

Report Mini-Project  
Guitar Tuner using MATLAB

วิชาสัญญาณและระบบเบื้องต้น  
(Introduction to Signals and Systems)  
รหัสวิชา 010123106

จัดทำโดย

นายวัชรวิทย์ ประสาทไทย	6101012630151
นายปริญญา ใจหาญ	6201012620155
นายธนากร บริบูรณ์	6201012630045

เสนอ

อาจารย์เรวัต ศิริโกศาภิรมย์

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2565

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

## คำนำ

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชาสัญญาณและระบบเบื้องต้น รหัสวิชา 010123106 จัดทำขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างและศึกษาการสร้างแอปพลิเคชัน Guitar Tuner จาก MATLAB โดยทางคณะผู้จัดทำได้ทำการออกแบบ และพัฒนาขึ้น

ทางคณะผู้จัดทำคาดหวังว่ารายงานฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่ต้องการศึกษา หรือพัฒนาแอปพลิเคชันที่เกี่ยวข้องกับ MATLAB โดยใช้รายงานฉบับนี้เป็นแหล่งอ้างอิง ข้อมูล หรือเพื่อศึกษาแนวทางการพัฒนาแอปพลิเคชัน หากพบข้อผิดพลาดประการใด ต้องขออภัยมา ณ ที่นี้

คณะผู้จัดทำ

## สารบัญ

บทที่ 1 .....	4
บทนำ.....	4
ที่มาและความสำคัญ .....	4
วัตถุประสงค์ .....	4
ขอบเขตในการทำงาน .....	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
บทที่ 2 .....	5
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง .....	5
เครื่องปรับเสียงกีตาร์ (Guitar Tuner) .....	5
คลื่นเสียง.....	5
เฮิรตซ์ (Hertz).....	6
การหาความถี่ฐาน (Fundamental Frequency) โดยใช้ Fast Fourier Transform .....	7
บทที่ 3 .....	8
การออกแบบและหลักการทำงาน.....	8
Requirement.....	8
Design.....	8
หลักการทำงาน .....	9
บทที่ 4 .....	10
ผลลัพธ์.....	10
บรรณานุกรม .....	12

# บทที่ 1

## บทนำ

### ที่มาและความสำคัญ

เนื่องจากในคณะผู้จัดทำมีผู้ที่ชื่นชอบในการเล่นกีตาร์อยู่เป็นประจำ ทางคณะผู้จัดทำจึงเล็งเห็นถึงโอกาสและช่องทางในการสร้างแอปพลิเคชันสำหรับการปรับเสียงกีตาร์ (Guitar Tuner) เพื่อใช้ในการปรับสายกีตาร์ให้มีเสียงตรง และถูกต้อง โดยได้ทำการสร้างและพัฒนาออกมาเป็น GUI แอปพลิเคชัน ที่สามารถรับ Input เป็นเสียงผ่านทางไมโครโฟน จากนั้นจะทำการนำสัญญาณไปเปรียบเทียบกับค่าความถี่ของแต่ละตัวโน้ต และแสดงผลออกมาทาง GUI เพื่อให้ผู้ใช้งานได้ทำการปรับจูนสายกีตาร์ให้ถูกต้องนั่นเอง

### วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบ GUI และสร้างแอปพลิเคชันสำหรับการปรับเสียงกีตาร์
2. เพื่อศึกษาและเรียนรู้แนวทางในการสร้างแอปพลิเคชันจาก MATLAB

### ขอบเขตในการทำงาน

1. แอปพลิเคชันสามารถแสดงผลลัพธ์ของสัญญาณเสียง Input ได้อย่างถูกต้อง
2. แอปพลิเคชันสามารถเปรียบเทียบค่าความถี่ของสัญญาณเสียงแต่ละตัวโน้ตได้อย่างเหมาะสม

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. คณะผู้จัดทำได้ศึกษาและสร้างประสบการณ์ในการสร้างแอปพลิเคชันจาก MATLAB
2. สามารถสร้างแอปพลิเคชันที่นำไปพัฒนาหรือปรับปรุงต่อยอดได้

## บทที่ 2

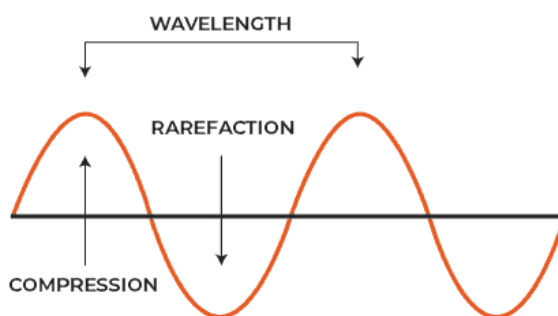
### ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

#### เครื่องปรับเสียงกีตาร์ (Guitar Tuner)

จูนเนอร์กีตาร์ที่เชื่อถือได้เป็นอุปกรณ์เสริมที่ต้องมีสำหรับนักดนตรีที่เล่นกีตาร์ แม้ว่าอุปกรณ์เหล่านี้จะดูเรียบง่าย วิธีการตรวจจับระดับเสียงและระบุว่าสายมีความคมหรือแบนเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน เพื่อให้เข้าใจถึงวิธีการทำงานของเครื่องตั้งสายกีตาร์ ก่อนอื่นเราต้องเข้าใจวิธีการวัดระดับเสียง และรายละเอียดเล็กน้อยเกี่ยวกับวิธีการสร้างเสียง เริ่มต้นด้วย เสียงทั้งหมดเป็นชุดของการสั่น การสั่นสะเทือนเหล่านี้สร้างคลื่นบีบอัด (Compression Waves) ที่เคลื่อนที่ผ่านอากาศทำให้เกิดพื้นที่ที่มีความดันสูงที่เรียกว่า การบีบอัด (Compressions) และการแยกส่วนอนุภาคของอากาศที่กระจายออกจากกัน (Rarefactions)

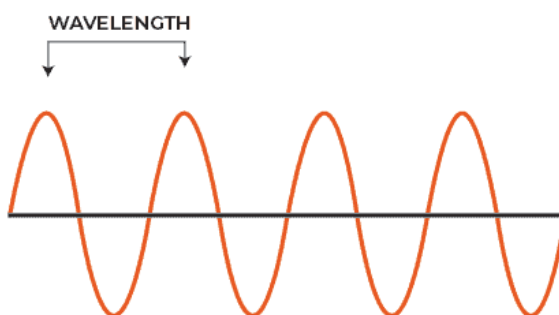
#### คลื่นเสียง

เมื่อคลื่นเสียงเดินทาง จะเกิดปฏิกิริยากับโมเลกุลของอากาศรอบตัว ทำให้วัตถุเกิดการสั่นพ้อง เช่น สิ่งที่สั่นที่ทำให้วัตถุอีกชิ้นสั่นด้วยความถี่เดียวกัน ตัวอย่างนี้คือแก้วหูของเรา ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการได้ยินในที่สุดผ่านการถ่ายโอนการสั่นสะเทือนทำให้ขนเล็กๆ ภายในคอเคลีย (หูชั้นใน) สั่นสะเทือน สร้างสัญญาณไฟฟ้าที่สมองของเราตีความว่าเป็นเสียง

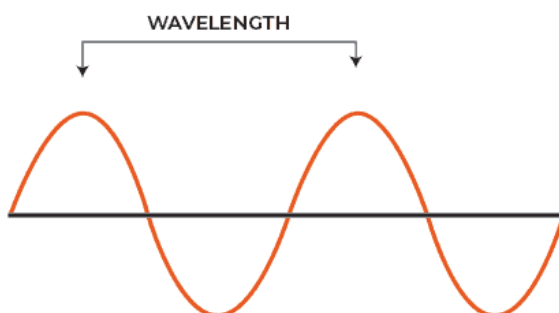


ลักษณะเสียงของโน้ต รวมถึงระดับเสียงและระดับเสียง ถูกกำหนดโดยคุณลักษณะของคลื่นเสียง ความสูงของคลื่นเสียงจะเป็นตัวกำหนดแอมพลิจูด (ความดัง) และความถี่ เช่น จำนวนคลื่นเสียงภายในระยะเวลาที่กำหนด (เช่น ต่อวินาที) เป็นตัวกำหนดระดับเสียง ซึ่งหมายความว่ายิ่งคลื่นเสียงเข้าใกล้มากเท่าใด ระดับเสียงของโน้ตก็จะยิ่งสูงขึ้นเท่านั้น อีกทางหนึ่งคือ ยิ่งคลื่นเสียงห่างกันเท่าไร ระดับเสียงของโน้ตก็จะยิ่งต่ำลงเท่านั้น

### HIGH PITCH



### LOW PITCH



### เฮิรตซ์ (Hertz)

ความถี่ของโน้ตวัดเป็นเฮิรตซ์ (Hz) ซึ่งเป็นจำนวนคลื่นเสียงที่สมบูรณ์ต่อวินาทีที่เกิดขึ้นเมื่อเล่นโน้ต Middle C บน Keyboard มีความถี่ 262Hz ซึ่งหมายความว่า 262 คลื่นเสียงผ่านไปภายใน 1 วินาทีเมื่อเล่นโน้ต Middle C

ตารางด้านล่างนี้คือความถี่ของสายเปิดของกีตาร์เมื่อปรับเป็นระดับเสียงคอนเสิร์ต สำหรับความถี่ที่เกิน 1,000 Hz เราสามารถใช้หน่วยเป็น กิโลเฮิรตซ์ (kHz) 1kHz เท่ากับ 1,000Hz

Guitar String	Frequency
6 <sup>th</sup> String (Low E)	82.4 Hz
5 <sup>th</sup> String (A)	110 Hz
4 <sup>th</sup> String (D)	146.8 Hz
3 <sup>rd</sup> String (G)	196.0 Hz
2 <sup>nd</sup> String (B)	246.9 Hz
1 <sup>st</sup> String (high E)	329.6 Hz

## การหาความถี่ฐาน (Fundamental Frequency) โดยใช้ Fast Fourier Transform

ความถี่มูลฐาน (Fundamental Frequency) นิยามว่าเป็นความถี่ต่ำสุดของรูปคลื่นแบบเป็นคาบ ในดนตรี ความถี่มูลฐานก็คือเสียงสูงต่ำของโน้ตดนตรีที่ได้ยินโดยเป็นคลื่นรูปไซน์ (partial) ที่ความถี่ต่ำสุดซึ่งได้ยิน ถ้าดูการซ้อนทับของคลื่นรูปไซน์ (เช่น อนุกรม Fourier) ความถี่มูลฐานก็คือคลื่นรูปไซน์ความถี่ต่ำสุดในผลรวม ในบางกรณี ความถี่มูลฐานจะเขียนเป็นเครื่องหมาย  $f_0$  (หรือ FF) ซึ่งระบุความถี่ต่ำสุดจาก 0 ในบางกรณี ก็จะเขียนเป็นเครื่องหมาย  $f_1$  ซึ่งหมายถึงฮาร์โมนิกแรก (ฮาร์โมนิกที่สองก็จะจะเป็น  $f_2 = 2 \cdot f_1$  เป็นต้น และในบริบทนี้ ฮาร์โมนิกที่ 0 ก็จะเป็น 0 Hz)

Fast Fourier transform (FFT) เป็นวิธีการคำนวณการแปลง Fourier แบบไม่ต่อเนื่อง (DFT) ของลำดับ (Sequence) หรือ inverse (IDFT) โดยจะแปลงสัญญาณจากโดเมนเดิม (ซึ่งมักเป็นเวลา) เป็นตัวแทนในโดเมนความถี่ ซึ่งหลักการนี้สามารถนำมาใช้ในการหา Fundamental Frequency ที่จำเป็นสำหรับการทำงานของแอปพลิเคชัน

## บทที่ 3

### การออกแบบและหลักการทำงาน

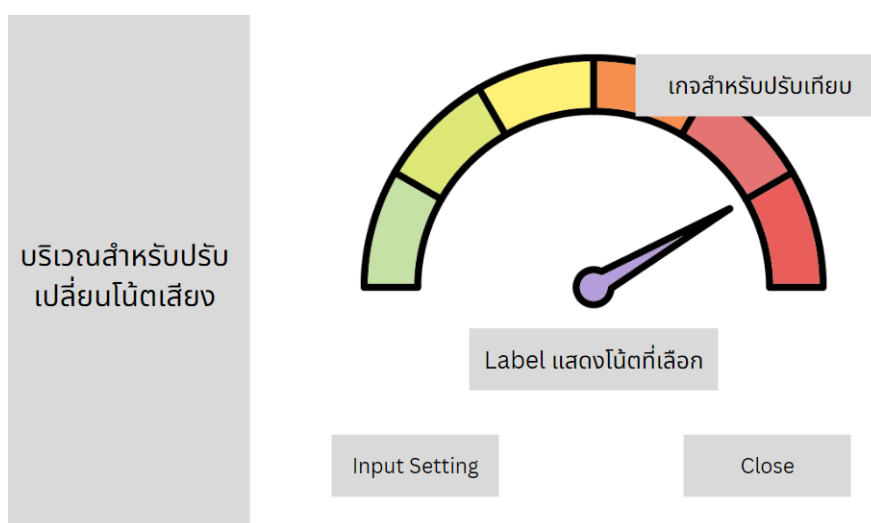
#### Requirement

สามารถปรับและเปรียบเทียบความถี่ของสัญญาณเสียงครอบคลุมตัวโน้ตทั้งหกได้ ซึ่งเป็นดังตาราง

Guitar String	Frequency
6 <sup>th</sup> String (Low E)	82.4 Hz
5 <sup>th</sup> String (A)	110 Hz
4 <sup>th</sup> String (D)	146.8 Hz
3 <sup>rd</sup> String (G)	196.0 Hz
2 <sup>nd</sup> String (B)	246.9 Hz
1 <sup>st</sup> String (high E)	329.6 Hz

#### Design

ทางคณะผู้จัดทำได้ทำการออกแบบหน้าต่าง GUI ของแอปพลิเคชันไว้ดังนี้





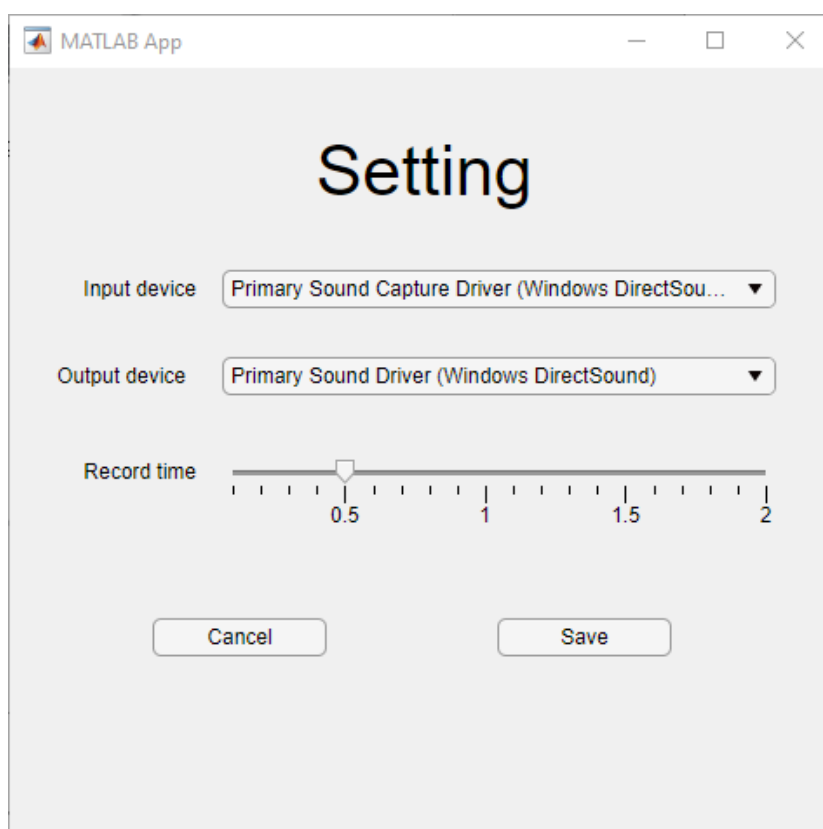
## หลักการทำงาน

1. ทำการ Record เสียงกีตาร์จากไมโครโฟน
2. ทำการ Take Fast Fourier Transform คลิปเสียง
3. เปรียบเทียบกับรายการความถี่ของโน้ตที่กำลังปรับแต่ง
4. หากความถี่ยังไม่ใกล้เคียง ให้แสดงผล เกจค่าที่ผิดเพี้ยนไป แล้วกลับไปขั้นตอนที่ 1
5. สามารถเปลี่ยนไปปรับโน้ตอื่นๆต่อได้
6. เสร็จสิ้นการทำงาน หากทำการปรับจูนเรียบร้อยแล้ว

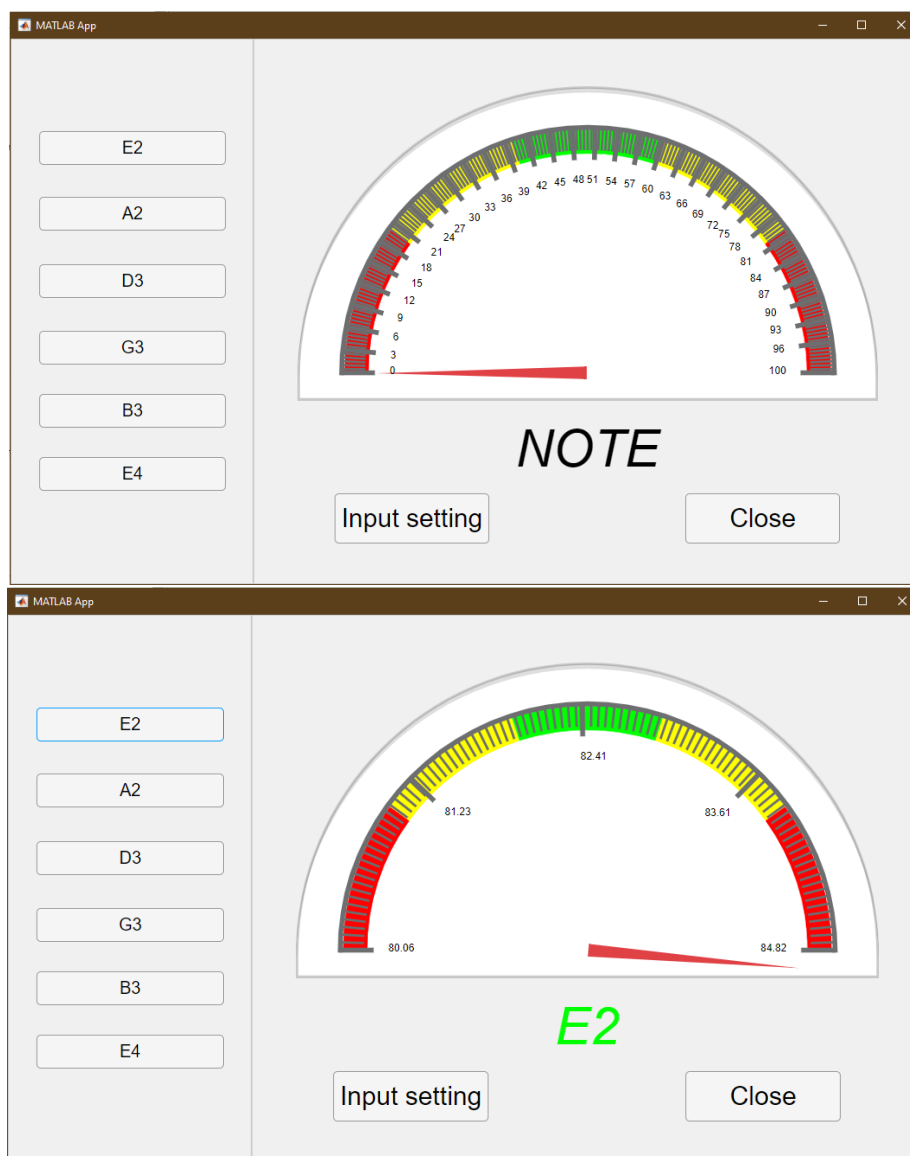
## บทที่ 4

### ผลลัพธ์

ส่วนสำหรับ Setting Input ที่ต้องการ



## ส่วนหน้าจอหลักสำหรับ Display การปรับเทียบ



โค้ดทั้งหมดสามารถเข้าถึงได้ที่ :

<https://github.com/PARINYA-JAIHARN/Basic-Guitar-Tuner>

ไฟล์ "Tuner" ใช้สำหรับการตั้งสายกีตาร์ ซึ่งเมื่อเปิดขึ้นมา จะเรียกไฟล์ "TunerSetting" ขึ้นมาแสดงด้วย ซึ่งใช้สำหรับการตั้งค่าอุปกรณ์รับเสียงและอุปกรณ์ส่งออกเสียง

วิธีการใช้งานสามารถดูได้จาก Demo:

## บรรณานุกรม

How Guitar Tuners Work [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก

<https://theacousticguitarist.com/how-guitar-tuners-work/>

Detecting fundamental frequency of a signal using Fast Fourier transform [ออนไลน์]

เข้าถึงได้จาก <https://www.mathworks.com/matlabcentral/answers/429279-detecting-fundamental-frequency-of-a-signal-using-fast-fourier-transform>

MATLAB audiorecorder [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก

<https://www.mathworks.com/help/matlab/ref/audiorecorder.html>

5 นาที เข้าใจ FFT ในโปรแกรมวัดเสียง [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก

<https://www.atprosound.com/fast-fourier-transform/>

Digital Guitar Tuner Using MATLAB [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก

<https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/14759-digital-guitar-tuner>