



โครงการ

การเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ชื่อโครงการ ระบบจำลองการสร้างลายโครเชต์

Crochet Pattern Generation and Simulation System

ชื่อนิสิต นายณัฐวัตร ศิริประทุม 6033512123

ภาควิชา คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์
สาขาวิชา คณิตศาสตร์

ปีการศึกษา 2563

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระบบจำลองการสร้างลายโครเซต

นายณัฐวัตร ศิริประทุม

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CROCHET PATTERN GENERATION AND SIMULATION SYSTEM

Nattawat Siripratum

A Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Bachelor of Science Program in Mathematics

Department of Mathematics and Computer Science

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2020

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อโครงการ ระบบจำลองการสร้างลายโครเซต

โดย นายณัฐวัตร ศิริประทุม

สาขาวิชา คณิตศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ อาจารย์ ดร.ทรรพณ์ ปณิธานะรักษ์

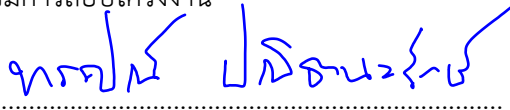
ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อนุมัติให้นับโครงการฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบัณฑิต ในรายวิชา
2301499 โครงการวิทยาศาสตร์ (Senior Project)



.....
(ศาสตราจารย์ ดร. กฤษณะ เนียมมณี)

หัวหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์
และวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะกรรมการสอบโครงการ



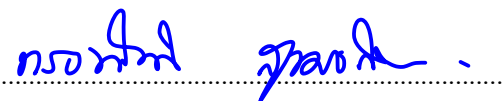
.....
(อาจารย์ ดร.ทรรพณ์ ปณิธานะรักษ์)

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ



.....
(ศาสตราจารย์ ดร. ไพศาล นาคมหาชลาลินธุ์)

กรรมการ



.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. ทรงเกียรติ สุขเมธกิจการ)

กรรมการ

นายณัฐวัตร ศิริประทุม: ระบบจำลองการสร้างลายโครเชต์. (CROCHET PATTERN GENERATION AND SIMULATION SYSTEM) อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ: อาจารย์ ดร.ทรรพณ์ ปณิธานะรักษ์, 52 หน้า.

ผังลายโครเชต์มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการถักโครเชต์ ในปัจจุบันวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการบันทึกผังลายโครเชต์ คือ การเขียนด้วยมนุษย์และการใช้โปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ ในการบันทึกลายโครเชต์เพื่อสร้างผังลายโครเชต์จะใช้เพียงรูปภาพซึ่งประกอบด้วยสัญลักษณ์ต่าง ๆ แต่อาจมีความผิดพลาดได้ ผู้จัดทำจึงอยากใช้วิธีที่สามารถบันทึกผังลายได้ชัดเจน และสะดวกยิ่งขึ้น โดยใช้สายอักขระของตัวอักษรภาษาอังกฤษแทนสัญลักษณ์ของโครเชต์ และแปลงผลลัพธ์ของสายอักขระเป็นรูปภาพของผังลายโครเชต์เพื่อใช้งานต่อไป จึงเป็นที่มาของโครงการนี้

ภาควิชา.....คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์.....ลายมือชื่อนิสิต.....**ณัฐวัตร ศิริประทุม**

สาขาวิชา.....คณิตศาสตร์.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ.....**ทรรพณ์ ปณิธานะรักษ์**


ปีการศึกษา.....2563.....

6033512123: MAJOR MATHEMATICS

KEYWORDS: DIAGRAM / SIMULATION / GENERATION

NATTAWAT SIRIPRATUM: CROCHET PATTERN GENERATION AND SIMULATION SYSTEM. ADVISOR: THAP PANITANARAK, Ph.D., 52 pp.

Crochet patterns are very important for knitting. Nowadays, the most popular way to record crochet patterns is drawing with humans or using computer programs. When recording a crochet pattern to create a crochet diagram, only images that contain symbols are used, but errors may occur. We wanted to use a method that could more clearly and conveniently record the pattern drawing by using a string of English characters instead of the crochet symbols. Moreover, it changes the string to an image of the crochet chart for further use. The aforementioned reason is the origin of this project.

Department:.....Mathematics and Computer Science.....Student's Signature 
Field of Study:.....Mathematics.....Advisor's Signature 

Academic Year:.....2020.....

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงการระบบจำลองการสร้างลายโครเซตสามารถสำเร็จลุล่วงและสมบูรณ์แบบ
เนื่องจากได้รับการสนับสนุน การอนุเคราะห์ และการช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่าน

ขอขอบพระคุณ คุณครูนริศรา อองละอ อธิการิณี ที่กรุณาให้คำปรึกษาและสอนการถักโครเซตขั้น
พื้นฐาน ตลอดจนแนะนำการสร้างลายโครเซตในรูปแบบที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น พร้อมทั้งให้คำแนะนำ
และแก้ไขข้อผิดพลาดในการถักลายโครเซต

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ทรรพณ์ ปณิธานะรักษ์ ที่ได้สละเวลาอันมีค่า เพื่อให้คำปรึกษา
และแนะนำมาโดยตลอด รวมถึงตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น พร้อมเสนอแนะแนวทางในการ
แก้ไขด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการคุมสอบทั้ง 2 ท่าน ได้แก่ ศาสตราจารย์ ดร. ไพศาล
นาคมหาชลาสินธุ์ และรองศาสตราจารย์ ดร. ทรงเกียรติ สุเมธกิจการ ที่ให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะ
ต่อการทำโครงการ จนทำให้โครงการฉบับนี้มีความสมบูรณ์และครอบคลุมมากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จินดิษฐ์ ละออปักษิณ ที่ได้สละเวลาอันมีค่าในการให้
ข้อมูลและแนะนำแนวทางในการจัดทำรูปแบบโครงการ ตลอดจนรายละเอียดต่าง ๆ ที่พียงมีในโครงการ

ขอขอบคุณเพื่อนทุกคน ที่ได้ให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางในการแก้ไขปัญหา นอกจากนี้ยัง
คอยรับฟังและให้กำลังใจอย่างดีเสมอมา

ท้ายที่สุดนี้ขอขอบคุณความกรุณาอันดียิ่งทั้งจากท่านที่กล่าวนามไว้ข้างต้น และบุคคลท่านอื่น
ที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ด้วย สำหรับการช่วยเหลือและคำแนะนำต่าง ๆ ที่ช่วยให้โครงการนี้ประสบ
ผลสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ที่มีความสมบูรณ์และครบถ้วนของเนื้อหา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและเหตุผล.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1
1.3 ขอบเขตโครงการ.....	1
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.6 รายงานโดยสังเขป.....	3
บทที่ 2 ความรู้พื้นฐานและสัญลักษณ์ของลายโครเซต.....	4
2.1 ไวยกรณ์.....	4
2.2 ระบบพาราเมทริกซ์ L.....	6
2.3 โครเซต.....	8
บทที่ 3 ระบบจำลองการสร้างผังลายโครเซต.....	14
3.1 การแปลงลายโครเซตให้เป็นสายอักขระ.....	16

	หน้า
3.2 การแปลงสายอักขระโครเซตให้เป็นผังลายโครเซต.....	18
3.3 การแปลงสายอักขระเป็นกฎของการสร้างลายโครเซต.....	20
3.4 การสร้างผังลายโครเซตจากสายอักขระและกฎของการสร้างลายโครเซต.....	23
3.5 การออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้.....	24
3.6 ภาษาที่ใช้พัฒนาโปรแกรม.....	27
3.7 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง.....	27
บทที่ 4 ผลการทดสอบโปรแกรม.....	28
4.1 ผลที่ได้รับจากการศึกษา.....	28
4.2 ตัวอย่างผังลายโครเซต.....	28
บทที่ 5 ปัญหาอุปสรรคในการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ.....	34
5.1 บทสรุป.....	34
5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน.....	34
5.3 แนวทางในการแก้ไขปัญหา.....	34
5.4 ข้อเสนอแนะ.....	34
เอกสารอ้างอิง.....	35
ภาคผนวก แบบเสนอหัวข้อโครงการ รายวิชา 2301399 Project Proposal.....	37
ประวัติผู้เขียน.....	40

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1	ขั้นตอนการดำเนินงาน..... 2
ตารางที่ 2.1	สายอักขระที่ได้จากตัวอย่างที่ 2.1..... 5
ตารางที่ 2.2	สายอักขระที่ได้จากตัวอย่างที่ 2.2..... 5
ตารางที่ 2.3	สายอักขระที่ได้จากตัวอย่างที่ 2.3..... 6
ตารางที่ 2.4	สายอักขระที่ได้จากตัวอย่างที่ 2.4..... 7
ตารางที่ 2.5	สายอักขระที่ได้จากตัวอย่างที่ 2.5..... 7
ตารางที่ 2.6	สัญลักษณ์โครเชต์พื้นฐาน..... 8
ตารางที่ 2.7	แสดงสัญลักษณ์เริ่มต้นและสิ้นสุดของแต่ละแถวจากภาพที่ 2.8..... 11
ตารางที่ 2.8	แสดงสัญลักษณ์เริ่มต้นและสิ้นสุดของแต่ละแถวจากภาพที่ 2.9..... 12
ตารางที่ 3.1	แสดงความแตกต่างของสายอักขระลายโครเชต์เมื่อลำดับของกฎต่างกัน..... 15
ตารางที่ 3.2	แสดงสายอักขระของผังลายโครเชต์จากตัวอย่างที่ 3.2..... 16
ตารางที่ 3.3	สายอักขระของผังลายโครเชต์จากภาพที่ 3.1..... 17
ตารางที่ 3.4	สายอักขระของผังลายโครเชต์จากภาพที่ 3.2..... 17
ตารางที่ 3.5	แสดงสายอักขระในแต่ละแถวจากตัวอย่างที่ 3.3..... 19
ตารางที่ 3.6	แสดงการเปลี่ยนแปลงของสายอักขระแต่ละแถวจากตัวอย่างที่ 3.4..... 20
ตารางที่ 3.7	แสดงการเปลี่ยนแปลงของสายอักขระแต่ละแถวจากตัวอย่างที่ 3.5..... 20
ตารางที่ 3.8	แสดงสายอักขระในแต่ละแถวของลายโครเชต์จากตัวอย่างที่ 3.6..... 21
ตารางที่ 3.9	แสดงการเปลี่ยนแปลงของสายอักขระแต่ละแถวจากตัวอย่างที่ 3.6..... 21
ตารางที่ 4.1	แสดงสายอักขระในแต่ละแถวของลายโครเชต์จากภาพที่ 4.1..... 28

	หน้า
ตารางที่ 4.2 แสดงสายอักขระในแต่ละแถวของลายโครเซตจากภาพที่ 4.4.....	30
ตารางที่ 4.3 ตัวอย่างผังลายโครเซตเพิ่มเติมที่ใช้โปรแกรม.....	32

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 ระบบพาราเมทริกซ์ L รอบที่ 0.....	7
ภาพที่ 2.2 ระบบพาราเมทริกซ์ L รอบที่ 1.....	7
ภาพที่ 2.3 ระบบพาราเมทริกซ์ L รอบที่ 2.....	7
ภาพที่ 2.4 ระบบพาราเมทริกซ์ L รอบที่ 3.....	7
ภาพที่ 2.5 ผังลายโครเซตแบบพลิกกลับ.....	9
ภาพที่ 2.6 ผังลายโครเซตแบบกั้นหอย.....	10
ภาพที่ 2.7 ผังลายโครเซตแบบวงกลม.....	10
ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างลายโครเซตที่ประกอบด้วยโซ่เริ่มต้นแถว.....	11
ภาพที่ 2.9 ตัวอย่างลายโครเซตที่ไม่มีโซ่เริ่มต้นแถว.....	12
ภาพที่ 2.10 ตัวอย่างรายละเอียดผังลายโครเซต.....	13
ภาพที่ 3.1 ตัวอย่างลายโครเซต 1.....	16
ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างลายโครเซต 2.....	17
ภาพที่ 3.3 แสดงขั้นตอนการแปลงสายอักขระให้เป็นผังลายโครเซต.....	18
ภาพที่ 3.4 แสดงการเลื่อนตำแหน่งของวัตถุ.....	18
ภาพที่ 3.5 แสดงการแปลงสายอักขระให้เป็นผังลายโครเซต.....	19
ภาพที่ 3.6 แสดงผังลายโครเซต.....	22
ภาพที่ 3.7 ผังงานการพัฒนาโปรแกรม.....	23
ภาพที่ 3.9 แสดงการออกแบบหน้าหลักในการกรอกจำนวนลงในช่องว่าง.....	24
ภาพที่ 3.10 แสดงการออกแบบหน้าจอในการกรอกกฎของการสร้างลายโครเซต.....	25

ภาพที่ 3.11	แสดงการออกแบบหน้าจอบนการกรอกสายอักขระในการสร้างลายโครเซต.....	26
ภาพที่ 3.12	แสดงผลลัพธ์ลายโครเซตที่ได้.....	26
ภาพที่ 4.1	ตัวอย่างลายโครเซต 3.....	28
ภาพที่ 4.2	แสดงหน้าจกรอกสายอักขระลายโครเซตในภาพที่ 4.1.....	29
ภาพที่ 4.3	แสดงผังลายโครเซตจากโปรแกรม 1.....	29
ภาพที่ 4.4	ตัวอย่างลายโครเซต 4.....	30
ภาพที่ 4.5	แสดงหน้าจกรอกสายอักขระลายโครเซตในภาพที่ 4.4.....	31
ภาพที่ 4.6	แสดงผังลายโครเซตจากโปรแกรม 2.....	31
ภาพที่ 4.7	แสดงผังลายโครเซตจากโปรแกรม 3.....	32
ภาพที่ 4.8	แสดงผังลายโครเซตจากโปรแกรม 4.....	32
ภาพที่ 4.9	แสดงผังลายโครเซตจากโปรแกรม 5.....	32
ภาพที่ 4.10	แสดงผังลายโครเซตจากโปรแกรม 6.....	33
ภาพที่ 4.11	แสดงผังลายโครเซตจากโปรแกรม 7.....	33
ภาพที่ 4.12	แสดงผังลายโครเซตจากโปรแกรม 8.....	33

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและเหตุผล

ปัจจุบันผังลายโครเชต์ (crochet pattern diagram) มีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการถักโครเชต์ เนื่องจากผังลายโครเชต์นั้นจะมีรายละเอียดของการถัก นอกจากช่วยให้ลายถักโครเชต์มีรูปแบบเดียวกันแล้ว ยังสามารถช่วยลดข้อผิดพลาดในการถักได้ ทั้งนี้ผังลายโครเชต์ที่เกิดจากการวาดด้วยมือของมนุษย์มักเกิด ความคลาดเคลื่อนในการวาดได้ เช่น ผู้วาดผังลายโครเชต์ไม่ตรงกับลายโครเชต์จริง รวมไปถึงการวาดผังลายโครเชต์ที่มีขนาดใหญ่ขึ้น และมีความซับซ้อนของลายมากขึ้นก็ยิ่งทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการถักลายโครเชต์มากขึ้นด้วย

ที่ผ่านมาได้มีการศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างทางเรขาคณิตของการถักโครเชต์ [1] และการถักลายโครเชต์ที่มีลักษณะที่ไม่สมมาตร [2] โดยมุ่งเน้นการศึกษาไปที่รูปทรงทางเรขาคณิตและลักษณะของลายโครเชต์ ซึ่งยังไม่มีการค้นพบงานวิจัยใดที่ศึกษาเฉพาะในส่วนของการสร้างผังลายโครเชต์ โครงการนี้จึงเกิดขึ้นเพื่อศึกษาผังลายโครเชต์ โดยมีสองขั้นตอนที่ต่อเนื่องกัน คือ การแปลงลายโครเชต์ให้เป็นสายอักขระหรือกฎของการสร้างลายโครเชต์ และการสร้างผังลายโครเชต์จากสายอักขระหรือกฎของการสร้างลายโครเชต์

ในการสร้างผังลายโครเชต์จากกฎของการสร้างลายโครเชต์นั้น เพื่อความสะดวกและลดความผิดพลาดในการวาดลายโครเชต์ โครงการนี้จึงเน้นศึกษารูปแบบ (pattern) ของการสร้างลายโครเชต์ (crochet pattern generation) โดยใช้ความสัมพันธ์เวียนบังเกิด (recurrence relations) จากกฎของการสร้างลายโครเชต์ และนำไปเขียนโปรแกรมเพื่อใช้สร้างผังลายโครเชต์ เพื่อจำลองระบบสร้างลายโครเชต์ (simulation system) จากกฎของการสร้างลายโครเชต์ที่ได้

ดังนั้น ผู้จัดทำจึงมีความคิดที่จะสร้างโปรแกรมออกแบบผังลายโครเชต์ เพื่ออำนวยความสะดวกต่อผู้วาดลายโครเชต์ และลดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากความผิดพลาดของมนุษย์ (human error) ในการสร้างผังลายโครเชต์ ในส่วนของโปรแกรมถูกสร้างขึ้นไว้เพื่อแปลงสายอักขระหรือกฎของการสร้างลายโครเชต์ให้เป็นรูปภาพ (image) ของผังลายโครเชต์ได้

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษารูปแบบและพัฒนาโปรแกรมสร้างผังลายโครเชต์จากสายอักขระ และกฎของการสร้างลายโครเชต์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์แปลงเป็นรูปภาพ เพื่อลดความผิดพลาดในการสร้างลายโครเชต์จากมนุษย์ สำหรับผู้ที่มิพื้นฐานการถักโครเชต์มาแล้ว

1.3 ขอบเขตโครงการ

1. ศึกษารูปแบบลายโครเชต์ที่มีจุดเริ่มต้นและลายมีรูปเป็นวงกลม

2. พัฒนาโปรแกรมโดยใช้ภาษาไพธอน (Python)
3. โปรแกรมที่พัฒนาแสดงผลเป็นภาษาอังกฤษเท่านั้น
4. โปรแกรมทำงานได้เฉพาะระบบปฏิบัติการวินโดวส์

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาและค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างผังลายโครเซต
2. นำเสนอ Project Proposal
3. ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของกรรมการ และเพิ่มเติมส่วนที่คาดว่าจะเป็นไปได้
4. พัฒนาโปรแกรมเพื่อทดลองใช้จริง
5. ทดสอบโปรแกรม และแก้ไขข้อผิดพลาด
6. สรุปผลการดำเนินงาน และจัดทำเอกสาร

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน		เดือน/ ปีการศึกษา 2563								
		ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1	ศึกษาและค้นหาข้อมูล									
2	นำเสนอ Project Proposal									
3	ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของกรรมการ									
4	พัฒนาโปรแกรมเพื่อทดลองใช้จริง									
5	ทดสอบโปรแกรม และแก้ไขข้อผิดพลาด									
6	สรุปผลการดำเนินงาน และจัดทำเอกสาร									

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ต่อผู้พัฒนา

1.1 มีความเข้าใจเกี่ยวกับการสร้างลายโครเซตมากยิ่งขึ้น

1.2 ฝึกฝนและพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Python

1.3 พัฒนาการคิดวิเคราะห์และวางแผนอย่างเป็นขั้นตอน

2. ต่อผู้ใช้

2.1 สามารถอ่านลายโครเซตจากการสร้างขึ้นโดยคอมพิวเตอร์ได้ง่ายขึ้น

2.2 ลดข้อผิดพลาดในการวาดผังลายโครเซตเมื่อลายมีขนาดใหญ่หรือความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

2.3 สะดวกต่อการใช้งานและเข้าใจง่าย

2.4 ประหยัดเวลาในการสร้างผังลายโครเซต

1.6 รายงานโดยสังเขป

บทที่ 2 จะกล่าวถึงองค์ความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้อง และสัญลักษณ์ของลายโครเซตที่ใช้ในโครงการนี้ ในบทที่ 3 จะกล่าวถึงการแปลงลายโครเซตให้เป็นสายอักขระหรือกฎของการสร้างลายโครเซต รวมไปถึงการออกแบบโปรแกรม และการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ ส่วนของบทที่ 4 จะกล่าวถึงผลที่ได้รับ และตัวอย่างการใช้งานโปรแกรม และบทที่ 5 จะกล่าวถึงบทสรุป ปัญหาและอุปสรรคที่พบระหว่างทำโครงการ และข้อเสนอแนะของโครงการ

บทที่ 2

ความรู้พื้นฐานและสัญลักษณ์ของลายโครเซต

บทนี้จะกล่าวถึงความรู้พื้นฐาน คำนิยามศัพท์ รวมไปถึงสัญลักษณ์ที่ใช้ในการสร้างระบบจำลองการสร้างลายโครเซต

2.1 ไวยากรณ์ [3]

ในส่วนี้จะกล่าวถึงไวยากรณ์ที่ใช้ในโครงงาน นั่นคือ ไวยากรณ์ที่ไม่พึ่งบริบท และไวยากรณ์ที่พึ่งบริบท

บทนิยาม 2.1 กำหนดให้ S, S_1, S_2 เป็นเซตของอักขระใด ๆ และ ϵ เป็นอักขระว่าง เราจะอธิบายสัญลักษณ์ที่ใช้ดังนี้

1. $S_1 \cup S_2$ แทนเซตของอักขระที่เกิดจากการรวมสมาชิกของ S_1 และ S_2
2. $S_1 \setminus S_2$ แทนเซตของอักขระทั้งหมดที่เป็นสมาชิกของ S_1 แต่ไม่เป็นสมาชิกของ S_2
3. S^* แทนเซตของสายอักขระที่เกิดจากการนำสมาชิกใน S มาต่อกัน
4. S^+ แทน $S^* \setminus \{\epsilon\}$
5. $\forall s \in S, |s|$ แทนความยาวของสายอักขระ s

บทนิยาม 2.2 กำหนดให้ไวยากรณ์ G ประกอบด้วยลำดับของสมาชิก 4 ตัว คือ $G = (V, T, S, P)$ โดยที่

V เป็นเซตของตัวแปร (variables) ทั้งหมดซึ่งเป็นเซตจำกัด

T เป็นเซตของคำปลายทาง (terminals) ทั้งหมดซึ่งเป็นเซตจำกัด โดยที่ $V \cap T = \emptyset$

$S \in V$ เป็นสัญลักษณ์เริ่มต้น (start symbol)

P เป็นเซตของกฎการผลิต (production rules) ทั้งหมดซึ่งเป็นเซตจำกัด และ

เรียก G ว่า ไวยากรณ์ที่ไม่พึ่งบริบท ก็ต่อเมื่อ $P: V \rightarrow (V \cup T)^*$

เรียก G ว่า ไวยากรณ์ที่พึ่งบริบท ก็ต่อเมื่อ $P: x \rightarrow y$ เมื่อ $x, y \in (V \cup T)^+$ และ $|x| < |y|$

หมายเหตุ สัญลักษณ์ $A \rightarrow \alpha_1 \alpha_2 | \dots | \alpha_n$ หมายถึง $A \rightarrow \alpha_1$ หรือ $A \rightarrow \alpha_2 \dots$ หรือ $A \rightarrow \alpha_n$

ตัวอย่างที่ 2.1 ให้ $G = (\{A, B\}, \{a, b\}, A, P)$ เป็นไวยากรณ์ไม่พืงบริบทชุดหนึ่งเมื่อ P ประกอบด้วย $A \rightarrow aB, B \rightarrow Ab \mid b$ เมื่อพิจารณาตามกฎการผลิตและค่าเริ่มต้น จะได้สายอักขระในแต่ละรอบดังนี้

ตารางที่ 2.1 สายอักขระที่ได้จากตัวอย่างที่ 2.1

รอบที่	สายอักขระที่ได้	กฎที่ใช้
0	A	ค่าเริ่มต้น
1	aB	$A \rightarrow aB$
2	aAb	$B \rightarrow Ab$
3	$aaBb$	$A \rightarrow aB$
4	$aabb$	$B \rightarrow b$

ตัวอย่างที่ 2.2 ให้ $G = (\{S\}, \{a, b\}, S, P)$ เป็นไวยากรณ์ไม่พืงบริบทชุดหนึ่งเมื่อ P ประกอบด้วย $S \rightarrow SS \mid aSb \mid \epsilon$ เมื่อพิจารณาตามกฎการผลิตและค่าเริ่มต้น จะได้สายอักขระในแต่ละรอบดังนี้

ตารางที่ 2.2 สายอักขระที่ได้จากตัวอย่างที่ 2.2

รอบที่	สายอักขระที่ได้	กฎที่ใช้
0	S	ค่าเริ่มต้น
1	SS	$S \rightarrow SS$
2	$aSbS$	$S \rightarrow aSb$
3	abS	$S \rightarrow \epsilon$
4	$abaSb$	$S \rightarrow aSb$
5	$abab$	$S \rightarrow \epsilon$

ตัวอย่างที่ 2.3 ให้ $G = (\{S, A, B\}, \{a, b, c\}, S, P)$ เป็นไวยากรณ์ไม่พืงบริบทชุดหนึ่งเมื่อ P ประกอบด้วย

1. $S \rightarrow abc \mid aAbc$
2. $Ab \rightarrow bA$
3. $Ac \rightarrow Bbcc$
4. $bB \rightarrow Bb$
5. $aB \rightarrow aa \mid aaA$

เมื่อพิจารณาตามกฎของการผลิตและค่าเริ่มต้น จะได้สายอักขระในแต่ละรอบดังนี้

ตารางที่ 2.3 สายอักขระที่ได้จากตัวอย่างที่ 2.3

รอบที่	สายอักขระที่ได้	กฎที่ใช้
0	S	ค่าเริ่มต้น
1	$aAbc$	$S \rightarrow aAbc$
2	$abAc$	$Ab \rightarrow bA$
3	$abBbcc$	$Ac \rightarrow Bbcc$
4	$aBbbcc$	$bB \rightarrow Bb$
5	$aaAbbcc$	$aB \rightarrow aaA$
6	$aabAbcc$	$Ab \rightarrow bA$
7	$aabbAcc$	$Ab \rightarrow bA$
8	$aabbBbcc$	$Ac \rightarrow Bbcc$
9	$aabBbbccc$	$bB \rightarrow Bb$
10	$aaBbbbcc$	$bB \rightarrow Bb$
11	$aaabbbcc$	$aB \rightarrow aa$

2.2 ระบบพาราเมตริกซ์ L (Parametric L-system)

ระบบพาราเมตริกซ์ L คือ ระบบการเขียนซ้ำแบบขนานที่ถูกคิดค้นโดย Aristid Lindenmayer นักพฤกษศาสตร์ชาวฮังการี [4] ซึ่งใช้ในการสร้างแบบจำลองพืช การเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต [5] รวมไปถึงการดำเนินการที่มีลักษณะคล้ายกัน

บทนิยาม 2.3 กำหนดให้ระบบพาราเมตริกซ์ L ประกอบด้วยลำดับของสมาชิก 3 ตัว คือ $L = (V, \omega, P)$ โดยที่

V เป็นเซตของตัวอักษรทั้งหมดที่ใช้ในการสร้างรูปแบบ

$\omega \in V$ เป็นสายอักขระเริ่มต้นที่กำหนดขึ้น และ

P เป็นเซตของกฎการผลิตทั้งหมดที่เป็นเซตจำกัด

เรียก L ว่า ระบบพาราเมตริกซ์ L ที่ไม่พึ่งบริบท (context-free L-system)

ก็ต่อเมื่อ P สอดคล้องกับ เซตของกฎการผลิตของไวยากรณ์ที่ไม่พึ่งบริบท

เรียก L ว่า ระบบพาราเมตริกซ์ L ที่พึ่งบริบท (context-sensitive L-system)

ก็ต่อเมื่อ P สอดคล้องกับ เซตของกฎการผลิตของไวยากรณ์ที่พึ่งบริบท

ตัวอย่างที่ 2.4 ให้ $L = (\{a, b, c\}, a, P)$ เป็นระบบพาราเมทริกซ์ L ชุดหนึ่งเมื่อ P ประกอบด้วย $a \rightarrow aba \mid abc, ab \rightarrow c$ เมื่อพิจารณาตามกฎการผลิตและค่าเริ่มต้น จะได้สายอักขระในแต่ละรอบดังนี้

ตารางที่ 2.4 สายอักขระที่ได้จากตัวอย่างที่ 2.4

รอบที่	สายอักขระที่ได้	กฎที่ใช้
0	a	ค่าเริ่มต้น
1	aba	$a \rightarrow aba$
2	$cabc$	$ab \rightarrow c$ และ $a \rightarrow abc$
3	ccc	$ab \rightarrow c$

ตัวอย่างที่ 2.5 กำหนดให้ $G = (V, F, P)$ เป็นระบบพาราเมทริกซ์ L ชุดหนึ่ง เมื่อ P เป็นกฎการผลิตคือ $F \rightarrow F + F - F - F + F$ และ $V = \{F, +, -\}$ โดยแต่ละตัวอักษรใน V มีความหมายดังนี้



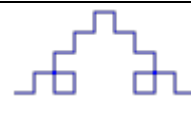
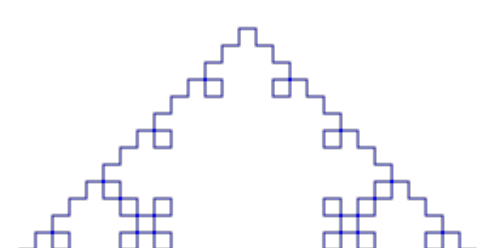
F หมายถึงการวาดเส้นข้างหน้า

$+$ หมายถึงเลี้ยวซ้าย 90° และ

$-$ หมายถึงเลี้ยวขวา 90°

เมื่อพิจารณาตามกฎการผลิตและค่าเริ่มต้น จะได้สายอักขระและรูปการสร้างในแต่ละรอบดังนี้

ตารางที่ 2.5 สายอักขระที่ได้จากตัวอย่างที่ 2.5 [6]

รอบที่	สายอักขระที่ได้	รูปที่ได้
0	F	 ภาพที่ 2.1 ระบบพาราเมทริกซ์ L รอบที่ 0
1	$F+F-F-F+F$	 ภาพที่ 2.2 ระบบพาราเมทริกซ์ L รอบที่ 1
2	$F+F-F-F+F+F+F-F-F+F-F-F+F-F-F+F-F-F+$ $F+F+F-F-F+F$	 ภาพที่ 2.3 ระบบพาราเมทริกซ์ L รอบที่ 2
3	$F+F-F-F+F+F+F-F-F+F-F-F+F-F-F+F-F-F+$ $F+F+F-F-F+F+F-F-F+F+F-F-F+F-F-F-$ $F-F+F-F-F-F-F+F+F-F-F+F-F-F-F-F-F+$ $+F-F-F-F-F-F-F-F-F-F-F-F-F-F-F-F-F+$ $F-F+F-F-F-F-F-F-F-F-F-F-F-F-F-F-F-$ $F+F+F-F-F+F+F-F-F+F+F-F-F-F-F-F+$ $F-F-F-F-F-F-F-F-F-F-F-F-F-F-F-F+$	 ภาพที่ 2.4 ระบบพาราเมทริกซ์ L รอบที่ 3

ข้อสังเกต แต่ละรอบของไวยากรณ์ที่ฟังก์ชันบริบทและไม่ฟังก์ชันบริบท G จะเปลี่ยนทีละตัวอักษรเท่านั้น (ตัวอย่างที่ 2.1, 2.2 และ 2.3) ซึ่งแต่ละรอบของระบบพารามิเตอร์ L จะเปลี่ยนอักษรทั้งหมดในรอบก่อนหน้า (ตัวอย่างที่ 2.4)

2.3 โครเชต์ (crochet)

โครเชต์ มาจากภาษาฝรั่งเศสโบราณมีความหมายว่า ตะขอ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีความจำเป็นต่อการถัก โครเชต์ โดยช่วงศตวรรษที่ 19 ได้มีการค้นพบหลักฐานชิ้นแรกของผ้าโครเชต์ซึ่งปรากฏขึ้นในทวีปยุโรป [7] โครเชต์เป็นกระบวนการสร้างสิ่งทอโดยใช้เข็มควัก เพื่อประสานห่วงของเส้นด้าย โดยที่การถักโครเชต์มีหลักการคือ ต้องถักแถวปัจจุบันให้เสร็จก่อน จึงจะสามารถเริ่มถักแถวถัดไปได้ ลักษณะการถักลายโครเชต์มีหลายรูปแบบ เช่น ลูกโซ่ พันหนึ่งครั้ง ทำกลีบดอก เป็นต้น วิธีการถักโครเชต์เบื้องต้นมักจะเริ่มด้วยการพันเส้นด้ายอย่างง่ายวางบนตะขอ ดึงห่วงอื่นเข้ามายังห่วงแรก เป็นการถักลูกโซ่และทำซ้ำ ขั้นตอนนี้มีเพื่อสร้างลูกโซ่ที่มีความยาวอย่างเหมาะสม ซึ่งจะพื้นฐานหรือจุดเริ่มต้นของการถักโครเชต์ หลังจากถักลูกโซ่ได้ความยาวตามต้องการแล้ว จึงเริ่มถักแถวต่อไปโดยการเชื่อมกับจุดก่อนหน้า และถักจนสิ้นสุดลายตามต้องการ







2.3.1 สัญลักษณ์ในการถักโครเชต์ [8]

สัญลักษณ์ของโครเชต์ที่ใช้แทนการถักในลายที่แตกต่างกัน มีหลากหลายสัญลักษณ์ ทั้งที่เป็นสัญลักษณ์พื้นฐาน สัญลักษณ์ที่มีการเพิ่มหรือลดจำนวนหลักในแถว และสัญลักษณ์พิเศษ

สำหรับลายโครเชต์ในการถัก บางลายจะมีความคล้ายคลึงกันมาก และมีรูปแบบของลายที่แตกต่างกันจำนวนมาก หากดูจากชิ้นงานอาจแยกไม่ออกว่าจะถักอย่างไร ทั้งนี้ก่อนที่จะสู่บทต่อไป ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงลายและสัญลักษณ์โครเชต์ที่เป็นพื้นฐานในการถัก โดยแสดงดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 สัญลักษณ์โครเชต์พื้นฐาน

สัญลักษณ์	ชื่อ	สัญลักษณ์ที่ใช้ในโครงการงาน
o	chain (ลูกโซ่)	Ch
○	Circle	O
×	single crochet	Sc
┆	half double crochet	T
┆┆	double crochet	F
┆┆┆	treble crochet	E
┆┆┆┆	double crochet increase	V

	treble crochet increase	W
	double crochet decrease	A
	treble crochet decrease	M
	new row	Nr
	puff stitch	Ps
	Popcorn	Pc

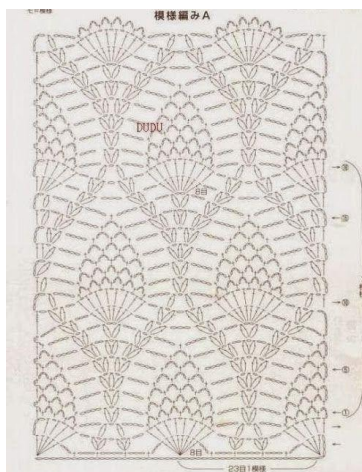
หมายเหตุ สัญลักษณ์ \bigcirc เป็นการถักลูกโซ่ต่อกันและเชื่อมกันเป็นวงกลม

บทนิยาม 2.4 ให้ $Q = \{Ch, O, Sc, T, F, E, V, W, A, M, Nr, Ps, Pc\}$ โดยที่แต่ละสมาชิกของ Q คือ อักขระที่ใช้แทนสัญลักษณ์โครเชต์ ดังตารางที่ 2.6 เราจะเรียก Q ว่า เซตของอักขระโครเชต์

2.3.2 ผังลายโครเชต์ (crochet diagram)

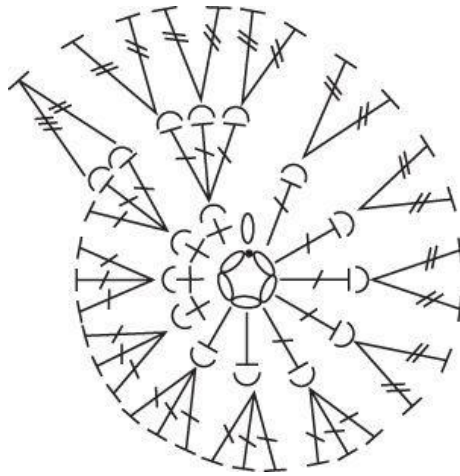
ผังลายโครเชต์ คือ แผนภาพประเภทหนึ่งประกอบขึ้นด้วยสัญลักษณ์โครเชต์ที่กำหนด ใช้แสดงรายละเอียดส่วนประกอบของลายโครเชต์ลายหนึ่ง ๆ ทั้งตำแหน่งเริ่มต้นและสิ้นสุด รวมไปถึงวิธีการถักเชื่อมแถวต่อแถว โดยผังลายโครเชต์จำแนกได้เป็น 3 ประเภทคือ ผังลายสำหรับงานพลิกกลับ ผังลายแบบก้นหอย และผังลายสำหรับงานถักวงกลม

- 1) ผังลายสำหรับงานพลิกกลับ ผังลายประเภทนี้มักใช้ในงานถักที่เป็นรูปสี่เหลี่ยม เช่น ผ้าพันคอ ผ้าห่ม ตัวอย่างของผังลายประเภทนี้แสดงดังภาพที่ 2.5



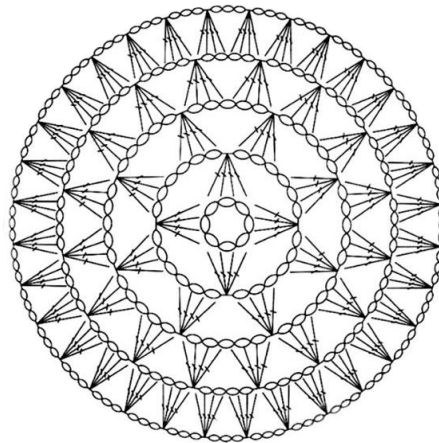
ภาพที่ 2.5 ผังลายโครเชต์แบบพลิกกลับ [9]

- 2) ผังลายแบบก้นหอย ผังลายชนิดนี้มักใช้อธิบายรายละเอียดของการถักตุ๊กตา ตัวอย่างผังลายแบบก้นหอย แสดงดังภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 ผังลายโครเชต์แบบก้นหอย [10]

- 3) ผังลายสำหรับงานถักแบบวงกลม นิยมใช้สำหรับการถักตุ๊กตา ผ้าปูโต๊ะ และหมวก ซึ่งคำว่าถักแบบวงกลม หมายถึง การถักที่มีการถักเลื่อนห่วงเพื่อปิดแถว ซึ่งรูปทรงที่ถักอาจเป็นวงกลม วงรี หรือสี่เหลี่ยมก็ได้ ตัวอย่างผังลายโครเชต์แบบวงกลม แสดงดังภาพที่ 2.7



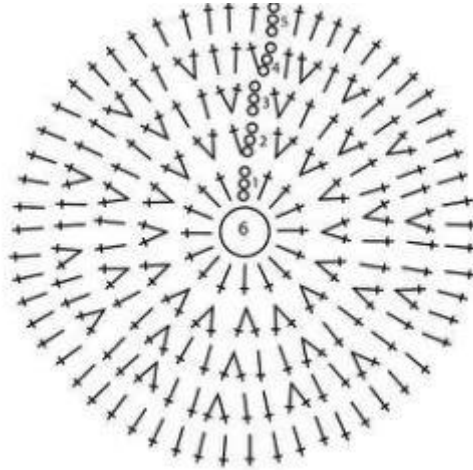
ภาพที่ 2.7 ผังลายโครเชต์แบบวงกลม [11]

หมายเหตุ ต่อไปจะใช้คำว่า “ผังลายโครเชต์” แทนคำว่า “ผังลายโครเชต์แบบวงกลม”

2.3.3 การอ่านผังลายโครเซต

การอ่านผังลายโครเซตแบบวงกลมสิ่งที่สำคัญที่สุดคือการหาจุดเริ่มต้น ซึ่งแต่ละผังลายโครเซตวงกลมจะมีจุดเริ่มต้นเป็นจุดเดียวกัน นั่นคือ ตรงกลางของวงกลม ที่ถูกแทนที่ด้วยสัญลักษณ์ \bigcirc ขั้นตอนต่อมาคือการอ่านแถวถัดไป ซึ่งสามารถจำแนกเป็น 2 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1: แถวถัดไปมีสัญลักษณ์ \uparrow ให้เริ่มอ่านตั้งแต่สัญลักษณ์ดังกล่าว และอ่านทวนเข็มนาฬิกาจนสิ้นสุดแถวนั้น แล้วค่อยขึ้นแถวต่อไป เราจะเรียกสัญลักษณ์ดังกล่าวว่า “โซ่เริ่มต้นแถว” แสดงดังภาพที่ 2.8




ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างผังลายโครเซตที่ประกอบด้วยโซ่เริ่มต้นแถว [12]

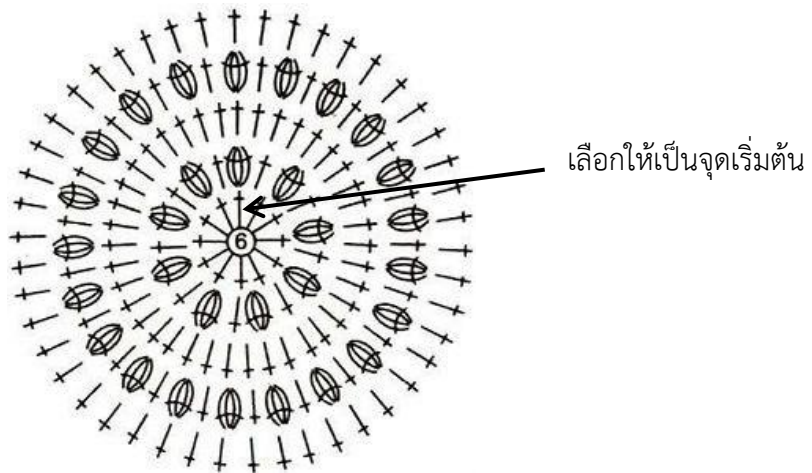
จากภาพที่ 2.8 สามารถอธิบายสัญลักษณ์เริ่มต้นและสิ้นสุดของแต่ละแถวได้ดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 แสดงสัญลักษณ์เริ่มต้นและสิ้นสุดของแต่ละแถวจากภาพที่ 2.8

แถวที่	สัญลักษณ์เริ่มต้น	สัญลักษณ์สิ้นสุด
0	\bigcirc	-
1	\uparrow	\uparrow (ที่อยู่ติดกับจุดเริ่มต้น)
2	\uparrow	∇ (ที่อยู่ติดกับจุดเริ่มต้น)
3	\uparrow	∇ (ที่อยู่ติดกับจุดเริ่มต้น)
4	\uparrow	\uparrow (ที่อยู่ติดกับจุดเริ่มต้น)
5	\uparrow	\uparrow (ที่อยู่ติดกับจุดเริ่มต้น)

หมายเหตุ เราจะเรียกแถวที่เป็นจุดเริ่มต้นว่าแถวที่ 0 และแถวถัดไปจะเรียกเป็นแถวที่ 1,2,3,... ตามลำดับ











กรณีนี้ 2: แถวถัดไปไม่มีสัญลักษณ์  ให้เราเลือกจุดเริ่มต้นการอ่านด้วยตัวเอง และอ่านทวนขึ้นมาพิจารณาจนสิ้นสุดแถวนั้น แถวต่อไปจะมีจุดเริ่มต้นคือสัญลักษณ์ที่เชื่อมอยู่กับจุดเริ่มต้นของแถวก่อนหน้า



ภาพที่ 2.9 ตัวอย่างผังลายโครเชต์ที่ไม่มีโซ่เริ่มต้นแถว [13]

จากภาพที่ 2.9 สามารถอธิบายสัญลักษณ์เริ่มต้นและสิ้นสุดของแต่ละแถวได้ดังตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 แสดงสัญลักษณ์เริ่มต้นและสิ้นสุดของแต่ละแถวจากภาพที่ 2.9

แถวที่	สัญลักษณ์เริ่มต้น	สัญลักษณ์สิ้นสุด
0		-
1	 (เลือกเองตามความเหมาะสม)	 (ที่อยู่ติดกับจุดเริ่มต้น)
2	 (เชื่อมติดกับจุดเริ่มต้นแถวที่ 1)	 (ที่อยู่ติดกับจุดเริ่มต้น)
3	 (เชื่อมติดกับจุดเริ่มต้นแถวที่ 2)	 (ที่อยู่ติดกับจุดเริ่มต้น)
4	 (เชื่อมติดกับจุดเริ่มต้นแถวที่ 3)	 (ที่อยู่ติดกับจุดเริ่มต้น)
5	 (เชื่อมติดกับจุดเริ่มต้นแถวที่ 4)	 (ที่อยู่ติดกับจุดเริ่มต้น)

บทที่ 3

ระบบจำลองการสร้างผังลายโครเซต

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงวิธีการสร้างผังลายโครเซต รวมไปถึงการเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงผลเป็นรูปภาพผังลายโครเซต ก่อนอื่นเราจะนิยามคำศัพท์ และสมบัติที่เราจะใช้ในโครงงานนี้ อันได้แก่

บทนิยาม 3.1 ให้ Q เป็นเซตของอักขระโครเซต เราจะเรียก S ว่าสายอักขระโครเซต ก็ต่อเมื่อ $S \in Q^+$

บทนิยาม 3.2 ให้ S, S_1, S_2 เป็นสายอักขระโครเซตใด ๆ และ $n \in \mathbb{N}$ นิยามการบวก (+) และการคูณ (*) ดังนี้

- $S_1 + S_2$ เป็นการนำสายอักขระ S_1 และ S_2 มาต่อกัน
- $S * n = S + S + \dots + S$ (นำสายอักขระ S จำนวน n ตัวมาต่อกัน)

ตัวอย่างเช่น $VPc + W = VPcW$

$$FCh * 3 = FChFChFCh$$

บทนิยาม 3.3 ให้ L เป็นระบบพาราเมทริกซ์ L และกำหนดผังลายโครเซต C ประกอบด้วยลำดับของสมาชิก 3 ตัว คือ $C = (S, I, R, N)$ โดยที่

S เป็นเซตของสัญลักษณ์โครเซต (symbols) ทั้งหมดซึ่งเป็นเซตจำกัด

$I \in S$ เป็นสัญลักษณ์เริ่มต้น (initial symbol)

R เป็นเซตของกฎการสร้างลายโครเซต (production rules) ทั้งหมดซึ่งเป็นเซตจำกัด และ

N เป็นจำนวนแถวของผังลายโครเซต

เรียก C ว่า ผังลายโครเซตที่ไม่พึ่งบริบท (context-free crochet pattern diagram)

ก็ต่อเมื่อ $L(S, I, R)$ เป็นระบบพาราเมทริกซ์ L ที่ไม่พึ่งบริบท

เรียก C ว่า ผังลายโครเซตที่พึ่งบริบท (context-sensitive crochet pattern diagram)

ก็ต่อเมื่อ $L(S, I, R)$ เป็นระบบพาราเมทริกซ์ L ที่พึ่งบริบท

บทนิยาม 3.4 ให้ S เป็นสายอักขระโครเซตใด ๆ และ $R = \{r_1, r_2, r_3, \dots, r_n\}$ เป็นเซตของกฎการสร้างลายโครเซตทั้งหมด เมื่อ $n \in \mathbb{N}_0$

ในการแปลงสายอักขระโครเซต S ตามกฎของการสร้างลายโครเซตมีลำดับคือ

1. เปลี่ยนสายอักขระโครเซตเรียงจากซ้ายไปขวาเท่านั้น
2. ในการเลือกใช้กฎจะเรียงลำดับความสำคัญในการใช้ก่อนไปหลัง ดังนี้ $r_1, r_2, r_3, \dots, r_n$

ตัวอย่างที่ 3.1 กำหนดให้ $C_1(\{O, T, V, Ch\}, O, R_1, 3)$ และ $C_2(\{O, T, V, Ch\}, O, R_2, 3)$ เป็นผังลายโครเซต โดยที่

$$R_1 = \{O \rightarrow TChTChTCh, T \rightarrow V, TCh \rightarrow TV\} \text{ และ}$$

$$R_2 = \{O \rightarrow TChTChTCh, TCh \rightarrow TV, T \rightarrow V\}$$

ความแตกต่างระหว่างสายอักขระโครเซตในแต่ละแถวแสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงความแตกต่างของสายอักขระโครเซตในแต่ละแถวเมื่อลำดับของกฎต่างกัน

	$C_1(\{O, T, V, Ch\}, O, R_1, 3)$	$C_2(\{O, T, V, Ch\}, O, R_2, 3)$
สายอักขระแถวที่ 0	O	O
สายอักขระแถวที่ 1	$TChTChTChTCh$	$TChTChTChTCh$
สายอักขระแถวที่ 2	$VChVChVChVCh$	$TVTVTVTV$

จากตารางที่ 3.1 แสดงให้เห็นว่าการที่เรียงลำดับของกฎของการสร้างลายโครเซตที่แตกต่างกัน จะทำให้ได้สายอักขระของลายโครเซตในแต่ละแถวที่แตกต่างกันด้วย ดังนั้น ข้อควรระวังเกี่ยวกับกฎของการสร้างลายโครเซตคือ ให้เรียงลำดับของกฎให้ถูกต้อง ซึ่งจะมีผลต่อการสร้างลายโครเซตต่อไปได้ ซึ่งจากตัวอย่างดังกล่าวเป็นตัวอย่างของผังลายโครเซตที่พึงบริบท

ข้อสังเกต การแปลงสัญลักษณ์ลายโครเซตที่ใช้กฎที่แตกต่างกัน จะได้สายอักขระที่แตกต่างกันด้วยเช่นกัน

ตัวอย่างที่ 3.2 กำหนดให้ $C = (\{O, F, Ch\}, O, R, 5)$ เป็นผังลายโครเซตชุดหนึ่ง เมื่อ R เป็นเซตของกฎการผลิตคือ $R = \{O \rightarrow F * 5, F \rightarrow FCh\}$ จะได้ตารางแสดงสายอักขระของผังลายโครเซตชุดนี้ ดังตาราง

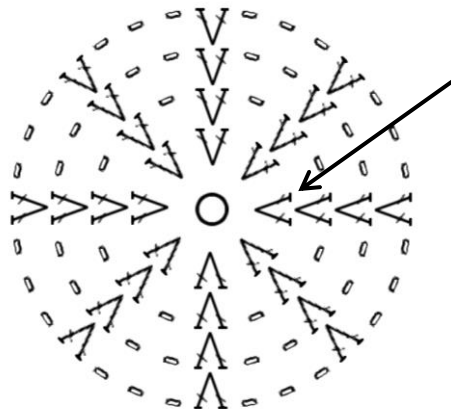
ตารางที่ 3.2 แสดงสายอักขระของผังลายโครเซตจากตัวอย่างที่ 3.2

แถวที่	สายอักขระ
0	O
1	$FFFFF$
2	$FChFChFChFChFCh$
3	$FChChFChChFChChFChChFChCh$
4	$FChChChFChChChFChChChFChChChFChChCh$

จากเซตของกฎการผลิตดังกล่าว จะเห็นได้ว่าตัวอย่างที่ 3.2 เป็นตัวอย่างของผังลายโครเซตที่ไม่พึงปรารถนา

3.1 การแปลงลายโครเซตให้เป็นสายอักขระ

หลักการในการแปลงลายโครเซตให้เป็นสายอักขระคือ เขียนสัญลักษณ์แทนรูปแบบการถักโครเซตจากแถวข้างในสุดก่อน ซึ่งการอ่านในแต่ละแถวให้อ่านทวนเข็มนาฬิกาจนสิ้นสุดแถวนั้น แล้วค่อยอ่านสัญลักษณ์ในแถวถัดไป โดยดูสัญลักษณ์แทนความหมายของการถักในแต่ละแบบจากตารางที่ 2.6 และวิธีการอ่านผังลายโครเซตจากหัวข้อที่ 2.3.3

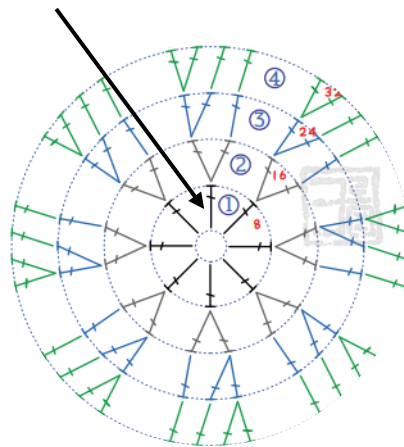


ภาพที่ 3.1 ตัวอย่างผังลายโครเซต 1

เมื่อพิจารณาภาพที่ 3.1 จะได้ว่ามีจำนวนแถวที่ถักอยู่ทั้งสิ้น 5 แถว ในที่นี้ให้จุดเริ่มต้นของแถวที่ 1 คือจุดที่ลูกศรชี้ และแสดงผลสายอักขระในแต่ละแถวดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 สายอักขระของผังลายโครเซตจากภาพที่ 3.1

แถว	สายอักขระจากการแปลงรูปภาพ
0	<i>O</i>
1	<i>VVVVVVVV</i>
2	<i>VChVChVChVChVChVChVChVCh</i>
3	<i>VChChVChChVChChVChChVChChVChChVChChVChChVChCh</i>
4	<i>VChChChVChChChVChChChVChChChVChChChVChChChVChChChVChChCh</i>



ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างผังลายโครเซต 2 [16]

เมื่อพิจารณาจากภาพที่ 3.2 จะได้ว่ามีจำนวนแถวที่ถักอยู่ทั้งสิ้น 5 แถว โดยแถวที่ 0 คือแถวที่ถักลูกโซ่ต่อกันเป็นวงกลม และแถวที่ 1, 2, 3 และ 4 ถูกกำกับด้วยตัวเลขไว้ในรูปภาพ เริ่มต้นการอ่านลายโครเซตของแถวที่ 1 ดังลูกศรชี้ และแสดงผลสายอักขระดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3.4 สายอักขระของผังลายโครเซตจากภาพที่ 3.2

แถว	สายอักขระจากการแปลงรูปภาพ
0	<i>O</i>
1	<i>FFFFFFFF</i>
2	<i>VVVVVVVV</i>
3	<i>FVFVFVFVFVFVFVFV</i>
4	<i>FFVFFVFFVFFVFFVFFVFFVFFV</i>

สัญลักษณ์โครเซต 1 รูป แทนวัตถุ 1 วัตถุ ในการสร้างผังลายโครเซตเกิดจากวัตถุหลายวัตถุมาประกอบกัน โดยที่เราจะต้องนำวัตถุแต่ละชนิดประกอบกันเป็นผังลายโครเซตที่ถูกต้อง บทนิยามต่อไปจะกล่าวถึง การเลื่อนและการหมุนวัตถุแต่ละชนิด เพื่อให้อยู่ตรงจุดที่เหมาะสมบนผังลายโครเซต

บทนิยาม 3.5 ให้ O เป็นวัตถุใด ๆ ที่มีพิกัดเป็น (x, y) และเวกเตอร์การเลื่อน $\vec{T} = (T_x, T_y)$

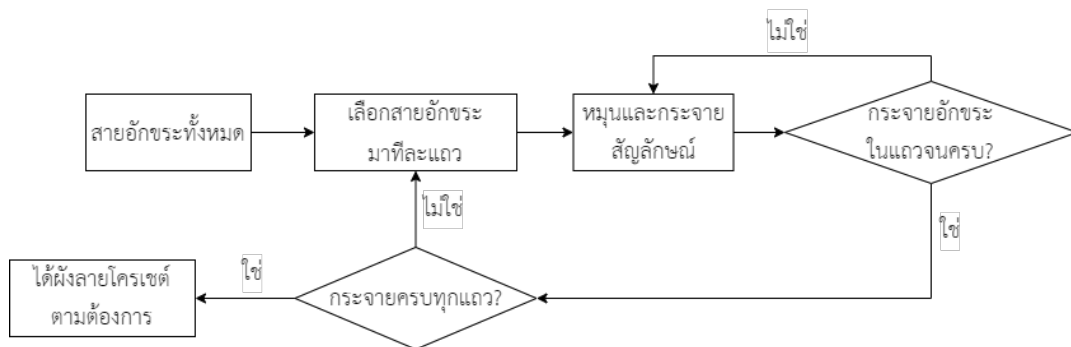
เราจะเรียกการเลื่อนตำแหน่งของ O ด้วยเวกเตอร์การเลื่อน \vec{T} ว่า **การเลื่อน** (Translation) แทนด้วยสัญลักษณ์ $T(O, \vec{T})$ และหลังจากเลื่อนตำแหน่ง วัตถุ O จะมีพิกัดเป็น $(x + T_x, y + T_y)$

บทนิยาม 3.6 ให้ O เป็นวัตถุใด ๆ

เราจะเรียกการเคลื่อนที่ของ O รอบตัวเองในทิศทางเป็นวงกลมว่า **การหมุน** (Rotation)

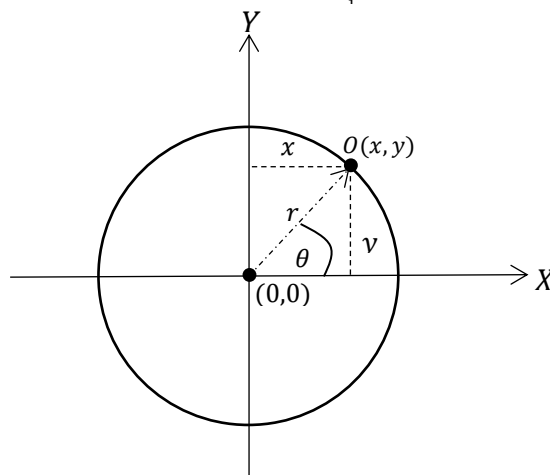
3.2 การแปลงสายอักขระโครเซตให้เป็นผังลายโครเซต

สายอักขระที่ได้ในแต่ละแถวจะถูกประกอบกันเป็นรูปภาพผังลายโครเซต ขั้นตอนการวาดผังลายโครเซตในแต่ละรอบ จะตรวจสอบก่อนว่ามีสัญลักษณ์ย่อย จากนั้นกระจายรูป (เลื่อนตำแหน่ง) ในแต่ละแถวให้อยู่ในเส้นรอบวงกลม โดยการไข่มุมที่เท่ากัน และมีการหมุนของรูปสัญลักษณ์สอดคล้องกับมุมที่รูปสัญลักษณ์ถูกวางไว้ แสดงดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 แสดงขั้นตอนการแปลงสายอักขระให้เป็นผังลายโครเซต

ให้ C เป็นวงกลมที่มีรัศมี r และ ให้ O เป็นวัตถุใด ๆ ที่อยู่ที่จุด $(0,0)$ หากเราต้องการหาพิกัด (x, y) ของ O ที่อยู่บนเส้นรอบวงวงกลม C โดยที่พิกัดนั้นจะทำมุม θ กับแกน X แสดงดังภาพที่ 3.4



ภาพที่ 3.4 แสดงการเลื่อนตำแหน่งของวัตถุ

เนื่องจากรัศมีของวงกลมมีค่าเท่ากับ r จากภาพจะเห็นได้ว่า $\sin \theta = \frac{y}{r}$ และ $\cos \theta = \frac{x}{r}$ ดังนั้นพิกัดของ O คือ $(x, y) = (r \cos \theta, r \sin \theta)$ ก่อนเลื่อนตำแหน่ง จะหมุนวัตถุด้วยมุม θ กับแกน X ก่อน

ตัวอย่างที่ 3.3 กำหนดสายอักขระในแต่ละแถวดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5 แสดงสายอักขระในแต่ละแถวจากตัวอย่างที่ 3.3

แถว	สายอักขระ
0	O
1	$FChFCh$
2	$FFFFFFFF$

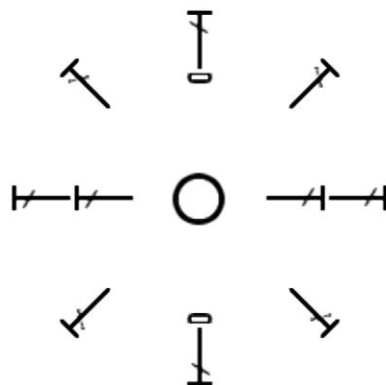
จากตารางที่ 3.5 จะได้ว่า

แถวที่ 0 มีเพียงแค่อักขระลักษณะ O ดังนั้นจึงวาด \bigcirc ไว้ตรงกลาง

แถวที่ 1 มีสัญลักษณ์ย่อยอยู่ 4 ตัวคือ F, Ch, F และ Ch ดังนั้นจะต้องแบ่งออกเป็นการวาดในแถวนี้ 4 รอบ โดยแต่ละรอบจะใช้มุม $\frac{360^\circ}{4} = 90^\circ$ ชั้นแรกหมุน F ไว้ที่มุม 0° และหมุน Ch, F และ Ch ไว้ที่มุม $90^\circ, 180^\circ$ และ 270° ตามลำดับ แล้วค่อยเลื่อนตำแหน่งเพื่อวางวัตถุไว้บนเส้นรอบวงวงกลมได้

แถวที่ 2 มีสัญลักษณ์ย่อยอยู่ 8 ตัวคือ F, F, F, F, F, F, F, F ดังนั้นจะต้องแบ่งออกเป็นการวาดในแถวนี้ 8 รอบ โดยแต่ละรอบจะใช้มุม $\frac{360^\circ}{8} = 45^\circ$ ชั้นแรกหมุน F ไว้ที่มุม 0° และหมุน F ตัวที่เหลือ ไว้ที่มุม $45^\circ, 90^\circ, 135^\circ, 180^\circ, 225^\circ, 270^\circ$ และ 315° ตามลำดับ แล้วค่อยเลื่อนตำแหน่งเพื่อวางวัตถุไว้บนเส้นรอบวงวงกลมได้

หลังจากวาดเสร็จจะได้ผังลายโครเซตดังภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 แสดงการแปลงสายอักขระให้เป็นผังลายโครเซต

3.3 การแปลงสายอักขระเป็นกฎของการสร้างลายโครเซต

การแปลงสายอักขระทั้งหมดที่ได้ให้เป็นกฎของการสร้างลายโครเซต เป็นการหาโดยใช้ความสัมพันธ์เวียนบังเกิด (recurrence relations) ของสายอักขระทั้งหมด ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างแถวก่อนหน้าและแถวปัจจุบัน

ตัวอย่างที่ 3.4: จากความสัมพันธ์ของตารางที่ 3.2 เมื่อพิจารณาแต่ละแถวจะได้ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 แสดงการเปลี่ยนแปลงของสายอักขระแต่ละแถวของลายโครเซตจากตัวอย่างที่ 3.4

แถวที่	ไปยังแถวที่	การเปลี่ยนแปลง
0	1	$O \rightarrow VVVVVVVV$
1	2	มีอักขระ Ch เพิ่มอยู่หลังอักขระ V
2	3	มีอักขระ Ch เพิ่มอยู่หลังอักขระ VCh
3	4	มีอักขระ Ch เพิ่มอยู่หลังอักขระ $VChCh$

พิจารณาจากตารางที่ 3.6 ได้ว่า กฎของการสร้างลายโครเซตคือ

1. $O \rightarrow V * 8$ และ 2. $V \rightarrow VCh$

หรือกล่าวได้ว่าเป็นผังลายโครเซต $C(\{O, V, Ch\}, O, R, 5)$ โดยที่ $R = \{O \rightarrow V * 8, V \rightarrow VCh\}$

ตัวอย่างที่ 3.5 จากความสัมพันธ์ของตารางที่ 3.3 เมื่อพิจารณาแต่ละแถวจะได้ดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 แสดงการเปลี่ยนแปลงของสายอักขระแต่ละแถวของลายโครเซตจากตัวอย่างที่ 3.5

แถวที่	ไปยังแถวที่	การเปลี่ยนแปลง
0	1	$O \rightarrow FFFFFFFF$
1	2	เปลี่ยนจาก F ให้เป็น V
2	3	มีอักขระ Ch เพิ่มอยู่หน้าอักขระ V
3	4	มีอักขระ Ch เพิ่มอยู่หน้าอักขระ ChV

พิจารณาจากตารางที่ 3.7 ได้ว่า กฎของการสร้างลายโครเซตคือ

1. $O \rightarrow FFFFFFFF$
2. $F \rightarrow V$
3. $V \rightarrow ChV$

หรือกล่าวได้ว่าเป็นผังลายโครเซต $C(\{O, F, V, Ch\}, O, R, 5)$ โดยที่

$$R = \{O \rightarrow F * 8, F \rightarrow V, V \rightarrow ChV\}$$

ตัวอย่างที่ 3.6: กำหนดสายอักขระของลายโครเซตแต่ละแถวดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 แสดงสายอักขระในแต่ละแถวของลายโครเซตจากตัวอย่างที่ 3.6

แถวที่	สายอักขระ
0	<i>O</i>
1	<i>FFFFFFF</i>
2	<i>VVVV</i>
3	<i>FFFF</i>
4	<i>VV</i>
5	<i>FF</i>

ความสัมพันธ์ของตารางข้างต้น เมื่อพิจารณาแต่ละแถวจะได้ดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 แสดงการเปลี่ยนแปลงของสายอักขระแต่ละแถวของลายโครเซตจากตัวอย่างที่ 3.6

แถวที่	ไปยังแถวที่	การเปลี่ยนแปลง
0	1	$O \rightarrow FFFFFFFF$
1	2	เปลี่ยนจาก <i>FF</i> ให้เป็น <i>V</i>
2	3	เปลี่ยนจาก <i>V</i> ให้เป็น <i>F</i>
3	4	เปลี่ยนจาก <i>FF</i> ให้เป็น <i>V</i>
4	5	เปลี่ยนจาก <i>V</i> ให้เป็น <i>F</i>

พิจารณาจากตารางที่ 3.9 ได้ว่า กฎของการสร้างลายโครเซตคือ

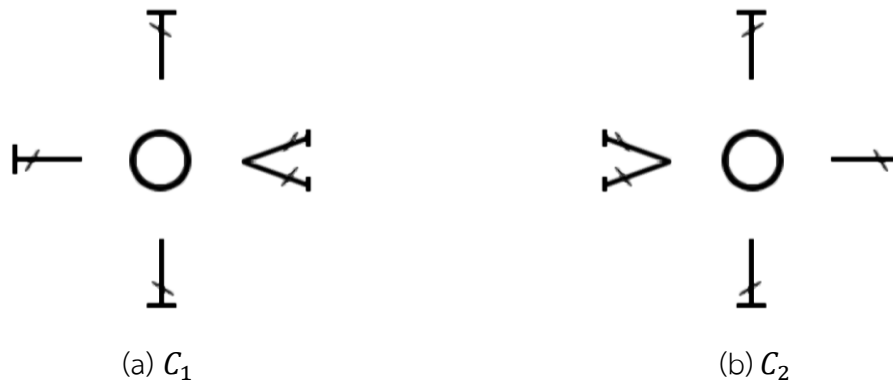
1. $O \rightarrow FFFFFFFF$
2. $FF \rightarrow V$
- และ
3. $V \rightarrow F$

หรือกล่าวได้ว่าเป็นผังลายโครเซต $C(\{O, F, V\}, O, R, 5)$ โดยที่ $R = \{O \rightarrow F * 8, FF \rightarrow V, V \rightarrow F\}$

ข้อสังเกต ตัวอย่างที่ 3.4 และ 3.5 เป็นผังลายโครเซตที่ไม่พึงบริบท

และตัวอย่างที่ 3.6 เป็นผังลายโครเซตที่พึงบริบท

ตัวอย่างที่ 3.7 กำหนดให้ $C_1(\{O, F, V\}, O, \{O \rightarrow VFFF\}, 2)$ และ $C_2(\{O, F, V\}, O, \{O \rightarrow FFVF\}, 2)$ เป็นผังลายโครเชต์ เมื่อบวกรูปทั้งสองผังลายจะได้ดังนี้



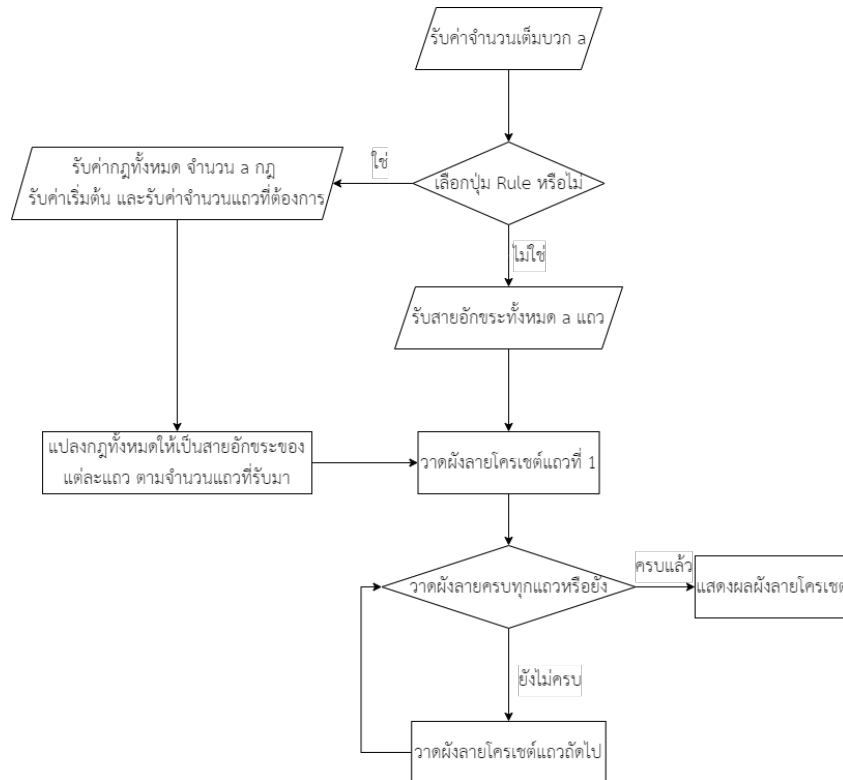
ภาพที่ 3.6 แสดงผังลายโครเชต์

จากภาพที่ 3.6 ผังลายโครเชต์ C_1 และ C_2 เป็นผังลายเดียวกัน แต่ต่างกันที่การหมุนของภาพเท่านั้น ในบางกรณีเราสามารถสร้างผังลายโครเชต์ที่เหมือนกันได้ โดยการใช้กฎของการสร้างที่แตกต่างกัน แต่ผังลายที่ได้จะเกิดจากการหมุนของอีก 1 ผังลายในมุมที่เหมาะสม ดังตัวอย่างที่ 3.7

ดังนั้น การสร้างผังลายโครเชต์อันหนึ่ง โดยไม่คำนึงถึงมุมที่ผังลายหมุน เราสามารถใช้กฎที่แตกต่างกันได้

3.4 การสร้างผังลายโครเชต์จากสายอักขระและกฎของการสร้างลายโครเชต์

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงการออกแบบโปรแกรม และขั้นตอนการสร้างผังลายโครเชต์จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อความสะดวก รวดเร็ว และแม่นยำต่อการสร้างผังลาย โดยมีผังงานการพัฒนาโปรแกรมแสดงดังภาพที่ 3.7



ภาพที่ 3.7 ผังงานการพัฒนาโปรแกรม

จากภาพที่ 3.7 กระบวนการสร้างผังลายโครเชต์เริ่มต้นจาก ให้ผู้ใช้กรอกจำนวนกฎ หรือจำนวนสายอักขระของลายโครเชต์ และมีช่องตัวเลือกว่าจะเลือกเป็นกฎหรือไม่

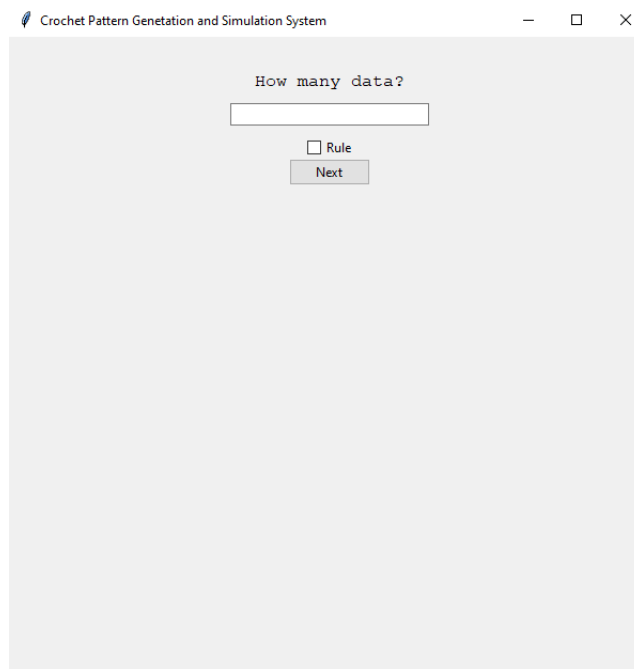
- หากผู้ใช้เลือก โปรแกรมจะวนรับกฎทั้งหมดและจำนวนแถวที่ต้องการ จากนั้นแปลงกฎให้เป็นสายอักขระ
- หากผู้ใช้ไม่ได้เลือก โปรแกรมจะวนรับสายอักขระในแต่ละแถว

จากนั้นโปรแกรมจะนำสายอักขระในแต่ละแถวมาวาดเป็นผังลายโครเชต์

3.5 การออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงการออกแบบส่วนต่อประสานผู้ใช้ โดยใช้ความเรียบง่ายและใช้เวลาในการเขียนโปรแกรมอย่างง่าย เพื่อมุ่งเน้นสู่การแปลงสายอักขระเป็นลายโครเชต์ โดยแบ่งส่วนประกอบการออกแบบเป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. หน้าจอหลักในการกรอกจำนวนลงในช่องว่าง และตัวเลือก



ภาพที่ 3.9 แสดงการออกแบบหน้าจอหลักในการกรอกจำนวนลงในช่องว่าง

หน้าจอแรกหลังจากเปิดโปรแกรม ประกอบด้วย 3 ส่วน ดังภาพที่ 3.9 ใช้ในการกรอกจำนวนของกฎการสร้างลายโครเชต์ โดยมีรายละเอียดของส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1.1 ช่องกรอกจำนวน

1.2 ตัวเลือก Rule

- หากกดตัวเลือก Rule ไป จำนวนที่กรอกมาจะเป็นจำนวนของกฎการสร้างลาย

- หากไม่เลือก Rule จำนวนที่กรอกมาจะเป็นจำนวนสายอักขระในการสร้างลาย

1.3 ปุ่ม Next สำหรับการส่งไปยังหน้าต่อไป

2. หน้าจอในการกรอกกฎของการสร้างลายโครเชต์

2.1 กรณีที่เลือก Rule

ภาพที่ 3.10 แสดงการออกแบบหน้าจอในการกรอกกฎของการสร้างลายโครเชต์

จากภาพที่ 3.10 แสดงการออกแบบหน้าจอในการกรอกกฎของการสร้างลายโครเชต์ ในส่วนนี้จะหน้าจอที่ผู้ใช้ใช้ในการกรอกกฎของการสร้างลายโครเชต์ทั้งหมด และจำนวนแถวที่ต้องการให้แปลงเป็นรูปภาพของผังลายโครเชต์ รายละเอียดของหน้าจอในการกรอกกฎของการสร้างลายโครเชต์ประกอบด้วย 5 ส่วน ดังนี้

- 2.1.1 ช่องกรอก สำหรับกรอกค่าเริ่มต้นในการถักโครเชต์
- 2.1.2 ช่องกรอกสำหรับกรอกกฎของลายโครเชต์ ตามจำนวนของกฎที่กรอกในจอก่อนหน้า
- 2.1.3 ช่องกรอกสำหรับกรอกจำนวนแถวของลายโครเชต์ที่ต้องการให้แสดง
- 2.1.4 ปุ่ม Draw Image ใช้สำหรับส่งต่อไปหน้าจอเพื่อแสดงผลรูปภาพ

2.2 กรณีที่ไม่เลือก Rule

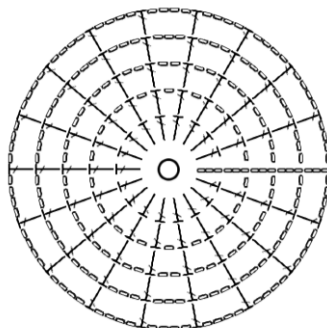
ภาพที่ 3.11 แสดงการออกแบบหน้าจอในการกรอกสายอักขระในการสร้างลายโครเชต์

จากภาพที่ 3.11 แสดงการออกแบบหน้าจอในการกรอกสายอักขระในการสร้างลายโครเชต์ รายละเอียดของหน้าจอในการกรอกสายอักขระของการสร้างลายโครเชต์ ประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

2.2.1 ช่องกรอก สำหรับกรอกสายอักขระ ตามจำนวนที่กรอกในจอก่อนหน้า

2.2.2 ปุ่ม Draw Image ใช้สำหรับส่งต่อไปหน้าจอเพื่อแสดงผลรูปภาพ

3. หน้าจอแสดงผลลัพท์ลายโครเชต์ที่ได้



ภาพที่ 3.12 แสดงผลลัพท์ลายโครเชต์ที่ได้

ส่วนนี้เป็นหน้าจอแสดงผลลัพท์ผังลายโครเชต์จากการกรอกข้อมูลก่อนหน้า ตัวอย่างผลที่ได้แสดงดังภาพที่ 3.12

3.6 ภาษาที่ใช้พัฒนาโปรแกรม

ในการออกแบบสร้างผังลายโครเชต์จากโปรแกรม พัฒนาโดยใช้ภาษาไพธอน (Python) และใช้ไลบรารีดังต่อไปนี้

3.6.1 Tkinter [17]

Tkinter คือ ไลบรารีหนึ่งของภาษา Python ที่ช่วยสร้างปุ่มกด ช่องกรอกข้อมูล รวมถึงการสั่งการทำงานโดยผู้ใช้งาน ผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะทำให้มีความสะดวกในการใช้งานโปรแกรม

3.6.2 PIL [18]

PIL (Python Image Library) เป็นไลบรารีที่สามารถเรียกใช้ในการเปิดรูปภาพ ประมวลผลภาพ สร้าง Object ใหม่ขึ้นมาโดยใช้รูปภาพเดิม จึงเหมาะแก่การนำมาสร้างแบบจำลองการสร้างลายโครเชต์

3.7 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง

Sublime text 3 [19] เป็น Text Editor ที่ใช้ในการปรับแต่งและแก้ไขโค้ด เป็นโปรแกรมที่เปิดให้ใช้งานฟรี และใช้ในการพัฒนา Web Application, Website ที่รองรับสำหรับระบบปฏิบัติการ Window, MacOS, Linux และระบบปฏิบัติการอื่น ๆ

เราสามารถลง Package ในโปรแกรม Sublime text 3 เพิ่มความสามารถได้ และสามารถกำหนดหรือตั้งค่าโปรแกรมได้อย่างง่าย ซึ่งสนับสนุนหลากหลายภาษาที่รองรับ เช่น Python, Java, JavaScript, LaTeX, HTML และ PHP

Crochet Pattern Generation and Simulation System

How many data?

7

Rule

Next

Enter data 1 0

Enter data 2 NFFFFFFFFFFFF

Enter data 3 NFWWWWWW

Enter data 4 NFVVFVVFVVFV

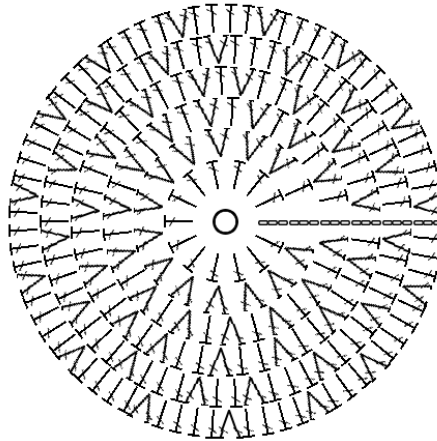
Enter data 5 NWFVFFVFFVFFV

Enter data 6 NFFVFFVFFVFFV

Enter data 7 NWFVFFVFFVFFV

Draw Image

ภาพที่ 4.2 แสดงหน้าจอกรอกสายอักขระลายโครเชต์ในภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.3 แสดงผังลายโครเชต์จากโปรแกรม 1

จากภาพที่ 4.2 แสดงการใช้งานโปรแกรม โดยกรอกสายอักขระในแต่ละแถวของลายโครเชต์ทั้งหมด และแสดงผลเป็นผังลายโครเชต์ดังภาพที่ 4.3

ในบางกรณีที่เราสามารถหาทฤษฎีของการสร้างลายโครเชต์ เรายังคงสามารถใช้โปรแกรมในการสร้างผังลายโครเชต์ได้ อีกทั้งยังอำนวยความสะดวกให้ไม่ต้องกรอกสายอักขระทั้งหมด และลดข้อผิดพลาดในการพิมพ์สายอักขระผิดไป

Crochet Pattern Generation and Simulation System

How many data?

Rule

Enter initial

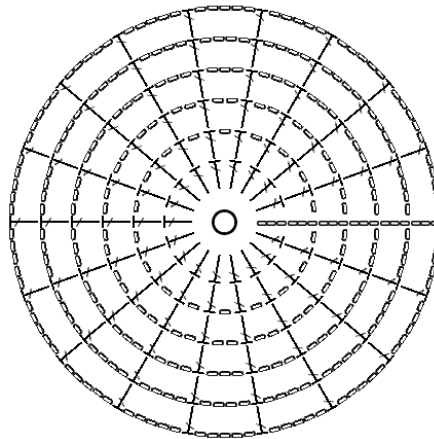
Enter rule 1 ->

Enter rule 2 ->

Enter rule 3 ->

Number of row(s)

ภาพที่ 4.5 แสดงหน้าจอกรอกสายอักขระลายโครเซตในภาพที่ 4.4

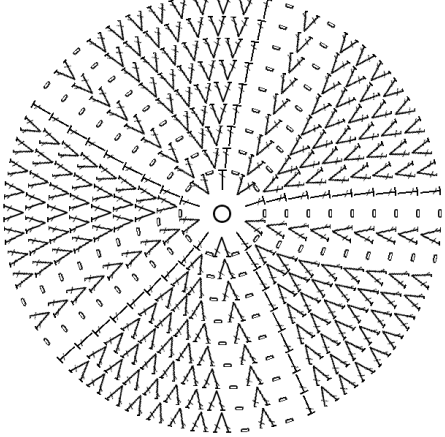
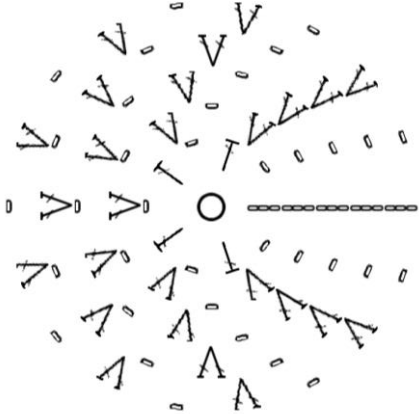
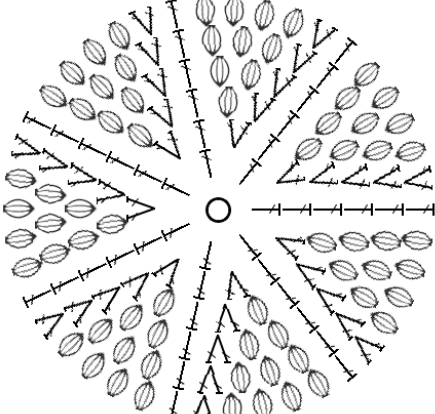


ภาพที่ 4.6 แสดงผังลายโครเซตจากโปรแกรม 2

จากภาพที่ 4.5 แสดงการใช้งานโปรแกรม โดยกรอกกฎของการสร้างลายโครเซตทั้งหมด และแสดงผลเป็นผังลายโครเซตดังภาพที่ 4.6

จะเห็นได้ว่าตัวอย่างของลายโครเซตที่สามารถสร้างกฎของการสร้างลายได้นั้น จะมีความสะดวกต่อการกรอกข้อมูล และลดข้อผิดพลาดในการกรอกได้

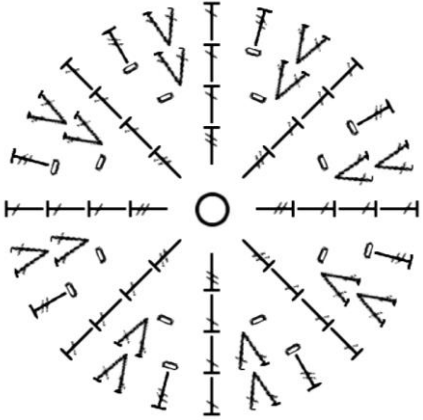
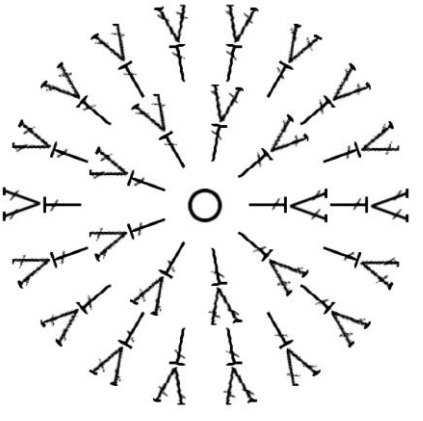
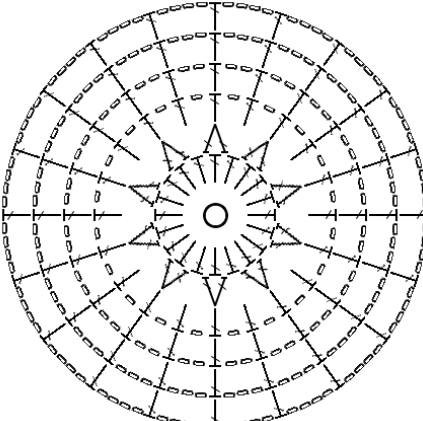
ตารางที่ 4.3 ตัวอย่างผังลายโครเซตเพิ่มเติมที่ใช้โปรแกรม

ลายที่	S, I, R, N	รูปผังลายโครเซต $L(S, I, R, N)$
1	$S = \{O, F, V, Ch\}$	
	$I = O$	
	$R = \{R_1, R_2\}$ $R_1 = O \rightarrow ChFChV * 5$ $R_2 = F \rightarrow FV$	
	$N = 10$	
2	$S = \{O, Nr, F, V, Ch\}$	
	$I = O$	
	$R = \{R_1, R_2\}$ $R_1 = O \rightarrow NrCh + FCh * 4,$ $R_2 = Nr \rightarrow NrChV$ $R_3 = F \rightarrow V$	
	$N = 6$	
3	$S = \{O, F, V, Pc\}$	
	$I = O$	
	$R = \{R_1, R_2, R_3\}$ $R_1 = O \rightarrow F * 7$ $R_2 = F \rightarrow FV$ $R_3 = V \rightarrow Ps$	
	$N = 7$	

ภาพที่ 4.7 แสดงผังลายโครเซตจากโปรแกรม 3

ภาพที่ 4.8 แสดงผังลายโครเซตจากโปรแกรม 4

ภาพที่ 4.9 แสดงผังลายโครเซตจากโปรแกรม 5

4	$S = \{O, F, E, Ch\}$ $I = O$ $R = \{R_1, R_2, R_3, R_4\}$ $R_1 = O \rightarrow E * 8$ $R_2 = E \rightarrow FCh$ $R_3 = F \rightarrow FV$ $R_4 = VCh \rightarrow E$	 <p>ภาพที่ 4.10 แสดงผังลายโคเรเซตจากโปรแกรม 6</p>
5	$S = \{O, F, V\}$ $I = O$ $R = \{R_1, R_2, R_3\}$ $R_1 = O \rightarrow F * 9$ $R_2 = F \rightarrow V$ $R_3 = V \rightarrow FF$	 <p>ภาพที่ 4.11 แสดงผังลายโคเรเซตจากโปรแกรม 7</p>
6	$S = \{O, F, A, Ch\}$ $I = O$ $R = \{R_1, R_2, R_3, R_4\}$ $R_1 = O \rightarrow F * 20$ $R_2 = FF \rightarrow A$ $R_3 = A \rightarrow FCh * 2$ $R_4 = F \rightarrow FCh$	 <p>ภาพที่ 4.12 แสดงผังลายโคเรเซตจากโปรแกรม 8</p>

บทที่ 5

ปัญหาอุปสรรคในการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงปัญหาอุปสรรคที่พบเจอระหว่างการทำโครงการ วิธีแก้ไขปัญหา ข้อเสนอแนะ และบทสรุปของการพัฒนาโปรแกรมจำลองผังลายโครเซต

5.1 บทสรุป

โปรแกรมสร้างผังลายโครเซต ช่วยอำนวยความสะดวกและลดข้อผิดพลาดอันเนื่องจากการวาดด้วยมือมนุษย์ อีกทั้งยังสามารถแสดงผลเป็นรูปภาพให้ทันทีหลังจากผู้ใช้กรอกข้อมูล โดยส่วนของข้อมูลที่ต้องการกรอกเพื่อสร้างแบบจำลองนั้น มีเพียงค่าเริ่มต้นของลายโครเซต และกฎการสร้างลายโครเซต หรือสายอักขระในการสร้างลายโครเซต

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน

1. ค้นหาลายโครเซตที่สามารถหา Pattern ได้ยาก
2. องค์กรความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการหา Pattern ของลายโครเซตไม่ค่อยมี

5.3 แนวทางในการแก้ไขปัญหา

1. ค้นหาจากหลากหลายเว็บไซต์เพื่อที่จะนำมาประกอบการทำโครงการได้
2. ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาให้มากขึ้น เพื่อที่จะนำแนวคิดมาพัฒนาต่อ

5.4 ข้อเสนอแนะ

เนื่องด้วยการทำโครงการเกี่ยวกับลายโครเซตมีค่อนข้างน้อย ในการทำครั้งต่อไปต้องหาข้อมูลให้ละเอียดและหลากหลายเพื่อนำมาวิเคราะห์และปรับปรุงใช้กับโครงการได้ อีกประเด็นที่ผู้ทำโครงการสังเกตเห็นถึงความสำคัญ นั่นคือ เราต้องมีการวางแผนในการเขียนโปรแกรมก่อนที่จะใช้งานจริง เนื่องจากจะได้ทำให้เกิดข้อผิดพลาดน้อยลงในการนำไปใช้งานครั้งแรก

เอกสารอ้างอิง

- [1] Susan Lombardo, “Crocheting Hyperbolic Planes” [ออนไลน์] แหล่งที่มา: <https://mathandfiber.wordpress.com> [28 มีนาคม 2564]
- [2] Capunaman, Bingöl and Gursoy, “Computing Stitches and Crocheting Geometry” [ออนไลน์] แหล่งที่มา: https://www.researchgate.net/publication/318175297_Computing_Stitches_and_Crocheting_Geometry [28 มีนาคม 2564]
- [3] กรุง ลีนอภิรมย์สรานู, “ไวยากรณ์ไม่พื้งบริบท และภาษาไม่พื้งบริบท” [ออนไลน์] แหล่งที่มา: <http://pioneer.netserv.chula.ac.th/~skrung/csc610/Lecture006.html> [7 กุมภาพันธ์ 2564]
- [4] James S. Hanan, The Algorithmic Beauty of Plants., Springer-Verlag Publishing, 1996
- [5] Grzegorz Rozenberg, The mathematical theory of L systems, Academic Press, 1980
- [6] วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. “L-system” [ออนไลน์] แหล่งที่มา: <https://en.wikipedia.org/wiki/L-system> [14 มกราคม 2564]
- [7] udomchan, “โครเชต์มาจากไหนกัน” [ออนไลน์] แหล่งที่มา: <http://crochet-school.blogspot.com/2012/07/blog-post.html> [7 กุมภาพันธ์ 2564]
- [8] Kirsten. “How to read a crochet pattern chart” [ออนไลน์] แหล่งที่มา: <https://haakmaarraak.nl/how-to-read-a-crochet-pattern-chart> [13 กุมภาพันธ์ 2564]
- [9] Diaz. “rectangle crochet” [ออนไลน์] แหล่งที่มา: <https://www.pinterest.com/pin/522417625506194363> [4 เมษายน 2564]
- [10] Conaway. “Spiral crochet” [ออนไลน์] แหล่งที่มา: <https://www.pinterest.com/pin/3448137204711578> [4 เมษายน 2564]
- [11] Klopstein. “circle crochet” [ออนไลน์] แหล่งที่มา: <https://www.pinterest.com/pin/33636328456755712> [4 เมษายน 2564]
- [12] Mordor. “crochet pattern” [ออนไลน์] แหล่งที่มา: <https://www.pinterest.com/pin/637963103460023142> [4 เมษายน 2564]
- [13] Cindy. “crochet pattern” [ออนไลน์] แหล่งที่มา: <https://www.pinterest.com/pin/479492691554721942> [4 เมษายน 2564]
- [14] Kaplan, “Circle of joy” [ออนไลน์] แหล่งที่มา: <https://www.pinterest.com/pin/414120128219380523> [28 มีนาคม 2564]
- [15] Porcell, “Crochet pattern” [ออนไลน์] แหล่งที่มา: https://www.pinterest.com/pin/AdeCFB_5BTRjx-U5i84obpD_f_ILeeViL9fJqS1E88511W4and_6QxY [28 มีนาคม 2564]
- [16] _____. “Crochet pattern” [ออนไลน์] แหล่งที่มา: <https://m.blog.naver.com/noblesses/221094430397> [21 มีนาคม 2564]

- [17] Amos. “what is tkinter?” [ออนไลน์] แหล่งที่มา: <https://realpython.com/python-gui-tkinter> [12 มีนาคม 2564]
- [18] วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. “PIL” [ออนไลน์] แหล่งที่มา: https://en.wikipedia.org/wiki/Python_Imaging_Library [12 มีนาคม 2564]
- [19] Naruebet Chanthong. “Sublime Text 3” [ออนไลน์] แหล่งที่มา: <https://www.glurgeek.com/education/software-engineering/sublime-text-3> [21 มีนาคม 2564]
- [20] Iriarte. “Crochet diagram” [ออนไลน์] แหล่งที่มา: <https://www.pinterest.com/pin/476818679297800896> [17 กุมภาพันธ์ 2564]
- [21] Kirsten. “How to read a crochet pattern chart” [ออนไลน์] แหล่งที่มา: <https://haakmaarraak.nl/how-to-read-a-crochet-pattern-chart> [17 กุมภาพันธ์ 2564]

ภาคผนวก

แบบเสนอหัวข้อโครงการ รายวิชา 2301399 Project Proposal

ปีการศึกษา 2563

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย)	ระบบจำลองการสร้างลายโครเชต์สี่เหลี่ยมผืนผ้า
ชื่อโครงการ (ภาษาอังกฤษ)	Rectangular Crochet Pattern Generation and Simulation System
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. ทรรพณ์ ปณิธานะรักษ์
ผู้ดำเนินการ	นายณัฐวัตร ศิริประทุม เลขประจำตัวนิต 6033512123 สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความเป็นมาและเหตุผล

ปัจจุบันผังลายโครเชต์ (crochet pattern diagram) มีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการถักโครเชต์ เนื่องจากผังลายโครเชต์นั้นจะมีรายละเอียดของการถัก นอกจากช่วยให้ลายถักโครเชต์มีรูปแบบเดียวกันแล้ว ยังสามารถช่วยลดข้อผิดพลาดในการถักได้ ทั้งนี้ผังลายโครเชต์ที่เกิดจากการวาดด้วยมือของมนุษย์มักเกิดความคลาดเคลื่อนในการวาดได้ เช่น ผู้วาดผังลายวาดไม่ตรงกับลายโครเชต์จริง รวมไปถึงการวาดผังลายโครเชต์ที่มีขนาดใหญ่ขึ้น และมีความซับซ้อนของลายมากขึ้นก็ยิ่งทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการถักลายโครเชต์มากขึ้นด้วย

ที่ผ่านมาได้มีการศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างทางเรขาคณิตของการถักโครเชต์ [1] และการถักลายโครเชต์ที่มีลักษณะที่ไม่สมมาตร [2] โดยมุ่งเน้นการศึกษาไปที่รูปทรงทางเรขาคณิตและลักษณะของลายโครเชต์ ซึ่งยังไม่มีการค้นพบว่างานวิจัยใดที่ศึกษาเฉพาะในส่วนของการสร้างผังลายโครเชต์ โครงการนี้จึงเกิดขึ้นเพื่อศึกษาผังลายโครเชต์ โดยมีสองขั้นตอนที่ต่อเนื่องกัน คือ การแปลงลายโครเชต์ให้เป็นสายอักขระหรือกฎของการสร้างลายโครเชต์ และการสร้างผังลายโครเชต์จากสายอักขระหรือกฎของการสร้างลายโครเชต์

ในการสร้างผังลายโครเชต์จากกฎของการสร้างลายโครเชต์นั้น เพื่อความสะดวกและลดความผิดพลาดในการวาดลายโครเชต์ โครงการนี้จึงเน้นศึกษารูปแบบ (pattern) ของการสร้างลายโครเชต์ (crochet pattern generation) โดยใช้ความสัมพันธ์เวียนบังเกิด (recurrence relations) จากกฎของการสร้างลายโครเชต์ และนำไปเขียนโปรแกรมเพื่อใช้สร้างผังลายโครเชต์ เพื่อจำลองระบบสร้างลายโครเชต์ (simulation system) จากกฎของการสร้างลายโครเชต์ที่ได้

ดังนั้น ผู้จัดทำจึงมีความคิดที่จะสร้างโปรแกรมออกแบบผังลายโครเชต์ เพื่ออำนวยความสะดวกต่อผู้วาดลายโครเชต์ และลดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากความผิดพลาดของมนุษย์ (human error) ในการสร้างผังลายโครเชต์ ในส่วนของโปรแกรมถูกสร้างขึ้นมีไว้เพื่อแปลงสายอักขระหรือกฎของการสร้างลายโครเชต์ให้เป็นรูปภาพ (image) ของผังลายโครเชต์ได้

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษารูปแบบและพัฒนาโปรแกรมสร้างผังลายโครเชต์จากสายอักขระ และกฎของการสร้างลายโครเชต์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์แปลงเป็นรูปภาพ เพื่อลดความผิดพลาดในการสร้างลายโครเชต์จากมนุษย์ สำหรับผู้ที่มีพื้นฐานการถักโครเชต์มาแล้ว

ขอบเขตโครงการ

1. ศึกษาารูปแบบลายโครเซตที่มีจุดเริ่มต้นและลายมีรูปเป็นวงกลม
2. พัฒนาโปรแกรมโดยใช้ภาษาไพธอน (Python)
3. โปรแกรมที่พัฒนาแสดงผลเป็นภาษาอังกฤษเท่านั้น
4. โปรแกรมทำงานได้เฉพาะระบบปฏิบัติการวินโดวส์

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาและค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับการสร้างผังลายโครเซต
2. นำเสนอ Project Proposal
3. ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของกรรมการ และเพิ่มเติมส่วนที่คาดว่าจะเป็นไปได้
4. พัฒนาโปรแกรมเพื่อทดลองใช้จริง
5. ทดสอบโปรแกรม และแก้ไขข้อผิดพลาด
6. สรุปผลการดำเนินงาน และจัดทำเอกสาร

ขั้นตอนการดำเนินงาน		เดือน/ ปีการศึกษา 2563								
		ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1	ศึกษาและค้นหาข้อมูล									
2	นำเสนอ Project Proposal									
3	ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของกรรมการ									
4	พัฒนาโปรแกรมเพื่อทดลองใช้จริง									
5	ทดสอบโปรแกรม และแก้ไขข้อผิดพลาด									
6	สรุปผลการดำเนินงาน และจัดทำเอกสาร									

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ต่อผู้พัฒนา
 - 1.1 มีความเข้าใจเกี่ยวกับการสร้างลายโครเซตมากยิ่งขึ้น
 - 1.2 ฝึกฝนและพัฒนาทักษะการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Python
 - 1.3 พัฒนาการคิดวิเคราะห์และวางแผนอย่างเป็นขั้นตอน
2. ต่อผู้ใช้
 - 2.1 สามารถอ่านลายโครเซตจากการสร้างขึ้นโดยคอมพิวเตอร์ได้ง่ายขึ้น
 - 2.2 ลดข้อผิดพลาดในการวาดผังลายโครเซตเมื่อลายมีขนาดใหญ่หรือความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น
 - 2.3 สะดวกต่อการใช้งานและเข้าใจง่าย
 - 2.4 ประหยัดเวลาในการสร้างผังลายโครเซต

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

1. คอมพิวเตอร์ ระบบปฏิบัติการ Window 10, CPU Intel Core i3-3120M, RAM 4GB
2. โปรแกรม Sublime Text 3 ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม

งบประมาณ

- | | |
|--|------------------------------|
| 1. กระดาษถ่ายเอกสารขนาด A4 80 แกรม จำนวน 1 กล่อง | ราคา 550 บาท |
| 2. หมึกพิมพ์ | ราคา 1,100 บาท |
| 3. แบตเตอรี่คอมพิวเตอร์ | ราคา 1,800 บาท |
| 4. สายชาร์จแบตเตอรี่คอมพิวเตอร์ | ราคา 1,250 บาท |
| 5. เม้าส์ไร้สาย | ราคา 250 บาท |
| | รวมทั้งสิ้น 4,950 บาท |

เอกสารอ้างอิง

- [1] Susan Lombardo, “Crocheting Hyperbolic Planes” [ออนไลน์]
แหล่งที่มา: <https://mathandfiber.wordpress.com> [28 มีนาคม 2564]
- [2] Capunaman, Bingöl and Gursoy, “Computing Stitches and Crocheting Geometry” [ออนไลน์] แหล่งที่มา:
https://www.researchgate.net/publication/318175297_Computing_Stitches_and_Crocheting_Geometry [28 มีนาคม 2564]

ประวัติผู้เขียน



ชื่อ: นายณัฐวัตร ศิริประทุม

E-mail: Duy01duy@hotmail.com

ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย