

사과收穫 로봇의 開發

장 의 주

경북대학교 농업기계공학과

본 연구는 과수원에서 로봇을 사용하여 사과의 수확을 행하는 것을 뜻한다. 과실수확 로봇은 일반 산업용 로봇과 달리 대상이 되는 작물이나 포장 조건이 일정하지않으므로 外界를 檢知하기 위한 認識裝置를 가진 로봇이 必要하고, 과실수확의 경우, 日射條件이 變化하는 環境 下에서 과실의 3차원 위치를 檢출하고 가지, 잎 등의 장애물이 많은 곳에서 과실을 수확하지 않으면 안되므로 인간의 눈이나 손과 똑같은 작업을 할 수 있는 매뉴퍼레이터를 가지고 있지 않으면 안된다.

본 연구에서는 과실의 속도와 위치를 檢출하기 위한 화상입력장치, 과실수확을 행하는 과실수확용 HAND, 과실수확에 필요한 작동거리와 동력전달 및 위치제어가 가능한 MANIPULATOR, 로봇 자체의 이동을 위한 원격 및 자율주행장치 등으로 구성되며, 과실수확은 칼러 CCD 카메라와 거리검출용 센서를 사용해서 과실화상을 컴퓨터의 메모리에 입력하고, 화상처리와 거리검출용 센서를 이용하여 1필드내의 여러개 과실의 3차원 위치를 산출하고, 수확중은 영상처리 입력의 1차원 해석으로서 MANIPULATOR에 부착된 HAND에 의해서 수확하도록 되어 있다. 또한 로봇의 이동은 수관검출장치를 이용하여 수관과 수관사이를 자율적으로 이동할 수 있도록 하며 주행할 방향이나 다음 작업은 인간에 의해서 리모콘으로 원격지령하는 방식의 MAN-MACHINE 시스템 방식으로 운영하는 완전한 수상과실 관리작업기를 개발하는데 그목적이 있다.

사과와 같이 큰 樹冠을 가지는 果樹의 果實收穫을 行하기 위해서는 作動距離가 큰 MANIPULATOR가 必要하고 그 中에서도 極座標型 MANIPULATOR가 有利하다고 생각된다. 따라서 本 研究에서는 DC서보 모터에 의해서 3m程度의 上下 및 前後 移動이 可能하고, 左右回轉이 가능한 極座標型 MANIPULATOR를 설계 제작하였다. MANIPULATOR는 4개의 ASSEMBLY로 구성되어 있으며, 로봇팔의 좌우운동을 위한 ROTATOR ASSEMBLY, 팔의 직선운동 부분인 LINER MODULE ASSEMBLY, 로봇 팔의 상하 이동을 위한 SCREW LIFT ASSEMBLY, 로봇팔의 상하 경사운동을 위한 TILT ADJUSTMENT ASSEMBLY로 구성되어 있다. MANIPULATOR의 끝에는 손가락이 3개인 HAND를 장착하여 사과에 損傷을 주지 않도록 把握하여 사과를

收穫하도록 하였다. 수확과실의 위치 및 거리검출은 CCD카메라와 터치 센서에 의해서 행하여지며, 위치 에러보정을 위해서 CCD카메라에서 검출된 1차원 화면으로 위치를 보정확인 하면서 로봇 팔을 전진 시키는 것으로서, 이것은 수확과일의 판정시간과 수확과일 위치결정시간을 단축시켜 빠른속도에서 수확을 행하기 위한 것이다. 영상처리 시스템에는 MOS型 固體攝像素子를 사용한 칼러 CCD 카메라를 사용하고 화상입력은 MANIPULATOR의 초기좌표를 제시하며, 카메라에서는 1차원 위치 즉 좌우 편차를 보정하는 방식을 취하므로써 과일수확 시간을 단축시키고자 한다.

MANIPULATOR의 動作 自由度는 팔의 左右旋回, 上下旋回, 上下移動 및 팔의 直線運動의 4요소로 構成되고 各各 DC서보 모터로 驅動한다. 上下旋回및 上下移動은 DC서보 모터의 回轉을 볼 스크류를 使用해서 直線運動하도록 하였다. 또한 팔의 直動은 타이밍 벨트를 이용한 리니어 모듈을 사용하여 모터의 回轉運動을 直線運動으로 變換시켜 使用한다. 좌우선회는 모터의 회전운동을 타이밍 벨트를 이용하여 감속운동 하도록 하였다. MANIPULATOR의 動作位置(關節角度 等)의 計測은 光學式의 로타리 엔코드(1회전당 1000펄스)를 DC모터에 부착하여 행하였다.

사과는 特性上 사과꼭지를 切斷하여 收穫하면 병에 걸릴 確率이 높고, 수확과정에서 파지력이나 가지등에 의해서 사과의 손상이 발생하기 쉽다. 따라서, 사과를 손상시키지 않고, 수확할수 있는 방법의 연구가 필요하다.

사람이 사과를 수확하는 수확방법은 일정한 규칙을 가지고 있지 않으나 대체로 2가지 유형의 수확방법이 있다. 첫째는 손가락으로 사과의 꼭지 부분에 있는 마디를 눌러서 마디가 힌지점이 되도록 해서 위로 젖히면서 수확하는 방법과 사과를 잡고 편심을 주어서 비틀면서 회전시키고 당기는 방법이 있다. 본 연구에서는 사과를 꺾어서 수확하는 반원운동형 HAND 와 회전 편심운동형 HAND를 설계제작하여 수행하였다. 반원운동형 HAND는 사람이 직접 사과를 수확 할 때의 운동경로를 기계적으로 구상해서 장치를 제작한 것으로서, 사람의 손으로 수확할 경우와 비슷한 운동경로를 가지게끔 제작된 HAND이며, 2개의 손가락이 사과를 파지하고, 손은 상하 반원운동을 하면서 사과를 가지에서 이탈시키는 HAND이다. 실험결과 이 방법은 사람이 수확하는 경우와는 달리 상하 반원운동시에 고정되어 있어야 하는 가지의 마디부분이 힌지점으로서의 역할을 다하지 못하고 HAND의 움직임에 따라 같이 움직이는 경우가 빈번하여 수확능률이 좋지 못하였다. 두번째 방법으로는 사과를 편심원운동 시켜 수확하는 방법으로서, 3개의 손가락으로 구성되어 있으며 회전하는 방향은 로봇의 시각장치에서 인식한 과실 및 가지의 위치에 따라서 결정되며, 사과를 파지하는 파지력은 로보

트의 손가락에 부착된 센서에 의해서 제어 되도록 로봇의 HAND를 구성하였다. 실험결과 두번째 방법은 정확한 수확이 가능한 것을 확인 하였다. 따라서, 사과수확용 로봇의 HAND는 사과를 편심원운동 시키면서 잡아 담겨야 하며, 사과가 달려 있는 형상에 따라 로봇 손가락의 위치를 제어하여 수확하는 것이 가장 바람직하다는 것을 확인하였다.

본 연구에서 얻어진 결과는 다음과 같다.

- 1) 과실인식장치는 수확과실의 속도가 붉은색으로 판단되고, 모양이 둥근형에 가까운 모든 과실은 인식가능하다. 예를들면, 사과, 감, 토마토, 딸기, 복숭아 등.
- 2) 제작한 로봇의 MANIPULATOR는 높이 3m, 폭 2.5m정도의 수관을 가진 과실수에 적용되도록 제작하였으나 토마토 같은 수관이 작은 종류의 과실 수확은 본 로봇을 축소시켜 제작하면 사용가능하다.
- 3) 본 로봇은 선별수확하는 것이므로 수확과 동시에 선별작업이 동시 이루어진다. 따라서 본 로봇을 활용하면 선별작업이 필요 없다고 생각된다.