



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0029883
(43) 공개일자 2013년03월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23K 37/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0093257

(22) 출원일자 2011년09월16일

심사청구일자 2011년09월16일

(71) 출원인

대우조선해양 주식회사

서울특별시 중구 남대문로 125 (다동)

(72) 발명자

조영식

경기도 시흥시 능곡동 782 신안인스빌아파트
1206-101

(74) 대리인

김홍진

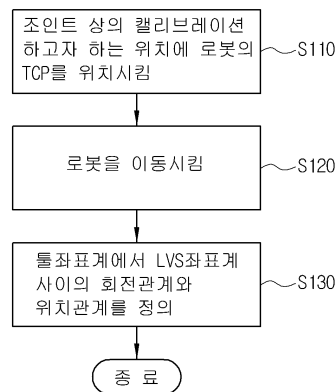
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 **작업 조인트를 이용한 레이저비전시스템의 캘리브레이션 방법**

(57) 요약

본 발명은 작업 조인트를 이용한 레이저비전시스템의 캘리브레이션 방법에 관한 것으로서, 조인트 상의 캘리브레이션하고자 하는 위치에 로봇의 TCP(Tool Center Point)를 위치시키는 단계와; 레이저가 TCP가 위치된 곳을 조사하도록 로봇을 이동시키는 단계와; 레이저비전시스템에서 조인트를 측정된 값, TCP의 위치 및 레이저비전시스템 설치의 기구사양을 이용하여 로봇틀 좌표계에서 레이저비전시스템 좌표계 사이의 회전관계와 위치관계를 정의하는 단계를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 한다. 본 발명에 따르면, 캘리브레이션 지그 대신에 실제로 용접할 조인트를 사용하여 캘리브레이션을 수행함으로써 지그와 로봇 사이의 회전관계와 위치관계를 정의하는 과정을 생략하고 단지 TCP를 캘리브레이션할 위치에 둔 후 레이저가 그 위치를 조사하게 하는 것만으로 간편하게 캘리브레이션을 수행할 수가 있으며, 또한 캘리브레이션 지그를 설치하기 어려운 곳에서도 캘리브레이션을 수행할 수가 있으며, 또한 지그와 실제 조인트 사이의 형상차이에서 발생하는 추적오차를 줄일 수가 있으며, 또한 지그의 유지, 관리에 대한 불편함을 없앨 수가 있다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

작업 조인트를 이용하여 레이저비전시스템과 로봇 사이의 캘리브레이션을 수행하는 방법으로서,
 조인트 상의 캘리브레이션하고자 하는 위치에 로봇의 TCP(Tool Center Point)를 위치시키는 단계와;
 레이저가 TCP가 위치된 곳을 조사하도록 로봇을 이동시키는 단계와;
 레이저비전시스템에서 조인트를 측정된 값, TCP의 위치 및 레이저비전시스템 설치의 기구사양을 이용하여 로봇
 툴 좌표계에서 레이저비전시스템 좌표계 사이의 회전관계와 위치관계를 정의하는 단계를 포함하여 이루어진 것
 을 특징으로 하는 작업 조인트를 이용한 레이저비전시스템의 캘리브레이션 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 레이저비전시스템 캘리브레이션 방법에 관한 것으로서, 특히 레이저비전시스템과 로봇 사이의 캘리브레이션을 수행함에 있어 캘리브레이션용 지그를 사용하지 않고 실제 추적할 조인트를 이용하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로, 용접용 로봇에는 레이저비전시스템(이하, 'LVS' 라 함)이 로봇 툴에 고정되어 사용된다. 그런데, 로봇과 LVS 간의 위치 관계는 상당 부분 일정하게 유지되지만, 용접 봉의 소모, 충격이나 열로 인한 장착 위치의 변형 등으로 인한 미세한 변화가 필연적으로 존재하게 된다. 따라서, 보다 정밀한 용접을 위해서는 빈번하게 캘리브레이션을 수행하여야만 한다. 캘리브레이션은 로봇의 기준 좌표계와 LVS의 기준 좌표계 간의 병진(Translation)과 회전(Rotation)을 찾아내는 것인데, LVS를 사용하기 위해서는 반드시 선행되어야 한다.

[0003] 도 1은 로봇의 로봇 툴과 로봇 툴의 측면에 장착되는 레이저비전시스템 간의 캘리브레이션을 설명하기 위한 개념도이다. 로봇(10)의 로봇 툴(11)의 측면에 브래킷(12)이 개재되어 장착되는 LVS(20)는 측정된 영상을 분석하고 특이점을 추출하여, 특이점의 3차원 위치를 로봇(10)에 전달하여 준다. 이 때 특이점의 위치 정보(x, y, z)는 LVS(20)에 고정된 T_{LVS}좌표계를 기준으로 측정(L^{LVS}P)되게 되는데, 측정된 위치 정보를 이용하기 위해서는 좌표 변환을 통해 로봇(10)이 사용하는 좌표계 기준으로 변환(^{Base}P)시켜 주어야 한다. 로봇(10)은 기준 좌표계인 T_{Base}에 대한 T_{TCP}의 위치 관계(^{Base}T_{TCP})를 알고 있으므로, 사용자는 T_{TCP}와 T_{LVS}간 위치 관계(^{TCP}T_{LVS})를 계측 장비나 계측 알고리즘을 이용하여 미리 측정해 두어야 한다. ^{TCP}T_{LVS}를 계산하는 과정을 로봇(10)-LVS(20)간의 캘리브레이션이라고 한다. 이러한 과정은 다음의 수학적 식 1과 같이 나타낼 수 있다.

수학적 식 1

[0004]
$${}^{Base}p = {}^{Base}T_{TCP} \times {}^{TCP}T_{LVS} \times {}^{LVS}p$$

[0005] (여기에서 ^{Base}T_{TCP}는 로봇의 기준 좌표계와 로봇의 툴좌표계간의 동차변환 행렬, ^{TCP}T_{LVS}는 로봇의 툴좌표계와 LVS 좌표계 간의 동차변환 행렬, ^{LVS}p는 LVS 좌표계에서 본 측정 점의 위치, ^{Base}p는 로봇의 기준 좌표계에서 본 측정 점의 위치)

[0006] 한편, 종래에는 캘리브레이션을 수행하기 위해 특정형상을 가지는 캘리브레이션 지그를 사용하였는데, 여기에는 로봇의 툴좌표계의 방향을 지그의 면과 모서리에 맞추는 작업이 필요하다. 이 작업은 세밀한 관찰이 요구되므로

많은 시간과 노력을 들여야 한다. 또한 실제 추적시의 조인트 형상과 캘리브레이션 지그의 조인트 형상의 차이로 인해 오차가 발생할 수 있다.

- [0007] 도 2에 도시한 바와 같이, 종래의 레이저비전시스템 캘리브레이션 방법을 살펴보면, 먼저 캘리브레이션 지그를 작업공간 내에 위치시킨 후, 지그의 상부면과 툴좌표계의 의 x-y 평면이 평행하도록 TCP(Tool Center Point)를 회전시킨다(S10,S20).
- [0008] 계속해서, 툴좌표계의 x축과 지그의 조인트 방향이 일치하도록 TCP를 툴좌표계의 z축 기준으로 회전시킨 후, TCP를 평행이동하여 캘리브레이션 할 포인트에 위치시킨다(S30,S40). 그리고, LAD(Look Ahead Distance, TCP에서 Laser까지의 거리)를 측정한다(S50).
- [0009] 마지막으로, LVS에서 조인트를 측정한 값, 캘리브레이션 지그와 툴좌표계 사이의 관계, LVS 설치의 기구사양 그리고 LAD 정보를 이용하여 툴좌표계에서 LVS좌표계 사이의 회전관계와 위치관계를 정의한다(S60).
- [0010] 그런데, 종래의 레이저비전시스템 캘리브레이션 방법은 상술한 바와 같이, 지그를 사용함으로써 지그와 로봇의 툴좌표계의 방향을 맞추는데 많은 시간과 노력이 소모된다. 따라서 캘리브레이션 수행 빈도를 줄여 로봇의 정밀도 유지에 어려움을 주는 문제점이 있다. 그리고, 캘리브레이션 지그를 설치할 수 없는 작업환경에서는 캘리브레이션을 수행하기가 어렵게 되며, 지그를 별도로 제작, 관리해야 하는 불편함이 있다. 또한 캘리브레이션 조인트와 작업 조인트의 차이로 인한 추적오차가 존재하는 문제점이 있다.
- [0011] 한편, 지그를 사용하여 로봇과 LVS 간의 캘리브레이션 방법에 관한 종래 기술로서, 로봇 툴을 지그의 정점에 위치시키고, LVS로 지그를 측정하는 단계와; 상기 로봇 툴을 x 방향으로 이동시키면서 LVS에서 조사되는 레이저가 지그의 정점 통과 전, 통과 시 및 통과 후의 로봇 툴의 위치에서 LVS로 지그를 각각 측정하는 단계와; 상기 LVS로 측정한 지그 영상들을 이용하여 로봇 툴과 LVS 간의 위치 정보를 산출하는 단계를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 하는 기술이 제안되어 있다(특허문헌1 참조).

선행기술문헌

특허문헌

- [0012] (특허문헌 0001) [특허문헌1] 국내공개특허번호 10-2011-0046767

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0013] 이에 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 종래의 방법에서 많은 시간과 노력이 필요한 로봇의 툴좌표계와 지그의 방향을 맞추는 작업을 생략하고 단지 TCP를 캘리브레이션할 위치에 둔 후 레이저가 그 위치를 조사하게 하는 것만으로 간편하게 캘리브레이션을 수행할 수 있고, 또한 실제 추적할 조인트를 사용하여 캘리브레이션을 수행함으로써 캘리브레이션 조인트와 작업 조인트의 형상차이에서 발생하는 추적오차를 줄일 수 있고, 아울러 지그의 유지, 관리에 대한 불편함을 없앨 수 있도록 된 작업 조인트를 이용한 레이저비전시스템의 캘리브레이션 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0014] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 작업 조인트를 이용한 레이저비전시스템의 캘리브레이션 방법은, 작업 조인트를 이용하여 레이저비전시스템과 로봇 사이의 캘리브레이션을 수행하는 방법으로서, 조인트 상의 캘리브레이션하고자 하는 위치에 로봇의 TCP(Tool Center Point)를 위치시키는 단계와; 레이저가 TCP가 위치된 곳을 조사하도록 로봇을 이동시키는 단계와; 레이저비전시스템에서 조인트를 측정한 값, TCP의 위치 및 레이저비전시스템 설치의 기구사양을 이용하여 로봇 툴 좌표계에서 레이저비전시스템 좌표계 사이의 회전관계와 위치관계를 정의하는 단계를 포함하여 이루어진 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0015] 본 발명에 따르면, 캘리브레이션 지그 대신에 실제로 용접할 조인트를 사용하여 캘리브레이션을 수행함으로써 지그와 로봇 사이의 회전관계와 위치관계를 정의하는 과정을 생략하고 단지 TCP를 캘리브레이션할 위치에 둔 후

레이저가 그 위치를 조사하게 하는 것만으로 간편하게 캘리브레이션을 수행할 수가 있으며, 또한 캘리브레이션 지그를 설치하기 어려운 곳에서도 캘리브레이션을 수행할 수가 있으며, 또한 지그와 실제 조인트 사이의 형상차이에서 발생하는 추적오차를 줄일 수가 있으며, 또한 지그의 유지, 관리에 대한 불편함을 없앨 수가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 로봇의 로봇 툴과 로봇 툴의 측면에 장착되는 레이저비전시스템 간의 캘리브레이션을 설명하기 위한 개념도.
- 도 2는 종래의 레이저비전시스템 캘리브레이션 방법을 설명하는 흐름도.
- 도 3은 본 발명에 따른 작업 조인트를 이용한 레이저비전시스템의 캘리브레이션 방법을 설명하는 흐름도.
- 도 4는 도 3의 S120 단계 수행 후의 상태를 보여주는 개념도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명한다.
- [0018] 도 3은 본 발명에 따른 작업 조인트를 이용한 레이저비전시스템의 캘리브레이션 방법을 설명하는 흐름도, 도 4는 도 3의 S120 단계 수행 후의 상태를 보여주는 개념도이다.
- [0019] 본 발명에 따른 작업 조인트를 이용한 레이저비전시스템의 캘리브레이션 방법은 LVS와 로봇 사이의 캘리브레이션을 수행함에 있어 캘리브레이션용 지그를 사용하지 않고 실제 추적할 조인트를 이용하는 방법으로 한다.
- [0020] 구체적으로, 도면을 참조하여 작업 조인트를 이용하여 LVS와 로봇 사이의 캘리브레이션을 수행하는 방법을 살펴 보면, 먼저, 작업 조인트 상(J)의 캘리브레이션하고자 하는 위치에 로봇(200)의 TCP(Tool Center Point)를 위치시킨다(S110).
- [0021] 그리고, 레이저가 TCP가 위치된 곳을 조사하도록 로봇(200)을 이동시킨다(S120).
- [0022] 마지막으로, LVS(100)에서 조인트를 측정된 값, TCP의 위치 및 LVS 설치의 기구사양을 이용하여 로봇툴 좌표계에서 LVS 좌표계 사이의 회전관계와 위치관계를 정의한다(S130).
- [0023] 이와 같이, 본 발명에 따른 작업 조인트를 이용한 레이저비전시스템의 캘리브레이션 방법은, 캘리브레이션 지그 대신에 실제로 용접할 조인트를 사용하여 캘리브레이션을 수행함으로써 지그방향과 로봇방향을 일치시키는 과정을 생략하고 단지 TCP를 캘리브레이션할 위치에 둔 후 레이저가 그 위치를 조사하게 하는 것만으로 간편하게 캘리브레이션을 수행할 수가 있게 된다. 그리고, 캘리브레이션 지그를 설치하기 어려운 곳에서도 캘리브레이션을 수행할 수가 있고, 지그와 실제 조인트 사이의 형상차이에서 발생하는 추적오차를 줄일 수가 있으며, 또한 지그의 유지, 관리에 대한 불편함을 없앨 수가 있게 된다.
- [0024] 참고적으로, 툴좌표계에서 LVS좌표계 사이의 회전관계와 위치관계의 정의와 관련하여 부연 설명하자면, 캘리브레이션은 툴좌표계 기준의 툴좌표계에서 LVS좌표계 사이의 회전변환행렬 ${}^{tool}R_{lvs}$ 와 툴좌표계 기준의 툴좌표계에서 LVS좌표계까지의 위치벡터 ${}^{tool}q_{lvs}$ 를 구하는 과정이다. ${}^{tool}R_{lvs}$ 은 LVS 설치와 관련된 기구 사양에 의해 정의되며 이는 종래의 캘리브레이션에서도 마찬가지이다.
- [0025] 한편, 도 4는 상기 S120 단계 수행 후의 상태를 보여주는 개념도로서, 여기에서 T_{tool} 과 T_{lvs} 는 툴좌표계와 LVS좌표계를 의미한다. 그리고, J는 작업 조인트를 의미하고, $L \cdot P$ 는 레이저 평면을 의미한다. 그리고, p 는 LVS가 관측하고 있는 위치이며 동시에 S110 단계에서의 TCP의 위치이다. p 는 T_{tool} 과 T_{lvs} 에서 T_{lvs} 로의 변환행렬 ${}^{tool}T_{lvs}$ 그리고 LVS좌표계에서 바라본 p 의 위치 ${}^{lvs}p$ 를 이용하여 다음의 수학식 2와 같이 기술할 수 있다.

수학식 2

$$\mathbf{p} = T_{tool}^{tool} T_{lvs}^{lvs} \mathbf{p}$$

[0026]

[0027] 여기에서 T_{tool} 은 로봇기구학에 의해 정의되고 ${}^{lvs}\mathbf{p}$ 는 LVS에서의 측정을 통해 정의된다. 양변에 T_{tool} 에 대한 역행렬을 취하면 다음의 수학식 3과 같다.

수학식 3

$$T_{tool}^{-1} \mathbf{p} = {}^{tool}T_{lvs} \mathbf{p}$$

[0028]

[0029] 좌표변환행렬 T 는 회전행렬 R 과 좌표계간 위치벡터 \mathbf{q} 로 나타낼 수 있으므로 상기 수학식 3은 다음의 수학식 4와 같이 표현할 수 있다.

수학식 4

$$R_{tool}^{-1} \mathbf{p} - R_{tool}^{-1} \mathbf{q}_{tool} = {}^{tool}R_{lvs} \mathbf{p} + {}^{tool}\mathbf{q}_{lvs}$$

[0030]

[0031] \mathbf{p} 는 최초 TCP의 위치 TCP_{prev} 이므로 최종적으로 툴좌표계에서 LVS좌표계로의 위치벡터 ${}^{tool}\mathbf{q}_{lvs}$ 는 다음의 수학식 5와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 5

$$\therefore {}^{tool}\mathbf{q}_{lvs} = R_{tool}^{-1} TCP_{prev} - R_{tool}^{-1} \mathbf{q}_{tool} - {}^{tool}R_{lvs} \mathbf{p}$$

[0032]

[0033] 한편, 본 발명에 따른 작업 조인트를 이용한 레이저비전시스템의 캘리브레이션 방법을 한정된 실시예에 따라 설명하였지만, 본 발명의 범위는 특정 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명과 관련하여 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 범위내에서 여러 가지의 대안, 수정 및 변경하여 실시할 수 있다.

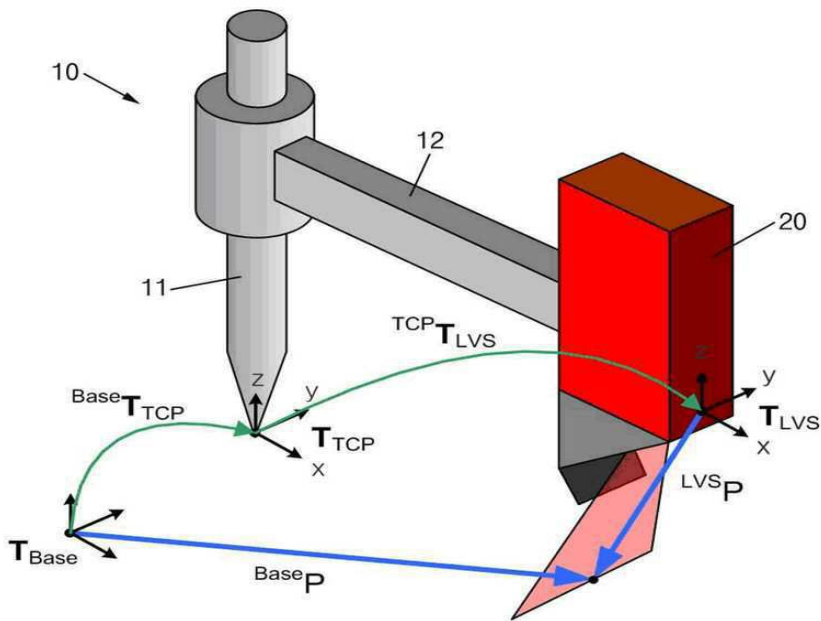
[0034] 따라서, 본 발명에 개시된 실시예 및 첨부된 도면들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예 및 첨부된 도면에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

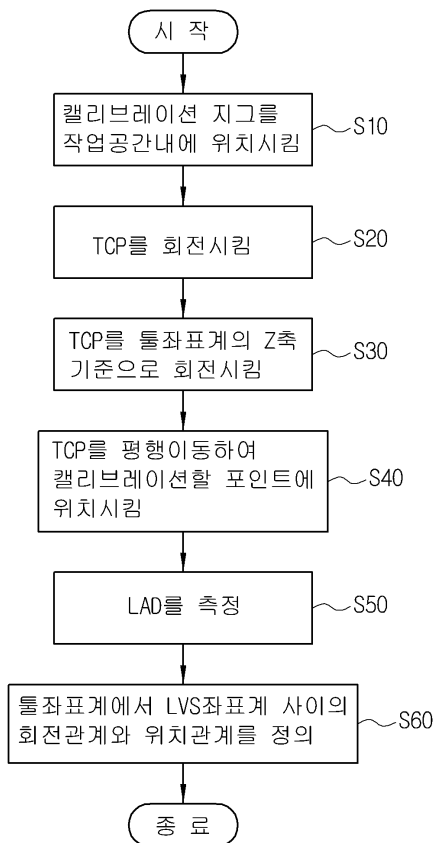
[0035] 100 : LVS 200 : 로봇(로봇 툴)

도면

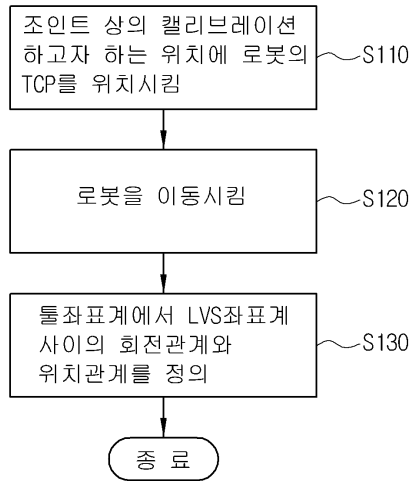
도면1



도면2



도면3



도면4

