(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2012 년 8 월 2 일 (02.08.2012)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2012/102444 A1

(51) 국제특허분류:
G06F 19/00 (2011.01) *G06F 17/10* (2006.01)
G06F 17/30 (2006.01) *G06Q 50/00* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2011/005664

(22) 국제출원일: 2011 년 8 월 1 일 (01.08.2011)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2011-0007873 2011 년 1 월 26 일 (26.01.2011) KR

(71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): **계명대학교 산학협력단 (INDUSTRY ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION KEIMYUNG UNIVERSITY)** [KR/KR]; 대구광역시 달서구 달구벌대로 2800 계명대학교, 704-701 Daegu (KR). **한국보건산업진흥원 (KOREA HEALTH INDUSTRY DEVELOPMENT INSTITUTE (KHIDI))** [KR/KR]; 충북 청원군 강외면 연제리 643, 363-951 Chungcheongbukdo (KR).

(72) 발명자; 겸
(75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): **손창식 (SON, Chang Sik)** [KR/KR]; 대구광역시 중구 동인 3 가 267-5 번지, 700-423 Daegu (KR). **김윤년 (KIM, Yoon Nyun)** [KR/KR]; 대구광역시 서구 내당 4 동 광장타운 107 동 1203 호, 703-064 Daegu (KR). **박희준 (PARK, Hee Jun)** [KR/KR]; 대구광역시 달서구 용산동 보람타운 102 동 502 호, 704-130 Daegu (KR). **서석태 (SEO, Suk Tae)** [KR/KR]; 울산광역시 남구 신정 1 동 남산포스코더샵 103 동 1109 호, 680-011 Ulsan (KR). **김민수 (KIM, Min Soo)** [KR/KR]; 대구광역시 수성구 범물 2 동 신화맨션 101 동 1310 호, 706-102 Daegu (KR).

(74) 대리인: **김일환 (KIM, Il-Hwan)** 등; 서울특별시 관악구 인헌동 1659-2 청동빌딩 301 호, 151-832 Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

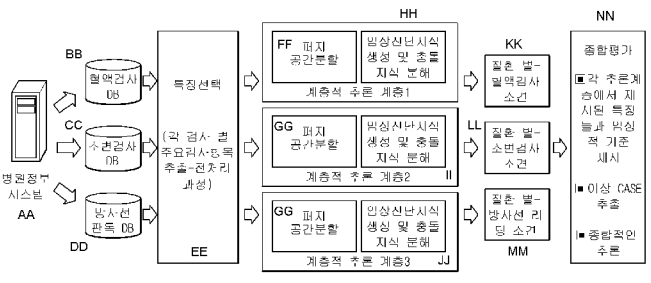
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

[다음 쪽 계속]

(54) **Title**: METHOD AND SYSTEM FOR SUPPORTING CLINICAL DIAGNOSIS BASED ON HIERARCHICAL FUZZY INFERENCE

(54) **발명의 명칭** : 계층적 퍼지 추론에 기반한 임상진단 지원방법 및 그 시스템

[Fig. 1]



AA ... Clinic information system
BB ... Blood examination DB
CC ... Urine examination DB
DD ... Radiologic read data DB
EE ... Characteristics selection (comprehensive process - extracting main Examination item for each examination)
FF ... Hierarchical Inference class 1
GG ... Fuzzy space division
HH ... Generate clinical diagnosis knowledge and separate conflicting knowledge
II ... Hierarchical Inference class 2
JJ ... Hierarchical Inference class 3
KK ... Opinion about blood examination by disease
LL ... Opinion about urine examination by disease
MM ... Opinion about radiologic examination by disease
NN ... Comprehensive assessment

Providing a clinical standard and characteristics suggested from each Hierarchical class
Extracting an abnormal case
Comprehensive Inference

(57) **Abstract**: The present invention relates to a method and a system for supporting clinical diagnosis based on Hierarchical Fuzzy Inference, comprising the steps of : (a) extracting examination data of multiple examination items for each of many patients from each examination item database; (b) selecting characteristics from examination data of said each examination item; (c) performing Hierarchical Fuzzy Inference by each item about examination data selected according to the characteristics; (d) extracting the examination opinion by disease based on output value of the Fuzzy Inference by each item; and performing clinical assessment comprehensively based on said each opinion. When the present invention is provided, and based on Hierarchical Inference result and comprehensive Inference result of clinical information, such as blood, urine, radiologic examination result, of patients who visit in emergency room, etc. by providing main parameter for a differential diagnosis by disease, a clinical standard, and optimized knowledge, this invention provides a method and a system for supporting clinical diagnosis inferring a possible disease of an emergency patient and helping training and education for a medical staff as well as a medical student.

(57) **요약서**:

[다음 쪽 계속]

WO 2012/102444 A1

MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

본 발명은 계층적 퍼지추론을 기반한 임상진단 지원방법 및 시스템에 관한 것으로, a) 다수의 환자 각각에 대한 다수의 검사 항목의 검사 데이터를 각 검사항목 데이터 베이스로부터 추출하는 단계; (b) 상기 각 검사 항목의 검사 데이터에서 특징을 선택하는 단계; (c) 상기 특징이 선택된 검사 데이터를 각 항목별로 계층적 퍼지 추론하는 단계; (d) 상기 각 항목별로 상기 퍼지 추론한 출력값을 바탕으로 질환별 상기 검사 소견을 추출하는 단계; 및 (e) 상기 각 소견을 바탕으로 종합적으로 임상 평가하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다. 이와 같은 본 발명을 제공하면, 그리고, 응급실 등에 내원 한 환자들의 임상정보(혈액, 소변, 방사선 결과 등)를 계층별 추론 결과와 종합적인 추론 결과를 토대로, 질환별 감별진단을 위한 주요 파라미터, 임상적 기준 및 최적화된 지식을 제공함으로써, 응급환자 등의 추론 가능한 질환을 유추할 수 있으며 의대생을 비롯한 의료진의 교육 및 훈련에 도움을 줄 수 임상 진단지원 방법 및 시스템을 제공하게 된다.

명세서

발명의 명칭: 계층적 퍼지 추론에 기반한 임상진단 지원방법 및 그 시스템

기술분야

[1] 본 발명은 임상진단 지원방법 및 그 시스템에 관한 것으로, 계층적 퍼지 추론의 분류 능력을 개선하기 위한 매개층(intermediate layer)에서의 오류분류 패턴의 수를 최소화하는 퍼지추론 기술에 기반한 임상진단 지원방법 및 그 시스템에 관한 것이다.

배경기술

[2] 퍼지 시스템의 설계는 일반적으로 지식 생성에 관련된 시간 소비 활동성(a time-consuming activity)과, 전체 규칙수의 줄임, 관련 파라미터 변형에 있다. 이 모든 것들은 퍼지 시스템의 정확성 및 이해력에 영향을 미친다.

[3] 최근에, 연습(즉 훈련) 데이터로부터 퍼지 규칙을 자동 생성할 수 있는 다양한 접근들이 제안되어 왔으며, 대표적인 방법들로는 휴리스틱 접근, neuro-fuzzy 접근, genetic 접근, '차원의 저주'(curse of dimensionality)의 문제를 극복하기 위한 계층적 접근 등이 있다.

[4] 대부분의 표준 퍼지 시스템(SFs)의 경우에는 입력변수의 수(즉 차원)가 증가할수록 생성 가능한 후보 퍼지규칙의 수가 지수적으로 증가하는 문제점을 가지고 있기 때문에, neural network와 genetic 알고리즘과 같은 추가적인 학습기술들이 필요할 뿐만 아니라 분류 혹은 추론을 위한 지식베이스를 구축하는데 오랜 시간이 소요되는 문제점을 가진다.

[5] 계층형 퍼지 시스템에서의 비선형 함수의 근사화 능력들을 포함하는 다양한 관련 연구들이 수행되어져 왔다. 계층적 퍼지 시스템은 표준 퍼지 시스템에서 계산량의 폭발 문제를 극복하기에 유용하다는 것을 확신하는 결과들을 가져오고, 비선형 과정들에서의 파라미터를 최적화하기 위한 진일보한 접근방법들을 역시 포함한다.

[6] 그러나, 계층형 퍼지 스시템의 주요한 문제는 매개층에서의 결과들이 이전층의 결과와 차후층의 입력값들이 다음 계층들에 대한 변수로서 맵핑될 때 물리적인 의미를 포함하지 않는다는 것이다. 그러므로, 이러한 문제를 줄이기 위해서 계층형 퍼지 시스템에서 중간층과 관련된 규칙의 수를 줄이기 위한 규칙 기반 모습을 묘사해야 하는 문제점이 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[7] 상술한 문제를 해결하기 위한 본 발명의 과제는 통계적 특성에 기초한 계층적 퍼지 분류 시스템의 스키마(scheme)를 제공하고자 함이다. 또한, 계층형 퍼지 분류 시스템의 분류 능력을 개선하는 매개층에서의 오분류 패턴의 수를

최소화하는 방법 및 그 시스템을 제공하고자 함에 있다.

과제 해결 수단

[8] 상술한 문제를 해결하기 위한 본 발명의 제1 특징은 (a) 다수의 환자 각각에 대한 다수의 검사 항목의 검사 데이터를 각 검사항목 데이터 베이스로부터 추출하는 단계; (b) 상기 각 검사 항목의 검사 데이터에서 특징을 선택하는 단계; (c) 상기 특징이 선택된 검사 데이터를 각 항목별로 계층적 퍼지 추론하는 단계; (d) 상기 각 항목별로 상기 퍼지 추론한 출력값을 바탕으로 질환별 상기 검사 소견을 추출하는 단계; 및 (e) 상기 각 소견을 바탕으로 종합적으로 임상 평가하는 단계를 포함한다.

[9] 여기서, 상기 검사 항목은, 혈액검사, 소변검사 및 방사선 판독 검사인 것이 바람직하고, 상기 (b) 단계는, 상기 각 검사 데이터에 대한 임상진단 결과를 표식하는 단계; 및 상기 검사 항목별로 임상진단 결정을 위한 컷 오프(cut-off) 값을 산출하는 단계인 것이 바람직하다.

[10] 또한, 바람직하게는 상기 (c) 단계는, 복수개의 퍼지 시스템의 계층적 입출력 구조로서, 상기 각 검사 항목의 검사 데이터를 입력으로 하는 하나의 퍼지 시스템의 출력과 또 다른 검사 데이터를 입력을 새로운 입력으로 하여 출력값을 생성하되, 상기 퍼지 시스템의 입력은 적어도 3개 이상인 것일 수 있다.

[11] 또한, 상기 (c) 단계는, 상기 각 퍼지 시스템에서, 상기 각 검사 항목의 검사 데이터를 입력값을 퍼지 공간 분할하는 단계; 및 상기 분할된 데이터로부터 임상진단 지식을 생성하는 단계를 포함하는 것이 바람직하고, 상기 퍼지 공간의 분할은 상기 검사 데이터의 통계적 분포를 통해, 정상군(Normal Group)과 비정상군(Abnormal Group)으로 분할하는 것이 바람직하다.

[12] 또한, 상기 임상진단 지식의 생성은, 상기 분할된 데이터로부터 제1차 임상진단 지식을 생성하는 단계; 및 상기 제1차 임상진단 지식 간 충돌을 회피하기 위한 알고리즘 적용하여 각 계층별 퍼지 시스템에 적용되는 제2차 임상진단 지식을 생성하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.

[13] 더하여. 상기 (e) 단계는, 상기 각 추론 계층에서 제시된 임상적 특징 및 기준을 추출하는 단계; 상기 각 추론 계층의 데이터로부터 이상 케이스(case)를 추출하는 단계; 및 상기 특징, 기준 및 이상 케이스를 바탕으로 종합적인 임상적 추론을 하는 단계를 포함하는 것이 바람직하다.

[14] 그리고, 본 발명의 제2 특징은 상술한 방법을 수행하기 위한 것으로, 복수개의 항목에 따라 적어도 하나의 검사 데이터를 저장한 검사 데이터 베이스; 상기 데이터 베이스로부터 상기 각 항목별 특징 데이터를 선택하기 위한 전처리부; 상기 각 항목별 특징 데이터를 입력으로 하여 계층적 퍼지 추론을 수행하는 퍼지 추론부; 및 상기 퍼지추론을 통해 추출된 각 항목별 검사 소견을 바탕으로 종합적으로 임상 평가하는 종합 평가부를 포함한다.

[15] 여기서, 상기 종합 평가부는, 각 추론 계층의 출력값을 통해 특징 및 임상적

기준을 제공하는 것이 바람직하고, 각 추론 계층의 출력값을 통해 이상 케이스를 추출하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[16] 이와 같이 본 발명을 제공하게 되면, 계층적 퍼지 추론 기술을 이용하여 계층별 및 종합적인 임상 추론결과를 제공함으로써, 응급 환자의 상태를 파악하여 가장 적합한 질환을 유추할 수 있는 방법을 제공하게 된다. 또한, 이 모든 지식이 병원 정보시스템 내에 수년 혹은 수십 년간 누적된 정보를 근거로 추론 결과를 제공하기 때문에 정확률을 높일 수 있다는 장점이 있다.

[17] 그리고, 응급실 등에 내원 한 환자들의 임상정보(혈액, 소변, 방사선 결과 등)를 계층별 추론 결과와 종합적인 추론 결과를 토대로, 질환별 감별진단을 위한 주요 파라미터, 임상적 기준 및 최적화된 지식을 제공함으로써, 응급환자 등의 추론 가능한 질환을 유추할 수 있으며, 의대생을 비롯한 의료진의 교육 및 훈련에 도움을 줄 수 임상 진단지원 방법 및 시스템을 제공하게 된다.

도면의 간단한 설명

[18] 도 1은 본 발명에 따른 계층적 퍼지 추론에 기반한 임상진단 지원방법의 흐름 및 블록 다이어그램을 나타낸 도면,

[19] 도 2는 본 발명에 따른 임상진단 지원방법에 적용되는 계층적 퍼지 시스템의 블록 다이어그램을 나타낸 도면,

[20] 도 3은 입력변수 백혈구(WBC)에서 정상군(Normal Group)과 비정상군(Abnormal Group)의 데이터 분포의 예를 나타낸 그래프,

[21] 도 4는 본 발명에 따른 방법을 적용하여 백혈구 검사항목의 퍼지 공간 분할의 예를 나타낸 도면,

[22] 도 5는 본 발명에 따른 방법을 적용하여 입력변수 백혈구 및 적혈구 2변수 퍼지 공간분할의 예를 나타낸 도면,

[23] 도 6은 본 발명에 적용된 방법으로 이전 계층의 퍼지추론 결과들을 활용하여 다음 계층의 입력변수의 퍼지 공간을 분할한 예를 나타낸 도면,

[24] 도 7은 본 발명에 적용되는 이전 계층의 퍼지 추론 결과로부터 생성되는 퍼지 함수를 나타낸 모식도이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[25] 도 1은 본 발명에 따른 계층적 퍼지 추론에 기반한 임상진단 지원방법의 흐름 및 블록 다이어그램을 나타낸 도면이다. 도 1에 나타낸 바와 같이, 본 발명에 따른 임상지원 진단방법은 (a) 다수의 환자 각각에 대한 다수의 검사 항목의 검사 데이터를 각 검사항목 데이터 베이스로부터 추출하는 단계; (b) 상기 각 검사 항목의 검사 데이터에서 특징을 선택하는 단계; (c) 상기 특징이 선택된 검사 데이터를 각 항목별로 계층적 퍼지 추론하는 단계; (d) 상기 각 항목별로 상기 퍼지 추론한 출력값을 바탕으로 질환별 상기 검사 소견을 추출하는 단계; 및 (e) 상기 각 소견을 바탕으로 종합적으로 임상 평가하는 단계를 포함하여 구성한다.

[26] 그리고, 본 발명에 따른 또 다른 발명으로서, 상술한 방법을 수행하기 위한 시스템으로서, 복수개의 항목에 따라 적어도 하나의 검사 데이터를 저장한 검사 데이터 베이스; 상기 데이터 베이스로부터 상기 각 항목별 특징 데이터를 선택하기 위한 전처리부; 상기 각 항목별 특징 데이터를 입력으로 하여 계층적 퍼지 추론을 수행하는 퍼지 추론부; 및 상기 퍼지추론을 통해 추출된 각 항목별 검사 소견을 바탕으로 종합적으로 임상 평가하는 종합 평가부를 포함한다.

발명의 실시를 위한 형태

[27] 도 1을 참조하면, 상기 (a) 단계 입력되는 데이터는 다수의 환자의 검사 데이터로 구성되며, 각 환자에 대한 검사 데이터는 다수의 검사 항목으로 구성되며, 각 환자에 대한 임상진단 결정된 상태이다.

[28] 이와 같은 병원정보 시스템의 검사 데이터 베이스를 통해 다수 환자의 검사 데이터를 검사 항목별로 분류하여 정렬하고, 각 검사 데이터에 임상진단 결과를 표식하고, 특징을 선택한다.

[29] 특징의 선택방법을 구체적으로 살펴보면, 다수의 환자의 검사 데이터를 검사 항목별로 분류하여 정렬한다. 예를 들어, (I) 소변검사 항목으로는 뇨색(color), 알부빈(albumin) 수치, 백혈구(white blood cell) 수, 적혈구(red blood cell) 수 등과 같은 수많은 검사항목들이 있으며, (II) 혈액검사의 경우, 전혈구 검사항목 (백혈구 수, 적혈구 수, 헤모글로빈 수치 등), 동맥가스혈 검사항목 (나트륨, 칼륨, 아밀라아제 수치 등), 입원환자에 대한 기본검사항목 (칼슘, 글루코스, 단백질, 콜레스테롤 수치 등) 등이 있으며, (III) 방사선 검사소견 항목으로는 흉부 X-선, CT, MRI 등 각 임상 분과별 질환 진단을 위한 중요 리딩 파라미터들을 정렬한다.

[30] 상기한 바와 같이 다수의 환자 각각에 대한 다수의 검사 항목의 검사 데이터를 입력받아 검사 항목별로 분류하여 값의 크기에 따라 정렬하여 각각 검사 데이터에 임상진단 결과를 표식하면, 상기 임상진단 결과가 충첩되는 영역이 존재한다.

[31] 상기 중첩되는 영역을 토대로 임상지원 시스템은 상기 임상진단 결정을 위한 적합도를 평가한다. 즉, 중첩영역에 포함되는 다수의 검사 데이터 각각에 대해 임상진단 결과별로 분리될 수 있는 정도를 나타내는 분리가능정도를 산출하고, 상기 분리가능정도의 합을 산출하여 해당 검사 데이터에 따른 검사 항목이 상기 임상진단 결정을 위해 어는 정도 적합한지를 나타내는 적합도를 결정한다.

[32] 이러한 과정을 통해 모든 검사 항목에 대해 임상진단 결정에 대한 적합도를 산출하고, 그 산출된 적합도를 토대로 해당 임상진단 결정을 위함 검사 항목 순위를 결정할 수 있다. 그리고 상기 검사 항목별 적합도가 결정되면, 상기 임상지원 시스템은 상기 검사 항목별 임상진단 결과를 결정하기 위한 컷 오프 값을 산출한다. 상기 컷 오프 값은 중첩 영역내에서 검사 데이터의 값의 가중치 평균값이다.

[33] 상기한 바와 같이 검사 항목별 적합도와 검사 항목별 컷 오프 값이 결정되면,

상기 검사 항목들을 통한 임상진단 결정을 위한 특징 또는 규칙패턴을 생성할 수 있다. 이것이 상기 (b) 단계에서 특징을 선택하는 단계이다. 전처리 단계라고도 한다.

[34] 여기서, 상기 중첩영역의 중복도(degree of redundancy)를 산출하고, 이를 통해 특징을 선택하게 되는데, 중복도(degree of redundancy)는 이하 [수학식 1]과 같이 나타낸다.

[35]

[36] 수학식 1

$$N_j = \sum_{x_i \in C_k} h\left(x_{ij}\right) / s,\ x_{ij} \in a_j,\ j = 1, \ldots, n$$

[37]

[38] 상기 [수학식 1]에서 $h(x_{ij})$는 i번째 속성에서 j번째 클래스(정상군 혹은 비정상군)에 포함된 유일한 속성값들의 빈도수를 의미하고, s는 이러한 속성값의 전체 수를 나타낸다. 이때 N_j 중첩영역에서 속성값들의 상대적인 분리 가능성 정도를 나타내고, $N_j \in [0,1]$의 값을 가진다.

[39] 이처럼 (b) 단계에서 (b) 상기 각 검사 항목의 검사 데이터에서 특징을 선택한 후, (c) 단계에서 상기 특징이 선택된 검사 데이터를 각 항목별로 계층적 퍼지 추론하게 되는데, 도 2는 본 발명에 따른 임상진단 지원방법에 적용되는 계층적 퍼지추론 시스템의 블록 다이어그램을 나타낸 도면이다. 도 1 (a)는 n개의 입력 계측적 퍼지 시스템(HFCS)의 구조를 나타낸 것이고, 도 2(b)는 계층적 퍼지 시스템(HFCS)에서 j번째 퍼지 시스템의 하부구조를 나타낸다.

[40] 도 2에 나타낸 바와 같이, $a_1, a_2, a_3, \ldots\ldots, a_n$은 입력변수를 의미하고, 소변검사 항목 또는 혈액검사 항목 또는 방사선 검사 소견 항목들이 하나의 입력변수가 된다.

[41] 상술한 바와 같이, (I) 소변검사 항목으로는 뇨색(color), 알부빈(albumin) 수치, 백혈구(white blood cell) 수, 적혈구(red blood cell) 수와 같은 수많은 검사항목들이 있으며, (II) 혈액검사의 경우, 전혈구 검사항목 (백혈구 수, 적혈구 수, 헤모글로빈 수치 등), 동맥가스혈 검사항목 (나트륨, 칼륨, 아밀라아제 수치 등), 입원환자에 대한 기본검사항목 (칼슘, 글루코스, 단백질, 콜레스테롤 수치 등) 등이 있으며, (III) 방사선 검사소견 항목으로는 흉부 X-선, CT, MRI 등 각 임상 분과별 질환 진단을 위한 중요 리딩 파라미터들이 있다. 이들 주요 3가지(소변, 혈액 및 방사선) 검사항목들의 검사결과 및 소견들이 본 발명의 계층적 퍼지추론 시스템의 입력값이 된다.

[42] 도 2에서 $y_1, y_2, \ldots\ldots, y_{n-1}$은 각 계층의 출력결과 값을 의미한다. 예를 들어, 4가지 소변검사 항목(뇨색상, 백혈구 수, 적혈구 수, 알부민)만으로 의사 결정을 위한 계층형 추론을 수행한다면, a_1 과 a_2는 백혈구 수와 적혈구 수를, a_3는 뇨 색상을, a_4

는 알부민 변수라고 정의할 수 있으며, y_1은 백혈구와 적혈구 수치로 추론된 결과값을, y_2는 y_1의 추론결과값과 알부민 수치 값들로부터 추론된 결과값을 의미합니다. 따라서 최종 출력값인 y_3는 이들 4가지 검사항목(백혈구, 적혈구, 뇨색상, 알부민)을 모두 종합한 추론결과로 해석할 수 있다.

[43] 이처럼 본 발명에 적용되는 계층적 퍼지추론 시스템은, 상기 각 검사 항목의 검사 데이터를 입력으로 하는 하나의 퍼지 시스템의 출력과 또 다른 검사 데이터를 새로운 입력을호 하는 퍼지시스템을 계속 생성하여 형성된 것으로, 그 출력값이 상기 입력들이 모두 종합한 값을 출력으로 한다.

[44] 그리고, 도 2에 나타낸 바와 같이, 계층적 퍼지 추론하는 단계는, 복수개의 퍼지 시스템의 계층적 입출력 구조로서, 상기 각 검사 항목의 검사 데이터를 입력으로 하는 하나의 퍼지 시스템의 출력과 또 다른 검사 데이터를 입력으로 출력값을 생성하되, 상기 퍼지 시스템의 입력은 적어도 3개 이상인 것이 바람직하다.

[45] 즉, 본 발명은 종래의 단순히 입력된 정보와 기존의 누적된 임상 데이터베이스로부터 키워드 매핑된 사례를 통해서 추론결과를 단계적으로 제공하는 방법과 달리, 병원내의 임상 데이터베이스의 질환별 RAW 데이터(기본 임상검사 - 소변, 혈액검사 및 방사선 검사 리딩 결과 등)로부터 임상지식을 자동구성하기 때문에, 종래의 키워드 검색 혹은 매핑 방법으로의 문제점(임상 데이터베이스에 대응된 사례가 없을 경우에 질환, 진단정보 및 치료법에 대한 추론결과를 제공할 수 없음)이 발생되지 않으며, 단계적인 형태의 근사 추론이 가능하다.

[46]

[47] 또한 본 발명은 도 2에 나타낸 바와 같이, 상기 각 퍼지 시스템에서, 상기 각 검사 항목의 검사 데이터를 입력값을 퍼지 공간 분할하는 단계; 및 상기 분할된 데이터로부터 임상진단 지식을 생성하는 단계를 포함한다.

[48] 도 3은 입력변수 백혈구(WBC)에서 정상군(Normal Group)과 비정상군(Abnormal Group)의 데이터 분포를 나타낸 그래프이다. 도 3 나타낸 바와 같이, MIN은 입력변수 WBC의 최소값, MAX는 최대값을 나타내고, 이 변수의 도메인은 $Dj=[\min(a_j), \max(a_j)]$와 같이 나타낼 수 있다.

[49] 이 도메인의 찾는 단계는 퍼지 공간 분할의 제1 단계로서, 데이터 속성값들의 내부구간을 추출하는 단계이다. j번째 속성 a_j의 도메인 $D_j=[\min(a_j), \max(a_j)]$과 임의의 클래스에 대응하는 j번째 속성의 속성값들의 내부구간 $I_{jk} \in c_k$ 들을 추출한다.

[50] 퍼지 공간 분할의 2번째 단계는 추출된 내부구간들 사이의 중첩영역을 검출하는 단계이다. 상기 추출된 내부구간들 사이에서 중첩영역(overlapping region) $O_j=[o_j^{Lj}, o_j^{Uj}]$ 는 모든 중첩된 영역들 사이에서 하한(lower)과 상한 경계(upper bound)를 나타낸다.

[51] 그리고 최종적으로 입력변수 WBC 퍼지 공간 분할(fuzzy partitioning)식은 [수학식 2]와 같다.

[52]

[53] 수학식 2

$$P_j = round\left(\left\{\max\left(a_j\right) - \min\left(a_j\right)\right\} / \alpha \cdot \sigma_j\right)$$

[54]

[55] 여기서 j번째 입력변수(즉 백혈구 항목)의 공간 분할 P_j는 백혈구의 도메인의 최대값에서 최소값의 차를 $\alpha \times \sigma_j (\alpha > 0)$로 나눈 값의 수를 퍼지 공간분할 수로 결정한다. 다시 말해서, 백혈구 항목의 전체 데이터에 대한 표준편차 값 σ_j은 가변적인 α의 값에 따라 백혈구 항목의 퍼지 공간분할 수가 결정되는 것을 의미한다.

[56]

[57] 수학식 3

$$W_j = \left(o_j^{U_j} - o_j^{L_j}\right) / \left(P_j - 1\right)$$

[58]

[59] [수학식 3]은 [수학식 2]에서 결정된 백혈구 항목의 공간분할 수 P_j와 [수학식 3]에서 결정된 중첩영역의 하한값 o_j^{L}과 상한값 o_j^{U}]을 이용하여 도 4와 같은 퍼지공간 분할을 할 수 있다. 도 4는 본 발명에 따른 방법을 적용하여 백혈구 검사항목의 퍼지 공간분할의 예를 나타낸 도면이다.

[60]

[61] 퍼지 추론 단계의 두번째 단계는 퍼지 공간 분할 후, 이를 바탕으로 새로운 임상진단 지식을 생성(Rule generation)하는 단계를 수행한다. 도 5는 본 발명에 따른 방법을 적용하여 입력변수 백혈구 및 적혈구의 퍼지 공간분할의 예를 나타낸 도면이다.

[62] 도 5에 나타낸 바와 같이, Rule 1: WBC is normal, RBC is normal 규칙의 형식은 의 조건부에 해당한다. 정상군과 비정상군의 수치 데이터가 입력되어, 다음과 같은 후보규칙 패턴이 생성된다고 가정한다.

[63]

[64] 수학식 4

$$\mu_k^1(x_i) = \mu_{k,1}(x_{i1}) \times \mu_{k,2}(x_{i2})$$

[65]

[66] 수학식 5

$$\mu_k^{1*}(x_i) = \max_k \left\{\mu_k^1(x_i) : k = 1, \ldots, m\right\}$$

[67]

[68] <정상군>

[69] R1: If WBC is normal and RBC is normal Then output is normal {0.90, sup=20}

[70] R2: If WBC is normal and RBC is abnormal Then output is normal {0.8, sup=10}

[71]

[72] <비정상군>

[73] R3: If WBC is abnormal and RBC is abnormal Then output is abnormal {1.0, sup=15}

[74] R4: If WBC is abnormal and RBC is normal Then output is abnormal {0.6, 7}

[75] R5: If WBC is normal and RBC is abnormal Then output is abnormal {0.8, sup=3}

[76]

[77] 상기와 같은 규칙 패턴에서, {A, B}는 각각 최대 적합도([수학식 4] 및 [수학식 5]로부터 계산됨)와 대응된 규칙의 발생빈도 수(B)를 의미하고, 정상군의 지식 R2와 비정상군의 지식 R5가 서로 충돌된다. 이를 해결하기 위해서 본 발명에서는 [표 1]을 사용한다. [표 1]은 본 발명에서 적용되는 충돌 규칙 해결 전략을 나타낸 표이다.

[78]

[79] 표 1

Frequency \ Maximum degree	$\gamma > \delta$	$\gamma = \delta$	$\gamma < \delta$
$\alpha > \beta$	c_p	c_p	c_p
$\alpha = \beta$	c_p	NA	c_q
$\alpha < \beta$	c_q	c_q	c_q

[80]

[81] 상기 [표 1]의 서로 다른 두 그룹들 간의 충돌 규칙의 경우, 정상군의 지식 R2는 최대 적합도에서 , 발생 빈도수에서 $\alpha > \beta$을 만족하기 때문에 후보 규칙패턴 If WBC is normal and RBC is abnormal Then output is normal {0.8, sup=10}으로 결정된다.

[82] 이와 같은 방법으로 도 2에서 Fuzzy System 1, Fuzzy System 2, ..., Fuzzy System n-1까지의 후보규칙들을 생성하게 된다. 단지 Fuzzy System 2에서 Fuzzy System n-1 모듈에서의 규칙생성은 이전 단계의 출력들 (즉 Fuzzy System 2의 경우에는 Fuzzy System 1의 추론결과 값)을 이용하여 생성하게 되어 모든 입력값들을 종합적으로 고려하여 추론하게 됨으로써, 오진율을 낮출 수 있는 효과가 있다.

[83]

[84] 그리고, 본 발명에서는 다음 계층의 퍼지 공간 분할을 재조정하게 되는데, 그 방법은 2단계로 구성된다.

[85] 도 6은 본 발명에 적용된 방법으로 이전 계층의 퍼지추론 결과들을 활용하여

다음 계층의 입력변수의 퍼지 공간을 분할한 예를 나타낸 도면이다. 도 6에 나타낸 바와 같이, 퍼지 공간 분할의 첫 번째 단계는 이전 계층의 퍼지 추론 결과로부터 퍼지 공간 분할의 경계점을 찾는 것이다.

[86] 여기서, τ_j 는 다음의 [수학식 6]에서 얻어지는 결과값의 표준 편차이다.

[87]

[88] 수학식 6

$$y_j^* = \sum_{y_j} y_j \cdot \mu_{\tilde{k}}(y_j) \Big/ \sum_{y_j} \mu_{\tilde{k}}(y_j), \; j = 1, \ldots, n-1$$

$$\text{where } \mu_{\tilde{k}}(y_j) = \max_k \left[\mu_k^j(x_i) \times \mu_k(y_j) \right]$$

[89]

[90] 도 7은 본 발명에 적용되는 이전 계층의 퍼지 추론 결과로부터 생성되는 퍼지 함수를 나타낸 모식도이다. 도 7에 나타낸 바와 같이, 두번째 단계는 첫 번째 단계에서 발견된 경계점에 기반한 새로운 퍼지 함수를 생성하는 것이다.

[91] 이처럼 본 발명에서는 이전 계층(layer)의 퍼지 추론 결과로부터 퍼지 함수의 파라미터를 재조정하게 되는데, 이 과정은 본 발명에 따른 계층적 퍼지추론 시스템(HFCS)에서 적용하는 모든 입력 값들이 사용될 때까지 반복된다.

[92]

[93] <u>실험결과</u>

[94] 본 발명에서 제안된 계층적 퍼지 추론 시스템(HFCS)의 효과를 보여주기 위해, 종래의 3가지 형태의 분류 방법(statistical classifiers, SVMs with three kernel functions, and fuzzy rule learning methods with rules weights) 및 제안된 방법에 대한 실험이 잘 알려진 5가지 데이터셋(Haverman' survival, Blood transfusion service center, New thyroid disease, Pima Indians diabetes, and Wisconsin breast cancer original)에서 수행되었다.

[95] 이와 같은 데이터 셋의 주요 특징은 [표 2]에 나타내었다. 각 데이터 셋은 랜덤하게 10개의 그룹으로 분리하고, 각 항목의 샘플들은 각 그룹에 일정하게 지정된다. 10-fold CV(cross validation) 및 제안된 HFCS의 입력 조합들은 [수학식 1]에 의해 계산되는 중복도(degree of redundancy)에 따라 결정된다.

[96]

[97] 표 2

Dataset	No. of sample	No. of input feature	No. of class
Hab.	306	3	2
Blood	748	4	2
NT	215	5	3
PID	768	8	2
WBCO	683	9	2

[98]

[99] [표 3] 및 [표 4]는 10-fold CV(cross validation)동안 실험된 평균 분류 정확률을 나타낸다.

[100]

[101] 표 3

Dataset	Statistical classifiers* (%)			SVMs* (%)		
	LDA	QDA	kNN	Poly.	RBF	Sig.
Hab.	74.82	75.13	66.97	26.47	70.61	73.53
Blood	76.74	38.10	64.45	23.79	74.60	76.21
NT	91.26	96.75	97.21	13.96	70.74	69.81
PID	77.10	74.38	70.33	65.11	65.11	65.11
WBCO	96.05	95.02	96.05	93.71	89.46	65.01
Avg.	83.19	75.88	79.00	44.61	74.10	69.93
±Sd	±9.74	±23.62	±16.23	±33.66	±9.23	±5.00

[102]

[103] 표 4

Dataset	Fuzzy rule learning methods* (%)				HFCS (%)
	Chi_RW	Ishibuchi99	Fuzzy slave	Shi et al.	
Hab.	(P=2) 73.53, (P=3) 73.19, (P=4) 71.23	(P=2) 73.53, (P=3) 73.20, (P=4) 73.20	(P=2) 73.20, (P=3) 74.49, (P=4) 71.55	(P=2) 71.23, (P=3) 71.56, (P=4) 74.12	α = 1.27, 77.74 (L_1:17.4, L_2:5.9)
Blood	(P=2) 76.07, (P=3) 76.61, (P=4) 76.87	(P=2) 76.21, (P=3) 76.07, (P=4) 76.21	(P=2) 76.47, (P=3) 75.81, (P=4) 76.47	(P=2) 76.74, (P=3) 75.54, (P=4) 75.94	α = 1.62, 76.20 (L_1:22.5, L_2:8.2, L_3:4.0)
NT	(P=2) 84.24, (P=3) 78.16, (P=4) 89.85	(P=2) 78.61, (P=3) 75.84, (P=4) 69.81	(P=2) 94.46, (P=3) 88.94, (P=4) 79.57	(P=2) 84.26, (P=3) 86.97, (P=4) 85.11	α = 0.9, 93.03, (L_1:35.4, L_2:17.2, L_3:19.9, L_4:18.2)
PID	(P=2) 65.76, (P=3) 72.40, (P=4) 73.44	(P=2) 65.11, (P=3) 64.98, (P=4) 68.24	(P=2) 76.71, (P=3) 74.36, (P=4) 72.14	(P=2) 72.78, (P=3) 71.87, (P=4) 72.50	α = 1.3, 75.01, (L_1:17.5, L_2:8.7, L_3:10.5, L_4:12.4, L_5:11.1, L_6:9.4, L_7:8.6)
WBCO	(P=2) 94.29, (P=3) 91.21, (P=4) 73.21	(P=2) 95.17, (P=3) 96.34, (P=4) 95.76	(P=2) 96.50, (P=3) 95.03, (P=4) 96.63	(P=2) 94.58, (P=3) 95.47, (P=4) 93.13	α = 1.2, 95.76, (L_1:8.2, L_2:8.4, L_3:6.0, L_4:4.9, L_5:6.8, L_6:6.0, L_7:4.6, L_8:5.2)
Avg.±Sd	(P=2) 78.78 ± 10.89	(P=2) 77.73 ± 11.00	(P=2) 83.47 ± 11.08	(P=3) 80.28 ± 10.54	83.55 ± 10.00

[104]

[105] [표 3] 및 [표 4]에서 SVMs의 파라미터 값들은(i.e., kernel types: Polynomial, RBF, and Sigmoid functions; c: 1000; eps: 0.001; degree(d): 10; gamma(g): 1.0; coef0(r): 1.0; nu(n): 0.5; p: 1.0; and shrinking(h): 0.0) KEEL Ver 1.2에 의해 제공되는 디폴트 값들이다.

[106] 여기서 'Avg±Sd'는 5개의 데이터셋에 대한 각 분류 방법의 평균 예측성능(performance)를 나타내고, [표 4]에서 'P'는 퍼지 공간 분할의 수이고, 'L$_i$'는 HFCS의 각 계층에서의 평균 규칙 수를 나타낸다.

[107] [표 4]에서 제안된 본 발명에 따른 HFCS의 분류 예측성능은 파라미터 α기 1.27, 1.62, 0.9, 1.3 및 1.2로 업데이트 됐을 때 최대임을 알 수 있다. 게다가, 비록, 퍼지 규칙 학습 방법들 사이의 최대 분류 예측성능을 갖는 퍼지 슬래이브(P=2) 보다 분류 정확률이 조금 낮지만, 퍼지 공간 분할의 다른 수를 갖는 본 발명에 따른 HFCS는 5개의 데이터 셋에 대한 종래의 3개의 분류방법보다 더 나은 평균 테스팅 예측성능을 산출함을 알 수 있었다. 이러한 결과들은 본 발명에서 적용되는 HFCS의 예측성능이 중첩영역에서 정의된 퍼지 공간 분할의 수와 밀접하게 관련돼 있음을 나타낸다.

[67]

[68] <정상군>

[69] R1: If WBC is normal and RBC is normal Then output is normal {0.90, sup=20}

[70] R2: If WBC is normal and RBC is abnormal Then output is normal {0.8, sup=10}

[71]

[72] <비정상군>

[73] R3: If WBC is abnormal and RBC is abnormal Then output is abnormal {1.0, sup=15}

[74] R4: If WBC is abnormal and RBC is normal Then output is abnormal {0.6, 7}

[75] R5: If WBC is normal and RBC is abnormal Then output is abnormal {0.8, sup=3}

[76]

[77] 상기와 같은 규칙 패턴에서, {A, B}는 각각 최대 적합도([수학식 4] 및 [수학식 5]로부터 계산됨)와 대응된 규칙의 발생빈도 수(B)를 의미하고, 정상군의 지식 R2와 비정상군의 지식 R5가 서로 충돌된다. 이를 해결하기 위해서 본 발명에서는 [표 1]을 사용한다. [표 1]은 본 발명에서 적용되는 충돌 규칙 해결 전략을 나타낸 표이다.

[78]

[79] 표 1

Maximum degree / Frequency	$\gamma > \delta$	$\gamma = \delta$	$\gamma < \delta$
$\alpha > \beta$	c_p	c_p	c_p
$\alpha = \beta$	c_p	NA	c_q
$\alpha < \beta$	c_q	c_q	c_q

[80]

[81] 상기 [표 1]의 서로 다른 두 그룹들 간의 충돌 규칙의 경우, 정상군의 지식 R2는 최대 적합도에서 , 발생 빈도수에서 $\alpha > \beta$을 만족하기 때문에 후보 규칙패턴 **If** WBC is normal and RBC is abnormal Then output is normal {0.8, sup=10}으로 결정된다.

[82] 이와 같은 방법으로 도 2에서 Fuzzy System 1, Fuzzy System 2, ..., Fuzzy System n-1까지의 후보규칙들을 생성하게 된다. 단지 Fuzzy System 2에서 Fuzzy System n-1 모듈에서의 규칙생성은 이전 단계의 출력들 (즉 Fuzzy System 2의 경우에는 Fuzzy System 1의 추론결과 값)을 이용하여 생성하게 되어 모든 입력값들을 종합적으로 고려하여 추론하게 됨으로써, 오진율을 낮출 수 있는 효과가 있다.

[83]

[84] 그리고, 본 발명에서는 다음 계층의 퍼지 공간 분할을 재조정하게 되는데, 그 방법은 2단계로 구성된다.

[85] 도 6은 본 발명에 적용된 방법으로 이전 계층의 퍼지추론 결과들을 활용하여

다음 계층의 입력변수의 퍼지 공간을 분할한 예를 나타낸 도면이다. 도 6에 나타낸 바와 같이, 퍼지 공간 분할의 첫 번째 단계는 이전 계층의 퍼지 추론 결과로부터 퍼지 공간 분할의 경계점을 찾는 것이다.

[86] 여기서, τ_j 는 다음의 [수학식 6]에서 얻어지는 결과값의 표준 편차이다.

[87]

[88] 수학식 6

$$y_j^* = \sum_{y_j} y_j \cdot \mu_k(y_j) \Big/ \sum_{y_j} \mu_k(y_j), \quad j = 1, \ldots, n-1$$

$$\text{where } \mu_k(y_j) = \max_k \left[\mu_k^j(x_i) \times \mu_k(y_j) \right]$$

[89]

[90] 도 7은 본 발명에 적용되는 이전 계층의 퍼지 추론 결과로부터 생성되는 퍼지 함수를 나타낸 모식도이다. 도 7에 나타낸 바와 같이, 두번째 단계는 첫 번째 단계에서 발견된 경계점에 기반한 새로운 퍼지 함수를 생성하는 것이다.

[91] 이처럼 본 발명에서는 이전 계층(layer)의 퍼지 추론 결과로부터 퍼지 함수의 파라미터를 재조정하게 되는데, 이 과정은 본 발명에 따른 계층적 퍼지추론 시스템(HFCS)에서 적용하는 모든 입력 값들이 사용될 때까지 반복된다.

[92]

[93] **실험결과**

[94] 본 발명에서 제안된 계층적 퍼지 추론 시스템(HFCS)의 효과를 보여주기 위해, 종래의 3가지 형태의 분류 방법(statistical classifiers, SVMs with three kernel functions, and fuzzy rule learning methods with rules weights) 및 제안된 방법에 대한 실험이 잘 알려진 5가지 데이터셋(Haverman' survival, Blood transfusion service center, New thyroid disease, Pima Indians diabetes, and Wisconsin breast cancer original)에서 수행되었다.

[95] 이와 같은 데이터 셋의 주요 특징은 [표 2]에 나타내었다. 각 데이터 셋은 랜덤하게 10개의 그룹으로 분리하고, 각 항목의 샘플들은 각 그룹에 일정하게 지정된다. 10-fold CV(cross validation) 및 제안된 HFCS의 입력 조합들은 [수학식 1]에 의해 계산되는 중복도(degree of redundancy)에 따라 결정된다.

[96]

[97] 표 2

Dataset	No. of sample	No. of input feature	No. of class
Hab.	306	3	2
Blood	748	4	2
NT	215	5	3
PID	768	8	2
WBCO	683	9	2

[98]

[99] [표 3] 및 [표 4]는 10-fold CV(cross validation)동안 실험된 평균 분류 정확률을 나타낸다.

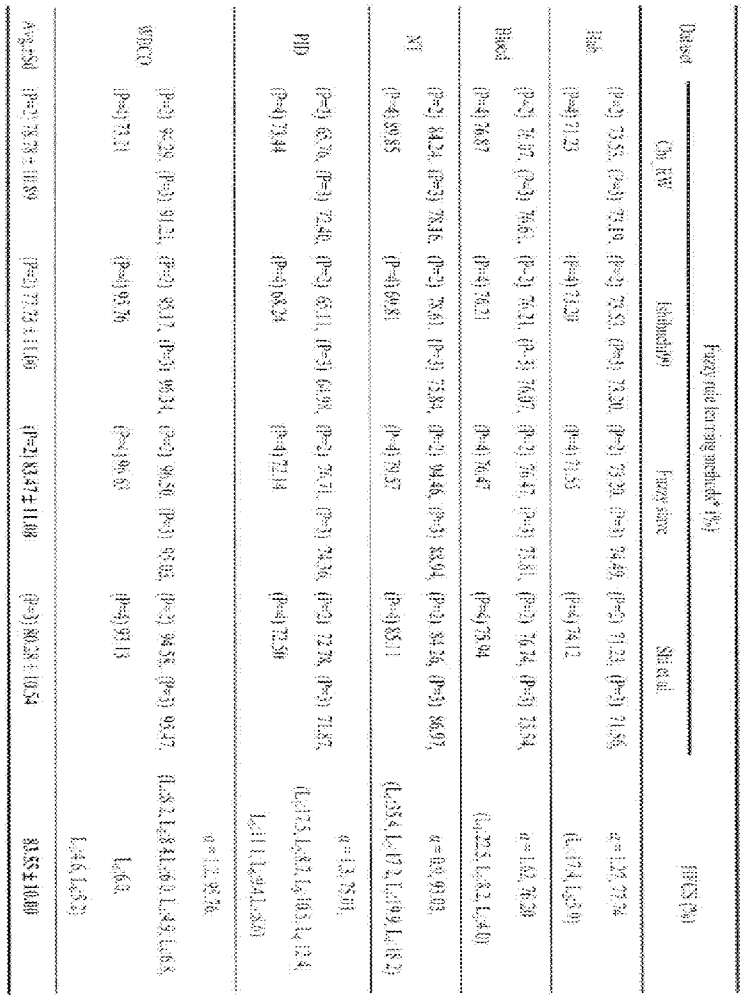
[100]

[101] 표 3

Dataset	Statistical classifiers* (%)			SVMs* (%)		
	LDA	QDA	kNN	Poly.	RBF	Sig.
Hab.	74.82	75.13	66.97	26.47	70.61	73.53
Blood	76.74	38.10	64.45	23.79	74.60	76.21
NT	91.26	96.75	97.21	13.96	70.74	69.81
PID	77.10	74.38	70.33	65.11	65.11	65.11
WBCO	96.05	95.02	96.05	93.71	89.46	65.01
Avg.	**83.19**	75.88	79.00	44.61	**74.10**	69.93
±Sd	**±9.74**	±23.62	±16.23	±33.66	**±9.23**	±5.00

[102]

[103] 표 4



[104]

[105] [표 3] 및 [표 4]에서 SVMs의 파라미터 값들은(i.e., kernel types: Polynomial, RBF, and Sigmoid functions; c: 1000; eps: 0.001; degree(d): 10; gamma(g): 1.0; coef0(r): 1.0; nu(n): 0.5; p: 1.0; and shrinking(h): 0.0) KEEL Ver 1.2에 의해 제공되는 디폴트 값들이다.

[106] 여기서 'Avg±Sd'는 5개의 데이터셋에 대한 각 분류 방법의 평균 예측성능(performance)를 나타내고, [표 4]에서 'P'는 퍼지 공간 분할의 수이고, 'L_i'는 HFCS의 각 계층에서의 평균 규칙 수를 나타낸다.

[107] [표 4]에서 제안된 본 발명에 따른 HFCS의 분류 예측성능은 파라미터 α기 1.27, 1.62, 0.9, 1.3 및 1.2로 업데이트 됐을 때 최대임을 알 수 있다. 게다가, 비록, 퍼지 규칙 학습 방법들 사이의 최대 분류 예측성능을 갖는 퍼지 슬래이브(P=2) 보다 분류 정확률이 조금 낮지만, 퍼지 공간 분할의 다른 수를 갖는 본 발명에 따른 HFCS는 5개의 데이터 셋에 대한 종래의 3개의 분류방법보다 더 나은 평균 테스팅 예측성능을 산출함을 알 수 있었다. 이러한 결과들은 본 발명에서 적용되는 HFCS의 예측성능이 중첩영역에서 정의된 퍼지 공간 분할의 수와 밀접하게 관련돼 있음을 나타낸다.

[108]

[109] 이와 같이 본 발명을 제공하게 되면, 계층적 퍼지 추론 기술을 이용하여 계층별 및 종합적인 임상 추론결과를 제공함으로써, 응급 환자의 상태를 파악하여 가장 적합한 질환을 유추할 수 있는 방법을 제공하게 된다. 또한, 이 모든 지식이 병원 정보시스템 내에 수년 혹은 수십 년간 누적된 정보를 근거로 추론 결과를 제공하기 때문에 정확률을 높일 수 있다는 장점이 있다.

[110] 그리고, 응급실 등에 내원한 환자들의 임상정보(혈액, 소변, 방사선 결과 등)를 계층별 추론 결과와 종합적인 추론 결과를 토대로, 질환별 감별진단을 위한 주요 파라미터, 임상적 기준 및 최적화된 지식을 제공함으로써, 응급환자 등의 추론 가능한 질환을 유추할 수 있으며, 의대생을 비롯한 의료진의 교육 및 훈련에 도움을 줄 수 임상 진단지원 방법 및 시스템을 제공하게 된다.

[111]

[112] 이상의 설명에서 본 발명은 특정의 실시 예와 관련하여 도시 및 설명하였지만, 특허청구범위에 의해 나타난 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 개조 및 변화가 가능 하다는 것을 당 업계에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구나 쉽게 알 수 있을 것이다.

산업상 이용가능성

[113] 본 발명은 계층적 퍼지 추론의 분류 능력을 개선하기 위한 매개층(intermediate layer)에서의 오류분류 패턴의 수를 최소화하는 퍼지추론 기술에 기반한 임상진단 지원방법 및 그 시스템에 관한 것으로, 통계적 특성에 기초한 계층적 퍼지 분류 시스템의 스키마(scheme)를 제공하고, 계층형 퍼지 분류 시스템의 분류 능력을 개선하는 매개층에서의 오분류 패턴의 수를 최소화하는 방법 및 그 시스템을 제공하고자 하기 때문에 산업상 이용가능성이 있다.

청구범위

[청구항 1] (a) 다수의 환자 각각에 대한 다수의 검사 항목의 검사 데이터를 각 검사항목 데이터 베이스로부터 추출하는 단계;
(b) 상기 각 검사 항목의 검사 데이터에서 특징을 선택하는 단계;
(c) 상기 특징이 선택된 검사 데이터를 각 항목별로 계층적 퍼지 추론하는 단계;
(d) 상기 각 항목별로 상기 퍼지 추론한 출력값을 바탕으로 질환별 상기 검사 소견을 추출하는 단계; 및
(e) 상기 각 소견을 바탕으로 종합적으로 임상 평가하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 계층적 퍼지 추론에 기반한 임상지원 진단방법.

[청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 검사 항목은,
혈액검사, 소변검사 및 방사선 판독 검사인 것을 특징으로 계층적 퍼지 추론에 기반한 임상지원 진단방법.

[청구항 3] 제1항에 있어서,
상기 (b) 단계는,
상기 각 검사 데이터에 대한 임상진단 결과를 표식하는 단계; 및
상기 검사 항목별로 임상진단 결정을 위한 컷 오프(cut-off) 값을 산출하는 단계인 것을 특징으로 하는 계층적 퍼지 추론에 기반한 임상지원 진단방법.

[청구항 4] 제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 (c) 단계는,
복수개의 퍼지 시스템의 계층적 입출력 구조로서,
상기 각 검사 항목의 검사 데이터를 입력으로 하는 하나의 퍼지 시스템의 출력과 또 다른 검사 데이터를 입력을 새로운 입력으로 하여 출력값을 생성하되,
상기 퍼지 시스템의 입력은 적어도 3개 이상인 것을 특징으로 하는 계층적 퍼지 추론에 기반한 임상지원 진단방법.

[청구항 5] 제4항에 있어서,
상기 (c) 단계는,
상기 각 퍼지 시스템에서,
상기 각 검사 항목의 검사 데이터를 입력값을 퍼지 공간 분할하는 단계; 및
상기 분할된 데이터로부터 임상진단 지식을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 계층적 퍼지 추론에 기반한 임상지원 진단방법.

[청구항 6] 제5항에 있어서,
상기 퍼지 공간의 분할은 상기 검사 데이터의 통계적 분포를 통해, 정상군(Normal Group)과 비정상군(Abnormal Group)으로 분할하는 것을 특징으로 하는 계층적 퍼지 추론에 기반한 임상지원 진단방법.

[청구항 7] 제4항에 있어서,
상기 임상진단 지식의 생성은,
상기 분할된 데이터로부터 제1차 임상진단 지식을 생성하는 단계; 및
상기 제1차 임상진단 지식 간 충돌을 회피하기 위한 알고리즘 적용하여 각 계층별 퍼지 시스템에 적용되는 제2차 임상진단 지식을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 계층적 퍼지 추론에 기반한 임상지원 진단방법.

[청구항 8] 제7항에 있어서,
상기 (e) 단계는,
상기 각 추론 계층에서 제시된 임상적 특징 및 기준을 추출하는 단계;
상기 각 추론 계층의 데이터로부터 이상 케이스(case)를 추출하는 단계; 및
상기 특징, 기준 및 이상 케이스를 바탕으로 종합적인 임상적 추론을 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 계층적 퍼지 추론에 기반한 임상지원 진단방법.

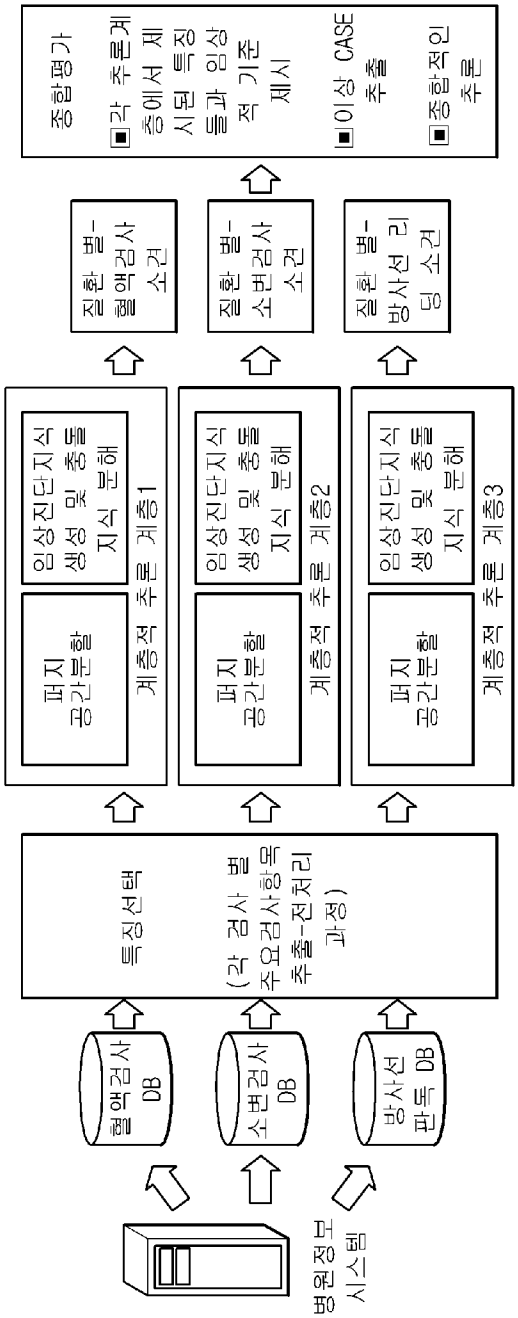
[청구항 9] 제1항 내지 제3항 중 어느 한 항의 방법을 수행하기 위한 것으로,
복수개의 항목에 따라 적어도 하나의 검사 데이터를 저장한 검사 데이터 베이스;
상기 데이터 베이스로부터 상기 각 항목별 특징 데이터를 선택하기 위한 전처리부;
상기 각 항목별 특징 데이터를 입력으로 하여 계층적 퍼지 추론을 수행하는 퍼지 추론부; 및
상기 퍼지추론을 통해 추출된 각 항목별 검사 소견을 바탕으로 종합적으로 임상 평가하는 종합 평가부를 포함하는 것을 특징으로 하는 계층적 퍼지 추론을 이용하는 임상지원 진단 시스템.

[청구항 10] 제9항에 있어서,
상기 종합 평가부는,
각 추론 계층의 출력값을 통해 특징 및 임상적 기준을 제공하는 것을 특징으로 하는 계층적 퍼지 추론을 이용하는 임상지원 진단 시스템.

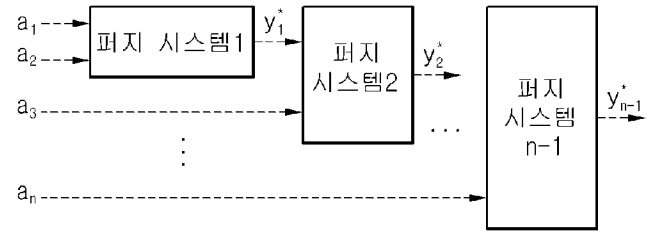
[청구항 11] 제9항에 있어서,

각 추론 계층의 출력값을 통해 이상 케이스를 추출하는 것을 특징으로 하는 계층적 퍼지 추론을 이용하는 임상지원 진단 시스템.

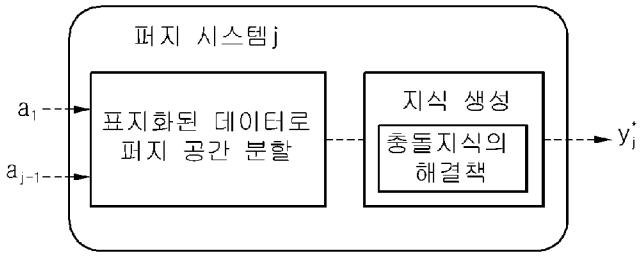
[Fig. 1]


병원정보 시스템
혈액검사 DB
소변검사 DB
방사선 판독 DB
특징선택
(각 검사 별 주요검사항목 추출-전처리 과정)
퍼지 공간분할
임상진단지식 생성 및 총돌 지식 분해
계층적 추론 계층1
퍼지 공간분할
임상진단지식 생성 및 총돌 지식 분해
계층적 추론 계층2
퍼지 공간분할
임상진단지식 생성 및 총돌 지식 분해
계층적 추론 계층3
질환 별- 혈액검사 소견
질환 별- 소변검사 소견
질환 별- 방사선 리딩 소견
종합평가
▣각 추론계층에서 제시된 특징들과 임상적 기준 제시
▣이상 CASE 추출
▣종합적인 추론

[Fig. 2]

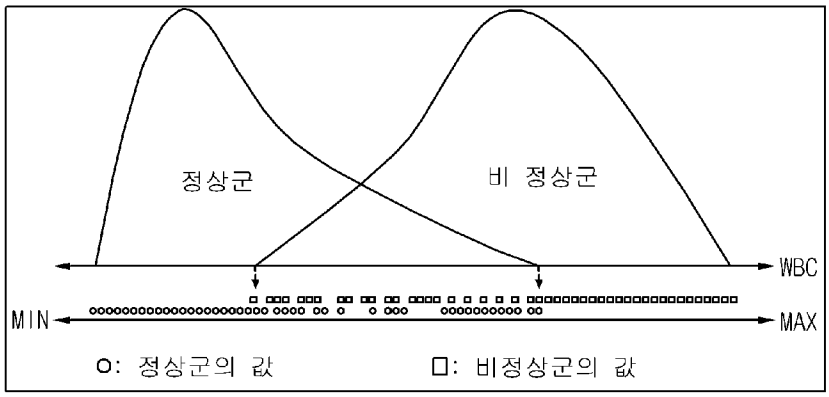


(a)

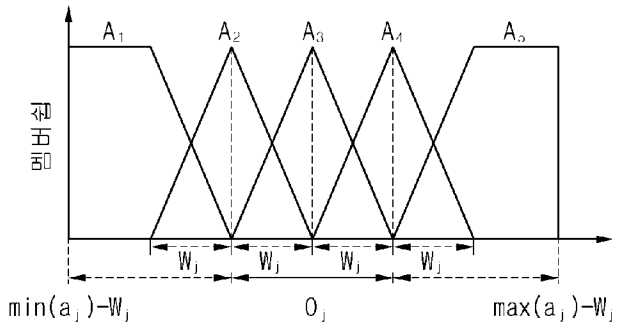


(b)

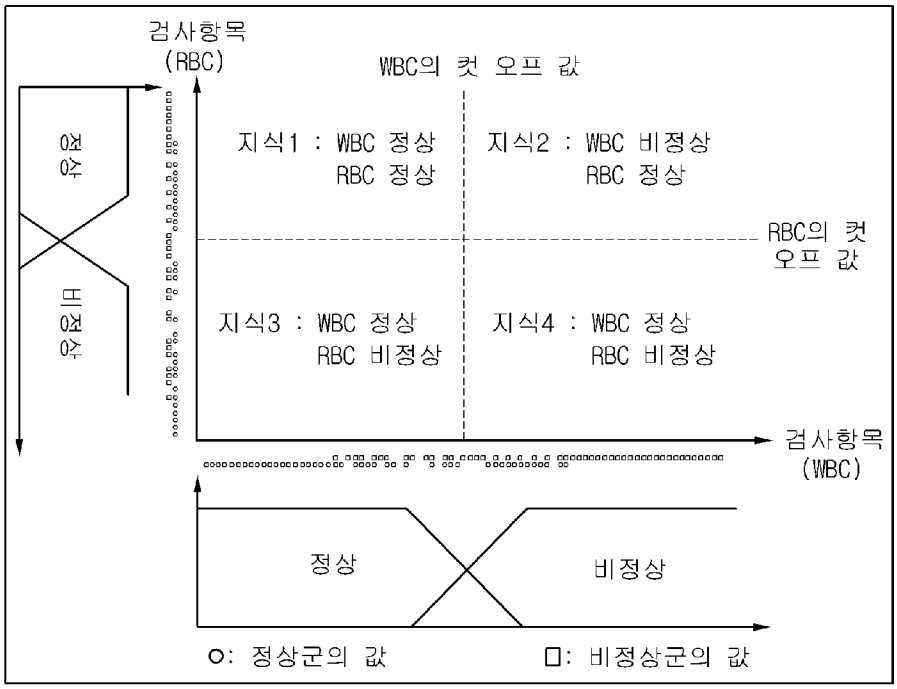
[Fig. 3]



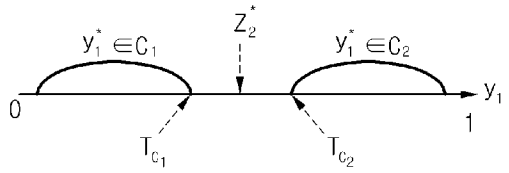
[Fig. 4]



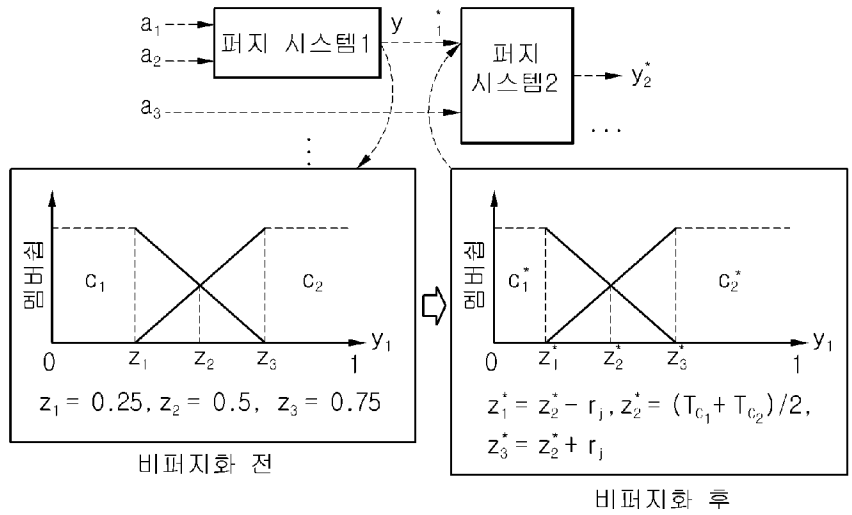
[Fig. 5]



[Fig. 6]



[Fig. 7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2011/005664

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F 19/00(2011.01)i, G06F 17/30(2006.01)i, G06F 17/10(2006.01)i, G06Q 50/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: G06F; G05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above
Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: fuzzy inference, level, clinic, diagnosis

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 05-289880 A (OMRON CORP.) 05 November 1993 See abstract; paragraphs [0007, 0008], claims 1-3, figure 1.	1-11
A	JP 07-302202 A (INTERNATIONAL BUSINESS MASCHINES CORP.) 14 November 1995 See abstract, paragraphs [0136-0148, 0155-0157].	1-11
A	JP 07-134651 A (OMRON CORP.) 23 May 1995 See abstract, paragraphs [0007, 0016, 0017, 0028, 0029, 0033-0037], claim 1, figures 1, 5, 6.	1-11
A	JP 06-102907 A (TOSHIBA CORP.) 15 April 1994 See abstract, paragraphs [0012-0016, 0019, 0020, 0026, 0027], claim 1, figure 1.	1-11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
27 FEBRUARY 2012 (27.02.2012)	**27 FEBRUARY 2012 (27.02.2012)**
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 139 Seonsa-ro, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2011/005664

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 05-289880 A	05.11.1993	NONE	
JP 07-302202 A	14.11.1995	DE 69527880 D1	02.10.2002
		EP 0681249 A2	08.11.1995
		EP 0681249 A3	12.06.1996
		EP 0681249 B1	28.08.2002
		US 05577169A A	19.11.1996
		US 05724488A A	03.03.1998
JP 07-134651 A	23.05.1995	NONE	
JP 06-102907 A	15.04.1994	NONE	

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2011/005664

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G06F 19/00(2011.01)i, G06F 17/30(2006.01)i, G06F 17/10(2006.01)i, G06Q 50/00(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
IPC: G06F; G05B

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌
한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))
eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드:퍼지추론, 계층, 임상, 진단

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	JP 05-289880 A (OMRON CORP.) 1993.11.05 요약; 문단번호 [0007, 0008], 청구항 1-3, 도면 1 참조.	1-11
A	JP 07-302202 A (INTERNATIONAL BUSINESS MASCHINES CORP.) 1995.11.14 요약, 문단번호 [0136-0148, 0155-0157] 참조.	1-11
A	JP 07-134651 A (OMRON CORP.) 1995.05.23 요약, 문단번호 [0007, 0016, 0017, 0028, 0029, 0033-0037], 청구항 1, 도 1, 5, 6 참조.	1-11
A	JP 06-102907 A (TOSHIBA CORP.) 1994.04.15 요약, 문단번호 [0012-0016, 0019, 0020, 0026, 0027], 청구항 1, 도면 1 참조.	1-11

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2012년 02월 27일 (27.02.2012)	**2012년 02월 27일 (27.02.2012)**

ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
정부대전청사
팩스 번호 82-42-472-7140

심사관
박진아
전화번호 82-42-481-8536

국 제 조 사 보 고 서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2011/005664

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 05-289880 A	1993.11.05	없음	
JP 07-302202 A	1995.11.14	DE 69527880 D1	2002.10.02
		EP 0681249 A2	1995.11.08
		EP 0681249 A3	1996.06.12
		EP 0681249 B1	2002.08.28
		US 05577169A A	1996.11.19
		US 05724488A A	1998.03.03
JP 07-134651 A	1995.05.23	없음	
JP 06-102907 A	1994.04.15	없음	