

# Development of Smart Pet House with AI Function

Soon-Myung Song · Soo-Yong Park · Eun-Hyeon Jo · Dong-Hyung Lee<sup>†</sup>

Dept. of Smart Production & Management Engineering, Hanbat National University

## AI 기능을 탑재한 스마트 반려동물 하우스 개발

송순명 · 박수용 · 조은현 · 이동형<sup>†</sup>

한밭대학교 스마트생산경영공학과

The population of domestic companion animals is estimated to be about 10 million now. In recent years, the domestic pet market has been launching a wide range of products and services for high quality, smart and well-being. As a result, the market size will increase from 900 billion won in 2012 to 2.3 trillion won in 2016, which has more than doubled in five years. The industry expects to reach 6 trillion won by 2020, expecting 3 trillion won this year. In particular, domestic dogs and cats market is estimated at 275.5 billion won, accounting for 19% of the domestic animal market and 1.425 billion won for the world market.

However, despite the growing market for companion animals products, unfortunately the import dependence on related industrial goods is still high and the quality of service is very low. Unlike Europe and the United States, 90% of companion animals are housed in apartments, often causing problems in the health and safety of companions and companions.

The purpose of this study is to develop a smart house for companion animals with environmental friendliness and AI function that can be won in competition with products of developed countries. The results of this study are expected to contribute to the creation of a new value - added base for the related industries through the strengthening of the competitiveness of the related SMEs and further the effect of employment increase and import substitution.

**Keywords** : Pet Animal, Companion Animal House, Excellent Environmental Friendliness, AI Function

### 1. 서 론

최근의 사회 환경을 보면 물질만능 및 개인주의가 심화되는 가운데 가족기능 약화, 가족해체, 인간관계 단절, 인구 구조 변화 등 현상이 나타나고 있다. 이러한 사회 환경의 변화 속에서 반려동물을 보유하는 가구가 증가하고 반려동물을 가족처럼 생각하는 신조어인 ‘펫팸족(Pet+Family)’도 등장하고 있다[16].

반려동물(Companion animal)이란 단어는 가족처럼 생각하여 가까이 두고 보살피며 기르는 동물을 말한다. 1983

년 10월 오스트리아 과학아카데미가 동물 행동학자로 노벨상 수상자인 K.로렌츠의 80세 생일을 기념하기 위하여 주최한 ‘사람과 애완동물의 관계(the human-pet relationship)’라는 국제 심포지엄에서 최초로 사용되었다[3]. 이에 따라 푸드, 패션 등 펫 용품시장도 크게 성장하고 있으며 IT를 결합한 상품, 반려동물 TV채널 서비스, 반려동물을 위한 보험, 신탁 등 금융서비스 등도 출현하고 있다.

국내에서 반려동물을 키우는 인구는 현재 약 1,000만 명으로 추산된다. 최근 온라인에서는 해외 유명 펫테크 제품구매 사이트도 활발히 운영되고 있다. 반려동물 중앙육분포가 가장 높은 개와 고양이 하우스 시장규모는 국내의 경우 반려용품 시장의 19%를 차지하는 2,755억 원 정도이며 세계시장의 경우에는 14조 2,500억 원으로 추정되고 있다[5].

그러나 국내의 반려동물 양육환경은 유럽과 미국과 큰 차이를 보인다. 외국은 주로 주택에 거주하여 야외활동이 가능하나 국내는 90% 이상이 아파트에서 실내양육을 하고 있다. 그러다 보니 층간소음이나 반려동물의 공중위생과 안전사고에 관한 문제가 종종 발생되고 있다[15].

이에 본 논문에서는 실내양육이 주를 이루는 국내실정을 고려하여 제품개발을 시도한 기존연구[1, 6, 9]를 참고하여 반려동물과 반려인들이 질병으로부터 보호받을 수 있는 AI기능이 탑재된 친환경 스마트 반려동물 하우스를 개발하고자 한다.

본 논문의 구성을 보면 제 1장은 서론으로 반려동물 하우스의 개발목적과 방법에 대해 설명하고 제 2장은 이론적 배경으로서 반려동물 관련시장 분석 및 애완견의 특성에 대해 살펴본다. 제 3장에서는 반려동물 하우스의 종래기술 문제점과 신제품 개발과정의 핵심내용을 기술하고 제 4장에서는 개발에 따른 기대효과 및 향후 연구 방향을 제시한다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 반려동물 관련시장 분석

#### 2.1.1 펫 시장 규모

인구변화 등과 같은 사회 현상과 맞물려 반려인의 가구가 2010년 전체 인구의 17.4%에서 2015년 21.8%로 증가하였고, 이에 따라 시장규모도 2012년 9000억 원에서 2016년 2조 3000억 원대로 불어나 5년 만에 두 배 이상의 성장세를 보였다. 관련 업계는 올해 3조원대를 예상하며 2020년까지 6조원에 달하는 시장이 될 것이라 내다보고 있다[10].

그러나 반려동물 관련시장 규모가 커짐에도 불구하고 안타깝게도 관련 산업용품에 대한 수입 의존도는 여전히 높다.

#### 2.1.2 반려동물 용품시장 진입의 용이성

현재 반려동물 용품시장은 다음과 같이 낙후된 측면이 있어 새로운 기능성을 가진 우수제품의 시장진입이 유리하다고 할 수 있다.

- PET 시장의 기술대응 인식 부족
- 성능이 확보되지 않은 저렴한 제품이 다수
- 관련 분야 핵심 인적자원 및 자금 부족
- 기술 표준화 및 인증 기준 등 인프라 미비

### 2.2 애완견의 특성 및 양육조건

#### 2.2.1 애완견의 생태기관별 특성

애완견은 1만 5천년 이상 인간과 함께 해 오면서 환경

적 요인이나 기능적 역할에 따라 수백 종의 다양한 견종으로 발전해 왔다. 생태기관별 특성을 보면 다음과 같다[4].

#### (1) 사이즈와 중량

애완견은 육식동물로 다른 육식 포유류처럼 근육질에 골격과 관절로 연결된 뼈를 가지고 있으며, 순발력과 지구력을 겸비한 심장과 물고 쥐어뜯을 수 있는 이빨을 가지고 있다. 애완견은 종류에 따라 평균 치수가 다르며 강아지의 종류별로 목둘레와 배둘레, 무게 등을 세분한 표준사이즈는 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Pet Dog Size and Weight

PET PARADISE SIZE	The pet size of the nude state(cm)		Reference standard dog species(weight)
	Neck	Belly	
4S	15~17	25~28	A puppy including a Chihuahua (~1.5kg)
3S	18~20	27~32	Chihuahua, Yorkshire Terrier (~3kg)
SS	20~25	34~40	Toy poodle, Papiyong(~5kg)
S	26~30	42~48	Shi Chu, Miniature schnauzer (~8kg)
SM	31~35	49~55	Shiva Dog, Beagle(~13kg)
M	35~40	55~62	Border Collie, Dalmatian(~18kg)
L	42~48	70~78	Golden Retriever(~30kg)
DSS	18~22	30~35	Darks(~3.5kg)
DS	22~26	35~41	Darks(~5kg)
DM	26~30	41~47	Darks(~7kg)
CG	36~40	51~56	Kogi(~12kg)

#### (2) 체온

개를 안으면 따뜻하다. 단순히 털 때문이 아니다. 개의 체온은 38.0℃~39.5℃ 정도로 사람보다 약 2.5~3.0℃ 정도 높다. 사람보다 덩치가 작은 개는 외부환경으로부터 더 쉽게 체온을 뺏길 수 있기 때문에 체온을 사람보다 높게 유지한다.

#### (3) 심장 박동수

개의 가슴에 손을 대면 심장박동을 느낄 수 있다. 심박수는 사람보다 많으며 15kg 미만의 작은 개의 경우 분당 100~160회, 큰 개의 경우 분당 60~100회 정도다. 호흡수도 사람보다 조금 많아 분당 10~30회다. 쉴 때나 수면 중 호흡수가 30회 이상이라면 수의사에게 진단받아야 한다. 심박과 호흡이 사람보다 빠른 이유는 높은 체온을 유지하기 위해 기초대사율을 높게 유지하기 때문이다.

#### 2.2.2 애완견의 감각기관별 특성

애완견의 감각기관은 다음과 같은 특징을 지닌다[2].

### (1) 시각

애완견은 색을 구별하지 못하고 사물을 흑백으로 본다고 알려져 있지만 사실은 그렇지 않다. 대부분의 포유동물과 마찬가지로 개는 2색형 색각자(Dichromats)이다. 즉, 적색과 녹색을 구분하지 못하는 적녹 색맹이다. 애완견은 시각적 섬세함은 떨어지나 움직이는 사물에 대한 분별력은 고도로 발달해 있다. 애완견은 1.6Km 떨어진 사람들 중 주인을 찾아낼 정도로 멀리 떨어져있는 물체인지 시각은 발달해 있다. 또한 긴 주둥이를 가지는 견종의 시야각은 270°로 사람보다(180°) 훨씬 넓다.

### (2) 청각

사람이 들을 수 있는 진동 범위는 20Hz에서 20kHz이고, 애완견이 들을 수 있는 진동수의 범위는 40Hz에서 60kHz이다. 이는 인간보다 3배가량 멀리에 있는 소리도 들을 수 있다는 걸 의미한다. 더욱이 애완견의 귀는 소리가 나는 정확한 위치를 찾아 여러 각도로 기울이거나, 돌리거나, 세우거나 눕힐 수 있어 사람 보다 4배정도 더 잘 들을 수 있다.

### (3) 후각

사람의 두뇌가 시각력에 의해 지배받는다면 애완견의 두뇌는 대뇌피질의 후각력에 의해 지배받는다. 애완견은 냄새입자를 감지하는 후각망울이 사람에 비해 40배 정도 크고 후각 수용체인 감각기관이 1억 2천 5백만 개에서 2억 2천만 개를 가짐으로써 사람에 비해 1억배 낮은 농도의 냄새도 식별할 수 있다.

### (4) 미각

미각은 후각과 함께 생존에 매우 중요한 역할을 한다. 눈은 생후 10일, 귀는 15일 이후 열리는 반면 후각과 미각은 완전한 상태로 태어난다. 개도 사람처럼 짠맛, 단맛, 신맛, 쓴맛을 느끼지만 사람의 미각세포가 9,000여개인데 비해 개는 1,700개 정도로 훨씬 맛을 덜 느낀다. 또한 개의 혀끝에는 사람에게 없는 물을 원하는 혀 감각도 있어 필요에 따라 물을 찾고 혀끝으로 삼아먹는다.

## 3. 기존제품의 문제점 및 스마트제품 개발

### 3.1 기존제품의 문제점

국내의 반려동물 양육환경에 맞는 제품개발을 위해 먼저 기존제품이 가진 문제점을 분석한 결과, 다음과 같이 도출되었다[13].

#### 3.1.1 보건위생문제

보건위생 측면에서 동물 체취 및 배설물로 인한 악취 발생과 반려동물 주변인 및 방문객의 불쾌감초래, 반려동물의 피부병과 세균의 전염으로 인한 반려인의 2차 감염 등이 나타나고 있다.

#### 3.1.2 안전과 경제성 문제

기존 반려동물용 인큐베이터 및 관련용품은 과잉사양으로 인한 성능 대비 고가책정으로 반려인의 경제적 부담을 초래하고 있다. 한편 단순한 제어기능제품은 가격은 저렴하지만 소비전력 과다와 전자기 발생 등 반려인의 위생 및 건강상 해악 문제를 야기 시키고 있다.

#### 3.1.3 기술성 문제

반려동물 놀이용품과는 달리 반려동물 하우스는 신소재 부품의 미적용으로 아직도 낙후된 성능을 가지고 있다.

#### 3.1.4 사업성 문제

종래의 반려동물하우스는 단순한 기술적용으로 제품수명과 제조원가 측면에서 유리해 보이나 다음과 같은 문제점을 가지고 있어 향후 미래의 시장 확대와 성장의 한계로 고객의 외면과 사업위축이 예견되고 있다.

- 대리석 타일이나 얼음팩 사용으로 온도조절 효과가 충분치 않음.
- 공기와의 온도차를 제품에 적용한 냉각용 쿨매트를 사용하나 이는 안전성이 충분히 검증되지 않음.
- 탄소 연료나 높은 전력이 소비되는 열풍시스템, 전열 히터를 이용한 난방.
- 냉난방을 외부 동력과 배관 내의 냉·온수 온도의 대류현상을 활용.
- 단순 전기난방 매트 사용하거나 자외선의 빛 조사를 채용한 살균.

## 3.2 스마트 반려동물 하우스 개발

### 3.2.1 스마트 반려동물 하우스 개요

본 개발 연구에서는 애완견의 신체적 특성, 사육환경 및 종래의 제품 등 조사된 자료를 바탕으로 도출된 기술개발 요소를 적용, 다음과 같은 특성을 가진 시제품을 개발 제작하여 테스트 및 검증과정을 거친다.

- 최상의 조건으로 전력을 공급하여 유지가동, 온도변화에도 제품보호 가능.
- 반려동물의 건강을 유지할 수 있도록 환경 친화적인 신물질을 사용한 탈취효과와 멸균 및 안전성 확보.
- AI기능과 전자식 열전회로 채용으로 자동으로 전력을 순차 제어, 반려동물과 반려자의 편리함 추구.



(4) 성능평가

성능평가시험을 위한 제품개발, 자체분석, 수요처제출 등 반려동물 제조자가 국제규격, 국가규격 또는 의뢰자가 시험방법을 제시하여 그에 따라 시험하고 성적서 요청 발급받는다. 이때 환경시험 및 내구성시험 등 성능평가 시험검토사항은 다음과 같다.

- 시험방법 설정 : 주관개발자 제시규격인 경우 이론적 타당성 및 시험가능여부 검토, 주관개발자가 시험방법 제시 후 결정
- 시험설비 보유여부 : 반드시 검, 교정된 계측기로 시험 및 검사(미 교정된 계측기로는 시험 불가)
- 시험설비와 시험방법의 Spec.(시방서) 검토, 시료에 적합한 설비 및 공구 검토
- Firmware 알고리즘 및 시스템 동작시험 검증
- 국가 공인 인증기관을 통한 성능시험, 지적권 확보 보고서 작성 및 발표, 시장조사 및 양산, 전시회참여

3.2.4 적용된 핵심기술

본 연구에서 적용된 핵심기술은 다음과 같다.

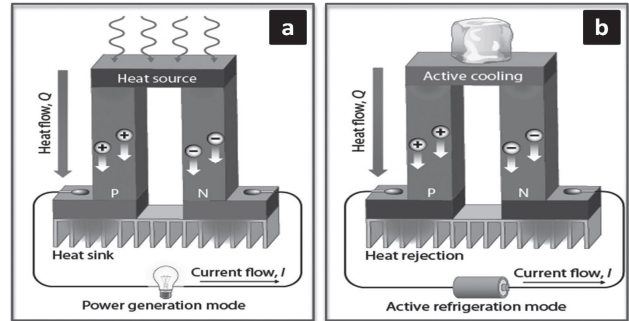
(1) 전력제어회로의 인공지능화와 전자식 냉온회로

반려동물에 의한 전력공급선의 파손예방을 위한 Metal Mesh(금속그물) Code화와 전력제어회로의 인공지능 알고리즘 개발을 통해 주변 환경(온·습도)에 대응한 단계별, 순차적 전력공급 Firmware를 설계하였다. 즉, 기존 전기기계식 방법대신 전자식인 열전현상을 이용한 열전소자를 채용하여 기존 제품의 소음과 전력소비 문제를 해결하였다.

여기서 열전현상이란 <Figure 1(a)>와 같이 열전물질 혹은 열전소자 양단에 온도차가 발생하면 열에 의해 열전물질 내의 운반자들이 뜨거운 쪽에서 차가운 쪽으로 이동이 일어나게 되고, 이러한 일련의 과정을 통해서 기전력을 발생시킨다. 이를 Seebeck 효과라 한다.

한편 열전소자란 온도차에 의해 기전력을 발생시키는 발전소자와 외부에서 기전력을 공급함으로써 양단에 온도차를 발생시켜 한쪽을 냉각시키는 냉각소자를 총칭하는 말이다.

<Figure 1(b)>는 열전물질 혹은 열전소자 양단에 기전력을 공급하게 되면 온도차가 발생하여 한쪽이 냉각되는 Peltier 효과를 말한다. Seebeck 효과와 Peltier 효과는 1821년과 1834년에 각각 발견된 현상으로 1930년대 러시아(구소련)의 Ioffe(상트페테르부르크 이오페) 물리기술연구소에서 변환 효율을 4% 수준으로 높이면서 실제 응용이 시작되었다. 초기에는 에너지 변환 효율이 다른 에너지 하베스팅(Harvesting) 기술에 비해 상대적으로 낮아 열전소자의 응용범위는 제한적이었으나 1990년대 중반 나노



<Figure 1> Basic Principles of Thermoelectric Devices

기반기술과 접목되면서 변환효율의 획기적인 개선이 이루어지고 있다[12].

(2) 기구구성 및 신 물성 재료인 탄소 그래핀 적용

동물의 접촉MAT의 성능 향상을 위해 그래핀을 적용하였다. Graphene은 흑연을 뜻하는 ‘Graphite’와 탄소가 중결합을 가진 분자를 뜻하는 접미사 ‘-ene’를 결합하여 만든 용어이다. 신 물질인 탄소 그래핀의 결정 구조는 한 꼭짓점에 세 개의 결합이 붙는 원자구조에 의해 육각형 형태의 연결이 2차원 방향으로 뻗어나간 모양을 한다. 결과적으로 넓게 퍼진 벌집모양의 2차원 결정모양을 갖게 된다. 따라서 그래핀은 안정적인 분자구조로 존재할 수 있는 세상에서 가장 얇은 재질이라 할 수 있다.

그래핀은 다른 재질에서 얻을 수 없는 특이한 전기적 성질을 가진다. 그래핀은 반도체가 가지는 특징인 띠구조(Band Structure)를 가져 반금속(Semi-metal)으로 분류, 기존의 실리콘을 대신하여 반도체를 만들 수 있다. 그래핀 내부의 전자는 이상하게도 질량이 0인 것처럼 행동한다. 그 이동 속도는 광속처럼 매우 빠르다[8].

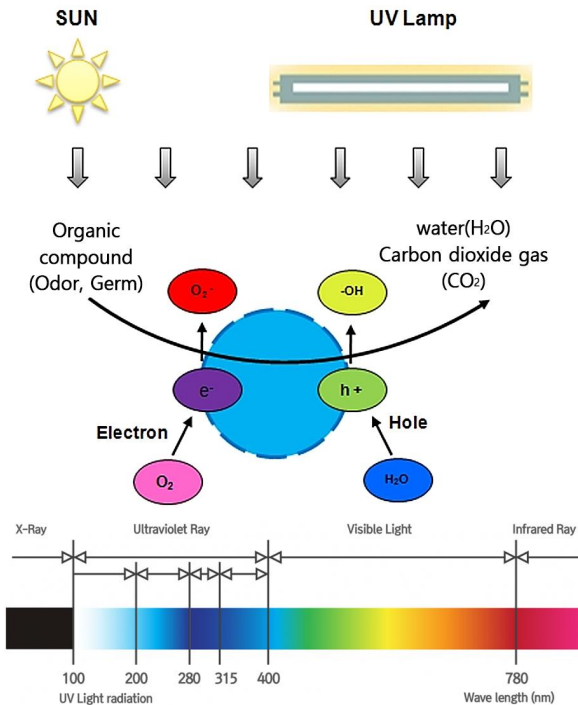
그래핀이 나타내는 흥미로운 물리 현상 중 하나로 양자 홀 효과가 있다. 전자 분포가 2차원 평면에 넓게 퍼져 있는 상태에서 강한 자기장을 가할 때, 전자의 궤도나 에너지 준위가 이산적인 값을 띠는(양자화 되는) 현상이다. 이는 일반적으로 극저온에서만 관찰 가능하고, 반도체의 품질이 높다는 증거로 이용되고 있지만 그래핀에서는 이 현상이 상온에서도 관찰된다.

그래핀의 열전도도는 5,000k로서 높은 열전도도를 가진 다이아몬드의 2배 이상, 구리 12배 이상 높으며 온도 조절 기능의 가능성도 가지고 있다.

(3) 광촉매의 유기물 산화분해 및 살균회로 채택

개발제품의 동물 접촉면의 살균기능을 확보하기 위해 이산화 타이타늄(TiO<sub>2</sub>)을 재료로 채용하였다. 광촉매인 이산화 타이타늄(TiO<sub>2</sub>)은 산소원자보다도 작고, 결정구조는 이산화티탄 원자가 2개인 Rutile구조와 원자가 4개인

Anatase구조로 되어있으며 열적으로는 Rutile이 안정하고, Anatase를 900℃ 이상에서 가열하면 Rutile로 변화한다. 입경은 20nm로부터 0.5μm정도까지 커다란 것이 있다. <Figure 2>와 같이 불산과 가열한 진한 황산 용융알칼리 염 이외의 산, 알칼리, 물, 유기용매 등에 녹지 않으며 삼산화유황(SO<sub>3</sub> : sulfur trioxide), 염소가스 등 반응성이 강한 가스에도 상온·상압에서는 반응하지 않는다. 또한 자외선(400nm)을 받으면 전자(Electron), 전공대(Electron Hole)가 형성되어 강한 산화력을 가진 하이드록시 라디칼(-OH)과 슈퍼 옥사이드를 생성한다. 이 하이드록시 라디칼과 슈퍼 옥사이드가 유기화합물을 산화 분해시켜 물과 탄산가스로 변화시킨다. 이런 원리로 공기 중의 오염물질인 유기화합물을 분해시켜 수소와 산소와 탄산가스로 변화시킨다[7].



<Figure 2> Oxidative Decomposition Reaction Path of TiO<sub>2</sub>

TiO<sub>2</sub>를 박막 도포하여 반려동물 주위에 UV(Ultra Violet) 자외선 LED의 광학(자외선 빛)과의 물리적 화학반응(광화학적 활성 : Energy Gap Theory)으로 살균과 악취제거 효과를 거둘 수 있도록 설계하였다[14].

(4) MCU(Micro Component Unit) Part 회로개발

종래의 제품은 단순한 CPU기능만을 가졌으나 본 연구에서는 다음과 같은 AI(인공지능) 기능을 추가하였다.

- 프로세서에 의한 분산형 구조, 최대 8개 연결가능
- 분산형 Heart Beat에 의한 프로세서 오작동방지

- Wide Input형 MCU 채용
- Up Board 타입으로 변경(작은 공간의 활용)

(5) 근접 Sensor Part 회로개발

기존 제품에 채용된 센서는 Switching 시간오류를 유발하였으나 다음과 같이 신뢰성과 기능이 향상된 센서를 개발하였다.

- 혼성 홀(Hybrid Isolated hall)센서 개발 및 채용
- MCU 소자의 회로 동작 검증 후 사용 승인
- 신규 MCU소자와의 정합기능 및 특성 검증

(6) 보드 Circuit/Layout/PCB Part 회로개발

기존 제품에 채용된 보드는 회로분석, Analog/Digital 부품 이격거리, EMI/노이즈, Leakage 감소 등을 검증하지 못했으나 이를 개선하기 위해 다음과 같은 특징을 가진 보드를 개발하였다.

- PCB(인쇄회로기판) Layout 검증용 Tool 사용
- 검증결과 피드백
- 필요시 회로 재설계
- PCB 점검과 생산성 검증 후 부품제작 외주의뢰

3.2.5 AI구현 알고리즘

AI구현 알고리즘 구현을 위한 플로차트는 <Figure 3>과 같으며 CPU의 메모리 초기화를 수행의 절차는 아래와 같다.

(1) 근접 감지기 동작

반려동물 하우스 주위에 반려동물이 1,000m/sec 이상 머무르면 Door가 Open된다.

(2) UV lamp 동작

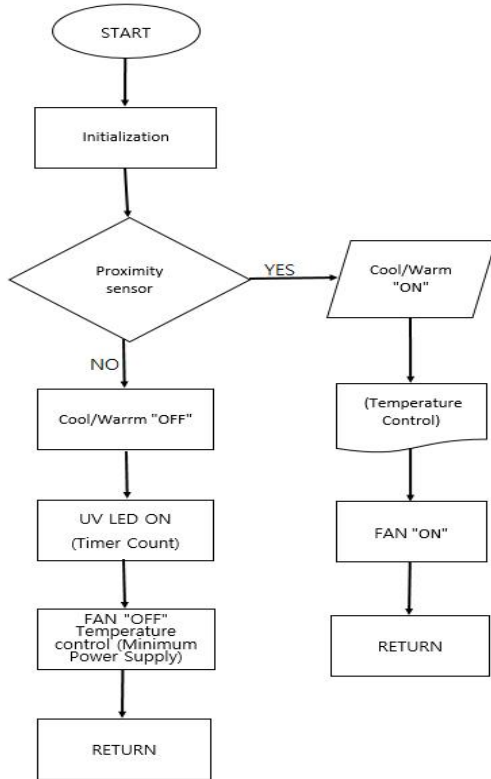
반려동물이 하우스 내부에 들어오면 반려동물과 반려인의 시력보호를 위해 UV LED(400~450nm)를 5sec 이내 전력공급을 안전차단한다(단, 멸균을 위한 LED가동 시에만 해당됨).

(3) 냉온 온도제어회로 “ON”동작

반려동물이 하우스 내부에 들어오면 온도제어 알고리즘에 준한 Firmware가동으로 온도센서 동작과 함께 전력공급의 Level이 순차적으로 제어되기 시작된다.

(4) 냉온 온도제어회로 “OFF”동작

반려동물이 하우스 밖으로 나가면 온도제어 알고리즘에 준한 Firmware가동으로 온도센서 동작과 함께 전력공급의 세기가 순차적으로 제어되어 전력손실을 최소화한다. 반려동물이 퇴거 후 Door가 자동으로 Close되며,



<Figure 3> Flow Chart

TiO<sub>2</sub>와 UV LED의 화학적 반응으로 살균효과가 발생, 평균시간이 알고리즘에 의한 마이크로컴퓨터에 내장된 Counter Timer를 제어하는 Firmware의 명령으로 일정시간(5분 이내)경과 후 UV Lamp의 전원은 자동으로 “OFF” 된다.

(5) 온도제어를 위한 전력 제어동작

최소전력 소비로만 가동되어 경제적 손실최소화와 고 신뢰도를 유지할 수 있도록 마이크로프로세서에 의해 AI 기능을 발휘하도록 한다.

3.3 연구 결과

해당 시제품은 시간대별 누적 불량문제를 사전시험을 통해 검증하고 공인된 시험연구기관을 통해 가속수명시험(Accelerated Life Test)과 가속스트레스시험(Accelerated Stress Test)을 실시하여 제품의 신뢰성을 확보하였다. 시중에 유통 중인 제품과의 비교를 통해 본 연구결과의 우수성을 <Table 3>과 같이 제시하였다.

본 연구결과는 2차 보완작업을 거쳐 시제품을 제작하고 2019년 7월 이후 세계발명경진대회 참여와 지식재산권을 확보하기 위해 국내 및 국외에 동시 특허출원을 진행할 예정이다.

<Table 3> Excellence of Research Results

Division	Comparison product (A-chamber type)	Research prototype
Product price	About 1.5 million won Specialty shops (hospitals, camps, hotels Etc.) Uses	Excellent price competitiveness under 300,000 won
Consumption power	Power consumption 250w (128 thousand won a year)	Power consumption 35w (24,000won a year)
Temperature control	Launched a number of hot products Cooling products are conventional(Fureon/ ammonia refrigerant) only. Sensor uses thermocouple temperature sensor, error range is over 10%.	Automatic adjustment of accurate temperature through electronic control by digital signal of intelligence. The sensor uses hybrid part sensor and the error is controlled within 0.5%.
Operating method	Electrical and mechanical temperature control generates excessive power.	Electronic system using Peltier thermoelectric device for low power consumption.
Deodorization and sterilization	Because it is open type, it has bad odor and needs to manage continuously deodorizing function by sterilizer of unexamined chemical and air forced circulation filter.	Hygiene, health and pleasant environment can be ensured for companion animals and companions by having deodorizing and sterilizing function using proven eco-friendly materials and LED lighting.
Safety	There is a possibility of malfunction due to analog sensor and short circuit in case of rising humidity in summer.	Ability to automatically turn off the power supply by recognizing (monitoring) temperature change and power supply error signal.
A.I	Malfunction due to inflow of dust, contamination and corrosion of parts due to use of infrared sensor.	Semi-permanent and reliable automatic control with intelligent sensor.
Other	It looks big and has a long warm-up time. There is mechanical noise and heavy. It brings environmental pollution due to carbon fuel consumption.	It is small and light. It is capable of rapid cold and warm running and has very little noise.

4. 결 론

최근 세계 반려동물 관련시장은 고품질, 스마트화, 웰빙 등이 하나의 큰 트렌드로 자리 잡아가고 있으며 이에 맞춰 다양한 상품 및 서비스가 출시되고 있다. 이에 따라 2017년 세계시장규모는 현재 연간 2,000억 달러에서 연 10(%) 이상의 성장으로 2020년 2,600억 달러가 넘을 것으로 예상된다.

하지만 관련용품의 수입의존도가 높고 서비스 질은 매우 낮다. 특히 반려동물 하우스는 선진국조차도 환경, 위생, 기술적 측면에서 열악한 실정이다.



본 논문에서는 선진국 제품 보다 경쟁우위를 가질 수 있는 AI기능을 가진 친환경 반려동물 하우스를 다음과 같은 과정을 통해 개발하였다.

- 1) 반려동물용품에 대한 시장분석과 이론적 연구
- 2) 애완견 특성 및 생태 및 감각기관 조사
- 3) 반려동물 집의 종래 기술조사 및 필요성 분석
- 4) 반려동물의 집 개발을 위한 추진과정 및 절차도출
- 5) 개발을 위한 핵심부품의 기술검증 및 자료 조사
- 6) 반려동물 집의 AI기술 적용 알고리즘 설계 및 Hardware개발 & PCB(Print Circuit Board)설계
- 7) 신뢰성 시험 및 기술 보호 예방전략 수립
- 8) 기대효과 분석

본 연구에서 개발된 반려동물 하우스는 앞으로 연 100만 \$ 이상의 매출과 반려동물과 관련된 미용, 생활용품 등의 매출증가와 수입대체 효과를 통한 관련 중소기업의 경쟁력 강화에 기여할 수 있을 것이다.

향후 연구방향으로는 반려동물 부산물인 폐기용 털 및 각질 제거용 진공 흡입기와 드라이어와 마사지 기능 등이 통합된 다용도 인공지능 빗 등 반려동물 양육에 필요한 다양한 제품개발이 필요할 것으로 사료된다.

## References

- [1] Bae, J.H., Development of Dynamic Magnetic Field Emulator for Smart Multi-Card, *Journal of Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, 2017, Vol. 40, No. 4, pp. 183-190.
- [2] Chung, Y.J., A Study on Pet-monitoring Robot Design, *The Journal of the Korea Contents Association*, 2017, Vol. 17, No. 8, pp. 463-471.
- [3] Gwag, M.J., Study on Toy Cushion Blend Design for Companion Animals [master's thesis], [Seoul, Korea] : Hongik University, 2016.
- [4] Hong, K.T., A Study on the Management of Dogs in the Seoul Metropolitan Area Focus on Home Raising Dogs [master's thesis], [Seoul, Korea] : Konkuk University, 2018.
- [5] Hwang, W.K., Kwon K.S., and Kim D.Y., 2018 Companion Report - Status of Companion Animal Related Industry and Nurturing Status, KB Financial Management Research Institute, 2018, p. 39.
- [6] Ki, J.S., Jeong, D.H., and Lee, H.J., Research on Impact Sensors for Developing the Electronic Body Protector of Taekwondo, *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, 2019, Vol. 20, No. 4, pp. 648-655.
- [7] Kim, H.S., Antimicrobial Activity Assessment and Optimization of Photocatalyst using by UV, TiO<sub>2</sub>, Hydroxyapatite and Germanium [master's thesis], [Kyonggi, Korea] : Kyonggi University, 2010.
- [8] Kim, J.H., Fabrication and characterization of CNTs/graphene based structure gas sensor for CO<sub>2</sub> [master's thesis], [Gyeongnam, Korea] : Inje University, 2015.
- [9] Kim, Y.D. and Lee, D.H., Systematic Development and Effect Estimation of the Functional Insoles for Seniors, *Journal of Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, 2015, Vol. 38, No. 4, pp. 184-192.
- [10] Korea Economy, <https://www.hankyung.com/economy/article/2019051029106>.
- [11] Lee K.S., Study on the functional improvement for cat litter box design [master's thesis], [Seoul, Korea] : Hongik University, 2016.
- [12] Lee, D.G., Measurement of cooling and power generation performance of flexible thermoelectric devices using liquid metal, [master's thesis], [Seoul, Korea] : Yonsei University, 2019.
- [13] Lee, S.E., Proposal of Space Design for Companion Animal-Centered Single-person Household Shared House : Centered to Companion Dogs [master's thesis], [Seoul, Korea] : Ewha Womans University, 2019.
- [14] Park, D.S., TiO<sub>2</sub>-UV Photocatalytic Inactivation of Murine Norovirus Inoculated in a Solid Agar-Based Model [master's thesis], [Seoul, Korea] : Yonsei University, 2016.
- [15] The Kyunghyang Shinmun, [http://news.khan.co.kr/kh\\_news/khan\\_art\\_view.html?artid=201411171819452&code=900303](http://news.khan.co.kr/kh_news/khan_art_view.html?artid=201411171819452&code=900303).
- [16] Wang, C., IOT-based product user interface design proposal for single-person household : Smart Toy for Dogs [master's thesis], [Seoul, Korea] : Ewha Womans University, 2018.

## ORCID

- Soon-Myung Song | <http://orcid.org/0000-0002-0533-083X>  
 Soo-Yong Park | <http://orcid.org/0000-0001-8656-551X>  
 Eun-Hyeon Jo | <http://orcid.org/0000-0002-6862-4552>  
 Dong-Hyung Lee | <http://orcid.org/0000-0001-8743-858X>