



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년11월05일
(11) 등록번호 10-1458581
(24) 등록일자 2014년10월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 17/20 (2006.01) G06F 3/01 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0045987
(22) 출원일자 2013년04월25일
심사청구일자 2013년04월25일
(56) 선행기술조사문헌
Michael Kohlhase외 1. Semantic Markup for
TEX/LATEX. 2007. 11. 3.*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
서울대학교산학협력단
서울특별시 관악구 관악로 1 (신림동)
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암
동5가)
(주)엠더블유스토리
서울특별시 성북구 인촌로 74, 203-3호(안암동5
가, 고려대학교 자연계캠퍼스산학관)
(72) 발명자
유대결
서울특별시 동작구 보라매로5길 51, 2005호 (신대
방동, 롯데관악타워)
이상목
서울특별시 서초구 효령로46길 21, 102동 2106호
(서초동, 더샵오테움)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김민태

전체 청구항 수 : 총 14 항

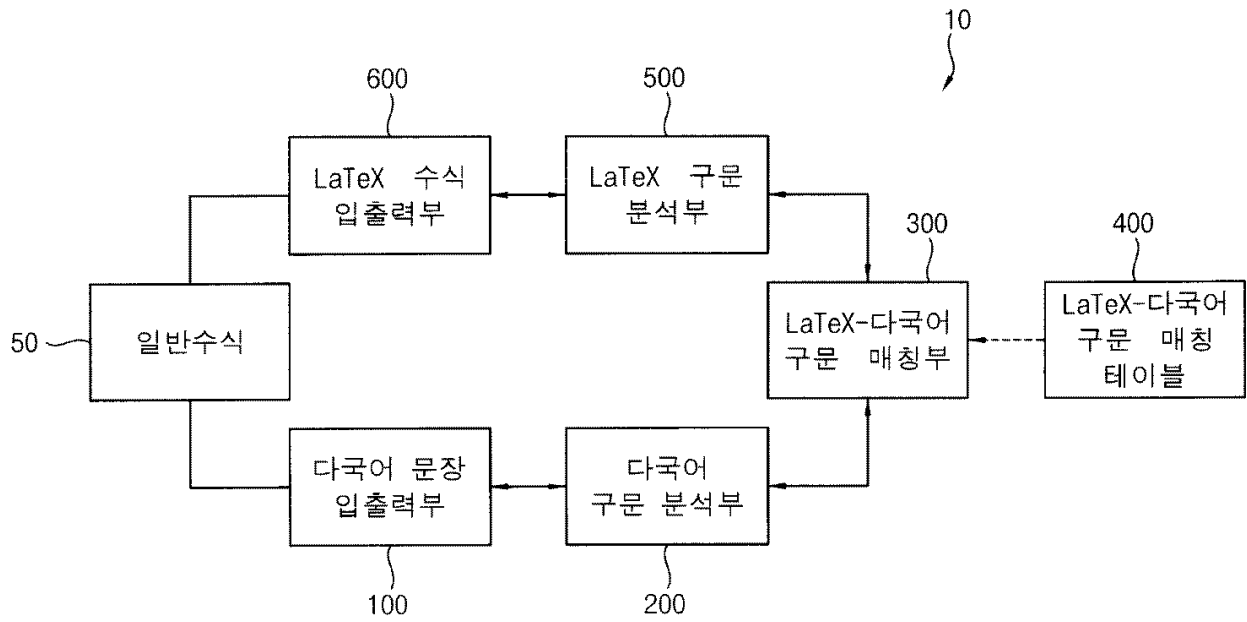
심사관 : 이복현

(54) 발명의 명칭 수식-문자열 변환 시스템 및 이를 이용한 수식-문자열 변환 방법

(57) 요약

수식-문자열 변환 시스템 및 이를 포함하는 수식-문자열 변환 방법에서, 상기 수식-문자열 변환 시스템은 다국어 문장 입출력부, 다국어 구문 분석부, LaTeX-다국어 구문 매칭부, LaTeX 구문 분석부, 및 LaTeX 수식 입출력부를 포함한다. 상기 다국어 문장 입출력부는 다국어 문장이 입력된다. 상기 다국어 구문 분석부는 상기 입력된 다국어 문장을 다국어 구문으로 분리한다. 상기 LaTeX-다국어 구문 매칭부는 상기 분리된 다국어 구문과 LaTeX 구문을 서로 매칭한다. 상기 LaTeX 구문 분석부는 상기 매칭된 LaTeX 구문을 LaTeX 수식으로 합성한다. 상기 LaTeX 수식 입출력부는 상기 합성된 LaTeX 수식을 출력한다.

대표도



(72) 발명자

황운재

경기도 군포시 고산로539번길 7-12, 943동 1504호
(산본동, 롯데묘향아파트)

김홍중

서울특별시 서초구 서초대로65길 13-10, 101동
1802호 (서초동, 서초래미안아파트)

황진아

충청남도 서산시 고운로 55-4 (읍내동)

손지영

경기도 광명시 가림일로 101, 202동 709호 (철산동, 도덕파크타운)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 0643-20120001

부처명 지식경제부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 국민편익증진기술개발사업(QoLT)

연구과제명 QoLT 산업기술기반 지원센터 구축사업

기 여 율 1/1

주관기관 서울대학교

연구기간 2012.06.01 ~ 2013.05.31

특허청구의 범위

청구항 1

다국어 문장이 입력되는 다국어 문장 입출력부;

상기 입력된 다국어 문장을 다국어 구문으로 분리하는 다국어 구문 분석부;

상기 분리된 다국어 구문과 LaTeX 구문을 서로 매칭하는 LaTeX-다국어 구문 매칭부;

상기 매칭된 LaTeX 구문을 LaTeX 수식으로 합성하는 LaTeX 구문 분석부; 및

상기 합성된 LaTeX 수식을 출력하는 LaTeX 수식 입출력부를 포함하고,

상기 다국어 문장 입출력부는, 음성으로 인식된 문장을 문자로 변환하는 다국어 문장 인식부를 포함하는 것을 특징으로 하는 수식-문자열 변환 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 LaTeX-다국어 구문 매칭부는,

상기 LaTeX 구문과 다국어 구문의 매칭 관계가 정리된 LaTeX-다국어 구문 매칭 테이블을 이용하는 것을 특징으로 하는 수식-문자열 변환 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 LaTeX 수식 입출력부는 LaTeX 수식을 입력받고,

상기 LaTeX 구문 분석부는 상기 입력된 LaTeX 수식을 구문으로 분리하고,

상기 다국어 구문 분석부는 상기 매칭된 다국어 구문을 다국어 문장으로 합성하며,

상기 다국어 문장 입출력부는 상기 합성된 다국어 문장을 출력하는 것을 특징으로 하는 수식-문자열 변환 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 다국어는 한글인 것을 특징으로 하는 수식-문자열 변환 시스템.

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 다국어 구문 분석부는,

다국어 문장 중에 수식 문장과 수식 외의 문장을 구별하는 일반 표현 인식부를 포함하는 것을 특징으로 하는 수식-문자열 변환 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 일반 표현 인식부는 수식 문장 앞뒤의 식별기호를 통해 수식 문장을 인식하는 것을 특징으로 하는 수식-문자열 변환 시스템.

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 LaTeX 수식 입출력부는,

LaTeX 수식을 이미지로 생성하는 LaTeX 수식 이미지 생성부; 및

상기 생성된 LaTeX 수식 이미지를 출력하는 LaTeX 수식 이미지 출력부를 포함하는 것을 특징으로 하는 수식-문

자열 변환 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 LaTeX 수식 이미지는,

워터마크(water mark), QR 코드, 바코드 중 어느 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 수식-문자열 변환 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 LaTeX 수식 입출력부에서 출력된 LaTeX 수식 이미지에서 이미지 정보를 추출하여 다국어 문장을 출력하는 다국어 문장 표현부를 더 포함하는 수식-문자열 변환 시스템.

청구항 11

다국어 문장이 입력되는 단계;

상기 입력된 다국어 문장을 다국어 구문으로 분리하는 단계;

상기 분리된 다국어 구문을 매칭되는 LaTeX 구문으로 변환하는 단계;

상기 변환된 LaTeX 구문을 LaTeX 수식으로 합성하는 단계; 및

상기 합성된 LaTeX 수식을 출력하는 단계를 포함하고,

상기 다국어 문장이 입력되는 단계에서, 입력된 다국어 문장이 음성이면 문자로 변환하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 수식-문자열 변환 방법.

청구항 12

삭제

청구항 13

제11항에 있어서, 상기 다국어 구문으로 분리하는 단계에서,

입력된 다국어 문장 중 수식 문장과 수식 외의 문장을 구별하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 수식-문자열 변환 방법.

청구항 14

제11항에 있어서, 상기 LaTeX 수식을 출력하는 단계는,

상기 LaTeX 수식을 이미지로 생성하는 단계; 및

상기 생성된 LaTeX 수식 이미지를 출력하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 수식-문자열 변환 방법.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 입력된 다국어 문장 중 수식 외의 문장이 포함된 경우, 상기 LaTeX 수식을 출력하는 단계에서,

상기 LaTeX 수식 이미지만 출력하거나,

상기 LaTeX 수식 이미지와 수식 외의 문장을 동시에 출력하거나,

상기 LaTeX 수식과 수식 외의 문장을 동시에 출력하는 것을 특징으로 하는 수식-문자열 변환 방법.

청구항 16

제14항에 있어서, 상기 출력된 LaTeX 수식 이미지에서 이미지 정보를 추출하는 단계; 및

상기 추출된 정보를 바탕으로 다국어 문장을 출력하는 단계를 더 포함하는 수식-문자열 변환 방법.

청구항 17

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 수식-문자열 변환 시스템 및 이를 이용한 수식-문자열 변환 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 LaTeX를 이용하여 표현되는 수식과 문자열을 서로 변환할 수 있는 수식-문자열 변환 시스템 및 이를 이용한 수식-문자열 변환 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 수학 또는 공학 분야의 학술논문이나 저서의 작성에서 복잡한 수식을 정확하게 표현하기 위한 수단으로 "LaTeX"라는 소프트웨어를 사용하고 있다. "LaTeX"는 복잡한 수식을 정확하고 깔끔하게 표현할 수 있는 장점을 가지나, 사용법의 습득이 난해하여 수학이나 공학 전공자들을 중심으로 사용자들이 제한되며, 상대적으로 간단한 수식을 표현해야 하는 경우에도 난해한 수준의 기본적인 사용법을 습득해야 하는 문제가 있다.

[0003] 또한, "LaTeX"는 영어를 이용하여 명령어를 수행하므로 한국인들과 같은 비영어권 사용자들의 경우, 언어적 접근의 어려움 뿐 아니라, 수식을 표현하는 언어습관의 차이(예를 들어, 분수식에서 분자가 우선되는지 분모가 우선되는지 영어권과 비영어권이 서로 차이남)도 반영되어 이를 동시에 학습해야 하는 문제도 발생한다.

[0004] 나아가, 시각 장애인의 경우 특히 수학적 콘텐츠에 대한 접근이 상당히 제한적인데, 이는 수식이 포함된 도서를 혼자 읽는 것은 어려운 일이며, 수학과 관련된 내용을 교육받는 것도 어렵기 때문이다. 그리하여, 시각 장애인의 경우 수학을 포함한 이공계 과목의 학습에 큰 지장이 있으며, 대학전공이나 취업의 선택에서도 이공계 분야를 선택하는데 한계가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 이에, 본 발명의 기술적 과제는 이러한 점에서 착안된 것으로 본 발명의 목적은 수학공식의 입출력에서 사용자의 편의성을 향상시키고, 특히 시각 장애인의 수학공식의 입출력 편의성을 향상시킨 수식-문자열 변환 시스템에 관한 것이다.

[0006] 본 발명의 다른 목적은 상기 수식-문자열 변환 시스템을 이용한 수식-문자열 변환 방법에 관한 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기한 본 발명의 목적을 실현하기 위한 일 실시예에 따른 수식-문자열 변환 시스템은 다국어 문장 입출력부, 다국어 구문 분석부, LaTeX-다국어 구문 매칭부, LaTeX 구문 분석부, 및 LaTeX 수식 입출력부를 포함한다. 상기 다국어 문장 입출력부는 다국어 문장이 입력된다. 상기 다국어 구문 분석부는 상기 입력된 다국어 문장을 다국어 구문으로 분리한다. 상기 LaTeX-다국어 구문 매칭부는 상기 분리된 다국어 구문과 LaTeX 구문을 서로 매칭한다. 상기 LaTeX 구문 분석부는 상기 매칭된 LaTeX 구문을 LaTeX 수식으로 합성한다. 상기 LaTeX 수식 입출력부는 상기 합성된 LaTeX 수식을 출력한다.

[0008] 일 실시예에서, 상기 LaTeX-다국어 구문 매칭부는, 상기 LaTeX 구문과 다국어 구문의 매칭 관계가 정리된 LaTeX-다국어 구문 매칭 테이블을 이용할 수 있다.

[0009] 일 실시예에서, 상기 LaTeX 수식 입출력부는 LaTeX 수식을 입력받고, 상기 LaTeX 구문 분석부는 상기 입력된 LaTeX 수식을 구문으로 분리하고, 상기 다국어 구문 분석부는 상기 매칭된 다국어 구문을 다국어 문장으로 합성하며, 상기 다국어 문장 입출력부는 상기 합성된 다국어 문장을 출력할 수 있다.

[0010] 일 실시예에서, 상기 다국어는 한글일 수 있다.

[0011] 일 실시예에서, 상기 다국어 문장 입출력부는, 음성으로 인식된 문장을 문자로 변환하는 다국어 문장 인식부를 포함할 수 있다.

- [0012] 일 실시예에서, 상기 다국어 구문 분석부는, 다국어 문장 중에 수식 문장과 수식 외의 문장을 구별하는 일반 표현 인식부를 포함할 수 있다.
- [0013] 일 실시예에서, 상기 일반 표현 인식부는 수식 문장 앞뒤의 식별기호를 통해 수식 문장을 인식할 수 있다.
- [0014] 일 실시예에서, 상기 LaTeX 수식 입출력부는, LaTeX 수식을 이미지로 생성하는 LaTeX 수식 이미지 생성부, 및 상기 생성된 LaTeX 수식 이미지를 출력하는 LaTeX 수식 이미지 출력부를 포함할 수 있다.
- [0015] 일 실시예에서, 상기 LaTeX 수식 이미지는, 워터마크(water mark), QR 코드, 바코드 중 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [0016] 일 실시예에서, 상기 LaTeX 수식 입출력부에서 출력된 LaTeX 수식 이미지에서 이미지 정보를 추출하여 다국어 문장을 출력하는 다국어 문장 표현부를 더 포함할 수 있다.
- [0017] 상기한 본 발명의 다른 목적을 실현하기 위한 일 실시예에 따른 수식-문자열 변환 방법에서 다국어 문장이 입력된다. 상기 입력된 다국어 문장을 다국어 구문으로 분리한다. 상기 분리된 다국어 구문을 매칭되는 LaTeX 구문으로 변환한다. 상기 변환된 LaTeX 구문을 LaTeX 수식으로 합성한다. 상기 합성된 LaTeX 수식을 출력한다.
- [0018] 일 실시예에서, 상기 다국어 문장이 입력되는 단계에서, 입력된 다국어 문장이 음성이면 문자로 변환될 수 있다.
- [0019] 일 실시예에서, 상기 다국어 구문으로 분리하는 단계에서, 입력된 다국어 문장 중 수식 문장과 수식 외의 문장을 구별할 수 있다.
- [0020] 일 실시예에서, 상기 LaTeX 수식을 출력하는 단계는, 상기 LaTeX 수식을 이미지로 생성하는 단계, 및 상기 생성된 LaTeX 수식 이미지를 출력하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0021] 일 실시예에서, 상기 입력된 다국어 문장 중 수식 외의 문장이 포함된 경우, 상기 LaTeX 수식을 출력하는 단계에서, 상기 LaTeX 수식 이미지만 출력하거나, 상기 LaTeX 수식 이미지와 수식 외의 문장을 동시에 출력하거나, 상기 LaTeX 수식과 수식 외의 문장을 동시에 출력할 수 있다.
- [0022] 일 실시예에서, 상기 출력된 LaTeX 수식 이미지에서 이미지 정보를 추출하는 단계, 및 상기 추출된 정보를 바탕으로 다국어 문장을 출력하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0023] 상기한 본 발명의 다른 목적을 실현하기 위한 다른 실시예에 따른 수식-문자열 변환 방법에서 LaTeX 수식이 입력된다. 상기 입력된 LaTeX 수식을 구문으로 분리한다. 상기 분리된 LaTeX 구문을 매칭되는 다국어 구문으로 변환한다. 상기 변환된 다국어 구문을 다국어 문장으로 합성한다. 상기 합성된 다국어 문장을 출력한다.
- 발명의 효과**
- [0024] 본 발명의 실시예들에 의하면, 다국어 문장을 입력하면 LaTeX-다국어 구문 매칭부를 통해 LaTeX 수식이 출력되므로, 수학이나 공학을 전공하지 않은 일반인도 수식을 정확하고 용이하게 표현할 수 있어, 사용자의 편의성이 향상된다.
- [0025] 또한, 다국어 구문과 LaTeX 구문의 매칭을 통해, 수식 표현에서 언어-문화적 차이를 최소화하여 해당 국가에서 교육받은 언어-문화를 토대로 문장을 입력하더라도 LaTeX 수식이 출력될 수 있어, 사용자의 편의성이 향상된다.
- [0026] 이와 반대로, LaTeX 수식을 다국어 문장으로 출력할 수도 있으므로, 시각 장애인들에게 수식이 포함된 이공계 분야 정보에 대한 접근성을 향상시켜 교육적 효과는 물론 시각 장애인의 활동 범위 확대 등의 다양한 효과를 증진시킬 수 있다.
- [0027] 또한, 다국어 문장이 음성으로 인식된 경우, 이를 문자로 변환할 수 있으므로, 일반인 뿐 아니라 시각 장애인의 편의성을 향상시킬 수 있다.
- [0028] 나아가, 수식 외의 일반 표현도 동시에 포함된 전체 문장에 대하여, 수식을 별도로 인식하여 이를 LaTeX 수식 또는 일반 수식 등으로 표현할 수 있으므로, 수식이 포함된 문장을 자유롭게 활용할 수 있어, 특히 시각 장애인 등과 같은 사용자의 편의성을 향상시킬 수 있다.
- [0029] 또한, LaTeX 수식을 이미지로 생성하여 다양한 문서에 재사용할 수 있도록 사용성을 향상시킬 수 있으며, 동시에 상기 LaTeX 수식 이미지에 워터마크, QR 코드, 바코드 등의 인식 코드를 포함시켜, 필요할 때는 언제든지 상

기 인식 코드를 통해 다국어 문장으로 LaTeX 수식을 표현할 수 있으므로 사용자의 편의성이 더욱 향상될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0030]

도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 수식-문자열 변환 시스템을 나타낸 블록도이다.

도 2a는 도 1의 수식-문자열 변환 시스템에서 LaTeX과 다국어 표현의 변환관계를 도시한 블록도이며, 도 2b는 도 1의 수식-문자열 변환 시스템에서 LaTeX과 한글의 매칭 테이블의 예를 나타낸 이미지이다.

도 3은 도 1의 수식-문자열 변환 시스템을 이용하여 다국어 문장을 LaTeX 수식으로 변환하는 방법을 도시한 순서도이다.

도 4는 도 3의 변환방법에 의해 변환된 LaTeX 수식과 다국어 문장이 표현된 화면의 예를 나타낸 이미지이다.

도 5는 도 1의 수식-문자열 변환 시스템을 이용하여 LaTeX 수식을 다국어 문장으로 변환하는 방법을 도시한 순서도이다.

도 6은 본 발명의 다른 실시예에 의한 수식-문자열 변환 시스템을 나타낸 블록도이다.

도 7은 도 6의 수식-문자열 변환 시스템을 이용하여 다국어 문장을 LaTeX 수식으로 변환하는 방법을 도시한 순서도이다.

도 8은 도 7은 다국어 문장 인식 단계를 도시한 순서도이다.

도 9는 도 7의 LaTeX 수식 이미지를 출력하는 단계를 도시한 순서도이다.

도 10은 도 7에서 다국어 문장 정보를 포함하여 출력된 LaTeX 수식 이미지의 예를 나타낸 이미지이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031]

본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 실시예들을 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다. 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "이루어진다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0032]

다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0033]

이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다.

[0034]

도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 수식-문자열 변환 시스템을 나타낸 블록도이다. 도 2a는 도 1의 수식-문자열 변환 시스템에서 LaTeX와 다국어 표현의 변환관계를 도시한 블록도이며, 도 2b는 도 1의 수식-문자열 변환 시스템에서 LaTeX와 한글의 매칭 테이블의 예를 나타낸 이미지이다.

[0035]

도 1, 도 2a 및 도 2b를 참조하면, 본 실시예에 의한 수식-문자열 변환 시스템(10)은 다국어 문장 입출력부(100), 다국어 구문 분석부(200), LaTeX-다국어 구문 매칭부(300), LaTeX-다국어 구문 매칭 테이블(400), LaTeX 구문 분석부(500) 및 LaTeX 수식 입출력부(600)를 포함한다.

[0036]

본 실시예에 의한 수식-문자열 변환 시스템(10)은 도 2a에 도시된 바와 같이, 전체적으로 상기 LaTeX-다국어 구

문 매칭 테이블(400)을 통해 다국어 문장으로 입력된 수식 문장을 LaTeX 수식으로 변환하거나, LaTeX 수식으로 입력된 수식을 다국어 문장으로 변환한다.

- [0037] 구체적으로, 상기 다국어 문장 입출력부(100)는 다국어 문장이 입력되거나, 합성된 다국어 문장이 출력된다. 본 실시예에서 다국어는 LaTeX의 기본적인 표현인 영어를 제외한 비영어권 모든 언어, 예를 들어, 한글, 일본어, 중국어 등을 포함하지만, 이하에서는 설명의 편의상 한글을 일 예로 설명한다.
- [0038] 상기 다국어 문장 입출력부(100)를 통해 입력되는 다국어 문장은 소정의 다국어 수식 규칙에 따라 입력되어야 한다. 즉, 각각의 수식 기호에 대하여 해당 다국어의 수식 쓰기(또는 읽기) 규칙은 미리 정해진다. 예를 들어, 수식 ' $1/2$ '은 한글로 '분수 1 밑에 2 분수단고' 등으로 미리 정해질 수 있다.
- [0039] 마찬가지로, 상기 다국어 문장 입출력부(100)를 통해 출력되는 합성된 다국어 문장도 상기 소정의 다국어 수식 규칙에 따라 최종적으로 합성된 문장이다.
- [0040] 상기 다국어 구문 분석부(200)는 상기 소정의 다국어 수식 규칙에 따라 입력된 다국어 문장을 다국어 구문으로 분리하거나, LaTeX 구문에 매칭된 다국어 구문을 상기 소정의 다국어 수식 규칙을 바탕으로 다국어 문장으로 합성한다. 즉, 상기 다국어 구문 분석부(200)는 상기 다국어 문장을 LaTeX 구문과의 매칭이 용이하도록 각각의 다국어 구문으로 분리한다. 또는, LaTeX 구문과 매칭되어 선택된 각각의 다국어 구문을 다국어 문장으로 합성한다.
- [0041] 상기 LaTeX-다국어 구문 매칭부(300)는 분리된 각각의 다국어 구문을 매칭되는 LaTeX 구문으로 변환한다. 이와 달리, 각각의 LaTeX 구문을 매칭되는 다국어 구문으로 변환할 수도 있다. 즉, 상기 LaTeX-다국어 구문 매칭부(300)는 LaTeX 구문과 다국어 구문을 서로 매칭시켜 LaTeX 구문 또는 다국어 구문으로 필요한 변환을 수행한다. 이 경우, 상기 LaTeX-다국어 구문 매칭부(300)는 서로 매칭되는 LaTeX 구문 또는 다국어 구문의 선택을 위해 상기 LaTeX-다국어 구문 매칭 테이블(400)을 사용한다.
- [0042] 상기 LaTeX-다국어 구문 매칭 테이블(400)은, 도 2b에 도시된 바와 같이, 각각의 LaTeX 수식 구문과 이에 매칭되는 다국어 구문이 정리된 테이블이다. 예를 들어, 도 2b의 테이블에 도시된 바와 같이, LaTeX 수식 구문(410)이 ' $\sin$ '인 경우, 이에 매칭되는 다국어 구문(420, 421)은 '사인' 또는 '사인{0}'으로 정리되어 있다.
- [0043] 따라서, 입력된 LaTeX 수식 구문이 ' $\sin$ '이면, '사인' 또는 '사인{0}'의 다국어 구문으로 변환되거나, '사인' 또는 '사인{0}'의 다국어 구문이 입력되면, ' $\sin$ '의 LaTeX 수식 구문으로 변환된다.
- [0044] 상기 LaTeX 구문 분석부(500)는 상기 다국어 구문에 매칭되어 선택된 LaTeX 구문을 LaTeX 수식으로 합성하거나, 입력된 LaTeX 수식을 LaTeX 구문으로 분리한다.
- [0045] 상기 LaTeX 수식 입출력부(600)는 상기 합성된 LaTeX 수식을 출력하거나, LaTeX 수식을 입력받는다. 이 경우, LaTeX 수식은 매칭변환을 위해 구문으로 분리될 수 있는 LaTeX 구문들이 연결된 수식이며, 일반 수식(50)을 LaTeX 프로그램에서 사용할 수 있도록 표현된 LaTeX 프로그램 전용 수식에 해당된다.
- [0046] 도 3은 도 1의 수식-문자열 변환 시스템을 이용하여 다국어 문장을 LaTeX 수식으로 변환하는 방법을 도시한 순서도이다. 도 4는 도 3의 변환방법에 의해 변환된 LaTeX 수식과 다국어 문장이 표현된 화면의 예를 나타낸 이미지이다.
- [0047] 도 1, 도 2b, 도 3 및 도 4를 참조하면, 상기 다국어 문장을 LaTeX 수식으로 변환하는 방법에서는, 우선, 상기 다국어 문장 입출력부(100)를 통해 다국어 문장이 입력된다(단계 S10). 상기 입력되는 다국어 문장은 소정의 다국어 수식 규칙에 따라 입력된 문장으로, 예를 들어, 한글 문장인 경우 도 4에 도시된 바와 같은 한글 문장(101)이 입력될 수 있다.
- [0048] 이후, 상기 다국어 구문 분석부(200)는 상기 한글 문장(101)과 같은 다국어 문장을 다국어 구문으로 분리한다(단계 S20). 예를 들어, 도 4에 도시된 상기 한글 문장(101)은 '인티그랄', '시퀀트', '위의 3 위에 단고', 'x', 'dx', '=', '분수 1 밑에 2 분수단고' 등의 다국어 구문으로 분리된다.
- [0049] 이후, 상기 LaTeX-다국어 구문 매칭부(300)는 도 2b에 도시된 'LaTeX-다국어 구문 매칭 테이블(400)'을 통해 상기 분리된 다국어 구문에 매칭되는 LaTeX 구문을 찾아, LaTeX 구문으로 변환한다(단계 S30).
- [0050] 이후, 상기 LaTeX 구문 분석부(500)에서는 상기 변환된 LaTeX 구문을 예를 들어, 도 4에 도시된 바와 같은 수식 트리구조(501)를 생성하여 분석하고, 최종적으로 도 4에 도시된 바와 같은 LaTeX 수식(601)으로 합성한다(단계 S40).

- [0051] 이후, 상기 LaTeX 수식 입출력부(600)에서는 상기 LaTeX 수식(601)을 출력하고, 이렇게 출력된 LaTeX 수식은 후술하겠으나 도 4에 도시된 바와 같은 일반 수식(50)인 LaTeX 수식 이미지로 표현될 수 있다(단계 S50).
- [0052] 도 5는 도 1의 수식-문자열 변환 시스템을 이용하여 LaTeX 수식을 다국어 문장으로 변환하는 방법을 도시한 순서도이다.
- [0053] 도 4에 도시된 바와 반대로, 본 실시예에 의한 수식-문자열 변환 시스템은 LaTeX 수식을 다국어 문장으로 변환할 수도 있다.
- [0054] 도 1, 도 2b, 도 4 및 도 5를 참조하면, 상기 LaTeX 수식을 다국어 문장으로 변환하는 방법에서는, 우선, 상기 LaTeX 수식 입출력부(600)를 통해 LaTeX 수식이 입력된다(단계 S11). 예를 들어, 도 4에 도시된 바와 같이, 상기 입력되는 LaTeX 수식은 상기 일반 수식(50)을 LaTeX 프로그램에서 읽을 수 있도록 표현된 LaTeX 수식(601)일 수 있다.
- [0055] 이후, 상기 LaTeX 구문 분석부(500)는 상기 입력된 LaTeX 수식(601)을 도 4에 도시된 바와 같은 수식 트리구조(501)를 생성하여 분석하여 LaTeX 구문으로 분리한다(단계 S21).
- [0056] 이후, 상기 LaTeX-다국어 구문 매칭부(300)는 도 2b에 도시된 'LaTeX-다국어 구문 매칭 테이블'을 통해 상기 분리된 LaTeX 구문에 매칭되는 다국어 구문을 찾아, 다국어 구문으로 변환한다(단계 S31).
- [0057] 이후, 상기 다국어 구문 분석부(200)는 상기 변환된 다국어 구문들을 다국어 문장으로 출력한다. 예를 들어, 도 4에 도시된 바와 같이, '인티그랄', '시컨트', '위의 3 위에 닫고', 'x', 'dx', '=', '분수 1 밑에 2 분수 닫고' 등의 다국어 구문들을 분석하고, 도 4에 도시된 바와 같은 하나의 한글 문장(101)으로 합성한다(단계 S41).
- [0058] 이후, 상기 다국어 문장 입출력부(100)는 상기 다국어 문장을 출력한다(단계 S51). 즉, 도 4에 도시된 바와 같이, 하나의 한글 문장(101)으로 출력될 수 있다.
- [0059] 이상과 같이, 본 실시예에 의한 수식-문자열 변환 시스템에서는, 다국어 문장으로 입력된 수식 문장을 LaTeX 수식 또는 일반 수식 이미지로 표현되도록 변환하여 출력하거나, 입력된 LaTeX 수식을 다국어 문장으로 출력할 수 있다. 따라서, 복잡한 LaTeX 수식 표현 방법을 이해하지 못하더라도 소정의 수식 입력 규칙에 따라 문장으로 입력하면 LaTeX 수식으로 변환되어 필요한 수식이 용이하게 표현될 수 있으며, 복잡한 LaTeX 수식이 이해가 용이한 다국어 문장으로 출력되어 일반인의 이해도가 향상될 수 있다.
- [0060] 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 의한 수식-문자열 변환 시스템을 나타낸 블록도이다.
- [0061] 본 실시예에 의한 수식-문자열 변환 시스템(20)은 다국어 문장 입출력부(110)가 다국어 문장 인식부(112)를 포함하고, 다국어 구문 분석부(210)가 일반 표현 인식부(211)를 포함하고, LaTeX 수식 입출력부(600)가 LaTeX 수식 이미지 생성부(611) 및 LaTeX 수식 이미지 출력부(612)를 포함하고, 다국어 문장 표현부(700)를 더 포함하는 것을 제외하고, 도 1에서 설명한 수식-문자열 변환 시스템(10)과 실질적으로 동일하므로 중복되는 설명은 생략한다.
- [0062] 도 6을 참조하면, 상기 수식-문자열 변환 시스템(20)은 다국어 문장 입출력부(110), 다국어 구문 분석부(210), LaTeX-다국어 구문 매칭부(310), LaTeX 구문 분석부(510) 및 LaTeX 수식 입출력부(610)를 포함하며, 각각의 기본적인 구성 및 기능은 도 1에서 설명한 다국어 문장 입출력부(100), 다국어 구문 분석부(200), LaTeX-다국어 구문 매칭부(300), LaTeX 구문 분석부(500) 및 LaTeX 수식 입출력부(600)와 실질적으로 동일하다.
- [0063] 다만, 상기 도 1의 수식-문자열 변환 시스템(20)에 부가되어, 상기 다국어 문장 입출력부(110)는 다국어 문장 입력부(111) 및 다국어 문장 인식부(112)를 더 포함하며, 상기 다국어 문장 인식부(112)는 음성 인식부(113) 및 문자 인식부(114)를 포함한다.
- [0064] 본 실시예에서는, 상기 다국어 문장 입력부(111)를 통해 입력된 다국어 문장을 상기 다국어 문장 인식부(112)에서 입력 다국어 문장이 음성인지 문자인지 인식한다. 그리하여, 상기 입력 다국어 문장이 음성이면 상기 음성 인식부(113)에서 입력된 음성을 문자로 변환한다. 반면, 상기 입력 다국어 문장이 문자이면 상기 문자 인식부(114)는 문자로 그대로 인식한다.
- [0065] 이와 같이, 상기 음성 인식부(113)를 포함하므로, 사용자는 간편하게 음성으로 다국어 문장을 입력하는 것으로 수식 표현이 가능하므로, 사용자의 편의성이 향상되며, 특히, 시각 장애인의 경우 문자 입력이 불가능하므로 음

성 인식을 통해 사용의 편의성을 매우 향상시킬 수 있다.

- [0066] 상기 문자로 인식되거나 문자로 변환된 다국어 문장은 상기 다국어 구문 분석부(200)로 제공된다.
- [0067] 또한, 상기 다국어 구문 분석부(210)는 일반 표현 인식부(211)를 더 포함한다. 즉, 상기 다국어 문장 입출력부(100)를 통해 입력된 문장에 수식 표현 외의 일반 문장이 포함된 경우, 상기 일반 표현 인식부(211)에서는 상기 다국어 문장 중 수식 문장과 수식 외의 문장을 서로 구별한다.
- [0068] 이 경우, 일반 문장이 포함된 다국어 문장에는 상기 일반 표현 인식부(211)에서 수식 문장과 수식 외의 문장을 구별하기 위해 소정의 식별표시가 포함될 수 있다.
- [0069] 예를 들어, 상기 다국어 문장 입출력부(100)를 통해 입력되는 다국어 문장은 "사과가 \$분수 2분의1 분수단고\$개 있다."일 수 있으며, 상기 수식 표현 '분수 2분의1'의 앞뒤에 식별표시 '\$'가 부가될 수 있다. 이 경우, 상기 일반 표현 인식부(211)는 상기 식별표시 '\$'를 인식하여 수식 표현과 수식 표현 외 부분을 구별한다.
- [0070] 그리하여, 본 실시예에 의한 수식-문자열 변환 시스템(20)은 일반 표현과 수식 표현이 혼재된 다국어 문장에 대하여도 일반 문장을 제외하고 수식 표현에 대하여만 LaTeX 수식으로 변환할 수 있다.
- [0071] 또한, 상기 LaTeX 수식 입출력부(610)는 LaTeX 수식 이미지 생성부(611) 및 LaTeX 수식 이미지 출력부(612)를 더 포함한다.
- [0072] 상기 LaTeX 수식 이미지 생성부(611)는 도 4를 참조하여 이미 설명한 바와 같이, 상기 LaTeX 구문 분석부(510)에서 합성된 LaTeX 수식(601)을 그대로 출력하지 않고, LaTeX 수식 이미지(50)로 생성한다. 또한, 상기 LaTeX 수식 이미지 출력부(612)는 상기 LaTeX 수식 이미지(50)를 출력한다.
- [0073] 그리하여, 사용자는 상기 LaTeX 수식 이미지를 다른 문헌 등에 재사용할 수 있어, 사용자의 편의성이 향상된다.
- [0074] 한편, 후술할 도 10을 참조하면, LaTeX 수식 이미지(60)에는 수식(61) 외에 워터마크(water mark)(62), QR 코드(63), 바코드(64) 중 어느 하나가 포함될 수 있다. 그리하여, 제3자가 필요하다면 언제든지, 상기 LaTeX 수식 이미지(60)의 다국어 문장 표현을 확인할 수 있다.
- [0075] 이를 위해, 상기 수식-문자열 변환 시스템(20)은 다국어 문장 표현부(700)를 더 포함하고, 상기 다국어 문장 표현부(700)는 이미지 정보 추출부(710) 및 다국어 문장 출력부(720)를 포함한다.
- [0076] 상기 이미지 정보 추출부(710)는 상기 LaTeX 수식 이미지(60)에 포함된 워터마크(62), QR 코드(63), 바코드(64) 등의 인식기호들로부터 상기 LaTeX 수식 이미지에 대한 정보를 추출하고, 상기 다국어 문장 표현부(700)가 상기 추출된 이미지 정보를 바탕으로 상기 LaTeX 수식(61)을 다국어 문장으로 표현한다.
- [0077] 도 7은 도 6의 수식-문자열 변환 시스템을 이용하여 다국어 문장을 LaTeX 수식으로 변환하는 방법을 도시한 순서도이다. 도 8은 도 7은 다국어 문장 인식 단계를 도시한 순서도이다. 도 9는 도 7의 LaTeX 수식 이미지를 출력하는 단계를 도시한 순서도이다. 도 10은 도 7에서 다국어 문장 정보를 포함하여 출력된 LaTeX 수식 이미지의 예를 나타낸 이미지이다.
- [0078] 도 7을 참조하면, 상기 다국어 문장을 LaTeX 수식으로 변환하는 방법에서는, 우선, 상기 다국어 문장 입출력부(110)의 상기 다국어 문장 입력부(111)를 통해 다국어 문장이 입력된다(단계 S100).
- [0079] 이후, 도 8을 동시에 참조하면, 상기 다국어 문장 인식부(112)에서는 상기 다국어 문장을 인식한다(단계 S110). 구체적으로, 상기 다국어 문장 인식부(112)에서는 상기 입력된 다국어 문장이 음성으로 입력되었는지를 판단하여(단계 S111), 음성 인식의 경우 상기 음성 인식부(113)를 통해 음성을 문자로 변환하여 다국어 문장으로 변환하고(단계 S112), 문자 인식의 경우 상기 문자 인식부(114)를 통해 그대로 다국어 문장으로 인식한다(단계 S113).
- [0080] 이후, 상기 다국어 구문 분석부(210)의 상기 일반 표현 인식부(211)에서는 상기 입력된 다국어 문장에 수식 표현 외의 일반 문장이 포함되었는지 판단하여(단계 S200), 일반 문장이 포함된 경우라면 상기 다국어 문장 중 수식 문장과 수식 외의 문장을 서로 분리한다(단계 S210).
- [0081] 한편, 이후 단계에서는 이와 같이 분리된 수식 외의 문장에 대하여는 별도의 LaTeX 수식 변환을 수행하지 않는

다.

- [0082] 예를 들어, 입력된 다국어 문장이 "사과가 \$분수 2분의1 분수단고\$개 있다."인 경우, 식별표시 '\$' 앞뒤의 '분수 2분의1'에 대하여만 후술할 LaTeX 수식 변환을 수행한다.
- [0083] 또한, 상기 다국어 구문 분석부(210)에서는 상기 입력된 다국어 문장이 소정의 다국어 수식 표현 규칙에 부합되는지 판단(단계 S220)하고, 필요하다면 재입력을 요구한다.
- [0084] 이후, 상기 다국어 구문 분석부(210)에서는 입력된 다국어 문장을 구문별로 분리하고, 상기 LaTeX-다국어 구문 매칭부(310)에서는 분리된 다국어 구문에 매칭되는 LaTeX 구문을 선택한다(단계 S300).
- [0085] 이후, 상기 LaTeX 구문 분석부(510)에서는 상기 변환된 LaTeX 구문을, 이미 도 4를 참조하여 예를 들어 설명한 바와 같이, 수식 트리구조(501)를 생성하여 분석하고, 최종적으로 LaTeX 수식(601)으로 합성한다(단계 S400).
- [0086] 이후, 상기 LaTeX 수식 입출력부(610)에서는 상기 LaTeX 수식을 출력할 수 있다. 이와 달리, 본 실시예에서는, 상기 LaTeX 수식 이미지 생성부(611)에서 상기 LaTeX 수식(601)을 LaTeX 수식 이미지(50, 60)로 생성하고(단계 S500), 상기 LaTeX 수식 이미지 출력부(612)에서 상기 LaTeX 수식 이미지(50, 60)를 출력한다(단계 S510).
- [0087] 이 경우, 상기 생성된 LaTeX 수식 이미지(50, 60)는 도 10을 동시에 참조하면, 수식(61) 외에 워터마크(water mark)(62), QR 코드(63), 바코드(64) 중 어느 하나가 포함될 수 있다.
- [0088] 그리하여, 상기 LaTeX 수식 이미지(50, 60)의 재사용 등의 편의성이 향상되고, 특히, 상기 LaTeX 수식 이미지 외에 다국어 문장의 출력이 필요한 경우(단계 S600) 다국어 문장으로 출력이 가능하다.
- [0089] 즉, 상기 다국어 문장 표현부(700)의 상기 이미지 정보 추출부(710)는, 상기 LaTeX 수식 이미지에 대한 다국어 문장 출력이 필요한 경우, 상기 LaTeX 수식 이미지(50, 60)에 포함된 워터마크(water mark)(62), QR 코드(63), 바코드(64) 중 어느 하나를 통해 수식과 관련된 정보를 추출한다.
- [0090] 이후, 상기 다국어 문장 출력부(720)는 상기 추출된 정보를 바탕으로 상기 LaTeX 수식 이미지(50, 60)에 매칭되도록 다국어 문장으로 표현한다(단계 S620).
- [0091] 예를 들어, 상기 다국어 문장 표현부(700)는 시각 장애인이 사용하는 스크린리더와 같은 화면낭독 프로그램일 수 있다. 그리하여, 단순히 LaTeX 수식 이미지로 표현되는 것 외에, 다양한 응용 프로그램을 통해 해당 수식에 대한 정보를 다양하게 제공할 수 있다.
- [0092] 한편, 상기 LaTeX 수식 이미지(50, 60)를 출력하는 단계(단계 S510)에서, 도 9를 동시에 참조하면, 상기 입력된 다국어 문장 속에 수식 외의 일반 표현이 동시에 포함되었는지 판단한다(단계 S511).
- [0093] 그리하여, 상기 입력된 다국어 문장 속에 수식 외의 일반 표현이 포함된 경우라면, 필요에 따라, 상기 LaTeX 수식 이미지(50, 60)와 일반 표현을 동시에 출력하거나(단계 S512), 상기 LaTeX 수식 구문(601)과 일반 표현을 동시에 출력한다(단계 S513).
- [0094] 예를 들어, 입력된 다국어 문장이 "사과가 \$분수 2분의1 분수단고\$개 있다."인 경우, "사과가 1/2개 있다."와 같이 LaTeX 수식 이미지와 일반 표현을 동시에 출력할 수 있다.
- [0095] 이와 달리, 입력된 다국어 문장이 "사과가 \$분수 2분의1 분수단고\$개 있다."인 경우, "사과가 $\frac{1}{2}$ 개 있다."와 같이 LaTeX 수식 구문과 일반 표현을 동시에 출력할 수도 있다.
- [0096] 반면, 상기 입력된 다국어 문장 속에 수식 외의 일반 표현이 포함되지 않은 경우라면, 상기 LaTeX 수식 이미지(50, 60)만 출력한다(단계 S514).
- [0097] 상기와 같은 본 발명의 실시예들에 의하면, 다국어 문장을 입력하면 LaTeX-다국어 구문 매칭부를 통해 LaTeX 수식이 출력되므로, 수학이나 공학을 전공하지 않은 일반인도 수식을 정확하고 용이하게 표현할 수 있어, 사용자의 편의성이 향상된다.
- [0098] 또한, 다국어 구문과 LaTeX 구문의 매칭을 통해, 수식 표현에서 언어-문화적 차이를 최소화하여 해당 국가에서 교육받은 언어-문화를 토대로 문장을 입력하더라도 LaTeX 수식이 출력될 수 있어, 사용자의 편의성이 향상된다.
- [0099] 이와 반대로, LaTeX 수식을 다국어 문장으로 출력할 수도 있으므로, 시각 장애인들에게 수식이 포함된 이공계 분야 정보에 대한 접근성을 향상시켜 교육적 효과는 물론 시각 장애인의 활동 범위 확대 등의 다양한 효과를 증진시킬 수 있다.

- [0100] 또한, 다국어 문장이 음성으로 인식된 경우, 이를 문자로 변환할 수 있으므로, 일반인 뿐 아니라 시각 장애인의 편의성을 향상시킬 수 있다.
- [0101] 나아가, 수식 외의 일반 표현도 동시에 포함된 전체 문장에 대하여, 수식을 별도로 인식하여 이를 LaTeX 수식 또는 일반 수식 등으로 표현할 수 있으므로, 수식이 포함된 문장을 자유롭게 활용할 수 있어, 특히 시각 장애인 등과 같은 사용자의 편의성을 향상시킬 수 있다.
- [0102] 또한, LaTeX 수식을 이미지로 생성하여 다양한 문서에 재사용할 수 있도록 사용성을 향상시킬 수 있으며, 동시에 상기 LaTeX 수식 이미지에 워터마크, QR 코드, 바코드 등의 인식 코드를 포함시켜, 필요할 때는 언제든지 상기 인식 코드를 통해 다국어 문장으로 LaTeX 수식을 표현할 수 있으므로 사용자의 편의성이 더욱 향상될 수 있다.

산업상 이용가능성

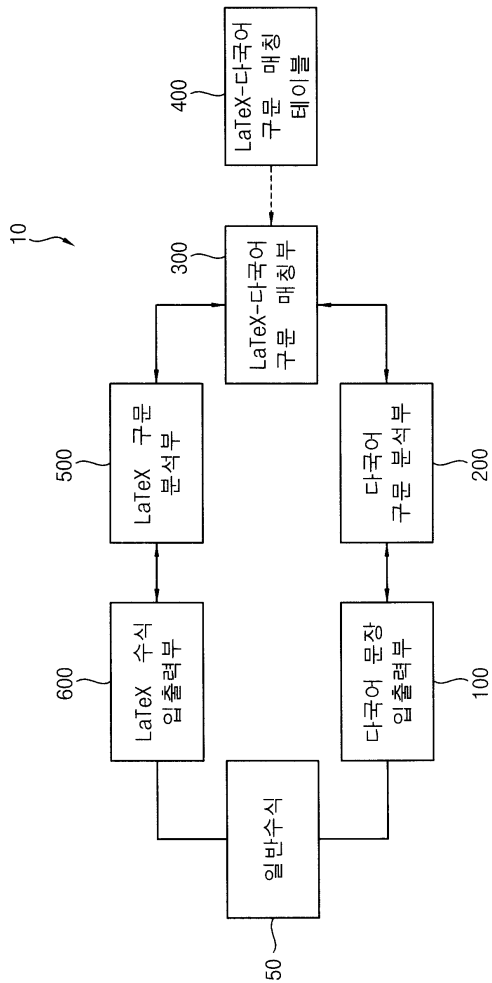
- [0103] 본 발명에 따른 수식-문자열 변환 시스템 및 이를 이용한 수식-문자열 변환 방법은 수식표현이 포함된 학술논문, 저서, 교과서, 참고서 등의 기술 또는 이해를 위해 사용될 수 있는 산업상 이용 가능성을 갖는다.

부호의 설명

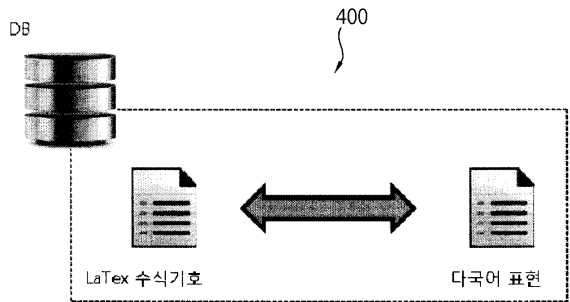
- [0104] 10, 20 : 수식-문자열 변환 시스템
- 11 : 수식-문자열 변환 화면 60 : LaTeX 수식 이미지
- 100, 110 : 다국어 문장 입출력부
- 111 : 다국어 문장 입력부 112 : 다국어 문장 인식부
- 113 : 음성 인식부 114 : 문자 인식부
- 200, 210 : 다국어 구문 분석부
- 211 : 일반표현 인식부
- 300, 310 : LaTeX-다국어 구문 매칭부
- 400 : LaTeX-다국어 구문 매칭 테이블
- 500, 510 : LaTeX 구문 분석부
- 600, 610 : LaTeX 수식 입출력부
- 611 : LaTeX 수식 이미지 생성부
- 612 : LaTeX 수식 이미지 출력부
- 700 : 다국어 문장 표현부 710 : 이미지 정보 추출부
- 720 : 다국어 문장 출력부

도면

도면1



도면2a



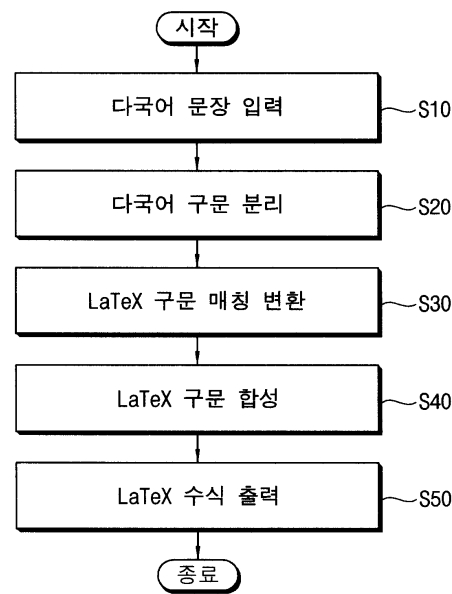
도면2b

400

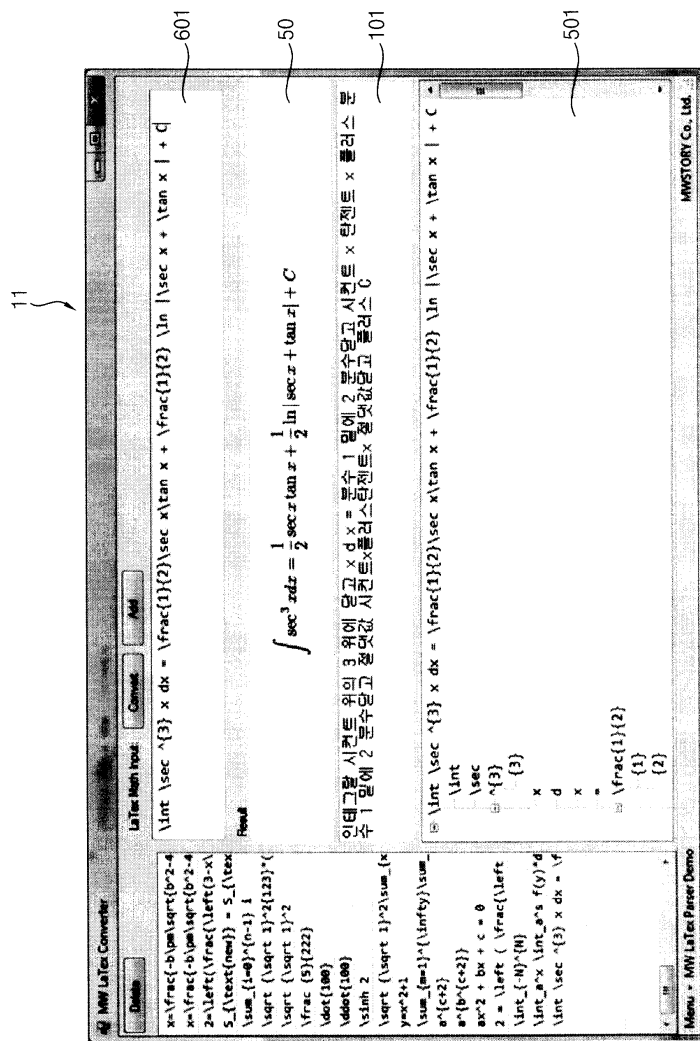
규칙정의 상수정의					
numindex	TagString	NeededA	Tag Trans1	Tag Trans2	Tag Trans3
	Wdash	1	하이퍼볼릭사인	하이퍼볼릭사..	
211	Wln	1	절댓값	절댓값 (a) 절댓..	
674	Wint	2	인테그랄	인테그랄 밑에 (..	인테그랄 밑에 (..
559	W^	1	의	의 (a) 위에 알..	
670	Whum	2	시그마	시그마 (a)에서	시그마 밑에 (a) ..
217	Wan	1	사인	사인 (a)	
428	Winty	0	무한대		
2	Wagt	1	루트	루트알고 (a) 루..	
186	Wdot	1	도트	도트(a)	
188	Wddot	1	더블도트	더블도트(a)	
6	Wfrac	2		(a)	분수 (a) 밑에 (..
1	Walpha	0	알파		
3	Wgamma	0	감마		
4	Wleft	0			
5	Wright	0			
7	Wover	0			

410 420 421

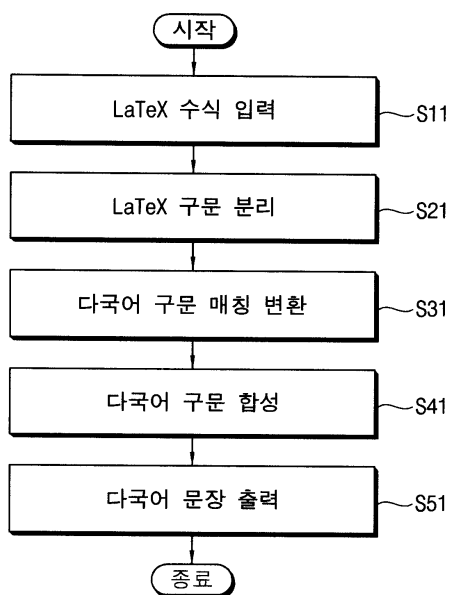
도면3



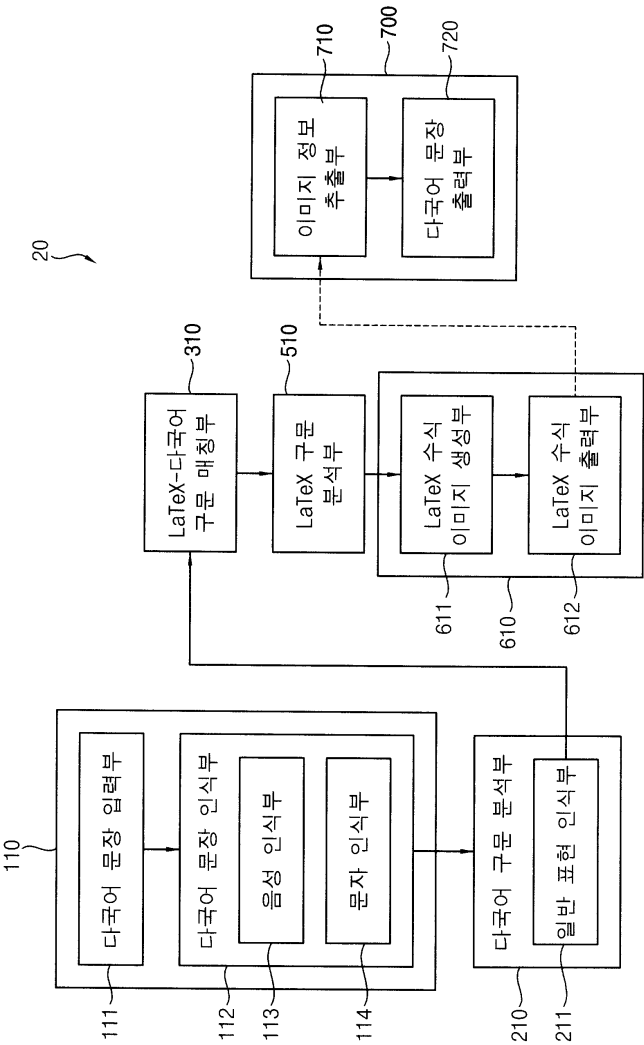
도면4



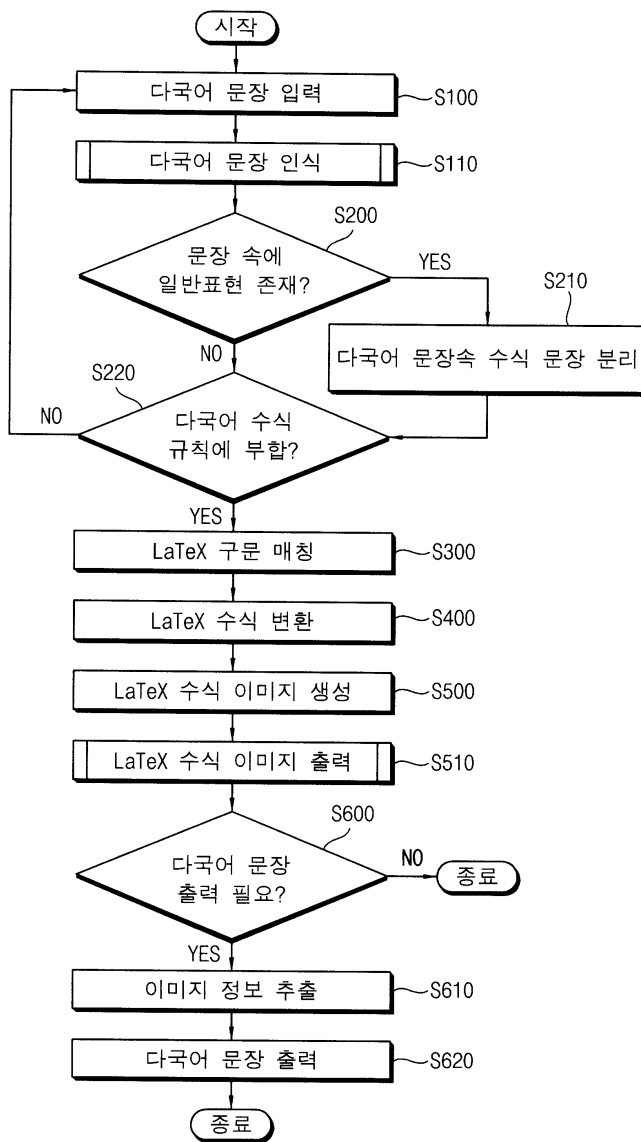
도면5



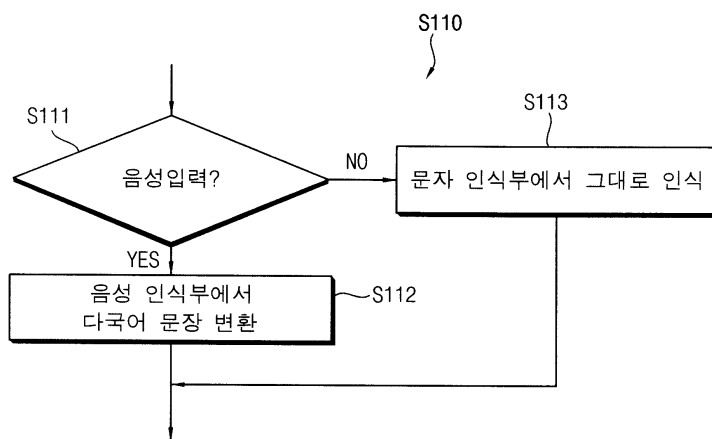
도면6



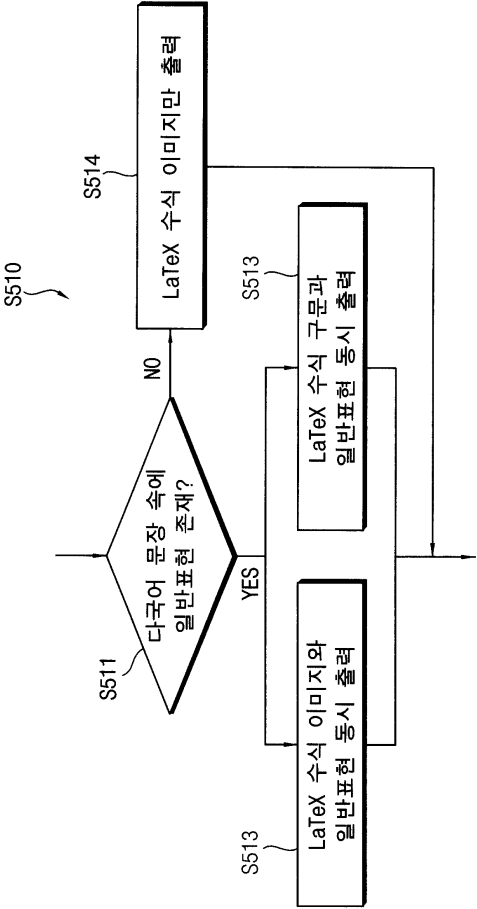
도면7



도면8



도면9



도면10

