

대한기계학회 주최

제9회 전국학생설계경진대회(2019년)

설계 최종 보고서

참가부	고등부 (○)				
참가분야	공모주제 (○) / 자유주제 ()				
참가팀명	다산 Alpha				
설계제목	IoT 스마트 국기계양장치				
지도교수/교사	(소속) 하나고 (성명) 정형식 (연락처) (이메일) ssdream@hana.hs.kr				
대표자 (신청인)	성명	소속	연락처 (휴대폰)	E-mail	주소
	이윤규	하나고등학교 2학년		luc4sl33@gmail.com	

참가팀원 인적사항

NO	성명	소속 / 학년	E-MAIL
1	이윤규	하나고등학교 / 2학년	luc4sl33@gmail.com
2	김도윤	하나고등학교 / 2학년	doyun6776@gmail.com
3	반대준	하나고등학교 / 1학년	qkseowns9206@gmail.com
4	서한울	하나고등학교 / 1학년	tjgksdnf7@gmail.com
5	이민규	하나고등학교 / 1학년	leemk306@gmail.com
6			

설계 요약문

참가분야	공모주제 (○) / 자유주제 ()
참가팀명	다산 Alpha
설계제목	IoT 스마트 국기게양장치
대표자명	이윤규
요약문	<p>본 설계는 기존 국기게양장치(벽면, 가로등 부착형)의 문제점을 해결하기 위해 고안하였다. 기존 국기게양장치는 완전 수동으로 안전성, 경제성, 실용성, 올바른 국기 게양 여부에 대한 문제점이 생긴다. 본 설계에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 ① IoT 기술을 이용해 자동으로 국기게양 필요 여부를 판단하여 ② 국기를 자동으로 게양·강하하는 것을 목적으로 하였다.</p> <p>본 장치의 외부는 ABS 플라스틱으로 만들어졌고 건물 외벽 또는 가로등에 설치할 수 있다. 국기 게양 시에는 장치의 앞문이 열리며 국기가 나오고, 강하 시에는 닫히며 국기가 들어간다. 국기를 움직이기 위해서는 힌지(Hinge) 장치와 서보모터를 이용하였다. Raspberry Pi 3 Model A+ 컴퓨터 보드를 이용해 IoT 기술을 실현한다. 「국기의 게양·관리 및 선양에 관한 규정」에 명시된 조건에 따라 국기 게양 여부와 관련된 데이터를 인터넷에서 자동으로 확인한 후, 국기 게양 여부를 정하여 자동으로 게양·강하한다.</p> <p>본 설계를 통하여 기존 국기게양장치의 실용적·경제적 문제를 해결할 수 있다. 공공장소에서는 노동력의 낭비와 그에 따른 경제적 손실이 대폭 감소하고, 게양 과정에서 생기는 안전의 문제도 해결된다. 또한, 본 장치는 첨단 IoT 기술을 활용하여 IT 강국인 대한민국에 걸맞은 장치로 국가의 위상을 높이며 애국심을 기를 수 있다.</p>



1. 설계의 필요성 및 목적

본 설계는 기존 국기게양장치(벽면, 가로등 부착형)의 문제점을 해결하기 위해 고안하였다. 기존의 국기게양장치는 사람이 직접 게양 및 강하를 하고, 국기와 게양장치가 분리되는 구조로 여러 문제점을 지닌다. 국기는 국가의 상징물로, 잘못된 국기게양은 국가의 위상을 실추시키는 큰 문제점을 가진다. 본 설계는 아래 명시된 기본 국기게양장치의 문제점을 해결하여 ①안전성, ②경제성, ③실용성을 갖추고, ④올바른 국기게양을 하는 것을 목적으로 하였다.

2. 설계 핵심 내용

(1) 설계 문제의 정의

자료 및 사례 조사를 통해 기존 국기게양장치의 문제점과 본 설계의 설계 문제를 다음과 같이 분석하였다.

① 안전성

기존의 도로변 가로등용 국기게양장치는 움직이는 트럭 뒤에 탑승한 사람들이 직접 게양하는 방식으로 작동된다.



그림 3: 수동 국기게양 모습

이러한 수동 국기게양 과정에서 사고나 인명피해가 발생할 확률이 높다.

→ 본 설계에서는 IoT 기술을 이용하여 안전하게 자동으로 국기를 게양할 수 있게 한다.

② 경제성

수동 게양 과정에서는 전국 모든 도로의 국기게양을 수작업으로 진행하여 많은 인력 낭비가 일어난다. 또한, 국기와 국기꽃이가 분리되어 있어 국기 절도나 유실의 문제점이 발생하고, 우천시에도 국기를 회수할 방법이 없어 국기 훼손으로 인한 금전적 피해가 발생한다.

→ 본 설계에서는 국기게양을 완전 자동화하고 일체형 구조를 채택해 경제적 손실을 최소화한다.

③ 실용성

기존의 국기게양장치는 사람이 수동으로 국기를 게양 및 회수하는 방식으로 진행된다. 특히, 공공장소의 경우에는 매번 자치구의 하청업체를 통해 게양이 진행되어 비실용적이다.

→ 본 설계는 IoT기술을 이용하여 누구나 인터넷 또는 스마트폰 앱을 통해 쉽게 사용할 수 있게 제작한다.

④ 올바른 국기 게양

공공장소에서의 국기 게양은 「국기의 게양·관리 및 선양에 관한 규정」에 따라 이루어져야 한다. 하지만, 이 규정에 따른 국기 게양 방법은 날씨, 시간, 장소에 따라 매번 바뀌어 숙지가 어려울 수 있고, 잘못된 국기 게양을 하기 쉽다. 또한, 기존의 국기게양대는 게양대와 국기가 분리되어 국기가 유실되어 방치될 우려가 있다. 국기는 국가의 상징으로서 이렇게 잘못 게양되거나 훼손된 국기는 국위를 실추시킨다.



그림 4: 잘못된 국기게양의 예시

→ 본 설계에서는 IoT기술을 활용하여 규정을 준수하는 국기게양을 할 수 있도록 한다.

(2) 설계의 독창성 및 접근 방법

1) 설계 방법 및 배경

가) 현재 국기게양 상태 파악 - 자치구 면담 진행

현재 국기게양대의 문제점을 보다 정확하게 파악하기 위해 설계 제안자가 거주하고 있는 동작구의 관련 담당자와의 이메일을 통해 면담을 진행하였다. 주요 내용은 다음과 같다.

- 동작구 및 자치구에서는 국가에서 정한 국기게양 관련 규정에 의거하여 국기를 게양한다.
- 동작구에서는 국기게양을 1년에 9번 실시한다.
- 국기게양 작업의 노동량과 위험으로 인해 하청업체에 일을 맡기는데 어려움을 겪고 있다.
- 동작구에서는 재향군인회에서 국기게양을 진행한다.
- 1년 기준 약 1,000만원 이상의 인건비가 소요된다.

면담을 통해 예상하였던 안전성, 경제성 등의 문제를 확인할 수 있었다.

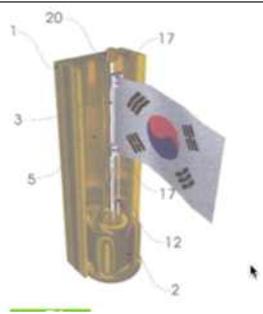
2) 설계의 독창성

가) 국내 경진대회 검색

분야	제목	수상자	년도	내용
생활과학2	안전국기게양대	이종은	2012년	<p>게양대를 젖혀서 국기를 게양하는 방식이고 스위치를 눌러서 국기 봉을 꽂는 국기게양대</p> 
생활과학1	one step 국기 게양대	윤상렬	2001년	파이프와 낚싯대를 이용해서 국기 게양을 할 수 있는 국기게양대
생활과학1	회전고리식 국기 깃대	임영균	1998년	회전 고리를 이용해서 깃발이 감기지 않도록 하는 국기게양대
생활과학1	태극기가 감기지 않는 국기게양대	김상협	1995년	도드레 원리를 이용해서 태극기가 영키지 않도록 제작된 국기 게양대
생활과학1	비가 오면 자동으로 하강되는 국기게양대	이경아	1994년	국기대 모터에 의해 자동으로 하강되어 국기함 아래로 들어가는 장치
생활과학1	국위를 높이는 과학적 벽부 깃대꽃이	이윤규	2016년	국기가 가로등 내부에 위치하여 수동으로 게양하는 장치
생활과학1	게양과 강하가 편리한 국기	류정모	1993년	테이프끼리 맞춰 국기를 부착하여 깃을 접착해서 나사를 풀어 깃대를 분리하는 국기 장치

나) 국내외 특허 검색

특허정보검색서비스 KIPRIS에서 “국기” 또는 “국기게양” 등으로 검색을 해보았다. 기존 특허 상품들 중에서 본 설계와 유사한 기능을 하는 설계를 찾지 못했다.

출원번호	제목	내용
출원번호(일자) 10-2002-0044366 (20020726) 2002년 이춘홍	기를 자체에 저장할 수 있고 전동 장치를 이용한 자동게양대 특허등록 취하	 <p>국기게양대를 모터를 사용하는 방식이고, 리모콘을 사용해서 감싸고 있던 문이 자동으로 열리는 방식이다.</p>

3) 설계의 제약조건 및 문제 해결 방법

가) 설계 과정 문제점

문제점 1: 장치 크기로 인한 제작의 어려움

본 장치는 높이가 60cm가 넘는 대형 장치이다. 설계 초기에는 자세한 구조까지 정밀하게 제작할 수 있는 ABS플라스틱의 3D프린팅을 통해 제작하려고 의도하였지만, 대부분의 3D프린터는 20*20cm 이하 크기의 물체가 최대이다.

이를 해결하기 위해 장치 내부 힌지 등 정밀함이 필요한 부분은 3D프린팅으로 제작하되, 가장 큰 부피를 차지하는 장치 외부는 플라스틱 열성형을 통해 제작하는 방향으로 기존의 설계 계획을 수정하였다.

문제점 2: 장치 내부 공간 부족

장치 내부에는 길이 50cm의 국기와 전기회로, 모터 등이 위치해야 하여 공간이 부족하다. 하지만, 장치가 들어있는 플라스틱 장치 외부의 크기는 한정되어 있다.

이를 해결하기 위해 보다 축소된 부품을 탐색하게 되었다. 국기의 경우에는 2/3단 국기를 이용하고, Raspberry Pi 보드는 축소된 Raspberry Pi Zero 보드를 이용한다.

문제점 3: 국기의 끼임/영킹 현상

위(3.3.) 시작형 제작 결과, 천으로 만들어진 국기의 특성에 의해 힌지부, 모터, 장치 앞문 등에 걸리는 현상이 발생하였다. 또한, 작동을 반복한 결과 국기가 영키게 되었다.

이를 해결하기 위해 움직이는 부품은 멀리 떨어지도록 배치하고, 얇은 플라스틱으로 덧대어 끼임 현상을 방지한다. 또한, 국기의 위 모서리에 철사를 위치하여 영킹 현상을 방지한다.

문제점 4: IoT 통신 안전성

인터넷을 이용한 IoT 기술의 특성상, 본 설계의 통신 과정에서 외부인들의 해킹 및 공격이 가능하다.

이를 해결하기 위해 암호화된 HTTPS 통신을 이용하고, 국기게양장치마다 고유 식별 UUID를 부여하여

식별된 장치와만 통신한다.

나) 설계 제약조건

경제성: 본 설계의 목적 중 하나는 기존 국기계양장치의 경제성 문제 해결에 있다. 하지만, 본 설계는 여러 전기부품을 이용하여 단가가 높아질 가능성이 있다. 이를 위해 인터넷 기능까지 포함된 저렴한 Raspberry Pi 보드를 사용하고, 서보모터는 1개만 사용하는 동시에 기어 장치를 통해 앞문까지 개폐할 수 있도록 설계한다.

장치 손상: 본 설계는 건물 외벽 또는 가로등에 설치를 위해 만들어져 고온, 다습, 폭우, 또는 고의적인 기물파손 등에 의해 손상될 수 있다. 이를 방지하기 위해 충격, 고온, 수분 등에 강한 ABS플라스틱으로 장치 외부를 설계하였다.

다) 문제 해결 방법

a) 3D CAD 프로그램 이용

효율적인 설계와 장치 크기와 내부 공간 파악을 위해 3D CAD 프로그램을 적극 사용하였다. 시작형 제작 및 제작 초기에는 빠른 설계가 가능한 SketchUp 프로그램을 이용하였고, 최종 제작에는 보다 정밀한 설계가 가능한 Autodesk Fusion 360 프로그램을 이용하였다.

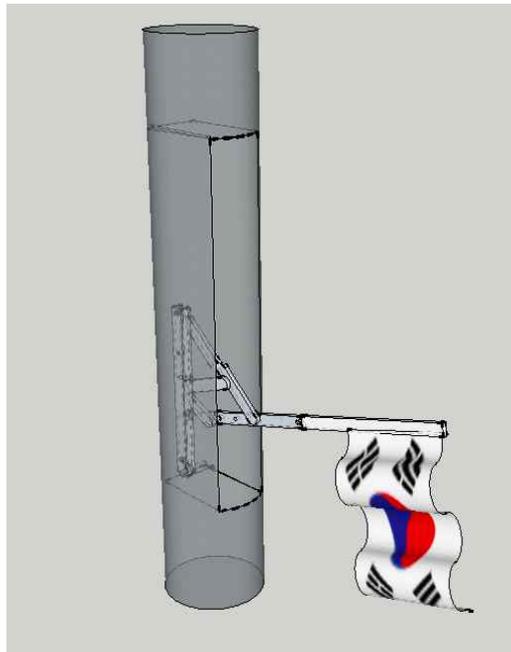


그림 7: 초기 3D 모델

b) 시작형(Prototype) 제작

위 명시한 방법 이외에도, 설계의 문제점을 파악하고 해결하기 위해 시작형(프로토타입, Prototype)을 제작하였다.



그림 8: 시작형의 모습

시작형은 단순히 전체적 구조 파악 및 제약 조건 파악을 위한 것으로, IoT 기술, 라즈베리 파이 보드, 회로, 모터 등을 생략하여 간단히 제작하였다. 국기가 접히는 경첩부는 창문 등에 이용되는 scissor hinge를 이용하여 정해진 각도 내에서 자유롭게 회전할 수 있도록 제작하였다.



그림 9: Scissor hinge 게양 모습



그림 10: Scissor hinge를 접은 모습

시작형 제작을 통해 발생 가능한 문제(국기의 크기, 전체 치수 등)을 파악하고, 추후에 발생할 수 있는 문제를 사전에 방지하였다.

(3) 설계 내용

가) 기계장치/하드웨어

본 설계의 핵심적인 구조는 ①장치 외부, ②IoT 전기회로부, ③힌지(Hinge)부로 나뉜다.

① 장치 외부

장치 외부는 충격, 고온, 수분 등에 강한 ABS플라스틱으로 만들어졌다. 본 설계는 국기계양장치가 필요한 가로등, 건물 외벽 등에 고정되는 구조를 가진다. 고정은 콘크리트 양카를 이용하여 이루어진다. 장치 외부의 전면에는 국기가 나올 수 있는 앞문이 존재한다. 이 앞문은 국기계양 시에만 개방되며, 계양이 이루어지지 않을 때에는 닫혀 있다.

② IoT 전기회로부

IoT 전기회로부에는 본 설계의 IoT 기능과 전기장치 제어를 위한 부품이 존재한다. 전체적인 인터넷 통신과 제어는 Raspberry Pi 3 Model A+ 싱글보드 컴퓨터를 이용한다. 국기의 계양·강하를 위해 각도를 정확하게 조절 가능한 서보모터를 이용한다. 부품의 연결을 위해서는 PCB 회로기판을 제작하여 이용한다. 모터는 충분한 토크를 가지고 있는 9V 모델을 사용한다. 전원은 표준 220V 교류를 사용한다. Raspberry Pi 보드에서 이용하는 DC 5V 레일과 서보모터 제동 회로에 필요한 DC 9V 레일의 전력 변환을 위해서 파워플라이를 이용한다.

③ 힌지(Hinge)부

힌지(Hinge)부는 모터와 국기를 연결하는 경첩 장치이다. 모터에 직접 국기를 연결하면 강풍 시 국기가 움직이며 토크가 발생하여 모터에 직접 무리가 가해져 장치에 손상이 발생한다. 이를 해결하기 위해 모터와 국기가 독립적으로 움직이는 힌지(Hinge) 디자인을 채택하였다.

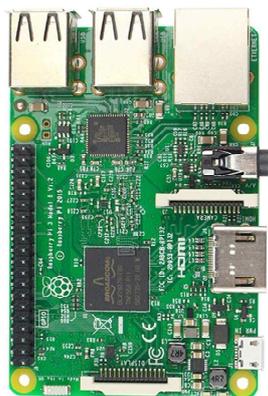


그림 11: Raspberry Pi 3

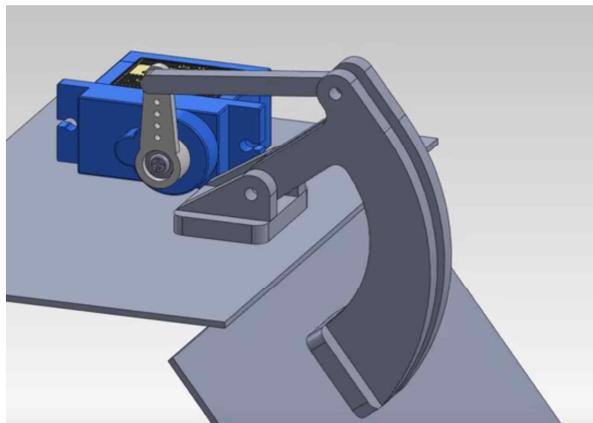


그림 12: 힌지(Hinge)부 디자인

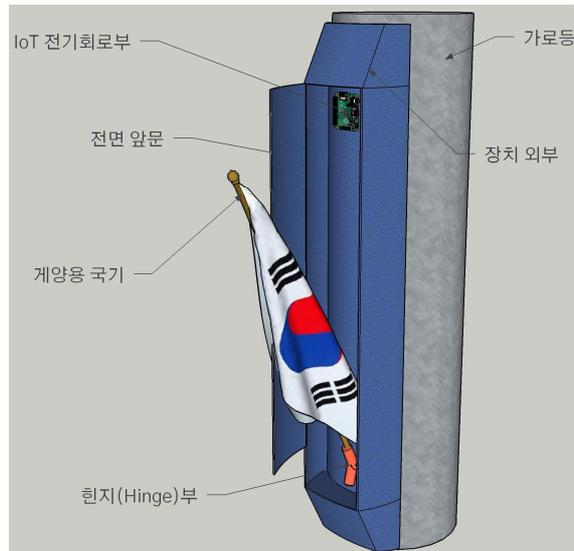


그림 13 전체 3D 디자인

나) 소프트웨어(IoT)

본 설계는 IoT(사물인터넷) 기술을 활용하여 「국기의 게양·관리 및 선양에 관한 규정」에 명시된 조건에 따라 국기를 자동으로 게양한다. 국기 게양 여부와 관련된 데이터를 인터넷에서 자동으로 확인한 후, 국기 게양 여부를 정하여 자동으로 게양/강하한다. 소프트웨어는 Python 3를 이용한다. requests 모듈을 이용하여 서버에 접속하여 데이터를 수신하고, sqlite3 데이터베이스에 데이터를 저장한다. gpiozero 모듈로 서보 모터와 연결된 Raspberry Pi의 GPIO 핀을 조종하여 태극기를 게양 및 강하한다. 소프트웨어 순서도 및 구조는 다음과 같다.

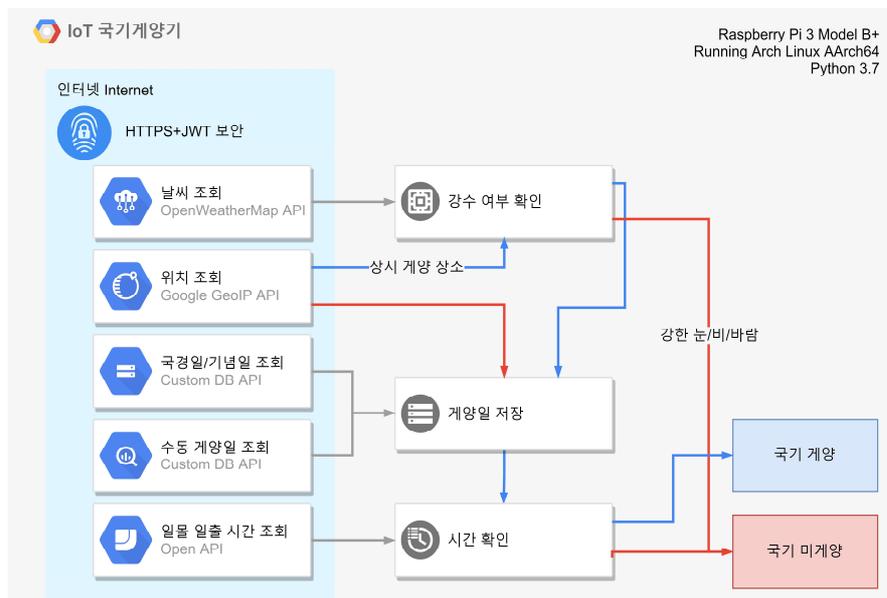


그림 14: 본 설계의 IoT 소프트웨어 구조

3. 설계 수행 일정

설계 진행 내용	4월	5월	6월	7월	8월	9월
설계 문제 탐색	■					
자료 및 선행연구 조사	■	■	■			
초안 설계 및 3D모델링	■	■	■			
시작형 제작 및 피드백			■			
IoT 기술 프로그래밍				■	■	■
2, 3, 4차 모델 제작 및 피드백				■	■	■
최종 설계 제작 및 평가						■

4. 설계 결과물

(1) 최종 결과물 형상 및 작동원리

가. 하드웨어(기계장치)

본체, 기계장치, 전기회로를 성공적으로 제작하였다.



그림 15 국기 게양 모습

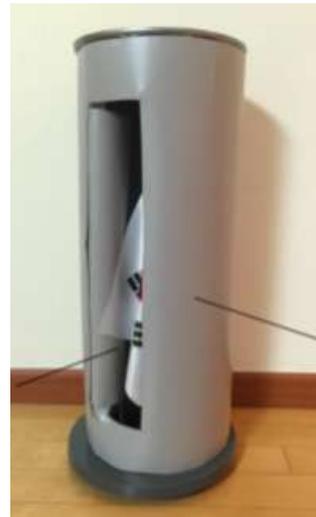


그림 16 국기 철수 모습

중앙 서버에서 신호를 보내면, 국기가 본체에서 나오며 게양된다. 철수될 시에는 국기가 본체로 들어간다. 본체는 악천후에도 강한 플라스틱으로 제작하였고, 내부에 전기장치가 위치해 있다.

나. 소프트웨어(IoT)

본 설계는 IoT 기술을 활용하여, 하드웨어 설계 외에도 하드웨어 기계장치와 연동하여 사용되는 소프트웨어가 존재한다. IoT 기술은 그림 9와 같은 방식으로 Python3를 이용하여 실행된다. 실제 접속 가능한 중앙 서버는 <https://dasanlab.org/iotflag/>에 위치하여 있다.

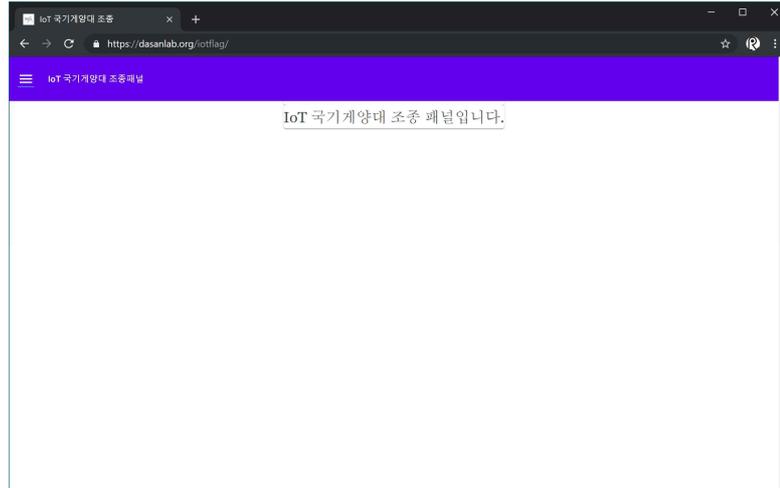


그림 17 국기계양장치 조종 패널 모델

또한, 중앙 서버와 국기계양장치의 Raspberry Pi 보드를 연결하는 통신망을 구축하였다. python 모듈 websockets를 이용하였다. 클라이언트의 코드(client.py)와 중앙 조종 사이트(server.py)의 코드는 별도이다. 코드는 오픈소스로, <https://github.com/RocketLL/iotflag>에 위치하여 있다.

```

1  import asyncio
   import websockets
   import datetime
   import uuid

   """
   This is the IoT client's source code.
   Each client is supplied with an UUID at initialization.
   """
10  def generate_uuid():
   |   return uuid.uuid4().hex[:6]

   async def check_date(date):
   |   async with websockets.connect("ws://localhost:8765") as websocket:
   |
   |       await websocket.send(date)
   |       print(f"> {date}")
20  |
   |       resp = await websocket.recv()
   |       print(f"< {resp}")

   asyncio.get_event_loop().run_until_complete(check_date())
   asyncio.get_event_loop().run_forever()

```

그림 18: 클라이언트 코드 중 일부

(2) 최종설계 결과물의 장단점 및 의의

본 최종설계 결과물은 기계장치와 IoT 소프트웨어 부분으로 나뉘어, 서로 함께 작동하여 설계의 목표였던

자동 국기게양에 성공하였다.

장점	단점
- 설계 목적으로 하였던 자동 국기 게양에 성공하였다. - 오픈 소스 소프트웨어로 안전하고, 누구나 사용할 수 있다.	- 현재는 소량 생산 단계로 단가가 비교적 높다.

본 설계를 통하여 기존 국기게양장치의 실용적·경제적 문제를 해결할 수 있다. 공공장소에서는 노동력의 낭비와 그에 따른 경제적 손실이 대폭 감소하고, 게양 과정에서 생기는 안전의 문제도 해결된다. 또한, 본 장치는 첨단 IoT 기술을 활용하여 IT 강국인 대한민국에 걸맞은 장치로 국가의 위상을 높이며 애국심을 기를 수 있다.

5. 활용방안 및 기대효과

본 설계를 이용하면 수동 게양 방식이었던 전국의 기존의 국기게양장치를 대체하고, IoT기술을 활용하여 국경일, 날씨, 장소 등에 알맞은 국기게양을 자동으로 진행할 수 있다. 본 장치를 통해 해결한 기존 국기게양장치의 문제점과 개선점은 다음과 같다.

① 안전성

본 설계를 이용하면 사람이 직접 도로변 또는 건물 외벽에서 국기게양을 하며 발생하는 안전사고의 문제점을 해결한다. IoT기술을 통해 국기 게양과 회수를 자동화한다.

② 경제성

본 설계를 통해 매 국경일마다 지자체에서 국기게양에 사용하는 비용을 절감할 수 있다. 본 설계의 자동 게양/회수를 통해 인건비를 절감할 수 있다.

③ 실용성

본 설계는 중앙 서버의 웹사이트에 접속하여 모든 국기게양장치를 조종할 수 있어서 실용적이며, JSON Web Token, HTTPS 암호화 등으로 안전성을 높였다.

④ 올바른 국기 게양

본 설계를 통해 「국기의 게양·관리 및 선양에 관한 규정」 따른 올바른 국기게양을 자동으로 진행하여 국위를 높일 수 있다.

또한, 본 설계에서 이용된 소프트웨어와 IoT 방식은 국기 게양 이외에도 중앙 서버가 존재하고, 여러 장치가 연결되는 모든 설계에서 사용될 수 있는 활용방안을 가지고 있다.

<참고문헌>

- 라즈베리 파이 재단, <https://www.raspberrypi.org/>
- 「국기의 게양·관리 및 선양에 관한 규정」
- 환경일보 2019. 03. 07자, “기장군, 국경일 국기게양 문제점 개선해야”