

프로젝트 결과 보고서

[독거노인 모니터링 시스템]

2022. 12. 23

7팀

201921120 우다현

___ 000

___ 000

___ 000

목차

I. 시스템 개요

개발 목표	4
-------------	---

II. 시스템 분석 및 설계

시스템 분석 및 세부설계	4
---------------------	---

설계 변경사항	7
---------------	---

III. 시스템 구현

응용 시스템의 구조	8
------------------	---

전체 알고리즘의 개요 (각 세부 알고리즘 간의 연계도)	8
--------------------------------------	---

세부 알고리즘의 개요	9
-------------------	---

IV. 시험 평가

개발환경	12
------------	----

테스트결과	13
-------------	----

구현한 사항과 구현하지 못한 사항 (Bug 및 개선할 사항)	16
-----------------------------------------	----

V. 개발 이슈	17
----------------	----

VI. 기대효과.....	19
VII. 수행경과.....	19
VIII. 역할분담.....	20
IX. 첨부.....	21

I. 시스템 개요

개발 목표

본 프로젝트는 라즈베리파이를 이용하여 독거노인을 모니터링하는 시스템을 구축함으로써 위험 감지 및 그에 따른 적절한 신고 등의 조치와 사전에 사고를 예방하는 것을 목적으로 한다. 앞선 자료분석에서, 대한민국은 급격한 고령화 사회로 접어들며 만 65세 이상 노인 인구 중 혼자 거주하는 인구수가 20년 사이 약 3.2배가 증가하였고 대부분의 독거노인이 생활상의 어려움을 경험하고 있으며 구체적으로 간호의 부재, 심리적 불안감, 외로움과 일상생활 문제 처리 등의 어려움을 겪었음을 알아보았다.¹ 본 프로젝트에서는 사용자를 모니터링해 위험을 감지하거나 사고를 예방할 수 있도록 하여 사용자의 생활 안전 보장과 심리적 불안감 또는 우울감 해소를 할 수 있도록 한다.

II. 시스템 설계

시스템 분석 및 세부설계

네 대의 라즈베리파이를 사용하여 임베디드 시스템을 구축한다. 두 대의 라즈베리파이는 위험 감지를 위한 센서 측정을 담당하고, 한 대의 라즈베리 파이는 우울감 해소를 위한 AI 비서 서비스를 담당하고, 나머지 한 대의 라즈베리 파이는 센서 값을 모아서 위험으로 판단된다면 알림을 출력하는 기능을 담당한다.

1) 화재 감지 라즈베리 파이

불꽃과 가스 신호를 감지했을 때 화재 위험으로 판단하고 관리자 파이에 전송한다. 한 개의 스레드를 사용했다.

센서	역할 및 제어 내역
불꽃 센서	- 불꽃 센서를 활용해서 화재 여부를 판단한다.

¹ 한국보건사회연구원, 「보건복지 ISSUE&FOCUS」, 「노년기 독거 현황과 정책적 대응 전략」, 2015

	<ul style="list-style-type: none"> - 1초에 한 번씩 측정한다. - 불꽃과 가스가 감지되어 화재 위험이라 판단되면 관리자 파이에 "1"를 전송한다. - GPIO 통신을 사용한다.
가스 센서	<ul style="list-style-type: none"> - 가스 센서를 활용해서 화재 여부를 판단한다. - 1초에 한 번씩 측정한다. - 불꽃과 가스가 감지되어 화재 위험이라 판단되면 관리자 파이에 "1"를 전송한다. - GPIO 통신을 사용한다.

2) 낙상 및 움직임 감지 라즈베리 파이

진동 신호를 감지했을 때 낙상 위험으로 판단하고 관리자 파이에 전송한다. 사용자의 움직임 여부를 감지하고 일정 시간 움직임이 감지되지 않는다면 고독사 위험으로 판단하고 관리자 파이에 전송한다. 두 개의 스레드를 선언했고 두 스레드는 개별적으로 동작한다.

센서	역할 및 제어 내역
진동 센서	<ul style="list-style-type: none"> - 진동 센서를 활용해서 낙상 여부를 판단한다. - 1초에 한 번씩 측정한다. - 진동이 감지되어 낙상 위험이라 판단되면 관리자 파이에 "2"를 전송한다. - 카페트 등에 설치하는 것을 가정한다. 진동 센서에 큰 진동이 감지되었을 때 낙상일 위험이 높을 것이다. - GPIO 통신을 사용한다.
인체 감지 센서	<ul style="list-style-type: none"> - 인체 감지 센서를 활용해서 고독사 여부를 판단한다. - 1초에 한 번씩 측정한다. - 진동이 감지되어 고독사 위험이라 판단되면 관리자 파이에 "3"를 전송한다. - 인체 감지 센서가 예민하여 아무런 접촉이 없을 때에도 측정이 될 때가 있었다. 그래서 ADC 모듈과 SPI 통신을 이용하여 아날로그 값을 측정하고 10 미만의 값인 경우 아무런 움직임이 없는 것과 같은 것으로 판단하였다. - GPIO 통신, SPI 통신을 사용한다.

3) AI 비서 라즈베리 파이

외로움으로부터 오는 사용자의 우울감을 해소하기 위해 AI 비서 서비스를 이용한 말동무 등의 기능을 제공한다. 구글 어시스턴트를 기반으로 하여 스피커와 마이크 센서를 통하여 사용자와 음성으로 상호작용할 수 있다.

센서	역할 및 제어 내역
마이크	<ul style="list-style-type: none">- 노인은 마이크를 통해 AI 비서 라즈베리 파이에 말을 걸 수 있다.- 구글 어시스턴트는 인공지능을 통해 인식된 음성을 분석해서 답변을 생성한다.
스피커	<ul style="list-style-type: none">- 스피커를 통해 구글 어시스턴트의 답변을 출력한다.

4) 관리자 라즈베리 파이

센서 값을 모아서 위험으로 판단된다면 LED를 켜고 부저음을 울린다. 이때 감지된 위험별로 다른 부저음을 울린다. 이때, 관리자 라즈베리 파이는 멀티 프로세스 기반의 다중 접속 서버를 제공한다. 멀티 프로세스 기반의 다중 접속 서버는 다수의 프로세스를 생성하는 방식으로 서비스를 제공한다. 핵심은 연결이 하나 생성될 때마다 프로세스를 생성해서 해당 클라이언트에 대해 서비스를 제공하는 것이다.

센서	역할 및 제어 내역
LED 센서	<ul style="list-style-type: none">- LED 센서를 활용해서 알림 기능을 수행한다.- 클라이언트로부터 위험 알림 값이 수신되면 LED를 켜다.- PWM 통신을 사용한다.
부저 센서	<ul style="list-style-type: none">- 부저 센서를 활용해서 알림 기능을 수행한다.- 클라이언트로부터 위험 알림 값이 수신되면 부저를 켜다. 화재 감지와 낙상/고독사 감지의 음을 다르게 출력한다. 화재 위험 시에는 소방차가, 낙상/고독사 위험 시에는 응급차가 필요한 것을 고려하여 다른 음을 출력하도록 했다.

설계 변경 사항

1) AI 비서 애완로봇 기능 삭제

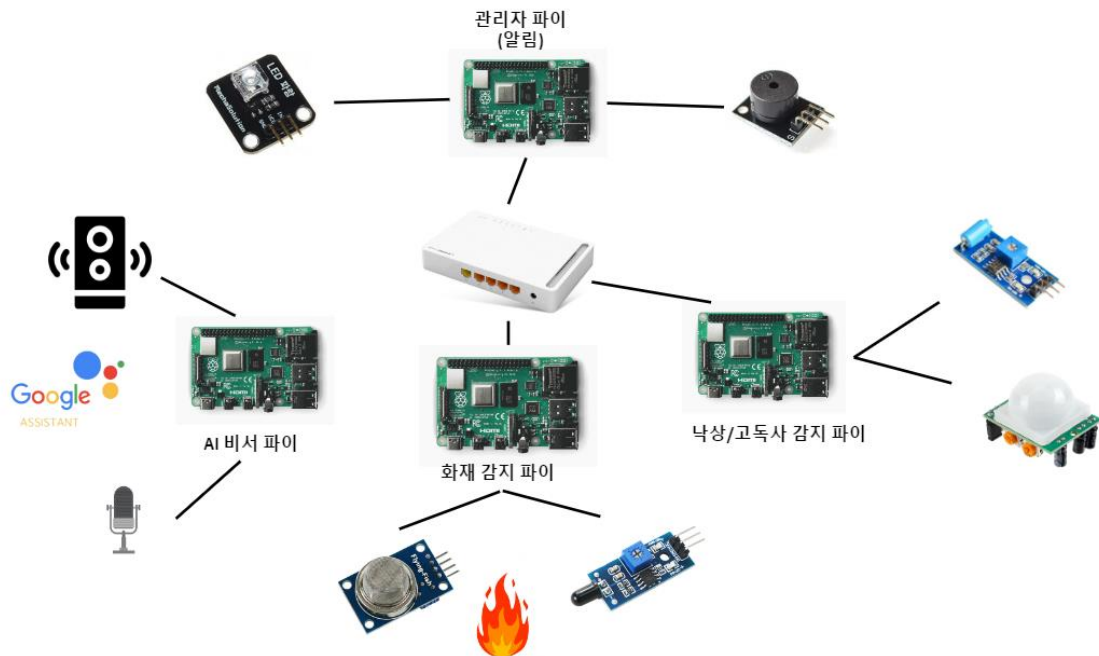
AI 비서에 모터를 달아 애완동물처럼 사용자를 따라 움직일 수 있도록 하는 기능을 구현하지 않았다. 이는 실제 사용성을 고려해보았을 때 계속 사용자를 따라다니는 것 보다는 침대 머리맡에 고정해두고 사용하는 것이 나을 것이라고 판단했기 때문이다.

2) 낙상 판단 시 카메라 미사용

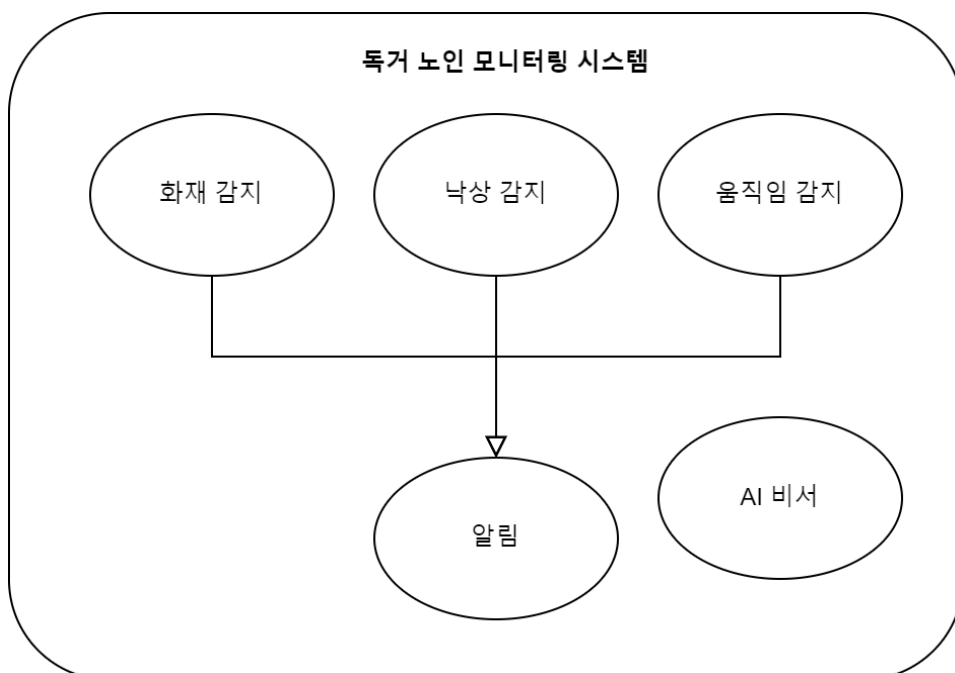
낙상을 감지하기 위해 파이 카메라를 이용해 넘어지는 모션을 확인하려 했으나 구현하지 않았다. 필요한 센서를 늦게 받았고, 프로젝트에는 시간 제한이 있었다. 시스템 프로그래밍이라는 과목의 특성을 고려해 최대한 많은 센서를 사용하고 C언어로 직접 센서를 제어하는 것을 우선으로 했기 때문에 파이 카메라와 인공지능을 이용한 낙상 감지 기능은 구현하지 않았다. 향후 이 프로젝트를 발전시킬 기회가 있다면 기능을 구현해볼 생각이다.

III. 시스템 구현

응용 시스템의 구조

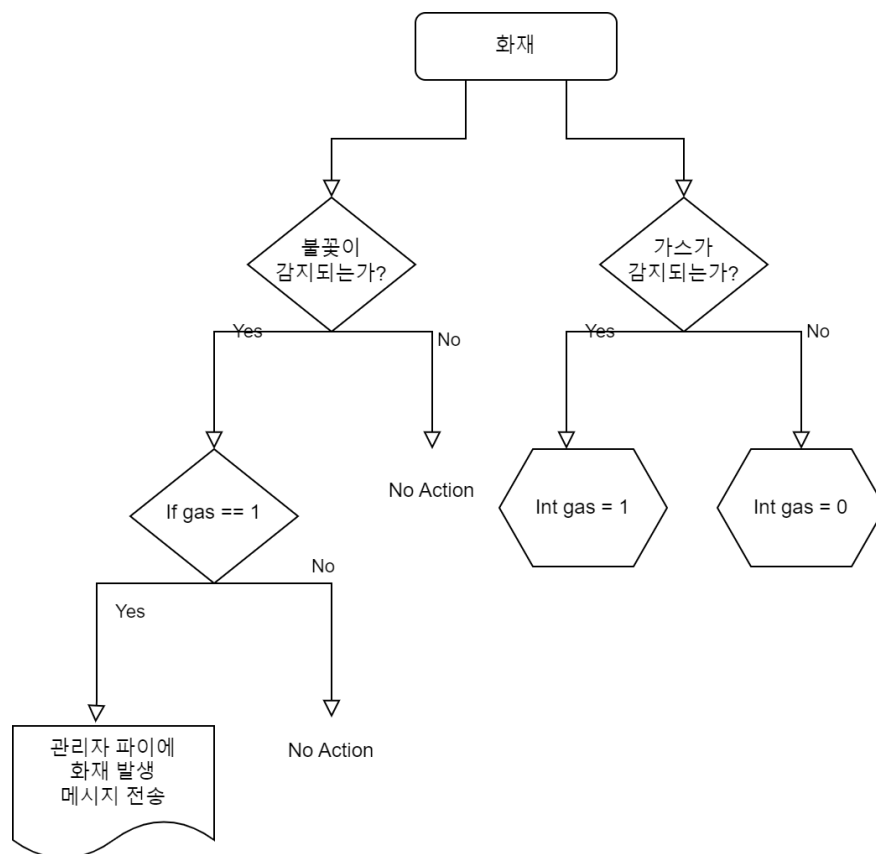
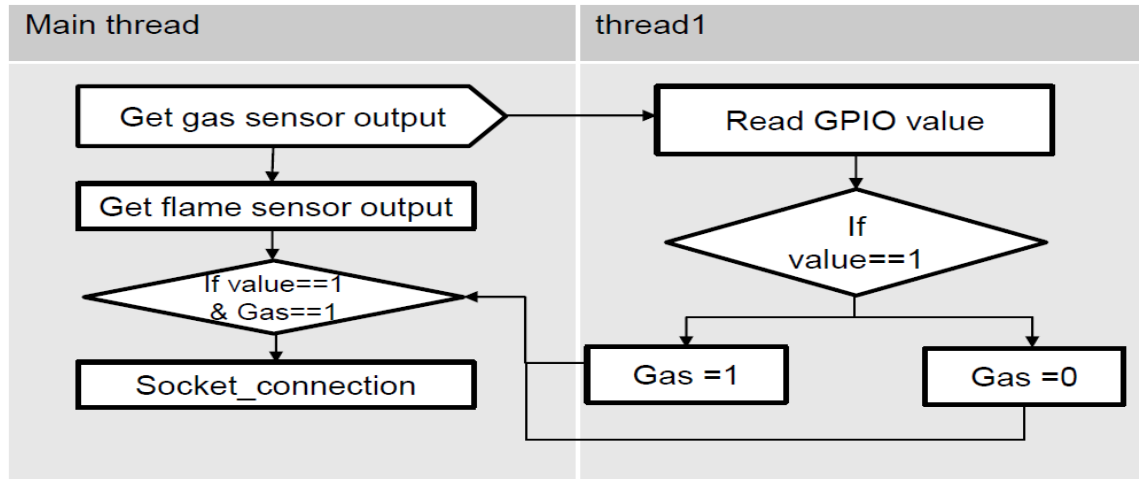


전체 알고리즘의 개요(각 세부 알고리즘 간의 연계도)

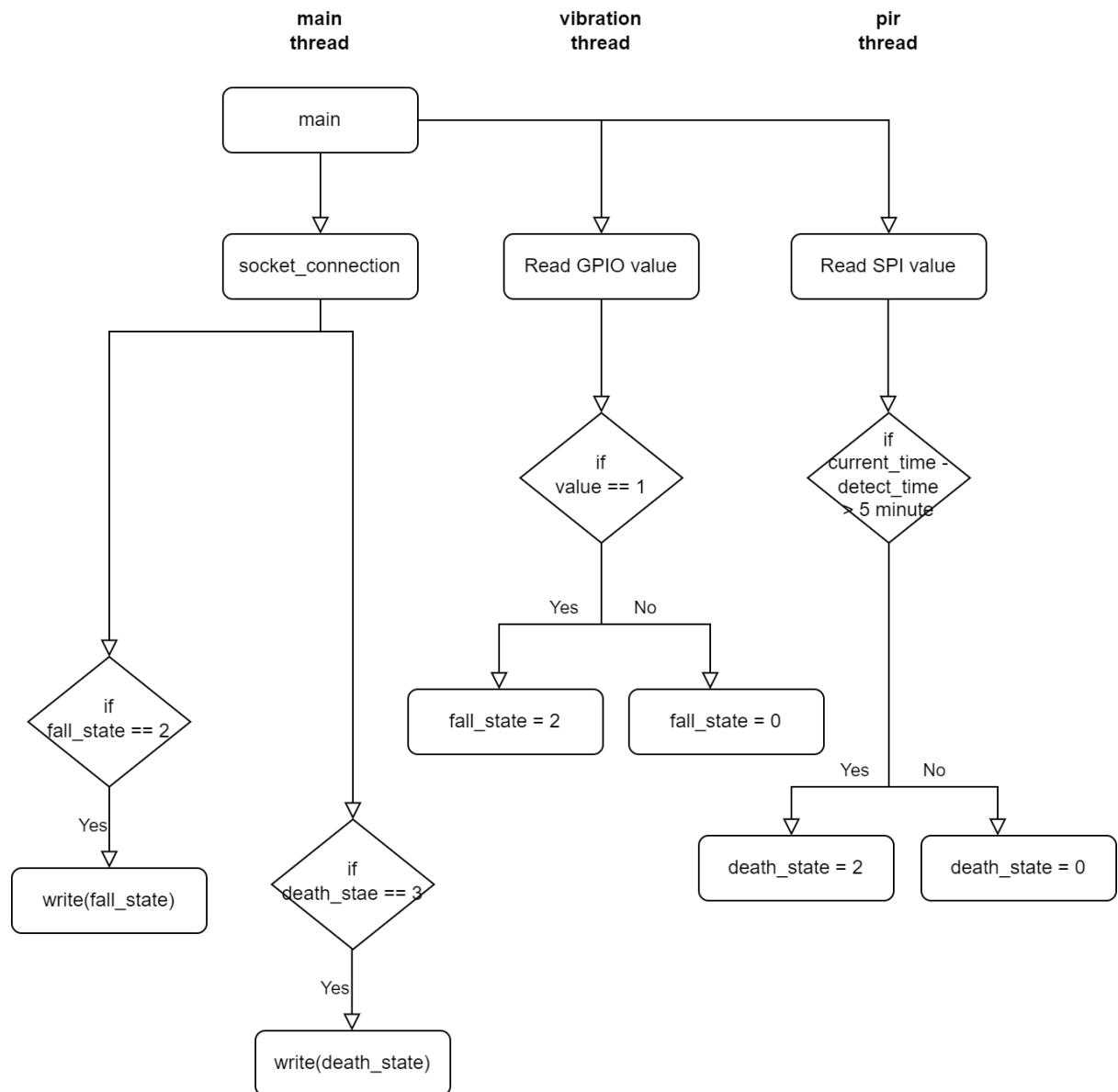


세부 알고리즘의 개요

1) 화재 감지 라즈베리 파이



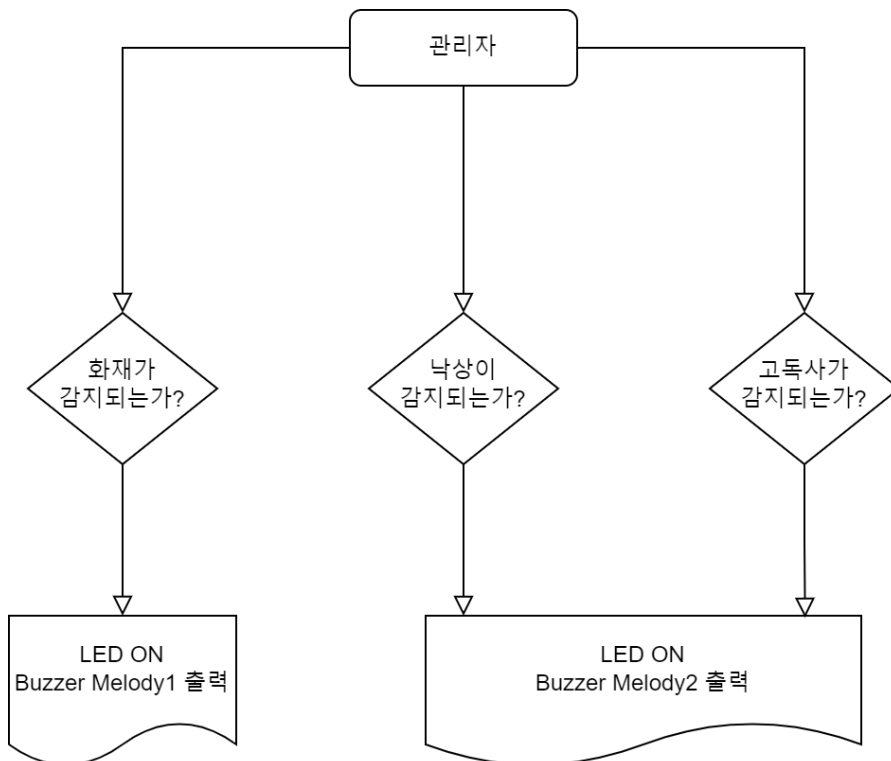
2) 낙상 및 움직임 감지 라즈베리 파이



3) AI 비서 라즈베리 파이



4) 관리자 라즈베리 파이



IV. 시험 평가

개발환경

1. 운영체제: Raspbian OS

2. 사용 에디터: Geany

3. 사용 언어: C, python

4. 소스코드 목록:

1) 관리자 파일: server.c

2) 화재 감지 파일: fire_detector.c

3) 낙상 및 고독사 감지 파일: fall_motion_detector.c

4) AI 비서 파일: env.7z (assistant.py)

5. 컴파일 방법:

1) 관리자 파일: gcc -o server server.c -lpthread -lwiringPi

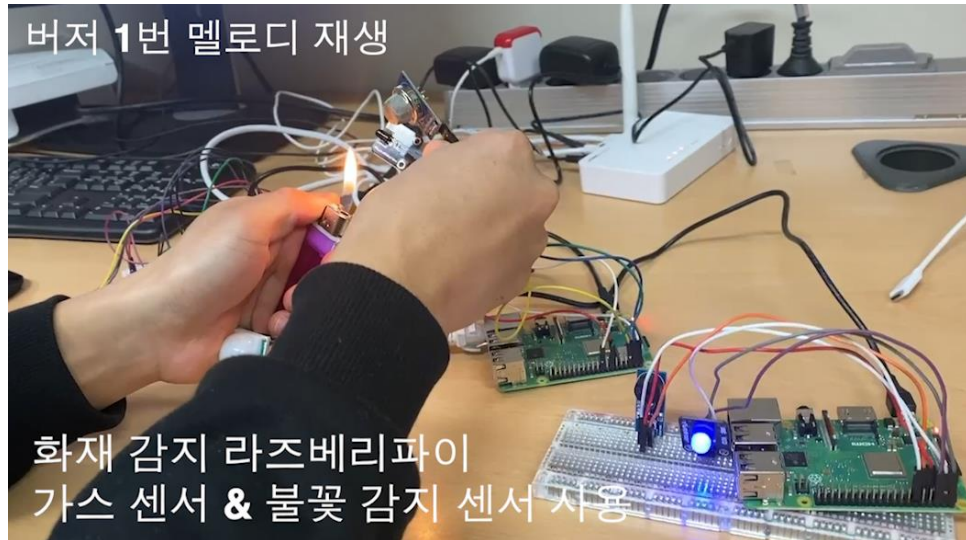
2) 화재 감지 파일: gcc -o fire_detector fire_detector.c -lpthread

3) 낙상 및 고독사 감지 파일: gcc -o fall_motion_detector fall_motion_detector.c -lpthread

4) AI 비서 파일: google-assistant-demo --project-id PROJECT_ID --device-model-id DEVICE_MODEL

테스트 결과 및 설명

1) 화재 감지



<화재 감지 시연>

```
new client connected...
from client: 1
buzzer on-fire
light on
buzzer off-fire
light off
```

<화재 감지 터미널 출력 결과>

불꽃과 가스가 AND 조건으로 감지되면 소켓통신으로 관리자 파이에 신호를 보내 LED가 깜빡거리고 부저에서 1번 멜로디가 재생된다.

2) 낙상 감지



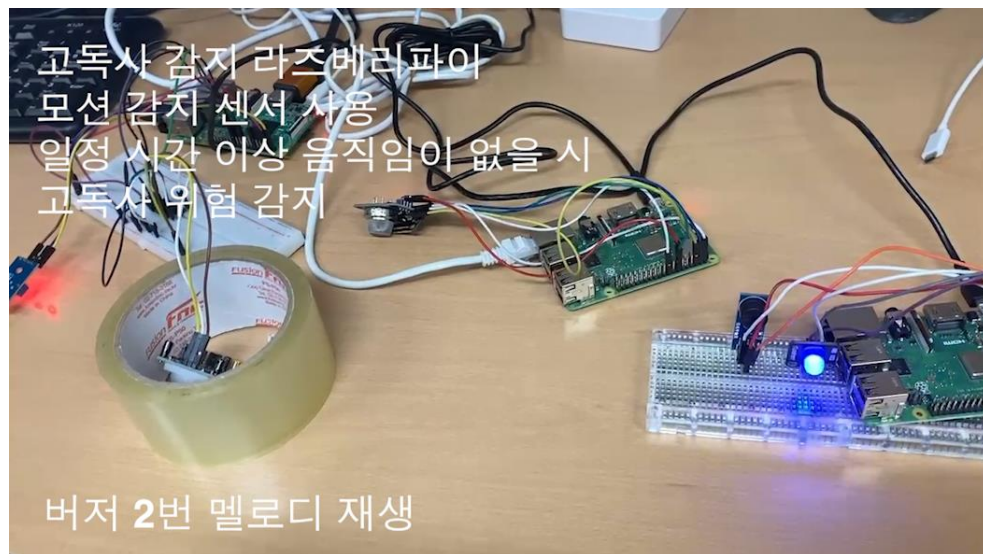
<낙상 감지 시연>

```
from client: 2  
buzzer on-fall melody  
light on  
buzzer off-fall melody  
light off
```

<낙상 감지 터미널 출력 결과>

진동 감지 센서에서 일정 이상 진동이 감지되면 소켓통신으로 관리자 파이에 신호를 보내 LED가 깜빡거리고 부저에서 2번 멜로디가 재생된다.

3) 모션 감지



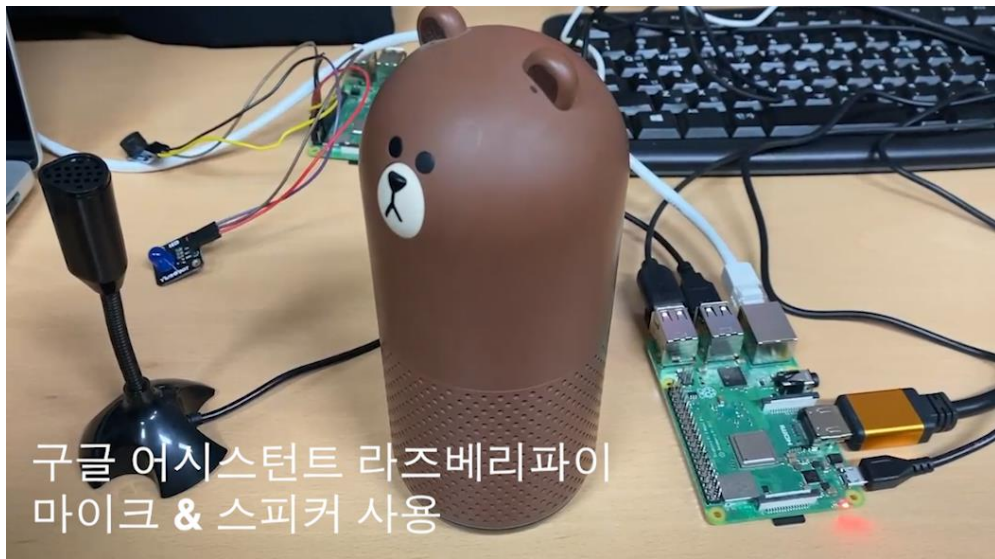
<모션 감지 시연>

```
new client connected...  
from client: 3  
buzzer on-nomotion  
light on  
buzzer off-nomotion num  
light off
```

<모션 감지 터미널 출력>

모션 센서에 일정 시간 이상 모션이 감지되지 않으면 고독사 위험으로 판단하여 소켓통신으로 관리자 파이에 신호를 보내 LED가 깜빡거리고 부저에서 2번 멜로디가 재생된다.

4) AI 비서



<구글 어시스턴트 시연>

구글 어시스턴트 라즈베리파이는 대기 상태에 있다가 마이크로부터 “Hey Google”의 음성 입력이 들어오면 반응을 한다. 그 상태에서 다양한 음성 명령을 통해 여러가지 질의응답을 할 수 있다.

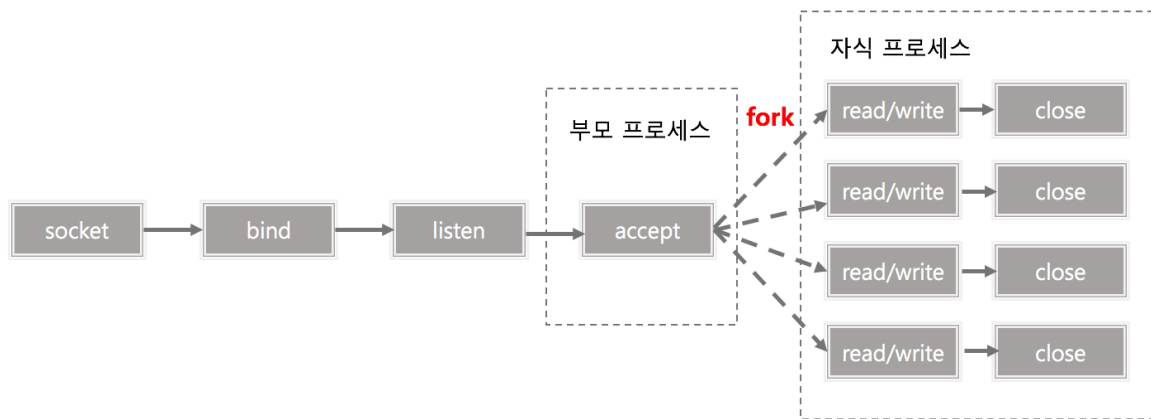
구현한 사항과 구현하지 못한 사항 (Bug 및 개선할 사항)

설계에서 변경한 사항을 제외하고는 모든 기능을 구현하였다. 구현하지 못한 사항은 관리자 라즈베리 파이에서 PWM 통신을 이용하여 부저 음을 출력하는 부분이다. GPIO 통신을 이용하여 간단하게 출력을 하는 방법도 있었지만, 다른 센서 값을 인식했을 때 다른 음을 출력하는 기능을 구현하고 싶었기에 선택하지 않았다. PWM 통신을 이용한 부저 출력 코드까지 작성을 완료했으나, 능동 부저로는 PWM 통신을 이용하여 다른 음을 출력할 수 없었다. 그래서 WiringPi 라이브러리의 함수를 이용하여 다른 음을 출력하도록 했다. 이후 수동 부저를 연결하여 PWM 통신을 시연해볼 것이다. Bug는 존재했으나 디버깅을 통해 모두 해결하였다. Bug와 그 해결 과정은 개발 이슈에 정리하였다.

V. 개발 이슈

1) 다중 클라이언트 인식 불가 문제

서버 역할을 하는 관리자 라즈베리 파이에서 다중 클라이언트를 인식하지 못하는 문제가 있었다. 우리는 이러한 문제를 멀티 프로세스 기반 서버를 구축하는 방식으로 해결하였다.



[그림] 멀티 프로세스 기반 서버 구축

멀티 프로세스 기반의 다중 접속 서버는 다수의 프로세스를 생성하는 방식으로 서비스를 제공한다. 우리는 아래와 같은 방식으로 코드를 작성했다.

1	메인 프로세스 (부모 프로세스)는 listening socket으로 accept 함수 호출을 통해서 연결 요청을 수락한다.
2	이때 얻게 되는 클라이언트 소켓(화재 감지 파이, 고독사/낙상 감지 파이)의 파일 디스크립터(클라이언트와 연결된 연결 소켓)을 자식 프로세스를 생성해 넘겨준다.
3	자식 프로세스는 전달받은 파일 디스크립터를 바탕으로 감지 메시지를 받아 부저와 LED를 울리는 서비스를 제공한다.

핵심은 연결이 하나 생성될 때마다 프로세스를 생성해서 해당 클라이언트에 대해 서비스를 제공하는 것이다.

멀티 프로세스 기반 다중 접속 서버를 선택하기 이전에 장점과 단점을 분석해보았다.

장점	1) 프로그램 흐름이 단순하기 때문에 이해하기 쉽다. 2) 안정적인 동작이 가능하다. 운영체제에서 프로세스는 서로 독립된 실행 객체로 존재하기에 서로 독립된 메모리 공간을 갖고 서로 다른 프로세스끼리 서로 영향을 미치지 않고 독립적으로 수행이 가능하다.
단점	1) 프로세스 복사에 따른 성능 문제가 있다. 2) 병렬 처리해야 하는 만큼의 프로세스를 생성한다. 3) fork에 의해 자식 프로세스가 생성될 경우, 부모 프로세스의 자원이 복사된다. 부모 프로세스로부터 accept되어 생성된 하나의 소켓에 대해 부모 프로세스와 자식 프로세스 모두에서 한 소켓에 대한 파일 디스크립터가 존재하므로 두 파일 디스크립터를 모두 종료해야 해당 소켓을 제거할 수 있다.

자원 낭비에 관한 이슈가 있으나, 본 프로젝트에서는 실제로 배포하는 서버가 아니고 안정적인 서비스를 제공해야 하므로 멀티 프로세스 기반의 다중 접속 서버를 구축하였다.

멀티 쓰레드의 기반의 코드는 낙상/고독사 감지 라즈베리 파이에서 구현하였기 때문에 안정적인 멀티 프로세스 기반의 서버를 구축했음에도 과제의 요구사항은 충족하였다.

2) 센서가 계속해서 감지되는 문제

인체 감지 센서가 예민하여 아무런 접촉이 없을 때에도 측정이 될 때가 있었다. 그래서 ADC 모듈과 SPI 통신을 이용하여 아날로그 값을 측정하고 10 미만의 값인 경우 아무런 움직임이 없는 것과 같은 것으로 판단하였다.

3) 센서가 감지되지 않는 문제

터보 라이터 사용시 불꽃 감지가 잘 되지 않는 문제가 있었다. 해당 문제는 일반 라이터를 사용하여 해결하였다.

VI. 기대효과

본 프로젝트는 라즈베리파이를 이용하여 독거노인을 모니터링하는 시스템을 구축함으로써 위험 감지 및 그에 따른 적절한 신고 등의 조치와 사전에 사고를 예방하는 것을 목적으로 한다.

우리의 시스템을 이용하면 위험을 감지하거나 사고를 예방할 수 있도록 하여 사용자는 생활 안전을 보장하고 심리적 불안감 또는 우울감을 해소할 수 있다.

이를 통해 노인 사망률이 감소하고 노인 행복이 증진되는 효과를 기대할 수 있다.

VII. 수행 경과

구분	추진 내용	일정
계획	주제 선정, 기술 선정	~2022.11.06
분석	센서 및 기술 분석	~2022.11.09
설계	시스템구조 정의	~2022.11.10
1차 제출	제안서 pdf, ppt 제출	2022/11/13
1차 발표	제안서 발표	2022/11/17
개발	센서를 이용한 간단한 기능 구현	~2022.11.16
	Socket 통신 로직 완성	~2022.11.23
	라즈베리파이별 핵심 기능 구현	
	라즈베리파이별 핵심 기능 구현	~2022.11.30
	추가 기능 구현	~2022.12.07
	Code refactoring, 최적화	~2022.12.08
테스트	기능 테스트 및 오류 수정	~2022.12.08
	동영상 촬영	~2022.12.10
2차 제출	최종 발표 자료 제출	2022.12.11
2차 발표	최종 발표	2022.12.12
수정	피드백 반영	~2022.12.22
종료	최종 결과 보고서 제출	2022.12.23

<표. 프로젝트 진행 일정>

VIII. 역할분담

자주 만남을 가지고 함께 코드를 작성하며 프로젝트를 진행했다.

프로젝트 진행

팀원	전담 라즈베리파이
우다현	낙상/고독사 감지 파이
OOO	우울감 해소 파이
OOO	관리자 파이
OOO	화재 감지 파이

<표. 프로젝트 진행 팀원별 전담 라즈베리파이>

제안 발표

공통: 아이디어 제안, 센서 조사, 기술 분석

우다현: 발표 자료 제작 및 보고서 작성 (응용 서비스 및 시스템 개요, 수행 계획)

OOO: 발표

OOO: 발표 자료 제작 및 보고서 작성 (주제 및 주제 선정 이유)

OOO: 발표 자료 제작 및 보고서 작성 (기술 분석)

최종 발표

우다현: 발표 자료 제작 및 보고서 작성 (시스템 개요, 시스템 설계, 시스템구현, 개발이슈, 기대효과)

OOO: 발표 자료 제작 및 보고서 작성 (시스템 구현, 시험 평가, 개발이슈)

OOO: 발표 자료 제작 및 보고서 작성 (동영상 제작, 테스트 결과)

OOO: 발표