สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพัฒนาโปรแกรมสร้างเส้นกราฟพิเศษในปริภูมิ

SPECIAL PLANE CURVES GENERATING PROGRAMMING

T039657

ณัฐวดี ฉัตรสกุลพรหม
รัชพร วิเศษรัตน์
ดานิเอล ศิริชัย

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2543

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 39657
วัน, เดือน, ปี 19 มิ.ย. 2544
b.....
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SPECIAL PLANE CURVES GENERATING PROGRAMMING

NATTAWADEE CHATSAGULPROM

RATCHAPORN WISEDRAT

DANIEL SIRICHAI

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE

REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE

DEPARTMENT OF MATHEMETICS AND COMPUTER SCIENCE

FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การพัฒนาโปรแกรมสร้างเส้นกราฟพิเศษในปริภูมิ	
	SPECIAL PLANE CURVES GENERATING PROGRAMMING	
ชื่อนักศึกษา	นางสาวณัฐวดี ฉัตรสกุลพรหม	40051012
	นายดานิเอล ศิริชัย	40051014
	นางสาวรัชพร วิเศษรัตน์	40051036
ภาควิชา	คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์	
สาขาวิชา	คณิตศาสตร์ประยุกต์	
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ผ่องพรรณ รัตนธนาวันต์	
	อาจารย์พรชัย เจนจิระพงศ์เวช	

ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาคณิตศาสตร์ประยุกต์ ประจำปีการศึกษา 2543

คณะกรรมการสอบ		ลายมือชื่อ
ประธานกรรมการ	รองศาสตราจารย์ภัคคินี ชิตสกุล	
กรรมการ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์กฤษฎา ไตรสุรัตน์	
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ผ่องพรรณ รัตนธนาวันต์	
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์พรชัย เจนจิระพงศ์เวช	

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไพรบูลย์ พันธรักษ์พงษ์)
หัวหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปัญหาพิเศษ	การพัฒนาโปรแกรมสร้างเส้นกราฟพิเศษในปริภูมิ	
นักศึกษา	นางสาวณัฐวดี ฉัตรสกุลพรหม	40051012
	นายดานิเอล ศิริชัย	40051014
	นางสาวรัชพร วิเศษรัตน์	40051036
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต	
ภาควิชา	คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์	
สาขาวิชา	คณิตศาสตร์ประยุกต์	
ปีการศึกษา	2543	
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ผ่องพรรณ รัตนธนาวันต์	
	อาจารย์พรชัย เจนจิระพงศ์เวช	

บทคัดย่อ

โปรแกรมสร้างเส้นกราฟพิเศษในปริภูมิจัดทำขึ้นเพื่อแสดงการเขียนเส้นกราฟพิเศษในปริภูมิ 2 มิติ และ 3มิติโดยเน้นที่ 2 มิติ เป็นโปรแกรมเขียนเส้นกราฟ epicycloid epitrochoid hypocycloid hypotrochoid cycloid trochoid และ helix พร้อมทั้งแสดง ที่มา ความรู้เกี่ยวกับเส้นกราฟ วิธีการใช้โปรแกรมสำหรับผู้ที่สนใจ โปรแกรมสามารถเก็บบันทึกข้อมูลเส้นกราฟที่ได้เขียนไว้แล้วลงในฐานข้อมูล และพิมพ์ผลลัพธ์ออกทางเครื่องพิมพ์ได้ นอกจากนี้ปัญหาพิเศษฉบับนี้เป็นประโยชน์ในด้านการศึกษา และ ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ ที่เกี่ยวกับเส้นกราฟซึ่งกำหนดด้วยสมการอิงตัวแปรเสริม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	Special Plane Curves Generating Programming	
Students	Miss Nattawadee Chatsagulprom	40051012
	Miss Ratchaporn Wisedrat	40051036
	Mr. Daniel Sirichai	40051014
Degree	Bachelor's Degree of Science	
Department	Mathematics and Computer Sciences	
Programme	Applied Mathematics	
Academic Year	2000	
Special Project Advisor	Associate Professor Pongpan Rattanathanawan	
	Lecturer Pornchai Janchitrapongvej	

ABSTRACT

Special Plane Curves Generating Program presents the aspect of special plane curves, namely cycloid, trochoid, epicycloid ,epitrochoid, hypocycloid, hypotrochoid and helix, and explains how those curves are formed.There are user's manuals for helping us to use this program in its. Not only the output data stored in database but printing machine can also print it out.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีก็เพราะหลายเหตุปัจจัย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อาจารย์พรชัย เจนจิระพงศ์เวช รองศาสตราจารย์ผ่องพรรณ รัตนธนาวันต์ และคณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ให้แนวทางในการดำเนินการ คำปรึกษา ตลอดจนการตรวจทาน แก้ไขปัญหาพิเศษฉบับนี้ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง

คณะผู้จัดทำ ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ทุกท่านที่ได้ ประสิทธิ์ประศาสน์วิชาความรู้ทั้งภาคทฤษฎี และภาคปฏิบัติ จนกระทั่งปัญหาพิเศษฉบับนี้สัมฤทธิ์ผลได้ด้วยดีทุกประการ และนอกจากนี้ ขอขอบพระคุณบิดา มารดา รุ่นพี่ รุ่นน้อง และเพื่อนที่รักทุกคน ที่คอยเป็นกำลังใจจนปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ
คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ.....IV
สารบัญรูป.....VII
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาพิเศษ 1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา 1
1.3 ขอบเขตของปัญหา.....1
1.4 ขั้นตอนในการดำเนินงาน 1
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
1.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำปัญหาพิเศษ 2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างระบบพิกัดฉากและระบบพิกัดเชิงขั้ว 3
2.2 สมการอิงตัวแปรเสริม 4
2.3 รูปแบบสมการที่นำมาใช้ในการทำโปรแกรม 6
2.3.1 Trochoid 6
2.3.2 Cycloid 7
2.3.3 Epitrochoid 8
2.3.4 Hypotrochoid 9
2.3.5 Epicycloid และ hypocycloid 10
2.3.6 Helix 13
2.4 สมการอิงตัวแปรเสริมของเส้นกราฟ 14
2.4.1 Cycloid 14
2.4.2 Epicycloid 15
2.4.3 Epitrochoid 16
2.4.4 Hypocycloid 18
2.4.5 Hypotrochoid 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4.6 Trochoid 20
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 22
3.1 ขั้นตอนในการรวบรวมข้อมูล 22
3.2 ระบบงาน 22
3.3 แผนงานในการปฏิบัติงานในเทอม 1 22
3.4 แผนงานในการปฏิบัติงานในเทอม 2 23
3.5 ผังการทำงานของโปรแกรม 23
3.5.1 ระดับ 0 23
3.5.2 ระดับ 1 24
3.5.3 ระดับ 2 25
3.6 โครงสร้างฐานข้อมูลที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเส้นกราฟ 26
3.7 อุปกรณ์ในการทำงาน 26
บทที่ 4 การใช้โปรแกรม 27
4.1 แนะนำโปรแกรม 27
4.2 การทำงานในหน้าจอเมนู 27
4.2.1 แถบเมนูในหน้าจอเมนู 27
4.2.2 ปุ่มคำสั่งในหน้าจอเมนู 31
4.3 การทำงานในหน้าจอวาดเส้นกราฟ 2 มิติ 31
4.3.1 แถบเมนูในหน้าจอวาดเส้นกราฟ 2 มิติ 31
4.3.2 แถบเครื่องมือในหน้าจอวาดเส้นกราฟ 2 มิติ 34
4.3.3 ปุ่มคำสั่งในหน้าจอวาดเส้นกราฟ 2 มิติ 34
4.4 การทำงานในหน้าจอ cycloid 34
4.5 การทำงานในหน้าจอ epicycloid 38
4.6 การทำงานในหน้าจอ epitrochoid 41
4.7 การทำงานในหน้าจอ hypocycloid 45
4.8 การทำงานในหน้าจอ hypotrochoid 48
4.9 การทำงานในหน้าจอ trochoid 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.10 การทำงานในหน้าจอ helix 55
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง 60
5.1 ความสามารถของปัญหาพิเศษ 60
5.2 ข้อจำกัดของโปรแกรม 60
5.3 ข้อเสนอแนะ 61
บรรณานุกรม.....62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพิกัดเชิงขั้วและพิกัดฉาก 3
2.2 แสดงกราฟที่ได้จากสมการอิงตัวแปรเสริม x = sin t และ y = cos t 4
2.3 กราฟของสมการอิงตัวแปรเสริม x = t+1 และ y = t^2+3t+2 5
2.4 แสดงกราฟของสมการอิงตัวเสริม f(1) = i + j และ f(2) = 2i + 4j 6
2.5 แสดงการเกิดเส้นกราฟ trochoid ในลักษณะต่าง ๆ 6
2.6 แสดงการเกิดเส้นกราฟ cycloid 7
2.7 แสดงการเกิดเส้นกราฟ epitrochoid 8
2.8 แสดงตัวอย่างเส้นกราฟ nephroid 9
2.9 แสดงการเกิดเส้นกราฟ limacon of Pascal 9
2.10 แสดงการเกิดเส้นกราฟ hypotrochoid 10
2.11 แสดงการเกิดเส้นกราฟ epicycloid 11
2.12 แสดงการเกิดเส้นกราฟ hypocycloid 11
2.13 แสดงเส้นกราฟ astroid 12
2.14 แสดงเส้นกราฟ cardiod 12
2.15 แสดงเส้นกราฟ deltoid 13
2.16 แสดงเส้นกราฟ helix 13
2.17 แสดงรูปภาพการหาค่าจุด P ของ cycloid 14
2.18 แสดงการหาค่า h 14
2.19 แสดงภาพการหาค่าพิกัดจุด P ของ epicycloid 15
2.20 แสดงรูปที่มาของสมการ epitrochoid 16
2.21 แสดงที่มาของสมการทั่วไปของ hypocycloid 18
2.22 แสดงที่มาของสมการทั่วไปของ hypotrochoid 19
2.23 แสดงที่มาของสมการทั่วไปของ trochoid 20
3.1 แสดงผังการทำงานของโปรแกรมระดับ 0 23
3.2 แสดงผังการทำงานของโปรแกรมระดับ 1 24
3.3 แสดงผังการทำงานของโปรแกรมระดับ 2 26
4.1 แสดงหน้าจอเมนู 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.2 แสดงหน้าจอเปิดไฟล์เมื่อถูกเรียกใช้	28
4.3 แสดงหน้าจอ open เมื่อเรียกใช้	29
4.4 แสดง message box เพื่อยืนยันการออกจากโปรแกรม	29
4.5 แสดงหน้าจอ basic knowledge	30
4.6 แสดงหน้าจอ how to use	30
4.7 แสดงหน้าจอ about	31
4.8 แสดงหน้าจอ save เพื่อบันทึกข้อมูล	32
4.9 แสดง message box เพื่อยืนยันการออกจากหน้าจอที่เปิดอยู่	33
4.10 แสดงหน้าจอเมื่อสั่ง grid on	33
4.11 แสดงแถบเครื่องมือ	34
4.12 แสดงหน้าจอ cycloid	35
4.13 แสดงหน้าจอ cycloid เมื่อพร้อมทำงาน	35
4.14 แสดงเส้นกราฟ cycloid เมื่อคลิกปุ่ม move picture	36
4.15 แสดงเส้นกราฟ cycloid เมื่อคลิกปุ่ม show picture	36
4.16 แสดงเส้นกราฟ cycloid แบบ move เมื่อคลิกปุ่ม stop picture	37
4.17 แสดงเส้นกราฟ cycloid แบบ show เมื่อคลิกปุ่ม stop picture	37
4.18 แสดงหน้าจอ epicycloid	38
4.19 แสดงหน้าจอ epicycloid เมื่อพร้อมทำงาน	38
4.20 แสดงเส้นกราฟ epicycloid เมื่อคลิกปุ่ม move picture	39
4.21 แสดงเส้นกราฟ epicycloid เมื่อคลิกปุ่ม show picture	40
4.22 แสดงเส้นกราฟ epicycloid แบบ move เมื่อคลิกปุ่ม stop picture	40
4.23 แสดงเส้นกราฟ epicycloid แบบ show เมื่อคลิกปุ่ม stop picture	41
4.24 แสดงหน้าจอ epitrochoid	42
4.25 แสดงหน้าจอ epitrochoid เมื่อพร้อมทำงาน	42
4.26 แสดงเส้นกราฟ epitrochoid เมื่อคลิกปุ่ม move picture	43
4.27 แสดงเส้นกราฟ epitrochoid เมื่อคลิกปุ่ม show picture	43
4.28 แสดงเส้นกราฟ epitrochoid แบบ move เมื่อคลิกปุ่ม stop picture	44
4.29 แสดงเส้นกราฟ epitrochoid แบบ show เมื่อคลิกปุ่ม stop picture	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.30 แสดงหน้าจอ hypocycloid 45

4.31แสดงหน้าจอ hypocycloid เมื่อพร้อมทำงาน 46

4.32 แสดงเส้นกราฟ hypocycloid เมื่อคลิกปุ่ม move picture 46

4.33 แสดงเส้นกราฟ hypocycloid เมื่อคลิกปุ่ม show picture 47

4.34 แสดงเส้นกราฟ hypocycloid แบบ move เมื่อคลิกปุ่ม stop picture 47

4.35 แสดงเส้นกราฟ hypocycloid แบบ show เมื่อคลิกปุ่ม stop picture 48

4.36 แสดงหน้าจอ hypotrochoid 49

4.37 แสดงหน้าจอ hypotrochoid เมื่อพร้อมทำงาน 49

4.38 แสดงเส้นกราฟ hypotrochoid เมื่อคลิกปุ่ม move picture 50

4.39 แสดงเส้นกราฟ hypotrochoid เมื่อคลิกปุ่ม show picture 50

4.40 แสดงเส้นกราฟ hypotrochoid แบบ move เมื่อคลิกปุ่ม stop picture 51

4.41 แสดงเส้นกราฟ hypotrochoid แบบ show เมื่อคลิกปุ่ม stop picture 51

4.42 แสดงหน้าจอ trochoid 52

4.43 แสดงหน้าจอ trochoid เมื่อพร้อมทำงาน 53

4.44 แสดงเส้นกราฟ trochoid เมื่อคลิกปุ่ม move picture 53

4.45 แสดงเส้นกราฟ trochoid เมื่อคลิกปุ่ม show picture 54

4.46 แสดงเส้นกราฟ trochoid แบบ move เมื่อคลิกปุ่ม stop picture 54

4.47 แสดงเส้นกราฟ trochoid แบบ show เมื่อคลิกปุ่ม stop picture 55

4.48 แสดงหน้าจอ helix 56

4.49 แสดงหน้าจอ helix เมื่อคลิกปุ่ม “x-y on” 57

4.50 แสดงหน้าจอ helix เมื่อคลิกปุ่ม “x-z on” 57

4.51 แสดงหน้าจอ helix เมื่อคลิกปุ่ม “y-z on” 58

4.52 แสดงหน้าจอ helix เมื่อพร้อมทำงาน 58

4.53 แสดงเส้นกราฟ helix เมื่อคลิกปุ่ม show graph 59

4.54 แสดงเส้นกราฟ helix เมื่อคลิกปุ่ม stop picture 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาพิเศษ

เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์มีความหลากหลายในเนื้อหา ซึ่งในบางเรื่องก็มีความสัมพันธ์กัน ทำให้เราต้องมีความเข้าใจความรู้แต่ละด้านที่จะนำมาศึกษาเรื่องที่ต้องการให้ละเอียดก่อน ความรู้ที่ได้นี้ก็สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับเรื่องอื่น ๆ ได้ด้วย เช่น การวาดเส้นกราฟพิเศษในระนาบ 2 มิติ และ ระนาบ 3 มิติต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจทางเรขาคณิตเพื่ออธิบายสมการทางพีชคณิต ให้สามารถแสดงออกมาเป็นรูปภาพได้ เมื่อได้รูปภาพ หากต้องการนำไปใช้ในการเขียนรูปทางคอมพิวเตอร์กราฟิก ก็สามารถนำสมการที่ศึกษาไปใช้ได้ตามความต้องการ และ การวาดเส้นกราฟในระนาบ 3 มิติ ก็สามารถนำไปใช้กับเรื่องเวกเตอร์ได้เพื่ออธิบายทิศทางการเคลื่อนที่ของเวกเตอร์ แล้วเอาไปประยุกต์หาตำแหน่งการเคลื่อนที่ของยานอวกาศได้

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. ศึกษาเส้นกราฟพิเศษในระนาบ 2 มิติ และ 3 มิติ เน้นที่ระนาบ 2 มิติ เพื่อทราบถึงที่มา
2. การเกิดของเส้นกราฟ พฤติกรรมการเคลื่อนที่ในกรณีต่าง ๆ
3. สร้างโปรแกรมสำเร็จรูปในการเขียนกราฟ แสดงรายละเอียดสมการเกี่ยวกับเส้นกราฟพิเศษแบบต่าง ๆ

1.3 ขอบเขตของปัญหา

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น จะเน้นการเขียนกราฟพิเศษในระนาบ 2 มิติเป็นส่วนใหญ่ โดยใช้ความรู้ด้านเรขาคณิตวิเคราะห์และสมการอิงตัวแปรเสริมเข้ามาช่วย

1.4 ขั้นตอนในการดำเนินงาน

1. ศึกษารูปแบบของกราฟพิเศษและสมการพื้นฐานต่าง ๆทั้งในระนาบ 2 มิติและ 3 มิติ
2. ศึกษาการประยุกต์ใช้เรขาคณิตวิเคราะห์ในลักษณะต่าง ๆ
3. พิจารณาการประยุกต์ใช้เรขาคณิตวิเคราะห์ที่เหมาะสมและสามารถปฏิบัติได้
4. วางแผนและกำหนดรูปแบบการนำเสนอ
5. พิจารณาเลือก เครื่องมือและโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์มาใช้ให้เหมาะสม
6. ลงมือปฏิบัติและเขียนโปรแกรม
7. ตรวจสอบและแก้ไขความผิดพลาดที่เกิดในงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อให้เข้าใจในกราฟและสมการพื้นฐานต่าง ๆของวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์
2. เพื่อให้เข้าใจและเห็นจริงในการนำวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์มาประยุกต์ในงาน
3. เพื่อเพิ่มความสะดวกและความน่าสนใจในการศึกษาวิชาเรขาคณิตวิเคราะห์
4. เพื่อเป็นฐานข้อมูลในการสืบค้นหาเส้นกราฟที่ต้องการ

1.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำปัญหาพิเศษ

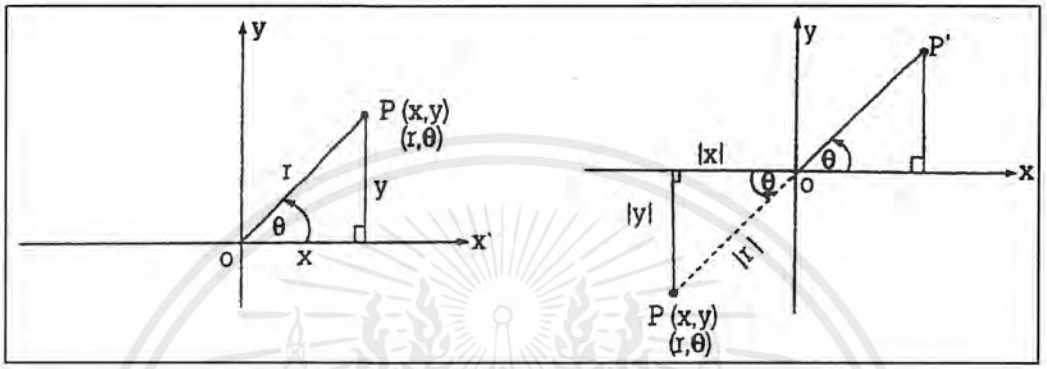
1. เครื่องคอมพิวเตอร์
2. โปรแกรมเกี่ยวกับการทำกราฟิกและนำเสนองาน
3. โปรแกรมเกี่ยวกับการทำฐานข้อมูล
4. เครื่องพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างระบบพิกัดฉากและระบบพิกัดเชิงขั้ว

ถ้าใช้ระบบพิกัดทั้งสองแบบในระนาบเดียวกันโดยให้จุดขั้วทับจุดกำเนิด และแกนพิกัดเชิงขั้วทับแกน x จะหาความสัมพันธ์ระหว่างระบบพิกัดทั้งสองได้ดังนี้



รูปที่ 2.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพิกัดเชิงขั้วและพิกัดฉาก

ให้จุด P เป็นจุดใดๆ ในระนาบ มีพิกัดฉาก (x, y) และพิกัดเชิงขั้ว (r,θ)

จากรูปที่ 1(ก) $\cos\theta = \frac{x}{|\overline{OP}|} = \frac{x}{r}$ และ $\sin\theta = \frac{y}{|\overline{OP}|} = \frac{y}{r}$

รูปที่ 1(ข) จุด P อยู่บนส่วนต่อของแขนของมุม ($r = -|\overline{OP}|$)

$$\cos\theta = \frac{x}{|\overline{OP}|} = \frac{-x}{-r} = \frac{x}{r} \quad \text{และ} \quad \sin\theta = \frac{y}{|\overline{OP}|} = \frac{-y}{-r} = \frac{y}{r}$$

ดังนั้นทั้ง 2 กรณีได้ $x = r\cos\theta$ และ $y = r\sin\theta$

$$x^2 + y^2 = r^2(\sin^2\theta + \cos^2\theta) \quad \text{หรือ} \quad r = \pm\sqrt{x^2 + y^2}$$

และ

$$\frac{x}{y} = \frac{r\sin\theta}{r\cos\theta} = \tan\theta, \theta = \arctan(\frac{y}{x})$$

แทนค่า r ได้

$$\cos\theta = \frac{x}{r} = \frac{x}{\pm\sqrt{x^2 + y^2}}, \sin\theta = \frac{y}{r} = \frac{y}{\pm\sqrt{x^2 + y^2}}$$

สรุปเป็นทฤษฎีได้ดังนี้

ทฤษฎีบท ถ้าให้จุดกำเนิดและแกน x ในระบบพิกัดฉากทับขั้วและแกนพิกัดเชิงขั้วตามลำดับ แล้ว พิกัดของจุด P ใดๆ ในระบบพิกัดทั้งสองสัมพันธ์กันดังนี้

$$x = r\cos\theta \ , \qquad y = r\sin\theta$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$r = \pm\sqrt{x^2 + y^2}, \theta = \arctan\left(\frac{y}{x}\right)$$

$$\sin\theta = \frac{x}{\pm\sqrt{x^2 + y^2}}, \cos\theta = \frac{y}{\pm\sqrt{x^2 + y^2}}$$

เครื่องหมายหน้ากรณฑ์ เป็น**บวก** ถ้า P อยู่บนแขนของมุม θ เป็น**ลบ** ถ้า P อยู่บนส่วนต่อของแขนของมุม θ

2.2 สมการอิงตัวแปรเสริม (Parametric Equations)

สมการที่เราทำการศึกษามาแล้วส่วนใหญ่จะอยู่ในรูป y = f(x) หรือ F(x, y) = 0 ในบางกรณี เราแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง x และ y ได้โดยตรง บางกรณีจะแสดงค่า x และ y ในเทอมของตัวแปรตัวที่สาม ซึ่งเรียกว่า **ตัวแปรเสริม** หรือ **พารามิเตอร์(Parameter: t)** ดังนี้

$$x = f(t)$$

$$y = g(t)$$

กรณีนี้ ค่าพารามิเตอร์ t แต่ละค่าจะเป็นตัวกำหนดค่า x และค่า y อีกนัยหนึ่ง x และ y เป็นฟังก์ชันของ t

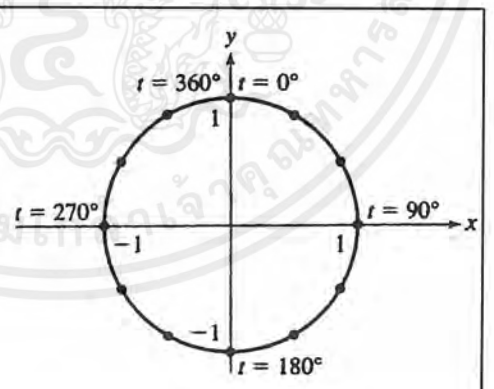
ตัวอย่างเช่น ถ้า $t = 0^\circ$ ในสมการอิงตัวแปรเสริม ดังนี้

$$x = \sin t$$

$$y = \cos t$$

ทำให้ได้ x = 0 และ y = 1 ดังนั้น จุด (0,1) จึงเป็นจุดบนกราฟของสมการทั้งสองกรณีนี้ แกนของกราฟคือแกน x และแกน y เท่านั้น เมื่อ t เปลี่ยนแปลงต่อไปจนถึง 360° จะได้ผลลัพธ์ในรูปที่ 2.2

t	x	y
0°	0.00	1.00
30°	0.50	0.87
60°	0.87	0.50
90°	1.00	0.00
120°	0.87	−0.50
150°	0.50	−0.87
180°	0.00	−1.00
210°	−0.50	−0.87
240°	−0.87	−0.50
270°	−1.00	0.00
300°	−0.87	0.50
330°	−0.50	0.87
360°	0.00	1.00



รูปที่ 2.2 แสดงกราฟที่ได้จากสมการอิงตัวแปรเสริม x = sin t และ y = cos t

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าค่า t มากกว่า 360° จะได้จุดซ้อนทับกับจุดเดิม เมื่อเชื่อมต่อจุดเข้าด้วยกัน จะได้รูปคล้ายกับวงกลม ถ้าต้องการทราบว่าผลลัพธ์นี้เป็นวงกลมที่แท้จริงหรือไม่ ก็จะต้องทดสอบโดยกำจัดพารามิเตอร์ t ในสมการ $x = \sin t$ กับ $y = \cos t$ ดังนี้

$\sin^2 t + \cos^2 t = 1$ หรือ $x^2 + y^2 = 1$ สมการที่ได้นี้เป็นสมการวงกลม ทำให้ทราบว่ากราฟนี้เป็นวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุดกำเนิด และมีรัศมี 1

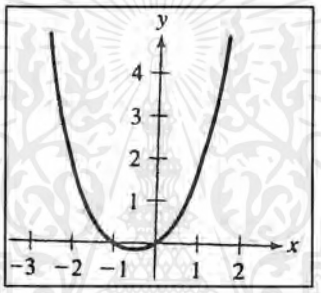
การกำจัดพารามิเตอร์ทำให้ทราบว่า เส้นโค้งนี้เป็นวงกลมและยังช่วยให้เขียนเส้นโค้งได้เร็วกว่าการพล็อตจุดทีละจุด อย่างไรก็ตาม จะต้องระวังเกี่ยวกับการพิจารณาโดเมนของสมการ

ตัวอย่าง กำจัดพารามิเตอร์ในสมการ $x = t+1$ และ $y = t^2+3t+2$ พร้อมทั้งเขียนกราฟ

วิธีทำ แก้สมการ $x = t+1$ เพื่อหา t จะได้ $t = x - 1$

แทนสมการนี้ลงใน $y = t^2+3t+2$ แล้ว $y = (x - 1)^2 + 3(x - 1) + 2$

สังเกตว่า ไม่มีข้อจำกัดเกี่ยวกับ x โดเมนของ $y = x^2 + x$ เป็นเซตของจำนวนจริง ทั้งหมดเขียนกราฟได้ดังรูป



รูปที่ 2.3 กราฟของสมการอิงตัวแปรเสริม $x = t+1$ และ $y = t^2+3t+2$

บางกรณีการกำจัดพารามิเตอร์ทำได้ยากหรือทำไม่ได้ กรณีเช่นนี้ จะต้องพล็อตจุดทุกจุดเพื่อเขียนกราฟเช่นเดียวกับรูปที่ 2.2

สมการอิงตัวแปรเสริมมีความสัมพันธ์กับฟังก์ชันค่าเวกเตอร์(Vector-Valued Function) ดังนี้

$$\mathbf{f}(t) = f_1(t)\mathbf{i} + f_2(t)\mathbf{j}$$

เมื่อแทนค่า t ลงในสมการ จะได้ฟังก์ชันค่าเวกเตอร์

เช่น ถ้า $\mathbf{f}(t) = t\mathbf{i} + t^2\mathbf{j}$

แล้ว

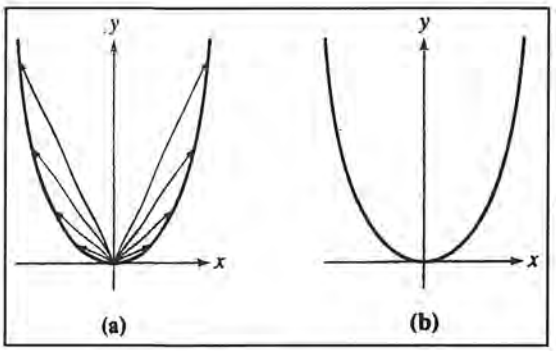
$$\mathbf{f}(1) = \mathbf{i} + \mathbf{j}$$

และ

$$\mathbf{f}(2) = 2\mathbf{i} + 4\mathbf{j}$$

ในการเขียนกราฟของเวกเตอร์ เราจะเขียนกราฟตัวแทนของเวกเตอร์ที่มีหางอยู่ที่จุดกำเนิดเท่านั้น ดังนั้น $\mathbf{f}(t) = t\mathbf{i} + t^2\mathbf{j}$ เขียนกราฟของเวกเตอร์ได้ดังรูปที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 แสดงกราฟของสมการอิงตัวเสริม f(1) = i + j และ f(2) = 2i + 4j

โดยทั่วไปจะไม่พิจารณาเซกเมนต์ของเส้นตรง แต่ต้องการแสดงเพียงหัวของเวกเตอร์ ดังรูปที่ 2.4(b) ดังนั้น กราฟที่ได้จะเทียบเคียงกับเส้นโค้งที่แสดงในรูปตัวแปรเสริมโดย $x = t$ และ $y = t^2$

2.3 รูปแบบเส้นกราฟที่ใช้ในการทำโปรแกรม

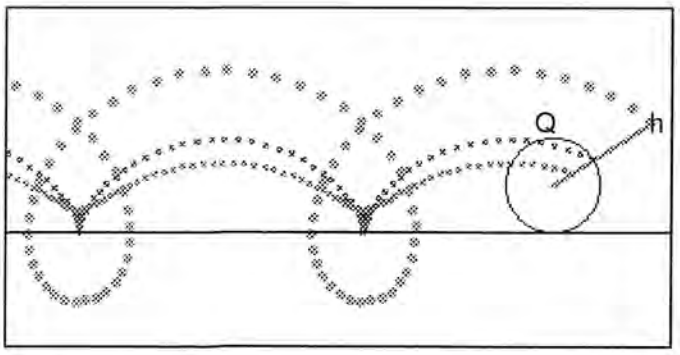
2.3.1 Trochoid

2.3.1.1 คำจำกัดความ trochoid เป็นกลุ่มของเส้นโค้ง โดยที่ trochoid เป็นเส้นโค้งที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของจุดที่อยู่บนวงกลมที่กลิ้งไปบนเส้นตรง บางครั้ง trochoid ก็อาจจะหมายถึง hypotrochoid และ epitrochoid (เส้นโค้งที่เกิดจากวงกลมที่หมุนไปบนวงกลมอีกวงหนึ่ง) โดยทั่วไป trochoid เป็นเส้นโค้งทั่วไปที่เป็นส่วนโค้งที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของจุดบนเส้นโค้ง A ขณะที่ เส้นโค้ง A หมุนไปบนเส้นโค้ง B ที่อยู่กับที่

2.3.1.2 สมการทั่วไปของ trochoid ให้ r เป็น รัศมีวงกลมที่จะหมุน h เป็นระยะห่างจากจุด ที่อยู่บนวงกลม Q ถึง จุดศูนย์กลางวงกลมที่จะหมุน และ t เป็นมุมที่จุด P หมุนไป โดยที่ $t = [0, 2\pi]$ จะได้สมการอิงตัวแปรเสริม ดังนี้

$$x = r\,t - h\sin(t)$$

$$y = r - h\cos(t)$$



รูปที่ 2.5 แสดงการเกิดเส้นกราฟ trochoid ในลักษณะต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.3 คุณสมบัติทั่วไปของ trochoid

1. ถ้าจุด Q อยู่บนวงกลมรูปที่ได้จะเป็นเส้นกราฟ cycloid
2. ถ้าจุด Q อยู่นอกวงกลมรูปที่ได้จะเป็นเส้นกราฟ cycloid แบบยืดออก
3. ถ้าจุด Q อยู่ในวงกลมรูปที่ได้จะเป็นเส้นกราฟ cycloid แบบหดเข้า

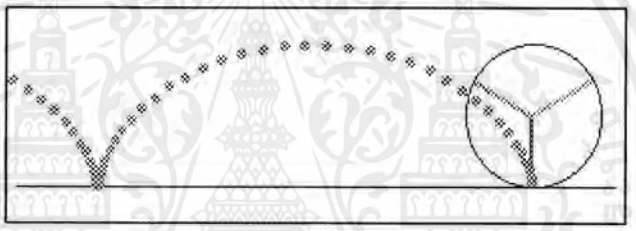
2.3.2 Cycloid

2.3.2.1 คำจำกัดความ cycloid (tautochrone, brachistochrone) เป็นเส้นโค้งเส้นหนึ่งที่อยู่ในกลุ่มของ เส้นโค้ง cycloid โดยลักษณะของ cycloid คือ เป็นเส้นโค้งที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของจุดที่อยู่บนเส้นรอบวงของวงกลมซึ่งหมุนไปบนเส้นตรง

2.3.2.2 สมการทั่วไป ของ cycloid ให้ r คือ รัศมีวงกลมที่จะหมุน และ t เป็นมุมที่จุด P หมุนไป โดยที่ $t = [0,2\pi]$ จะได้ สมการอิงตัวแปรเสริมดังนี้

$$x = r[t - \sin(t)]$$

$$y = r[1 - \cos(t)]$$



รูปที่ 2.6 แสดงการเกิดเส้นกราฟ cycloid

2.3.2.3 คุณสมบัติทั่วไป cycloid มีคุณสมบัติเป็น tautochrone และ brachistochrone

Tautochrone มีอีกชื่อหนึ่งว่า isochrone เป็นเส้นกราฟที่ทำให้อนุภาคเคลื่อนที่จากด้านบนที่ตำแหน่งต่างกันลงด้านล่างในเวลาเดียวกัน ซึ่งค้นพบโดย คริสเตียน ฮอยส์เกนส์ ในปี ค.ศ. 1673 (การสั่นของลูกตุ้มนาฬิกา)

Brachistochrone เป็นเส้นกราฟที่ทำให้อนุภาคเคลื่อนที่จากจุดหยุดนิ่ง โดยไม่มีความเสียดทาน ภายใต้แรงดึงดูดของโลก จากจุดบนไปยังจุดที่อยู่ต่ำกว่า โดยใช้เวลาสั้นที่สุด ค้นพบโดย โยฮัน เบอร์นูลี ในปี ค.ศ. 1696

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

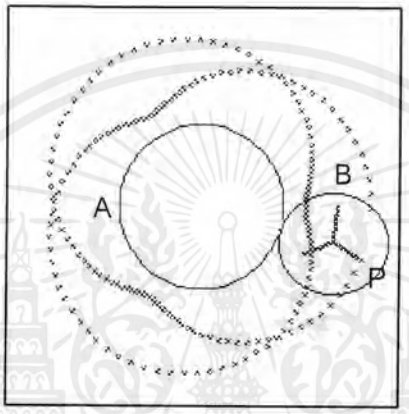
2.3.3 Epitrochoid

2.3.3.1 คำจำกัดความ epitrochoid เป็นเส้นกราฟที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของจุด P ใด บนวงกลมวงหนึ่งหมุนไปบนภายนอกของวงกลมอีกวงหนึ่ง

2.3.3.2 สมการโดยทั่วไป ของ epitrochoid ให้ วงกลมที่จะหมุน B รัศมีเท่ากับ b และวงกลมที่อยู่กับที่ A รัศมีเท่ากับ a ระยะห่างจากจุด P ถึงจุดศูนย์กลางวงกลม B เป็นระยะ h และ t เป็นมุมที่จุด P หมุนไป โดยที่ $t = [0,2\pi]$ จะได้สมการอิงตัวแปรเสริมคือ

$$x = (a + b)\cos[t] + h\cos[((a + b)t)/b]$$

$$y = (a + b)\sin[t] + h\sin[((a + b)t)/b]$$

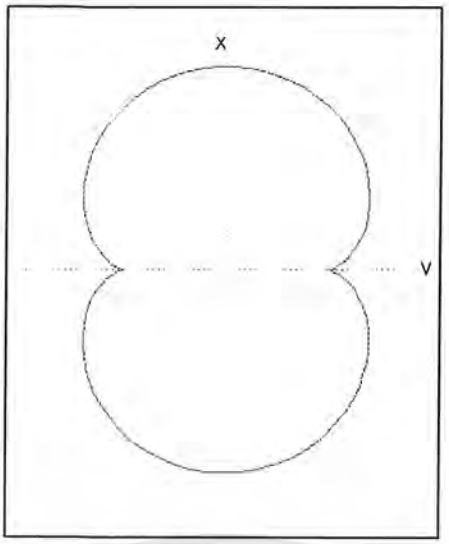


รูปที่ 2.7 แสดงการเกิดเส้นกราฟ epitrochoid

2.3.3.3 คุณสมบัติตามกรณีต่าง ๆ ของ epitrochoid

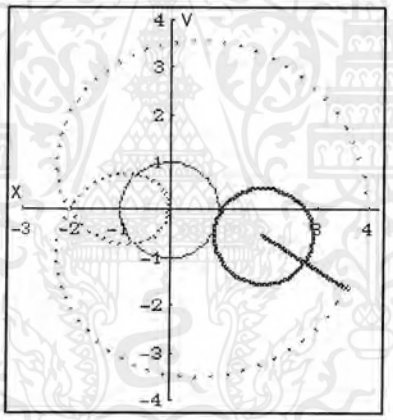
1. ถ้า h = 0 รูปที่ได้จะเป็นเส้นกราฟ วงกลม
2. ถ้า b = h รูปที่ได้จะเป็นเส้นกราฟ epicycloid
3. ถ้า a = b และ h > a รูปที่ได้จะเป็นเส้นกราฟ limacon of Pascal
4. ถ้า a = b = h รูปที่ได้จะเป็นเส้นกราฟ cardiod
5. ถ้า a = 2b = 2h รูปที่ได้จะเป็นเส้นกราฟ nephroid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 แสดงตัวอย่างเส้นกราฟ nephroid

Nephroid เป็นเส้นกราฟในกรณีที่ รัศมีวงกลมที่อยู่กับที่ (a) มีค่าเป็นสองเท่าของรัศมีวงกลมที่หมุน (b)และ เป็นสองเท่าของระยะห่างจากจุด P ถึงจุดศูนย์กลางวงกลม B (h)



รูปที่ 2.9 แสดงการเกิดเส้นกราฟ limacon of Pascal

Limacon of Pascal เป็นเส้นกราฟในกรณีที่ รัศมีวงกลมที่อยู่กับที่ (a) มีค่าเท่ากับรัศมีวงกลมที่หมุน (b)และ ระยะห่างจากจุด P ถึงจุดศูนย์กลางวงกลม B (h) มีค่ามากกว่า a ดังในรูปที่ 2.9 เป็นตัวอย่างของเส้นกราฟในกรณีที่ h = 2a

2.3.4 Hypotrochoid

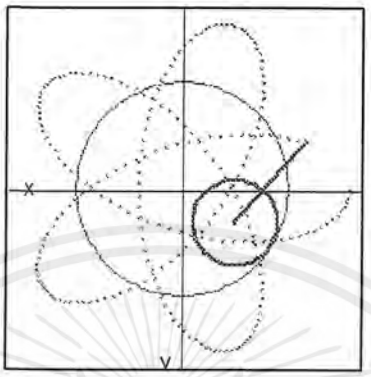
2.3.4.1 คำจำกัดความ hypotrochoid เป็นเส้นกราฟที่ เกิดจากการเคลื่อนที่ของจุด P ใด บนวงกลมวงหนึ่งไปบนภายในของวงกลมอีกวงหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4.2 สมการทั่วไป ของ hypotrochoid ให้ วงกลมที่จะหมุน B รัศมีเท่ากับ b และวงกลมที่อยู่กับที่ A รัศมีเท่ากับ a ระยะห่างจากจุด P ถึงจุดศูนย์กลางวงกลม B เป็นระยะ h และ t เป็นมุมที่จุด P หมุนไป โดยที่ t = [0,2π] จะได้สมการอิงตัวแปรเสริมคือ

$$x = (a - b)\cos[t] + h\cos[((a - b)\,t)/b]$$

$$y = (a - b)\sin[t] - h\sin[((a - b)\,t)/b]$$



รูปที่ 2.10 แสดงการเกิดเส้นกราฟ hypotrochoid

2.3.4.3 คุณสมบัติทั่วไป

1. ถ้า a = 3b = 3h หรือ (2/3 a) = b = h รูปที่ได้จะเป็นเส้นกราฟ deltoid
2. ถ้า a = 4b = 4h หรือ (3/4 a) = b = h รูปที่ได้จะเป็นเส้นกราฟ astroid
3. ถ้า b = h รูปที่ได้จะเป็นเส้นกราฟ hypocycloid

2.3.5 Epicycloid และ hypocycloid

2.3.5.1 คำจำกัดความ ทั้ง epicycloid และ hypocycloid เป็นกลุ่มของเส้นโค้ง โดย epicycloid เป็นกรณีพิเศษของ epitrochoid และ hypocycloid เป็นกรณีพิเศษของ hypotrochoid โดยที่ epicycloid และ hypocycloid คือ เส้นทางเดินของจุดบนวงกลมที่หมุนรอบวงกลมอีกวงหนึ่ง เมื่อวงกลมซึ่งกำลังหมุนด้านนอกของวงกลมที่อยู่กับที่คล้ายกับเหรียญอันหนึ่งที่หมุนรอบเหรียญอีกอันหนึ่ง ซึ่งเราจะได้ epicycloid แต่เมื่อนำมาหมุนภายในแล้วจะได้ hypocycloid ขนาดของวงกลมที่หลากหลายจะสร้าง epicycloid และ hypocycloid ที่แตกต่างกัน

2.3.5.2 สมการทั่วไปของ epicycloid และ hypocycloid

ให้ รัศมีวงกลมที่อยู่กับที่เป็น a รัศมีวงกลมที่จะหมุนเป็น b โดยที่อัตราส่วนของ a/b จะบ่งบอกถึงรูปร่างของเส้นโค้ง เราจึงกำหนด a = 1 เสมอ ดังนั้น epicycloid และ hypocycloid จะเป็นเส้นโค้งของค่า b และ t เป็นมุมที่จุด P หมุนไป จะได้

สมการอิงตัวแปรเสริม ของ epicycloid คือ

$$x = (a + b)\cos(t) - b\cos((a/b + 1)t)$$

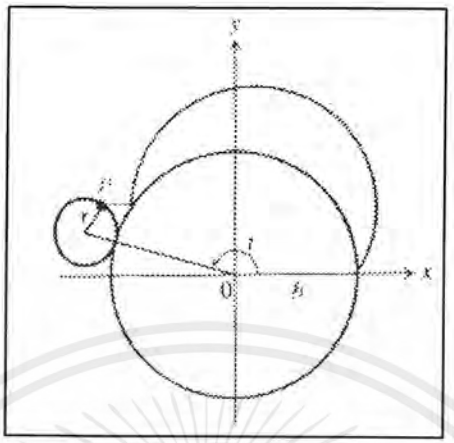
$$y = (a + b)\sin(t) - b\sin((a/b + 1)t)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

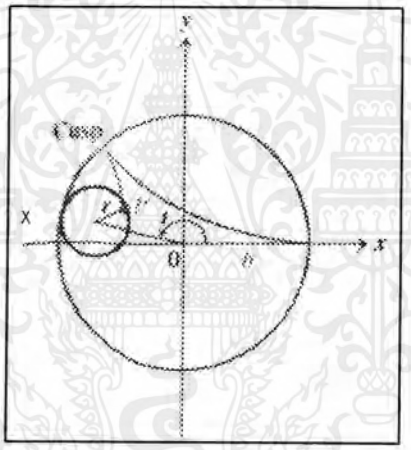
สมการอิงตัวเสริม Hypocycloid คือ

$$x = (a - b)\cos(t) + b\cos((a/b - 1)t)$$

$$y = (a - b)\sin(t) - b\sin((a/b - 1)t)$$



รูปที่ 2.11 แสดงการเกิดเส้นกราฟ epicycloid



รูปที่ 2.12 แสดงการเกิดเส้นกราฟ hypocycloid

2.3.5.3 รูปแบบที่น่าสนใจของ epicycloid และ hypocycloid มีดังนี้

1) ในกรณีที่เป็น epicycloid ได้แก่ nephroid ซึ่งได้แสดงไว้ก่อนหน้านี้แล้ว และ cardiod เป็นรูปแบบที่ a = b

Cardiod เป็นรูปแบบหนึ่งของเส้นกราฟ limacon of Pascal ด้วยเช่นกันมีสมการอิงตัวแปรเสริมคือ

$$x = 2b(\cos(t)) - b(\cos(2t))$$

$$y = 2b(\sin(t)) - b(\sin(2t))$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ในกรณีที่เป็น hypocycloid ได้แก่ deltoid และ astroid

Astroid เป็นกรณีที่ รัศมีวงกลมที่อยู่กับที่มีค่าเป็น 4 เท่าของรัศมีวงกลมที่หมุนมีสมการอิงตัวแปรเสริมคือ

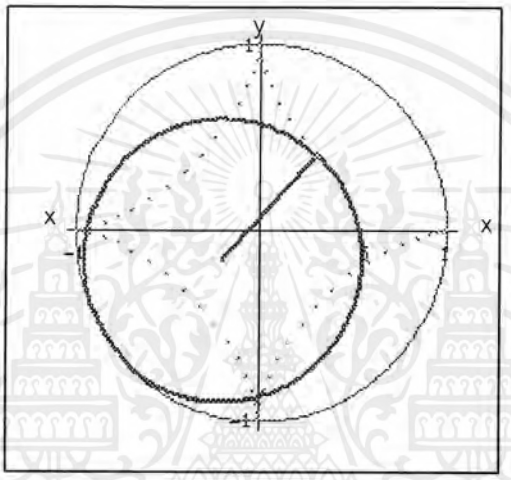
$$x = \cos^3(t)$$

$$y = \sin^3(t)$$

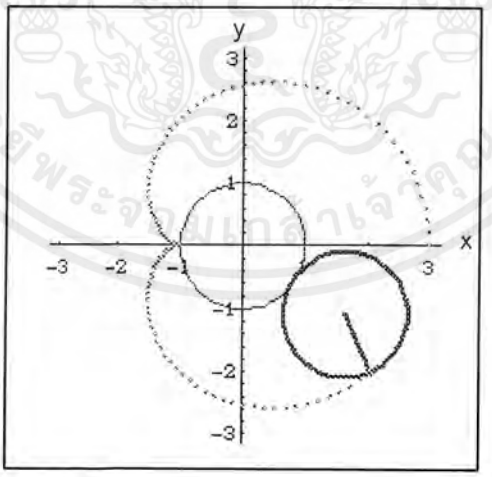
Deltoid เป็นกรณีที่ รัศมีวงกลมที่อยู่กับที่มีค่าเป็น 3 เท่าของรัศมีวงกลมที่หมุนมีสมการอิงตัวแปรเสริมคือ

$$x = [2\cos(t) + \cos(2t)] /3$$

$$y = [2\sin(t) + \sin(2t)] /3$$

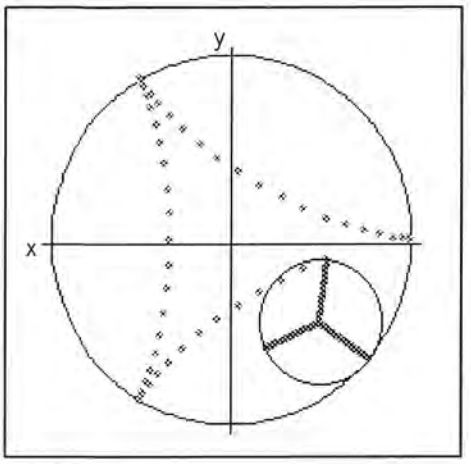


รูปที่ 2.13 แสดงเส้นกราฟ astroid



รูปที่ 2.14 แสดงเส้นกราฟ cardiod

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



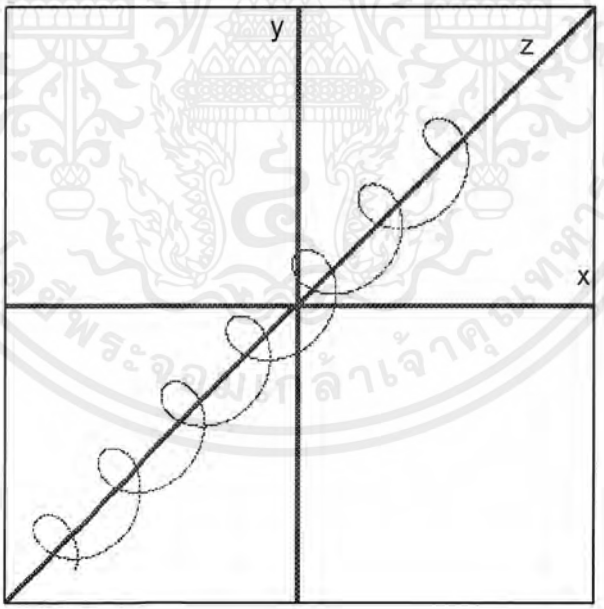
รูปที่ 2.15 แสดงเส้นกราฟ deltoid

2.3.6 Helix เป็นเส้นกราฟในปริภูมิ 3 มิติ เส้นกราฟที่ทิศทางขนานกับแกน z พิจารณาที่แกน x-y จะได้เส้นกราฟเป็นรูปวงกลม เมื่อให้ t เป็นมุมมีหน่วยเป็นเรเดียน helix จะมีสมการอิงตัวแปรเสริมดังนี้

$$x = a\cos(t)$$

$$y = a\sin(t)$$

$$z = r(t)$$



รูปที่ 2.16 แสดงเส้นกราฟ helix

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

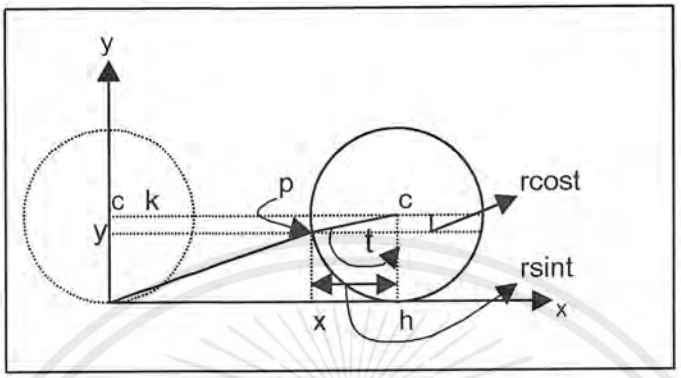
2.4 สมการอิงตัวแปรเสริมของเส้นกราฟ

2.4.1 Cycloid

กำหนด P เป็นจุดบนวงกลมรัศมี r หมุนวงกลมไปบนเส้นตรงตามแนวแกนบวก x

ให้ C เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลม

t เป็นมุมที่มีหน่วยเป็นเรเดียน เมื่อ t = 0 จะได้ P อยู่ที่จุดกำเนิด



รูปที่ 2.17 แสดงรูปภาพการหาค่าจุด P

จากรูป จุด P เคลื่อนที่จากจุดกำเนิดไปตามแกนบวก x ด้วยมุม t ซึ่งมีค่า $0 < t < \pi/2$

พิจารณา พิกัด (x,y) ของ P จะได้

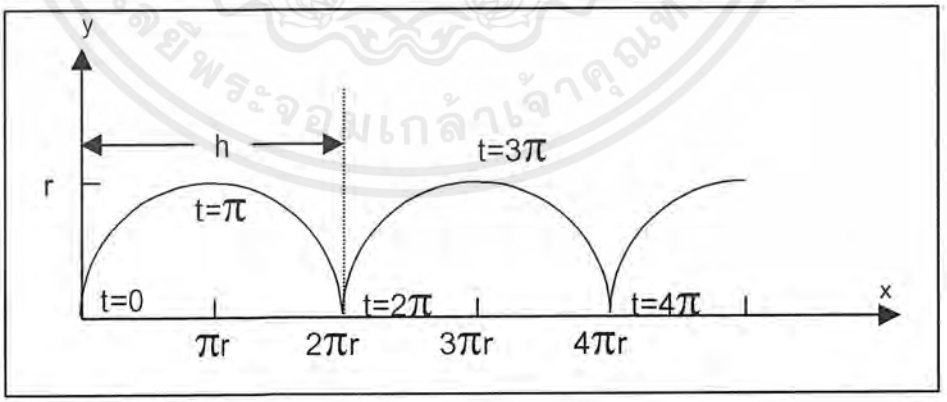
$$x = h - r\sin t$$

$$y = k - r\cos t$$

โดยที่ k มีค่าเท่ากับรัศมีของวงกลม ดังนั้น $k = r$

จะได้ $$y = r - r\cos t$$

กราฟของ Cycloid จะเป็นจุดบนแกน x เมื่อจุด P เคลื่อนที่ ครบรอบ



รูปที่ 2.18 แสดงการหาค่า h

ดังนั้น h เป็นเส้นรอบวงของวงกลม จะได้ $h = 2\pi r$

วงกลมเคลื่อนที่ครบวง t เป็นมุมมีค่า 2π ดังนั้น $h = rt$

จะได้ $$x = rt - r\sin t$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น สมการอิงตัวแปรเสริมของ cycloid คือ

$$x = rt - r\sin t$$

$$y = r - r\cos t$$

2.4.2 Epicycloid

กำหนดให้ a เป็นรัศมีวงกลมอยู่กับที่ จุดศูนย์กลาง O

b เป็นรัศมีวงกลมที่หมุน จุดศูนย์กลาง R

P เป็นจุดอยู่บนวงกลม R

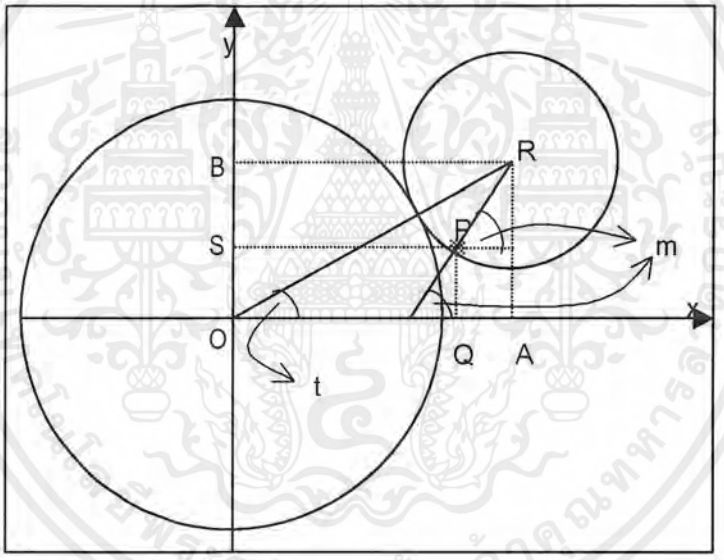
t เป็นมุมที่เกิดจากการหมุนจุด R รอบจุด O

m เป็นมุมที่เกิดจาการหมุนจุด P รอบจุด R

จากรูปที่ 2.19 จะได้พิกัดจุด P ที่ต้องการจะเป็น (Q,S) จะได้ว่า

$$Q = \overline{OA} - \overline{QA}$$

$$S = \overline{OB} - \overline{SB}$$



รูปที่ 2.19 แสดงภาพการหาค่าพิกัดจุด P

จากรูปที่ 2.19 จะได้ว่า

$$\overline{OA} = (a+b)\cos(t)$$

$$\overline{OB} = (a+b)\sin(t)$$

และ

$$\overline{QA} = b\cos(m)$$

$$\overline{SB} = b\sin(m)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการที่ผ่านมา จะได้ว่า

$$Q = (a+b)\cos(t) - b\cos(m)$$
$$S = (a+b)\sin(t) - b\sin(m)$$

จากการที่วงกลม R เคลื่อนที่ไปบนวงกลม O แล้วเกิดเส้นกราฟที่เป็นทางเดินของจุด P จะได้ว่า ความยาวส่วนโค้งที่ได้เท่ากับ bm หรือ (a+b)t ดังนั้น

$$\because bm = (a+b)t$$
$$\therefore m = \frac{(a+b)t}{b}$$

จากการที่เราได้ค่ามุม m แล้วจะทำให้จะได้สมการทั่วไปของ epicycloid ดังนี้

$$X = (a+b)\cos(t) - b\cos(\frac{(a+b)}{b}t)$$
$$Y = (a+b)\sin(t) - b\sin(\frac{(a+b)}{b}t)$$

2.4.3 Epitrochoid

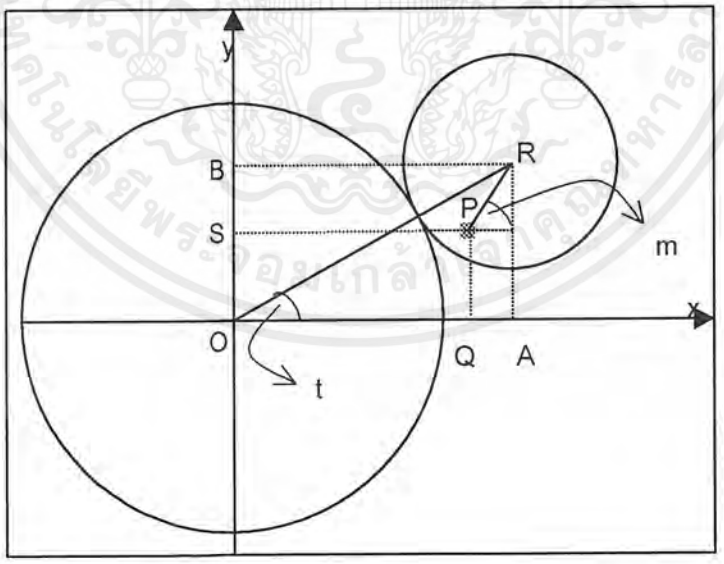
กำหนดให้ b เป็นรัศมีวงกลมที่จะหมุน

a เป็นรัศมีวงกลมที่อยู่กับที่

c เป็นระยะจากจุดศูนย์กลางวงกลมที่จะหมุน (R) ถึงจุด P

t เป็นมุมที่จุดศูนย์กลางวงกลมที่จะหมุน(R)หมุนรอบวงกลมที่อยู่กับที่ (O)

m เป็นมุมที่จุด P หมุนรอบจุด O



รูปที่ 2.20 แสดงรูปที่มาของสมการ epitrochoid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

จากรูปที่ 2.20 จะได้จุด P คือ $(\overline{OQ}, \overline{OS})$ โดยที่

$$\overline{OQ} = \overline{OA} - \overline{QA}$$
$$\overline{OS} = \overline{OB} - \overline{SB}$$

และ

$$\overline{OA} = (a+b)\cos(t)$$
$$\overline{OB} = (a+b)\sin(t)$$

$$\overline{QA} = c(\cos(m))$$
$$\overline{SB} = c(\sin(m))$$

แล้วจะได้

$$\overline{OQ} = (a+b)\cos(t) - c(\cos(m))$$
$$\overline{OS} = (a+b)\sin(t) - c(\sin(m))$$

เมื่อวงกลม R หมุนไปเส้นกราฟที่ได้เท่ากับ bm หรือ (a+b)t จะได้ว่า

$$\because bm = (a+b)t$$
$$\therefore m = \frac{(a+b)t}{b}$$

จะได้สมการทั่วไปของ epitrochoid คือ

$$x = \overline{OQ} = (a+b)\cos(t) - c[\cos(\frac{(a+b)t}{b})]$$
$$y = \overline{OS} = (a+b)\sin(t) - c[\sin(\frac{(a+b)t}{b})]$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

39657

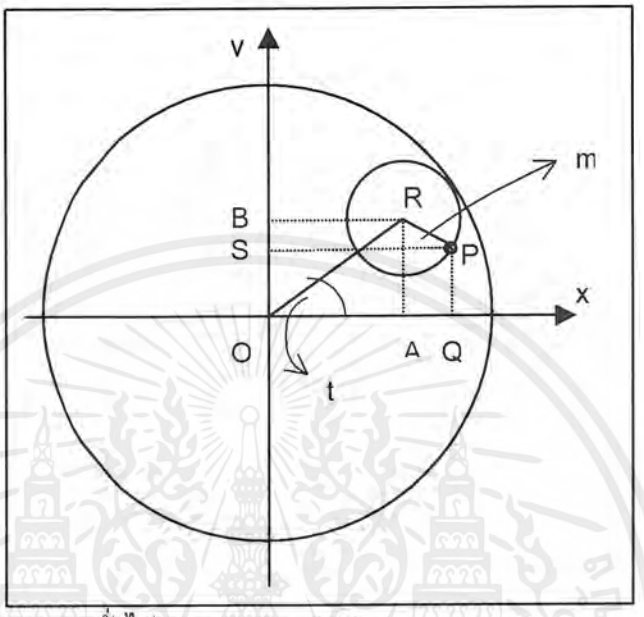
2.4.4 Hypocycloid

กำหนดให้ b เป็นรัศมีวงกลมที่จะหมุน

a เป็นรัศมีวงกลมที่อยู่กับที่

t เป็นมุมที่จุดศูนย์กลางวงกลมที่จะหมุน(R)หมุนรอบวงกลมที่อยู่กับที่ (O)

m เป็นมุมที่จุด P หมุนรอบจุด O



รูปที่ 2.21 แสดงที่มาของสมการทั่วไปของ hypocycloid

จากรูปที่ 2.21 จะได้ว่า พิกัดจุด P คือ $(\overline{OQ}, \overline{OS})$ โดยที่

$$\overline{OQ} = \overline{OA} + \overline{AQ}$$
$$\overline{OS} = \overline{OB} - \overline{SB}$$

และ

$$\overline{OQ} = (a-b)\cos(t) + b\cos(m)$$
$$\overline{OS} = (a-b)\sin(t) - b\sin(m)$$

แล้วจะได้ค่ามุม m หาได้จากส่วนโค้งที่เกิดขึ้นเป็นเส้นกราฟดังนั้นจะได้ว่า

$$mb = (a-b)t$$
$$\therefore m = \frac{(a-b)t}{b}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นจะได้สมการทั่วไปของ hypocycloid

$$x = \overline{OQ} = (a-b)\cos(t) + b\cos[(\frac{a-b}{b})t]$$

$$y = \overline{OS} = (a-b)\sin(t) - b\sin[(\frac{a-b}{b})t]$$

2.4.5 Hypotrochoid

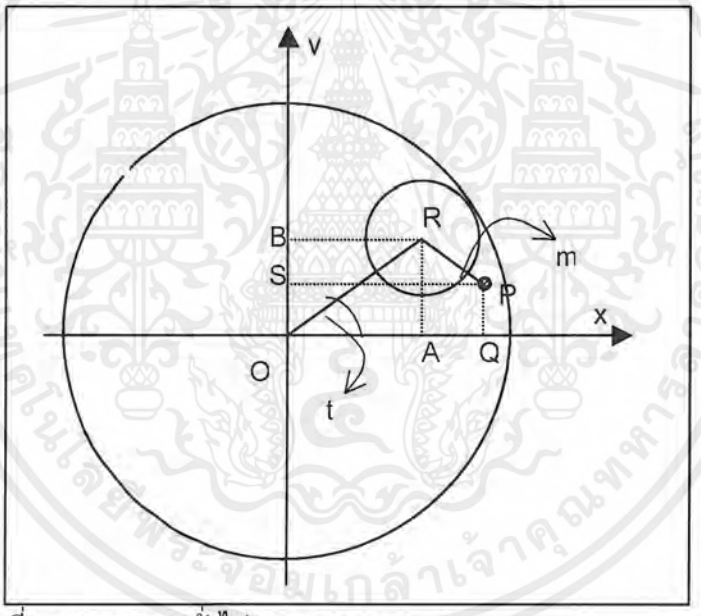
กำหนดให้ b เป็นรัศมีวงกลมที่จะหมุน

a เป็นรัศมีวงกลมที่อยู่กับที่

c เป็นระยะจากจุดศูนย์กลางวงกลมที่จะหมุน (R) ถึงจุด P

t เป็นมุมที่จุดศูนย์กลางวงกลมที่จะหมุน(R)หมุนรอบวงกลมจุดศูนย์กลางที่อยู่กับที่ (O)

m เป็นมุมที่จุด P หมุนรอบจุด O



รูปที่ 2.22 แสดงที่มาของสมการทั่วไปของ hypotrochoid

จากรูปที่ 2.22 จะได้ว่า พิกัดจุด P คือ $(\overline{OQ}, \overline{OS})$ โดยที่

$$\overline{OQ} = \overline{OA} + \overline{AQ}$$

$$\overline{OS} = \overline{OB} - \overline{SB}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ

$$\overline{OA} = (a-b)\cos(t)$$
$$\overline{OB} = (a-b)\sin(t)$$
$$\overline{AQ} = c(\cos(m))$$
$$\overline{SB} = c(\sin(m))$$

แล้วจะได้

$$\overline{OQ} = (a-b)\cos(t) + c(\cos(m))$$
$$\overline{OS} = (a-b)\sin(t) - c(\sin(m))$$

ค่ามุม m หาได้จากส่วนโค้งที่เกิดขึ้นเป็นเส้นกราฟดังนั้นจะได้ว่า

$$mb = (a-b)t$$
$$\therefore m = \frac{(a-b)t}{b}$$

ดังนั้นจะได้สมการทั่วไปของ hypotrochoid

$$x = \overline{OQ} = (a-b)\cos(t) + c[\cos((\frac{a-b}{b})t)]$$
$$y = \overline{OS} = (a-b)\sin(t) - c[\sin((\frac{a-b}{b})t)]$$

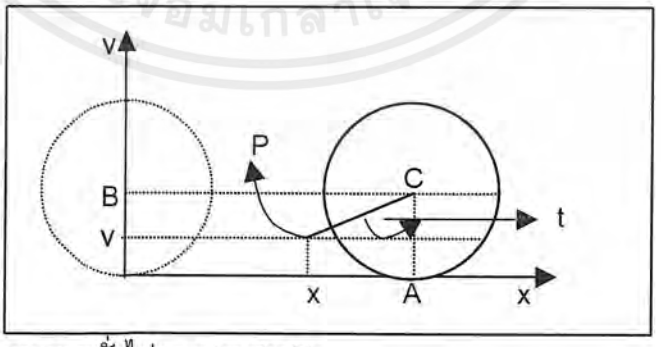
2.4.6 Trochoid

กำหนดให้ C เป็นจุดศูนย์กลางของวงกลมที่จะหมุน

r เป็นรัศมีวงกลมที่จะหมุน

P เป็นจุดที่ห่างจากจุดศูนย์กลางวงกลมเป็นระยะ h

t เป็นมุมที่จุด Pหมุนรอบจุดศูนย์กลางวงกลม C



รูปที่ 2.23 แสดงที่มาของสมการทั่วไปของ trochoid

จากรูปที่ 2.23 เมื่อวงกลมเคลื่อนที่ไปตามแกนบวก x แล้วจุด P ทำมุม t ซึ่งมีค่า $0 < t < \pi/2$ กับจุด C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณา พิกัด (x,y) ของ P จะได้

$$x = A - h\sin t$$

$$y = B - h\cos t$$

โดยที่ B มีค่าเท่ากับรัศมีของวงกลม ดังนั้น $B = r$ จะได้

$$y = r - h\cos t$$

เมื่อวงกลมเคลื่อนที่ครบรอบแล้วจะได้ A เป็นเส้นรอบวงของวงกลม C ดังนั้น $A = 2\pi r$ นั่นคือ วงกลมหมุนครบวง $t = 2\pi$ จะได้ $A = rt$ ดังนั้นจะได้

$$x = rt - h\sin t$$

จะได้สมการทั่วไปของ trochoid

$$x = rt - h\sin t$$

$$y = r - h\cos t$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ปัญหาพิเศษฉบับนี้เป็นการวิจัยแบบทดลองออกแบบ ศึกษาสมการเส้นกราฟลักษณะต่างๆ มาใช้สร้างโปรแกรมทั้งแบบ 2 มิติและ 3 มิติ นอกเหนือจากที่ได้เรียนกัน เป็นการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์กับคอมพิวเตอร์ เพื่อดึงดูดความสนใจให้มีผู้มาศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ให้มากขึ้น บ่งบอกถึงความสำคัญของวิชานี้

ในการสร้างโปรแกรมวาดกราฟในปริภูมิ จะประกอบด้วยส่วนโปรแกรมโดยใช้ภาษา Visual Basic ซึ่งทำหน้าที่ในการสร้างกราฟ, จัดการกับข้อมูลและพิมพ์ผลออกทางเครื่องพิมพ์ ต่อมาจะเป็นส่วนฐานข้อมูล ทำหน้าที่เก็บข้อมูลของกราฟอย่างเป็นระบบเพื่อสามารถนำมาเรียกใช้ โดยนำ Microsoft SQL Server7.0 เป็นระบบจัดการฐานข้อมูล ส่วนสุดท้ายคือโปรแกรมช่วยเหลือจะแนะนำวิธีการใช้โปรแกรม, รายละเอียดของกราฟแต่ละชนิด ซึ่งเป็นโปรแกรมเอกสารแบบ HTML โดยจะถูกเรียกใช้จะโปรแกรม Visual Basic อีกทีหนึ่ง

3.1 ขั้นตอนในการรวบรวมข้อมูล

1) ศึกษารูปแบบของกราฟและสมการพื้นฐานต่างๆ ที่นำมาเสนอ
2) วางแผนและกำหนดรูปแบบของส่วนติดต่อกับผู้ใช้
3) ศึกษาเครื่องมือที่ใช้ในการทำปัญหาพิเศษ ซึ่งได้กล่าวมาแล้ว
4) ลงมือปฏิบัติและเขียนโปรแกรม
5) ตรวจสอบและแก้ไขความผิดพลาดที่เกิดในโปรแกรม

3.2 ระบบงานแบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนนำข้อมูลเข้า เป็นระบบนำข้อมูลเข้าโดยจะเป็นการเลือกสมการที่จะแสดงผลและบันทึกขอบเขตของสมการที่จะแสดงผล

ส่วนวิเคราะห์และประมวลผล ส่วนนี้จะนำข้อมูลที่รับเข้ามาวิเคราะห์และนำไปคำนวณหาจุดที่เกิดขึ้นในสมการ โดยส่วนนี้จะใช้สมการเรขาคณิตวิเคราะห์มาช่วยแก้ปัญหาและนำไปเก็บลงไฟล์เพื่อนำไปแสดงผลต่อไป

ส่วนการแสดงผล คือนำข้อมูลจากส่วนที่ 2 มาแสดงผลทางจอภาพ ซึ่งจะได้ภาพที่เกิดจากการแก้ปัญหาทางเรขาคณิตวิเคราะห์ที่สมบูรณ์

3.3 แผนงานในการปฏิบัติงานในเทอม1

1. ศึกษาทฤษฎีบท สมการ และ ลักษณะกราฟ รายชื่อต่างๆที่น่าสนใจ ดังนี้คือ Cycloid Epitrochoid Epicycloid Hypotrochoid

2. เลือกใช้ C++ Builder/Visual C++ ในการ Plot Graph ต่างๆทั้งใน 2 มิติ 3มิติ และส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้(User Interface)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เลือกใช้ Microsoft SQL Server หรือ Microsoft Access ในการจัดเก็บฐานข้อมูลที่เป็นสมการ และรูปภาพต่างๆ

4. ศึกษาการใช้งานและฟังก์ชันต่างของ C++ Builder/Visual C++ ที่เกี่ยวข้องกับ ส่วนของ Graphic และ User Interface

5. ศึกษาการใช้งาน SQL Server/Microsoft Access ในการจัดเก็บข้อมูลทั้งในลักษณะที่เป็น สมการ และ File รูปภาพต่างๆ ลงในฐานข้อมูลที่เราต้องการ

6. ลงมือปฏิบัติและพัฒนาระบบ

7. ตรวจสอบหาข้อผิดพลาดและแก้ไข

3.4 แผนงานในการปฏิบัติงานในเทอม 2

1. เลือกสมการเส้นกราฟที่จะใช้ทำโปรแกรม ได้แก่ Cycloid Epicycloid Hypocycloid Epitrochoid Hypotrochoid และ Helix ซึ่งเป็นสมการเส้นกราฟแบบพิเศษ (Special Plane Curves)

2. เลือกใช้ Visual Basic 6.0 ในการสร้างโปรแกรมทั้งในส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (Interface) และ ส่วนการวาดเส้นกราฟ

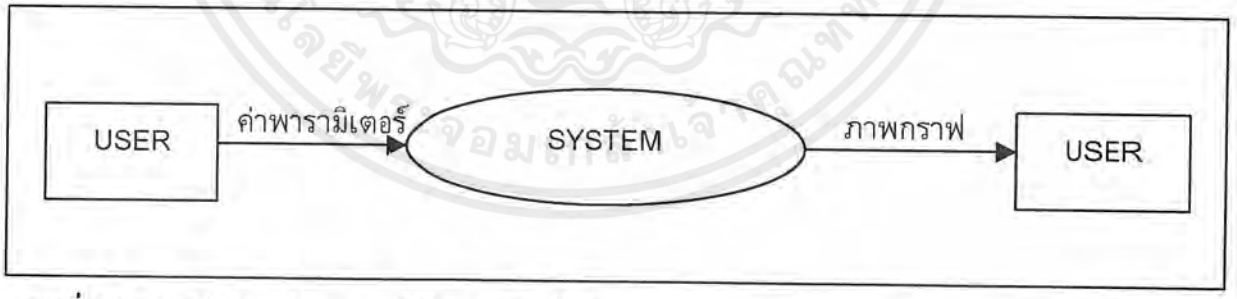
3. เลือกใช้ Microsoft SQL Server7 ในการจัดเก็บรูปกราฟที่โปรแกรมวาดได้ลงในฐานข้อมูล

4. สร้างโปรแกรมวาดเส้นกราฟโดยเน้นที่ 2มิติ ซึ่งจะได้อธิบายการใช้งานโปรแกรมในบทที่ 4

5. อธิบายข้อสรุปวิจารณ์การทดลอง ซึ่งจะอธิบายในบทที่ 5 ต่อไป

3.5 ผังการทำงานของโปรแกรม (Context Diagram)

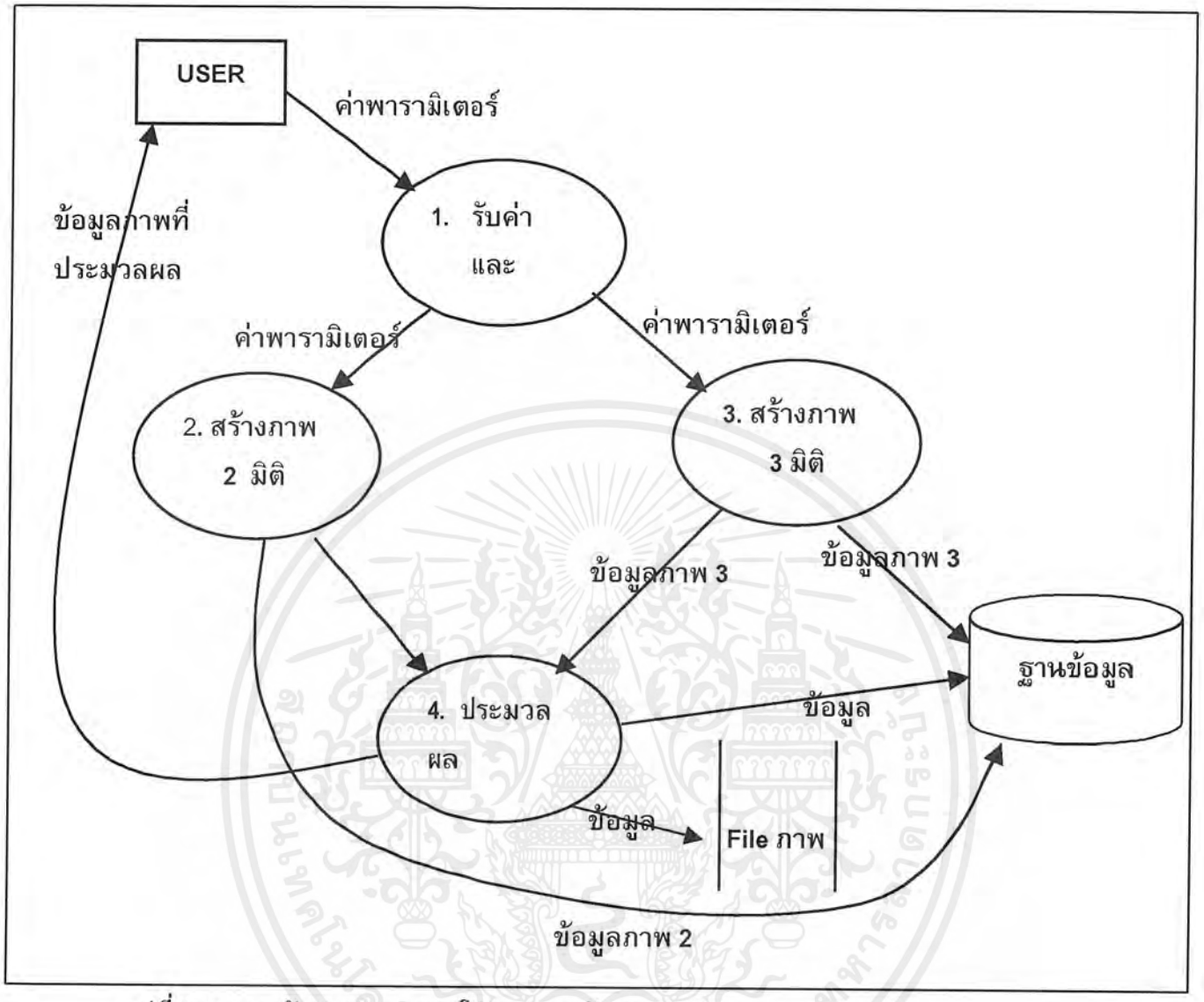
3.5.1 ระดับ 0 (Level 0)



รูปที่ 3.1 แสดงผังการทำงานของโปรแกรมระดับ 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

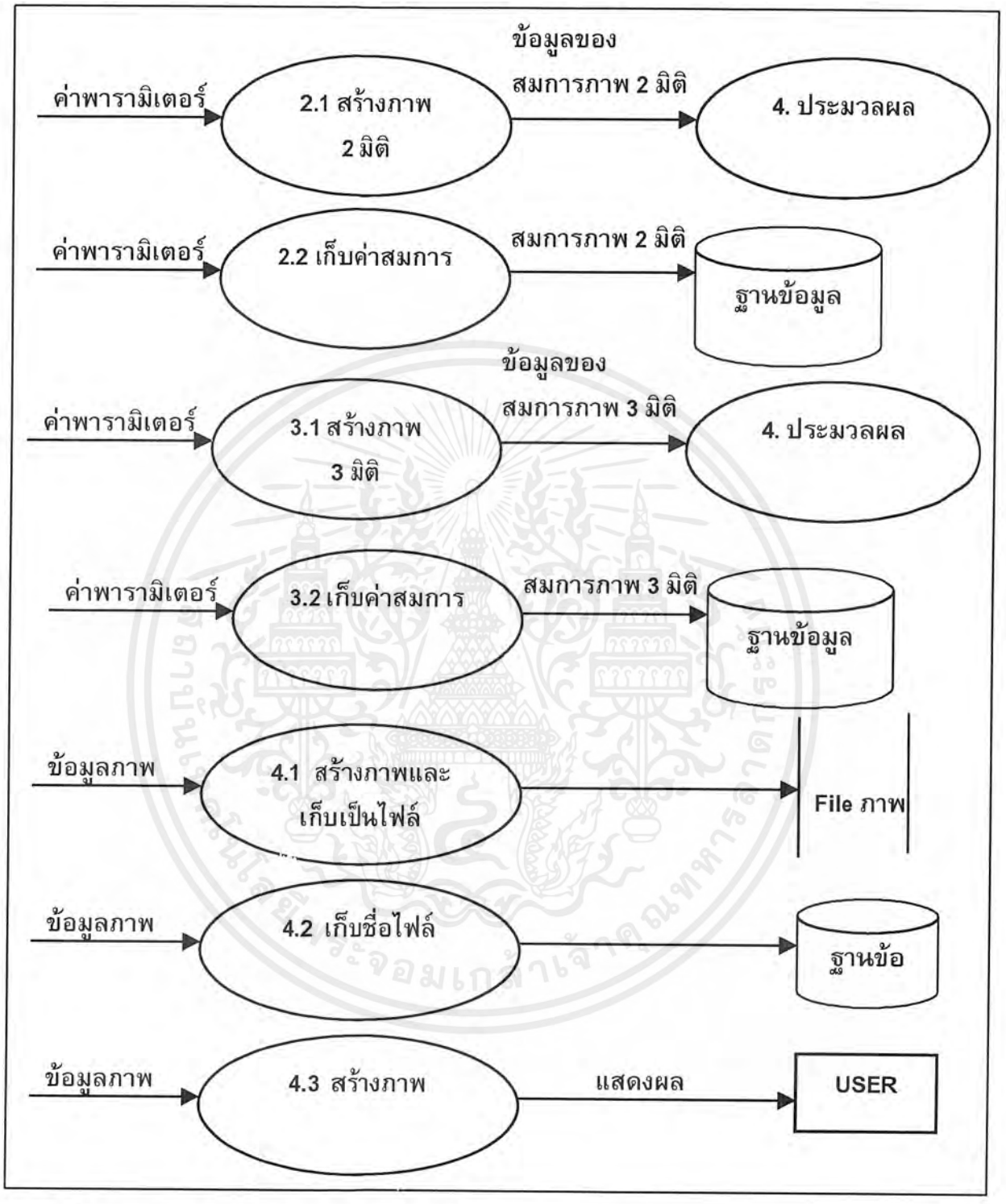
3.5.2 ระดับ 1 (Level 1)



รูปที่ 3.2 แสดงผังการทำงานของโปรแกรมระดับ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3 ระดับ 2



รูปที่ 3.3 แสดงผังการทำงานของโปรแกรมระดับ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 โครงสร้างฐานข้อมูลที่ใช้เก็บข้อมูลเส้นกราฟ

ระบบจัดการฐานข้อมูล คือ Microsoft SQL Server7.0

ฐานข้อมูลชื่อ Dbtest โดยประกอบด้วยตาราง 2 ตาราง มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 1 ชื่อ tbl_equation ทำหน้าที่เก็บข้อมูลของกราฟ 2 มิติ ประกอบด้วยแอททิบิวส์

ชื่อ Field	ประเภท Field	ชนิดข้อมูล	คำอธิบาย
Equation	Primary	Varchar(100)	เก็บสมการของกราฟ 2 มิติ
T	Primary	Varchar(5)	เก็บค่าช่วงของการหมุนภาพ
Curvename	-	Varchar(15)	เก็บชื่อสมการ
Storename	-	Varchar(50)	เก็บชื่อแฟ้มข้อมูลว่าอยู่ที่ใด

ตารางที่ 2 ชื่อ tbl_helixทำหน้าที่เก็บข้อมูลของกราฟ Helixโดยเฉพาะ ประกอบด้วยแอททิบิวส์

ชื่อ Field	ประเภท Field	ชนิดข้อมูล	คำอธิบาย
Equation	Primary	Varchar(100)	เก็บสมการของกราฟ 3 มิติ
Control	Primary	Varchar(15)	เก็บว่าภาพอยู่ที่ Control ใด
Curvename	-	Varchar(15)	เก็บชื่อสมการ
Storename	-	Varchar(50)	เก็บชื่อแฟ้มข้อมูลว่าอยู่ที่ใด

ทั้ง 2 ตารางไม่มีความสัมพันธ์ต่อกันจึงไม่มี โครงสร้างความสัมพันธ์ (ER Diagram)

3.7 อุปกรณ์ในการทำงาน

ในการสร้างโปรแกรมสร้างเสร็จกราฟนี้ จำเป็นจะต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง จึงจะช่วยลดปัญหาในการทำงาน ดังตัวอย่างเช่น หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการประมวลผลโปรแกรม หากได้อุปกรณ์ชิ้นนี้ที่มีประสิทธิภาพดีก็จะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่เร็ว อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพต่ำกว่า หน่วยความจำหลักและหน่วยความจำสำรองก็มีผลต่อการทำงานเช่นกัน โปรแกรมที่สร้างขึ้นได้มาจาก โปรแกรมที่ได้เลือกไว้แล้วดังแสดงในหัวข้อ 3.4 ที่จำเป็นจะต้องมีหน่วยความจำสำรองมากพอสมควร เพื่อใช้เก็บโปรแกรมที่มีความจุมากได้หลายโปรแกรม และเมื่อรันโปรแกรมจะต้องใช้หน่วยความจำหลักที่มีความจุที่เหมาะสมด้วย ดังนั้น ประสิทธิภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะใช้รันโปรแกรมสร้างเส้นกราฟในปริภูมินี้ อย่างน้อยควรจะมีลักษณะดังนี้

1) หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) Celeron ความเร็ว 300 Mhz ขึ้นไป
2) หน่วยความจำสำรอง (Hard Disk) ความจุอย่างน้อย 3.1 Gb
3) หน่วยความจำหลัก (RAM) ความจุอย่างน้อย 32 Mb
4) ระบบปฏิบัติการ (OS) Windows 98 ขึ้นไป
5) Printer และ CD-ROM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การใช้งานโปรแกรม

4.1 แนะนำโปรแกรม

โปรแกรมสร้างเส้นกราฟพิเศษในปริภูมิ (SPC1.0) เป็นโปรแกรมเขียนเส้นกราฟพิเศษทั้งแบบ 2 มิติ ได้แก่ cycloid, trochoid, epicycloid, hypocycloid, epitrochoid, hypotrochoid และ 3 มิติ ได้แก่ helix หน้าจอทำงานของโปรแกรมแบ่งออกได้ 2 ลักษณะคือ แบบ 2 มิติและแบบ 3 มิติ โดยในแบบ 2 มิติ จะมีแถบเมนู 3 เมนู แถบเครื่องมือ 3 ฟังก์ชันการทำงาน และปุ่มคำสั่ง 5 ปุ่ม ในแบบ 3 มิติ จะมีแถบเมนู 2 เมนู แถบเครื่องมือ 3 แถบ และ ปุ่มคำสั่ง 4 ปุ่ม แต่ละหน้าจอจะถูกเชื่อมถึงกันด้วยหน้าจอเมนู หากต้องการเปลี่ยนจากหน้าจอหนึ่งไปยังอีกหน้าจอผู้ใช้ต้องกลับไปที่หน้าจอเมนูก่อนจึงจะเปลี่ยนไปหน้าจออื่นได้ เช่น หากผู้ใช้ต้องการเปลี่ยนจากหน้าจอ cycloid ไปหน้าจอ epicycloid จะต้องคลิกที่ปุ่มคำสั่ง "Menu" เพื่อกลับไปที่หน้าเมนู แล้วจึงจะสามารถไปยังหน้าจอ epicycloid ได้ หน้าจอทำงานในโปรแกรมนี้มีทั้งหมด 8 หน้าจอ ดังนี้

1. หน้าจอเมนู
2. หน้าจอ cycloid
3. หน้าจอ epicycloid
4. หน้าจอ epitrochoid
5. หน้าจอ trochoid
6. หน้าจอ hypocycloid
7. หน้าจอ hypotrochoid
8. หน้าจอ helix

4.2 การทำงานในหน้าจอเมนู

หน้าจอเมนู สามารถแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ลักษณะคือ แถบเมนู 2 เมนู และปุ่มคำสั่ง 8 ปุ่มคำสั่งดังรูปที่ 4.1

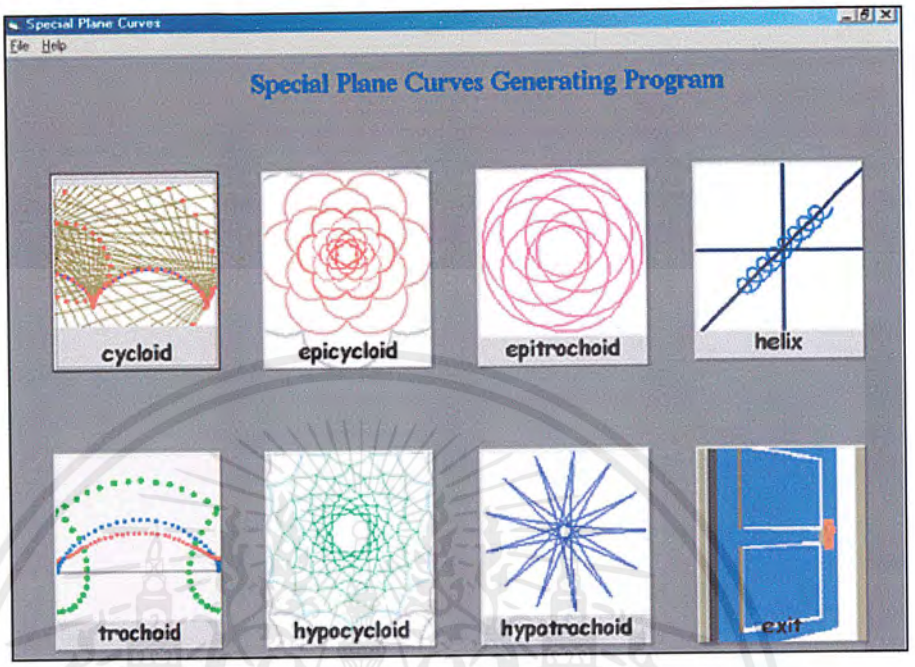
4.2.1 แถบเมนูในหน้าจอเมนูมี 2 เมนูได้แก่ file และ help

4.2.1.1 File มี 2 ฟังก์ชันการทำงานได้แก่

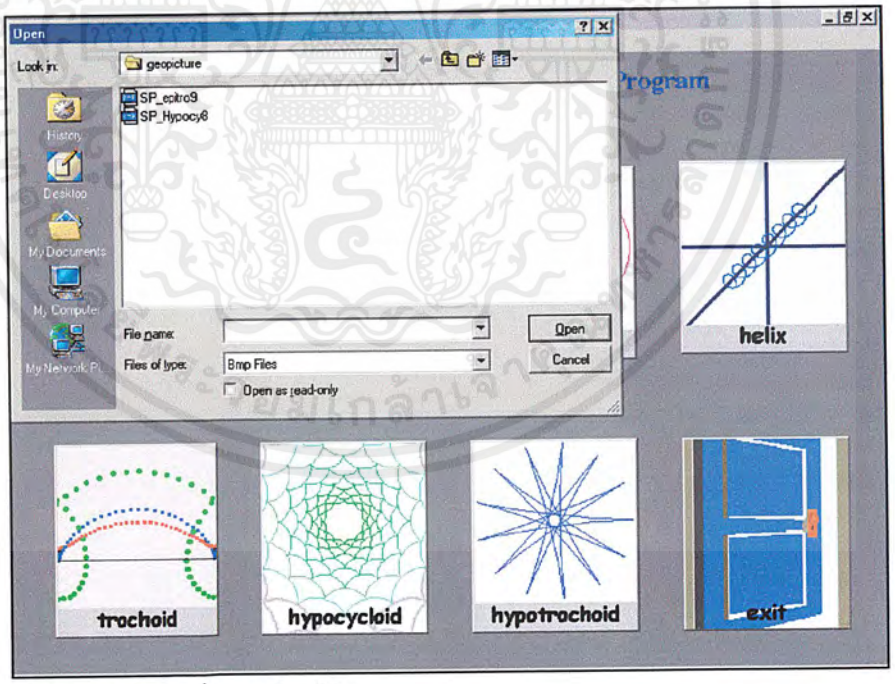
1) Open เป็นฟังก์ชันในการเปิดไฟล์รูปเส้นกราฟที่มีอยู่ในฐานข้อมูลเพื่อนำมาแสดงในหน้าจอ open เรียกใช้โดยกดปุ่ม Ctrl + O แล้วจะปรากฏหน้าจอเปิดไฟล์ ดังรูปที่ 4.2 เมื่อเลือกไฟล์ได้แล้ว จะแสดงหน้าจอ open ที่แสดงเส้นกราฟซึ่งโปรแกรมได้วาดไว้ในฐานข้อมูล โดยมีชื่อเส้นกราฟด้านบนรูป และมีสมการอิงตัวแปรเสริมของเส้นกราฟอยู่ด้านล่างของรูป แสดงดังรูปที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) Exit เป็นฟังก์ชันเพื่อใช้ออกจากโปรแกรม SPC1.0 เรียกใช้โดยกด Ctrl + X จะปรากฏ message box เพื่อยืนยันความต้องการออกจากโปรแกรม ดังรูปที่ 4.4 ถ้าผู้ใช้ตอบ yes จะออกจากโปรแกรม แต่ถ้า no จะยังคงอยู่ในการทำงานของโปรแกรม

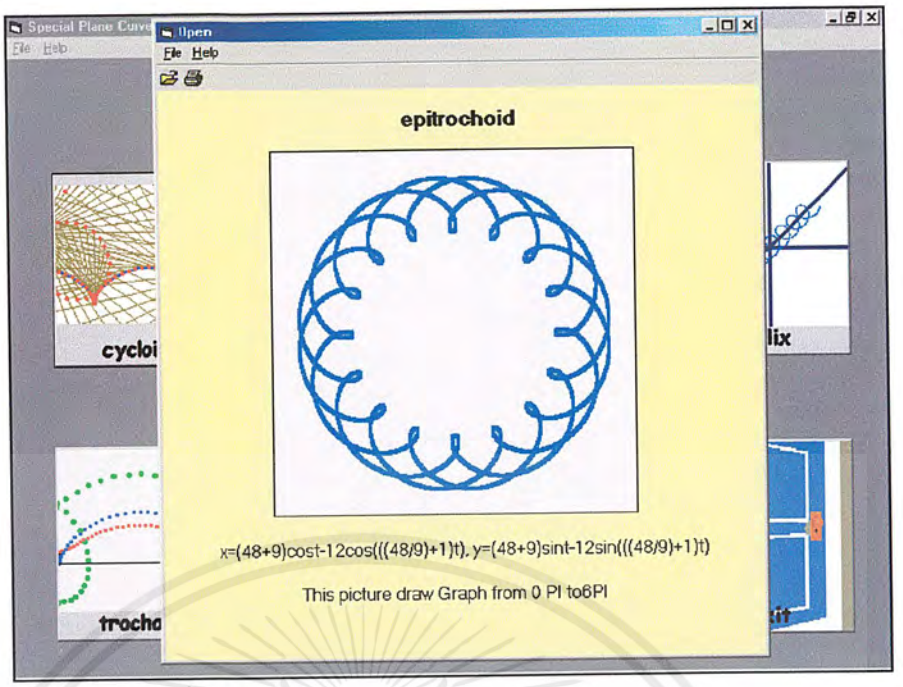


รูปที่ 4.1 แสดงหน้าจอเมนู

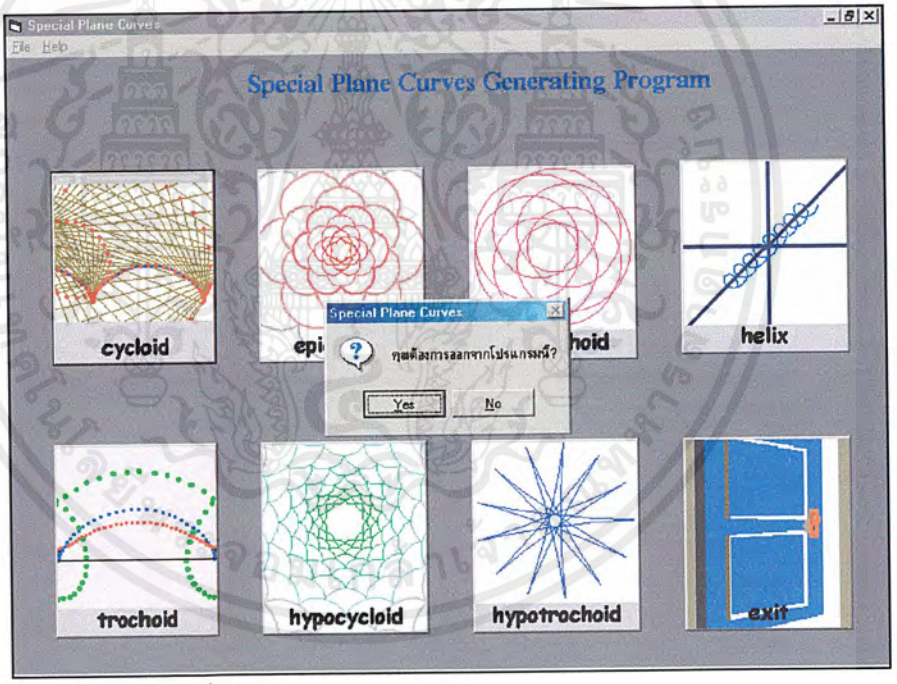


รูปที่ 4.2 แสดงหน้าจอเปิดไฟล์เมื่อถูกเรียกใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 แสดงหน้าจอ open เมื่อเรียกใช้



รูปที่ 4.4 แสดง message box เพื่อยืนยันการออกจากโปรแกรม

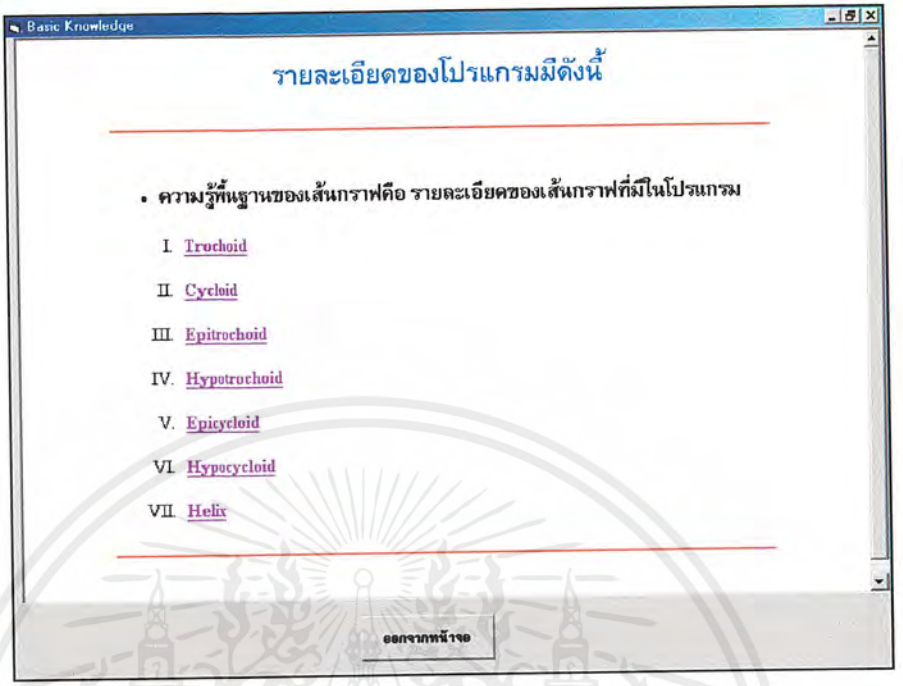
4.2.1.2 Help มี 3 ฟังก์ชันการทำงาน ได้แก่

1) Basic knowledge เป็นฟังก์ชันเรียกแสดงหน้าจอข้อมูลความรู้ของเส้นกราฟที่นำมาใช้ในโปรแกรม เรียกใช้โดยกด Ctrl + B จะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ 4.5

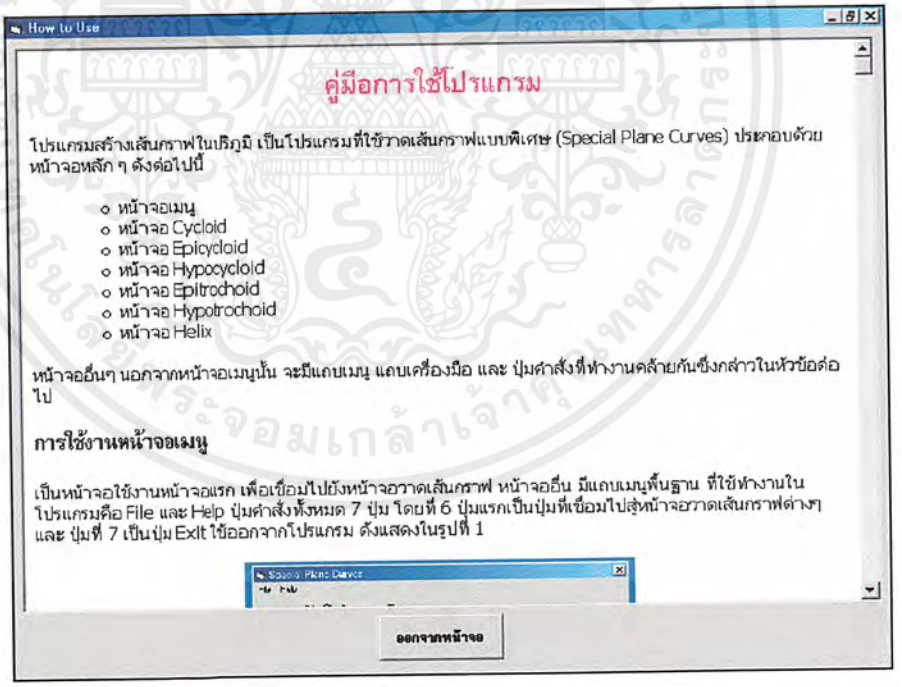
2) How to use เป็นฟังก์ชันเรียกใช้หน้าจอวิธีการใช้โปรแกรมSPC1.0 สำหรับผู้ใช้ เรียกใช้โดยกด F1 จะปรากฏดังรูปที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) About เป็นฟังก์ชันเรียกดูหน้าจอแสดงข้อมูลเกี่ยวกับผู้จัดทำโปรแกรม โดยกด Ctrl + A จะปรากฏดังรูปที่ 4.7

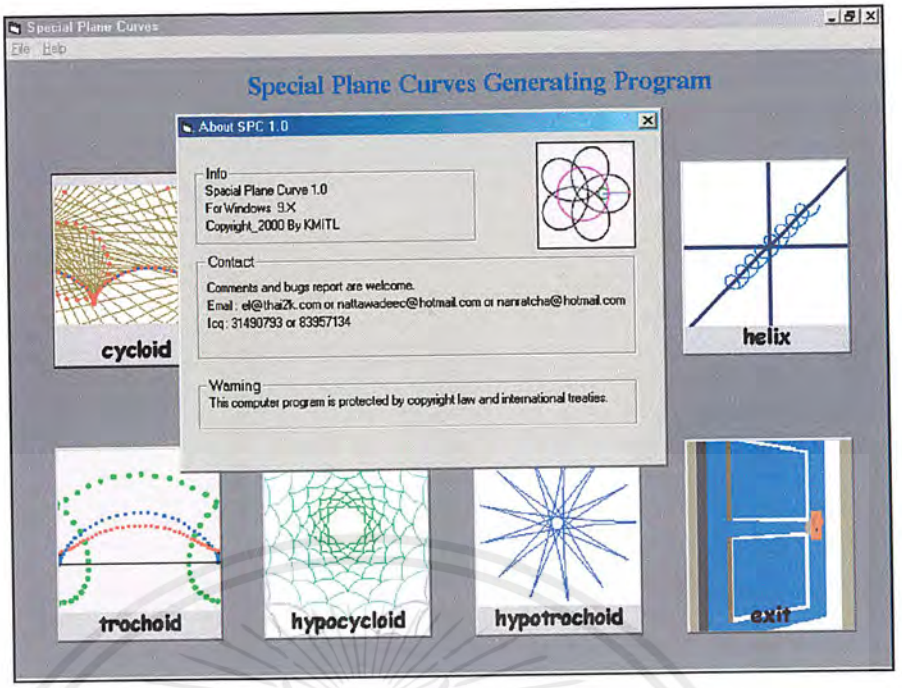


รูปที่ 4.5 แสดงหน้าจอ basic knowledge



รูปที่ 4.6 แสดงหน้าจอ how to use

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 แสดงหน้าจอ about

4.2.2 ปุ่มคำสั่งในหน้าจอเมนู มีทั้งหมด 8 ปุ่มคำสั่งได้แก่

1) ปุ่ม cycloid เป็นปุ่มเรียกใช้หน้าจอ cycloid

2) ปุ่ม epicycloid เป็นปุ่มเรียกใช้หน้าจอ epicycloid

3) ปุ่ม epitrochoid เป็นปุ่มเรียกใช้หน้าจอ epitrochoid

4) ปุ่ม helix เป็นปุ่มเรียกใช้หน้าจอ helix

5) ปุ่ม trochoid เป็นปุ่มเรียกใช้หน้าจอ trochoid

6) ปุ่ม hypocycloid เป็นปุ่มเรียกใช้หน้าจอ hypocycloid

7) ปุ่ม hypotrochoid เป็นปุ่มเรียกใช้หน้าจอ hypotrochoid

8) ปุ่ม Exit เป็นปุ่มเพื่อออกจากโปรแกรม

4.3 การใช้งานในหน้าจอวาดเส้นกราฟ 2 มิติ มีการทำงาน ดังนี้

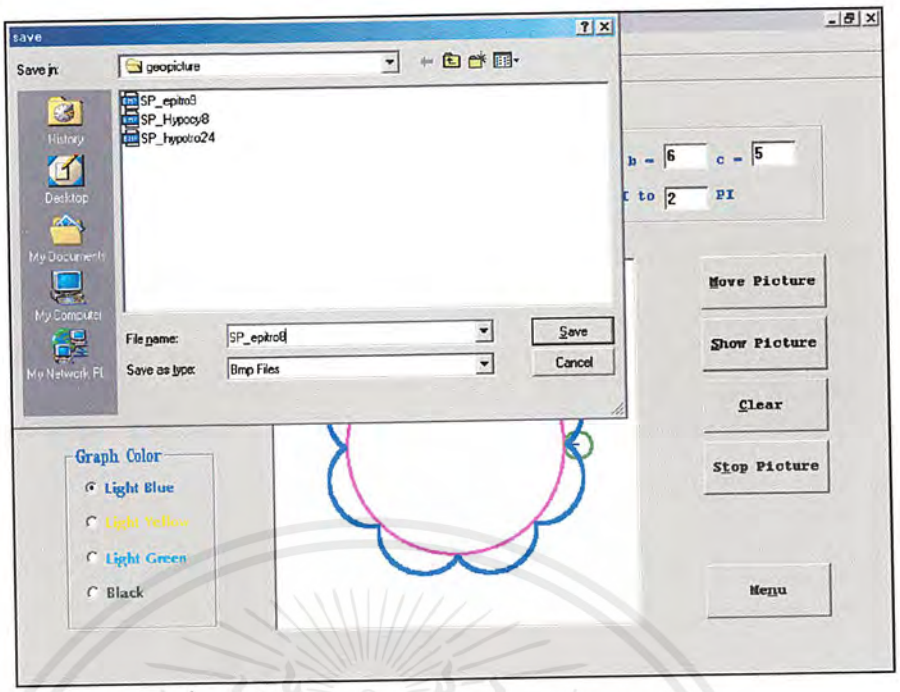
4.3.1 แถบเมนูในหน้าจอวาดเส้นกราฟ 2 มิติ ได้แก่

4.3.1.1 เมนู fileในหน้าจอวาดเส้นกราฟ 2 มิติ มี 4 ฟังก์ชันการทำงาน ดังนี้

1) Open เป็นฟังก์ชันเรียกเปิดไฟล์ ทำงานเหมือนกับฟังก์ชัน open ในหน้าจอเมนู

2) Save เป็นฟังก์ชันบันทึกไฟล์ภาพเส้นกราฟที่ได้วาดไว้แล้วลงในฐานข้อมูล เรียกใช้โดยกด Ctrl + S จะปรากฏหน้าจอบันทึก แสดงดังรูปที่ 4.8 เมื่อใส่ชื่อไฟล์เส้นกราฟเรียบร้อยแล้ว ก็คลิกปุ่ม save โปรแกรมจะบันทึกข้อมูลตามต้องการ แต่ถ้า cancel ก็จะกลับมาหน้าจอเดิมที่ผู้ใช้เปิดอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 แสดงหน้าจอ save เพื่อบันทึกข้อมูล

3) Save as เป็นฟังก์ชันบันทึกไฟล์ข้อมูลภาพที่มีในฐานข้อมูลซึ่งได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เรียกใช้โดยกด Ctrl + V จะปรากฏหน้าจอดังรูปที่ 4.8

4) Print เป็นฟังก์ชันสั่งโปรแกรมให้พิมพ์ผลลัพธ์เส้นกราฟที่โปรแกรมวาดได้ ออกทางเครื่องพิมพ์ เรียกใช้โดยกด Ctrl + P

5) Close เป็นฟังก์ชันออกจากหน้าจอวาดเส้นกราฟที่ผู้ใช้เปิด กลับไปที่หน้าจอเมนู โดยกด Ctrl + C จะปรากฏ message box เพื่อยืนยันความต้องการออกจากหน้าจอ ดังรูปที่ 4.9

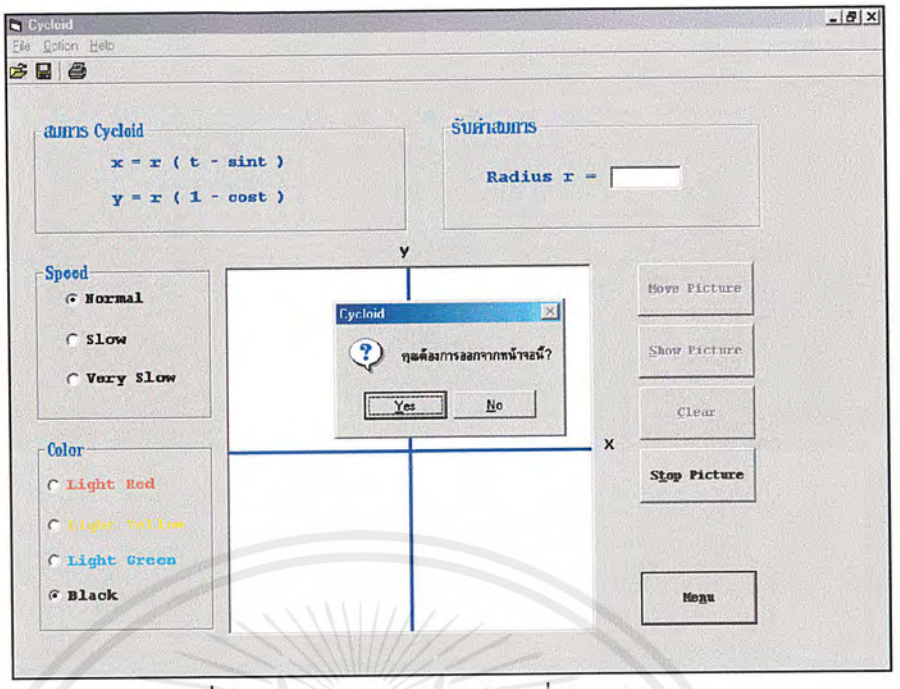
4.3.1.2 แถบเมนู optionในหน้าจอวาดเส้นกราฟ 2 มิติ มี 2 ฟังก์ชันการทำงาน ดังนี้

1) Grid on เป็นฟังก์ชันสั่งให้โปรแกรมแสดงเส้น scale ของแกน x-y โดยกด Ctrl + G เมื่อสั่ง grid on แล้วจะได้ดังรูปที่ 4.10

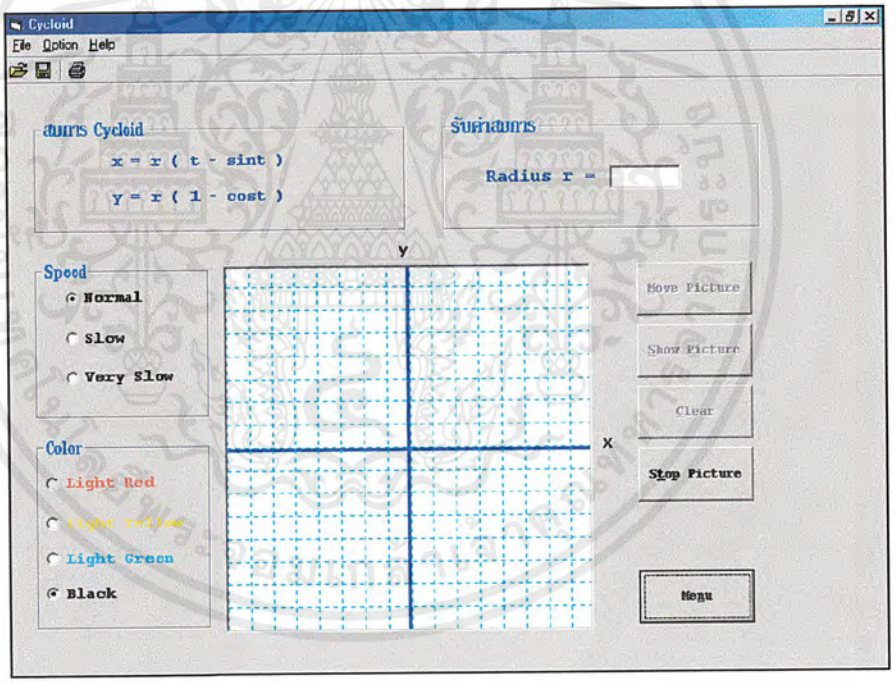
2) Grid off เป็นฟังก์ชันสั่งให้โปรแกรมนำ เส้น scale ของแกน x-y ออกจากช่องแสดงเส้นกราฟ โดยกด Ctrl + F หน้าจอจะกลับเป็นปกติก่อนที่จะสั่ง grid on

4.3.1.3 แถบเมนู help มี 3 ฟังก์ชันการทำงานเหมือนในหน้าจอเมนูซึ่งได้อธิบายไว้ใน ข้อ 4.2.1.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 แสดง message box เพื่อยืนยันการออกจากหน้าจอที่เปิดอยู่



รูปที่ 4.10 แสดงหน้าจอเมื่อสั่ง grid on

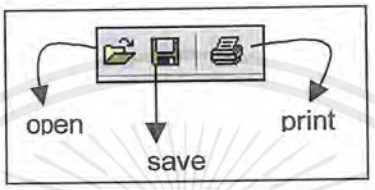
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 แถบเครื่องมือ มี 3 ฟังก์ชันการทำงานในหน้าจอวาดเส้นกราฟ 2 มิติ ดังรูปที่ 4.11 ดังนี้

1) ฟังก์ชัน open มีการทำงานเหมือนกับการเปิดไฟล์ในแถบเมนู file เลือก open ดังได้อธิบายในข้อ 4.3.1.1 ข้อ 1

2) ฟังก์ชัน save มีการทำงานเหมือนกับการบันทึกไฟล์ในแถบเมนู file เลือก save ดังได้อธิบายในข้อ 4.3.1.1 ข้อ 2

3) ฟังก์ชัน print มีการทำงานเหมือนกับการบันทึกไฟล์ในแถบเมนู file เลือก print ดังได้อธิบายในข้อ 4.3.1.1 ข้อ 3



รูปที่ 4.11 แสดงแถบเครื่องมือ

4.3.3 ปุ่มคำสั่งในหน้าจอวาดเส้นกราฟ 2 มิติ มีทั้งหมด 5 ปุ่ม ดังนี้

1) ปุ่มคำสั่ง move picture เป็นปุ่มสั่งให้โปรแกรมแสดงการเคลื่อนที่ของเส้นกราฟที่เกิดขึ้น

2) ปุ่มคำสั่ง show picture เป็นปุ่มสั่งให้โปรแกรมแสดงเฉพาะเส้นกราฟที่ได้จากการวาด

3) ปุ่มคำสั่ง clear เป็นปุ่มสั่งให้โปรแกรมลบค่าที่ใส่ไว้ในช่องรับค่า และ ลบเส้นกราฟที่ได้วาดไว้ในช่องแสดงเส้นกราฟ เพื่อเริ่มต้นวาดเส้นกราฟใหม่

4) ปุ่มคำสั่ง stop picture เป็นปุ่มสั่งให้โปรแกรมหยุดการทำงานของ 2 ปุ่มในข้อ 1) และ ข้อ 2) ก่อนที่โปรแกรมจะวาดเส้นครบรอบตามค่าที่ได้ใส่ไว้ในช่องรับค่า

5) ปุ่มคำสั่ง menu เป็นปุ่มสั่งให้โปรแกรม กลับไปยังหน้าจอเมนู เป็นเสมือนปุ่มปิดหน้าจอวาดเส้นกราฟที่ผู้ใช้เปิดอยู่

4.4 การทำงานในหน้าจอ cycloid หน้าจอมีลักษณะดังรูปที่ 4.12 รายละเอียดการทำงานหลักๆ ของหน้าจอได้อธิบายไว้ในข้อ 4.3 ซึ่งสามารถแบ่งเป็นข้อ ๆ ได้ ดังนี้

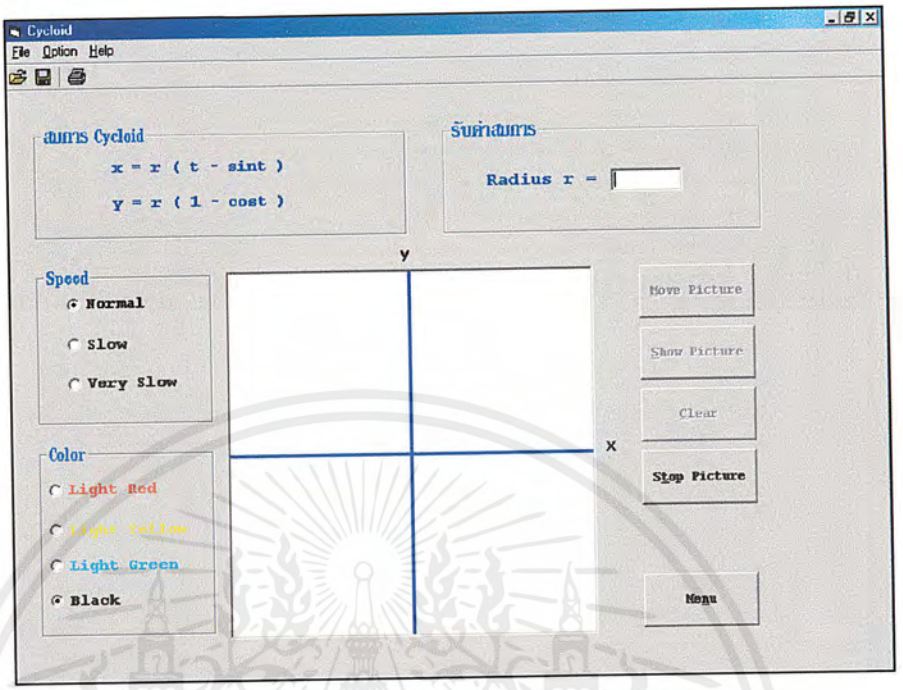
1) โปรแกรมจะทำงานได้จำเป็นต้องเติมค่าลงในช่อง "รับค่าสมการ" ให้ครบตามคุณสมบัติของเส้นกราฟ cycloid โดยมีเพียง ค่าเดียวที่ต้องใส่เข้าไปคือ รัศมีวงกลมที่จะหมุน

2) เมื่อใส่ค่าสมการเรียบร้อยแล้วจะต้องเลือก "Speed" และ "Color" เพื่อกำหนดการทำงานให้โปรแกรม แล้วกดปุ่ม enter หน้าจอจะพร้อมทำงาน ดังรูปที่ 4.13

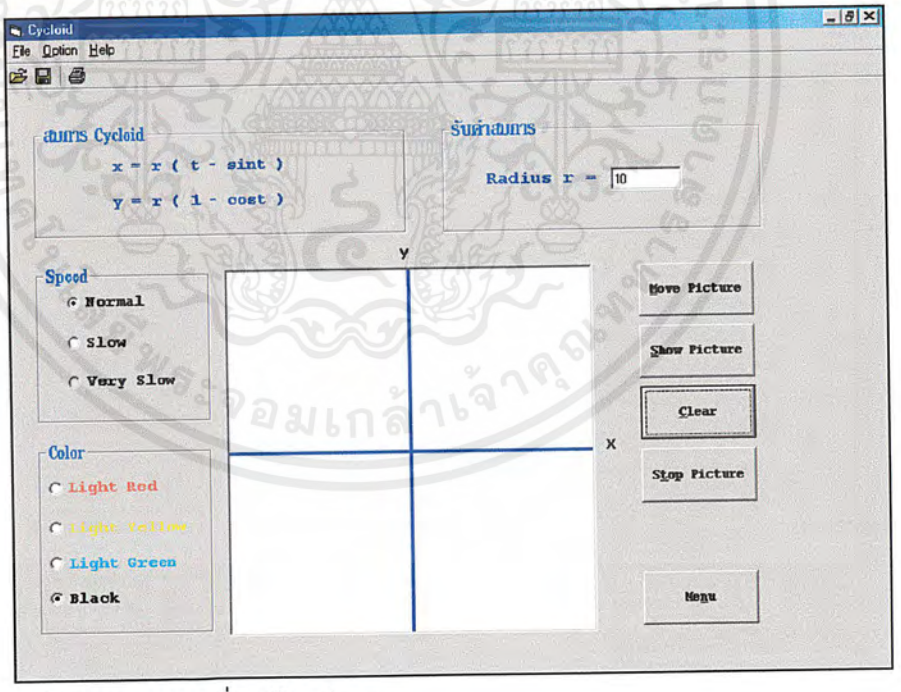
3) เลือกปุ่มคำสั่งที่จะให้โปรแกรมทำงาน ซึ่งได้แก่ move picture และ show picture ถ้าผู้ใช้เลือก move picture จะได้เส้นกราฟ ดังรูปที่ 4.14 แต่ถ้าผู้ใช้เลือก show picture จะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เส้นกราฟ ดังรูปที่ 4.15 ในระหว่างที่มีการทำงานของทั้งสองปุ่ม ถ้าผู้ใช้คลิกปุ่ม stop picture จะทำให้เส้นกราฟหยุดวาด ดังแสดงในรูปที่ 4.16 และ 4.17 ตามแต่กรณี

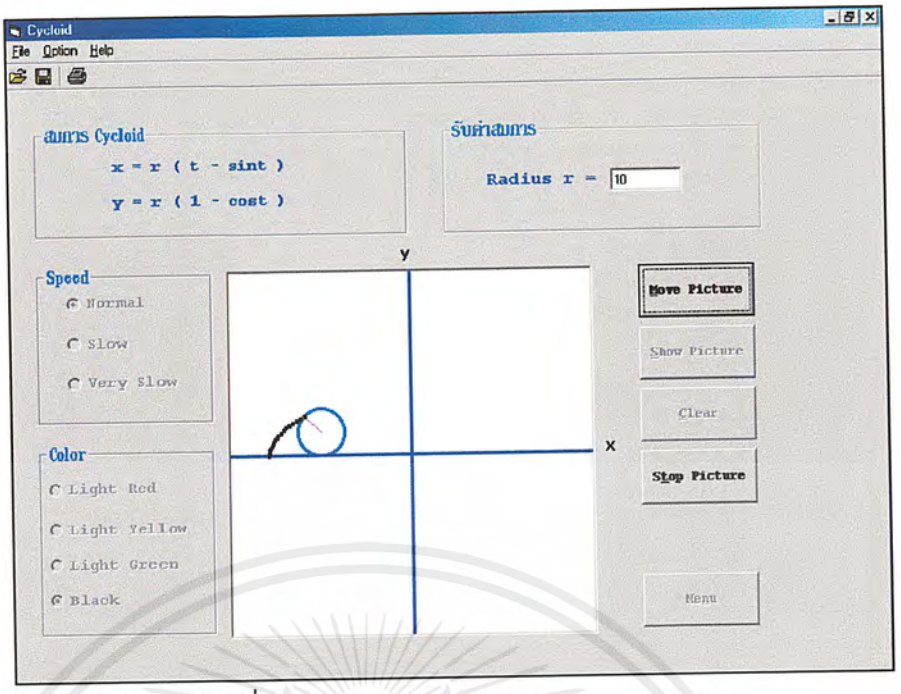


รูปที่ 4.12 แสดงหน้าจอ cycloid

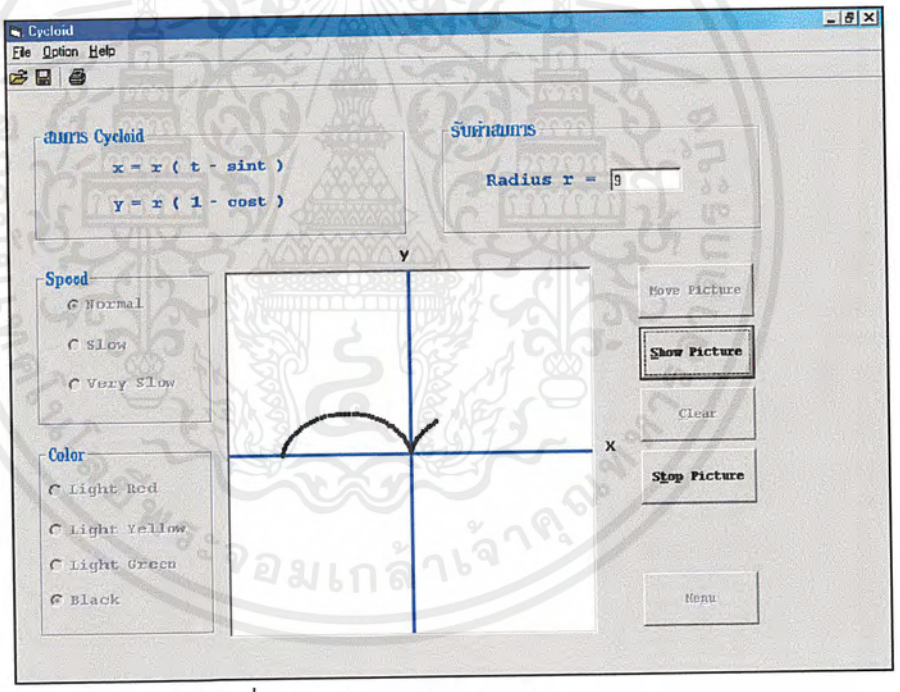


รูปที่ 4.13 แสดงหน้าจอ cycloid เมื่อพร้อมทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

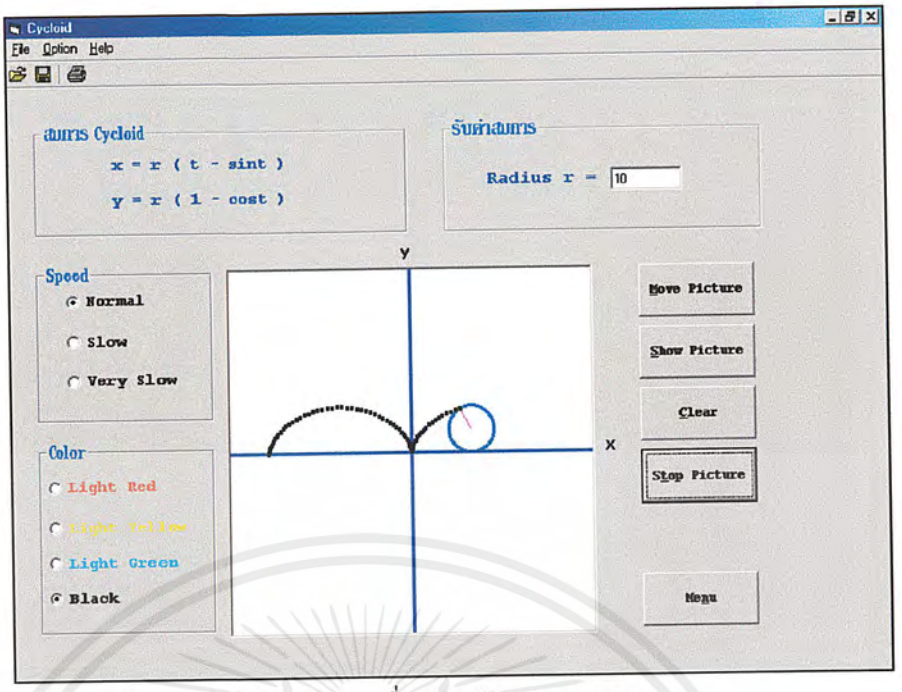


รูปที่ 4.14 แสดงเส้นกราฟ cycloid เมื่อคลิกปุ่ม move picture

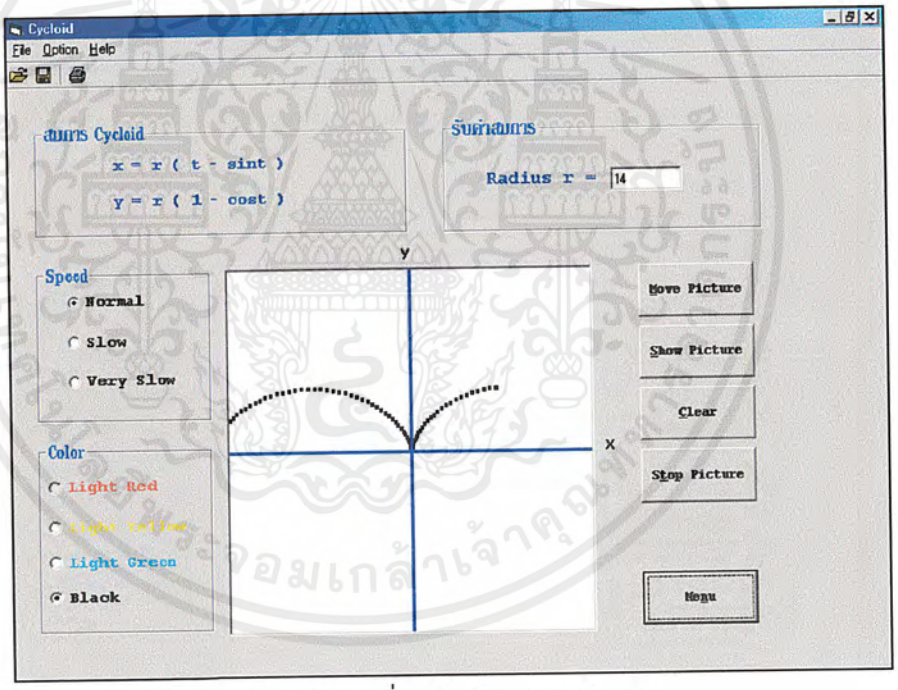


รูปที่ 4.15 แสดงเส้นกราฟ cycloid เมื่อคลิกปุ่ม show picture

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 แสดงเส้นกราฟ cycloid แบบ move เมื่อคลิกปุ่ม stop picture



รูปที่ 4.17 แสดงเส้นกราฟ cycloid แบบ show เมื่อคลิกปุ่ม stop picture

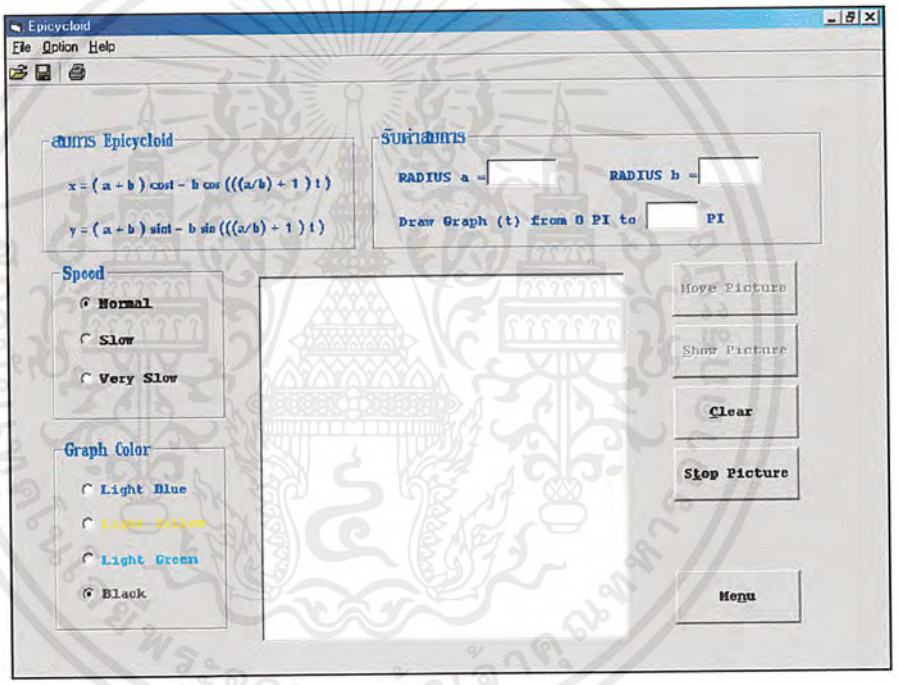
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การทำงานในหน้าจอ epicyloid หน้าจอมีลักษณะดังรูปที่ 4.18 รายละเอียดการทำงานหลักๆ ของหน้าจอได้อธิบายไว้ในข้อ 4.3 ซึ่งสามารถแบ่งเป็นข้อ ๆ ได้ ดังนี้

1) โปรแกรมจะทำงานได้จำเป็นต้องเติมค่าลงในช่อง "รับค่าสมการ" ให้ครบตามคุณสมบัติของเส้นกราฟ epicycloid โดยผู้ใช้ต้องใส่ 3 ค่าคือ รัศมีวงกลมที่จะหมุน (b) รัศมีวงกลมที่อยู่กับที่ (a) และ ค่ามุมที่วงกลมหมุนไป (t)

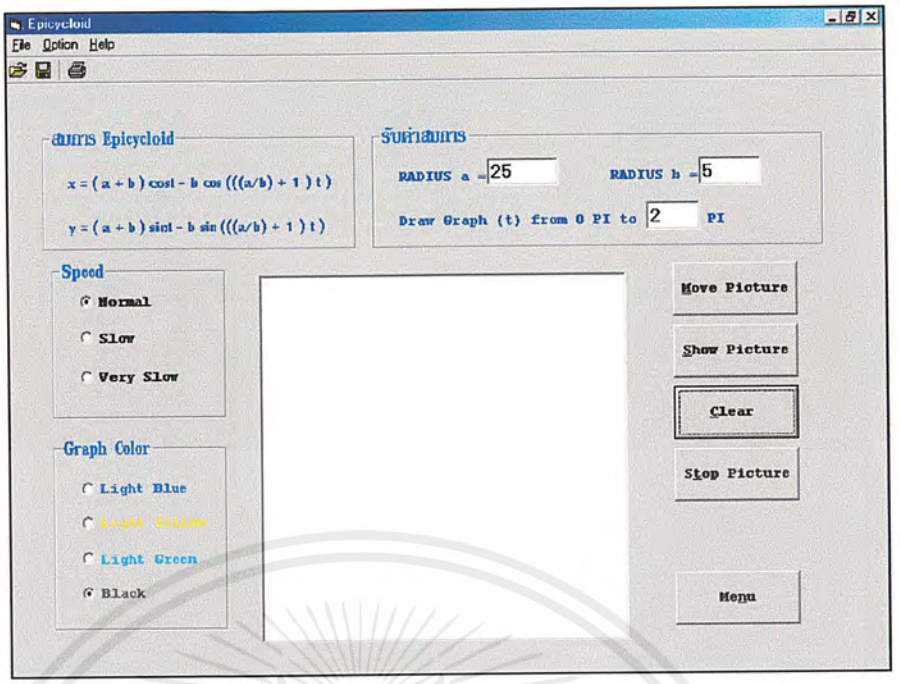
2) เมื่อใส่ค่าสมการเรียบร้อยแล้วจะต้องเลือก "Speed" และ "Color" เพื่อกำหนดการทำงานให้โปรแกรม แล้วกดปุ่ม enter หน้าจอจะพร้อมทำงาน ดังรูปที่ 4.19

3) เลือกปุ่มคำสั่งที่จะให้โปรแกรมทำงาน ซึ่งได้แก่ move picture และ show picture ถ้าผู้ใช้เลือก move picture จะได้เส้นกราฟ ดังรูปที่ 4.20 แต่ถ้าผู้ใช้เลือก show picture จะได้เส้นกราฟ ดังรูปที่ 4.21 ในระหว่างที่มีการทำงานของทั้งสองปุ่ม ถ้าผู้ใช้คลิกปุ่ม stop picture จะทำให้เส้นกราฟหยุดวาด ดังแสดงในรูปที่ 4.22 และ 4.23 ตามแต่กรณี

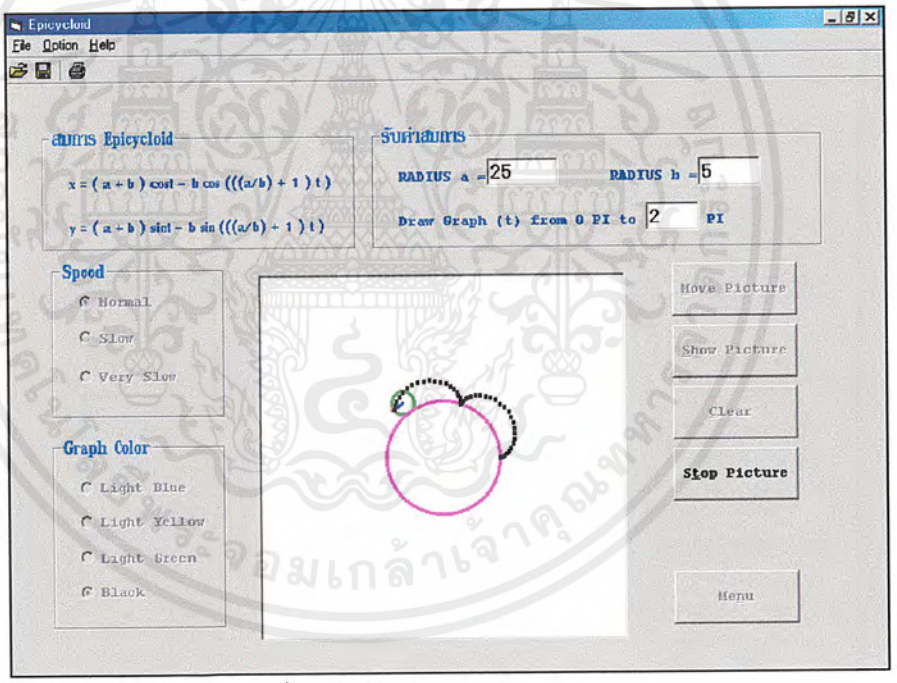


รูปที่ 4.18 แสดงหน้าจอ epicycloid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

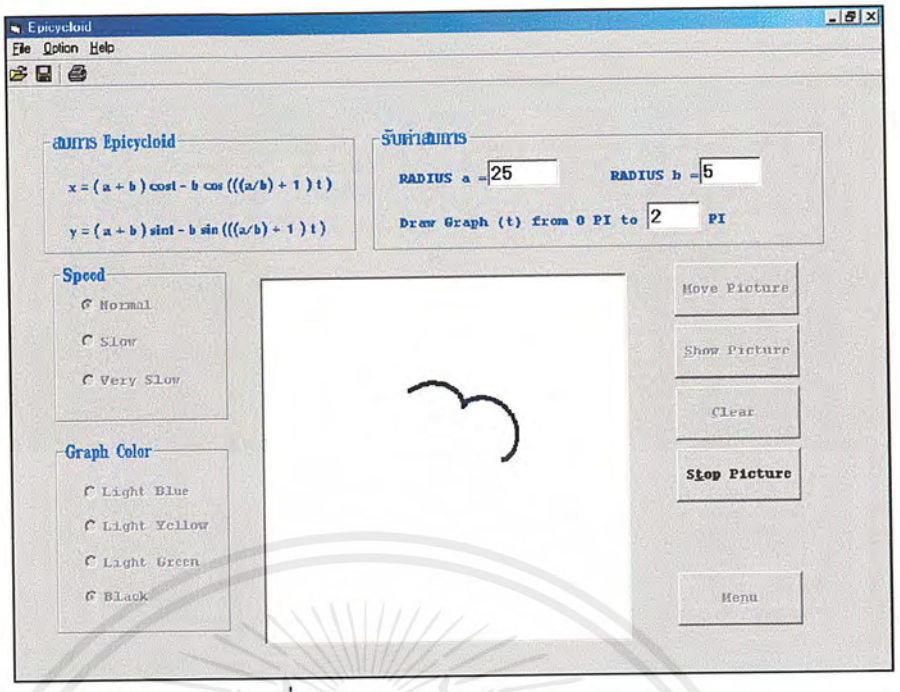


รูปที่ 4.19 แสดงหน้าจอ epicycloid เมื่อพร้อมทำงาน

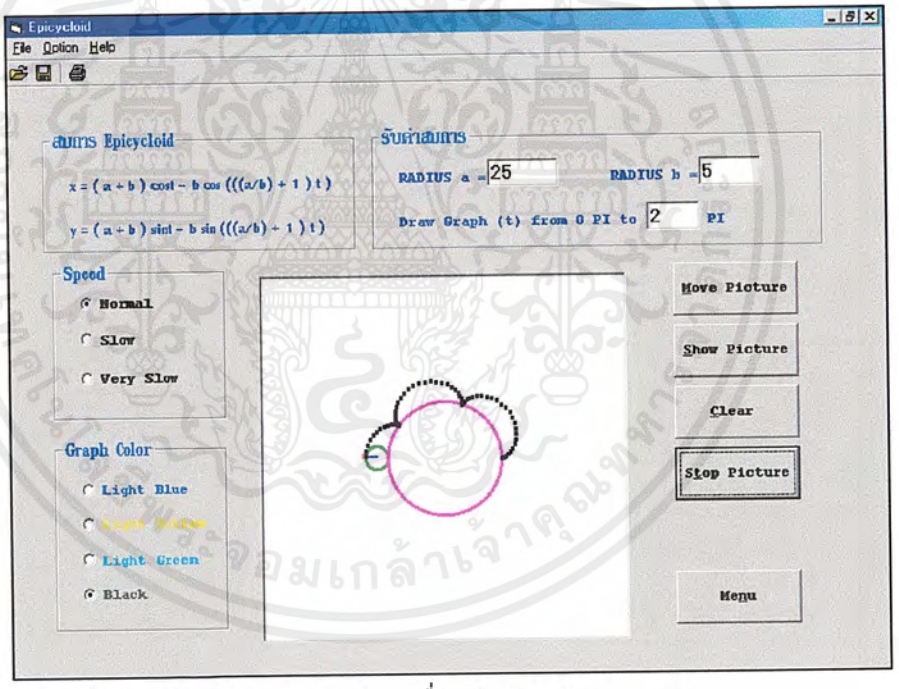


รูปที่ 4.20 แสดงเส้นกราฟ epicycloid เมื่อคลิกปุ่ม move picture

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

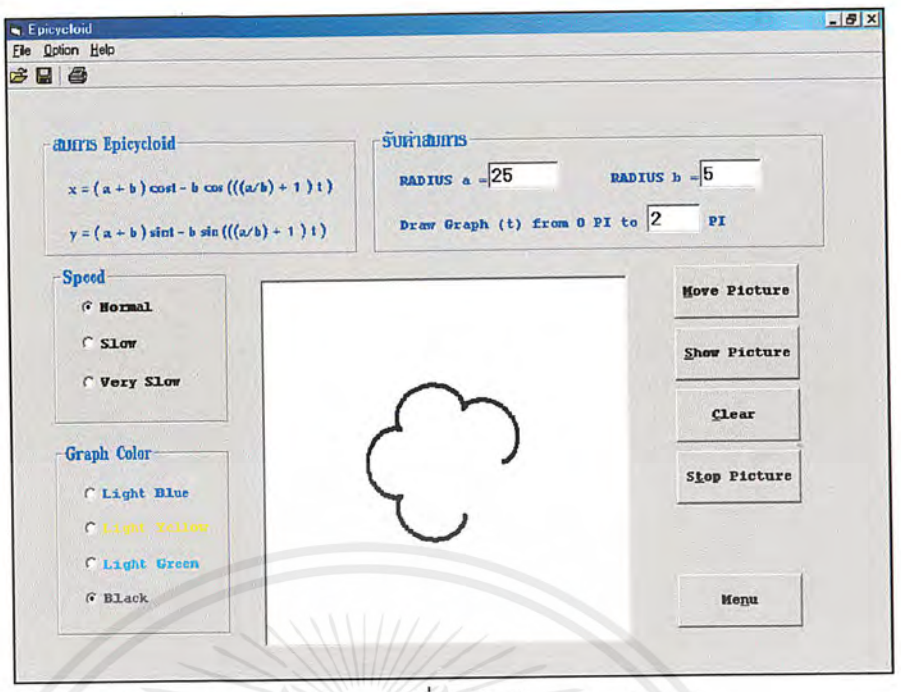


รูปที่ 4.21 แสดงเส้นกราฟ epicycloid เมื่อคลิกปุ่ม show picture



รูปที่ 4.22 แสดงเส้นกราฟ epicycloid แบบ move เมื่อคลิกปุ่ม stop picture

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.23 แสดงเส้นกราฟ epicycloid แบบ show เมื่อคลิกปุ่ม stop picture

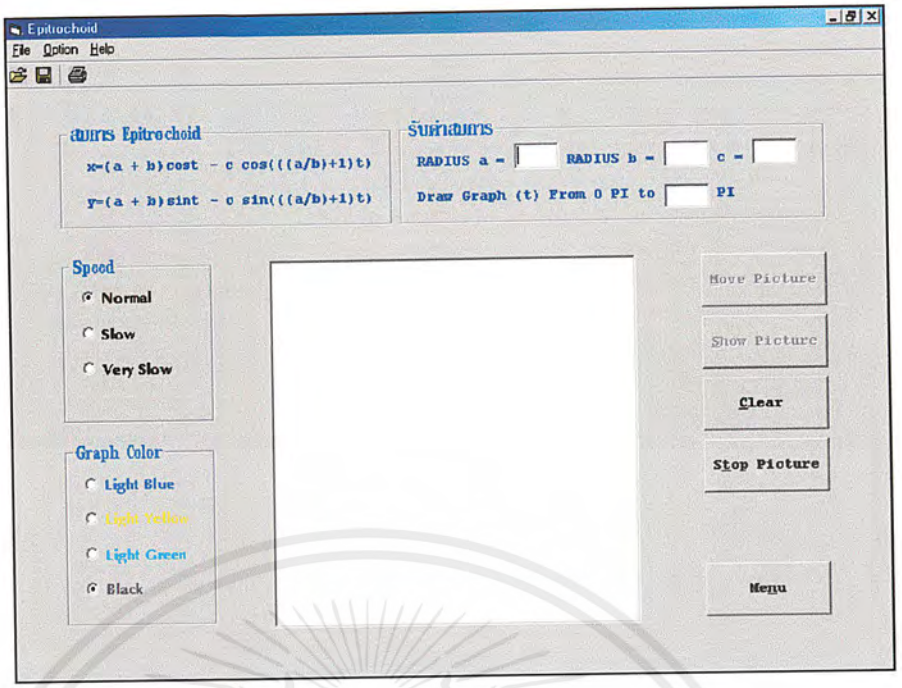
4.6 การทำงานในหน้าจอ epitrochoid หน้าจอมีลักษณะดังรูปที่ 4.24 รายละเอียดการทำงานหลักๆ ของหน้าจอได้อธิบายไว้ในข้อ 4.3 ซึ่งสามารถแบ่งเป็นข้อ ๆ ได้ ดังนี้

1) โปรแกรมจะทำงานได้จำเป็นต้องเติมค่าลงในช่อง "รับค่าสมการ" ให้ครบตามคุณสมบัติของเส้นกราฟ epitrochoid โดยผู้ใช้ต้องใส่ 4 ค่าคือ รัศมีวงกลมที่จะหมุน (b) รัศมีวงกลมที่อยู่กับที่ (a) ระยะห่าง (c) และ ค่ามุมที่วงกลมหมุนไป (t)

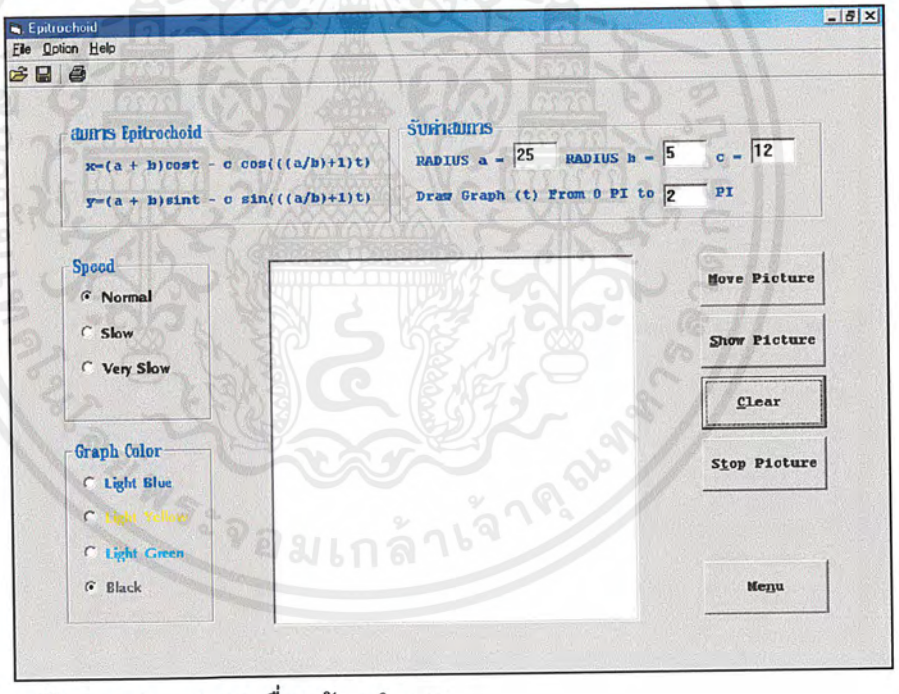
2) เมื่อใส่ค่าสมการเรียบร้อยแล้วจะต้องเลือก "Speed" และ "Color" เพื่อกำหนดการทำงานให้โปรแกรม แล้วกดปุ่ม enter หน้าจอจะพร้อมทำงาน ดังรูปที่ 4.25

3) เลือกปุ่มคำสั่งที่จะให้โปรแกรมทำงาน ซึ่งได้แก่ move picture และ show picture ถ้าผู้ใช้เลือก move picture จะได้เส้นกราฟ ดังรูปที่ 4.26 แต่ถ้าผู้ใช้เลือก show picture จะได้เส้นกราฟ ดังรูปที่ 4.27 ในระหว่างที่มีการทำงานของทั้งสองปุ่ม ถ้าผู้ใช้คลิกปุ่ม stop picture จะทำให้เส้นกราฟหยุดวาด ดังในรูปที่ 4.28 และรูปที่ 4.29 ตามแต่กรณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

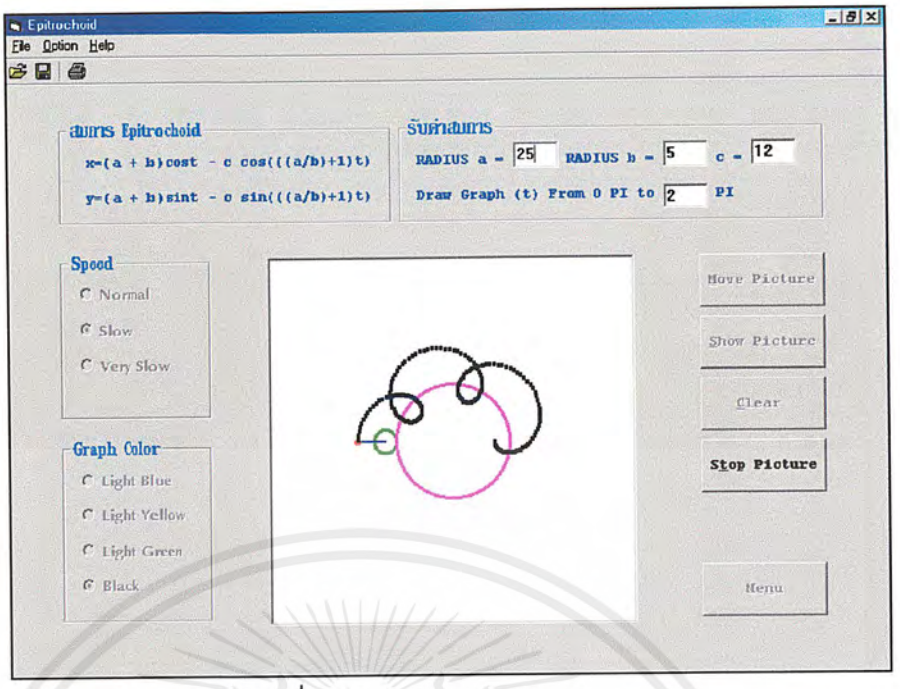


รูปที่ 4.24 แสดงหน้าจอ epitrochoid

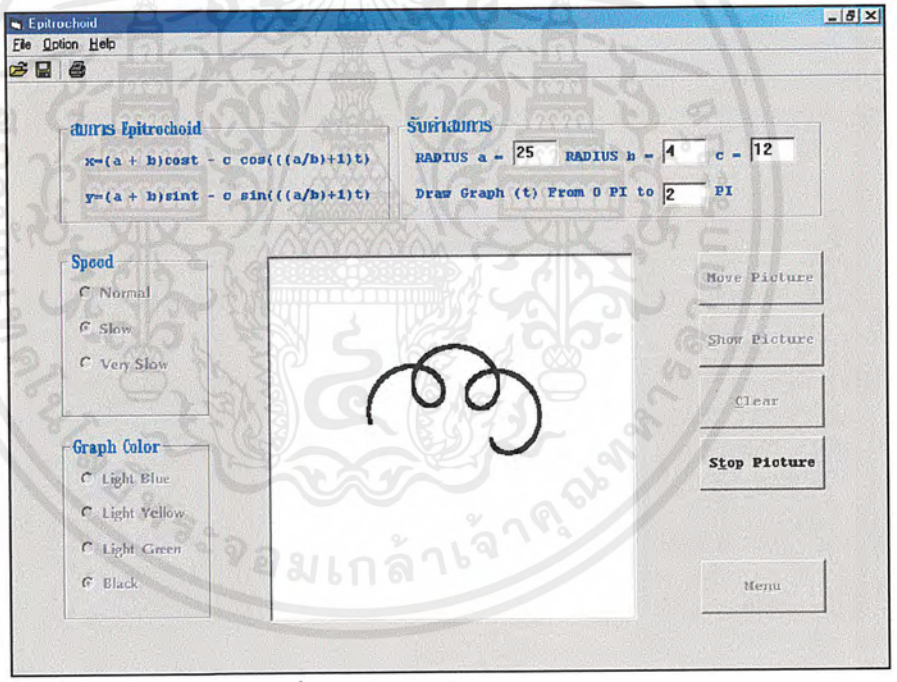


รูปที่ 4.25 แสดงหน้าจอ epitrochoid เมื่อพร้อมทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

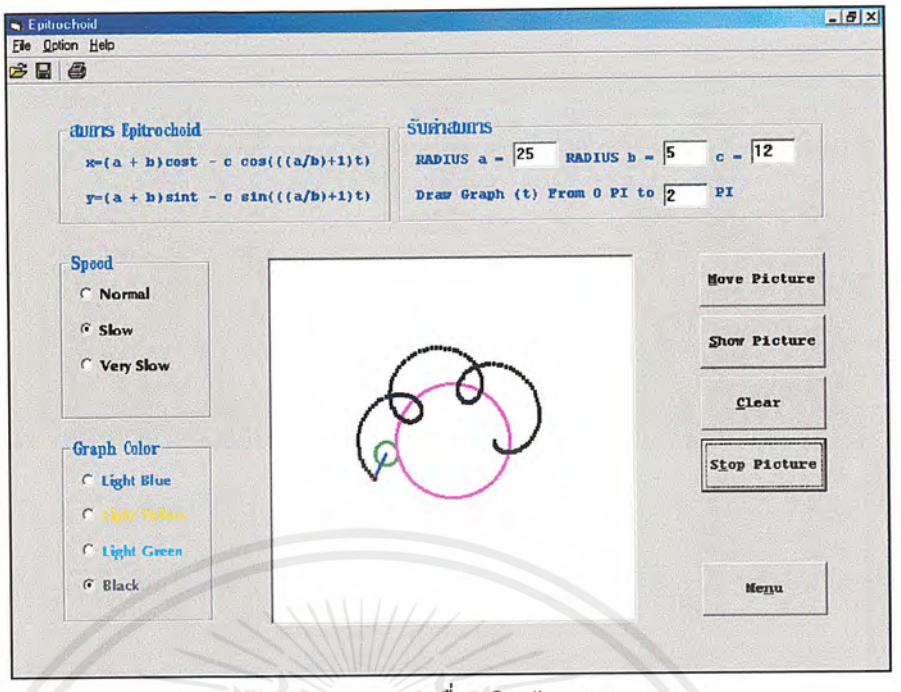


รูปที่ 4.26 แสดงเส้นกราฟ epitrochoid เมื่อคลิกปุ่ม move picture

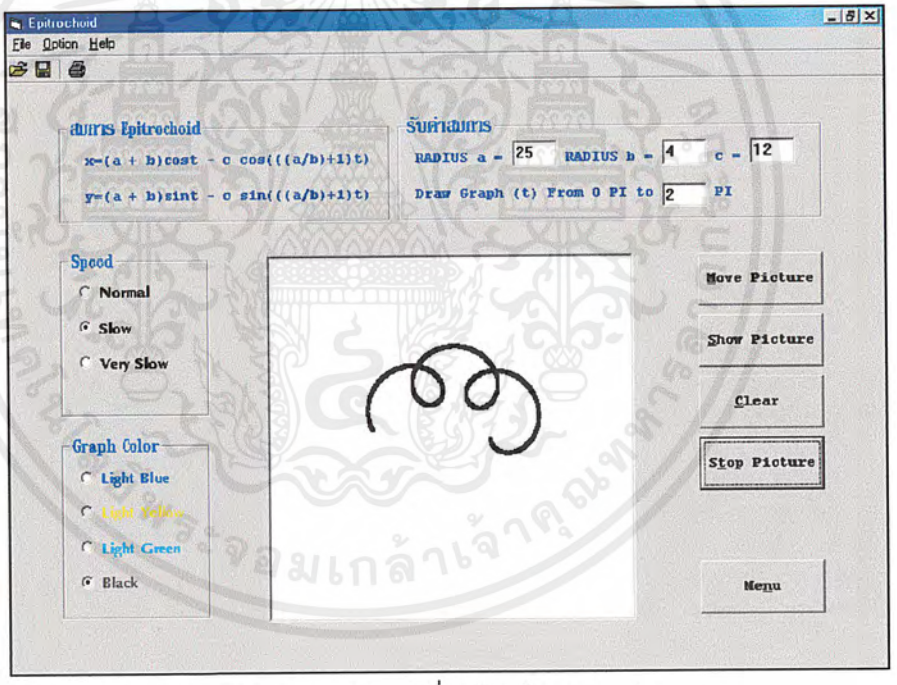


รูปที่ 4.27 แสดงเส้นกราฟ epitrochoid เมื่อคลิกปุ่ม show picture

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.28 แสดงเส้นกราฟ epitrochoid แบบ move เมื่อคลิกปุ่ม stop picture



รูปที่ 4.29 แสดงเส้นกราฟ epitrochoid แบบ show เมื่อคลิกปุ่ม stop picture

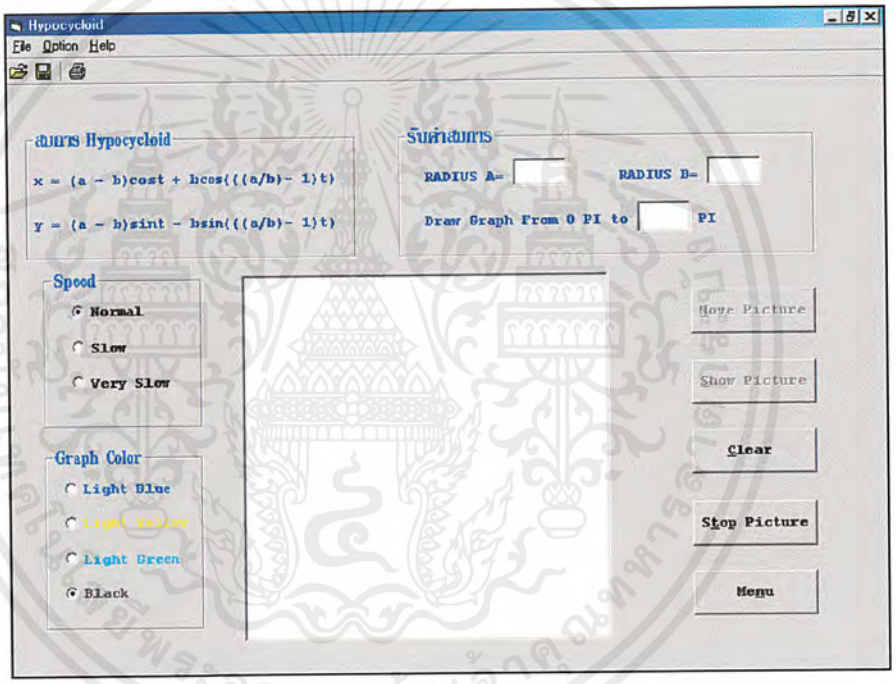
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 การทำงานในหน้าจอ hypocycloid หน้าจอมีลักษณะดังรูปที่ 4.30 รายละเอียดการทำงานหลักๆ ของหน้าจอได้อธิบายไว้ในข้อ 4.3 ซึ่งสามารถแบ่งเป็นข้อ ๆ ได้ ดังนี้

1) โปรแกรมจะทำงานได้จำเป็นต้องเติมค่าลงในช่อง "รับค่าสมการ" ให้ครบตามคุณสมบัติของเส้นกราฟ hypocycloid โดยผู้ใช้ต้องใส่ 3 ค่าคือ รัศมีวงกลมที่จะหมุน (b) รัศมีวงกลมที่อยู่กับที่ (a) และ ค่ามุมที่วงกลมหมุนไป (t)

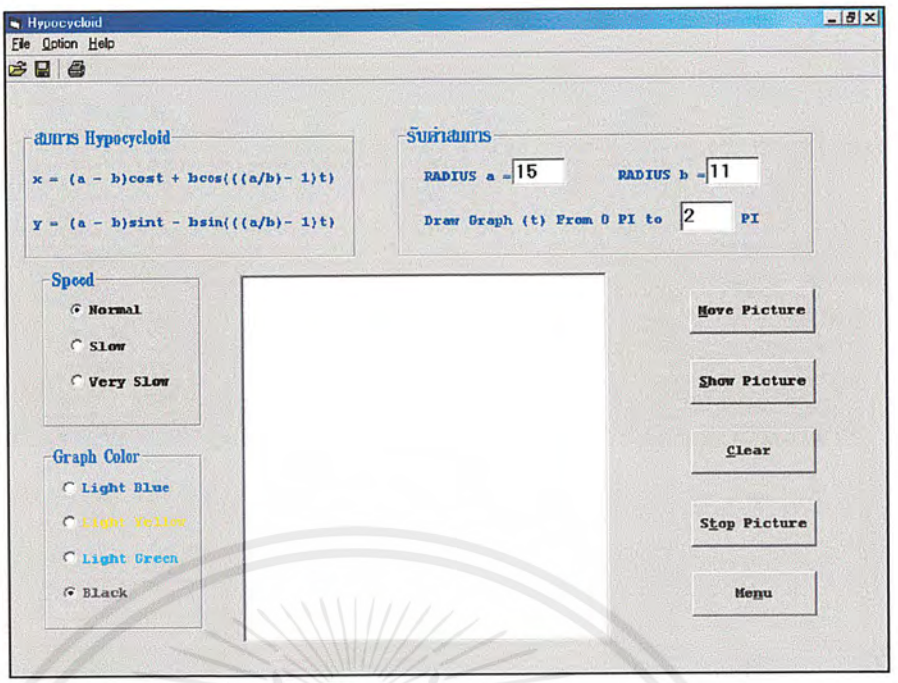
2) เมื่อใส่ค่าสมการเรียบร้อยแล้วจะต้องเลือก "Speed" และ "Color" เพื่อกำหนดการทำงานให้โปรแกรม แล้วกดปุ่ม enter หน้าจอจะพร้อมทำงาน ดังรูปที่ 4.31

3) เลือกปุ่มคำสั่งที่จะให้โปรแกรมทำงาน ซึ่งได้แก่ move picture และ show picture ถ้าผู้ใช้เลือก move picture จะได้เส้นกราฟ ดังรูปที่ 4.32 แต่ถ้าผู้ใช้เลือก show picture จะได้เส้นกราฟ ดังรูปที่ 4.33 ในระหว่างที่มีการทำงานของทั้งสองปุ่ม ถ้าผู้ใช้คลิกปุ่ม stop picture จะทำให้เส้นกราฟหยุดวาด ดังแสดงในรูปที่ 4.34 และ 4.35 ตามแต่กรณี

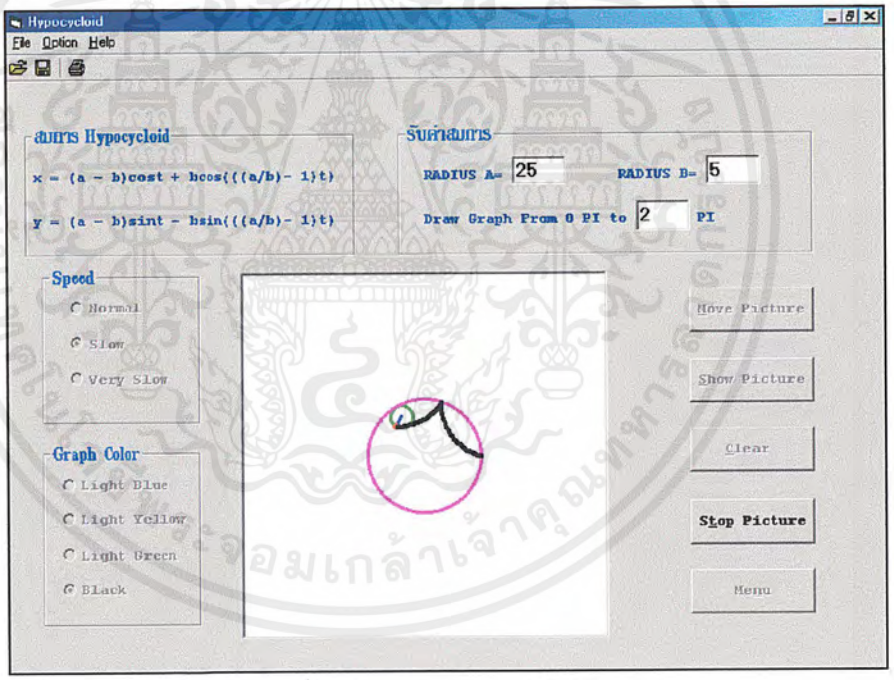


รูปที่ 4.30 แสดงหน้าจอ hypocycloid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

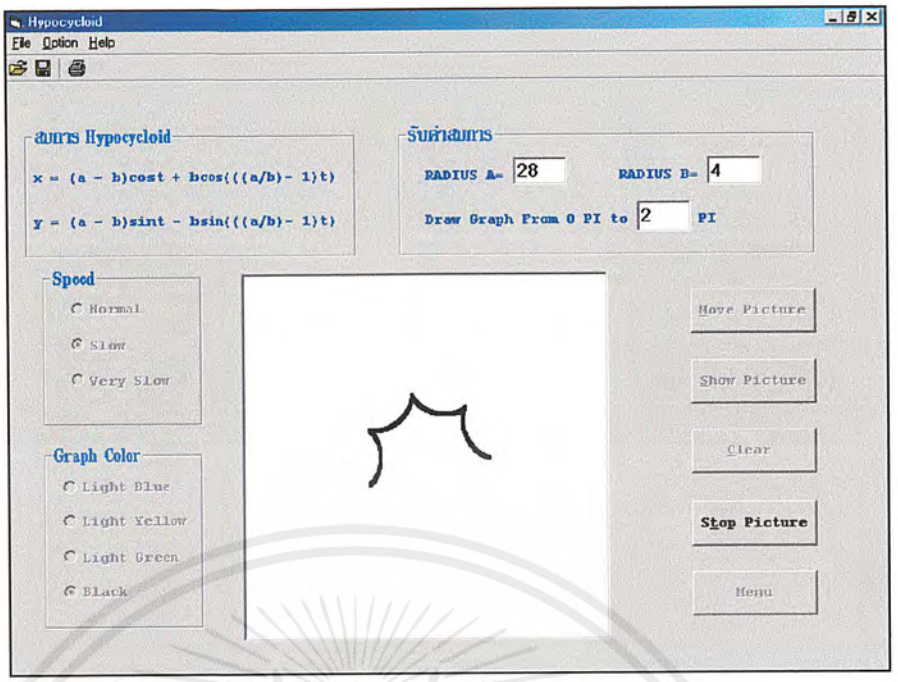


รูปที่ 4.31 แสดงหน้าจอ hypocycloid เมื่อพร้อมทำงาน

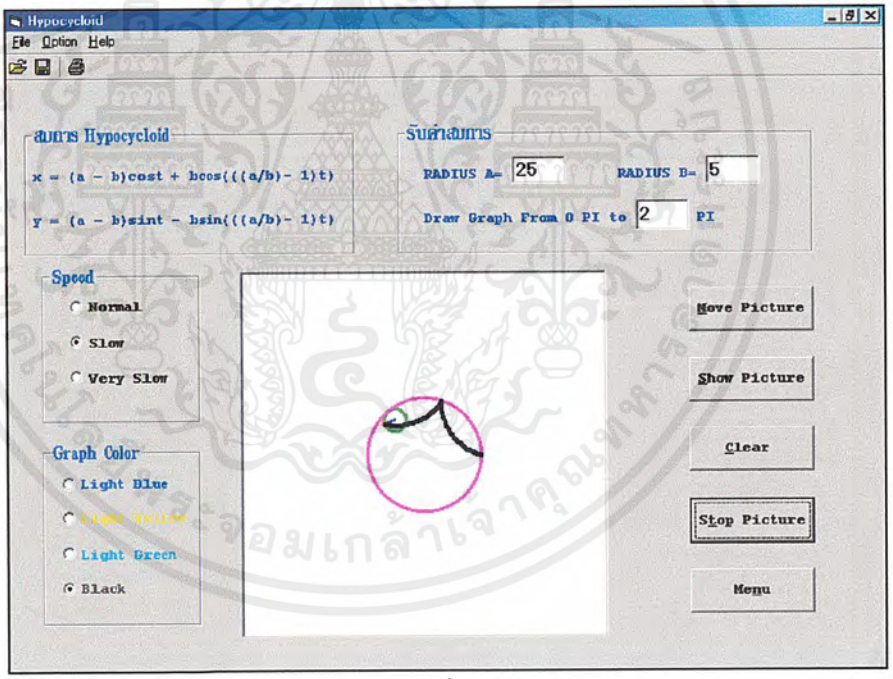


รูปที่ 4.32 แสดงเส้นกราฟ hypocycloid เมื่อคลิกปุ่ม move picture

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

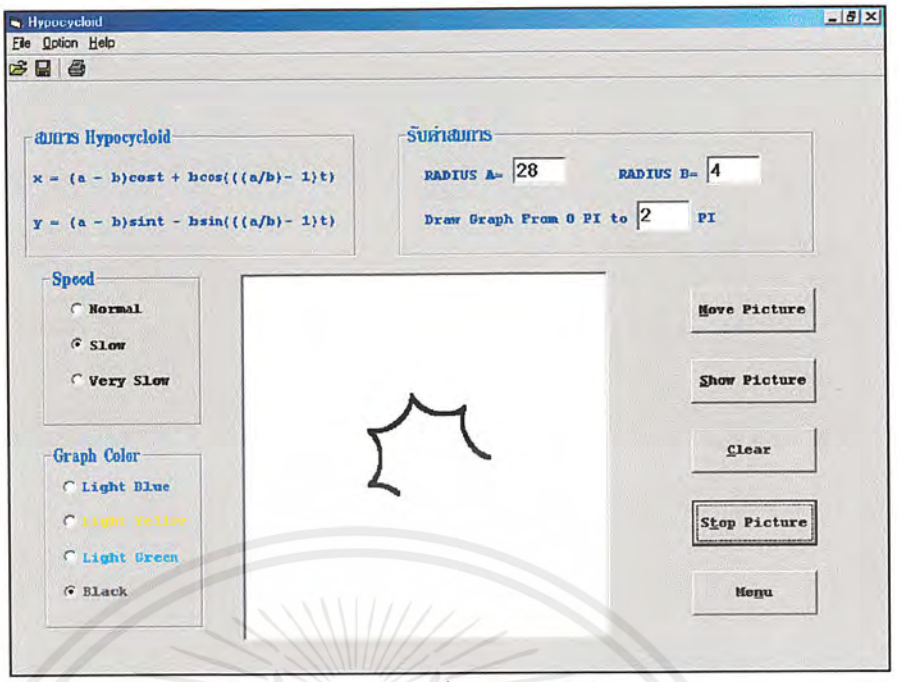


รูปที่ 4.33 แสดงเส้นกราฟ hypocycloid เมื่อคลิกปุ่ม show picture



รูปที่ 4.34 แสดงเส้นกราฟ hypocycloid แบบ move เมื่อคลิกปุ่ม stop picture

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.35 แสดงเส้นกราฟ hypocycloid แบบ show เมื่อคลิกปุ่ม stop picture

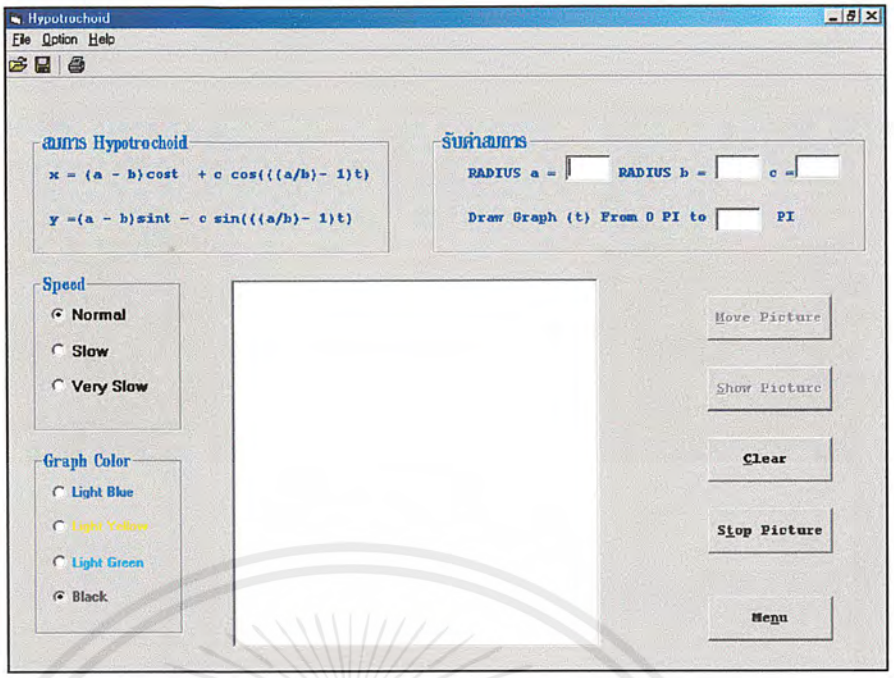
4.8 การทำงานในหน้าจอ hypotrochoid หน้าจอมีลักษณะดังรูปที่ 4.36 รายละเอียดการทำงานหลักๆ ของหน้าจอได้อธิบายไว้ในข้อ 4.3 ซึ่งสามารถแบ่งเป็นข้อ ๆ ได้ ดังนี้

1) โปรแกรมจะทำงานได้จำเป็นต้องเติมค่าลงในช่อง "รับค่าสมการ" ให้ครบตามคุณสมบัติของเส้นกราฟ hypotrochoid โดยผู้ใช้ต้องใส่ 4 ค่าคือ รัศมีวงกลมที่จะหมุน (b) รัศมีวงกลมที่อยู่กับที่ (a) ระยะห่าง (c) และ ค่ามุมที่วงกลมหมุนไป (t)

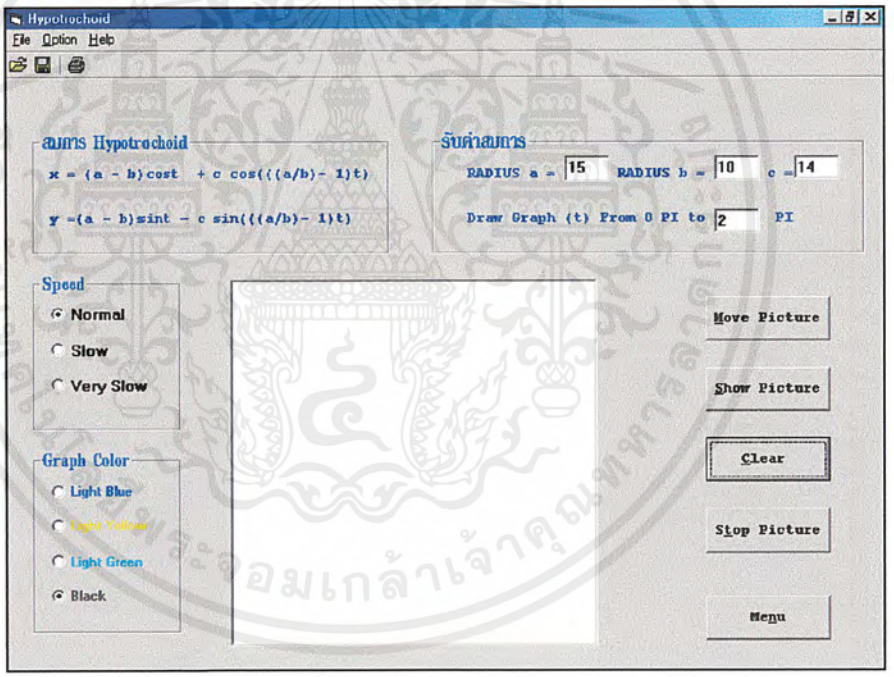
2) เมื่อใส่ค่าสมการเรียบร้อยแล้วจะต้องเลือก "Speed" และ "Color" เพื่อกำหนดการทำงานให้โปรแกรม แล้วกดปุ่ม enter หน้าจอจะพร้อมทำงาน ดังรูปที่ 4.37

3) เลือกปุ่มคำสั่งที่จะให้โปรแกรมทำงาน ซึ่งได้แก่ move picture และ show picture ถ้าผู้ใช้เลือก move picture จะได้เส้นกราฟ ดังรูปที่ 4.38 แต่ถ้าผู้ใช้เลือก show picture จะได้เส้นกราฟ ดังรูปที่ 4.39 ในระหว่างที่มีการทำงานของทั้งสองปุ่ม ถ้าผู้ใช้คลิกปุ่ม stop picture จะทำให้เส้นกราฟหยุดวาด ดังในรูปที่ 4.40 และรูปที่ 4.41 ตามแต่กรณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

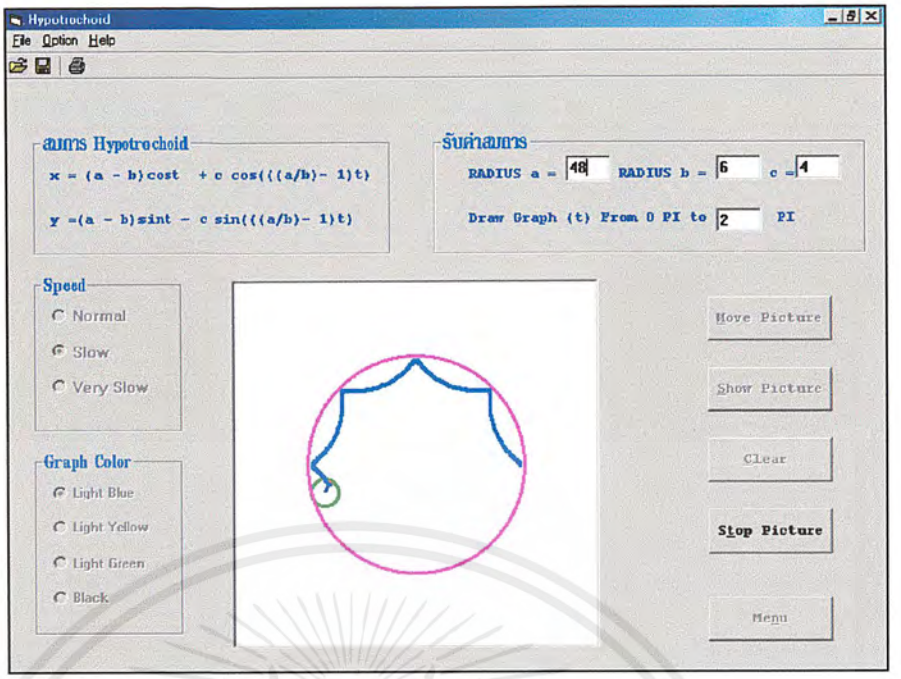


รูปที่ 4.36 แสดงหน้าจอ hypotrochoid

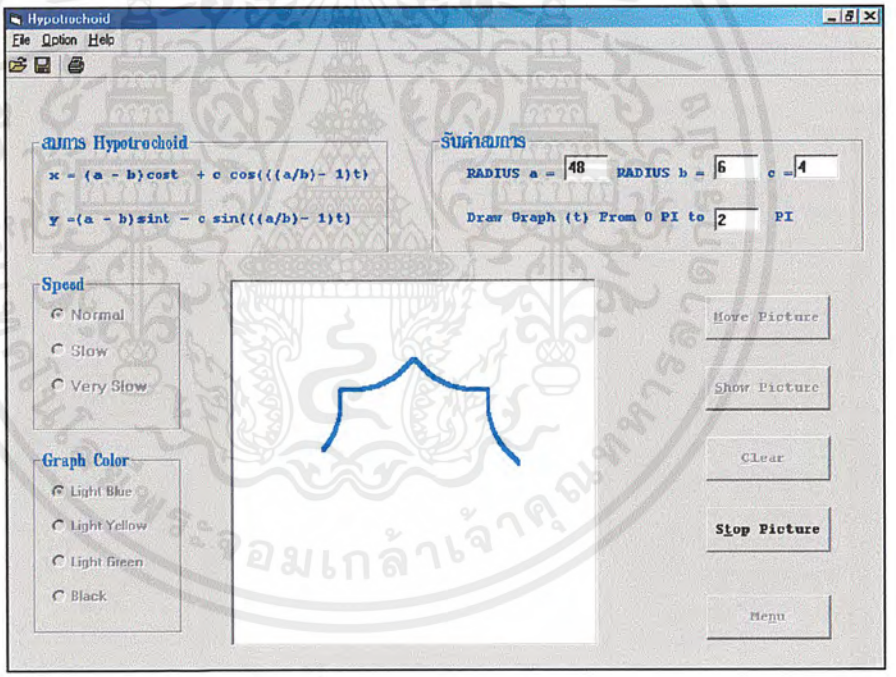


รูปที่ 4.37 แสดงเส้นกราฟ hypotrochoid เมื่อพร้อมทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

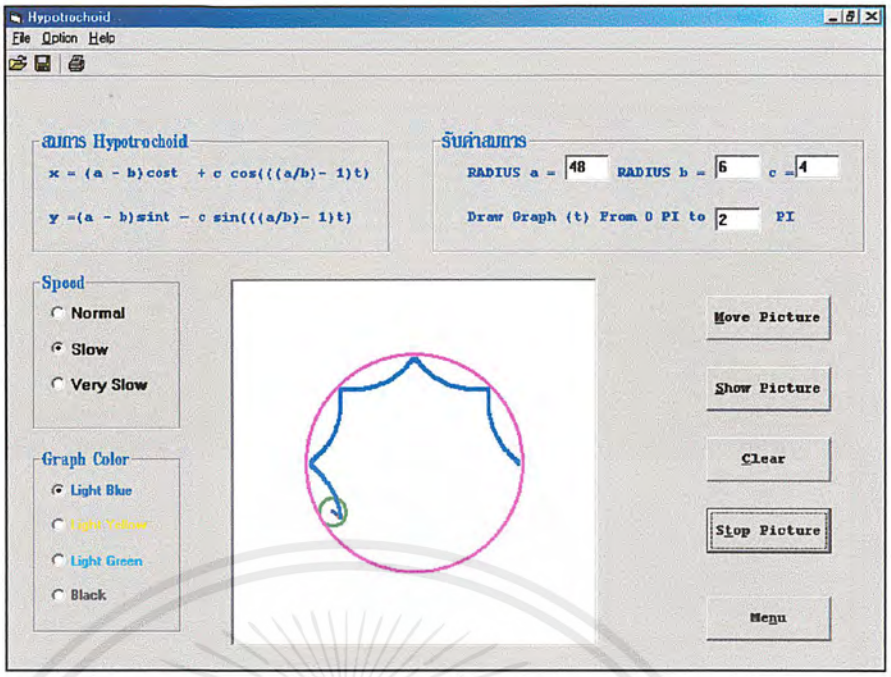


รูปที่ 4.38 แสดงเส้นกราฟ hypotrochoid เมื่อคลิกปุ่ม move picture

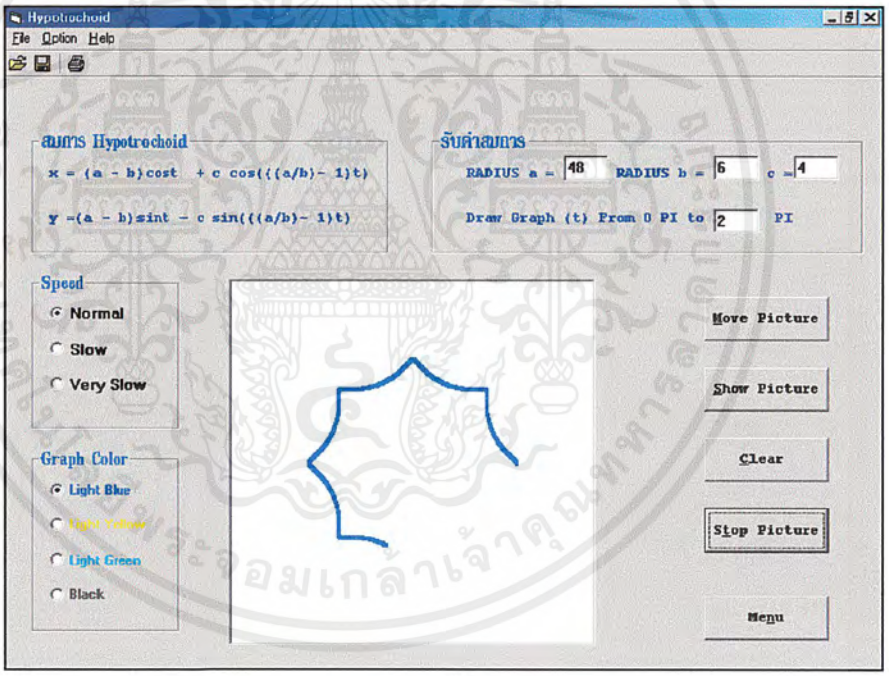


รูปที่ 4.39 แสดงเส้นกราฟ hypotrochoid เมื่อคลิกปุ่ม show picture

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.40 แสดงเส้นกราฟ hypotrochoid แบบ move เมื่อคลิกปุ่ม stop picture



รูปที่ 4.41 แสดงเส้นกราฟ hypotrochoid แบบ show เมื่อคลิกปุ่ม stop picture

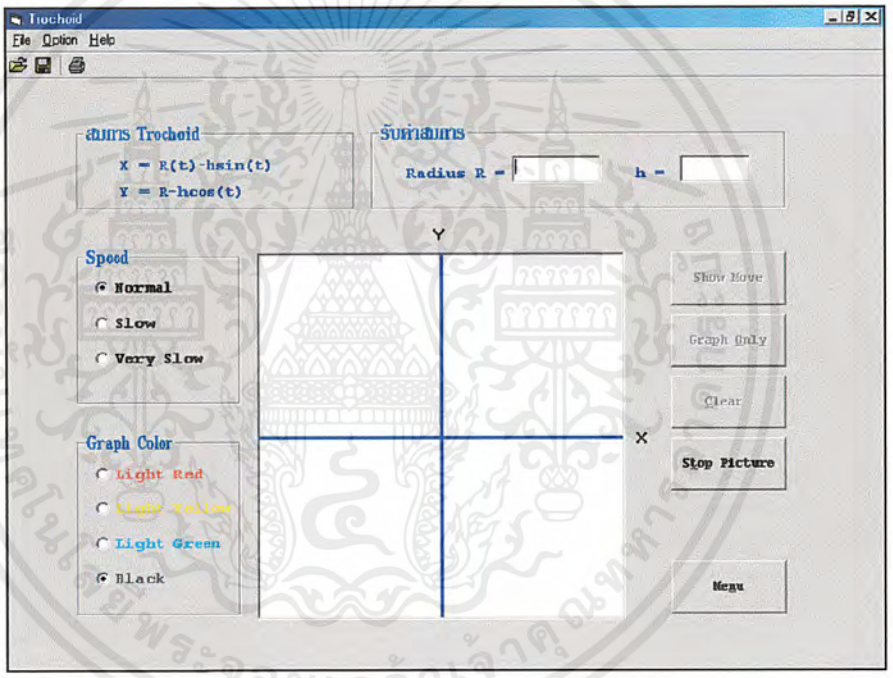
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9 การทำงานในหน้าจอ trochoid หน้าจอมีลักษณะดังรูปที่ 4.42 รายละเอียดการทำงานหลักๆ ของหน้าจอได้อธิบายไว้ในข้อ 4.3 ซึ่งสามารถแบ่งเป็นข้อ ๆ ได้ ดังนี้

1) โปรแกรมจะทำงานได้จำเป็นต้องเติมค่าลงในช่อง "รับค่าสมการ" ให้ครบตามคุณสมบัติของเส้นกราฟ trochoid โดยมีเพียง 2 ค่าที่ต้องใส่เข้าไปคือ รัศมีวงกลมที่จะหมุน (r) และระยะห่างจากวงกลมถึงจุด P (h)

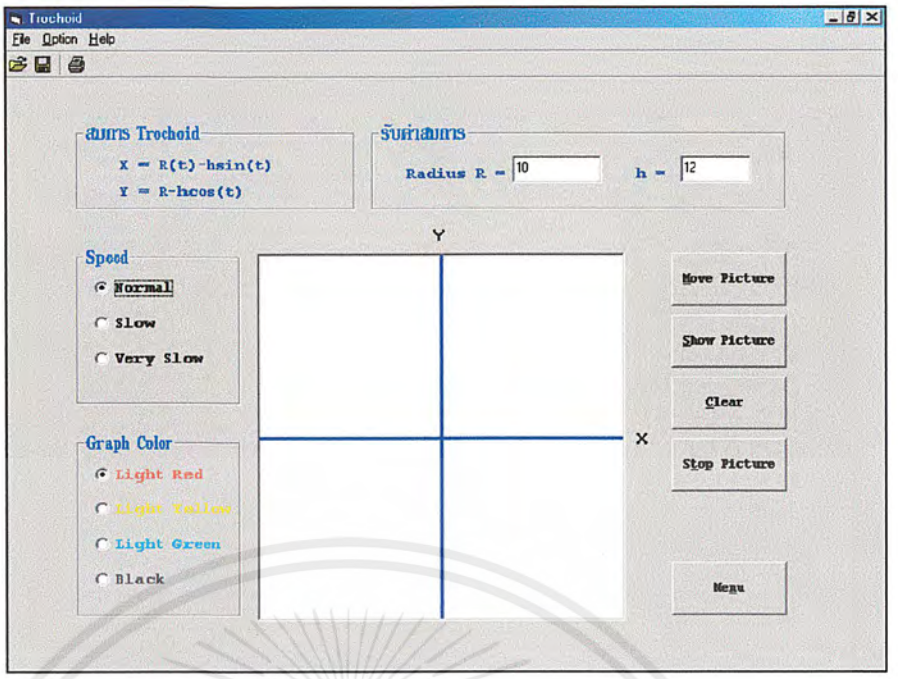
2) เมื่อใส่ค่าสมการเรียบร้อยแล้วจะต้องเลือก "Speed" และ "Color" เพื่อกำหนดการทำงานให้โปรแกรม แล้วกดปุ่ม enter หน้าจอจะพร้อมทำงาน ดังรูปที่ 4.43

3) เลือกปุ่มคำสั่งที่จะให้โปรแกรมทำงาน ซึ่งได้แก่ move picture และ show picture ถ้าผู้ใช้เลือก move picture จะได้เส้นกราฟ ดังรูปที่ 4.44 แต่ถ้าผู้ใช้เลือก show picture จะได้เส้นกราฟ ดังรูปที่ 4.45 ในระหว่างที่มีการทำงานของทั้งสองปุ่ม ถ้าผู้ใช้คลิกปุ่ม stop picture จะทำให้เส้นกราฟหยุดวาด ดังแสดงในรูปที่ 4.46 และ 4.47 ตามแต่กรณี

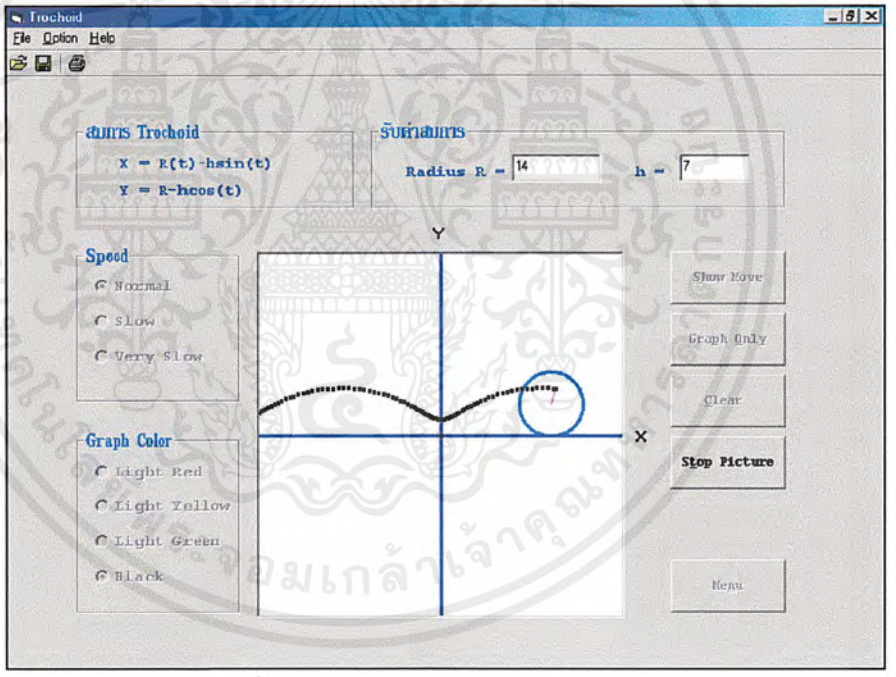


รูปที่ 4.42 แสดงหน้าจอ trochoid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

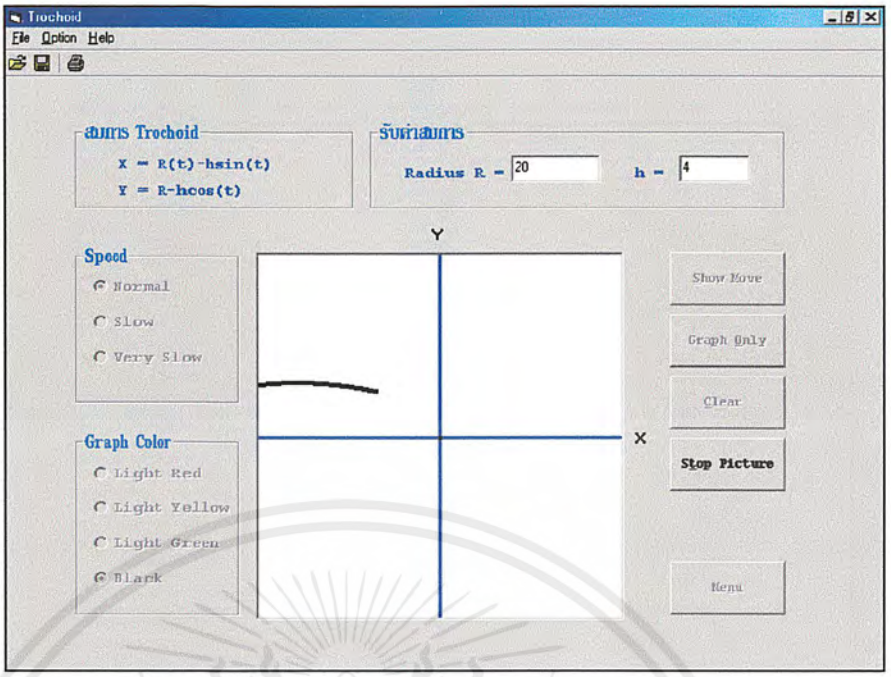


รูปที่ 4.43 แสดงหน้าจอ trochoid เมื่อพร้อมทำงาน

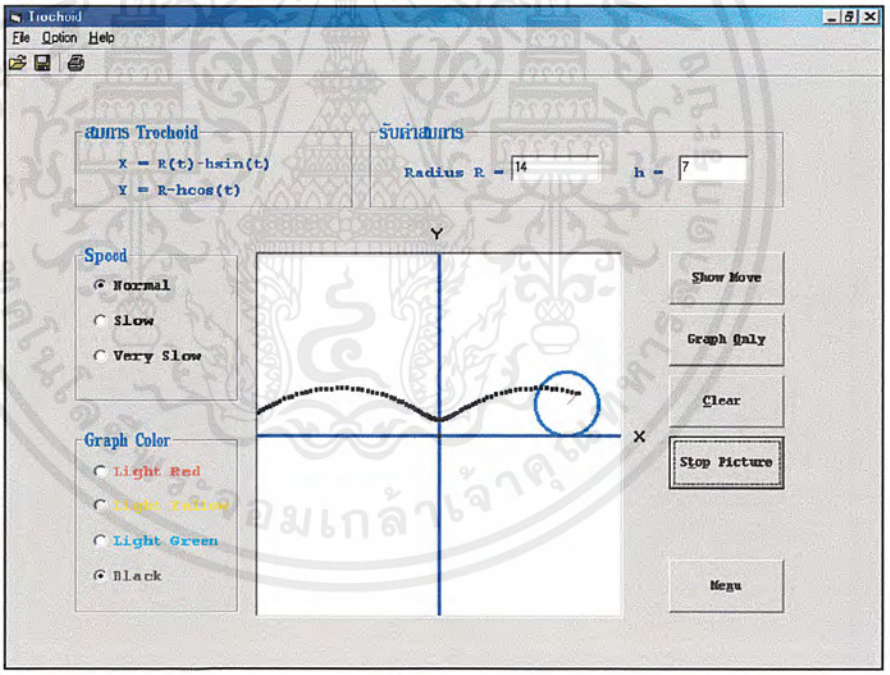


รูปที่ 4.44 แสดงเส้นกราฟ trochoid เมื่อคลิกปุ่ม move picture

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

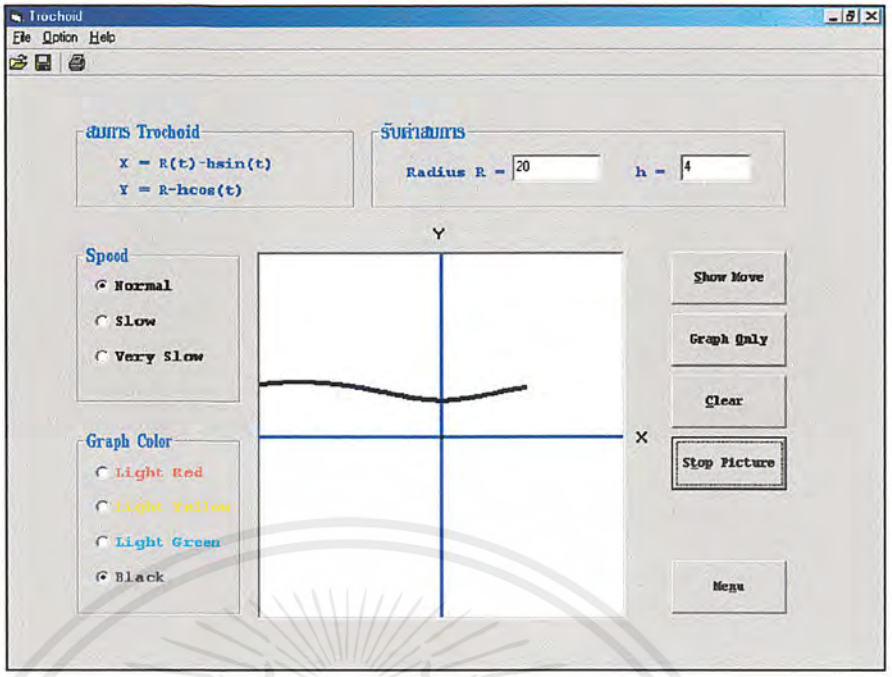


รูปที่ 4.45 แสดงเส้นกราฟ trochoid เมื่อคลิกปุ่ม show picture



รูปที่ 4.46 แสดงเส้นกราฟ trochoid แบบ move เมื่อคลิกปุ่ม stop picture

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.47 แสดงเส้นกราฟ trochoid แบบ show เมื่อคลิกปุ่ม stop picture

4.10 การทำงานในหน้าจอ helix ดังแสดงในรูปที่ 4.48 หน้าจอนี้เป็นหน้าจอวาดเส้นกราฟ 3 มิติ มีการทำงานต่างจากหน้าจออื่นที่แถบเมนูและปุ่มคำสั่ง ในแถบเมนูจะไม่มี เมนู option และในปุ่มคำสั่งจะไม่มี ปุ่ม move picture สามารถแสดงขั้นตอนการทำงาน ออกมาเป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้

1) การใช้แถบเมนู ในหน้าจอ helix จะไม่มี เมนู option ในการจัดการเกี่ยวกับเส้น scale ของแกน x-y แต่สามารถเรียกใช้ได้โดยคลิกที่ปุ่ม “x-y on” “x-z on” และ “y-z on” ตามแต่ความต้องการ นอกจากนี้แล้ว เมนูต่างๆ ที่มีอยู่จะมีการทำงานเหมือนหน้าจออื่น ตามที่ได้อธิบายไว้ในข้อ 4.3.1.2

2) การใช้แถบเครื่องมือ ในหน้าจอ helix จะมีการทำงาน เหมือนในหน้าจอวาดเส้นกราฟ 2 มิติ หน้าจออื่น ซึ่งได้อธิบายไว้ในข้อ 4.3.2

3) การใช้ปุ่มคำสั่ง ในหน้าจอนี้มีปุ่มคำสั่ง 7 ปุ่มคำสั่ง ดังนี้

3.1) ปุ่ม x - y on เป็นปุ่มแสดงเส้น scale ของแกน x และ แกน y ดังแสดงในรูปที่ 4.49

3.2) ปุ่ม x - z on เป็นปุ่มแสดงเส้น scale ของแกน x และ แกน z ดังแสดงในรูปที่ 4.50

3.3) ปุ่ม y - z on เป็นปุ่มแสดงเส้น scale ของแกน y และ แกน z ดังแสดงในรูปที่ 4.51

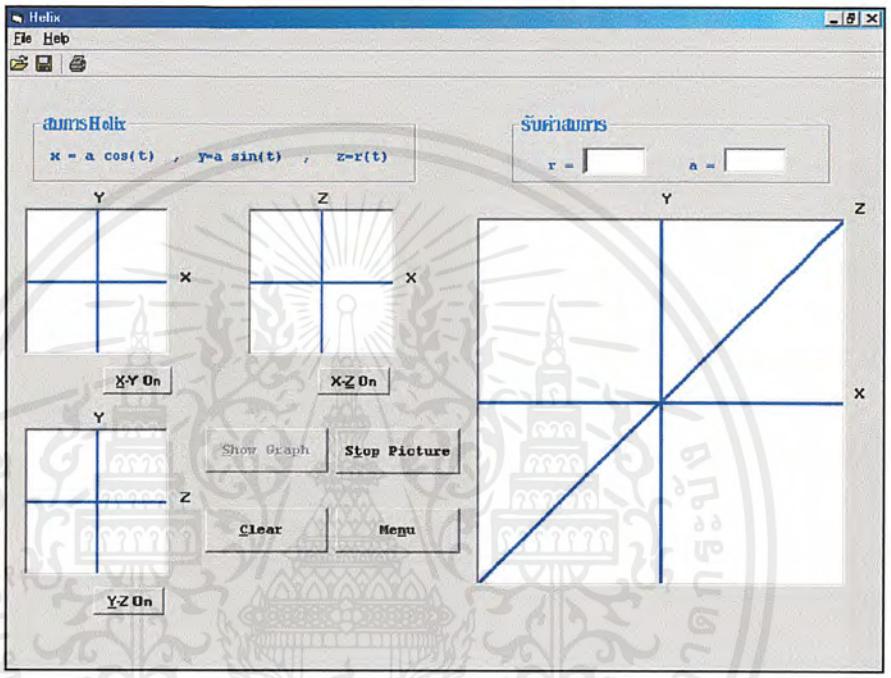
3.4) ปุ่ม clear เป็นปุ่มลบค่าที่มีอยู่ในช่องรับค่าสมการ และเส้นกราฟที่มีอยู่ในช่องแสดงเส้นกราฟทั้ง 4 ช่อง เพื่อเริ่มทำงานใหม่

3.5) ปุ่ม menu เป็นปุ่มสั่งให้โปรแกรมกลับไปทำงานในหน้าจอเมนู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

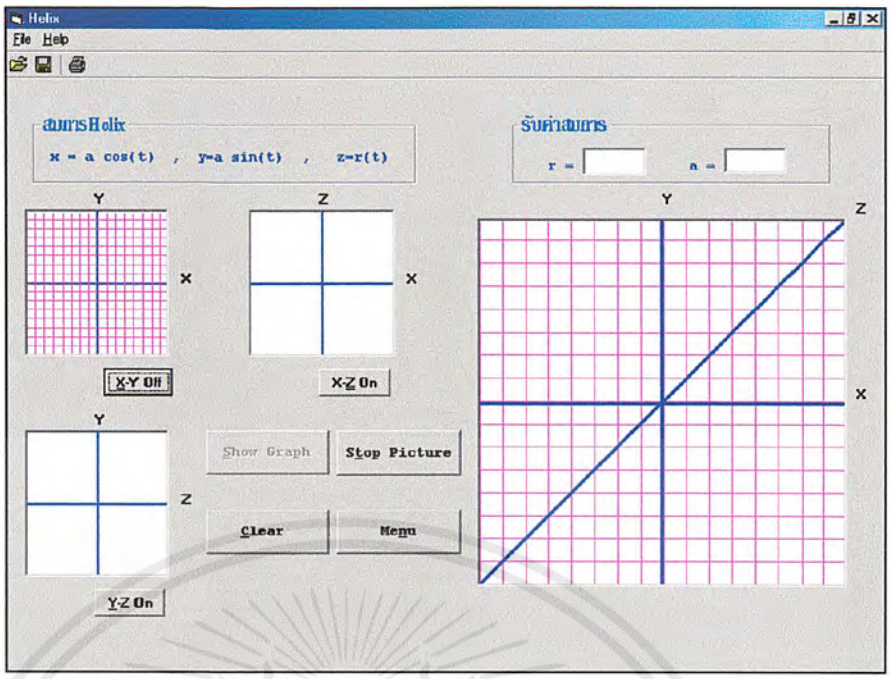
3.6) ปุ่ม show graph เป็นปุ่มสั่งให้โปรแกรมวาดเส้นกราฟในช่องแสดงเส้นกราฟทั้ง 4 ช่อง ปุ่มนี้จะทำงานได้ก็ต่อเมื่อ ผู้ใช้ได้ใส่ค่าลงในช่อง "รับค่าสมการ" ทั้งสอง 2 ค่า คือ ค่ารัศมีการหมุนของ helix และ ค่าช่วงของเส้นกราฟ เรียบร้อยแล้วกด enter หน้าจอจึงจะสามารถวาดเส้นกราฟได้ ดังรูปที่ 4.52 และเมื่อคลิกปุ่มนี้แล้วจะได้เส้นกราฟตามต้องการ ดังรูปที่ 4.53

3.7) ปุ่ม stop picture เป็นปุ่มหยุดการวาดเส้นกราฟทั้งหมดที่กำลังทำงานอยู่ เพื่อกลับไปเริ่มต้นวาดใหม่ ดังรูปที่ 4.54

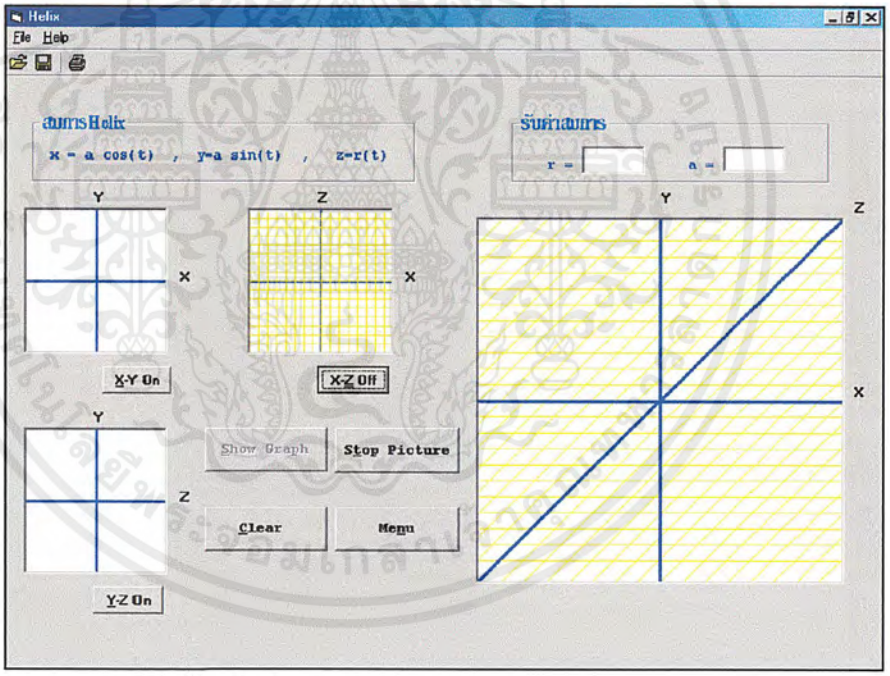


รูปที่ 4.48 แสดงหน้าจอ helix

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

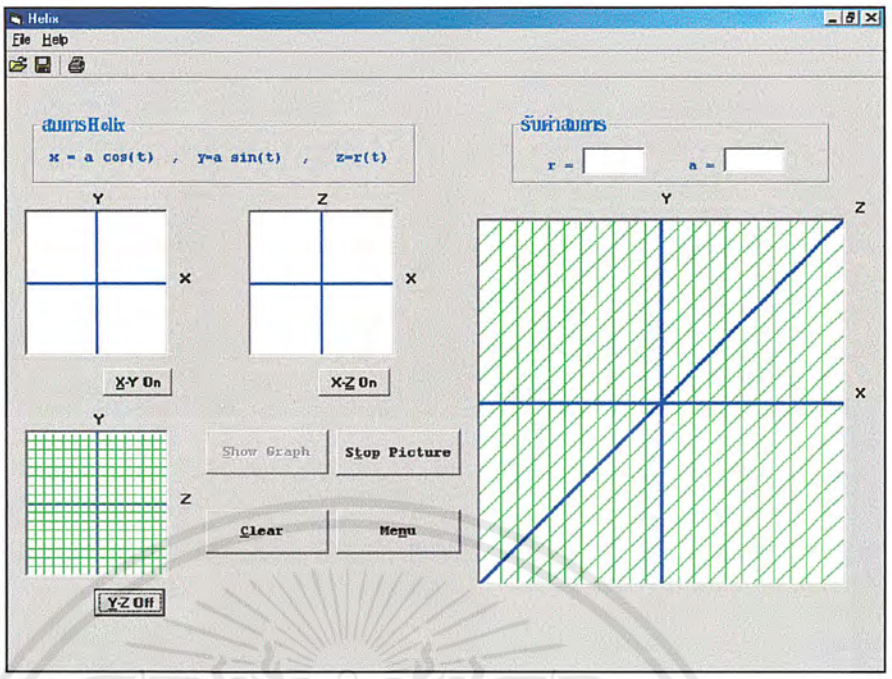


รูปที่ 4.49 แสดงหน้าจอ helix เมื่อคลิกปุ่ม “x - y on”

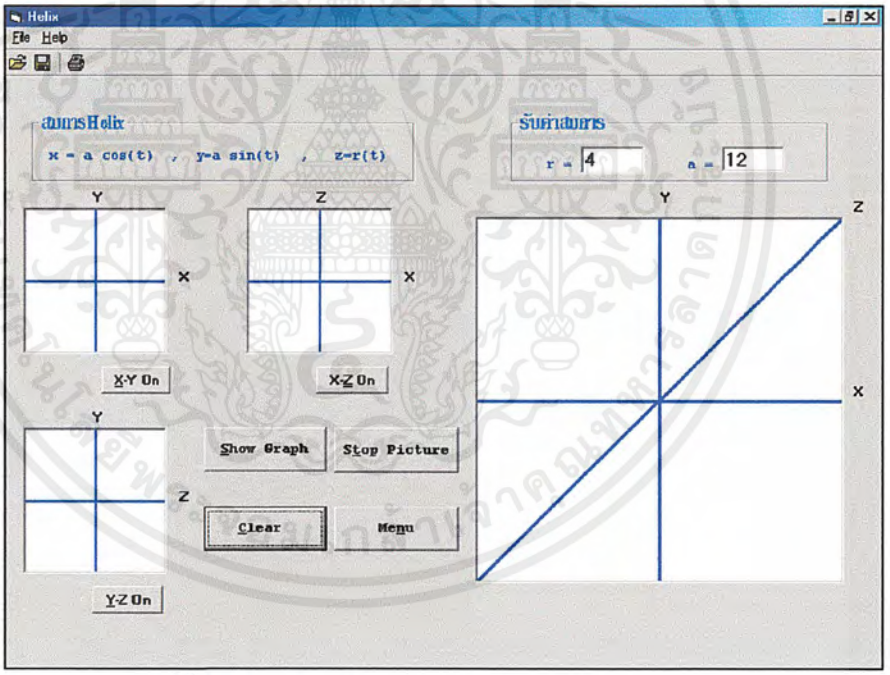


รูปที่ 4.50 แสดงหน้าจอ helix เมื่อคลิกปุ่ม “x - z on”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

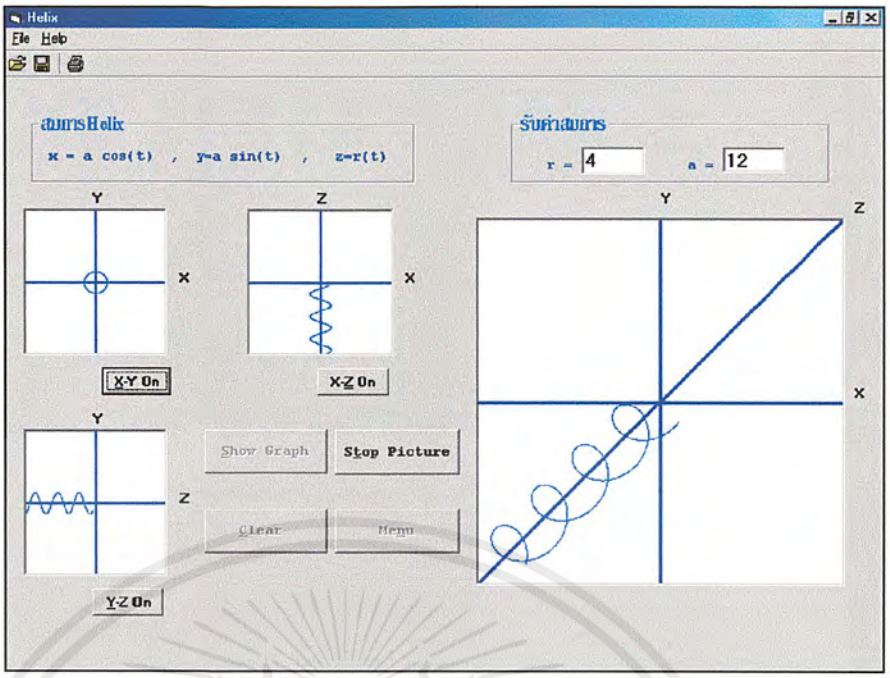


รูปที่ 4.51 แสดงหน้าจอ helix เมื่อคลิกปุ่ม “y - z on”

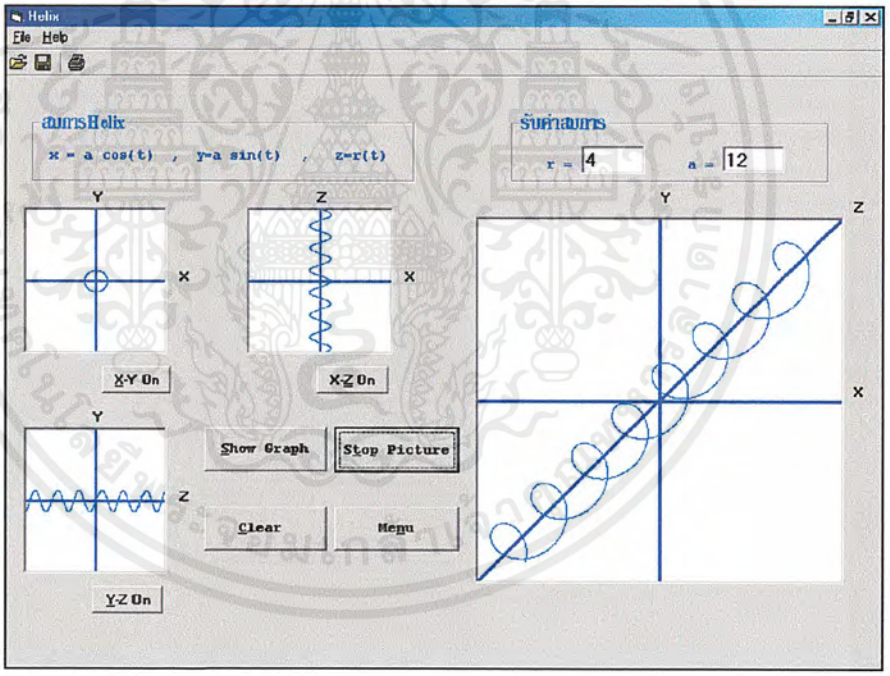


รูปที่ 4.52 แสดงหน้าจอ helix เมื่อพร้อมทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.53 แสดงเส้นกราฟ helix เมื่อคลิกปุ่ม show graph



รูปที่ 4.54 แสดงเส้นกราฟ helix เมื่อคลิกปุ่ม stop picture

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 ความสามารถของปัญหาพิเศษ

1. ผู้ใช้สามารถเรียนรู้หลักพื้น

2. ผู้ใช้สามารถทดลองวาดกราฟในรูปแบบต่างๆ ได้โดยสามารถกำหนดค่าต่างๆ ด้วยตนเอง

3. ผู้ใช้สามารถเก็บข้อมูลลักษณะของกราฟและสมการต่าง ๆ ที่ ได้วาดมาแล้วไว้ในฐานข้อมูลเพื่อความสะดวกในการจัดเก็บและเรียกดูข้อมูลในภายหลัง

5.2 ข้อจำกัดของโปรแกรมเขียนเส้นกราฟพิเศษในปริภูมิ (Spc1.0)

1. ค่าของสมการหรือรัศมีของวงกลม หากมากเกินขนาดของกรอบรูป(Picture Box) จะไม่สามารถมองเห็นได้ ถึงแม้ว่าโปรแกรมจะสามารถวาดกราฟนั้นๆ ได้ก็ตาม โดยที่ขนาดของกรอบรูป(Picture Box) คือ 800×800 พิกเซล จึงทำให้ผู้ใช้ไม่สามารถมองเห็นกราฟได้ทั้งหมดและพิมพ์ภาพที่ไม่สมบูรณ์บนกระดาษ

2.ไม่สามารถหาความเร็วที่เหมาะสมที่สุดในการวาดกราฟแต่ละชนิดได้

3. ความเร็วของการวาดกราฟขึ้นอยู่กับความเร็วและประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ เช่น ความเร็วของหน่วยประมวลผลกลาง, ขนาดของหน่วยความจำ, ความเร็วของเมนบอร์ด เป็นต้น

4. หากภาพที่ถูกวาดเร็วเกินไปจะเกิดรอยเส้นเล็กๆ ทำให้ภาพไม่สวยงาม

5. หากหน่วยประมวลผลกลางมีความเร็วมากเกินไปอาจเกิด Run-time error ได้ในบางครั้ง

6. หากมีการลบแฟ้มภาพที่ถูกเก็บในฐานข้อมูลโดยมิได้ตั้งใจ แฟ้มภาพนั้นก็จะสูญหายทันทีและไม่มีการปรับปรุงข้อมูลในฐานข้อมูลแบบทันทีทันใด แต่สามารถตรวจสอบได้เมื่อมีการเรียกใช้แฟ้มภาพนั้น ดังนั้น หากไม่มีการเรียกแฟ้มภาพที่ถูกลบทิ้งจะทำให้ฐานข้อมูลมีขนาดใหญ่ขึ้น

7. โปรแกรมไม่สามารถทำเป็นแพ็กเกจเพื่อติดตั้งได้

8. เนื่องจากโปรแกรมนี้เน้นกราฟลักษณะพิเศษใน 2 มิติ เพราะฉะนั้น หากมีเวลาเพียงพอควรจะนำเสนอกราฟ 3 มิติในลักษณะแปลกๆ อื่นๆ บ้าง

9. ปุ่ม gridon ในกราฟ 2 มิติ และปุ่ม X-Y on, Y-Z on, X-Z on ในกราฟ Helix จะสร้างเส้นตารางทับเส้นกราฟ หากนำตารางนี้ออกจะทำให้เส้นกราฟขาดหายเนื่องจากเป็นการวาดทับบนรูป หากต้องการดูภาพที่สมบูรณ์ต้องสร้างเส้นกราฟทับอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นยังมีบกพร่องเล็กน้อยในข้อบกพร่องในข้อที่ 1 ของหัวข้อที่ผ่านมา ในกรณีที่ภาพอยู่นอก Picture Box ควรจะสามารถย่อขยายภาพได้

2.ข้อบกพร่องในข้อที่ 4 ของหัวข้อที่ผ่านมา ไม่ควรจะให้เกิดรอยเส้นเล็กๆ ขึ้นไม่ว่าจะเป็นกรณีใดๆ

3. ข้อบกพร่องในข้อที่ 9 ของหัวข้อที่ผ่านมา ควรจะทำให้เส้นตารางไม่ทับกับเส้นเดิมหรือมีลักษณะเป็นเลเยอร์สองชั้นซ้อนกัน

4. หากมีการพัฒนาโปรแกรมต่อไป ควรจะมีกราฟ 3 มิติลักษณะพิเศษอื่นๆ เพิ่มขึ้นเพื่อความน่าสนใจ และก่อให้เกิดแรงจูงใจในการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์แก่บุคคลทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ธาริน สิทธิธรรมชารี. 2543. **คู่มือการเขียนโปรแกรม Microsoft Visual Basic Version 6.0 ฉบับเพื่อการใช้งานจริง.** กรุงเทพฯ: ซัคเซสมีเดีย.

ธาริน สิทธิธรรมชารี และคณะ. 2543. **Advanced Visual Basic Version 6.0 : ฉบับเพื่อการใช้งานจริง.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: ซัคเซสมีเดีย.

สมพร จิวรสกุล. 2543. **คู่มือการติดตั้งและใช้งาน SQL Server7.0 ฉบับสมบูรณ์.** กรุงเทพฯ: อินโฟเพรส.

Adam. Lee. 1993. **Visual Basic animation graphic programming.** Blue Rige Summit,PA: Winderest-McGraw-Hill.

Denny Gulick and Robert Ellis. 1997. **Calculus with Analytic Geometry.** U.S.A.: Saunders Colledge Publishing.

Http://www.-history.msc.st-andrews.ac.uk/history/Curves/Curves.html.

Http://www.xahlee.org/SpecialPlaneCurves_dis/specialPlaneCurves.html.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้