(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년11월24일
(11) 등록번호 10-1464258
(24) 등록일자 2014년11월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23Q 5/22 (2006.01) *B23Q 5/08* (2006.01)
B23Q 15/22 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0086058
(22) 출원일자 2013년07월22일
심사청구일자 2013년07월22일
(56) 선행기술조사문헌
한국기계가공학회지,제10권,제2호(9-15P),2011.4*
JP08229770 A
JP2007219951 A
JP4431880 B2*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
창원대학교 산학협력단
경상남도 창원시 의창구 창원대학로 20(퇴촌동)
(72) 발명자
정윤교
경남 창녕군 성산면 구연화길 98,
손황진
경남 창원시 의창구 의안로27번길 2, 502호 (중동, 에이스빌라)
(74) 대리인
특허법인가산

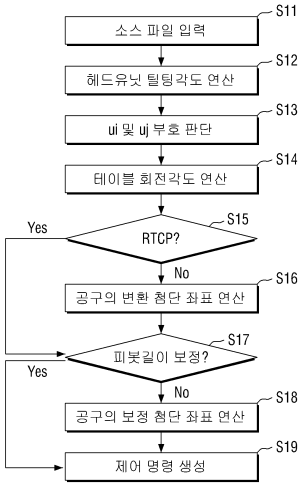
전체 청구항 수 : 총 16 항 심사관 : 박성용

(54) 발명의 명칭 **5축 가공기의 후처리 시스템 및 이를 이용한 후처리 방법**

(57) 요 약

본 발명에 따른 5축 가공기의 후처리 방법은, 피가공물을 고정한 채 Z축을 중심으로 회전하는 테이블과 상기 Z축에 대해 일정 각도로 기울어진 B축을 중심으로 회전하며 상기 피가공물을 가공하는 공구를 파지하는 헤드유닛을 포함하는 5축 가공기의 후처리 방법에 있어서, 상기 공구의 자세 벡터 정보(i,j,k)를 포함하는 소스 파일을 입력받는 단계와, 상기 공구의 자세 벡터 정보 중 k 성분값을 이용해, 상기 헤드유닛의 틸팅각도를 연산하는 단계 및 상기 헤드유닛의 틸팅각도와 상기 공구의 자세 벡터 정보 중 i 성분값 및 j 성분값을 이용해, 상기 테이블의 회전각도를 연산하는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도10



특허청구의 범위

청구항 1

피가공물을 고정한 채 Z축을 중심으로 회전하는 테이블과 상기 Z축에 대해 일정 각도로 기울어진 B축을 중심으로 회전하며 상기 피가공물을 가공하는 공구를 파지하는 헤드유닛을 포함하는 5축 가공기의 후처리 방법에 있어서,

상기 공구의 자세 벡터 정보(i,j,k)를 포함하는 소스 파일을 입력받는 단계;

상기 공구의 자세 벡터 정보 중 k 성분값을 이용해, 상기 헤드유닛의 틸팅각도를 연산하는 단계 및

상기 헤드유닛의 틸팅각도와 상기 공구의 자세 벡터 정보 중 i 성분값 및 j 성분값을 이용해, 상기 테이블의 회전각도를 연산하는 단계를 포함하고,

상기 B축은 XZ 평면 상에서 상기 Z축에 대해 45도 각도로 기울어지도록 구비되고,

상기 헤드유닛의 틸팅각도를 연산하는 단계에서, 상기 헤드유닛의 틸팅각도는 아래의 [수학식 7]에 의해 정의되는 5축 가공기의 후처리 방법.

[수학식 7]

$$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{u_k - 0.5}{0.5}\right)$$

(Θ는 상기 헤드유닛의 틸팅각도, u_k는 상기 k 성분값)

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 테이블의 회전각도를 연산하는 단계에서, 상기 테이블의 회전각도는 아래의 [수학식 10]에 의해 정의되는 5축 가공기의 후처리 방법.

[수학식 10]

$$\phi = \cos^{-1}\left(\frac{1}{\sqrt{u_i^2 + u_j^2}}\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\sin\theta\right)\right) - \beta$$

(ϕ는 상기 테이블의 회전각도, Θ는 상기 헤드유닛의 틸팅각도, u_i는 상기 i 성분값, u_j는 상기 j 성분값, β는 상기 u_i 와 상기 u_j 의 합성벡터의 방향각)

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 i 성분값 (u_i) 및 상기 j 성분값(u_j)의 위상 및 크기를 기초로 상기 i 성분값 (u_i) 및 상기 j 성분값(u_j)이 0, 양의 값 또는 음의 값 중 어느 하나에 해당하는지 여부를 판단하는 단계를 더 포함하는 5축 가공기의 후처리 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 i 성분값 (u_i)이 0이고, 상기 j 성분값(u_j)이 0 이외의 값을 갖는 경우에는, 상기 [수학식 10]의 β 값은 π/2로 정의되는 5축 가공기의 후처리 방법.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 i 성분값 (u_i) 및 상기 j 성분값(u_j)이 0인 경우에는, 상기 테이블 회전각도는 0으로 정의되는 5축 가공기의 후처리 방법.

청구항 7

제4항에 있어서,

상기 i 성분값 (u_i)이 양의 값을 갖고, 상기 j 성분값(u_j)이 0 또는 양의 값을 갖는 경우에는, 상기 [수학식 10]의 β 값은 아래의 [수학식 12]으로 정의되는 5축 가공기의 후처리 방법.

[수학식 12]

$$\beta = \cos^{-1}\left(\frac{u_i}{\sqrt{u_i^2+u_j^2}}\right)$$

청구항 8

제4항에 있어서,

상기 i 성분값 (u_i)이 양의 값을 갖고, 상기 j 성분값(u_j)이 음의 값을 갖는 경우에는, 상기 [수학식 10]의 β 값은 아래의 [수학식 17]로 정의되는 5축 가공기의 후처리 방법.

[수학식 17]

$$\beta = -\cos^{-1}\left(\frac{-u_i}{\sqrt{u_i^2+u_j^2}}\right)$$

청구항 9

제4항에 있어서,

상기 i 성분값 (u_i)이 음의 값을 갖고, 상기 j 성분값(u_j)이 0 또는 양의 값을 갖는 경우에는, 상기 [수학식 10]의 β 값은 아래의 [수학식 13]로 정의되는 5축 가공기의 후처리 방법.

[수학식 13]

$$\beta = \pi - \cos^{-1}\left(\frac{-u_i}{\sqrt{u_i^2+u_j^2}}\right)$$

청구항 10

제4항에 있어서,

상기 i 성분값 (u_i)이 음의 값을 갖고, 상기 j 성분값(u_j)이 음의 값을 갖는 경우에는, 상기 [수학식 10]의 β 값은 아래의 [수학식 14]로 정의되는 5축 가공기의 후처리 방법.

[수학식 14]

$$\beta=\pi+\cos^{-1}\left(\frac{-u_i}{\sqrt{u_i^2+u_j^2}}\right)$$

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 소스 파일은 상기 공구의 첨단 좌표(x,y,z) 정보를 더 포함하고,

상기 공구의 첨단 좌표 정보(x,y,z)와 연산된 상기 테이블의 회전각도를 이용해, 상기 테이블의 회전에 의해 변환되는 상기 공구의 변환 첨단 좌표(x', y', z')를 연산하는 단계를 더 포함하는 5축 가공기의 후처리 방법.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 공구의 변환 첨단 좌표(x', y', z')를 연산하는 단계에서 상기 변환 첨단 좌표(x', y', z')는 아래의 [수학식 19]에 의해 정의되는 5축 가공기의 후처리 방법.

[수학식 19]

$$x'=x\cos\phi-y\sin\phi$$

$$y'=x\sin\phi+y\cos\phi$$

$$z'=z$$

(x,y,z는 상기 소스 파일에 포함된 상기 공구의 첨단 좌표, ϕ는 상기 테이블의 회전각도)

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 헤드유닛의 틸팅각도에 상기 헤드유닛의 피봇길이를 적용하여 상기 상기 변환 첨단 좌표(x', y', z')를 보정 연산하는 단계를 더 포함하며, 보정 연산된 좌표는 아래의 [수학식 23]에 의해 정의되는 5축 가공기의 후처리 방법.

[수학식 23]

$$x''=x'-L\sin\alpha\sin\theta$$

$$y''=y'-L\cos\alpha\sin\alpha(1-\cos\theta)$$

$$z''=z'-L(\sin^2\alpha\cos\theta+\cos^2\alpha)-L$$

(x', y', z'은 상기 변환 첨단 좌표, α는 상기 B축과 상기 Z축의 사이각, Θ는 상기 헤드유닛의 틸팅각도. L은 상기 피봇길이)

청구항 14

제11항에 있어서,

상기 헤드유닛의 틸팅각도에 상기 헤드유닛의 피봇길이를 적용하여 상기 공구의 첨단 좌표 정보(x,y,z)를 보정

연산하는 단계를 더 포함하며, 보정 연산된 좌표는 아래의 [수학식 25]에 의해 정의되는 5축 가공기의 후처리 방법.

[수학식 25]

$$x''=x-L\sin\alpha\sin\theta$$

$$y''=y-L\cos\alpha\sin\alpha(1-\cos\theta)$$

$$z''=z-L(\sin^2\alpha\cos\theta+\cos^2\alpha)-L$$

(x,y,z는 상기 소스 파일에 포함된 상기 공구의 첨단 좌표, α는 상기 B축과 상기 Z축의 사이각, Θ는 상기 헤드유닛의 틸팅각도 L은 상기 피봇길이)

청구항 15

피가공물을 고정한 채 Z축을 중심으로 회전하는 테이블과 상기 Z축에 대해 일정 각도로 기울어진 B축을 중심으로 회전하며 상기 피가공물을 가공하는 공구를 파지하는 헤드유닛을 포함하는 5축 가공기의 후처리 시스템에 있어서,

상기 공구의 자세 벡터 정보(i,j,k)를 포함하는 소스 파일을 입력받는 입력부;

상기 공구의 자세 벡터 정보 중 k 성분값을 이용해, 상기 헤드유닛의 틸팅각도를 연산하는 틸팅각도연산부;

상기 공구의 자세 벡터 정보 중 i 성분값 및 j 성분값과 상기 틸팅각도연산부가 연산한 상기 헤드유닛의 틸팅각도를 이용해, 상기 테이블의 회전각도를 연산하는 회전각도연산부를 포함하고,

상기 B축은 XZ 평면 상에서 상기 Z축에 대해 45도 각도로 기울어지도록 구비되고,

상기 틸팅각도연산부는 아래의 [수학식 7]을 이용해 상기 헤드유닛의 틸팅각도를 연산하는 5축 가공기의 후처리 시스템.

[수학식 7]

$$\theta=\cos^{-1}\left(\frac{u_k-0.5}{0.5}\right)$$

(Θ는 상기 헤드유닛의 틸팅각도, u_k는 상기 k 성분값)

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 틸팅각도연산부가 연산한 상기 헤드유닛의 틸팅각도에 상기 헤드유닛의 피봇길이를 적용하여 상기 공구의 첨단 좌표 정보(x,y,z)를 보정 연산하는 피봇보정연산부를 더 포함하며,

상기 피봇보정연산부는 아래의 [수학식 25]를 이용해 상기 공구의 첨단 좌표 정보(x,y,z)를 보정 연산하는 5축 가공기의 후처리 시스템.

[수학식 25]

$$x''=x-L\sin\alpha\sin\theta$$

$$y''=y-L\cos\alpha\sin\alpha(1-\cos\theta)$$

$$z''=z-L(\sin^2\alpha\cos\theta+\cos^2\alpha)-L$$

(x,y,z는 상기 소스 파일에 포함된 상기 공구의 첨단 좌표, α는 상기 B축과 상기 Z축의 사이각, Θ는 상기 헤드유닛의 틸팅각도 L은 상기 피봇길이)

청구항 17

제15항에 있어서,

상기 공구의 첨단 좌표 정보(x,y,z)와 상기 회전각도연산부가 연산한 상기 테이블의 회전각도를 이용해, 상기 테이블의 회전에 의해 변환되는 상기 공구의 변환 첨단 좌표(x', y', z')를 연산하는 좌표변환연산부 및

상기 틸팅각도연산부가 연산한 상기 헤드유닛의 틸팅각도에 상기 헤드유닛의 피봇길이를 적용하여 상기 좌표변환연산부가 연산한 상기 공구의 변환 첨단 좌표(x', y', z')를 보정 연산하는 피봇보정연산부를 더 포함하며,

상기 좌표변환연산부는 아래의 [수학식 19]을 이용해 상기 공구의 변환 첨단 좌표(x', y', z')를 연산하고, 상기 피봇보정연산부는 아래의 [수학식 23]를 이용해 상기 공구의 변환 첨단 좌표(x', y', z')를 보정 연산하는 5축 가공기의 후처리 시스템.

[수학식 19]

$$x' = x\cos\phi - y\sin\phi$$

$$y' = x\sin\phi + y\cos\phi$$

$$z' = z$$

(x,y,z는 상기 소스 파일에 포함된 상기 공구의 첨단 좌표, ϕ는 상기 테이블의 회전각도)

[수학식 23]

$$x'' = x' - L\sin\alpha\sin\theta$$

$$y'' = y' - L\cos\alpha\sin\alpha(1-\cos\theta)$$

$$z'' = z' - L(\sin^2\alpha\cos\theta + \cos^2\alpha) - L$$

(x' y' z'은 상기 공구의 변환 첨단 좌표, α는 상기 B축과 상기 Z축의 사이각, Θ는 상기 헤드유닛의 틸팅각도. L은 상기 피봇길이)

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 5축 가공기의 후처리 시스템 및 이를 이용한 후처리 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 피가공물이 안착 및 고정되는 테이블이 회전하고, 가공공구를 파지하는 헤드가 테이블의 회전축에 대해 일정 각도 기울어진 축을 중심으로 틸팅되는 비직교 헤드 틸팅 타입의 5축 가공기에 이용되는 후처리 시스템 및 이를 이용한 후처리 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 5축가공기는 3개의 직선이송축에 2개의 회전이송축이 추가된 5개의 자유도를 갖는다. 특히 2개의 이송축으로 증가된 2개의 자유도는 공구의 자세를 자유롭게 구현하므로 3축가공기에서 불가능한 Cusp의 감소, Un-cut의 제거 및 Over-cut영역의 가공 등 복잡한 형상이나 자유곡면을 손쉽게 가공할 수 있다.

[0003] 5축 가공기는 공구를 파지하는 헤드와 피가공물이 안착 및 고정되는 테이블의 회전, 틸팅 및 이동축에 따라 다

양한 타입으로 분류된다.

[0004] 그 중에는 테이블이 회전하고, 공구를 파지하는 헤드는 테이블의 상부에 구비되어 일정 각도 범위 내에서 틸팅하며 피가공물을 가공하는 HT-TR(Head Tilting - Table Rotation)타입이 존재하며, HT-TR 타입 중에서도 헤드가 테이블의 회전축에 대해 일정 각도 기울어진 축을 중심으로 틸팅되는 비직교 헤드 틸팅 타입의 5축 가공기가 있다.

[0005] 한편, 5축 가공은 3축 가공에 비해 공구경로의 생성이 복잡하고 까다로워 가공비용이 증가하며 생성된 공구경로를 사용하려면 5축 가공기가 인식하는 NC(Numerical Control)코드로 변환하는 후처리 작업이 필수적으로 선행되어야 한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-0676626호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 헤드가 테이블의 회전축에 대해 일정 각도 기울어진 축을 중심으로 틸팅되는 비직교 헤드 틸팅 타입의 5축 가공기의 후처리 시스템 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0008] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 5축 가공기의 후처리 방법은, 피가공물을 고정한 채 Z축을 중심으로 회전하는 테이블과 상기 Z축에 대해 일정 각도로 기울어진 B축을 중심으로 회전하며 상기 피가공물을 가공하는 공구를 파지하는 헤드유닛을 포함하는 5축 가공기의 후처리 방법에 있어서, 상기 공구의 자세 벡터 정보(i,j,k)를 포함하는 소스 파일을 입력받는 단계와, 상기 공구의 자세 벡터 정보 중 k 성분값을 이용해, 상기 헤드유닛의 틸팅각도를 연산하는 단계 및 상기 헤드유닛의 틸팅각도와 상기 공구의 자세 벡터 정보 중 i 성분값 및 j 성분값을 이용해, 상기 테이블의 회전각도를 연산하는 단계를 포함한다.

[0010] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 5축 가공기의 후처리 시스템은, 피가공물을 고정한 채 Z축을 중심으로 회전하는 테이블과 상기 Z축에 대해 일정 각도로 기울어진 B축을 중심으로 회전하며 상기 피가공물을 가공하는 공구를 파지하는 헤드유닛을 포함하는 5축 가공기의 후처리 시스템에 있어서, 상기 공구의 자세 벡터 정보(i,j,k)를 포함하는 소스 파일을 입력받는 입력부와, 상기 공구의 자세 벡터 정보 중 k 성분값을 이용해, 상기 헤드유닛의 틸팅각도를 연산하는 틸팅각도연산부와, 상기 공구의 자세 벡터 정보 중 i 성분값 및 j 성분값과 상기 틸팅각도연산부가 연산한 상기 헤드유닛의 틸팅각도를 이용해, 상기 테이블의 회전각도를 연산하는 회전각도연산부를 포함한다.

[0011] 기타 실시예의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

[0012] 본 발명의 실시예들에 의하면 적어도 다음과 같은 효과가 있다.

[0013] 비직교 헤드 틸팅 타입의 5축 가공기에 대한 독자적인 후처리 방법 및 시스템을 확보하여 5축 가공을 위한 후처리 방법 및 시스템의 확장성 및 활용성을 향상한다.

[0014] 또한 헤드 틸팅에 따른 피봇 거리(pivot length)를 고려한 공구의 첨단 좌표를 보정하는 기능을 통해 피봇 거리 보정 기능이 없는 5축 가공기에 유용하게 적용될 수 있다.

[0015] 본 발명에 따른 효과는 이상에서 예시된 내용에 의해 제한되지 않으며, 더욱 다양한 효과들이 본 명세서 내에

포함되어 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 후처리 시스템이 적용되는 비직교 헤드 틸팅 타입의 5축 가공기의 일례를 도시한 사시도이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 후처리 시스템을 도시한 블록도이다.

도 3은 u_k 값과[수학식 10]의 아크코사인 값의 함수 관계를 나타낸 그래프를 도시한 도면이다.

도 4는 아크코사인 그래프를 도시한 도면이다.

도 5 내지 도 8은 공구의 방향 벡터 중, i 성분, j 성분의 부호에 따른 합성벡터를 XY평면 상에 도시한 도면이다.

도 9는 B축을 중심으로 틸팅되는 헤드유닛의 끝점의 궤적을 도시한 도면이다.

도 10은 본 발명의 실시예에 따른 후처리 방법을 도시한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 실시예는 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 도면에서의 요소의 형상 등은 보다 명확한 설명을 위하여 과장되게 표현된 부분이 있을 수 있으며, 도면 상에서 동일 부호로 표시된 요소는 동일 요소를 의미한다.

[0018] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 후처리 시스템이 적용되는 비직교 헤드 틸팅 타입의 5축 가공기의 일례를 도시한 사시도이다.

[0019] 도 1에 도시된 바와 같이, 일례에 따른 비직교 헤드 틸팅 타입의 5축 가공기(100)는 베이스(10), 제1슬라이더(20), 제2슬라이더(30), 제3슬라이더(40), 헤드유닛(50) 및 공구(51)를 포함한다.

[0020] 베이스(10)는 5축 가공기(100)를 지면 등에 고정하는 지지부재이다.

[0021] 베이스(10)의 상부에는 제1슬라이더(20)와 제2슬라이더(30)가 구비될 수 있으며, 베이스(10)와 제1슬라이더(20)의 사이에는 제1가이드(21)가 구비되고, 베이스(10)와 제2슬라이더(30) 사이에는 제2가이드(31)가 구비될 수 있다.

[0022] 제1가이드(21)는 X축에 평행하게 형성되어 제1슬라이더(20)가 베이스(10) 상에서 X축을 따라 이동하도록 안내한다.

[0023] 제1슬라이더(20)는 테이블(22)을 포함하며, 테이블(22)은 피가공물(60)을 안착 및 고정하기 위한 구성요소로서, Z축과 평행한 C축을 중심으로 회전 가능하게 제1슬라이더(20)에 결합된다.

[0024] 이를 위해, 제1슬라이더(20)의 내측으로 테이블(22)의 하부에는 테이블(22)을 회전시키는 회전 모터(23)가 구비될 수 있으며, 테이블(22)의 상부면에는 피가공물(60)을 고정하기 위한 고정편(24)이 구비될 수 있다.

[0025] 따라서, 피가공물(60)을 지지한 채, C축을 중심으로 소정 각도로 회전 제어되며 제1슬라이더(20)와 함께 X축을 따라 이동할 수 있다. C축은 Z축과 평행한 채로 제1슬라이더(20)와 함께 이동한다.

[0026] 한편, 제2슬라이더(30)는 Z축 방향으로 대략 수직하게 설치될 수 있으며, 제2가이드(31)는 Y축에 평행하게 형성되어 제2슬라이더(30)가 베이스(10) 상에서 Y축을 따라 이동하도록 안내할 수 있다.

[0027] 제3슬라이더(40)는 제2슬라이더(30)에 결합되며, 제2슬라이더(30)와 제3슬라이더(40) 사이에는 제3가이드(41)가 구비된다.

[0028] 제3가이드(41)는 제2슬라이더(30)의 일면에 Z축에 평행하게 형성되어, 제3슬라이더(40)가 제2슬라이더(30) 상에서 Z축을 따라 이동하도록 안내한다.

[0029] 제3슬라이더(40)의 일측에는 공구(51)를 파지하는 헤드유닛(50)이 결합된다. 헤드유닛(50)은 대략 테이블(22)의 상부에 위치할 수 있으며, 테이블(22)의 회전축인 C축과 일정 각도를 이루는 B축을 중심으로 회전 가능하게 구

비될 수 있다. B축은 XZ 평면 상에 위치하며 Z축과 45도 각도를 이루는 가상의 축일 수 있다.

[0030] 따라서, 도 1에 도시된 5축 가공기(100)는 테이블(22)을 포함하는 제1슬라이더(20)가 X축 방향 자유도를 제공하고, 제2슬라이더(30)가 Y축 방향 자유도를 제공하며, 제3슬라이더(40)가 Z축 방향 자유도를 제공하며, 테이블(22)이 C축을 중심으로 하는 회전 자유도를 제공하고, 헤드유닛(50)이 B축을 중심으로 하는 회전 자유도를 제공하므로, 총 5개의 자유도를 갖게 된다.

[0031] 한편, 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 후처리 시스템을 도시한 블록도이다.

[0032] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 후처리 시스템(200)은 입력부(210), 틸팅각도연산부(220), 회전각도연산부(230), 좌표변환연산부(250), 피봇보정연산부(240) 및 제어 명령 생성부(260)를 포함한다.

[0033] 입력부(210)는 5축 가공기(100)의 헤드유닛(50)에 장착되어 피가공물(60)을 가공하는 공구(51)의 자세 벡터 정보(i,j,k)와 공구의 첨단 좌표 정보(x,y,z)가 포함된 소스 파일을 입력받으며, 이를 위해 입력부(210)는 사용자에게 소스 파일을 선택할 수 있는 환경을 제공할 수 있다.

[0034] 소스 파일은 피가공물(60)을 가공하기 위해 공구가 지나가는 궤적에 대응하는 공구(51)의 자세 벡터 정보(i,j,k)와 공구의 첨단 좌표 정보(x,y,z)를 포함하며, 일반적으로 소스 파일은 공구의 가공 경로를 연산하여 생성하는 소프트웨어 등을 통해 생성된다. 예를 들어, 소스 파일은 카티아, 하이퍼밀 등의 프로그램에서 생성된 파일일 수 있다.

[0035] 또한, 입력부(210)는 사용자에게 소스 파일의 변환 형태를 선택할 수 있는 환경을 제공할 수 있다. 예를 들어, 입력부(210)는 소스 파일을 일반적인 NC(Numerical Control) code로 변환할 것인지, 또는 RTCP(Rotating Tool Center Point) 기능을 지원한 NC code로 변환할 것인지를 선택하도록 할 수 있다. RTCP 기능을 지원하는 경우에는 테이블(22)이 C축을 중심으로 회전하면 좌표축이 함께 회전 변환되어, 테이블(22)의 회전량에 따라 좌표축 상의 공구(51)의 좌표가 변환된다.

[0036] 한편, 틸팅각도연산부(220)와 회전각도연산부(230)는 소스 파일에 포함된 공구(51)의 자세 벡터 정보(i,j,k)를 이용해 각각 헤드유닛(50)의 틸팅각도(Θ)와 테이블(22)의 회전각도(ϕ)를 연산한다.

[0037] 즉, 소스 파일에 포함된 공구(51)의 각 자세 벡터 정보(i,j,k)에 대응하도록, 헤드유닛(50)의 틸팅각도(Θ)와 테이블(22)의 회전각도(ϕ)를 연산하는 것이다.

[0038] 이하에서는, 공구(51)의 자세 벡터 정보(i,j,k)와 헤드유닛(50)의 틸팅각도(Θ) 및 테이블(22)의 회전각도(ϕ) 사이의 관계식을 도출하는 과정에 대해 설명한다.

[0039] 테이블(22)의 회전에 따른 공구(51)의 자세 벡터의 회전변환은 아래의 [수학식 1]과 같이 표현할 수 있다.

수학식 1

[0040]
$$[\,u_i \;\; u_j \;\; u_k \;\; 1\,]\begin{bmatrix} \cos\phi & \sin\phi & 0 & 0 \\ -\sin\phi & \cos\phi & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

[0041] $[u_i \; u_j \; u_k \; 1]$은 공구의 자세 벡터를 표현하는 행렬식이며, ϕ는 Z축을 중심으로 하는 테이블의 회전각도를 의미한다.

[0042] 헤드유닛(50)의 틸팅에 따른 공구(51)의 자세 벡터의 회전변환은 아래의 [수학식 2]과 같이 표현할 수 있다.

수학식 2

[0043]
$$[0\ 0\ 1\ 1]\begin{bmatrix}1 & 0 & 0 & 0\\ 0 & \cos 45 & \sin 45 & 0\\ 0 & -\sin 45 & \cos 45 & 0\\ 0 & 0 & 0 & 1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\cos\theta & \sin\theta & 0 & 0\\ -\sin\theta & \cos\theta & 0 & 0\\ 0 & 0 & 1 & 0\\ 0 & 0 & 0 & 1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}1 & 0 & 0 & 0\\ 0 & \cos 45 & -\sin 45 & 0\\ 0 & \sin 45 & \cos 45 & 0\\ 0 & 0 & 0 & 1\end{bmatrix}$$

[0044] [0 0 1 1]은 헤드유닛(50)의 초기 위치에 장착되는 공구(51)의 자세벡터를 표현하며, Θ는 B축을 중심으로 하는 헤드유닛(50)의 틸팅각도를 의미한다. [수학식 2]는 공구(51)의 초기 자세벡터를 45도 회전변환하여 B축을 Z축에 일치시키고, 틸팅 각도(Θ)만큼 회전변환한 후, 다시 -45도 회전변환하여, Z축에 일치시킨 B축을 다시 되돌려 놓는 개념이다.

[0045] 테이블(22) 상의 피가공물(60)을 가공하는 공구(51)의 자세와 헤드유닛(50)에 장착되는 공구(51)의 자세는 일치하여야 하므로, [수학식 1]과 [수학식 2]의 결과값 역시 일치하여야 한다. [수학식 1]과 [수학식 2]를 각각 정리한 후, 등식 관계로 표현하면 다음 [수학식 3]과 같다.

수학식 3

[0046]
$$[\,u_i\cos\phi - u_j\sin\phi \quad u_i\sin\phi + u_j\cos\phi \quad u_k \quad 1\,] =$$

[0047]
$$[\,\sin 45\sin\theta \quad -\sin 45\cos 45\cos\theta + \cos 45\sin 45 \quad \sin^2 45\cos\theta + \cos^2 45 \quad 1\,]$$

[0048] 그리고, [수학식 3]의 행렬의 각 성분 별 등식 관계를 정리하면 다음 [수학식 4], [수학식 5] 및 [수학식 6]과 같다.

수학식 4

[0049]
$$u_i\cos\phi - u_j\sin\phi = \frac{1}{\sqrt{2}}\sin\theta$$

수학식 5

[0050]
$$u_i\sin\phi + u_j\cos\phi = -\frac{1}{2}\cos\theta + \frac{1}{2}$$

수학식 6

[0051]
$$u_k = \frac{1}{2}\cos\theta + \frac{1}{2}$$

[0052] 우선, 헤드유닛(50)의 틸팅각도(Θ)는 [수학식 6]에 의해 다음 [수학식 7]로 정리된다.

수학식 7

$$\theta = \cos^{-1}\left(\frac{u_k - 0.5}{0.5}\right)$$

[0053]

[0054] u_k는 공구(51)의 자세 벡터 중, k 성분이다.

[0055] 테이블(22)의 회전각도(ϕ)는 [수학식 4]를 이용해 정리될 수 있는데, 이를 위해 삼각함수 합성법을 이용한다.

[0056] 공구(51)의 자세 벡터 중, i 성분인 u_i와 j 성분인 u_j의 합성벡터의 방향각을 β라 할 때, β에 대한 삼각함수는 다음 [수학식 8]과 같이 정리된다(도 4 참고).

수학식 8

$$\sin\beta = \frac{u_j}{\sqrt{u_i^2 + u_j^2}}$$

[0057]

$$\cos\beta = \frac{u_i}{\sqrt{u_i^2 + u_j^2}}$$

[0058]

[0059] [수학식 8]을 이용해 [수학식 4]를 정리하면, 다음 [수학식 9]와 같다.

수학식 9

$$u_i\cos\phi - u_j\sin\phi = \frac{1}{\sqrt{2}}\sin\theta$$

[0060]

$$\frac{u_i}{\sqrt{u_i^2 + u_j^2}}\cos\phi - \frac{u_j}{\sqrt{u_i^2 + u_j^2}}\sin\phi = \frac{1}{\sqrt{u_i^2 + u_j^2}}\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\sin\theta\right)$$

[0061]

$$\cos\beta\cos\phi - \sin\beta\sin\phi = \frac{1}{\sqrt{u_i^2 + u_j^2}}\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\sin\theta\right)$$

[0062]

$$\cos(\beta + \phi) = \frac{1}{\sqrt{u_i^2 + u_j^2}}\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\sin\theta\right)$$

[0063]

[0064] 따라서 테이블(22)의 회전각도(ϕ)는 다음 [수학식 10]과 같이 정리될 수 있다.

수학식 10

$$\phi = \cos^{-1}\left(\frac{1}{\sqrt{u_i^2+u_j^2}}\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\sin\theta\right)\right)-\beta$$

[0065]

[0066] [수학식 10]의 '아크코사인' 항은 다음 [수학식 11]과 같이 정리될 수 있다.

수학식 11

$$\cos^{-1}\left(\frac{1}{\sqrt{u_i^2+u_j^2}}\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\sin\theta\right)\right)=\cos^{-1}\left(\frac{1}{\sqrt{1+u_k^2}}\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\sin\left(\cos^{-1}\left(\frac{u_k-0.5}{0.5}\right)\right)\right)\right)$$

[0067]

[0068] 따라서, '아크코사인' 항은 u_k에 종속되어 u_k에 따라 그 값이 결정된다. 도 3은 u_k값과[수학식 10]의 아크코사인 값의 함수 관계를 나타낸 그래프를 도시한 도면이다.

[0069] 한편, [수학식 10]의 'β'항은 [수학식 8]을 이용해 다음 [수학식 12]와 같이 정리된다.

수학식 12

$$\beta = \cos^{-1}\left(\frac{u_i}{\sqrt{u_i^2+u_j^2}}\right)$$

[0070]

[0071] 도 4는 아크코사인 그래프를 도시한 도면이고, 도 5 내지 도 8은 공구의 방향 벡터 중, i 성분, j 성분의 부호에 따른 합성벡터를 XY평면 상에 도시한 도면이다.

[0072] 도 4에 도시된 바와 같이, 아크코사인은 0(0°)부터 π(180°)까지만 표현된다. 그러나, 도 5 내지 도 8에 도시된 바와 같이 β값은 공구(51)의 방향 벡터 중 i 성분인 u_i와, j 성분인 u_j의 부호에 따라 0(0°)부터 2π(360°)까지의 값을 갖는다.

[0073] 따라서, u_i와 u_j의 부호 및 β값을 고려하여, 다음과 같이 β값을 정리할 수 있다.

[0074] 1) $u_i=0$, $u_j\neq0$ 인 경우,

[0075] $\beta=\cos^{-1}(0)$이고, β=π/2 또는 β=90° 로 정의된다.

[0076] 2) $u_i=0$, $u_j=0$ 인 경우,

[0077] β=0 또는 β=0° 로 정의되며, [수학식 10]의 '아크코사인' 항의 값도 0 또는 0° 로 정의된다.

[0078] 3) $u_i > 0$, $u_j \geq 0$ 인 경우,

[0079] 이 경우에는, 도 5에 도시된 바와 같이, u_i 및 u_j 의 합성벡터가 XY평면의 1사분면 상에 위치하고, β값은 0 과 π/2(90°) 사이에 존재하게 된다.

[0080] 이 경우는 β값으로 [수학식 12]을 그대로 이용하면 된다.

[0081] 4) $u_i < 0$, $u_j \geq 0$ 인 경우,

[0082] 이 경우에는, 도 6에 도시된 바와 같이, u_i 및 u_j 의 합성벡터가 XY평면의 2사분면 상에 위치하고, β값은 π/2(90°)과 π(180°) 사이에 존재하게 된다.

[0083] 이 경우는 β값으로 다음의 [수학식 13]을 이용한다.

수학식 13

[0084]
$$\beta = \pi - \cos^{-1}\left(\frac{-u_i}{\sqrt{u_i^2+u_j^2}}\right)$$

[0085] 5) $u_i < 0$, $u_j < 0$ 인 경우,

[0086] 이 경우에는, 도 7에 도시된 바와 같이, u_i 및 u_j 의 합성벡터가 XY평면의 3사분면 상에 위치하고, β값은 π(180°)와 3π/2(270°)사이에 존재하게 된다.

[0087] 이 경우는 β값으로 다음의 [수학식 14]를 이용한다.

수학식 14

[0088]
$$\beta = \pi + \cos^{-1}\left(\frac{-u_i}{\sqrt{u_i^2+u_j^2}}\right)$$

[0089] 또는 β값을 음의 값으로 표현할 필요가 있는 경우, 즉 -π/2(-90°)과 -π(-180°) 사이에 존재하는 것으로 표현할 필요가 있는 경우에는 β값으로 다음의 [수학식 15]를 이용한다.

수학식 15

[0090]
$$\beta = -\pi + \cos^{-1}\left(\frac{-u_i}{\sqrt{u_i^2+u_j^2}}\right)$$

[0091] 6) $u_i > 0$, $u_j < 0$ 인 경우,

[0092] 이 경우에는, 도 8에 도시된 바와 같이, u_i 및 u_j 의 합성벡터가 XY평면의 4사분면 상에 위치하고, β값은 3π/2(270°)와 2π(360°) 사이에 존재하게 된다.

[0093] 이 경우는 β값으로 다음의 [수학식 16]를 이용한다.

수학식 16

[0094]
$$\beta = 2\pi - \cos^{-1}\left(\frac{-u_i}{\sqrt{u_i^2+u_j^2}}\right)$$

[0095] 또는 β값을 음의 값으로 표현할 필요가 있는 경우, 즉 0 과 -π/2(-90°) 사이에 존재하는 것으로 표현할 필요

가 있는 경우에는 β값으로 다음의 [수학식 17]를 이용한다.

수학식 17

$$\beta = -\cos^{-1}\left(\frac{-u_i}{\sqrt{u_i^2+u_j^2}}\right)$$

[0096]

[0097] 상술한 바와 같이, 테이블(22) 상의 피가공물(60)을 가공하는 공구(51)의 자세와 헤드유닛(50)에 장착되는 공구(51)의 자세가 일치함을 전제로 [수학식 1] 내지 [수학식 17]의 수식을 전개하여, 헤드유닛(50)의 틸팅각도(Θ)과 테이블(22)의 회전각도(ϕ)에 대한 관계식을 도출하였다.

[0098] 따라서, 틸팅각도연산부(220)는 공구(51)의 자세 벡터 정보(i,j,k) 중 k 성분값(u_k)과 [수학식 7]을 이용해 헤드유닛(50)의 틸팅각도(Θ)를 연산한다.

[0099] 또한, 회전각도연산부(230)는, 공구(51)의 자세 벡터 정보(i,j,k) 와 [수학식 10] 내지 [수학식 17]을 이용하거나, 공구(51)의 자세 벡터 정보(i,j,k), 틸팅각도연산부(220)가 연산한 헤드유닛(50)의 틸팅각도(Θ) 및 [수학식 10] 내지 [수학식 17]을 이용해 테이블(22)의 회전각도(ϕ)를 연산한다.

[0100] 한편, 좌표변환연산부(250)는 공구의 첨단 좌표 정보(x,y,z)를 이용해 테이블(22)의 회전에 따라 변환되는 공구(51)의 변환 첨단 좌표(x', y', z')를 연산한다.

[0101] 입력부(210)가 사용자에게 제공한 소스 파일의 변환 형태를 선택할 수 있는 환경에서 사용자가 소스 파일을 일반적인 NC code로 변환하는 것으로 선택하는 경우에, 공구(51)의 변환 첨단 좌표(x', y', z')는 다음 [수학식 18]과 같이 표현될 수 있다.

수학식 18

$$[x'\ y'\ z'\ 1] = [x\ y\ z\ 1]\begin{bmatrix}\cos\phi & \sin\phi & 0 & 0\\ -\sin\phi & \cos\phi & 0 & 0\\ 0 & 0 & 1 & 0\\ 0 & 0 & 0 & 1\end{bmatrix}$$

[0102]

[0103] [x' y' z' 1]은 회전변환된 공구(51)의 변환 첨단 좌표(x', y', z')를 표현하는 행렬식이고, [x y z 1]는 소스 파일에서 제공된 공구(51)의 첨단 좌표(x,y,z)를 표현하는 행렬식이며, ϕ 는 Z축을 중심으로 하는 테이블의 회전각도를 의미한다.

[0104] [수학식 18]을 전개하여 행렬의 각 성분별 등식 관계를 정리하면 다음 [수학식 19]과 같다.

수학식 19

$$x' = x\cos\phi - y\sin\phi$$

$$y' = x\sin\phi + y\cos\phi$$

[0105]

$$z' = z$$

[0106] 또는 입력부(210)가 사용자에게 제공한 소스 파일의 변환 형태를 선택할 수 있는 환경에서 사용자가 소스 파일을 RTCP 기능을 지원한 NC code로 변환하는 것으로 선택하는 경우에, 공구(51)의 변환 첨단 좌표(x', y', z')는 다음 [수학식 20]과 같이 표현될 수 있다.

수학식 20

$$x' = x$$

$$y' = y$$

[0107] $$z' = z$$

[0108] 이는 RTCP 기능을 활성화한 경우에는 테이블(22)이 회전할 때 공구(51)의 위치를 결정하는 이동 좌표축이 함께 회전하므로, 테이블(22)의 회전에 따라 변환되는 공구(51)의 좌표를 별도로 정의할 필요가 없기 때문이다. 따라서, RTCP 기능을 활성화한 경우에는 소스 파일에 포함된 공구(51)의 첨단 좌표 정보(x,y,z)를 그대로 사용되면 된다.

[0109] 따라서, 좌표변환연산부(250)는, 소스 파일을 일반적인 NC code로 변환하는 경우에는 [수학식 19]에 따라 공구(51)의 변환 첨단 좌표(x', y', z')를 연산하고, 소스 파일을 RTCP 기능을 지원한 NC code로 변환하는 경우에는 [수학식 20]에 따라 공구(51)의 변환 첨단 좌표(x', y', z')를 연산하거나, 별도의 연산과정이 없이 소스 파일에 포함된 공구(51)의 첨단 좌표 정보(x,y,z)를 그대로 사용할 수 있다.

[0110] 한편, 피봇보정연산부(240)는 헤드유닛(50)의 피봇길이(L)를 감안하여 좌표변환연산부(250)가 연산한 공구(51)의 변환 첨단 좌표(x', y', z') 또는 공구(51)의 첨단 좌표 정보(x,y,z)를 보정한다.

[0111] 도 9는 B축을 중심으로 틸팅되는 헤드유닛의 끝점의 궤적을 도시한 도면이다.

[0112] 도 9에 도시된 바와 같이, 피봇길이(L)는 피봇포인트(PP)에서 헤드유닛(50)의 끝점까지의 거리를 의미한다. 헤드유닛(50)이 B축을 중심으로 틸팅되지만, 실질적으로 존재하는 헤드유닛(50)의 부피로 인해 피봇포인트(PP)에서 헤드유닛(50)의 끝점사이에는 피봇길이(L)가 존재하며, 이로 인해 헤드유닛(50)의 틸팅 과정에서 공구(51)의 실제 첨단 위치와 연산된 첨단 위치에 차이가 발행할 수 있다.

[0113] 유사 타입의 가공기라 할지라도 가공기의 사이즈에 따라 피봇길이는 달라지며, 일부 가공기의 경우에는 자체적으로 피봇길이를 보정하는 기능을 포함하나 그렇지 않은 가공기도 다수 존재한다.

[0114] 따라서, 피봇길이를 보정하는 기능을 포함하지 않은 가공기에 대해서도 적용되는 후처리 시스템을 제공하기 위해 본 발명의 실시예에 따른 후처리 시스템(200)은 헤드유닛(50)의 피봇길이(L)를 감안하여 공구(51)의 첨단 좌표 정보(x,y,z) 또는 변환 첨단 좌표(x', y', z')를 보정하는 피봇보정연산부(240)를 포함한다.

[0115] 따라서, 피봇보정연산부(240)는 그 기능이 선택적으로 활성화될 수 있으며, 이는 사용자의 선택에 의해 활성화/비활성화되거나, 후처리 시스템(200)이 적용되는 가공기에 피봇길이를 보정하는 기능이 포함되었는지 여부를 감지하여 자동적으로 활성화/비활성화되도록 구비될 수 있다.

[0116] 피봇보정연산부(240)는 피봇길이를 보정하는 기능이 포함되었는지 여부를 자동으로 감지하기 위해 피봇길이를 보정하는 기능이 포함된 가공기들에 대한 정보를 분류하여 저장한 데이터베이스를 구비할 수 있다.

[0117] 이하에서는, 헤드유닛(50)의 틸팅에 따른 피봇길이(L)의 보정치를 도출하는 과정에 대해 설명한다.

[0118] 헤드유닛(50)의 초기 위치를 영점(0)에 두고, B축을 중심으로 틸팅될 때 헤드유닛(50)의 끝점의 궤적을 나타내는 수식은 다음의 [수학식 21]과 같다.

수학식 21

[0119] $$P[x\ y\ z\ 1]$$

[0120] $$=[0\ 0\ 0\ 1]\begin{bmatrix}1&0&0&0\\0&1&0&0\\0&0&1&0\\0&0&L&1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}1&0&0&0\\0&\cos\alpha&\sin\alpha&0\\0&-\sin\alpha&\cos\alpha&0\\0&0&0&1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\cos\theta&\sin\theta&0&0\\-\sin\theta&\cos\theta&0&0\\0&0&1&0\\0&0&0&1\end{bmatrix}\begin{bmatrix}1&0&0&0\\0&1&0&0\\0&0&1&0\\0&0&-L&1\end{bmatrix}$$

[0121] L은 피봇길이를 의미하고, α는 헤드유닛(50)의 틸팅 중심축인 B축과 테이블(22)의 회전 중심축인 C축 사이의 각도를 의미하며, Θ는 헤드유닛(50)의 틸팅각도를 의미한다.

[0122] [수학식 21]을 정리하면, 피봇길이(L)에 의한 보정량은 다음 [수학식 22]로 표현된다.

수학식 22

$$x'=Lsin\alpha\sin\theta$$

$$y'=Lcos\alpha\sin\alpha(1-\cos\theta)$$

[0123] $$z'=L(\sin^2\alpha\cos\theta+\cos^2\alpha)-L$$

[0124] 피봇보정연산부(240)는 좌표변환연산부(250)가 연산한 공구(51)의 변환 첨단 좌표(x', y', z')에 [수학식 22]의 피봇길이(L)에 의한 보정량를 적용하여 다음 [수학식 23]과 같이 최종적인 공구(51)의 보정 첨단 좌표(x",y",z")를 연산할 수 있다.

수학식 23

$$x''=x'-Lsin\alpha\sin\theta$$

$$y''=y'-Lcos\alpha\sin\alpha(1-\cos\theta)$$

[0125] $$z''=z'-L(\sin^2\alpha\cos\theta+\cos^2\alpha)-L$$

[0126] 본 실시예에 따른 후처리 시스템(200)이 도 1에 도시된 5축 가공기(100)에 적용되는 경우, 헤드유닛(50)의 틸팅 중심축인 B축과 테이블(22)의 회전 중심축인 C축 사이의 각도(α)로 45° (π/4)를 적용하고, 피봇길이로 99.935를 적용하면, [수학식 23]는 다음 [수학식 24]과 같이 표현된다.

수학식 24

$$x''=x'-99.935\sin45\sin\theta$$

$$y''=y'-99.935\cos45\sin45(1-\cos\theta)$$

[0127] $$z''=z'-99.935(\sin^2 45\cos\theta+\cos^2 45)-99.935$$

[0128] 또는, 소스 파일을 RTCP 기능을 지원한 NC code로 변환하는 경우에 있어서, 좌표변환연산부(250)가 별도의 연산 과정이 없이 소스 파일에 포함된 공구(51)의 첨단 좌표 정보(x,y,z)를 그대로 사용하는 경우에, 피봇보정연산부(240)는 다음 [수학식 25]와 같이 최종적인 공구(51)의 보정 첨단 좌표(x",y",z")를 연산할 수 있다.

수학식 25

$$x''=x-L\sin\alpha\sin\theta$$

$$y''=y-L\cos\alpha\sin\alpha(1-\cos\theta)$$

[0129] $$z''=z-L(\sin^2\alpha\cos\theta+\cos^2\alpha)-L$$

[0130] 제어 명령 생성부(260)는 틸팅각도연산부(220)가 연산한 헤드유닛(50)의 틸팅각도(Θ), 회전각도연산부(230)가 연산한 테이블(22)의 회전각도(ϕ), 좌표변환연산부(250)가 연산한 공구(51)의 변환 첨단 좌표(x', y', z') 또는 소스 파일에서 제공된 공구(51)의 첨단 좌표(x,y,z), 피봇보정연산부(240)가 연산한 공구(51)의 보정 첨단 좌표(x",y",z")를 기초로 5축 가공기(100)를 실질적으로 제어하는 명령을 생성한다. 제어 명령 생성부(260)가 생성하는 결과물은 일반적인 NC code이거나, RTCP 기능을 지원하는 NC code일 수 있다.

[0131] 이하에서는, 본 발명의 실시예에 따른 후처리 방법에 대해 설명한다.

[0132] 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 후처리 방법을 도시한 순서도이다.

[0133] 도 10에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 후처리 방법은 소스 파일을 입력받는 단계(S11), 헤드유닛의 틸팅각도를 연산하는 단계(S12), u_i 및 u_j의 부호를 판단하는 단계(S13), 테이블의 회전각도를 연산하는 단계(S14), RTCP 활성화 여부를 판단하는 단계(S15), 공구의 변환 첨단 좌표를 연산하는 단계(S16), 피봇길이 보정 여부를 판단하는 단계(S17), 공구의 보정 첨단 좌표를 연산하는 단계(S18) 및 제어 명령을 생성하는 단계(S19)를 포함한다.

[0134] 소스 파일을 입력받는 단계(S11)에서는, 5축 가공기(100)의 헤드유닛(50)에 장착되어 피가공물(60)을 가공하는 공구(51)의 자세 벡터 정보(i,j,k)와 공구의 첨단 좌표 정보(x,y,z)가 포함된 소스 파일을 입력받는다.

[0135] 일반적으로 소스 파일은 공구의 가공 경로를 연산하여 생성하는 소프트웨어 등을 통해 생성되며, 예를 들어, 소스 파일은 카티아, 하이퍼밀 등의 프로그램에서 생성된 파일일 수 있다.

[0136] 헤드유닛의 틸팅각도를 연산하는 단계(S12)에서는, 소스 파일에 포함된 공구(51)의 자세 벡터 정보(i,j,k)를 이용해 헤드유닛(50)의 틸팅각도(Θ)를 연산하며, 연산식은 [수학식 7]과 같다.

[0137] [수학식 7]의 유도 과정은 [수학식 1] 내지 [수학식 6]을 통해 전술하였으므로 생략한다.

[0138] u_i 및 u_j의 부호를 판단하는 단계(S13)에서는, 공구(51)의 자세 벡터 중 i 성분인 u_i와 j 성분인 u_j의 부호를 판

단하는 단계로서, 1) $u_i=0$, $u_j\neq0$ 인 경우, 2) $u_i=0$, $u_j=0$ 인 경우, 3) $u_i>0$, $u_j\geq0$ 인 경우, 4) $u_i<0$, $u_j\geq0$ 인 경우, 5) $u_i<0$, $u_j<0$ 인 경우 및 6) $u_i>0$, $u_j<0$ 인 경우로 구별한다.

[0139] 테이블의 회전각도를 연산하는 단계(S14)에서는, u_i 및 u_j의 부호를 판단하는 단계(S13)에서 판단된 u_i 및 u_j의 부호에 따른 케이스와 공구(51)의 자세 벡터 정보(i,j,k)를 이용해 테이블(22)의 회전각도(φ)를 연산한다.

[0140] 또는 u_i 및 u_j의 부호에 따른 케이스와 공구(51)의 자세 벡터 정보(i,j,k) 및 헤드유닛(50)의 틸팅각도(Θ)를 이용해 테이블(22)의 회전각도(φ)를 연산할 수 있다.

[0141] 테이블(22)의 회전각도(φ)의 연산식은 [수학식 10]과 같다.

[0142] [수학식 10]의 '아크코사인' 항은 다음 [수학식 11]과 같이 정리될 수 있다.

[0143] 따라서, 테이블의 회전각도(φ)를 연산함에 있어, 헤드유닛(50)의 틸팅각도(Θ)에 대한 정보 없이, 공구(51)의 자세 벡터 정보(i,j,k)만으로도 연산하는 것이 가능하다.

[0144] [수학식 10]의 'β'항은 다음과 같이 정리된다.

[0145] 1) $u_i=0$, $u_j\neq0$ 인 경우,

[0146] $\beta=\cos^{-1}(0)$이고, $\beta=\pi/2$ 또는 $\beta=90°$ 로 정의된다.

[0147] 2) $u_i=0$, $u_j=0$ 인 경우,

[0148] $\beta=0$ 또는 $\beta=0°$ 로 정의되며, [수학식 10]의 '아크코사인' 항의 값도 0 또는 0° 로 정의된다.

[0149] 3) $u_i>0$, $u_j\geq0$ 인 경우,

[0150] 이 경우에는, 도 5에 도시된 바와 같이, u_i 및 u_j 의 합성벡터가 XY평면의 1사분면 상에 위치하고, β값은 0 과 $\pi/2$(90°) 사이에 존재하게 된다.

[0151] 이 경우는 β값으로 [수학식 12]를 이용한다.

[0152] 4) $u_i<0$, $u_j\geq0$ 인 경우,

[0153] 이 경우에는, 도 6에 도시된 바와 같이, u_i 및 u_j 의 합성벡터가 XY평면의 2사분면 상에 위치하고, β값은 $\pi/2$(90°)과 π(180°) 사이에 존재하게 된다.

[0154] 이 경우는 β값으로 [수학식 13]을 이용한다.

[0155] 5) $u_i<0$, $u_j<0$ 인 경우,

[0156] 이 경우에는, 도 7에 도시된 바와 같이, u_i 및 u_j 의 합성벡터가 XY평면의 3사분면 상에 위치하고, β값은 π(180°)와 $3\pi/2$(270°)사이에 존재하게 된다.

[0157] 이 경우는 β값으로 [수학식 14]를 이용한다.

[0158] 또는 β값을 음의 값으로 표현할 필요가 있는 경우, 즉 $-\pi/2$(-90°)과 -π(-180°) 사이에 존재하는 것으로 표현할 필요가 있는 경우에는 β값으로 [수학식 15]를 이용한다.

[0159] 6) $u_i>0$, $u_j<0$ 인 경우,

[0160] 이 경우에는, 도 8에 도시된 바와 같이, u_i 및 u_j 의 합성벡터가 XY평면의 4사분면 상에 위치하고, β값은 $3\pi/2$(270°)와 2π(360°) 사이에 존재하게 된다.

[0161] 이 경우는 β값으로 [수학식 16]를 이용한다.

[0162] 또는 β값을 음의 값으로 표현할 필요가 있는 경우, 즉 0 과 $-\pi/2$(-90°) 사이에 존재하는 것으로 표현할 필요가 있는 경우에는 β값으로 [수학식 17]를 이용한다.

[0163] RTCP 활성화 여부를 판단하는 단계(S15)에서는, 사용자가 소스 파일을 RTCP(Rotating Tool Center Point) 기능

을 지원한 NC code로 변환하는 것으로 선택하였는지 여부를 판단한다.

[0164] 이를 위해 입력부(210)는 사용자에게 소스 파일을 일반적인 NC(Numerical Control) code로 변환할 것인지, 또는 RTCP(Rotating Tool Center Point) 기능을 지원한 NC code로 변환할 것인지를 선택할 수 있는 환경을 제공할 수 있다.

[0165] 사용자가 소스 파일을 일반적인 NC(Numerical Control) code로 변환하는 것으로 선택한 경우에는, RTCP 기능이 비활성화 된 경우로서, 공구의 변환 첨단 좌표를 연산하는 단계(S16)로 진행하고, 사용자가 소스 파일을 RTCP(Rotating Tool Center Point) 기능을 지원한 NC code로 변환하는 것으로 선택한 경우에는, RTCP 기능이 활성화 된 경우로서, 피봇길이 보정여부를 판단하는 단계(S17)로 진행할 수 있다.

[0166] 공구의 변환 첨단 좌표를 연산하는 단계(S16)에서는 소스 파일에 포함된 공구의 첨단 좌표 정보(x,y,z)를 이용해 테이블(22)의 회전에 따라 변환되는 공구(51)의 변환 첨단 좌표(x', y', z')를 연산한다.

[0167] 사용자가 소스 파일을 일반적인 NC code로 변환하는 것으로 선택하는 경우에 있어서, 공구(51)의 변환 첨단 좌표(x', y', z')는 [수학식 19]에 의해 연산될 수 있다.

[0168] 피봇길이 보정여부를 판단하는 단계(S17)에서는, 본 실시예에 따른 후처리 방법이 적용되는 가공기가 피봇길이를 보정하는 기능을 제공하는지 여부를 판단한다.

[0169] 가공기가 피봇길이를 보정하는 기능을 제공하는 경우에는 제어 명령을 생성하는 단계(S19)로 진행하고, 가공기가 피봇길이를 보정하는 기능을 제공하지 않는 경우에는 공구의 보정 첨단 좌표를 연산하는 단계(S18)로 진행한다.

[0170] 가공기가 피봇길이를 보정하는 기능을 제공하는지 여부는 사용자가 미리 입력하거나, 해당 가공기의 모델명 등을 통해 판단될 수 있다.

[0171] 공구의 보정 첨단 좌표를 연산하는 단계(S18)에서는, 피봇길이(L)에 의한 보정량를 적용하여 공구(51)의 보정 첨단 좌표(x",y",z")를 연산한다.

[0172] 좌표변환연산부(250)가 테이블(22)의 회전에 따른 공구(51)의 변환 첨단 좌표(x', y', z')를 연산한 경우에는 [수학식 23]에 의해 공구(51)의 보정 첨단 좌표(x",y",z")를 연산할 수 있다.

[0173] 또는, 소스 파일을 RTCP 기능을 지원한 NC code로 변환하는 경우에 있어서, 좌표변환연산부(250)가 별도의 연산 과정이 없이 소스 파일에 포함된 공구(51)의 첨단 좌표 정보(x,y,z)를 그대로 사용하는 경우에, 피봇보정연산부(240)는 [수학식 25]에 의해 공구(51)의 보정 첨단 좌표(x",y",z")를 연산할 수 있다.

[0174] 제어 명령을 생성하는 단계(S19)에서는, 앞서 연산된 헤드유닛(50)의 틸팅각도(Θ), 테이블(22)의 회전각도(Φ), 공구(51)의 변환 첨단 좌표(x', y', z') 또는 소스 파일에서 제공된 공구(51)의 첨단 좌표(x,y,z) 또는 공구(51)의 보정 첨단 좌표(x",y",z")를 기초로 5축 가공기(100)를 실질적으로 제어하는 명령을 생성한다. 제어 명령을 생성하는 단계(S19)에서 생성되는 결과물은 일반적인 NC code이거나, RTCP 기능을 지원하는 NC code일 수 있다.

[0175] 따라서, 전술한 본 발명의 실시예에 따른 후처리 시스템 및 후처리 방법에 의하면, 비직교 헤드 틸팅 타입의 5축 가공기의 테이블 회전 각도와 공구를 파지하는 헤드유닛의 틸팅각도, 그리고 공구의 첨단 좌표에 대한 독자적인 연산 방법을 확보할 수 있다.

[0176] 또한, 소스 파일을 일반적인 NC code 또는 RTCP 기능을 지원하는 NC code로 선택하여 생성하는 것을 지원하므로 비직교 헤드 틸팅 타입의 5축 가공기에 대한 후처리 방법 및 시스템의 확장성 및 활용성을 향상할 수 있다.

[0177] 또한, 피봇 거리 보정 기능을 포함하는 5축 가공기는 물론, 그 기능을 포함하지 않는 5축 가공기에 대해서도 후처리 방법 및 시스템이 적용 가능하므로 비직교 헤드 틸팅 타입의 5축 가공기에 대한 후처리 방법 및 시스템의 확장성 및 활용성을 향상할 수 있다.

[0178] 앞에서 설명되고, 도면에 도시된 본 발명의 일 실시예는, 본 발명의 기술적 사상을 한정하는 것으로 해석되어서는 안 된다. 본 발명의 보호범위는 청구범위에 기재된 사항에 의하여만 제한되고, 본 발명의 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상을 다양한 형태로 개량 변경하는 것이 가능하다. 따라서 이러한 개량 및 변경은 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것인 한 본 발명의 보호범위에 속하게 될 것이다.

부호의 설명

[0179] 100 : 5축 가공기

10: 베이스 20: 제1슬라이더

21: 제1가이드 22: 테이블

23: 회전 모터 30: 제2슬라이더

31: 제2가이드 40: 제3슬라이더

41: 제3가이드 50: 헤드유닛

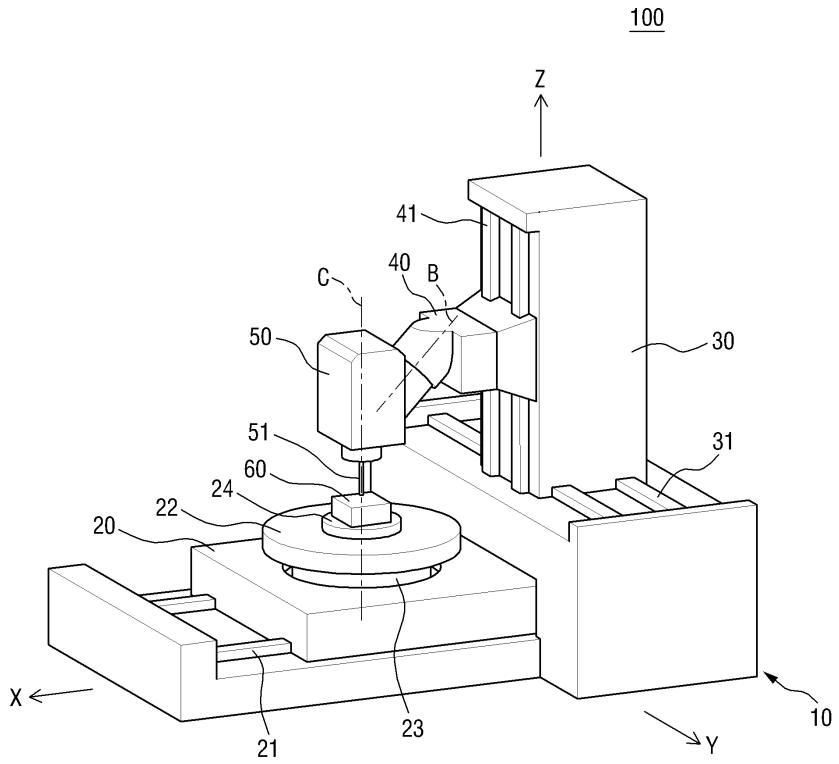
51: 공구 60: 피가공물

0: 영점 L: 피봇길이

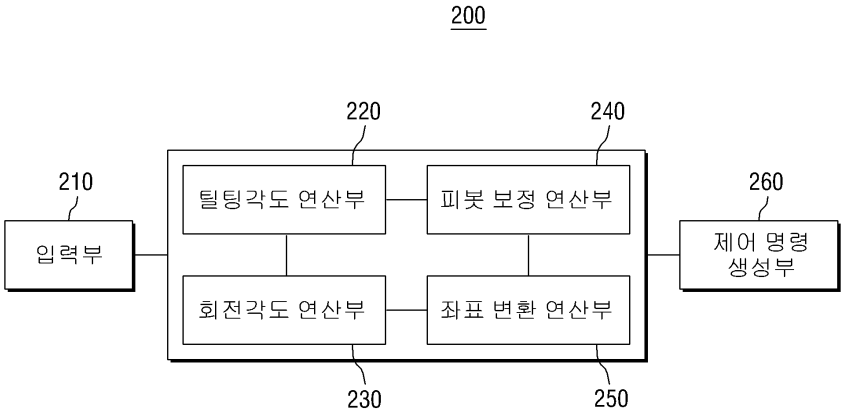
PP: 피봇포인트

도면

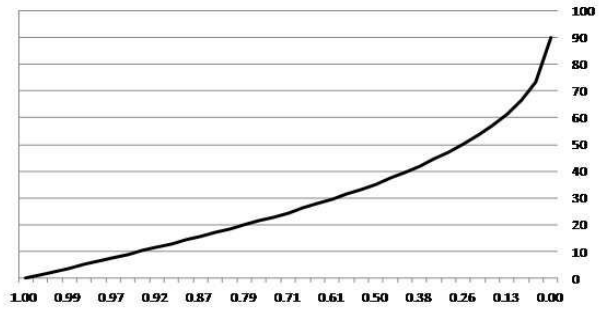
도면1



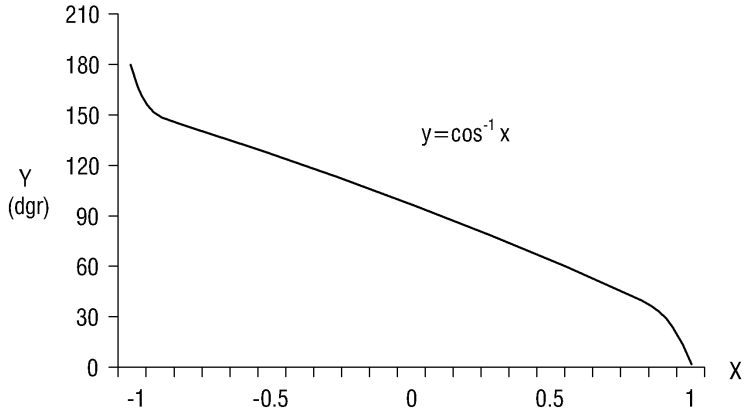
도면2


200
220
240
210
260
틸팅각도 연산부
피봇 보정 연산부
입력부
제어 명령
생성부
회전각도 연산부
좌표 변환 연산부
230
250

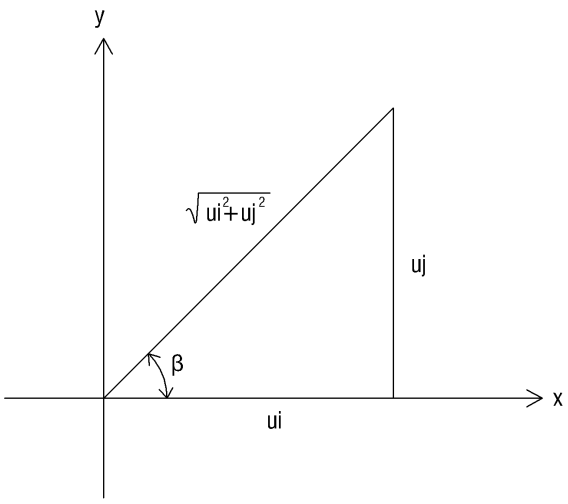
도면3


100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
1.00
0.99
0.97
0.92
0.87
0.79
0.71
0.61
0.50
0.38
0.26
0.13
0.00

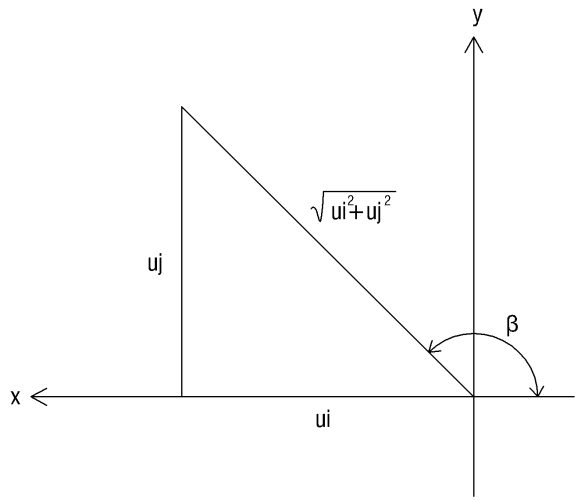
도면4


210
180
150
120
90
60
30
0
Y
(dgr)
y=cos-1 x
X
-1
-0.5
0
0.5
1

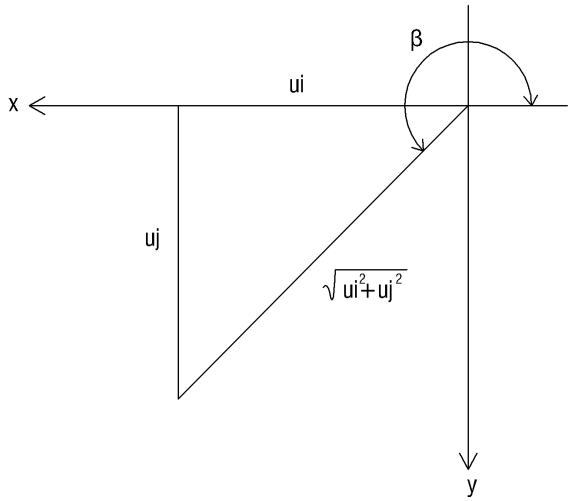
도면5



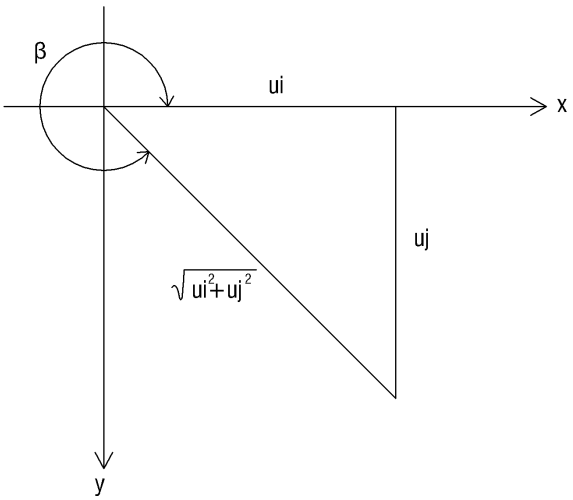
도면6



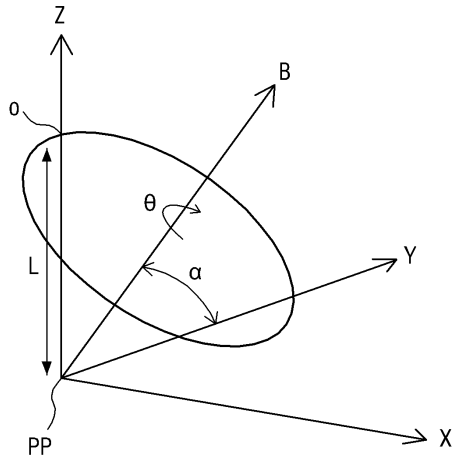
도면7



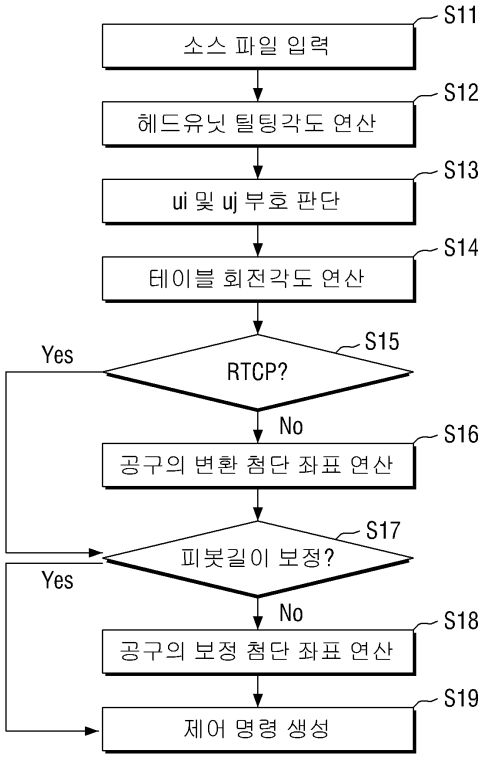
도면8



도면9


Z
B
o
θ
Y
L
α
PP
X

도면10


S11
소스 파일 입력
S12
헤드유닛 틸팅각도 연산
S13
ui 및 uj 부호 판단
S14
테이블 회전각도 연산
S15
RTCP?
Yes
No
S16
공구의 변환 첨단 좌표 연산
S17
피봇길이 보정?
Yes
No
S18
공구의 보정 첨단 좌표 연산
S19
제어 명령 생성