

# houspital

LTE CAT-M1 기반

실시간 무선 심전도 모니터링 & 응급구조 시스템

Real-Time Wireless EKG Monitoring & Emergency Rescue System Based on LTE CAT-M1



Back-End: System, Server

ICT융합학부 Media Tech 2018045341 김도원

Full Stack: App

ICT융합학부 Media Tech 2018045505 노경재

Full Stack: DB, Web

ICT융합학부 Media Tech 2018045923 최서진

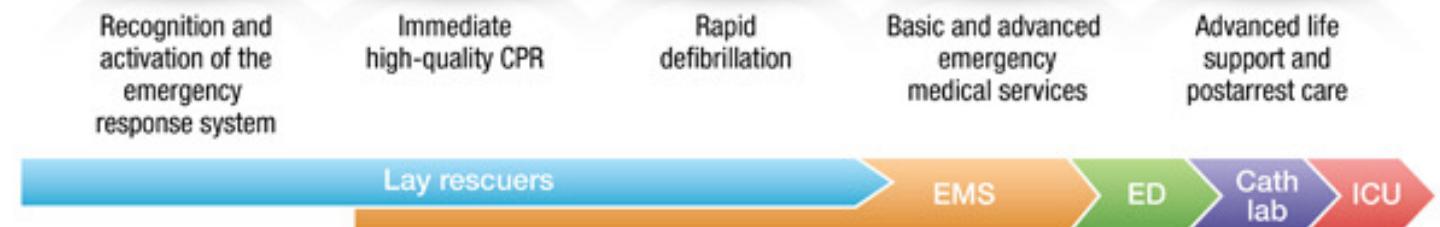
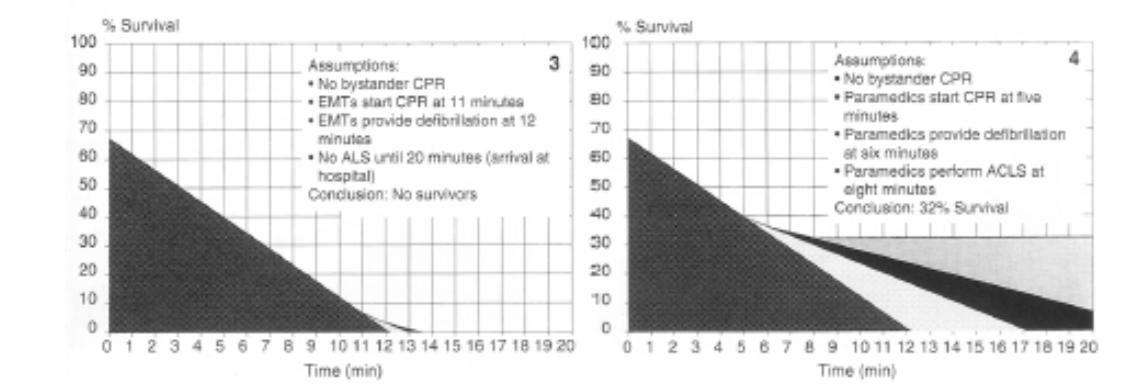
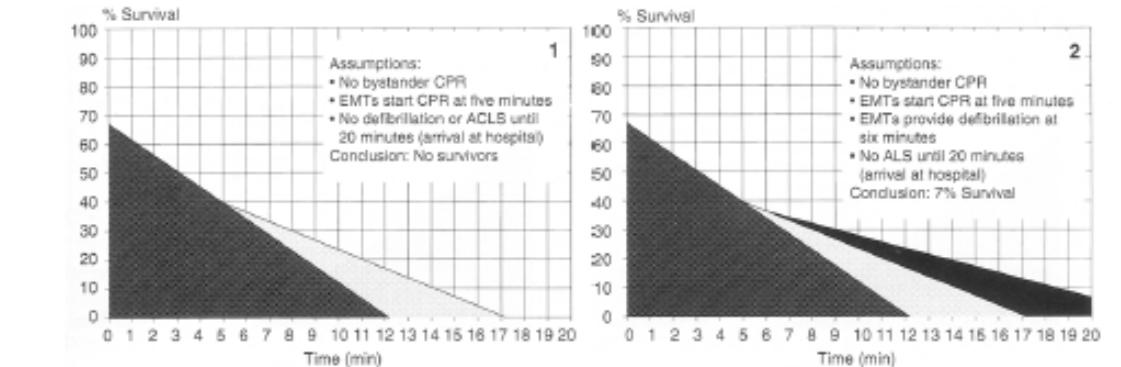
Front-End: Design, Web

ICT융합학부 Culture Tech 2018045969 황영은

## Project Goal

### 심전도의 실시간 무선 모니터링부터 피드백까지,

심장마비환자의 생존률은 ‘골든 타임’이라는 심장 마비에서부터 실질적인 제세동 및 약물 투입 시기까지의 자연시간에 크게 영향을 받는다. 본 과제에서는 이동통신망 기반의 사물통신인 LTE Cat-M1에 기반하여 심장질환자의 EKG 정보를 실시간으로 상시 확인할 수 있는 플랫폼을 제공함으로써 각종 심장 이상 증상에 대한 조기 징후를 의료진에게 제공하여 심각한 심장 이상이 발생하기 전에 미리 적절한 의료 조치를 제공하여 실제 심장 마비가 발생하는 것을 미연에 방지할 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 트라우마 등에 의해 예고치 않게 급성 심장 마비가 발생할 경우, 이동통신망의 위치 정보 (A-GPS)를 활용하여 즉각적으로 응급구조사에게 환자의 위치를 알려 줄 뿐만 아니라, 기존 원내 환자 기록 및 PACS(Picture Archiving and Communication System) 등 의료 데이터베이스까지 실시간으로 전문의료진에 제공하여 실제 원내에서만 처방 가능한 에피네프린이나 리도케인 등 전문의약품을 전문의료진의 지시하에 응급구조사가 응급구조 현장에서 조기 투여함으로써 환자의 생존률을 In-Hospital Cardiac Arrest의 수준까지 높일 수 있을 것으로 기대된다.



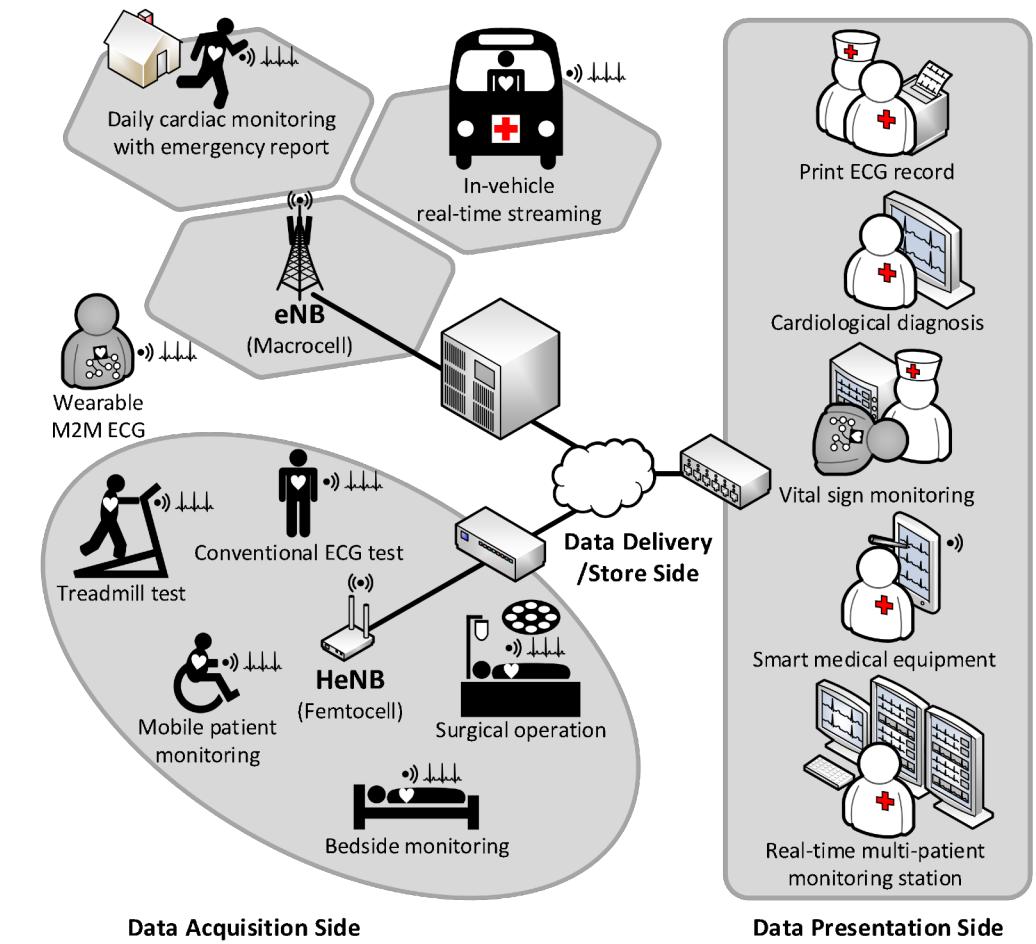
## Network Selection

### 최적의 통신 네트워크 선정: 왜 LTE Cat-M1인가?

24시간 365일 일상 모니터링을 위해 저비용, 저전력이 필수  
지역에 구애받지 않는 무선 연결성 제공을 위해 이동통신망이 필수

- WBANs & WPANs
- WLANs
- Cellular Network
- LTE-Cat-M1**

- |  |                               |
|--|-------------------------------|
| (+) 저비용, 저전력                                     | (-) 제한적인 무선 연결 범위, 커플링 요구     |
| (+) 대중성  | (-) 전력 효율, 실외공간 무선 연결 제공이 어려움 |
| (+) 광범위한 커버리지                                    | (-) 높은 비용, 낮은 에너지 효율          |
| 저비용, 저전력, 작은 안테나 크기, 광범위한 커버리지 (기존 LTE 이동통신망 활용) |                               |



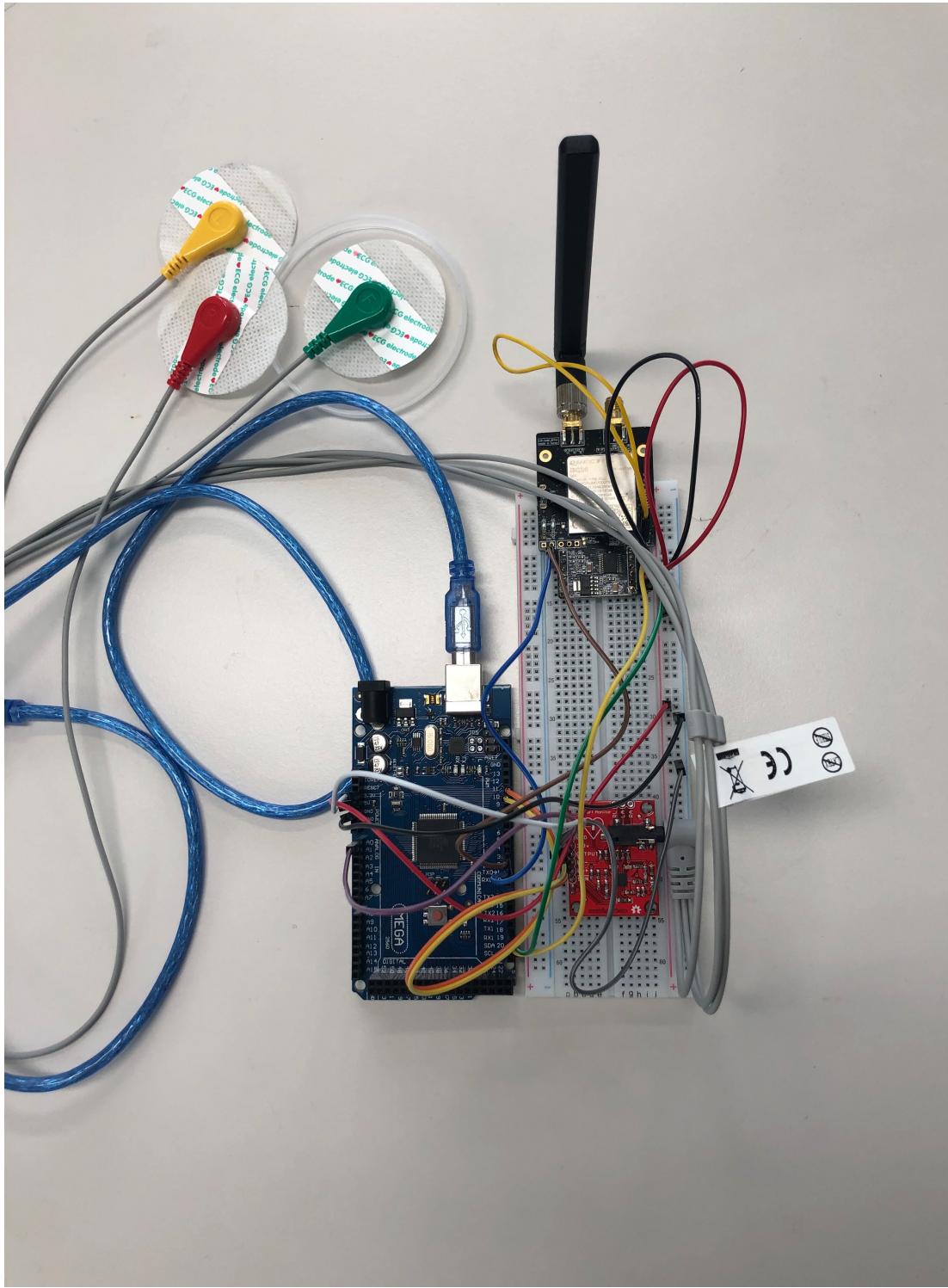
## 원외/원내 동시 활용

원외에서는 기존 LTE 이동통신망을 활용하여 광범위한 커버리지를 제공

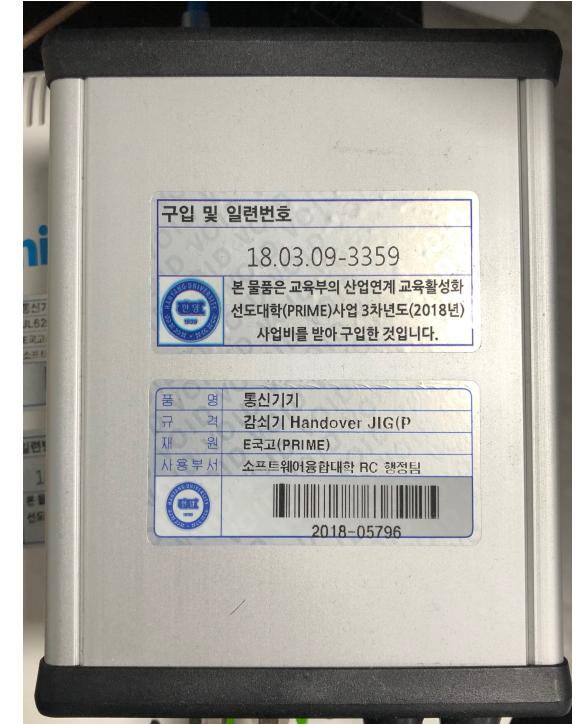
원내에서는 펨토셀을 기반으로 사설 원내망을 구성하여 LIPA (Local IP Access) 기반의 무료 망 활용 가능 (높은 보안성 제공)

# Design and fabrication process: Testbed

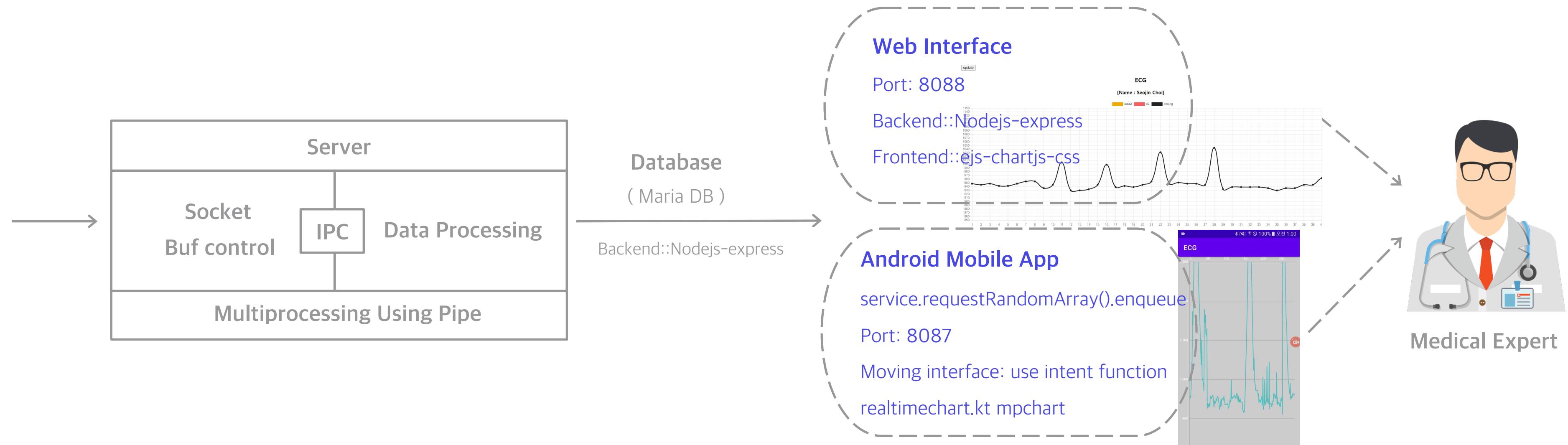
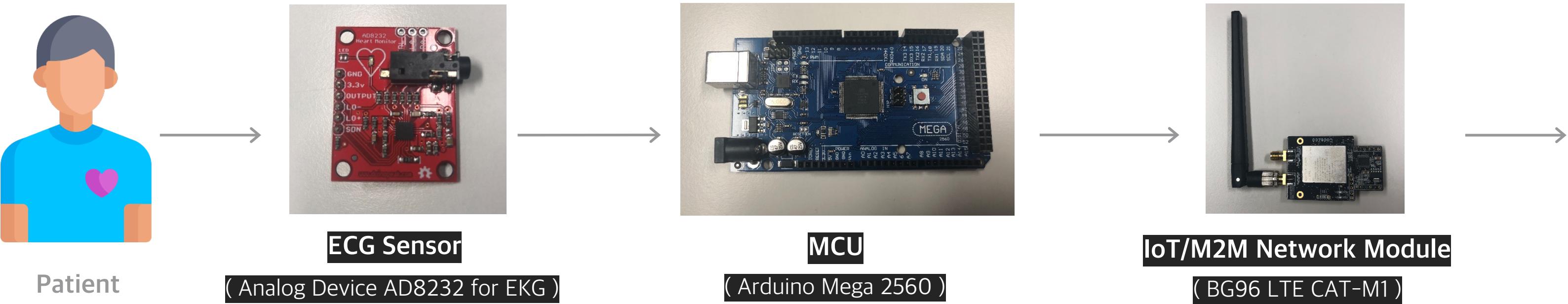
(L) Arduino MEGA2560, Quectel BG96, AD8232



(R) LTE-EPC (Evolved Packet Core), HeNB (Femtocell), and Programmable Attenuator



# Design and fabrication process: System block diagram



# **Design and fabrication process: ECG Signal Acquisition and Transmission**

# Arduino IDE

```
ekg_final_real | 아두이노 1.8.15 (Windows Store 1.8.49.0)
파일 편집 스케치 를 도움말

ekg_final_real

void setup() {
    M1Serial.begin(115200);
    DebugSerial.begin(115200);
    ECGSerial.begin(115200);
    pinMode(10, INPUT); // Setup for leads off detection LO +
    pinMode(11, INPUT); // Setup for leads off detection LO -
    queue = create_queue();

    /* debug ekg data if not use comment */
    randomSeed(analogRead(0));

    /* BG96 Power On Sequence */
    if ( BG96.isPwrON() ) {
        DebugSerial.println("BG96 Power ON Status");
        if ( BG96.pwrOFF() ) {
            DebugSerial.println("BG96 Power Off Error");
        } else {
            DebugSerial.println("BG96 Power Off Success");
            DebugSerial.println("Module Power ON Sequence Start");
            if ( BG96.pwrON() ) {
                DebugSerial.println("BG96 Power ON Error");
            } else {
                DebugSerial.println("BG96 Power ON Success");
            }
        }
    } else {
        DebugSerial.println("BG96 Power OFF Status");
        if ( BG96.pwrON() ) {
            DebugSerial.println("BG96 Power ON Error");
        } else {
            DebugSerial.println("BG96 Power ON Success");
        }
    }
}

/* BG96 Module Initialization */
if ( BG96.init() ) {
    DebugSerial.println("BG96 Module Error!!!!");
}

/* BG96 Module Power Saving Mode Disable */
if ( BG96.disablePSM() ) {
    DebugSerial.println("BG96 PSM Disable Error!!!!");
}

/* Network Registration Check */
while ( BG96.canConnect() != 0 ) {
    DebugSerial.println("Network not Ready !!!");

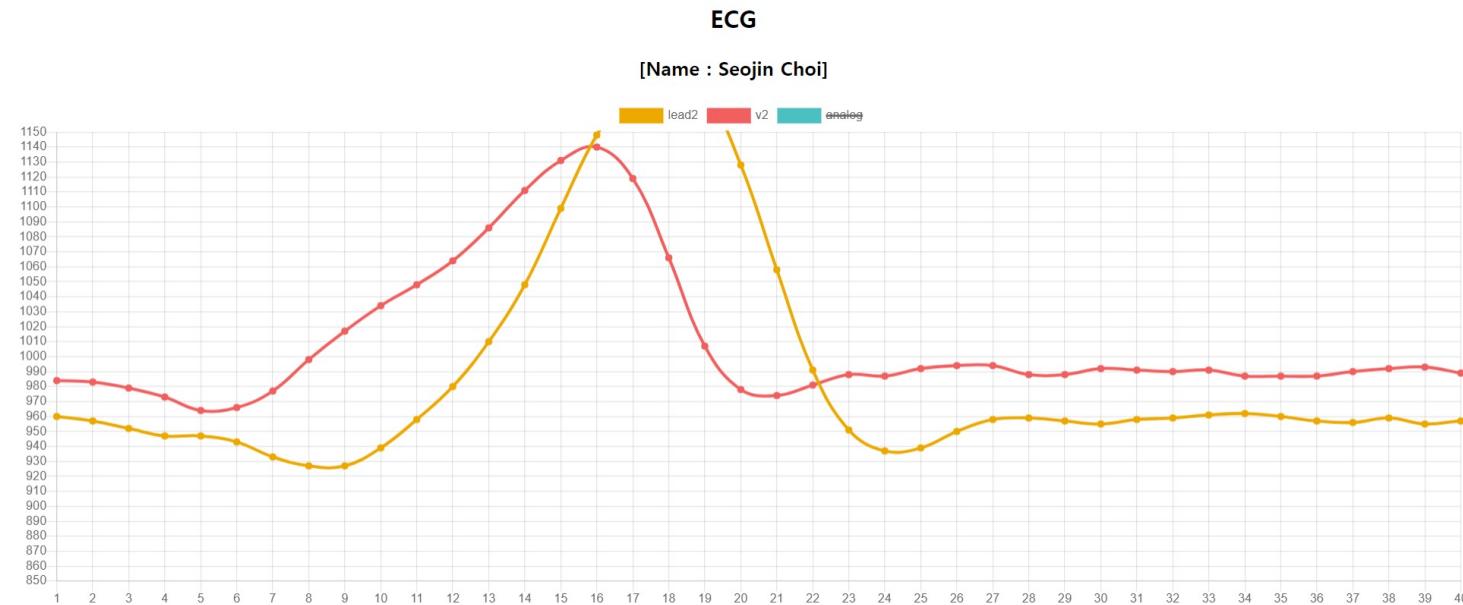
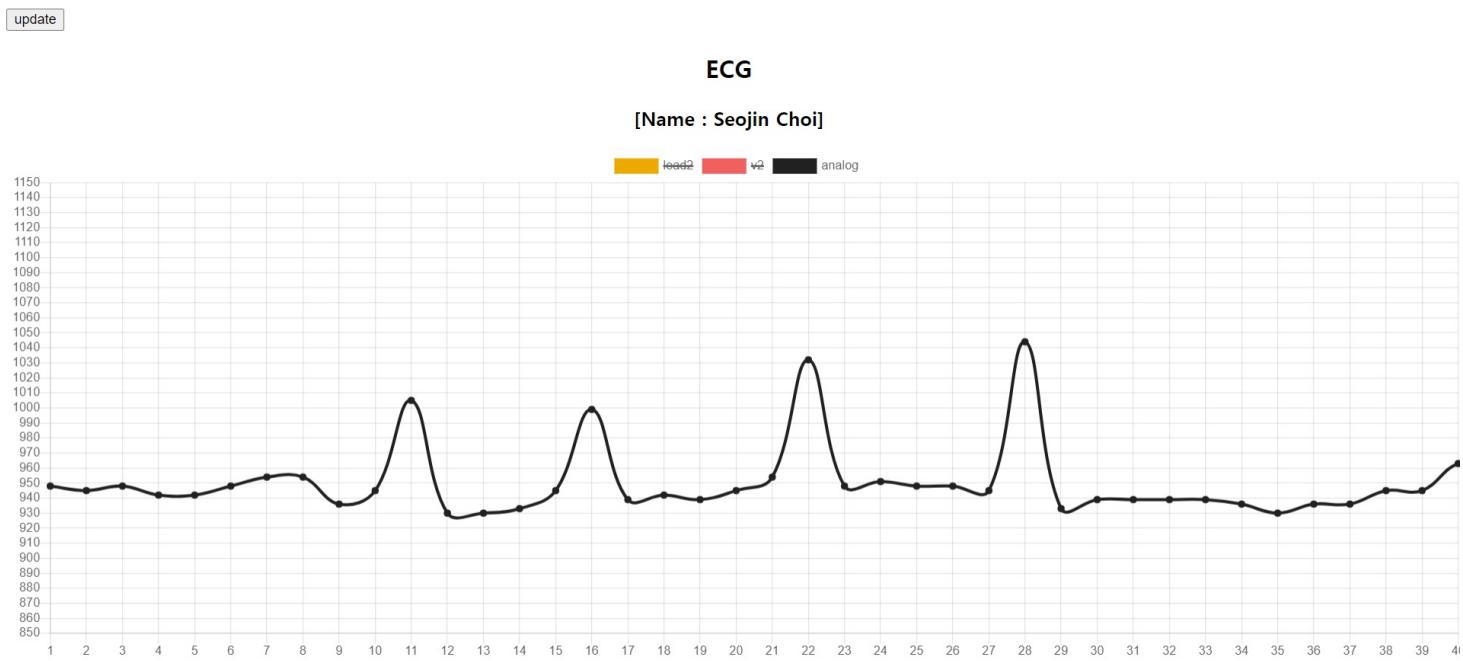
106
```

# Ubuntu Server Platform

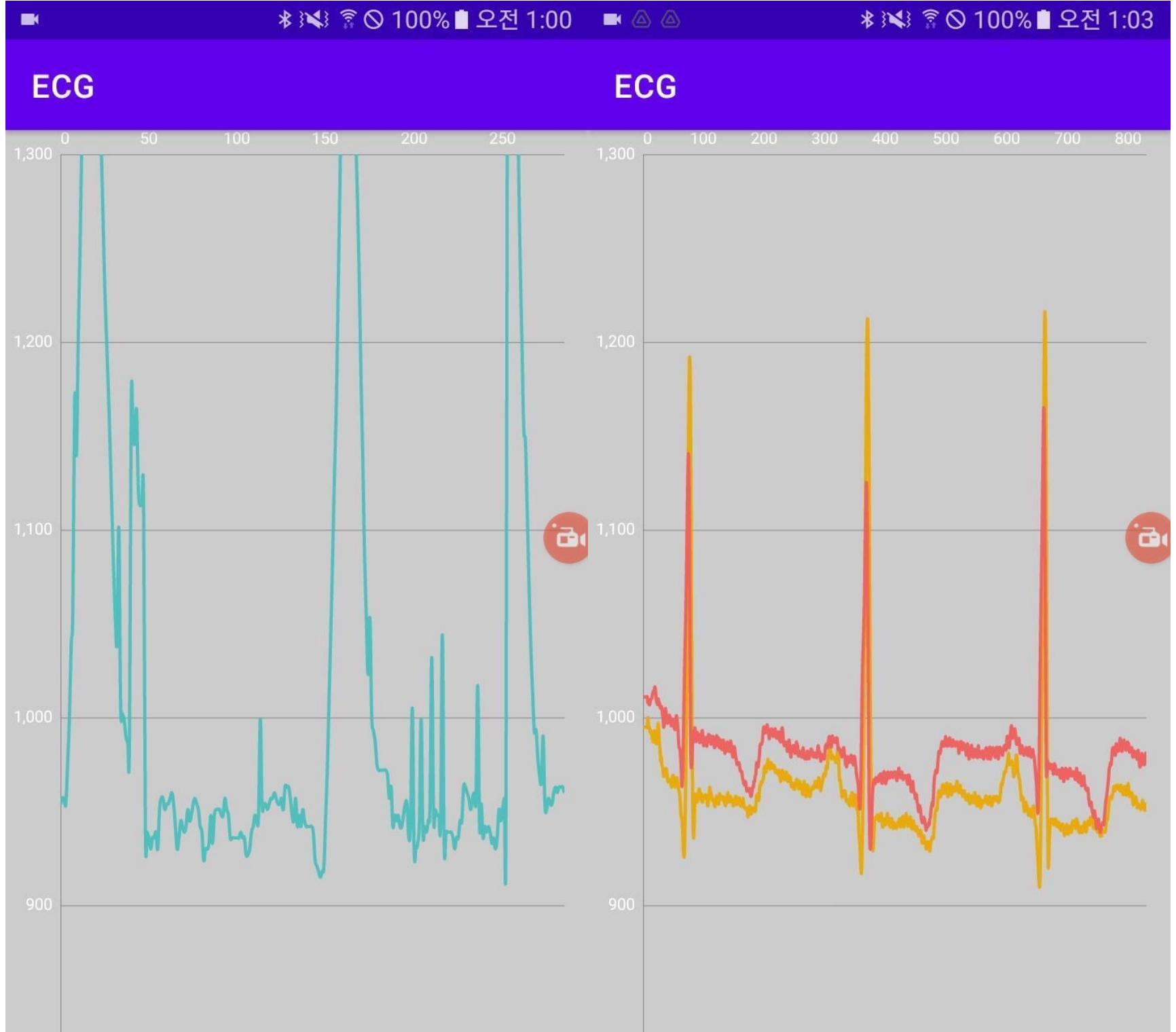
# TCP Server, Android App Server, Web Server

# Design and fabrication process: ECG Waveform Presentation

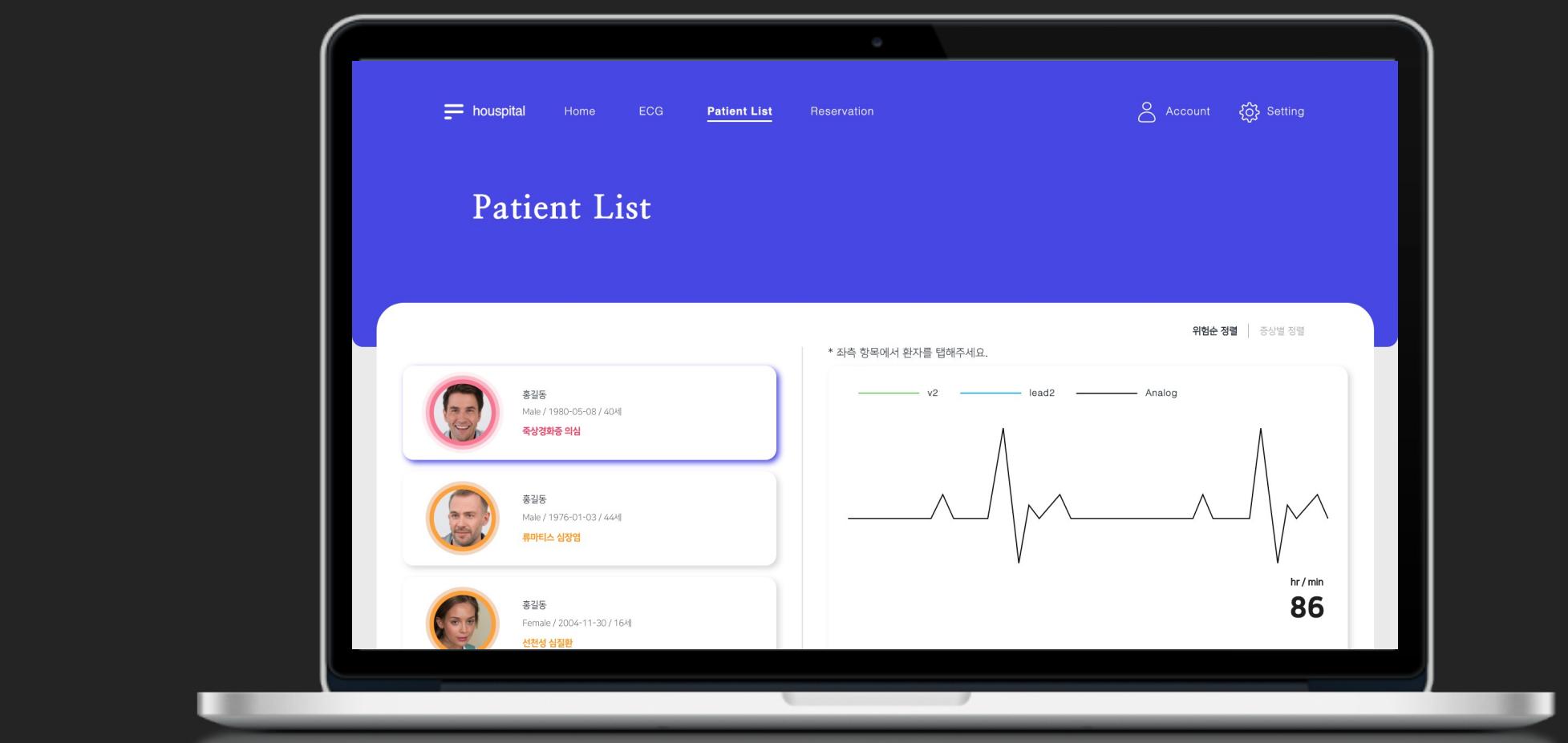
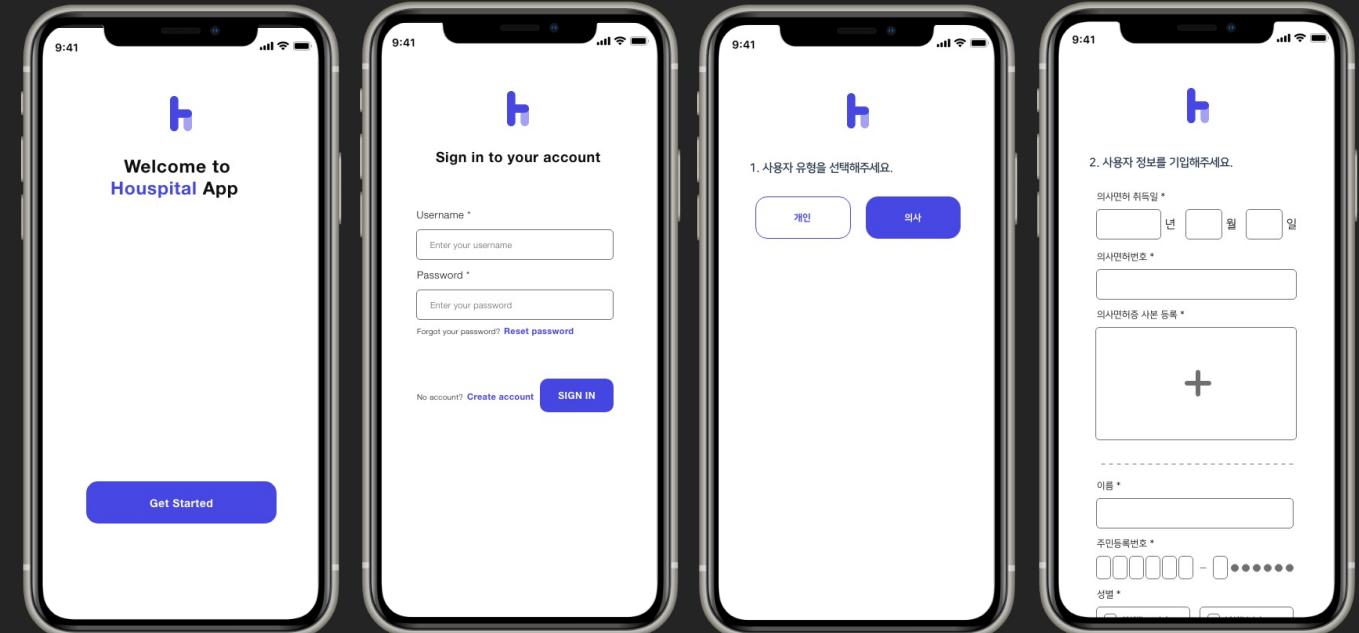
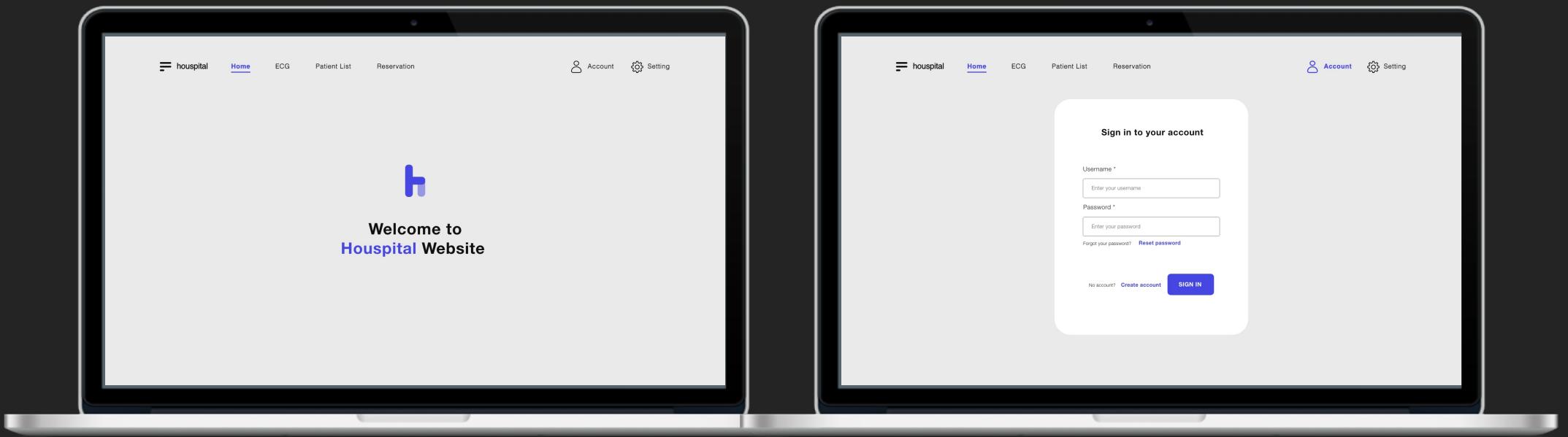
Web Interface



Android Mobile App



# Design and fabrication process: User Interface



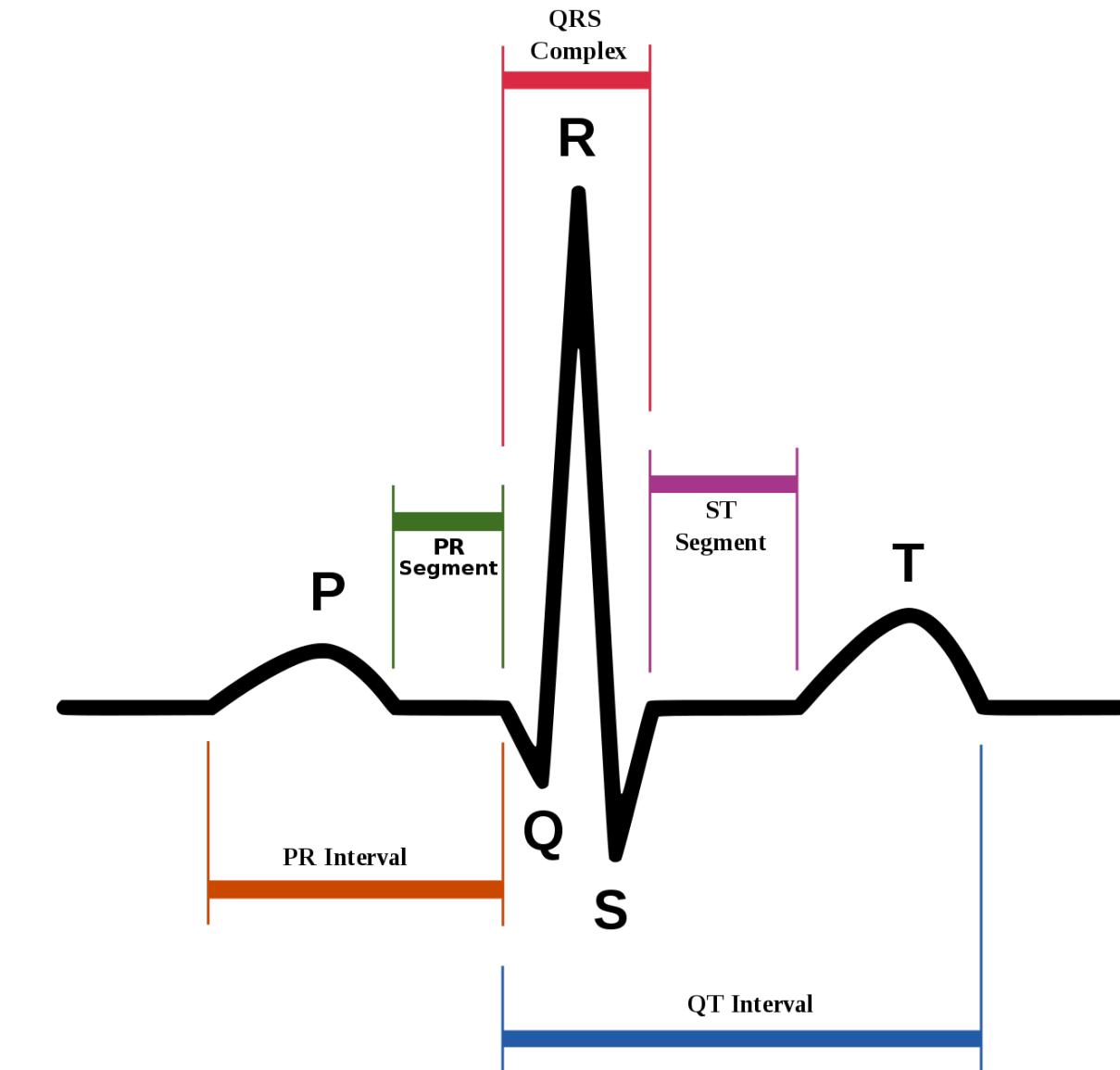
# ECG Waveform Interpretation

Web 또는 Android App을 통해 ECG 패턴을 관찰하여 환자의 심장 위험 징후를 초기에 전문 의료인력이 파악할 수 있음.

## < 주요 이상 징후 예제 >

심실 조기 수축	심실세동은 심실이 떠는 현상으로 Ventricular Fibrillation (VF) 라고 한다. 이는 심방이 수축하고 그 후 심실이 1번 수축해야 하는데, 심실의 여러 군데가 수축하여 심실이 떠는 현상이다. 즉, QRS 그래프가 지나치게 짧아지는 것이다.
부정맥	P qrs T 가 정상적으로 없으며 HR(심박수)이 계속 달라질 때를 말한다.
심박 세동	심방세동은 Atrial fibrillation(AF) 라고 하는데, 이는 심방을 수축시켜 줄 때 한번만 해야하는데 여러 번 수축하는 현상을 의미한다.

## Normal ECG Waveform Interpretation



P: 심방 수축 맥박 Q: 심실 수축 바로 앞에 위치한 하방강제  
R: 심실 수축의 정점 S: 심실 수축 직후의 하향편향 T: 심실 회복

# Improvement and Development direction

## Improvement

- 1 TCP 통신 bottleneck 발생으로 인한 측정 데이터 끊김 현상 발생
  - Arduino Mega는 Multiprocessing을 지원하지 않아, TCP 통신과 데이터 측정을 따로 제어할 수 없다.
  - Firmware가 아닌 Multiprocessing을 지원하는 RTOS, OS가 요구 되며, MCU의 교체 필요
- 2 ECG 파형의 Wandering Baseline 등의 Noise 발생
  - 적절한 신호 처리기법 도입이 필요

## Development direction

- 1 데이터 통신 최적화
  - PQRST 등 특정 지점만의 데이터를 필터링하여 통신
  - Scalable Coding 기법을 적용
- 2 제품의 간소화

## Reference

Source Code: [https://github.com/p1n9u/Real-Time\\_EKG](https://github.com/p1n9u/Real-Time_EKG) ← You can download source code by accessing this link!

- [1] "Scalable coding and prioritized transmission of ecg for low-latency cardiac monitoring over cellular m2m networks." IEEE Access 6: 8189-8200.
- [2] [https://github.com/codezoo-ltd/CodeZoo\\_CATM1\\_Arduino](https://github.com/codezoo-ltd/CodeZoo_CATM1_Arduino)
- [3] <https://ko.joecomp.com/how-install-mariadb-ubuntu-18>
- [4] <https://mariadb.com/kb/en/getting-started-with-the-nodejs-connector/>
- [5] <https://dev.mysql.com/doc/c-api/8.0/en/>
- [6] <https://blog.yena.io/studynote/2020/01/08/Android-Kotlin-Retrofit.html>
- [7] <https://medium.com/hongbeomi-dev/mpandroidchart-%EB%9D%BC%EC%9D%B4%EB%B8%8C%EB%9F%AC%EB%A6%AC%EB%A5%BC-%ED%99%9C%EC%9A%A9%ED%95%9C-chart-%EC%82%AC%EC%9A%A9%ED%95%95%98%EA%B8%BO-kotlin-93c18ae7568e>