

UTS AI Enabled Internet of Things - 2022-2

Waktu Pengerjaan: 14 April sd 17 April 2023

Waktu Pengumpulan Jawaban Paling Lambat: 17 April 2023 Pukul 23.59 WIB

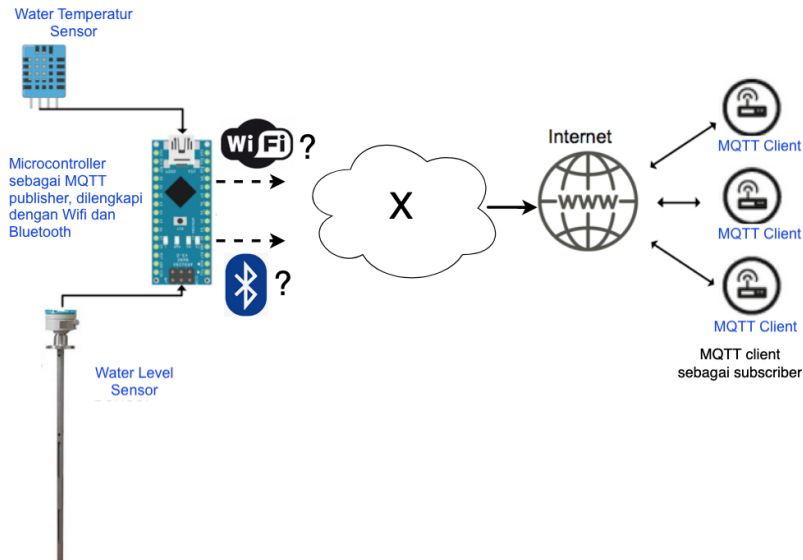
I. Ketentuan

1. Ujian bersifat individu, mahasiswa dipersilakan membuka buku / catatan / slide / literatur terkait.
2. Tidak diperkenankan bekerjasama / mencontek / menggunakan hasil pekerjaan teman anda !
3. Bacalah petunjuk dan soal dengan teliti sebelum membuat jawaban.
4. **Berikan jawaban dengan jelas sesuai dengan nomor pertanyaan. Jawaban singkat tanpa penjelasan (berupa satu atau dua kalimat) akan diberi nilai 0.**
5. **Jawaban UTS** anda dikirim/disubmit melalui **link** berikut:
<https://bit.ly/UTS-VMD-2023>
6. Pastikan anda mengumpulkan jawaban **TEPAT WAKTU**. (*No Excused*)
7. File jawaban untuk submission harus dalam format PDF dengan nama file:
Nama_Nim_Kelas.pdf
8. Sertakan **Hasil Capture/Plot dan Coding** Program yang anda buat dalam file PDF yang disubmit.

II. Soal Ujian Bagian 1: Teori MQTT

Untuk menjawab Soal no 1 dan Soal no 2, silakan anda perhatikan ilustrasi pada Gambar 1. Jawablah pertanyaan berdasarkan ilustrasi arsitektur IoT tersebut.

1. **(20 Point)**. Pada *front-end* system, mikrokontroller menerima data dari sensor **temperatur permukaan air dan sensor ketinggian air**. Jika mikrokontroller akan mengirimkan kedua data tersebut menggunakan standard protokol IoT yaitu dengan protokol MQTT:
 - (a) **Protocol komunikasi mana yang akan anda gunakan, apakah Wifi atau Bluetooth? Mengapa anda memilih protokol komunikasi tersebut? Berikan penjelasan anda!!!**
 - (b) **Versi MQTT mana yang anda gunakan? Jelaskan!!!**



Gambar. 1: Arsitektur Sistem Sensor Waterlevel dengan MQTT client yang terkoneksi ke Internet.

(c) Apakah data temperatur dan data water level dapat dikirimkan secara bersamaan dengan protokol MQTT tersebut? Bagaimana caranya? Berikan penjelasan anda!!!

2. (20 Point) Pesan atau message MQTT yang membawa **data temperatur** dan **data ketinggian air** akan dikirim dari mikrokontroller ke MQTT client melalui koneksi Internet. Pada ilustrasi Gambar 1 dapat dilihat bahwa sebelum message MQTT dari microcontroller sampai ke MQTT client, tentunya harus melewati "X" terlebih dahulu, yang dalam hal ini adalah diilustrasikan dengan simbol "Cloud".

(a) Apakah 'X' tersebut jika dikaitkan dengan mekanisme MQTT protocol? Berikan penjelasan!!!

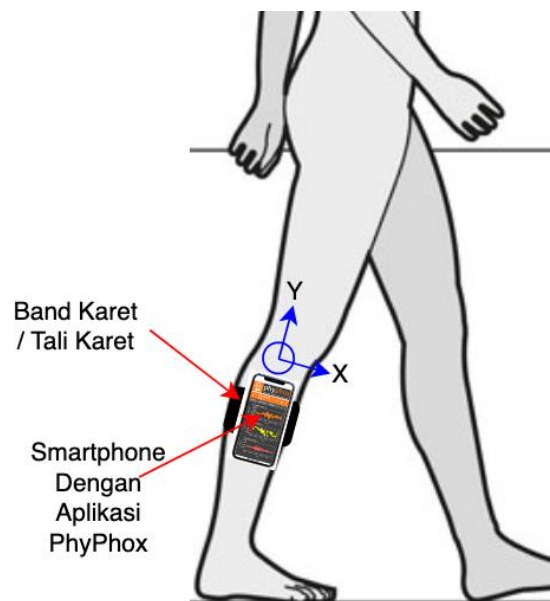
(b) Apakah 'X' berperan sebagai subscriber dan/atau publisher, dan pada saat kapan 'X' sebagai subscriber dan/atau publisher? Berikan penjelasan anda!!!

III. Soal Ujian Bagian 2: Eksperimen Data Fusion

Pada bagian 2 ini anda akan melakukan eksperimen dengan aplikasi **PhyPhox** (silahkan download di: www.phyphox.org), gunakan sesuai jenis smartphone anda. Aplikasi Phyphox ini anda digunakan untuk mendapatkan data **sudut gait** pada kaki anda ketika anda berjalan. Sudut gait dalam hal ini adalah **knee flexion**, atau sudut lutut terhadap pijakan bidang datar. Untuk

penjelasan singkat dari gait measurement ini dapat dilihat pada **Slide 6 halaman 29**, dan anda juga dapat mencari dan mendalami literatur terkait untuk melengkapi pengetahuan anda.

- Sebelum melakukan pengambilan data **sudut gait**, anda harus mengunduh aplikasi Phyphox terlebih dahulu. Kemudian jalankan aplikasi dan pilih / gunakan sensor **linear accelerometer** dengan sumbu x, y z dengan frekuensi sampling 100Hz dan **gyroscope** dengan sumbu x, y z dengan frekuensi sampling 100Hz.
- Pasanglah smartphone yang sudah terinstal aplikasi PhyPhox seperti pada Gambar 2. Smartphone harus berada di antara betis dan lutut dan pemasangan tidak boleh longgar (harus benar-benar terikat dan menempel), untuk itu anda dapat menggunakan band karet / tali karet / kaus kaki yang panjang untuk mengikat smartphone. Cek dan perhatikan arah sumbu smartphone anda. By default, pemasangan sumbu smartphone anda: sumbu x (positif) mengarah ke depan, y (positif) mengarah ke atas, dan z (positif) tegak lurus terhadap lutut / betis bagian samping (lihat Gambar 2).



Gambar 2: Pemasangan smartphone dengan aplikasi phyphox terinstal. Untuk pengikat smartphone dapat menggunakan band karet / kaus kaki panjang.

- Untuk pengambilan data gait menggunakan smartphone, pastikan anda dalam kondisi **berjalan lurus santai** dengan kecepatan sekitar 1.5 m/s - 1.75 m/s. **Lakukan perekaman data gait selama anda berjalan 60 detik**. Setelah selesai, silahkan **export** hasil perekaman ke file **xls** atau **xlsx**. Anda dapat mengeksport file tersebut ke komputer anda melalui email atau media lainnya (silakan pilih sesuai preferensi).

- Bukalah terlebih dahulu file perekaman gait yang anda kirim dalam format xls atau xlsx, pastikan file dapat dibuka dan terdiri dari kolom: time (waktu), x,y,z untuk file linear accelerometer dan x,y,z untuk file gyroscope.
- Setelah melakukan eksperimen perekaman data, buatlah aplikasi dalam **Matlab / Python** untuk membaca dan mengolah data gait yang telah anda dapat. **Tidak diperbolehkan menggunakan MS Excel utk plot data/solusi anda. Aplikasi yang anda buat adalah aplikasi data fusion dengan algoritma complementary filter (lihat slide kuliah 6).**

Pada Bagian 2 ini anda diminta untuk membuat aplikasi sederhana menggunakan Matlab/Python untuk mengolah data gait yang anda dapatkan dari hasil perekaman. Anda dapat mengacu pada program yang di-publish secara free baik dari github, web ataupun lainnya.

3. **(10 Point).** Buatlah aplikasi untuk membaca rekaman data gait dari data accelerometer dan gyroscope. Dengan aplikasi tersebut **buatlah plot data gait masing-masing sumbu accelerometer dan juga gyroscope.** Perhatikan bahwa grafik data mentah gait mempunyai dimensi m/s^2 untuk accelerometer dan $^\circ/s$ atau derajat/s untuk gyroscope.
 - **Lampirkan hasil plot anda dalam jawaban UTS, dan beri penjelasan secara umum dari hasil perekaman anda.**
 - **Lampirkan juga program anda untuk membaca data dan memplot data serta beri penjelasan dari program anda secara umum.**
4. **(20 Point)** Ubahlah data accelerometer untuk mendapatkan sudut accelerometer berdasarkan persamaan *arc tangent* pada Slide 6 Halaman 24. Untuk mendapatkan sudut accelerometer yang merepresentasikan sudut knee flexion (sudut pergerakan lutut ketika berjalan) sesuai dengan pemasangan smartphone seperti pada Gambar 2, maka persamaannya menjadi

$$\rho = \arctan \left[\frac{Az}{\sqrt{Ay^2 + Ax^2}} \right]$$

atau dalam hal ini untuk pemasangan smartphone seperti pada Gambar 2, sumbu pitch-nya adalah sumbu Z smartphone. Sebagai contoh script Matlab (menggunakan algoritma atan2) untuk menuliskan persamaan di atas:

$$\text{sudutAccRho} = \text{atan2}(\text{acc_Z}, \text{acc_Y});$$

- Buat plot sudut accelerometer ρ dan lampirkan hasil plot anda dalam jawaban UTS, dan beri penjelasan secara umum dari hasil plot anda.
 - Bandingkan hasil plot sudut accelerometer ρ dengan sudut gyroscope (dalam hal ini kecepatan sudut Yaw gyro atau Z gyro) jika pemasangan smartphone seperti pada Gambar 2). Sudut ρ accelerometer ternyata menyerupai grafik kecepatan sudut Yaw gyro atau Z gyro. Akan dimensi gyro masih dalam kecepatan sudut $^{\circ}/s$ atau *degree/s*.
5. **(30 Point)**. Pada bagian ini anda akan melakukan data fusion menggunakan algoritma complementary filter, yaitu untuk mengoreksi sudut ρ accelerometer dengan sudut gyro.
- **Ubahlah dimensi gyroscope sumbu Yaw dari kecepatan sudut ($^{\circ}/s$) menjadi $^{\circ}$ atau derajat sudut gyroscope**, yaitu dengan cara mengintegalkan data gyroscope tersebut. Sebagai contoh, jika pemasangan smartphone seperti pada Gambar 2 maka potongan script di Matlab:

$$\text{gyroAngle} = \text{gyroZ} * dt; \%dt = \text{sampling_time}(\text{misalnya: } 0.05s)$$

Berikan penjelasan dari solusi anda serta lampirkan program anda.

- **Setelah anda mendapatkan gyroAngle (sudut gyro), kemudian buat program algoritma complementary filter** mengacu pada algoritma halaman 26 pada Silde kuliah 6. Sebagai contoh, jika pemasangan smartphone seperti pada Gambar 2 maka potongan script di Matlab:

$$\text{gaitAngle} = (\text{gyroAngle} * 0.8) + (\text{sudutAccPhi} * 0.2);$$

Berikan penjelasan dari solusi anda serta lampirkan program anda.

- **Buatlah plot sudut gaitAngle. Sudut gait angle merepresentasikan knee flexion atau sudut pergerakan lutut ketika anda berjalan. Lampirkan hasil plot anda dalam jawaban UTS, dan beri penjelasan secara umum dari hasil perekaman anda dan bandingkan dengan referensi dari artikel.**