사단법인 대한기계학회
The Korean Society of Mechanical Engineers

대한기계학회 주최

제12회 전국학생설계경진대회(2022년)

설계 최종 보고서

참가부	고등부 (○)				
참가분야	공모주제 (○)				
참가팀명	신사고(신명여고의 사고 '思考')				
설계제목	효율적인 폐의약품 수거를 위한 IOT 기반 생태계 교란 예방 장치				
지도교수/교사	(소속)신명여자고등학교(성명)정용섭				
대표자 (신청인)	성명	소속	연락처 (휴대폰)	E-mail	주소
	장은지	신명여자고등학교			

참가팀원 인적사항

NO	성명	소속 / 학년	E-MAIL
1	이영선	신명여자고등학교 / 2학년	
2	장은지	신명여자고등학교 / 2학년	
3	이다경	신명여자고등학교 / 1학년	
4	조예서	신명여자고등학교 / 1학년	

설계 요약문

참가분야	공모주제 (○)
참가팀명	신사고(신명여고의 사고 '思考')
설계제목	효율적인 폐의약품 수거를 위한 IOT 기반 생태계 교란 예방 장치
대표자명	장은지
요약문	현재 많은 사람들이 폐의약품 처리 방법을 알지 못해 폐의약품들을 제대로 된 방법으로 처리하지 못하며, 처리 시스템의 부재로 처리 역할을 하는 약국도 제 기능을 하기 어려웠다. 이 점을 착안하여 모두가 올바른 방법으로 폐의약품을 분류해 버릴 수 있게 인공지능 무인 폐의약품 수거함을 제작하였다. 24시간 폐의약품을 무인으로 처리할 수 있는 쓰레기통처럼 생긴 폐의약 수거 시스템은 약품의 종류에 따라 구분되어 3가지로 나뉘어 있어 약국에서도 최종적으로 처리하기 편하고, 폐의약품 처리를 위해 약국을 반드시 통하지 않아도 되기 때문에 약국의 부담도 줄일 수 있다. 또한 안내 LED와 음성 등으로 폐의약품 투입구를 알려주기 때문에 장애인분들과 어르신, 아이 모두 어렵지 않게 사용할 수 있으며 사람들의 관심을 받아 폐의약품 처리에 대한 의식을 고취 시킬 수 있다. 폐의약품의 종류에 따라 처리 방법은 다음과 같다. 1. PTP 용기에 든 알약 : 수거함에 넣으면 안에서 전동실린더에 의해 알약은 밑으로 떨어져 알약 수거 봉투에 담아지고, 용기는 그대로 내려가 일반 쓰레기봉투에 담긴다. 2. 약포지에 든 알약 : 커팅기로 약포지를 뜯어 수거함에 넣으면 알약은 밑으로 떨어져 알약 수거 봉투에 담아지고, 약포지는 철망에 걸려 일정한 시간마다 판으로 밀어주면 일반 쓰레기봉투에 담기게 된다. 3. 물약, 연고, 가루약 : 처리 방법이 통째로 버리는 것이므로 수거함에 넣는다. 이러한 방법을 통해 폐의약품을 분류해 수거하고 올바른 방법으로 처리해, 생태계 교란과 환경오염을 막는다.
설계프로젝트의 입상 이력	없음

1. 설계의 필요성 및 목적

- 유통기한이 지난 의약품을 무분별하게 폐기할 경우 폐기 과정 중 약물이 환경호르몬으로 인해 생태계 교란, 항생제 남용에 따른 수퍼 박테리아의 출현 등으로 새로운 환경문제에 원인이 될 수 있음.
- 2008년부터 폐의약품 수거 사업을 시행 중이지만, 미흡한 홍보와 안내로 활용성이 떨어졌음.
- 유동 인구가 많은 곳에 설치 시 홍보 효과로 폐의약품 처리 방법을 잘 몰라 올바르지 않은 방법으로 처리하는 사람들을 위해 올바른 방법을 알려 줄 수 있음.
- 주민들의 편의뿐만 아니라 폐의약품을 처리하는 약국을 고려하여 폐의약품 처리에 있어서 불편과 부담을 줄이고자 함.
- 폐의약품 처리 방법을 잘 몰라 올바르지 않은 방법으로 처리하는 사람들을 위해 올바른 방법을 알려주고자 함.
- 노인이나 장애인의 편의도 고려하여 현재 폐의약품 수거 장치의 한계를 극복하고자 함.

-폐의약품의 정의
약의 상태에 따라 사용될 수 없는 경우(unused)
사용목적이 완료되어 더 이상 필요하지 않는 경우 (unwanted)
유효기간이 만기되어 사용할 수 없는 경우 (expired)
-가정 내 현황
(2xxx년 자원순환시민연대 설문조사에 의하면)
구입한 의약품을 전부 복용한다 44.6%
→ 절반 이상은 약을 버리거나 현재 보관 중.
가정에 남아있는 불용의약품은 생활 쓰레기나 하수구로 버려지는 경우 환경오염 유발할 가능성이 매우 높음.
-폐의약품 폐기행태
정제
-전문의약품 : 70.4% 종량제 쓰레기봉투 폐기
-일반의약품 : 67.4% 종량제 쓰레기봉투 폐기
수제
-전문의약품 : 40% 쓰레기봉투, 41.7% 싱크대 혹은 화장실 변기
-일반의약품 : 46.2% 쓰레기봉투 35.5% 싱크대 혹은 화장실 변기
기타 연고류
-70-80% 종량제 쓰레기봉투 폐기
⇒약국 폐기반납 10%미만
-환경적 문제
항생제에 의한 생태계 내 내성균의 증가이다. 하지만 적은 용량으로 장기간 항생제에 노출 시키다 보면 이에 대해 적응성을 나타내는 균이 발생하게 됨. 내성균의 발현인 것임. 이와 같은 내성균의 발현율 증가는 생태계 및 인간 모두에게 해로움 이상의 결과를 가져다줄 수 있음. 또한, 2007년 북미의 한 연구팀은 EE2라는 에스트로겐 활성화 물질을 커다란 호수에 저농도로 녹여 물고기에 노출 시키는 실험을 실시했고 2~3년에 걸쳐 물고기가 멸종되는 과정을 뚜렷이 확인함. 이러한 상황으로 발생하는 문제점들을 보완하기 위함을 목적으로 설계를 계획함.

2. 설계 핵심 내용

(1) 설계 문제의 정의

- 약의 종류별로 수거를 다르게 하여 환경 문제와 편의 문제를 고려한 분리수거함.
- 아두이노 장치에 세 개의 모터, 초음파센서, 허스키렌즈, LCD, LED, 리니어액추에이터 등을 연결하여 구성 시 상당한 전압을 필요로 함.
- 전기 공급을 어떻게 할 것인지 구상해야 함.
- 2008년부터 환경부에서 약구과 보건소 등에 폐의약품 분리수거함을 설치해 회수하는 작업을 시행 중이지만 미흡한 홍보와 안내로 인해 폐의약품을 제대로 된 방법으로 처리하지 못하고 있음.
- 가정집이나 약국 등에서 폐의약품을 수거하는 잘못된 방법으로 인해 여러 환경오염 문제가 발생함
- 현재 사람에게 완전히 의존하고 있는 수거함과는 다르게 기계의 자동적인 측면을 확장 시켜 편의를 고려한 자동 폐의약품 분리수거함.
- 서울시에서는 폐의약품 전용수거함 지도를 만들어 제공하고 있지만 약국이나 보건소 운영시간에만 버릴 수 있다는 단점이 있음.
- 특허청에도 폐의약품을 수거하기 위한 수거장치는 있지만 폐의약품을 종류별로 분류하는 장치는 없음.
- 무분별하게 버려지는 폐의약품을 IoT 기술과 인공지능 시스템을 활용하여 쉽고 편리하게 폐기하고, 분리하여 수거하는 분리수거함.

(2) 설계의 독창성 및 접근 방법

1) 설계 방법 및 배경

- 폐의약품의 종류에 따라 ptp 용기에 들어있는 알약, 가루약이 든 약포지, 물약, 연고 등 특정 용기에 담겨있는 약으로 처리 방법을 나누었음.
- 무인 폐의약품 분리수거 장치는 사람이 다가오면 안내 맨트를 통해 사용인을 상대하고 사용인이 커팅기를 이용해 약포지를 뜯어 투입구에 넣으면 폐의약품 분리수거 장치의 인공 지능 렌즈(허스키 렌즈 객체 분류 알고리즘)를 통해 약을 분류하여 해당 약 종류 수거함의 뚜껑이 열림.
- PTP 케이스에 담긴 알약들은 경사면을 따라 내려가다 턱에 잠깐 멈추면 위에서 DC 모터형 실린더와 나무(아크릴)판이 결합 된 기계가 내려와 알약이 있는 부분을 눌러 밑으로 떨어지게 함.
- 약포지에 담긴 알약은 수거함에 달린 칼날을 이용해 능동적으로 약포지를 찢어 약포지와 내용물을 분리함.
- 알약 이외의 가루약, 연고, 물약 약품들은 제품을 보관되어있는 봉지나 통과 분리하지 않고 버림.

2) 설계의 독창성

- 어떠한 기계장치 없이 글만 있는 원래의 폐의약품 수거함과 달리 연령대, 장애인과 비장애인 상관없이 모두가 사용 가능함.
- 포장지까지 전부 분리하여 폐의약품만 바로 소각용 종량제 봉투에 들어가 환경오염을 줄일 수 있음.
- 가정이나 약국에서 따로 분리해 올 필요 없이 기계를 통한 분리수거 가능.
- 기존에 있던 폐의약품 수거함은 모든 약이 한 곳에 버려져 처리자가 일일이 약을 구분해서 처리해야 하지만 본 설계물은 알약, 가루약, 특정처리가 필요한 약으로 3가지로 분류해 놓았고 1차 처리를 버리는 사람이 처리하고 버릴 수 있도록 만들었기 때문에 처리자의 상당 부분의 일을 줄여 약 종류를 구별하고 처리하기 편리함.

3) 설계의 제약조건 및 문제 해결 방법

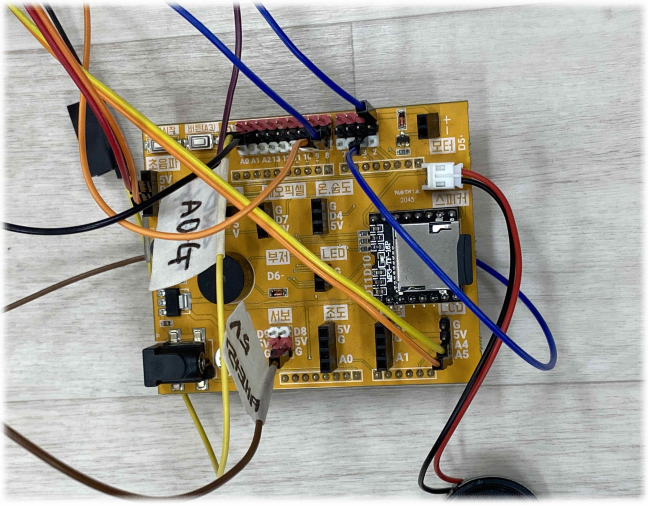
1) 폐의약품 폐기 방법은 약국에서 처리장으로 보내 소각하는 것이라 폐기 방법은 정해져 있음.
- 폐기 방법 이외의 분류 방법으로 초점을 두어 설계함.
2) 알약의 종류 때문에 일정 기간 뒤에 수거해야 하는지 계산이 어려움.
- 습도의 민감한 연질형 캡슐을 기준으로 수거일을 정함.
3) PTP 케이스의 튀어나온 부분을 누를만한 속도(힘)와 무게가 있는 모니터 실린더 때문에 기계 전체의 무게와 크기가 커질 수 있음.
- 마이크로 전기 실린더 소형 모델을 사용해 작으면서 힘이 세게 가해지게 할 수 있음.
- 설계과제의 경제성으로는 이용자들이 폐의약품을 처리하기 위해 소비되는 시간, 노력 등을 최소화할 수 있고, 결과적으로 약국, 이용자에게 편리하게 폐의약품을 처리할 수 있게 하고 궁극적으로 환경에 친환경적으로 큰 이득이 됨.
4) 청각장애인이 폐의약품 분리수거함을 사용할 수 있는 방법을 고안해야 함.
- LED의 불빛 색이나 LCD 모니터를 추가하여 청각장애를 가진 사람도 분리수거함을 편리하고 정확하게 사용할 수 있게 함.

(3) 설계 내용

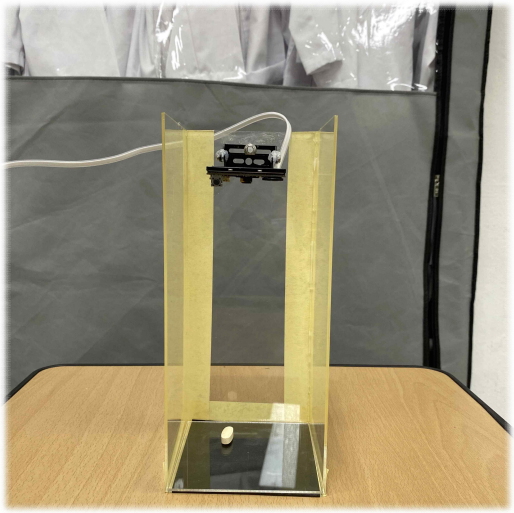
- PTP 케이스에 담긴 알약은 모니터 실린더를 이용해 알약은 밑으로, 케이스는 경사면을 따라 다른 쓰레기 봉지로 담기게 함.
- 포지에 담긴 알약은 설계물에 달린 칼날을 이용해 수동으로 뜯어서 알약 쓰레기통 위쪽 입구에 넣고, 포지는 아래에 있는 입구에 넣어서 다른 봉투에 버리도록 함.
- 가루약과 연고, 물약은 제품을 보관되어있는 봉지나 통과 분리하지 않고 버리는 것이 처리 방법이므로 그대로 버리게 함.
- 초음파 장치를 이용하여 사람이 가까이 오면 음성을 통해 수거함으로 안내함.
- 카메라 장치에 기계학습을 접목하여 다양한 종류의 약을 분류한 후 분류 결과를 LCD 안내판과 음성을 통해 알려줌.
- 약의 종류마다 있는 고유한 색을 LED를 통해 알려줌. 이를 통해 청각장애인 분들도 색을 보고 약을 확실하게 폐기할 수 있음.

[분류수거함과 PTP용기 알약분류장치]

[PTP알약 분류기 미완성]



[아두이노 보드에 일부 부품을 연결한 모습]



[약 분류기와 인공지능카메라]

3. 설계 수행 일정

설계 진행 내용	4월	5월	6월	7월	8월	9월
팀 구성						
아이디어 회의 및 설계제안서 작성						
1차 설계 및 코딩						
중간보고서 작성						
2차 설계 및 코딩						
수정 보완 작업						
최종 발표준비						

4. 설계 결과물

(1) 최종 결과물 형상 및 작동원리

- 사용자가 폐의약품 수거함 앞에 일정 거리만큼 다가오면 결과물에서 음성이 나오고 음성에 따라 약의 종류를 카메라에 보여주면 LED판에 영어로 약의 종류가 뜨게 되고 불빛이 약의 종류에 따라 각각 다른 색깔로 제시되며 맞는 약 수거함의 입구가 열림.
- 폐의약품의 종류를 약포지에 든 가루약, PTP용기에 든 알약, 나머지 물약, 연고, 약포지에 든 알약 등으로 총 3가지로 구분함.
- 큰 직사각형의 쓰레기통과 비슷한 모양새이고 앞에서 바라봤을 때 중앙에 LED판이 있으며 각 폐의약품 수거함 입구 근처에 각각 다른 색이 배정되어 있고, 그 옆에는 점자로 폐의약품 종류가 쓰여져 있음.
- 아두이노는 C,C++ 기반의 언어를 사용하는데 아두이노 통합개발환경 시스템을 사용하여 코딩하였다 코드를 업로드 하였기 때문에 전원을 인가하면 바로 작동함.
- 전력 사용량이 높은 모터 부품을 분리하여 구성하기 위해 아두이노 보드를 두개 사용하였음.
- 아두이노 1 - Richmat 12v 리니어 액츄에이터, 버튼스위치 리니어 액추에이터는 모터의 회전 동작을 선형 또는 밀거나 당기는 직선 동작으로 변환하는 부품임.
- 12V를 사용하는 리니어액추에이터의 전력을 감당하기 위해 L298N 모터 드라이버를 사용하였고 외부 전원 12V를 연결하였음.
- 아두이노 2 - 서보모터 3개, 허스키렌즈, MP3 플레이어, 스피커, 초음파센서, 서보모터 3개를 동시에 작동시키기 위해 외부전원 5V를 추가로 연결하였음.

(2) 최종설계 결과물의 장단점 및 의의

- 평소에 폐의약품 처리 방법을 정확히 모르는 많은 사람의 번거로움을 이 기계로써 해결할 수 있고, 사용자들이 편리하고, 덜 번거롭게 폐의약품을 처리할 수 있다는 장점이 있음.
- 기존에 있는 폐의약품 수거함의 시스템은 모두 사람에게 의존하고 있는데, 기계를 이용함으로써 더 편리해진다는 장점이 있음.
- 청각장애인 중 글을 읽지 못하시는 분들이 많은데 불빛과 LCD 판으로 인지하도록 할 수 있고, 시각장애인 분들에겐 소리와 점자판으로 인지하게 할 수 있다는 장점이 있음.
- 약국에서 처방받은 포지에 들어있는 알약을 처리할 때 다른 종류의 폐의약품 처리 방법보다는 비교적 능동적이라는 단점이 있음.
- PTP 케이스에 담긴 알약 처리는 기계가 하므로 조금 시간이 걸리고. 한 번에 하나씩 처리한다는 단점이 있음.
- 포지에 들어있는 약을 처리할 때 다른 종류의 약 처리 방법보다는 비교적 능동적이라는 점과 기존 폐의약품 수거함보다 기계에 많은 에너지가 필요하다는 단점이 있음.
- 많은 사람이 방법을 잘 몰라 폐의약품을 멋대로 버려 그것으로 인해 환경이 오염되는 것을 막고, 약국에서도 폐의약품 처리를 편리하게 할 수 있게 도와주자는 의의를 담고 있음.

5. 활용방안 및 기대효과

- 이 결과물을 통해 평소 무분별하게 버려지는 폐의약품을 종류별로 분류하여 버림으로써 생태계 측면에서 긍정적인 결과를 기대할 수 있음.
- 알약을 PTP케이스와 약포지에 있는 알약을 구분하여 폐기하는 기능을 활용하여 다양한 약을 처리하는 약국에서 이 결과물로 인해 더욱 편리하게 폐의약품을 처리할 수 있다는 효과가 있음.
- 초음파를 통한 거리 추정 시스템과 기계학습을 통한 약의 종류를 인식하는 카메라를 통해 폐의약품을 분리수거 하려는 주민들에게 편리함을 제공함.
- 기계마다 음성이 나오고, LCD와 LED를 통하여 카메라의 결과를 알려줘서 시각장애인, 청각장애인 분들도 이용 가능함.
- 소각용 봉량제 봉투로 약물이 바로 들어가 2차 작업이 없이 간편한 수거도 가능함.

<참고문헌>

환경부 - ‘약 버리는 법’ 약국, 보건소 분리수거함을 이용하세요!
자연 순환 사회 연대 - 폐의약품 수거·회수처리 사업 ‘약국’ 조사 결과
자연 순환 사회 연대 - 폐의약품 수거·회수처리 사업 6개 대도시 지자체 조사 결과
블로그 (Fanta) - 먹다 남은 의약품 버리는 방법 :: 폐의약품 처리 및 수거
포스트 (대한민국 정부) - 슬기로운 폐의약품 생활, 버릴 곳 많고 확실해진다!
나무위키 - 약 / 폐의약품 처리