

대한기계학회 주최

제71회 전국학생설계경진대회(2021년)

설계 최종 보고서

참가부	고등부 (O)				
참가분야	공모주제 (O) / 자유주제 ()				
참가팀명	HEY (하나 에너지 지킴이 요정)				
설계제목	건물 내 인원 수 파악을 통한 자동 냉난방 조절				
지도교수/교사	(소속) 하나고등학교 (성명) 정형식				
대표자 (신청인)	성명	소속	연락처 (휴대폰)	E-mail	주소
	김준모	하나고등학교 2학년			

참가팀원 인적사항

NO	성명	소속 / 학년	E-MAIL
1	김준모	하나고등학교 / 2학년	
2	김해찬	하나고등학교 / 2학년	
3	이나경	하나고등학교 / 2학년	
4	홍석하	하나고등학교 / 2학년	
5	김민준	하나고등학교 / 1학년	
6	이진	하나고등학교 / 1학년	

설계 요약문

참가분야	공모주제 (O) / 자유주제 ()
참가팀명	HEY (하나 에너지 지킴이 요정)
설계제목	건물 내 인원 수 파악을 통한 자동 냉난방 조절
대표자명	김준모
요약문	<p>대형 시설은 시간대에 따라 이용하는 인원 수의 차이가 크기 마련이다. 하지만 현재 대부분의 대형 시설의 냉난방 시스템은 각각의 상황을 고려하지 않은 채 기본 온도는 항상 일정하게 작동된다. 전 지구적인 에너지 절약이 시급한 지금, 이러한 문제를 인식하여 건물 속 냉난방 기기로 인해 불필요하게 소비되는 에너지를 절약하고 소량의 에너지를 생산하는 장치를 고안하였다.</p> <p>본 기기는 아두이노를 기반으로 작동한다. 건물 출입구에 발판을 설치하고, 내장되어 있는 누름 스위치를 통해 건물 내 인원수를 측정한다. 아두이노에서 이 데이터를 온도 예측 프로그램에 대입해 건물 내 인원수를 고려한 건물 내부 온도 변화를 예측하고 이를 통해 건물 내의 냉난방 기기 작동 방식을 결정한다.</p> <p>본 기기는 대형 시설을 넘어서 작은 규모의 공간에도 활용될 수 있으며, 에너지 낭비의 주요 원인인 냉난방 장치에 적용할 수 있는 기기로서 대량의 에너지 절약이 가능하다. 또한, 에너지 절약과 더불어 건물 이용자의 쾌적감을 증진시켜 이용 만족도를 높일 수 있다. 더불어 압전소자를 발판에 내장한다면 소량의 에너지 생산도 가능할 것으로 보인다. 앞서 제시한 다양한 효과들을 기대할 수 있다는 점에서 본 기기의 제작이 필요하다.</p>
설계프로젝트의 입상 이력	<p>※ 교외 출품실적이 있는 경우 작성</p> <ul style="list-style-type: none"> - 출품작명 : - 대회명 : - 수상내역 :

※ 설계 요약문은 공개될 예정이며, 제출 시 이에 동의하는 것으로 간주함.

※ 제공된 개인정보는 심사과정에만 사용되며, 제출 시 이에 동의하는 것으로 간주함.

1. 설계의 필요성 및 목적

현재 전 세계의 기후변화로 인해 다양한 문제들이 불거지고 있다. 환경과 에너지 문제를 해결하는 것이 시급한 때이며, 급격히 악화하고 있는 지구의 환경을 보호하는 데에 있어서 경각심을 가질 필요가 있다. 이상기온으로 인해 비효율적으로 사용되는 에너지를 줄여야 한다는 것은 더욱이 변함없는 사실이다. 특히 사시사철 사용되는 냉난방 시스템을 현재보다 효율적으로 사용할 수 있다면 많은 에너지를 아낄 수 있을 것이라 예상된다. 그렇기에 본 설계는 사람의 수 등의 여러 가지 변수를 고려하여 실내의 냉난방을 자동으로 조절하는 장치를 고안하여 낭비되는 에너지를 줄이는 것을 목적으로 한다.

전기에너지를 많이 사용하여 방대한 양의 이산화탄소를 배출하는 냉난방 기기를 이 장치를 통해 조절한다면 불필요한 전기에너지의 사용을 줄일 수 있다. 또한 환경에 좋지 않은 영향을 미치는 냉난방 장치의 불필요한 사용을 줄여 환경보호에도 기여할 수 있고 에어컨을 가동하며 실외기에서 배출되는 덥고 불쾌한 공기의 배출을 줄일 수 있다. 최종적으로 자동 냉난방 조절 장치 설계는 불필요한 에너지 사용을 줄여 에너지를 보존하고 환경을 보호하며, 더불어 에너지 낭비로부터 비롯되는 다양한 사회적 문제를 줄이는 것을 목적으로 한다.

2. 설계 핵심 내용

(1) 설계 문제의 정의

현대사회에서 냉난방 장치는 대부분의 공간에서 사용되고 있다. 주거공간부터 대형 쇼핑몰까지 그 범위 역시 다양하다. 특히 대형 쇼핑몰과 같이 많은 사람들이 이용하는 장소에서 냉난방 장치의 사용은 필수적이다. 개인적인 공간에서는 온도를 개인의 기호에 맞추거나 냉난방비를 줄이기 위해 냉난방 기기의 사용을 줄이려는 모습을 볼 수 있다. 그러나 대형 쇼핑몰과 같은 내부 공간과 수용 인원이 큰 장소에서는 많은 사람이 계속해서 출입하며 상황이 수시로 변함에도 불구하고 어떤 상황에서든 냉난방 장치를 항상 동일하게 가동하는 경우가 대부분이다. 특히 다중이용시설에서는 특정 시간대에 따라 인원의 많고 적음의 차이가 크기 때문에 전기에너지 사용량이 방대한 냉난방 장치로부터 낭비되는 불필요한 에너지를 줄이기 위해 자동 냉난방 기기를 설계하고자 한다.

(2) 설계의 독창성 및 접근 방법

1) 설계 방법 및 배경

i) 건물 이용자가 건물 내부로 들어갈 때 밝는 발판1과 나올 때 밝는 발판2의 제작 및 건물 내 인원수 측정
건물에 들어오는 인원수를 측정하는 발판과 나가는 인원수를 측정하는 발판을 각각 제작하여 발판의 누름 스위치와 제작한 프로그램을 통해 현재 건물 내부에 있는 인원(들어간 인원 - 나간 인원)을 파악한다. 아두이노와 연결해 누름 스위치가 닫히고 열리는 횟수를 계산한다.

ii) 온도 예측 프로그램의 제작

발판1과 발판2에서 건물 내 인원수에 대한 정보를 입력하고, 장치가 설치된 건물 부피와 내부 온도를 수치화하여 입력하면 10분 단위로 1시간 뒤 건물의 온도가 어떻게 변할지 계산으로써 예측하는 프로그램을 제작한다. (부피 값은 초기에 설정한 값으로 고정하고, 온도 값은 건물 내부에 설치된 센서를 통해 전달받는다.) 걸러다니며 일을 하는 사람의 평균적인 시간당 열 방출량을 열역학 1법칙에 대입하고, 건물 부피가 변하지 않는다는 것을 이용하면 건물 내부 에너지의 변화량을 구할 수 있다. 공기 중의 기체들이 대부분 이원자 분자임을 이용해 등분배 법칙을 적용하면 1시간 뒤 온도를 예측할 수 있다.

iii) 냉난방 기기 온도 조절

위 2개의 장치를 바탕으로, 아두이노는 온도 예측 프로그램에서 얻은 값과 동시에 건물 내 온도 센서가 감지한 값을 비교한다. 지속적으로 온도 값을 입력받아 설정자가 원하는 값(희망온도)과 비교하여 온도를 조절할 수 있는 아두이노 프로그램을 사용할 것이며, 최종적으로 얻어낸 값을 통해 적절한 온도를 찾아 냉난방 장치의 희망 온도를 원격으로 조절하여 건물 내부가 바뀐 인원에 따른 적정온도가 되도록 한다. 또한, 더욱 정확하고 좋은 효율을 내기 위해 적정온도를 유지하기 위해 건물에 들어온 사람이 일반적으로 걸으며 공급하는 열을 계산에 고려한다.

2) 설계의 독창성

각종 값들을 입력받아 '최종적으로 냉난방 기기를 조절하는 장치'의 메커니즘의 큰 틀은 선행연구를 참고하였다. 선행연구의 내용은 이러하다.

자동 온도 제어 메커니즘은 아날로그 온도계로 정보를 입력받아 처리한다. 정보 처리는 Arduino UNO를 메인 으로 사용하지만 Arduino MEGA도 사용할 수 있다. 아두이노는 지속적으로 온도값을 입력받아 키패드로 저장 된 설정자가 원하는 값과 비교한다. 설정자가 원하는 값과 가까우면 냉난방을 멈추고 멀면 냉난방을 가동한다. LCD 디스플레이로 측정된 온도의 변화를 보여준다. 브레드 보드도 함께 연결하고 코딩을 진행한다. 프로그램을 간단하게 만들기 위해 몇 가지 매크로를 이용한다. (Setup_Temp_Ref, Read_Temperature, Compare_Temperature)

본 설계에서의 전반적인 회로 형태는 유사하나 여러 차이점이 존재한다. 가장 큰 차이는 온도를 입력받는 형식 이다. 한정된 공간의 온도만을 측정할 수 있는 온도 센서뿐만 아니라 직접 제작한 온도 예측 프로그램을 통해 새로운 형태로 input 값을 넣어줄 수 있다.

추가적으로, 본 설계는 건물 내부의 인원을 고려하여 냉난방을 줄이는 기기를 고안하며 발판의 누름 스위치를 통해 인원을 파악하기 위해 보통 버튼으로 쓰여 LED, 모터 등을 on/off 하는 용도인 스위치를 다른 프로그램에 접목시켰다. 또한, 단순히 냉난방을 줄여 에너지 낭비를 줄이는 것에 그치지 않고 압전소자를 부착하는 방식으로 에너지를 생산하는 방법까지도 고안하였다.

3) 설계의 제약조건 및 문제 해결 방법

i) 실제기체와 이상기체 사이의 한계

본 설계는 모두 건물 내 기체가 이상기체임을 가정하고 설계한 것이다. 실제기체와는 분명 차이가 있으며, 만약 실제기체에 관한 식을 적용한다고 해도 변수가 존재할 것이다. 따라서 상용화할 시 이에 대한 정밀한 실험이 필요하다.

ii) 더욱 효율적인 에너지 절약 방법

냉난방 자동 조절 장치는 10분마다 계속해서 온도를 높이거나 낮추어야 한다. 이 때문에 오히려 온도를 높이거나 낮추는 데 에너지를 많이 사용하게 될 가능성이 있다. 따라서 사람이 적은 때에는 10분마다 인원을 확인하기 보다 조금 더 긴 시간이 지날 때마다 확인하는 방법을 활용하거나 시간에 따라 온도를 조절하는 것이 아닌 이전 인원에 대비해서 일정한 인원의 변화가 일어났을 때 온도를 바꿔주는 방법도 활용할 수 있다. 또한, 더욱 효율적인 에너지 절약을 위해서는 발판에 압전소자를 달아 소량이지만 추가적인 에너지 발전을 할 수도 있다.

(3) 설계 내용

본 설계의 전체적인 메커니즘 및 작동 원리는 다음과 같다.

i) 입구 & 출구 발판



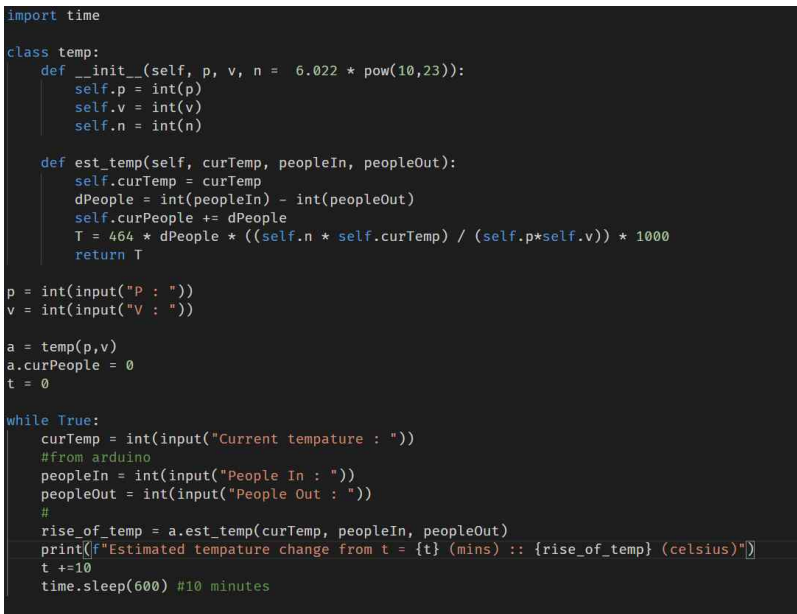
```
sketch_sep12a | 아두이노 1.8.16
sketch_sep12a
const int inputpin = 1;
const int outputpin = 13;
int button = 0;
int push = 0;

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  pinMode(inputpin, INPUT);
  pinMode(outputpin, OUTPUT);
  Serial.begin(9600)
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  int number = 0;
  buttonstate = digitalRead(buttonPin);
  if (buttonstate == HIGH & lastState == LOW){
    Serial.print(number)
    number += 1
  }
  lastState = buttonState
}
```

위 코드를 입구 발판, 출구 발판과 연결한 아두이노에 입력하고 입구 발판에서 측정된 사람 수와 출구 발판에서 측정된 사람 수의 차를 건물 내의 사람 수로 설정한다. 이를 온도 예측 프로그램에 대입한다.

ii) 온도 예측 프로그램



```
import time

class temp:
    def __init__(self, p, v, n = 6.022 * pow(10,23)):
        self.p = int(p)
        self.v = int(v)
        self.n = int(n)

    def est_temp(self, curTemp, peopleIn, peopleOut):
        self.curTemp = curTemp
        dPeople = int(peopleIn) - int(peopleOut)
        self.curPeople += dPeople
        T = 464 * dPeople * ((self.n * self.curTemp) / (self.p*self.v)) * 1000
        return T

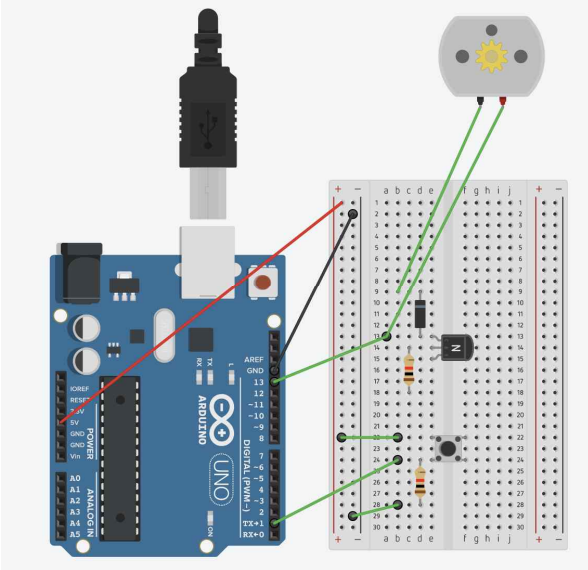
p = int(input("P : "))
v = int(input("V : "))

a = temp(p,v)
a.curPeople = 0
t = 0

while True:
    curTemp = int(input("Current tempature : "))
    #from arduino
    peopleIn = int(input("People In : "))
    peopleOut = int(input("People Out : "))
    #
    rise_of_temp = a.est_temp(curTemp, peopleIn, peopleOut)
    print(f"Estimated tempature change from t = {t} (mins) :: {rise_of_temp} (celsius)")
    t +=10
    time.sleep(600) #10 minutes
```

발판에서 측정된 건물 내 인원수를 위 코드로 짜여진 프로그램에 대입한다. 추가로, 건물 부피 값을 대입하고, 건물 내 온도 센서를 통해 현재 온도 값을 대입하면 예측된 1시간 뒤 온도 값을 알 수 있다.

iii) 아두이노를 기반으로 한 냉난방 기기 온도 조절 (중앙처리장치)



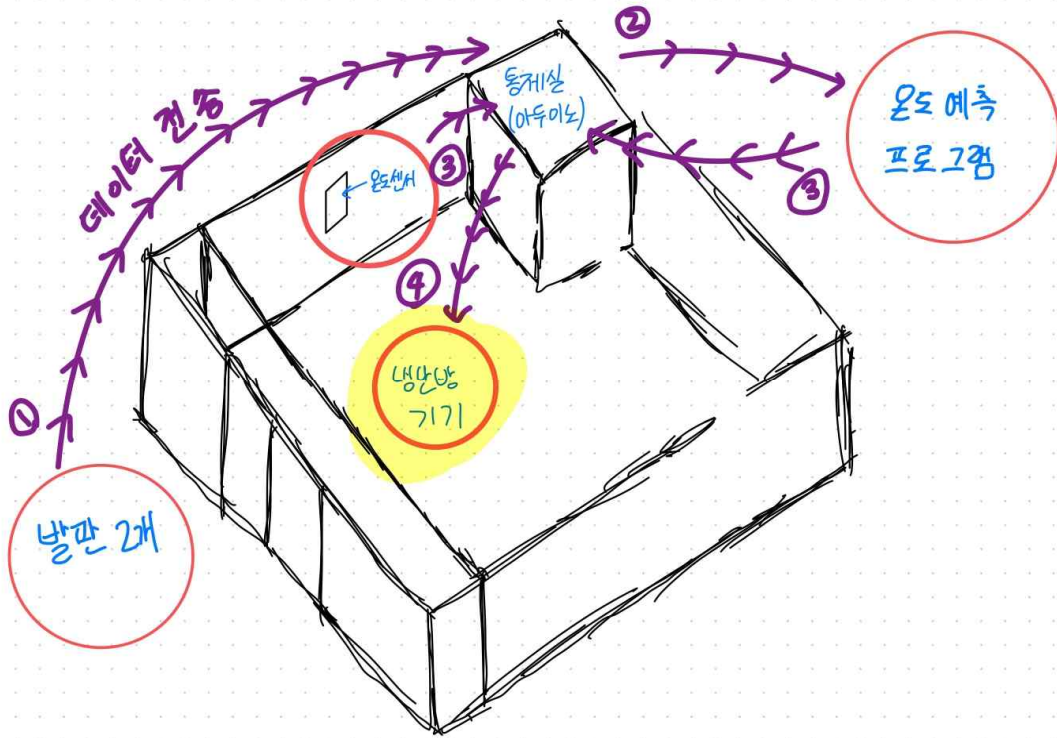
아두이노를 활용하여 냉난방 장치를 조절하기 위해서는 우선적으로 푸시 버튼에서 입력받는 정보를 숫자 형태로 변환해야 한다. 1포트에서 13포트로 그 신호를 이동시키고 13포트에서 받은 정보를 python 프로그램(온도 예측 프로그램)에 입력한 후 다시 아두이노로 적절한 온도 값을 보내서 냉난방 장치를 조작한다.

3. 설계 수행 일정

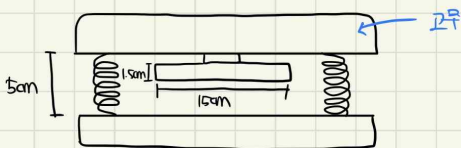
설계 진행 내용	4월	5월	6월	7월	8월	9월
초기 설계 및 설계 제안서 작성	■					
선행연구 조사		■				
초기 설계 피드백 및 단점 보완		■	■			
중간보고서 작성			■			
발판, 온도 예측 프로그램 코딩				■		
아두이노 고안					■	
최종 보고서						■

4. 설계 결과물

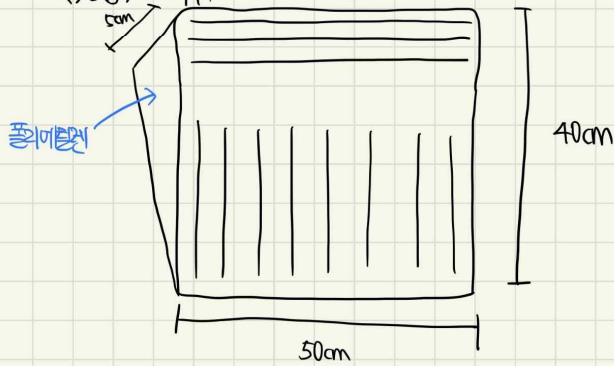
(1) 최종 결과물 형상 및 작동원리



<면도> - 내부



<뒷면> - 외부



발판의 누름 스위치로부터 입력받은 HIGH, LOW 신호를 int 형태로 변환해서 건물 내부 인원수 값을 온도 예측 시스템에 입력한다. 출력받은 예측 온도를 아두이노로 전송하고 온도 센서가 측정한 현재 온도와 비교하여 냉방장치 혹은 난방장치의 온도를 조절하여 건물 전체를 적절한 온도로 만든다.

(2) 최종설계 결과물의 장단점 및 의의

본 설계는 도시에서 주요 에너지 소비 원인 중 하나인 대형 건물 냉난방 기기를 타겟으로 제작되었다는 점이 장점이다. 본 설계에서 엄밀한 실험을 통해 더 발전시킨다면 대량의 에너지를 절약할 수 있을 뿐만 아니라, 발판의 압전소자를 적용하면 소량의 에너지 생산도 가능하다.

냉난방 기기의 모델이 모두 다를 텐데, 어느 건물에서나 이용할 수 있는 장치를 만들 수 있을지 의문이 들었지만 이는 대형 건물에서 사용하는 냉난방 기기의 다양한 모델들이 공통적으로 사용하는 것을 찾으면 해결될 수 있을 것이다. 혹여나 이 방법이 가능하지 않다고 해도 냉난방 기기 모델에 따라 변경되어야 하는 부분만 임의로 변경할 수 있도록 제작하면 상용화에 있어서 문제가 되지 않는다.

5. 활용방안 및 기대효과

1) 활용 방안

사계절 내내 냉난방을 활용하여 에너지 낭비가 큰 시설에서 특히 유용하게 사용할 수 있는 시스템이다. 특히 시간대별로 밀집 인구의 차이가 큰 시설에서 이 자동 냉난방 기기를 통해 에너지를 절약할 수 있다. 대형 백화점, 아울렛 등 수용 인원이 큰 공공시설은 물론이고 기업 본사, 공장 등의 대형시설과 자택, 사무실 등의 소형 공간에서까지 냉난방을 이용하는 공간이라면 어디에서든 에너지를 줄이기 위해 자동 냉난방 조절 기기 사용이 가능하다.

2) 기대 효과

사람이 붐비는 시간대와 한적한 시간대를 분석하고 건물 내의 인원을 파악하여 인원수에 맞게 냉난방 기기가 자동으로 온도를 조절한다면 비효율적으로 소비되는 에너지를 절약할 수 있고 인원이 적을 때 불필요한 냉난방 기기 사용을 줄여 환경을 보호할 수 있다. 특히 압전소자까지 사용하게 된다면 많은 양은 아니지만, 에너지를 생산하는 기능까지 갖출 수 있기 때문에 더욱 효율적인 에너지 절약이 가능할 것이라 예상된다. 또한, 여름철에는 사람이 많을수록 밀도가 높아져 불쾌감을 유발할 수 있고, 겨울철에는 실내에 사람이 많아지면 난방으로 인해 실내가 덥고 답답한 느낌을 받는 경우가 허다하지만, 자동 냉난방 시스템으로 온도를 낮춘다면 건물 내부에 있는 사람들의 불쾌감을 덜 수 있다. 에너지 절약 측면을 넘어서 시설 이용자의 만족도 또한 높일 수 있는 것이다.

<참고문헌>

1. Cornell University Ergonomics Web[웹사이트], (2021.05.21.), URL: <https://ergo.human.cornell.edu/studentdownloads/DEA3500notes/Thermal/thcondnotes.html>
2. 좋은 습관[웹사이트], (2021.05.21), URL: <https://ywpop.tistory.com/8018>
3. 한국웰에어[웹사이트], (2021.05.30), URL: <http://www.wellair.biz/air-eron/air-gicho.htm>
4. Student Companion Electronics[웹사이트], (2021.05.30.), URL: <http://www.studentcompanion.co.za/automatic-temperature-control-system-using-arduino-flowcode/>
5. Peter Atkins, Loretta Jones, and Leroy Laverman, 2017, Chemical Principles : The Quest for Insight, 7/E, Macmillan Education, New York, pp. 179~183
6. wikidocs[웹사이트], (2021.08.30.), URL : <https://wikidocs.net/30758>