

บทที่ 6

ผลการทดสอบโปรแกรม

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดสอบโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น ด้วยสมการตัวอย่างเพื่อหารากของสมการทั้งหมดด้วยวิธีนิวตันแบบช่วงเชิงองค์ประกอบโดยการคำนวณแบบขนาน (CINP) เปรียบเทียบผลที่ได้ด้วยรากของสมการกับเวลาที่ใช้ในการคำนวณกับวิธีนิวตันแบบช่วง (IN) และวิธีนิวตันแบบช่วงเชิงองค์ประกอบโดยการคำนวณแบบเดี่ยว (CIN)

เพื่อตรวจสอบว่ารากของสมการทั้งหมดที่ได้ถูกต้องหรือไม่ โดยเปรียบเทียบจากโปรแกรม MATLAB ซึ่งสามารถหารากสมการโดยวิธีนิวตันแบบช่วง และเงื่อนไขการหยุดคำนวณเมื่อขนาดของบริเวณค้นหาไม่น้อยกว่า $\varepsilon = 1.0E - 6$ โดยใช้ช่วงในการค้นหาเดียวกับ [6], [7] และ [10]

สมการตัวอย่างที่ใช้ทดสอบมี 5 รูปแบบสมการ ซึ่งสมการในลำดับที่ 2 และ 3 ผู้ทำการค้นคว้าอิสระได้เปลี่ยนแปลงค่าสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรต่างๆ เพื่อศึกษาเพิ่มเติม ดังนี้

รูปแบบสมการที่ 1 คือ

$$x_1^2 + x_2^2 - 1 = 0$$

$$x_1^2 - x_2 = 0$$

โดยใช้ช่วงในการค้นหา $[-1.0E + 008, 1.0E + 008]$

สมการที่ 1.1

$$x_1^2 + x_2^2 - 1 = 0$$

$$x_1^2 - x_2 = 0$$

สมการที่ 1.2

$$2 \cdot x_1^2 + x_2^2 - 1 = 0$$

$$x_1^2 - x_2 = 0$$

สมการที่ 1.3

$$5 \cdot x_1^2 + x_2^2 - 1 = 0$$

$$2 \cdot x_1^2 - 3 \cdot x_2 = 0$$

รูปแบบสมการที่ 2 คือ KEARFORTT POWELL's singular function [7]

$$x_1 + 10x_2 = 0$$

$$\sqrt{5} \cdot (x_3 - x_4) = 0$$

$$(x_2 - 2x_3)^2 = 0$$

$$\sqrt{10} \cdot (x_1 - x_4)^2 = 0$$

โดยใช้ช่วงในการค้นหา $[-1.0, 1.0]$

สมการที่ 2.1

$$x_1 + 10x_2 = 0$$

$$\sqrt{5} \cdot (x_3 - x_4) = 0$$

$$(x_2 - 2x_3)^2 = 0$$

$$\sqrt{10} \cdot (x_1 - x_4)^2 = 0$$

สมการที่ 2.2

$$x_1 + 10x_2 = 0$$

$$x_3 - x_4 = 0$$

$$(x_2 - 2x_3)^2 = 0$$

$$(x_1 - x_4)^2 = 0$$

สมการที่ 2.3

$$7 \cdot x_1 + 10x_2 = 0$$

$$2 \cdot (x_3 - x_4) = 0$$

$$(8 \cdot x_2 - 2x_3)^2 = 0$$

$$\sqrt{10} \cdot (x_1 - x_4)^2 = 0$$

รูปแบบสมการที่ 3 คือ

$$2 \sin(2\pi x_1 / 5) \cdot \sin(2\pi x_3 / 5) - x_2 = 0$$

$$2.5 - x_3 + 0.1x_2 \sin(2\pi x_3) - x_1 = 0$$

$$1 + 0.1x_2 \sin(2\pi x_1) - x_3 = 0$$

โดยใช้ช่วงในการค้นหา $[-1.0, 3.0]$

สมการที่ 3.1

$$2 \sin(2\pi x_1 / 5) \cdot \sin(2\pi x_3 / 5) - x_2 = 0$$

$$2.5 - x_3 + 0.1x_2 \sin(2\pi x_3) - x_1 = 0$$

$$1 + 0.1x_2 \sin(2\pi x_1) - x_3 = 0$$

สมการที่ 3.2

$$\sin(2\pi x_1 / 5) \cdot \sin(2\pi x_3 / 5) - x_2 = 0$$

$$5 - x_3 + 0.1x_2 \sin(2\pi x_3) - x_1 = 0$$

$$1 + x_2 \sin(2\pi x_1) - x_3 = 0$$

สมการที่ 3.3

$$2 \sin(\pi x_1 / 5) \cdot \sin(\pi x_3 / 5) - x_2 = 0$$

$$2.5 - x_3 + 0.1x_2 \sin(\pi x_3) - x_1 = 0$$

$$1 + 0.1x_2 \sin(\pi x_1) - x_3 = 0$$

รูปแบบสมการที่ 4 คือ Another kinematics problem [7]

$$-x_3x_{10}x_{11} - x_5x_{10}x_{11} - x_7x_{10}x_{11} + x_4x_{12} + x_6x_{12} + x_8x_{12} - 0.4077 = 0$$

$$x_2x_4x_9 + x_2x_6x_9 + x_2x_8x_9 + x_1x_{10} - 1.9115 = 0$$

$$x_3x_9 + x_5x_9 + x_7x_9 - 1.9791 = 0$$

$$3x_2x_4 + 2x_2x_6 + x_2x_8 - 4.0616 = 0$$

$$3x_1x_4 + 2x_1x_6 + x_1x_8 - 1.7172 = 0$$

$$3x_3 + 2x_5 + x_7 - 3.9701 = 0$$

$$x_1^2 + x_2^2 - 1 = 0$$

$$x_3^2 + x_4^2 - 1 = 0$$

$$x_5^2 + x_6^2 - 1 = 0$$

$$x_7^2 + x_8^2 - 1 = 0$$

$$x_9^2 + x_{10}^2 - 1 = 0$$

$$x_{11}^2 + x_{12}^2 - 1 = 0$$

โดยใช้ช่วงในการค้นหา [0,10]

Copyright © by Chiang Mai University

All rights reserved

สมการที่ 4.1

$$-x_3x_{10}x_{11} - x_5x_{10}x_{11} - x_7x_{10}x_{11} + x_4x_{12} + x_6x_{12} + x_8x_{12} - 0.4077 = 0$$

$$x_2x_4x_9 + x_2x_6x_9 + x_2x_8x_9 + x_1x_{10} - 1.9115 = 0$$

$$x_3x_9 + x_5x_9 + x_7x_9 - 1.9791 = 0$$

$$3x_2x_4 + 2x_2x_6 + x_2x_8 - 4.0616 = 0$$

$$3x_1x_4 + 2x_1x_6 + x_1x_8 - 1.7172 = 0$$

$$3x_3 + 2x_5 + x_7 - 3.9701 = 0$$

$$x_1^2 + x_2^2 - 1 = 0$$

$$x_3^2 + x_4^2 - 1 = 0$$

$$x_5^2 + x_6^2 - 1 = 0$$

$$x_7^2 + x_8^2 - 1 = 0$$

$$x_9^2 + x_{10}^2 - 1 = 0$$

$$x_{11}^2 + x_{12}^2 - 1 = 0$$

สมการที่ 4.2

$$-x_3x_{10}x_{11} - x_5x_{10}x_{11} - x_7x_{10}x_{11} + x_4x_{12} + x_6x_{12} + x_8x_{12} - 5 = 0$$

$$x_2x_4x_9 + x_2x_6x_9 + x_2x_8x_9 + x_1x_{10} - 2 = 0$$

$$x_3x_9 + x_5x_9 + x_7x_9 - 2 = 0$$

$$3x_2x_4 + 2x_2x_6 + x_2x_8 - 1 = 0$$

$$3x_1x_4 + 2x_1x_6 + x_1x_8 = 0$$

$$3x_3 + 2x_5 + x_7 - 3.9701 = 0$$

$$x_1^2 + x_2^2 - 1 = 0$$

$$4 \cdot x_3^2 + x_4^2 - 1 = 0$$

$$x_5^2 + 3 \cdot x_6^2 - 1 = 0$$

$$x_7^2 + x_8^2 - 1 = 0$$

$$x_9^2 + 2 \cdot x_{10}^2 - 1 = 0$$

$$2 \cdot x_{11}^2 + x_{12}^2 - 1 = 0$$

สมการที่ 4.3

$$\begin{aligned}
 -x_3x_{10}x_{11} - x_5x_{10}x_{11} - x_7x_{10}x_{11} + x_4x_{12} + x_6x_{12} + x_8x_{12} &= 0 \\
 x_2x_4x_9 + x_2x_6x_9 + x_2x_8x_9 + x_1x_{10} &= 0 \\
 x_3x_9 + x_5x_9 + x_7x_9 &= 0 \\
 3x_2x_4 + 2x_2x_6 + x_2x_8 &= 0 \\
 3x_1x_4 + 2x_1x_6 + x_1x_8 &= 0 \\
 3x_3 + 2x_5 + x_7 &= 0 \\
 x_1^2 + x_2^2 &= 0 \\
 x_3^2 + x_4^2 &= 0 \\
 x_5^2 + x_6^2 &= 0 \\
 x_7^2 + x_8^2 &= 0 \\
 x_9^2 + x_{10}^2 &= 0 \\
 x_{11}^2 + x_{12}^2 &= 0
 \end{aligned}$$

รูปแบบสมการที่ 5 คือ A robot kinematics problem [7]

$$\begin{aligned}
 a_1x_1x_3 + a_2x_2x_3 + a_3x_1 + a_4x_2 + a_5x_4 + a_6x_7 + a_7 &= 0 \\
 a_8x_1x_3 + a_9x_2x_3 + a_{10}x_1 + a_{11}x_2 + a_{12}x_4 + a_{13} &= 0 \\
 a_{14}x_6x_8 + a_{15}x_1 + a_{16}x_2 &= 0 \\
 a_{17}x_1 + a_{18}x_2 + a_{19} &= 0 \\
 x_1^2 + x_1^2 - 1 &= 0 \\
 x_3^2 + x_4^2 - 1 &= 0 \\
 x_5^2 + x_6^2 - 1 &= 0 \\
 x_7^2 + x_8^2 - 1 &= 0
 \end{aligned}$$

เมื่อ

$$\begin{aligned}
 a_1 &= 4.731e-3, & a_2 &= -0.3578, & a_3 &= -0.1238, \\
 a_4 &= -1.637e-3, & a_5 &= -0.9338, & a_6 &= 1.0, \\
 a_7 &= -0.3571, & a_8 &= 0.2238, & a_9 &= 0.7623, \\
 a_{10} &= 0.2638, & a_{11} &= -0.7745e-1, & a_{12} &= -0.6734, \\
 a_{13} &= -0.6022, & a_{14} &= 1.0, & a_{15} &= 0.3578, \\
 a_{16} &= 4.731e-3, & a_{17} &= -0.7623, & a_{18} &= 0.2238, \\
 a_{19} &= 0.3461
 \end{aligned}$$

โดยใช้ช่วงในการค้นหา $[0, 1.0E+8]$

สมการที่ 5.1

เมื่อ

$$\begin{aligned}
 a_1 &= 4.731e-3, & a_2 &= -0.3578, & a_3 &= -0.1238, \\
 a_4 &= -1.637e-3, & a_5 &= -0.9338, & a_6 &= 1.0, \\
 a_7 &= -0.3571, & a_8 &= 0.2238, & a_9 &= 0.7623, \\
 a_{10} &= 0.2638, & a_{11} &= -0.7745e-1, & a_{12} &= -0.6734, \\
 a_{13} &= -0.6022, & a_{14} &= 1.0, & a_{15} &= 0.3578, \\
 a_{16} &= 4.731e-3, & a_{17} &= -0.7623, & a_{18} &= 0.2238, \\
 a_{19} &= 0.3461
 \end{aligned}$$

สมการที่ 5.2

เมื่อ

$$\begin{aligned}
 a_1 &= 4.731e-3, & a_2 &= -1.0, & a_3 &= -2.0 \\
 a_4 &= -1.637e-3, & a_5 &= -1.0, & a_6 &= 5.0, \\
 a_7 &= -5.0, & a_8 &= 0.2238, & a_9 &= 0.7623, \\
 a_{10} &= 0.2638, & a_{11} &= -0.7745e-1, & a_{12} &= -0.6734, \\
 a_{13} &= -0.6022, & a_{14} &= 1.0, & a_{15} &= 0.3578, \\
 a_{16} &= 4.731e-3, & a_{17} &= -0.7623, & a_{18} &= 0.5, \\
 a_{19} &= 0.5
 \end{aligned}$$

สมการที่ 5.3

เมื่อ

$$\begin{aligned}
 a_1 &= 1.0, & a_2 &= 1.0, & a_3 &= 1.0, \\
 a_4 &= 1.0, & a_5 &= 1.0, & a_6 &= 1.0, \\
 a_7 &= 1.0, & a_8 &= 1.0, & a_9 &= 1.0, \\
 a_{10} &= 1.0, & a_{11} &= 1.0, & a_{12} &= 1.0, \\
 a_{13} &= 1.0, & a_{14} &= 1.0, & a_{15} &= 1.0, \\
 a_{16} &= 1.0, & a_{17} &= 1.0, & a_{18} &= 1.0, \\
 a_{19} &= 1.0
 \end{aligned}$$

ในการคำนวณทั้งหมดทดสอบบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล มีหน่วยประมวลผลกลางแบบเพนเทียมควอดคอร์ความเร็ว 2.4 จิกะเฮิร์ต หน่วยความจำหลัก 2 จิกะไบต์ อุปกรณ์บันทึกข้อมูลความจุ 80 จิกะไบต์ ระบบปฏิบัติการวินโดวส์เอกซ์พีแบบ 32 บิต

6.1 ผลการทดสอบ : รูปแบบสมการที่ 1

ตารางที่ 6.1 รากของสมการที่ 1.1

รากสมการ	MATLAB	IN / CIN / CINP
1	[7.8615153423432465E-001, 7.861519808879768E-001] [6.180337657687987E-001, 6.180339434876907E-001]	[7.861513776686681E-001, 7.861513778483716E-001] [6.180339887205419E-001, 6.180339887797345E-001]
2	[-7.8615114436758766E-001, -7.8615186576545633E-001] [6.180336456578135E-001, 6.180337657645645E-001]	[-7.861513778483716E-001, -7.861513776686681E-001] [6.180339887205419E-001, 6.180339887797345E-001]

ตารางที่ 6.2 เวลาที่ใช้ในการคำนวณสมการที่ 1.1

วิธี	เวลา (วินาที)	ร้อยละของเวลา ที่ต่างกับวิธี IN	จำนวนการเรียกตัว ดำเนินการนิวตัน(ครั้ง)
IN	0.032667	-	18
CIN	0.168778	416.66	43
CINP	0.141436	332.96	20 และ 23

ตารางที่ 6.3 รากของสมการที่ 1.2

รากสมการ	IN / CIN / CINP
1	[6.435942529054976E-001, 6.435942529056677E-001] [4.142135623730896E-001, 4.142135623731005E-001]
2	[-6.435942529056677E-001, -6.435942529054976E-001] [4.142135623730896E-001, 4.142135623731005E-001]

ตารางที่ 6.4 เวลาที่ใช้ในการคำนวณสมการที่ 1.2

วิธี	เวลา (วินาที)	ร้อยละของเวลา ที่ต่างกับวิธี IN	จำนวนการเรียกตัว ดำเนินการนิวตัน(ครั้ง)
IN	0.02931	-	21
CIN	0.11558	294.33	41
CINP	0.10657	263.59	21 และ 23

ตารางที่ 6.5 รากของสมการที่ 1.3

รากสมการ	IN / CIN / CINP
1	[4.433570920793584E-001, 4.433570920804540E-001] [1.310436740646362E-001, 1.310436740653759E-001]
2	[-4.433570920804540E-001,-4.433570920793584E-001] [1.310436740646362E-001, 1.310436740653759E-001]

ตารางที่ 6.6 เวลาที่ใช้ในการคำนวณสมการที่ 1.3

วิธี	เวลา (วินาที)	ร้อยละของเวลา ที่ต่างกับวิธี IN	จำนวนการเรียกตัว ดำเนินการนิวตัน(ครั้ง)
IN	0.032156	-	23
CIN	0.101727	216.3546	41
CINP	0.095481	196.9306	21 และ 19

เนื่องจากเป็นระบบสมการที่มีขนาดเล็กจะเห็นได้ว่า CIN และ CINP ใช้เวลาแทบไม่แตกต่างกัน แต่ใช้เวลามากกว่า IN

6.2 ผลการทดสอบ : รูปแบบสมการที่ 2

ตารางที่ 6.7 รากของสมการที่ 2.1

รากสมการ	IN / CIN / CINP
1	[-9.536743164062500E-007, 0.000000000000000E+000] [-0.000000000000000E+000, 8.340354498596358E-007] [-6.633001315994779E-007, 0.000000000000000E+000] [-1.622341517450376E-007, 4.700082789089596E-007]
2	[-9.536743164062500E-007, 0.000000000000000E+000] [-0.000000000000000E+000, 9.241408077050067E-007] [0.000000000000000E+000, 8.016735048802201E-007] [-9.355581885114130E-007, 0.000000000000000E+000]
3	[-9.536743164062500E-007, 0.000000000000000E+000] [-0.000000000000000E+000, 7.365799853153678E-007] [0.000000000000000E+000, 7.812361166447879E-007] [0.000000000000000E+000, 5.333411755306002E-007]
4	[0.000000000000000E+000, 9.536743164062500E-007] [-0.000000000000000E+000, 6.614453164622165E-007] [-0.000000000000000E+000, 6.441890220588144E-007] [-6.909767321742845E-007, 0.000000000000000E+000]
5	[0.000000000000000E+000, 9.536743164062500E-007] [-0.000000000000000E+000, 5.672303952840828E-007] [-0.000000000000000E+000, 9.536743164062500E-007] [0.000000000000000E+000, 9.536743164062500E-007]

ตารางที่ 6.7 รากของสมการที่ 2.1 (ต่อ)

รากสมการ	IN / CIN / CINP
6	[0.000000000000000E+000, 9.536743164062500E-007] [-0.000000000000000E+000, 7.043352647911091E-007] [-5.283857068581529E-007, 0.000000000000000E+000] [-5.393359614253074E-007, 0.000000000000000E+000]
7	[0.000000000000000E+000, 9.536743164062500E-007] [-0.000000000000000E+000, 7.069576039896663E-007] [-9.536743164062500E-007, 0.000000000000000E+000] [0.000000000000000E+000, 7.351435794646105E-007]
8	[-9.536743164062500E-007, 0.000000000000000E+000] [-2.533079859390790E-007, 0.000000000000000E+000] [-0.000000000000000E+000, 5.320127452176956E-007] [-4.374605731163754E-007, 2.802577497745680E-007]
9	[0.000000000000000E+000, 9.536743164062500E-007] [-8.742593267474451E-007, 0.000000000000000E+000] [-0.000000000000000E+000, 6.456465586730181E-007] [-3.851370615320686E-007, 1.282460541103614E-007]
10	[-9.536743164062500E-007, 0.000000000000000E+000] [-6.624357371594147E-007, 0.000000000000000E+000] [-6.476409619960089E-007, 0.000000000000000E+000] [-0.000000000000000E+000, 6.919247539583582E-007]

ตารางที่ 6.7 รากของสมการที่ 2.1 (ต่อ)

รากสมการ	IN / CIN / CINP
11	[-0.000000000000000E+000, 9.536743164062500E-007] [-5.519524172442875E-007, 0.000000000000000E+000] [-9.375847190435680E-007, 0.000000000000000E+000] [-0.000000000000000E+000, 8.719938772696039E-007]
12	[-0.000000000000000E+000, 0.000000000000000E+000] [-6.766226775759760E-007, 0.000000000000000E+000] [-9.884745636331645E-007, 0.000000000000000E+000] [-5.589837648709363E-007, 0.000000000000000E+000]
13	[0.000000000000000E+000, 9.536743164062500E-007] [-9.485414164344495E-007, 0.000000000000000E+000] [-9.536743164062500E-007, 0.000000000000000E+000] [-5.722110179614948E-007, 0.000000000000000E+000]

MATLAB และ IN หาได้ 8 รากสมการ ซึ่งวิธี CIN เกิดการซ้ำซ้อนของคำตอบเนื่องจากค่าของบริเวณค้นหาอาจมีค่าไม่เหมาะสมสำหรับระบบสมการนี้

ตารางที่ 6.8 เวลาที่ใช้ในการคำนวณสมการที่ 2.1

วิธี	เวลา (วินาที)	ร้อยละของเวลาที่ต่างกับวิธี IN	จำนวนการเรียกตัวดำเนินการนิวตัน (ครั้ง)
IN	3.69398	-	618
CIN	1.74650	-52.72	709
CINP	1.54821	-58.08	344 และ 374

ตารางที่ 6.9 ราคาของสมการที่ 2.2

ราคสมการ	IN / CIN / CINP
1	[0.000000000000000E+000, 4.440892098500627E-015] [0.000000000000000E+000, 1.403239683971489E-007] [0.000000000000000E+000, 4.781819661211394E-007] [0.000000000000000E+000, 5.408250064706847E-007]
2	[0.000000000000000E+000, 5.960464477539063E-007] [0.000000000000000E+000, 6.551482193983452E-008] [0.000000000000000E+000, 2.179106289493425E-007] [-3.075273479432287E-007, 0.000000000000000E+000]
3	[0.000000000000000E+000, 5.960464477539063E-007] [0.000000000000000E+000, 2.170821088493214E-007] [-6.918131390988922E-007, 0.000000000000000E+000] [-4.250563148256048E-007, 2.606674331914817E-007]
4	[0.000000000000000E+000, 5.960464477539063E-007] [-3.260828237711972E-007, 0.000000000000000E+000] [0.000000000000000E+000, 5.109954488334017E-007] [-3.926479756897016E-007, 5.372200277273424E-007]
5	[0.000000000000000E+000, 5.960464477539063E-007] [-3.051436153593927E-007, 0.000000000000000E+000] [-5.960464477539063E-007, 0.000000000000000E+000] [0.000000000000000E+000, 5.804032316144488E-007]

ตารางที่ 6.9 รากของสมการที่ 2.2 (ต่อ)

รากสมการ	IN / CIN / CINP
6	[0.000000000000000E+000, 5.960464477539063E-007] [-1.654810306508525E-007, 0.000000000000000E+000] [-4.603508674097268E-007, 0.000000000000000E+000] [-9.938673196072575E-007, 0.000000000000000E+000]
7	[-5.960464477539063E-007, 0.000000000000000E+000] [0.000000000000000E+000, 1.654810306508525E-007] [0.000000000000000E+000, 4.603508674097268E-007] [0.000000000000000E+000, 9.938673196072575E-007]
8	[-5.960464477539063E-007, 0.000000000000000E+000] [0.000000000000000E+000, 3.051436153593927E-007] [0.000000000000000E+000, 5.960464477539063E-007] [-5.804032316144488E-007, 0.000000000000000E+000]
9	[-5.960464477539063E-007, 0.000000000000000E+000] [0.000000000000000E+000, 3.260828237711972E-007] [-5.109954488334017E-007, 0.000000000000000E+000] [-5.372200277273424E-007, 3.926479756897016E-007]
10	[-5.960464477539063E-007, 0.000000000000000E+000] [-2.170821088493214E-007, 0.000000000000000E+000] [0.000000000000000E+000, 6.918131390988922E-007] [-2.606674331914817E-007, 4.250563148256048E-007]

ตารางที่ 6.9 รากของสมการที่ 2.2 (ต่อ)

รากสมการ	IN / CIN / CINF
11	[-5.960464477539063E-007, 0.000000000000000E+000] [-6.551482193983452E-008, 0.000000000000000E+000] [-2.179106289493425E-007, 0.000000000000000E+000] [0.000000000000000E+000, 3.075273479432287E-007]
12	[-4.440892098500627E-015, 0.000000000000000E+000] [-1.403239683971489E-007, 0.000000000000000E+000] [-4.781819661211394E-007, 0.000000000000000E+000] [-5.408250064706847E-007, 0.000000000000000E+000]

ตารางที่ 6.10 เวลาที่ใช้ในการคำนวณสมการที่ 2.2

วิธี	เวลา (วินาที)	ร้อยละของเวลา ที่ต่างกับวิธี IN	จำนวนการเรียกตัว ดำเนินการนิวตัน (ครั้ง)
IN	3.69398	-	611
CIN	2.25249	-39.0227	709
CINF	2.07863	-43.7293	342 และ 368

ตารางที่ 6.11 รากของสมการที่ 2.3

รากสมการ	IN / CIN / CINF
1	[0.000000000000000E+000, 0.000000000000000E+000] [0.000000000000000E+000, 5.960464477539063E-007] [0.000000000000000E+000, 5.960464477539063E-007] [0.000000000000000E+000, 5.960464477539063E-007]
2	[0.000000000000000E+000, 5.960464477539063E-007] [0.000000000000000E+000, 4.179564423159198E-007] [0.000000000000000E+000, 5.960464477539063E-007] [-5.960464477539063E-007, 0.000000000000000E+000]

ตารางที่ 6.11 รากของสมการที่ 2.3 (ต่อ)

รากสมการ	IN / CIN / CINP
3	[0.000000000000000E+000, 0.000000000000000E+000] [0.000000000000000E+000, 7.060565167143440E-007] [-8.302075522286558E-007, 0.000000000000000E+000] [0.000000000000000E+000, 7.697342603111258E-007]
4	[0.000000000000000E+000, 5.085134164551975E-007] [0.000000000000000E+000, 2.550144416709673E-007] [-5.960464477539063E-007, 0.000000000000000E+000] [-5.960464477539063E-007, 0.000000000000000E+000]
5	[-0.000000000000000E+000, 5.960464477539063E-007] [-5.960464477539063E-007, 0.000000000000000E+000] [0.000000000000000E+000, 5.960464477539063E-007] [0.000000000000000E+000, 5.960464477539063E-007]
6	[0.000000000000000E+000, 5.960464477539063E-007] [-6.384646777175453E-007, 0.000000000000000E+000] [0.000000000000000E+000, 5.960464477539063E-007] [-5.960464477539063E-007, 0.000000000000000E+000]
7	[-0.000000000000000E+000, 5.960464477539063E-007] [-5.960464477539063E-007, 0.000000000000000E+000] [-5.960464477539063E-007, 0.000000000000000E+000] [0.000000000000000E+000, 5.960464477539063E-007]

ตารางที่ 6.11 รากของสมการที่ 2.3 (ต่อ)

รากสมการ	IN / CIN / CINP
8	[0.000000000000000E+000, 5.960464477539063E-007] [-5.960464477539063E-007, 0.000000000000000E+000] [-5.960464477539063E-007, 0.000000000000000E+000] [-5.960464477539063E-007, 0.000000000000000E+000]
9	[-5.960464477539063E-007, 0.000000000000000E+000] [0.000000000000000E+000, 5.960464477539063E-007] [0.000000000000000E+000, 5.960464477539063E-007] [0.000000000000000E+000, 5.960464477539063E-007]
10	[-5.960464477539063E-007, 0.000000000000000E+000] [0.000000000000000E+000, 5.960464477539063E-007] [0.000000000000000E+000, 5.960464477539063E-007] [-5.960464477539063E-007, 0.000000000000000E+000]
11	[-5.960464477539063E-007, 0.000000000000000E+000] [0.000000000000000E+000, 6.384646777175453E-007] [-5.960464477539063E-007, 0.000000000000000E+000] [0.000000000000000E+000, 5.960464477539063E-007]
12	[-5.960464477539063E-007, 0.000000000000000E+000] [0.000000000000000E+000, 5.960464477539063E-007] [-5.960464477539063E-007, 0.000000000000000E+000] [-5.960464477539063E-007, 0.000000000000000E+000]

ตารางที่ 6.11 รากของสมการที่ 2.3 (ต่อ)

รากสมการ	IN / CIN / CINP
13	[-5.085134164551975E-007, 0.000000000000000E+000] [-2.550144416709673E-007, 0.000000000000000E+000] [0.000000000000000E+000, 5.960464477539063E-007] [0.000000000000000E+000, 5.960464477539063E-007]
14	[-0.000000000000000E+000, 0.000000000000000E+000] [-7.060565167143440E-007, 0.000000000000000E+000] [0.000000000000000E+000, 8.302075522286558E-007] [-7.697342603111258E-007, 0.000000000000000E+000]
15	[-5.960464477539063E-007, 0.000000000000000E+000] [-4.179564423159198E-007, 0.000000000000000E+000] [-5.960464477539063E-007, 0.000000000000000E+000] [0.000000000000000E+000, 5.960464477539063E-007]
16	[-0.000000000000000E+000, 0.000000000000000E+000] [-5.960464477539063E-007, 0.000000000000000E+000] [-5.960464477539063E-007, 0.000000000000000E+000] [-5.960464477539063E-007, 0.000000000000000E+000]

ตารางที่ 6.12 เวลาที่ใช้ในการคำนวณสมการที่ 2.3

วิธี	เวลา (วินาที)	ร้อยละของเวลา ที่ต่างกับวิธี IN	จำนวนการเรียกตัว ดำเนินการนิวตัน (ครั้ง)
IN	9.18552	-	1,646
CIN	4.94992	-46.1117	2,143
CINP	3.87945	-57.7656	1,086 และ 1,105

จากผลการทดสอบสมการจะเห็นว่า ร้อยละของเวลาที่ต่างกัน มีค่าเป็นลบ เนื่องจากวิธี CIN และ CINP ใช้เวลาน้อยกว่าวิธี IN แม้จำนวนการเรียกตัวดำเนินการนิวตันจะมีค่ามากกว่าแต่ใช้เวลาในการประมวลผลน้อยกว่า

6.3 ผลการทดสอบ : รูปแบบสมการที่ 3

ตารางที่ 6.13 รากของสมการที่ 3.1

รากสมการ	MATLAB	CIN
1	[1.5000000143254677E+000, 1.50000000856745634E+000] [1.809014565768989E+000, 1.809019768657645E+000] [9.999999276545878E-001, 9.999999278768987E-001]	[1.500000021756216E+000, 1.500000021773655E+000] [1.809016914684944E+000, 1.809016914731082E+000] [9.999999278063198E-001, 9.999999278244266E-001]

ตารางที่ 6.14 เวลาที่ใช้ในการคำนวณสมการที่ 3.1

วิธี	เวลา (วินาที)	ร้อยละของเวลา ที่ต่างกับวิธี IN	จำนวนการเรียกตัว ดำเนินการนิวตัน (ครั้ง)
IN	0.176851	-	83
CIN	1.136170	624.76	111
CINP	0.754213	326.46	52 และ 65

ตารางที่ 6.15 รากของสมการที่ 3.2

รากสมการ	IN / CIN / CINP
1	[4.384532214332196E+000, 4.384532214485871E+000] [-5.144275121896262E-001,-5.144275121280303E-001] [6.586705828873833E-001, 6.586705828983537E-001]

ตารางที่ 6.15 รากของสมการที่ 3.2 (ต่อ)

รากสมการ	IN / CIN / CINP
2	[3.999999788905785E+000, 3.999999964386648E+000] [-9.045085847160819E-001,-9.045084898354973E-001] [1.000000064981296E+000, 1.000000072167209E+000]
3	[3.562150225718438E+000, 3.562150225775441E+000] [-9.619272822792703E-001,-9.619272821791172E-001] [1.366160196973593E+000, 1.366160197029228E+000]

ตารางที่ 6.16 เวลาที่ใช้ในการคำนวณสมการที่ 3.2

วิธี	เวลา (วินาที)	ร้อยละของเวลา ที่ต่างกับวิธี IN	จำนวนการเรียกตัว ดำเนินการนิวตัน (ครั้ง)
IN	0.6901	-	132
CIN	1.3871	100.99	274
CINP	1.2485	80.91	134 และ 138

ตารางที่ 6.17 รากของสมการที่ 3.3

รากสมการ	IN	CIN/CINP
1	ไม่พบรากสมการ	ไม่พบรากสมการ

ตารางที่ 6.18 เวลาที่ใช้ในการคำนวณสมการที่ 3.3

วิธี	เวลา (วินาที)	ร้อยละของเวลา ที่ต่างกับวิธี IN	จำนวนการเรียกตัว ดำเนินการนิวตัน (ครั้ง)
IN	0.04260	-	11
CIN	0.15062	253.5681	26
CINP	0.14863	248.8967	17 และ 13

เนื่องจากเป็นระบบสมการที่มีขนาดเล็ก จะเห็นได้ว่าวิธี CIN และวิธี CINP ใช้เวลามากกว่าวิธี IN คล้ายกับกรณีของการหารากสมการที่ 1 และไม่พบรากสมการที่ 3.3

6.4 ผลการทดสอบ : รูปแบบสมการที่ 4

ตารางที่ 6.19 รากของสมการที่ 4.1

รากสมการ	IN / CIN / CINP
1	[3.894150825915252E-001, 3.894150851227635E-001] [9.210623676248455E-001, 9.210623756704468E-001] [5.646047899764199E-001, 5.646049418252080E-001] [8.253613036416223E-001, 8.253613810986759E-001] [7.174033510905666E-001, 7.174035361133326E-001] [6.966579041062422E-001, 6.966580018390738E-001] [8.414784980118126E-001, 8.414785326331645E-001] [5.402905507781853E-001, 5.402906044834978E-001] [9.320048382148045E-001, 9.320048433920405E-001] [3.624458192566950E-001, 3.624458325669648E-001] [8.559151087961572E-001, 8.559151161476156E-001] [5.171163453270770E-001, 5.171163562309689E-001]
2	[3.894150834713050E-001, 3.894150842424108E-001] [9.210623697540955E-001, 9.210623735406673E-001] [6.261403870749620E-001, 6.261409285579094E-001] [7.797099738763308E-001, 7.797102803758952E-001] [6.079001686776048E-001, 6.079005087905280E-001] [7.940132732957209E-001, 7.940136712876273E-001] [8.758776212883249E-001, 8.758777569869816E-001] [4.825330788763079E-001, 4.825332902642139E-001] [9.379982953778137E-001, 9.379983227920636E-001] [3.466397935997002E-001, 3.466398677172333E-001] [8.629873714857304E-001, 8.629874131770113E-001] [5.052254229958810E-001, 5.052254876587622E-001]

ตารางที่ 6.19 รากของสมการที่ 4.1 (ต่อ)

รากสมการ	IN / CIN / CINP
3	[3.894150834713050E-001, 3.894150842424108E-001] [9.210623697540955E-001, 9.210623735406673E-001] [6.261403870749620E-001, 6.261409285579094E-001] [7.797099738763308E-001, 7.797102803758952E-001] [6.078998285646819E-001, 6.079001686776049E-001] [7.940132732957209E-001, 7.940136712876273E-001] [8.758776212883249E-001, 8.758777569869816E-001] [4.825330788763079E-001, 4.825332902642139E-001] [9.379982953778137E-001, 9.379983227920636E-001] [3.466397935997002E-001, 3.466398677172333E-001] [8.629873714857304E-001, 8.629874131770113E-001] [5.052254229958810E-001, 5.052254876587622E-001]

ส่วนการหารากสมการโดย MATLAB ใช้เวลามากกว่า 24 ชั่วโมง และไม่แสดงรากสมการ อาจเป็นเพราะโปรแกรม MATLAB คำนวณโดยใช้วิธีนิวตัน-ราฟสัน แบบธรรมดา

ตารางที่ 6.20 เวลาที่ใช้ในการคำนวณสมการที่ 4.1

วิธี	เวลา (วินาที)	ร้อยละของเวลา ที่ต่างกับวิธี IN	จำนวนการเรียกตัว ดำเนินการนิวตัน (ครั้ง)
IN	414.35871	-	2,612
CIN	64.978341	-537.68	3,371
CINP	42.312734	-879.27	1,714 และ 1,732

จะเห็นได้ว่าในระบบสมการที่มีขนาดใหญ่วิธี CIN และวิธี CINP มีประสิทธิภาพในการหารากสมการ สมการที่ 4.2 และสมการที่ 4.3 ไม่พบรากสมการเนื่องจากสมการไม่เป็นจริงหรือประกอบด้วยค่าเชิงซ้อน

6.5 ผลการทดสอบ : รูปแบบสมการที่ 5

ตารางที่ 6.21 รากของสมการที่ 5.1

รากสมการ	MATLAB / CIN
1	[6.715542570600007E-001, 6.715542570600011E-001] [7.409553831537969E-001, 7.409553831537973E-001] [-2.396116651982953E-001,-2.396116651982946E-001] [-9.708688118901033E-001,-9.708688118901027E-001] [-9.579171025184649E-001,-9.579171025184645E-001] [2.870449872452560E-001, 2.870449872452564E-001] [-5.279090000410514E-001,-5.279090000410507E-001] [-8.493009405832882E-001,-8.493009405832876E-001]
2	[6.715542570600007E-001, 6.715542570600011E-001] [7.409553831537969E-001, 7.409553831537973E-001] [-2.396116651982953E-001,-2.396116651982946E-001] [-9.708688118901033E-001,-9.708688118901028E-001] [-9.579171025184649E-001,-9.579171025184645E-001] [-2.870449872452564E-001,-2.870449872452560E-001] [-5.279090000410514E-001,-5.279090000410507E-001] [8.493009405832876E-001, 8.493009405832882E-001]
3	[6.715542570534085E-001, 6.715542570666180E-001] [7.409553831517259E-001, 7.409553831559528E-001] [-2.396116652077324E-001,-2.396116651887705E-001] [-9.708688118929714E-001,-9.708688118873544E-001] [9.579171018775630E-001, 9.579171031901540E-001] [-2.870449872476591E-001,-2.870449872428409E-001] [-5.279090000446141E-001,-5.279090000376344E-001] [8.493009405832828E-001, 8.493009405832935E-001]

ตารางที่ 6.21 รากของสมการที่ 5.1 (ต่อ)

รากสมการ	MATLAB / CIN
4	[6.715542570534085E-001, 6.715542570666180E-001] [7.409553831517259E-001, 7.409553831559528E-001] [-2.396116652077324E-001,-2.396116651887705E-001] [-9.708688118929714E-001,-9.708688118873544E-001] [9.579171025184635E-001, 9.579171025184658E-001] [2.870449870212318E-001, 2.870449874687050E-001] [-5.279090000446141E-001,-5.279090000376344E-001] [-8.493009405860732E-001,-8.493009405804434E-001]
5	[6.715542570600007E-001, 6.715542570600011E-001] [7.409553831537968E-001, 7.409553831537973E-001] [9.547297548990908E-001, 9.547297548990914E-001] [2.974745285067632E-001, 2.974745285067645E-001] [-1.287717151471678E-001,-1.287717151469571E-001] [-9.916742637469780E-001,-9.916742637469506E-001] [9.693118602729580E-001, 9.693118602729596E-001] [2.458343294460200E-001, 2.458343294460269E-001]
6	[6.715542570600007E-001, 6.715542570600011E-001] [7.409553831537968E-001, 7.409553831537973E-001] [9.547297548990908E-001, 9.547297548990914E-001] [2.974745285067632E-001, 2.974745285067645E-001] [-1.287717151471719E-001,-1.287717151469603E-001] [9.916742637469502E-001, 9.916742637469776E-001] [9.693118602729580E-001, 9.693118602729596E-001] [-2.458343294460270E-001,-2.458343294460201E-001]

ตารางที่ 6.21 รากของสมการที่ 5.1 (ต่อ)

รากสมการ	MATLAB / CIN
7	[6.715542570600007E-001, 6.715542570600011E-001] [7.409553831537968E-001, 7.409553831537973E-001] [9.547297548990908E-001, 9.547297548990914E-001] [2.974745285067632E-001, 2.974745285067645E-001] [1.287717151469679E-001, 1.287717151471646E-001] [-9.916742637469766E-001, -9.916742637469510E-001] [9.693118602729580E-001, 9.693118602729596E-001] [2.458343294460204E-001, 2.458343294460268E-001]
8	[6.715542570600007E-001, 6.715542570600011E-001] [7.409553831537968E-001, 7.409553831537973E-001] [9.547297548990908E-001, 9.547297548990914E-001] [2.974745285067632E-001, 2.974745285067645E-001] [1.287717151469617E-001, 1.287717151471725E-001] [9.916742637469501E-001, 9.916742637469775E-001] [9.693118602729580E-001, 9.693118602729596E-001] [-2.458343294460270E-001, -2.458343294460202E-001]
9	[1.644316611491316E-001, 1.644316613507469E-001] [-9.863884776967073E-001, -9.863884775514268E-001] [2.396160255358968E-001, 2.396160264249518E-001] [-9.708677356999042E-001, -9.708677355665309E-001] [9.976353983748487E-001, 9.976353983881795E-001] [-6.872853771339019E-002, -6.872853771312853E-002] [-6.155083829577942E-001, -6.155083827169409E-001] [7.881303386226977E-001, 7.881303386226989E-001] [1.644316611491316E-001, 1.644316613507469E-001]

ตารางที่ 6.21 รากของสมการที่ 5.1 (ต่อ)

รากสมการ	MATLAB / CIN
10	[-9.863884776967073E-001,-9.863884775514268E-001] [2.396160255358968E-001, 2.396160264249518E-001] [-9.708677356999042E-001,-9.708677355665309E-001] [9.976353983735667E-001, 9.976353983895321E-001] [6.872853771312853E-002, 6.872853771339019E-002] [-6.155083829577942E-001,-6.155083827169409E-001] [-7.881303386226989E-001,-7.881303386226977E-001]
11	[1.644316612516506E-001, 1.644316612516513E-001] [-9.863884776182368E-001,-9.863884776182362E-001] [2.396160259738955E-001, 2.396160259880616E-001] [-9.708677356349619E-001,-9.708677356311641E-001] [-9.976353983815037E-001,-9.976353983814807E-001] [6.872853771325934E-002, 6.872853771325949E-002] [-6.155083828393883E-001,-6.155083828345699E-001] [-7.881303387282412E-001,-7.881303385191977E-001]
12	[1.644316612508537E-001, 1.644316612524276E-001] [-9.863884776187825E-001,-9.863884776177611E-001] [2.396160259809035E-001, 2.396160259809043E-001] [-9.708677400932061E-001,-9.708677314094967E-001] [-9.976353986518242E-001,-9.976353981522414E-001] [-6.872853771438606E-002,-6.872853771213253E-002] [-6.155083828368801E-001,-6.155083828368793E-001] [7.881303386226978E-001, 7.881303386226989E-001]

ตารางที่ 6.21 รากของสมการที่ 5.1 (ต่อ)

รากสมการ	MATLAB / CIN
13	[1.644316612516509E-001, 1.644316612516512E-001] [-9.863884776182366E-001,-9.863884776182363E-001] [-9.547284187434710E-001,-9.547284187434704E-001] [2.974788167980901E-001, 2.974788167980912E-001] [9.111542348092972E-001, 9.111542348093116E-001] [-4.120654807055351E-001,-4.120654807055039E-001] [9.913224677554374E-001, 9.913224677554388E-001] [1.314525196535504E-001, 1.314525196535604E-001]
14	[1.644316612516509E-001, 1.644316612516512E-001] [-9.863884776182366E-001,-9.863884776182363E-001] [-9.547284187434710E-001,-9.547284187434704E-001] [2.974788167980901E-001, 2.974788167980912E-001] [9.111542348092969E-001, 9.111542348093125E-001] [4.120654807055020E-001, 4.120654807055359E-001] [9.913224677554374E-001, 9.913224677554388E-001] [-1.314525196535609E-001,-1.314525196535502E-001]
15	[1.644316612516509E-001, 1.644316612516511E-001] [-9.863884776182367E-001,-9.863884776182363E-001] [-9.547284187434711E-001,-9.547284187434704E-001] [2.974788167980901E-001, 2.974788167980913E-001] [-9.111542348093127E-001,-9.111542348092959E-001] [4.120654807055016E-001, 4.120654807055381E-001] [9.913224677554373E-001, 9.913224677554389E-001] [-1.314525196535611E-001,-1.314525196535495E-001]

ตารางที่ 6.21 รากของสมการที่ 5.1 (ต่อ)

รากสมการ	MATLAB / CIN
16	[1.644316612516508E-001, 1.644316612516511E-001] [-9.863884776182367E-001,-9.863884776182363E-001] [-9.547284187434710E-001,-9.547284187434704E-001] [2.974788167980902E-001, 2.974788167980913E-001] [-9.111542348093124E-001,-9.111542348092963E-001] [-4.120654807055372E-001,-4.120654807055021E-001] [9.913224677554374E-001, 9.913224677554388E-001] [1.314525196535497E-001, 1.314525196535609E-001]

ตารางที่ 6.22 เวลาที่ใช้ในการคำนวณสมการที่ 5.1

วิธี	เวลา (วินาที)	ร้อยละของเวลา ที่ต่างกับวิธี IN	จำนวนการเรียกตัว ดำเนินการนิวตัน (ครั้ง)
IN	157.64867	-	1,887
CIN	23.98124	-84.78	2,588
CINP	15.48148	-90.17	1,341 และ 1,204

ตารางที่ 6.23 รากของสมการที่ 5.2

รากสมการ	IN / CIN / CINP
1	[6.715542570600007E-001, 6.715542570600011E-001] [7.409553831537969E-001, 7.409553831537973E-001] [-2.396116651982953E-001,-2.396116651982946E-001] [-9.708688118901033E-001,-9.708688118901027E-001] [-9.579171025184649E-001,-9.579171025184645E-001] [2.870449872452560E-001, 2.870449872452564E-001] [-5.279090000410514E-001,-5.279090000410507E-001] [-8.493009405832882E-001,-8.493009405832876E-001]

ตารางที่ 6.23 รากของสมการที่ 5.2 (ต่อ)

รากสมการ	IN / CIN / CINP
2	[6.715542570600007E-001, 6.715542570600011E-001] [7.409553831537969E-001, 7.409553831537973E-001] [-2.396116651982953E-001,-2.396116651982946E-001] [-9.708688118901033E-001,-9.708688118901028E-001] [-9.579171025184649E-001,-9.579171025184645E-001] [-2.870449872452564E-001,-2.870449872452560E-001] [-5.279090000410514E-001,-5.279090000410507E-001] [8.493009405832876E-001, 8.493009405832882E-001]
3	[6.715542570534085E-001, 6.715542570666180E-001] [7.409553831517259E-001, 7.409553831559528E-001] [-2.396116652077324E-001,-2.396116651887705E-001] [-9.708688118929714E-001,-9.708688118873544E-001] [9.579171018775630E-001, 9.579171031901540E-001] [-2.870449872476591E-001,-2.870449872428409E-001] [-5.279090000446141E-001,-5.279090000376344E-001] [8.493009405832828E-001, 8.493009405832935E-001]
4	[6.715542570534085E-001, 6.715542570666180E-001] [7.409553831517259E-001, 7.409553831559528E-001] [-2.396116652077324E-001,-2.396116651887705E-001] [-9.708688118929714E-001,-9.708688118873544E-001] [9.579171025184635E-001, 9.579171025184658E-001] [2.870449870212318E-001, 2.870449874687050E-001] [-5.279090000446141E-001,-5.279090000376344E-001] [-8.493009405860732E-001,-8.493009405804434E-001]

ตารางที่ 6.23 รากของสมการที่ 5.2 (ต่อ)

รากสมการ	IN / CIN / CINI
5	[6.715542570600007E-001, 6.715542570600011E-001] [7.409553831537968E-001, 7.409553831537973E-001] [9.547297548990908E-001, 9.547297548990914E-001] [2.974745285067632E-001, 2.974745285067645E-001] [-1.287717151471678E-001, -1.287717151469571E-001] [-9.916742637469780E-001, -9.916742637469506E-001] [9.693118602729580E-001, 9.693118602729596E-001] [2.458343294460200E-001, 2.458343294460269E-001]
6	[6.715542570600007E-001, 6.715542570600011E-001] [7.409553831537968E-001, 7.409553831537973E-001] [9.547297548990908E-001, 9.547297548990914E-001] [2.974745285067632E-001, 2.974745285067645E-001] [-1.287717151471719E-001, -1.287717151469603E-001] [9.916742637469502E-001, 9.916742637469776E-001] [9.693118602729580E-001, 9.693118602729596E-001] [-2.458343294460270E-001, -2.458343294460201E-001]
7	[6.715542570600007E-001, 6.715542570600011E-001] [7.409553831537968E-001, 7.409553831537973E-001] [9.547297548990908E-001, 9.547297548990914E-001] [2.974745285067632E-001, 2.974745285067645E-001] [1.287717151469679E-001, 1.287717151471646E-001] [-9.916742637469766E-001, -9.916742637469510E-001] [9.693118602729580E-001, 9.693118602729596E-001] [2.458343294460204E-001, 2.458343294460268E-001]

ตารางที่ 6.23 รากของสมการที่ 5.2 (ต่อ)

รากสมการ	IN / CIN / CIMP
8	[6.715542570600007E-001, 6.715542570600011E-001] [7.409553831537968E-001, 7.409553831537973E-001] [9.547297548990908E-001, 9.547297548990914E-001] [2.974745285067632E-001, 2.974745285067645E-001] [-1.287717151471678E-001, -1.287717151469571E-001] [-9.916742637469780E-001, -9.916742637469506E-001] [9.693118602729580E-001, 9.693118602729596E-001] [2.458343294460200E-001, 2.458343294460269E-001]

ตารางที่ 6.24 เวลาที่ใช้ในการคำนวณสมการที่ 5.2

วิธี	เวลา (วินาที)	ร้อยละของเวลา ที่ต่างกับวิธี IN	จำนวนการเรียกตัว ดำเนินการนิวตัน (ครั้ง)
IN	15.7092	-	245
CIN	3.36768	-78.56	324
CIMP	2.87564	-81.69	175 และ 163

ระบบสมการที่ 5 เป็นสมการการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ซึ่งเห็นได้ชัดเจนว่าวิธี CIN และ CIMP ใช้เวลาในการหาค่ารากสมการน้อยกว่าถึงร้อยละ 90 ส่วนสมการที่ 5.3 ไม่พบรากสมการ