

การพัฒนาซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ช่วยในการวางแผนกระบวนการผลิต
สำหรับกระบวนการสร้างรูปและกระบวนการกัด



นาย กศานต์ ปิ่นหวาส์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดมหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

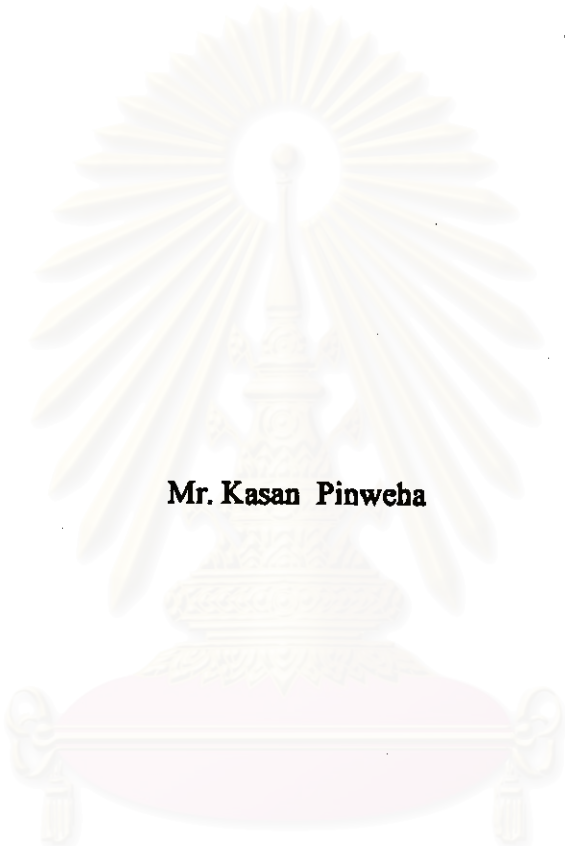
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2541

ISBN 974-639-921-7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**DEVELOPMENT OF A COMPUTER-AIDED PROCESS PLANNING SOFTWARE
FOR HOLE MAKING AND MILLING PROCESSES**



Mr. Kasan Pinweha

**สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**
**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering**

Department of Industrial Engineering

Graduate school

Chulalongkorn University

Academic Year 1998

ISBN 974-639-921-7

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ช่วยในการวางแผนกระบวนการผลิต
 สำหรับกระบวนการสร้างรูและกระบวนการกัด
 โดย นาย กสานต์ ปิ่นเวหาส์
 ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ
 อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการ
 ศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต



คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชุตินวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



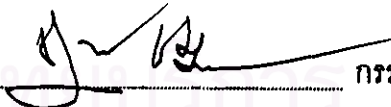
ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ อัมพิกา ไกรฤทธิ)



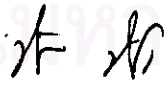
อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ ดร.ปารเมศ ชุติมา)



กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชูเวช ช่างสง่าเวช)



กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ จันทนา จันทโร)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

กสานต์ ปิ่นเวหาส์ : การพัฒนาซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ช่วยในการวางแผนกระบวนการผลิต
สำหรับกระบวนการสร้างรูและกระบวนการกัด (DEVELOPMENT OF A COMPUTER-AIDED
PROCESS PLANNING SOFTWARE FOR HOLE MAKING AND MILLING PROCESSES)

อ. ที่ปรึกษา : อ. ดร. ป่ารงค์ ชุดิมา , 163 หน้า. ISBN 974-639-921-7

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับช่วยวางแผนกระบวนการผลิตสำหรับ
งานแมชชีนนิ่งชิ้นส่วนเครื่องยนต์ ซึ่งมีรูปทรงเป็นรูปหลายเหลี่ยม และประกอบไปด้วยรูปทรงทางการผลิต
ชนิดต่างๆเช่น รู ผิวด้านหน้า และผิวการปรับปรุงชนิดต่างๆ โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสามารถวางแผน
กระบวนการผลิตได้อย่างอัตโนมัติ โดยอาศัยข้อมูลการออกแบบจากส่วนการออกแบบ ซึ่งเป็นส่วนที่เกิด
จากการปรับปรุงบางส่วนของโปรแกรม AutoCAD ขั้นตอนการวางแผนเริ่มจากผู้วางแผนทำการกำหนด
ลักษณะรูปร่างทางการผลิต ขนาด และข้อมูลทางด้านเทคนิคให้กับพื้นผิวต่างๆที่ต้องการทำการแมชชีนนิ่ง
จากนั้นพื้นผิวที่ทำการออกแบบจะถูกจัดกลุ่มตามทิศทางของการแมชชีนนิ่ง และทำการเลือกชนิดกระบวนการ
การผลิต การเลือกเครื่องมือตัด การกำหนดค่าสภาวะการตัดเฉือน และการคำนวณเวลาที่ใช้ในการแมชชีน
นิ่ง การพิจารณาแผนกระบวนการผลิตที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละพื้นผิวจะพิจารณาจากจำนวนขั้นตอน
การทำงานที่น้อยที่สุดและอัตราการผลิตสูงสุด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

ปีการศึกษา 2541

ลายมือชื่อนิติ นายแพทย์ อนุพงษ์

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา นายแพทย์ อนุพงษ์

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

C816463 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD: PROCESS PLANNING / HOLE MAKING / MILLING

KASAN PINWEHA : DEVELOPMENT OF A COMPUTER-AIDED PROCESS PLANNING SOFTWARE FOR HOLE MAKING AND MILLING PROCESSES. THESIS ADVISOR : DR. PARAMES CHUTIMA, 163 pp. ISBN 974-639-921-7

This thesis describes the development of computer-aided process planning software for hole making and milling processes. The objective is to develop a software that help plan the machining process for automotive part manufacturing which is primitive parts and comprises different kinds of features such as holes, faces, counter-sink, counter-bore ,etc.

The developed program is able to plan machining process automatically by obtaining the information in designing from the design module which is improved by AutoCAD program. Given details of the part geometry the system selects proper cutting tools and cutting conditions for each feature using rules elicited from cutting tools catalog, metal cutting theory and domain expert.

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....วิศวกรรมอุตสาหกรรม.....

ลายมือชื่อนิสิต สินันท์ ปุณณศรี

สาขาวิชา.....วิศวกรรมอุตสาหกรรม.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา [Signature]

ปีการศึกษา..... 2541

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษารวม.....

กิตติกรรมประกาศ



วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของอาจารย์ ดร. ปารเมศ ชูติมา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆที่เป็นประโยชน์ในงานวิจัยมาด้วยดีตลอด และเนื่องจากทุนการวิจัยครั้งนี้บางส่วนได้รับจากทุนอุดหนุนการวิจัยของบัณฑิตวิทยาลัย จึงขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณ คุณเศรษฐศักดิ์ เขาวนาจิม คุณสุเทพ หลวงพิทักษ์ และพนักงานทุกท่านของบริษัท ทีบีเค กรุงเทพมหานคร จำกัด ที่ได้เอื้อเฟื้อข้อมูล และประสบการณ์ต่างๆอันมีค่าในเรื่องการวางแผนกระบวนการผลิต และขอขอบพระคุณ คุณสุเมณี พงษ์โพธิ์ คุณธนะ เขื่องกมลสิงห์ คุณทศพล แก้วอมรคุณสุชาติ ศรีวรานนท์ และเพื่อนๆทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจในการทำงานวิจัยนี้

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา และสมาชิกครอบครัวทุกท่านที่ให้ความห่วงใยและให้กำลังใจเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	๙
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	๑
กิตติกรรมประกาศ.....	๑
สารบัญ.....	๗
สารบัญตาราง.....	๑๑
สารบัญภาพ.....	๑๒
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา.....	2
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย.....	3
1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับ.....	4
2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบคอมพิวเตอร์ช่วยวางแผนกระบวนการผลิต.....	6
2.2 สรุปงานวิจัยและผลงานที่เกี่ยวข้อง.....	10
3 ทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับการวางแผนกระบวนการผลิต.....	11
3.1 ขั้นตอนการวางแผนกระบวนการผลิต.....	11
3.2 การวางแผนกระบวนการสร้างรูป.....	18
3.3 การวางแผนกระบวนการกัด.....	28
4 ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยวางแผนกระบวนการผลิต.....	30
4.1 บทนำ.....	30
4.2 วิธีการนำเสนองานออกแบบ	33
4.2.1 แบบทางวิศวกรรม	35
4.2.2 แบบจำลอง CSG	36
4.2.3 Boundary Representation	39
4.2.4 แบบจำลองโดยอาศัยรูปร่างเป็นพื้นฐาน	41
4.3 ความสามารถของกระบวนการผลิต	43
4.3.1 ระดับความสามารถของกระบวนการผลิต	44
4.3.2 หลักการพื้นฐานของกระบวนการผลิต	45

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3.3 ความสามารถของกระบวนการผลิตในด้านต่างๆ	46
4.3.4 ตัวอย่างการนำเสนอความสามารถของกระบวนการผลิต	51
4.4 การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับการวางแผนกระบวนการผลิต	53
4.4.1 กลไกในการเลือกชนิดกระบวนการผลิต	53
4.4.2 ส่วนอื่นๆของการวางแผนกระบวนการผลิต	54
5 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยวางแผนกระบวนการผลิตสำหรับการสร้างรูและการกัด...	56
5.1 โครงสร้างของโปรแกรม	56
5.2 ส่วนการออกแบบ	59
5.3 ส่วนการเตรียมข้อมูลสำหรับวางแผนกระบวนการผลิต	65
5.4 การเลือกแผนกระบวนการผลิต โดยอาศัยแผนเดิม	68
5.5 การเลือกชนิดกระบวนการผลิต	68
5.6 การเลือกเครื่องมือและกำหนดสภาวะการตัดเฉือน	72
5.7 การพิมพ์รายงานแผนกระบวนการผลิต	77
6 การทดสอบโปรแกรม.....	80
7 บทสรุป และข้อเสนอแนะ	115
7.1 สรุปผลการวิจัย	115
7.2 ข้อเสนอแนะ	116
รายการอ้างอิง	118
ภาคผนวก ก. ตารางค่าคงที่สำหรับคำนวณค่า a_{min}	120
ภาคผนวก ข. การติดตั้งและการใช้โปรแกรม	123
ภาคผนวก ค. รหัสคำสั่งโปรแกรม	126
ภาคผนวก ง. ข้อมูลเครื่องมือตัด	153
ภาคผนวก จ. คำนียามศัพท์เกี่ยวกับการวางแผนกระบวนการผลิต	159
ภาคผนวก ฉ. การดึงความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ	160
ประวัติผู้วิจัย	164

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 เครื่องมือต่างๆที่ถูกเลือกในแต่ละกระบวนการผลิต	15
ตารางที่ 3.2 ความสามารถของ Twist Drill	19
ตารางที่ 3.3 ความสามารถของ Solid Carbide Drill	20
ตารางที่ 3.4 ความสามารถของ Core Drill	21
ตารางที่ 3.5 ความสามารถของ Insert Drill	21
ตารางที่ 3.6 ความสามารถของ Reamer	22
ตารางที่ 3.7 ความสามารถของ Boring	23
ตารางที่ 3.8 สรุปผลการคำนวณสถานะการตัดเฉือน	28
ตารางที่ 5.1 ตัวอย่างข้อมูลแผนกระบวนการผลิตเดิม	68
ตารางที่ 5.2 ระยะทางการทำงาน (L)	73
ตารางที่ 5.3 การกำหนดค่าสถานะการตัดเฉือน	74
ตารางที่ 6.1 รายละเอียดของพื้นผิวแมชชีนสำหรับงาน Cover	105
ตารางที่ 6.2 ค่าสถานะการตัดเฉือนของกระบวนการทางเลือกต่างๆสำหรับงาน Cover	107

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 1.1	หน้าที่การวางแผนกระบวนการผลิต และข้อมูล 5
รูปที่ 2.1	ตัวอย่างรูปทรงเจาะร่อง (Slot) 7
รูปที่ 3.1	ขั้นตอนการวางแผนกระบวนการผลิต 12
รูปที่ 3.2	วิธีการสร้างพื้นผิวที่มีความสัมพันธ์กัน 13
รูปที่ 3.3	ตัวอย่างแบบชิ้นงาน 14
รูปที่ 3.4	ข้อจำกัดทางด้านเทคนิคในการจัดลำดับการทำงาน 17
รูปที่ 3.5	ข้อจำกัดทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการจัดลำดับการทำงาน 17
รูปที่ 3.6	Twist Drill 18
รูปที่ 3.7	สว่านนำศูนย์ 19
รูปที่ 3.8	Core Drill 20
รูปที่ 3.9	Insert Drill 21
รูปที่ 3.10	Reamer 22
รูปที่ 3.11	Boring 23
รูปที่ 4.1	การแสดงผลภาพตัดของวัสดุชิ้นงานต่างๆ DIN 201 (2.53) 36
รูปที่ 4.2	การแสดงผลวัตถุโดยโครงสร้างของ CSG 37
รูปที่ 4.3	รูปทรงพื้นฐาน 39
รูปที่ 4.4	การแสดงผลวัตถุโดยการแสดงขอบเขตของพื้นผิว 40
รูปที่ 4.5	การตรวจสอบทรงกระบอกโดยใช้สูตรของ Euler 41
รูปที่ 4.6	การแมชชีนนิ่งแบบการสร้างรูปทรง 47
รูปที่ 4.7	ปริมาณการกวาด ไปมาของเครื่องมือตัดทำให้เกิดกระบวนการกัด 48
รูปที่ 4.8	ลักษณะคมตัด และทิศทางการป้อน 50
รูปที่ 4.9	การวางแผนกระบวนการผลิต Forward Planning 53
รูปที่ 4.10	การวางแผนการสร้างรู โดย Backward Planning 54
รูปที่ 5.1	โครงสร้างการทำงานของระบบ 57
รูปที่ 5.2	โครงสร้างแฟ้มข้อมูล 58
รูปที่ 5.3	ตัวอย่างลักษณะรูปทรง 59
รูปที่ 5.4	การกำหนดขนาดรู 60
รูปที่ 5.5	การแสดงผลผิวปาดหน้า 60
รูปที่ 5.6	การแสดงผลผิว Chamfer 61

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 5.7	เมนู Pull-Down ของ AutoCAD ที่ถูกปรับปรุง 63
รูปที่ 5.8	เมนูรูปภาพสำหรับเลือกลักษณะรูปร่าง 64
รูปที่ 5.9	Dialog Box สำหรับกำหนดคุณสมบัติของพื้นผิวที่ทำการออกแบบ 65
รูปที่ 5.10	ตัวอย่างภาพหลังจากเพิ่มพื้นผิวแมชชีนเสร็จ 66
รูปที่ 5.11	ผลลัพธ์ของขั้นตอนการเตรียมข้อมูลสำหรับการวางแผน 67
รูปที่ 5.12	เมนูรูปภาพสำหรับกำหนดชนิดวัสดุ 69
รูปที่ 5.13	ส่วนแสดงผลการวางแผนกระบวนการผลิต 70
รูปที่ 5.14	ความสามารถของ Twist Drill 71
รูปที่ 5.15	ความสามารถของ Twist Drill 72
รูปที่ 5.16	ส่วนแสดงผลการทำงานของโปรแกรมในการเลือกกระบวนการผลิต 77
รูปที่ 5.17	รายงานแผนกระบวนการผลิต 78
รูปที่ 6.1	การกำหนด Layer Blank และสีสำหรับการวาดรูป 81
รูปที่ 6.2	ภาพตัดชิ้นงานภายหลังจากเพิ่มลักษณะรูปร่างพิเศษ (กรณีรูพื้นเรียบ) 82
รูปที่ 6.3	ส่วนแสดงผลการวางแผน (กรณีรูพื้นเรียบ) 83
รูปที่ 6.4	รูปแบบรายงานแผนกระบวนการผลิต (กรณีรูพื้นเรียบ) 84
รูปที่ 6.5	ส่วนแสดงผลการวางแผน (กรณีการสร้างรูตัน) 85
รูปที่ 6.6	รูปแบบรายงานแผนกระบวนการผลิต (กรณีการสร้างรูตัน) 87
รูปที่ 6.7	ภาพตัดชิ้นงานภายหลังจากเพิ่มลักษณะรูปร่างพิเศษ (กรณีรูทะลุ) 89
รูปที่ 6.8	ส่วนแสดงผลการวางแผน (กรณีรูทะลุ) 90
รูปที่ 6.9	รูปแบบรายงานแผนกระบวนการผลิต (กรณีรูทะลุ) 92
รูปที่ 6.10	ภาพตัดชิ้นงานภายหลังจากเพิ่มลักษณะรูปร่างพิเศษ (กรณีผิวปาดหน้า) 93
รูปที่ 6.11	ส่วนแสดงผลการวางแผน (กรณีผิวปาดหน้า) 94
รูปที่ 6.12	รูปแบบรายงานแผนกระบวนการผลิต (กรณีผิวปาดหน้า) 95
รูปที่ 6.13	ภาพตัดชิ้นงานภายหลังจากเพิ่มลักษณะรูปร่างพิเศษ (กรณีปาดหน้ามีบ่า) 96
รูปที่ 6.14	ส่วนแสดงผลการวางแผน (กรณีปาดหน้ามีบ่า) 97
รูปที่ 6.15	รูปแบบรายงานแผนกระบวนการผลิต (กรณีปาดหน้ามีบ่า) 98
รูปที่ 6.16	ภาพตัดชิ้นงานภายหลังจากเพิ่มลักษณะรูปร่างพิเศษ (กรณี Counter-bore) 99
รูปที่ 6.17	ส่วนแสดงผลการวางแผน (กรณี Counter-Bore) 100
รูปที่ 6.18	รูปแบบรายงานแผนกระบวนการผลิต (กรณี Counter-Bore) 101

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 6.19 ภาพตัดชิ้นงานภายหลังจากเพิ่มลักษณะรูปร่างพิเศษ (กรณี Chamfer)	102
รูปที่ 6.20 ส่วนแสดงผลการวางแผน (กรณี Chamfer)	103
รูปที่ 6.21 รูปแบบรายงานแผนกระบวนการผลิต (กรณี Chamfer)	104
รูปที่ 6.22 ภาพตัดชิ้นงานภายหลังจากเพิ่มลักษณะรูปร่างพิเศษสำหรับงาน Cover	106
รูปที่ 6.23 ส่วนแสดงข้อความการวางแผนสำหรับงาน Cover	108
รูปที่ 6.24 รายงานแผนกระบวนการผลิตสำหรับงาน Cover	111
รูปที่ ข1 เมนูรูปภาพสำหรับเลือกลักษณะรูปร่าง	125
รูปที่ ข2 เมนูรูปภาพสำหรับเลือกชนิดวัสดุชิ้นงาน	125

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย