

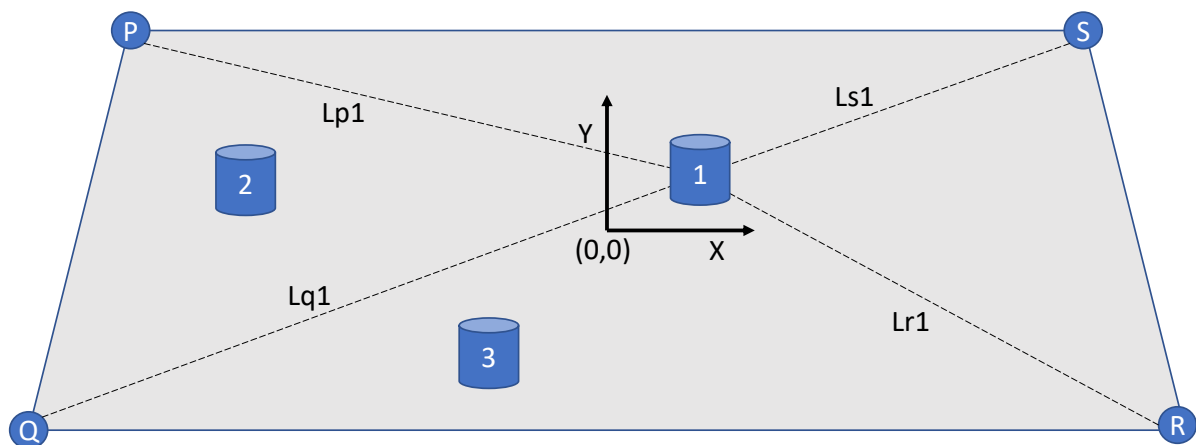
TF3204 PENGOLAHAN SINYAL

TUGAS BESAR

1 Permasalahan

Sistem pemosisian lokal (*local positioning system*) berfungsi untuk mengetahui posisi suatu benda / titik dalam ruang. Ada berbagai metode LPS, dimana salah satunya ditunjukkan pada Gambar berikut:

- Terdapat N_m buah microphone (P,Q,R,S) yang cukup sensitive untuk merekam suara dari seluruh ruangan.
- Terdapat N_s buah benda (1,2,3) di ruang, dimana masing-masing benda akan memancarkan suara yang unik.



Gambar 1. Skema sistem penentu posisi lokal

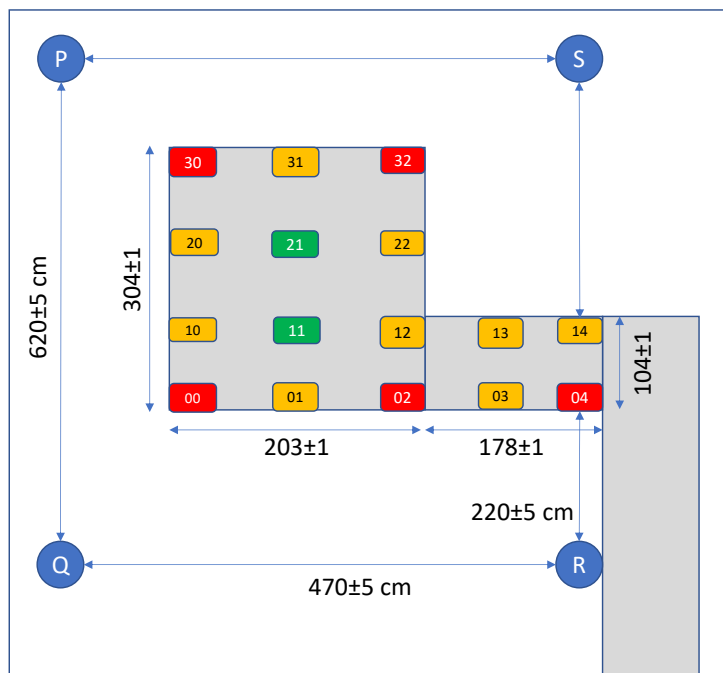
Dari rekaman seluruh microphone, bisa diketahui jarak benda ke masing-masing microphone (L_{pi} , L_{qi} , L_{ri} , L_{si}) sehingga bisa didapat koordinat posisi benda (X_i , Y_i) dalam ruangan. Tantangan pada masalah ini adalah, ada beberapa benda (1,2,3) yang bergerak di ruangan sehingga untuk menentukan lokasinya, sistem harus mampu memisahkan sinyal suara dari masing-masing benda.

2 Metodologi

2.1 Perancangan Posisi Pengukuran

Percobaan akan dilakukan di ruang un-echoic lab Adiwiyogo. Denah ruangan kira-kira diberikan pada Gambar 2. Ketentuan pengukuran adalah :

- Microphone (P,Q,R,S) sudah terpasang, tidak boleh dipindah.
- Sumber suara boleh bergerak hanya pada area platform (warna abu-abu).
- Pada saat pengukuran, 2 orang boleh bergerak pada platform membawa sumber suara, sementara satu orang mengoperasikan alat perekam di dekat microphone R.



Jarak diukur antar titik terluar jembatan

- Posisi x3 ditengah posisi x2 dan x4
- Posisi x1 ditengah posisi x0 dan x2
- Posisi 1y dan 2y adalah 1/3 dan 2/3 posisi 0y dan 3y

Stiker ditempel pada tepi dalam jembatan

Untuk koreksi posisi, bisa dipakai data

- Tebal stiker 1 inch
- Panjang stiker x3 dan x4 : 10 cm
- Panjang stiker x0, x1, x2 : 7 cm

Posisi mic PQRS membentuk persegi

Posisi mic R-S segaris dengan titik x4

Gambar 2. Denah area percobaan

Sebagai persiapan perlu dilakukan perancangan posisi. Penentuan posisi-posisi ini sedikit banyak akan mempermudah kalkulasi, dan juga akurasi pengukuran. Oleh karena itu pertimbangkan dengan seksama. Berdasar Gambar 1 dan Gambar 2 :

- Tetapkan koordinat acuan pada sistem (misalnya, koordinat (0,0) ada di posisi [0] pada Gambar 2).
- Turunkan model matematis untuk menghitung jarak berdasar lama (delay) suara, sehingga dari nantinya dari hasil pengukuran akan bisa diperoleh jarak dari sumber suara ke microphone (L_p , L_q , L_s , L_r).
- Turunkan model matematis untuk menghitung posisi sumber berdasar L_p , L_q , L_s , dan L_r (bisa digunakan 3 dari 4).
- Tetapkan 1 posisi untuk karakterisasi sumber suara, yang sekaligus untuk posisi kalibrasi jarak pertama (x_1 , y_1) (misalnya di posisi [1]).
- Tetapkan 2 posisi lagi untuk kalibrasi jarak (x_2, y_2) dan (x_3, y_3), membentuk konfigurasi yang baik (misalnya posisi [1],[3],[4]; atau [1],[3],[5]).
- Selanjutnya untuk uji coba, akan ada 2 orang bergerak di platform selama sekitar 2 menit. Rancanglah pola perjalanan kedua orang itu sehingga gerak mencakup area yang luas, namun jangan sampai tabrakan. Misalnya saja orang 1 bergerak dari [1][a][2][b] dst., sementara orang 2 bergerak dari [4][f][5][g] dst.

2.2 Persiapan Sumber Suara

Pada percobaan ini, obyek yang akan dijejaki berupa speaker portable yang dapat memainkan rekaman dari flashdisk / bluetooth. Sementara itu sinyal suara unik yang digunakan adalah DTMF (Dual Tone Multi Frequency), seperti yang digunakan pada sistem telepon otomatis.

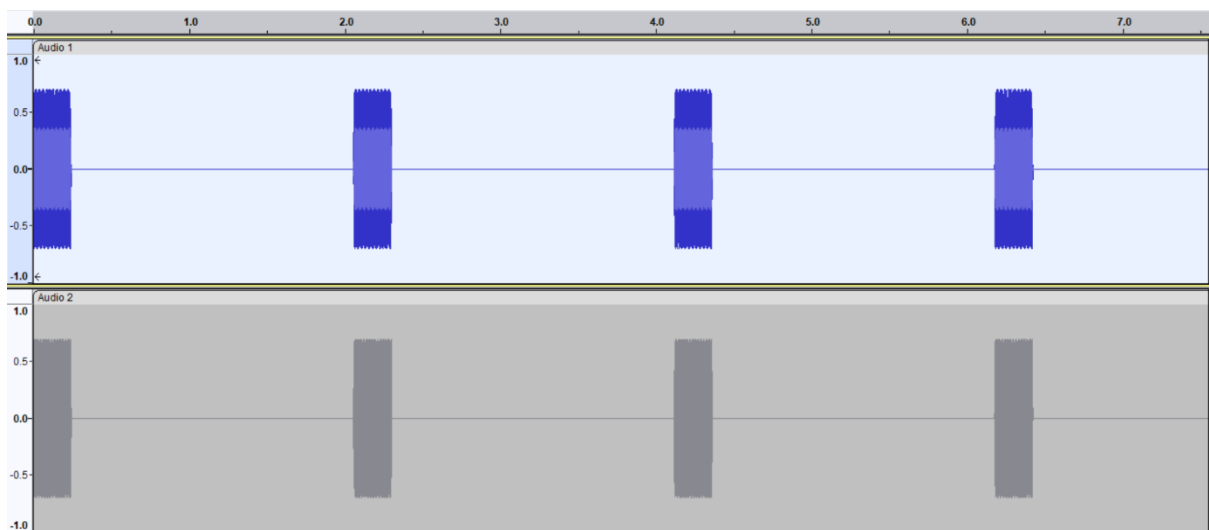
1	2	3	A	DTMF pada keypad telpon Bila tombol ditekan, maka akan dibangkitkan sinyal yang merupakan gabungan dari 2 tone (sinus) dengan frekuensi sesuai kolom dan baris pada keypad.
4	5	6	B	
7	8	9	C	
*	0	#	D	

Gambar 2. DTMF

Untuk itu perlu disiapkan file suara menggunakan dengan ketentuan sebagai berikut:

- Basis sinyal suara adalah DTMF, dimana setiap obyek akan memancarkan DTMF berbeda.
- Tiap regu ditugaskan mendeteksi posisi untuk 3 buah obyek, dengan set DTMF yang ditentukan.
- Diperbolehkan memodifikasi sinyal DTMF tersebut, agar lebih mudah dikenali. Beberapa contoh modifikasi:
 - Membuatnya sebagai pulsa dengan periode tertentu.
 - Menambahkan sinyal lain seperlunya (tanpa menghilangkan DTMF-nya).
 - Memberi modulasi tertentu (amplitudo, frekuensi, maupun fasa) pada sinyal DTMF.
- Lama sumber suara sekitar 3 menit.
- Sinyal sumber suara disimpan sebagai file dalam format MP3, diberi nama S-REGU-NOMOR_SUMBER.mp3

Untuk menyiapkan sumber suara ini bisa digunakan Audacity atau Matlab. Perhatikan bahwa sumber suara ini akan sangat mempengaruhi hasil. Oleh karena itu rancang sumber suara ini, dengan mempertimbangkan pengolahan sinyal yang nanti akan digunakan.



Gambar 3. Contoh sumber suara untuk 2 benda (pulsa DTMF)

2.3 Tempat dan Alat Percobaan

Masing-masing regu diberi kesempatan melakukan pengukuran selama 20 menit di ruang un-echoic Lab Adiwiyogo. Alat yang sudah disiapkan adalah:

- Empat microphone, diletakkan pada posisi tertentu di tepi ruangan

- Alat perekam 4 channel, tersambung ke microphone
- Sumber suara berupa 3 buah speaker yang mampu membaca flashdisk atau Bluetooth.
- Dimensi platform sudah diukur, dan akan diberikan.

Peserta harap menyiapkan:

- Tiga flashdisk, masing-masing berisi file sumber suara (atau laptop dengan blueooth).
- Rancangan posisi karakterisasi, maupun posisi kalibrasi $(x_1, y_1) - (x_3, y_3)$.
- Rancangan pola gerak untuk uji coba oleh 2 orang.
- Lembar pengukuran untuk mencatat jalannya percobaan.
- Seluruh anggota paham benar prosedur percobaan, dan ada pembagian tugas yang jelas, agar dapat selesai dalam 20 menit.

Setelah percobaan, peserta akan mendapat:

- File-file rekaman dari alat perekam.

2.4 Karakterisasi Sumber Suara

Setiap sumber suara (speaker) memiliki karakteristik sendiri yang akan sedikit mengubah warna suara saat memainkan rekaman. Oleh karena itu Langkah pertama adalah mengenali karakteristik sumber suara. Pengukuran yang perlu dilakukan:

1. Pada ruangan, tentukan titik karakterisasi (x_1, y_1) .
2. Siapkan sumber suara (speaker-1, dengan file suara 1), letakkan pada titik karakterisasi.
3. Mainkan sumber suara dan rekam dengan keempat microphone sekitar 20 detik.
4. Ulangi percobaan 2-3 untuk seluruh sumber suara sehingga diperoleh $N_s \times N_m$ rekaman.

2.5 Kalibrasi Posisi

Untuk kalibrasi posisi, lakukan :

1. Tentukan 2 posisi kalibrasi (x_2, y_2) dan (x_3, y_3) .
2. Pilih salah satu sumber suara (yang terbaik dari percobaan sebelumnya).
3. Letakkan sumber suara pada posisi (x_2, y_2) .
4. Hidupkan sumber suara dan rekam dengan ke-empat microphone sekitar 20 detik.
5. Ulangi pengukuran untuk posisi (x_3, y_3) , sehingga diperoleh $2 \times N_m$ rekaman.

2.6 Uji coba

Pada uji coba akan dilakukan satu kali pengukuran saja, menggunakan tiga sumber suara sekaligus:

- Letakkan sumber suara-1 pada posisi tertentu, di mana saja. Sumber suara ini diam, tidak akan bergerak.
- Sumber suara 2 dan 3 dibawa oleh praktikan, dan akan bergerak dengan pola tertentu.
- Hidupkan seluruh sumber suara, dan mulai rekaman.
- Kedua praktikan bergerak sesuai pola dengan sinkronisasi yang baik.
- Selesaikan rekaman sekitar 2 menit.
- Akan diperoleh N_m rekaman.

3 Pengolahan Sinyal dan Analisis

Dari data pengukuran, olah sebagai berikut:

1. Gunakan hasil pengukuran karakterisasi, olah agar karakteristik suara masing-masing benda dapat diketahui (misalnya menggunakan analisis spektral).
2. Gunakan hasil pengukuran kalibrasi dan denah posisi titik pengukuran (Gambar 2) untuk memperoleh posisi sumber suara. Lakukan analisis kesalahan (error) dan coba dapatkan faktor koreksi yang diperlukan.
3. Dari hasil rekaman uji coba, lakukan pengolahan sinyal agar dapat diketahui posisi masing-masing benda terhadap waktu, dan gambarkan grafiknya. Jangan lupa gunakan koreksi yang sudah didapat dari Langkah 2.

Untuk pengolahan data ini, gunakan Matlab.

4 Kesimpulan

Dari percobaan dan analisis, diskusikan simpulan yang bisa didapat seperti:

- Apakah sistem yang anda buat cukup andal untuk mengidentifikasi sumber suara dalam berbagai kondisi (sumber berbunyi sendiri maupun bersamaan) ? Sarankan upaya yang mungkin untuk meningkatkannya.
- Apakah sistem anda buat cukup akurat untuk mengidentifikasi posisi sumber suara baik diam maupun bergerak ? Sarankan upaya yang mungkin untuk meningkatkannya.

Tulis laporan anda dalam format paper (sesuai template yang tersedia) dengan sistematika standar.

5 Laporan

Tulis laporan dalam format laporan standar urutan Bab :

- Sampul (standar, ada nama anggota)
- Daftar Isi
- 1. Pendahuluan (latar belakang, tujuan)
- 2. Perancangan Sistem (arsitektur sistem, blok pengolahan sinyal, desain sinyal, desain pengolahan sinyal, metode kalkulasi posisi)
- 3. Metodologi Pengujian (konfigurasi pengukuran, prosedur pengukuran)
- 4. Hasil Pengujian (data mentah semua percobaan)
- 5. Analisis Pengujian (analisis semua percobaan)
- 6. Kesimpulan
- Daftar Pustaka
- Penulis (lampirkan semua anggota dan kontribusi teknis maupun non teknis)
- Lampiran (data pengukuran dan analisis yang detail berupa tabel, gambar besar, dll.)

6 Pengumpulan

Hasil tugas besar dikumpulkan di Teams pada folder yang disediakan, berupa:

1. Laporan dalam format DOC
2. File rekaman mentah
3. File hasil pengolahan (jika ada)
4. File matlab dan catatan cara menjalankannya

7 Regu

Tugas besar ini dilakukan secara beregu 3 orang, dengan regu dibagi oleh dosen.

8 Penghargaan

Hasil tugas besar terbaik berpotensi diterbitkan di Jurnal Otomasi, Kontrol dan Instrumentasi (dengan syarat tertentu).

Topik ini juga layak menjadi tugas akhir dengan peningkatan kesulitan, seperti:

- Posisi dalam 3 dimensi.
- Kondisi tidak ideal (ruang tidak un-echoic), ada noise dan pantulan suara.
- Diimplementasikan menjadi instrument real-time.