

제점이 있다. 반면 장착홀더가 없이 무작위로 이송하면서 배출하는 방식은 다양한 농산물에 폭넓게 적용할 수 있으며, 시스템의 소형화와 저가 구현이 용이하다. 하지만, 대상체의 위치 감지가 필요하고 전체적인 시스템 제어가 복잡해지며 적용 대상체에 따라서는 대상체 간 적당한 간격을 유지해 주는 장치가 필요하다.

본 논문에서는 장착홀더가 없는 상태에서 무작위로 이송되는 다수의 대상체를 이미 결정된 등급에 따라 정해진 배출구로 각각 동시 배출하는 알고리즘을 제안하였고 제안한 알고리즘을 설치한 제어기를 적용하여 알고리즘의 분류성능을 검증하였다.

2. 재료 및 방법

가. 분류 알고리즘

본 알고리즘은 입력되는 등급 데이터, 무작위로 이송되는 분류 대상체의 검출 신호, 분류를 위한 배출장치의 구동신호가 비동기적으로 일어나고 또한 같은 시간대에 다수의 대상체가 동시에 배출 이송경로에 위치하는 경우 대상체의 이송상태 검출 및 구동 출력을 상호 독립적으로 그리고 비동기적으로 처리하기 위하여 개발하였다. 이러한 비동기적인 사건에 대한 처리를 위해서는 인터럽트 처리 또는 순간 반복처리가 일반적으로 사용된다.

인터럽트 처리는 입출력 상태가 발생할 때 각 상태별로 별도의 실행루틴을 두어 이를 처리하는 방법으로 장점은 사건을 인식하기 위하여 작업을 대기하는 것이 필요치 않아 CPU의 부담을 줄여주는 동시에 다른 응용 프로그램을 구동시킬 수 있다. 그러나 인터럽트 처리 방법은 특정 상태에 대한 실행루틴의 처리시간이 길어질 경우 시스템이 불안정해질 가능성이 있으며 별도의 인터럽트 신호 입력회로를 구성하여야 한다. 특히 다수의 인터럽트 신호입력이 발생하는 경우에는 전체 제어기의 구성이 복잡하게 되거나 구성 자체가 불가능해질 수 있다.

한편 순간 반복처리는 각각의 입출력 상태를 고속으로 처리하며 전체 루틴을 빠르게 반복시키는 방법이다. 이 방법은 전체 처리가 고속으로 진행되어야 하기 때문에 복잡한 연산 등 장시간이 소요되는 실행루틴을 사용할 수 없다는 단점이 있다. 하지만, 인터럽트 처리를 위해서는 각 상태가 별도의 경로를 통하여 인터럽트 요구를 입력받아야 하지만 순간 반복처리의 경우는 일반적인 병렬 디지털 입력을 통하여 출력이 이루어 질 수 있으므로 다수의 상태입력 및 구동출력이 용이하다.

분류시스템의 경우는 내부 실행루틴이 입출력 처리, 비교처리, 그리고 단순연산 처리로 구성되어 있고 복잡한 연산이 필요치 않기 때문에 본 논문에서는 순간 반복처리 방법을 이용한 실시간 분류 알고리즘을 개발하였다.

그림 1은 3개의 배출을 고려한 동시선별 알고리즘의 블록도를 나타내며, 전체 알고리즘의 구성은 데이터입력 처리, 센서검출 처리, 시간지연, 구동 처리, 및 데이터버퍼 처리 루틴으로 크게 나누어진다.

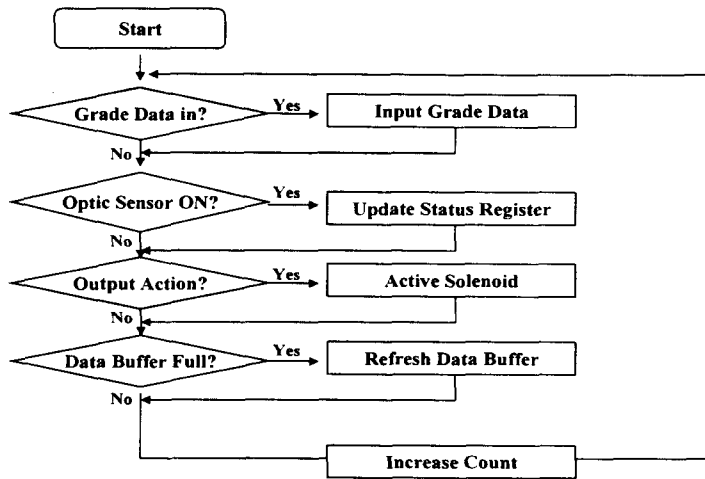


Fig. 1 Flow chart of the developed sorting algorithm.

1) 등급 데이터 입력 처리

등급 데이터의 입력처리는 그림 2와 같이 먼저 데이터 입력포트의 검사 데이터를 감시하여 등급판정부에서 보내지는 등급 데이터가 입력되고 있는지를 확인한다. 이때 검사 데이터가 입력되고 있음이 감지되면 현재의 데이터 입력상태를 데이터 입력상태 레지스터를 통하여 점검한다. 여기서 데이터 입력상태 레지스터는 현재 데이터를 읽고 있는 상태인지를 표시해준다. 만약 입력상태 레지스터가 'ENABLE'이 아니면 입력상태 비트의 값을 'ENABLE'로 바꾼 후 분류시스템으로 입력받을 준비가 된 것을 알리고 다시 보내져 오는 실제 데이터를 읽어 등급 데이터 버퍼에 저장한다. 일련의 데이터 저장처리를 종료한 후 다시 입력상태 레지스터의 값을 'DISABLE'로 바꾼다. 이와 같이 입력상태 레지스터를 조작하는 것은 반복되는 동일 신호를 검출하는 것을 방지하기 위함이다.

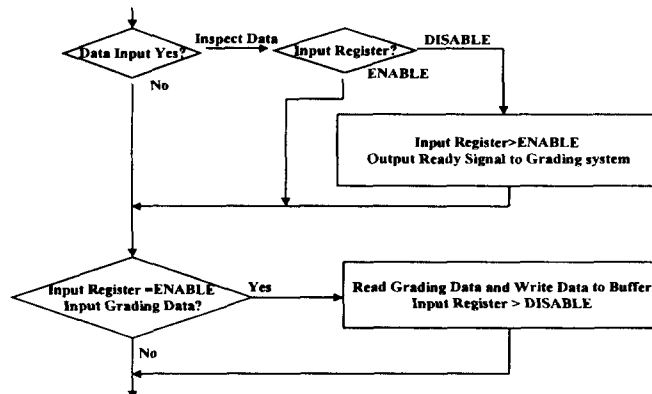


Fig. 2 Flowchart of the routine to input grade data

그리고 등급판정부와의 데이터 입출력은 별도의 프로토콜을 두어 데이터 송수신간의 위

란을 방지하도록 하였다. 데이터 입출력 프로토콜의 루틴은 먼저 등급판정을 통하여 등급 데이터가 생성되면 특정 데이터(4비트)를 분류시스템으로 출력한다. 이때 분류시스템은 이 신호를 입력받고 데이터 값을 검사하여 등급판정부가 데이터 출력준비 중이라는 것을 감지하고 입력받을 준비신호(1비트)를 등급판정부로 출력한다. 그러면 등급판정부는 이 신호를 받은 후 실제 등급 데이터를 분류시스템으로 보내는 방식으로 처리한다. 이러한 각각의 소단위의 처리루틴은 전체 반복루틴의 고속화를 위해 반복루틴이 진행함에 따라 개개별 동작이 독립적으로 단계별로 진행되게 하였다.

2) 센서신호 검출 및 처리

컨베이어로 이송되는 대상체는 이송경로를 따라 각각의 배출구를 통과하므로 배출구별로 검출용 센서를 설치해야 한다. 따라서 센서 신호로부터 대상체의 통과시점을 검출하기 위한 루틴을 구성하였다.

그림 3과 같이 먼저 대상체 검출용 센서의 상태를 검사하는데 이때 대상체가 검출되면 해당 센서 검출상태 레지스터를 검사한다. 검출상태 레지스터가 'ENABLE'이 아니면 해당되는 1차 시간지연상태 레지스터를 'START'로 바꾸고 검출상태 레지스터를 'ENABLE'로 바꾼다. 그리고 검출되어진 대상체에 해당되는 번지의 버퍼 데이터를 읽어 검출된 배출구와의 해당성을 검사하여 배출시킬 것인지를 판별한다. 만약 배출 대상이면 해당되는 배출구의 배출 레지스터의 값을 'ENABLE'로 전환시킨다. 이러한 일련의 작업을 전체 반복루틴을 통하여 단계적으로 처리한 후 해당 배출구의 1차 시간지연상태 레지스터를 검사한다. 검사상태가 'END'상태가 되면 센서 검출상태 레지스터를 'DISABLE'로 바꾼다. 여기서 1차 시간지연은 대상체가 이동되는 동안 검출센서에 중복 감지되는 것을 방지하고 대상체의 형상에 따른 센서신호 변화로 인한 오동작을 방지한다. 또한 1차 시간지연은 대상체가 배출구에 완전하게 위치할 때까지 배출루틴이 작동되지 않도록 하는 역할을 한다.

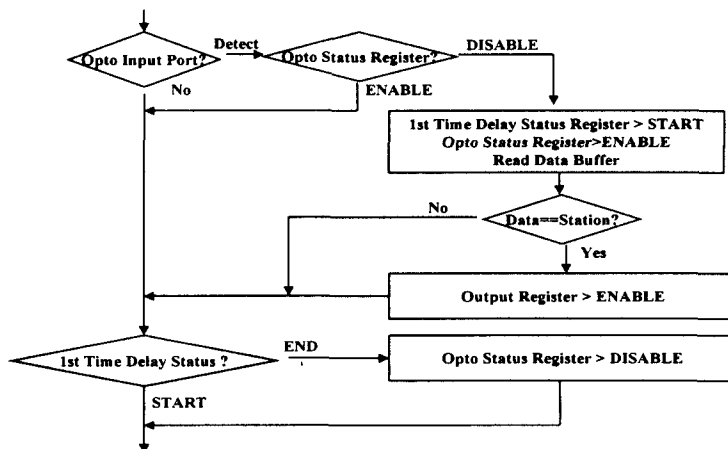


Fig. 3 Flowchart for optic sensor detection routine.

3) 시간지연

시간지연은 대상체의 이송위치 결정, 배출 장치의 동작유지, 검출신호의 입출력 유지를 위해 필요하며 본 알고리즘에서는 전체 반복루틴의 반복수를 계수함으로 지연 시간값을 결정하였다.

계수의 시작은 상태 레지스터의 값이 'START'일 경우에 시작되며, 각각의 처리 루틴에 따라 종료값을 다르게 하여 상호 독립된 시간지연이 이루어지게 하였다. 그리고 각 배출구 및 처리루틴은 별도의 상태 레지스터를 갖도록 하였으며, 별도의 계수값을 저장할 수 있게 구성하여 다수의 독립된 시간지연 루틴을 구성하였다.

4) 구동 처리

구동 처리 루틴은 1차 구동처리와 2차 구동처리 루틴으로 구성하였다. 여기서, 1차 구동 처리 루틴은 시간지연이 필요치 않은 배출동작의 전 처리를 위하여, 2차 구동처리 루틴은 배출 장치의 실제 배출작동을 위하여 구성하였다. 2차 구동처리 루틴의 시작은 1차 시간지연이 종료되는 시점부터 동작이 시작되어 구동장치의 동작유지를 위하여 설정한 시간지연이 종료될 때까지 계속된다. 이것은 배출작업이 완전하게 이루어지게 하기 위해서 필요하다.

각 구동장치는 독립된 상태 레지스터의 값과 시간지연 상태에 의해 동작되므로 동시, 실시간, 독립된 동작이 가능하다.

5) 데이터 버퍼 처리

데이터 버퍼 처리루틴은 데이터 입력, 완료처리, 데이터 검사 포인터, 버퍼 재 지정 루틴으로 구성하였다. 데이터 입력루틴은 그림 4와 같이 등급판정부로부터 새로운 데이터가 입력되면 데이터 저장번지 포인터가 지시하는 버퍼에 데이터를 저장한다. 이때 입력된 데이터가 최대 등급데이터보다 클 경우 등급의 최고 값으로 대치함으로 등외로 판정하여 다시 등급판정을 할 수 있도록 피드백 기능을 갖도록 하였다. 그리고 포인터 값은 다음 버퍼 번지를 지시하도록 증가시킨다. 여기서, 데이터 저장번지 포인터를 조작하여 임의의 버퍼위치에 데이터를 저장 할 수 있도록 하였다.

완료처리루틴에서는 검출센서에서 감지한 대상체에 해당하는 버퍼값이 그 배출구에서 배출대상으로 판정 될 경우 해당 버퍼의 값을 'ffh'로 갱신시킨다. 이렇게 하여 배출처리 상황을 버퍼의 값을 통해 검사 할 수 있으며 타 배출구에서 이 값이 생기지 않도록 하였다.

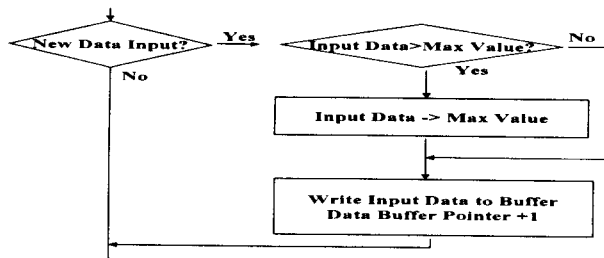


Fig. 4 Flowchart for skipping invalid data.

각 배출구에서 감지된 대상체의 등급데이터 값은 데이터 버퍼를 통해 그 값이 만들어지는데 이때 사용되는 포인터가 데이터 검사포인터이다. 이것은 각 배출구별로 별도로 두었으며 새로운 대상체가 검출될 경우 데이터를 만들기 위해서 검사포인터가 지시한 버퍼의 값을 읽는다. 이때 그 값이 'ffH'이면 그 값을 무시하고 다음 포인터의 값을 만든다. 만약 데이터가 검출된 배출구의 분류에 해당되지 않더라도 그 포인터 값은 다음을 지시하도록 증가시킨다. 그림 5는 데이터 검사 포인터를 이용하여 완료된 데이터를 무시하는 흐름도를 보여준다.

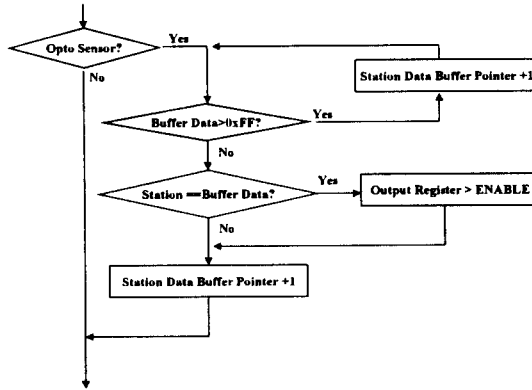


Fig. 5 Flowchart for output routine.

본 알고리즘에서는 첫 번째 배출구의 검사 포인터가 항상 모든 등급의 대상체를 감지하므로 가장 큰 포인터 값을 가지게 된다. 대상체가 일정간격으로 이송될 경우에는 각 대상체의 위치를 예상할 수 있으므로 직접적으로 등급 부여를 할 수 있으나, 본 논문에서는 대상체의 이송간격이 일정하게 입력되지 않는 경우를 고려하였으므로 순차적인 입력에 대한 등급 데이터를 별도의 등급 데이터 버퍼에 저장하여 비순차적으로 처리해야 한다. 그러므로 장시간 작업이 이루어졌을 경우 매우 큰 데이터 버퍼가 필요하게 된다. 데이터 버퍼가 과도하게 커지는 것을 방지하기 위하여 그림 6과 같이 입력데이터 버퍼의 내용이 일정량 처리되었을 때 처리된 버퍼를 지우고 전체 입력데이터를 재 지정하는 방법을 통하여 데이터 버퍼의 크기를 줄였다.

이 처리루틴은 가장 큰 검사포인터 값을 갖는 첫 번째 배출구의 포인터 값을 기준으로 데이터 재 지정을 행하는데, 포인터 값이 100이 되면 50개의 하위 데이터 버퍼를 제거하고 저장된 전체 상위 데이터 값을 하위 포인터로 이동시킨다. 이때 데이터 이동으로 인하여 빈 값을 갖게되는 상위 버퍼에는 '00H' 값을 저장하여 미 입력 버퍼임을 표시한다. 그리고 모든 검사포인터도 50씩 감소시킨다. 이때 감소된 검사포인터가 0 이하가 되면 0으로 대체한다. 또한 시스템이 비정상적 상황하에 있을 경우, 전체 버퍼를 지우고 배출 처리가 되지 않은 대상체는 모든 배출구를 통과시켜 재처리될 수 있도록 하였다.

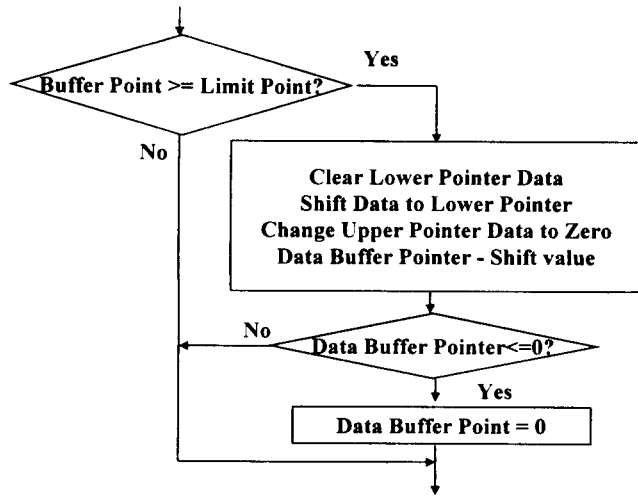


Fig. 6 Flowchart to rebuild data buffer routine.

나. 분류 장치

제한한 실시간 동시 다채널 분류 알고리즘의 동작을 검정하기 위하여 그림 7과 같이 다수의 배출구를 갖는 분류장치를 설계 제작하였다. 분류 시스템은 이송 컨베이어, 배출호퍼, 대상체 검출용 광센서, 제어기, 배출용 구동장치로 구성하였다.

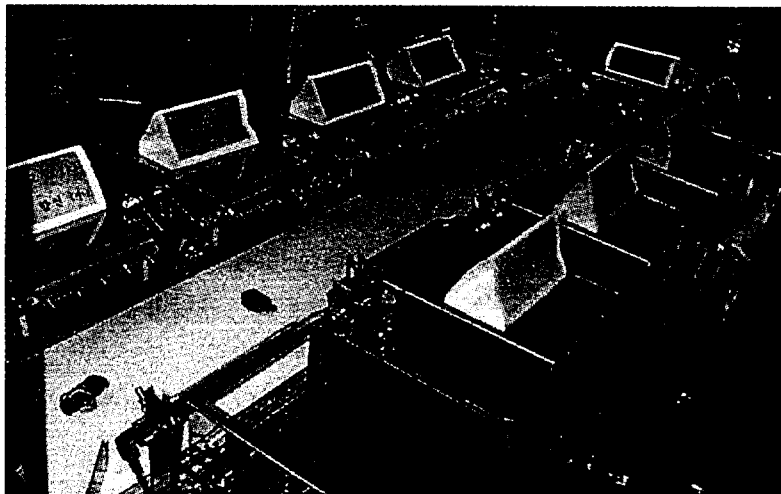


Fig. 7 Developed sorting system for the algorithm verification.

분류 시스템의 동작은 먼저 이송 컨베이어로부터 대상체가 등급에 해당하는 배출버킷의 전단에 설치된 광센서에 의해 감지되면 배출버킷 내에 설치한 공압실린더 구동형 1차 배출 기구가 작동되고 대상체가 버킷의 약 1/3지점에 도달되면 고압 공기를 사용한 2차 배출 장치가 작동되어 대상체가 버킷으로 배출되도록 하였다. 배출버킷은 안내판을 가진 2중 채널

로 구성되어 버킷 내 1차 배출기구와 2차 배출장치, 수집용 버킷으로 구성되어 있다. 대상체 감지 센서로는 투과형 광센서를 사용하였다. 제어기는 Intel 80286 호환 프로세서를 사용하여 전체 루틴의 수행을 고속으로 진행 할 수 있도록 하였으며, 알고리즘의 원활한 구현을 위해 C언어를 사용할 수 있도록 ROM형 DOS를 OS로 사용하였다.

그리고 외부의 디지털 입출력을 위하여 별도의 인터페이스 보드를 설계, 제작하였다. 고압 공기노즐용 솔레노이드, 공압실린더용 솔레노이드의 구동은 외란이 주 제어기로 유입되는 것을 방지하고자 별도의 전원과 릴레이를 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

본 논문에서 제안한 알고리즘의 성능 시험은 등급별로 종이로 성형한 다수의 버섯을 이용하여 시험하였다. 무작위 등급 데이터를 50개 발생시키고 그에 해당하는 등급의 종이버섯을 컨베이어로 무작위로 이송시켰으며 이송간격은 배출버킷의 간격 250mm 보다 크도록 하였고 컨베이어의 이송속도를 변화시켜 가며 10회 반복 시험하였다. 컨베이어의 최대 이송속도는 1m/sec로 하였다.

시험 결과 본 논문에서 제안한 알고리즘을 설치한 분류시스템에 의한 대상체 배출은 모든 시험에서 정상적으로 작동하였다.

4. 요약 및 결론

농산물의 경우 대상체의 형상과 물성에 따라 이송 및 분류 자동화를 위한 시스템의 기능과 구조를 결정하게 된다. 장착홀더에 의한 이송 및 배출방식은 분류 알고리즘이 비교적 간단하고 배출에 따른 시스템 제어는 용이하나 장착부를 포함한 이송장치가 복잡해지고 이송 배출 시스템이 고가 대형화가 되는 문제점이 있다. 반면 장착홀더가 없이 무작위로 이송하면서 배출하는 방식은 전반적인 시스템의 구조는 간단해지나 대상체의 위치 감지가 필요하고 전체적인 시스템 제어가 복잡해지는 문제가 있다. 또한 적용 대상체에 따라서는 대상체간 최소 간격을 유지해 주는 추가장치가 필요하다.

본 논문에서는 장착홀더가 없는 상태에서 이송간격이 일정하지 않은 무작위 상태로 이송되는 대상체에 대하여 일련의 배출구들이 설치되어 있는 컨베이어 이송경로 상에 위치하는 다수의 대상체들을 결정된 등급에 따라 동시에 정해진 배출구로 배출하는 알고리즘을 제안하였고 제안한 알고리즘을 설치한 제어기를 제작하여 등급판정에 따른 분류성능을 검증하였다.

성능시험 결과 등급데이터에 따른 대상체의 실시간 동시 다채널 분류 알고리즘과 분류장치는 성공적으로 작동하였다. 농림축수산물의 등급판정에 따른 자동 선별장치 구축에 있어서 본 논문에서 제안한 분류 알고리즘과 제어기는 특별히 대상체를 장착하는 홀더를 설치할 필요가 없이 컨베이어로 이송되는 대상체의 분류작업에 일괄적으로 적용할 수 있어 향후 선별장치의 개발에 쉽게 응용될 수 있을 것으로 기대한다.

참고 문헌

1. 송 춘중. 1995. 채소 수확후 기계화 유형 개발, 농업기계화 연구소 연구보고서.
2. 노 상하, 이 종환, 이 승훈. 1992. 흑백영상처리를 이용한 과일 선별기 개발에 관한 연구- 크기 및 선택판정, 한국농업기계학회지, Vol.17 No.4 pp 354-363.
3. 황 헌, 이 충호, 이 대원, 최 창현. 1995. 컨베이어 이송버섯에 대한 실시간 등급판정 기술 개발 및 선별 자동화 시스템 연구, RDA J. of Agricultural Science Vol. 37, pp 199-208.