(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0065122
(43) 공개일자 2023년05월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 16/332 (2019.01) *G06F 16/9032* (2019.01)
G06F 40/111 (2020.01) *G06F 40/157* (2020.01)
G06F 40/237 (2020.01) *G06F 40/268* (2020.01)
G06F 40/284 (2020.01) *G06F 40/58* (2020.01)
G06N 3/08 (2023.01)
(52) CPC특허분류
G06F 16/3329 (2019.01)
G06F 16/90332 (2019.01)
(21) 출원번호 10-2022-0007831
(22) 출원일자 2022년01월19일
심사청구일자 2022년01월19일
(30) 우선권주장
1020210150721 2021년11월04일 대한민국(KR)

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
정창성
서울특별시 노원구 노원로 214, 6동 905호 (하계동, 삼익선경아파트)
김경환
경기도 하남시 아리수로 499(망월동, 미사강변 루나리움)
(74) 대리인
윤귀상

전체 청구항 수 : 총 13 항

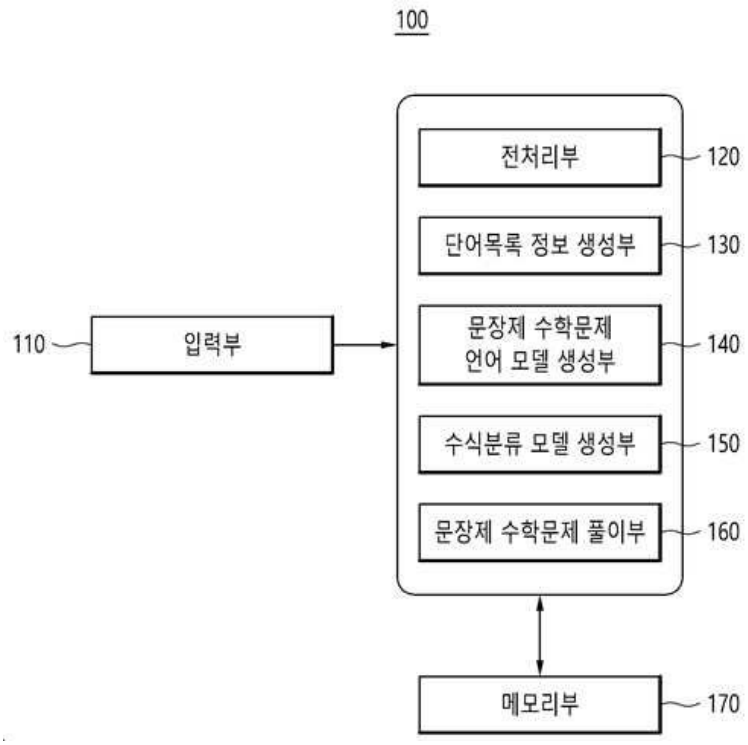
(54) 발명의 명칭 **문장제 수학문제 풀이 장치, 방법 및 이를 위한 컴퓨터 판독가능 프로그램**

(57) 요 약

문장제 수학문제 풀이 장치, 방법 및 이를 위한 컴퓨터 판독가능 프로그램이 개시된다. 본 발명에 따른 문장제 수학문제 풀이 장치는, 적어도 하나 이상의 문장제 수학 문제와, 상기 문장제 수학 문제를 풀이하기 위한 수식으로서 적어도 하나 이상의 심볼명으로 구성된 수식을 입력받는 입력부, 상기 문장제 수학 문제에서 미리 설정된

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도2



구성요소를 상기 심볼명으로 치환하여 상기 문장제 수학 문제를 전처리하는 전처리부, 상기 전처리된 문장제 수학 문제를 분리하여 토큰화하고 이를 BERT(Bidirectional Encoder Representation of Transformer) 모델에 학습시켜 문장제 수학문제에 대한 언어모델을 생성하는 문장제 수학문제 언어모델 생성부, 상기 문장제 수학 문제를 대응하는 수식에 분류하는 수식 분류 모델을 생성하는 수식 분류 모델 생성부 및 상기 문장제 수학문제 언어모델과 상기 수식 분류 모델을 이용하여 상기 문장제 수학 문제에 대한 풀이를 제공하는 문장제 수학문제 풀이부를 포함한다. 따라서, 상술한 본 발명에 따르면, 높은 신뢰도로 문장제 수학 문제를 자동으로 로 풀 수 있는 장치 및 방법을 제공할 수 있다. 이로써, 수학 교육 현장에서 문제를 생성하고 채점하는데 걸리는 시간이 비약적으로 감소될 수 있다.

(52) CPC특허분류
G06F 40/111 (2020.01)
G06F 40/157 (2020.01)
G06F 40/237 (2022.01)
G06F 40/268 (2020.01)
G06F 40/284 (2020.01)
G06F 40/58 (2020.01)
G06N 3/08 (2023.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711139207
과제번호	2021-0-02139-001
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	인공지능산업원천기술개발(R&D)
연구과제명	딥러닝 기반의 수학 문장제 풀이 기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	고려대학교산학협력단
연구기간	2021.07.01 ~ 2021.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

적어도 하나 이상의 문장제 수학 문제와, 상기 문장제 수학 문제를 풀이하기 위한 수식으로서 적어도 하나 이상의 심볼명으로 구성된 수식을 입력받는 입력부;

상기 문장제 수학 문제에서 미리 설정된 구성요소를 상기 심볼명으로 치환하여 상기 문장제 수학 문제를 전처리하는 전처리부;

상기 전처리된 문장제 수학 문제를 분리하여 토큰화하고 이를 BERT(Bidirectional Encoder Representation of Transformer) 모델에 학습시켜 문장제 수학문제에 대한 언어모델을 생성하는 문장제 수학문제 언어모델 생성부;

상기 문장제 수학 문제를 대응하는 수식에 분류하는 수식 분류 모델을 생성하는 수식 분류 모델 생성부; 및

상기 문장제 수학문제 언어모델과 상기 수식 분류 모델을 이용하여 상기 문장제 수학 문제에 대한 풀이를 제공하는 문장제 수학문제 풀이부를 포함하는 문장제 수학문제 풀이장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 전처리부는,

상기 문장제 수학 문제에서 수열이나 숫자를 상기 심볼명으로 치환하고, 상기 치환된 심볼명과 상기 심볼명에 대응하는 수열이나 숫자정보를 목록화한 심볼 테이블을 생성하는 문장제 수학문제 풀이장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 전처리된 문장제 수학 문제를 형태소 단위로 분석하고 상기 문장제 수학 문제 내에서의 사용 빈도수에 기초하여 정렬한 단어목록정보를 생성하는 단어목록정보 생성부를 더 포함하고,

상기 문장제 수학문제 언어모델 생성부는,

상기 전처리된 문장제 수학 문제와 상기 단어목록정보로부터 토큰을 생성하고 이를 임베딩한 입력 데이터를 기초로 상기 BERT 모델을 학습시켜 상기 문장제 수학문제 언어모델을 생성하는, 문장제 수학문제 풀이장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 문장제 수학문제 언어모델은 상기 전처리된 문장제 수학 문제가 입력되면 인코딩된 문장제 수학 문제를 출력하는, 문장제 수학문제 풀이장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 수식 분류 모델 생성부는,

상기 인코딩된 문장제 수학문제가 입력되면 이를 풀이하는 수식을 출력하도록 지도학습하여 상기 수식 분류 모델을 생성하는 것인, 문장제 수학문제 풀이장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 문장제 수학문제 풀이부는,

상기 전처리된 문장제 수학 문제를 상기 문장제 수학문제 언어모델에 입력하여 인코딩된 문장제 수학 문제를 획득하고,

상기 인코딩된 문장제 수학문제를 상기 수식 분류 모델에 입력하여 이를 풀이하는 수식을 획득하며,

상기 획득된 수식에 상기 심볼 테이블을 기초로 심볼명에 대응하는 수열이나 숫자정보를 대입하여 상기 문장제 수학 문제에 대한 답안을 도출하는 것인, 문장제 수학문제 풀이장치.

청구항 7

문장제 수학문제 풀이장치에서의 문장제 수학문제 풀이방법으로서,

적어도 하나 이상의 문장제 수학 문제와, 상기 문장제 수학 문제를 풀이하기 위한 수식으로서 적어도 하나 이상의 심볼명으로 구성된 수식을 입력받는 단계;

상기 문장제 수학 문제에서 미리 설정된 구성요소를 상기 심볼명으로 치환하여 상기 문장제 수학 문제를 전처리하는 단계;

상기 전처리된 문장제 수학 문제를 분리하여 토큰화하고 이를 BERT(Bidirectional Encoder Representation of Transformer) 모델에 학습시켜 문장제 수학문제에 대한 언어모델을 생성하는 단계;

상기 문장제 수학 문제를 대응하는 수식에 분류하는 수식 분류 모델을 생성하는 단계; 및

상기 문장제 수학문제 언어모델과 상기 수식 분류 모델을 이용하여 상기 문장제 수학 문제에 대한 풀이를 제공하는 단계를 포함하는 문장제 수학문제 풀이방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 전처리하는 단계는,

상기 문장제 수학 문제에서 수열이나 숫자를 상기 심볼명으로 치환하고, 상기 치환된 심볼명과 상기 심볼명에 대응하는 수열이나 숫자정보를 목록화한 심볼 테이블을 생성하는 것인, 문장제 수학문제 풀이방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 전처리하는 단계 이후에, 상기 전처리된 문장제 수학 문제를 형태소 단위로 분석하고 상기 문장제 수학 문제 내에서의 사용 빈도수에 기초하여 정렬한 단어목록정보를 생성하는 단계를 더 포함하고,

상기 문장제 수학문제 언어모델을 생성하는 단계는,

상기 전처리된 문장제 수학 문제와 상기 단어목록정보로부터 토큰을 생성하고 이를 임베딩한 입력 데이터를 기초로 상기 BERT 모델을 학습시켜 상기 문장제 수학문제 언어모델을 생성하는 것인, 문장제 수학문제 풀이방법

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 문장제 수학문제 언어모델은 상기 전처리된 문장제 수학 문제가 입력되면 인코딩된 문장제 수학 문제를 출력하는, 문장제 수학문제 풀이방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 수식 분류 모델을 생성하는 단계는,

상기 인코딩된 문장제 수학문제가 입력되면 이를 풀이하는 수식을 출력하도록 지도학습하여 상기 수식 분류 모델을 생성하는 것인, 문장제 수학문제 풀이방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 문장제 수학문제를 풀이하는 단계는,

상기 전처리된 문장제 수학 문제를 상기 문장제 수학문제 언어모델에 입력하여 인코딩된 문장제 수학 문제를 획득하고,

상기 인코딩된 문장제 수학문제를 상기 수식 분류 모델에 입력하여 이를 풀이하는 수식을 획득하며,

상기 획득된 수식에 상기 심볼 테이블을 기초로 심볼명에 대응하는 수열이나 숫자정보를 대입하여 상기 문장제 수학 문제에 대한 답안을 도출하는 것인, 문장제 수학문제 풀이방법.

청구항 13

제 7 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 따른 문장제 수학문제 풀이방법을 실행하도록 구성된, 컴퓨터로 판독가능한 기록매체에 저장된 컴퓨터 판독가능한 프로그램.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 문장제 수학문제 풀이 장치, 방법 및 이를 위한 컴퓨터 판독가능 프로그램에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 문장 기반의 수학문제를 풀이하는 문장제 수학문제 풀이장치, 방법 및 이를 위한 컴퓨터 판독가능 프로그램이다.

배 경 기 술

[0003] 최근 딥러닝(Deep Learning)으로 대표되는 인공지능 기술들은 음성인식과 영상인식을 비롯한 다양한 패턴인식분야에서 혁신적인 성능을 기록하면서 많은 연구가 진행되고 있다. 알파고 등에서 드러난 최근의 인공지능은 딥블루(Deep Blue)로 대표되는 기존의 인공기술과는 기술적인 측면에서 많이 다른데, 경우의 수를 계산하는 컴퓨팅 파워만이 아니라 빅데이터에 기반하여 지식을 자동으로 축적함으로써 주어진 분야에서는 인간 수준의 지능을 넘어서고 있다는 점이다. 여러 성공적인 응용분야들 중 최근 질의 응답, 문장생성, 번역 등의 자연어 처리 분야에서도 딥러닝은 성과를 내고 있다. 특히, 딥러닝이 성공적으로 적용되는 대표적인 자연어 처리 분야가 기계번역이라고 할 수 있는데 신경망(Neural Network) 기반 기계번역(Neural Machine Translation, NMT)은 하나의 신경망으로 번역모델이 구성되고 학습된다는 측면에서 기존 여러 모듈에 기반한 기계번역과 다른 패러다임을 제시하고 있다.

[0004] 이때, 수학 문장제 문제(Math Work Problem, MWP)를 인공지능으로 풀이하는 방법이 연구 및 개발되었다. 구체적으로, 문장제 기반의 수학문제를 해결하기 위해 수학문제를 파싱(parsing) 하여 Rule-based 알고리즘을 일일이 작성하는 방법을 활용하거나, 이러한 Rule-based 알고리즘을 일일이 작성하는 방법의 번거로움을 해결하기 위하여 트랜스포머(Transformer) 기반의 인공지능 번역 모델을 활용하여 영문 문장을 수식 혹은 코드로 번역하려는 시도가 있었으나 이러한 방식은 신뢰도가 낮고 특히 수학 문장제 문제 풀이에 있어서 매우 낮은 성능을 보인 바 있다.

[0005] 또한 특허에서 수학 문장제 문제를 풀이하는 방법을 살펴보면 다음과 같다. 먼저, 미국등록특허 제7373291호를 살펴보면, 수학적인 인식의 정확도를 향상시키기 위한 새로운 정보의 근원, 언어학적 모델을 수학적인 도메인으로 확장하고 자연어 인식과 연관된 방법으로 수학의 인공언어를 인지하는 방법이 개시되어 있다. 또한, 미국공개특허 제2015-0363390호에는, 자연어 처리를 통하여 산술 또는 대수 문장형 문제를 해결하고 응답할 수 있도록, 입력문을 수신하여 입력문과 연관된 복수의 문장안에 있는 각각의 문장이 수학적 관점에서 적격인 문장인지 결정하고, 각각의 적격인 문장을 방정식을 형성하기 위한 수학식으로 변환하고, 이를 다시 자연어로 풀이하는 구성이 개시되어 있다. 그리고, 한국등록특허 제10-1842873호에는, 수학식을 포함하는 문장이나 이미지로부터 연산자와 인자를 인식하며, 인식한 연산자와 인자를 포함한 수학식에 대한 의미를 번역하여 출력하고, 인자와 연산자의 관계를 자연어로 번역하여 출력함으로써, 수학식의 번역문을 제공하며, 번역은 연산자와 인자의 관계를 해석하고 연산자의 자연어 의미를 추출한 다음 추출한 연산자의 자연어 의미와 인자로 번역문을 구성하

는 방식으로 수행하는 구성을 개시한다.

[0006] 다만, 상술한 방식에도 불구하고 문장제 수학 문제를 풀이함에 있어서는 그 종류가 다양하고 데이터의 양도 거대한 데이터 셋에 적용하기에는 정확도가 떨어지며, 한국어 기반 수학용어 자연어 처리를 위한 셈뭉치(Math Corpus)의 구축이 미비하여 복잡하고 다양한 수학문제를 해석하고 정확하게 문제를 풀이하는데 어려움이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 일 측면에 따르면, 문장제 수학 문제를 심볼명으로 치환하여 전처리하고, 이를 BERT 모델에 학습시켜 문장제 수학문제 언어모델을 생성하고, 문장제 수학문제를 대응하는 수식에 분류하는 수식 분류 모델을 생성하고, 생성된 문장제 수학문제 언어모델과 수식 분류 모델을 이용하여 입력된 문장제 수학 문제에 대한 풀이를 제공하는 문장제 수학문제 풀이 장치, 방법 및 이를 위한 컴퓨터 판독가능 프로그램을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 실시예에 따른 문장제 수학 문제 풀이 장치는, 적어도 하나 이상의 문장제 수학 문제와, 상기 문장제 수학 문제를 풀이하기 위한 수식으로서 적어도 하나 이상의 심볼명으로 구성된 수식을 입력받는 입력부, 상기 문장제 수학 문제에서 미리 설정된 구성요소를 상기 심볼명으로 치환하여 상기 문장제 수학 문제를 전처리하는 전처리부, 상기 전처리된 문장제 수학 문제를 분리하여 토큰화하고 이를 BERT(Bidirectional Encoder Representation of Transformer) 모델에 학습시켜 문장제 수학문제에 대한 언어모델을 생성하는 문장제 수학문제 언어모델 생성부, 상기 문장제 수학 문제를 대응하는 수식에 분류하는 수식 분류 모델을 생성하는 수식 분류 모델 생성부 및 상기 문장제 수학문제 언어모델과 상기 수식 분류 모델을 이용하여 상기 문장제 수학 문제에 대한 풀이를 제공하는 문장제 수학문제 풀이부를 포함한다.

[0010] 한편, 전처리부는, 상기 문장제 수학 문제에서 수열이나 숫자를 상기 심볼명으로 치환하고, 상기 치환된 심볼명과 상기 심볼명에 대응하는 수열이나 숫자정보를 목록화한 심볼 테이블을 생성할 수 있다.

[0011] 또한, 전처리된 문장제 수학 문제를 형태소 단위로 분석하고 상기 문장제 수학 문제 내에서의 사용 빈도수에 기초하여 정렬한 단어목록정보를 생성하는 단어목록정보 생성부를 더 포함하고, 상기 문장제 수학문제 언어모델 생성부는, 상기 전처리된 문장제 수학 문제와 상기 단어목록정보로부터 토큰을 생성하고 이를 임베딩한 입력 데이터를 기초로 상기 BERT 모델을 학습시켜 상기 문장제 수학문제 언어모델을 생성할 수 있다.

[0012] 또한, 문장제 수학문제 언어모델은 상기 전처리된 문장제 수학 문제가 입력되면 인코딩된 문장제 수학 문제를 출력할 수 있다.

[0013] 또한, 수식 분류 모델 생성부는, 상기 인코딩된 문장제 수학문제가 입력되면 이를 풀이하는 수식을 출력하도록 지도학습하여 상기 수식 분류 모델을 생성하는 것일 수 있다.

[0014] 또한, 문장제 수학문제 풀이부는, 상기 전처리된 문장제 수학 문제를 상기 문장제 수학문제 언어모델에 입력하여 인코딩된 문장제 수학 문제를 획득하고, 상기 인코딩된 문장제 수학문제를 상기 수식 분류 모델에 입력하여 이를 풀이하는 수식을 획득하며, 상기 획득된 수식에 상기 심볼 테이블을 기초로 심볼명에 대응하는 수열이나 숫자정보를 대입하여 상기 문장제 수학 문제에 대한 답안을 도출하는 것일 수 있다.

[0015] 본 발명의 다른 실시예에 따른 문장제 수학문제 풀이방법은 문장제 수학문제 풀이장치에서의 문장제 수학문제 풀이방법으로서, 적어도 하나 이상의 문장제 수학 문제와, 상기 문장제 수학 문제를 풀이하기 위한 수식으로서 적어도 하나 이상의 심볼명으로 구성된 수식을 입력받는 단계, 상기 문장제 수학 문제에서 미리 설정된 구성요소를 상기 심볼명으로 치환하여 상기 문장제 수학 문제를 전처리하는 단계, 상기 전처리된 문장제 수학 문제를 분리하여 토큰화하고 이를 BERT(Bidirectional Encoder Representation of Transformer) 모델에 학습시켜 문장제 수학문제에 대한 언어모델을 생성하는 단계, 상기 문장제 수학 문제를 대응하는 수식에 분류하는 수식 분류 모델을 생성하는 단계 및 상기 문장제 수학문제 언어모델과 상기 수식 분류 모델을 이용하여 상기 문장제 수학 문제에 대한 풀이를 제공하는 단계를 포함한다.

[0016] 한편, 전처리하는 단계는, 상기 문장제 수학 문제에서 수열이나 숫자를 상기 심볼명으로 치환하고, 상기 치환된 심볼명과 상기 심볼명에 대응하는 수열이나 숫자정보를 목록화한 심볼 테이블을 생성하는 것일 수 있다.

[0017] 또한, 전처리하는 단계 이후에, 상기 전처리된 문장제 수학 문제를 형태소 단위로 분석하고 상기 문장제 수학 문제 내에서의 사용 빈도수에 기초하여 정렬한 단어목록정보를 생성하는 단계를 더 포함하고, 상기 문장제 수학 문제 언어모델을 생성하는 단계는, 상기 전처리된 문장제 수학 문제와 상기 단어목록정보로부터 토큰을 생성하고 이를 임베딩한 입력 데이터를 기초로 상기 BERT 모델을 학습시켜 상기 문장제 수학문제 언어모델을 생성하는 것일 수 있다.

[0018] 또한, 문장제 수학문제 언어모델은 상기 전처리된 문장제 수학 문제가 입력되면 인코딩된 문장제 수학 문제를 출력할 수 있다.

[0019] 또한, 수식 분류 모델을 생성하는 단계는, 상기 인코딩된 문장제 수학문제가 입력되면 이를 풀이하는 수식을 출력하도록 지도학습하여 상기 수식 분류 모델을 생성하는 것일 수 있다.

[0020] 또한, 문장제 수학문제를 풀이하는 단계는, 상기 전처리된 문장제 수학 문제를 상기 문장제 수학문제 언어모델에 입력하여 인코딩된 문장제 수학 문제를 획득하고, 상기 인코딩된 문장제 수학문제를 상기 수식 분류 모델에 입력하여 이를 풀이하는 수식을 획득하며, 상기 획득된 수식에 상기 심볼 테이블을 기초로 심볼명에 대응하는 수열이나 숫자정보를 대입하여 상기 문장제 수학 문제에 대한 답안을 도출하는 것일 수 있다.

[0021] 또한, 본 발명의 또 다른 실시예는 문장제 수학문제 풀이방법을 실행하도록 구성된, 컴퓨터로 판독가능한 기록매체에 저장된 컴퓨터 판독가능한 프로그램을 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0022] 상술한 본 발명에 따르면, 높은 신뢰도로 문장제 수학 문제를 자동으로 로 풀 수 있는 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

[0023] 이로써, 수학 교육 현장에서 문제를 생성하고 채점하는데 걸리는 시간이 비약적으로 감소될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1 은 본 발명의 일 실시예에 따른 문장제 수학문제 풀이 장치가 적용된 시스템의 일 예를 도시한 도면이다.

도 2 는 본 발명의 일 실시예에 따른 문장제 수학문제 풀이 장치의 구성을 도시한 도면이다.

도 3 및 도 4 는 도 2 에 도시된 전처리부에서 문장제 수학 문제를 전처리하는 과정의 일 예를 도시한 도면이다.

도 5 는 도 2 에 도시된 문장제 수학 문제 풀이부에서 문장제 수학 문제를 풀이하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 6 은 본 발명의 다른 실시예에 따른 문장제 수학문제 풀이 방법을 도시한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 후술하는 본 발명에 대한 상세한 설명은, 본 발명이 실시될 수 있는 특정 실시예를 예시로서 도시하는 첨부 도면을 참조한다. 이들 실시예는 당업자가 본 발명을 실시할 수 있기에 충분하도록 상세히 설명된다. 본 발명의 다양한 실시예는 서로 다르지만 상호 배타적일 필요는 없음이 이해되어야 한다. 예를 들어, 여기에 기재되어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 일 실시예와 관련하여 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 다른 실시예로 구현될 수 있다. 또한, 각각의 개시된 실시예 내의 개별 구성요소의 위치 또는 배치는 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 변경될 수 있음이 이해되어야 한다. 따라서, 후술하는 상세한 설명은 한정적인 의미로서 취하려는 것이 아니며, 본 발명의 범위는, 적절하게 설명된다면, 그 청구항들이 주장하는 것과 균등한 모든 범위와 더불어 첨부된 청구항에 의해서만 한정된다. 도면에서 유사한 참조부호는 여러 측면에 걸쳐서 동일하거나 유사한 기능을 지칭한다.

[0026] 이하, 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예들을 보다 상세하게 설명하기로 한다.

[0027] 도 1 은 본 발명의 일 실시예에 따른 문장제 수학문제 풀이 장치가 적용된 시스템의 일 예를 도시한 도면이다.

[0028] 도 1 을 참조하면, 본 실시예에 따른 시스템은 적어도 하나의 학습자 단말(10), 적어도 하나의 교육자 단말(20)

및 문장제 수학문제 풀이 장치(100)를 포함한다. 이러한 본 실시예에 따른 시스템은 하나의 실시예에 불과하며 이에 한정되지 않는다.

[0029] 한편, 도 1 의 구성요소들은 네트워크를 통해 연결될 수 있다. 보다 구체적으로, 문장제 수학문제 풀이 장치(100)는 적어도 하나의 학습자 단말(10) 및 교육자 단말(20)과 네트워크를 통해 연결될 수 있다.

[0030] 여기서, 네트워크란 복수의 단말 및 서버들과 같은 각각의 노드 상호 간에 정보 교환이 가능한 연결 구조를 의미하는 것으로, 이러한 네트워크의 일 예에는, RF, 3GPP(3rd Generation Partnership Project) 네트워크, LTE(Long Term Evolution) 네트워크, 5GPP(5th Generation Partnership Project)네트워크, WIMAX(World Interoperability for Microwave Access)네트워크, 인터넷(Internet), LAN(Local Area Network), Wireless LAN(Wireless Local Area Network), WAN(Wide Area Network), PAN(Personal Area Network), 블루투스(Bluetooth) 네트워크, NFC 네트워크, 위성 방송 네트워크, 아날로그 방송 네트워크, DMB(Digital Multimedia Broadcasting) 네트워크 등이 포함되나 이에 한정되지 않는다.

[0031] 또한, '적어도 하나의'라는 용어는 단수 및 복수를 포함하는 용어로 지칭되고 '적어도 하나의' 라는 용어가 존재하지 않더라도 각 구성요소가 단수 또는 복수로 존재할 수 있고 단수 또는 복수를 의미할 수 있음은 자명하다.

[0032] 적어도 하나의 학습자 단말(10)은 웹페이지, 앱페이지, 프로그램 또는 어플리케이션을 통해 수학문제를 푸는 학생이 소지한 단말일 수 있다. 적어도 하나의 학습자 단말은 문장제 수학 문제를 풀어 답안정보를 문장제 수학문제 풀이 장치(100) 측으로 및/또는 적어도 하나의 교육자 단말(20) 측에 전송할 수 있다.

[0033] 적어도 하나의 교육자 단말(20)은 웹페이지, 앱페이지, 프로그램 또는 어플리케이션을 통해 문장제 수학문제를 생성하는 교육자가 소지한 단말일 수 있다. 적어도 하나의 교육자 단말(20)은 학습자 단말(10) 측에서 문장제 수학문제를 풀은 답안정보를 전송하면 이에 대한 풀이 및 채점을 요청하는 신호를 문장제 수학문제 풀이 장치(100) 측에 전송할 수 있다.

[0034] 특히, 본 실시예에 따른 교육자 단말(20)은 문장제 수학문제 풀이장치(100) 측에 문장제 수학문제와 이를 풀이하기 위한 수식을 전송할 수 있다. 이렇게 전송된 문장제 수학문제와 수식은 문장제 수학문제 풀이 장치(100) 측에서 문장제 수학문제를 자동으로 풀이하기 위한 모델을 생성하데 있어서, 훈련 데이터로 사용될 수 있다.

[0035] 한편, 이러한 적어도 하나의 학습자 단말(10) 및 교육자 단말(20)은 네트워크를 통해 원격지의 서버나 단말에 접속할 수 있는 컴퓨터로 구현될 수 있다. 여기서, 컴퓨터는 예를 들어, 네비게이션, 웹 브라우저(WEB Browser)가 탑재된 노트북, 데스크톱(Desktop), 랩톱(Laptop) 등을 포함할 수 있다. 또한, 적어도 하나의 학습자 단말(10) 및 교육자 단말(20)은 네트워크를 통해 원격지의 서버나 단말에 접속할 수 있는 단말로 구현될 수 있다. 이러한 단말은 휴대성과 이동성이 보장되는 무선 통신 장치로서, 예컨대, 네비게이션, PCS(Personal Communication System), GSM(Global System for Mobile communications), PDC(Personal Digital Cellular), PHS(Personal Handyphone System), PDA(Personal Digital Assistant), IMT(International Mobile Telecommunication)-2000, CDMA(Code Division Multiple Access)-2000, W-CDMA(W-Code Multiple Access), Wibro(Wireless Broadband Internet) 단말, 스마트폰(smartphone), 스마트패드(smartpad), 타블렛 PC(Tablet PC) 등과 같은 모든 종류의 핸드헬드(Handheld) 기반의 무선 통신 장치를 포함할 수 있다.

[0036] 문장제 수학문제 풀이 장치(100)는 문장제 수학문제를 자동으로 분석하고 풀이하는 기능을 제공하는 장치로서, 네트워크를 통하여 원격지의 서버나 단말에 접속할 수 있는 서버로 구현될 수 있다. 문장제 수학문제 풀이 장치(100)는 학습자 단말(10)로부터 답안정보를 수신하고, 교육자 단말(20)로부터 문장제 수학문제에 대한 풀이 및 채점을 요청하는 신호를 수신하면, 이에 대한 풀이 및 채점을 자동적으로 진행하여 그 결과를 학습자 단말(10) 및/또는 교육자 단말(20) 측에 전송할 수 있다. 또한, 문장제 수학문제 풀이 장치(100)는 교육자 단말(20)로부터 적어도 하나 이상의 문장제 수학문제와 이에 대한 풀이 수식을 수신하여 이를 문장제 수학문제 자동 풀이를 위한 모델을 학습시키는데 사용할 수 있다.

[0037] 문장제 수학문제 풀이 장치(100)의 구체적인 구성에 대해서는 도 2 내지 도 5 를 통해 설명한다.

[0038] 도 2 는 본 발명의 일 실시예에 따른 문장제 수학문제 풀이 장치의 구성을 도시한 도면이고, 도 3 및 도 4 는 도 2 에 도시된 전처리부에서 문장제 수학 문제를 전처리하는 과정의 일 예를 도시한 도면이며, 도 5 는 도 2 에 도시된 문장제 수학 문제 풀이부에서 문장제 수학 문제를 풀이하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0039] 본 실시예에 따른 문장제 수학문제 풀이 장치(100)는, 입력부(110), 전처리부(120), 단어목록정보 생성부(130),

문장제 수학문제 언어모델 생성부(140), 수식분류 모델 생성부(150), 문장제 수학문제 풀이부(160) 및 메모리부(170)를 포함한다.

[0040] 입력부(110)는 적어도 하나 이상의 문장제 수학 문제와, 상기 문장제 수학 문제를 풀이하기 위한 수식을 입력받는다. 여기서, 적어도 하나 이상의 문장제 수학 문제는 문장으로 표현된 수학문제로서, 수학적인 지식을 기본 내용으로 하지만 이를 소재로 하는 문제적 상황이 문장으로 제시되어 있는 상태의 문제를 의미한다.

[0041] 입력부(110)는 이러한 문장제 수학 문제를 적어도 하나 이상을 입력받되, 복수의 문장제 수학 문제를 포함한 문장제 수학 문제 집합의 형태로 입력받을 수도 있다.

[0042] 수식은 문장제 수학 문제를 풀이하기 위한 것으로서 적어도 하나 이상의 심볼명으로 구성될 수 있다. 입력부(110)는 상기 수식을 문장제 수학 문제에 대응되게 입력받거나, 임의의 수식 집합의 형태로 입력받을 수 있다.

[0043] 전처리부(120)는 입력된 적어도 하나 이상의 문장제 수학 문제를 전처리한다.

[0044] 전처리부(120)는 문장제 수학문제에서 미리 설정된 구성요소를 심볼명으로 치환한다. 전처리부(120)는 문장제 수학문제에서 수식을 구성하는데 사용되는 구성요소를 심볼명으로 치환한다. 예컨대, 전처리부는 도 3 에 도시된 바와 같이, 문장제 수학문제(q_n)에서 먼저 기수와 서수는 정수로 변환하고, 수열이나 숫자를 심볼명(V_A, V_B, V_C, V_D)으로 치환하여 전처리된 문장제 수학문제(p_n)를 생성할 수 있다. 이때 치환되는 심볼명은 입력된 수식에 대응되는 심볼명으로 구성될 수 있다.

[0045] 또한, 전처리부(120)는, 치환된 심볼명과 상기 심볼명에 대응하는 수열이나 숫자정보를 목록화화여 심볼 테이블을 생성할 수 있다. 이러한 심볼 테이블은 도 4 에서와 같이, 심볼명(Symbol Name) 정보와 해당 심볼명에 대응하는 수열이나 숫자정보인 값(Value)정보를 포함할 수 있다.

[0046] 단어목록정보 생성부(130)는 전처리부(120)로부터의 전처리된 문장제 수학 문제를 형태소 단위로 분석하여 단어목록정보를 생성한다.

[0047] 보다 구체적으로, 단어목록정보 생성부(130)는 문장제 수학 문제를 형태소 단위로 나누고, 나뉘어진 형태소 단어들을 기초로 목록화하여 단어목록정보를 생성할 수 있다. 이때, 단어목록정보 생성부(130)는 각 형태소 단어들이 문장제 수학 문제에서 사용되는 빈도수를 체크하고 그 사용 빈도수에 기초하여 상기 형태소 단어들을 정렬함으로써 단어목록정보를 생성할 수 있다. 바람직하게는, 단어목록정보 생성부(130)는 상기 형태소 단어들의 사용 빈도수가 높은 것부터 내림차순으로 정렬할 수 있으며, 예컨대, 약 2000 개의 형태소 단어들이 목록화된 단어목록정보가 생성될 수 있다.

[0048] 문장제 수학문제 언어모델 생성부(140)는 문장제 수학문제의 언어구조를 분석하기 위한 문장제 수학문제 언어모델을 생성한다. 이를 위해, 문장제 수학문제 언어모델 생성부(140)는 전처리된 문장제 수학문제와 단어목록정보를 기설정된 언어분석모델에 입력하여 학습시킬 수 있다.

[0049] 한편, 기설정된 언어분석 모델은 BERT(Bidirectional Encoder Representation of Transformer) 모델일 수 있다. BERT 모델은 MLM(Masked Language Model)과 NSP(Next Sequence Prediction)의 개념이 합쳐진 언어분석 모델이다.

[0050] 보다 구체적으로, MLM 은 문장 내 일부 단어를 가리고 문맥을 통해 어떠한 단어가 들어갈지 맞추는 학습법으로서, MLM 기법은 입력 문장에서 무작위로 몇 개의 단어를 마스킹하고, 이 특정 단어가 마스킹된 문장이 인코더에 입력되면 주변 단어들을 통해 컨텍스트를 파악하여 가려진 토큰을 예측하는 학습법이다. 따라서, 이러한 MLM 학습법은 마스킹된 단어 앞뒤 및 전체적인 단어들을 모두 고려하므로 양방향성(Deep bidirectional)을 갖을 수 있다.

[0051] NSP는 주어진 문장 다음에 두가지 문장을 제시하여 둘 중 어느 문장이 문맥상 이어질지 맞추는 학습법으로서, 연속되는 문장인지 아닌지 여부를 판단하므로 MLM 에 비해 빠른 학습이 가능하다.

[0052] 이를 위해, BERT 모델은 먼저 워드피스 토크나이저(Wordpiece Tokenizer)를 통해 입력 문장을 글자 단위로 분리하고 자주 나오는 글자들은 병합해 하나의 토큰으로 만드는 토큰화 작업을 수행한다.

[0053] 또한, BERT 모델은 임베딩부를 통해 토큰화된 입력 데이터를 임베딩하는 하는데, 워드피스 토큰을 임베딩하는 토큰 임베딩(token embedding), 두 개의 문장을 구분하기 위한 세그먼트 임베딩(segment embedding), 위치 정

보 학습을 위한 포지션 임베딩(position embedding) 을 수행할 수 있다.

[0054] 따라서, 본 실시예에 따른 문장제 수학문제 언어모델 생성부(140)는 먼저, 전처리된 문장제 수학문제와 단어목록정보의 입력데이터를 워드피스 토크나이저를 통해 토큰화하고, 이를 벡터 단위로 임베딩하여 BERT 모델에 입력시킬 수 있다. 즉, 문장제 수학문제 언어모델 생성부(140)는 문장제 수학 문제를 단어 단위로 토큰화하여 임베딩 벡터로 BERT 모델에 입력하는 것이다. 또한, 문장제 수학문제 언어모델 생성부(140)는 토큰화된 단어들 중 일부를 마스킹하고 마스킹된 토큰의 마지막 히든 벡터가 softmax 함수를 거쳐 최종 마스킹된 단어를 출력하도록 문장제 수학문제의 단어간의 연관관계를 학습할 수 있다. 또한, 문장제 수학문제 언어모델 생성부(140)는 복수개의 문장제 수학 문제를 입력하여 이들 문장 간의 연관관계가 연속되는 문장인지 여부를 학습하는 방식으로 문장제 수학문제의 문장 간의 연관관계를 학습할 수 있다.

[0055] 이로써, 문장제 수학문제 언어모델 생성부(140)는 문장제 수학문제에서 사용되는 단어 간의 연관관계와 문장 간의 연관관계가 학습된 문장제 수학문제 언어모델을 생성할 수 있다.

[0056] 이렇게 생성된 문장제 수학문제 언어모델은 전처리된 문장제 수학문제를 입력시키면 인코딩된 문장제 수학문제를 출력할 수 있다.

[0057] 수식 분류 모델 생성부(150)는 문장제 수학 문제를 대응하는 수식에 분류하는 수식 분류 모델을 생성한다. 이를 통해, 문장제 수학 문제와 이를 풀이할 수 있는 수식이 상호 매칭되어 분류될 수 있다.

[0058] 특히, 본 실시예에 따른 수식 분류 모델 생성부(150)는 문장제 수학문제 언어모델을 이용하여 수식 분류 모델을 생성한다. 이를 위해, 수식 분류 모델 생성부(150)는 문장제 수학문제 언어모델에서 출력된 인코딩된 문장제 수학문제를 입력하면 이를 풀이하는 수식이 출력될 수 있도록 지도학습하는 딥러닝 기반의 분류기로 구성될 수 있다.

[0059] 문장제 수학문제 풀이부(160)는 문장제 수학문제 언어모델과 수식 분류 모델을 이용하여 풀이가 요구되는 문장제 수학 문제에 대한 풀이를 제공한다. 이를 위해, 문장제 수학문제 풀이부(160)는, 도 5 에서와 같이, 전처리된 문장제 수학 문제(p_n)를 문장제 수학문제 언어모델에 입력하여 인코딩된 문장제 수학 문제(Encoded p_n)를 획득하고, 인코딩된 문장제 수학문제(Encoded p_n)를 수식 분류 모델에 입력하여 이를 풀이하는 수식(l_n)을 획득하며, 상기 획득된 수식(l_n)에 심볼 테이블을 기초로 심볼명에 대응하는 수열이나 숫자정보를 대입하여 최종적으로 풀이가 요구되는 문장제 수학 문제(q_n)에 대한 답안(a_n)을 도출할 수 있다.

[0060] 메모리부(170)는 입력부(110)로부터 입력받은 적어도 하나 이상의 문장제 수학 문제와 이를 풀이하기 위한 수식을 저장할 수 있다. 이렇게 저장된 문장제 수학문제는 문장제 수학문제 언어모델 생성부(140)에서 문장제 수학문제 언어모델을 생성하기 위한 학습데이터로 사용되거나, 문장제 수학문제 풀이부(160)에서 현재 풀이가 요구되는 문제로서 답안을 도출하기 위한 입력데이터로 사용될 수 있다.

[0061] 메모리부(170)는 전처리부(120)로부터 생성된 심볼 테이블을 저장할 수 있다. 이렇게 저장된 심볼 테이블은 문장제 수학문제 풀이부(160)에서 심볼명에 대응하는 값을 대입하는데 사용될 수 있다.

[0062] 또한, 메모리부(170)는 단어목록정보 생성부(130)로부터의 단어목록정보를 저장할 수 있다. 이러한 단어목록정보는 미리 설정된 주기 또는 실시간으로 업데이트될 수 있다.

[0063] 또한, 메모리부(170)는 문장제 수학문제 언어모델 생성부(140)와 수식 분류 모델 생성부(150)로부터 생성된 문장제 수학문제 언어모델과 수식 분류 모델을 저장할 수 있다.

[0064] 도 6 은 본 발명의 다른 실시예에 따른 문장제 수학문제 풀이 방법을 도시한 순서도이다.

[0065] 본 실시예에 따른 문장제 수학문제 풀이방법은 문장제 수학문제 풀이장치에서의 문장제 수학문제 풀이방법으로서, 입력부에서 적어도 하나 이상의 문장제 수학 문제와, 상기 문장제 수학 문제를 풀이하기 위한 수식으로서 적어도 하나 이상의 심볼명으로 구성된 수식을 입력받는 단계(S10), 전처리부에서 상기 문장제 수학 문제에서 미리 설정된 구성요소를 상기 심볼명으로 치환하여 상기 문장제 수학 문제를 전처리하는 단계(S20), 단어목록정보 생성부에서 상기 전처리된 문장제 수학 문제를 형태소 단위로 분석하고 상기 문장제 수학 문제 내에서의 사용 빈도수에 기초하여 정렬한 단어목록정보를 생성하는 단계(S30), 문장제 수학문제 언어모델 생성부에서 상기 전처리된 문장제 수학 문제를 분리하여 토큰화하고 이를 BERT(Bidirectional Encoder Representation of Transformer) 모델에 학습시켜 문장제 수학문제에 대한 언어모델을 생성하는 단계(S40), 수식 분류 모델 생성부

에서 상기 문장제 수학 문제를 대응하는 수식에 분류하는 수식 분류 모델을 생성하는 단계(S50) 및 문장제 수학 문제 풀이부에서 상기 문장제 수학문제 언어모델과 상기 수식 분류 모델을 이용하여 상기 문장제 수학 문제에 대한 풀이를 제공하는 단계(S60)를 포함한다.

[0066] 한편, 전처리하는 단계(S20)는, 상기 문장제 수학 문제에서 수열이나 숫자를 상기 심볼명으로 치환하고, 상기 치환된 심볼명과 상기 심볼명에 대응하는 수열이나 숫자정보를 목록화한 심볼 테이블을 생성하는 것일 수 있다.

[0067] 또한, 상기 문장제 수학문제 언어모델을 생성하는 단계(S40)는, 상기 전처리된 문장제 수학 문제와 상기 단어목록정보로부터 토큰을 생성하고 이를 임베딩한 입력 데이터를 기초로 상기 BERT 모델을 학습시켜 상기 문장제 수학문제 언어모델을 생성하는 것일 수 있다. 이러한, 문장제 수학문제 언어모델은 상기 전처리된 문장제 수학 문제가 입력되면 인코딩된 문장제 수학 문제를 출력할 수 있다.

[0068] 또한, 수식 분류 모델을 생성하는 단계(S50)는, 상기 인코딩된 문장제 수학문제가 입력되면 이를 풀이하는 수식을 출력하도록 지도학습하여 상기 수식 분류 모델을 생성하는 것일 수 있다.

[0069] 또한, 문장제 수학문제를 풀이하는 단계(S60)는, 상기 전처리된 문장제 수학 문제를 상기 문장제 수학문제 언어모델에 입력하여 인코딩된 문장제 수학 문제를 획득하고, 상기 인코딩된 문장제 수학문제를 상기 수식 분류 모델에 입력하여 이를 풀이하는 수식을 획득하며, 상기 획득된 수식에 상기 심볼 테이블을 기초로 심볼명에 대응하는 수열이나 숫자정보를 대입하여 상기 문장제 수학 문제에 대한 답안을 도출하는 것일 수 있다.

[0070] 상술한 본 발명에 따르면, 높은 신뢰도로 문장제 수학 문제를 자동으로 로 풀 수 있는 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

[0071] 이로써, 수학 교육 현장에서 문제를 생성하고 채점하는데 걸리는 시간이 비약적으로 감소될 수 있다.

[0072] 이상에서 설명한 실시예들에 따른 문장제 수학문제 풀이 방법에 의한 동작은 적어도 부분적으로 컴퓨터 프로그램으로 구현되고 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 기록될 수 있다. 실시예들에 따른 문장제 수학문제 풀이 동작을 구현하기 위한 프로그램이 기록되고 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 데이터 저장장치 등이 있다. 또한 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산 방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장되고 실행될 수도 있다. 또한, 본 실시예를 구현하기 위한 기능적인 프로그램, 코드 및 코드 세그먼트(segment)들은 본 실시예가 속하는 기술 분야의 통상의 기술자에 의해 용이하게 이해될 수 있을 것이다.

[0073] 이상에서는 실시예들을 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

[0074] 110: 입력부

120: 전처리부

130: 단어목록정보 생성부

140: 문장제 수학문제 언어모델 생성부

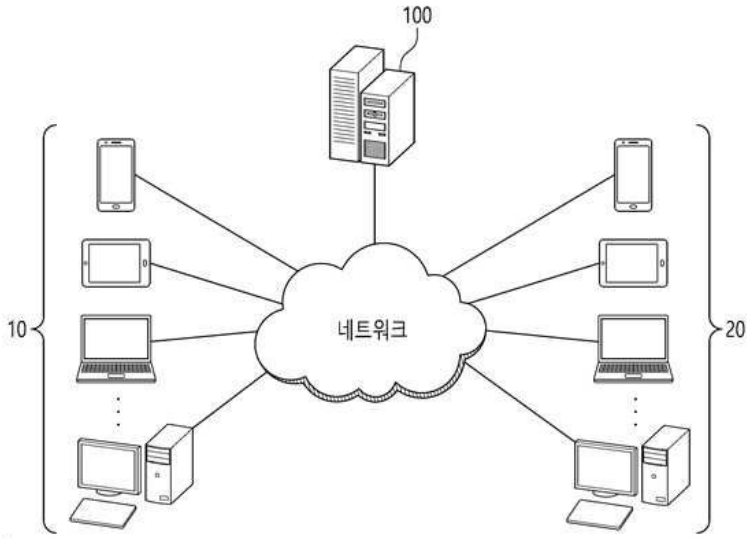
150: 수식분류모델 생성부

160: 문장제 수학문제 풀이부

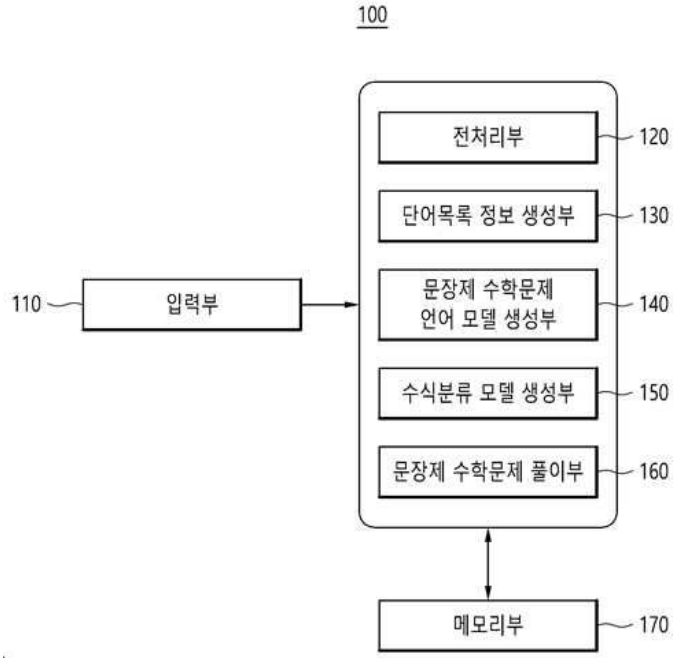
170: 메모리부

도면

도면1


100
10
네트워크
20

도면2


100
전처리부
120
단어목록 정보 생성부
130
110
입력부
문장제 수학문제
언어 모델 생성부
140
수식분류 모델 생성부
150
문장제 수학문제 풀이부
160
메모리부
170

도면3

[예시 1]

q_n : 정국이는 사과를 3개, 호석이는 수박을 2개, 윤기는 딸기를 3개 가지고 있다.
세 사람의 과일을 모두 모으면 몇개인가요?

↓

p_n : 정국이는 사과를 V_A개, 호석인는 수박을 V_B개, 윤기는 딸기를 V_C개 가지고 있다.
V_D사람의 과일을 모두 모으면 몇개인가요?

[예시 2]

q_n : 정국, 윤기, 호석 순으로 달리기를 하고 있다. 세번째 달리는 사람은 누구인가?

↓

p_n : SEQ 순으로 달리기를 하고 있다. V_A번째 달리는 사람은 누구인가?

도면4

[전처리 및 labeling 예시]

q_n : 정국이는 사과를 3개, 호석이는 수박을 2개, 윤기는 딸기를 3개 가지고 있다.
세 사람의 과일을 모두 모으면 몇개인가요?

↓

p_n : 정국이는 사과를 V_A개, 호석인는 수박을 V_B개, 윤기는 딸기를 V_C개 가지고 있다.
V_D사람의 과일을 모두 모으면 몇개인가요?

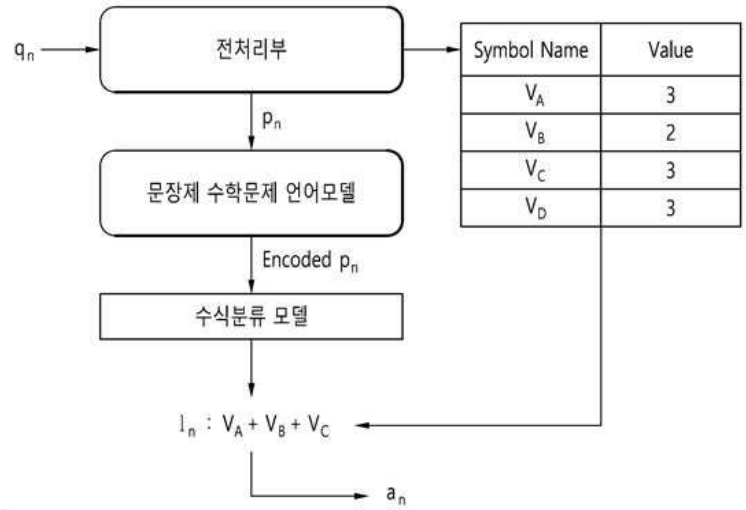
↓

Symbol Name	Value
V_A	3
V_B	2
V_C	3
V_D	3

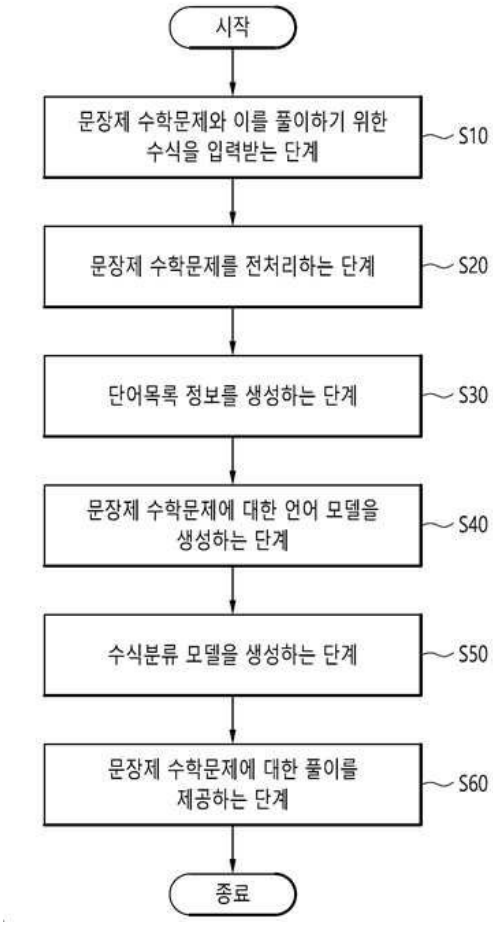
↓

l_n : $V_A + V_B + V_C$

도면5


q_n
전처리부
p_n
문장제 수학문제 언어모델
Encoded p_n
수식분류 모델
l_n : $V_A + V_B + V_C$
a_n
Symbol Name
Value
V_A 3
V_B 2
V_C 3
V_D 3

도면6


시작
문장제 수학문제와 이를 풀이하기 위한 수식을 입력받는 단계
S10
문장제 수학문제를 전처리하는 단계
S20
단어목록 정보를 생성하는 단계
S30
문장제 수학문제에 대한 언어 모델을 생성하는 단계
S40
수식분류 모델을 생성하는 단계
S50
문장제 수학문제에 대한 풀이를 제공하는 단계
S60
종료