

쓰레기 배출 가사노동 경감을 위한 자동화 쓰레기통 가전 디자인 제안

A Study on an Automated Waste Disposal Appliance Design for Reducing Household WasteSorting Labor

이종훈*

홍익대학교 국제디자인전문대학원 석사과정

김유진*

홍익대학교 산업디자인학과 학사과정

김진원*

홍익대학교 산업디자인학과 학사과정

황상현*

홍익대학교 기계시스템디자인공학과 학사과정

박기철**

홍익대학교 기계·시스템디자인공학과 디자인엔지니어링 교수

Jonghun Lee

Dept. of Smart Design Engineering, IDAS
Hongik University

Yujin Kim

Dept. of Industrial Design, Hongik University

Jinwon Kim

Dept. of Industrial Design, Hongik University

SangHyun Hwang

Dept. of Mechanical Systems Design Engineering,
Hongik University

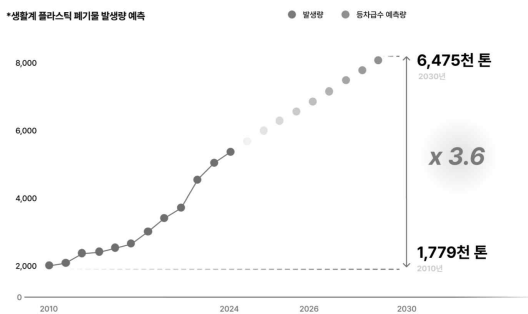
Kicheol Pak

Professor, Design Engineering, Hongik University

• Key words: Housework Reduction, Waste Sorting, Home Appliance Design, UserExperience, Human-Robot Interaction

1. 서론

가정 내 쓰레기 배출은 지속적으로 수행되는 가사노동 중에서도 정서적·인지적 부담이 큰 영역이다. 그린피스와 충남대학교 장용철 교수 연구팀의 조사에 따르면 국내 생활계 플라스틱 폐기물 발생량은 기존 추세가 유지될 경우 2030년 약 647만 5천 톤에 이를 것으로 전망되며, 이는 2010년 대비 약 3.6배에 해당하는 규모이다¹. 코로나19 이후 배달·테이크아웃 용기 생산량 역시 급격히 증가하여 2016년 64,081톤에서 2020년 110,957톤으로 약 73% 늘어났다². 이러한 폐기물 증가는 가정 내 쓰레기 관리의 부담을 가중시키는 주요 요인으로 작용한다.



[그림 1] 연도별 생활쓰레기 증가, 등차급수 예측량

그러나 분리배출을 위한 사용자의 노력은 실제 재활용 성과에 그대로 적용되지는 못하고 있다. 2022년 환경통계연감에 따르면 국내 플라스틱 재활용률은 약 56.7%이며 나머지 43%는 소각 또는 매립 처리되고 있다는 것을 확인할 수 있었다. 그리고 앞서 참조한 장용철 연구팀은 특히 물질 재활용률이 생활계 폐기물 기준 약 16.4%에 불과하다고 보고하였는데, 이는 오염물이 묻은 재활용품이나 복합 소재가 선별 과정에서 폐기

되기 때문이다. 즉, 가정에서의 분리배출 노력이 기술적·절차적 한계로 인해 충분히 보상되지 못하는 구조이다.

그리고 가정에서의 노동 측면에서 보면 이는 이해될만한 부분이라고도 보인다. 전체 노동 시간은 가전제품의 발달에 의해 일정 부분 감소해 왔으나, 쓰레기 처리 과정은 여전히 높은 수작업 비중을 유지하고 있기 때문이다. 분리배출의 복잡성과 쓰레기봉투의 설치·압축·운반에 수반되는 불쾌감, 냄새, 손의 오염 등은 사용자의 심리적 부담으로 이어진다.

이에 이 연구는 “어떻게 하면 가전이 가사 노동의 부담을 최소화하는 동시에, 사용자의 성취감을 극대화할 수 있을까?”라는 HMW 질문에서 출발하고 쓰레기 배출 과정에서의 가사 노동을 줄여주는 분리수거 가전 컨셉을 제안하고자 한다.

이를 위해 문헌 조사, 설문조사, 심층 인터뷰, 노동 프로세스 분석을 기반으로 사용자 수요를 정리하고, 기존 유사 제품의 사례 분석을 통해 디자인 가이드라인을 만든 후 컨셉 디자인을 제안한다.

2. 연구 방법

전체 과정은 리서치를 통해 사용자 요구를 도출하고, 이를 기반으로 컨셉 디자인을 제안하는 방식으로 구성되며 초반의 리서치와 가설을 제외하면 과정 단계로는 총 7단계의 프로세스로 정리할 수 있었다.

1. 가설 설정과 사용자 리서치, 2. 참고문헌 및 시장 조사, 3. 설문조사 (154명을 대상으로 가정 내 쓰레기 배출 관련 설문조사 - 2025년 2월 10일~12일), 4. 심층 인터뷰 (20대 회사원과 60대 전업주부 2인을 대상), 5. 일반·재활용 쓰레기 배출 노동 프로세스 분석, 6. 관련 제품 사례 분석, 7. 디자인 가이드라인 도출, 8. 컨셉 디자인 제안의 순서로 진행했다.

리서치 단계에서는 사용자의 수요인 페인포인트와 사용자의

정서적 경험을 함께 수집하여, 기능 설계뿐 아니라 UX 설계의 근거로 활용하였다.

3. 문제 정의: 왜 쓰레기 분류, 배출 가전이 필요할까

3-1. 시장 배경

가사노동 경감 가전제품 시장은 빠르게 성장하고 있다. 글로벌 음식물처리기 시장은 2021년 약 263억 달러에서 2031년 488억 달러 규모로 성장할 것으로 예측되며, 국내에서도 음식물처리기가 로봇청소기·식기세척기·건조기와 함께 '4대 신가전'으로 분류되어 수요가 빠르게 확대되고 있다. 이는 소비자들이 반복적이고 불쾌한 가사 영역을 기계가 대체해 주기를 원한다는 수요의 증거이다. 그러나 현재 시장의 공급은 '음식물 쓰레기' 한 영역에 집중되어 있으며, 일반 쓰레기와 재활용 쓰레기 전반을 다루는 통합형 가전은 없는 상태이다.

그리고 재활용률 저하의 원인은 수거 인프라 이전에 가정 내 전처리 단계에 있다는 점이 여러 연구에서 지적되기도 한다. 참조한 서울연구원의 공동주택 분리배출 리빙랩 연구 사례에서는 라벨 제거·세척 등 전처리 행위의 번거로움이 재활용 품질 저하로 직결됨을 확인하였다. 정리하자면, 재활용률 향상의 출발점은 가정에서의 손쉬운 전처리이며, 이는 가전이 개입할 수 있는 영역이라고 판단할 수 있다.

3-2. 사회적 배경

국내 생활계 플라스틱 폐기물은 2021년 기준 약 1,193만 2천 톤으로 2017년 대비 약 49.5% 증가했고, 가정 분리배출 항목 중 기타 폐합성수지류는 2019년 일 평균 715.5톤에서 2021년 1,292.2톤으로 약 80.6% 증가하였다. 이는 코로나19 팬데믹을 거치며 배달·택배 소비가 급증한 데 따른 결과로 분석된다. 환경부 역시 팬데믹 이후 폐플라스틱(약 14.6%), 폐비닐(약 11%) 증가를 공식 확인한 바 있다. 가정 내 분리배출의 성실성에도 불구하고 재활용 처리 단계에서의 유실이 큰 점은 사용자가 결국은 직접 해야 하는 물리적 노동에 의존한다는 구조적 한계를 보여준다. 이물질이 묻은 플라스틱이나 비닐봉지에 담긴 재활용품은 선별장에서 분리되기 어렵다는 보고가 일관되게 나타나고 있으며, 서울연구원의 공동주택 분리배출 리빙랩 연구에서도 라벨 제거·세척 등 전처리 단계가 재활용률 향상의 핵심 변수임을 제시하고 있다. 또한 야외 공공 쓰레기 인프라의 부족도 문제로 지적된다. 이러한 현상은 가정에서 배출된 쓰레기를 외부로 운반·처분하는 과정에서도 부정적 영향을 미친다.

3-3. 개인적 배경

본 연구에서 수행한 설문조사(n=154, 주 연령 20-60대, 여성 75%·남성 25%, 아파트 거주 59.6%) 결과, 쓰레기 배출이 스트레스로 다가온다는 응답은 '조금 그렇다' 25.6%, '그렇다' 25%로 전체의 과반이 부정적 감정을 보고하였다. 불편 요인으로는 '복합 소재로 인한 분리 어려움', '분리 방법의 복잡성과 까다로움', '쓰레기를 묶는 과정에서 손이 더러워짐', '냄새와 보관의 어려움' 등이 공통적으로 도출되었다. 인터뷰

결과 역시 유사한 양상을 보였다. 허○○(62세 전업주부, 2인 가구)는 "음식물이 묻은 것은 매번 씻어주고 말려야 해서 번거롭다"고 응답하였고, 윤○○(29세 회사원, 3인 가구)는 "배달 음식을 자주 먹는데 용기를 씻어서 뒤도 원룸이라 공간도 많이 차지하고 냄새가 날 때가 많다"라고 응답하였다. 이러한 응답은 1인·소형 가구 증가 추세와 맞물려 주거 공간 내 쓰레기 보관·처리의 구조적 문제를 시사한다.

3-4. Labor Process 분석적 배경

일반 쓰레기 배출 과정은 (1)종량제 봉투 설치, (2)쓰레기 투입, (3)압축, (4)봉투 묶기, (5)외부 배출 이렇게 5단계로 구분된다. 각 단계에서 "봉투 펼치기 번거로움", "쓰레기가 봉투에 잘 들어가지 않음", "압축시 봉지가 터질 우려", "묶는 과정에서의 손 오염", "봉투의 무게와 운반 거리" 등이 페인 포인트로 도출되었다.

재활용 쓰레기 배출은 보다 복잡하여 (1)오염물 인식, (2)라벨 등 전처리, (3)내용물 비우기, (4)행구기, (5)건조, (6)압축, (7)분류, (8)보관, (9)외부 배출 9단계로 세분된다.

그리고 이 일련의 분석을 통해 쓰레기의 특성은 시간 경과에 따라 누적되는 축적성, 이물질과 냄새를 수반하는 오염성, 다수의 판단과 전처리를 요구하는 복잡성이라는 세 가지로 정리되었다.

각 단계별 감정 곡선을 측정한 결과, 사용자는 분리배출을 '시작'할 때는 친환경적 행동에 대한 긍정적 동기를 가지지만, 단계가 진행될수록 감정이 급격히 하강하는 패턴을 보였다. 즉, 분리배출의 번거로운 세부 공정이 성취감을 체계적으로 소진시키는 구조인 것이다.

앞서 우리는 쓰레기의 본질적 속성 세 가지를 도식화 할 수 있었다. 사용자들의 개인적인 이런 배경을 통해서 제안 가전은 이 세 속성에 대응하여, 사용자의 노동을 줄이는 동시에 배출 행위의 정서적 가치를 회복시키는 것을 설계 목표로 해야 했다.

4. 관련 대표 사례

4-1. 슈퍼빈 네프론(Nephron)

슈퍼빈이 개발한 순환자원 회수 로봇 '네프론'은 자판기 형태의 공공 설치형 제품으로, 페트병과 캔을 투입받아 자체 AI 엔진 '뉴로지니'를 통해 종류를 식별하고 자동으로 분류·압축·저장한다⁶. 약 2천만 장의 캔·페트병 이미지 데이터를 학습한 비전 모델을 기반으로 이물질 혼입 여부까지 판별하며, 정상 투입 시 사용자에게 포인트를 적립하여 현금화할 수 있도록 한다. 네프론은 가정 밖 공공 영역에서 수거를 고도화한 사례로, '올바른 분리배출에 대한 인센티브 제공'과 '전처리 품질 확보'가 재활용률 향상의 핵심임을 시사한다. 다만 설치 공간과 수용 품목이 제한적이며, 가정 내 일상적 배출 동선과는 분리되어 있다는 한계가 있다.

4-2. 스마트 쓰레기 압축기(Bigbelly, SmartPack 등)

Bigbelly, Harmony SmartPack, Ecube Labs CleanCUBE 등 상

업·공공용 스마트 압축기는 적재량 센서와 IoT 연결을 통해 실시간 적재 정보를 관리 시스템에 전송하고, 자동 압축을 통해 기존 대비 5-7배의 용량 효율을 달성한다⁷. 이러한 솔루션은 수거 빈도와 운영 비용을 절감하는 데 효과적이거나, 대부분 공공공간용으로 설계되어 있어 가정용으로 직접 적용하기 어렵다. 그럼에도 불구하고 '적재량 실시간 모니터링', '자동 압축', '수거 시점 최적화'는 가정용 제품에도 이식 가능한 핵심 기능 요소임을 확인할 수 있다.

5. 디자인 가이드라인

앞선 분석을 종합하여 도출된 사용자 요구(Needs)와 그에 대응하는 기능(Function)을 다음과 같이 정리하였다.

[표 1] 사용자 Needs와 기능 요소 매핑

구분	Needs	Function
소모품 관련	봉투 설치의 편의성, 봉투 용량 효율	봉투 설치 보조, 자동 압축
인지 관련	손쉬운 배출 방식, 분리 배출에 대한 인지적 부담 해소	AI 기반 자동 분리
편의 관련	간편한 라벨 제거, 외부로 나가지 않고 배출	라벨 이지 커팅, 자동 배출 시스템
세척 관련	음식물·용기 세척 용이성, 악취 및 곰팡이 방지	용기 세척, 음식물 처리, 냄새·습도 조절

또한 설치 공간 설문 결과 (베란다 49.4%, 세탁실 25%, 현관 21.8%) 및 기존 베란다 선반·수납공간의 평균 규격을 고려하여, 제품 크기는 1400 × 400 × 950(mm)의 가구형으로 설정하였다. 이는 기존 주거 환경을 변형하지 않으면서 선반 용도로도 활용 가능한 치수이다.

6. 디자인 컨셉 제안

본 연구가 제안하는 자동화 쓰레기통 가전(이하 제안 가전)은 “비용의 끝에서 시작되는 새로운 가치”라는 슬로건 아래, 쓰레기 배출을 노동이 아닌 자원 순환의 시작 행위로 재정의하는 것을 목표로 한다. 제안할 자동화 분리수거 가전은 가정 내 베란다 공간에 설치되는 통합형 분리수거 가전으로, 용기 세척, AI 분류, 자동 압축, 스마트 모니터링 기능을 하나의 제품에 통합한다. 외형은 1400 × 400 × 950(mm)의 가구형 캐비닛구조로, 상단에 세척기·AI 서포터·봉투 설치 보조기가 배치되고 하단 수납부에는 종량제 봉투 및 분리보관함이 위치한다. 제품의 태그라인은 “비용의 끝에서 시작되는 새로운 가치”로, 쓰레기 배출이라는 노동을 단순 소비의 마무리가 아닌 자원 순환의 시작점으로 재정의하는 것을 지향한다.

7. Less Labor: 사용자의 노동을 줄여주는 핵심 메커니즘, 사용하는 과정

7-1. 사용 프로세스

사용 프로세스는 크게 세 단계로 구성된다. 첫째, 세척 과정에서 사용자는 페트병·배달용기 등을 세척부에 투입한다.

그리고 라벨이 자동 커팅되고 세척이 완료되면 서포터가 압축 영역으로 이송한다. 둘째, 분리·투입 과정에서 사용자는 인식 구역에 일반 쓰레기나 재활용 쓰레기를 올려놓거나 직접 해당칸에 투입한다.

상단의 이동식 선반은 평상시 수납대로 활용되며, 쓰레기 투입 시 상승하여 내부 접근을 허용한다. 셋째, 배출 과정에서는 스마트 모니터링 앱이 봉투 적재율을 사용자에게 알리고, 사용자는 트레이만 분리하여 현관 앞에 배치한다. 이후 아파트 단지의 수거 로봇이 트레이를 수거하여 지정된 허브로 운반한다. 세주 기능들을 포함한 과정은 아래의 기능을 중심으로 기술한 내용으로 이어진다.

(1) 투입 과정의 기능들

사용자는 쓰레기를 자동으로 분류해 주는 서포터를 사용하여, 기존과 같은 투입 방식으로 쓰레기를 투입할 수 있다.



[그림 1] 쓰레기를 투입하고 사용하는 제품의 외부 모습

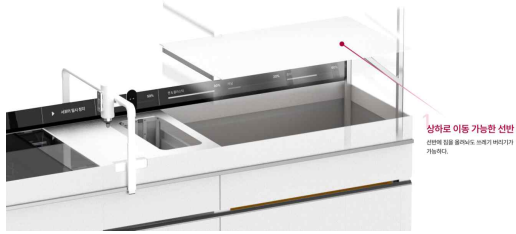


[그림 2] 적재된 개별의 트레이만 손쉽게 이동시킬 수 있는 디자인

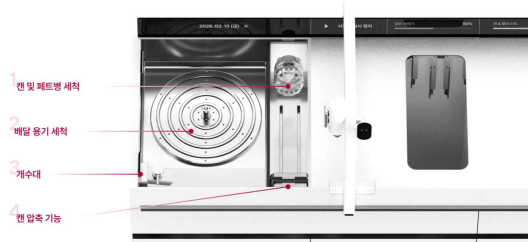
또한, 투입 후에는 쓰레기 종류별로 해당 트레이만 손쉽게 탈거하고 집 밖으로 가지고 나갈 수 있는 설계가 적용되어 기존보다 더 폐기 과정의 노동을 줄이도록 하였다. 그리고 후술할 인터랙션을 위해 장착된 서포터 장치가 상판의 오염 관리와 약간의 투입 자동화 과정을 도와주면서 노동 요소가 줄어들 수 있는 선택지가 생기도록 디자인하였다.

(2) 용기 세척기

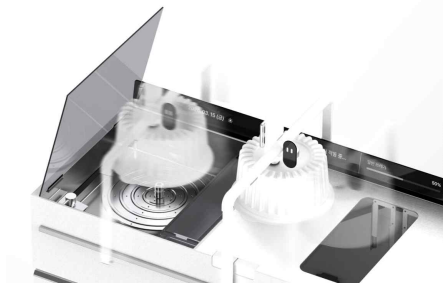
페트병·캔·배달용기를 세척하는 모듈로, 세척부에 용기를 투입하면 내부 노즐이 회전세척을 수행하고, 건조 후 압축 단계로 이송한다. 하단에는 음식물 처리기가 연동되어 용기



[그림 3] 쓰레기를 자동으로 분류해줄 때 엘리베이션되는 커버 구조



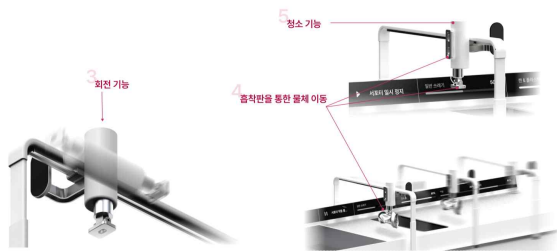
[그림 4] 용기 세척기와 음식 쓰레기 처리 모듈 1



[그림 5] 용기 세척기와 음식 쓰레기 처리 모듈 2

에 남은 음식물을 바로 처리할 수 있다. 페트병 세척 전에는 내장된 라벨 이지 커팅 날을 통해 라벨이 절개되어 손쉽게 분리 가능하다. 이는 3장에서 제시한 '전처리 부담'을 직접적으로 해소하는 기능을 담당하는 모듈 부분이다.

(3) AI 서포터



[그림 6] 서포터의 AI 어시스턴트 로봇이 쓰레기를 집고 분류해주는 구조

3자유도(상/하/좌/우/회전)의 레일형 로봇 암으로, 말단부에 실리콘 그립과 진공 펌프가 결합된 흡착 장치를 장착한다. 사용자가 인식 구역에 쓰레기를 올려놓으면 상단 카메라가 이미지를 인식하고, AI 판별기가 쓰레기의 종류(캔/플라스틱/비닐/일반/종이)를 판단한 뒤 서포터 암이 해당 분리함으로 이송한다. 암 말단의 디스플레이에는 인식 결과와 작동 상태

를 표시하는 아이콘이 출력되어 사용자와의 인터랙션을 지원한다.

다소 기술지향적이긴 하나, 필수적인 부분은 아니며, 쓰레기 투입 과정에서 사용자가 귀찮은 경우, 페달을 눌렀을 때에만 작동하는 부가요소로서의 인터랙션 기능이다.

탐재 가능한 AI 기반 쓰레기 분류는 최근 딥러닝 비전 모델의 발전에 따라 가정용 기기에 적용 가능한 수준으로 성숙하였다고 전제하였다. 참조한 선행연구 사례로, Yong et al. (2023)은 MobileNetV2를 기반으로 가정 쓰레기 4분류에서 약 82.9%의 정확도를 보고한 연구와 Zheng et al. (2022), EfficientNet을 경량화한 GECM-EfficientNet 모델을 Raspberry Pi 4B 임베디드 환경에 배포하여 약 146ms의 단일 추론 시간과 자체 데이터셋 기준 95% 이상의 정확도를 달성하였다는 선행 연구 사례를 참조하였다.

(4) 봉투 설치 보조기



[그림 7] 쓰레기 봉투를 자동으로 잡고 펼쳐주는 구조

종량제 봉투를 펼치고 장착하는 과정 또한 큰 노동 요소라고 봤기 때문에 설계한 기능이다. 막대에 봉투를 걸치기만 하면 자동으로 펼쳐 고정하고, 공간 압축도 수행하는 모듈이다. 흡착판으로 봉투 입구를 고정하고 다관절 링크 구조가 봉투를 자동으로 펼치며, 봉투가 일정 수준 이상 차면 수직 압축판이 하강하여 부피를 축소한다.

(4) 적재 모니터링과 자동 배출 연동



[그림 8] 각 트레이 별 적재된 쓰레기를 편리하게 개별로 이동, 배출한다

적재율이 임계치에 도달하면 스마트폰 앱으로 알림이 전송된다. 사용자는 내부의 트레이만 분리하여 현관 앞 지정 구역에 배치하면 되고, 이후 단지 내 수거 로봇이 이 트레이를 공용 허브로 자동 운반한다. 제안 가전은 “집 현관 앞에 두는 것”으로 사용자의 물리적 이동에 따른 피로를 줄여줄 수 있다. 더 나아가 이는 무거운 봉투를 들고 이동하기 어려운 고령자·임산부·일시적 부상자에게 특히 유의미한 접근성 개선이다.

7-2. UI 디자인

(1) 제품 연동 App

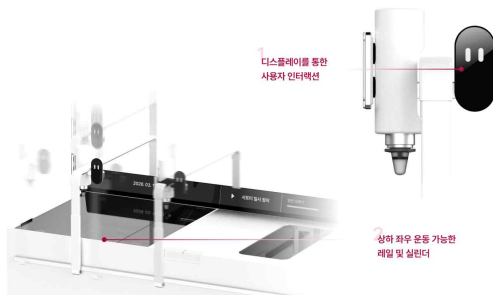
가정용 쓰레기 분류 수거 시스템은 스마트 홈 케어 IoT 시스템과 연동되어 적재량 확인, 서포터 작동 예약, 냄새·습도 관리 코스 설정, 월간 리포트(배출량, 탄소절감 포인트)를 제공한다. 월간 리포트를 통해 사용자가 배출한 재활용품의 양과 그로 인한 탄소 절감 포인트가 시각화될 수 있는데, 이는 3-4절에서 확인된 '분리배출 행위의 성취감 하강 곡선'을 역전시키는 장치이다. 사용자는 자신이 수행한 노력이 실제 재활용으로 이어지고 있음을 확인할 수 있으며, 이는 환경 행동의 지속성(habit formation)을 강화하는 효과로 연결된다.



[그림 9] 적재된 쓰레기를 표시하고 배출 정보를 알려주는 UI

(2) 서포터 디스플레이

서포터 부분에 장착되어 암 말단에 위치한 원형 소형 디스플레이로, 쓰레기 인식 중(눈 뜬 상태), 흡착 중(쓰레기 종류별 아이콘), 예외 상황(물음표·놀람 표정) 등을 시각적 표정으로 표현하여 사용자와 정서적 상호작용을 지원한다. 인터페이스는 사용자의 투입 행위에 반응하는 단순한 표정을 표시한다. 표정은 기본 상태(감은 눈/뜬 눈), 흡착 중 상태(쓰레기 종류별 아이콘: 캔·플라스틱·비닐·일반·종이), 예외 상황(두리번거리는 표정, 속상한 표정)으로 구성되며, 쓰레기 투입 → 인식 → 분류 → 이송의 각 단계에서 현재 진행 상황을 사용자에게 직관적으로 전달한다.



[그림 10] 서포터 디스플레이 UI

이 디자인은 Human-Robot Interaction(HRI) 분야의 선행 연구에 근거한다. Liu et al. (2017)은 LED스크린에 단순한 만화적 기호로 표시되는 로봇 표정이 가정 서비스 시나리오에서 사용자에게 효과적으로 전달됨을 실증하였고¹⁰, Bennett & Šabanović (2014)는 최소한의 얼굴 특징(눈의 위치, 단순한 곡선)만으로도 인간이 로봇의 감정을 성공적으로 해석할

수 있음을 보였다. 즉, 복잡한 얼굴 구조 없이도 두 개의 눈 픽셀과 간단한 형태 변화만으로 사용자와의 정서적 연결을 만들 수 있다는 점이 우리 팀이 참조한 HRI 연구의 일관된 발견이다. 제안 가전의 서포터 표정은 이 원리를 따라 설계되었다. 사용자가 쓰레기를 올려놓으면 서포터가 눈을 뜨고, 인식에 성공하면 해당 쓰레기 아이콘을 표시하며, 분류가 애매한 경우 두리번거리는 표정을 짓는다.

(3) 가전 상단의 파노라마 디스플레이



[그림 11] 제품 상단에 길게 표시되는 디스플레이

가전의 상단부에 파노라마 형식으로 연결된 디스플레이는 세척·압축·서포터 작동·투입안내 등 각 모듈의 상태를 텍스트와 그래프로 표시하고 인터랙션 요소와 정보를 제공해 제품 사용 시의 사용자와 연동을 지원한다.

7. 결론 및 한계점

본 연구는 가정 내 쓰레기 배출 과정에서 발생하는 가사노동의 부담을 디자인 관점에서 분석하고, 이를 경감하기 위한 통합형 가전 컨셉을 제안하였다. 문헌 조사, 설문, 인터뷰, 노동 프로세스 분석을 통해 쓰레기의 속성을 축적성·오염성·복잡성으로 정리하였으며, 기존 가정용 쓰레기 처리 가전의 영역별 한계를 검토하여 통합적 접근의 필요성을 도출하였다. 제안된 기능 수행을 위해서 용기 세척, 통신 보조형 하이브리드 AI 기반 자동 분리, 자동 압축, 스마트 모니터링을 하나의 가구형 가전에 통합하여, 사용자가 쓰레기를 '올려놓는' 최소한의 동작만으로 분리·세척·압축·보관·배출이 끝나도록 설계하였다. 본 연구는 문헌·리서치 기반의 컨셉 디자인 단계에 머물러 있어 실제 프로토타입 제작 및 사용성 평가는 수행되지 않았다는 한계가 있기도 하다. 특히 AI 서포터의 그림 신뢰성, 실제 쓰레기 인식 정확도, 세척 효율, 장기 사용 시 위생 관리는 후속 연구에서 실증적 검증이 필요하다. 또한 자동 수거 로봇과의 연동, 아파트 단지 차원의 허브 인프라 구축은 공동주택 규약 및 지자체 제도와의 협력이 필수적이다. 향후 연구에서는 사용자 평가와 함께 경량 비전 모델의 실제 탑재 조건(하드웨어 사양, 추론 지연, 오프라인 정확도)에 대한 검증, 그리고 소재 순환 체계와의 실질적 연계 가능성을 구체화할 필요가 있다.

그러나 소비자들의 페인포인트에 기반해 정성적인 수요들을 정량적 지표로 확인하고 그것들을 만족시킬 수 있는 새로운 가정용 제품을 제안할 수 있었다는 의미를 가지고 있다.

참고문헌

통계청. (2019). 생활시간조사: 혼인상태별 및 맞벌이상태별 가사노동시간. Retrieved from https://www.index.go.kr/unity/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=3027

Greenpeace 동아시아 서울사무소, 충남대학교 장용철 연구팀. (2023). 플라스틱 대한민국 2.0: 코로나19 시대, 플라스틱 소비의 늪에 빠지다. 서울: 그린피스. Retrieved from <https://www.greenpeace.org/korea/update/25774/>

Global Information Inc. (2023). Global food waste disposer market forecast, 2021-2031. (한국경제 보도 인용, 2024.11.4).

옥송이. (2024, 8월 29일). LG·삼성 '음식물 처리기' 시장 노린다. 디지털데일리. Retrieved from <https://m.ddaily.co.kr>

서울연구원. (2021). 리빙랩을 중심으로 한 공동주택 분리배출 개선방안 연구. 서울: 서울연구원.

김동환. (2021, 6월). [AI 실생활 체험기] 쓰레기 올바르게 버리면 돈 주는 재활용 로봇. AI타임스. Retrieved from <https://www.aitimes.com>

Bigbelly Inc. (2024). Smart trash cans & recycling bins: Product specifications. Retrieved from <https://bigbelly.com>

Yong, L., Ma, L., Sun, D., & Du, L. (2023). Application of MobileNetV2 to waste classification. PLOS ONE, 18(3), e0282336. doi:10.1371/journal.pone.0282336

Zheng, J., Xu, M., Cai, M., Wang, Z., & Yang, M. (2022). An intelligent waste-sorting and recycling device based on improved EfficientNet. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(23), 15987.

Liu, Z., Wu, M., Cao, W., Chen, L., Xu, J., Zhang, R., Zhou, M., & Mao, J. (2017). A facial expression emotion recognition based human-robot interaction system. IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica, 4(4), 668-676. doi:10.1109/JAS.2017.7510622

Bennett, C. C., & Šabanović, S. (2014). Deriving minimal features for human-like facial expressions in robotic faces.

International Journal of Social Robotics, 6(3), 367-381.

IEEE Access, 9, 131134-131146.

Huang, Q., & Chen, B. (2022). Intelligent garbage classification system based on improved MobileNetV3-Large. Connection Science, 34(1), 1299-1321. doi:10.1080/09540091.2022.2067127

한국리서치. (2022). 2022 가족인식조사: 가족 관계 만족도와 가사노동, 가정 내 의사결정권 인식. Retrieved from <https://hrcopinon.co.kr/archives/23731>

각주 (본문 삽입 방식 안내)

1. 통계청 생활시간조사(2019): 배우자 있는 여성 1일 평균 가사노동시간 244분, 남성 60분; 맞벌이여성 187분, 남성 54분.
2. 그린피스·충남대 장용철 연구팀(2023) 『플라스틱 대한민국 2.0』 보고서, pp.12-25.
3. Global Information Inc. 음식물처리기 시장 전망 자료, 한국경제 2024.11.4 보도.
4. 디지털데일리 2024.8.29 보도, 국내 음식물처리기 시장 동향.
5. 서울연구원(2021) 공동주택 분리배출 리빙랩 연구보고서.
6. AI타임스 2021.6 및 서울경제 2021.10 슈퍼빈 네프론 관련 보도.
7. Bigbelly, Harmony SmartPack, Ecube Labs CleanCUBE 제품 사양서.
8. Yong et al.(2023): 경량 비전 모델을 활용한 쓰레기 분류 가능성 연구.
9. Zheng et al.(2022): 임베디드 환경에서의 실시간 쓰레기 분류 연구.
10. Liu et al.(2017): LED 기반 단순 로봇 표정의 가정 서비스 적용 실증.
11. Bennett & Šabanović(2014): 최소 얼굴 특징만으로도 감정 전달 가능 실증.