

Octave หนึ่งในซอฟต์แวร์โอเพนซอร์สเพื่องานทางวิศวกรรม

โอเพนซอร์ส (Open source) ถือได้ว่าเป็นคำที่รู้จักกันทั่วไปในฐานะทางเลือกใหม่ของซอฟต์แวร์ที่ใช้ได้ฟรีโดยไม่ละเมิดลิขสิทธิ์ การบูมของคำนี้คงต้องยกความดีให้กับลินุกซ์ทะเลและออฟฟิศทะเลซึ่งรู้จักกันแพร่หลายพร้อมกับยุคของคอมพิวเตอร์เอื้ออาทร ผู้เขียนเองก็อยากเห็นการใช้งานซอฟต์แวร์โอเพนซอร์สขยายวงมากขึ้นจึงขอใช้บทความนี้เพื่อให้ข้อมูลเกี่ยวกับโปรแกรม Octave ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ตัวหนึ่งที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการศึกษาและวิจัยในวิศวกรรมสาขาต่างๆ

โปรแกรม Octave

โปรแกรม Octave เป็นซอฟต์แวร์สำหรับการคำนวณเชิงเลข (numerical computation) ที่เผยแพร่แบบโอเพนซอร์สภายใต้ GNU General Public License นอกจากเรื่องค่าใช้จ่ายที่เป็นศูนย์แล้วจุดเด่นของ Octave คือการมีรูปแบบของภาษาและคำสั่งที่คล้ายคลึงกับโปรแกรม MATLAB ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้งานกันอย่างแพร่หลายในวิศวกรรมสาขาต่างๆ ทั้งนี้ตำราเรียนหลายๆเล่มได้มีการนำ MATLAB มาใช้ประกอบเนื้อหาภายในเล่มซึ่งโค้ดส่วนใหญ่สามารถนำมาใช้ใน Octave โดยไม่ต้องแก้ไขหรือแก้ไขชื่อคำสั่งให้ตรงกันเท่านั้น อย่างไรก็ตามโปรแกรม Octave ยังมีข้อจำกัดหลายอย่างเมื่อเทียบกับ MATLAB ได้แก่

- ชุดคำสั่งของ Octave จะคล้ายคำสั่งในโปรแกรม MATLAB รุ่นที่ 4 มากที่สุดโดยจะไม่มีชุดคำสั่งบางประเภทใน MATLAB รุ่น 5 หรือ 6
- จำนวนของชุดคำสั่งเพื่อการคำนวณเฉพาะทางยังน้อยเมื่อเทียบกับ MATLAB
- เมื่อเกิดปัญหาในการใช้งาน ผู้ใช้ต้องค้นคว้าหรือสอบถามจากผู้อื่นๆในอินเทอร์เน็ตเองจากประสบการณ์ของผู้เขียนที่ใช้ Octave ในการสอน ข้อจำกัดข้างต้นนี้ไม่มีผลกระทบมากนัก ดังนั้นเมื่อเทียบกับข้อจำกัดของ MATLAB ที่แย่ที่สุดสำหรับคนไทยคือค่าลิขสิทธิ์ซึ่งเริ่มตั้งแต่ประมาณ 50,000 บาท/ผู้ใช้ ทุกคนคงเห็นด้วยว่าโปรแกรม Octave เป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจทีเดียว

การติดตั้งโปรแกรม Octave

การติดตั้งโปรแกรม Octave เริ่มต้นด้วยการดาวน์โหลดไฟล์สำหรับระบบปฏิบัติการที่ต้องการ (ลินุกซ์ ไมโครซอฟท์วินโดวส์ หรือ Mac OS) จากโฮมเพจ <http://octave.sf.net> เนื่องจาก Octave มักจะเป็นหนึ่งในซอฟต์แวร์ที่มากับลินุกซ์อยู่แล้วผู้เขียนจึงขออธิบายขั้นตอนการติดตั้งสำหรับกรณีไมโครซอฟท์วินโดวส์เท่านั้น ไฟล์ที่ใช้ในการติดตั้งคือ octave-2.1.50a-inst.exe ซึ่งเป็นโปรแกรมที่จะทำการคัดลอกไฟล์ของโปรแกรม Octave รุ่น 2.1.50a ลงในโฟลเดอร์ที่กำหนดพร้อมกับตั้งค่าการทำงานต่างๆ วิธีการติดตั้งคือให้ดับเบิลคลิกไฟล์ที่ดาวน์โหลดมาเพื่อสั่งให้เริ่มกระบวนการติดตั้ง ในระหว่างการติดตั้งโปรแกรมจะแสดงหน้าต่างเพื่อถามรายละเอียดบางอย่างได้แก่ไอคอนที่ต้องการให้ติดตั้งและโฟลเดอร์สำหรับเก็บไฟล์ต่างๆดังในรูปที่ 2



รูปที่ 2 หน้าต่างของโปรแกรมติดตั้ง Octave

หลังจากโปรแกรมติดตั้งทำการคัดลอกไฟล์ลงในโฟลเดอร์ที่กำหนดแล้วจะมีการถามรายละเอียดของโปรแกรมอื่นที่จำเป็นสำหรับการทำงานได้แก่โปรแกรมแก้ไขไฟล์ข้อความ (editor) และโปรแกรมแสดงไฟล์แบบ Postscript ซึ่งถูกกำหนดไว้เบื้องต้นเป็นโปรแกรม Notepad และ Ghostscript ตามลำดับ ในขั้นตอนนี้ผู้ใช้สามารถกดปุ่ม Enter เพื่อยอมรับข้อกำหนดที่มีอยู่แล้ว หลังจากติดตั้งเสร็จจะมีไอคอนของโปรแกรม Octave แสดงขึ้นบนหน้าจอ เมื่อดับเบิลคลิกที่ไอคอนนั้นหน้าต่างคำสั่ง (command window) ของ Octave ก็จะปรากฏขึ้นมาเพื่อรอรับคำสั่งจากผู้ใช้



รูปที่ 3 หน้าต่างคำสั่งของ Octave บนไมโครซอฟท์วินโดวส์

การใช้งานเบื้องต้น

รูปแบบการใช้งานโปรแกรม Octave คือการป้อนนิพจน์ (expression) ต่างๆ ได้แก่ คำสั่ง ฟังก์ชัน ข้อมูล หรือเงื่อนไข ณ เครื่องหมายเตรียมพร้อม >> ในหน้าต่างคำสั่ง เมื่อผู้ใช้ป้อนนิพจน์เสร็จและกดปุ่ม Enter โปรแกรมจะตอบสนองด้วยการประมวลผลนิพจน์นั้นแล้วแสดงผลลัพธ์ทันที เมื่อประมวลผลเสร็จ ผลลัพธ์ที่ได้จะถูกนำไปเก็บในตัวแปรที่อยู่ทางซ้ายของเครื่องหมายเท่ากับ (=) หรือตัวแปรชื่อ ans ในกรณีไม่มีการกำหนดตัวแปรเพื่อรับคำตอบ นอกจากการทำงานแบบตอบโต้ทันที (interactive) แล้วสิ่งที่ Octave แตกต่างจากภาษาคอมพิวเตอร์ทั่วไปคือการกำหนดตัวแปรไม่จำเป็นต้องประกาศว่าเป็นตัวแปรสำหรับเก็บข้อมูลประเภทใด รวมทั้งสามารถกำหนดให้ตัวแปรเดิมเก็บข้อมูลประเภทที่ต่างกันได้ ทั้งนี้ชื่อของตัวแปรจะต้องขึ้นต้นด้วยตัวอักษรเสมอและอาจตามด้วยตัวอักษรหรือตัวเลขก็ได้โดย Octave จะถือว่าตัวแปรที่ใช้ตัวอักษรใหญ่เล็กต่างกันว่าเป็นคนละ

ตัวแปรกัน ชื่อเฉพาะจำนวนหนึ่งจะถูกกำหนดไว้สำหรับค่าคงที่ได้แก่ π (π) Inf (∞) และ NaN (Not a number) รูปที่ 4 แสดงตัวอย่างของการป้อนนิพจน์ภายในหน้าต่างคำสั่งให้กับ Octave

```
GNU Octave, version 2.1.50 (i686-pc-cygwin).
Copyright (C) 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003 John W. Eaton.
This is free software; see the source code for copying conditions.
There is ABSOLUTELY NO WARRANTY; not even for MERCHANTABILITY or
FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. For details, type 'warranty'.

Please contribute if you find this software useful.
For more information, visit http://www.octave.org/help-wanted.html
Report bugs to <bug-octave@bevo.che.wisc.edu>.

>> a = pi*10^2
a = 314.16
>> b = 3 + 2i
b = 3 + 2i
>> a*b
ans = 314.16 + 628.32i
>> str = 'This is a test'
str = This is a test
>> x = sqrt(2);
>> x
x = 1.4142
>>
```

รูปที่ 4 การป้อนคำสั่งและการตอบสนองในหน้าต่างคำสั่ง

จากรูปที่ 4 การป้อนค่าเชิงซ้อนใช้การพิมพ์ i หรือ j ก่อนหรือหลังตัวเลขเพื่อระบุว่าเป็นค่าจินตภาพ ส่วนการป้อนข้อมูลประเภทตัวอักษรหรือข้อความจะใช้การล้อมด้วยเครื่องหมาย ‘ ‘ การพิมพ์เครื่องหมายอัฒภาค (;) ต่อท้ายนิพจน์จะทำให้ Octave ไม่แสดงผลบนหน้าจอหลังจากประมวลผลเสร็จ

การคำนวณใน Octave จะอิงอยู่บนการประมวลผลข้อมูลในรูปของเมตริกซ์ซึ่งอาจมีสมาชิกได้ทั้งค่าจำนวนจริงและจำนวนเชิงซ้อน การป้อนค่าของเมตริกซ์กระทำการด้วยการพิมพ์ค่าสมาชิกภายในขอบเขตของวงเล็บก้ามปู ([]) โดยป้อนค่าสมาชิกทีละแถวแยกด้วยวรรคหรือจุลภาค (,) และใช้เครื่องหมายอัฒภาค (;) ในการแบ่งแยกระหว่างแถว เช่น การป้อนเวกเตอร์แบบแถวที่มีสมาชิก 3 ตัวและเมตริกซ์ขนาด 3x3 ให้พิมพ์ดังนี้ (เครื่องหมาย ↵ หมายถึงการกดปุ่ม Enter)

```
>> V = [ 1 ; 2 ; 3 ] ↵
>> M = [ 1 , 2 , 3 ; 4 , 5 , 6 ; 7 , 8 , 9 ] ↵
```

การอ้างถึงสมาชิกใดๆภายในตัวแปรซึ่งเก็บข้อมูลประเภทเมตริกซ์ใช้การใส่ค่าตำแหน่งแถวและหลักภายในวงเล็บที่ตามหลังชื่อตัวแปร เช่น M(1,1) ส่วนข้อมูลประเภทเวกเตอร์ให้ใส่เพียงตำแหน่งสมาชิก เช่น V(2)

ตัวกระทำทางคณิตศาสตร์ (mathematical operator) ที่สามารถใช้ได้ใน Octave ได้แก่บวก (+) ลบ (-) คูณ (*) ยกกำลัง (^) และการกลับแบบคอนจูเกต (') ส่วนการหารแบ่งเป็นการหารทางซ้าย ($x = A/b$ โดย x เป็นคำตอบของสมการ $A*x = b$) และการหารทางขวา ($x = A/b$ โดย x เป็นคำตอบของสมการ $x*A = b$) ตัวอย่างเช่นการคำนวณหาคำตอบของ $R = V^T M$ ซึ่ง R เป็นเวกเตอร์แบบแถวให้พิมพ์ดังนี้

```
>> R = V' * M ↵
```

นอกจากใช้ตัวกระทำทางคณิตศาสตร์แล้ว เราสามารถเรียกใช้ฟังก์ชันเพื่อทำการประมวลผลข้อมูล โดยพิมพ์ชื่อฟังก์ชันพร้อมทั้งป้อนข้อมูลที่จำเป็นภายในวงเล็บล่อ้ม ตัวอย่างเช่นการหาส่วนผกผันของเมตริกซ์ M ให้ป้อนดังนี้

```
>> N = inv(M) ↵
```

หากค่ามิติของเวกเตอร์และเมตริกซ์ที่ใช้ในการคำนวณไม่เหมาะสม Octave จะทำการแจ้งข้อผิดพลาดออกมาทั้งในกรณีที่ใช้ตัวกระทำทางคณิตศาสตร์หรือฟังก์ชัน

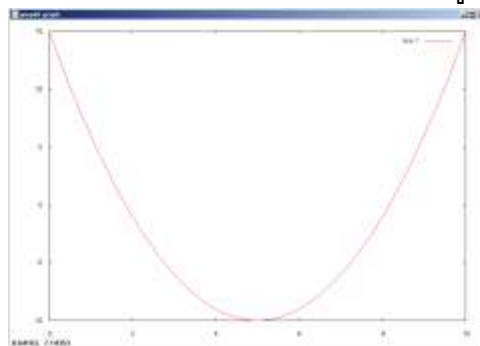
การสร้างรูปภาพใน Octave ใช้การเรียกฟังก์ชัน plot ซึ่งจะทำการแสดงรูปภาพแบบ 2 มิติที่มีสเกลแบบเชิงเส้น (linear scale) จากข้อมูลแบบเวกเตอร์ที่ระบุค่าในแกนนอนและแกนตั้ง เช่น การสร้างรูปภาพของสมการ $x^2 - 10x + 15$ ให้ป้อนดังนี้

```
>> x = 0:0.1:10; ↵
```

```
>> y = x.^2 - 10*x + 15; ↵
```

```
>> plot(x,y); ↵
```

ซึ่งเป็นการระบุให้สร้างเวกเตอร์ x ที่มีค่าตั้งแต่ 0 จนถึง 10 เพิ่มค่าทีละ 0.1 โดยใช้เครื่องหมาย Colon (:) ในการสร้างเวกเตอร์ของตัวเลขที่มีค่าเรียงกัน จากนั้นเป็นการคำนวณค่าของเวกเตอร์ y จากสมการ $y = x^2 - 10x + 15$ ซึ่งการพิมพ์เครื่องหมายจุด (.) ก่อนตัวกระทำ ^ หมายความว่าให้ทำการคำนวณในระดับสมาชิก (เวกเตอร์แบบแถวคูณกันเองโดยตรงไม่ได้) สุดท้ายจึงเป็นการวาดรูปภาพโดยใช้ x เป็นค่าแกนนอนและ y เป็นค่าแกนตั้ง ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 รูปภาพของสมการ $y = x^2 - 10x + 15$

หลังจากแสดงรูปภาพผู้ใช้สามารถจัดการรูปภาพที่สร้างขึ้นด้วยการใช้คำสั่งเช่น title xlabel และ ylabel เพื่อตั้งชื่อหัวเรื่องของกราฟ ข้อความกำกับแกน X และแกน Y ตามลำดับ ผู้ใช้สามารถแสดงผลเส้นกราฟมากกว่า 1 เส้นพร้อมกันได้ด้วยการกำหนดเวกเตอร์จำนวนมากกว่า 1 คู่เป็นข้อมูลให้กับฟังก์ชัน plot เช่นการพิมพ์ plot(x1,y1,x2,y2) จะแสดงผลเส้นกราฟ 2 รูปลงบนหน้าต่างเดียวกันโดยรูปภาพแรกจะอิงบนข้อมูลของคู่เวกเตอร์ x1 และ y1 ส่วนรูปภาพที่สองอิงบนข้อมูลของคู่เวกเตอร์ x2 และ y2

การวิเคราะห์ระบบควบคุม

ในหัวข้อนี้จะสาธิตการประยุกต์ใช้โปรแกรม Octave เพื่อวิเคราะห์ปัญหาในสาขาวิศวกรรมระบบควบคุม ตัวอย่างที่ใช้ในครั้งนี้เป็นระบบควบคุมตำแหน่งของมอเตอร์กระแสตรงที่ต่ออยู่กับภาระโหลดจากหนังสือ Automatic Control Systems ทั้งนี้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (mathematical model) ของมอเตอร์เมื่อผ่านการแปลงลาปลาซ (Laplace transform) และแทนค่าพารามิเตอร์ต่างๆ แล้วจะเขียนได้ในรูปของฟังก์ชันโอนย้าย (transfer function) ระหว่างแรงดันเข้าของขดลวดอาเมเจอร์ $E_a(s)$ และตำแหน่งเชิงมุมของแกนหมุนมอเตอร์ $\theta(s)$ ดังนี้

$$\frac{\theta(s)}{E_a(s)} = \frac{4500}{s(s + 361.2)}$$

สิ่งที่เราจะศึกษาคือผลกระทบของค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมแบบ PI (PI controller) ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของ $\theta(s)$ ฟังก์ชันโอนย้ายของตัวควบคุมแบบ PI เขียนได้ดังนี้

$$K(s) = K_p + \frac{K_I}{s} = \frac{K_p s + K_I}{s}$$

ขั้นตอนแรกในการใช้ Octave เพื่อศึกษาระบบควบคุมใดๆคือการสร้างแบบจำลองด้วยการใช้ฟังก์ชัน tf2sys เพื่อสร้างองค์ประกอบต่างๆภายในระบบ ข้อมูลที่ผู้ใช้ต้องป้อนให้ฟังก์ชัน tf2sys คือสัมประสิทธิ์ของโพลีโนเมียลของเทอมเศษและเทอมส่วนของฟังก์ชันโอนย้าย การป้อนฟังก์ชันโอนย้ายของมอเตอร์และตัวควบคุมซึ่งมี K_p เท่ากับ 1 และ K_I เท่ากับ 0.5 ให้พิมพ์ดังนี้

```
>> Kp = 1; ↵
```

```
>> Ki = 0.5; ↵
```

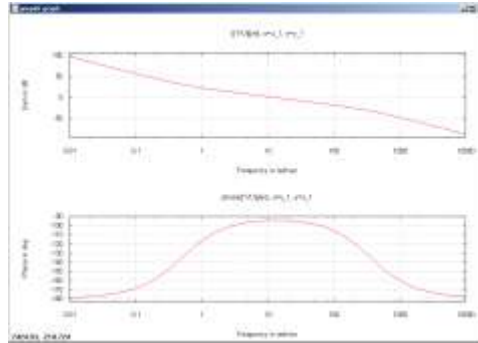
```
>> motor = tf2sys([4500], [1, 361.2, 0]); ↵
```

```
>> PI = tf2sys([Kp, Ki], [1, 0]); ↵
```

เมื่อป้อนข้อมูลเรียบร้อยแล้วจะเข้าสู่ขั้นตอนของการวิเคราะห์ซึ่งในที่นี้จะเป็นการศึกษาค่าผลกระทบของตัวควบคุมที่มีต่อผลตอบสนองเชิงความถี่โดยใช้ฟังก์ชัน sysmult เพื่อสร้างแบบจำลองที่เกิดจากการต่อเชื่อมตัวควบคุมเข้ากับมอเตอร์ จากนั้นจึงใช้ฟังก์ชัน bode เพื่อคำนวณหาผลตอบสนองเชิงความถี่และสร้างกราฟออกมาในรูปของ Bode plot (กราฟของอัตราขยาย-ความถี่/เฟส-ความถี่)

```
>> plant = sysmult(motor,PI); ↵
```

```
>> bode(plant); ↵
```

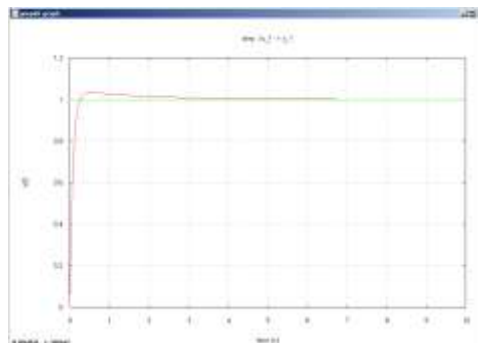


รูปที่ 6 ผลตอบเชิงความถี่เมื่อต่อตัวควบคุมแบบ PI เข้ากับมอเตอร์
จากกราฟของผลตอบเชิงความถี่ในรูปที่ 6 เราพบว่าค่า Phase margin (180° - ค่าเฟส ณ ตำแหน่ง อัตราขยายเท่ากับ 0 dB) มีค่าประมาณ 90° ซึ่งเป็นการยืนยันว่าหากเราใช้ตัวควบคุมที่มีค่า $K_p = 1$ และ $K_i = 0.5$ แล้วระบบควบคุมนั้นจะมีเสถียรภาพ

นอกจากการวิเคราะห์ในเชิงความถี่แล้ว เราสามารถพิจารณาการตอบสนองในเชิงเวลาของ ระบบควบคุมมอเตอร์ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงแรงดันอ้างอิงอย่างฉับพลันด้วยการใช้ฟังก์ชัน buildssic เพื่อเปลี่ยนโครงสร้างเป็นระบบวงปิด (closed-loop system) โดยใช้การป้อนกลับแบบลบ (negative feedback) จากนั้นจึงใช้ฟังก์ชัน step เพื่อทำการคำนวณและสร้างรูปภาพของตำแหน่ง แกนหมุนที่เวลาต่างๆโดยถือว่าสัญญาณเข้าเป็นสัญญาณขั้น (step input) ดังแสดงในรูปที่ 7

```
>> clplant = buildssic([1 , -1],[ ],[ ],[ ],plant); ↵
```

```
>> step(clplant); ↵
```



รูปที่ 7 กราฟแสดงตำแหน่งแกนหมุนเมื่อมีสัญญาณเข้าแบบขั้น

บทสรุป

บทความนี้ได้แนะนำโปรแกรม Octave ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่เผยแพร่ในแบบโอเพนซอร์ส สำหรับใช้ทดแทนโปรแกรม MATLAB ถ้าผู้ใดสนใจที่จะศึกษาการใช้งานในรายละเอียดมากขึ้น สามารถศึกษาได้จากคู่มือการใช้งานซึ่งถูกติดตั้งมาในรูปแบบ html พร้อมกับโปรแกรม Octave อยู่แล้ว นอกจากนี้หนังสือที่สอนการใช้งานโปรแกรม MATLAB ทั่วไปก็สามารถใช้ได้เช่นเดียวกัน ในกรณีที่ประสบปัญหาในการใช้งานที่ไม่มีอธิบายในคู่มือก็อาจส่งอีเมลเพื่อถามกลุ่มผู้ใช้โดยผ่าน ระบบเมลลิ่งลิสต์ (mailing list) ของโฮมเพจของ Octave ได้

ข้อมูลอ้างอิง

- B.C. Kuo and F. Golnaraghi, "Automatic Control Systems", John Wiley & Sons, 2003
- <http://www.octave.org>, โฮมเพจอย่างเป็นทางการของโปรแกรม Octave
- <http://octave.sf.net> โฮมเพจของกลุ่มนักพัฒนาซึ่งช่วยกันสร้างไฟล์ของโปรแกรม Octave สำหรับใช้งานบนเครื่องคอมพิวเตอร์รุ่นต่างๆ