โครงการวิจัยย่อยลำดับที่ 10

เรื่อง การประเมินประสิทธิภาพสำหรับโครงข่าย TCP/IP **ผ่านดาวเทียม ปีที่** 5

เรื่อง การศึกษาการแปลง wavelet และการประยุกต์, ธรรมชาติของการควบคุมเสียงและการได้ยิน, ระบบควบคุมตัวการเคลื่อนตัวของดาวเทียมอัจฉริยะ, การเข้ารหัสแบบ ciphersและการนำมาประยุกต์

1. **ผู้รับผิดชอบโครงการ** รองศาสตราจารย์ ดร. ประสิทธิ์ ทีฆพุฒิ

2. **วัตถุประสงค์ของโครงการ**

1 ศึกษาการแปลง wavelet เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับระบบสื่อสารผ่านดาวเทียม

2 ศึกษาธรรมชาติระบบควบคุมเสียงและแบบจำลองการฟัง

3 ศึกษาระบบการควบคุมดาวเทียมอัจฉริยะ ในส่วนระบบควบคุมวงโคจรของดาวเทียม

4 การเข้ารหัสแบบ ciphers และการประยุกต์

3. **ขอบเขตหรือเป้าหมายของโครงการ**

1 จำลองการแปลงเวฟเล็ตโดยการเขียนโปรแกรม

2 ศึกษาจำลองระบบควบคุมเสียงและแบบจำลองการได้ยิน

3 ศึกษาระบบควบคุมดาวเทียมอัจฉริยะ

4 ศึกษาการเข้ารหัสแบบ ciphers

4. ส่วนงานที่ได้ดำเนินการไปแล้ว

1 ศึกษาทฤษฎีที่จะนำมาใช้ ในการแปลง Wavelet

2 จำลองและวิเคราะห์ระบบควบคุมเสียงและการฟัง

3 ศึกษาในส่วนทฤษฎีของระบบควบคุมดาวเทียมอัจฉริยะ

4 ศึกษาการเข้ารหัสแบบ ciphers

5. ส่วนงานที่จะดำเนินการต่อไป

1 ศึกษาส่วนที่เกี่ยวข้องกับการสื่อสารผ่านดาวเทียมต่อไป

2 ศึกษาและลองประยุกต์ใช้โปรแกรมในการทดลองและประมวลผลการวิจัยต่อไป

จากที่ผ่านมาเราได้ศึกษาตัวอย่าง wavelet แม่ชนิดต่างๆ ที่นิยมใช้เป็นต้นแบบ ในการแปลง wavelet ต่อไปนี้เราจะศึกษา model ทางคณิตศาสตร์เบื้องต้นในการแปลง wavelet

ทั้งทาง discrete และ continuous

<u>การแปลง Wavelet ในทาง continuous</u>

$$\psi_x^{\psi}(\tau,s)=\frac{1}{\sqrt{|s|}}\int x(t)\times\psi^*(\frac{t-\tau}{s})dt$$

โดย $\psi^*(\frac{t-\tau}{s})$ คือ สังยุคของ Mother wavelet ชนิดที่เราเลือก

$x(t)$ คือ ฟังก์ชันที่เราต้องการแปลง wavelet

s คือ ปริมาณ scale ที่มีไว้เพื่อปรับลดพลังงานของ wavelet ลูกมีค่าเท่า wavelet แม่ เท่านั้น

ถ้าฟังก์ชันที่เราต้องการแปลงมีมากกว่า 1 มิติ คือ $f(t)=L^2(R^n)$ n = จำนวนมิติ

Mother Wavelet ก็ต้องมี n มิติด้วย โดย ถ้า mother wavelet คือ $\psi(t)$

เราจะขยาย Mother wavelet เป็น

$$\psi(t) = \psi_s(t1) \times \psi_s(t2).....\psi_s(tn)$$

เราจะได้ Mother wavelet เป็น

$$\psi_{a,b}(t) = \frac{1}{\sqrt{|a|^n}} \times \psi(\frac{t-b}{a})$$

โดย a,b เป็นค่าคงที่

<u>การแปลง wavelet ชนิด discrete</u>

การแปลง Wavelet ชนิด discrete นั้นเสมือนหนึ่งการแปลง wavelet แบบ continuous แต่มีค่าคงที่ๆ เปรียบเสมือนการถ่างจุดเพิ่มขึ้น คือ $a^m{}_0, b_0$ และทำให้ได้สูตร Mother wavelet ดังนี้

$$\psi_{m,n}(t) = \frac{1}{\sqrt{|a_0^m|}} \times \psi(\frac{t-nb_0a_0^m}{a_0^m})$$

และมีสูตรการแปลง Wavelet คือ

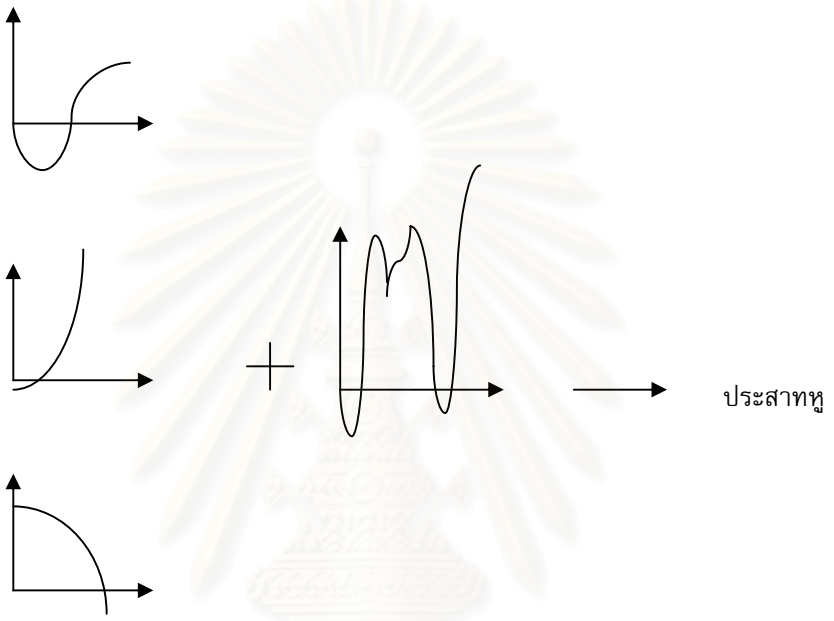
$$CTWS_\psi f(m,n) = \frac{1}{\sqrt{|a_0^m|}} \int f(t) \times \psi(\frac{t-nb_0a_0^m}{a_0^m})dt$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระบบการฟังและการได้ยินและการจำลอง model ทางคณิตศาสตร์

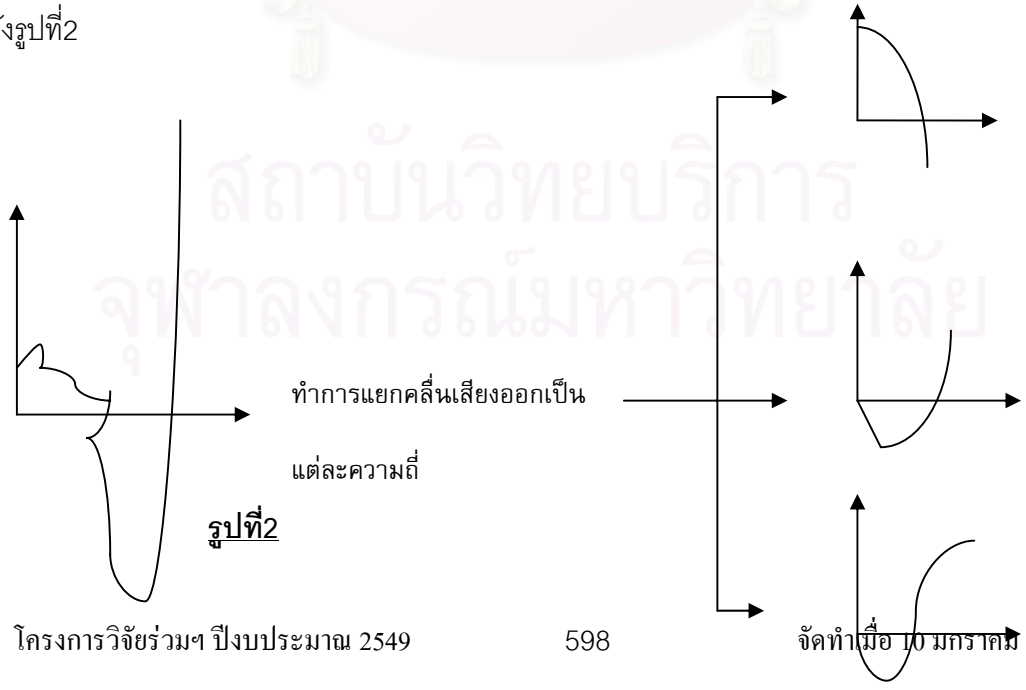
ลักษณะโดยธรรมชาติของหู

โดยปกติเสียงที่เราได้ยินนั้นจะมีลักษณะเป็นคลื่นรูป Sinusoid มีหลากหลายความถี่แล้วจึงรวมตัวกันเคลื่อนที่เข้ากระทบ อวัยวะภายในหู ดังรูป



รูปที่1

ประสาทหูจะทำการแยกคลื่นเสียงแต่ละความถี่ออกจากกันแล้วจึงส่งไปประมวลผลที่สมอง ดังรูปที่2



รูปที่2

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แสดงว่า เราสามารถที่จะทำการกระจายฟังก์ชันสัญญาณเสียง ออกเป็นอนุกรมฟูเรียร์แล้วพิจารณาได้ ดังนี้ คือ

โดยฟังก์ชันสัญญาณเสียงเมื่อรวมทุกคลื่นเสียงแล้วส่งเข้าปราสาทหู มีลักษณะ ดังนี้

$$p(t) = A + \frac{2At}{T}$$

เมื่อ A = amplitude ของสัญญาณเสียง

T = คาบของสัญญาณเสียง

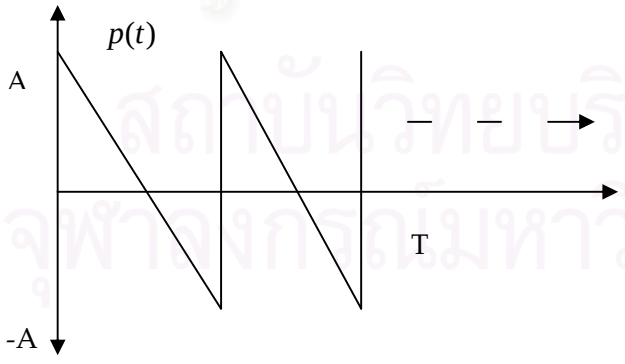
และเราพบว่า model ทางคณิตศาสตร์ของฟังก์ชันของเสียงที่จะถูกส่งเข้ากระทบประสาทหูว่ามีลักษณะเป็น

$$p(t) = A - \frac{2At}{T}$$

โดย A=amplitude,T=คาบของสัญญาณ

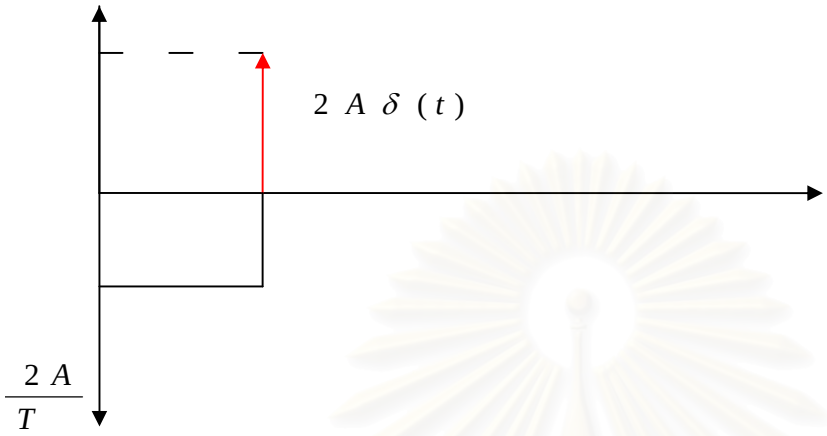
เราจะทำการวิเคราะห์สัญญาณเสียง p(t) โดย อนุกรมฟูเรียร์

ลักษณะ P (t) ใน 1คาบ คือ



โดยเราจะทำการวิเคราะห์หาอนุกรมฟูเรียร์ ดังนี้

อนุพันธ์ของสัญญาณ p(t) ได้ ลักษณะดังนี้



และ Complex ฟูเรียร์มีลักษณะ คือ

$$C_n = \frac{1}{T}\left(\int_0^T \frac{-2A}{T} e^{-j\omega t}\,dt + 2A(e^{-j\omega t})\downarrow_{t=T}\right)$$

$$C_n = \frac{2A}{j\omega T^2}(e^{-j\omega T} - 1) + \frac{2A}{T}e^{-j\omega T} \qquad , \qquad \omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$= \frac{2A}{T}$$

เพราะฉะนั้น สัมประสิทธ์ complex ฟูเรียร์ ของ p(t) คือ

$$C_{n,p(t)} = \frac{\frac{2A}{T}}{jk\frac{2\pi}{T}} = \frac{-Aj}{k\pi}$$

เพราะฉะนั้น สัมประสิทธ์ sinusoid ฟูเรียร์ ของ p(t) คือ

$$B_{n,p(t)} = \frac{2A}{k\pi}$$

ดังนั้นสัญญาณเสียง p(t) จะกระจายได้เป็น

$$p(t) = (\frac{2A}{\pi})\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{k}\sin(\frac{2k\pi t}{T})$$

โดยส่วนใหญ่ คาบ(T) จะมีค่า ประมาณ 0.0002 วินาที

ถ้าเรา plot กราฟ p(t) โดยประมาณ n=4 ค่า amplitude = 1 จะได้กราฟประมาณที่เกิดขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระบบควบคุมดาวเทียมอัจฉริยะ

ในการปรับมุมของการเคลื่อนตัวของดาวเทียมนั้น นอกจากจะใช้ระบบควบคุมทั่วไปแล้วนั้นในปัจจุบันได้มีการพัฒนา "ระบบควบคุมอัจฉริยะ" ซึ่งทำหน้าที่ ตรวจสอบการเคลื่อนตัวของดาวเทียมว่าเคลื่อนที่ ตรงกับวงโคจรการเคลื่อนตัวของดวงดาวที่โคจรอยู่หรือไม่ ซึ่งเราจะศึกษาถึง

การประยุกต์ใช้ linear algebra ในส่วนการรายงานการเคลื่อนตัวของดาวเทียม

การเคลื่อนตัวของดาวเทียม นั้นนอกจากจะใช้จุดศูนย์กลางวงรีเคลื่อนตัวตามวงโคจร ดัง

สมการ $\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=1$ แล้วเราจะพบว่ามุมการโคจรอาจจะเบี่ยงเบนด้วยซึ่งจะมีการประยุกต์ใช้

Linear algebra ดังนี้

<u>ทฤษฎีการหมุนแกน</u>

รูปสมการ $Ax^2+Bxy+Cy^2+Dx+Ey+F=0$ โดย A,B,C,D,E,F เป็นสมาชิกของ Real Number

มุมเบี่ยงเบน $\cot 2\theta=\frac{A-B}{C}$

แทนค่าแกนเดิมด้วย $x=x'\cos\theta-y'\sin\theta$
$y=x'\sin\theta+y'\cos\theta$

<u>ตัวอย่าง</u> สมการวงโคจรเป็น $73x^2-72xy+52y^2+100x-200y+100=0$

เราจะทำการหามุมเบี่ยง

$$\cot 2\theta=\frac{A-C}{B}=\frac{73-52}{-72}=-\frac{7}{24},\ \cos 2\theta=-\frac{7}{25}$$

$$\sin\theta=\sqrt{\frac{1-\cos 2\theta}{2}}=\frac{4}{5},\quad \cos\theta=\sqrt{\frac{1+\cos 2\theta}{2}}=\frac{3}{5}$$

จะได้ว่า $x=\frac{3}{5}x'-\frac{4}{5}y',\ y=\frac{4}{5}x'+\frac{3}{5}y'$

แทนค่าในสมการวงโคจร แล้วจัดรูป

$$(x')^2 + 4(y')^2 - 4x' - 8y' + 4 = 0$$

$$\frac{(x'-2)^2}{4} + \frac{(y'-1)^2}{1} = 1$$

นำไป plot กราฟได้

มุมเบี่ยงเบนจากแนวเดิม $\theta = arc\cot\left(\frac{-7}{24}\right)/2 = \arccos\left(\frac{-7}{25}\right)/2 = 0.6435rad$

<u>ตัวอย่าง</u> ตัวจับสัญญาณจับการเคลื่อนที่ของดาวเทียมได้ดังสมการ

$6x^2 + 24xy - y^2 - 12x + 26y + 11 = 0$ เทียบกับดาวที่มันโคจรอยู่

$$\cot 2\theta = \frac{A-C}{B}, \cot 2\theta = \frac{6+1}{24} = \frac{7}{24}$$

ทำให้ได้ค่า $\cos 2\theta = \frac{7}{25}$

$$\sin\theta = \sqrt{\frac{1-\cos 2\theta}{2}} = \frac{3}{5} \ , \ \cos\theta = \sqrt{\frac{1+\cos 2\theta}{2}} = \frac{4}{5}$$

$$x = x'\cos\theta - y'\sin\theta = \frac{4x'-3y'}{5} \ , \ y = x'\sin\theta + y'\cos\theta = \frac{3x'+4y'}{5}$$

แทนค่า x,y ลงในสมการวงโคจรแล้วจัดรูป

จะได้ว่า

$$\frac{(y'-7/5)^2}{3} - \frac{(x'+1/5)^2}{2} = 1$$

สมการออกมามีรูปร่างเป็น ไฮเพอร์โบล่า จึงไม่ใช่สมการการเคลื่อนที่

ของวงโคจรแต่เป็นการเคลื่อนที่บางส่วนของวงโคจรวงรี(เพราะการเคลื่อนที่ของดาวเทียม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ต้องเป็นวงรีเสมอตาม ‘กฎของเคปเลอร์’)

นำสมการที่ได้มา plot กราฟ โดย

กราฟที่ได้จะมี มุมเบี่ยงเบนจากแกนเดิม $\theta = \frac{\arccos(\frac{7}{25})}{2} = 0.6435 rad$

<u>การเข้ารหัส</u> ciphers

การเข้ารหัสนั้นมีความสำคัญมากในปัจจุบันและสิ่งหนึ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ในงาน ไม่ว่าจะเป็นการพิมพ์ หรือ เขียน บันทึกข้อความหรือส่งข้อมูลก็ คือ การเคาะเว้นวรรค และการเว้นวรรค

ข้อความก็ทำให้ต้องเพิ่มหน่วยความจำ เราจึงจะศึกษาการเข้ารหัส โดยไม่ต้องเก็บหน่วยความจำ

ช่องว่าง

<u>วิธีการแบบ</u> ciphers

กำหนดอักษรที่จะเข้ารหัสโดย set

{A,B,C……,Y,Z} = {1,2,3……..,25,0}

เลือก matrix กำหนด เช่น

$$\underline{A} = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 0 & 3 \end{bmatrix}$$

สมมุติว่าเราต้องการพิมพ์ประโยคว่า I AM HIDING.

เราจะแยกออกเป็นที่ละ 2 คำตาม ขนาด matrix กำหนดในที่นี้ เป็น 2 IA MH ID IN GG

ทำการสร้าง Matrix โดยใส่รหัสตามที่กำหนดไว้ข้างต้น

$[9,1]^T$ $[13,8)]^T$ $[9,4]^T$ $[9,14]^T$ $[7,7]^T$

ทำการคูณ matrix กำเนิดกับ matrix รหัสที่สร้างไว้

IA: $\underline{A}[9\ 1]^T = [11\ 3]^T$

MH: $\underline{A}[13,8)]^T = [29\ 24]^T$

ในกรณีนี้ 29 เกินรหัสอักษรที่เรากำหนดไว้ คือ {0-24} แก้ปัญหา โดยทำการ Modular (หารเอาเศษ) 29 ด้วย 26 (เพราะ อักษรมี 26 ตัว) ทำให้

$[29\ 24]^T = [3\ 24]^T$

ID : $\underline{A}[9,4]^T = [17\ 12]^T$

IN : $\underline{A}[9\ 14]^T = [\ 37\ 42]^T = [11\ 16]^T$

GG: $\underline{A}[7\ 7]^T = [21\ 21]^T$

แต่ละ Matrixรหัสจะได้รหัสใหม่ตามตารางที่กำหนด คือ KC CX QL KP UU เราสามารถนำรหัสเหล่านี้มา เชื่อมต่อกันทำให้ได้รหัสใหม่ ที่ไม่มีช่องไฟ คือ

KCCXQLKPUU

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย