(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0165085
(43) 공개일자 2022년12월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06Q 50/20 (2012.01) *G06K 9/00* (2022.01)
G06Q 10/04 (2012.01)
(52) CPC특허분류
G06Q 50/20 (2013.01)
G06Q 10/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0073615
(22) 출원일자 2021년06월07일
심사청구일자 2021년06월07일

(71) 출원인
이화여자대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)
(72) 발명자
조일현
서울특별시 서초구 방배로 14, 3동 202호(방배동, 임광아파트)
박혜정
경기도 군포시 산본로386번길 21, 1137동 502호(산본동, 장미아파트)
(74) 대리인
특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **학습 성과 예측 방법 및 장치**

(57) 요 약

학습 성과 예측 방법 및 장치가 개시된다. 학습 성과 예측 방법은 학습자의 시간-공간적으로 물체를 지각하고 변형시키는 능력인 공간 능력 데이터를 수신하는 단계; 동적 시각 단서가 포함된 학습 콘텐츠를 이용하여 상기 학습 콘텐츠를 학습하는 과정에서 발생된 상기 학습자의 시각 행동 데이터를 수집하는 단계; 상기 수신된 학습자의 공간 능력 데이터 및 상기 수집된 학습자의 시각 행동 데이터를 이용하여 상기 학습자의 인지부하를 결정하는 단계; 및 상기 결정된 학습자의 인지부하와 상기 수신된 학습자의 공간 능력 데이터에 기초하여 상기 학습자의 학습 성과를 예측하는 단계를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G06V 40/18 (2022.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345323729
과제번호	2020S1A5C2A04092451
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	인문사회기초연구(R&D)
연구과제명	에듀테크 기반 모듈형 K-PBL 교수학습 모형 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	이화여자대학교 에듀테크융합연구소
연구기간	2020.09.01 ~ 2021.08.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

학습자의 시간-공간적으로 물체를 지각하고 변형시키는 능력인 공간 능력 데이터를 수신하는 단계;

동적 시각 단서가 포함된 학습 콘텐츠를 이용하여 상기 학습 콘텐츠를 학습하는 과정에서 발생된 상기 학습자의 시각 행동 데이터를 수집하는 단계;

상기 수신된 학습자의 공간 능력 데이터 및 상기 수집된 학습자의 시각 행동 데이터를 이용하여 상기 학습자의 인지부하를 결정하는 단계; 및

상기 결정된 학습자의 인지부하와 상기 수신된 학습자의 공간 능력 데이터에 기초하여 상기 학습자의 학습 성과를 예측하는 단계

를 포함하는 학습 성과 예측 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 예측된 학습자의 학습 성과에 기초하여 교수자에게 상기 학습자의 학습 성과를 향상시키기 위한 가이드를 제공하는 단계

를 더 포함하는 학습 성과 예측 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 수신된 학습자의 공간 능력 데이터는,

물체의 위치와 순서를 기억하고 재현하는 작업을 통해 측정된 상기 학습자의 공간작업 기억 용량 및 상기 물체를 회전 시킨 결과를 선택하는 작업을 통해 측정된 상기 학습자의 시각적 변별 점수 중 적어도 하나를 포함하는 학습 성과 예측 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 수집된 학습자의 시각 행동 데이터는,

(i)평균 동공확장 및 누적 동공변화를 포함하는 동공 변화 파생 변수, (ii)평균 시선고정 빈도 및 평균 시선고정 지속시간을 포함하는 시선고정 파생 변수 및 (iii)평균 시선도약 빈도 및 평균 시선도약 지속시간을 포함하는 시선도약 파생 변수 중 적어도 하나의 파생 변수를 포함하는 학습 성과 예측 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 동공 변화 파생 변수는,

상기 수집된 학습자의 시각 행동 데이터에 포함된 동공 크기에서 기저 반응(Baseline) 구간의 동공 크기 평균을 차감한 동공 확장 값을 사용하는 학습 성과 예측 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 결정하는 단계는,

상기 학습자의 시각 행동 데이터 중 평균 시선도약 빈도 및 평균 시선도약 시간이 클수록 상기 학습자의 인지부하가 높다고 판단하는 학습 성과 예측 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 결정하는 단계는,

상기 학습자의 공간 능력 데이터 중 공간작업 기억 용량이 작을수록 상기 학습자의 인지부하가 높다고 판단하는 학습 성과 예측 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 예측하는 단계는,

상기 결정된 학습자의 인지부하가 낮을수록 상기 학습자의 학습 성과가 높다고 판단하는 학습 성과 예측 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 예측하는 단계는,

상기 학습자의 공간 능력 데이터 중 시각적 변별 점수가 높을수록 상기 학습자의 학습 성과가 높다고 판단하는 학습 성과 예측 방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 예측하는 단계는,

상기 학습자의 학습 성취도 및 문제풀이 시간을 종속변수로 설정하여 회귀분석을 수행함으로써 상기 학습자의 학습 성과를 예측하는 학습 성과 예측 방법.

청구항 11

물체의 위치와 순서를 기억하고 재현하는 작업을 통해 측정된 상기 학습자의 공간작업 기억 용량 및 상기 물체를 회전 시킨 결과를 선택하는 작업을 통해 측정된 상기 학습자의 시각적 변별 점수를 포함하는 상기 학습자의 공간 능력 데이터를 식별하는 단계;

동적 시각 단서가 포함된 학습 콘텐츠를 이용하여 상기 학습 콘텐츠를 학습하는 과정에서 발생된 평균 시선도약 빈도 및 평균 시선도약 시간을 포함하는 상기 학습자의 시각 행동 데이터를 추출하는 단계;

상기 식별된 학습자의 공간 능력 데이터 및 상기 추출된 학습자의 시각 행동 데이터를 이용하여 판단된 학습자의 인지부하에 기초하여 상기 학습자의 학습 성과를 예측하는 단계; 및

상기 예측된 학습자의 학습 성과에 기초하여 교수자에게 상기 학습자의 학습 성과를 향상시키기 위한 가이드를 제공하는 단계

를 포함하는 학습 성과 예측 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 예측하는 단계는,

상기 학습자의 평균 시선도약 빈도 및 평균 시선도약 시간이 클수록, 상기 학습자의 공간 능력 데이터 중 공간작업 기억 용량이 작을수록 상기 학습자의 인지부하가 높다고 판단하는 학습 성과 예측 방법.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 예측하는 단계는,

상기 결정된 학습자의 인지부하가 낮을수록, 상기 학습자의 공간 능력 데이터 중 시각적 변별 점수가 높을수록 상기 학습자의 학습 성과가 높다고 판단하는 학습 성과 예측 방법.

청구항 14

학습 성과 예측 방법을 수행하는 학습 성과 예측 장치에 있어서,

상기 학습 성과 예측 장치는 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는,

학습자의 시간-공간적으로 물체를 지각하고 변형시키는 능력인 공간 능력 데이터를 수신하고, 동적 시각 단서가 포함된 학습 콘텐츠를 이용하여 상기 학습 콘텐츠를 학습하는 과정에서 발생된 상기 학습자의 시각 행동 데이터를 수집하며, 상기 수신된 학습자의 공간 능력 데이터 및 상기 수집된 학습자의 시각 행동 데이터를 이용하여 상기 학습자의 인지부하를 결정하고, 상기 결정된 학습자의 인지부하와 상기 수신된 학습자의 공간 능력 데이터에 기초하여 상기 학습자의 학습 성과를 예측하는 학습 성과 예측 장치.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 예측된 학습자의 학습 성과에 기초하여 교수자에게 상기 학습자의 학습 성과를 향상시키기 위한 가이드를 제공하는 학습 성과 예측 장치.

청구항 16

제14항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 학습자의 시각 행동 데이터 중 평균 시선도약 빈도 및 평균 시선도약 시간이 클수록 상기 학습자의 인지부하가 높다고 판단하는 학습 성과 예측 장치.

청구항 17

제14항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 학습자의 공간 능력 데이터 중 공간작업 기억 용량이 작을수록 상기 학습자의 인지부하가 높다고 판단하는 학습 성과 예측 장치.

청구항 18

제14항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 결정된 학습자의 인지부하가 높을수록 상기 학습자의 학습 성과가 낮다고 판단하는 학습 성과 예측 장치.

청구항 19

제14항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 학습자의 공간 능력 데이터 중 시각적 변별 점수가 높을수록 상기 학습자의 학습 성과가 높다고 판단하는

학습 성과 예측 장치.

청구항 20

제14항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 학습자의 학습 성취도 및 문제풀이 시간을 종속변수로 설정하여 회귀분석을 수행함으로써 상기 학습자의 학습 성과를 예측하는 학습 성과 예측 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 학습 성과 예측 방법 및 장치에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 동적 시각 단서가 포함된 학습 콘텐츠를 통해 수집된 시각 행동 데이터와 별도의 검사 과정을 통해 획득된 학습자의 공간 능력 데이터에 기초하여 해당 학습자의 인지부하를 결정하고, 결정된 인지부하 및 공간 능력 데이터에 따라 학습자의 학습 성과를 예측하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 4차 산업혁명 시대에는 기존의 영역 특수적(domain specific) 지식 습득과 양적

[0003] 평가로 이루어지는 교수학습 방식보다 영역 일반적(domain general) 핵심역량(core competency)을 향상시키는 교육과 이를 적용한 문제해결이 더욱 강조될 것이다.

[0004] 최근 코로나 등으로 인해 교육이 급속하게 온라인으로 전환되고 있으며, 핵심 역량을 평가하는 직무적성 평가 역시 기존의 대면 평가에서 온라인 평가로 선회하고 있다. 즉, 현대 교수학습은 영역 일반적 핵심 역량을 개발하기 위한 학습 목표 변화와 오프라인에서 온라인으로의 전환으로 인한 학습 형태 변화를 겪고 있다.

[0005] 이와 같은 두 가지 변환에 영향을 미칠 수 있는 학습자 특성으로 공간 능력이 고려될 수 있다. 이러한 공간 능력이 교수 학습 목표와 형태의 변화로 인해 이전보다 학습 과정에 영향을 미칠 수 있음에도 불구하고, 이를 고려한 교수체제설계는 찾아보기 힘든 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 학습자의 시간-공간적으로 물체를 지각하고 변형시키는 능력인 공간 능력 데이터 및 동적 시각 단서가 포함된 학습 콘텐츠를 이용하여 수집된 학습자의 시각 행동 데이터를 이용함으로써 학습자의 인지부하를 결정하는 방법 및 장치를 제공한다.

[0007] 또한, 본 발명은 학습자의 인지부하와 공간 능력 데이터를 이용하여 학습자의 학습 성과를 예측함으로써 해당 학습자의 학습 성과를 향상시키기 위한 가이드를 제공하는 방법 및 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일실시예에 따른 학습 성과 예측 방법은 학습자의 시간-공간적으로 물체를 지각하고 변형시키는 능력인 공간 능력 데이터를 수신하는 단계; 동적 시각 단서가 포함된 학습 콘텐츠를 이용하여 상기 학습 콘텐츠를 학습하는 과정에서 발생된 상기 학습자의 시각 행동 데이터를 수집하는 단계; 상기 수신된 학습자의 공간 능력 데이터 및 상기 수집된 학습자의 시각 행동 데이터를 이용하여 상기 학습자의 인지부하를 결정하는 단계; 및 상기 결정된 학습자의 인지부하와 상기 수신된 학습자의 공간 능력 데이터에 기초하여 상기 학습자의 학습 성과를 예측하는 단계를 포함할 수 있다.

[0009] 상기 예측된 학습자의 학습 성과에 기초하여 교수자에게 상기 학습자의 학습 성과를 향상시키기 위한 가이드를 제공하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0010] 상기 수신된 학습자의 공간 능력 데이터는 물체의 위치와 순서를 기억하고 재현하는 작업을 통해 측정된 상기 학습자의 공간작업 기억 용량 및 상기 물체를 회전 시킨 결과를 선택하는 작업을 통해 측정된 상기 학습자의 시

각적 변별 점수 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0011] 상기 수집된 학습자의 시각 행동 데이터는 (i)평균 동공확장 및 누적 동공변화를 포함하는 동공 변화 파생 변수, (ii)평균 시선고정 빈도 및 평균 시선고정 지속시간을 포함하는 시선고정 파생 변수 및 (iii)평균 시선도약 빈도 및 평균 시선도약 지속시간을 포함하는 시선도약 파생 변수 중 적어도 하나의 파생 변수를 포함할 수 있다.

[0012] 상기 동공 변화 파생 변수는 상기 수집된 학습자의 시각 행동 데이터에 포함된 동공 크기에서 기저 반응(Baseline) 구간의 동공 크기 평균을 차감한 동공 확장 값을 사용할 수 있다.

[0013] 상기 결정하는 단계는 상기 학습자의 시각 행동 데이터 중 평균 시선도약 빈도 및 평균 시선도약 시간이 클수록 상기 학습자의 인지부하가 높다고 판단할 수 있다.

[0014] 상기 결정하는 단계는 상기 학습자의 공간 능력 데이터 중 공간작업 기억 용량이 작을수록 상기 학습자의 인지부하가 높다고 판단할 수 있다.

[0015] 상기 예측하는 단계는 상기 결정된 학습자의 인지부하가 낮을수록 상기 학습자의 학습 성과가 높다고 판단할 수 있다.

[0016] 상기 예측하는 단계는 상기 학습자의 공간 능력 데이터 중 시각적 변별 점수가 높을수록 상기 학습자의 학습 성과가 높다고 판단할 수 있다.

[0017] 상기 예측하는 단계는 상기 학습자의 학습 성취도 및 문제풀이 시간을 종속변수로 설정하여 회귀분석을 수행함으로써 상기 학습자의 학습 성과를 예측할 수 있다.

[0018] 본 발명의 일실시예에 따른 학습 성과 예측 방법은 물체의 위치와 순서를 기억하고 재현하는 작업을 통해 측정된 상기 학습자의 공간작업 기억 용량 및 상기 물체를 회전 시킨 결과를 선택하는 작업을 통해 측정된 상기 학습자의 시각적 변별 점수를 포함하는 상기 학습자의 공간 능력 데이터를 식별하는 단계; 동적 시각 단서가 포함된 학습 콘텐츠를 이용하여 상기 학습 콘텐츠를 학습하는 과정에서 발생된 평균 시선도약 빈도 및 평균 시선도약 시간을 포함하는 상기 학습자의 시각 행동 데이터를 추출하는 단계; 상기 식별된 학습자의 공간 능력 데이터 및 상기 추출된 학습자의 시각 행동 데이터를 이용하여 판단된 학습자의 인지부하에 기초하여 상기 학습자의 학습 성과를 예측하는 단계; 및 상기 예측된 학습자의 학습 성과에 기초하여 교수자에게 상기 학습자의 학습 성과를 향상시키기 위한 가이드를 제공하는 단계를 포함할 수 있다.

[0019] 상기 예측하는 단계는 상기 학습자의 평균 시선도약 빈도 및 평균 시선도약 시간이 클수록, 상기 학습자의 공간 능력 데이터 중 공간작업 기억 용량이 작을수록 상기 학습자의 인지부하가 높다고 판단할 수 있다.

[0020] 상기 예측하는 단계는 상기 결정된 학습자의 인지부하가 낮을수록, 상기 학습자의 공간 능력 데이터 중 시각적 변별 점수가 높을수록 상기 학습자의 학습 성과가 높다고 판단할 수 있다.

[0021] 본 발명의 일실시예에 따른 학습 성과 예측 방법을 수행하는 학습 성과 예측 장치는 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는 학습자의 시간-공간적으로 물체를 지각하고 변형시키는 능력인 공간 능력 데이터를 수신하고, 동적 시각 단서가 포함된 학습 콘텐츠를 이용하여 상기 학습 콘텐츠를 학습하는 과정에서 발생된 상기 학습자의 시각 행동 데이터를 수집하며, 상기 수신된 학습자의 공간 능력 데이터 및 상기 수집된 학습자의 시각 행동 데이터를 이용하여 상기 학습자의 인지부하를 결정하고, 상기 결정된 학습자의 인지부하와 상기 수신된 학습자의 공간 능력 데이터에 기초하여 상기 학습자의 학습 성과를 예측할 수 있다.

[0022] 상기 프로세서는 상기 예측된 학습자의 학습 성과에 기초하여 교수자에게 상기 학습자의 학습 성과를 향상시키기 위한 가이드를 제공할 수 있다.

[0023] 상기 프로세서는 상기 학습자의 시각 행동 데이터 중 평균 시선도약 빈도 및 평균 시선도약 시간이 클수록 상기 학습자의 인지부하가 높다고 판단할 수 있다.

[0024] 상기 프로세서는 상기 학습자의 공간 능력 데이터 중 공간작업 기억 용량이 작을수록 상기 학습자의 인지부하가 높다고 판단할 수 있다.

[0025] 상기 프로세서는 상기 결정된 학습자의 인지부하가 높을수록 상기 학습자의 학습 성과가 낮다고 판단할 수 있다.

[0026] 상기 프로세서는 상기 학습자의 공간 능력 데이터 중 시각적 변별 점수가 높을수록 상기 학습자의 학습 성과가

높다고 판단할 수 있다.

[0027] 상기 프로세서는 상기 학습자의 학습 성취도 및 문제풀이 시간을 종속변수로 설정하여 회귀분석을 수행함으로써 상기 학습자의 학습 성과를 예측할 수 있다.

발명의 효과

[0028] 본 발명은 학습자의 시간-공간적으로 물체를 지각하고 변형시키는 능력인 공간 능력 데이터 및 동적 시각 단서가 포함된 학습 콘텐츠를 이용하여 수집된 학습자의 시각 행동 데이터를 이용함으로써 학습자의 인지부하를 결정할 수 있다.

[0029] 또한, 본 발명은 학습자의 인지부하와 공간 능력 데이터를 이용하여 학습자의 학습 성과를 예측함으로써 해당 학습자의 학습 성과를 향상시키기 위한 가이드를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 학습 성과 예측 시스템을 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 인지부하 구분자 설명 및 메모 화면을 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 공간 능력 데이터 측정 방법을 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 학습 성과 예측 방법을 플로우챠트로 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0032] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 학습 성과 예측 시스템을 나타낸 도면이다.

[0033] 도 1을 참고하면, 본 발명의 학습 성과 예측 시스템(100)은 제1 데이터 수집 장치(110), 제2 데이터 수집 장치(120), 제3 데이터 수집 장치(130) 및 학습 성과 예측 장치(140)로 구성될 수 있다. 이때, 제1 데이터 수집 장치(110) 내지 제3 데이터 수집 장치(130)는 각기 다른 장치로 표시되어 있지만 이는 하나의 예시일 뿐 하나의 장치를 통해 일괄 수행될 수도 있다.

[0034] 보다 구체적으로 제1 데이터 수집 장치(110)는 동적 시각 단서가 포함된 학습 콘텐츠를 이용하여 학습 콘텐츠를 학습하는 과정에서 발생된 학습자의 시각 행동 데이터를 수집할 수 있다. 이때, 학습자의 시각 행동 데이터는 (i)평균 동공확장 및 누적 동공변화를 포함하는 동공 변화 파생 변수, (ii)평균 시선고정 빈도 및 평균 시선고정 지속시간을 포함하는 시선고정 파생 변수 및 (iii)평균 시선도약 빈도 및 평균 시선도약 지속시간을 포함하는 시선도약 파생 변수 중 적어도 하나의 파생 변수를 포함할 수 있다.

[0035] 여기서, 학습자의 시각 행동 데이터 중 동공 변화 파생 변수는 수집된 학습자의 시각 행동 데이터에 포함된 동공 크기에서 기저 반응(Baseline) 구간의 동공 크기 평균을 차감한 동공 확장 값이 사용될 수 있다. 이때, 동공 크기는 좌우 동공의 평균값을 기반으로 할 수 있다.

[0036] 이와 같은 동공 반응과 시각 행동 변수 및 이에 대한 산출 방식은 아래의 표 1과 같을 수 있다.

[0037] <표 1>

출처	변수	내용	측정 단위
동공 변화 파생변수	MPD (평균 동공확장)	기저반응을 제한 동공 크기 평균값	millimeter
	CPD (누적 동공변화)	동공 크기 변화량 누적값	millimeter
시선고정 파생변수	MFC (평균 시선고정 빈도)	평균 시선고정 빈도	count/s
	MFD (평균 시선고정 시간)	평균 시선고정 지속 시간	millisecond
시선도약 파생변수	MSC (평균 시선도약 빈도)	평균 시선도약 빈도	count/s
	MSD (평균 시선도약 시간)	평균 시선도약 지속 시간	millisecond

[0038]

[0039] 제2 데이터 수집 장치(120)는 회상 자극 기법을 적용하여 학습 콘텐츠를 학습하는 중 특정 시점에서 학습자가 느낀 인지부하의 정보를 측정할 수 있다. 회상 자극 기법이란 시각적 또는 청각적 단서를 활용하여 학습자의 기억에 접근해, 특정한 행위 또는 과제 수행을 하는 동안에 일어났던 생각이나 전략 등을 회상해내도록 돕는 사후적 내성 관찰 방법이다.

[0040] 회상된 인지부하 데이터는 특성 시점에 발생한 인지부하의 유형(본유, 내재, 외재)과 발생 원인에 대한 간략한 설명으로 구성되어 있다. 다른 지표와 달리 인지부하의 발생 빈도 뿐만 아니라 유형을 구분할 수 있으므로 상호 보완적인 역할의 지표가 될 수 있다.

[0041] 이와 같은 회상된 인지부하 데이터는 별도의 소프트웨어를 통해 수집될 수 있다. 보다 구체적으로 소프트웨어를 통해 학습자가 재생되고 있는 학습 콘텐츠를 멈추고 도 2와 같이 인지부하의 유형을 선택한 후 본인이 해당 시점에 느꼈던 생각을 간단한 메모 형태로 작성함으로써 학습자의 회상된 인지부하 데이터가 측정될 수 있다.

[0042] 제3 데이터 수집 장치(130)는 학습자의 공간 능력 데이터를 측정할 수 있다. 이때, 공간 능력은 인간이 가진 여러 유형의 지능 중 (i)하나로 시각ㅇ공간적(visuospatial)으로 대상을 지각하고 변형시키는 능력, (ii)시각ㅇ공간적 아이디어를 시각화하거나 그림으로 나타내는 능력, (iii)물리적 자극이 없을 때에도 시각적 경험을 재창조할 수 있는 능력, 그리고 (iv)공간적 구조에 자신을 적절히 위치시키는 능력 등을 포함할 수 있다.

[0043] 이때, 본 발명에서 제공하는 공간 능력은 도 3의 (a)와 같이 물체의 위치와 순서를 기억하고 재현하는 작업을 통해 측정된 학습자의 공간작업 기억 용량 및 도 3의 (b)와 같이 물체를 회전 시킨 결과를 선택하는 작업을 통해 측정된 학습자의 시각적 변별 점수 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0044] 학습 성과 예측 장치(140)는 제1 데이터 수집 장치(110) 내지 제3 데이터 수집 장치(130)를 통해 수집된 데이터들을 이용하여 학습자의 인지부하를 결정할 수 있다. 이후 학습 성과 예측 장치(140)는 결정된 학습자의 인지부하와 해당 학습자의 공간 능력 데이터에 기초하여 학습자의 학습 성과를 예측할 수 있으며, 예측된 학습자의 학습 성과에 기초하여 학습자의 학습 성과를 향상시키기 위한 가이드를 제공할 수 있다. 보다 자세한 학습 성과 예측 장치(140)의 동작은 이후의 도 4를 통해 자세히 설명하도록 한다.

[0045] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 학습 성과 예측 방법을 플로우챠트로 나타낸 도면이다.

[0046] 단계(410)에서, 학습 성과 예측 장치(140)는 제1 데이터 수집 장치(110) 내지 제3 데이터 수집 장치(130)로부터 학습자의 학습 성과를 예측하기 위한 데이터를 수신할 수 있다. 보다 구체적으로 학습 성과 예측 장치(140)는 제1 데이터 수집 장치(110)를 통해 측정된 학습자의 시각 행동 데이터를 수신할 수 있다.

[0047] 그리고, 학습 성과 예측 장치(140)는 회상 자극 기법이 적용된 제2 데이터 수집 장치(120)를 통해 측정된 학습 콘텐츠를 학습하는 중 특정 시점에서 학습자가 느낀 인지부하의 정보를 수신할 수 있으며, 제3 데이터 수집 장치(130)를 통해 측정된 학습자의 공간 능력 데이터를 수신할 수 있다.

[0048] 단계(420)에서, 학습 성과 예측 장치(140)는 수신된 제1 데이터 수집 장치(110)의 시각 행동 데이터에 대한 전처리를 수행할 수 있다. 먼저, 학습 성과 예측 장치(140)는 학습자가 학습 콘텐츠를 학습하는 과정에서 수집된 시각 행동 데이터 중 동공부등이 확인되는 데이터는 이상치로 간주하여 분석대상에서 제외할 수 있다. 일례로, 학습 성과 예측 장치(140)는 양 동공 크기의 차이가 4㎜ 를 넘는 경우, 해당 시각 행동 데이터를 이상치로 간주

할 수 있다.

[0049] 그리고 학습 성과 예측 장치(140)는 수집된 시각 행동 데이터 중 거리 이상치가 확인되는 데이터도 이상치로 간주하여 분석대상에서 제외할 수 있다. 일례로, 학습 성과 예측 장치(140)는 학습자의 시선을 측정하기 위한 시선추적 기기와 양안의 거리가 500㎜ 이상이면서 800㎜ 이하인 데이터만 정상으로 간주하고, 나머지 데이터는 이상치로 간주할 수 있다.

[0050] 단계(430)에서, 학습 성과 예측 장치(140)는 전처리가 수행된 시각 행동 데이터와 공간 능력 데이터 및 회상된 인지부하 데이터에 기초하여 학습자의 인지부하를 결정할 수 있다. 보다 구체적으로 학습 성과 예측 장치(140)는 전처리가 수행된 시각 행동 데이터 중 평균 시선도약 빈도 및 평균 시선도약 시간이 클수록 학습자의 인지부하가 높다고 판단할 수 있다. 또한 학습 성과 예측 장치(140)는 전처리가 수행된 시각 행동 데이터 중 동공의 크기가 클수록, 또는 시선미세이동(microsaccade)의 정도가 클수록 학습자의 인지부하가 높다고 판단할 수 있다.

[0051] 또한, 학습 성과 예측 장치(140)는 학습자의 공간 능력 데이터 중 공간작업 기억 용량이 작을수록 학습자의 인지부하가 높다고 판단할 수 있다. 공간 작업기억 용량의 수준별로 회상된 인지부하를 탐색한 결과 특히 공간능력이 가장 낮은 그룹의 외재적 인지부하에 영향을 미칠 가능성을 확인할 수 있는데 이는 공간능력이 낮은 수준의 학습자들은 학습 자료 요소에 대한 불편을 호소한 빈도가 평균 이상 수준의 학습자들보다 높게 나타났기 때문이다.

[0052] 단계(440)에서, 학습 성과 예측 장치(140)는 결정된 학습자의 인지부하 및 학습자의 공간 능력 데이터에 기초하여 학습자의 학습 성과를 예측할 수 있다. 보다 구체적으로 학습 성과 예측 장치(140)는 학습자의 인지부하가 낮을수록 학습자의 학습 성과가 높다고 판단할 수 있다.

[0053] 이에 대해 학습 성과를 성취도로 하여 분석하는 경우, 학습 성과 예측 장치(140)는 학습자의 공간 능력 데이터 중 공간 작업기업 용량이 높을수록, 그리고 문제풀이 중의 평균 시선고정 빈도가 낮을수록 학습자의 인지부하가 낮으므로 학습자의 학습 성과가 높다고 판단할 수 있다.

[0054] 이와는 달리 학습 성과를 문제풀이 시간으로 하여 분석하는 경우, 학습 성과 예측 장치(140)는 학습자의 공간 능력 데이터 중 시각적 변별 점수가 높을수록, 그리고 학습 중의 시선도약 빈도가 낮을수록 학습자의 인지부하가 낮으므로 학습자의 학습 성과가 높다고 판단할 수 있다.

[0055] 단계(450)에서, 학습 성과 예측 장치(140)는 예측된 학습자의 학습 성과에 기초하여 교수자에게 학습자의 학습 성과를 향상시키기 위한 가이드를 제공할 수 있다. 보다 구체적으로 학습 성과 예측 장치(140)는 동적 시각 단서의 제공 여부에 따른 시선도약 지표와 동공변화 지표가 나타내는 인지부하가 일치하지 않는 경우, 시각적 요소 외의 방해 요인이 학습자에게 인지부하를 발생시킨다고 판단할 수 있다. 이를 통해 학습 성과 예측 장치(140)는 교수자에게 학습자의 인지부하를 발생시키는 방해 요인을 제거하기 위해 탐색과 분석이 필요하다는 가이드를 제공함으로써 학습자의 학습 성과를 향상시킬 수 있다.

[0056] 또한, 학습 성과 예측 장치(140)는 학습자의 공간 능력 데이터의 수준에 따라 학습 콘텐츠에 적용되는 동적 시각 단서를 적응적으로 제공하거나 제거하여 학습자의 인지부하를 감소시킴으로써 학습자의 학습 성과를 향상시키는 가이드를 제공할 수 있다.

[0057] 또한, 학습자의 공간 능력에 따라 시각적 학습 과정이 다르므로, 학습 성과 예측 장치(140)는 학습자의 공간 능력 데이터의 수준에 따라 학습자를 모델링하고, 모델링 결과에 따라 적응적 교수 설계를 고안함으로써 학습자의 학습 성과를 향상시키는 가이드를 제공할 수 있다.

[0058] 마지막으로 위에서 언급한 바와 같이 공간작업 기억 용량이 클수록 학습 성취도는 높은 것으로 나타났고, 시각적 변별 능력이 낮으면 문제풀이 시간이 길어지는 것을 알 수 있다. 공간작업 기억 용량의 정적 효과는 학습과 문제풀이 과정의 외재적 부하를 낮춘 결과로 해석되며, 시각적 변별 능력에 따른 회상된 인지부하를 분석한 결과 자료해석 유형 문제풀이의 내재적 인지부하에 영향을 미쳐 문제풀이 시간에 영향을 준 것으로 유추할 수 있다.

[0059] 따라서, 학습 성과 예측 장치(140)는 자료해석과 같이 학습자의 일반적 역량의 개발을 목표로 하는 학습의 경우, 공간능력 요인을 지표화하여 관리함으로써 학습자의 학습 성과를 향상시키는 가이드를 제공할 수 있다.

[0060] 한편, 본 발명에 따른 방법은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 프로그램으로 작성되어 마그네틱 저장매체, 광학적 판

독매체, 디지털 저장매체 등 다양한 기록 매체로도 구현될 수 있다.

[0061] 본 명세서에 설명된 각종 기술들의 구현들은 디지털 전자 회로조직으로, 또는 컴퓨터 하드웨어, 펌웨어, 소프트웨어로, 또는 그들의 조합들로 구현될 수 있다. 구현들은 데이터 처리 장치, 예를 들어 프로그램가능 프로세서, 컴퓨터, 또는 다수의 컴퓨터들의 동작에 의한 처리를 위해, 또는 이 동작을 제어하기 위해, 컴퓨터 프로그램 제품, 즉 정보 캐리어, 예를 들어 기계 판독가능 저장 장치(컴퓨터 판독가능 매체) 또는 전파 신호에서 유형적으로 구체화된 컴퓨터 프로그램으로서 구현될 수 있다. 상술한 컴퓨터 프로그램(들)과 같은 컴퓨터 프로그램은 컴파일된 또는 인터프리트된 언어들을 포함하는 임의의 형태의 프로그래밍 언어로 기록될 수 있고, 독립형 프로그램으로서 또는 모듈, 구성요소, 서브루틴, 또는 컴퓨팅 환경에서의 사용에 적절한 다른 유닛으로서 포함하는 임의의 형태로 전개될 수 있다. 컴퓨터 프로그램은 하나의 사이트에서 하나의 컴퓨터 또는 다수의 컴퓨터들 상에서 처리되도록 또는 다수의 사이트들에 걸쳐 분배되고 통신 네트워크에 의해 상호 연결되도록 전개될 수 있다.

[0062] 컴퓨터 프로그램의 처리에 적절한 프로세서들은 예로서, 범용 및 특수 목적 마이크로프로세서들 둘 다, 및 임의의 종류의 디지털 컴퓨터의 임의의 하나 이상의 프로세서들을 포함한다. 일반적으로, 프로세서는 판독 전용 메모리 또는 랜덤 액세스 메모리 또는 둘 다로부터 명령어들 및 데이터를 수신할 것이다. 컴퓨터의 요소들은 명령어들을 실행하는 적어도 하나의 프로세서 및 명령어들 및 데이터를 저장하는 하나 이상의 메모리 장치들을 포함할 수 있다. 일반적으로, 컴퓨터는 데이터를 저장하는 하나 이상의 대량 저장 장치들, 예를 들어 자기, 자기-광 디스크들, 또는 광 디스크들을 포함할 수 있거나, 이것들로부터 데이터를 수신하거나 이것들에 데이터를 송신하거나 또는 양쪽으로 되도록 결합될 수도 있다. 컴퓨터 프로그램 명령어들 및 데이터를 구체화하는데 적절한 정보 캐리어들은 예로서 반도체 메모리 장치들, 예를 들어, 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(Magnetic Media), CD-ROM(Compact Disk Read Only Memory), DVD(Digital Video Disk)와 같은 광 기록 매체(Optical Media), 플롭티컬 디스크(Floptical Disk)와 같은 자기-광 매체(Magneto-Optical Media), 롬(ROM, Read Only Memory), 램(RAM, Random Access Memory), 플래시 메모리, EPROM(Erasable Programmable ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable ROM) 등을 포함한다. 프로세서 및 메모리는 특수 목적 논리 회로조직에 의해 보충되거나, 이에 포함될 수 있다.

[0063] 또한, 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용매체일 수 있고, 컴퓨터 저장매체 및 전송매체를 모두 포함할 수 있다.

[0064] 본 명세서는 다수의 특정한 구현물의 세부사항들을 포함하지만, 이들은 어떠한 발명이나 청구 가능한 것의 범위에 대해서도 제한적인 것으로서 이해되어서는 안되며, 오히려 특정한 발명의 특정한 실시형태에 특유할 수 있는 특징들에 대한 설명으로서 이해되어야 한다. 개별적인 실시형태의 문맥에서 본 명세서에 기술된 특정한 특징들은 단일 실시형태에서 조합하여 구현될 수도 있다. 반대로, 단일 실시형태의 문맥에서 기술한 다양한 특징들 역시 개별적으로 혹은 어떠한 적절한 하위 조합으로도 복수의 실시형태에서 구현 가능하다. 나아가, 특징들이 특정한 조합으로 동작하고 초기에 그와 같이 청구된 바와 같이 묘사될 수 있지만, 청구된 조합으로부터의 하나 이상의 특징들은 일부 경우에 그 조합으로부터 배제될 수 있으며, 그 청구된 조합은 하위 조합이나 하위 조합의 변형물로 변경될 수 있다.

[0065] 마찬가지로, 특정한 순서로 도면에서 동작들을 묘사하고 있지만, 이는 바람직한 결과를 얻기 위하여 도시된 그 특정한 순서나 순차적인 순서대로 그러한 동작들을 수행하여야 한다거나 모든 도시된 동작들이 수행되어야 하는 것으로 이해되어서는 안 된다. 특정한 경우, 멀티태스킹과 병렬 프로세싱이 유리할 수 있다. 또한, 상술한 실시형태의 다양한 장치 컴포넌트의 분리는 그러한 분리를 모든 실시형태에서 요구하는 것으로 이해되어서는 안되며, 설명한 프로그램 컴포넌트와 장치들은 일반적으로 단일의 소프트웨어 제품으로 함께 통합되거나 다중 소프트웨어 제품에 패키징 될 수 있다는 점을 이해하여야 한다.

[0066] 한편, 본 명세서와 도면에 개시된 본 발명의 실시 예들은 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것에 지나지 않으며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시 예들 이외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형 예들이 실시 가능하다는 것은, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

부호의 설명

[0067] 100 : 학습 성과 예측 시스템

110 : 제1 데이터 수집 장치

120 : 제2 데이터 수집 장치

130 : 제3 데이터 수집 장치

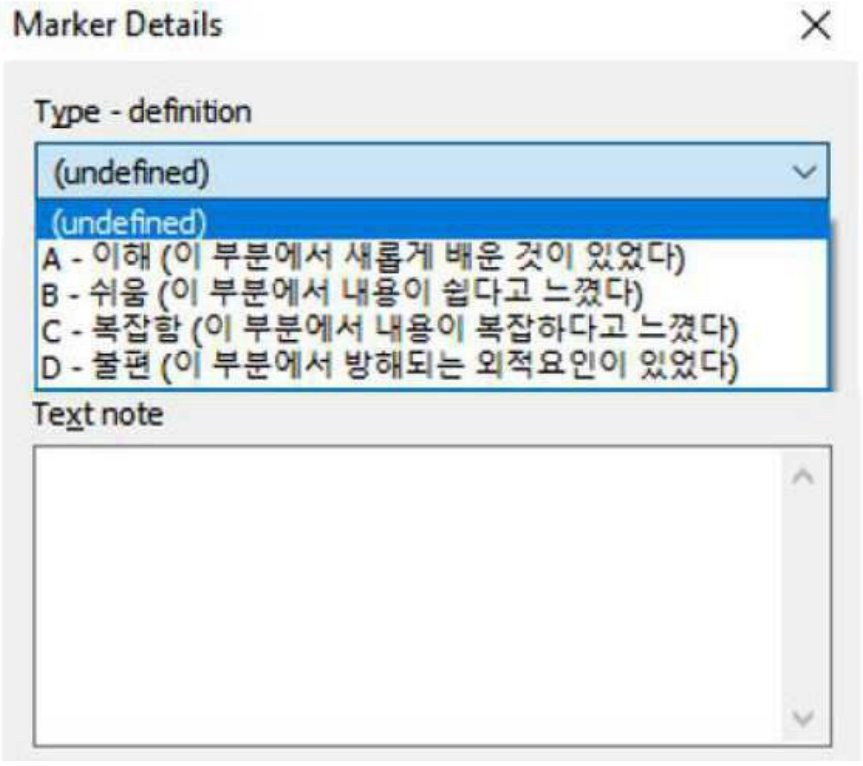
140 : 학습 성과 예측 장치

도면

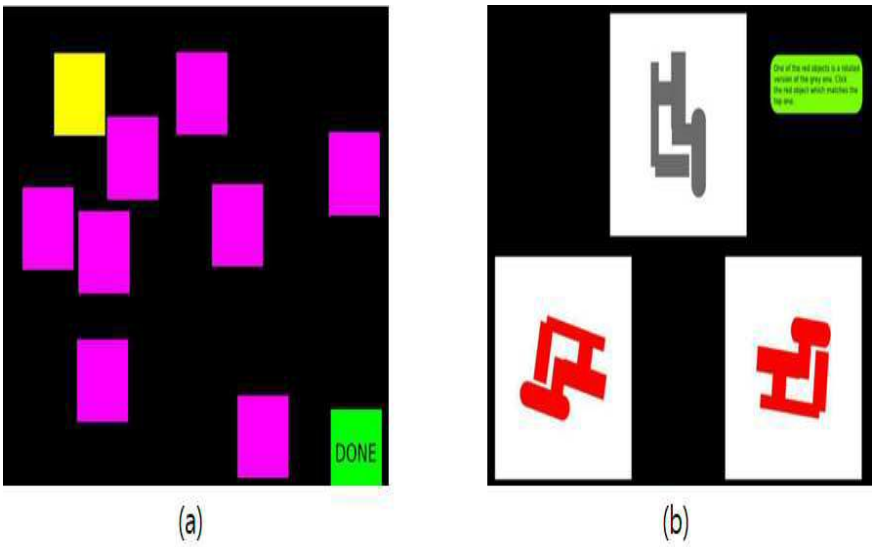
도면1



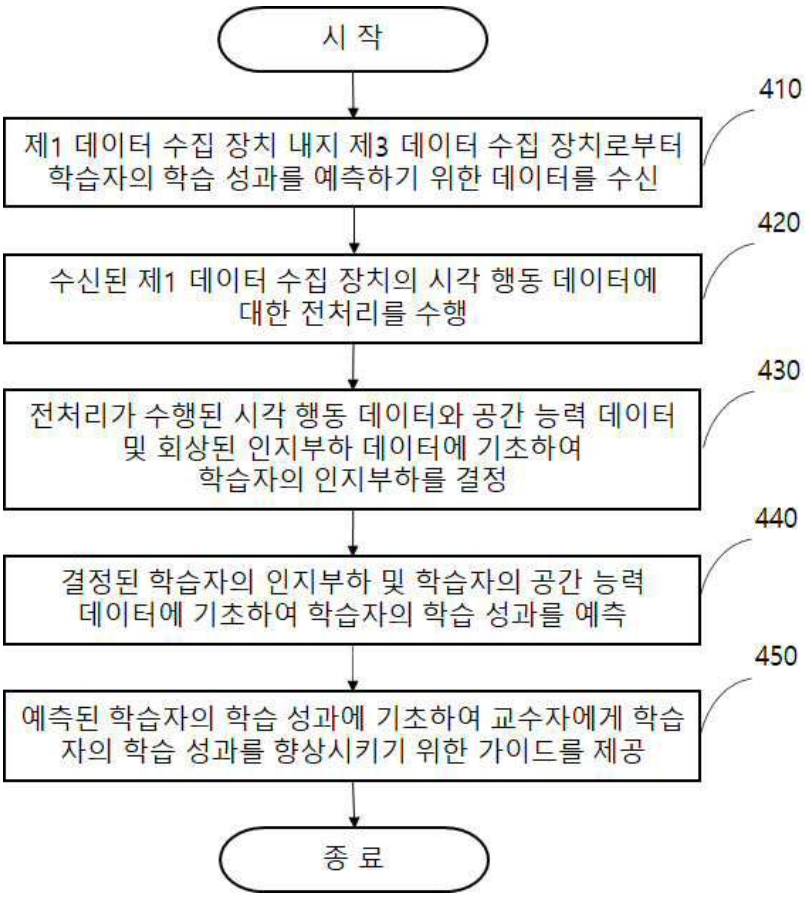
도면2



도면3


DONE
(a)
(b)

도면4


시 작
410
제1 데이터 수집 장치 내지 제3 데이터 수집 장치로부터 학습자의 학습 성과를 예측하기 위한 데이터를 수신
420
수신된 제1 데이터 수집 장치의 시각 행동 데이터에 대한 전처리를 수행
430
전처리가 수행된 시각 행동 데이터와 공간 능력 데이터 및 회상된 인지부하 데이터에 기초하여 학습자의 인지부하를 결정
440
결정된 학습자의 인지부하 및 학습자의 공간 능력 데이터에 기초하여 학습자의 학습 성과를 예측
450
예측된 학습자의 학습 성과에 기초하여 교수자에게 학습자의 학습 성과를 향상시키기 위한 가이드를 제공
종 료