



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년07월12일
(11) 등록번호 10-2276884
(24) 등록일자 2021년07월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06N 5/04 (2006.01) A61B 5/00 (2021.01)
A61B 5/16 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06N 5/04 (2013.01)
A61B 5/162 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0169244
(22) 출원일자 2020년12월07일
심사청구일자 2020년12월07일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020180041089 A*
JP2006204357 A
US20190239790 A1
KR1020200070927 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
박해정
경기도 고양시 일산동구 위시티1로 7, 506동 1701호
백중수
서울특별시 강동구 고덕로 360, 311동 402호
(74) 대리인
특허법인인벤싱크

전체 청구항 수 : 총 9 항

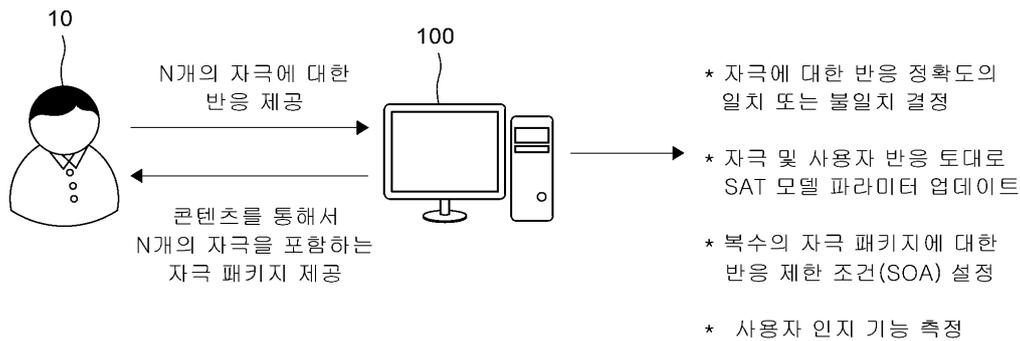
심사관 : 서광훈

(54) 발명의 명칭 SAT 모델 추정 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은, SAT 모델 추정 방법에 관한 것으로서, 상기 추정 방법은, SAT 모델 추정 장치의 프로세서에 의해서 수행되는 인지 기능 측정을 위한 파라미터 추정 방법으로서, SAT(Speed-Accuracy Tradeoff) 모델의 사전 파라미터 분포를 결정하는 단계, 동일한 반응 제한 조건(SOA, Stimulus Onset Asynchrony)을 가진 N개(N은 2 이상의 자연수)의 자극을 포함하는 자극 패키지를 선정하는 단계, 상기 반응 제한 조건을 따르는 자극 패키지를 사용자에게 제공하고, 상기 N개의 자극에 대한 사용자의 반응을 측정하는 단계 및 측정된 반응을 토대로 개인 별 SAT 모델 파라미터를 추정하기 위한 사후 파라미터 분포를 결정하는 단계를 포함하도록 구성된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류
A61B 5/4088 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711103637
과제번호	2017M3C7A1030750
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	뇌과학원천기술개발(R&D)
연구과제명	딥러닝을 활용한 디지털 표현형 기반의 인지조절 취약집단 조기진단 시스템 개발
기여율	1/1
과제수행기관명	연세대학교
연구기간	2020.01.01 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

SAT 모델 추정 장치의 프로세서에 의해서 수행되는 인지 기능 측정을 위한 파라미터 추정 방법으로서,

상기 프로세서를 통해 SAT(Speed-Accuracy Tradeoff) 모델의 사전 파라미터 분포를 결정하는 단계;

상기 프로세서를 통해 동일한 반응 제한 조건(SOA, Stimulus Onset Asynchrony)을 가진 N개(N은 2 이상의 자연수)의 자극을 포함하는 자극 패키지를 선정하는 단계;

상기 프로세서를 통해 상기 반응 제한 조건을 따르는 자극 패키지를 사용자에게 제공하고, 상기 N개의 자극에 대한 사용자의 반응을 측정하는 단계; 및

상기 프로세서를 통해 측정된 반응을 토대로 개인 별 SAT 모델 파라미터를 추정하기 위한 사후 파라미터 분포를 결정하는 단계; 를 포함하고,

상기 측정하는 단계는,

상기 프로세서를 통해 순차적으로 서로 다른 반응 제한 조건을 가지는 복수의 자극 패키지를 사용자에게 제공하고, 상기 복수의 자극 패키지 각각에 대한 사용자의 반응을 측정하는 단계이며,

상기 서로 다른 반응 제한 조건은,

상기 프로세서에 의해 이전 회차의 자극 패키지를 통해 결정된 사후 파라미터 분포에서 최대 정보 이득(Information Gain)을 가지는 반응 제한 조건이 다음 회차의 자극 패키지에 포함될 반응 제한 조건으로 결정되도록 구성되는, SAT 모델 추정 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 측정하는 단계는,

상기 프로세서를 통해 상기 N개의 자극에 대한 사용자의 반응 정확도를 일치 또는 불일치로 양분화하여 측정하는 단계인, SAT 모델 추정 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 측정하는 단계는,

상기 프로세서를 통해 동일한 제1 반응 제한 조건을 가진 N개의 제1 자극 패키지를 최적으로 선정하는 단계,

상기 프로세서를 통해 선정된 제1 자극 패키지를 사용자에게 제공하고, 상기 제1 자극 패키지에 대한 사용자의 반응을 측정하는 제1 측정 단계,

상기 프로세서를 통해 측정된 반응을 토대로 제M 자극 패키지(M은 2 이상의 자연수)에 포함될 최적의 제M 반응 제한 조건을 결정하는 단계, 와

상기 프로세서를 통해 결정된 최적의 제M 반응 제한 조건을 가지는 N개의 제2 자극 패키지를 사용자에게 제공하고, 상기 제M 자극 패키지에 대한 사용자의 반응을 측정하는 제2 측정 단계, 를 더 포함하는 SAT 모델 추정 방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 제2 측정 단계 이후에,

상기 프로세서를 통해 상기 제M 자극 패키지에 대한 사용자의 반응을 토대로 사후 파라미터 분포를 결정하고, 결정된 사후 파라미터 분포가 기 설정된 기준에 부합하는지 판단하는 단계, 를 더 포함하는 SAT 모델 추정 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 판단하는 단계 이후에,

상기 프로세서를 통해 상기 결정된 사후 파라미터 분포가 기 설정된 기준에 부합하는 경우, 해당 사후 파라미터 분포를 개인의 SAT 모델 파라미터로 결정하는 단계, 를 더 포함하는 SAT 모델 추정 방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 판단하는 단계 이후에,

상기 결정된 사후 파라미터 분포가 기 설정된 기준에 부합하지 않는 경우, 상기 프로세서를 통해 상기 반응 제한 조건을 결정하는 단계로 되돌아가는 단계, 를 더 포함하는 SAT 모델 추정 방법.

청구항 8

자극을 포함하는 콘텐츠 또는 상기 자극에 대한 사용자의 반응을 수신하도록 구성된 수신부; 및

상기 수신부와 동작 가능하게 연결된 프로세서; 를 포함하고,

상기 프로세서는,

SAT(Speed-Accuracy Tradeoff) 모델의 사전 파라미터 분포를 결정하고,

동일한 반응 제한 조건(SOA, Stimulus Onset Asynchrony)을 가진 N개(N은 2 이상의 자연수)의 자극을 포함하는 자극 패키지를 선정하고, 상기 반응 제한 조건을 따르는 자극 패키지를 사용자에게 제공하여, 상기 N개의 자극에 대한 사용자의 반응을 측정하고,

측정된 반응을 토대로 개인 별 SAT 모델 파라미터를 추정하기 위한 사후 파라미터 분포를 결정하도록 구성되며,

상기 프로세서는,

순차적으로 서로 다른 반응 제한 조건을 가지는 복수의 자극 패키지를 사용자에게 제공하고, 상기 복수의 자극 패키지 각각에 대한 사용자의 반응을 측정하도록 구성되며,

상기 서로 다른 반응 제한 조건은,

이전 회차의 자극 패키지를 통해 결정된 사후 파라미터 분포에서 최대 정보 이득(Information Gain)을 가지는 반응 제한 조건이 다음 회차의 자극 패키지에 포함될 반응 제한 조건으로 결정되도록 구성되는, SAT 모델 추정 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 N개의 자극에 대한 사용자의 반응 정확도를 일치 또는 불일치로 양분화하여 측정하도록 구성되는, SAT 모델 추정 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,
 상기 프로세서는,
 동일한 제1 반응 제한 조건을 가진 N개의 제1 자극 패키지를 최적으로 선정하고,
 선정된 제1 자극 패키지를 사용자에게 제공하여, 상기 제1 자극 패키지에 대한 사용자의 반응을 측정하고,
 측정된 반응을 토대로 제M 자극 패키지(M은 2 이상의 자연수)에 포함될 최적의 제M 반응 제한 조건을 결정하며,
 결정된 최적의 제M 반응 제한 조건을 가지는 N개의 제2 자극 패키지를 사용자에게 제공하고, 상기 제M 자극 패키지에 대한 사용자의 반응을 측정하도록 구성되는, SAT 모델 추정 장치.

청구항 11

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 SAT 모델 추정 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 대부분의 심리학 실험에서는 자극에 대한 반응 시간 또는 반응 정확도를 획득하고, 이를 통해 인간의 인지 기능의 측정한다. 하지만, 반응 시간과 반응 정확도는 서로 상보적인 관계를 가지고 있기 때문에, 하나의 종속 측정치만을 기준으로 인간의 인지 기능을 해석하는 데에는 어려움이 있다.

[0003] 그에 따라, 종래 자극에 대한 반응 시간과 정확도를 통합하여 해석할 수 있는 시간-정확도 상보 실험 패러다임과 모형이 개발되어 왔으며, 이는 인간의 인지 기능 중 정보 처리 과정에 대한 보다 자세한 정보를 줄 수 있어, 큰 가치를 가지고 있다.

[0004] 그러나 종래의 SAT 모델의 경우, 그 이전에 보편화된 반응 시간 및 반응 정확도 측정 실험에 비해 많은 시간이 소요됨에 따라, 아동층, 노년층, 환자군과 같은 특수 집단을 대상으로 실험을 진행할 경우 어려움이 있다.

[0005] 또한, 종래의 SAT 모델은 파라미터 측정을 위해 주 자극을 제공하는 시간과 힌트 자극을 제공하는 시간 사이 (Stimulus onset asynchrony, SOA)의 이산적 구간을 미리 정해두고 각 구간 중앙 값에 해당하는 SOA로 자극을 제시하여 수십에서 수백 회의 정확도를 측정하였으나, 실험 참여자 수가 많을 경우에는 비현실적인 방법이라 할 수 있다.

[0006] 발명의 배경이 되는 기술은 본 발명에 대한 이해를 보다 용이하게 하기 위해 작성되었다. 발명의 배경이 되는 기술에 기재된 사항들이 선행기술로 존재한다고 인정하는 것으로 이해되어서는 안 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 상술한 어려움을 해결하기 위해, 긴 측정 시간을 필요로 하는 SAT 모델의 개인 별 파라미터 추정 실험을 보다 효율적으로 진행하기 위한 방법이 요구된다.

[0008] 그 결과, 본 발명의 발명자들은, 베이지안 추론(Bayesian inference) 이론과 정보 이론을 이용하여, SAT 모델의 개인 별 파라미터를 빠른 시간 내에 구할 수 있는 방법 및 장치를 개발하였다.

[0009] 본 발명의 일 실시예에서 해결하고자 하는 과제는 각 파라미터에 대한 사전 분포를 정의한 뒤, 특정 수준의 자극이 주어졌을 때의 사용자 반응을 측정하고, 측정된 사용자 반응을 토대로 파라미터에 대한 사전 분포를 사후 분포로 업데이트 함으로써, SAT 모델의 개인에게 적합한 파라미터를 빠르게 구할 수 있는 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에서 해결하고자 하는 과제는, 동일 조건의 자극을 다량으로 한 패키지에 묶어 제공하고,

자극에 대한 반응 정확도를 두 가지 결과로 구분함으로써, 파라미터 추정을 위한 과정을 단축시킬 수 있는 방법 및 장치를 제공하는 것이다.

[0011] 본 발명의 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 전술한 바와 같은 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 일 실시예에 따른 SAT 모델 추정 방법을 제공한다. 상기 방법은, SAT 모델 추정 장치의 프로세서에 의해서 수행되는 인지 기능 측정을 위한 파라미터 추정 방법으로서, SAT(Speed-Accuracy Tradeoff) 모델의 사전 파라미터 분포를 결정하는 단계, 동일한 반응 제한 조건(SOA, Stimulus Onset Asynchrony)을 가진 N개(N은 2 이상의 자연수)의 자극을 포함하는 자극 패키지를 선정하는 단계, 상기 반응 제한 조건을 따르는 자극 패키지를 사용자에게 제공하고, 상기 N개의 자극에 대한 사용자의 반응을 측정하는 단계 및 측정된 반응을 토대로 개인 별 SAT 모델 파라미터를 추정하기 위한 사후 파라미터 분포를 결정하는 단계를 포함하도록 구성된다.

[0013] 본 발명의 특징에 따르면, 상기 측정하는 단계는, 상기 N개의 자극에 대한 사용자의 반응 정확도를 일치 또는 불일치로 양분화하여 측정하는 단계일 수 있다.

[0014] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 상기 측정하는 단계는, 동일한 제1 반응 제한 조건을 가진 N개의 제1 자극 패키지를 최적으로 선정하는 단계, 선정된 제1 자극 패키지를 사용자에게 제공하고, 상기 제1 자극 패키지에 대한 사용자의 반응을 측정하는 제1 측정 단계, 측정된 반응을 토대로 제M 자극 패키지(M은 2 이상의 자연수)에 포함될 최적의 제M 반응 제한 조건을 결정하는 단계와 결정된 최적의 제M 반응 제한 조건을 가지는 N개의 제2 자극 패키지를 사용자에게 제공하고, 상기 제M 자극 패키지에 대한 사용자의 반응을 측정하는 제2 측정 단계를 더 포함하도록 구성된다.

[0015] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 상기 제M 자극 패키지에 포함될 반응 제한 조건을 결정하는 단계는, 상기 제(M-1) 자극 패키지를 통해 결정된 사후 파라미터 분포에서 최대 정보 이득(Information Gain)을 가지는 반응 제한 조건을, 상기 제M 자극 패키지에 포함될 반응 제한 조건으로 결정하는 단계일 수 있다.

[0016] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 상기 제2 측정 단계 이후에, 상기 제M 자극 패키지에 대한 사용자의 반응을 토대로 사후 파라미터 분포를 결정하고, 결정된 사후 파라미터 분포가 기 설정된 기준에 부합하는지 판단하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0017] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 상기 판단하는 단계 이후에, 상기 결정된 사후 파라미터 분포가 기 설정된 기준에 부합하는 경우, 해당 사후 파라미터 분포를 개인의 SAT 모델 파라미터로 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0018] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 상기 판단하는 단계 이후에, 상기 결정된 사후 파라미터 분포가 기 설정된 기준에 부합하지 않는 경우, 상기 반응 제한 조건을 결정하는 단계로 되돌아가는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0019] 전술한 바와 같은 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 다른 실시예에 따른 SAT 모델 추정 장치를 제공한다. 상기 장치는, 자극을 포함하는 콘텐츠 또는 상기 자극에 대한 사용자의 반응을 수신하도록 구성된 수신부 및 상기 수신부와 동작 가능하게 연결된 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는, SAT(Speed-Accuracy Tradeoff) 모델의 사전 파라미터 분포를 결정하고, 동일한 반응 제한 조건(SOA, Stimulus Onset Asynchrony)을 가진 N개(N은 2 이상의 자연수)의 자극을 포함하는 자극 패키지를 선정하고, 상기 반응 제한 조건을 따르는 자극 패키지를 사용자에게 제공하여, 상기 N개의 자극에 대한 사용자의 반응을 측정하고, 측정된 반응을 토대로 개인 별 SAT 모델 파라미터를 추정하기 위한 사후 파라미터 분포를 결정하도록 구성된다.

[0020] 본 발명의 특징에 따르면, 상기 프로세서는, 상기 N개의 자극에 대한 사용자의 반응 정확도를 일치 또는 불일치로 양분화하여 측정하도록 구성될 수 있다.

[0021] 본 발명의 다른 특징에 따르면, 상기 프로세서는, 동일한 제1 반응 제한 조건을 가진 N개의 제1 자극 패키지를 최적으로 선정하고, 선정된 제1 자극 패키지를 사용자에게 제공하여, 상기 제1 자극 패키지에 대한 사용자의 반응을 측정하고, 측정된 반응을 토대로 제M 자극 패키지(M은 2 이상의 자연수)에 포함될 최적의 제M 반응 제한 조건을 결정하며, 결정된 최적의 제M 반응 제한 조건을 가지는 N개의 제2 자극 패키지를 사용자에게 제공하고, 상기 제M 자극 패키지에 대한 사용자의 반응을 측정하도록 구성될 수 있다.

[0022] 본 발명의 또 다른 특징에 따르면, 상기 프로세서는, 상기 제(M-1) 자극 패키지를 통해 결정된 사후 파라미터 분포에서 최대 정보 이득(Information Gain)을 가지는 반응 제한 조건을, 상기 제M 자극 패키지에 포함될 반응 제한 조건으로 결정하도록 구성될 수 있다.

[0023] 기타 실시예의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

[0024] 본 발명은 개인에게 적응형 자극을 제시하는 과정에서 구간을 나누지 않고, 동일한 반응 제한 조건을 가진 소수 개의 자극을 하나의 패키지로 제공함으로써, 미리 지정된 수준의 자극을 제시하고 반응을 측정하는 과정을 수백, 수천회 수행하는 번거로운 과정을 간소화하면서, 빠르고 정확하게 개인의 SAT 모델 파라미터를 구할 수 있다.

[0025] 또한, 본 발명은 자극에 대한 사용자 반응의 정확도를 0%, 100%의 두 가지로만 나누고, 그 결과를 베이지안 추론 방식에 적용함으로써, 사용자 고유의 파라미터를 찾아내기 위한 시간을 단축시킬 수 있다.

[0026] 본 발명에 따른 효과는 이상에서 예시된 내용에 의해 제한되지 않으며, 더욱 다양한 효과들이 본 발명 내에 포함되어 있다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 SAT 모델 파라미터 추정 방법의 개요를 설명하기 위한 개략도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 SAT 모델 파라미터 추정 장치의 구성을 나타낸 블록도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 SAT 모델 파라미터 추정 장치가 자극에 대한 사용자 반응 정확도를 양분화하는 방식을 설명하기 위한 그래프이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 SAT 모델 파라미터 추정 장치가 자극 패키지를 제공하는 방식을 설명하기 위한 개략도이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 SAT 모델 파라미터 추정 방법의 순서도이다.

도 6a 내지 도 6c는 본 발명의 일 실시예에 따른 SAT 모델 파라미터 추정 방법의 결과를 설명하기 위한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 도면의 설명과 관련하여, 유사한 구성요소에 대해서는 유사한 참조부호가 사용될 수 있다.

[0029] 본 문서에서, "가진다," "가질 수 있다," "포함한다," 또는 "포함할 수 있다" 등의 표현은 해당 특징(예: 수치, 기능, 동작, 또는 부품 등의 구성요소)의 존재를 가리키며, 추가적인 특징의 존재를 배제하지 않는다.

[0030] 본 문서에서, "A 또는 B," "A 또는/및 B 중 적어도 하나," 또는 "A 또는/및 B 중 하나 또는 그 이상" 등의 표현은 함께 나열된 항목들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다. 예를 들면, "A 또는 B," "A 및 B 중 적어도 하나," 또는 "A 또는 B 중 적어도 하나"는, (1) 적어도 하나의 A를 포함, (2) 적어도 하나의 B를 포함, 또는(3) 적어도 하나의 A 및 적어도 하나의 B 모두를 포함하는 경우를 모두 지칭할 수 있다.

[0031] 본 문서에서 사용된 "제1," "제2," "첫째," 또는 "둘째," 등의 표현들은 다양한 구성요소들을, 순서 및/또는 중요도에 상관없이 수식할 수 있고, 한 구성요소를 다른 구성요소와 구분하기 위해 사용될 뿐 해당 구성요소들을 한정하지 않는다. 예를 들면, 제1 사용자 기기와 제2 사용자 기기는, 순서 또는 중요도와 무관하게, 서로 다른 사용자 기기를 나타낼 수 있다. 예를 들면, 본 문서에 기재된 권리범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 바꾸어 명명될 수 있다.

[0032] 어떤 구성요소(예: 제1 구성요소)가 다른 구성요소(예: 제2 구성요소)에 "(기능적으로 또는 통신적으로) 연결되

어((operatively or communicatively) coupled with/to)" 있다거나 "접속되어(connected to)" 있다고 언급된 때에는, 상기 어떤 구성요소가 상기 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나, 다른 구성요소(예: 제3 구성요소)를 통하여 연결될 수 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소(예: 제1 구성요소)가 다른 구성요소(예: 제2 구성요소)에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 상기 어떤 구성요소와 상기 다른 구성요소 사이에 다른 구성요소(예: 제3 구성요소)가 존재하지 않는 것으로 이해될 수 있다.

[0033] 본 문서에서 사용된 표현 "~하도록 구성된(또는 설정된)(configured to)"은 상황에 따라, 예를 들면, "~에 적합한(suitable for)," "~하는 능력을 가지는(having the capacity to)," "~하도록 설계된(designed to)," "~하도록 변경된(adapted to)," "~하도록 만들어진(made to)," 또는 "~를 할 수 있는(capable of)"과 바꾸어 사용될 수 있다. 용어 "~하도록 구성된(또는 설정된)"은 하드웨어적으로 "특별히 설계된(specifically designed to)" 것만을 반드시 의미하지 않을 수 있다. 대신, 어떤 상황에서는, "~하도록 구성된 장치"라는 표현은, 그 장치가 다른 장치 또는 부품들과 함께 "~할 수 있는" 것을 의미할 수 있다. 예를 들면, 문구 "A, B, 및 C를 수행하도록 구성된(또는 설정된)프로세서"는 해당 동작을 수행하기 위한 전용 프로세서(예: 임베디드 프로세서), 또는 메모리 장치에 저장된 하나 이상의 소프트웨어 프로그램들을 실행함으로써, 해당 동작들을 수행할 수 있는 범용 프로세서(generic-purpose processor)(예: CPU 또는 application processor)를 의미할 수 있다.

[0034] 본 문서에서 사용된 용어들은 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 다른 실시예의 범위를 한정하려는 의도가 아닐 수 있다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다. 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 용어들은 본 문서에 기재된 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가질 수 있다. 본 문서에 사용된 용어들 중 일반적인 사전에 정의된 용어들은, 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 동일 또는 유사한 의미로 해석될 수 있으며, 본 문서에서 명백하게 정의되지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다. 경우에 따라서, 본 문서에서 정의된 용어일지라도 본 문서의 실시예들을 배제하도록 해석될 수 없다.

[0035] 본 발명의 여러 실시예들의 각각 특징들이 부분적으로 또는 전체적으로 서로 결합 또는 조합 가능하며, 당업자가 충분히 이해할 수 있듯이 기술적으로 다양한 연동 및 구동이 가능하며, 각 실시예들이 서로에 대하여 독립적으로 실시 가능할 수도 있고 연관 관계로 함께 실시 가능할 수도 있다.

[0036] 본 명세서의 해석의 명확함을 위해, 이하에서는 본 명세서에서 사용되는 용어들을 정의하기로 한다.

[0037] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 SAT 모델 파라미터 추정 방법의 개요를 설명하기 위한 개략도이다.

[0038] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 SAT 모델 파라미터 추정 방법은, SAT 모델 추정 장치(100)가 사용자(10)에게 제공하는 자극과 자극에 대한 반응을 토대로 사용자 인지 기능을 측정할 수 있다. 사용자 인지 기능이란 기억력(Memory), 언어 능력(Language), 시공간 파악 능력(Visuospatial function), 주의 집중력(Attention), 판단 능력(Executive function) 및 추상적인 사고력(Abstract thinking) 등의 다양한 지적 능력을 포함하며, 본 발명의 일 실시예에서, SAT 모델(Speed-Accuracy Tradeoff Model) 추정 장치(100)는 사용자(10)의 반응을 측정하는 과정에서 서로 상보적인 요소라고 할 수 있는 두 가지 요소(반응 시간, 반응 정확도)를 모두 고려하여 사용자 인지 기능을 측정할 수 있는 장치일 수 있다.

[0039] 이를 위해, SAT 모델 추정 장치(100)는 콘텐츠를 통해서 N개(N은 2 이상의 자연수)의 자극을 포함하는 자극 패키지를 사용자(10)에게 제공하고, 사용자(10)가 제공하는 N개의 자극에 대한 반응을 측정할 수 있다. 예를 들어, SAT 모델 추정 장치(100)는 사용자(10)에게 시각적, 청각적인 자극을 포함하는 콘텐츠(게임)를 제공함으로써, N개의 자극을 포함하는 다수의 자극 패키지를 사용자(10)에게 제공할 수 있으며, 콘텐츠를 시청하는 사용자(10)의 반응을 측정할 수 있다.

[0040] 아울러, "SAT 모델 추정 장치(100)가 반응을 측정한다"는 것은 SAT 모델 추정 장치(100)가 반응 시간과 반응 정확도를 측정하는 것으로 이해될 수 있다.

[0041] 실시예에 따라, SAT 모델 추정 장치(100)는 SAT 모델을 통해 사용자의 인지 기능을 빠른 시간 내에 측정할 수 있도록, SAT 모델의 파라미터를 확률 변수로 가정하는 베이지안 추론(Bayesian interference) 방식을 이용할 수 있다. 예를 들어, SAT 모델 추정 장치(100)는 자극에 대한 반응 정확도를 일치 또는 불일치로 양분화하여 결정하고, 사전에 결정된 SAT 모델 파라미터를 자극과 사용자의 반응을 토대로 업데이트할 수 있으며, 그 이전에 사용자(10)에게 제공될 자극 패키지 내 자극에 대한 반응 제한 조건(Stimulus Onset Asynchrony, SOA)을 설정할 수 있으며, 이에 대한 보다 구체적인 설명은 후술하도록 한다.

- [0042] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 SAT 모델 파라미터 추정 장치의 구성을 나타낸 블록도이다.
- [0043] 도 2를 참조하면, SAT 모델 파라미터 추정 장치(100)는 수신부(110), 입력부(120), 출력부(130), 저장부(140) 및 프로세서(150)를 포함할 수 있다.
- [0044] 수신부(110)는 외부 서버(미도시) 또는 영상 촬영 장치(미도시)와 연결되어, SAT 모델을 추정하기 위한 각종 데이터를 수신할 수 있다. 예를 들어, 수신부(110)는 외부 서버로부터 콘텐츠를 수신할 수 있으며, 여기서의 콘텐츠는 사용자에게 제공될 다수의 자극 패키지를 포함할 수 있다. 다만, 콘텐츠에 포함된 다수의 자극 패키지는 후술하게 될 프로세서(150)에 의해 자극에 대한 반응 제한 조건이 임의로 변경될 수 있다. 다른 예를 들어, 수신부(110)는 영상 촬영 장치로부터 자극에 대한 사용자의 반응 영상을 수신할 수 있으며, 여기서의 반응 영상은 가시 광선 카메라, 근적외선 분광법(NIRS, Near-Infrared Spectroscopy), 뇌파, 근전도등을 통해 촬영된 사용자의 뇌 활동 영상일 수 있다.
- [0045] 입력부(120)는 자극에 대한 사용자의 반응을 입력 받을 수 있다. 구체적으로, 입력부(120)는 출력부(130)를 통해 사용자에게 N개(N은 2 이상의 자연수)의 자극을 가진 자극 패키지를 포함하는 콘텐츠가 제공되는 동안, N개의 자극에 대한 사용자의 반응을 입력 받을 수 있다. 예를 들어, 입력부(120)는 사용자의 동작에 따라 획득되는 키보드, 마우스 클릭, 정전용량 변화에 따른 터치 신호를 사용자의 반응인 것으로 판단하여 입력 받을 수 있다. 다만, 입력부(120)가 입력 받는 사용자의 반응은 상술한 종류 외에도 사용자의 음성, 제스처 등 다양한 종류를 포함할 수 있다.
- [0046] 출력부(130)는 사용자에게 시청각적 자극을 제공하기 위한 각종 콘텐츠를 출력할 수 있다. 실시예에 따라, 출력부(130)는 다수의 자극 패키지가 포함된 콘텐츠를 제공할 수 있으며, 하나의 자극 패키지에는 다수의 동일한 반응 제한 조건을 가지는 자극이 포함될 수 있다. 다만, 자극 패키지 별로는 서로 다른 반응 제한 조건을 가질 수 있으며, 여기서, 반응 제한 조건은 사용자의 정보 이득(Information gain)이 최대가 되는 자극을 기초로 설정될 수 있다.
- [0047] 출력부(130)는 사용자의 터치 입력을 수신할 수 있으며, 이러한 경우, 입력부(120)와 출력부(130)는 하나의 물리적 구성 요소로 이루어질 수 있다. 그에 따라, 출력부(130)는 영상을 표시하는 영역에서 발생하는 다양한 입력을 인식할 수 있는 다양한 센싱 수단들을 포함할 수 있다.
- [0048] 저장부(140)는 SAT 모델 추정 장치(100)에서 사용되는 다양한 데이터를 저장할 수 있다. 예를 들어, 저장부(140)는 SAT 모델의 사전 파라미터 분포를 결정하기 위한 그룹 데이터를 저장할 수 있으며, 자극 패키지 별로 측정된 사용자의 반응을 저장할 수 있다. 다른 예를 들어, 저장부(140)는 사전 파라미터 분포에서부터 지속적으로 업데이트된 사후 파라미터 분포를 개인의 SAT 모델 파라미터로 최종 결정하기 위한 기준 데이터를 저장할 수 있다.
- [0049] 또한, 저장부(140)는 개인 별 SAT 모델 파라미터를 그룹 별 데이터베이스에 저장할 수 있으며, SAT 모델 추정 장치(100)는 추후 해당 사용자가 다시 사용자 인지 기능을 측정하고자 하는 경우에, 저장부(140)에 저장된 개인 별 파라미터를 이용할 수 있다.
- [0050] 다양한 실시예에서 저장부(140)는 각종 데이터, 명령 및 정보를 저장할 수 있는 휘발성 또는 비휘발성 기록 매체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 저장부(140)는 플래시 메모리 타입, 하드디스크 타입, 멀티미디어 카드 마이크로 타입, 카드 타입의 메모리(예를 들어 SD 또는 XD 메모리 등), 램, SRAM, 롬, EEPROM, PROM, 네트워크 저장 스토리지, 클라우드, 블록체인 데이터베이스 중 적어도 하나의 타입의 저장매체를 포함할 수 있다.
- [0051] 또한, 저장부(140)는 SAT 모델 추정 장치(100)와의 동작을 위한 명령어들이 기록되어 있을 수 있다. 다양한 실시예에서, 저장부(140)는 인지 기능 측정에 필요한 SAT 파라미터를 추정하기 위한 어플리케이션(미도시)이 기록되어 있을 수 있다.
- [0052] 프로세서(150)는 수신부(110), 입력부(120), 출력부(130) 및 저장부(140)와 동작 가능하게 연결되어, SAT 모델 추정 장치(100)의 전반적인 동작을 제어할 수 있으며, 저장부(140)에 저장된 어플리케이션 또는 프로그램을 구동하여 자극 패키지를 사용자에게 제공하고, SAT 모델의 사후 파라미터 분포를 결정하여, 개인 별 SAT 모델 파라미터를 추정하기 위한 다양한 명령들을 수행할 수 있다.
- [0053] 한편, 프로세서(150)는 CPU(Central Processing Unit)나 AP(Application Processor)와 같은 연산 장치에 해당할 수 있다. 또한, 프로세서(150)는 다양한 연산 장치가 통합된 SoC(System on Chip)와 같은 통합 칩(Integrated Chip (IC))의 형태로 구현될 수 있다.

- [0054] 실시예에 따라, 프로세서(150)는 SAT(Speed-Accuracy Tradeoff) 모델의 사전 파라미터 분포를 결정하고, 동일한 반응 제한 조건(SOA, Stimulus Onset Asynchrony)을 가진 N개(N은 2 이상의 자연수)의 자극을 포함하는 자극 패키지를 사용자에게 제공하여, N개의 자극에 대한 사용자의 반응을 측정할 수 있다. 여기서, SAT 모델의 파라미터 분포는 세타(θ)로 표현되는 파라미터 세트일 수 있으며, SAT 모델 추정 장치(100)는 장치에 기 저장된 그룹 데이터를 토대로 사전 파라미터 세트를 결정할 수 있다.
- [0055] 프로세서(150)는 사용자가 무의식 중에 자극에 대한 반응 시간과 반응 정확도 중 어떠한 요소를 더 중점에 두고 반응하는지 결정하기 위해, 동일한 반응 제한 조건을 가진 N개의 자극을 사용자에게 하나의 패키지로 제공할 수 있다.
- [0056] 한편, 상술한 바와 같이 프로세서(150)는 자극에 대한 반응 측정 과정에서 사용자의 반응 시간 및 반응 정확도를 측정할 수 있는데, N개의 자극에 대한 반응 정확도를 일치 또는 불일치로 양분화하여 측정할 수 있다.
- [0057] 이와 관련하여, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 SAT 모델 파라미터 추정 장치가 자극에 대한 사용자 반응 정확도를 양분화하는 방식을 설명하기 위한 그래프이다.
- [0058] 도 3을 참조하면, SAT 모델 파라미터 추정 장치(100)는 왼쪽에 도시된 자극에 대한 반응 시간-정확도 그래프 내에서 자극에 대한 반응 정확도를 0% ~100% 내 특정 퍼센트 값으로 측정하지 않고, 오른쪽에 도시된 바와 같이 반응 정확도를 0% 또는 100%로 이분화하여 측정할 수 있다.
- [0059] 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 프로세서(150)는 사용자의 인지 기능 측정을 위한 자극의 제공 횟수를 줄이기 위해, 자극에 대한 사용자의 반응을 일치 또는 불일치로 양분화할 수 있다.
- [0060] 다시 도 2를 참조하면, 프로세서(150)는 측정된 반응을 토대로 개인 별 SAT 모델 파라미터를 추정하기 위한 사후 파라미터 분포를 결정할 수 있다. 구체적으로, 프로세서(150)는 자극 패키지에 포함된 하나의 자극(x)에 대한 반응 값(r_x)(여기서의 반응 값은 일치(100%), 불일치(0%) 두 가지로 나뉜.)이 나올 베르누이 확률($\Psi_\theta(x)$)을 N회 측정하였을 때, N회의 측정 과정 중 사용자가 k회(k는 N미만의 자연수)로 맞게 결정할 우도함수를 계산함으로써, SAT 모델의 사후 파라미터 분포를 결정할 수 있다. 다시 말해서, 프로세서(150)는 하기 [수학식 1]와 같은 베이저안 추론 방식을 통해, 추정에 필요한 자극의 제공 횟수는 최소화하고, 개인 별 SAT 모델 파라미터를 추정하기 위한 사후 파라미터 분포를 결정할 수 있으며, 이때 프로세서(150)는 하기 [수학식 2]와 같이 우도함수를 계산할 수 있다.

수학식 1

[0061]

$$p_t(\theta|r_x) = \frac{p_t(\theta)p(r_x|\theta)}{p_t(r_x)}$$

수학식 2

[0062]

$$p(r_x|\theta) = p(r|x, \theta) = \binom{n}{k} \Psi_\theta(x)^k (1 - \Psi_\theta(x))^{n-k}$$

[0063]

이와 같이, 사후 파라미터 분포를 결정한 후, 프로세서(150)는 그 다음 차수에 제공되는 자극 패키지에 포함될 자극의 반응 제한 조건을 새롭게 설정할 수 있다. 실시예에 따라, 프로세서(150)는 동일한 제1 반응 조건을 가진 N개의 제1 자극 패키지를 선정하여, 선정된 제1 자극 패키지를 사용자에게 제공하고, 제1 자극 패키지에 대한 사용자의 반응을 측정할 수 있으며, 측정된 반응을 토대로 제2 자극 패키지에 포함될 자극의 제2 반응 제한 조건을 결정할 수 있다. 보다 구체적으로, 프로세서(150)는 사용자로부터 N개의 자극에 대한 N개의 반응을 측정하고, 제1 자극 패키지를 통해 결정된 사후 파라미터 분포에서 최대 정보 이득(Information Gain)을 가지는 반응 제한 조건을 선택하여, 이를 제2 자극 패키지에 포함될 자극의 반응 제한 조건으로 결정할 수 있다. 예를 들어, 프로세서(150)는 하기 [수학식 3]과 같이 사후 파라미터 분포에서 상호의존정보(Mutual Information)가 높

은 자극을 선택할 수 있다.

수학적식 3

$$H_r(\theta) - H_r(\theta|R_x) \equiv I_r(\theta; R_x) = I_r(R_x; \theta) = H_r(R_x) - H_r(R_x|\theta) = H_r(R_x) - \int p_r(\theta)H(R_x|\theta)d\theta$$

[0064]

[0065]

다시 말하자면, 프로세서(150)는 동일한 제1 반응 제한 조건을 가진 N개의 제1 자극 패키지를 사용자에게 제공하고, 제1 자극 패키지에 대한 사용자의 반응을 측정된 뒤, 측정된 반응을 토대로 제M 자극 패키지(M은 2 이상의 자연수)에 포함될 최적의 제M 반응 제한 조건을 결정할 수 있으며, 결정된 최적의 제M 반응 제한 조건을 가지는 N개의 제2 자극 패키지를 사용자에게 제공하고, 제M 자극 패키지에 대한 사용자의 반응을 측정할 수 있다.

[0066]

이와 관련하여, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 SAT 모델 파라미터 추정 장치가 자극 패키지를 제공하는 방식을 설명하기 위한 개략도이다.

[0067]

도 4를 참조하면, 프로세서(150)는 사전 파라미터 분포를 시작으로 지속적인 자극 패키지 제공을 통해 사후 파라미터 분포를 얻을 수 있다. 여기서, 블럭이란 하나의 패키지를 의미하는 것으로 이해될 수 있다. 프로세서(150)는 사후 파라미터 분포를 토대로 그 다음 자극 패키지에 포함될 자극의 반응 제한 조건을 결정할 수 있으며, 자극 패키지의 제공과 그에 따른 사용자의 반응 측정을 기 설정된 기준을 만족할 때까지 반복 수행할 수 있다.

[0068]

다시 도 2를 참조하면, 프로세서(150)는 제M 자극 패키지에 대한 사용자의 반응을 토대로 사후 파라미터 분포를 결정하고, 결정된 사후 파라미터 분포가 기 설정된 기준에 부합하는지 판단할 수 있다.

[0069]

만약, 사후 파라미터 분포가 기 설정된 기준에 부합하지 않는 경우, 프로세서(150)는 가장 마지막 시점에 결정된 사후 파라미터 분포를 토대로 최대 정보 이득을 가지는 반응 제한 조건을 선택한 후, 다시 자극 패키지에 대한 사용자의 반응을 측정할 수 있다.

[0070]

이와 반대로, 사후 파라미터 분포가 기 설정된 기준에 부합하는 경우, 프로세서(150)는 해당 사후 파라미터 분포를 개인의 SAT 모델 파라미터로 결정할 수 있다.

[0071]

지금까지 본 발명의 일 실시예에 따른 SAT 모델 추정 장치(100)에 대하여 설명하였다. 본 발명에 따르면, SAT 모델 추정 장치(100)는 동일한 반응 제한 조건을 가진 소수 개의 자극을 하나의 패키지로 제공하고, 자극에 대한 반응의 정확도를 100% 또는 0% 두 가지로만 구분하여 측정된 뒤(이진 결정), 베이지안 추론 방식을 통해 개인의 SAT 모델 파라미터를 얻음으로써(적응형 절차), 사용자에게 불필요하게 과한 자극이 다량 제공되지 않으면서도 정확한 파라미터를 얻을 수 있다.

[0072]

이하에서는 상술한 SAT 모델 추정 장치(100)를 이용하여 사용자의 인지 기능 측정을 위한 파라미터를 추정하는 방법에 대하여 설명하도록 한다.

[0073]

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 SAT 모델 파라미터 추정 방법의 순서도이다.

[0074]

도 5를 참조하면, SAT 모델 추정 장치(100)는 SAT(Speed-Accuracy Tradeoff) 모델의 사전 파라미터 분포를 결정한다(S110). 여기서, SAT 모델의 파라미터 분포는 세타(θ)로 표현되는 파라미터 세트일 수 있으며, SAT 모델 추정 장치(100)는 장치에 기 저장된 그룹 데이터를 토대로 사전 파라미터 세트를 결정할 수 있다.

[0075]

S110 단계 이후, SAT 모델 추정 장치(100)는 동일한 반응 제한 조건(SOA, Stimulus Onset Asynchrony)을 가진 N개(N은 2 이상의 자연수)의 자극을 포함하는 자극 패키지를 선정하고(S120), 해당 반응 제한 조건을 따르는 자극 패키지를 사용자에게 제공하여, N개의 자극에 대한 사용자의 반응을 측정한다(S130). 구체적으로, SAT 모델 추정 장치(100)는 사용자가 무의식 중에 자극에 대한 반응 시간과 반응 정확도 중 어떠한 요소를 더 중점에 두고 반응하는지 결정하기 위해, 동일한 반응 제한 조건을 가진 N개의 자극을 사용자에게 하나의 패키지로 제공할 수 있다.

[0076]

한편, SAT 모델 추정 장치(100)는 사용자의 반응 시간 및 반응 정확도를 측정할 수 있는데, 이때 N개의 자극에 대한 사용자의 반응 정확도를 일치 또는 불일치로 양분화하여 측정할 수 있다.

[0077]

즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 SAT 모델 추정 장치(100)는 사용자의 인지 기능 측정을 위한 자극의 제공 횟수

를 줄이기 위해, 자극에 대한 사용자의 반응을 일치 또는 불일치로 양분화할 수 있다.

[0078] S130 단계 이후, SAT 모델 추정 장치(100)는 측정된 반응을 토대로 개인 별 SAT 모델 파라미터를 추정하기 위한 사후 파라미터 분포를 결정한다(S140). 구체적으로, SAT 모델 추정 장치(100)는 자극 패키지에 포함된 하나의 자극(x)에 대한 반응 값(r_x) (여기서의 반응 값은 일치(100%), 불일치(0%) 두 가지로 나뉜.)이 나올 베르누이 확률($\Psi_\theta(x)$)을 N회 측정하였을 때, N회의 측정 과정 중 사용자가 k회(k는 N미만의 자연수)로 맞게 결정할 우도함수를 계산함으로써, 사후 파라미터 분포를 결정할 수 있다. 다시 말해서, SAT 모델 추정 장치(100)는 하기 [수학식 4]와 같은 베이저안 추론 방식을 통해, 추정에 필요한 자극의 제공 횟수는 최소화하고, 개인 별 SAT 모델 파라미터를 추정하기 위한 사후 파라미터 분포를 결정할 수 있으며, 이때 프로세서(150)는 하기 [수학식 5]와 같이 우도함수를 계산할 수 있다.

수학식 4

$$p_t(\theta|r_x) = \frac{p_t(\theta)p(r_x|\theta)}{p_t(r_x)}$$

[0079]

수학식 5

$$p(r_x|\theta) = p(r|x, \theta) = \binom{n}{k} \Psi_\theta(x)^k (1 - \Psi_\theta(x))^{n-k}$$

[0080]

[0081] 이와 같이, 사후 파라미터 분포를 결정한 후, SAT 모델 추정 장치(100)는 그 다음 차수에 제공되는 자극 패키지에 포함될 자극의 반응 제한 조건을 새롭게 설정할 수 있다. 실시예에 따라, SAT 모델 추정 장치(100)는 동일한 제1 반응 조건을 가진 N개의 제1 자극 패키지를 선정하여, 선정된 제1 자극 패키지를 사용자에게 제공하고, 제1 자극 패키지에 대한 사용자의 반응을 측정할 수 있으며, 측정된 반응을 토대로 제2 자극 패키지에 포함될 자극의 제2 반응 제한 조건을 결정할 수 있다. 보다 구체적으로, SAT 모델 추정 장치(100)는 사용자로부터 N개의 자극에 대한 N개의 반응을 측정하고, 제1 자극 패키지를 통해 결정된 사후 파라미터 분포에서 최대 정보 이득 (Information Gain)을 가지는 반응 제한 조건을 선택하여, 이를 제2 자극 패키지에 포함될 자극의 반응 제한 조건으로 결정할 수 있다. 예를 들어, SAT 모델 추정 장치(100)는 하기 [수학식 6]과 같이 사후 파라미터 분포에서 상호의존정보 (Mutual Information)가 높은 자극을 선택할 수 있다.

수학식 6

$$H_t(\theta) - H_t(\theta|R_x) \equiv I_t(\theta; R_x) = I_t(R_x; \theta) = H_t(R_x) - H_t(R_x|\theta) = H_t(R_x) - \int p_t(\theta)H(R_x|\theta)d\theta$$

[0082]

[0083] 즉, SAT 모델 추정 장치(100)는 동일한 제1 반응 제한 조건을 가진 N개의 제1 자극 패키지를 사용자에게 제공하고, 제1 자극 패키지에 대한 사용자의 반응을 측정한 뒤, 측정된 반응을 토대로 제M 자극 패키지(M은 2 이상의 자연수)에 포함될 최적의 제M 반응 제한 조건을 결정할 수 있으며, 결정된 최적의 제M 반응 제한 조건을 가지는 N개의 제2 자극 패키지를 사용자에게 제공하고, 제M 자극 패키지에 대한 사용자의 반응을 측정할 수 있다. 아울러, SAT 모델 추정 장치(100)는 자극 패키지의 제공과 그에 따른 사용자의 반응 측정을 기 설정된 기준을 만족할 때까지 반복 수행할 수 있다.

[0084] S140 단계 이후, SAT 모델 추정 장치(100)는 제M 자극 패키지에 대한 사용자의 반응을 토대로 사후 파라미터 분포를 결정하고, 결정된 사후 파라미터 분포가 기 설정된 기준에 부합하는지 판단할 수 있다(S150).

[0085] S150 단계에서의 판단 결과, 사후 파라미터 분포가 기 설정된 기준에 부합하지 않는 경우, SAT 모델 추정 장치(100)는 가장 마지막 시점에 결정된 사후 파라미터 분포를 토대로 최대 정보 이득을 가지는 반응 제한 조건을 선택한 후, 다시 자극 패키지에 대한 사용자의 반응을 측정할 수 있다(S120, 아니오).

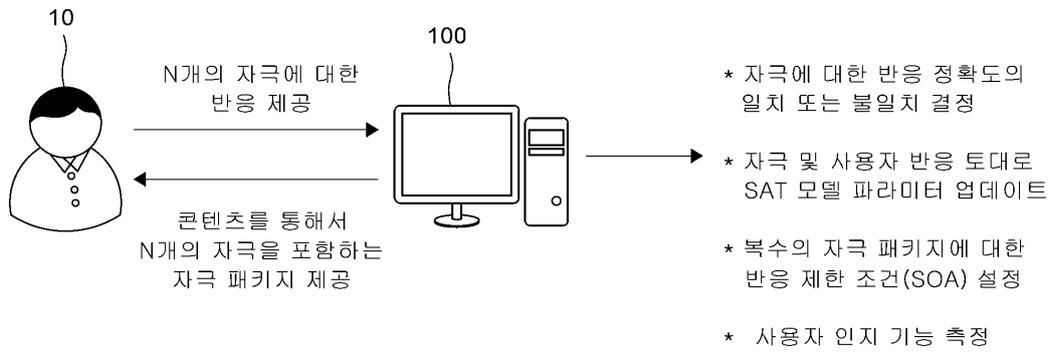
- [0086] S150 단계에서의 판단 결과, 사후 파라미터 분포가 기 설정된 기준에 부합하는 경우, SAT 모델 추정 장치(100)는 해당 사후 파라미터 분포를 개인의 SAT 모델 파라미터로 결정할 수 있다(S160, 예).
- [0087] 지금까지 본 발명의 일 실시예에 따른 SAT 모델 파라미터 추정 방법에 대하여 설명하였으며, 이를 실제로 시뮬레이션 적용한 결과에 대하여 설명하도록 한다.
- [0088] 도 6a 내지 도 6c는 본 발명의 일 실시예에 따른 SAT 모델 파라미터 추정 방법의 결과를 설명하기 위한 그래프이다.
- [0089] 도 6c를 참조하면, (a) 내지 (c)의 그래프는 SAT 모델 추정 장치(100)가 제공하는 자극과 자극에 따른 정보의 양을 나타낸 그래프로서, (b) 그래프에서와 같이 특정 반응 제한 조건을 가진 자극에서의 정보 이득이 높을수록 (a) 그래프에서와 같이 해당 자극에 대한 제공 빈도 수가 높아짐을 확인할 수 있으며, (c) 그래프에서와 같이 SAT 모델 추정 장치(100)가 SAT 모델 추정 방법을 지속적으로 수행한 결과, 시행 초반에 보다 많은 정보를 얻을 수 있음을 확인할 수 있다.
- [0090] 도 6b를 참조하면, (a) 내지 (c)의 그래프는 SAT 모델 파라미터 분포(Θ)를 구성하는 각 파라미터 요소의 추정 값 변화를 나타내는 그래프로서, SAT 모델 추정 장치(100)가 SAT 모델 추정 방법을 지속적으로 수행한 결과, 파라미터 세트를 구성하는 각 요소들의 추정 값이 점선에 도시된 실제 사용자의 파라미터 값에 빠른 속도로 수렴하는 것을 확인할 수 있다.
- [0091] 아울러, 도 6b의 (a) 내지 (c)의 그래프에서 빗금으로 도시된 최고 밀도 구간(Highest Density Interval, HDI)의 면적도 빠르게 감소하였으며, 이는 SAT 모델 파라미터 세트의 정확도(precision)가 높아지는 것으로 이해될 수 있다.
- [0092] 마지막으로, 도 6c를 참조하면, (a) 내지 (c)의 그래프는 SAT 모델 추정 장치(100)가 SAT 모델 추정 방법을 128회, 512회, 1024회 시행한 결과를 나타내는 그래프로서, 시행이 반복됨에 따라 추정된 파라미터 함수가 점선으로 도시된 실제 사용자의 파라미터 분포 함수와 동일한 형태를 가짐을 확인할 수 있다.
- [0093] 지금까지 본 발명의 일 실시예에 따른 SAT 모델 파라미터 추정 방법에 대하여 설명하였다. 본 발명에 따르면, SAT 모델 추정 장치가 사용자의 반응에 따라 반응 제한 조건을 적응형으로 업데이트하고, 자극을 하나의 패키지 단위로 제공함으로써, SAT 모델 파라미터 추정 시간을 단축시킬 수 있는 바, SAT 모델 파라미터 추정 방법을 통해 긴 측정 시간으로 인해 많은 연구 또는 특정 연구 대상에 사용하지 못했던 SAT 실험을 다양한 대상군에 쉽고 빠르게 실시할 수 있다.
- [0094] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 일 실시예들을 더욱 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 반드시 이러한 실시예로 국한되는 것은 아니고, 본 발명의 기술사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 변형 실시될 수 있다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 그러므로, 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

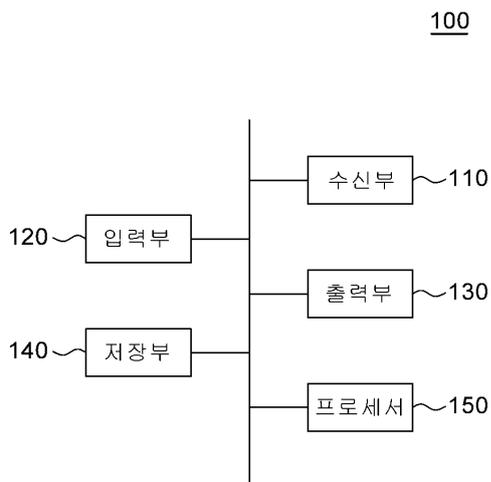
- [0095] 10: 사용자
- 100: SAT 모델 추정 장치
- 110: 수신부
- 120: 입력부
- 130: 출력부
- 140: 저장부
- 150: 프로세서

도면

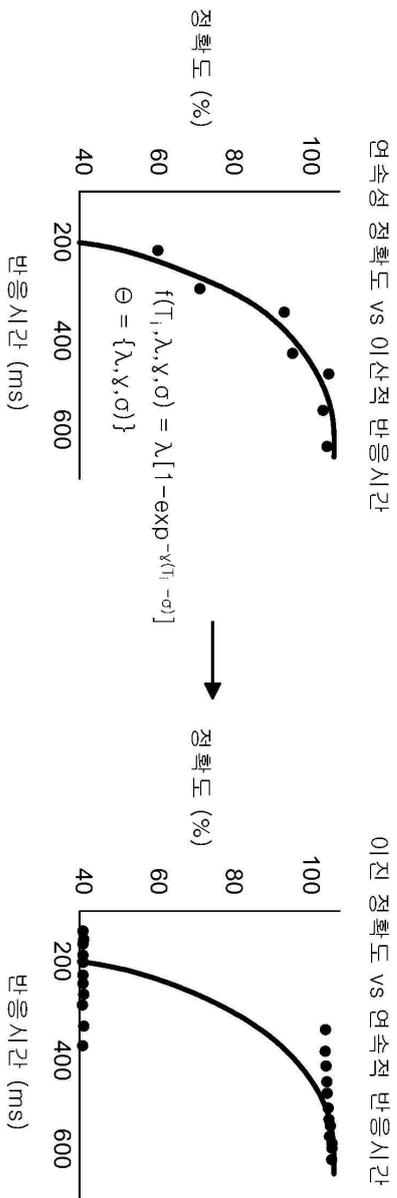
도면1



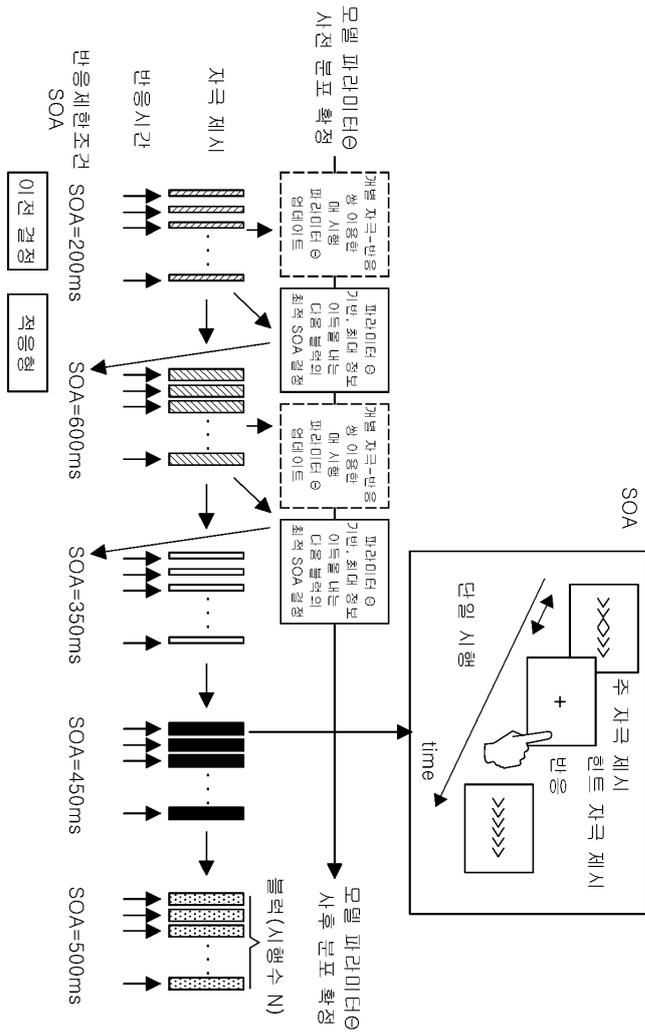
도면2



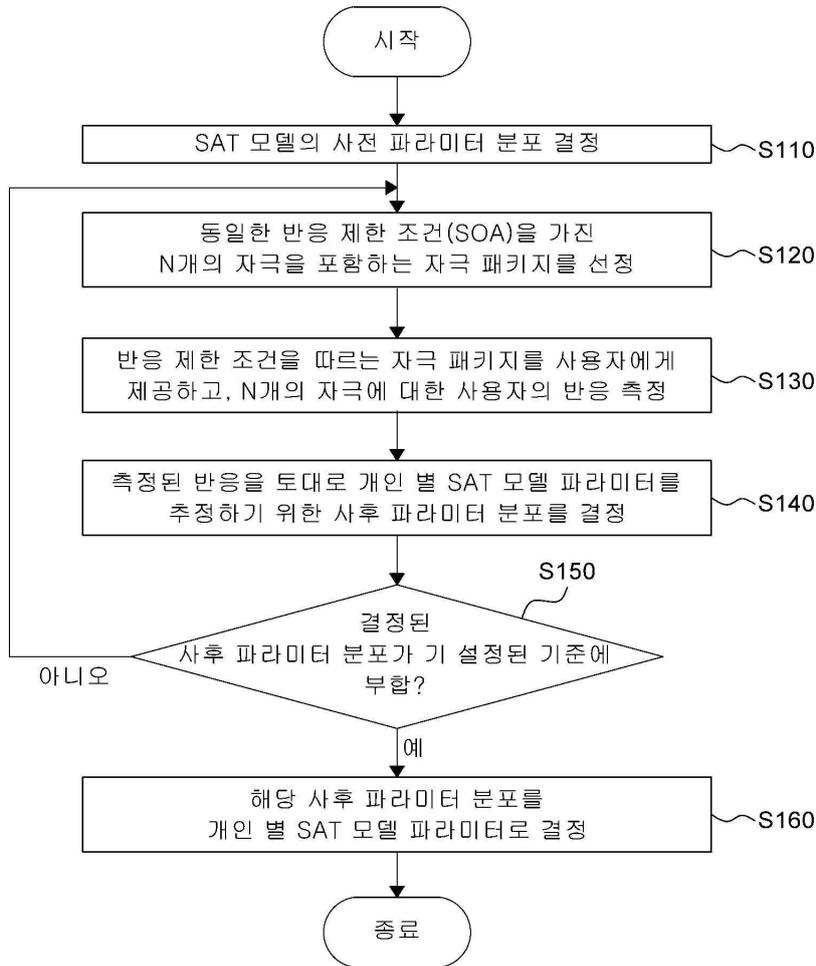
도면3



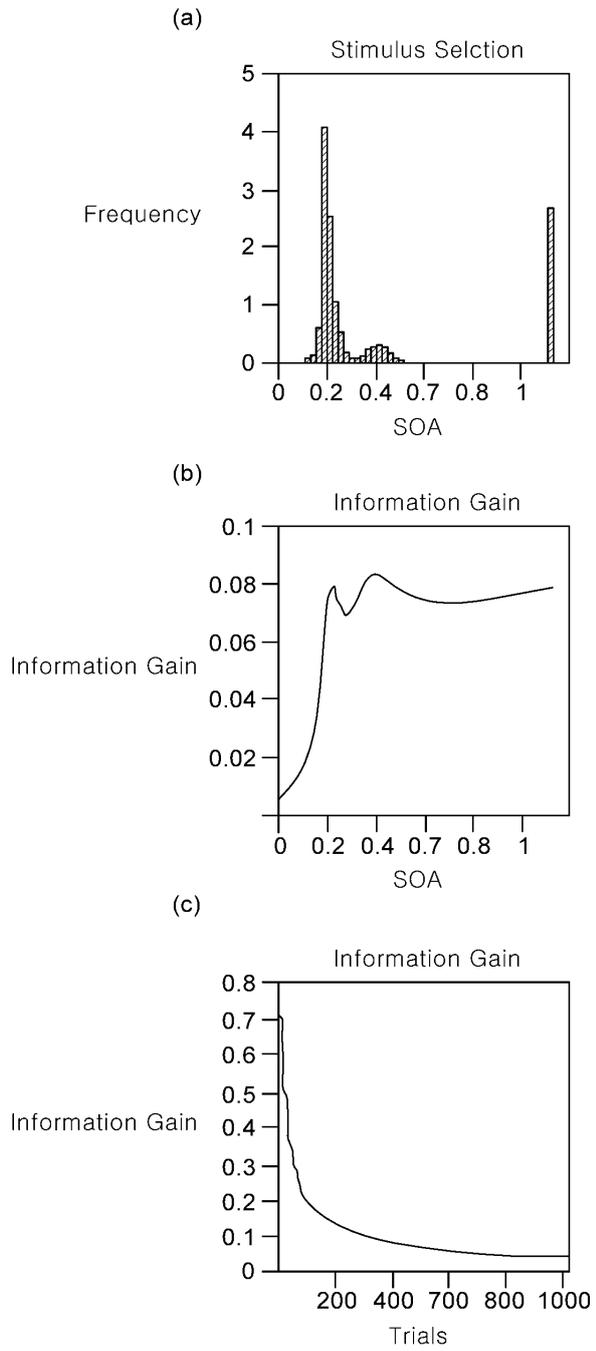
도면4



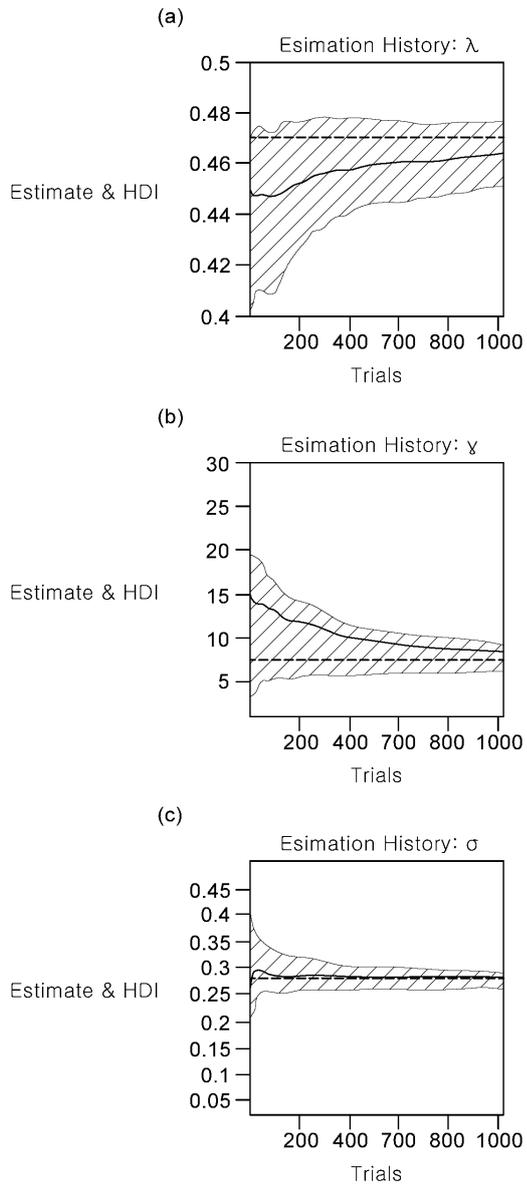
도면5



도면6a



도면6b



도면6c

