tom et al, 2007). 또한 보상에 대한 민감도(reward sensitivity), 학습률(learning rate), 위험 선호도(risk preference), 또는 충동성(impulsivity)에서의 개인차에 따라 의사결정의 패턴 이 달라지기에(Franken & Muris, 2005; Glicksohn & Zilberman, 2009; Franken et al., 2008; Martin & Potts, 2009; Tom et al., 2007), 이들을 고려하여 개인차에 따른 의사결정 및 학습의 정량적 이해에 도움이 될 수 있다. | | |
|  | | |
| **연구대상자** | | |
| [검사 방법]  - 실험 전, 후의 행동과 실험 과제 수행 중의 의사결정과 설문 내용을 관찰하여 평가  - 뇌파(EEG)측정 또는 뇌영상(fMRI)촬영  [선정기준]  - 구두 의사소통이 가능한 자  - 일정 시간 동안 지시에 따라 행동에 제약이 가능한 자  - 뇌수술 경험이 없는 일반 성인 남성 또는 여성  - 화면에 나타나는 지시사항을 구별 가능한 자  - 정신의학적 증상으로 어려움을 겪는 자  - 협소한 공간에 대한 공포가 없는 자  - 뇌영상촬영에 적합한 자(인공 심장 수술 또는 금속 임플란트 경험이 없는 자)  [제외기준]  - 실험에 사용되는 전극의 금속 재질에 알레르기 반응을 보이는 자  - 주의력 결핍 및 과잉 행동 장애를 보이는 자  - 협소한 공간에 대한 공포가 있는 자 | | |
|  | | |
| **예상 연구대상자 수와 산출 근거** | | |
| - 만 18세 이상, 65세 미만의 남자 200명, 여자 200명, 총 400명을 선정하여 실험 진행한다.  - EEG나 뇌영상을 이용한 실험, 그리고 개인 차이에 대한 연구일 경우 그룹별 최소30명 내외의 연구대상자가 통계적으로 유의미한 결과를 얻을 수 있다고 알려져 있다.  - 선행 실험을 통해 약 50명의 데이터를 수집한 결과에 기반하여 개인 특성에 대한 관계를 면밀히 보기 위해서 최대한 많은 수의 연구대상자를 수집하고자 함. | | |
|  | | |
| **연구대상자 모집** | | |
| - 본 연구는 정상 시력을 보유하였으며 뇌수술 경험이 없는 정상 성인 남녀를 대상으로 한다.  - 연구 대상자 중 일반대상자들은 인터넷 및 학교 내 게시판을 통해 모집할 것이며, 정신의학적 증상으로 어려움을 겪는 집단은 학교 내 헬스케어센터 방문자 중 지원자를 모집할 것이다.  - 실험의 적합성을 확인하기 위해 모집된 연구대상자의 적합성을 확인하고, 실험의 위험성에 대해 숙지 시킨 상태에서 자발적인 참가의사를 확인하고 최종 선정한다. | | |
|  | | |
| **연구대상자 동의** | | |
| - 연구대상자는 본인의 의사에 따라 실험 참여를 거부할 수 있으며, 자발적 동의 하에 실험을 진행한다.  - 연구대상자의 안전에 관한 대책: 연구대상자의 안전을 보장하기 위한 최소한의 여건을 갖춘다.  - 본 임상시험 대상 피험자는 연구자가 제공한 피험자 동의서에 서면 상으로 동의한 후 생체신호 획득을 위한 임상시험에 참여한다. | | |
|  | | |
| **연구방법 및 설계** | | |
| 1. 실험 환경 준비  * 자극 제시: 실험 자극의 경우 시각 자극이 주를 이룸. 시각 자극은 연구 대상자의 눈에 영향을 줄 수 있는 영역 이외의 시각 자극을 기본으로 한다. * 측정 부위: 10/20 EEG system을 기본으로 한 두피, fMRI를 이용한 뇌 활성화 부위 * 측정 장비: 습식 또는 건식 EEG 시스템 / fMRI / 피부전도도, 체온, 호흡량, 맥박 등 생리학적 신호를 실험에 따라 선택하여 사용한다. * 실험 시간: 실험 장비 착용 및 Calibration과정으로 소용되는 시간과 연구대상자의 피로에 의한 휴식시간을 고려하여 한 회 진행 시 최대 1시간 30분 내외로 실험 시간을 조절한다. * 연구대상자는 참가하게 될 간단한 의사결정 과제를 수행하기에 앞서서 실험에 관련된 설명을 숙지한다.  1. 개인별 안정상태측정  * 실험 진행 시 진행자가 연구대상자의 상태를 지속적으로 관찰하며, 연구대상자가 불편 및 고통을 느낄 시 즉각 조치할 수 있는 방법을 제시한다. * 행동 반응뿐 아니라 실험 진행 시 발생하는 생체신호를 실시간으로 모니터링한다.  1. 세부 실험 방법  * 연구대상자는 필요에 따라 하기 제시된 수행 과제(게임)들을 배정받아 수행하게 되고 자발적 참여 의사에 따라 여러차례 연구실을 방문하게 된다. * 불확실한 금전적 보상 또는 금전적 처벌에 대한 의사결정 및 학습  1) 게임 방법 학습: 컴퓨터 화면을 띄워진 게임 설명문을 스스로 읽고 익힌다. 설명문을 읽은 뒤, 게임 방식에 대한 이해를 잘 하였는지 확인하기 위해 간단한 퀴즈를 푼다. 그 다음, 본 게임의 간단한 버전으로 만들어진 연습 게임을 수행한다.  2) 게임 진행: 게임은 컴퓨터 화면을 보면서 키보드로 응답하는 간단한 방식으로 진행된다. 최대20분마다 한 번의 휴식시간이 주어지며, 피험자가 원할 경우 언제든지 실험을 중단할 수 있다. 각 게임의 예상 소요시간은 30분이다.   3) 게임이 끝난 이후에는 여러 설문지를 작성한다. 먼저 실험의 전반적인 과정에 대한 의견을 묻는 설문지와 우울, 불안, 스트레스, 흡연 상태, 음주 상태 등을 묻는 심리학 기반 설문지에 응답한다. 예상 소요시간은 15분이다. |
|  | | |
| **관찰 항목** | | |
| - 실험 대상자가 실험의 목적을 잘 이해하였는지, 실험 대상자가 지시사항을 잘 이행하는지 관찰한다.  - 실험 대상자의 EEG, fMRI및 기타 생체신호를 통해 각성 상태, 근육 긴장 등 실험 결과에 영향을 끼칠 수 있는 반응을 보이는지 관찰한다.  - 실험 대상자의 EEG, fMRI및 기타 생체신호를 기록한다.  - 연구대상자가 반복적으로 내리는 선택과 해당 선택들의 결과, 그리고 반응시간 등을 측정한다.  - 실험 대상자가 실험을 위해 지시 받은 내역을 기록한다. | | |
|  | | |
| **효과 평가 기준 및 방법** | | |
| 1. 자극이나 실험 목표에 따른 행동 패턴의 차이가 통계적으로 유의미하게 발생하였는지 확인하고 신경학적 신호에서 나타나는 특성과의 상관관계를 조사한다. 2. 설문지를 통해 조사된 개인의 성향과 추정된 연구대상자의 인지과정 간의 상관관계를 조사한다. | | |
|  | | |
| **안전성 평가 기준 및 평가 방법** | | |
| 1. 실험장비(비침습형 EEG측정장비, fMRI, 기타 생리신호 측정장비)에 의한 연구대상자의 안전성 위험은 아직 파악된 적이 없다. 2. 하지만 알레르기 위험이 있으므로, 금속 알레르기가 없는 자들을 모집하고, 구두로 재확인을 한 뒤 실험 진행 시에도 지속적인 모니터링을 통해 안정성을 확보한다. 3. 또한 행동 관찰을 통해 실험을 진행할 수 있을 정도의 집중력을 보유하고 있는지 확인한다. | | |
|  | | |
| **자료 분석과 통계적 방법** | | |
| - 연구를 통해 수집된 자료들은 계산신경학적 모델을 통해 정량화 될 것이다. 계산신경학적 모델은 행동경제학 및 신경과학 이론에 기반한 연구방법론으로 연구대상자로부터 관찰 된 행동결정들을 통해 개인의 선호도를 추정하는데 도움을 준다.   1. 기억 및 의사결정 과제 수행 중 비침습적 뇌 신호 획득 방법   EEG 분석 전 artifact noise를 줄이기 위해 55-65Hz bandpass filter 전처리를 실시함  경우에 따라 독립성분분석(independent component analysis, ICA) 방법을 이용하여 artifacts를 제거한다.   1. 의사결정 과정의 합리적/비합리성 평가에 대한 뇌 신호 분석 방법   특정 시점 전후 일정 구간의 EEG 신호를 조건 별로 평균한 뒤 도드라지는 peak 값의 amplitude, latency 성분을 조건 별로 비교 분석한다.   1. EEG 기반 의사결정 시점 예측 방법   SVM과 같은 머신러닝 알고리즘 및 CNN, Recurrent neural network(RNN), Long short-term memroy(LSTM) 등 딥러닝 알고리즘을 이용해 의사결정 시점을 예측하고자 한다.(Chisci et al., 2010; Mrowski et al., 2008)   1. 의사결정 행동과 밀접한 연관이 있는 개인특성 정량화 설문방법 활용한다. 기존 의사결정 연구에 많이 활용되던 심리학적 설문 문항을 본 연구에서도 채택하여 일반 피험자들의 개인특성에 대한 추가적 정량적 지표를 획득하고자 함 | | |
|  | | |
| **예측 부작용 및 주의사항과 조치** | | |
| - 실험 장비의 전극에 알레르기 반응을 보일 수 있다.  - 아직까지 심각한 알레르기 반응이 보고된 적은 없다.  - 알레르기 반응이 나타날 시에는 적절한 응급 처치 후 병원으로 이송한다.  - 연구대상자는 실험 중 과도한 집중이나, 장시간 모니터 응시로 인한 피로감, 두통 및 스트레스를 느낄 수 있음, 해당 경우 실험을 중단하고 휴식을 취하게 할 것이며 호전되지 않는다면 귀가 조치를 취한다.  - 연구대상자가 실험 중 협소한 공간에 대한 공포를 드러낼 시에는 해당 실험을 중단하고 휴식을 취하게 할 것이며 호전되지 않는다면 귀가 조치 및 병원으로 이송한다. | | |
|  | | |
| **중지 및 탈락기준** | | |
| - 연구 진행자의 지시를 따르지 않는다.  - 연구 참여와 관계 없는 중대한 질환이 발생한다.  - 일반인과 상이한 생체 신호가 나타난다.  - 연구 대상자가 실험 참가 중단의 의지를 표명하는 경우 중단한다.  - 협소한 공간에 대한 공포가 발생한다. | | |
|  | | |
| **연구대상자의 위험과 이익** | | |
| - 실험 중 알 수 없는 이유로 인한 알레르기 반응, 실험 장비의 압박으로 인한 두통 및 스트레스가 발생할 수 있다.  - 협소한 공간에 대한 공포가 발생할 수 있다.  - 본 연구를 통해 연구 대상자가 직접적으로 받는 이익은 없다. | | |
|  | | |
| **연구대상자 안전대책 및 개인정보보호대책** | | |
| - 실험 대상자는 본인의 의사에 따라 실험 참여를 거부할 수 있으며, 자발적 동의 하에 실험을 진행함  - 피험자의 안전을 보장하기 위한 최소한의 여건을 갖춤  - 실험 중 신체적, 정신적 문제가 발생했을 경우 즉각적으로 조치할 수 있도록 자동제세동기 및 산소공급기를 준비하며 전문 의료기관에서 검진 및 치료를 받을 수 있도록 조치함  - 연구대상자와 관련된 모든 정보는 외부로 유출이 되지 않으며, 관련된 자료들은 익명으로 처리가 된다. 또한, 연구대상자들의 개인정보는 기호로 분류 후 사용함  - 연구대상자의 개인정보 및 실험 참가 동의서는 자물쇠가 있는 케비넷에 보관하여 개인정보 유출을 방지함 | | |
| **참고문헌** | | |
| Bickel, W. K., et al. (1999). "Impulsivity and cigarette smoking: delay discounting in current, never, and ex-smokers." Psychopharmacology (Berl) 146(4): 447-454.  Wittmann, M., et al. (2006). "Social jetlag: misalignment of biological and social time." Chronobiol Int 23(1-2): 497-509.  Rushworth, M. F., et al. (2011). "Frontal cortex and reward-guided learning and decision-making." Neuron 70(6): 1054-1069.  Franken, I. H. A., et al. (2008). "Impulsivity is associated with behavioral decision-making deficits." Psychiatry Res  Martin, L. E. and G. F. Potts (2009). "Impulsivity in Decision-Making: An Event-Related Potential Investigation." Pers Individ Dif 46(3): 303.  Tom, S. M., et al. (2007). "The neural basis of loss aversion in decision-making under risk." Science 315(5811): 515-518.  Peters, J. and C. Buchel (2010). "Episodic Future Thinking Reduces Reward Delay Discounting through an Enhancement of Prefrontal-Mediotemporal Interactions." Neuron 66(1): 138-148.  Tversky, A. and D. Kahneman (1981). "The Framing of Decisions and the Psychology of Choice." Science 211(4481): 453-458.  LurieIs and Swaminathan (2008). “Is timely information always better? The effect of feedback frequency on decision making” Organizational Behavior and Human Decision Processes: 315-329  Franken, I. H. and P. Muris (2005). "Individual differences in reward sensitivity are related to food craving and relative body weight in healthy wom  Glicksohn, Joseph & Zilberman, Nir. (2010). Gambling on individual differences in decision making. Personality and Individual Differences. 48. 557-562. 10.1016/j.paid.2009.12.006.  Chisci, L., et al. (2010). "Real-Time Epileptic Seizure Prediction Using AR Models and Support Vector Machines." Ieee Transactions on Biomedical Engineering 57(5): 1124-1132. | | |