(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0106724
(43) 공개일자 2011년09월29일

(51) Int. Cl.
B25J 15/00 (2006.01) *B25J 13/00* (2006.01)
B25J 19/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0025926
(22) 출원일자 2010년03월23일
심사청구일자 2010년03월23일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울 성북구 안암동5가 1
(72) 발명자
도낙주
서울특별시 성북구 돈암동 성일 우리미아파트 101-204
김경복
서울특별시 동대문구 제기동 148-26
김진현
경기도 성남시 중원구 금광2동 2500번지 래미안금광 106동 2401호
(74) 대리인
홍동우

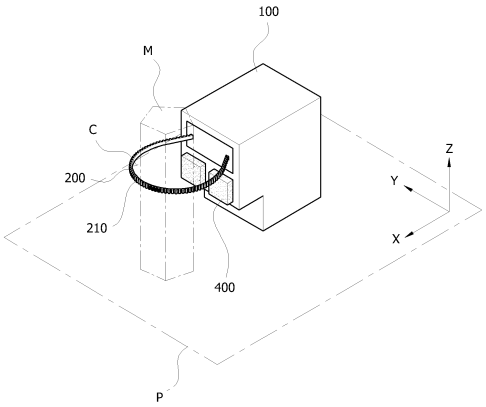
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 로보틱 그래스퍼 장치 및 제어 방법

(57) 요 약

본 발명은 로보틱 그래스퍼 장치 및 제어 방법에 관한 것으로, 물체에 대한 단순한 2차원 윤곽선 정보를 처리하여 물체를 파지할 수 있어 효율적이고 신속한 파지 기능을 수행할 수 있고, 물체에 대한 형상 및 위치 정보의 오차 허용성이 증가하여 더욱 안정적이고 신뢰성있는 파지 기능을 수행할 수 있는 로보틱 그래스퍼 장치와, 물체에 대한 파지 가능 여부와 물체에 대한 최적의 파지 위치 및 방향을 파악하여 더욱 정확하고 안정적인 파지 기능을 수행하도록 하는 로보틱 그래스퍼 장치 제어 방법을 제공한다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

내부에 수용 공간이 형성되는 케이스;

연성 재질로 형성되어 일부 구간이 상기 케이스와 함께 폐루프를 이루도록 상기 케이스의 일측면에 돌출되게 관통 결합되는 루프 벨트;

상기 케이스 내부에 장착되며 상기 루프 벨트에 의한 폐루프 영역의 크기가 조절되도록 상기 루프 벨트를 이동시키는 구동부; 및

상기 구동부의 동작을 제어하는 제어부

를 포함하고, 상기 루프 벨트는 상기 폐루프 영역의 크기가 감소하도록 상기 구동부에 의해 상기 케이스 내부로 견인 이동되어 상기 폐루프 영역 내에 위치한 물체의 외주면에 가압 밀착되는 방식으로 물체를 파지하는 것을 특징으로 하는 로보틱 그래스퍼 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 루프 벨트가 돌출되는 상기 케이스의 일측면에는 상기 폐루프 영역 내의 물체가 파지되는 과정에서 탄성 밀착될 수 있도록 탄성력을 갖는 보조 파지부가 돌출 형성되는 것을 특징으로 하는 로보틱 그래스퍼 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 루프 벨트는 슬립 이동이 방지되도록 일측면에 타이밍 돌기가 형성되고,

상기 구동부는

상기 제어부에 의해 동작 제어되는 구동 모터; 및

상기 구동 모터에 의해 회전 구동되며 상기 타이밍 돌기와 맞물림되는 적어도 하나 이상의 타이밍 풀리

를 포함하는 것을 특징으로 하는 로보틱 그래스퍼 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 구동 모터에는 상기 구동 모터의 출력 토크를 측정할 수 있는 토크 센서가 장착되고, 상기 제어부는 상기 토크 센서에 의해 측정된 측정값이 설정값 이상인 경우 상기 구동 모터의 동작이 정지하도록 제어하는 것을 특징으로 하는 로보틱 그래스퍼 장치.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 구동 모터에는 상기 구동 모터의 회전 구동 위치를 측정할 수 있도록 엔코더가 장착되고, 상기 제어부는 상기 엔코더에 의해 측정된 상기 구동 모터의 회전 구동 위치에 따라 상기 구동 모터의 동작을 제어하는 것을 특징으로 하는 로보틱 그래스퍼 장치.

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 케이스는

상기 페루프 영역이 형성되는 평면과 평행한 기준 평면상에서 서로 직각을 이루는 X축 및 Y축 방향과, X축 및 Y축과 직각을 이루는 Z축 방향으로 이동 가능하고, Z축 방향의 회전축을 중심으로 회전 가능한 형태의 4 자유도 운동이 가능하도록 별도의 이동 수단에 장착되는 것을 특징으로 하는 로보틱 그래스퍼 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

물체의 윤곽선 및 위치 정보를 상기 기준 평면에 대해 2차원적으로 인식할 수 있는 물체 인식부를 더 포함하고,

상기 제어부는 상기 루프 벨트를 통해 물체를 파지할 수 있도록 상기 물체 인식부로부터 파악된 물체의 2차원 윤곽선 및 위치 정보에 따라 상기 케이스의 4 자유도 운동 및 구동부의 동작을 제어하는 것을 특징으로 하는 로보틱 그래스퍼 장치.

청구항 8

제 7 항의 로보틱 그래스퍼 장치를 작동 대기시키는 준비 단계;

상기 물체 인식부를 통해 물체의 2차원 윤곽선을 추출하는 추출 단계;

상기 추출 단계를 통해 추출된 물체의 2차원 윤곽선과 상기 페루프 영역의 2차원 윤곽선을 비교 연산하여 상기 루프 벨트를 통해 물체를 파지할 수 있는지 판단하는 판단 단계;

상기 판단 단계를 통해 물체를 파지할 수 있다고 판단된 경우 상기 페루프 영역 내에 물체가 위치할 수 있도록 상기 케이스를 이동시키는 이동 단계; 및

상기 루프 벨트를 통해 상기 페루프 영역 내에 위치한 물체를 파지하도록 상기 구동부를 작동시키는 파지 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 로보틱 그래스퍼 장치 제어 방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 판단 단계는

상기 페루프 영역의 2차원 윤곽선 및 물체의 2차원 윤곽선을 불연속적인 다수개의 점으로 이루어진 1차원 윤곽 점선으로 각각 변환하는 제 1 변환 단계;

상기 제 1 변환 단계를 통해 변환된 물체의 1차원 윤곽 점선에 대해 오목한 윤곽 구간을 제거하여 볼록한 구간의 다수개의 점들로 이루어지는 1차원 볼록 윤곽 점선으로 변환하는 제 2 변환 단계;

상기 페루프 영역의 1차원 윤곽 점선에 대한 중심과 물체의 1차원 볼록 윤곽 점선에 대한 중심을 동일 좌표로 일치시키는 중심 일치 단계;

상기 중심 일치 단계를 통해 일치된 중심 좌표로부터 상기 페루프 영역의 1차원 윤곽 점선과 물체의 1차원 볼록 윤곽 점선에 대한 좌표값을 각각 로그-극좌표로 변환하는 좌표 변환 단계; 및

상기 좌표 변환 단계를 통해 변환된 상기 페루프 영역의 1차원 윤곽 점선에 대한 좌표값과 물체의 1차원 볼록 윤곽 점선에 대한 좌표값을 비교하는 비교 단계

를 포함하고, 상기 비교 단계를 통한 비교 결과에 따라 상기 루프 벨트를 통해 물체를 파지할 수 있는지 여부를 판단하는 것을 특징으로 하는 로보틱 그래스퍼 장치 제어 방법.

청구항 10

제 8 항에 있어서,

상기 판단 단계는

상기 폐루프 영역의 2차원 윤곽선 및 물체의 2차원 윤곽선을 불연속적인 다수개의 점으로 이루어진 1차원 윤곽 점선으로 각각 변환하는 제 1 변환 단계;

상기 제 1 변환 단계를 통해 변환된 물체의 1차원 윤곽 점선에 대해 오목한 윤곽 구간을 제거하여 볼록한 구간의 다수개의 점들로 이루어지는 1차원 볼록 윤곽 점선으로 변환하는 제 2 변환 단계;

상기 제 1 및 제 2 변환 단계를 통해 얻어진 상기 폐루프 영역의 윤곽과 물체의 윤곽에 대해 각각 윤곽의 내외부 영역을 0과 1로 표현하는 이진화 이미지로 변환하는 이진화 이미지 변환 단계; 및

상기 물체의 이진화 이미지를 이용하여 상기 폐루프 영역의 이진화 이미지를 침식 알고리즘을 통해 침식시키는 침식 단계

를 포함하고, 상기 침식 단계를 통해 침식된 결과에 따라 상기 루프 벨트를 통해 물체를 파지할 수 있는지 여부를 판단하는 것을 특징으로 하는 로보틱 그래스퍼 장치 제어 방법.

청구항 11

제 8 항에 있어서,

상기 판단 단계를 통해 물체를 파지할 수 있다고 판단된 경우 상기 폐루프 영역의 2차원 윤곽선과 물체의 2차원 윤곽선을 비교 연산하여 상기 루프 벨트가 물체를 파지하기에 가장 적합하도록 상기 케이스의 회전 각도 및 위치를 결정하는 위치 결정 단계를 더 포함하고,

상기 이동 단계는 상기 위치 결정 단계를 통해 결정된 회전 각도 및 위치에 따라 상기 케이스를 이동시키는 것을 특징으로 하는 로보틱 그래스퍼 장치 제어 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 위치 결정 단계는

상기 폐루프 영역의 2차원 윤곽선 및 물체의 2차원 윤곽선을 불연속적인 다수개의 점으로 이루어진 1차원 윤곽 점선으로 각각 변환하는 제 1 변환 단계;

상기 제 1 변환 단계를 통해 변환된 물체의 1차원 윤곽 점선에 대해 오목한 윤곽 구간을 제거하여 볼록한 구간의 다수개의 점들로 이루어지는 1차원 볼록 윤곽 점선으로 변환하는 제 2 변환 단계;

상기 폐루프 영역의 1차원 윤곽 점선에 대한 중심과 물체의 1차원 볼록 윤곽 점선에 대한 중심을 동일 좌표로 일치시키는 중심 일치 단계;

상기 중심 일치 단계를 통해 일치된 중심 좌표로부터 상기 폐루프 영역의 1차원 윤곽 점선과 물체의 1차원 볼록 윤곽 점선에 대한 좌표값을 각각 로그-극좌표로 변환하는 좌표 변환 단계;

상기 좌표 변환 단계를 통해 변환된 상기 폐루프 영역의 1차원 윤곽 점선에 대한 거리 좌표값과 물체의 1차원 볼록 윤곽 점선에 대한 거리 좌표값을 비교하여 그 차이값 중 가장 작은 최소 거리값을 산출하는 제 1 산출 단계; 및

상기 폐루프 영역의 1차원 윤곽 점선을 중심 좌표를 중심으로 Θ각도 간격으로 360° 회전하고 각각의 회전 상태마다 상기 최소 거리값을 산출하며, 각각의 회전 상태마다 산출된 다수개의 최소 거리값 중 그 크기가 가장 큰

최소 거리값을 산출하는 제 2 산출 단계

를 포함하고, 상기 제 2 산출 단계를 통해 얻어진 가장 큰 최소 거리값을 갖는 회전 각도를 상기 케이스의 회전 각도로 결정하는 것을 특징으로 하는 로보틱 그래스퍼 장치 제어 방법.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 로보틱 그래스퍼 장치 및 제어 방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는 물체에 대한 단순한 2차원 윤곽선 정보를 처리하여 물체를 파지할 수 있어 효율적이고 신속한 파지 기능을 수행할 수 있고, 물체에 대한 형상 및 위치 정보의 오차 허용성이 증가하여 더욱 안정적이고 신뢰성있는 파지 기능을 수행할 수 있는 로보틱 그래스퍼 장치와, 물체에 대한 파지 가능 여부와 물체에 대한 최적의 파지 위치 및 방향을 파악하여 더욱 정확하고 안정적인 파지 기능을 수행하도록 하는 로보틱 그래스퍼 장치 제어 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근에는 컴퓨터 기술의 발전과 더불어 로봇 기술의 연구와 개발이 활발히 이루어지고 있다. 로봇을 사용하면 산업계는 물론 오피스 및 가정 환경 속에서 인간을 단순한 노동에서 해방시킬 수 있으며, 또한 위험한 환경 속에서 작업이 필요한 경우 로봇을 이용함으로써 인간 생명의 안전을 보장할 수 있다. 실제 생활에서 단순 노동 작업의 대부분은 물체를 잡고 움직이는 작업의 빈도가 가장 높은 것으로 조사되고 있으며, 따라서 많은 연구자들은 물체를 파지할 수 있는 로보틱 그래스퍼(Robotic Grasper)에 관한 연구를 다양하게 진행하고 있다.

[0003] 인간의 손은 약 20 자유도를 갖고 있고 손의 피부에 17000개가 넘는 촉각 센서가 분포되어 있다. 그리고 대뇌 피질의 40% 정도가 손의 제어에 사용된다고 알려져 있다. 따라서, 지난 수십년간 많은 연구자들은 인간의 손을 모방하여 인간 손과 비슷한 기능을 할 수 있는 정밀한 로보틱 그래스퍼를 개발하는데 주력해왔다. 이러한 결과로서 최근에는 인간 손을 모방한 우수한 성능의 로보틱 그래스퍼가 개발되기도 하였다. 그러나, 이러한 로보틱 그래스퍼는 제어 및 제작의 복잡성 및 높은 가격으로 인해 실제 환경에서 사용하기에는 아직 거리가 있다. 이에 따라 복잡한 로보틱 그래스퍼 대신에 단순하고 강인한 방식의 로보틱 그래스퍼에 대한 연구 또한 활발히 진행되고 있는데, 아직까지 만족할 만한 수준에 이르지 못하고 있는 실정이며, 특히 이러한 로보틱 그래스퍼 중 다수는 단단한 재질로 제작되기 때문에 안정적인 파지 위치를 찾는 것이 아직 어려운 과제이다.

[0004] 또한, 센서 해석 정보처리 측면에서 살펴볼 때, 물체의 파지 및 이송을 위해 가장 많이 사용되는 접근 방법은 물체의 2차원 기하학 모델 또는 캐드 모델을 데이터 베이스화 하여 접근하는 방법인데, 이는 실제 환경에 존재하는 물체의 형상이 무수히 많다는 점에서, 임의의 물체에 대한 적합한 파지 위치와 방향을 찾기가 쉽지 않다는 문제가 있다.

[0005] 이러한 문제를 해결하기 위해 스테레오 카메라, 3차원 레이저 센서 등을 이용하여 3차원 기하학적 모델을 구성하여 파지 위치와 방향을 찾는 접근 방법도 사용되고 있지만, 이러한 방법은 다량의 3차원 정보를 처리해야 하기 때문에, 처리 시간이 많이 소요될 뿐만 아니라 높은 컴퓨팅 능력이 요구되어 널리 사용되지 못하고 있다. 특히, 이러한 방법은 물체를 단순히 잡기와 놓기를 반복하는 단순 작업에 활용하기에는 상당히 비효율적이라는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해 발명한 것으로서, 본 발명의 목적은 물체에 대한 단순한 2차원 윤곽선 정보를 처리하여 물체를 파지할 수 있어 효율적이고 신속한 파지 기능을 수행할 수 있는 로보틱 그래스퍼 장치를 제공하는 것이다.

[0007] 본 발명의 다른 목적은 물체에 대한 형상 및 위치 정보의 오차 허용성이 증가하여 더욱 안정적이고 신뢰성있는 파지 기능을 수행할 수 있는 로보틱 그래스퍼 장치를 제공하는 것이다.

[0008] 본 발명의 또 다른 목적은 물체에 대한 파지 가능 여부와 물체에 대한 최적의 파지 위치 및 방향을 파악하여 더욱 정확하고 안정적인 파지 기능을 수행하도록 하는 로보틱 그래스퍼 장치의 제어 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명은, 내부에 수용 공간이 형성되는 케이스; 연성 재질로 형성되어 일부 구간이 상기 케이스와 함께 폐루프를 이루도록 상기 케이스의 일측면에 돌출되게 관통 결합되는 루프 벨트; 상기 케이스 내부에 장착되며 상기 루프 벨트에 의한 폐루프 영역의 크기가 조절되도록 상기 루프 벨트를 이동시키는 구동부; 및 상기 구동부의 동작을 제어하는 제어부를 포함하고, 상기 루프 벨트는 상기 폐루프 영역의 크기가 감소하도록 상기 구동부에 의해 상기 케이스 내부로 견인 이동되어 상기 폐루프 영역 내에 위치한 물체의 외주면에 가압 밀착되는 방식으로 물체를 파지하는 것을 특징으로 하는 로보틱 그래스퍼 장치를 제공한다.

[0010] 이때, 상기 루프 벨트가 돌출되는 상기 케이스의 일측면에는 상기 폐루프 영역 내의 물체가 파지되는 과정에서 탄성 밀착될 수 있도록 탄성력을 갖는 보조 파지부가 돌출 형성될 수 있다.

[0011] 또한, 상기 루프 벨트는 슬립 이동이 방지되도록 일측면에 타이밍 돌기가 형성되고, 상기 구동부는 상기 제어부에 의해 동작 제어되는 구동 모터; 및 상기 구동 모터에 의해 회전 구동되며 상기 타이밍 돌기와 맞물림되는 적어도 하나 이상의 타이밍 풀리를 포함하여 구성될 수 있다.

[0012] 또한, 상기 구동 모터에는 상기 구동 모터의 출력 토크를 측정할 수 있는 토크 센서가 장착되고, 상기 제어부는 상기 토크 센서에 의해 측정된 측정값이 설정값 이상인 경우 상기 구동 모터의 동작이 정지하도록 제어할 수 있다.

[0013] 또한, 상기 구동 모터에는 상기 구동 모터의 회전 구동 위치를 측정할 수 있도록 엔코더가 장착되고, 상기 제어부는 상기 엔코더에 의해 측정된 상기 구동 모터의 회전 구동 위치에 따라 상기 구동 모터의 동작을 제어할 수 있다.

[0014] 이때, 상기 케이스는 상기 폐루프 영역이 형성되는 평면과 평행한 기준 평면상에서 서로 직각을 이루는 X축 및 Y축 방향과, X축 및 Y축과 직각을 이루는 Z축 방향으로 이동 가능하고, Z축 방향의 회전축을 중심으로 회전 가능한 형태의 4 자유도 운동이 가능하도록 별도의 이동 수단에 장착될 수 있다.

[0015] 또한, 상기 로보틱 그래스퍼 장치는 물체의 윤곽선 및 위치 정보를 상기 기준 평면에 대해 2차원적으로 인식할 수 있는 물체 인식부를 더 포함하고, 상기 제어부는 상기 루프 벨트를 통해 물체를 파지할 수 있도록 상기 물체 인식부로부터 파악된 물체의 2차원 윤곽선 및 위치 정보에 따라 상기 케이스의 4 자유도 운동 및 구동부의 동작을 제어할 수 있다.

[0016] 한편, 상기 로보틱 그래스퍼 장치를 작동 대기시키는 준비 단계; 상기 물체 인식부를 통해 물체의 2차원 윤곽선을 추출하는 추출 단계; 상기 추출 단계를 통해 추출된 물체의 2차원 윤곽선과 상기 폐루프 영역의 2차원 윤곽선을 비교 연산하여 상기 루프 벨트를 통해 물체를 파지할 수 있는지 판단하는 판단 단계; 상기 판단 단계를 통해 물체를 파지할 수 있다고 판단된 경우 상기 폐루프 영역 내에 물체가 위치할 수 있도록 상기 케이스를 이동시키는 이동 단계; 및 상기 루프 벨트를 통해 상기 폐루프 영역 내에 위치한 물체를 파지하도록 상기 구동부를 작동시키는 파지 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 로보틱 그래스퍼 장치 제어 방법을 제공한다.

[0017] 이때, 상기 판단 단계는 상기 폐루프 영역의 2차원 윤곽선 및 물체의 2차원 윤곽선을 불연속적인 다수개의 점으로 이루어진 1차원 윤곽 점선으로 각각 변환하는 제 1 변환 단계; 상기 제 1 변환 단계를 통해 변환된 물체의 1차원 윤곽 점선에 대해 오목한 윤곽 구간을 제거하여 볼록한 구간의 다수개의 점들로 이루어지는 1차원 볼록 윤곽 점선으로 변환하는 제 2 변환 단계; 상기 폐루프 영역의 1차원 윤곽 점선에 대한 중심과 물체의 1차원 볼록 윤곽 점선에 대한 중심을 동일 좌표로 일치시키는 중심 일치 단계; 상기 중심 일치 단계를 통해 일치된 중심 좌표로부터 상기 폐루프 영역의 1차원 윤곽 점선과 물체의 1차원 볼록 윤곽 점선에 대한 좌표값을 각각 로그-극좌표로 변환하는 좌표 변환 단계; 및 상기 좌표 변환 단계를 통해 변환된 상기 폐루프 영역의 1차원 윤곽 점선에 대한 좌표값과 물체의 1차원 볼록 윤곽 점선에 대한 좌표값을 비교하는 비교 단계를 포함하고, 상기 비교 단계를 통한 비교 결과에 따라 상기 루프 벨트를 통해 물체를 파지할 수 있는지 여부를 판단하도록 구성될 수 있다.

[0018] 또한, 상기 판단 단계는 상기 폐루프 영역의 2차원 윤곽선 및 물체의 2차원 윤곽선을 불연속적인 다수개의 점으로 이루어진 1차원 윤곽 점선으로 각각 변환하는 제 1 변환 단계; 상기 제 1 변환 단계를 통해 변환된 물체의 1

차원 윤곽 점선에 대해 오목한 윤곽 구간을 제거하여 볼록한 구간의 다수개의 점들로 이루어지는 1차원 볼록 윤곽 점선으로 변환하는 제 2 변환 단계; 상기 제 1 및 제 2 변환 단계를 통해 얻어진 상기 폐루프 영역의 윤곽과 물체의 윤곽에 대해 각각 윤곽의 내외부 영역을 0과 1로 표현하는 이진화 이미지로 변환하는 이진화 이미지 변환 단계; 및 상기 물체의 이진화 이미지를 이용하여 상기 폐루프 영역의 이진화 이미지를 침식 알고리즘을 통해 침식시키는 침식 단계를 포함하고, 상기 침식 단계를 통해 침식된 결과에 따라 상기 루프 벨트를 통해 물체를 파지할 수 있는지 여부를 판단하도록 구성될 수 있다.

[0019] 또한, 상기 제어 방법은 상기 판단 단계를 통해 물체를 파지할 수 있다고 판단된 경우 상기 폐루프 영역의 2차원 윤곽선과 물체의 2차원 윤곽선을 비교 연산하여 상기 루프 벨트가 물체를 파지하기에 가장 적합하도록 상기 케이스의 회전 각도 및 위치를 결정하는 위치 결정 단계를 더 포함하고, 상기 이동 단계는 상기 위치 결정 단계를 통해 결정된 회전 각도 및 위치에 따라 상기 케이스를 이동시키도록 구성될 수 있다.

[0020] 이때, 상기 위치 결정 단계는 상기 폐루프 영역의 2차원 윤곽선 및 물체의 2차원 윤곽선을 불연속적인 다수개의 점으로 이루어진 1차원 윤곽 점선으로 각각 변환하는 제 1 변환 단계; 상기 제 1 변환 단계를 통해 변환된 물체의 1차원 윤곽 점선에 대해 오목한 윤곽 구간을 제거하여 볼록한 구간의 다수개의 점들로 이루어지는 1차원 볼록 윤곽 점선으로 변환하는 제 2 변환 단계; 상기 폐루프 영역의 1차원 윤곽 점선에 대한 중심과 물체의 1차원 볼록 윤곽 점선에 대한 중심을 동일 좌표로 일치시키는 중심 일치 단계; 상기 중심 일치 단계를 통해 일치된 중심 좌표로부터 상기 폐루프 영역의 1차원 윤곽 점선과 물체의 1차원 볼록 윤곽 점선에 대한 좌표값을 각각 로그-극좌표로 변환하는 좌표 변환 단계; 상기 좌표 변환 단계를 통해 변환된 상기 폐루프 영역의 1차원 윤곽 점선에 대한 거리 좌표값과 물체의 1차원 볼록 윤곽 점선에 대한 거리 좌표값을 비교하여 그 차이값 중 가장 작은 최소 거리값을 산출하는 제 1 산출 단계; 및 상기 폐루프 영역의 1차원 윤곽 점선을 중심 좌표를 중심으로 θ각도 간격으로 360° 회전하고 각각의 회전 상태마다 상기 최소 거리값을 산출하며, 각각의 회전 상태마다 산출된 다수개의 최소 거리값 중 그 크기가 가장 큰 최소 거리값을 산출하는 제 2 산출 단계를 포함하고, 상기 제 2 산출 단계를 통해 얻어진 가장 큰 최소 거리값을 갖는 회전 각도를 상기 케이스의 회전 각도로 결정하도록 구성될 수 있다.

발명의 효과

[0021] 본 발명에 의하면, 연성 재질의 루프 벨트를 통해 물체를 가압 밀착하여 파지하는 방식으로 구성됨으로써, 다양한 형상의 물체를 파지할 수 있고, 물체의 형상 및 위치 정보에 대한 오차 허용성이 향상되고, 이에 따라 더욱 안정적이고 신뢰성있는 파지 기능을 수행할 수 있는 효과가 있다.

[0022] 또한, 물체에 대한 단순한 2차원 윤곽선 정보를 처리하여 물체를 파지할 수 있도록 함으로써, 효율적이고 신속한 파지 기능을 수행할 수 있는 효과가 있다.

[0023] 또한, 물체에 대한 파지 가능 여부와 물체에 대한 최적의 파지 위치 및 방향을 파악하여 이에 따라 제어되도록 함으로써, 더욱 정확하고 안정적인 파지 기능을 수행하도록 하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 로보틱 그래스퍼 장치의 형상을 개략적으로 도시한 사시도,

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 로보틱 그래스퍼 장치의 내부 구성을 개략적으로 도시한 분해 사시도,

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 로보틱 그래스퍼 장치의 동작 원리를 나타내기 위한 개념도,

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 로보틱 그래스퍼 장치에 대한 기능 블록도,

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 로보틱 그래스퍼 장치의 구동 모터에 대한 제어 방식을 나타내는 그래프를 도시한 도면,

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 로보틱 그래스퍼 장치의 파지 동작 상태를 개략적으로 도시한 동작 상태도,

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 로보틱 그래스퍼 장치의 운동 동작 상태를 개략적으로 도시한 동작 상태도,

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 로보틱 그래스퍼 장치 제어 방법에 대한 동작 흐름도,

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 로보틱 그래스퍼 장치 제어 방법의 판단 단계에 대한 세부 동작 흐름도,

도 10은 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 로보틱 그래스퍼 장치 제어 방법의 판단 단계에 대한 세부 동작 흐름도,

도 11은 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 로보틱 그래스퍼 장치 제어 방법의 위치 결정 단계에 대한 세부 동작 흐름도,

도 12는 본 발명의 일 실시예에 따라 물체의 윤곽선을 추출하는 과정을 설명하기 위한 개념도,

도 13은 본 발명의 일 실시예에 따라 폐루프 영역 및 물체의 윤곽선을 로그-극좌표로 변환한 그래프를 도시한 도면,

도 14는 본 발명의 일 실시예에 따라 침식 알고리즘을 통한 침식 과정을 설명하기 위한 개념도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0025] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 우선 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 로보틱 그래스퍼 장치의 형상을 개략적으로 도시한 사시도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 로보틱 그래스퍼 장치의 내부 구성을 개략적으로 도시한 분해 사시도이고, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 로보틱 그래스퍼 장치의 동작 원리를 나타내기 위한 개념도이다.

[0027] 본 발명의 일 실시예에 따른 로보틱 그래스퍼 장치는 로봇 암 등에 장착되어 물체(M)를 파지하는 장치로, 케이스(100), 루프 벨트(200), 구동부(300) 및 제어부(500)를 포함하여 구성된다.

[0028] 케이스(100)는 로보틱 그래스퍼 장치의 기본 외형을 이루는 것으로 내부에 수용 공간이 형성되어 루프 벨트(200) 및 구동부(300)가 수용될 수 있도록 형성되며, 별도의 고정 수단(미도시)에 고정 장착되어 일정 범위 내의 물체만 파지할 수 있도록 구성되거나 또는 별도의 이동 수단(미도시)을 통해 이동 가능하게 구성되어 다양한 위치의 물체를 파지할 수 있도록 구성될 수 있다. 이때, 케이스(100)의 이동을 위한 운동 자유도는 본 발명의 일 실시예에 따라 4 자유도를 가질 수 있는데, 이에 대한 상세한 설명은 후술한다. 케이스(100)의 일측면에는 루프 벨트(200)가 케이스(100)의 내외부를 관통할 수 있도록 관통홀(110)이 형성되며, 관통홀(110)과 인접한 부위에는 후술할 보조 파지부(400)가 관통 삽입될 수 있도록 삽입홀(120)이 형성된다.

[0029] 루프 벨트(200)는 일부 구간이 케이스(100)와 함께 폐루프(C)를 이루도록 케이스(100)의 일측면에 돌출되게 관통홀(110)을 관통하며 관통 결합되며, 연성 재질로 형성되어 루프 벨트(200)에 의한 폐루프 영역(C)의 윤곽선이 곡선으로 형성됨과 동시에 폐루프 영역(C)의 크기 및 형상이 변화될 수 있도록 형성된다. 이러한 루프 벨트(200)는 그 자체로 폐곡선을 이루도록 형성되거나 일단이 개방된 "U"자형 곡선 구조를 이루도록 형성될 수도 있는 등 다양한 형태로 형성될 수 있다.

[0030] 구동부(300)는 케이스(100) 내부에 장착되며 루프 벨트(200)에 의한 폐루프 영역(C)의 크기 및 형상이 조절되도록 루프 벨트(200)를 케이스(100)의 내외부로 이동시킨다. 즉, 구동부(300)에 의해 루프 벨트(200)가 케이스(100) 내부로 견인 이동되면 루프 벨트(200)에 의한 폐루프 영역(C)의 크기가 감소하고, 구동부(300)에 의해 루프 벨트(200)가 케이스(100) 외부로 방출 이동되면 루프 벨트(200)에 의한 폐루프 영역(C)의 크기가 증가하게 된다. 이러한 구동부(300)는 제어부(500)에 의해 동작 제어되도록 구성된다.

[0031] 이때, 구동부(300)는 제어부(500)에 의해 동작 제어되는 구동 모터(320)와, 구동 모터(320)에 의해 회전 구동되며 루프 벨트(200)와 결합하는 다수개의 풀리 및 기어 등을 포함하여 다양하게 구성될 수 있다. 예를 들면, 루프 벨트(200)가 다수개의 풀리에 권취되는 방식으로 결합되고 다수개의 풀리가 구동 모터(320)에 의해 회전 구동되는 방식을 통해 루프 벨트(200)가 이동하도록 구성될 수 있는데, 본 발명의 일 실시예에 따른 구동부(300)는 구동 모터(320)와, 구동 모터(320)에 의해 회전 구동되는 타이밍 풀리(340)를 포함하여 구성된다.

[0032] 좀 더 자세히 살펴보면, 루프 벨트(200)는 구동부(300)에 의해 이동하는 과정에서 슬립 이동이 방지될 수 있도록 형성되는 것이 정확한 위치 제어를 위해 바람직하며, 이를 위해 루프 벨트(200)의 외측면에는 도 1 및 도 2

에 도시된 바와 같이 타이밍 돌기(210)가 형성된다. 즉, 루프 벨트(200)는 일반적인 타이밍 벨트를 사용하여 제작될 수 있다. 이러한 루프 벨트(200)의 구조에 따라 구동부(300)는 구동 모터(320)와, 구동 모터(320)에 의해 회전 구동되며 루프 벨트(200)의 타이밍 돌기(210)와 맞물림되는 적어도 하나 이상의 타이밍 풀리(340)를 포함하여 구성된다. 이때, 구동 모터(320)의 모터축 및 타이밍 풀리(340)의 회전축에는 각각 순차적으로 치합되는 평기어(330)가 결합됨으로써, 구동 모터(320)에 의해 모든 타이밍 풀리(340)가 동시에 회전하도록 구성될 수 있다.

[0033] 예를 들면, 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이 2개의 타이밍 풀리(340)가 각각 루프 벨트(200)의 외측면에 형성된 서로 대칭되는 타이밍 돌기(210)에 맞물리도록 배치되어 구동 모터(320)에 의해 동시에 회전하게 되면, 2개의 타이밍 풀리(340)는 서로 반대 방향으로 회전하며 루프 벨트(200)를 동일한 방향으로 이동시키게 된다. 즉, 도 3에 도시된 바와 같이 타이밍 풀리(340)의 회전 방향에 따라 루프 벨트(200)가 케이스(100) 내부로 이동하거나 외부로 이동하게 되며, 이에 따라 루프 벨트(200)에 의해 형성되는 폐루프 영역(C)의 크기 및 형상이 감소 또는 증가하게 된다.

[0034] 한편, 이러한 구동 모터(320) 및 타이밍 풀리(340)는 케이스(100) 내부에 위치하도록 케이스(100)에 직접 장착될 수도 있으나, 도 2에 도시된 바와 같이 별도의 장착 프레임(310)을 구비하여 장착 프레임(310)에 장착되는 방식으로 구성될 수도 있다. 이때, 장착 프레임(310)에는 케이스(100)의 삽입홀(120)과 대응되는 위치에 보조 파지부(400)가 삽입될 수 있는 결합부(311)가 형성될 수 있다. 또한, 장착 프레임(310)에는 루프 벨트(200)가 타이밍 풀리(340)에 원활하게 맞물림되도록 루프 벨트(200)의 이동 경로를 가이드하는 가이드부(350)가 타이밍 풀리(340)의 전방에 형성될 수 있으며, 아울러 타이밍 풀리(340)에 의한 루프 벨트(200)의 최대 방출 이동량을 제한할 수 있도록 도 3에 도시된 바와 같이 타이밍 풀리(340)의 후방에 별도의 스토퍼(360)가 형성될 수 있다.

[0035] 이러한 구조에 따라 본 발명의 일 실시예에 따른 로보틱 그래스퍼 장치는 구동부(300)의 동작에 의해 루프 벨트(200)가 이동하여 폐루프 영역(C)의 크기가 조절되는데, 이때, 루프 벨트(200)가 폐루프 영역(C)의 크기가 감소하도록 구동부(300)에 의해 케이스(100) 내부로 견인 이동되면, 루프 벨트(200)는 폐루프 영역(C) 내에 위치한 물체(M)의 외주면에 가압 밀착하며 물체(M)를 파지하게 된다. 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 로보틱 그래스퍼 장치는 루프 벨트(200)의 가압 밀착력에 의해 물체(M)를 파지하는 방식으로 구성된다. 따라서, 물체(M)가 폐루프 영역(C) 내에 위치하는 한 다양한 형상의 물체(M)를 파지할 수 있는 구조이다.

[0036] 이때, 루프 벨트(200)가 물체(M)를 파지하는 방식은 루프 벨트(200)가 케이스(100) 내부로 이동하며 폐루프 영역(C) 내에 위치한 물체(M)와 가압 밀착되는 방식으로 진행되는데, 이때 물체(M)는 루프 벨트(200)에 가압 밀착됨과 동시에 케이스(100)의 일측면과 가압 밀착된다. 따라서, 케이스(100)의 일측면에는 폐루프 영역(C) 내의 물체(M)가 파지되는 과정에서 탄성 밀착될 수 있도록 탄성력을 갖는 보조 파지부(400)가 돌출 형성되는 것이 바람직하다. 이에 따라 루프 벨트(200)의 견인 이동에 의해 파지되는 물체(M)는 루프 벨트(200)의 내주면 및 보조 파지부(400)에 가압 밀착되며 더욱 안정적으로 파지될 수 있다. 이때, 보조 파지부(400)는 물체(M)의 보호 및 가압력 향상을 위해 탄성력을 갖는 재질로 형성되는 것이 바람직하며, 예를 들면, 스폰지 또는 고무 등의 단순한 형태로 제작되거나 탄성 스프링에 의해 지지되는 회전 롤러 등의 형태로 제작될 수 있다.

[0037] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 로보틱 그래스퍼 장치에 대한 기능 블록도이고, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 로보틱 그래스퍼 장치의 구동 모터에 대한 제어 방식을 나타내는 그래프를 도시한 도면이고, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 로보틱 그래스퍼 장치의 파지 동작 상태를 개략적으로 도시한 동작 상태도이고, 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 로보틱 그래스퍼 장치의 운동 동작 상태를 개략적으로 도시한 동작 상태도이다.

[0038] 본 발명의 일 실시예에 따른 로보틱 그래스퍼 장치는 도 4에 도시된 바와 같이 구동 모터(320)의 출력 토크를 측정할 수 있는 토크 센서(321)가 구동 모터(320)에 장착될 수 있고, 제어부(500)는 이러한 토크 센서(321)에 의해 측정된 측정값이 미리 설정된 설정값 이상인 경우 구동 모터(320)의 동작이 정지하도록 제어하는데, 이를 통해 물체(M)에 대한 파지 완료 여부에 따라 구동 모터(320)의 동작을 정지시켜 과부하를 방지하게 된다. 즉, 구동 모터(320)가 루프 벨트(200)를 견인 이동시키는 과정에서 구동 모터(320)에는 일정 강도의 출력 토크가 발생하게 되는데, 이후 루프 벨트(200)가 견인 이동 완료되어 물체(M)의 외주면과 가압 밀착된 상태에서는 더이상 루프 벨트(200)의 견인 이동이 불가능하므로 구동 모터(320)의 출력 토크가 급격히 상승하게 된다. 따라서, 제어부(500)는 이러한 출력 토크가 미리 설정된 설정값 이상이 되면 루프 벨트(200)에 의해 물체의 파지가 완료된 것으로 파악하여 구동 모터(320)의 동작을 정지시킨다. 이에 따라 구동 모터(320)의 과부하가 방지될 뿐만 아니

라 루프 벨트(200)에 의해 물체(M)에 가해지는 가압력이 일정 크기로 제한됨으로써 물체(M)에 대한 손상이 방지된다.

[0039] 또한, 구동 모터(320)에는 본 발명의 일 실시예에 따라 구동 모터(320)의 회전 구동 위치를 측정할 수 있는 엔코더(322)가 장착될 수 있으며, 제어부(500)는 엔코더(322)에 의해 측정된 구동 모터(320)의 회전 구동 위치에 따라 구동 모터(320)의 동작을 제어하도록 구성될 수 있다. 이를 통해 구동 모터(320)에 대한 동작 제어를 루프 벨트(200)의 위치에 따라 더욱 정확하게 수행할 수 있다.

[0040] 좀 더 자세히 살펴보면, 루프 벨트(200)에 의해 형성되는 폐루프 영역(C)의 크기 및 형상은 구동 모터(320)에 의해 이동되는 루프 벨트(200)의 위치에 따라 결정되는데, 루프 벨트(200)의 위치는 구동 모터(320)의 회전 구동 위치에 따라 결정된다. 따라서, 구동 모터(320)의 회전 구동 위치에 따른 루프 벨트(200)의 위치 및 폐루프 영역(C)의 형상 등을 미리 데이터 베이스화하여 저장해 놓은 상태에서, 엔코더(322)에 의해 구동 모터(320)의 회전 구동 위치를 파악하면 그 상태에서 루프 벨트(200)의 위치 및 폐루프 영역(C)의 형상을 파악할 수 있다. 이에 따라 물체(M)의 형상과 폐루프 영역(C)의 형상을 비교하여 물체(M)에 대한 파지 완료 여부를 파악할 수 있다. 즉, 특정 물체(M)를 파지하는 경우 전술한 토크 센서(321)에 의해 물체에 대한 파지 완료 여부를 파악할 수 있는데, 이에 더하여 구동 모터(320)의 회전 구동 위치에 따라 파악된 폐루프 영역(C)의 형상을 물체(M)의 형상과 비교하여 루프 벨트(200)가 물체(M)의 외주면에 가압 밀착된 상태라고 파악되면 물체(M)를 파지 완료한 것으로 파악할 수 있다. 이때, 물체(M)의 형상은 후술할 별도의 물체 인식부(600)를 통해 파악될 수 있다.

[0041] 또한, 구동 모터(320)의 회전 구동 위치에 따라 구동 모터(320)에 대한 회전 구동 속도를 다르게 제어할 수 있는데, 예를 들어 도 5의 (a) 및 (b)에 도시된 바와 같이 특정 회전 구동 위치까지는 구동 속도를 급격히 증가시키고 이 상태를 유지하다가 다른 특정 회전 구동 위치 이후부터는 구동 속도를 급격히 감소시키는 방식으로 제어될 수 있다. 이러한 제어 방식에 따라 물체(M)를 파지하는 동작을 더욱 신속하고 정확하게 수행할 수 있다. 즉, 폐루프 영역(C) 내에 위치한 물체(M)를 파지하는 과정에서 루프 벨트(200)를 물체(M)에 근접하게 이동시키는 구간에서는 구동 모터(320)의 회전 속도를 빠르게 하여 신속하게 루프 벨트(200)를 이동시키고, 루프 벨트(200)가 물체(M)에 근접한 상태부터는 루프 벨트(200)가 정확하게 물체(M)의 외주면에 밀착될 수 있도록 구동 모터(320)의 회전 속도를 느리게 하여 루프 벨트(200)를 느리고 정밀하게 이동시킬 수 있다.

[0042] 한편, 이상에서 설명한 로보틱 그래스퍼 장치는 다양한 위치의 물체(M)를 능동적으로 파지할 수 있도록 전술한 바와 같이 케이스(100)가 로봇 암과 같은 별도의 이동 수단에 장착되어 이동 가능하게 구성될 수 있다. 이때, 케이스(100)는 4 자유도 운동이 가능하도록 구성되는데, 본 발명의 일 실시예에 따라 4 자유도 운동의 형태는, 폐루프 영역(C)이 형성되는 평면과 평행한 기준 평면(P) 상에서 서로 직각을 이루는 X축 및 Y축 방향과, X축 및 Y축과 직각을 이루는 Z축 방향으로 3축 이동 가능하고(도 1 참조), Z축 방향의 회전축을 중심으로 회전 가능한 형태로 형성될 수 있다. 이는 예시적인 것으로 5 자유도 또는 6 자유도 운동이 가능한 형태로 형성되거나 다른 형태의 4 자유도 운동이 가능한 형태로도 형성될 수 있으나, 전술한 형태의 4 자유도 운동이 본 발명에 따른 로보틱 그래스퍼 장치의 구조상 파지 안정성 및 효율성 또는 정보 처리 속도 등의 관점에서 더욱 바람직하다 할 것이다.

[0043] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 로보틱 그래스퍼 장치는 이와 같이 이동 가능하게 장착됨과 동시에 물체의 형상 및 위치 정보를 인식할 수 있는 물체 인식부(600)를 더 포함하여 구성되며, 이를 통해 물체(M)의 형상 및 위치 정보를 파악하고 이러한 정보에 따라 케이스(100)를 이동시켜 물체를 파지할 수 있도록 동작한다. 이때, 물체 인식부(600)는 3차원 형상을 파악할 수 있는 장치가 적용될 수도 있으나, 본 발명의 일 실시예에 따라 물체(M)의 윤곽선 및 위치 정보를 기준 평면(P)에 대해 2차원적으로 인식할 수 있는 장치가 적용되는 것이 바람직하다. 예를 들면, 일반적인 2차원 카메라 등이 사용될 수 있을 것이다. 이러한 물체 인식부(600)를 통해 파악된 물체(M)의 2차원 윤곽선 및 위치 정보는 제어부(500)에 인가되고, 제어부(500)는 이러한 정보에 따라 루프 벨트(200)를 통해 물체(M)를 파지할 수 있도록 케이스(100)의 4 자유도 운동 및 구동부(300)의 동작을 제어한다. 한편, 다양한 물체 중에 특정 물체를 인식하여 파지하고자 하는 경우에는 별도의 데이터 베이스(700)에 해당 물체에 대한 2차원 이미지 정보를 저장하고, 물체 인식부(600)를 통해 인식된 물체와 이미지 정보를 비교하여 특정 물체를 인식한 후, 해당 특정 물체를 파지할 수 있도록 전술한 제어 동작을 수행하는 방식으로 구성될 수 있다.

[0044] 좀 더 자세히 살펴보면, 일반적으로 로보틱 그래스퍼 장치의 파지 정확성을 향상시키기 위해서는 물체의 형상을 3차원적으로 정확하게 파악하는 것이 유리하지만, 이는 종래 기술에서 설명한 바와 같이 단순 파지 작업을 위해서는 비효율적이라는 문제가 있기 때문에, 본 발명의 물체 인식부(600)는 2차원적인 물체(M)의 윤곽선을 파악하

는 방식으로 구성된다. 이러한 물체 인식부(600)를 통해 파악된 물체(M)의 윤곽선과 미리 데이터 베이스화된 폐루프 영역(C)의 윤곽선을 서로 비교하여 물체(M)가 폐루프 영역(C) 내에 위치하도록 케이스(100)를 X축 및 Y축 방향으로 이동시킨다. 이때, 물체(M)와 로보틱 그래스퍼 장치와의 Z축 방향의 거리는 별도의 높이 측정 장치에 의해 측정되어 케이스(100)의 Z축 방향의 이동 거리를 판단할 수 있으나, 이와 달리 본 발명의 일 실시예에 따른 로보틱 그래스퍼 장치는 물체(M)가 기준 평면(P) 상에 안착된 경우, 즉 물체(M)의 높이가 항상 일정한 경우를 기준으로 하여 Z축 방향의 이동 거리를 별도로 정보 처리하지 않도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 임의의 작업대 위에 특정 물체가 올려진 경우 이 물체를 단순 파지하여 이동시키는 작업의 경우, 본 발명의 일 실시예에 따른 로보틱 그래스퍼 장치가 특히 유용하게 사용될 수 있다.

[0045] 이 경우, 일반적으로 물체 인식부(600)를 통한 물체(M)의 윤곽선이나 위치 정보는 실질적으로 많은 오차가 발생될 수 있는데, 본 발명에 따른 로보틱 그래스퍼 장치는 연성 재질의 루프 벨트(200)를 이용하여 물체(M)를 파지하도록 구성되기 때문에, 물체 인식부(600)를 통해 파악된 물체(M)의 윤곽선 또는 위치 정보 등에 오차가 발생하더라도 이러한 오차에 의한 영향이 크게 감소된다. 즉, 물체(M)를 파지하기 위한 물체(M)와 폐루프 영역(C)과의 최적의 상대 위치는 도 6의 (a)에 점선으로 도시된 바와 같이 파지 과정 중에 물체(M)의 이동이 최소화되는 위치일 것이다. 그러나, 물체(M)의 위치 정보가 ΔY만큼 오차가 발생하여 폐루프 영역(C)과 물체(M)의 상대 위치가 최적 위치가 아닌 경우에도, 물체(M)가 폐루프 영역(C) 내부에 위치하는 한 도 6의 (b)에 도시된 바와 같이 안정적으로 파지할 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 로보틱 그래스퍼 장치는 물체(M)의 형상 또는 위치 정보에 대한 인식 과정에서 일정 범위 이내의 오차가 발생하더라도 이에 무관하게 물체(M)를 안정적으로 파지할 수 있으며, 이에 따라 물체(M)에 대한 형상 및 위치에 대한 정보 처리량이 상대적으로 작아 더욱 효율적인 구조이다.

[0046] 도 7은 케이스(100)의 4 자유도 운동 상태를 예시적으로 나타낸 것으로, 도 7의 (a) 상태에서부터 도 7의 (b) 상태와 같이 물체(M)를 파지하기 위한 최적 상태로 케이스(100)가 4 자유도 운동을 통해 이동할 수 있다. 즉, 기준 평면(P) 상에 위치한 물체(M)가 폐루프 영역(C) 내에 위치될 수 있도록 케이스(100)는 도 7의 (b)에 도시된 바와 같이 X,Y,Z축 방향으로 각각 이동함과 동시에 또한 α 각도만큼 회전할 수 있다. 이때, 회전 각도(α)는 물체를 파지하기 위한 최적 상태를 형성하기 위한 각도로서, 물체(M)의 2차원 윤곽선과 폐루프 영역(C)의 2차원 윤곽선의 비교 분석을 통해 구할 수 있다. 이와 같이 이동한 상태에서 구동 모터(320)가 제어부(500)에 의해 동작되면, 루프 벨트(200)가 케이스(100) 내부로 이동하며 폐루프 영역(C)이 감소하고 이에 따라 루프 벨트(200) 및 보조 파지부(400)에 의해 물체(M)가 파지된다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 로보틱 그래스퍼 장치는 물체(M)를 파지하기 위한 접근 위치와 접근 방향을 모두 파악한 상태로 물체(M)를 파지할 수 있어 파지 작업의 신뢰도가 더욱 향상된다.

[0047] 이상에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 로보틱 그래스퍼 장치의 구성 및 동작 상태에 대해 설명하였다. 이하에서는 이러한 로보틱 그래스퍼 장치에 대해 본 발명의 일 실시예에 따라 이를 제어하는 방법에 대해 살펴본다.

[0048] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 로보틱 그래스퍼 장치 제어 방법에 대한 동작 흐름도이다.

[0049] 본 발명의 일 실시예에 따른 로보틱 그래스퍼 장치를 제어하는 방법은, 로보틱 그래스퍼 장치에 전원을 공급하는 등의 방식으로 작동 대기시키는 준비 단계(S1)와, 물체(M)의 2차원 윤곽선을 추출하는 추출 단계(S3)와, 물체(M)를 파지할 수 있는지 파지 가능성 여부를 판단하는 판단 단계(S4)와, 물체(M)의 파지를 위해 케이스(100)를 이동시키는 이동 단계(S6)와, 구동부(300)를 작동시켜 물체(M)를 파지하는 파지 단계(S7)를 포함하여 구성된다.

[0050] 이러한 제어 방법을 동작 흐름을 따라 자세히 살펴보면, 먼저 전술한 준비 단계(S1)를 거친 후, 물체 인식부(600)를 통해 물체(M)를 인식하고(S2), 인식된 물체(M)에 대해 2차원 윤곽선을 추출하는 추출 단계(S3)를 거친다. 이후 판단 단계(S4)에서는 추출 단계(S3)에 의해 추출된 물체의 2차원 윤곽선과 기 저장된 폐루프 영역(C)의 2차원 윤곽선을 비교 연산하여 루프 벨트(200)를 통해 물체(M)를 파지할 수 있는지 판단하고, 물체(M)를 파지할 수 없다고 판단되면 다시 다른 물체(M)를 인식하는 과정으로 순환된다. 만약, 판단 단계(S4)를 통해 물체(M)를 파지할 수 있다고 판단되면, 이동 단계(S6)를 통해 폐루프 영역(C) 내에 물체(M)가 위치할 수 있도록 케이스(100)를 이동시킨다. 이후 파지 단계(S7)에서 폐루프 영역(C) 내에 위치한 물체(M)를 루프 벨트(200)를 통해 파지하도록 구동부(300)를 작동시키고, 이러한 과정을 통해 최종적으로 그래스퍼 장치의 제어가 완료된다(S8).

[0051] 이때, 본 발명의 일 실시예에 따른 제어 방법은, 판단 단계(S4)를 통해 물체를 파지할 수 있다고 판단된 경우 페루프 영역(C)의 2차원 윤곽선과 물체(M)의 2차원 윤곽선을 비교 연산하여 루프 벨트(200)가 물체(M)를 파지하기에 가장 적합하도록 케이스(100)의 회전 각도 및 위치를 결정하는 위치 결정 단계(S5)를 더 포함하는 것이 바람직하며, 이동 단계(S6)는 이러한 위치 결정 단계(S5)를 통해 결정된 회전 각도 및 위치에 따라 케이스(100)를 이동시키도록 구성된다.

[0052] 이러한 제어 방법을 통해 본 발명의 일 실시예에 따른 로보틱 그래스퍼 장치는 물체에 대한 2차원 윤곽선을 파악하여 물체를 파지할 수 있는지 파지 가능성 여부를 판단하고, 파지 가능성이 있는 경우 물체에 대한 최적 접근 방향 및 위치를 따라 이동하여 물체를 파지하도록 제어된다. 이는 물체에 대한 2차원 윤곽 정보를 정보 처리하므로 처리 속도가 빠르고, 특히 최적의 접근 방향 및 위치를 파악할 수 있으므로 더욱 안정적이고 신뢰성있는 파지 작업이 가능하다.

[0053] 다음으로 판단 단계(S4)의 연산 과정을 좀 더 자세히 살펴보면, 판단 단계(S4)는 본 발명의 일 실시예에 따라 도 9에 도시된 바와 같이 제 1 변환 단계(S4-1), 제 2 변환 단계(S4-2), 중심 일치 단계(S4-3), 좌표 변환 단계(S4-4) 및 비교 단계(S4-5)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0054] 제 1 변환 단계(S4-1)에서는 페루프 영역(C)의 2차원 윤곽선 및 물체의 2차원 윤곽선을 불연속적인 다수개의 점으로 이루어진 1차원 윤곽 점선(L1)으로 각각 변환하는데, 이때, 페루프 영역(C)에 대한 1차원 윤곽 점선은 데이터 베이스화 되어 기 저장된 정보를 활용할 수 있다. 제 2 변환 단계(S4-2)에서는 제 1 변환 단계(S4-1)를 통해 변환된 물체(M)의 1차원 윤곽 점선(L1)에 대해 오목한 윤곽 구간을 제거하여 볼록한 구간의 다수개의 점들로 이루어지는 1차원 볼록 윤곽 점선(L2)으로 변환한다.

[0055] 이와 같은 물체의 윤곽선 변환은 snake 알고리즘과 convex hull 알고리즘을 접목하여 수행되며, 물체(M)의 2차원 윤곽선은 도 12의 (a)에 도시된 바와 같이 2차원 이미지를 통해 물체 내부를 포함하는 초기 윤곽선의 상태에서, snake 알고리즘을 적용하여 도 12의 (b)에 도시된 바와 같이 다수개의 점들로 이루어진 물체의 에지 윤곽선으로 변환하고, 다시 convex hull 알고리즘을 적용하여 볼록 상태로 변환하는 과정으로 진행된다.

[0056] 여기서, 1차원 볼록 윤곽 점선(L2)으로 변환한 이유는 루프 벨트(200)가 물체(M)의 외주면에 가압 밀착될 때 오목한 부분은 실질적으로 접촉이 이루어지지 않기 때문이며, 1차원 볼록 윤곽 점선(L2)은 1차원 윤곽 점선(L1)을 구성하고 있는 점들에 대해 convex hull 알고리즘을 적용하여 볼록화시킨 상태이다. 따라서, 물체의 윤곽선은 점 $V=(v(s_0),\ v(s_1),,,,,v(s_N))$의 집합이고, 최종적으로 볼록한 M개의 점 (x_{oi},y_{oi})들로 구성되며, $M \leq N$ 이다. 이때, 적용되는 snake 알고리즘 및 convex hull 알고리즘은 이미지 해석 분야에서 널리 사용되는 알고리즘으로 이에 대한 상세한 설명은 생략한다.

[0057] 중심 일치 단계(S4-3)에서는 페루프 영역(C)의 1차원 윤곽 점선에 대한 중심과 물체의 1차원 볼록 윤곽 점선(L2)에 대한 중심을 동일 좌표로 일치시키는데, 페루프 영역(C)의 1차원 윤곽 점선에 대한 중심은 기 저장된 정보를 이용하고, 물체(M)의 1차원 볼록 윤곽 점선(L2)에 대한 중심(x_c,y_c)은 아래의 수식에 의해 구해진다.

$$x_c = \frac{1}{6A}\sum_{i=1}^{M}(x_{oi}+x_{oi+1})(x_{oi}y_{oi+1}-x_{oi+1}y_{oi})$$

$$y_c = \frac{1}{6A}\sum_{i=1}^{M}(y_{oi}+y_{oi+1})(x_{oi}y_{oi+1}-x_{oi+1}y_{oi})$$

[0058]

[0059] 여기서, 면적A는 다음 수식과 같이 구해진다.

$$A = 1/2\sum_{i=1}^{M}(x_{oi}y_{oi+1}-x_{oi+1}y_{oi})$$

[0060]

[0061] 좌표 변환 단계(S4-4)에서는 중심 일치 단계(S4-3)를 통해 일치된 중심 좌표로부터 폐루프 영역(C)의 1차원 윤곽 점선과 물체의 1차원 볼록 윤곽 점선(L2)에 대한 좌표값을 각각 로그-극좌표(*log-polar, (log(r),θ)*)로 변환한다. 즉, 데카르트 좌표계로 표현된 점 (x,y)를 극좌표계에서의 표현으로 바꾸어준다. 로그-극좌표 시스템에서 r 은 윤곽선의 중심(x_c,y_c)에서 반지름 방향의 거리이고, θ 는 X축과의 각도를 의미하며, 다음 식을 통해 구해진다.

$$r = \log\left(\sqrt{(x-x_c)^2+(y-y_c)^2}\right)$$

$$\theta = \tan^{-1}\left[\frac{(x-x_c)}{(y-y_c)}\right]$$

[0062]

[0063] 따라서, 물체(M)에 대한 1차원 볼록 윤곽 점선(L2)의 각 점들은 (r_i,θ)로 표현되고, 폐루프 영역(C)에 대한 1차원 윤곽 점선의 각 점들은 (r_{mi},θ)로 표현된다. 즉, 각각 거리 좌표값과 각도 좌표값으로 표현된다.

[0064] 비교 단계(S4-5)에서는 좌표 변환 단계(S4-4)를 통해 변환된 폐루프 영역(C)의 1차원 윤곽 점선에 대한 좌표값과 물체(M)의 1차원 볼록 윤곽 점선(L2)에 대한 좌표값을 서로 비교한다. 이러한 로그-극좌표에 대한 좌표값은 도 13의 (a)에 예시적으로 도시되며, G1은 폐루프 영역(C)의 1차원 윤곽 점선을 나타내고 L은 물체(M)의 1차원 볼록 윤곽 점선을 나타낸다.

[0065] 판단 단계(S4)에서는 이와 같이 각 단계를 거쳐 서로의 좌표값을 비교한 후, 비교 결과에 따라 루프 벨트(200)를 통해 물체(M)를 파지할 수 있는지 여부를 판단한다. 예를 들어, 윤곽선 중심(x_c,y_c)에서 폐루프 영역(C)의 1차원 윤곽 점선까지의 거리 좌표값(r_{mi}) 중 최소값이 윤곽선 중심(x_c,y_c)에서 물체(M)의 1차원 볼록 윤곽 점선(L2)까지의 거리 좌표값(r_i) 중 최대값보다 큰 경우에는 물체(M)를 파지할 수 있는 것으로 판단한다. 즉, 다음과 같은 조건을 만족하면 파지 가능성이 있는 것으로 판단한다.

[0066] $min(r_{mi}) > max(r_i),\ i \in (1,M)$

[0067] 이러한 판단 단계(S4)는 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따라 도 10에 도시된 바와 같이 전술한 제 1 변환 단계(S4-1) 및 제 2 변환 단계(S4-2)와, 이미지 변환 단계(S4-6)와, 침식 단계(S4-7)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0068] 제 1 변환 단계(S4-1) 및 제 2 변환 단계(S4-2)에서는 전술한 바와 동일한 방식으로 진행되고, 이미지 변환 단계(S4-6)에서는 제 1 및 제 2 변환 단계(S4-1,S4-2)를 통해 얻어진 상기 폐루프 영역(C)의 윤곽과 물체(M)의 윤곽에 대해 각각 윤곽의 내외부 영역을 0과 1로 표현하는 이진화 이미지로 변환한다. 이러한 이진화 이미지는 0은 까만색 1은 흰색으로 표현되는 방식으로 도 14에 예를 들어 도시되고 있는데, 도 14의 (a)는 물체(M)에 대한 이진화 이미지이고, 도 14의 (b)는 폐루프 영역(C)에 대한 이진화 이미지이다.

[0069] 침식 단계(S4-7)에서는 침식(erosion) 알고리즘을 통해 물체(M)의 이진화 이미지를 구조 요소(structure element)로 사용하여 폐루프 영역(C)의 이진화 이미지를 침식시킨다. 이는 물체(M)의 윤곽 중심을 폐루프 영역(C)의 외곽선을 따라 시계 방향으로 한바퀴 돌리면서 침식시키는 방식으로 진행된다. 이러한 침식 과정을 거친 침식 결과는 도 14의 (c)에 도시된다. 이와 같은 침식 과정을 수행하는 침식 알고리즘은 이미지 해석 분야에서 널리 사용되는 것으로 상세한 설명은 생략한다.

[0070] 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 판단 단계(S4)는 이러한 침식 단계(S4-7)를 통해 침식된 결과에 따라 루프 벨트(200)를 통해 물체를 파지할 수 있는지 여부를 판단하도록 구성되는데, 예를 들어, 도 14의 (c)에 도시된 침식 결과 이미지 중 흰색으로 표시된 1의 개수를 카운트하여 미리 설정된 설정값보다 크면 파지 가능한 것으로 판단할 수 있다.

[0071] 다음으로, 위치 결정 단계(S5)의 연산 과정을 좀 더 자세히 살펴보면, 위치 결정 단계(S5)는 도 11에 도시된 바와 같이 판단 단계(S4)에서 수행한 제 1 및 제 2 변환 단계(S4-1,S4-2), 중심 일치 단계(S4-3) 및 좌표 변환 단

계(S4-4)를 포함하고, 이후 제 1 산출 단계(S6-1)와 제 2 산출 단계(S6-2)를 거치는 과정으로 구성될 수 있다.

[0072] 제 1 및 제 2 변환 단계(S4-1,S4-2), 중심 일치 단계(S4-3) 및 좌표 변환 단계(S4-4)에서는 전술한 바와 동일한 방식으로 진행되므로 상세한 설명은 중복 방지를 위해 생략한다. 제 1 산출 단계(S6-1)에서는 좌표 변환 단계(S4-4)를 통해 변환된 폐루프 영역(C)의 1차원 윤곽 점선에 대한 거리 좌표값(r_{mi})과 물체(M)의 1차원 볼록 윤곽 점선(L2)에 대한 거리 좌표값(r_i)을 비교하여 그 차이값 중 가장 작은 최소 거리값(d_{mi})을 산출한다. 즉, 최소 거리값 $d_{mi} = min(r_{mi}-r_i)$ 로 표현된다.

[0073] 제 2 산출 단계(S6-2)에서는 폐루프 영역(C)의 1차원 윤곽 점선을 중심 좌표(x_c,y_c)를 중심으로 Θ각도 간격으로 360° 회전하고 각각의 회전 상태마다 최소 거리값(d_{mi})을 산출하며, 각각의 회전 상태마다 산출된 다수개의 최소 거리값(d_{mi}) 중 그 크기가 가장 큰 최소 거리값(d_{mi})을 산출한다.

[0074] 즉, 제 1 및 제 2 산출 단계(S6-1,6-2)를 통해 m=0 일 때의 각도에서 계산된 $(r_{0i}-r_i)$ 중에서 최소값 d_{0m} 을 찾고, 이후 폐루프 영역(C)의 1차원 윤곽 점선을 반시계 방향으로 Θ각도 간격으로 돌려가면서 $(r_{mi}-r_i)$ 의 최소값 d_{mi} 를 찾는다. 이러한 프로세스를 M-1번하여 d_{mi} 값이 가장 큰 값을 찾는다.

[0075] 이때, 위치 결정 단계(S5)에서는 이러한 최소 거리값(d_{mi})이 최대가 되는 회전 각도 PΘ를 찾고, 이 각도(PΘ)를 케이스(100)의 회전 각도로 결정한다. 도 13의 (b)에는 폐루프 영역(C)의 1차원 윤곽 점선이 도 13의 (a) 상태로부터 최소 거리값(d_{mi})이 최대가 되는 회전 각도 PΘ 만큼 회전한 상태가 도시된다.

[0076] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 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.

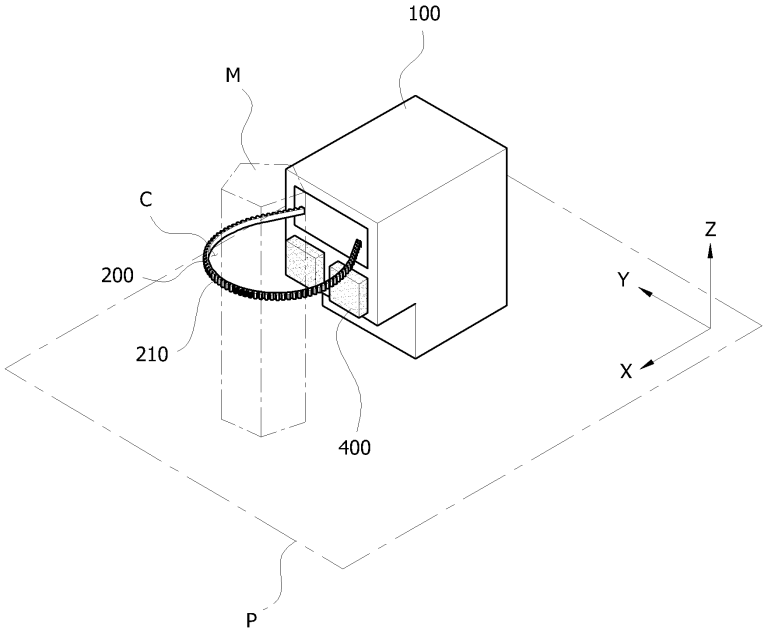
부호의 설명

[0077]

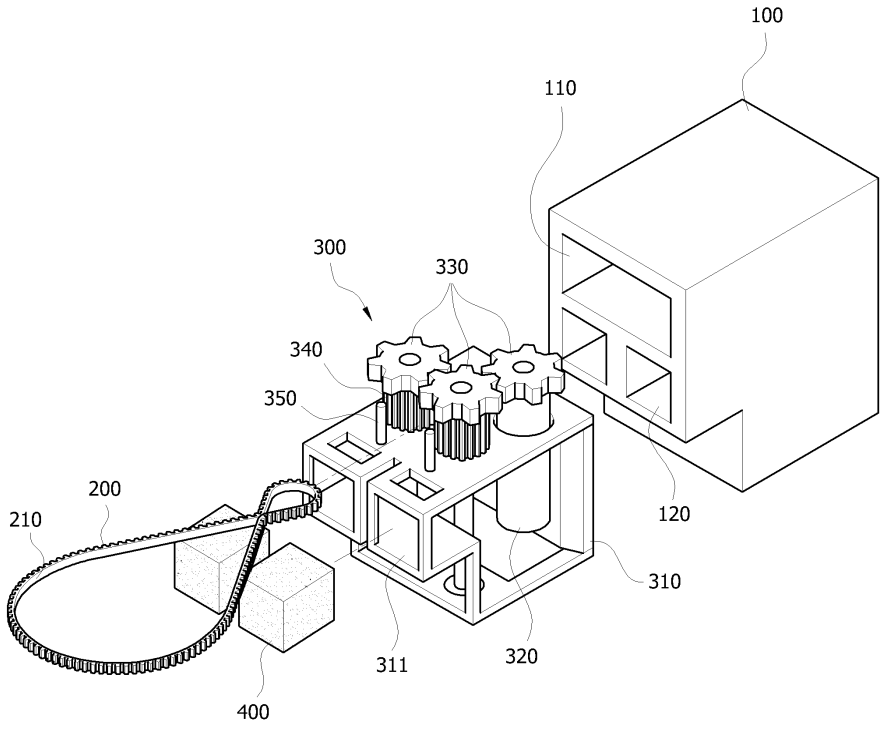
100: 케이스	200: 루프 벨트
210: 타이밍 돌기	300: 구동부
310: 프레임	320: 구동 모터
321: 토크 센서	322: 엔코더
330: 평기어	340: 타이밍 풀리
400: 보조 파지부	500: 제어부
600: 물체 인식부	700: 데이터 베이스

도면

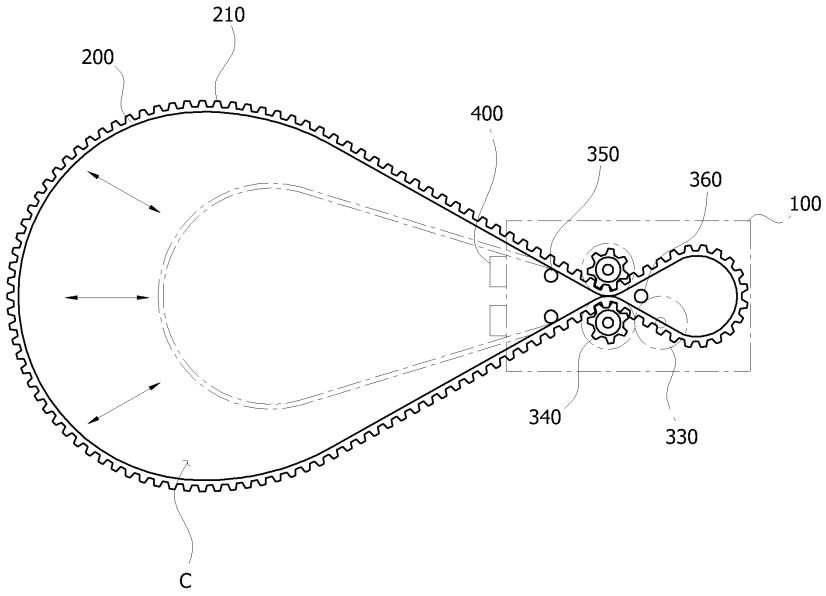
도면1


100
M
C
200
210
400
Z
Y
X
P

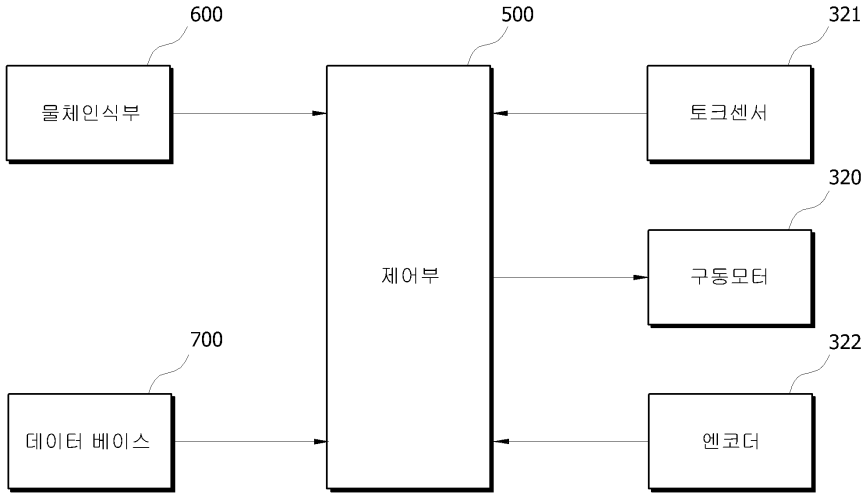
도면2


100
110
300
330
340
350
200
210
120
310
311
320
400

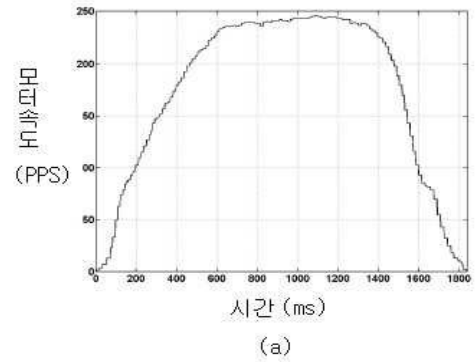
도면3


210
200
400
350
360
100
340
330
C

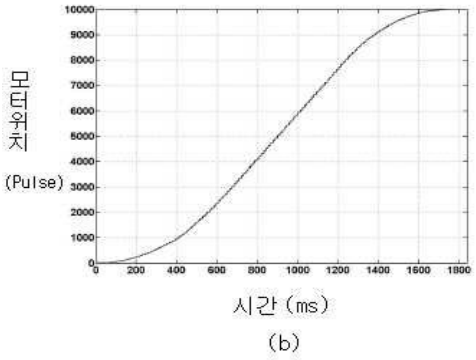
도면4


600
500
321
물체인식부
토크센서
320
제어부
구동모터
700
322
데이터 베이스
엔코더

도면5

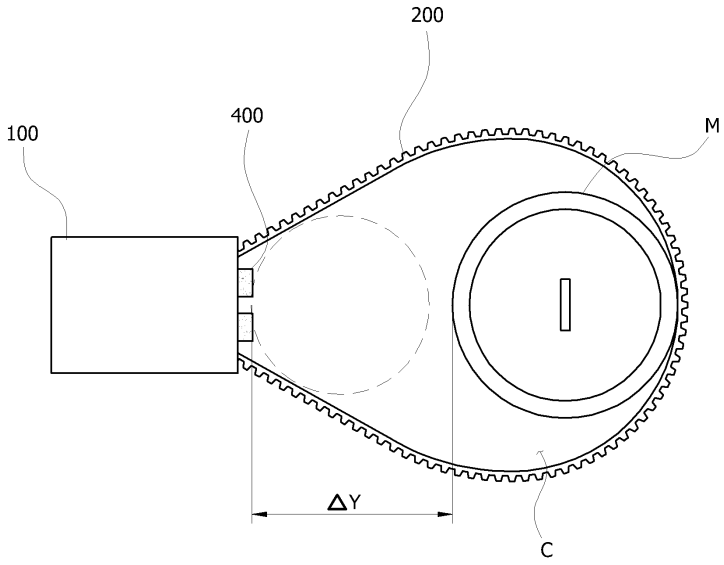

모터속도
(PPS)
250
200
150
100
50
0
0
200
400
600
800
1000
1200
1400
1600
1800
시간 (ms)

(a)

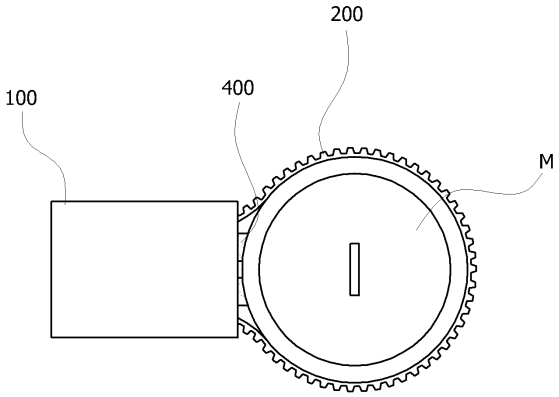

모터위치
(Pulse)
10000
9000
8000
7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
0
200
400
600
800
1000
1200
1400
1600
1800
시간 (ms)

(b)

도면6

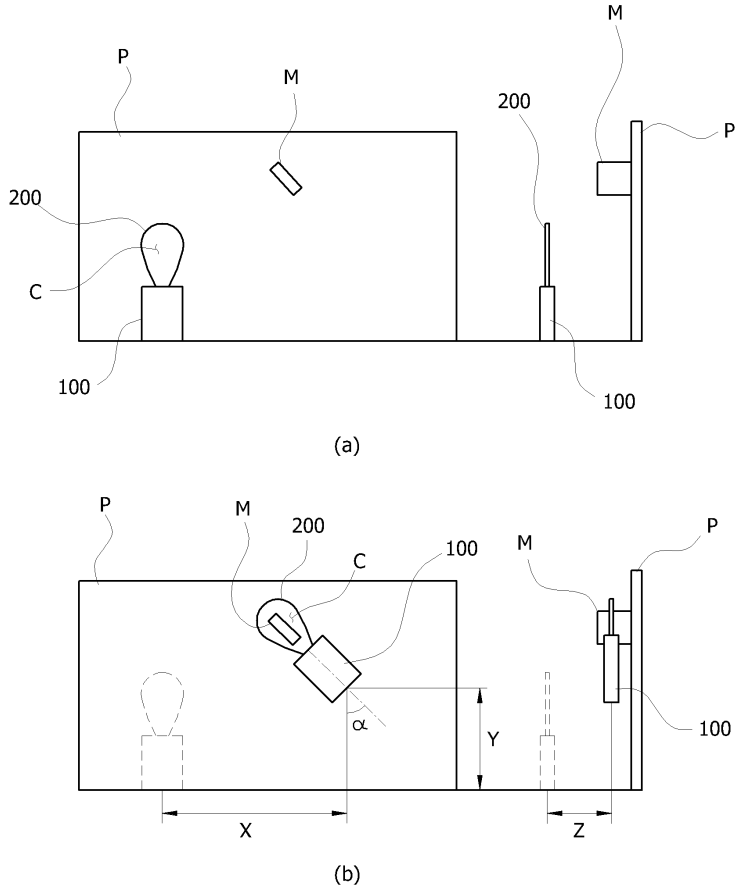


(a)

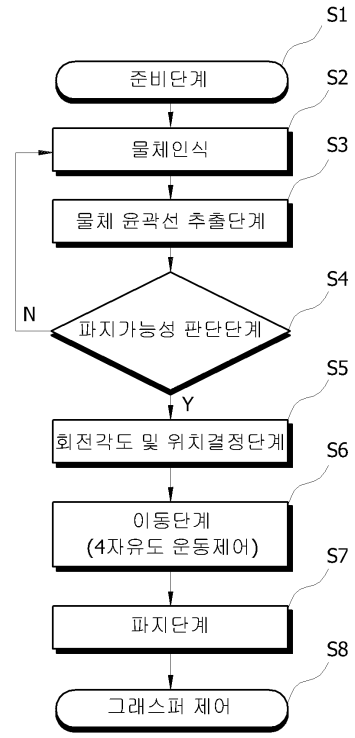


(b)

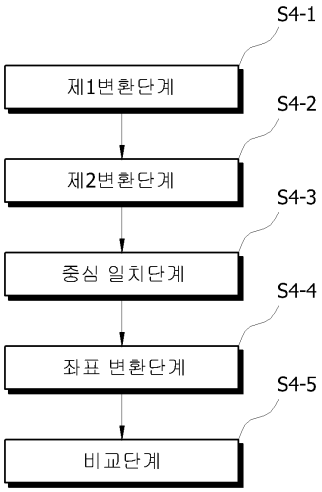
도면7



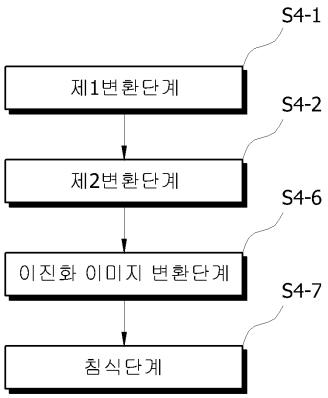
도면8


S1
준비단계
S2
물체인식
S3
물체 윤곽선 추출단계
S4
N
파지가능성 판단단계
Y
S5
회전각도 및 위치결정단계
S6
이동단계
(4자유도 운동제어)
S7
파지단계
S8
그래스퍼 제어

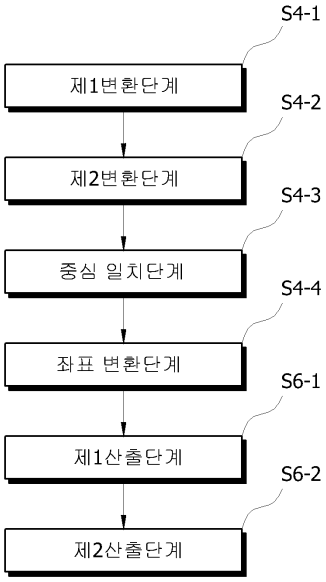
도면9


S4-1
제1변환단계
S4-2
제2변환단계
S4-3
중심 일치단계
S4-4
좌표 변환단계
S4-5
비교단계

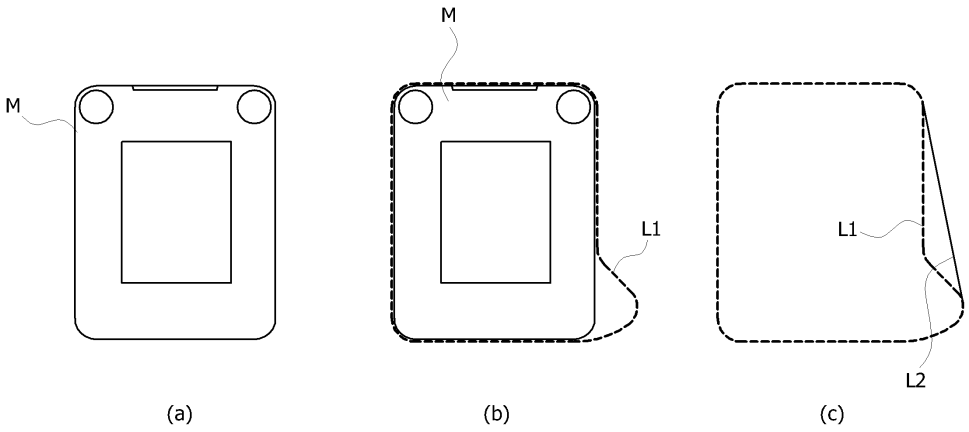
도면10



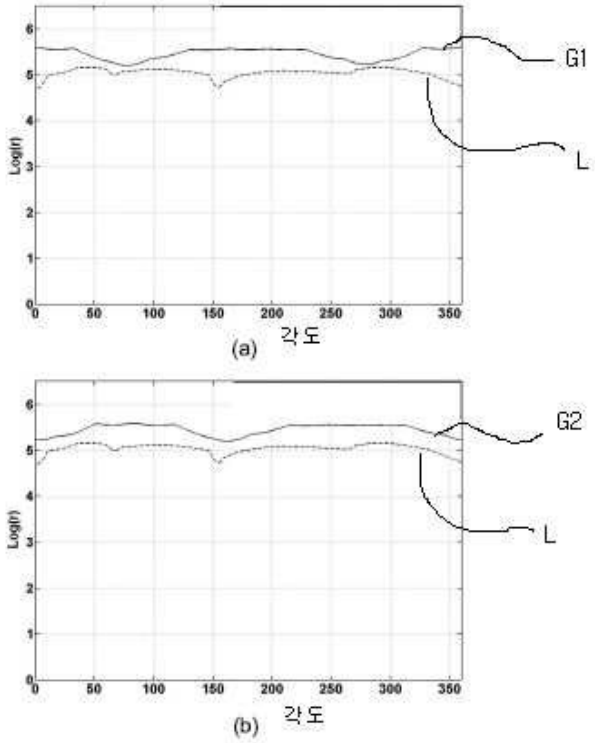
도면11



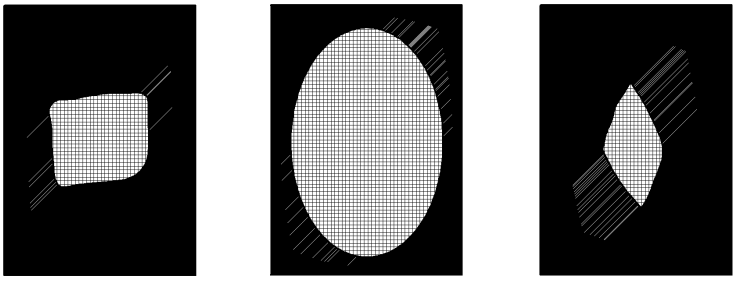
도면12



도면13



도면14



(a) (b) (c)