

사물인터넷 기반의 스마트 우산꽂이 구현

문정훈¹, 펑보¹, 권준혁¹, 김태국^{2*}

¹부경대학교 컴퓨터공학부 학생, ²부경대학교 컴퓨터공학부 교수

Implementation of Smart Umbrella Stand Based on IoT

Jeong-Hun Moon¹, Bo Peng¹, Jun-Hyuk Kwon¹, Tae-Kook Kim^{2*}

¹Student, School of Computer Engineering, Pukyong National University

²Professor, School of Computer Engineering, Pukyong National University

요약 본 논문에서는 우산을 보다 쉽게 챙길 수 있도록 도와주는 사물인터넷 기반의 스마트 우산꽂이를 제안한다. 제안한 스마트 은 3가지 기능을 제공한다. 첫째, 기상 정보를 수신하여 정보에 따라 비가 온다면 우산의 손잡이를 노출시켜 사용자가 우산을 챙길 수 있도록 도와준다. 둘째, 스마트 우산꽂이는 열풍 시스템이 있어 빗물에 젖은 우산을 건조시킬 수 있다. 이를 통해 사용자는 빗물에 젖은 우산을 효율적으로 건조하고 쉽게 보관할 수 있도록 도와준다. 셋째, 앱(App)을 통해 스마트 우산꽂이의 현재 상태와 날씨, 빗물받이의 수위 등을 모니터링 할 수 있다. 제안한 스마트 우산꽂이는 비오는 날 우산을 챙겨갈 수 있도록 생활의 편의성을 제공할 것으로 기대한다.

주제어 : 사물인터넷, 라즈베리 파이, 기상정보, 우산꽂이

Abstract In this paper, we propose a smart umbrella stand based on the Internet of Things (IoT) that helps people to pack their umbrellas more easily. The proposed smart umbrella stand offers three functions. First, it receives weather information, and a hidden umbrella handle will automatically become visible when it rains, making it easier to grab. Second, the smart umbrella stand is equipped with a heated air system, allowing it to effectively dry umbrellas that have become wet due to rain. This makes it more convenient for users to dry and store their rain-soaked umbrellas. Third, the smart umbrella stand enables users to monitor its current status, track weather conditions, and monitor the water level in the rain gutter through a dedicated application. The proposed smart umbrella stand aims to bring convenience to daily life by making it more convenient to carry an umbrella on rainy days or days with a high probability of rain.

Key Words : IoT, Raspberry Pi, weather information, umbrella stand

1. 서론

요즘과 같은 정보시대에는 기상 정보를 언제 어디서나 손쉽게 확인할 수 있다. 그러나 외출할 때 스마트폰, 뉴스 등으로 기상 정보를 확인하는 습관이 없거나 아니면

외출 당시의 날씨만 보고 비가 오지 않을 것으로 판단해서 우산을 챙기지 않는 경우가 종종 있다. 외출 당시 날씨가 맑다가도 시간이 지남에 따라 예상치 못하게 비가 내려 우산이 필요한 경우도 흔히 발생한다. 이러한 경우 비닐우산, 우비 등 일회용품을 구매하게 된다. 이는 불필

*교신저자 : 김태국(king@pknu.ac.kr)

접수일 2023년 1월 8일

수정일 2023년 2월 14일

심사완료일 2023년 2월 16일

요한 지출을 유발시키고, 일회용품 사용으로 인해 환경 오염 문제도 유발한다.

그리고 비가 오는 날 사용된 우산을 가정에서 관리할 마땅한 방법이 없다. 현재 가정에서 빗물에 젖은 우산을 관리하는 방법은 수건으로 우산을 닦거나 현관에 두고 빗물을 말리는 방법 등이 있다. 공동주택과 같은 경우 배란다가 협소하여 실외에서 우산을 건조하게 되는데 이는 시간이 오래 걸리고 주거자의 이동을 불편하게 한다.

본 논문에서는 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 사물인터넷(Internet of Things) 기반의 스마트 우산꽂이를 연구하였다. 제안한 스마트 우산꽂이는 라즈베리 파이(Raspberry Pi)를[1,2] 이용하여 구현하였고, 기상청에서 제공하는 OpenAPI(Open Application Programming Interface)를 활용하여 일기예보와 관련된 정보를 수신한다[3-5]. 이러한 정보를 활용해 사물인터넷 기술을 적용하여 비가 올 경우에 우산꽂이에 들어간 우산의 손잡이를 보여줌으로써 외출 시 우산을 챙겨가야 하는 알림을 시각화한다. 사물인터넷은 각종 사물에 센서와 통신 기능을 내장하여 인터넷에 연결하는 기술을 말한다[6-8]. 그리고 빗물에 젖은 우산을 우산꽂이에 투입하면 우산을 우산꽂이 내부에 잡도록 하강시키고 열풍 시스템으로 빗물을 건조시킨다. 이 외에 떨어진 빗물들의 수집 및 빗물받이의 빗물의 양을 알려주는 모니터링 기능 등을 탑재하고 있다.

2. 관련 연구

우산꽂이는 단순히 우산을 보관하거나, 비오는 날 물이 바닥에 젖지 않게 하는 용도로만 사용되었다. 따라서 스마트 우산꽂이에 관한 연구는 이루어지지 않았고, 우산 건조 등의 단순한 기능에 대한 연구가 이루어졌다.

박력 등의 연구에서는 실내 자동 우산 건조기에 대해 연구하였다. 우산에 남아있는 물기를 자동으로 탈수시키고 건조시키는 장치를 설계하였다. 이 연구는 우산 투입구를 회전시켜 원심력으로 우산을 건조시키는 방식이다[9].

김지현 등의 연구에서는 우산 건조를 위한 자동 제수 시스템을 개발하였다. 에어 컴프레서를 이용하여 사용자가 우산을 넣으면 압력 센서로 우산을 감지하여 모터를 구동하여 우산의 물기를 제거하는 방법이다[10].

문정훈 등의 연구에서는 스마트 우산꽂이에 대해 연구하였다. 이 연구는 스마트 우산꽂이의 기능을 제안하였고 구현 가능성을 확인하였다[11,12].

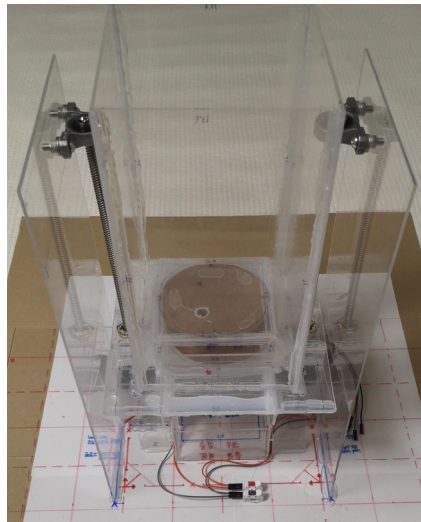
3. 스마트 우산꽂이 구현

본 논문에서 스마트 우산꽂이 구현을 연구하였다. 제안한 스마트 우산꽂이는 기상정보 확인, 승강 시스템, 열풍 시스템, 빗물받이 시스템 등으로 구성된다.

3.1 기상정보 확인

기상정보를 불러오는 것은 공공데이터포털에서 제공하는 OpenAPI를 활용하였다[3]. 공공데이터 포털에서 제공하는 OpenAPI는 기준 시간에 따라 하루에 8회, 3시간에 한 번 일기예보를 발표한다. 기상청에서 제공하는 엑셀 파일을 기준으로 하는 좌표 정보, 기준 시간, 서비스 키(Service key)를 URL(Uniform Resource Locator) 주소와 함께 서버에 요청하면, 기상 정보와 관련된 정보를 JSON(JavaScript Object Notation) 형식으로 수신하게 된다. JSON 형식으로 수신한 기상 정보는 Python의 JSON 라이브러리(Library)를 활용하여 파싱한 후 데이터를 읽는다. 이 데이터를 활용하여, 날씨 상태에 따른 승강 시스템의 동작과 열풍 시스템을 제어하게 된다.

3.2 승강 시스템



[Fig. 1] Elevating System

[Fig. 1]은 구현된 승강 시스템의 모습을 타나낸다. 승강 시스템은 우산의 상승 및 하강을 제어하는 시스템이다. 만약 비가 온다면, 우산의 손잡이를 보여주기 위해

우산 투입구 높이를 상승시킨다. 만약 빗물에 젖은 우산이 우산 투입구에 들어온다면, 우산이 우산꽃이 안에 잡히게 하기 위해 우산 투입구 높이를 하강시킨다.

승강 시스템은 로드셀(Load cell) 1개, HX711 모듈 1개, 기어드 모터 2개, 리드 스크류(Lead Screw) 2개, 모터 커플링(Motor Coupling) 2개, T8 너트(T8 nut) 2개, 모터 드라이버(Motor Driver) 1개로 구성된다. 로드셀을 통해서 무게를 측정하고 우산이 우산 투입구에 들어왔는지 여부를 판단한다.

[Fig. 2]는 승강판의 구조를 나타낸다. 리드 스크류는 T8 너트와 연결되고 리드 스크류가 회전하면 T8 너트 위 아래로 이동하게 된다. 승강판은 우산 투입구의 바닥부에 위치하고, 승강판의 양쪽에는 6개의 구멍이 있다. 떨어진 빗물은 양쪽에 있는 구멍으로만 배출된다. 그리고 로드셀이 무게를 감지하는데 영향을 주지 않도록 하기 위해 로드셀 위에 구조에 맞게 만든 뚜껑을 얹는다. 이는 로드셀에 물이 들어가지 않도록 해준다. T8 너트는 우산꽃이의 승강판과 고정되기 때문에 T8 너트가 위아래로 이동하는 것에 따라 승강판이 상승되거나 하강된다.

[Fig. 3]은 커플링을 사용해 기어드 모터와 리드 스크류를 연결한 모습을 나타낸 것이다. 기어드 모터의 회전축 부분과 리드 스크류가 모터 커플링으로 연결되기 되

기 때문에 기어드 모터의 회전이 리드 스크류의 회전을 만든다. 따라서 라즈베리 파이의 제어로 기어드 모터가 회전하면 리드 스크류가 회전하여 T8 너트가 위아래로 움직인다. 이를 통해 스마트 우산꽃이의 수직 상하 운동이 구현된다.



[Fig. 3] Connection of geared motor and lead screw with coupling

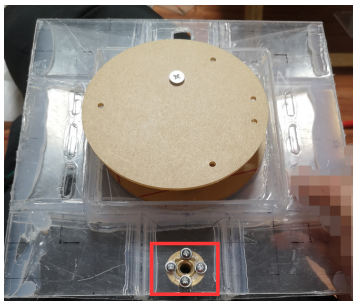
우산 투입구에 들어오는 우산의 무게를 측정하는 방식으로 로드셀에서 미리 설정한 무게 값에도달하면, 우산이 우산꽃이에 투입된 것으로 인식한다. 이는 로드셀 및 로드셀로 변환된 미세한 신호를 증폭해 주는 HX711 모듈을 활용하였다.

12V의 기어드 모터를 활용하여 우산을 승강시키기 위한 동력이 된다. 기어드 모터의 회전축 부분은 리드 스크류와 연결되어 있어 회전축이 회전된 방향에 따라 커플링으로 같이 연결된 리드 스크류도 함께 회전되고 결국 승강판을 위아래로 이동하게 한다. 기어드 모터의 (+)에서 (-)로 전류가 흐르거나 (-)에서 (+)로 전류가 흐르는 것에 따라 회전 방향이 바뀐다.

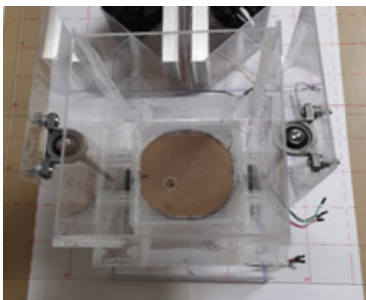
기어드 모터가 (+)에서 (-)로, 또는 (-)에서 (+)로 전류가 흐르게 제어하기 위해서는 모터 드라이버를 활용하였다.

3.3 열풍 시스템

열풍 시스템은 [Fig. 4]과 같이 펠티어(Peltier) 소자 2개, 알루미늄 판 2개, 팬(Fan) 2개로 구성되고 4채널 릴레이(Relay) 1개로 제어된다. 열풍을 생성하기 위해서 펠티어 소자와 열을 전달하기 위한 알루미늄 판을 사용한다. 그리고 우산꽃이 내부에는 팬 장치와 펠티어 소자를 고정하기 위한 판이 위치한다. 고정된 펠티어 소자의 뜨거운 접촉면에 알루미늄 판을 활용해 열을 알루미늄



(a) Connection between T8 nut and lift plate



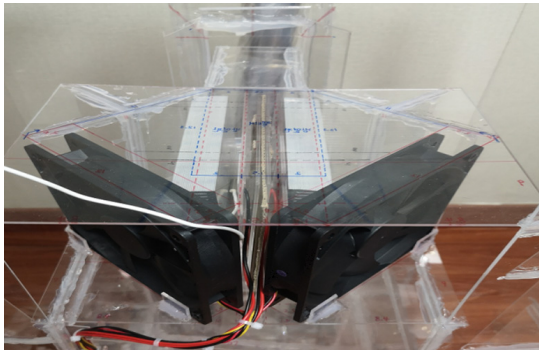
(b) Connection between lift plate and umbrella slot

[Fig. 2] Structure and position of lift plate

판 전체로 전달한다. 두 개의 팬으로 바람을 불어 가열된 알루미늄 판에 통과시키면 열풍이 생성된다. 이 때 생성된 열풍을 통해 우산꽃이에 들어온 우산의 빗물을 건조한다. 열풍 출구는 내부 우산꽃이로만 연결되어 있어 우산 건조 효율이 최대화된다.

펠티어 소자는 전류가 흐르면 한쪽 면의 온도는 내려가고, 다른 한쪽면의 온도는 올라가는 소자이다[13,14]. 본 열풍 시스템에서 사용한 펠티어 소자의 동작 전압이 12V이고, 온도 차이가 약 65℃이고, 최대 온도는 약 83℃까지 올라간다. 펠티어 소자는 릴레이와 연결되고 열풍기가 가동되는 상황에만 작동하도록 한다.

4채널 릴레이는 동작 전압이 5V이고 제어할 수 있는 최대 전압이 교류에서 250V, 직류에서 30V이다. 펠티어 소자와 팬은 동시에 동작하기 때문에 한 개의 릴레이 채널로 제어한다. 채널 1만 사용하기에 릴레이의 GND(접지), VCC(5V), 채널 1을 제어하는 IN1, 채널 1의 NC(Normally Close), COM(Common)을 사용한다. 릴레이 제어 원리는 채널의 NC는 평소에 연결되어 있는(Close) 상태이다가 스위치가 동작하면 연결(Open)이 끊어진다. 그리고 COM는 공통 단자이다. 이로써 5V를 통해 릴레이를 제어함으로써 12V의 펠티어 소자 및 12V의 팬을 제어할 수 있다.



[Fig. 4] Hot Air System

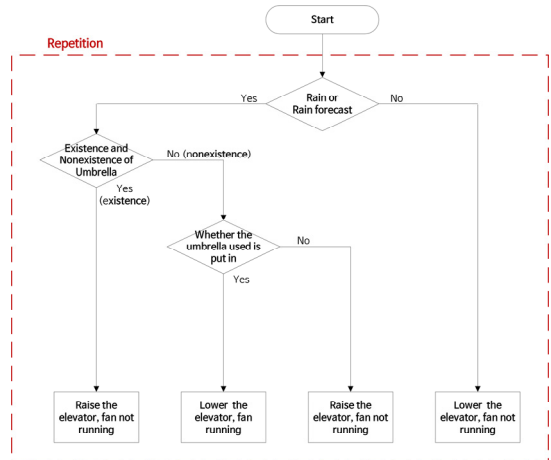
3.4 스마트 우산꽃이 동작 알고리즘

만약 일기예보에서 비가 예정되어 있지 않다면, 열풍 시스템을 가동하지 않고, 승강시스템을 하강하여 우산 손잡이를 보여주지 않도록 한다. 이를 통해 스마트 우산꽃이가 사용자에게 우산을 가져갈 필요가 없다는 것을 알린다.

[Fig. 5]는 스마트 우산꽃이의 동작 알고리즘의 흐름도를 나타낸다. 만약 일기예보에서 비가 예정되어 있다

면, 먼저 우산 투입구에 우산이 꽂혀있는지를 판단한다. 기존에 스마트 우산꽃이에 우산이 꽂혀 있다면, 열풍 시스템을 가동하지 않고 승강 시스템을 상승시켜 우산 손잡이를 보이도록 한다. 이는 사용자가 외출 시 우산을 가져갈 수 있도록 도와준다.

스마트 우산꽃이에 우산이 꽂혀있지 않다면, 사용된 우산의 투입 여부를 검사한다. 사용된 우산이 스마트 우산꽃이 내부로 들어오면, 승강 시스템을 하강시키고 열풍 시스템을 가동한다. 이는 빗물에 젖은 우산을 효율적으로 건조하는 것을 도와준다. 만약 사용되지 않은 우산이 스마트 우산꽃이 내부로 들어왔다면, 우산이 빗물에 젖지 않았기 때문에 열풍 시스템을 가동하지 않는다. 또한 비가 예정되어 있기 때문에 승강 시스템을 상승시켜 사용자가 우산을 가져가도록 한다.



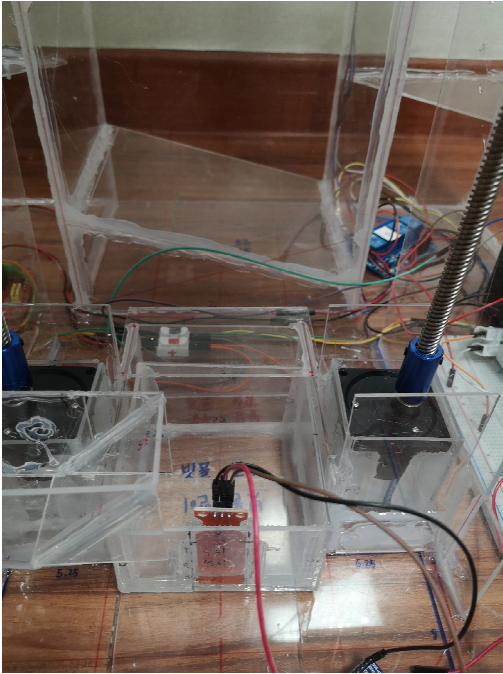
[Fig. 5] Flowchart of smart umbrella stand

3.5 빗물받이 시스템

빗물받이는 [Fig. 6]과 같이 스마트 우산꽃이의 바닥 부분에 위치하고 있다. 스마트 우산꽃이의 열풍 시스템을 통해 건조된 후 빗물이 아래쪽으로 떨어져 빗물받이에 모이게 된다. 빗물받이에는 접촉식 수위 센서가 있어 빗물받이에 물이 많이 차게 되면, 스마트 우산꽃이는 사용자에게 경고를 보내 빗물받이의 빗물을 비울 수 있도록 돕는 역할을 할 수 있다.

접촉식 수위 센서는 센서에 직접 물이 닿는 센서로, 아날로그(Analog) 센서이다. 접촉식 수위 센서는 절연체 위에 금속 판이 여러 개 붙어 있는 구조이다. 액체가 센서에 닿게 되면, 떨어져 있는 도체가 액체를 통해 전기가 서로 통하고, 이로 인해 센서의 저항과 전압이 바뀌게 된

다. 액체에 접촉된 표면적이 넓어질수록 저항이 줄어들고 전압이 상승한다. 이 원리를 통해 액체가 얼마나 많이 있는지를 측정할 수 있다. 본 논문의 스마트 우산꽂이에서는 빗물받이에 위치하여 빗물받이에 빗물이 얼마나 모였는지를 측정하는 데 사용된다[15].

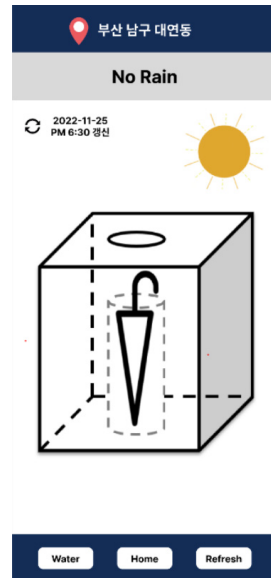


[Fig. 6] Rain Gutter System

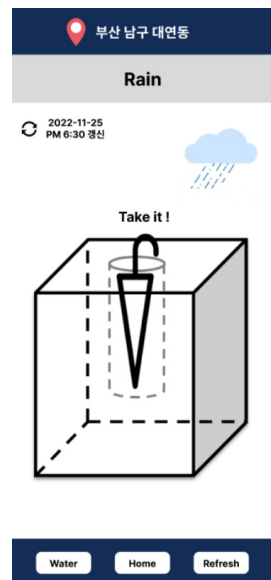
4. 스마트 우산꽂이 동작 실험

구현된 스마트 우산꽂이의 동작을 실험하였다. 구현한 스마트 우산꽂이는 기상정보 확인, 승강 시스템, 열풍 시스템, 빗물받이 시스템으로 동작한다. 또한 스마트폰 앱을 통한 제어 및 모니터링 기능을 수행한다.

[Fig. 7]은 스마트폰 앱 화면을 나타낸다. 날씨 정보를 수신하여 현재 비가 오지 않는 상태를 나타낸다. [Fig. 8]은 날씨 정보를 수신하여 현재 비가 오거나 비가 예보되어 우산을 가져가야 된다고 앱을 통해 알려준다. 라즈베리 파이를 활용한 스마트 우산꽂이는 처음으로 기상정보를 3시간 간격으로 수신하여 DB(Database)에 저장한다. 만약 비가 온다면 스마트 우산꽂이의 우산 투입구 높이를 상승시켜 우산의 손잡이를 보여준다. 이는 사용자가 우산을 챙길 수 있도록 유도한다.

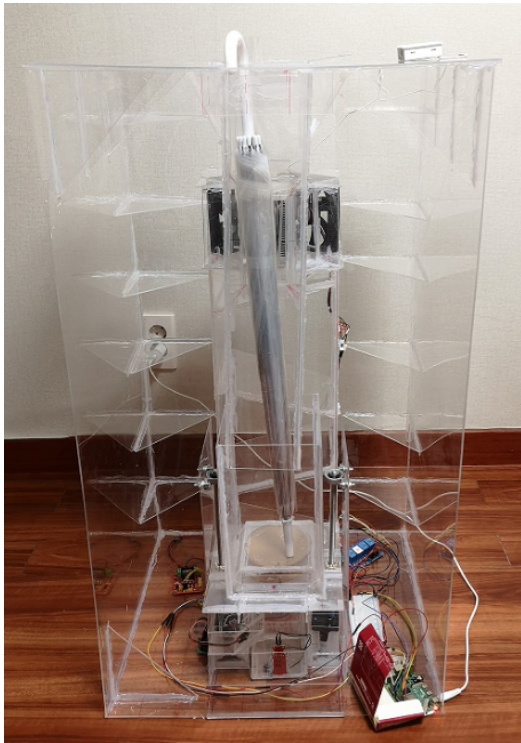


[Fig. 7] Smartphone App (No Rain Status)

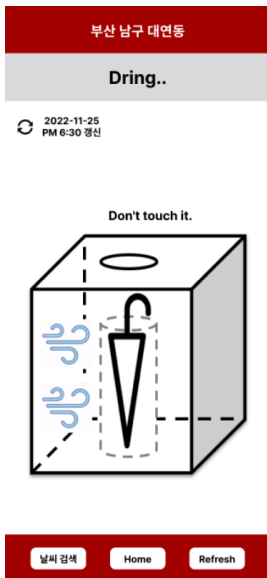


[Fig. 8] Smartphone App (Rain Status)

[Fig. 9]는 비가 오거나, 비가 예보되어 사용자가 우산을 챙겨갈 수 있도록 스마트 우산꽂이에서 우산이 승강되어 사용자에게 우산 손잡이가 노출된 모습을 나타낸다. 젖은 우산은 우산끈을 묶지 않은 상태에서 열풍 시스템으로 건조하지만, 건조가 완료된 이후에는 그림과 같이 우산을 접어 돌돌말아 우산끈으로 묶어서 보관할 수 있다.



[Fig. 9] Smart Umbrella Stand

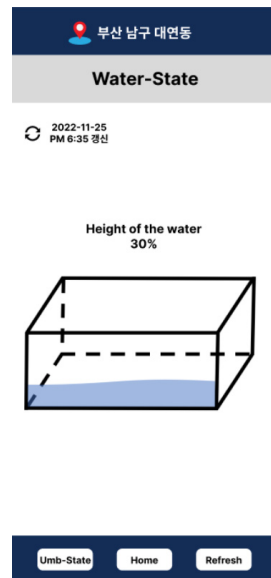


[Fig. 10] Smartphone App (Drying Status)

빗물에 젖은 사용된 우산이 우산꽃이에 들어오면 이를 인지하여 우산꽃이를 하강시킴으로써 우산이 우산꽃이에 잠기게 한다. 그리고 열풍 시스템으로 우산을 건조시킨

다. [Fig. 10]은 우산이 건조되고 있음을 확인할 수 있는 스마트폰 앱 화면을 나타낸다. 건조가 끝나면 열풍 시스템이 OFF되고, 비가 계속 오는 날이라면, 우산꽃이가 상승하여 다시 손잡이를 보여주게 된다. 현재는 장우산에 대해서만 동작이 가능하며, 작은 우산이나 3단 우산 등에서의 동작이 가능한 구조의 추가 연구가 필요하다.

스마트 우산꽃이의 바닥 부에는 빗물받이가 존재한다. [Fig. 11]은 빗물받이의 상태를 나타낸다. 우산이 건조되어 떨어진 빗물이 빗물받이로 모이게 되고 현재 빗물받이의 물 수위 레벨을 측정하여 알려준다.



[Fig. 11] Smartphone App (Water Status)

5. 결론

라즈베리 파이를 활용하여 기상 정보 수신, 우산 승강, 빗물 건조, 방수 처리 및 빗물 관리 등 기능을 구비한 스마트 우산꽃이를 제안하고 구현하였다. 구현한 스마트 우산꽃이는 OpenAPI를 활용하여 받아온 기상 정보에 따라 강우 여부를 분석하고 비 올 것으로 판단되면, 사용자에게 우산의 손잡이를 보여주기 위해 우산 투입구를 상승시킨다. 이 기능은 사용자에게 외출 시 보여진 우산 손잡이를 보고 우산을 챙겨가야 한다는 생각을 하도록 유도할 수 있다. 그리고 사용된 우산이 우산꽃이 안에 투입되면 우산을 우산꽃이 안에 완전히 잠그도록 우산 투입구를 하강시키고 열풍 시스템으로 빗물을 건조한다.

바람 출구는 우산을 담은 내부 통과 연결해서 열풍이 단 지 그 안에서만 순환되는 구조로써 우산 건조의 효율이 최대화된다. 건조로 인해 떨어진 빗물은 승강판에 있는 구멍에 흘러내려서 스마트 우산꽃이의 바닥부에 있는 빗물받이에 모이도록 한다. 빗물받이에 접촉 수위 센서가 부착되어 있어서 사용자가 빗물 량을 손쉽게 파악할 수 있다.

본 연구의 스마트 우산꽃이는 가정에서 우산을 보관하는 데 유용하게 활용될 수 있다. 일반적인 우산 빗물 제거기처럼 우산을 보관하는 기능과 더불어, 날씨에 따라 우산을 챙기는 데에 도움을 주고 빗물에 젖은 우산을 효율적으로 건조해 줄 수 있는 기능이 탑재되어 있다. 이러한 기능을 통해 우산을 챙기지 못해 일회용 우구의 소비를 줄여 자원을 절약하고 환경보호에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대한다. 또한, 향후 우산 투입구에 인공지능 기술을 결합하는 것을 고려할 수 있다. 이 기술은 라즈베리 파이와 연결된 카메라와 인공지능 기술을 더해 우산꽃이에 들어온 것은 우산인지 인식하고, 만약 우산이라면 우산이 빗물이 얼마나 젖었는지 자동으로 판단해주는 알고리즘을 추가할 수도 있다. 그리고 장우산이 아닌 작은 우산이나 3단우산 등 다양한 형태의 우산에서의 스마트 우산꽃이 동작 구현도 연구가 필요하다.

REFERENCES

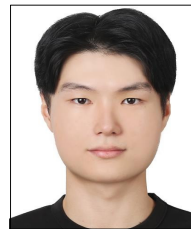
- [1] Raspberry Pi Foundation, <https://www.raspberrypi.org/>
- [2] Raspberry Pi, <https://www.raspberrypi.com/>
- [3] Public data portal, <https://www.data.go.kr/>
- [4] Busa public data portal, <https://data.busan.go.kr/index.nm?contentId=36>
- [5] Wikipedia, "Open API," https://en.wikipedia.org/wiki/Open_API/
- [6] T.K.Kim, "IoT(Internet of Things)-based Smart Trash Can," Journal of Internet of Things and Convergence, Vol.6, No.1, pp.17-22, 2020.
- [7] T.K.Kim, "ISelf-powered wireless bus information and disaster information system based on Internet of Things (IoT)," Journal of Internet of Things and Convergence, Vol.8, No.1, pp.17-22, 2020.
- [8] Tae-Kook Kim, "IoT-based Indoor Localization Scheme," Journal of The Korea Internet of Things Society, Vol.2, No.4, pp.35-39, 2016.
- [9] R.Park, J.Y.Kim, H.K.Lim. "A Study on the Fabrication of Indoor Automatic Umbrella Dryer," The Korean

Society of Manufacturing Process Engineers Spring Conference, p.247, 2018.

- [10] J.H.Kim, J.H.Park, M.G.Song, J.S.Yoon, J.E.Yeon, D.E.Led, H.J.Park, T.K.Kang, "Development of Automatic Dehydration System for Umbrella Drying," The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication (IIBC), Vol.20, No.2, pp.239-246, 2020.
- [11] J.H.Moon, B.Peng, J.H.Kwon, T.K.Kim. "Implementation of Smart Umbrella Stand," International Next-generation Convergence technology Association Fall conference, pp.255-257, 2022.
- [12] J.H.Moon, B.Peng, J.H.Kwon, T.K.Kim, "Study on the Smart Umbrella Stand," Korea Multimedia Society Spring Conference, Vol.25, No.1, pp.175-177, 2022.
- [13] Thermoelectric effect, https://en.wikipedia.org/wiki/Thermoelectric_effect/
- [14] H.T.Lee, B.S.Yoon, J.S.Kim, K.B.Kim, "A Study on Seebeck Effect and Peltier Effect of Thermoelectric Modules," Journal of Industrial Science and Technology Institute, Vol.35, No.2, pp.1-5, 2021.
- [15] Water Level Sensor,, <https://www.renkeer.com/water-level-sensor-definition-applications-benefits-types/>

문 정 훈(Jeong-Hun Moon)

[준회원]



■ 2018년 3월 ~ 현재 : 국립부경대학교 컴퓨터공학부

<관심분야>

사물인터넷(IoT), 인공지능(AI)

평 보(Bo Peng)

[준회원]



■ 2019년 3월 ~ 현재 : 국립부경대학교 컴퓨터공학부

<관심분야>

사물인터넷(IoT), 인공지능(AI), 임베디드 시스템

권 준 혁(Jun-Hyuk Kwon)

[준회원]



- 2016년 3월 ~ 현재 : 국립부경대학교 컴퓨터공학부

<관심분야>

사물인터넷(IoT), 인공지능(AI)

김 태 국(Tae-Kook Kim)

[중신회원]



- 2004년 8월 : 고려대학교 전기전자전파공학부(공학사)
- 2006년 8월 : 고려대학교 메카트로닉스학과(공학석사)
- 2014년 8월 : 고려대학교 모바일솔루션학과(공학박사)

- 2016년 3월 ~ 2022년 2월 : 동명대학교 AI학부 교수
- 2022년 3월 ~ 현재 : 국립부경대학교 컴퓨터공학부 교수

<관심분야>

사물인터넷(IoT), 콘텐츠 전송 네트워크(CDN), 이동성, 인공지능(AI), 빅데이터, 모바일 서비스