IoT센서를 활용한 환경을 생각하는 푸드쉐어링 시스템 구현 및 고찰

김준형[1], 정민혁[1], 윤호섭[1]
[1]전북대학교 바이오메디컬공학부
wnsgud6232@naver.com, 10alsgur@naver.com, hoseop4018@naver.com

Sharing food system implementation that considers the environment using IoT sensors

Jun-Hyung Kim[1], Min-Hyeok Jeong[1], Ho-Seop Yoon[1]
[1]Dept. of Biomedical Engineering, Jeon-Buk National University

요 약

본 프로젝트는 환경오염의 원인 중 하나인 음식물 쓰레기에 주목하여, 공유 문화와 음식물 쓰레기 감소의 목적을 가지고 있는 공유냉장고의 홍보와 애플리케이션 개발을 구현하였다. SNS 확산과 모바일 환경 변화를 이용하여 홍보함과 운영주체의 불명확, 음식물 제공과 폐기의 전반적인 데이터 관리에 대한 운영관리체계의 문제점을 해결하기 위해서 기존의 아날로그 방식에서 사물인터넷(IoT)과 애플리케이션 기반의 디지털 방식으로 전환하고자 하였다.

1. 서론

2011년 독일에서 발렌틴 턴에 의해서 시작된 운동으로 “쓰레기를 맛보자(Taste the Waste)”라는 제목의 다큐멘터리를 계기로 음식물 쓰레기를 줄이며 환경을 보호하기 위한 목적으로 음식공유사이트인 푸드쉐어링(Foodsharing.de)이 시작되었다. 우리나라의 경우에는 지자체에서 운영하는 곳과 주민 자체적으로 시작하거나 개인적으로 운영하는 곳들이 점차 증가하고 있다. 하지만 홍보 부족과 관리 운영이 제대로 안되고 있어 이에 따른 문제점을 알아보고 디지털 활성화 방안을 제시하고자 한다.

2. 푸드쉐어링 시스템의 국내 현황 및 문제점

공유냉장고는 주민이 직접 음식물을 냉장고에 넣어놓고 이를 필요로 하는 사람이 가져갈 수 있도록 운영되고 있다. 공유냉장고를 이용할 시 1일 1개의 음식을 가져가는 것이 원칙이며 식중독 등의 안전사고에 대해서는 책임지지 않는다. 공유 가능한 음식은 유통기한 잔여일 3일 이상인 음식, 채소, 과일, 통조림 등의 가공품, 곡류, 빵, 음료수, 간식류 등이며, 유통기한 잔여일 2일 이내의 음식이나 장기간 냉장 보관된 음식, 주류, 약품류, 불량식품 등은 대상에서 제외된다. 이 같은 공유냉장고가 활성화될 경우 먹거리 나눔을 통해 음식물 쓰레기 배출량을 줄이고 이웃과의 정을 나눌 수 있을 것이란 기대가 컸다. 첫 번째로 주민들이 접근하기 쉬운 곳에 공유냉장고를 설치하면 활발한 공유가 이뤄질 것으로 판단했으나 기대와 달리 공유냉장고 활용이 높지 않은 것으로 나타났다. 문제는 공유냉장고 관리 운영 등에 대한 협의나 체계를 정립하지 않은 채 설치가 급하게 이뤄졌기 때문이다. 공유냉장고 사업이 활성화된 수원의 경우 3년여 가까이 준비해 현재 30여 곳이 설치돼 있다. 기업과 시민단체가 먹거리를 제공하면 마을 내 취약계층이 이를 이용함에 따라 먹거리 나눔이 활성화된 것으로 알려져 있다. 두 번째로 공유냉장고 활성화를 위해선 홍보가 절실하다. 아는 분들도 있지만, 아직 모르는 주민들이 더 많다. 그만큼 홍보가 안 되었고 관심을 많이 받지 못하였다고 할 수 있으며 이런 좋은 취지의 운동이 제대로 알려지지 않아서 도움이 필요한 분들이 몰라서 이용 못할 수도 있을 것이다.

(그림 1) 전국 음식물류 폐기물 분리 배출 현황

과연 우리나라의 하루 음식물 쓰레기 발생량은 얼마나 될까? 환경부의 통계(그림 1)에 따르면 2016년을 기준으로 하루 약 1만 4000톤이다. 이는 해마다

- 본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신창의인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다 -

증가 중이며 1인 가구가 증가하면서 낭비되는 음식물은 더 늘어나고 있다. 이를 위하여 기존의 아날로그 방식으로 이루어진 시스템 체계를 IoT센서 기반의 디지털 앱 체계로 전환하고자 하는 것이 프로젝트의 목적이다. 예를 들어 현재 학교에서 운영 중인 공유냉장고의 경우 냉장고에 음식물이 채워지면 학교 게시판에 공지를 하거나 톡방을 통해 학생들에게 알려주는 것을 IoT센서와 연동된 앱을 통한다면 음식물에 대한 정보를 더 쉽게 접근성이 개선될 것으로 생각된다. 2016년도 환경부의 통계조사와 관련하여 발생 실태를 배출원별로 보면 가정보다는 시장/상가(1인당 발생량)에서 더 많이 버려지고 있으며 채소류(64.81), 곡류(55.53), 과일류(35.2), 어육류(30.36), 침출수(22.34) 순으로 음식물류 폐기물이 발생되고 있다.

(그림 2) 발생원별 음식물류 폐기물 원단위 발생량

(단위: g/일/인)

구분			음식물류 폐기물 발생 원단위(g/일/인)							
			합계	채소류	과일류	곡류	어육류	침출수(국물)	기타	비음식물
전체평균			367.94	121	48.1	91.85	59.89	20.43	14.74	11.93
가정부문	평균		180.67	55.14	33.76	35.42	29.11	11.63	6.3	9.31
	단독주택		108.85	30.32	22.76	19.43	14.6	11.5	4.6	5.63
	공동주택	아파트	213.01	70.72	40.49	43.71	36.23	5.75	6.21	9.9
		연립/다세대주택	247.24	69.39	35.86	49.55	44.65	22.81	9.28	15.7
비가정부문	평균		187.27	62.15	23.15	48.02	30.52	10.19	7.62	5.62
	생산/제조		44.72	16.86	5.13	10.89	5.82	3.2	1.66	1.16
	시장/상가		225.96	64.81	35.2	55.53	30.36	22.34	11.88	5.85
	업무시설		18.81	6.53	2.37	4.86	2.97	0.94	0.55	0.6
	서비스업		153.88	52.66	22.83	41.15	22.25	5.74	5.52	3.74
	교육기관		210.14	69.79	25.92	55.89	35.3	9.33	8.5	5.41
	음식점업		985.7	324.36	98.03	251.17	189.94	44	42.71	35.49
	숙박업		316.8	97.34	46.35	82.48	48.37	20.93	11.7	9.62

3. 푸드쉐어링 시스템 문제점 해결 및 개선 방안

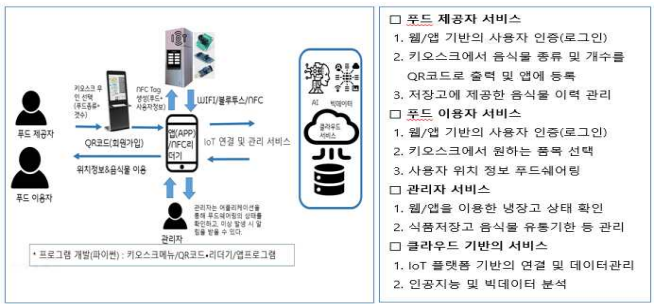
기존에 푸드쉐어링을 운영하고 있는 기관을 대상으로 프로젝트를 수행하기 사전에 설문조사<표 1>를 진행하였다. 사전 설문조사를 통해 푸드쉐어링 운영의 문제점을 파악하였고, 이를 개선하기 위한 목적으로 푸드쉐어링 시스템 개발을 진행하였다.

<표 1> 설문조사의 요구사항

질의사항	답변사항	개발방향
냉장고의 실제 사용률은 얼마나 되나요?	① 자주 발생하지 않음. ② 코로나19의 영향으로 주 1-2회 발생.	① 앱 개발 - 사용통계 제공
냉장고에 가져다 놓은 음식에 대한 유통기한 관리는 어떻게 하나요?	① 당일 배분 원칙	① 앱 개발 - 제공자·사용자 이력 평가 및 댓글 - 사용 평가
냉장고에 가져다 놓으면 안되는 음식 종류가 따로 있나요?	① 개봉 후, 섭취하던 음식 / 술 / 사용이 불가한 물품들(고장난 물품, 재사용이 어려운 물품 등)	① 앱/웹 개발 - 이미지 분류 알고리즘 적용
냉장고에 보통 많이 가져다 놓는 음식 종류가 어떤 것이 있나요?	① 빵, 음료 종류 등 후원물품 ② 주민들이 넣는 일부 반찬 / 김치 / 야채 등	①, ② 앱/웹 개발 - 이미지 분류 알고리즘 적용
냉장고 관리는 어떻게 하는지?	① 출퇴근 시, 점심시간 ② 2시간 간격으로 관리	① 앱/웹 개발 및 IoT센서 적용
추가요구사항 (홍보 및 시스템 구축)	① 다양한 후원방식 ② 당일 조리식품이나 기부품이 발생 시 기부를 도와주는 시스템 구축의 필요(푸드리커버리 네트워크, 뉴욕사례)	①, ② 홍보용 SNS활용 및 앱 기능 추가

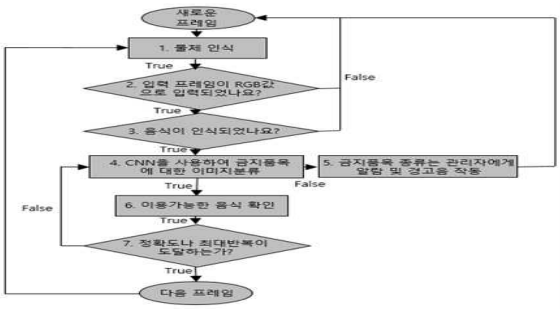
하드웨어적인 측면에서 사물인터넷(Internet of Things, IoT)과 관련된 IoT센서를 (그림 3)에서와 같이 활용하였다. 주변 환경(온도, 습도, 미세먼지)값을 측정하고 에너지를 재활용하고자 태양열 센서를 사용하였다. 인체감지센서(PIR)와 초음파 센서를 이용하여 사용자 인증과 인공지능(AI) 음성인식 기술을 접목하여 스피커 형태로 홍보를 강화하였다.

(그림 3) 푸드쉐어링 서비스 흐름도



소프트웨어적인 측면에서 안드로이드 기반의 어플리케이션(웹/앱)으로 개발하였다.

(그림 4) 푸드쉐어링 알고리즘 흐름도



기술적인 구현과정에서는 이미지를 분석하기 위해 패턴을 찾는데 유용한 알고리즘으로 CNN(Convolutional Neural Network)을 사용하여 데이터에서 이미

지를 직접 학습하고 패턴을 사용해 반입금지 및 반입가능한 음식물 이미지를 분류하고 식별였다. 사람과 동물, 자동차를 구분하기 위해서는 인공지능 영상 알고리즘인 YOLO V4 모델을 활용하였다.

프로젝트에서 구현된 애플리케이션<표 2>의 주요 기능 네 가지로 구성을 이루고 있다. 첫 번째로 다양한 홍보에 대한 부분으로 다양한 소셜네트워크와 블로그, 인스타그램을 통해서 공유·나눔 냉장고 운동에 공감대 형성으로 음식으로 이웃과 정을 나누고 음식물 쓰레기를 줄이며 환경을 보호하고자 내용을 담고 있다. 두 번째로 관리자(운영자), 음식물제공자, 사용자로 구분하여 냉장고의 고장, 부품교체 또는 운영상의 문제점이 발생할 경우 관련 기관이나 후원단체에 즉각적인 요청과 피드백을 받을 수 있도록 하였다. 세 번째로 음식물 제공과 폐기까지의 전 과정을 확인할수 있고 음식물의 종류, 유통기한, 위치 서비스 등을 제공한다. 음식물을 공유받은 사용자는 음식물을 공유해준 사람에게 사용 후기를 남길 수 있다. 사용자의 평점(5점 만점)을 통해 사용자에게 대한 신뢰를 형성한다. 마지막으로 GPS센서를 이용하여 사용자와 가장 가까운 지도상(Map)의 푸드쉐어링의 위치를 확인할 수 있는 기능과 실시간적으로 데이터 관리가 가능하다.

<표 2> 푸드쉐어링 시스템 개선 내역

구분	개선 전	개선 후	효과
운영 관리 체계	체계적인 관리 및 운영 주체의 불명확	푸드쉐어링 시스템을 적용	체계적인 관리 및 운영주체의 명확
음식물 제공 및 폐기 관리	음식물의 종류, 유통기한, 위치 등을 알기가 쉽지 않았고 그 처리 또한 어떻게 되었는지 정리가 어려움	유통관리를 통해 음식물의 종류, 유통기한, 위치 등을 디지털화하여 관리	유통간 발생하는 문제(음식물 쓰레기 폐기 등) 해결
위치 및 데이터 관리	외부로 나간 음식물에 대한 관리가 잘되지 않았고, 데이터로 확인하기가 쉽지 않음.	실시간으로 설치된 지역의 공유냉장고 현황과 음식물 제공 상황을 실시간 확인	위치정보과 데이터 관리가 되지 않던 음식물에 대한 정보를 실시간 확인이 가능
홍보 및 인식개선	전단지 수준의 아날로그 홍보	SNS(인스타그램, 블로그, 페이스북 등) 활용	계층별 접근성 용이해짐.

4. 결론

본 프로젝트는 현대의 경제성장에 따른 다양한 식생활에서 발생한 다량의 음식물 쓰레기의 경제적 손실과 환경문제에 대한 심각성을 인식하고 있다. 국내의 음식물 쓰레기 해결방안을 모색하기 위한 일환으로 공유냉장고에 관한 국내 설치된 현황을 설문조사를 시행하였다. 현재, 환경부의 포탈시스템(http://stat.me.go.kr/portal/main/indexPage.do)에서 음식물 쓰레기의 다양한 통계 현황은 인식도 조사와 잔반에서 발생한 음식물 쓰레기 처리 및 관리 실태, 감량화 방안, 자원화 방안이 크게 분류되고 있다. 인식도 조사와 감량화에 관한 연구는 활발히 연구되고 여러 가지 유사 연구들이 진행되고 있는 반면, 그에 비해 잔반에서 발생하는 음식물 쓰레기 처리 및 관리 실태, 자원화 방안은 아직 미흡하고 부족한 실정이다. 이번 프로젝트에서는 빅데이터 분석을 위하여 기계학습, 패턴 인식 등 다양한 방법을 사용하지 못하였고, 단지 CNN을 사용하여 데이터 시각화를 주된 방법으로 사용하였다. 푸드쉐어링 시스템이 음식물 처리 이용의 한계비용과 환경오염을 초래하는 외생적 사건 발생 시 음식물 쓰레기 배출을 억제하는 효과적인 방식으로 볼 수 있다. 추후 프로젝트를 통해 미흡했던 빅데이터 분석과 다양한 알고리즘을 활용하여 배출방식과 실제 음식물 쓰레기 배출량 간의 명확한 인과관계까지 분석하고 분석된 데이터를 기반으로 프로젝트를 진행할 필요가 있다.

참고문헌

[1] 박민희. "국내음식물 쓰레기 처리현황과 해결방안에 관한 문헌고찰." 국내석사학위논문 울산대학교, 2009. 울산

[2] 김건우. "국내 외식업체의 기본 제공 반찬류에 대한 인식과 효율적인 운영 및 발전방향에 대한 연구." 국내석사학위논문 가톨릭관동대학교 일반대학원, 2022. 강원도

[3] 차경민. "동애등에를 활용한 음식물류 폐기물 발생원 처리 시설의 전과정 환경 영향 평가." 국내석사학위논문 충북대학교, 2022. 충청북도

[4] 고덕영. "빅데이터를 활용한 쓰레기 발생 패턴 분석." 국내석사학위논문 충북대학교, 2017. 충청북도

[5] 김정환. "가구의 식품 소비 행태와 COVID-19 효과." 국내석사학위논문 강원대학교 대학원, 2022. 강원도

[6] 김보람. "RFID 기반 음식물 쓰레기 종량제 활성화를 위한 UX 디자인." 국내석사학위논문 홍익대학교 대학원, 2015. 서울