(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0052175
(43) 공개일자 2024년04월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06V 10/46 (2022.01) *G06T 17/00* (2006.01)
G06T 7/60 (2017.01) *G06V 10/22* (2022.01)
G06V 10/74 (2022.01) *G06V 20/64* (2022.01)
(52) CPC특허분류
G06V 10/46 (2023.08)
G06T 17/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0131886
(22) 출원일자 2022년10월14일
심사청구일자 2022년10월14일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
문두환
세종특별자치시 도움3로 75, 1101동 503호
여창모
서울특별시 종로구 숭인동1가길 24, 202호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인시공

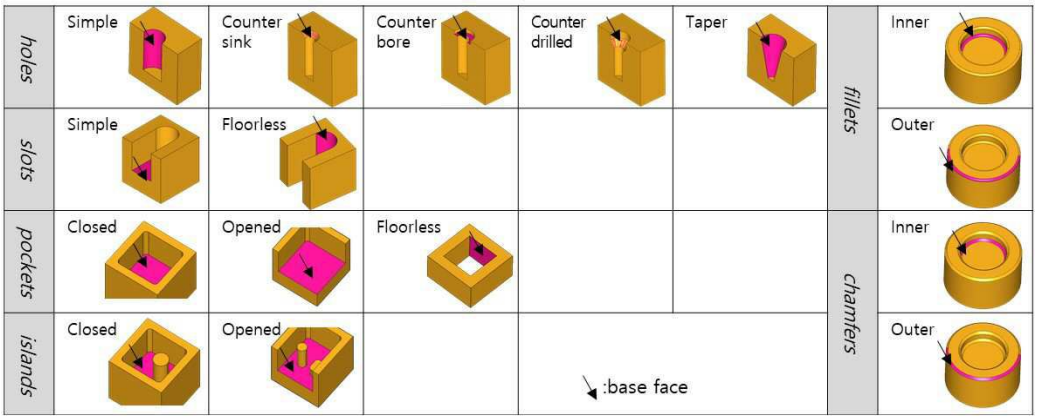
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 **기계가공 특징형상 인식 방법 및 이를 수행하기 위한 컴퓨팅 장치**

(57) 요 약

기계가공 특징형상 인식 방법 및 이를 수행하기 위한 컴퓨팅 장치가 개시된다. 개시되는 일 실시예에 따른 기계가공 특징형상 인식 방법은, 하나 이상의 프로세서들, 및 하나 이상의 프로세서들에 의해 실행되는 하나 이상의 프로그램들을 저장하는 메모리를 구비하는 컴퓨팅 장치에서 수행되는 방법으로서, 기계가공과 관련된 3D 모델을 획득하는 단계, 3D 모델을 구성하는 면들 중 하나의 대상면을 선택하고, 선택한 대상면에 대해 기 설정된 복수 개의 항목을 포함하는 기술자를 생성하는 단계, 및 대상면에 대한 기술자와 기 설정된 특징 형상 타입들의 기준면에 대한 기술자 간의 유사도를 각각 산출하는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G06T 7/60 (2013.01)
G06V 10/225 (2023.08)
G06V 10/761 (2023.08)
G06V 20/64 (2023.08)
G06V 2201/06 (2022.01)
(72) 발명자
임승은
울산광역시 북구 명촌15길 10, 312동 205호

이진원
서울특별시 서대문구 연희로16길 36-10, 202호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711160523
과제번호 2022-0-00969-001
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 정보통신기획평가원
연구사업명 스마트제조혁신기술개발
연구과제명 대량의 공학적 최적 설계안 자동생성을 위한 인공지능 기반 제너레이티브 디자인 기술 및 생산연계 기술 개발
기 여 율 1/2
과제수행기관명 (주)라온엑스솔루션즈
연구기간 2022.04.01 ~ 2022.12.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1615012757
과제번호 161932
부처명 국토교통부
과제관리(전문)기관명 국토교통과학기술진흥원
연구사업명 AI기반가스오일플랜트운영유지관리핵심기술개발
연구과제명 AI 기반 가스 · 오일 플랜트 운영 · 유지관리 핵심기술 개발
기 여 율 1/2
과제수행기관명 한국과학기술원
연구기간 2022.01.01 ~ 2022.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

하나 이상의 프로세서들, 및

상기 하나 이상의 프로세서들에 의해 실행되는 하나 이상의 프로그램들을 저장하는 메모리를 구비하는 컴퓨팅 장치에서 수행되는 방법으로서,

기계가공과 관련된 3D 모델을 획득하는 단계;

상기 3D 모델을 구성하는 면들 중 하나의 대상면을 선택하고, 선택한 대상면에 대해 기 설정된 복수 개의 항목을 포함하는 기술자를 생성하는 단계; 및

상기 대상면에 대한 기술자와 기 설정된 특징 형상 타입들의 기준면에 대한 기술자들 간의 유사도를 각각 산출하는 단계를 포함하는, 기계가공 특징형상 인식 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 기술자는,

면 정보, 외부 루프 정보, 내부 루프 정보, 및 보조 정보를 포함하고,

상기 면 정보는, 면 타입 항목, 곡률 항목, Face-machining 항목, Fillet-machining 항목, 및 Chamfer-machining 항목 중 하나 이상을 포함하고,

상기 외부 루프 정보 및 상기 내부 루프 정보는, 볼록성 항목, 연속성 항목, 평행축 항목, 예각 항목, 직각 항목, 및 둔각 항목 중 하나 이상을 포함하며,

상기 보조 정보는, 평행면 항목, 동일축 항목, 및 간섭면 항목 중 하나 이상을 포함하는, 기계가공 특징형상 인식 방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 기술자의 항목은,

최소 제약 조건, 최대 제약 조건, 및 동일 제약 조건 중 하나 이상을 포함하는 범위 제약 조건에 따른 값을 포함하는, 기계가공 특징형상 인식 방법.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 최소 제약 조건은, 기술자의 항목이 가질 수 있는 값의 하한을 의미하고,

상기 최대 제약 조건은, 기술자의 항목이 가질 수 있는 값의 상한을 의미하며,

상기 동일 제약 조건은, 기술자의 항목이 필수적으로 가져야 하는 특정한 값을 의미하는, 기계가공 특징형상 인식 방법.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 유사도를 산출하는 단계는,

상기 대상면에 대한 기술자 및 상기 기준면에 대한 기술자의 항목 별로 상기 최소 제약 조건에 따른 유사도, 상기 최대 제약 조건에 따른 유사도, 및 상기 동일 제약 조건에 따른 유사도를 각각 산출하는 단계를 포함하는, 기계가공 특징형상 인식 방법.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 유사도를 산출하는 단계는,

상기 최소 제약 조건에 따른 유사도, 상기 최대 제약 조건에 따른 유사도, 및 상기 동일 제약 조건에 따른 유사도에 기반하여 각 기술자 항목에 대한 유사도를 산출하는 단계; 및

상기 대상면 및 상기 기준면에 대한 각 기술자 항목에 대한 유사도를 합산하여 상기 대상면에 대한 기술자와 상기 기준면에 대한 기술자 간의 최종 유사도를 산출하는 단계를 포함하는, 기계가공 특징형상 인식 방법.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 최종 유사도를 산출하는 단계는,

상기 각 기술자 항목에 대해 가중치를 각각 부여한 후, 상기 각 기술자 항목에 대한 유사도를 합산하는, 기계가공 특징형상 인식 방법.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 기계가공 특징형상 인식 방법은,

상기 산출한 유사도가 기 설정된 임계 값 이상인 경우, 상기 선택한 대상면을 비교 대상이 된 특징 형상 타입의 기준면인 것으로 판단하는 단계를 더 포함하는, 기계가공 특징형상 인식 방법.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 기계가공 특징형상 인식 방법은,

상기 3D 모델이 복합 특징 형상을 포함하는 경우, 상기 복합 특징 형상을 단일 특징 형상보다 우선하여 인식하는 단계를 더 포함하는, 기계가공 특징형상 인식 방법.

청구항 10

하나 이상의 프로세서들;

메모리; 및

하나 이상의 프로그램들을 포함하고,

상기 하나 이상의 프로그램들은 상기 메모리에 저장되고, 상기 하나 이상의 프로세서들에 의해 실행되도록 구성되며,

상기 하나 이상의 프로그램들은,

기계가공과 관련된 3D 모델을 획득하기 위한 명령;

상기 3D 모델을 구성하는 면들 중 하나의 대상면을 선택하고, 선택한 대상면에 대해 기 설정된 복수 개의 항목을 포함하는 기술자를 생성하기 위한 명령; 및

상기 대상면에 대한 기술자와 기 설정된 특징 형상 타입들의 기준면에 대한 기술자들 간의 유사도를 각각 산출하기 위한 명령을 포함하는, 컴퓨팅 장치.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 기술자는,

면 정보, 외부 루프 정보, 내부 루프 정보, 및 보조 정보를 포함하고,

상기 면 정보는, 면 타입 항목, 곡률 항목, Face-machining 항목, Fillet-machining 항목, 및 Chamfer-machining 항목 중 하나 이상을 포함하고,

상기 외부 루프 정보 및 상기 내부 루프 정보는, 볼록성 항목, 연속성 항목, 평행축 항목, 예각 항목, 직각 항목, 및 둔각 항목 중 하나 이상을 포함하며,

상기 보조 정보는, 평행면 항목, 동일축 항목, 및 간섭면 항목 중 하나 이상을 포함하는, 컴퓨팅 장치.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 기술자의 항목은,

최소 제약 조건, 최대 제약 조건, 및 동일 제약 조건 중 하나 이상을 포함하는 범위 제약 조건에 따른 값을 포함하는, 컴퓨팅 장치.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 최소 제약 조건은, 기술자의 항목이 가질 수 있는 값의 하한을 의미하고,

상기 최대 제약 조건은, 기술자의 항목이 가질 수 있는 값의 상한을 의미하며,

상기 동일 제약 조건은, 기술자의 항목이 필수적으로 가져야 하는 특정한 값을 의미하는, 컴퓨팅 장치.

청구항 14

청구항 13에 있어서,

상기 유사도를 산출하기 위한 명령은,

상기 대상면에 대한 기술자 및 상기 기준면에 대한 기술자의 항목 별로 상기 최소 제약 조건에 따른 유사도, 상기 최대 제약 조건에 따른 유사도, 및 상기 동일 제약 조건에 따른 유사도를 각각 산출하기 위한 명령을 포함하

는, 컴퓨팅 장치.

청구항 15

청구항 14에 있어서,

상기 유사도를 산출하기 위한 명령은,

상기 최소 제약 조건에 따른 유사도, 상기 최대 제약 조건에 따른 유사도, 및 상기 동일 제약 조건에 따른 유사도에 기반하여 각 기술자 항목에 대한 유사도를 산출하기 위한 명령; 및

상기 대상면 및 상기 기준면에 대한 각 기술자 항목에 대한 유사도를 합산하여 상기 대상면에 대한 기술자와 상기 기준면에 대한 기술자 간의 최종 유사도를 산출하기 위한 명령을 포함하는, 컴퓨팅 장치.

청구항 16

청구항 15에 있어서,

상기 최종 유사도를 산출하기 위한 명령은,

상기 각 기술자 항목에 대해 가중치를 각각 부여한 후, 상기 각 기술자 항목에 대한 유사도를 합산하는, 컴퓨팅 장치.

청구항 17

청구항 10에 있어서,

상기 하나 이상의 프로그램들은,

상기 산출한 유사도가 기 설정된 임계 값 이상인 경우, 상기 선택한 대상면을 비교 대상이 된 특징 형상 타입의 기준면인 것으로 판단하기 위한 명령을 더 포함하는, 컴퓨팅 장치.

청구항 18

청구항 10에 있어서,

상기 하나 이상의 프로그램들은,

상기 3D 모델이 복합 특징 형상을 포함하는 경우, 상기 복합 특징 형상을 단일 특징 형상보다 우선하여 인식하기 위한 명령을 더 포함하는, 컴퓨팅 장치.

청구항 19

비일시적 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체(non-transitory computer readable storage medium)에 저장된 컴퓨터 프로그램으로서,

상기 컴퓨터 프로그램은 하나 이상의 명령어들을 포함하고, 상기 명령어들은 하나 이상의 프로세서들을 갖는 컴퓨팅 장치에 의해 실행될 때, 상기 컴퓨팅 장치로 하여금,

기계가공과 관련된 3D 모델을 획득하는 단계;

상기 3D 모델을 구성하는 면들 중 하나의 대상면을 선택하고, 선택한 대상면에 대해 기 설정된 복수 개의 항목을 포함하는 기술자를 생성하는 단계; 및

상기 대상면에 대한 기술자와 기 설정된 특징 형상 타입들의 기준면에 대한 기술자들 간의 유사도를 각각 산출

하는 단계를 수행하도록 하는, 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명의 실시예는 기계가공 특징형상 인식 기술과 관련된다.

배 경 기 술

[0003] 기계가공 특징형상(machining feature)이란 부품을 제작하는 과정에서 기계 공구에 의해 절삭되어 생성되는 특정한 형상들을 의미한다. 대표적인 형상으로는 홀(holes), 포켓(pockets), 슬롯(slots), 필렛(fillet) 등이 있다. 기계가공 특징형상 인식(machining feature recognition)은 부품에 대한 3D(three dimensional) CAD(computer-aided design) 모델로부터 특징형상들을 인식하는 행위를 의미한다. 기계가공 특징형상 인식은 제품의 제조성 평가(manufacturability evaluation), 공정 계획(process planning), 공구 경로 생성(tool path generation) 등의 여러 응용분야에서 활용된다.

[0004] 기계가공 특징형상을 인식하는 일반적인 방법으로는 그래프 기반(graph-based) 방법, 볼륨 분해(volume decomposition) 방법, 및 힌트 기반(hint-based) 방법 등이 있다. 그러나, 기존의 방법들은 기계가공 특징형상을 인식하는 알고리즘이 복잡하기 때문에 인식 시간이 오래 걸리고, 복잡한 형상 또는 복잡하지 않더라도 형상들이 서로 교차하는 형상들에 대한 인식 성공률이 떨어지는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 국내등록특허공보 제10-0567398호(2006.04.07)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 기계가공 특징형상의 인식 성능을 개선시킬 수 있는 기계가공 특징형상 인식 방법 및 이를 수행하기 위한 컴퓨팅 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0008] 한편, 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 개시되는 일 실시예에 따른 기계가공 특징형상 인식 방법은, 하나 이상의 프로세서들, 및 상기 하나 이상의 프로세서들에 의해 실행되는 하나 이상의 프로그램들을 저장하는 메모리를 구비하는 컴퓨팅 장치에서 수행되는 방법으로서, 기계가공과 관련된 3D 모델을 획득하는 단계; 상기 3D 모델을 구성하는 면들 중 하나의 대상면을 선택하고, 선택한 대상면에 대해 기 설정된 복수 개의 항목을 포함하는 기술자를 생성하는 단계; 및 상기 대상면에 대한 기술자와 기 설정된 특징 형상 타입들의 기준면에 대한 기술자들 간의 유사도를 각각 산출하는 단계를 포함한다.

[0011] 상기 기술자는, 면 정보, 외부 루프 정보, 내부 루프 정보, 및 보조 정보를 포함하고, 상기 면 정보는, 면 타입 항목, 곡률 항목, Face-machining 항목, Fillet-machining 항목, 및 Chamfer-machining 항목 중 하나 이상을

포함하고, 상기 외부 루프 정보 및 상기 내부 루프 정보는, 볼록성 항목, 연속성 항목, 평행축 항목, 예각 항목, 직각 항목, 및 둔각 항목 중 하나 이상을 포함하며, 상기 보조 정보는, 평행면 항목, 동일축 항목, 및 간섭면 항목 중 하나 이상을 포함할 수 있다.

[0012] 상기 기술자의 항목은, 최소 제약 조건, 최대 제약 조건, 및 동일 제약 조건 중 하나 이상을 포함하는 범위 제약 조건에 따른 값을 포함할 수 있다.

[0013] 상기 최소 제약 조건은, 기술자의 항목이 가질 수 있는 값의 하한을 의미하고, 상기 최대 제약 조건은, 기술자의 항목이 가질 수 있는 값의 상한을 의미하며, 상기 동일 제약 조건은, 기술자의 항목이 필수적으로 가져야 하는 특정한 값을 의미할 수 있다.

[0014] 상기 유사도를 산출하는 단계는, 상기 대상면에 대한 기술자 및 상기 기준면에 대한 기술자의 항목 별로 상기 최소 제약 조건에 따른 유사도, 상기 최대 제약 조건에 따른 유사도, 및 상기 동일 제약 조건에 따른 유사도를 각각 산출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0015] 상기 유사도를 산출하는 단계는, 상기 최소 제약 조건에 따른 유사도, 상기 최대 제약 조건에 따른 유사도, 및 상기 동일 제약 조건에 따른 유사도에 기반하여 각 기술자 항목에 대한 유사도를 산출하는 단계; 및 상기 대상면 및 상기 기준면에 대한 각 기술자 항목에 대한 유사도를 합산하여 상기 대상면에 대한 기술자와 상기 기준면에 대한 기술자 간의 최종 유사도를 산출하는 단계를 포함할 수 있다.

[0016] 상기 최종 유사도를 산출하는 단계는, 상기 각 기술자 항목에 대해 가중치를 각각 부여한 후, 상기 각 기술자 항목에 대한 유사도를 합산할 수 있다.

[0017] 상기 기계가공 특징형상 인식 방법은, 상기 산출한 유사도가 기 설정된 임계 값 이상인 경우, 상기 선택한 대상면을 비교 대상이 된 특징 형상 타입의 기준면인 것으로 판단하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0018] 상기 기계가공 특징형상 인식 방법은, 상기 3D 모델이 복합 특징 형상을 포함하는 경우, 상기 복합 특징 형상을 단일 특징 형상보다 우선하여 인식하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0019] 개시되는 일 실시예에 따른 컴퓨팅 장치는, 하나 이상의 프로세서들; 메모리; 및 하나 이상의 프로그램들을 포함하고, 상기 하나 이상의 프로그램들은 상기 메모리에 저장되고, 상기 하나 이상의 프로세서들에 의해 실행되도록 구성되며, 상기 하나 이상의 프로그램들은, 기계가공과 관련된 3D 모델을 획득하기 위한 명령; 상기 3D 모델을 구성하는 면들 중 하나의 대상면을 선택하고, 선택한 대상면에 대해 기 설정된 복수 개의 항목을 포함하는 기술자를 생성하기 위한 명령; 및 상기 대상면에 대한 기술자와 기 설정된 특징 형상 타입들의 기준면에 대한 기술자들 간의 유사도를 각각 산출하기 위한 명령을 포함한다.

발명의 효과

[0021] 개시되는 실시예에 의하면, 특징형상의 기준면에 대해 기술자를 설정하고 범위 제약조건을 반영하여 기술자를 확장하며 이러한 기술자에 기반하여 특징형상을 인식함으로써, 특징형상의 인식 속도를 빠르게 하면서 특징형상의 인식 성능을 개선할 수 있게 된다.

[0022] 한편, 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 특징형상 타입을 나타낸 도면이고,

도 2는 본 발명의 실시예에서 볼록성을 계산하는 과정을 설명하기 위한 도면이며,

도 3은 본 발명의 일 실시예에서 Opened island 특징 형상의 기준면에 대한 기술자를 나타낸 도면이고,

도 4는 본 발명의 일 실시예에서 특징 형상의 기준면에 대한 기술자가 각 항목 별로 가질 수 있는 값의 형태를 나타낸 도면이며,

도 5는 본 발명의 일 실시예에서 범위 제약 조건을 적용하여 기술자를 확장한 상태를 나타낸 도면이고,

도 6은 예시적인 실시예들에서 사용되기에 적합한 컴퓨팅 장치를 포함하는 컴퓨팅 환경을 예시하여 설명하기 위한 블록도이고,

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 기계가공 특징 형상 인식 방법을 나타낸 흐름도이며,

도 8은 본 발명의 일 실시예에서 3D 모델의 대상면에 대한 기술자와 특징 형상 타입의 기준면에 대한 기술자를 비교하는 과정을 나타낸 도면이고,

도 9는 본 발명의 일 실시예에서 복합 특징 형상을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 이하, 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면들을 참조하여 더욱 상세하게 설명한다. 본 발명의 실시 예는 여러 가지 형태로 변형할 수 있으며, 본 발명의 범위가 아래의 실시 예들로 한정되는 것으로 해석되어서는 안 된다. 본 실시 예는 당업계에서 평균적인 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위해 제공되는 것이다. 따라서 도면에서의 요소의 형상은 보다 명확한 설명을 강조하기 위해 과장되었다.

[0026] 본 발명이 해결하고자 하는 과제의 해결 방안을 명확하게 하기 위한 발명의 구성을 본 발명의 바람직한 실시 예에 근거하여 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명하되, 도면의 구성요소들에 참조번호를 부여함에 있어서 동일 구성요소에 대해서는 비록 다른 도면상에 있더라도 동일 참조번호를 부여하였으며 당해 도면에 대한 설명 시 필요한 경우 다른 도면의 구성요소를 인용할 수 있음을 미리 밝혀둔다.

[0028] 개시되는 실시예에서, 기계가공(Machining)은 선삭(Turning), 밀링(Milling), 및 드릴링(Drilling)을 포함할 수 있다. 그리고, 이러한 기계 가공에 사용되는 특징형상 타입은 도 1에 도시된 바와 같이 16가지의 타입으로 분류할 수 있다. 도 1을 참조하면, 특징형상 타입은 Hole 관련 특징형상 5종(Simple hole, Counter sink hole, Counter bore hole, Counter drilled hole, Taper hole), Slot 관련 특징형상 2종(Simple slot, Floorless slot), Pocket 관련 특징형상 3종(Closed pocket, Opened pocket, Floorless pocket), Island 관련 특징형상 2종(Closed island, Opened island), Filet 관련 특징형상 2종(Inner fillet, Outer fillet), 및 Chamfer 관련 특징형상 2종(Inner chamfer, Outer chamfer)을 포함할 수 있다.

[0029] 개시되는 실시예에서는, 각 특징형상 타입별로 기준면(base face)을 정의할 수 있다. 기준면은 기계가공 특징형상을 구성하는 여러 면 중 해당 기계가공 특징형상의 특징을 가장 잘 대표할 수 있는 면을 의미한다. 이때, 기계가공 특징형상의 특징은 가공 종류, 가공 형상, 및 가공 파라미터 등을 포함할 수 있다.

[0030] 홀(Hole)의 경우 서로 다른 둘 이상의 회전 형상의 조합 여부에 따라 기준면이 달라질 수 있다. 예를 들어, 단일 회전 형상만으로 이루어진 simple hole과 taper hole은 홀 형상의 옆면(cylindrical face 또는 conical face)을 기준면으로 선정할 수 있다. 서로 다른 둘 이상의 회전 형상으로 이루어진 counter bore hole, counter sink hole, counter drilled hole은 원통면(cylindrical face)을 제외한 다른 면을 기준면으로 선정할 수 있다.

[0031] 슬롯(Slot)과 포켓(Pocket)의 경우, 바닥면의 존재 유무에 따라 바닥면 또는 옆면을 기준면으로 선정할 수 있다. 섬(Island)의 경우 바닥면을 기준면으로 선정할 수 있다. 필렛(Fillet) 및 챔퍼(Chamfer)의 경우 원통면 또는 평면을 기준면으로 선정할 수 있다. 도 1에서는 각 특징형상 타입별로 기준면(base face)을 화살표와 분홍색으로 표시하였다.

[0032] 한편, 3D 모델을 구성하는 각 면은 면 자체의 정보, 면을 이루는 에지(edge)들의 정보, 에지를 구성하는 정점(vertex)에 관한 정보, 및 인접한 면(adjacent face)들에 대한 관계 정보를 포함할 수 있다.

[0033] 여기서, 면 자체의 정보로는 면의 타입(예를 들어, planar type, cylindrical face, toroidal face 등), 법선 벡터, 및 루프(inner loop 또는 outer loop 등) 정보를 포함할 수 있다. 에지 정보에는 선의 타입(linear type, curved type 등)과 선의 길이에 대한 정보를 포함할 수 있다. 정점(vertex)에 관한 정보는 해당 정점에 대한 좌표 정보를 포함할 수 있다. 인접한 면들에 대한 관계 정보는 해당 면 및 해당 면과 인접한 면과의 각도, 볼록도(convexity), 및 연속성(continuity)를 포함할 수 있다. Continuity는 두 인접한 면 간의 tangency와 curvature에 따라서 여러 등급(예를 들어, C0, G1, C1, G2, C2)으로 구분될 수 있다.

[0034] 개시되는 실시예에서는, 기계가공 특징형상을 인식하기 위해 기술자(descriptor)를 정의할 수 있다. 기술자는 인식하고자 하는 대상면에 대한 정보 및 대상면과 인접한 요소들 간의 관계 정보를 표현하는 데이터 구조를 의미할 수 있다. 기술자가 표현하는 정보로는 크게 대상면 정보, 외부 루프 정보, 내부 루프 정보, 및 보조 정보가 포함될 수 있다.

[0035] 대상면 정보는 면 타입 항목, 곡률 항목, Face-machining 항목, Fillet-machining 항목, Chamfer-machining 항목이 포함될 수 있다. 면 타입 항목은 planar, cylindrical, conical, spherical 및 toroidal로 구분될 수 있다. 각 면 타입의 명칭은 앞의 4글자를 따와 PLAN, CYLI, CONI, SPHE, 및 TORO로 표현할 수 있다. 면의 타입이 특정되지 않을 경우 ANY로 표현할 수 있다.

[0036] 곡률 항목은 해당 면의 곡률에 따라 볼록, 평평, 오목으로 구분할 수 있다. 이들은 각각 Positive, Flat, Negative로 표현할 수 있다.

[0037] Face-machining 항목은 Slot과 Pocket을 구분하기 위한 항목이다. Face-machining 항목은 해당 면의 외부 루프와 맞닿아 있는 인접면들 중 서로 평행한 면의 페어(F_1과 F_2)를 추출하여 F_1과 F_2의 폭을 구한 후 사용자가 입력하는 값과 비교하여 사용자가 입력한 값보다 길 경우 Longer로 표현하고, 사용자가 입력한 값보다 짧을 경우 Shorter로 표현할 수 있다. 만약, 해당 면의 외부 루프와 맞닿아 있는 인접면들 중 평행면이 존재하지 않을 경우 Longer로 표현할 수 있다.

[0038] Fillet-machining 항목은 Fillet과 다른 특징형상들을 구분하기 위한 항목이다. Chamfer-machining 항목은 Chamfer와 다른 특징형상들을 구분하기 위한 항목이다. Fillet-machining 항목과 Chamfer-machining 항목은 각각 대상면에서 가장 짧은 폭을 구한 후 사용자가 입력하는 값과 비교하여 그 길이보다 길 경우 Longer로 표현하고, 사용자가 입력하는 값보다 짧을 경우 Shorter로 표현할 수 있다. 대상면의 타입이 cylindrical, spherical 및 toroidal과 같은 회전 면일 경우 이 값은 대상면의 반경으로 할 수 잇다.

[0039] 기술자에 포함되는 정보 중 외부 루프 정보 및 내부 루프 정보와 같은 루프 정보는 볼록성 항목, 연속성 항목, 평행축 항목, 예각 항목, 직각 항목, 및 둔각 항목을 포함할 수 있다.

[0040] 여기서, 볼록성 항목은 해당 면(대상면)과 인접면 간의 볼록성을 의미할 수 있다. 도 2는 본 발명의 실시예에서 볼록성을 계산하는 과정을 설명하기 위한 도면이다. 도 2를 참조하면, F_a와 F_b를 각각 해당 면과 인접면이라 할 때, F_a의 노멀(normal vector) $\overrightarrow{n_a}$와 F_b의 노멀(normal vector) $\overrightarrow{n_b}$를 외적하여 방향벡터 $\overrightarrow{d_r}$를 얻는다. 그리고 F_b에 접하는 F_a의 코엣지(coedge) $\overrightarrow{d_c}$와 $\overrightarrow{d_r}$를 내적하여, 계산값이 양수일 경우 컨벡스이고, 계산값이 음수일 경우 컨케이브라 한다. 볼록성을 계산한 후 면의 타입과 면의 개수를 덧붙여 볼록성 항목을 표현할 수 있다.

[0041] 연속성 항목은 해당 면과 인접면 간의 연속성을 의미할 수 있다. 연속성은 C0와 그 이외의 연속성으로 구분할 수 있다. 그리고, 연속성이 C0가 아닌 인접면에 대해서만 연속성 항목을 표현할 수 있다.

[0042] 평행축 항목은 대상면의 기준 벡터(V1)와 인접면의 기준 벡터(V2)가 평행하는지를 나타낼 수 있다. 여기서, 기준 벡터는 대상면이 회전 면일 경우 축 벡터이며, 대상면이 비회전 면일 경우 면의 중앙에서의 법선 벡터로 할 수 있다.

[0043] 예각 항목, 직각 항목, 및 둔각 항목은 대상면의 기준 벡터(V1)와 인접면의 기준 벡터(V2)가 이루는 각도를 뜻할 수 있다.

[0044] 기술자에 포함되는 정보 중 보조 정보는 평행면 항목, 동일축 항목, 및 간섭면 항목 등이 포함될 수 있다. 여기서, 평행면 항목은 해당 면의 외부 루프에 접하는 인접면들 간에 평행한지 여부를 나타낼 수 있다. 이때, 서로 평행한 인접면 페어(pair)가 존재할 경우 True로 표현하고, 그렇지 않을 경우 False로 표현할 수 있다.

[0045] 동일축 항목은 해당 면의 외부 루프에 접하는 인접면(F1)과 내부 루프에 접하는 인접면(F2)가 회전 면이고 인접면(F1)과 인접면(F2)의 축이 서로 동일한지 여부를 나타낼 수 있다. 인접면(F1)과 인접면(F2)의 축이 서로 동일한 경우 True로 표현하고, 그렇지 않을 경우 False로 표현할 수 있다.

[0046] 간섭면 항목은 해당 면(대상면)의 법선 방향에 다른 면이 존재하는지 여부를 나타낼 수 있다. 이를 위해 해당 면의 법선 방향으로 레이(ray)를 쏘아서 레이가 다른 면과 교차하는지 여부를 확인할 수 있다. 이때, 레이가 다른 면과 교차하는 경우 True로 표현하고, 그렇지 않을 경우 False로 표현할 수 있다.

[0047] 개시되는 실시예에서 3D 모델의 특정 면에 대한 기술자(Descriptor)는 아래 표 1과 같이 나타낼 수 있다.

[0048] (표 1)

Descriptor item		Descriptions	Expression
Face	$D_{f_facetype}$	The base face type	PLAN, CYLI, CONI, SPHE, or TORO
	$D_{f_curvature}$	The base face curvature	POSITIVE, NEGATIVE, or FLAT
	$D_{f_facemachning}$	Level of width between two parallel faces adjacent to the base face in the outer loop. It is used for distinguishing slots from other machining features.	LONGER or SHORTER
	$D_{f_filletmachining}$	Level of width of the base face. It is used for distinguishing fillets from other machining features.	LONGER or SHORTER
	$D_{f_chamfermachining}$	Level of width of the base face. It is used for distinguishing chamfers from other machining features.	LONGER or SHORTER
Outer loop	$D_{ol_convexity}$	Convexity between base face and adjacent faces in the outer loop	face type | convexity : count
	$D_{ol_continuity}$	Continuity higher than c0 between base face and adjacent faces in the outer loop	face type | convexity : count
	$D_{ol_parallel}$	Parallelism between the base vector(v_1) of base face and the base vector(v_2) of adjacent faces in the outer loop	face type | convexity : count
	$D_{ol_perpendicular}$	Perpendicularity between the base vector(v_1) of base face and the base vector(v_2) of adjacent faces in the outer loop	face type | convexity : count
	$D_{ol\ acute}$	Being acute between the base vector(v_1) of base face and the base vector(v_2) of adjacent faces in the outer loop	face type | convexity : count
	$D_{ol\ obtuse}$	Being obtuse between the base vector(v_1) of base face and the base vector(v_2) of adjacent faces in the outer loop	face type | convexity : count

[0049]

Inner loops	$D_{il_convexity}$	Convexity between base face and adjacent faces in the inner loop	face type | convexity : count
	$D_{il_continuity}$	Continuity higher than c0 between base face and adjacent faces in the inner loops	face type | convexity : count
	$D_{il_parallel}$	Parallelism between the base vector(v_1) of base face and the base vector(v_2) of adjacent faces in the outer loop	face type | convexity : count
	$D_{il_perpendicular}$	Perpendicularity between the base vector(v_1) of base face and the base vector(v_2) of adjacent faces in the inner loops	face type | convexity : count
	$D_{il\ acute}$	Being acute between the base vector(v_1) of base face and the base vector(v_2) of adjacent faces in the inner loops	face type | convexity : count
	$D_{il\ obtuse}$	Being obtuse between the base vector(v_1) of base face and the base vector(v_2) of adjacent faces in the inner loops	face type | convexity : count
Auxiliary	$D_{ax_parallel}$	Parallelism between adjacent faces in the outer loop	True or False
	$D_{ax\ coaxial}$	Coaxiality between one adjacent face in the outer loop and one adjacent face in the inner loop	True or False
	$D_{ax_interference}$	Interference of the base face caused by other faces of a model	True or False

[0050]

[0051] 도 3은 본 발명의 일 실시예에서 Opened island 특징 형상의 기준면에 대한 기술자를 나타낸 도면이다. 간단히 살펴보면, Opened island 특징 형상의 기준면의 면 타입($D_{f_facetype}$)은 PLAN(Planar)이며, 곡률(D_{f_curve})은 FLAT으로 표현할 수 있다. 또한, 외부 루프(Outer Loop)에서 볼록성 항목($D_{ol_convexity}$)은 PLAN | CONCAVE: 3개, PLAN | CONVEX: 1개, CYLI | CONCAVE: 2개로 표현할 수 있다. 또한, 평행면 항목($D_{ax_parallel}$)을 보면 기준면과 인접한 면에 서로 평행한 페어가 존재(True)하는 것으로 표현할 수 있다.

[0052] 한편, 개시되는 실시예에서 특징 형상의 기준 면에 대한 기술자는 범위 제약 조건을 가질 수 있다. 도 4는 본

발명의 일 실시예에서 특징 형상의 기준면에 대한 기술자가 각 항목 별로 가질 수 있는 값의 형태를 나타낸 도면이다. 도 4를 참조하면, 기술자는 세 가지 경우의 값(D_i, D_j, D_k)을 가지게 된다. 첫 번째는 D_i와 같이 기술자의 값이 하한(V_{min})과 상한(V_{max}) 사이에 있어야 하는 경우이다. 두 번째는 D_j와 같이 기술자가 특정 값을 가져야 하는 경우이다. 세 번째는 D_k와 같이 기술자가 특정 값 이상(또는 특정 값 이하)의 값을 가져야 하는 경우이다.

[0053] 이와 같이, 세 가지 경우를 모두 고려하려면 특징 형상 기준면에 대한 기술자의 각 항목에 대해 최소 제약 조건, 최대 제약 조건, 및 동일 제약 조건 등의 범위 제약 조건을 기술할 수 있어야 한다. 여기서, 최소 제약 조건은 기술자의 각 항목이 가질 수 있는 값의 하한을 의미할 수 있다. 최대 제약 조건은 기술자의 각 항목이 가질 수 있는 값의 상한을 의미할 수 있다. 동일 제약 조건은 기술자의 각 항목이 반드시 가져야 하는 값을 의미할 수 있다.

[0054] 예를 들어, 대상면에 관한 기술자 항목 및 보조 정보에 대한 기술자 항목은 동일 제약 조건에 해당되는 값을 가진다. 그리고, 외부 루프 및 내부 루프에 관한 기술자 항목은 최소 제약 조건 및 최대 제약 조건에 해당되는 값을 가진다. 따라서, 기술자에 대해 이러한 범위 제약 조건을 적용하여 기술자를 확장할 필요가 있다. 도 5는 본 발명의 일 실시예에서 범위 제약 조건을 적용하여 기술자를 확장한 상태를 나타낸 도면이다. 도 5에서는 3D 모델의 임의 특징 형상의 기준면에 대해 범위 제약 조건(최소 제약 조건(Minimum), 최대 제약 조건(Maximum), 및 동일 제약 조건(Equal))을 고려하여 기술자를 확장한 상태를 나타내었다.

[0056] 도 6은 예시적인 실시예들에서 사용되기에 적합한 컴퓨팅 장치를 포함하는 컴퓨팅 환경(10)을 예시하여 설명하기 위한 블록도이다. 도시된 실시예에서, 각 컴포넌트들은 이하에 기술된 것 이외에 상이한 기능 및 능력을 가질 수 있고, 이하에 기술된 것 이외에도 추가적인 컴포넌트를 포함할 수 있다.

[0057] 도시된 컴퓨팅 환경(10)은 컴퓨팅 장치(12)를 포함한다. 일 실시예에서, 컴퓨팅 장치(12)는 기계가공 특징형상을 인식하기 위한 장치일 수 있다.

[0058] 컴퓨팅 장치(12)는 적어도 하나의 프로세서(14), 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16) 및 통신 버스(18)를 포함한다. 프로세서(14)는 컴퓨팅 장치(12)로 하여금 앞서 언급된 예시적인 실시예에 따라 동작하도록 할 수 있다. 예컨대, 프로세서(14)는 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)에 저장된 하나 이상의 프로그램들을 실행할 수 있다. 상기 하나 이상의 프로그램들은 하나 이상의 컴퓨터 실행 가능 명령어를 포함할 수 있으며, 상기 컴퓨터 실행 가능 명령어는 프로세서(14)에 의해 실행되는 경우 컴퓨팅 장치(12)로 하여금 예시적인 실시예에 따른 동작들을 수행하도록 구성될 수 있다.

[0059] 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)는 컴퓨터 실행 가능 명령어 내지 프로그램 코드, 프로그램 데이터 및/또는 다른 적합한 형태의 정보를 저장하도록 구성된다. 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)에 저장된 프로그램(20)은 프로세서(14)에 의해 실행 가능한 명령어의 집합을 포함한다. 일 실시예에서, 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)는 메모리(랜덤 액세스 메모리와 같은 휘발성 메모리, 비휘발성 메모리, 또는 이들의 적절한 조합), 하나 이상의 자기 디스크 저장 디바이스들, 광학 디스크 저장 디바이스들, 플래시 메모리 디바이스들, 그 밖에 컴퓨팅 장치(12)에 의해 액세스되고 원하는 정보를 저장할 수 있는 다른 형태의 저장 매체, 또는 이들의 적합한 조합일 수 있다.

[0060] 통신 버스(18)는 프로세서(14), 컴퓨터 판독 가능 저장 매체(16)를 포함하여 컴퓨팅 장치(12)의 다른 다양한 컴포넌트들을 상호 연결한다.

[0061] 컴퓨팅 장치(12)는 또한 하나 이상의 입출력 장치(24)를 위한 인터페이스를 제공하는 하나 이상의 입출력 인터페이스(22) 및 하나 이상의 네트워크 통신 인터페이스(26)를 포함할 수 있다. 입출력 인터페이스(22) 및 네트워크 통신 인터페이스(26)는 통신 버스(18)에 연결된다. 입출력 장치(24)는 입출력 인터페이스(22)를 통해 컴퓨팅 장치(12)의 다른 컴포넌트들에 연결될 수 있다. 예시적인 입출력 장치(24)는 포인팅 장치(마우스 또는 트랙패드 등), 키보드, 터치 입력 장치(터치패드 또는 터치스크린 등), 음성 또는 소리 입력 장치, 다양한 종류의 센서 장치 및/또는 촬영 장치와 같은 입력 장치, 및/또는 디스플레이 장치, 프린터, 스피커 및/또는 네트워크 카드와 같은 출력 장치를 포함할 수 있다. 예시적인 입출력 장치(24)는 컴퓨팅 장치(12)를 구성하는 일 컴포넌트로서 컴퓨팅 장치(12)의 내부에 포함될 수도 있고, 컴퓨팅 장치(12)와는 구별되는 별개의 장치로 컴퓨팅 장치(12)와 연결될 수도 있다.

[0063] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 기계가공 특징 형상 인식 방법을 나타낸 흐름도이다. 기계가공 특징 형상 인식 방법은 컴퓨팅 장치(12)에 의해 수행될 수 있다. 도시된 흐름도에서는 상기 방법을 복수 개의 단계로 나누어 기재하였으나, 적어도 일부의 단계들은 순서를 바꾸어 수행되거나, 다른 단계와 결합되어 함께 수행되거나, 생략되거나, 세부 단계들로 나뉘어 수행되거나, 또는 도시되지 않은 하나 이상의 단계가 부가되어 수행될 수 있다.

[0064] 도 7을 참조하면, 컴퓨팅 장치(12)는 기계가공 특징형상을 인식하고자 하는 3D 모델을 획득할 수 있다(S 101). 예를 들어, 컴퓨팅 장치(12)는 3D CAD 시스템으로부터 3D 모델을 획득할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 3D 모델은 B-rep(Boundary representation) 형식의 3D 모델일 수 있다.

[0065] 다음으로, 컴퓨팅 장치(12)는 3D 모델을 분석하여 3D 모델을 구성하는 면들의 정보를 획득할 수 있다(S 103). 3D 모델을 구성하는 면들의 정보는 면 자체의 정보, 면을 이루는 에지(edge)들의 정보, 에지를 구성하는 정점(vertex)에 관한 정보, 및 인접한 면(adjacent face)들에 대한 관계 정보를 포함할 수 있다.

[0066] 다음으로, 컴퓨팅 장치(12)는 3D 모델을 구성하는 면들 중 하나의 대상면을 선택하고, 선택한 대상면에 대한 기술자를 생성할 수 있다(S 105). 여기서, 대상면에 대한 기술자는 대상면 정보, 외부 루프 정보, 내부 루프 정보, 및 보조 정보가 포함될 수 있다.

[0067] 기술자에 포함되는 대상면 정보는 면 타입 항목, 곡률 항목, Face-machining 항목, Fillet-machining 항목, Chamfer-machining 항목이 포함될 수 있다. 기술자에 포함되는 외부 루프 정보 및 내부 루프 정보와 같은 루프 정보는 볼록성 항목, 연속성 항목, 평행축 항목, 예각 항목, 직각 항목, 및 둔각 항목을 포함할 수 있다. 기술자에 포함되는 보조 정보는 평행면 항목, 동일축 항목, 및 간섭면 항목 등이 포함될 수 있다. 컴퓨팅 장치(12)는 선택한 대상면에 대해 표 1과 같은 항목들을 가지는 기술자를 생성할 수 있다.

[0068] 다음으로, 컴퓨팅 장치(12)는 선택한 대상면에 대한 기술자를 기 설정된 특징 형상 타입들의 기준면에 대한 기술자들과 각각 유사도를 비교할 수 있다(S 107).

[0069] 여기서, 기 설정된 특징 형상 타입은 도 1에 도시된 바와 같이 16가지의 타입이 포함될 수 있다. 각 특징 형상 타입에는 기준면이 각각 설정될 수 있다. 그리고, 각 특징 형상 타입의 기준면에는 기술자가 미리 생성되어 저장될 수 있다. 대상면에 대한 기술자와 기 설정된 특징 형상 타입의 기준면에 대한 기술자 간 유사도 비교에 대한 자세한 설명은 후술하기로 한다.

[0070] 다음으로, 단계 S 107의 비교 결과, 유사도가 기 설정된 임계 값 이상인 경우, 컴퓨팅 장치(12)는 선택한 대상면을 해당 특징 형상의 기준면으로 판단할 수 있다(S 109).

[0071] 즉, 선택한 대상면에 대한 기술자를 기 설정된 특징 형상 타입들의 기준면에 대한 기술자와 각각 유사도를 비교하였을 때, 유사도 값이 기 설정된 임계 값 이상인 경우, 선택한 대상면을 비교 대상이 된 특징 형상 타입의 기준면인 것으로 판단할 수 있다. 이 경우, 특징 형상에 대한 인식이 종료될 수 있다.

[0072] 단계 S 107의 비교 결과, 유사도가 기 설정된 임계 값 미만인 경우, 컴퓨팅 장치(12)는 3D 모델에서 다른 대상면을 선택하여 기술자를 생성한 후 기 설정된 특징 형상 타입들의 기준면에 대한 기술자들과 각각 유사도를 비교하는 과정을 반복할 수 있다.

[0073] 이하, 대상면에 대한 기술자와 기 설정된 특징 형상 타입의 기준면에 대한 기술자 간 유사도 비교에 대해 설명하기로 한다. 특징 형상의 기준면을 F^i, 비교하고자 하는 대상면을 F^j라고 하고, 특징 형상의 기준면에 대한 기술자 항목을 D_k^i, 비교하고자 하는 대상면에 대한 기술자 항목을 D_k^j라고 한다. 여기서, k는 표 1에서 정의한 기술자 항목 이름을 의미할 수 있다. 그리고, 기준면의 기술자 항목 D_k^i은 세가지 범위 제약조건(최소 제약조건, 최대 제약조건, 동일 제약조건)에 따라 $D_{k,min}^i$, $D_{k,max}^i$, $D_{k,equal}^i$로 다시 구분될 수 있다.

[0074] 컴퓨팅 장치(12)는 두 면(F^i, F^j)의 유사도 계산을 위해, 먼저 각 기술자 항목() 별로 최소 제약 조건에 따른 유사도($A_{k,min}$), 최대 제약 조건에 따른 유사도($A_{k,max}$), 및 동일 제약 조건에 따른 유사도($A_{k,equal}$)를 각각 계산할 수 있다. 표 2는 본 발명의 일 실시예에서 범위 제약 조건에 따른 기술자 항목에 대한 유사도를 산출하는 것을 나타낸 표이다.

[0075] (표 2)

Type	Definition	Mathematical expression
Minimum	If D_k^j is more than or the same as D_k^i, the result is one. If not, the result is zero.	$A_{k,min} = \begin{cases} 1 & (D_{k,min}^i \le D_k^j) \\ 0 & (D_{k,min}^i > D_k^j) \\ 1 & (D_{k,min}^i \text{ is not specified}) \end{cases}$
Maximum	If D_k^j is less than or the same as D_k^i, the result is one. If not, the result is zero.	$A_{k,max} = \begin{cases} 1 & (D_{k,max}^i \ge D_k^j) \\ 0 & (D_{k,max}^i < D_k^j) \\ 1 & (D_{k,max}^i \text{ is not specified}) \end{cases}$
Equal	If D_k^j is the same as D_k^i, the result is one. If not, the result is zero.	$A_{k,equal} = \begin{cases} 1 & (D_{k,equal}^i = D_k^j) \\ 0 & (D_{k,equal}^i \ne D_k^j) \\ 1 & (D_{k,equal}^i \text{ is not specified}) \end{cases}$

[0076]

[0077] 컴퓨팅 장치(12)는 수학식 1에 나타낸 바와 같이, 최소 제약 조건에 따른 유사도($A_{k,min}$), 최대 제약 조건에 따른 유사도($A_{k,max}$), 및 동일 제약 조건에 따른 유사도($A_{k,equal}$)를 곱하여 해당 기술자 항목(D_k)에 대한 유사도(S_k)를 산출할 수 있다.

[0078] (수학식 1)

[0079] $$S_k = A_{k,min} * A_{k,max} * A_{k,equal}$$

[0080] 컴퓨팅 장치(12)는 각 기술자 항목에 대한 유사도를 합산하여 두 면(F^i, F^j)의 최종 유사도를 산출할 수 있다. 이때, 컴퓨팅 장치(12)는 각 기술자 항목에 가중치를 부여할 수 있다. 각 가중치들의 합은 1이 될 수 있다. 컴퓨팅 장치(12)는 아래 수학식 2를 통해 두 면(F^i, F^j)의 최종 유사도(R)를 산출할 수 있다.

[0081] (수학식 2)

[0082] $$R = \sum_{S_k \in I, W_k \in J} S_k * W_k$$

[0083] W_k : 기술자 항목 k에 대한 가중치

[0084] 만약, 특징 형상 타입의 기준면에 대한 기술자에 특정 기술자 항목의 값이 없는 경우, 컴퓨팅 장치(12)는 해당 기술자 항목은 유사도 계산에서 제외할 수 있다. 이때, 제외된 기술자 항목을 뺀 나머지 기술자 항목의 가중치 합이 1이 되도록 할 수 있다.

[0086] 도 8은 본 발명의 일 실시예에서 3D 모델의 대상면에 대한 기술자와 특징 형상 타입의 기준면에 대한 기술자를 비교하는 과정을 나타낸 도면이다. 여기서는, 3D 모델에 포함된 counter hole의 기준면을 탐색하기 위해, counter hole의 기준면에 대한 기술자(D^i)와 대상면에 대한 기술자(D^j)를 비교하는 과정을 나타내었다. counter hole의 기준면에 대한 기술자(D^i)는 최소 제약조건, 최대 제약조건, 및 동일 제약조건에서 각각 3개, 1개, 3개의 기술자 항목만을 가지므로, 총 7개의 기술자 항목에 대해 유사도를 계산할 수 있다.

[0087] 도 8의 (a)는 counter hole의 기준면에 대한 범위 제약 조건을 고려한 기술자 항목을 나타낸 것이고, 도 8의 (b)는 3D 모델의 대상면에 대한 기술자 항목을 나타낸 것이며, 도 8의 (c)는 범위 제약 조건에 따른 각 기술자 항목의 유사도를 나타낸 것이고, 도 8의 (d)는 기준면에 대한 기술자와 대상면에 대한 기술자의 최종 유사도를 나타낸 것이다.

[0088] 구체적으로, 특징형상 기준면 F^i의 $D_{f_facetype,equal}^i$은 PLAN이고 대상면 F^j의 $D_{f_facetype}^j$은 PLAN이다. 두 기술자 항목의 값은 동일한 값을 가지고 있기 때문에, 유사도 $A_{f_facetype,equal}$은 1이 된다. 그런데 $D_{f_facetype,min}^i$

과 $D^{i}_{f_facetype,max}$ 는 값이 주어져 있지 않으므로 $A_{f_facetype,min}$ 와 $A_{f_facetype,max}$ 는 1이 된다. 각 범위 제약 조건에 따른 유사도 $A_{f_facetype,min}$, $A_{f_facetype,max}$, $A_{f_facetype,equal}$ 를 곱하면 해당 기술자 항목의 유사도 $S_{f_facetype}$ 는 1이 된다. 동일한 방식으로 $D_{f_curvature}$ 의 기술자 항목의 각 범위 제약 조건에 따른 유사도 $A_{k,max}$, $A_{k,min}$, $A_{k,equal}$ 는 각각 1이 되고, 이들을 곱하면 해당 기술자 항목의 유사도 $S_{f_curvature}$ 는 1이 된다.

[0089] 루프 정보의 기술자 항목을 살펴보면, 특징형상 기준면 F^{i} 의 $D^{i}_{ol_convexity,min}$ 는 ANY | CONCAVE : 1이다. 그리고, 대상면 F^{j} 의 $D^{j}_{ol_convexity}$ 은 CYLI | CONCAVE: 2 및 PLAN | CONVEX : 1이다. 여기에서, $D^{j}_{ol_convexity}$ 가 $D^{i}_{ol_convexity,min}$ 의 값을 포함하고 있기 때문에, $D^{j}_{ol_convexity}$ 가 $D^{i}_{ol_convexity,min}$ 보다 크다는 것을 알 수 있다. 따라서 유사도 $A_{ol_convexity,min}$ 는 1이 된다. 그런데 $D^{i}_{ol_convexity,max}$ 와 $D^{i}_{ol_convexity,equal}$ 는 값이 주어져 있지 않으므로 $A_{ol_convexity,max}$ 와 $A_{ol_convexity,equal}$ 는 1이 된다. 동일한 방식으로 나머지 기술자 항목 $D_{il_convexity}$ 및 $D_{il_perpendicular}$ 의 유사도 $A_{k,max}$, $A_{k,min}$, $A_{k,equal}$ 는 각각 1이 된다.

[0090] 보조 정보의 기술자 항목을 살펴보면, 특징형상 기준면 F^{i} 의 $D^{i}_{ax_coaxial,equal}$ 은 TRUE이다. 그리고, 대상면 F^{j} 의 $D^{j}_{ax_coaxial}$ 은 TRUE이다. 두 기술자의 값은 동일한 값을 가지고 있기 때문에, 유사도 $A_{f_facetype,equal}$ 은 1이 된다. 그런데 $D^{i}_{ax_coaxial,min}$ 과 $D^{i}_{ax_coaxial,max}$ 는 값이 주어져 있지 않으므로 $A_{ax_coaxial,min}$ 와 $A_{ax_coaxial,max}$ 는 1이 된다. 여기서, 각 유사도 $A_{ax_coaxial,min}$, $A_{ax_coaxial,max}$, $A_{ax_coaxial,equal}$ 를 곱하면 기술자 항목 유사도 $S_{ax_coaxial}$ 는 1이 된다. 이와 같이, 모든 범위 제약조건에 대한 유사도 계산이 완료됨에 따라 각 기술자 항목별 유사도 S_k 를 계산한다. 그 후, 각각의 기술자 항목별 유사도 S_k 값에 가중치를 반영하여 최종 유사도 R을 계산한다.

[0092] 한편, 여러 특징 형상의 집합으로 표현될 수 있는 복합 특징 형상을 정확하게 인식하기 위해서는 인식 과정에 우선 순위를 적용할 필요가 있다. 도 9는 본 발명의 일 실시예에서 복합 특징 형상을 나타낸 도면이다. 도 9를 참조하면, 복합 특징 형상으로는 counterbore hole, counterdrilled hole, 및 countersink hole 등이 있을 수 있다.

[0093] 도 9를 참조하면, counterbore hole은 2개의 simple hole의 조합으로 이루어지고, counterdrilled hole은 2개의 simple hole과 1개의 taper hole의 조합으로 이루어지며, countersink hole은 1개의 taper hole과 1개의 simple hole의 조합으로 이루어질 수 있다.

[0094] 예를 들어, counterbore hole은 2개의 simple hole의 조합으로 이루어지기 때문에, 기술자 기반의 유사도 비교를 통해 특징 형상을 인식하게 되면, 동일 위치에서 counterbore hole 뿐만 아니라 simple hole이 중복되어 인식될 수 있다. 따라서, 복합 특징 형상은 일반적인 특징 형상(즉, 단일 특징 형상) 보다 인식하는 우선 순위를 먼저 적용할 수 있다.

[0095] 개시되는 실시예에 의하면, 특징형상의 기준면에 대해 기술자를 설정하고 범위 제약조건을 반영하여 기술자를 확장하며 이러한 기술자에 기반하여 특징형상을 인식함으로써, 특징형상의 인식 속도를 빠르게 하면서 특징형상의 인식 성능을 개선할 수 있게 된다.

[0097] 이상의 상세한 설명은 본 발명을 예시하는 것이다. 또한 전술한 내용은 본 발명의 바람직한 실시 형태를 나타내어 설명하는 것이며, 본 발명은 다양한 다른 조합, 변경 및 환경에서 사용할 수 있다. 즉 본 명세서에 개시된 발명의 개념의 범위, 저술한 개시 내용과 균등한 범위 및/또는 당업계의 기술 또는 지식의 범위내에서 변경 또는 수정이 가능하다. 저술한 실시예는 본 발명의 기술적 사상을 구현하기 위한 최선의 상태를 설명하는 것이며,

본 발명의 구체적인 적용 분야 및 용도에서 요구되는 다양한 변경도 가능하다. 따라서 이상의 발명의 상세한 설명은 개시된 실시 상태로 본 발명을 제한하려는 의도가 아니다. 또한 첨부된 청구범위는 다른 실시 상태도 포함하는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

[0099] 10 : 컴퓨팅 환경

12 : 컴퓨팅 장치

14 : 프로세서

16 : 컴퓨터 판독 가능 저장 매체

18 : 통신 버스

20 : 프로그램

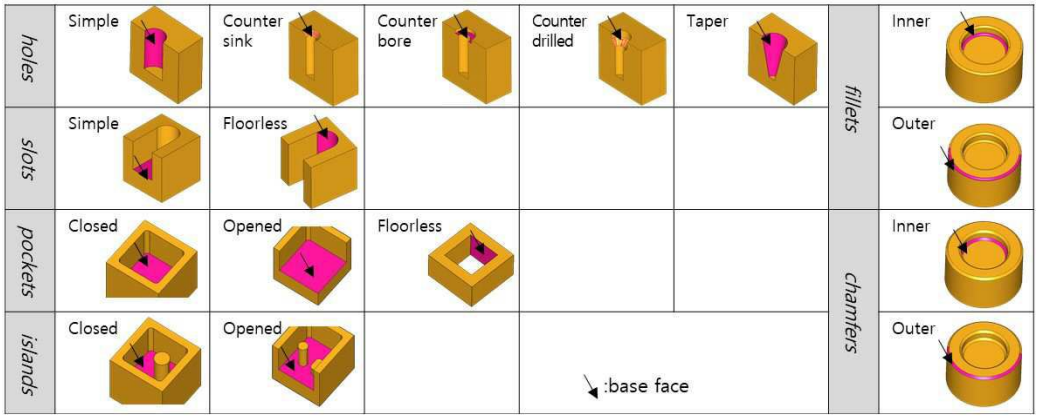
22 : 입출력 인터페이스

24 : 입출력 장치

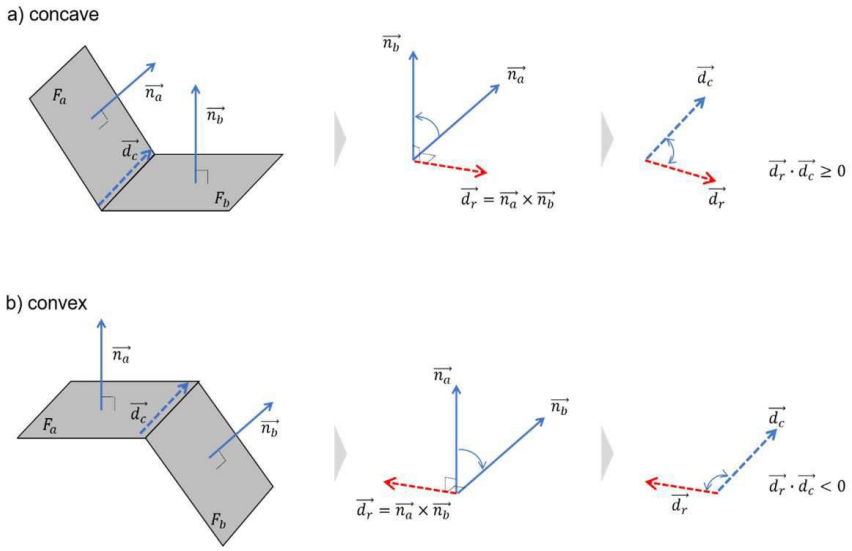
26 : 네트워크 통신 인터페이스

도면

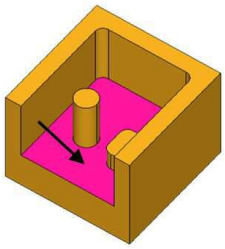
도면1



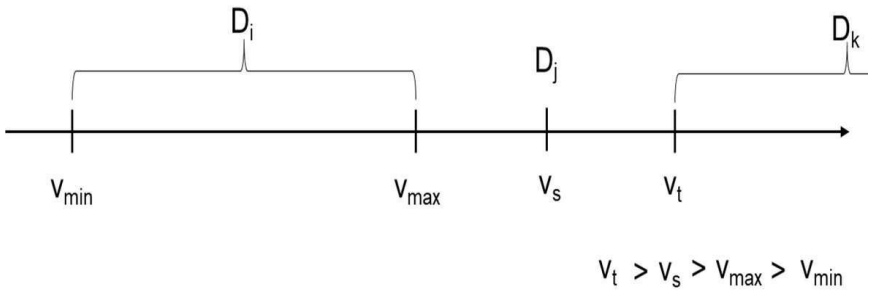
도면2



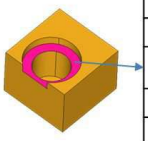
도면3

Descriptor item		Expression	Machining feature
Face	$D_{f_facetype}$	PLAN	 Opened island
	$D_{f_curvature}$	FLAT	
	$D_{f_facemachning}$	LONGER	
	$D_{f_filletmachining}$	LONGER	
	$D_{f_chamfermachining}$	LONGER	
Loops (Outer/Inner)	$D_{ol_convexity}$	PLAN | CONCAVE: 3, PLAN | CONVEX: 1, CYLI | CONCAVE: 2	
	$D_{il_convexity}$	CYLI | CONCAVE: 6, PLAN | CONCAVE: 4	
	$D_{ol_continuity}$	-	
	$D_{il_continuity}$	-	
	$D_{ol_parallel}$	PLAN | CONCAVE: 1	
	$D_{il_parallel}$	PLAN | CONVEX: 2	
	$D_{ol_perpendicular}$	PLAN | CONCAVE: 3, PLAN | CONVEX: 1, CYLI | CONCAVE: 2	
	$D_{il_perpendicular}$	CYLI | CONCAVE: 6, PLAN | CONCAVE: 4	
	D_{ol_acute}	-	
	D_{il_acute}	-	
	D_{ol_obtuse}	-	
	D_{il_obtuse}	-	
Auxiliary	$D_{ax_parallel}$	True	
	$D_{ax_coaxial}$	False	
	$D_{ax_interference}$	False	

도면4



도면5



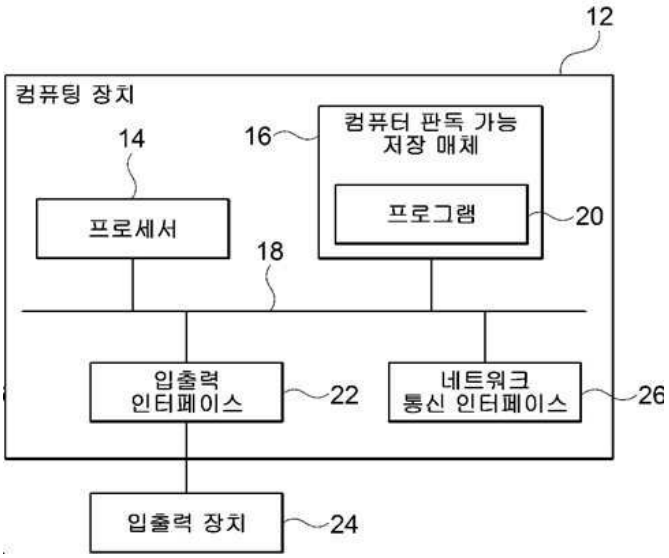
3D CAD model

Descriptor of a general face	
Descriptor item	**Value**
$D_{f_facetype}$	PLAN
$D_{f_curvature}$	FLAT
⋮	⋮
$D_{ol_convexity}$	CYLI | CONCAVE : 2 PLAN | CONVEX : 1
⋮	⋮
$D_{il_convexity}$	CYLI | CONVEX : 2
$D_{il_perpendicular}$	CYLI | CONVEX : 2
⋮	⋮
$D_{ax_coaxial}$	TRUE

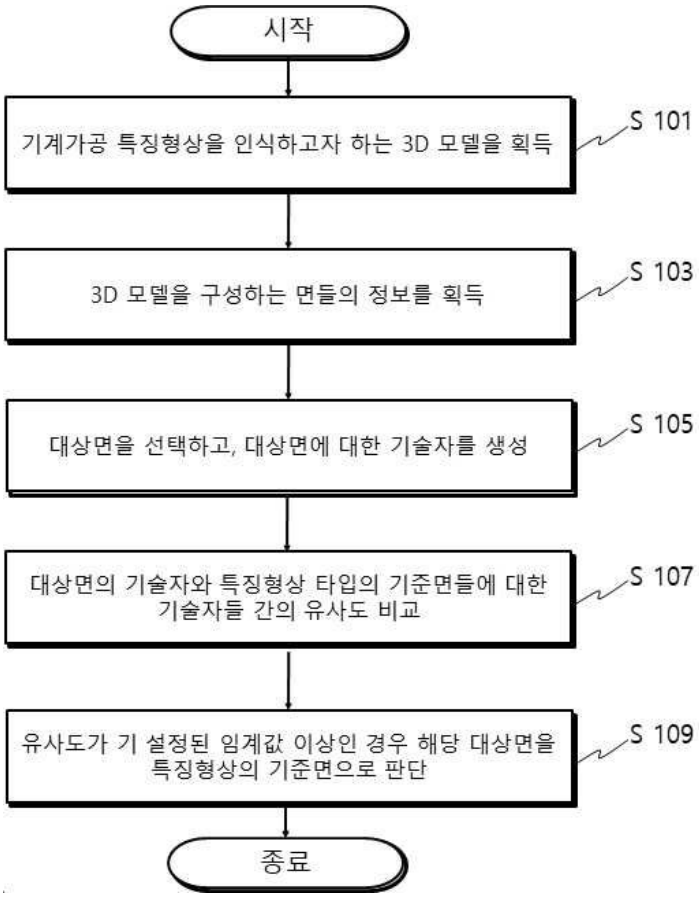
Definition of range constraints

Descriptor for the base face of a machining feature			
Descriptor item	**Minimum**	**Maximum**	**Equal**
$D_{f_facetype}$	-	-	PLAN
$D_{f_curvature}$	-	-	FLAT
⋮	⋮	⋮	⋮
$D_{ol_convexity}$	ANY | CONCAVE : 1	-	-
⋮	⋮	⋮	⋮
$D_{il_convexity}$	CYLI | CONVEX : 1	ANY | CONCAVE : 0	-
$D_{il_perpendicular}$	CYLI | CONVEX : 1	-	
⋮	⋮	⋮	⋮
$D_{ax_coaxial}$	-	-	TRUE

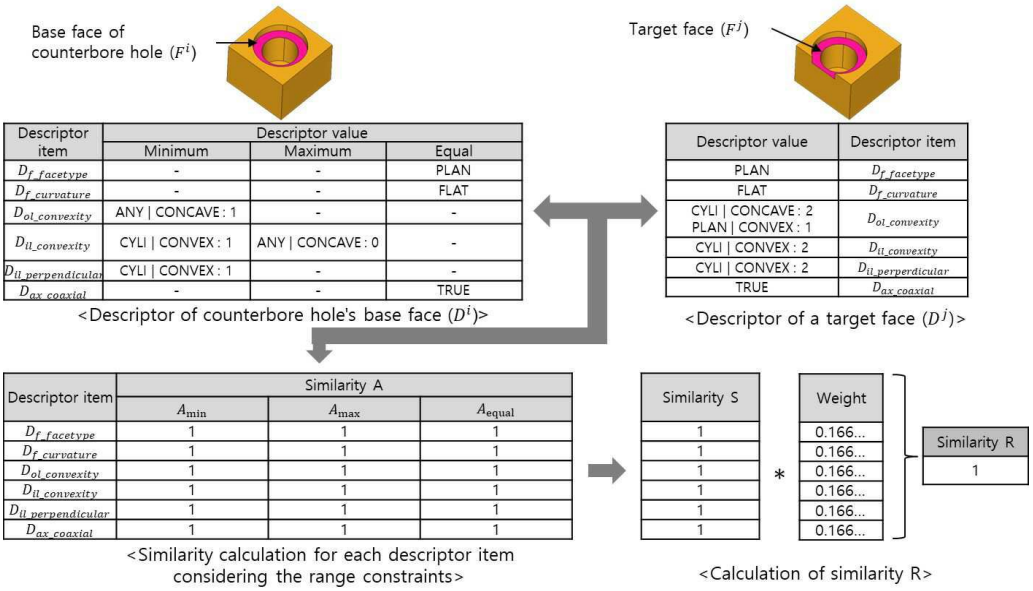
도면6



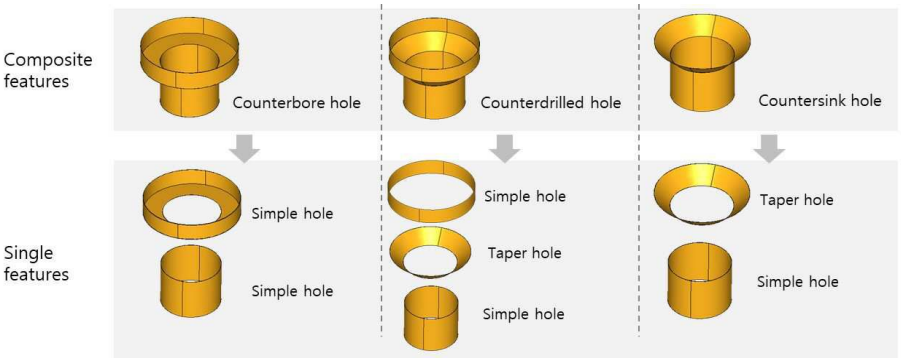
도면7


시작
기계가공 특징형상을 인식하고자 하는 3D 모델을 획득
S 101
3D 모델을 구성하는 면들의 정보를 획득
S 103
대상면을 선택하고, 대상면에 대한 기술자를 생성
S 105
대상면의 기술자와 특징형상 타입의 기준면들에 대한 기술자들 간의 유사도 비교
S 107
유사도가 기 설정된 임계값 이상인 경우 해당 대상면을 특징형상의 기준면으로 판단
S 109
종료

도면8


Base face of counterbore hole (F^i)
Target face (F^j)
Descriptor item | Descriptor value: Minimum | Maximum | Equal
$D_{f_facetype}$ | - | - | PLAN
$D_{f_curvature}$ | - | - | FLAT
$D_{ol_convexity}$ | ANY | CONCAVE : 1 | - | -
$D_{il_convexity}$ | CYLI | CONVEX : 1 | ANY | CONCAVE : 0 | -
$D_{il_perpendicular}$ | CYLI | CONVEX : 1 | - | -
$D_{ax_coaxial}$ | - | - | TRUE
<Descriptor of counterbore hole's base face (D^i)>
Descriptor value | Descriptor item
PLAN | $D_{f_facetype}$
FLAT | $D_{f_curvature}$
CYLI | CONCAVE : 2 PLAN | CONVEX : 1 | $D_{ol_convexity}$
CYLI | CONVEX : 2 | $D_{il_convexity}$
CYLI | CONVEX : 2 | $D_{il_perpendicular}$
TRUE | $D_{ax_coaxial}$
<Descriptor of a target face (D^j)>
Descriptor item | Similarity A: A_{min} | A_{max} | A_{equal}
$D_{f_facetype}$ | 1 | 1 | 1
$D_{f_curvature}$ | 1 | 1 | 1
$D_{ol_convexity}$ | 1 | 1 | 1
$D_{il_convexity}$ | 1 | 1 | 1
$D_{il_perpendicular}$ | 1 | 1 | 1
$D_{ax_coaxial}$ | 1 | 1 | 1
<Similarity calculation for each descriptor item considering the range constraints>
Similarity S | Weight | Similarity R
1 | 0.166... | 1
1 | 0.166...
1 | 0.166...
1 | 0.166...
1 | 0.166...
1 | 0.166...
*
<Calculation of similarity R>

도면9


Composite features
Counterbore hole
Counterdrilled hole
Countersink hole
Single features
Simple hole
Simple hole
Simple hole
Taper hole
Simple hole
Taper hole
Simple hole