

# 로봇청소기 동작에 의한 화재 발생 가능성 연구

연구자 : 김종서, 조규식, 김중수

강원소방본부 횡성소방서

## A study on fire possibility by robot cleaner operation

Researcher : Kim jongseo, Cho gyusik, Kim jungsu

Hoengseong Fire station

### ABSTRACT

In this study, the risk of fire caused by the moving of ignition heat source by robot cleaner was studied. The results of experiments on the operation characteristics and the characteristics of each type of robot cleaner will be able to be used as promotional materials for the prevention of fire caused by the robot cleaner and additional considerations should be taken into account when identifying fire sites in fire investigations.

There are two types of robot cleaners on the market: shock sensors and ultrasonic sensors. Among them, ultrasonic sensors were expected to be excluded from the possibility of ignition when they were operated before they reached a heat source such as a heating device, but it was discovered that the electric heating device was moved by a wire caught in a wheel outside the range of the electrosonic device. In the case of a shock sensor robot cleaner, it showed the possibility of a fire due to unintentional movement of the heating device or movement of its position in response to the impact of an obstacle. The Mamibot robot cleaner could move 60 cm up to about 800 g in weight, and heating devices below 800 g could move up to flammable material.

This experiment focuses on the possibility of ignition by reproducing and observing the process of fire caused by movement, not technical research on robot cleaner. In the future, it can be used as identification point as one of fire prevention data and fire occurrence factor.

\***keywords** : Shock bumper, Shock sensor, Electric heater(Ignition source)

## 1. 서 론

### 1.1 연구배경 및 필요성

2018년 12월 일본 도쿄에서 로봇청소기와 전기난로 접촉으로 추정되는 화재가 잇따라 발생하였다. 도쿄소방청의 조사에 따르면 화재 당시 방 안에 사람은 없었고, 로봇청소기가 운전하면서 근처의 전기난로를 50cm 정도 이동시킨 것으로 확인됐다고 한다. 이는 지금까지 없었던 화재 사례로 그동안 발생하고 있었다고 하더라도 화재조사 시 착안사항으로 고려되고 있지 않았기 때문에 화재원인에서 배제되어 왔을 것이다.

최근 5년간 화재 통계에 따르면 전열기구에 가연물 근접방치로 인한 화재는 강원도에서 총 330건이 발생하였지만 이중 로봇청소기의 동작의 개입에 의한 것으로 추정되는 화재는 한건도 없다. 뿐만 아니라 관계인의 증언에 따라 전열기구의 가동 여부, 사용 위치 등에 따라 전열기구가 원인에서 배제된 건도 있었을 것이다.

비록 총 화재 대비 높은 비중을 차지하지는 않을 것이나, 화재 조사 시 로봇청소기의 유무 및 종류, 전열기구 및 미소화원의 유무와 작동 상태, 가연물의 위치 등 화재 발생 전 상황으로는 전혀 추정할 수 없는 특이한 화재로 연구의 필요성이 있다고 판단되었다.



# 로봇 청소기가 스토브 눌러 화재 조심 도쿄 소방청

2019年2月8日 17時42分

シェア ツイート ブックマーク メール 印刷



[동영상] 로봇 청소기가 난로를 작동시킬수 있음이 실험에서 증명되었다. = 도쿄 소방청 제공

로봇 청소기가 전기 난로를 마음대로 눌러 이동 한 것이 원인인 화재가 이번 겨울, 도쿄 도내에서 2 건 확인됐다고 도쿄 소방청이 8일 발표했다. 2건 모두 부상자는 없었지만, 현장 조사 및 주민들의 증언과 실험에서도 로봇 청소기에 의한 화재가 증명되었다. 이에 식약청이 주의를 호소했다.

발표에 따르면, 지난해 12 월 맨션에서 전기 스토브 접촉으로 소파가 소실된 화재는 스토브가 소파에서 약 50 센티미터 떨어진 위치에 있었고, 거주자는 청소기가 작동하는 방과 떨어진 다른 방에서 있는 상태에서 청소기를 돌렸다고 한다.

이달 일어난 다른 아파트 화재도 책상 아래에 있던 전기 난로가 로봇 청소기에 밀려 옷장에 접촉하여 실내 약 20 평방 미터가 소실 됐다. 거주자는 로봇 청소기를 작동한 채로 외출하였다고 한다.

식약청의 실험 영상에서는 난로를 겨냥해 진행된 로봇 청소기가 난로를 눌러 이동시켜 소파에 접촉시키고 떠나는 모습을 확인할 수 있다. 난로 코드를 말려 들게 하면서 위치를 바꾼 사례도 있었다. 담당자는 "로봇 청소기를 사용할 때는 난로의 전원 코드를 분리하는 등 안전에 주의 해달라"고 당부했다.

위의 기사와 같이 일본 ‘조일신문’에 따르면 2018년 겨울 도쿄 도내에서 2건의 로봇청소기에 의한 화재가 확인되었다고 하며 맨션과 아파트에서 전기스토브와 책상 아래의 난로가 로봇청소기에 의해 이동하여 화재가 발생하였다고 한다. 국내에서의 로봇청소기의 동작에 의한 화재 발생 사례는 아직 찾아 볼 수 없지만 웹서핑 결과 사용자가 집을 비운 사이 로봇청소기가 전기스토브의 전원을 작동시켜 화재가 발생할 뻔 했다는 블로그의 내용을 찾아볼 수 있었다.



Fig3. Example of unintentional electric stove operation

## 2. 이론적 배경

### 2.1 로봇청소기의 종류

#### 2.1.1 기능에 따른 분류

로봇청소기는 기능에 따라 크게 흡입형 로봇청소기와 물걸레 로봇청소기로 나뉘고, 흡입형 로봇청소기는 가장 먼저 상용화된 형태로 현재까지도 가장 대중적으로 인식되고 있는 형태이다. 대체적으

로 브러쉬로 모아서 흡입하는 형식이며, 제한적으로 물걸레 기능을 탑재하여 혼합형으로 동작하는 경우도 있다. 일반적으로 인공지능이 매우 뛰어난 제품은 대부분 흡입형 로봇청소기로 다기능을 보유하여 걸레전용 로봇청소기에 비해 가격이 비싼 경우가 많다.

### 2.1.2 센서 방식에 따른 분류

로봇청소기에 장착된 센서의 종류에 따라 ‘단순동작형’, ‘중기능형’, ‘고기능형’으로 구분된다. ‘단순동작형’은 충돌감지 센서에 의존하여 청소를 수행하는 형태로 전방에 장착된 범퍼가 장애물과 충돌에 의해 압력을 받게 되면 센서가 작동하고 로봇청소기는 길을 찾을 때까지 돌게 된다. 길을 선택하는 방향은 범퍼가 접촉하는 위치에 따라 결정되는데, 예를 들어 범퍼의 왼쪽이 물체와 부딪히면 물체가 왼쪽에 있다고 판단해 오른쪽으로 회전하는 것이 일반적이다. ‘중기능형’은 초음파, 적외선, 범퍼 등 다양한 센서를 혼합 장착하여 장착한 센서를 통해 장애물을 감지하고 장애물에 대한 거리를 판별하여 충돌을 피해 청소가 가능하며 보통 자동 충전기능을 갖추고 있다. ‘고기능형’은 공간인식을 위한 센서와 카메라 등이 추가로 장착되어 있는 형태로 로봇이 자체 판단능력에 따라 주행 도중 자신의 위치를 정확하게 보정하는 것이 특징이다. 실내공간의 지도를 작성하여 청소 경로를 설정하는 네비게이션 방식을 사용하는 것이 일반적이다.

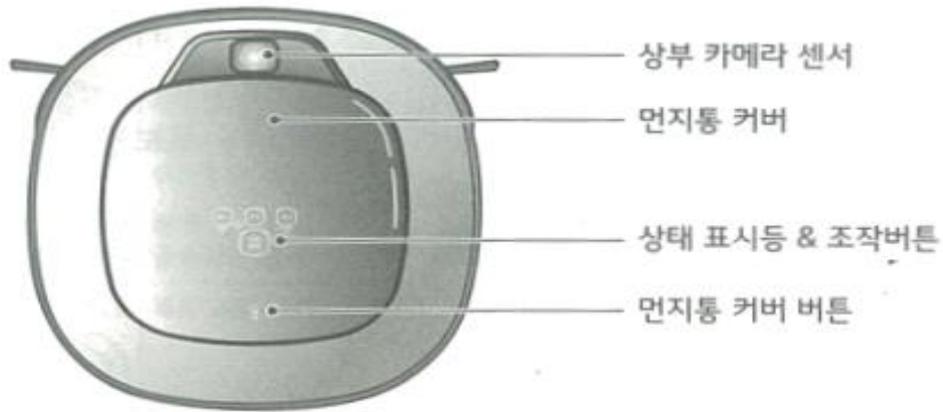
## 2.2 로봇청소기의 구조

로봇청소기의 구조는 작동 방식에 따라 다양하게 분류된다. 초창기 청소기 모델은 범퍼 동작에 의한 충격감지 센서만 장착한 모델이 주를 이루고 특히 저가형 모델이 대부분이다. 국내 기업 중 현재는 단종된 M사의 로봇청소기는 단순한 형태로 전방에 범퍼의 충격정도에 따라 장애물을 회피하는 방식이며 L사의 제품은 전방에 범퍼 충격방식을 배제하고 초음파 센서의 동작만으로 장애물을 회피하도록 설계되어 있다. 중국 기업 제품으로 널리 사용되고 있는 X사의 모델은 범퍼센서와 초음파센서를 혼합한 형태의 중기능형 제품이 최근 판매되고 있다.



Fig4. Robotcleaner composition

위에서 본 모습



앞에서 본 모습



뒤에서 본 모습



아래에서 본 모습

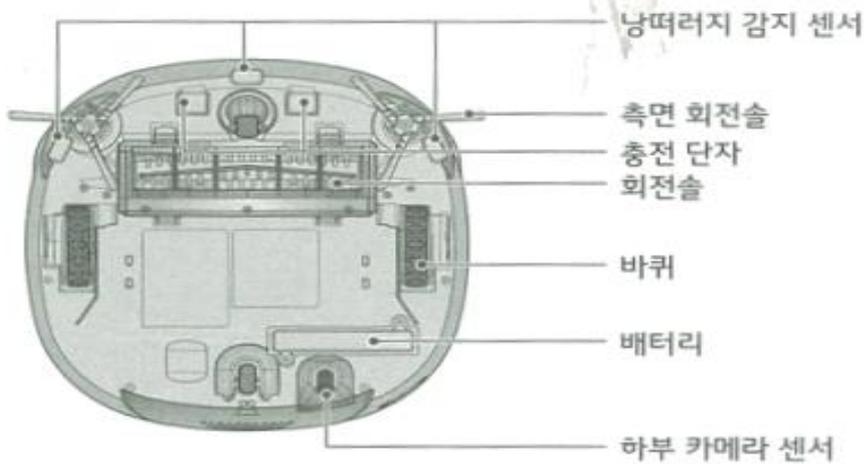


Fig5. Description of each part

## 2.3. 로봇청소기의 동작 원리

로봇청소기의 움직임을 결정하는 소프트웨어는 크게 ‘랜덤방식, 맵핑방식, 비전방식’으로 나누어볼 수 있다. 제일 먼저 사용된 것은 ‘랜덤방식’이다. 주행을 하다가 장애물을 만나면 정해진 각도로 방향을 회전하는 방식이다. 랜덤방식은 이미 청소된 곳을 다시 가는 등 비효율적이다. 이를 보완하기 위해 나온 것이 ‘맵핑방식’이다. 맵핑방식은 ‘ㄷ’자처럼 지그재그형으로 이동하며 이동한 영역의 정보를 기억하기 때문에 중복되는 청소영역을 줄이고 효율적으로 이동할 수 있다. 그러나 이 방식은 방안의 장애물 위치에 따라 특정 부분은 아예 청소가 되지 않을 수 있으며, 한 번에 깨끗이 청소되지 않았음에도 갔던 곳을 다시 가지 않는다는 문제가 생길 수 있다.

최근에는 맵핑방식에 카메라 센서를 추가한 ‘비전방식’을 많이 사용한다.

카메라 센서가 주변에 대한 사진을 찍어 집안 구조에 대한 정보를 기억하는 것이다.

주행 중 이전에 찍은 사진과 동일한 이미지가 나타나면 그 정보들을 기준으로 이동방향을 결정하는 것이다. 하지만 이 경우에도 장애물 위치가 이동되는 경우 다시 맵핑을 해야 하는 등 효율성이 떨어질 수 있다. ‘어느 방식이 가장 좋다’라고 말할 수 없기 때문에 로봇청소기 개발자들은 여러 방식을 섞어 다양한 집안 구조와 잦은 변화에도 구석구석 효율적으로 청소할 수 있도록 다양한 방법을 고민하고 발전시키고 있다.

## 2.4 로봇청소기의 동작에 의한 화재 발생 가능성

### 2.4.1 발화열원 이동에 의한 화재 발생

일본에서 발생한 화재사례로 발화열원인 전기스토브를 로봇청소기가 가연물 쪽으로 이동시켜 화재를 발생시키는 경우이다. 이와 같이 전열 기구를 로봇청소기가 이동시키는 경우는 로봇청소기의 전방이 전열기구의 몸체를 물리적인 힘으로 밀어 가연물까지 이동시키거나 로봇청소기의 바퀴에 전열기구의 전선이 걸린 채로 끌려 가연물까지 이동시킬 가능성을 생각해 볼 수 있다. 이 중 전자는 로봇청소기의 전방에 장착된 센서가 충돌을 감지하는 압력 센서일 경우 범퍼를 작동시키는 힘보다 로봇청소기가 전열 기구를 미는 힘이 약할 때 발생할 수 있을 것이며, 전방에서 장애물을 감지하는 센서가 초음파 센서일 경우 전열 기구에 닿기 전에 주행방향을 바꿔 로봇청소기가 몸체를 전진하는 힘에 의한 전열기구의 위치 이동은 발생하지 않을 것이다.

전열기구 외에 가정할 수 있는 발화열원으로는 실내의 냄새 탈취를 목적으로 설치해 놓은 촛불 등이 있을 수 있을 것이며 사용자의 부주의가 없는 경우 가능성이 희박하지만 본 실험에서는 촛불의 이동에 의한 발화 가능성도 재현해 보았다.

### 2.4.2 가연물 이동에 의한 화재 발생

로봇청소기의 가연물 이동에 의한 화재발생의 경우 발화열원이 반드시 전열기구일 필요는 없으며 화목난로 및 석유난로 등의 실내에 설치된 난방기구일 경우 로봇청소기의 힘으로 이동시킬 수 있는 가벼운 가연물이면 화재발생 가능성이 충분하다. 일반적인 가정 실내에서 이러한 환경 조건이 조성되는 것은 가능성이 높지 않지만 빈 종이박스나 가벼운 쓰레기통 등이 실내에 위치할 경우 이동 가능성이 있을 수 있다.

### 2.4.3 전열기구 전원 스위치 작동에 의한 화재 발생

전열기구의 외형과 로봇청소기의 외형특성에 기인한 조건으로 전열기구 중 특히 책상 아래서 주로 사용되는 ‘발난로’등의 전열기구 중 본체 하부에 전원 스위치가 위치한 경우 로봇청소기의 외형 높이가 발난로의 전원스위치 위치와 일치하여 로봇청소기 동작 도중 난로의 스위치를 임의로 작동시켜 책상아래의 의자 또는 주변 가연물에 착화되어 화재가 발생할 개연성이 있다.

## 3. 재현실험 및 결과 고찰

### 3.1 실험 개요

앞서 기술한 일본에서의 화재발생 사례처럼 구획된 실내에서 로봇청소기의 동작으로 실내에 위치하고 있는 전열기구 및 가연물 등의 위치 이동에 어떠한 영향을 끼치는지 중점적으로 관찰하였으며 제조사별 로봇청소기를 동작시켜 힘과 동작센서가 상이한 청소기 별로 어떠한 동작을 나타내는지 발화열원의 종류별로 이동시켜 화재를 발생시킬 가능성이 있는지에 대해 살펴보고 사용자가 주의해야 할 점과 화재조사관이 화재현장에서 착안해야될 사항에 대해 고찰해 보았다.

#### 3.1.1 실험 내용

로봇청소기의 작동에 의한 화재발생위험성 연구를 위하여 가정집의 거실의 환경과 유사한 재현실험세트를 제작하였으며, 세트 내부에 전열기구, 전사캔들, 커튼, 빨래건조대, 좌식티테이블 및 종이박스 등 일반 가정집의 실내와 유사한 집기등을 배치하고 각기 다른 3종의 로봇청소기 모델을 동작시켰을 때 전원이 켜져있는 전기난로 또는 점화되어 있는 전사캔들이 로봇청소기에 의해 가연물 근처로 위치가 이동할 개연성이 있는가에 대한 관찰과 로봇청소기에 의해 가연물 근처로 전기난로와 전사캔들이 이동 되었을 때 화재가 발생할 가능성이 있는지의 여부를 실험하였으며, 로봇청소기와 충격으로 인하여 전원선이 꽂혀있는 상태에서 전원이 off상태인 전기난로의 on/off 스위치를 변환시킬 수 있는지 여부 및 off 상태의 전기난로의 전원을 on으로 전환하여 전기난로를 켜 후에 가연물근처로 이동시켜 화재를 발생시킬 수 있는지에 대한 실험을 실시하였다.

### 3.2 실험 기구 및 재료



Fig.6 Reenactment experiment set

실험 장소는 횡성소방서 3층 옥상이며, 25m×25m 크기의 방을 구성하여 바닥은 비닐장판을 설치하였다. 방 내부에는 빨래건조대, 테이블, 커튼 등으로 가연물을 배치하였고, 중앙에 전기 스토브 및 파티용 초를 발화열원으로 가정하여 로봇청소기를 작동시켜 발화열원의 이동 및 가연물의 이동 등을 관찰하였다.

실험 온도 : 36.1℃

상대 습도 : 20%



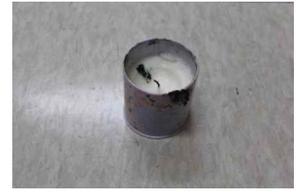
Product : electric stove1  
height : 74cm  
weight : 2400g



Product : electric stove2  
height : 33cm  
weight : 634g



Product : electric stove3  
height : 36cm  
weight : 898g



Product : Candle  
height : 5.7cm  
weight : 87g

Fig.7 Ignition source



Electronic scale



Spring scale

Fig.8 Measuring device



Product name : momibot  
Manufacturer : M Co.



Product name : roboking  
Manufacturer: L Co.



Product name : xiaowa  
Manufacturer : X Co.

Fig.9 Robot cleaner

실험 세트 내부에 설치할 발화열원으로는 전기스토브 3종 과 전사캔들 1종을 사용하였으며, 전기스토브는 각각 높이 74cm, 33cm, 36cm, 무게 2,400g, 634g, 898g 이며 전사캔들은 높이 5.7cm, 무게 87g이다.

측정장비로는 무게를 측정하기 위한 전자저울, 로봇청소기 범퍼의 충격센서의 미는 힘을 측정하기 위한 용수철저울(미는 힘 측정 가능)을 사용하였다.

로봇청소기는 국내 모델인 M사의 마미봇, L사의 로보킹 제품을 사용하였고, 해외 모델인 X사의 샤오와(xiaowa)을 사용하였다. 마미봇은 현재 단종된 모델이며, 전방의 장애물을 감지하는 센서는 범퍼를 미는 힘을 감지하는 충격센서만 장착되어 있으며, 로보킹은 범퍼가 장착되어 있지 않아 충격에 의한 장애물 감지 기능은 없고 초음파 센서에 의해 장애물에 닿기전에 진행 방향을 전환하는 모델

이다. X사의 샤오와(xiaowa)도 마미봇과 마찬가지로 전방 범퍼가 장착되어 있어 충격센서로 장애물을 회피하는 동작을 한다.

### 3.3 실험 결과

#### 3.3.1 가연물 및 로봇청소기 미는 힘 측정

Ignition source	electric stove1	electric stove2	electric stove3	candle
Force	-	4.3N	4.5N	0.4N

Table 1. Resistance

robot cleaner	Momibot	Roboking	Xiaowa
Force	8N	-	4.1N

Table 2. Force sensed by shock sensor

미는 힘을 측정할 수 있는 용수철저울을 이용하여 장관위의 발화열원 4가지를 각각 밀어 이동하기 시작할때의 힘을 측정하였다. 전기스토브 1은 최대 10N이 측정 가능한 용수철 저울의 측정 범위를 초과하여 측정이 불가하였고, 전기스토브 2, 전기스토브 3의 이동이 시작할때의 힘은 각각 4.3N, 4.5N로 측정되었으며 전사캔들은 0.4N의 힘으로도 움직이기 시작하였다.

로봇청소기 또한 전방 범퍼에 용수철 저울을 위치하여 범퍼가 용수철 저울의 끝에 닿은 후 좌, 우로 회피하기 시작하는 지점에서의 힘을 측정하였다. 그 결과 마미봇과 샤오와(xiaowa)는 각각 8N, 4.1N까지 용수철 저울을 밀어낸 후 회피 동작을, 로보킹은 초음파센서가 장착되어 있어 용수철 저울에 닿기전에 회피동작을 시행하였다.

동일 장소의 동일 조건으로 각각의 힘을 측정한 바 비교적 고중량인 전기스토브 1은 충격센서형의 로봇청소기가 작동 중 닿게 되더라도 직접 가연물쪽으로 이동시킬 수 없을 것으로 판단되며 전기스토브 2, 전기스토브 3 정도의 가벼운 발화열원은 측정 오차를 고려하였을 때 마미봇 및 샤오와(xiaowa) 로봇청소기는 이동이 가능할 것으로 판단된다. 또한 실험에 사용된 전사캔들 정도의 가벼운 양초 등은 크기와 형태에 따라 로봇청소기에 의해 수월하게 이동 하거나 넘어질 수 있을것으로 예상된다.

#### 3.3.2 전열기구 스위치 작동 실험



ON/OFF스위치가 하부에 위치한 전기스토브가 방에 설치되어 있을때를 가정하여 로봇청소기를 동작시켜 전원스위치를 작동하도록 재현해 보았다. 전기스토브의 ON스위치의 바닥으로부터 5cm 상부에 위치되어 있으며, 로봇청소기 범퍼가 물체에 닿는고무부위의 높이는 4.4~5.4cm로 정확하게 전기스토브 ON스위치를 누를수 있게 되어 있다.

Fig.10 Experiment of unintentional electric stove operation



Fig.11 Sequence of unintentional electric stove operation

### 3.3.3 발화열원 이동 실험

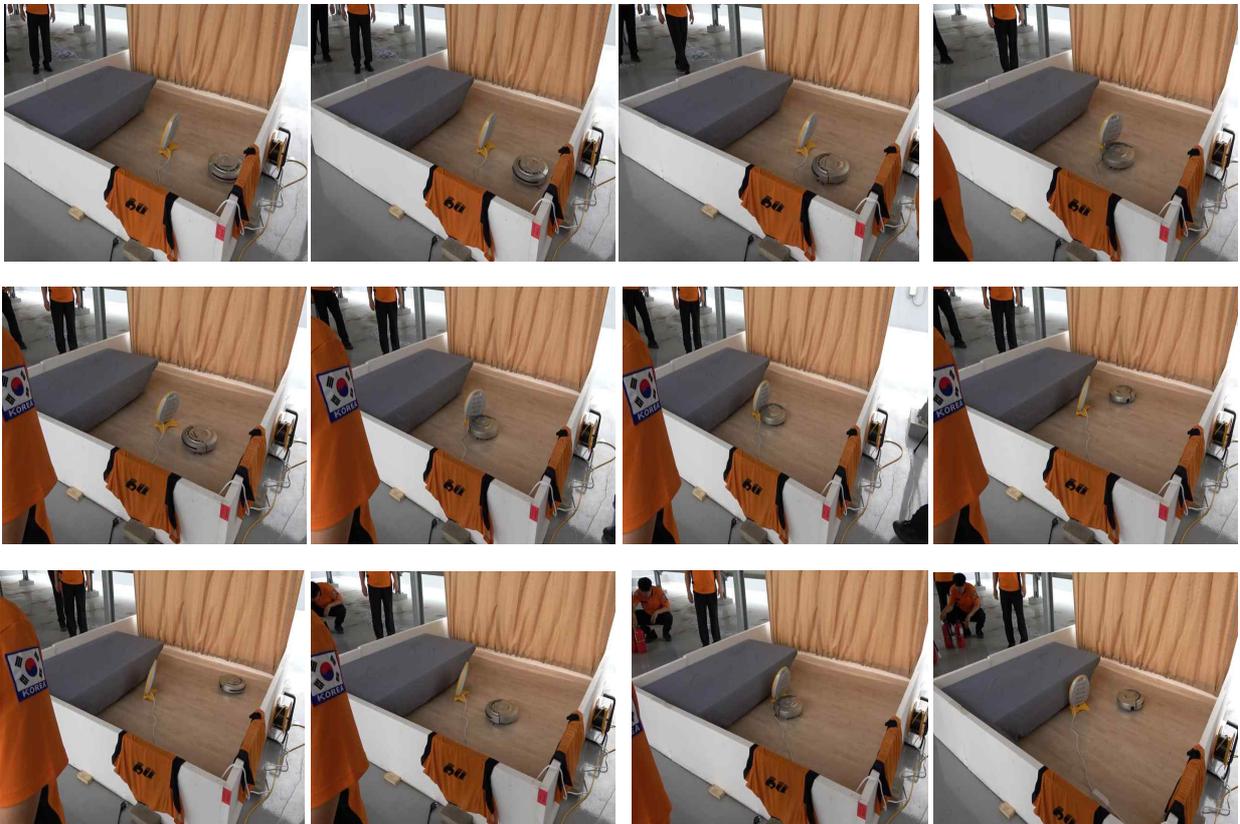


Fig.12 Sequence of unintentional electric stove movement(Momibot)

세트 내부에 테이블과 테이블보를 설치하고 60cm가량 떨어진 위치에 전기스토브 2를 켜놓은 후 마미봇 로봇청소기를 동작시킨 후 움직임을 관찰하였다. 그 결과 로봇청소기는 작동 후 최초 위치에서 시계방향으로 원을 그리며 움직이기 시작하여 전기스토브와 닿았을 때 로봇청소기의 범퍼가 동작하지 않은 채로 전기스토브를 밀었다. 로봇청소기는 시계방향으로 원 운동의 움직임이 커지며 전기히터를 밀어내어 직선으로 이동시켰다.

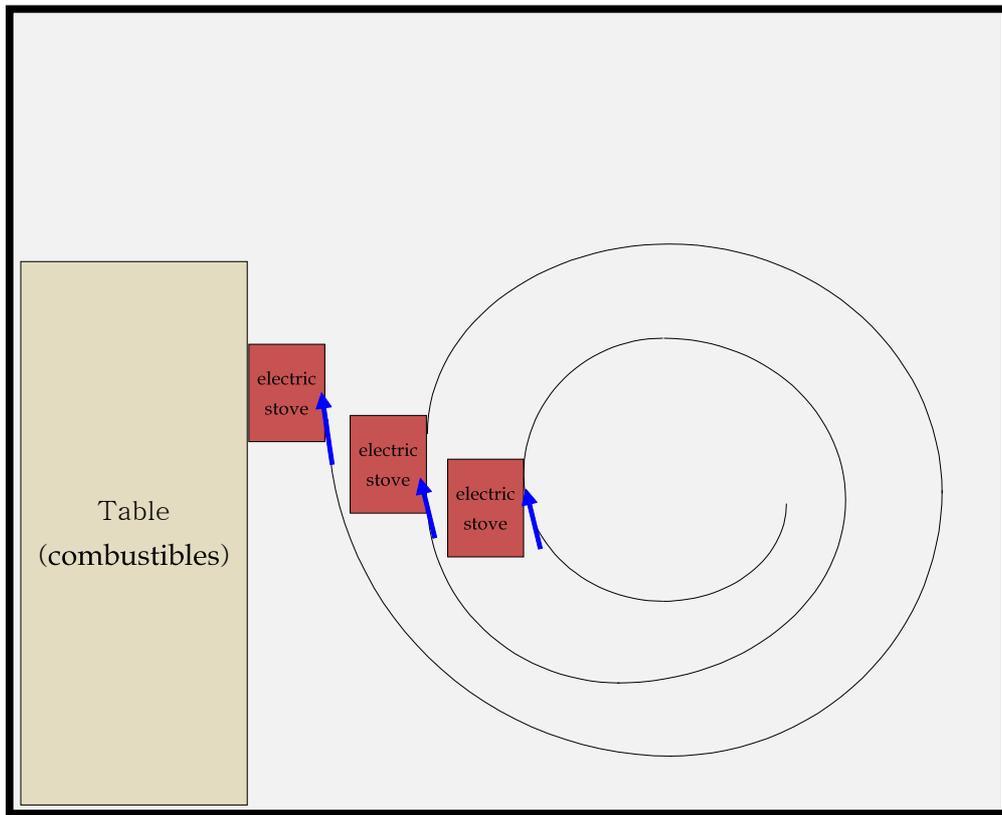


Fig.13 Route of Robotcleaner



Fig.14 Fire occurrence

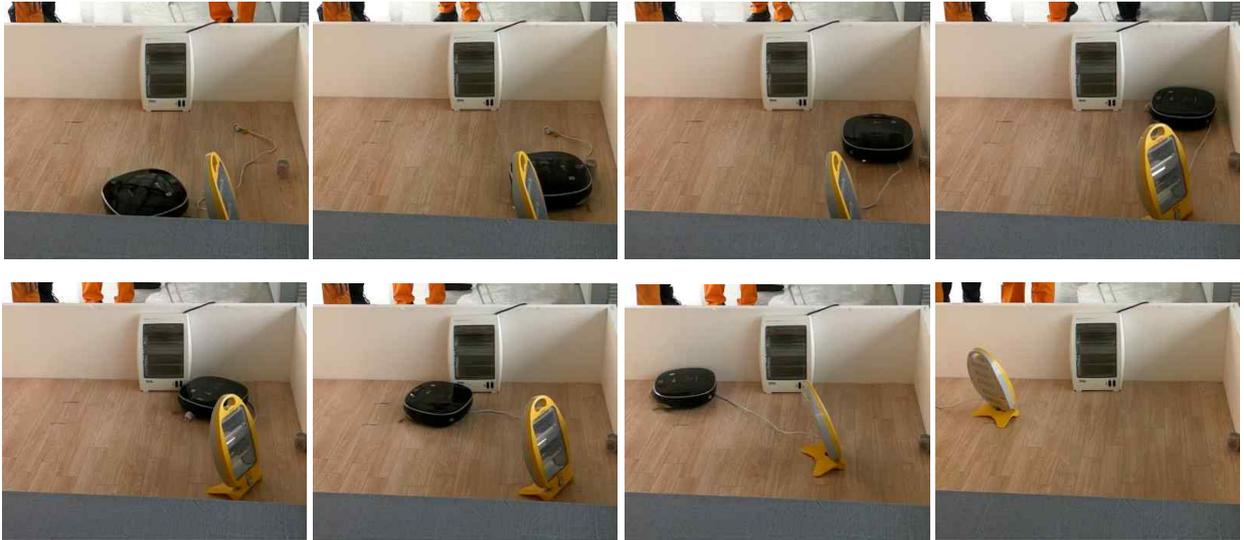


Fig.15 Sequence of unintentional electric stove movement(Roboking)

세트 내부에 전기스토브를 임의의 장소에 위치한 후 초음파센서만 장착된 L사의 로보킹을 작동시켜 보았다. 스토브의 전원선이 콘센트에 꽂혀있지않아 발열 중은 아니었지만 전원선의 플러그에 청소기의 바퀴가 걸려 전기스토브를 1m가량 이동 시켰다. 이는 로봇청소기의 전방 범퍼가 없는, 초음파센서에 의해 장애물을 감지하는 제품이더라도 조건만 갖추어 진다면 초음파센서의 감지 범위 밖에 있는 장애물에 닿은채로 위치를 이동시킬 수 있는 가능성을 보여주었다.

### 3.3.4 가연물 이동 실험



Fig.16 Sequence of unintentional combustibles movement(Xiaowa)

세트 내부에 전기스토브를 임의의 장소에 위치한 후 충격센서와 초음파센서가 장착된 X사의 샤오와를 작동시켜 보았다. 전열기 인근에 빈 박스를 놓은 다음 샤오와 로봇 청소기를 작동 시켰다. 샤오와는 전면에 센서가 있기 때문에 박스를 인식했을때는 박스를 피해 이동하였지만 박스의 모서리 부근을 정면으로 했을 때 박스를 인식하지 못하고 박스를 밀어서 이동시키는 현상이 나타났다. 이는 센서가 있는 로봇 청소기도 일정 조건하에서는 장애물을 인지하지 못하고 이동시킬 수 있는 가능성을 보여주었다.

## 4. 결 론

본 실험을 통해 로봇청소기를 사용하는 가정에서 발화열원과 가연물 사이에 조건만 갖추어진다면 사용자가 의도치 않은 로봇청소기의 동작에 의해 화재가 발생할 수 있다는 것을 확인할 수 있었다. 과거에는 로봇청소기를 사용하는 가정이 많지 않고 넓은 공간에서 주로 사용하는 고가의 제품이었으나, 최근에는 중저가의 보급형 로봇청소기가 많이 보급됨에 따라 원룸 또는 투룸등의 작은 공간에서 사용하는 1인 가정이 늘고 스마트폰으로 연동하여 외출 중에도 원격으로 작동할 수 있는 제품이 출시됨에 따라 사용자가 방안에 화재가 발생할 수 있는 상황을 인지하지 못한 채 로봇청소기를 작동시켜 화재사고를 일으킬 수 있는 상황을 배제할 수 없을 것이다.

### 4.1 화재 조사 착안사항

일본 도쿄에서 2건의 로봇청소기 화재가 발생하였다고는 하나, 화재조사관이 로봇청소기에 의한 발화가능성을 고려하지 않고 조사를 시작한다면 화재원인을 추정하기 쉽지않은 사례로 볼 수 있다. 비슷한 예로 반려동물의 행동에 의해 발생하는 화재가 있다. 사용자의 진술만으로 전열기구의 작동여부, 작동위치, 가연물의 위치 등을 식별하였을 때 실제현장과 상이하다면, 또한 로봇청소기 등의 사용자 부재 시 의도와는 무관하게 사물을 이동시킬 수 있는 무언가가 있다면 화재조사관은 그것을 놓치지 말아야 할 것이다.

본 실험을 통해 얻게된 화재조사 현장에서 착안해야 할 사항으로는 화재가 발생한 장소에서의 로봇청소기 사용 유무와 로봇청소기의 종류, 전열기구의 종류와 무게, 스위치의 위치, ON/OFF 여부 등으로 사용자가 알고 있던 상황 외에 다른 영향을 미칠 수 있었는지의 확인이 필요하다.

### 4.2 화재예방 대책

로봇청소기 또는 반려동물 등 사용자의 부주의 또는 제품의 하자 등 개별적인 요인은 문제가 없으나 상호 작용에 의해 화재가 발생하는 경우는 사용자가 화재발생 가능성을 아는 것이 최선의 예방책이다. 미디어에 지속적인 노출과 홍보를 통해 예방할 수 밖에 없을 것이다.

## 참 고 문 헌

1. LG 로봇청소기 사용설명서
2. 朝日新聞, “로봇청소기가 스토브눌러 화재 주의 도쿄소방청”, 2019.02.08,  
<https://www.asahi.com/articles/ASM284PQZM28UTIL01C.html>
3. 네이버블로그, “샤오미 로봇청소기의 위험성”, 2018.10.18,  
<https://blog.naver.com/leno79/221380466500>