

# AI와 친환경 소재 IoT를 활용한 사용자 활동기반 닥내 살균 서비스 구축

이상원°, 이현수°, 문재현\*

°서경대학교, \*한국기술거래사회

tkddnjs206@gmail.com , hr2803@naver.com, smjhoon@gmail.com

## Establishment of in-house sterilization service based on user activities using eco-friendly materials, AI, and IoT

Lee Sang Won°, Lee Hyeon Su°, Moon Jae Hyun\*

°Seokyeong University, \*Korea Technology Transfer Agent Association

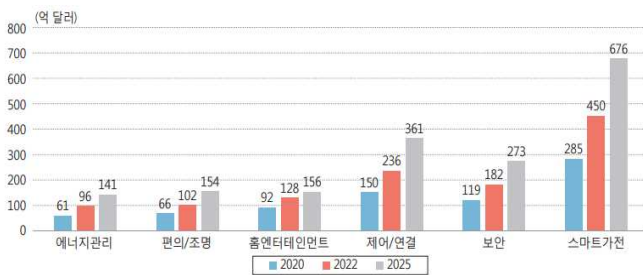
\*교신저자(Corresponding Author)

### 요 약

국내의 IOT 시장의 성장률은 꾸준히 증가할 것으로 예측된다. 특히 스마트 가전 시장 분야의 경우 다른 스마트 홈 분야보다 규모뿐만 아니라 성장률 역시 높은 편에 속한다. 한편 코로나 시대 도래로 인하여 개인의 가정에 머무르는 시간은 많아졌으며 개인의 살균에 대한 관심 역시 높아지게 되었다. 본 논문은 인공지능 자동 살균기를 설계하여 하나의 스마트 가전제품 서비스를 설계하는 솔루션을 제공하고자 한다. 인공지능 이미지 인식 기술을 통해 사용자 활동 패턴을 파악하고 이를 기반으로 살균 시간 도출 및 살균 시간 추천 알고리즘을 통해 사용자 맞춤형 살균 서비스를 제공하며 사용자의 활동 패턴에 맞춤형된 적절한 살균 강도를 결정할 수 있도록 군집화를 통해 살균 강도 결정 서비스도 제공한다.

### 1. 서 론

산업 연구원의 자료에 따르면 국내 IOT 시장의 스마트 가전 부분은 지속적인 성장이 예측된다. [그림 1]을 보면 국내 스마트 가전 IOT 시장은 2020년도에 285억 원, 2022년도에는 450억 원, 2025년에는 676억 원으로 전망된다.



[그림 1. 스마트 홈 세부 분야별 시장 전망]

또한 국내 시장뿐 아니라 해외 시장에서도 IOT 시장 규모는 빠르게 증가할 것으로 전망된다. 2020년 세계 스마트 홈 시장은 코로나 도래로 인한 경기 둔화에도 불구하고 전년 대비 16.5%의 높은 성장률을 기록하였다. [1]

이러한 IOT 시장의 성장은 가전제품들의 IOT 기술

내장의 가속화를 유도할 수 있으며, 새로운 IOT 제품에 대한 수요 역시 높아지는 계기가 될 것이다.

### 2. 문제 제기

코로나 시대로 인하여 사람들의 집에 머무르는 시간은 증대하였으며 살균에 관한 관심이 굉장히 증대되었다고 볼 수 있다. 하지만 현재 출시되어 있는 자동 살균기는 순수 센서 감지를 통한 살균을 이룬다. 이는 사용자의 활동 패턴에 대한 인식 없이 단순히 센서를 통해서만 살균을 진행하는 것이며 사용자의 활동 패턴에 맞춘 살균기는 현재 시장에 없는 상황이라 볼 수 있다.

우리는 성장하고 있는 IOT 환경에 발맞추어 사람들의 활동 패턴을 분석하고 그것에 맞게 시간대별로 자동 살균을 할 수 있도록 하는 시스템을 구축하는 노력을 함으로써 사용자에게 높은 편리성을 제공하며 사용자 패턴 분석을 통한 개인화된 살균으로 살균의 효율과 자원 사용성을 높일 수 있는 홈 IOT 시스템을 구축하고자 한다.

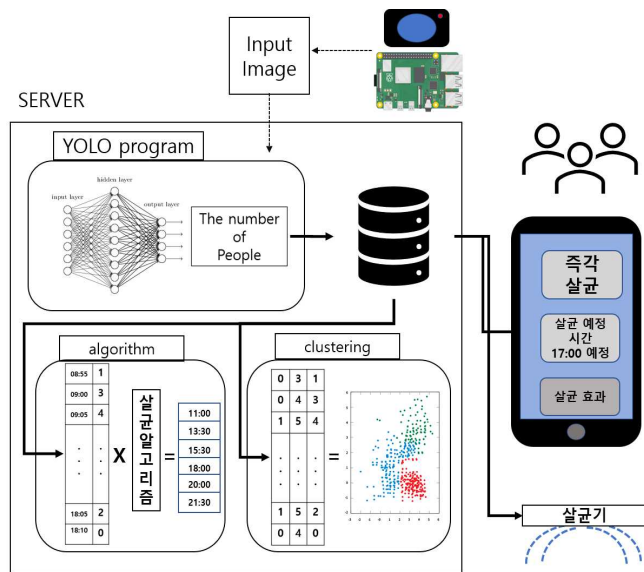
### 3. 제안시스템

#### 3.1 시스템 개요

본 시스템은 사용자 활동 패턴 맞춤형 살균 서비스를 제공한다. 카메라를 통한 사람 객체 인식, 사용자 패턴 기반 살균 추천 알고리즘, 사용자의 활동에 기반한 데이터들의 군집화를 통해 사용자에게 맞춤형 살균 강도로 자동화 살균을 진행한다. 한편 사용자의 편의를 위해 앱을 통해 온습도 정보, 즉각 살균, 살균 시간 정보, 살균 효과 정보를 확인할 수 있다.

#### 3.2 시스템 구성도

본 시스템은 라즈베리 파이로 설계된 사람 객체 인식용 장비, 라즈베리 파이와 아두이노를 통해 만들어진 살균기, 사용자 패턴 분석을 수행할 서버, 사용자에게 서비스를 제공할 스마트폰 애플리케이션으로 구성된다.



[그림 2. 시스템 구성도]

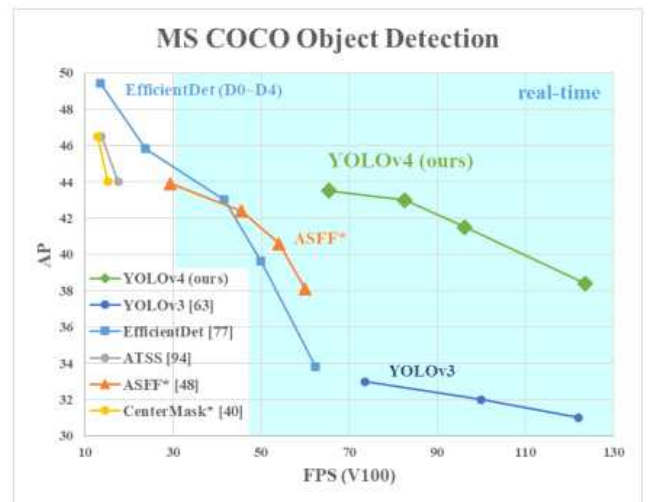
[그림 2]는 전체 시스템의 구성도이다. 카메라용 라즈베리파이에서는 YOLO 알고리즘을 이용해 사람 객체를 인식해 인식된 사람의 수를 1초마다 서버로 전송하여 서버에서 5분 단위로 사람의 수를 파악 저장하게 된다. 서버에서는 살균 알고리즘과 군집화 알고리즘을 통해 사용자 패턴 기반 살균 시간과 살균 강도를 산출해 정해진 시간에 정해진 강도로 살균기를 제어해 자동 살균을 한다.

#### 3.3 object Detection 인공지능의 비교

실시간 영상에서 객체를 검출하기 위한 대표적인 Object Detection 인공지능 알고리즘에는 'CNN' 계열과, 'YOLO'가 있다. 각각의 알고리즘에는 각기 다른 특성이 존재하며 상황에 따라 적절히 사용해야 한다. 'CNN'계열 알고리즘은 정확도가 높은 대신 속도가 느린 단점이 있다. 반면에 YOLO 알고리즘은 정확도가 'CNN'계열 알고리즘보단 낮지만, 속도가 빠른 장점이 있다. [2]

본 시스템은 카메라를 통해 실시간으로 영상을 분석해야 하므로 속도가 가장 빠르며 준수한 정확도를 나타내는 'YOLO'알고리즘을 사용했다.

한편 현재 'YOLO' 알고리즘 중 깊은 네트워크를 통해 준수한 정확도와 속도를 보장하는 'YOLOV4'를 사용했으며[그림3] 라즈베리 파이라는 임베디드 컴퓨팅 환경에 적합한 tiny 모델을 사용하였다. [3]



[그림 3 'YOLOV4' 성능 비교도]

#### 3.4 살균 시간 도출 알고리즘

살균 시간 도출 알고리즘은 하루 동안 어느 시간대에 사람이 있었는지 없었는지를 기반으로 살균 시간을 결정하게 된다. 한편 사람은 잠깐 불일을 보는 등의 일정이 있을 수 있다. 이러한 잠시의 공백은 살균 시간으로 놓지 않아야 한다. 따라서 1시간 이상의 공백 발생 시에만 살균을 시행할 시간의 공백으로 알고리즘은 취급해야 한다. 즉, 00시부터 사람이 없다가 사람이 나타나기 5분 전(표1-살균a) 그리고 사람이 계속 있다가 1시간 이상의 공백이 나게 되면 공백이 시작되는 시간에 살균을 한다.(표1-살균 b) 그리고 공백이 끝나기 전 살균을 진행한다. [표1]

	...	8:55	09:00	09:05	...	11:55	12:00	12:05
data	사람 X	0	0	2	사람 O	4	0	0
살균 여부	...	X	살균 (a)	X	...	X	살균 (b)	X

[표1. 살균 원리 예시]

3.5 데이터 유사도 기반 살균 시간 추천 알고리즘

살균 시간 추천 알고리즘을 위해서는 데이터 간의 유사도가 보장되어야 한다. 데이터 간의 유사도는 코사인 유사도[그림4]를 통해 확인하며 유사한 데이터들을 통해 살균시간 추천을 가능하게 한다.

$$similarity = \cos(\theta) = \frac{A \cdot B}{\|A\| \|B\|} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \times B_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (A_i)^2} \times \sqrt{\sum_{i=1}^n (B_i)^2}}$$

[그림 4. 코사인 유사도 공식]

코사인 유사도(Cosine Similarity)는 2개의 속성 벡터(A, B)가 완전히 유사하면 1의 값을 가지고 독립적이면 0의 값을 가진다. [4]

카메라용 라즈베리 파이에서는 사람의 수를 파악한 후 연월일 시간, 요일 정보 데이터들과 함께 통신을 통해 서버로 보내고 서버는 전달된 사람 수 데이터를 5분 단위로 평균을 내어 JSON의 형태로 {시간 : 사람 수 ...} 가공을 한다. 한편 서버는 이러한 가공된 사람 데이터를 요일 테이블[그림5]에 연월일 시간과 요일(월요일 0 화요일 1... 일요일 6) 데이터를 함께 저장한다.

Date	DayofWeek	Human
2021-09-11	5	{08:00 : 0, 08:05 : 0 ... 09:00 : 0, 09:05 : 0...}
2021-09-12	6	{08:00 : 0, 08:05 : 0 ... 09:00 : 0, 09:05 : 0...}
...	...	...
2021-09-16	3	{08:00 : 1, 08:05 : 1 ... 09:00 : 3, 09:05 : 4...}
2021-09-17	4	{08:00 : 1, 08:05 : 1 ... 09:00 : 3, 09:05 : 4...}

[그림 5. 요일 데이터 테이블 예시]

살균 알고리즘은 이렇게 저장된 사용자 활동 데이터를 분석하여 요일별로 주중과 주말을 구분 적절한 살균 시간을 도출하게 된다. 먼저 새로운 데이터를 살균 도출 알고리즘을 시행하여 해당 요일의 적절한 살균 시간을 도출한 후 요일 테이블 중에 같은 요일이었던 날짜가 있는지 확인한다.

만약 같은 요일의 데이터가 존재하게 되면 데이터

간 유사도를 파악하는 코사인 유사도를 통해 새로 들어온 요일 데이터와 기존 요일 데이터 간 상관관계를 검사하고 코사인 유사도가 0.9 이상일 경우 사용자가 굉장히 유사한 패턴을 가지고 있는 것이므로 살균 추천 테이블[그림6]의 시간대에 있는 해당 요일의 데이터를 가지고 온다.

DayofWeek	SterilizationTime
3	{08:55, 12:05, 18:05}
...	...
5	{08:55, 12:05, 18:05}

[그림 6. 살균 추천 테이블 예시]

추천 전 만약 새로 들어온 요일의 시간대 살균 추천 시간과 기존의 살균 추천 요일의 시간대가 다를 경우 효과적인 살균을 위해 좀 더 늦은 시간대로 살균추천 시간을 변경한다. [표2]

	...	8:55	09:00	09:05	...	11:55	12:00	...
new data	...	0	0	추천 (변경)	...	1	추천	...
기존 추천 시간	...	0	추천	1	...	1	추천 (유지)	...

[표2. 변경되는 살균 추천 시간 예시]

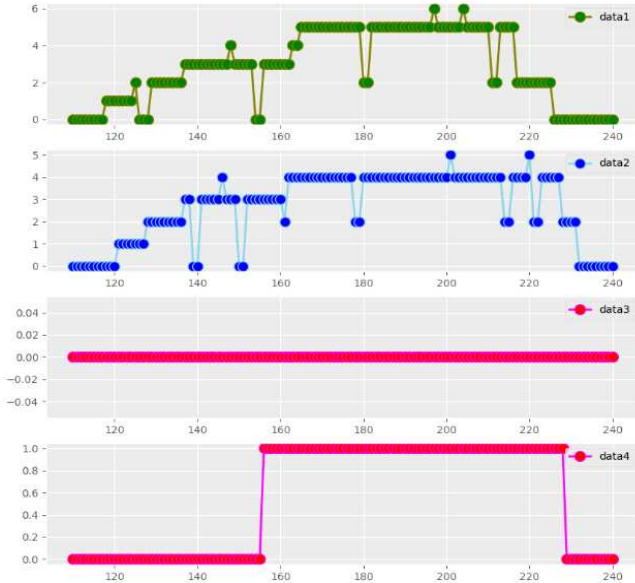
만약 같은 요일의 데이터가 존재하지 않을 때 주중일 경우 월~금 중 존재하는 데이터들 간 코사인 유사도를 계산 추천 시간대를 결정하며 주말일 경우 주말 끼리 비교하여 결정하게 된다. 비교할 데이터들이 없는 경우 도출된 살균 시간이 해당 요일의 살균 추천 데이터가 되게 된다.

3.6 살균 강도 결정을 위한 데이터 군집화

본 시스템은 살균 강도 결정을 위해서 사용자 활동 데이터 군집화를 통해 3가지로 분류 상/중/하의 살균 강도를 결정하였다. 데이터 군집화를 위해서 python의 scikit-learn라이브러리를 사용했으며 k-means라는 군집화 방법을 사용했다. k-means는 우리가 원하는 군집 개수인 k를 설정하면, 알고리즘이 각 관측치를 정확히 k개의 군집 중 하나에 할당하는 방식이다. [5-6]

k-means를 통해 데이터를 3가지 패턴으로 분류[그림7] 제일 적은 사람의 수가 모인 군집 데이터는 살균 강도를 하로 제일 많은 사람의 수가 모인 군집

데이터는 살균강도를 상으로 하는 식의 방식을 통해 살균강도를 결정하였다. 한편 사람의 수가 적게 모인 군집데이터일지라도 사람의 수의 평균이 6명 이상이면 살균강도를 중으로 하여 살균의 효율성을 보장하도록 하였다.



[그림 7. 데이터를 k-means를 통해 3가지 패턴으로 분류한 그림, x축 5분마다의 시간을 숫자로 치환, y축 사람의 수 ]

### 3.6 앱을 통한 즉각 살균 및 정보 조회

본 시스템은 안드로이드 앱 시스템[그림8]을 통해서 살균 기록 조회, 연결된 장치 조회, 살균 후 온습도 상태 및 살균 시간 변경을 통해서 사용자가 살균에 관한 서비스를 제어 및 확인할 수 있게 하였다. 이를 통해서 사용자의 편의성을 증대하는 노력을 기울였다



[그림 8. 안드로이드 앱 시스템 초기화면]

## 4 결론

본 논문에서는 인공지능의 이미지 인식을 활용하여 사용자의 활동패턴을 파악하고 수집된 데이터를 기반으로 살균 추천 알고리즘과 군집화를 통한 살균강도를 결정하는 시스템을 구현하였다.

이러한 사용자 맞춤형 기술을 활용하여 사용자에게 적합한 살균 시간대를 추천할 수 있으며 반복적인 생활 패턴이 행해지는 사무실과 같은 공간등에 설치 시 최적화된 맞춤형 살균 서비스를 제공할 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- [1] 심우중, 포스트 코로나시대의 스마트홈산업 발전전략, 월간 KIET 산업경제, 5월 호 ,pp 31-41, 2021
- [2] Lee, Yong-Hwan, and Youngseop Kim. "Comparison of CNN and YOLO for Object Detection." Journal of the semiconductor & display technology 19.1 pp 85-92. 2020
- [3]Bochkovskiy, Alexey, Chien-Yao Wang, and Hong-Yuan Mark Liao YOLO. "Optimal Speed and Accuracy of Object Detection." arXiv preprint arXiv:2004.10934 (2020).
- [4] 지원철, 『빅데이터 시대의 데이터 마이닝』, 민영사, 2017, pp 158~160
- [5]scikit-learn, Available: <http://scikit-learn.org/stable/>
- [6]Ankur A. Patel, 『핸즈온 비지도 학습 (강재원, 권재철 옮김)』, 서울, 한빛미디어, 2020, pp 190~201.

본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신창의인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.