

An active system for unnecessary noise reduction in kitchen range hoods

Eunhee Kim*, Jaechun Jang**, Lim Changmok***

Abstract

We have surrounded undesired living noises in our life. One of biggest noises coming out of range hood during cooking in the kitchen. A range hood is one of the most important appliances in the kitchen because it ventilates polluted air out during cooking, and maintains air quality in the kitchen. But current kitchen range hoods bring up some issues; First, the range hoods consume massive amount of standby power not in use condition. Second, current models have designed manual fan operating system with sudden onset of noise with starting. In this paper, we propose an auto control system entire processes from air ventilation to noise reduction. Our system is consist of three parts (Eco-sensors pack, Main Controller and Active Noise Controller); Eco-sensors pack detects air pollution of kitchen areas and sends the detection values to Main Controller. Main Controller determines operation of range hood by detected values. Active Noise Controller is located inside of the range hood. It received starting signals from Main Controller which elicits degrees of polluted air condition and fan operating speed from 1 to 3. Once Active Noise Controller detected the signals, it runs a ventilating fan until new value from Main Controller becomes 0. while the range hood works, A noise cancellation algorithm inside of Active Noise Controller become activated to reduce levels of noise.

As a result, the proposed system clearly shows reduction in power consumption include standby power and decreases in levels of noise.

▶ Keyword : IAQ, Active Noise Control, Standby power saving, Power saving, range hood

1. Introduction

우리는 일상 주변으로부터 많은 유해물질에 노출되어 있고, 실외뿐만 아니라 실내에서도 보이지 않는 유해물질들에 노출되어 있다. 최근에는 유해물질을 제거하기 위한 다양한 기법과 장비들이 많이 연구 및 개발되고 있는 추세이다. 우리 몸이 유해물질에 장시간 노출되었을 때 얼마나 심각한 증세를 미치는지에 대한 연구와 발표들도 많이 있다. 정부에서도 실외와 실내를 구분하고, 다중시설과 주택에 대한 유해물질 기준치를 정하여 그 기준에 따라 시설물 신축을 하도록 권고하고 있다. 하지만 새로 신축되는 건물들은 이러한 규정들이 적용되어 지어지고 있지만, 기존에 건축된 많은 건물들은 이러한 규정에 맞출 수가

없으며, 이미 사용된 자재에서조차도 과거에는 사용이 가능하였으나 현재 이 기준에 따르면 사용이 불가한 제품들이 많이 있다. 이들 기자재를 현재의 유해물질 기준에 맞추기에는 학교와 주택을 비롯해 엄청난 교체 비용이 소요되어 대부분은 노후되어 교체될 시점에 조금씩 교체하고 있는 실정이다. 그래서 기존 구조물의 교체를 대신한 환풍기, 공기청정기 등과 같은 유해물질 제거용 장비들을 이용하여 실내 공기를 환기시키고 있다.

최근에는 이들 장비 중 대표적인 공기청정기가 스마트하게 실내 공기를 환기시킨다고 한다. 하지만 공기청정기에서 먼지 흡입, 공기 환기 등을 하는 공간은 오로지 공기청정기가 설치된 반경 이내의 지역에 국한되어 있다. 또한 공기청정기는 실내 공기 정화만 수행할 뿐 작동은 수동적으로 사용자에 의해 제어되

• First Author : Eunhee Kim, Corresponding Author: Eunhee Kim
*Eunhee kim(jenny0117@nate.com), Dept of Military Science, Gangneung Yeongdong College
**Jaechun Jang(jcjang@gyc.ac.kr), Dept of Military Science, Gangneung Yeongdong College
***Lim changmok(cmlim@ireis.co.kr), CEO of IREIS
• Received: 2016. 01. 22, Revised: 2016. 02. 11, Accepted: 2016. 02. 22.

고, 소비 전력 및 대기전력을 고려하여 대부분의 사용자들은 쾌적한 실내 공기를 위해 하루 종일 공기청정기를 틀어놓을 수는 없는 실정이다. 실내를 대표하는 주택의 경우 사람들이 많이 생활하는 거실이나 방은 먼지, 가구들로부터 나오는 화학물질들이 대부분이기 때문에 필요시 창문을 이용한 환기만 적절히 시켜도 쾌적한 실내 공기를 유지할 수 있다. 하지만 주방은 이들 공간보다 더 심각한 유해물질들로 노출된 장소이다. 우리가 요리를 할 때 발생하는 연기 및 냄새 등은 인체에 직접적인 영향을 줄 정도로 위험하며, 그 때마다 사람들은 주방의 레인지 후드를 작동시킨다. 이때 작동되는 레인지 후드는 사용자가 직접 팬의 바람의 세기를 선택하게 되고 이때 발생하는 소음은 2차 생활 피해로 이어진다. 따라서 주방에서 발생하는 유해물질의 탐지부터 제거, 그리고 제거 시 발생하는 소음의 감소까지 능동적으로 수행할 수 있는 시스템이 필요하다.

우리는 이 논문에서 주방의 쾌적한 상태를 유지하는데 가장 많이 사용되고 있는 주방 레인지 후드의 능동 시스템을 제안한다. 제안한 시스템은 크게 3부분(Eco-Sensors Pack, Main Controller 및 Active Noise Controller)으로 구성되어 있다. 첫째, 주방에서 발생하는 특유의 유해물질을 탐지하는 Eco-Sensors Pack, 둘째, Eco-Sensors Pack에서 탐지된 결과에 따라 레인지 후드의 작동 여부 결정 및 전력관리를 담당하는 Main Controller, 그리고 마지막으로 Main Controller로부터 레인지 후드의 작동 여부에 대한 정보가 넘어오면 레인지 후드의 버튼을 선택하여 후드 팬의 바람의 세기를 선택하고, 선택된 세기에 따라 소음의 감소정도 결정하여 수행하는 Active Noise Controller 로 이렇게 구성되어 있다. 우리는 제안한 시스템을 통해 주방에서 많이 사용되는 레인지 후드의 소비전력 및 대기전력을 줄이고, 아울러 레인지 후드의 작동 및 소음감소를 동시에 실행시킴으로써 쾌적한 실내 공기를 유지할 수 있도록 구성하였다.

이 논문의 구성은 2장에서 관련연구에 대해서 기술하고, 3장에서는 제안한 시스템에 대해서 상세히 설명한다. 4장에서는 제안한 시스템에 대해서 평가하고, 마지막으로 5장에서 결론과 향후 연구로 끝을 맺는다.

II. Related work

우리는 이 장에서 실내 공기질 개선을 위해 사용된 기법들과 소음 감소를 위한 대표적인 기법에 대해서 소개한다.

실내 공기질 및 환경 질을 개선하기 위해서는 공기 중에 떠다니는 미립자와 초미립자를 감소하는 기술, 저전력 소비 여과 기술, 고성능 휴대용 공기 청정기, 공기 중 발생하는 바이오에어로졸 제거 기술[1,2] 필터나 환기 시스템 표면에 부착된 미생물의 농도 감소 기술[3], Co₂, 유해가스 및 악취 환기 기술[4,5]들이 요구된다. 이런 기술들이 접목된 대표적인 제품들로

는 HEPA 필터 휴대용 공기 청정기, 중성능 필터를 이용한 HVAC 또는 공기조화기, 정전집진기를 이용한 공기조화기, 항균 필터, UV 살균 발광기, 오존 멸균기, 항균 이온 생성기, 흡착 필터(활성탄 또는 비석 흡착제), 열 촉매 시스템 및 광촉매 시스템 등이 제품화되어 되어 있다. 하지만 이들 제품의 문제점은 실내 공간 면적을 고려한 휴대용 공기 청정기의 효율성, 유지비용, 필터 교환 비용, 운용 에너지 비용, 실내 공간 면적을 고려한 이온 생성 기술의 항균 효과에 대한 의혹 및 항균 필터의 효율성, 탈취 필터의 짧은 생명력, 광촉매 시스템의 저 효율성, 열 촉매 시스템의 높은 에너지 소비율과 안정성 등이 문제로 나타나고 있다.

불필요한 소음을 감소시키는 연구들은 자동차나 이어폰과 같이 우리 생활과 밀접한 분야에서 많이 진행되고 있다. 능동형 소음 제어 기술[6]은 Digital Signal Process 시스템의 발달로 인해 작은 크기와 적은 비용으로도 저주파 소음을 효과적으로 감소시킬 수 있었다. 이 기술에서는 오류 신호를 최소화하기 위한 계수 조정을 필요로 하기 때문에 일반적으로 적응형 필터를 사용한다. 가장 많이 사용되는 적응형 필터로는 최소자승법(Least Mean Square, LMS)알고리즘이 사용된 Transversal Filter이며, 이 밖에도 LMS에 비해 속도가 빠르고 정상 상태 오차가 작다는 장점을 가지고 있는 Recursive Least Squares(RLS)알고리즘을 사용하기도 한다. 능동 소음 제어 기술[7]은 Feedforward ANC, Feedback ANC, Hybrid ANC system, Multi-channel ANC 및 기타 ANC기법으로 구분된다. 이들 기법 중 Feedforward ANC 기법은 단일 센서와 단일 소음원, 단일 오차 센서를 가진 시스템에 적합하다.

위에서 언급한 기법들이 적용된 장비들은 실내 공기 환기 시 필요한 소비전력과 대기전력 비용, 이들 장비의 크기 및 구매 비용 등이 문제가 된다. 그리고 장비 사용 시 발생하는 불가피한 소음에 대한 문제 등에 대해서 제어 할 수 있는 시스템이 필요하다.

이 논문에서 우리는 모든 주택에 구비되어 있는 주방 레인지 후드와 같은 형태의 환기장치에 적용할 수 있는 소형 크기의 저 전력, 저소음을 유지하며 능동적으로 제어할 수 있는 시스템을 제안한다.

III. Proposed Our System

제안한 시스템은 주방에 설치된 레인지 후드 주변의 유해물질을 측정하여 그 결과에 따라 레인지 후드를 작동시키고, 이로 인해 발생하는 레인지 후드의 소음을 감소하기 위한 것이다. 아래 Fig 1은 제안한 시스템의 프레임워크를 묘사한 것이다.

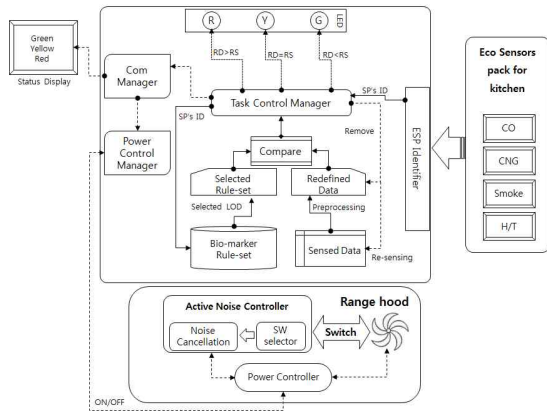


Fig. 1. Framework of the proposed system

Fig 1.에서처럼 이 시스템은 크게 유해물질 탐지를 담당하는 Eco-Sensors Pack, 전체적인 시스템을 관리하고 제어하는 Main Controller, 레인지 후드의 소음 감소를 담당하는 Active Noise Controller 세 부분으로 구성 되어 있다. 각 구성요소의 주요 기능은 다음과 같다.

첫째, Eco-Sensors Pack 모듈[8]은 Co, Smoke, CNG 와 같이 주방에서 발생하는 유해물질 탐지용 센서들을 하나로 통합하여 설계하였다. 통합된 탐지용 센서들로부터 수집되는 유해물질의 측정 기준치는 실내공기질 권고기준[출처: 다중이용 시설 실내공기질관리법 시행규칙, Dec. 2011.]을 토대로 제안 시스템의 용도에 맞게 수정 하였다. 이 모듈은 소형 크기로 외장형으로 구현되었기 때문에 주방의 원하는 곳에 비치해 두면 Main Controller 와는 무선 통신을 통하여 탐지된 결과를 전송 하게 된다. 이 모듈에 탑재된 탐지용 센서의 종류는 설치 장소에 따라 변경이 가능하도록 구현하였다.

둘째, Main Controller 모듈은 전체 시스템을 관리하는 역할을 담당하며 다음의 컴포넌트들로 구성되어 있다.

- Task Control Manager는 각 모듈의 작업 명령을 할당하는 역할을 담당한다.
- A. Data preprocessor : 이 모듈에서는 수집된 데이터의 전처리 과정으로서 수집된 센서 데이터의 정확도를 높이기 위해 센싱 주기 동안 수집된 데이터 중 중복된 데이터 및 오류 데이터 등을 제거하여 정상적인 데이터만을 추출하는 일을 담당한다.
- B. Initial Config Set module : 탐지 공간의 환경에 대한 초기 값을 결정하는 일을 담당한다. 모든 주거환경에서 발생하는 유해물질들은 집의 건축년도, 시공재료, 집의 위치(도시, 시골), 거주자의 연령 및 생활 패턴 등 여러 가지 요소에 영향을 받기 때문에 우리는 이 모듈을 통해서 거주 환경 맞춤형 초기 값 결정을 하도록 하였다.
- C. Warning Level Decision module : 탐지된 유해물질의 농도를 (1. 안전:green, 2. 주의:yellow, 3. 위험:red)에 따라 3단계로 결정하는 일을 담당한다.
- D. Dynamic Sensing period controller : 센싱 주기를 탐지

환경의 상황에 따라 동적으로 조절해 가면서 주변 환경의 공기질을 관리하기 위한 역할을 담당한다.

- Com Manager : 이 모듈에서는 ITU-T에서 통신용도가 아닌 산업, 과학, 의료 분야를 위해 예약이나 사전 허가 없이도 사용이 가능하도록 제공하는 공용 주파수 대역인 ISM(Industrial Science Medical) band를 이용하여 무선으로 각 모듈간의 통신을 제어할 수 있도록 개발 하였다. 이 기법은 환경적인 측면에서는 공용 주파수 허용대역으로 사용료가 없고, 제도권에 사전 신고를 하지 않고 사용이 가능하기 때문에 자유롭게 신기술 개발 대역에 활용이 용이한 특징이 있으며, 2.4GHz 대역을 이용하여 무선제어를 수행하고 있다. Com Manager는 Main Controller의 MCU(Micro Control Unit) 와RF (Radio Frequency) 컴포넌트로 구성되어있다. Main Controller에서는 RF 컴포넌트를 제어하기 위한 프로세서로서 현재 전원의 상태 정보를 기억하여 특정 값을 입력 받아 특정 장치의 제어를 통해 전원의 입력과 출력을 제어한다. 그리고 RF 컴포넌트에서는 무선 주파수 방식을 지원하는 RF chip을 이용하였다.

- Power Control Manager : 이 모듈은 무선 통신 프로토콜을 기반으로 기존 레인지 후드와 Main Controller의 전원장치를 자동으로 제어함으로써 소비 전력 감소 및 대기 전력 최소화하는 것을 목적으로 한다. 이 모듈에서는 전원 콘센트를 탑재한 Power부와 고전압과 저전압 사이의 전원을 조절하여 무선으로 신호를 보내는 Connector 부분으로 나뉘어져 있다. Connector부분은 Main Controller에 설치가 되어 있으며 Com Manager로부터 전달된 신호를 Power Control Manager의 Power부로 전달하여 실제 Power부의 전원을 ON/OFF 하도록 되어 있다. 레인지 후드의 전원은 Power Control Manager의 Power부와 연결되어 레인지 후드의 작동은 Power Control Manager에 의해서 정상시에는 전원이 OFF 상태를 유지하다가 작동이 필요할 경우 Connector로부터 전달된 신호에 의해 레인지 후드로 전원이 공급되어 작동되며, 환기가 끝나면 자동으로 전원을 OFF시킴으로서 대기전력을 최소화하게 된다. 기존 레인지 후드는 항상 전원이 연결 상태이기 때문에 불필요한 전력 소모가 계속 되었으나 제안한 방식에서는 필요한 만큼만 전력을 소모하기 때문에 에너지 절약에도 많은 도움을 주게 된다.

마지막으로, Active Noise Controller 모듈은 레인지 후드 내에 부착할 수 있도록 소형으로 구현하였다. 그리고 이때 발생하는 소음은 Noise cancellation 에 의해 팬 스위치에 따라 소음 감소정도를 결정하여 소음을 감소시킨다. 우리는 기존 환기 팬의 소음정도에서 -5[dB] 정도 감소시키도록 구현하였다. 완벽하게 0[dB]로 감소시키는 것은 거의 불가능하고, -5 [dB]정도 감소되어도 사람이 느끼기에 많이 감소되었음을 느끼는 정도의 수치이기 때문이다. 아울러 우리 시스템은 지속적인 탐지

를 수행하고 있기 때문에 유해물질 탐지 결과 값이 1로 변환되면 환기팬의 작동 역시 멈추게 되며 레인지 후드의 전원 또한 OFF 상태로 변환된다. 제안한 시스템에 의해 능동적으로 필요한 만큼 레인지 후드의 ON/OFF가 작동되므로, 사용자는 요리 중 레인지 후드의 작동이 필요할 때 수동으로 ON/OFF를 하지 않아도 된다. 이 모듈은 두 개의 컴포넌트를 가지고 있으며, 기능은 다음과 같다.

- Fan Switch Selector : Main Controller로부터 전달받은 유해물질의 값(1~3)에 따라 레인지 후드의 팬 스위치 1(약) ~ 3(강)를 선택하여 팬을 작동시킨다.
- Noise Cancellation : 우리는 LMS 알고리즘을 기반으로 한 Feedforward ANC 기법을 적용하여 우리 시스템에 맞도록 설계 하였다. 이 기법은 불필요한 소음 신호가 스피커로 전달되기 전에 먼저 획득하여 처리하는 방식이기 때문이다. 우리는 소음 감소 정도를 결정하기 위해 한 개의 speaker와 reference microphone, error microphone 두 개를 사용하여 소음 감소정도를 구하였다. 먼저, reference microphone과 error microphone 사이의 전달 함수 값을 구하였다. 이 사이의 정확한 값을 구하기 위해 6~7초 동안 발생하는 값들을 비교하였다. 그리고 speaker 입력 값과 error microphone 사이의 전달 함수 값을 구하고, 마지막으로 speaker 와 reference microphone 사이의 값도 구하였다. 이렇게 구해진 값을 통하여 우리는 약간의 보정 작업을 진행하여 소음 감소 정도 값을 산출하고, 이를 Noise Cancellation 모듈에 다운로드하여 실시간 소음 감소를 수행하도록 하였다. reference microphone의 위치는 소음이 발생하는 가장 근접한 위치에 배치토록 하였고, 소음 감소가 적용된 speaker 는 reference microphone과 최소 12cm 이상의 거리에 배치하였다. 그 이유는 reference microphone 와 speaker 사이의 소음 전달 시간을 고려한 최소의 거리 때문이다. error microphone의 위치는 speaker와 특정 거리를 유지할 정도는 아니었으나 소리의 확산성을 고려해 볼 때 speaker에 가깝게 배치했을 때 소음 감소에 좋은 결과를 얻을 수 있었다.

IV. Evaluation

우리는 주방 레인지 후드의 소음 감소기능을 적용하기 위해 레인지 후드 내부에 speaker 와 microphone을 설치하기 위해 실험용 레인지 후드를 제작하였다. 제작된 레인지 후드의 내부 는 10T 두께의 불에 타지 않는 난연 재질의 흡음재 처리를 하였다. 그 이유는 흡음재는 소리의 반사 및 굴절을 최소화 하여 소음을 일정하고 부드럽게 만드는 역할을 하기 때문이다. 우리

가 제안한 시스템을 적용한 레인지 후드는 Fig 2에서처럼 제작 하였다.

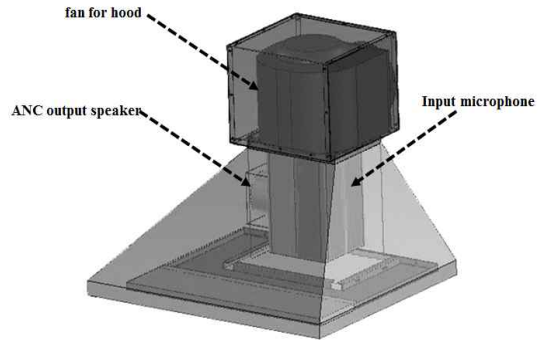


Fig. 2. Structure of range hood with Noise Controller

우리 시스템의 성능평가를 위해 레인지 후드의 소음 감소가 일어나는지에 대한 실험과 Eco-sensors pack의 탐지 결과에 따른 레인지 후드의 소비전력 감소에 대하여 실험 평가를 하였다.

먼저 소음 감소 측정을 위한 장비는 CESVA 사의 Sound Lever Meter 이용하였다. 소음 감소 측정 실험을 위해 Active Noise Controller 모듈을 레인지 후드 내부에 부착하였다. Fig 3은 Active Noise Controller가 장착된 레인지 후드의 테스트 환경을 나타내고 있다. 소음 측정을 위해 레인지 후드의 팬 스위치는 3(76.2 dB)을 선택하고, 입력되는 전력은 220[V], 60[Hz] 로 하였다.

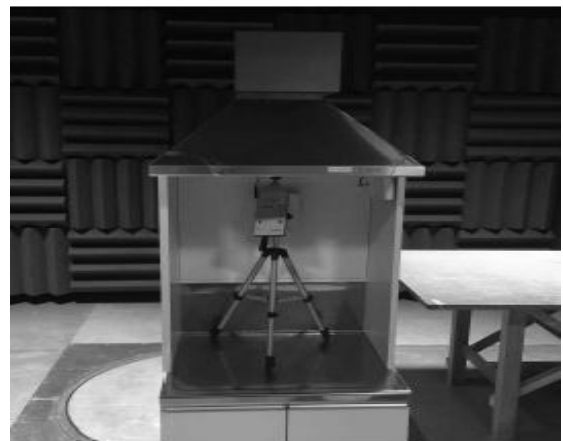


Fig. 3. test environment for noise reduction of range hood by Active Noise Controller.

우리는 실험 결과 Active Noise Controller가 작동되기 전과 후의 소음을 측정하였다. 소음 감소 결과는 Fig 4에서처럼 Active Noise Controller가 작동되기 전의 기본 소음은 76.2[dB](실선, 상단 그래프)으로 측정되었고, 작동 후의 소음은 70.6[dB](점선, 하단 그래프)로 측정되었다. 실험 결과로서

우리의 Active Noise Controller가 5.6[dB]의 소음을 감소시키는 것을 확인할 수 있었다.

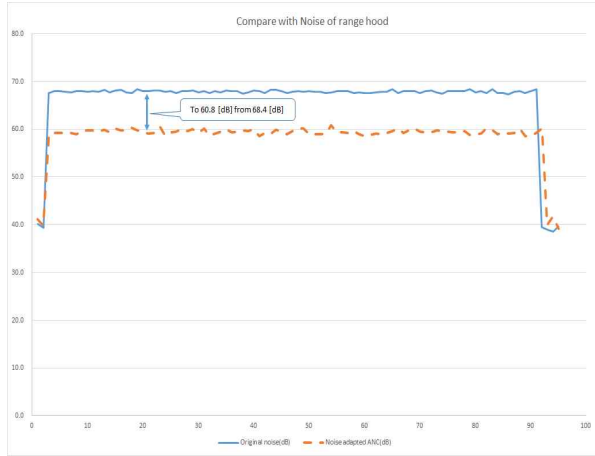


Fig. 4. Compare with noises between original and ANC range hood

우리는 두 번째로 제안한 시스템의 작동에 따른 소비전력 감소를 평가하기 위해 3개의 모듈이 정상적으로 작동되는지를 살펴보았다. Eco-sensors pack 작동을 위해 실험 주변 온도는 $(24.0 \pm 1.0)^\circ\text{C}$, 습도는 $(40 \pm 1)\% \text{R.H}$ 로 설정하고, 가스주입유무와 관계없이 온도와 습도의 출력상태를 확인하였다. 실험용 장치에 10ℓ의 무취공기를 채운 후 충전된 공기는 펌프를 이용하여 완전히 빼냈다. 그리고 시험용 가스는 $\text{CO} = 500[\text{ppm}]$, $\text{CH}_4 = 1007[\text{ppm}]$, $\text{NO}_x = 51.2[\text{ppm}]$, $\text{VOCs} = 5[\text{ppm}]$, $\text{CO}_2 = 1990[\text{ppm}]$ 정도씩 각각 주입하였고, Smoke의 경우 담배연기를 3회 흡연 후 주입하였다. 데이터로거를 통해 수집된 결과를 컴퓨터를 통해 실시간으로 확인하여 가스주입에 따른 출력전압의 차이를 모니터링 하였다. 레인지 후드의 소비전력 측정을 위해 YOKOGAWA사의 Digital Power Meter 장비를 사용하였다. 레인지 후드의 소비 전력을 평가하기 위해 최대 부하 동작 상태에서 220[V] 전압으로 1시간 동안 예열 시킨 후 안정화 상태에서 소비전력을 측정하였다. 이때 시간당 소비전력은 83.81[WH]가 측정되었다. 그리고 Eco-sensors pack과 연동 후 레인지 후드의 시간 당 측정된 소비전력의 결과는 Table 1에서처럼 측정되었다.

Table 1. result values of consumed power of range hood with Eco-sensors pack

| Status | Hz | A | W | VA | Var | PF |
|----------|----|------|------|------|------|------|
| Max_load | 60 | 0.31 | 66.9 | 68.2 | 13.8 | 0.98 |
| Sta_load | 60 | 0.27 | 59.3 | 59.4 | 8.7 | 0.99 |

위 Table 1에 표시된 각 항목의 의미는 다음과 같다.

Max_load와 Sta_load는 각각 동작 시간동안 최대 부하와 안정 부하를 의미한다. Hz: 주파수, A: 전류, W: 유효 전력,

VA: 피상전력, Var: 무효전력, PF: 역률을 의미한다.

소비 전력을 구하는 공식은 다음과 같다.

$$OT\ Max_load[\text{min}] = MT / (ST + MT) \times \text{min} \quad (1)$$

$$OT\ Sta_load[\text{min}] = ST / (ST + MT) \times \text{min} \quad (2)$$

$$CP[\text{W}] = \text{active power} / \text{min} \quad (3)$$

$$Max_load[\text{WH}] = OT\ Max_load \times CP \quad (4)$$

$$Sta_load[\text{WH}] = OT\ Sta_load \times CP \quad (5)$$

먼저, (1)공식을 이용하여 $5 / (2 + 5) * 60 = 42.85[\text{min}]$ 1시간 중 최대 부하로 동작하는 시간을 구한다. (3)을 이용하여 최대 부하 시 1분당 소비되는 전력량 $66.9 / 60 = 1.115[\text{W}]$ 을 구한다. 그리고 마지막으로 (4)를 이용하여 1시간 중 최대 부하 시 소비 전력량 $42.85 * 1.115 = 47.78[\text{WH}]$ 을 구할 수 있었다. 두 번째로, 안정화 상태일 때의 소비전력을 구한다. (2)을 이용하여 1시간 중 안정부하로 동작하는 시간 $2 / (2 + 5) * 60 = 17.15[\text{min}]$ 을 구하고, (3)을 이용하여 안정 부하 시 1분당 소비되는 전력량 $59.3 * 60 = 0.988[\text{W}]$ 을 구하였다. 그리고 (5)를 이용하여 1시간 중 안정부하 시 소비되는 전력량 $17.15 * 0.988 = 16.94[\text{WH}]$ 을 구하였다. 이렇게 계산된 각각의 소비전력을 모두 더하면 $47.78[\text{WH}] + 16.94[\text{WH}] = 64.72[\text{WH}]$ 가 나왔다. 이 소비전력 값은 Eco-Sensors pack과 연동 시 레인지 후드가 동작되었을 때의 소비전력으로 기존의 레인지 후드가 동작될 때의 소비전력 83.81[WH]과 비교하면 20%정도 감소된 결과를 얻을 수 있었다.

우리는 실험을 통해 주방 레인지 후드의 소음감소와 소비전력 감소를 평가한 결과 소음은 5.6[dB]의 감소와 20% 정도의 소비전력 감소 결과를 얻을 수 있었다.

V. Conclusions

이 논문에서는 가정에서 사용되는 대표적인 환기장치 중 하나인 주방 레인지 후드의 작동 시 발생하는 불필요한 소음을 감소하고, 레인지 후드의 ON/OFF까지 능동적으로 제어할 수 있는 시스템을 제안하였다. 제안된 시스템을 통해 레인지 후드 주변에서 발생하는 Co, Smoke, CNG와 같은 유해물질의 탐지부터 제거까지 능동적으로 관리할 수 있고, 아울러 시스템 작동 시 필요한 소비 전력 감소도 함께 고려하였다.

제안된 시스템은 Eco-sensors pack, Main Controller, Active Noise Controller 이렇게 세 부분으로 구성되어있다. Eco Sensors pack(3종 이상의 탐지용 센서 셋)을 통해 레인지 후드 즉, 주방에서 발생하는 유해물질을 탐지하고, Main controller에서는 탐지된 결과에 대해서 분석하여 레인지 후드의 작동 여부에 대하여 결정하고, 그 정보는 Active Noise Controller에게 전달된다. Active Noise Controller에서는 전

달된 결과에 따라 레인지 후드 팬의 속도 1(약) ~ 3(강)중 하나를 선택하여 팬을 작동시키도록 하고, 이때 발생하는 소음은 구현된 Noise Cancellation 에 의해 소음 감소를 수행한다. 더욱이 팬의 작동으로 레인지 후드 주변의 유해물질 농도가 감소되면 팬의 작동 역시 선택된 속도에서 단계별로 감소되며 결국엔 레인지 후드의 작동을 OFF 시키게 된다. 우리는 실험을 통해 5.6[dB]의 소음 감소와 20% 정도의 소비전력 감소 결과를 얻었다. 이로서 제안된 시스템은 주방의 유해물질 탐지, 제거 및 레인지 후드의 소음감소와 작동 ON/OFF 까지 자동으로 제어함으로써 기존의 수동식 방식에 비해서 사용의 편리성을 제공하고, 소비전력 과 대기전력 절약 측면에서도 많은 효과를 얻을 수 있었다.

향후 주방 레인지 후드 구동 시 65 ~ 75[dB]의 소음 크기를 고려하여 조용한 평상시 소음 수준인 45 ~ 55[dB] 정도가 될 수 있도록 10[dB] 이상의 감소 효과를 낼 수 있도록 연구를 진행할 계획이다.

REFERENCES

- [1] Kim, H.Y, Kim, Y.J and Han, B, "Performance of high efficiency electret polypropylene filter and its application to an indoor air cleaner", Journal of Korean society for indoor environment, 4(1), pp. 23-33, Mar. 2007.
- [2] Park, J.H, Byeon, J.H, Yoon, K.Y, and Hwang, J, "Ventilation system comprising a dielectric barrier discharger and UV-TiO₂ photocatalyst filters for simultaneous removal of gaseous and particulate contaminants in the test chamber", Journal of Korean society for indoor environment, 2(1), pp.35-45, Oct. 2005.
- [3] Bae, G.N., "Reduction and removal technologies for pp. 10-22, 2010.
- [4] Jung, S.G, Bae, G.N, Jeong, J.Y, and Kim, S.D, "Characteristics on the adsorption and photocatalytic degradation by an air filter coated with TiO₂ for hazardous air pollutants", Journal of Korean Society for indoor environment, 2(2), pp.138-150, Jan. 2006.
- [5] Kim, H.K, Lee, K.M and Jo, Y.M, "Assessment of adsorption capacity of sorbents for low level indoor CO₂ with preparation process", Journal of Korean society for indoor environment, 5(4), pp.319-328, Dec. 2008.
- [6] S.M.Kuo and D. R. Morgan, "Active Noise Control System Algorithm and DSP Implementation.", New York: Wiley, 1996.
- [7] R. R. Leitch and M.O. Tokhi, "Adaptive noise control system", IEE Proceeding A(Physical Science, Measurement and Instrumentation, Management and Education, Reviews), Vol 134, Issue 6, pp. 525~546, Jun, 1987.
- [8] JC Jang, EH Kim, Lim CM, "A complex hazards detection system based on Eco-sensors pack", Journal of The Korea Society of Computer and Information, Vol. 20 No. 10, pp. 107-112, OCT 2015.

Authors



Eun Hee Kim received the B.S. and M.S. degrees in Information Communication and Engineering from Kangwon National University and Chungbuk National University, Korea,

in 2001 and 2003, respectively. And I completed the Ph.D course in Computer Science from Chungbuk National University, Korea, in 2005. She is currently a visiting professor in the Department of Military Science, Gangneung Yeongdong College. She is interested in internet and mobile computing, and wireless sensor network.



Jae Chun Jang received the B.S., M.S. and Ph.D. degrees in Computer Science and Engineering from Gwandong University, Korea, in 1992, 1994 and 2001, respectively

He is currently a Professor in the Department of Military Science, Gangneung Yeongdong College. He is interested in compiler, internet and mobile computing, and Internet of Things.



Lim Changmok received the B.S degrees in Computer Science from Seoul National University of Science and Technology, Korea, in 1999. He is currently a CEO of IREIS company.

He is interested in Internet of Things.