



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0157632
(43) 공개일자 2022년11월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06Q 50/20 (2012.01) G06K 9/00 (2022.01)
G06K 9/62 (2022.01)
(52) CPC특허분류
G06Q 50/20 (2013.01)
G06K 9/6267 (2022.01)
(21) 출원번호 10-2021-0065401
(22) 출원일자 2021년05월21일
심사청구일자 2021년05월21일

(71) 출원인
이화여자대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)
(72) 발명자
조일현
서울특별시 서초구 방배로 14, 3동 202호(방배동, 임팩아파트)
정겨운
대전광역시 동구 동구청로 35, 205동 1102호(대성동, 은어송마을2단지 코오롱하늘채)
(74) 대리인
특허법인 무한

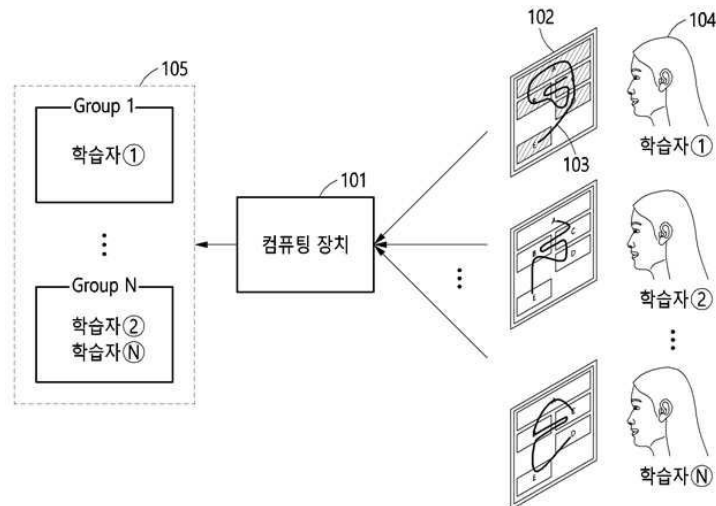
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 학습자의 시선 경로를 이용하여 학습자를 분류하는 학습자 분류 방법 및 상기 방법을 수행하는 컴퓨팅 장치

(57) 요약

본 발명은 학습자의 시선 경로를 이용하여 학습자를 분류하는 학습자 분류 방법에 관한 것으로, 구체적으로는, 학습 상황의 문제 해결이 이루어지는 학습 화면을 이동하는 학습자의 개별 시선 경로에 따른 시선 경로 문자열을 생성하고, 시선 경로 문자열에 따른 학습자들 간 상호 작업이 적용되지 않은 상황에서 학습자들의 집단 지성으로 나타나는 트랜딩 스캔 경로를 생성한다. 본 발명은 트랜딩 스캔 경로에 대한 개별 시선 경로의 유사도를 고려하여 학습 상황의 문제 해결에 관한 학습자를 분류한다.

대표도 - 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

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 관심 구간을 포함하는 학습 화면 내에서 이동하는 학습자들의 시선을 추적하여 학습자들 각각의 개별 시선 경로를 결정하는 단계;

상기 학습자들 각각의 개별 시선 경로에 이용하여 학습 화면의 관심 구간에 부여된 문자를 순서대로 나열한 시선 경로 문자열을 생성하는 단계;

상기 학습자들 각각의 시선 경로 문자열을 분석하여 학습자들의 시선 패턴이 반영된 트랜딩 스캔 경로(Trending Scan-path)를 생성하는 단계; 및

상기 트랜딩 스캔 경로와 학습자 각각의 개별 시선 경로 간에 유사도를 고려하여 학습자들을 분류하는 단계; 및
를 포함하는 학습자 분류 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 개별 시선 경로를 결정하는 단계는,

상기 학습 화면을 바라보는 학습자들의 시선을 추적하여 학습자의 시선 탐색 활동에 따른 주시 특성으로 나타나는 개별 시선 경로를 결정하는 학습자 분류 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 시선 경로 문자열을 생성하는 단계는,

상기 학습자들 각각의 개별 시선 경로에 기초한 문자로 구분된 학습 화면의 관심 구간에서의 학습자의 시선 고정과 시선 도약의 순서를 고려하여 학습자의 시선 경로 문자열을 생성하는 학습자 분류 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 트랜딩 스캔 경로를 생성하는 단계는,

상기 학습자들 각각의 시선 경로 문자열에 기초하여 학습 화면을 구성하는 복수의 관심 구간 중 적어도 하나의 관심 구간을 트랜딩 시각 요소(trending visual elements)로 결정하는 단계; 및

상기 트랜딩 시각 요소에 따른 학습 화면 내에서 이동하는 학습자들의 시선 패턴이 반영된 학습자들의 트랜딩 스캔 경로를 생성하는 단계;

를 포함하는 학습자 분류 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 트랜딩 시각 요소를 결정하는 단계는,

상기 관심 구간에 대한 학습자의 응시 빈도 및 응시 지속 시간을 고려하여 상기 복수의 관심 구간 중 적어도 하나의 관심 구간을 트랜딩 시각 요소로 결정하는 학습자 분류 방법.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 트랜딩 스캔 경로를 생성하는 단계는,

상기 학습자들 각각의 시선 경로 문자열로부터 트랜딩 시각 요소로 결정된 관심 구간의 발생 빈도 및 발생 기간을 판단하는 단계;

상기 판단된 발생 빈도 및 발생 기간에 기초하여 상기 트랜딩 시각 요소에 대한 우선 순위를 설정하는 단계; 및

상기 우선 순위에 따른 학습자들의 시선 패턴이 반영된 학습자들의 트랜딩 스캔 경로를 생성하는 단계;

를 포함하는 학습자 분류 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 학습자들을 분류하는 단계는,

상기 트랜딩 스캔 경로와 학습자 각각의 개별 시선 경로를 비교하여 학습 화면 내 관심 구간 간에 편집 거리 비용을 산출하는 단계; 및

상기 편집 거리 비용에 따른 상기 트랜딩 스캔 경로와 개별 시선 경로 간에 유사도를 판단하여 학습자들을 분류하는 단계;

를 포함하는 학습자 분류 방법.

청구항 8

학습 화면을 시청하는 학습자들 각각의 시선에 따라 상기 학습 화면의 관심 구간에 부여된 문자를 순서대로 나열한 시선 경로 문자열을 생성하는 단계;

상기 시선 경로 문자열에 기초하여 학습 상황의 문제 해결을 위해 학습자의 시선이 고정되었던 관심 구간을 트랜딩 시각 요소로 결정하는 단계;

상기 트랜딩 시각 요소에 따른 학습 화면 내에서 이동하는 학습자들의 시선 패턴이 반영된 학습자들의 트랜딩 스캔 경로를 생성하는 단계; 및

상기 트랜딩 스캔 경로와 학습자들 각각의 개별 시선 경로를 비교하여 상기 학습 상황의 문제 해결에 대한 유사한 인지 상태를 갖는 학습자들을 분류하는 단계;

를 포함하는 학습자 분류 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 시선 경로 문자열을 생성하는 단계는,

상기 학습 화면을 바라보는 학습자들의 시선을 추적하여 학습자의 시선 탐색 활동에 따른 주시 특성으로 나타나는 개별 시선 경로를 결정하는 단계; 및

상기 개별 시선 경로에 따른 학습자의 시선 고정과 시선 도약의 순서를 고려하여 학습자의 시선 경로 문자열을 생성하는 단계;

를 포함하는 학습자 분류 방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 트랜딩 시각 요소로 결정하는 단계는,

상기 트랜딩 시각 요소로 결정된 관심 구간에 대한 학습자의 응시 빈도 및 응시 지속 시간을 고려하여 복수의 관심 구간 중 적어도 하나의 관심 구간을 트랜딩 시각 요소로 결정하는 학습자 분류 방법.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 학습자들을 분류하는 단계는,

상기 트랜딩 스캔 경로와 학습자 각각의 개별 시선 경로를 비교하여 학습 화면 내 관심 구간 간에 편집 거리 비용을 산출하는 단계; 및

상기 편집 거리 비용에 따른 상기 트랜딩 스캔 경로와 개별 시선 경로 간에 유사도를 판단하여 학습자들을 분류하는 단계;

를 포함하는 학습자 분류 방법.

청구항 12

학습자 분류 방법을 수행하는 컴퓨팅 장치에 있어서,

상기 컴퓨팅 장치는, 프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는,

복수의 관심 구간을 포함하는 학습 화면 내에서 이동하는 학습자들의 시선을 추적하여 학습자들 각각의 개별 시선 경로를 결정하고,

상기 학습자들 각각의 개별 시선 경로에 이용하여 학습 화면의 관심 구간에 부여된 문자를 순서대로 나열한 시선 경로 문자열을 생성하고,

상기 학습자들 각각의 시선 경로 문자열에 기초하여 학습 화면을 구성하는 복수의 관심 구간 중 적어도 하나의 관심 구간을 트랜딩 시각 요소로 결정하고,

상기 트랜딩 시각 요소에 따른 학습 화면 내에서 이동하는 학습자들의 시선 패턴이 반영된 학습자들의 트랜딩 스캔 경로를 생성하고,

상기 트랜딩 스캔 경로와 학습자 각각의 개별 시선 경로를 비교하여 학습 화면 내 관심 구간 간에 편집 거리 비용을 산출하고,

상기 편집 거리 비용에 따른 상기 트랜딩 스캔 경로와 개별 시선 경로 간에 유사도를 판단하여 학습자들을 분류하는 컴퓨팅 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 트랜딩 시각 요소로 결정된 관심 구간에 대한 학습자의 응시 빈도 및 응시 지속 시간을 고려하여 복수의 관심 구간 중 적어도 하나의 관심 구간을 트랜딩 시각 요소로 결정하는 컴퓨팅 장치.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 트랜딩 시각 요소로 결정된 우선 순위를 고려하여 우선 순위에 따른 학습자들의 시선 패턴이 반영된 학습자들의 트랜딩 스캔 경로를 생성하는 컴퓨팅 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 학습자의 시선 경로를 이용하여 학습자를 분류하는 학습자 분류 방법 및 상기 방법을 수행하는 컴퓨팅 장치에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 웹 기반의 학습 상황에서 문제 해결을 위한 학습자의 시선 경로를 이용하여 학습자를 분류하는 학습자 분류 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 오늘날, 인공 지능과 4차 산업 혁명으로 촉발된 사회 변화에 따른 미래형 인재를 발굴하기 위한 교육 패러다임의 변화가 예상되는 가운데, 미래형 인재는 얼마나 많이 알고 있느냐 하는 ‘지식의 양’ 이 아니라 정확하고 의미 있는 정보를 선별하고, 이를 활용하여 문제를 해결해낼 수 있는 ‘정보 처리 역량’ 에 대한 조건을 요구한다. 여기서, 정보 처리 역량은 제시된 다양한 자료를 해석하고, 필요한 정보를 선별하여 인지적으로 처리하는 일반적 영역의 핵심 역량(core competency)이다. 또한, 정보 처리 역량은 궁극적으로 합리적인 문제를 해결하기 위한 전략이 된다.

[0003] 이러한, 정보 처리 역량은 학습자 마다 다르게 나타나며, 이는 학습자들이 같은 학습 상황일지라도 각기 다른 학습 경험을 하게 되기 때문이다. 다시 말해, 정보처리이론의 관점에서 보면, 학습자들은 정보를 탐색하고 수집하여 처리하는 전반의 과정이 개인마다 상황마다 다르고, 그 과정에서 개인의 작업 기억에 부과되는 인지 부하 또한 다르기 때문이다.

[0004] 인간의 인지적 정보 처리는 작업 기억(working memory)이라는 제한된 용량 안에서 이루어지기 때문에 쏟아지는 정보들 사이에서 필요한 정보만을 선별하지 못하고 모두 처리하고자 할 때, 인지 과부하가 발생한다. 인지 과부하가 발생하면, 학습자들이 정보를 처리해야 할 작업 기억 용량에 여유가 없어지게 되며, 이로 인한 새로운 정보의 효과적인 통합이 이루어지지 않아 학습효과가 발생하기 어려워진다.

[0005] 이처럼 개별 학습자의 정보 처리와 학습 상황에서 경험하는 인지 부하를 파악하여 적절한 개입과 처방을 주기 위해서는 다양한 학습환경에 대한 데이터와 개인이 학습 과정에서 발생시키는 학습데이터를 수집하고 분석하여 처방하는 학습 분석학적 접근이 필요하다. 학습 분석학은 학습과 학습이 일어나는 환경에 대한 이해와 최적화를 위해 학습자와 그들의 맥락에 대한 데이터를 측정, 수집, 분석, 보고하는 활동으로, 증거 기반의 교수-학습 설계에 적합한 접근방식이다. 증거 기반의 교수-학습 설계는 학습자가 학습 내용과의 상호작용 과정에서 도출되고 있는 일련의 행동(증거)을 측정된 객관적 데이터를 분석함으로써, 학습자의 인지적 상태를 추론하고 증거에 기반한 적절한 처방을 제시하는 방법이다.

[0006] 최근에는 실제 학습 과정에서 학습자로부터 얻어지는 의사소통 패턴, 몸의 움직임, 생체반응, 비언어적 행동 등과 같이 컴퓨터가 알려주지 못하는 데이터까지 수집하여 학습에 대한 심층적인 해석을 시도하는 다중모드 학습 분석학이 대두되고 있다.

[0007] 다중 모드 학습 분석학에서는 학습자의 동기화된 멀티 스트림(synchronized multi-stream)데이터를 수집하여 학습 지향적 행동 모델링, 예측 및 지원을 위해 분석하기 때문에 개별 학습자들 간 학습상태를 비교 분석할 수 있을 뿐만 아니라 개인 내 변화하는 인지적 · 심리적 상태까지도 모델링 할 수 있다는 점에서 적응형 학습을 위한 교수-설계를 가능하게 한다. 또한, 적응형 학습은 학습자 개인의 수준이나 흥미뿐만 아니라 인지적 상태 및 행동에 따라 적응적으로 맞춤화 된 학습을 제공하는 것이다. 또한, 적응형 학습은 유사한 학습 패턴, 학습 수준을 가진 학습자들을 그룹화하고, 그룹화된 학습자들을 대상으로 등급에 따라 서로 상이한 학습 상황을 제공한다.

[0008] 그러나, 지금까지는 학습자의 인지적 처리 과정을 시간의 흐름에 따라 측정하는 것의 어려움과 분석 방법의 부재로 제대로 시행되지 못하는 실정이다.

[0009] 따라서, 개개인의 학습 과정에서 변화하는 인지적 상태를 포착하고, 유사한 인지적 상태를 갖는 학습자들을 그룹화하여 관리하는 방법이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명은 학습자들의 문제 해결을 위한 전략을 파악하기 위해 학습자의 개별 시선 경로를 분석하여 문제 해결 과정에서 변화하는 학습자의 인지적 상태를 실시간으로 파악하는 학습자 분류 방법을 제공할 수 있다.

[0011] 본 발명은 학습자의 인지적 상태를 파악함으로써, 웹 기반의 학습 화면을 통한 학습 상황에서 학습자의 전략에

따른 적절한 학습 처방을 제시하는 학습자 분류 방법을 제공할 수 있다.

과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명의 일실시예에 따른 학습자 분류 방법은 복수의 관심 구간을 포함하는 학습 화면 내에서 이동하는 학습자들의 시선을 추적하여 학습자들 각각의 개별 시선 경로를 결정하는 단계; 상기 학습자들 각각의 개별 시선 경로에 이용하여 학습 화면의 관심 구간에 부여된 문자를 순서대로 나열한 시선 경로 문자열을 생성하는 단계; 상기 학습자들 각각의 시선 경로 문자열을 분석하여 학습자들의 시선 패턴이 반영된 트랜딩 스캔 경로(Trending Scan-path)를 생성하는 단계; 및 상기 트랜딩 스캔 경로와 학습자 각각의 개별 시선 경로 간에 유사도를 고려하여 학습자들을 분류하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0013] 본 발명의 실시예에 따른 개별 시선 경로를 결정하는 단계는, 상기 학습 화면을 바라보는 학습자들의 시선을 추적하여 학습자의 시선 탐색 활동에 따른 주시 특성으로 나타나는 개별 시선 경로를 결정할 수 있다.
- [0014] 본 발명의 실시예에 따른 시선 경로 문자열을 생성하는 단계는, 학습자들 각각의 개별 시선 경로에 기초한 문자로 구분된 학습 화면의 관심 구간에서의 학습자의 시선 고정과 시선 도약의 순서를 고려하여 학습자의 시선 경로 문자열을 생성할 수 있다.
- [0015] 본 발명의 실시예에 따른 트랜딩 스캔 경로를 생성하는 단계는, 학습자들 각각의 시선 경로 문자열에 기초하여 학습 화면을 구성하는 복수의 관심 구간 중 적어도 하나의 관심 구간을 트랜딩 시각 요소(trending visual elements)로 결정하는 단계; 및 상기 트랜딩 시각 요소에 따른 학습 화면 내에서 이동하는 학습자들의 시선 패턴이 반영된 학습자들의 트랜딩 스캔 경로를 생성하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0016] 본 발명의 실시예에 따른 트랜딩 시각 요소를 결정하는 단계는, 트랜딩 시각 요소로 결정된 관심 구간에 대한 학습자의 응시 빈도 및 응시 지속 시간을 고려하여 복수의 관심 구간 중 적어도 하나의 관심 구간을 트랜딩 시각 요소로 결정할 수 있다.
- [0017] 본 발명의 실시예에 따른 트랜딩 스캔 경로를 생성하는 단계는, 학습자들 각각의 시선 경로 문자열로부터 트랜딩 시각 요소로 결정된 관심 구간의 발생 빈도 및 발생 기간을 판단하는 단계; 상기 판단된 발생 빈도 및 발생 기간에 기초하여 상기 트랜딩 시각 요소에 대한 우선 순위를 설정하는 단계; 및 상기 우선 순위에 따른 학습자들의 시선 패턴이 반영된 학습자들의 트랜딩 스캔 경로를 생성하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0018] 본 발명의 실시예에 따른 학습자들을 분류하는 단계는, 트랜딩 스캔 경로와 학습자 각각의 개별 시선 경로를 비교하여 학습 화면 내 관심 구간 간에 편집 거리 비용을 산출하는 단계; 및 상기 편집 거리 비용에 따른 상기 트랜딩 스캔 경로와 개별 시선 경로 간에 유사도를 판단하여 학습자들을 분류하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0019] 본 발명의 다른 실시예에 따른 학습자 분류 방법은 학습 화면을 시청하는 학습자들 각각의 시선에 따라 상기 학습 화면의 관심 구간에 부여된 문자를 순서대로 나열한 시선 경로 문자열을 생성하는 단계; 상기 시선 경로 문자열에 기초하여 학습 상황의 문제 해결을 위해 학습자의 시선이 고정되었던 관심 구간을 트랜딩 시각 요소로 결정하는 단계; 상기 트랜딩 시각 요소에 따른 학습 화면 내에서 이동하는 학습자들의 시선 패턴이 반영된 학습자들의 트랜딩 스캔 경로를 생성하는 단계; 및 상기 트랜딩 스캔 경로와 학습자들 각각의 개별 시선 경로를 비교하여 상기 학습 상황의 문제 해결에 대한 유사한 인지 상태를 갖는 학습자들을 분류하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0020] 본 발명의 실시예에 따른 시선 경로 문자열을 생성하는 단계는, 학습 화면을 바라보는 학습자들의 시선을 추적하여 학습자의 시선 탐색 활동에 따른 주시 특성으로 나타나는 개별 시선 경로를 결정하는 단계; 및 상기 개별 시선 경로에 따른 학습자의 시선 고정과 시선 도약의 순서를 고려하여 학습자의 시선 경로 문자열을 생성하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0021] 본 발명의 실시예에 따른 트랜딩 시각 요소로 결정하는 단계는, 트랜딩 시각 요소로 결정된 관심 구간에 대한 학습자의 응시 빈도 및 응시 지속 시간을 고려하여 상기 복수의 관심 구간 중 적어도 하나의 관심 구간을 트랜딩 시각 요소로 결정할 수 있다.
- [0022] 본 발명의 실시예에 따른 학습자들을 분류하는 단계는, 상기 트랜딩 스캔 경로와 학습자 각각의 개별 시선 경로를 비교하여 학습 화면 내 관심 구간 간에 편집 거리 비용을 산출하는 단계; 및 상기 편집 거리 비용에 따른 상기 트랜딩 스캔 경로와 개별 시선 경로 간에 유사도를 판단하여 학습자들을 분류하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0023] 본 발명의 일실시예에 따른 학습자 분류 방법을 수행하는 컴퓨팅 장치에 있어서, 상기 컴퓨팅 장치는, 프로세서

를 포함하고, 상기 프로세서는, 복수의 관심 구간을 포함하는 학습 화면 내에서 이동하는 학습자들의 시선을 추적하여 학습자들 각각의 개별 시선 경로를 결정하고, 상기 학습자들 각각의 개별 시선 경로에 이용하여 학습 화면의 관심 구간에 부여된 문자를 순서대로 나열한 시선 경로 문자열을 생성하고, 상기 학습자들 각각의 시선 경로 문자열에 기초하여 학습 화면을 구성하는 복수의 관심 구간 중 적어도 하나의 관심 구간을 트랜딩 시각 요소로 결정하고, 상기 트랜딩 시각 요소에 따른 학습 화면 내에서 이동하는 학습자들의 시선 패턴이 반영된 학습자들의 트랜딩 스캔 경로를 생성하고, 상기 트랜딩 스캔 경로와 학습자 각각의 개별 시선 경로를 비교하여 학습 화면 내 관심 구간 간에 편집 거리 비용을 산출하고, 상기 편집 거리 비용에 따른 상기 트랜딩 스캔 경로와 개별 시선 경로 간에 유사도를 판단하여 학습자들을 분류할 수 있다.

[0024] 본 발명의 실시예에 따른 프로세서는, 트랜딩 시각 요소로 결정된 관심 구간에 대한 학습자의 응시 빈도 및 응시 지속 시간을 고려하여 복수의 관심 구간 중 적어도 하나의 관심 구간을 트랜딩 시각 요소로 결정할 수 있다.

[0025] 본 발명의 실시예에 따른 프로세서는, 트랜딩 시각 요소로 결정된 우선 순위를 고려하여 우선 순위에 따른 학습자들의 시선 패턴이 반영된 학습자들의 트랜딩 스캔 경로를 생성할 수 있다.

발명의 효과

[0026] 본 발명의 일실시예에 의하면 학습자 분류 방법은 학습자들의 문제 해결을 위한 전략을 파악하기 위해 학습자들의 개별 시선 경로를 분석하여 문제 해결 과정에서 변화하는 학습자의 인지적 상태를 실시간으로 파악할 수 있다.

[0027] 본 발명의 일실시예에 의하면 학습자 분류 방법은 학습자의 인지적 상태를 파악함으로써, 웹 기반의 학습 화면을 통한 학습 상황에서 학습자의 전략에 따른 적절한 학습 처방을 제시할 수 있다.

[0028] 본 발명의 일실시예에 의하면 학습자 분류 방법은 다중모드 학습분석학 기반의 효과적인 예측과 처방이 가능한 학습 분석 시스템의 개발에 활용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 학습자들의 개별 시선 경로를 통한 인지 상태를 파악하여 학습자들을 각각 분류하는 전반적인 구성을 설명하기 위해 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 컴퓨팅 장치의 세부적인 동작을 설명하기 위해 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 시선 경로 문자열을 이용하여 트랜딩 시선 경로를 생성하는 세부적인 동작을 설명하기 위해 도시한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 학습자들을 각각 분류하는 생성하는 세부적인 동작을 설명하기 위해 도시한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 트랜딩 스캔 경로와 개별 시선 경로 간의 유사도를 판단하는 세부적인 동작을 설명하기 위해 도시한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 학습자 분류 방법을 설명하기 위해 도시한 도면이다.

도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 학습자 분류 방법을 설명하기 위해 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0031] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 학습자들의 개별 시선 경로를 통한 인지 상태를 파악하여 학습자들을 각각 분류하는 전반적인 구성을 설명하기 위해 도시한 도면이다.

[0032] 도 1을 참고하면, 컴퓨팅 장치는 개개인의 학습 과정에서 변화하는 인지적 상태를 포착하고, 개인의 역량이나 선호에 맞게 동적으로 유사한 인지 상태를 갖는 학습자들을 분류할 수 있다. 보다 자세하게, 컴퓨팅 장치는 문제 풀이 형태의 학습상황에서 학습자의 문제해결 전략이 반영된 정보처리 과정을 시선 경로를 통해 탐색적으로 분석할 수 있다. 컴퓨팅 장치는 시선 경로를 기반으로 다수에 의해 의미 있는 패턴으로 채택된 최적의 시선 패턴과 개별 학습자의 시선 경로 유사도가 학습자들의 문제해결 전략을 나타내는 중요한 지표로 활용할 수 있다.

[0033] 컴퓨팅 장치는 문제 해결 전략의 유사도를 기준으로 학습자 집단을 분류하고, 집단 간에 주의와 인지부하에 차이에 따른 학습 과정에서의 문제 해결 전략에 관한 인지적 상태를 비교 · 분석할 수 있다. 컴퓨팅 장치는 학

습자의 학습에 대한 전반적 과정을 이해하고 그에 따른 처방 가능성을 확인할 수 있다. 컴퓨팅 장치는 학습자의 문제 해결 전략을 시선 경로 문자열로 생성할 수 있다. 상세하게, 컴퓨팅 장치는 문제 해결이 이루어지는 웹 화면에서 관심 구간을 구분한 뒤 구분된 각 관심 구간을 식별하기 위해 서로 다른 문자를 배열할 수 있다. 컴퓨팅 장치는 학습자의 시선이 이동하는 순서대로 문자를 나열하여 시선 경로 문자열을 생성할 수 있다.

- [0034] 컴퓨팅 장치는 전체 학습자들의 시선 경로 문자열을 활용하여 트랜딩 스캔 경로를 생성할 수 있다. 컴퓨팅 장치는 STA(Scan-path Trend Analysis) 알고리즘을 활용하여 트랜딩 스캔 경로를 생성할 수 있다. 여기서, STA 알고리즘은 개개인의 시선 경로 데이터를 비교하여 학습자 대다수에게 보이는 시선 패턴을 발견할 수 있다. STA 알고리즘은 시선 패턴 내 각 AOI 영역의 시선 고정횟수와 시선 고정 지속시간을 고려하여 트랜딩 스캔 경로를 도출할 수 있다. 여기서, 트랜딩 스캔 경로는 다수의 학습자로부터 얻어진 연속성이 있는 행위의 평균이며, 이는 개인들 간 상호작용이 없는 상황에서 얻을 수 있는 특수한 형태의 집단 지성으로 발휘된 현상이라고 볼 수 있다.
- [0035] 컴퓨팅 장치는 STA 알고리즘을 통해 트랜딩 스캔 경로를 도출하는 과정은 다음 세 가지 단계로 진행될 수 있다.
- [0036] 1) 컴퓨팅 장치는 개별 시선 경로를 생성하기 위해, 학습 화면의 각 관심 구간에 문자를 부여할 수 있다. 여기서, 본 발명은 관심 구간을 넘어간 시선 고정에 대해서는 고려하지 않으므로 degree of accuracy 값을 0으로 지정할 수 있다.
- [0037] 3) 컴퓨팅 장치는 개별 시선 경로에서 가장 많이 응시했던 관심 구간을 트랜딩 시각 요소(trending visual elements)로 식별할 수 있다. 컴퓨팅 장치는 트랜딩 시각 요소 중에서 소수의 사람에게만 발견되는 독특한 혹은 의미 없는 시선 패턴을 제거함으로써 트랜딩 스캔 경로를 구성할 원소를 가려낼 수 있다.
- [0038] 3) 컴퓨팅 장치는 트랜딩 스캔 경로를 구성할 트랜딩 시각 요소의 위치를 결정하기 위해 발생 빈도와 기간을 고려한 우선순위 값(priority value)을 계산할 수 있다. 우선순위 값은 개별 시선 경로의 길이가 다름으로 인해 생기는 문제를 보완하기 위해 사용하는 정규화된 값일 수 있다.
- [0039] 이후, 컴퓨팅 장치는 트랜딩 스캔 경로와 학습자의 개별 시선 경로 간에 유사도를 계산할 수 있다. 컴퓨팅 장치는 문자열 편집 거리 비용을 산출하는 방식으로 트랜딩 스캔 경로와 학습자의 시선 경로 문자열의 편집 거리 비용을 계산할 수 있다. 컴퓨팅 장치는 학습자의 편집 거리 비용을 트랜딩 스캔 경로와 학습자의 시선 경로 중 더 긴 문자열의 개수로 나눠 정규화할 수 있다. 컴퓨팅 장치는 정규화 한 값을 1에서 빼 줌으로써 트랜딩 스캔 경로와 학습자의 개별 시선 경로 간에 유사도(문제해결 전략 유사도)를 산출할 수 있다.
- [0040] 여기서, 유사도는 0과 1사이의 값이 되며, 1에 가까울수록 유사도가 높다고 판단할 수 있다.
- [0041] 컴퓨팅 장치는 트랜딩 스캔 경로에 대한 개별 시선 경로의 유사도를 기준으로 학습자 분류할 수 있다. 컴퓨팅 장치는 전체 학습자의 시선 경로 유사도 평균값을 기준으로 학습자를 분류할 수 있다. 컴퓨팅 장치는 평균 이상이면 비슷한 유형의 문제해결 전략을 보이는 학습자로 분류하고, 평균 이하이면 문제해결 전략을 알지 못하여 혼란적주의 패턴을 보이거나 개인만의 독특한 시선 경로 패턴을 나타내는 학습자로 분류할 수 있다.
- [0043] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 컴퓨팅 장치의 세부적인 동작을 설명하기 위해 도시한 도면이다.
- [0044] 도 2를 참고하면, 컴퓨터 장치(101)는 프로세서(201)를 포함하고, 프로세서(201)는 웹 기반의 학습 상황에서 문제 해결을 위한 학습자의 시선 경로를 이용하여 학습자를 분류할 수 있다.
- [0045] S1(202)에서 프로세서(201)는 복수의 관심 구간을 포함하는 학습 화면 내에서 이동하는 학습자들의 시선을 추적하여 학습자들 각각의 개별 시선 경로를 결정할 수 있다. 프로세서(201)는 학습 화면을 바라보는 학습자들의 시선을 추적하여 학습자의 시선 탐색 활동에 따른 주시 특성으로 나타나는 개별 시선 경로를 결정할 수 있다.
- [0046] S2(203)에서 프로세서(201)는 학습자들 각각의 개별 시선 경로에 이용하여 학습 화면의 관심 구간에 부여된 문자를 순서대로 나열한 시선 경로 문자열을 생성할 수 있다. 프로세서(201)는 학습자들 각각의 개별 시선 경로에 기초한 문자로 구분된 학습 화면의 관심 구간에서의 학습자의 시선 고정과 시선 도약의 순서를 고려하여 학습자의 시선 경로 문자열을 생성할 수 있다.
- [0047] S3(204)에서 프로세서(201)는 학습자들 각각의 시선 경로 문자열을 분석하여 학습자들의 시선 패턴이 반영된 트랜딩 스캔 경로를 생성할 수 있다. 프로세서(201)에서 학습자들 각각의 시선 경로 문자열에 기초하여 학습 화면을 구성하는 복수의 관심 구간 중 적어도 하나의 관심 구간을 트랜딩 시각 요소로 결정할 수 있다. 프로세서

(201)는 트랜딩 시각 요소에 따른 학습 화면 내에서 이동하는 학습자들의 시선 패턴이 반영된 학습자들의 트랜딩 스캔 경로를 생성할 수 있다.

[0048] S4(205)에서 프로세서(201)는 트랜딩 스캔 경로와 학습자 각각의 개별 시선 경로 간에 유사도를 고려하여 학습자들을 분류할 수 있다. 프로세서(201)는 트랜딩 스캔 경로와 학습자 각각의 개별 시선 경로를 비교하여 학습 화면 내 관심 구간 간에 편집 거리 비용을 산출할 수 있다. 프로세서(201)는 편집 거리 비용에 따른 트랜딩 스캔 경로와 개별 시선 경로 간에 유사도를 판단하여 학습자들을 분류할 수 있다.

[0050] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 시선 경로 문자열을 이용하여 트랜딩 시선 경로를 생성하는 세부적인 동작을 설명하기 위해 도시한 도면이다.

[0051] 도 3을 참고하면, 컴퓨팅 장치는 문제 풀이 형식의 학습 상황에서 문제 접근 방식과 정보 처리 과정에 따른 유사한 문제 해결 전략을 보이는 학습자들을 분류하기 위해 개별 시선 경로를 생성할 수 있다. 시선 경로(scan-path)는 안구의 시선 고정(fixation)과 시선 도약(saccade)으로 이루어진 시각 운동으로 머릿속에서 일어나는 정보처리 과정을 시간 순서에 따른 문자열로 나타낼 수 있다. 학습자들의 시선 경로를 살펴보기 위해 먼저 문제해결 화면에서 문제의 질문, 표, 조건, 선지 각각을 관심 영역(AOI; Area Of Interest)으로 설정하고 각각의 관심 영역에 알파벳을 부여하여 구분할 수 있다.

[0052] 컴퓨팅 장치는 알파벳으로 구분한 관심 영역(AOI)에 학습자의 시선 고정과 시선 도약 순서를 고려하여 학습 화면의 관심 구간에 부여된 문자를 이용할 수 있다. 이는 시선 경로라고 지정할 수 있다. 일례로, 학습자의 시선이 이동했다면 시선 경로 문자열은 'ACBCDBDE'를 생성할 수 있다.

[0053] 컴퓨팅 장치는 학습자의 개별 시선 경로에 따른 문자를 순서대로 나열한 시선 경로 문자열이 생성되면, 이를 활용하여 대다수 학습자에서 나타나는 의미 있는 문제 해결 전략에 관한 패턴인 트랜딩 스캔 경로(304)를 생성할 수 있다. 이는 STA(Scan-path Trend Analysis) 알고리즘을 통해 산출하였으며, STA 알고리즘은 개인의 시선 경로 문자열(301), (302), (303)을 비교·분석하여 대다수 학습자에게 보이는 시선 패턴을 발견할 수 있다. STA 알고리즘은 시선 패턴 내 각 관심 영역의 시선 고정횟수와 시선 고정 지속시간을 고려하여 빈번하고 오랜 시간 응시된 주요 시선 패턴인 트랜딩 스캔 경로(304)를 도출하는 알고리즘이다.

[0054] 즉, STA 알고리즘을 통해 도출된 트랜딩 스캔 경로(304)는 다수의 학습자로부터 얻어진 연속성이 있는 행위의 평균이며, 이는 개인들 간 상호작용이 없는 상황에서 얻을 수 있는 특수한 형태의 집단 지성(collective intelligence)으로 발휘된 현상이라고 볼 수 있다. 여기서, 집단 지성이란, 소수의 우수한 개체나 전문가의 능력보다 다양성과 독립성을 가진 집단의 통합된 지성이 올바른 결론에 가깝다고 추론할 수 있다. 이때, STA 알고리즘은 전체 학습자들의 시선 경로 패턴을 분석하여 특정 학습자에게만 나타난 시선 패턴은 제거하고, 다수에게 여러 번 응시된 의미 있는 패턴만을 걸러낸다는 점에서 집단 지성을 나타내는 행위의 준거로 활용할 수 있다.

[0055] 본 발명은 학습자들의 개별 시선 경로를 추적하기 위해, 시선 추적기(eye tracker)를 이용할 수 있다. 시선 추적기의 기본적인 세팅 값으로 1) 시선 추적기와 학습자 간의 거리, 2) 실험 모니터의 X 해상도, 3) 실험 모니터의 Y 해상도, 4) 모니터 크기, 5) Tolerance Level 등이 있다.

[0056] STA 알고리즘을 통해 트랜딩 스캔 경로(304)를 도출하는 과정은 다음 세 가지 단계로 진행될 수 있다.

[0057] (1) 예비 단계(preliminary stage)

[0058] 본 단계에서 컴퓨팅 장치는 개별 시선 경로를 생성하기 위해, 학습 화면의 각 관심 구간에 문자를 부여할 수 있다. 이때, 컴퓨팅 장치는 관심 구간을 약간 벗어나는 애매한 위치의 시선 고정도 어느 정도 포함하고자 한다면 정확도(degree of accuracy) 값을 조정하여 포함할 수 있다. 그러나 본 연구에서는 AOI 영역 내 시선 고정만 고려하기 때문에 분석과정에서 정확도 값을 '0'으로 지정하였다.

[0059] (2) 주된 시각적 요소(trending visual elements)

[0060] 본 단계에서 컴퓨팅 장치는 개별 시선 경로에서 가장 많이 응시했던 관심 영역을 응시 빈도와 응시 지속시간을 고려하여 주요 시각적 요소(trending visual elements)로 식별할 수 있다. 컴퓨팅 장치는 모든 개별 시선 경로의 주된 시각적 요소를 식별하고, 식별된 인스턴스는 추후 군집화(clustering)를 목적으로 트랜딩 스캔 경로를 구성하는 데 사용될 수 있다. 이 과정에서 주된 시각적 요소 인스턴스로 정의되지 않은 패턴들(i.e. 소수의 사

람에게만 발견된 독특한 혹은 의미 없는 시선 패턴)은 트랜딩 스캔 경로에 포함되지 않는다.

(3) 트랜딩 스캔 경로(Trending Scan-path)

본 단계에서 컴퓨팅 장치는 식별된 개별 시선 경로의 주요 시각적 요소 인스턴스와 개별 시선 경로의 군집화에 의해 트랜딩 스캔 경로를 도출할 수 있다. 컴퓨팅 장치는 이 과정에서 각각의 주요 시각적 요소 인스턴스의 위치를 결정하기 위해 발생 빈도와 기간을 고려한 우선순위 값(priority value)을 계산할 수 있다. 우선순위 값은 개별 시선 경로의 길이가 다르므로 인해 생기는 문제를 보완하기 위해서 사용하는 정규화된 값이다. 우선순위 값을 계산하는 공식은 아래의 수학적 식 1과 같이 나타낼 수 있다.

수학적 식 1

$$\Psi_i = 1 - P_i \cdot z, \text{ where } z = \frac{\max_i - \min_i}{L - 1}$$

여기서, 수학적 식 1을 참고하면, Ψ_i 는 i번째 instance에 대한 우선 순위의 값을 나타내고, P_i 는 Visual element instance의 위치(0부터 시작)를 나타내며, L는 개별 scan-path의 길이를 나타낼 수 있다.

개별 우선순위 값(Ψ_i)이 계산되면, STA 알고리즘은 전체 우선 순위의 값(Ψ)을 모든 개별 시선 경로 안의 시각적 요소 인스턴스에 대해 아래의 수학적 식 2와 같이 계산할 수 있다.

수학적 식 2

$$\Psi = \sum_{i=1}^n \Psi_i$$

여기서, 수학적 식 2를 참고하면, n은 개별 scan-path의 수(= 학습자 수)를 나타낼 수 있다.

STA 알고리즘은 전체 우선순위 값에 기반하여 가장 높은 우선순위 값을 가진 시각적 요소 인스턴스가 트랜딩 스캔 경로의 제일 앞에 위치하도록 한다. 이때, 한 개 이상의 시각적 요소 인스턴스가 같은 우선순위 값을 가진다면 해당 인스턴스의 발생 빈도와 기간을 고려하여 트랜딩 스캔 경로에 내림차순으로 위치시킬 수 있다.

표 1

함수	기능
getParticipants()	피험자 데이터 불러오기
getAols()	AOI 데이터 불러오기
calculateErrorRateArea()	error rate area 계산 정의
getPPIO	모니터 대각선 크기(inch) 대비 해상도(pixel) 정보
createSequences()	기존의 Participants, AOI, ErrorRateArea 정보를 통해 시선 경로 생성
getNumberedSequence()	시선 고정빈도와 지속시간을 고려한 새로운 시선 경로 생성
calculateImportanceThreshold()	Threshold 값을 설정하여 최소횟수와 최소시간을 반환
updateAolsFlag()	AOI가 Threshold 값과 같거나 크면 Trending Scanpath로 분류
removeInsignificantAols()	AOI가 Threshold 값보다 작으면 AOI 리스트에서 제거
getValuableAols()	AOI 리스트와 Threshold 값에서 중요한 AOI만 가져옴

[0069]

[0071] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 학습자들을 각각 분류하는 생성하는 세부적인 동작을 설명하기 위해 도시한 도면이다.

[0072] 도 4를 참고하면, 컴퓨팅 장치는 트랜딩 스캔 경로(401)와 학습자 각각의 개별 시선 경로(402) 간에 유사도를 고려하여 학습자들을 분류할 수 있다. 컴퓨팅 장치는 트랜딩 스캔 경로(401)와 학습자 각각의 개별 시선 경로(402)를 비교하여 학습 화면 내 관심 구간 간에 편집 거리 비용을 산출할 수 있다. 컴퓨팅 장치는 편집 거리 비용에 따른 트랜딩 스캔 경로(401)와 개별 시선 경로(402) 간에 유사도를 판단하여 학습자들을 분류할 수 있다. 컴퓨팅 장치는 편집 거리 비용을 더 긴 문자열의 길이로 나눠 표준화시키는 방법으로 유사도를 계산할 수 있다. 이는 도 5를 통해 보다 자세히 설명하도록 한다.

[0073] 컴퓨팅 장치는 트랜딩 스캔 경로(401)의 유사도에 따라 복수의 학습자 그룹(403)으로 분류할 수 있다. 이는 트랜딩 스캔 경로(401)와 개별 시선 경로 간의 유사도가 높은 학습자 그룹과 유사도가 낮은 학습자 그룹으로 분류될 수 있다.

[0075] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 트랜딩 스캔 경로와 개별 시선 경로 간의 유사도를 판단하는 세부적인 동작을 설명하기 위해 도시한 도면이다.

[0076] 도 5를 참고하면, 컴퓨팅 장치는 트랜딩 스캔 경로(TS: Trending Scan-path)와 학습자의 개별 시선 경로 간에 유사도를 비교하여 학습자의 문제 해결 전략이 얼마나 유사한지를 확인할 수 있다. 트랜딩 스캔 경로는 대다수 학습자에서 나타나는 의미 있는 문제 해결 전략 패턴일 수 있다.

[0077] 여기서, 트랜딩 스캔 경로와 학습자의 개별 시선 경로는 모두 시선 경로 문자열로 표현되기 때문에, 컴퓨팅 장치는 트랜딩 스캔 경로와 학습자의 개별 시선 경로 간의 유사성을 살펴보기 위해 문자열 편집 거리 비용을 산출할 수 있다. 컴퓨팅 장치는 산출된 결과를 비교하는 학습자의 문제 해결 전략이 얼마나 유사한지를 확인할 수 있다.

[0078] 문자열 편집 거리 비용은 트랜딩 스캔 경로가 나타내는 시선 경로 문자열과 개별 시선 경로가 나타내는 시선 경

로 문자열 중 하나를 다른 하나의 문자열로 완전히 바꾸는 데 필요한 최소한의 편집 작업 횟수를 나타낼 수 있다. 컴퓨팅 장치는 계산된 편집 작업 횟수에 따른 트랜딩 스캔 경로와 학습자의 개별 시선 경로 간에 유사도를 판단할 수 있다.

[0079] 컴퓨팅 장치는 문자열 편집 거리 비용을 산출하기 위해, 단일 문자의 삽입(insertion), 삭제(deletion), 대체(substitution)를 통한 편집 작업을 수행할 수 있으며, 2차원의 배열을 통해 문자 하나씩 비교해 나갈 수 있다. 컴퓨팅 장치는 시선 경로를 구성하는 문자열의 각 원소는 각각의 관심 구간(AOI: Areas of Interest)에 부여된 문자일 수 있다. 일례로, 문자는 알파벳, 숫자 등으로 표기될 수 있다.

[0080] 도 5의 (a)를 살펴보면, 컴퓨팅 장치는 문자열 편집 거리 비용을 산출하기 위한 전처리 과정을 수행할 수 있다. 트랜딩 스캔 경로가 나타내는 시선 경로 문자열이 'ACBCDBDCE'고, 학습자의 개별 시선 경로가 나타내는 시선 경로 문자열이 'DBBDCE'라면, 컴퓨팅 장치는 각 시선 경로 문자열 간에 편집 거리를 계산할 수 있다. 두 시선 경로 문자열의 처음 비교 대상은 공집합이다. 따라서, 각 문자열의 길이에 1을 더한 2차원 배열을 준비한다. 그리고, 2차원 배열의 각 칸에는 삽입, 삭제, 대체가 일어난 횟수인 편집 비용을 기재하게 된다. 여기서, 1 행과 1 열의 편집 비용은 단순히 순번을 적어 놓은 것으로, 기화 작업이라고 할 수 있다.

[0081] (1) 학습자의 개별 시선 경로가 나타내는 시선 경로 문자열

[0082] 편집 비용을 기재함에 있어, 문자가 같으면 편집 비용은 '0' 이 된다. 2차원 배열의 1 행을 계산하면, 두 시각 경로 문자열의 맨 처음 비교 대상은 공집합이다. 둘 다 같은 문자이기 때문에 편집비용은 '0' 이 된다. 그 다음 '{ }' 과 '{ }D' 는 1번 삭제가 일어난다. 이어서 '{ }' 과 '{ }DB' 는 2번 삭제, '{ }' 과 '{ }DBB' 는 3 번 삭제, '{ }' 과 '{ }DBBD' 는 4번 삭제, '{ }' 과 '{ }DBBDC' 는 5번 삭제, '{ }' 과 '{ }DBBDCE' 는 6번 삭제가 이루어져 '0 1 2 3 4 5 6' 의 순서로 1행의 값이 채워진다.

[0083] (2) 트랜딩 스캔 경로가 나타내는 시선 경로 문자열

[0084] 편집 비용을 기재함에 있어, 2차원 배열의 1열을 계산하면, 두 문자열의 맨 처음 비교 대상은 1행 계산과 마찬가지로 공집합이므로 편집비용이 여전히 '0' 이다. 그 다음 '{ }A' 와 '{ }' 는 1번 삭제, '{ }AC' 와 '{ }' 는 2번 삭제, '{ }ACB' 와 '{ }' 는 3번 삭제, '{ }ACBC' 와 '{ }' 는 4번 삭제, '{ }ACBCD' 와 '{ }' 는 5번 삭제, '{ }ACBCDB' 와 '{ }' 는 6번 삭제, '{ }ACBCDBD' 와 '{ }' 는 7번 삭제, '{ }ACBCDBDC' 와 '{ }' 는 8번 삭제, '{ }ACBCDBDCE' 와 '{ }' 는 9번의 삭제가 이루어져 '0 1 2 3 4 5 6 7 8 9' 의 순서로 1열의 값이 채워진다.

[0085] 도 5의 (b)를 살펴보면, 컴퓨팅 장치는 기화 작업이 완료된 이후, 두 시각 경로 문자열 간에 최종 편집 거리 비용을 계산할 수 있다. 컴퓨팅 장치는 트랜딩 스캔 경로를 기준으로 설정한 후, 학습자의 시선 경로 문자열에서 편집이 일어나는 비용을 계산할 수 있다. 다시 말해, 컴퓨팅 장치는 학습자의 시선 경로 문자열을 트랜딩 스캔 경로와 동일한 문자열로 만들기 위해 몇 번의 편집이 일어나는지 그 횟수를 계산할 수 있다.

[0086] 2번째 행까지의 트랜딩 스캔 경로는 '{ }A' 이며, 이에 대해 학습자의 시선 경로 문자열을 하나씩 추가하면서 비교해가는 과정을 반복하여 수행할 수 있다. 즉, '{ }A' 와 '{ }D' 는 1번 대체(i.e. D를 A로 대체), '{ }A' 와 '{ }DB' 는 1번의 대체와 1번의 삭제(i.e. D를 A로 대체하고 B는 삭제), '{ }A' 와 '{ }DBB' 는 1번의 대체와 2번의 삭제(i.e. D를 A로 대체하고 BB는 삭제), '{ }A' 와 '{ }DBBD' 는 1번의 대체와 3번의 삭제(i.e. D를 A로 대체하고 BBD는 삭제), '{ }A' 와 '{ }DBBDC' 는 1번의 대체와 4번의 삭제(i.e. D를 A로 대체하고 BBDC는 삭제), '{ }A' 와 '{ }DBBDCE' 는 1번의 대체와 5번의 삭제(i.e. D를 A로 대체하고 BBDC는 삭제)가 이루어져 '1 1 2 3 4 5 6' 의 순서로 2행의 값이 채워진다. 그 아래 행들도 같은 방식으로 계산될 수 있다.

[0087] 컴퓨팅 장치는 편집 거리 비용을 계산할 때, 문자열이 일치하면 이전 편집 거리 비용을 그대로 가져오면 되고, 일치하지 않으면 이전 편집 거리에서 1을 증가시키는 방식으로 계산할 수 있다. 본 계산을 통해 두 시각 경로 문자열 간 최종 편집거리 비용은 대각선 맨 마지막에 있는 값(4)이 될 수 있다.

[0088] 컴퓨팅 장치는 트랜딩 스캔 경로에 대한 개별 학습자들의 편집거리 비용이 계산되면 이를 두 문자열 간 더 긴 문자열의 길이로 나눠 정규화 시켜줄 수 있다. 정규화시키는 이유는 편집비용이 단순히 문자열의 길이 차이로 인한 값이 아닌 패턴의 차이임을 반영하기 위함일 수 있다. 본 연구에서 컴퓨팅 장치는 시선 경로 문자열의 편집거리 비용을 문제해결 전략 유사도 지표로 활용하기 위해 정규화한 편집거리 비용을 1에서 빼 값이 클수록 문제해결 전략 유사도가 높다고 해석될 수 있게 계산할 수 있다. 문제해결 전략 유사도를 계산하는 공식은 아래의 수학적식 3과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 3

$$\text{문제해결 전략 유사도} = 1 - \frac{\text{총 편집거리 비용}}{\text{더 긴 문자열의 길이}}$$

[0089]

[0091]

도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 학습자 분류 방법을 설명하기 위해 도시한 도면이다.

[0092]

단계(601)에서 컴퓨팅 장치는 복수의 관심 구간을 포함하는 학습 화면 내에서 이동하는 학습자들의 시선을 추적하여 학습자들 각각의 개별 시선 경로를 결정할 수 있다. 컴퓨팅 장치는 학습 화면을 바라보는 학습자들의 시선을 추적하여 학습자의 시선 탐색 활동에 따른 주시 특성으로 나타나는 개별 시선 경로를 결정할 수 있다.

[0093]

단계(602)에서 컴퓨팅 장치는 학습자들 각각의 개별 시선 경로에 대응하는 시선 경로 문자열을 생성할 수 있다. 여기서, 시선 경로 문자열은 학습 화면의 관심 구간에 부여된 문자를 순서대로 나열한 문자열일 수 있다. 컴퓨팅 장치는 학습자들 각각의 개별 시선 경로에 기초한 문자로 구분된 학습 화면의 관심 구간에서의 학습자의 시선 고정과 시선 도약의 순서를 고려하여 학습자의 시선 경로 문자열을 생성할 수 있다.

[0094]

단계(603)에서 컴퓨팅 장치는 학습자들 각각의 시선 경로 문자열을 분석하여 학습자들의 시선 패턴이 반영된 트랜딩 스캔 경로를 생성할 수 있다. 컴퓨팅 장치는 학습자들 각각의 시선 경로 문자열에 기초하여 학습 화면을 구성하는 복수의 관심 구간 중 적어도 하나의 관심 구간을 트랜딩 시각 요소로 결정할 수 있다. 트랜딩 시각 요소는 복수의 관심 구간 중 시선 경로 문자열에 따른 개별 시선 경로에서 가장 많이 응시했던 관심 구간을 의미할 수 있다.

[0095]

컴퓨팅 장치는 개별 시선 경로에 따른 관심 구간에 대한 학습자의 응시 빈도 및 응시 지속 시간을 고려하여 복수의 관심 구간 중 적어도 하나의 관심 구간을 트랜딩 시각 요소로 결정할 수 있다. 컴퓨팅 장치는 트랜딩 시각 요소에 따른 학습 화면 내에서 이동하는 학습자들의 시선 패턴이 반영된 학습자들의 트랜딩 스캔 경로를 생성할 수 있다.

[0096]

이때, 컴퓨팅 장치는 개별 시선 경로 중 소수의 사람에게만 발견되는 독특한 혹은 의미 없는 학습자의 시선 패턴을 제거함으로써 트랜딩 스캔 경로를 구성할 원소(트랜딩 시각 요소)를 추출할 수 있다. 자세하게, 컴퓨팅 장치는 주로 보여지는 공통의 스캔 경로(common scan-path)가 우선 순위 또는, 우선 빈도에 따라 배열되면 공통의 스캔 경로 중 개별 시선 경로 내 독특한 혹은, 의미 없는 학습자의 시선 패턴을 자연스럽게 채택되지 않도록 처리함으로써, 트랜딩 스캔 경로를 구성할 원소를 추출할 수 있다. 이때, 컴퓨팅 장치는 트랜딩 스캔 경로를 구성함에 있어, 허용 오차 레벨(tolerance level)을 높게 설정하는 경우, 트랜딩 스캔 경로의 정확도(fidelity)가 낮아지거나 또는, 트랜딩 스캔 경로 내 우선 순위가 낮은 개별 시선 경로를 일부 포함될 수 있다. 또한, 컴퓨팅 장치는 허용 오차 레벨을 낮게 설정하는 경우, 모든 사람에게 허용 가능한 공통적으로 제공 가능한 개별 시선 경로들만으로 트랜딩 스캔 경로를 구성함으로써, 높은 정확도를 나타낼 수 있다.

[0097]

컴퓨팅 장치는 트랜딩 시각 요소에 따른 학습 화면 내에서 이동하는 학습자들의 시선 패턴이 반영된 학습자들의 트랜딩 스캔 경로를 생성할 수 있다. 컴퓨팅 장치는 학습자들 각각의 시선 경로 문자열로부터 트랜딩 시각 요소로 결정된 관심 구간의 발생 빈도 및 발생 기간을 판단할 수 있다. 컴퓨팅 장치는 판단된 발생 빈도 및 발생 기간에 기초하여 트랜딩 시각 요소에 대한 우선 순위를 설정할 수 있다. 컴퓨팅 장치는 우선 순위에 따른 학습자들의 시선 패턴이 반영된 학습자들의 트랜딩 스캔 경로를 생성할 수 있다.

[0098]

단계(604)에서 컴퓨팅 장치는 트랜딩 스캔 경로와 학습자 각각의 개별 시선 경로 간에 유사도를 고려하여 학습자들을 분류할 수 있다. 컴퓨팅 장치는 트랜딩 스캔 경로와 학습자 각각의 개별 시선 경로를 비교하여 학습 화면 내 관심 구간 간에 편집 거리 비용을 산출할 수 있다. 컴퓨팅 장치는 편집 거리 비용에 따른 상기 트랜딩 스캔 경로와 개별 시선 경로 간에 유사도를 판단하여 학습자들을 분류할 수 있다.

[0099]

도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 학습자 분류 방법을 설명하기 위해 도시한 도면이다.

[0100]

단계(701)에서 컴퓨팅 장치는 학습 화면을 시청하는 학습자들 각각의 시선에 따라 학습 화면의 관심 구간에 부여된 문자를 순서대로 나열한 시선 경로 문자열을 생성할 수 있다. 컴퓨팅 장치는 학습 화면을 바라보는 학습

자들의 시선을 추적하여 학습자의 시선 탐색 활동에 따른 주시 특성으로 나타나는 개별 시선 경로를 결정할 수 있다. 컴퓨팅 장치는 개별 시선 경로에 따른 학습자의 시선 고정과 시선 도약의 순서를 고려하여 학습자의 시선 경로 문자열을 생성할 수 있다.

[0101] 단계(702)에서 컴퓨팅 장치는 시선 경로 문자열에 기초하여 학습 상황의 문제 해결을 위해 학습자의 시선이 고정되었던 관심 구간을 트랜딩 시각 요소로 결정할 수 있다. 여기서, 컴퓨팅 장치는 트랜딩 시각 요소로 결정된 관심 구간에 대한 학습자의 응시 빈도 및 응시 지속 시간을 고려하여 복수의 관심 구간 중 적어도 하나의 관심 구간을 트랜딩 시각 요소로 결정할 수 있다.

[0102] 단계(703)에서 컴퓨팅 장치는 트랜딩 시각 요소에 따른 학습 화면 내에서 이동하는 학습자들의 시선 패턴이 반영된 학습자들의 트랜딩 스캔 경로를 생성할 수 있다.

[0103] 단계(704)에서 컴퓨팅 장치는 트랜딩 스캔 경로와 학습자들 각각의 개별 시선 경로를 비교하여 학습 상황의 문제 해결에 대한 유사한 인지 상태를 갖는 학습자들을 분류할 수 있다. 컴퓨팅 장치는 트랜딩 스캔 경로와 학습자 각각의 개별 시선 경로를 비교하여 학습 화면 내 관심 구간 간에 편집 거리 비용을 산출할 수 있다. 컴퓨팅 장치는 편집 거리 비용에 따른 트랜딩 스캔 경로와 개별 시선 경로 간에 유사도를 판단하여 학습자들을 분류할 수 있다.

[0105] 한편, 본 발명에 따른 방법은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 프로그램으로 작성되어 마그네틱 저장매체, 광학적 판독매체, 디지털 저장매체 등 다양한 기록 매체로도 구현될 수 있다.

[0106] 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.

[0107] 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.

[0108] 또한, 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용매체일 수 있고, 컴퓨터 저장매체 및 전송매체를 모두 포함할 수 있다.

[0109] 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 이

상의 특징들은 일부 경우에 그 조합으로부터 배제될 수 있으며, 그 청구된 조합은 하위 조합이나 하위 조합의 변형물로 변경될 수 있다.

[0110] 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 실시 형태의 다양한 장치 컴포넌트의 분리는 그러한 분리를 모든 실시형태에서 요구하는 것으로 이해되어서는 안 되며, 설명한 프로그램 컴포넌트와 장치들은 일반적으로 단일의 소프트웨어 제품으로 함께 통합되거나 다중 소프트웨어 제품에 패키징 될 수 있다는 점을 이해하여야 한다.

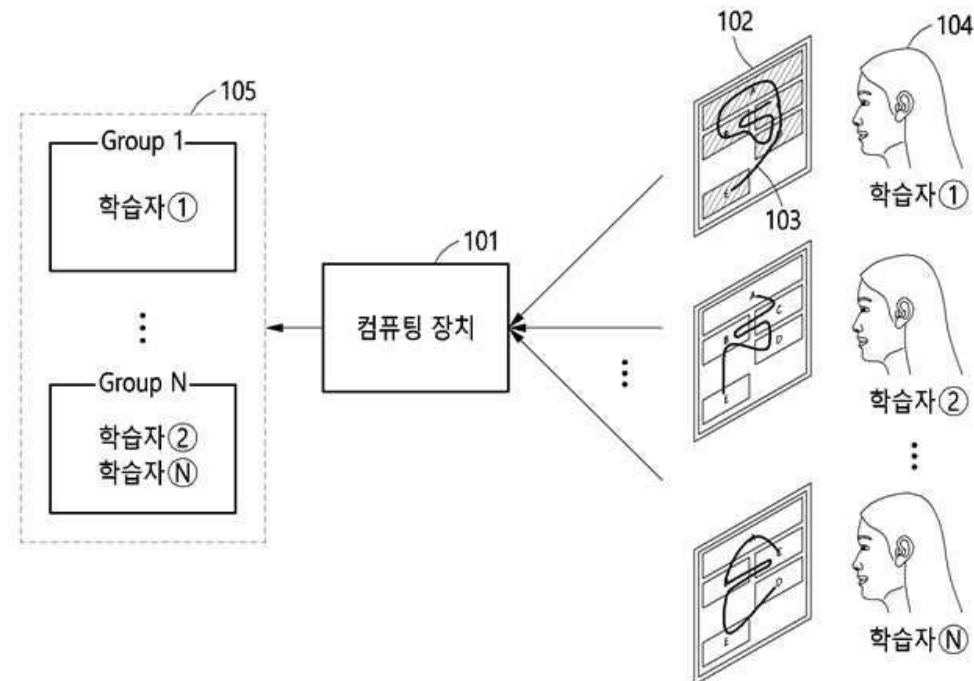
[0111] 한편, 본 명세서와 도면에 개시된 본 발명의 실시 예들은 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것에 지나지 않으며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시 예들 이외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형 예들이 실시 가능하다는 것은, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

부호의 설명

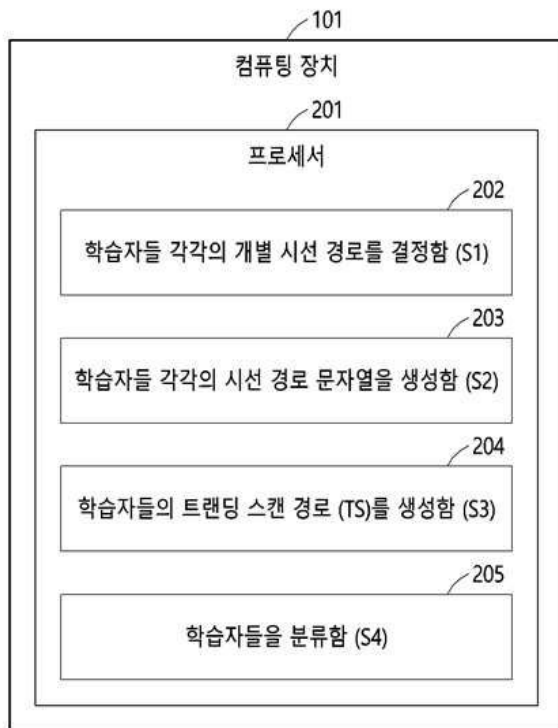
- [0112]
- 101: 컴퓨팅 장치
 - 102: 학습 화면
 - 103: 개별 시선 경로
 - 104: 학습자
 - 105: 학습자 그룹

도면

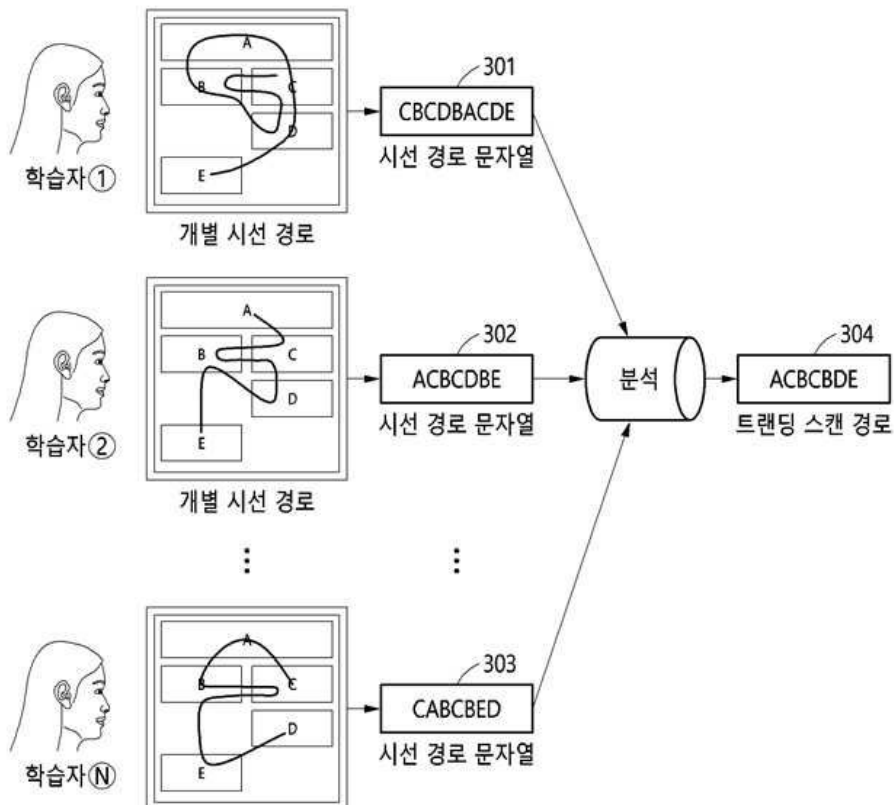
도면1



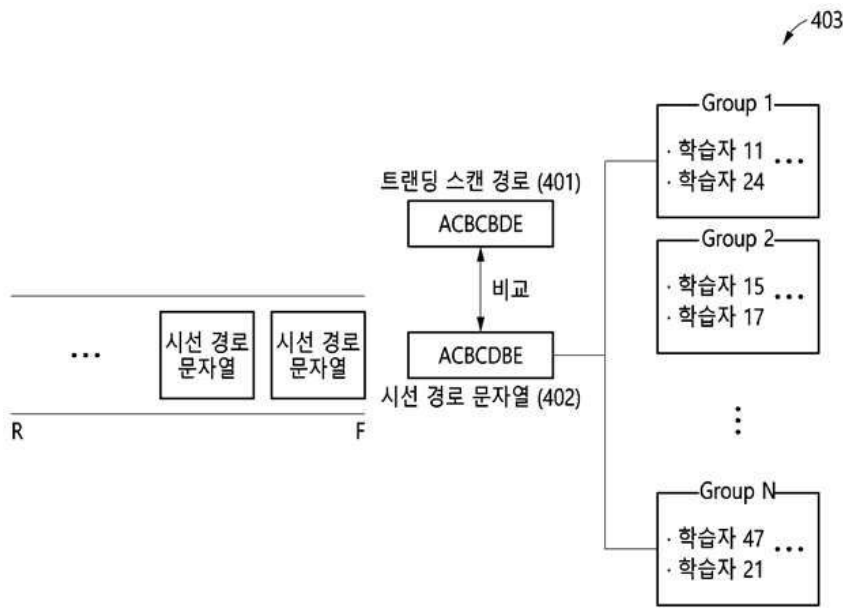
도면2



도면3



도면4



도면5

TS \ gap	gap	∅	D	B	B	D	C	E
∅	0	1	2	3	4	5	6	
A	1							
C	2							
B	3							
C	4							
D	5							
B	6							
D	7							
C	8							
E	9							

(a)

TS \ gap	gap	∅	D	B	B	D	C	E
∅	0	1	2	3	4	5	6	
A	1	대체 1	삭제 2	삭제 3	삭제 4	삭제 5	삭제 6	
C	2	2	삭제 2	2	3	4	5	6
B	3	3	복사 2	삽입 3	4	5	6	
C	4	4	3	대체 3	4	5	6	
D	5	5	4	4	복사 3	4	5	
B	6	6	5	4	4	4	5	
D	7	7	6	5	4	5	5	
C	8	8	7	6	5	4	5	
E	9	9	8	7	6	5	4	

(b)

도면6

