

비접촉식 광학센서를 이용한 알약계수 알고리즘과 알약 계수기의 개발

Development of Pill Counting Algorithm and Pill Counting Machine Using Non-contact Photo Sensor

이 순 겐, 임 성 수*, 임 태 균
(Soon-Geul Lee, Sungsoo Rhim, and Tae Gyoon Lim)

Abstract : As the pharmaceutical industry grows and becomes more competitive, the need of automation increases to establish effective mass production and to maintain consistent quality control. Accurate counting and packing of medicinal pills is one of the most essential processes that the automation can benefit. In conventional automated counting and packing processes, the performance of counting process varies with the size, the shape and the dispersion degree of pills. In this research, the authors developed a new pill-counting algorithm based on carefully analyzed characteristics of the pill-drop behavior. Also a new scheme for the packing of an exact number of pills has been implemented. A pill counting and packing machine with the new pill-counting algorithm and the new packing scheme has been constructed and put in an actual production line. To achieve precise and quick sensing of pills dropping at a high speed from the preceding processors, the machine uses non-contact photo sensors. Experimental results from the actual process using the machine are included to verify the effectiveness of the proposed algorithm and the machine.

Keywords : pill counting, packaging automation, photo sensor

I. 서론

제약회사의 생산공정은 그 생산 제품의 특성상, 생산경비 절감 효과뿐만 아니라 생산과정에 참여하는 작업자에 의한 오염을 줄이기 위해 공정 중 여러 곳에서 무인화/자동화가 진행되어왔으며, 최근의 제약산업의 발전과 심화되는 업체 간 경쟁에 따라 제약공정 중 노동집약적 작업을 보다 신속하고 정확하게 하여 대량 생산을 수행하기 위한 자동화의 필요성이 더욱더 증대되고 있다. 고품체 제제 제약과정 중 알약(pills or tablets)을 계수하여 약통에 넣는 작업은 매우 기본적인 작업이나 인력의 투여가 많고 자동화하기 어려운 작업 중 하나이다. 알약 계수기는 이와 같은 작업의 자동화를 위해 쓰이는 장비로서 고속으로 알약 공급장치를 통해 공급받은 알약을 확인하고 계수하여 포장 용기에 정해진 수량만큼 담은 장치이다. 알약계수의 자동화에는 일반적으로 다음과 같은 문제점들이 발생한다.

- 작은 알약에 대한 계수 오류
- 분진으로 인한 계수 오류
- 불량 알약에 대한 처리 불가
- 다양한 형상 및 크기의 알약에 대한 계수 방식의 적응성
- 무색 알약의 측정 난해성

이와 같은 문제점들은 특히 작업환경에 대한 적응 특성이 떨어지거나 알약에 대한 정보가 사전에 주어지지 않을 경우에 계수의 정확성을 떨어뜨리는 치명적인 요인이 된다.

제약 생산성을 높이기 위해 알약 공급장치로부터 고속으로 공급되어 낙하되는 알약의 계수와 처리는 고도의 정밀성

과 빠른 감지가 요구되는 부분이다. 기존의 계수기에는 알약 감지를 위해 일반적으로 비접촉 광센서가 사용된다[1,2,3]. 광센서는 통과하는 알약의 형상에 따라 각기 다른 전압신호 형태를 보이고, 동일한 형상의 알약에 대해서도 낙하하는 양상에 따라 다양한 형태의 전압신호를 보일 수 있다. 기존의 계수기들은 광센서 신호의 전압차만을 이용하여 알약 통과 여부를 판별하는 전압차법을 사용하고 있으나, 이 방법 사용 시 작은 알약의 판별 경우와 같이 신호 전압이 작고 그 편차가 심하게 나타나는 때에는 알약 통과 여부를 정확히 판별하는데 많은 어려움이 있고, 또한 알약의 크기와 분진 그리고 형상에 따라 계수의 정도(精度)가 크게 좌우된다.

본 논문은 위에 열거된 기존의 알약 계수기들이 갖고 있는 문제점들을 해결하고자 알약의 낙하를 결정하는 특징량으로서 전압신호의 면적을 이용하여 판별하는 새로운 알약 계수 알고리즘을 제시하고, 이를 이용하여 구현된 높은 신뢰성과 적응성을 갖는 알약 감지 센서에 대해 설명한다. 또한 본 논문은 이러한 센서를 이용하여 개발된 고속·고정밀 자동화 알약 계수기에 대하여 설명하고, 이 기기를 실제 제약 공정에 투입하여 구한 여러 형상의 알약에 대한 계수 및 포장 성능 실험 결과에 대해 논하고자 한다.

II. 시스템의 구성

기존의 알약 계수기들은 한 개의 알약 통과 통로에 넓은 알약 공급장치와 좁은 알약 공급장치가 나란히 배치된 알약 공급 구조를 갖는다. 계수방법은 계수 초반기에는 두 알약 공급장치를 동시에 가동하여 고속으로 계수하다가 계수된 알약의 수량이 목표 수량에 가까워지면 구동속도를 줄이면서 넓은 알약 공급장치를 정지한 다음 좁은 알약 공급장치를 구동해서 잔여 알약을 지속적으로 공급하는 방법을 사용한다. 이와 같은 방법은 계수 속도가 낮고, 특히 목표 수량이 적은 경우는 전체 작업 시간에 대한 저속 가동 시간의 비율이 높

* 책임저자(Corresponding Author)

논문접수 : 2004. 3. 16., 채택확정 : 2005. 3. 14.

이순걸, 임성수 : 경희대학교 기계산업시스템공학부

(sglee@khu.ac.kr/ssrhim@khu.ac.kr)

임태균 : 포항산업과학연구원 전자자동화연구팀

(tglim@rist.re.kr)

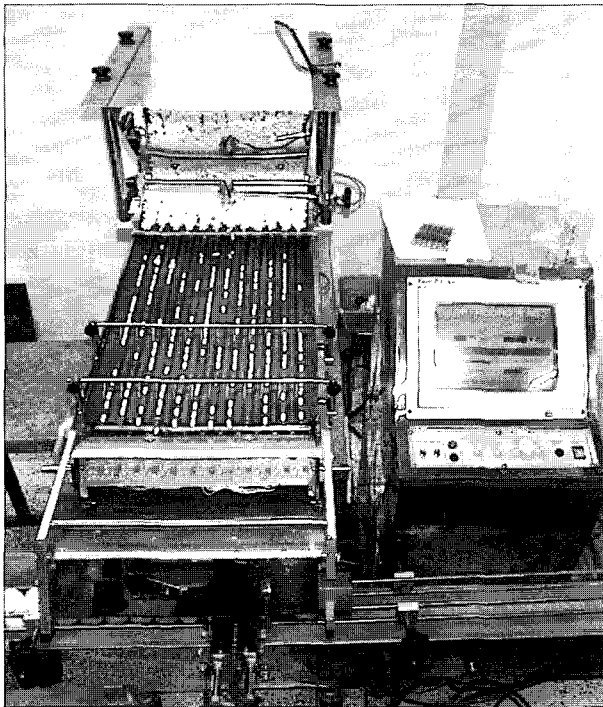


그림 1. 알약 계수기 사진.

Fig. 1. Photo of pill counting and packaging machine.

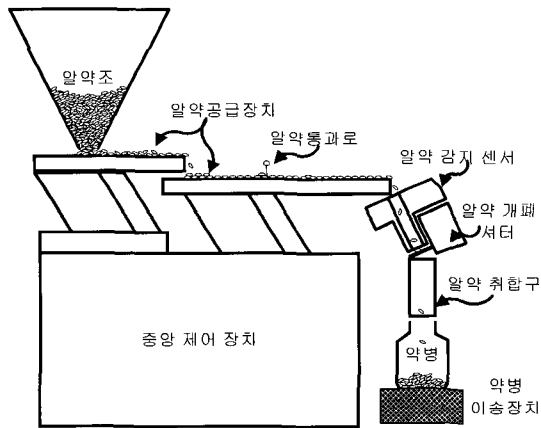


그림 2. 알약 계수기 개략도.

Fig. 2. Schematic diagram of pill counting and packaging machine.

야지므로 생산 속도가 상대적으로 많이 저하된다. 본 연구에서는 동시에 많은 알약이 계수 될 수 있도록 알약 공급장치에 12개의 깊은 골을 가진 슬레이트 모양의 통과로를 만들어 모든 알약통과 통로에 대해 동일한 속도로 알약을 공급하다가 목표수량이 되면 차단장치로 출구를 막아서 알약의 정확한 수량을 맞추는 방법을 사용하였다.

그림 1은 본 연구를 통해 개발된 알약 계수기의 사진이고, 그림 2는 계수기의 구성 개략도이다. 본 장에서는 계수기의 전반적 작동원리와 센서부의 구성, 중앙제어장치의 구성에 대해 설명하고자 한다.

1. 작동원리

개발된 알약 계수기는 총 12개의 알약 통과로를 갖는 알약 공급장치와 알약통과로, 알약 감지 센서부, 각 통과로별 개폐

표 1. 알약 계수기의 구성요소와 기능.

Table 1. Components of pill counting and packaging machine and their functions.

부분명	기능
알약공급 장치	진동자를 사용하여 알약조의 알약을 계수 센서로 떨어뜨리는 기구
알약감지 센서부	독립된 마이크로 프로세서를 이용하여 발광부와 수광부 사이로 낙하하는 알약 신호를 검출한 후 중앙제어 장치로 알리는 기능
셔 터	12개의 알약 통과로 하부에 위치하며, 공압실린더를 사용하여 알약이 약병으로 들어가는 것을 통제
약병공급 /이송 장치	약병의 공급과 이송을 위한 컨베이어벨트 장치이다.
중앙 제어장치	사용자 입력화면 및 기계장치의 모든 사항을 제어하는 부분

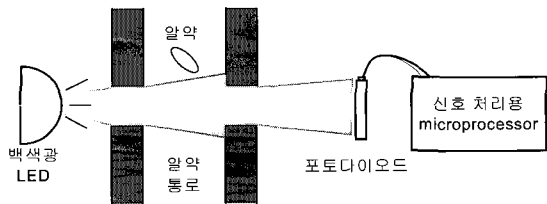


그림 3. 광학센서 시스템 구성도.

Fig. 3. Configuration of photo sensor system.

를 위한 셔터, 약병 공급/이송 장치, 그리고 중앙 제어장치로 구성된다. 표 1은 계수기 각 부분의 기능과 특기사항을 보여 준다. 그림 2에서 보는 바와 같이 센서부를 통과하여 계수된 알약들은 차단기가 열려 있는 동안 알약 취합구로 이동하여 알약 병에 담기게 된다. 통과한 알약 수량이 목표치에 가까워지면 차단기가 차례로 닫혀 결국은 하나의 통로로만 알약이 통과하여 수량을 채운다. 목표수량이 채워지면 모든 차단기가 닫힌 후 약병이 이송되고 다시 새 약병이 오면 모든 차단기를 열어 알약이 담기게 한다. 약병이 이송/공급되는 동안 센서를 통과하였으나 차단기에 의해 통과 통로 내에 머물러 있는 알약의 수량은 중앙처리장치에 의해 계속 계수되며 새 약병이 도달하면 통과 알약으로 처리되어 일시에 새 약병에 투입된다. 이와 같은 일종의 멀티태스킹 방식을 사용하면 기존의 알약 계수기에 비해 2배 이상의 작업속도를 얻을 수 있다.

2. 센서부의 구성

그림 3에 나타낸 바와 같이 알약의 신속한 계수를 위해 센서부는 비접촉식 광학센서를 사용하였으며, 중공 실린더로 되어 있는 알약 통로의 중간 부분에 수광부와 발광부를 가진 투과형 센서를 설치하여 알약의 통과 여부를 감지하도록 되어 있다. 발광부는 백색광 LED를 사용하였고, 일정한 광량을 발산할 수 있도록 정전류 구동회로를 사용하여 구동하였다. 수광부는 패널형 포토 다이오드(photo diode)를 사용하였다. 패널형 포토 다이오드는 센서에 들어오는 광량에 비례해서 전류가 발생하는 센서로서 넓은 면적으로 빛과 반응하

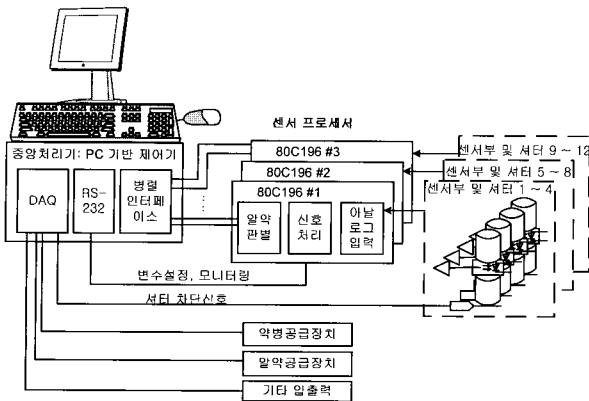


그림 4. 계측제어시스템 구성.
Fig. 4. Configuration of sensor and control system.

로 관로당 1개씩의 포토 다이오드를 사용함으로써 사각지대의 발생을 없애고 알약 통과 시 언어지는 광량을 적절히 신호화할 수 있도록 하였다. 센서에서 나온 아날로그 신호를 디지털화 된 순수한 알약 통과신호로 만들기 위해 별도의 마이크로 프로세서를 사용하여 신호처리를 거쳤다[1].

센서부는 그림 4에 보인 바와 같이 미국 인텔사의 16비트 마이크로프로세서 80C196KC에 의해 운용된다. 80C196KC에는 10비트 해상도를 갖는 8개의 A/D 변환기가 내장되어 있으나 알약계수를 고속으로 처리하기 위해 이중 4개를 사용하여 각각에 하나씩 알약 통과 센서의 출력을 연결하였다. 따라서 총 3개의 80C196KC 마이크로프로세서가 센서 프로세서로 사용되었다. 각 센서 프로세서는 4개의 채널에서 얻어진 광센서 신호를 적절히 신호처리한 후 판별 알고리즘을 거쳐 알약이 통과하고 있다고 판별되면 그 순간 중앙처리기로 펄스 신호를 보낸다.

3. 중앙제어장치의 구성

산업용 PC로 구성된 중앙제어장치는 MS-DOS 운영체제 상에서 실시간 제어를 위해 어셈블리어로 인터럽트 처리를 수행하고 C 언어로 작성된 모니터링 및 제어 작업을 수행한다. 알약 통과 신호는 각 통과 경로별로 중앙처리장치에 전달되고 중앙처리장치는 병렬로 입력된 통과신호를 카운트하여 현재의 계수 및 포장 상태를 모니터에 표시한다.

사용자에 의해 터치스크린이나 마우스를 통하여 입력된 알약에 대한 정보는 중앙처리장치에 의해 알약 판별을 위한 입력 파라미터로 변환되고 이렇게 정해진 판별 입력 파라미터들은 시리얼 통신을 통해 각 센서 프로세서로 전달된다. 센서 프로세서는 전달된 입력 파라미터를 사용하여 신호처리와 알약 판별 작업을 수행하도록 구성되어 있다.

약병 공급장치나 알약 공급장치 또는 기타 입출력 장치는 중앙처리장치에 의해 제어된다.

III. 알약 통과 신호의 특징

알약은 관로를 통과할 때 발광부로부터 나온 빛을 차단하게 되어, 포토 다이오드에 도달한 빛이 감소하게 된다. 그에 따라 발생 전류가 줄게 되므로 전류-전압 증폭기를 사용하여 전압신호를 측정하면 알약 통과 시 강하하는 전압 신호가 얻어진다. 그림 5는 A/D 포트를 통해 입력되는 대표적인 알약

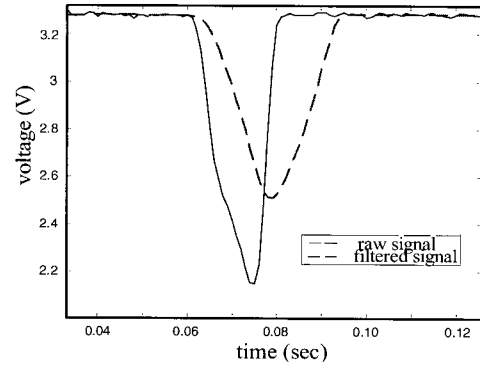


그림 5. 원 센서신호와 필터 처리된 센서신호.
Fig. 5. Raw sensor signal and filtered sensor signal.

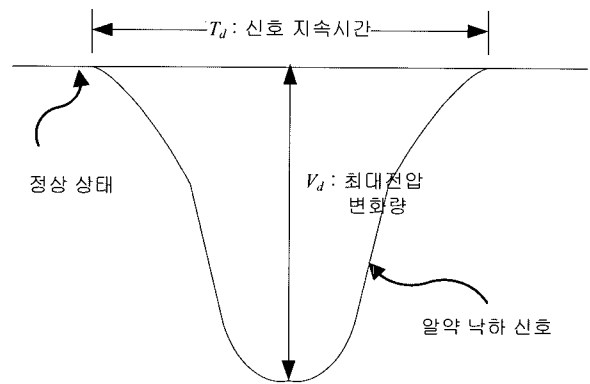


그림 6. 대표적인 알약 낙하 신호.
Fig. 6. Typical signal caused by dropping pill.

통과 시의 아날로그 신호(실선)와 이동평균 필터를 통해 조성된 신호(점선)를 보여준다. 센서 프로세서의 A/D 포트를 통해 입력된 아날로그 신호는 전원의 전압변동이나 알약 공급장치의 구동원인 인버터의 소음 등에 의해 많은 잡음을 포함한다. 이 같은 잡음은 주로 짧은 시간 내에 큰 값을 갖는 스파크 형태의 신호가 많다. 센서 프로세서는 잡음을 걸러내고 계수의 정도를 높이기 위해 링 버퍼를 사용한 이동평균 필터(moving average filtering)를 센서신호에 적용한다. 이동평균 필터는 저주파필터의 역할을 하여 센서신호로부터 잡음을 제거하는 역할을 한다. 알약 통과 시 신호처리를 통하여 얻어지는 전형적인 신호의 형태를 그림 6에 나타내었다. 그림에서 Td는 신호지속 시간이고 알약의 길이와 포토 다이오드의 폭에 따라 변한다. 최대 전압변화량 Vd는 알약의 광원

쪽 단면의 넓이와 센서의 높이에 관계된다. 관로를 따라 낙하하는 모든 알약이 그림 6의 신호와 동일한 유형의 신호를 발생시키는 것은 아니다. 알약은 통로에 공급되는 조건에 따라 자유낙하하면서 회전하고 평행이동 하기도 한다. 뿐만 아니라, 통로에 부딪쳐서 튀기도 하므로 동일한 알약에 대해서도 낙하 신호의 형상은 변화한다. 그림 7은 동일한 알약의 경우에 발생할 수 있는 여러 통과 신호를 표시하였다.

따라서 통과 신호를 단순히 신호의 전위차로 측정하는 것은 매우 불합리하다. 예를 들어, 그림 7(c)와 같은 경우는 정상 상태에서 발생하는 잡음보다 낮은 전압차를 보일 때도 있다. 특히 알약이 매우 작거나 반 투명한 경우에는 통과 신호

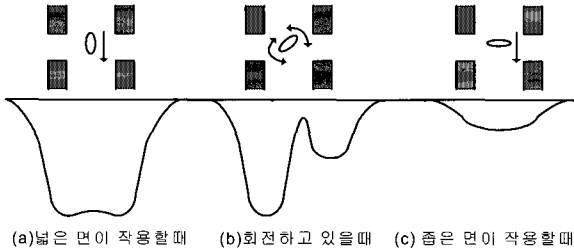


그림 7. 알약의 세가지 낙하유형에 따른 광센서 신호.
 Fig. 7. Photo-sensor signals for pills dropping in three different modes.

가 상당히 약하게 나타나게되어 통과 판별이 더욱 어려워진다. 그림 7(b)의 경우와 같이 급속한 회전으로 야기되는 두 개의 봉우리를 갖는 신호는 빛이 통과하는 슬릿의 크기를 줄임으로써 최소화할 수 있다.

알약은 그 형태에 따라 크게 원반형, 원통형, 타원형으로 구분할 수 있다. 원통형과 타원형은 비교적 크기가 크므로 통과신호의 판별이 쉽고 알약의 회전에 의한 신호의 왜곡도 적게 발생한다. 그러나 원반형은 원반 면이 빛을 차단하는 경우 신호가 뚜렷이 나타나나 알약의 회전에 의해 측면이 빛을 차단하는 경우는 신호가 무척 미미하게 나타나거나 왜곡되어 나타난다. 따라서 알약의 통과를 판별하기 위해서는 엄밀한 신호 처리와 함께 견실한 계수 판별 알고리즘이 필요하다.

IV. 판별 알고리즘

1. 비통과 전압 선정

알약이 통과하지 않을 때의 광센서 출력전압을 비통과 전압이라고 한다. 비통과 전압 레벨은 알약 통과 상태라고 하고 이 때의 광센서 전압을 비통과 신호를 찾아내는 기준 신호이므로 신호 처리하기 전에 반드시 산출되어야만 한다. 비통과 전압 V_c 는 (1)과 같이 32개의 연속된 샘플을 평균하여 구해진다. 즉, 전압신호를 일정한 샘플주기(= 500ns)로 추출하면서, 연속된 32개의 전압 신호가 설정된 편차($V_{threshold}$) 이내로 얻어지는 경우가 발생하면 그 때의 평균전압을 비통과 전압 V_c 로 정의한다.

$$V_c = \sum_{i=t-31}^t \frac{V_i}{32}, \text{ if } V_i < V_{threshold} \quad (1)$$

for $i = t, t-1, L, t-31$

여기서 t 는 비통과 전압이 정의되는 시점의 시간을 나타낸다. 비통과 전압은 작업 중 계속 갱신되며, 새로이 추출된 광센서 전압신호가 그 당시의 비통과 전압과 비교하여 일정한 값 이상의 편차를 가지면 알약 낙하상황으로 판정한다. 이와 같이 변화하는 기준 신호 정의법을 사용하면 센서가 주변환경에 영향을 받아서 비통과 전압이 변하는 경우도 문제가 되지 않는다. 특히 코팅이 되지 않은 알약을 계수할 경우, 작업과정 중 발생하는 미세한 알약의 분진으로 인해 알약이 통과하지 않는 상태에도 지속적으로 광센서 전압이 바뀔 수 있다. 이 경우 고정된 비통과 전압을 사용한다면 알약의 통과 판별에 큰 영향을 받을 수 있지만 비통과 전압을 지속적으로 갱신하면 항상 환경에 적응하는 보다 유효한 알약 통과 판별작

업을 수행할 수 있다.

2. 전압차에 의한 알약신호 검출 (전압차법)

전술한 바와 같이 이상적인 알약 통과 신호는 비통과 전압과 비교적 높은 전압차를 발생시킨다. 일정 전압레벨($V_{threshold}$) 이상의 전압차가 생기면 이를 알약의 통과로 판별하여 계수하는 알고리즘을 전압차법이라 한다. 이 알고리즘은 잡음에 약한 특성을 가지고 있으며, 기존의 계수기들은 이를 보상하기 위해 (2)와 같이 일정 높이 이상의 전압이 2회 이상의 샘플링 기간 동안 유지되어야 알약 통과 신호로 판별하도록 하는 수정된 방법을 사용하기도 한다. 전압차법은 대부분 전압신호의 초기 기울기가 높은 신호에 대해 지연 없는 빠른 알약 통과 판별을 수행하며, 알약의 크기가 비교적 큰 경우에 대해서는 비교적 명확한 알약의 통과 검출을 수행한다.

$$|V_i - V_c| > V_{threshold} \text{ and } |V_{i-1} - V_c| > V_{threshold} \quad (2)$$

3. 전압면적에 의한 알약신호 검출 (면적법)

단순히 전압차만을 이용하면 센선 신호 잡음에 취약하고, 특히 작은 전압차를 발생하는 알약신호에 대해서는 낙하를 적절히 검출해내기 어렵다는 단점이 있다. 이러한 단점을 극복하고자 전압면적을 이용하는 알약 통과 신호 판별 알고리즘을 개발하였다. 전압면적은 (3)과 (4)에 보인 바와 같이 일정 시간 (S 샘플) 동안 발생한 전압차를 누계하여 계산되며, 전압면적이 일정한 값($A_{threshold}$) 이상이 되면 알약 통과 신호로 판별된다.

$$A_i = \sum_{k=i-8}^i (V_k - V_c) \quad (3)$$

$$|A_i| > A_{threshold} \quad (4)$$

센서신호 잡음은 비교적 짧은 시간 동안만 발생하기 때문에 무시할 수 있는 작은 면적을 가지며, 면적법에 의한 판별은 잡음에 강한 특성을 갖는다. 또한, 면적법은 작거나 투명한 알약에서 발생하는 낮은 전압차의 신호로부터 알약의 통과를 판별하는데 뛰어난 특성을 보인다. 그러나 전압을 계속해서 누계해야 하므로 신호의 처리와 판별에 약간의 지연시간이 발생한다. 이는 알약이 저속으로 낙하한다면 문제가 되지 않지만 고속으로 낙하하는 상황에서는 처리속도를 증가시키기 위한 별도의 방법을 필요로 할 수 있다.

4. 면적법과 전압차법을 병행 사용하는 방법 (병행법)

전압차법은 전압신호의 초기 기울기가 높은 신호에 대해 빠른 알약 통과 판별 능력을 가지고 있으나 잡음에 약하다. 면적법은 잡음에 강하고 아무리 미세한 신호라도 측정 가능하여 기울기가 완만히 일어나는 전압 신호에 대해서는 전압차법보다 뛰어난 알약 통과 판별을 수행한다. 전압차법과 면적법을 모두 사용하여 (5)와 같이 검색을 실시한다면 상호 단점을 보완할 수 있어서 작은 알약에서는 정확한 계수를 보장 받을 수 있고 큰 알약에서는 검색속도를 향상시킬 수 있다.

$$\left(|V_i - V_c| > V_{threshold} \text{ and } |V_{i-1} - V_c| > V_{threshold} \right) \text{ or } \left(|A_i| > A_{threshold} \right) \quad (5)$$

V. 실험 및 결과

새로운 알고리즘과 계수기의 성능 평가를 위해 개발된 계수기를 실제 제약공정에 설치한 후 여러 형상의 알약을 이용하여 실험을 수행하였다. 실험은 단일 통과로에 대해서만 실시되었으며 센서에 연결된 프로세서는 통과로 끝에 설치된 광센서로부터 나오는 신호를 500ns의 샘플링 주기로 계측하였다. 실험에는 표 2에 나타난 바와 같이 4종의 알약이 사용되었다. 먼저 판별에 필요한 전압과 면적 임계치를 구하기 위해 실험에 사용되는 모든 알약에 대해서 단면적을 측정하고 각 알약형태당 20개의 낙하 신호에 대해서 통과 전압과 신호 면적의 분포를 측정하였으며, 그 측정 결과를 표 2에 나타내었다. 측정 결과를 보면 알약 C와 D는 전압차법을 위한 임계치($V_{threshold}$)를 0.5V이하로 설정해야 하지만, 전압 임계치를 이처럼 낮추게 되면 잡음으로 인한 계수 오류가 발생할 가능성이 매우 커진다.

표 3은 4종의 알약에 대해 전압차법, 면적법, 병행법을 각각 적용하여 알약을 계수한 결과를 비교하여 보여준다. 선행 실험에서 구한 임계치(표 2)를 이용하여 전압차법을 적용한

표 2. 실험에 사용된 알약의 특성 및 알약별 센서 신호의 특성.

Table 2. Characteristics of pills used in experiments and characteristics of corresponding sensor signals.

알약(형태)	단면적 (mm ²)		최대신호 높이(V)		신호면적 (V·msec)	
	최소	최대	최소	최대	최소	최대
A(원통형)	39	43	1.40	1.88	9.66	19.50
B(타원형)	20	65	1.00	1.75	6.47	14.63
C(타원형)	15	35	0.56	1.22	3.16	7.26
D(원반형)	14	34	0.40	1.16	2.16	7.40

표 3. 알약 통과 판별 실험 결과.

Table 3. Result of determination of pill passage experiments.

알약	전압차법 (%)	면적법 (%)	병행법	
			전압차법에 의한 판별 (%)	면적법에 의한 판별 (%)
A	100	100	87.0	13.0
B	100	100	74.5	25.5
C	98.5	100	45.0	55.0
D	86.0	100	35.0	65.0

결과, A, B형 알약에 대해서는 100%의 계수결과를 보였으나, D형 알약에 대해서는 86%라는 실용적으로 사용할 수 없는 계수 결과를 보여주었다. 한편 면적법은 알약의 형태에 관계없이 100%의 판별 결과를 보였다. 병행법에 의한 판별 실험 결과는 초기 기울기가 완만한 신호에 대해서는 전압차법보다 면적법이 먼저 판별을 했으며, 전압차법만을 사용함으로써 인한 판별 오류를 훌륭히 보완하였다. 전압차법에 대한 면적법의 보완성은 작은 크기의 알약으로 갈수록 두드러진다. 즉 A알약의 경우 87%가 전압차법에 의해 우선 판별되었고, 13%가 면적법에 의해 우선 판별되었다. D알약의 경우 35%만이 전압차법에 의해 우선 판별 계수되었고, 65%가 면적법에 의해 판별 계수되었다. 이 결과는 병행법에 의한 판단이 단순히 전압차법만으로 또는 면적법만으로 판별 계수하는 것보다 빠르고 정확함을 보여준다.

VI. 결론

본 논문은 낙하를 결정하는 특징량으로서 전압신호의 면적을 이용하여 판별하는 새로운 알약 계수 알고리즘을 제시하고, 이를 기존의 전압차법과 병용하여 높은 신뢰성과 적응성을 갖는 알약 감지 센서를 개발하였다. 또한 본 연구를 통해 개발된 센서를 이용하여 고속·고정밀 알약 계수 및 포장 자동화 기기를 개발하였고, 이 기기를 실제 제약공정에 설치하여 여러 형상의 알약에 대한 계수 및 포장 성능 실험을 수행하였다. 실험을 통해 개선된 판별 알고리즘을 적용함으로써 다양한 알약에 대해서 보다 안정적으로 고속·고정밀 계수가 가능함을 보였다. 또한 계수 센서의 설계와 감별법의 개선으로 작업환경의 영향을 보다 적게 받는 센서를 제작할 수 있었으며, 센서부에 독립된 마이크로프로세서를 장착하여 센서신호 처리만을 담당하게 함으로 모듈화 된 센서를 설계할 수 있었다.

본 연구를 기반으로 향후 신호의 패턴인식법을 사용해서 낙하하고 있는 알약의 크기를 측정할 수 있는 지능 알고리즘을 만들어 양불 판정 작업까지 처리하고자 한다.

참고문헌

- [1] C. Loughlin, *Sensors for Industrial Inspection*, Kluwer Academic Publishers, Boston 1993.
- [2] S. M. Juds, *Photoelectric Sensors and Controls: Selection and Applications*, Marcel Dekker, New York, 1998.
- [3] E. E. Schaefer, *Correlating Sensory Objective Measurements—New Methods for Answering Old Problems: ASTM Committee E-18 on Sensory Evaluation of Materials and Product.*, American Society for Testing Materials, Philadelphia, 1974.
- [4] 이순걸, 조남규, 홍희기, 메카트로닉스, 문운당, 2002.



이 순 결

1961년 2월 10일생. 1983년 서울대학교 기계공학과 졸업(공학사). 1985년 KAIST 생산공학과 졸업(공학석사). 1993년 미국 University of Michigan, Ann Arbor 기계공학과 졸업(공학박사). 1994년~1996년 KIST 선임연구원. 1996년~현재 경희대학

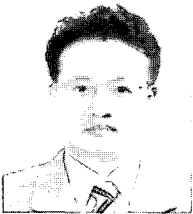
교 기계산업시스템공학부 교수. 관심분야는 메카트로닉스, 지능로봇, 이족보행로봇, 생산 및 공장자동화 등.



임 성 수

1968년 2월 13일생. 1990년 서울대학교 기계설계학과 졸업(공학사). 1992년 동 대학원 기계설계학과 졸업(공학석사). 2000년 미국 Georgia Institute of Technology 기계공학과 졸업(공학박사). 2000년~2003년 미국 CAMotion, Inc. Research Director. 2003년~현

재 경희대학교 기계산업시스템공학부 전임강사. 관심분야는 제어 및 자동화, Robotics, 진동 제어, 시스템 동역학 등.



임 태 군

1961년 12월 19일생. 1985년 한양대학교 기계공학과 졸업(공학사). 1987년 KAIST 생산공학과 졸업(공학석사). 1993년 KAIST 정밀공학과 졸업(공학박사). 1993년 KIST 기전연구부 객원연구원. 1996년 영남대학교 기계공학부 객원교수. 1994년~현재 재

단법인 포항산업과학연구원 기전자동화연구팀 책임연구원. 관심분야는 철강공정 제어 및 자동화, Robotics, 지능 제어 등.