

ขั้นตอนวิธีสำหรับการจำลองและการสร้างภาพนามธรรมของการขยายขนาดและความสูง  
ของลำต้นและกิ่งก้านเหลืองในรูปความเป็นจริงเสมือน



นายสันติชัย โลहितหาญ

ศูนย์วิทยพัทยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการคณนา ภาควิชาคณิตศาสตร์


คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2547

ISBN 974-53-1278-9

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

AN ALGORITHM FOR SIMULATION AND VISUALIZATION OF SIZE AND HEIGHT ENLARGEMENT  
OF STEM AND BRANCH OF SOYBEAN IN VIRTUAL REALITY FORM



Mr. Santichai Lohitharn

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science in Computational Science

Department of Mathematics

Faculty of Science


Chulalongkorn University

Academic Year 2004

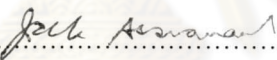
ISBN 974-53-1278-9


หัวข้อวิทยานิพนธ์	ขั้นตอนวิธีสำหรับการจำลองและการสร้างภาพนามธรรมของการขยาย
โดย	ขนาดและความสูงของลำต้นและกิ่งก้านเหลืองในรูปความเป็นจริงเสมือน
สาขาวิชา	นายสันติชัย โลहितหาญ
อาจารย์ที่ปรึกษา	วิทยาการคณนา
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ สุชาดา ศิริพันธ์
	ศาสตราจารย์ ดร. ชิดชนก เหลือสินทรัพย์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยรับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต


  
..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์  
(ศาสตราจารย์ ดร.เปี่ยมศักดิ์ เมนะเสวต)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. จักษ์ อัสวานันท์)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์ สุชาดา ศิริพันธ์)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(ศาสตราจารย์ ดร. ชิดชนก เหลือสินทรัพย์)

  
..... กรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุภจิตรา ชัชวาลย์)

  
..... กรรมการ  
(อาจารย์ ดร. รัชติดา ลิปิกรณ์)

สันติชัย โลहितหาญ : ขั้นตอนวิธีสำหรับการจำลองและการสร้างภาพนามธรรมของการขยาย  
ขนาดและความสูงของต้นและกิ่งของต้นถั่วเหลืองในรูปแบบเสมือนจริง. (AN ALGORITHM  
FOR SIMULATION AND VISUALIZATION OF SIZE AND HEIGHT ENLARGEMENT OF  
STEM AND BRANCH OF SOYBEAN IN VIRTUAL REALITY FORM) อ. ที่ปรึกษา : รศ.  
สุชาติ ศิริพันธุ์, อ. ที่ปรึกษาร่วม : ศ.ดร. ชิดชนก เหลือสินทรัพย์ ; XX หน้า. ISBN 974-  
53-1278-9.

ในปัจจุบันได้มีหลายงานวิจัยที่ศึกษาถึงการเจริญเติบโตและการสร้างภาพนามธรรมแสดงการ  
เติบโตของพืช แต่การแสดงผลที่ได้นั้นยังไม่เหมือนจริงเนื่องจากการแสดงผลการเจริญเติบโตในด้าน  
ความสูงเพียงด้านเดียว ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้มีการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้สำหรับการ  
เติบโตในแนวรัศมีของลำต้นและความสูงของถั่วเหลืองที่เรียกว่า แบบจำลองการเติบโตแบบลอจิสติก  
(Logistic growth model) แบบจำลองที่ได้สามารถแสดงผลการเติบโตของถั่วเหลืองและยังสามารถ  
นำไปใช้ควบคุมการขยายขนาดในแนวรัศมีและความสูงของลำต้นและกิ่งของภาพนามธรรมของถั่ว  
เหลืองที่สร้างจากหลักการ Bracketed L-System ให้เสมือนจริงยิ่งขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา .....คณิตศาสตร์..... ลายมือชื่อนิสิต..... สันติชัย โลहितหาญ  
สาขาวิชา.....วิทยาการคอมพิวเตอร์..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... สุชาติ ศิริพันธุ์  
ปีการศึกษา ...2547 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... C. L. ...

## 4472442023 : MAJOR COMPUTATIONAL SCIENCE

KEY WORD: SIMULATION / VISUALIZATION / ENLARGEMENT / SOYBEAN GROWTH

SANTICHAH LOHITHARN : AN ALGORITHM FOR SIMULATION AND VISUALIZATION OF SIZE AND HEIGHT ENLARGEMENT OF STEM AND BRANCH OF SOYBEAN IN VIRTUAL REALITY FORM. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. SUCHADA SIRIPANT, THESIS COADVISOR : PROF. CHIDCHANOK LURSINSAP, Ph.D., XX pp. ISBN 974-53-1278-9.

In order to understand the nature of plant growth, several researches to simulate and visualize plant growth are focused on only height enlargement for visualization. Although several existing plant growth models produce good results, they do not consider the problem in stem radial growth of plant such as trunk. This thesis proposes a simulation model of soybean growth in the form of mathematical formalism based on stem diameter and height enlargement by logistic growth model. The model can simulate the soybean growth controlling stem diameter and height enlargement and visualize the result by Bracketed L-Systems.

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department.....Mathematics..... Student's signature..... *สันติชัย โลหิตนุ*  
Field of study....Computational..Science...Advisor's signature..... *สุชดา สิริปนต์*  
Academic year 2004..... Co-advisor's signature..... *ชิดchanok Lursinsap*

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์ด้วยความกรุณาช่วยเหลืออย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ สุชาดา ศิริพันธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และศาสตราจารย์ ดร. ชิดชนก เหลือสินทรัพย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำและความช่วยเหลือ อย่างดียิ่งตลอดระยะเวลาในการทำวิจัย รวมทั้งช่วยตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ ยิ่งขึ้น จึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. จักษ์ อัสวานันท์ ประธานกรรมการสอบ วิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศุภจิตรา ชัชวาลย์ และ ดร. รัชติดา ลิปิกรณ์ กรรมการสอบ วิทยานิพนธ์ ที่กรุณาตรวจสอบและให้คำแนะนำแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณอนุชิต จิตพัฒนกุล และ คุณจันทรัตน์ ผลอุทิศ เพื่อนร่วมรุ่นคณาทุกคน และ พี่ๆ น้องๆ ที่ศูนย์วิจัย AVIC ทุกคนสำหรับคำปรึกษา คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ และความช่วยเหลือในทุกๆเรื่อง ตลอดระยะเวลาในการทำวิจัย

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ที่ได้ให้กำลังใจช่วยเหลือและ สนับสนุนในด้านต่างๆอย่างดีตลอดมา จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ถ้าไม่มีบุคคลทั้งสอง นี้ ผู้วิจัยคงไม่มีวันนี้

ความดีของการศึกษาและคุณค่าของวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขออุทิศแด่บูรพาจารย์และผู้มี พระคุณทุกท่าน

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญ .....	ช
สารบัญตาราง .....	ฌ
สารบัญภาพ .....	ญ
บทที่	
1 บทนำ .....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	3
2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการขยายขนาดของลำต้นและกิ่ง.....	3
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองการเติบโต.....	4
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างภาพนามธรรมการเติบโตของพืช .....	4
3 ทฤษฎีพื้นฐาน.....	6
3.1 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับการเจริญเติบโต.....	6
3.2 การวิเคราะห์การถดถอย.....	14
3.3 ระบบลินเดนเมเยอร์.....	22
4 การจำลองและการสร้างภาพนามธรรม .....	34
4.1 ข้อมูลจำเพาะของถั่วเหลือง .....	34
4.2 การเก็บข้อมูล.....	36
4.3 การจำลองแบบ.....	36
4.4 การสร้างภาพนามธรรม.....	43

บทที่	หน้า
5 ผลการวิจัย .....	59
5.1 แบบจำลองการเติบโตของตัวเห็บ ..... 59	59
5.2 ผลการจำลองแบบ .....	60
5.3 ผลการสร้างภาพนามธรรม.....	62
6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ .....	65
6.1 สรุปผลการวิจัย .....	65
6.2 ข้อเสนอแนะ .....	66
รายการอ้างอิง .....	67
ภาคผนวก.....	69
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ .....	74



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการตีความแบบเต่าแบบง่าย .....	23
ตารางที่ 3.2	สายอักขระเริ่มต้นและกฎการทำซ้ำแบบ Bracketed L-system ที่แตกต่างกัน ..	29
ตารางที่ 3.3	ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของตัวอย่าง 3.8 .....	33
ตารางที่ 4.1	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการตีความเพื่อสร้างภาพนามธรรมของถั่วเหลือง .....	48



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญภาพ

ภาพประกอบ	หน้า
รูปที่ 3.1	การเติบโตแบบเอกซ์โปเนนเชียลและแบบลอจิสติก.....7
รูปที่ 3.2	ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นโค้งกับพารามิเตอร์ $K, \alpha$ และ $\beta$ โดย (ก) $K$ ต่างกัน (ข) $\alpha$ ต่างกัน และ (ค) $\beta$ ต่างกัน .....8
รูปที่ 3.3	ช่วงเวลาการเติบโตที่ 10% ถึง 90%.....9
รูปที่ 3.4	เวลาที่มีอัตราการเติบโตมากที่สุด .....11
รูปที่ 3.5	การฟิตข้อมูลด้วยแบบจำลองการเติบโตแบบลอจิสติก .....12
รูปที่ 3.6	เปรียบเทียบการปรับเส้นโค้งข้อมูล(ก) ด้วยแบบจำลองการเติบโตแบบลอจิสติก (ข)และแบบจำลองการเติบโตแบบมัลติลอจิสติก(ค) .....13
รูปที่ 3.7	ค่าความคลาดเคลื่อนในแต่ละจุด $(x_i, y_i)$ .....16
รูปที่ 3.8	กราฟที่ได้จากการถดถอยเทียบกับข้อมูลจากตัวอย่าง 3.1 .....22
รูปที่ 3.9	การตีความสายอักขระด้วย Turtle Interpretation .....25
รูปที่ 3.10	ภาพกราฟิกที่ได้จาก Deterministic Context-Free L-System .....27
รูปที่ 3.11	ภาพกราฟิกของพืชที่ได้จาก Bracketed L-System .....29
รูปที่ 3.12	ภาพกราฟิกที่มีความหลากหลายของพืช โดยใช้ Stochastic L-System .....30
รูปที่ 3.13	ภาพกราฟิกของพืชที่ได้จาก Context-sensitive L-System .....32
รูปที่ 3.14	ภาพกราฟิกใบของพืชที่ได้จาก Parametric L-System .....33
รูปที่ 4.1	โครงสร้างของถั่วเหลือง .....34
รูปที่ 4.2	ระยะเวลาการเติบโตของถั่วเหลือง .....36
รูปที่ 4.3	กราฟข้อมูลเฉลี่ยที่ได้จากการทดลองการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง 4 ชุดการ ทดลอง ที่อายุ 60 วัน (ก.) ความสูง (ข.) ความกว้าง .....37
รูปที่ 4.4	กราฟเปรียบเทียบข้อมูลเฉลี่ยที่ได้จากการทดลอง-แบบจำลองของถั่วเหลืองอายุ 60 วัน (ก.) ความสูง (ข.) ความกว้าง .....42
รูปที่ 4.5	ภาพกราฟิกของปล้อง .....49
รูปที่ 4.6	ภาพกราฟิกของก้านใบ ..... 49

ภาพประกอบ	หน้า
รูปที่ 4.7 ภาพกราฟิกของก้านใบย่อย .....	50
รูปที่ 4.8 ภาพกราฟิกของใบ .....	50
รูปที่ 4.9 ภาพกราฟิกของกิ่ง .....	51
รูปที่ 4.10 ภาพกราฟิกส่วนประกอบของถั่วเหลือง .....	51
รูปที่ 4.11 การควบคุมการเติบโตของภาพกราฟิกของถั่วเหลือง .....	53
รูปที่ 4.12 การสร้างภาพกราฟิกการเติบโตของถั่วเหลือง .....	54
รูปที่ 4.13 การขยายขนาดของลำต้นในปล้องที่ 1 ในลักษณะภาคตัดขวาง .....	56
รูปที่ 4.14 Principle of Leonardo's rule .....	57
รูปที่ 4.15 ภาพกราฟิกการขยายขนาดและความสูงของลำต้นและกิ่งที่ระยะเวลา 10, 20, 30, 40, 50 และ 60 .....	58
รูปที่ 5.1 กราฟเปรียบเทียบค่าการเติบโตของถั่วเหลืองที่ได้จากการทดลองและการจำลองแบบของถั่วเหลือง .....	60
รูปที่ 5.2 กราฟเปรียบเทียบค่าการเติบโตของถั่วเหลืองที่ได้จากการทดลองและการจำลอง .....	61
รูปที่ 5.3 ภาพนามธรรมการขยายขนาดและความสูงของลำต้นและกิ่งของถั่วเหลือง .....	62