ระบบอิงความรู้เพื่อช่วยในการเลือกวัสดุสำหรับการผลิตแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก

นายโกเมศ เพิ่มพูลโชคคณา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาการจัดการทางวิศวกรรม
ศูนย์ระดับภูมิภาคทางวิศวกรรมระบบการผลิต
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2542

ISBN 974-333-622-2

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A KNOWLEDGE-BASED SYSTEM TO ASSIST MATERIALS SELECTION FOR PLASTICS INJECTION MOLDS MANUFACTURING

Mr. Komet Poempoonchokkana

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Engineering Management
The Regional Centre for Manufacturing Systems Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 1999

ISBN 974-333-622-2

Thesis Title	A KNOWLEDGE-BASED SYSTEM TO ASSIST MATERIALS SELECTION FOR PLASTICS INJECTION MOLDS MANUFACTURING
By	Mr. Komet Poempoonchokkana
Department	The Regional Centre for Manufacturing Systems Engineering
Thesis Advisor	Assistant Prof. Somchai Puajindanetr, Ph.D.

Accepted by Faculty of Engineering, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for The Master's Degree

.....Dean of Faculty of Engineering

(Associate Professor Tatchai Sumitra, Dr. Ing.)

THESIS COMMITTEE

.....Chairman

(Professor Sirichan Thongprasert, Ph.D.)

.....Thesis Advisor

(Assistant Professor Somchai Puajindanetr, Ph.D.)

.....Member

(Assistant Professor Parames Chutima, Ph.D.)

โกเมศ เพิ่มพูลโชคคณา : ระบบอิงความรู้เพื่อช่วยในการเลือกวัสดุสำหรับการผลิตแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก (A KNOWLEDGE-BASED SYSTEM TO ASSIST MATERIALS SELECTION FOR PLASTICS INJECTION MOLDS MANUFACTURING) อ.ที่ปรึกษา: ผศ. ดร. สมชาย พัวจินดาเนตร; 76 หน้า. ISBN 974-333-622-2

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยชิ้นนี้คือ การสร้างระบบอิงความรู้เพื่อช่วยในการเลือกวัสดุสำหรับการผลิตแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก ในงานวิจัยชิ้นนี้ ระบบอิงความรู้เพื่อช่วยในการเลือกวัสดุสำหรับการผลิตแม่พิมพ์ฉีดพลาสติก (MATSEL-VPEX) ได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยใช้โปรแกรม VP-Expert Version 3.1 บนคอมพิวเตอร์แบบส่วนบุคคล ซึ่งในขั้นตอนการสร้างระบบอิงความรู้นี้ กลไกการอ้างอิงของฐานกฎแบบเดินหน้า (Forward rule-based chaining), กลไกการอ้างอิงของฐานกฎแบบย้อนกลับ (Back rule-based chaining), แฟ้มฐานข้อมูล (dBase IV), ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ ทั้งในรูปแบบ เชิงภาพ และเชิงข้อความ ได้ถูกนำไปดำเนินการสร้างระบบอิงความรู้

ในกระบวนการเลือกวัสดุของระบบอิงความรู้นี้ ผู้ใช้จะถูกตั้งคำถามเกี่ยวกับสมบัติสุดท้ายของแม่พิมพ์ฉีดที่ถูกสร้างขึ้น ซึ่งได้แก่ สมบัติทางกล, สมบัติทางความร้อน, สมบัติความต้านทานทางเคมี และสมบัติทางกายภาพ และรวมไปถึงน้ำหนักความสำคัญของสมบัติแต่ละชนิดตามความต้องการของผู้ใช้สำหรับผลิตภัณฑ์แม่พิมพ์ฉีดสุดท้ายนั้นด้วย กระบวนการเลือกจะประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรก คือ การระบุและพิสูจน์สมบัติสำหรับแม่พิมพ์ที่ถูกเลือกโดยผู้ใช้ ในขั้นตอนนี้ วัสดุสำหรับกาผลิตแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกที่มีรายละเอียดของสมบัติต่างๆไม่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้จะถูกคัดออก ขั้นตอนที่สองจะเป็นการจัดลำดับวัสดุที่ใช้ในการทำแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกตามลำดับสมบัติจากการถ่วงน้ำหนักตามความต้องการซึ่งความต้องการของผู้ใช้จะเป็นตัวกำหนด จากนั้นด้วยข้อมูลที่ระบบอิงความรู้รวบรวมได้จากผู้ใช้ วัสดุที่ใช้ทำแม่พิมพ์ที่ถูกคัดเลือกไว้จะถูกเรียงลำดับตามลำดับคะแนนที่ได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับความสำคัญของสมบัติที่ผู้ใช้กำหนดด้วยระบบกลไกAIM (Alternative Inference Mechanism)

ภาควิชา ศูนย์ระดับภูมิภาคทางวิศวกรรมระบบการผลิต ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา.....การจัดการทางวิศวกรรม..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปี การศึกษา.....2542..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4171626821:MAJOR THE REGIONAL CENTRE FOR MANUFACTURING SYSTEMS ENGINEERING
KEY WORD: KNOWLEDGE-BASE / MOLD MAKING MATERIALS/ MATERIALS SELECTION
KOMET POEMPOONCHOKKANA : A KNOWLEDGE-BASED SYSTEM TO ASSIST MATERIALS SELECTION FOR PLASTICS INJECTION MOLDS MANUFACTURING, THESIS ADVISOR : Assistant Prof. Dr. SOMCHAI PUAJINDANETR, pp.76, ISBN 974-333-622-2

The objective of the research is to create an knowledge-based system to assist mold manufacturers to select materials for making injection molds. A knowledge-based system to assist material selection for plastic injection mold manufacturing (MATSEL-VPEX) has been developed by means of VP-Expert Version 3.1 on a PC computer. In the procedure of system construction, the forward rule-based mechanism, the backward rule-based mechanism, the use of database files (dBase IV), the user interface in form of both graphic and text mode were implemented.

In the materials selection process, the user is questioned about the the desired properties for the final injection mold created such as the mechanical, thermal, chemical resistant, physical properties and the weight accordingly with the system's user requirement for the final product. The selection process comprises two stage. The first stage is to identify which materials properties for final injection mold are selected; any mold making materials which can not serve the user's requirement are eliminated. The second stage of the selection process is related to ranking of the properties desired by weighing the system's user requirement to arrive at some balanced compromise solutions. Afterward, the selected mold making materials are rank on the basic of each mold material's given score depending on the range of properties are calculated by using of AIM (Alternative Inference Mechanism).

ภาควิชา ศูนย์ระดับภูมิภาคทางวิศวกรรมระบบการผลิต ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา.....การจัดการทางวิศวกรรม..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปี การศึกษา.....2542..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

Acknowledgments

I would like to express my deepest appreciation and deepest gratitude to my advisor, Assistant Prof. Dr. Somchai Puajindanetr, for his valuable guidance, suggestions, and constant encouragement throughout the course of my thesis study. He has not only provide me a better understanding of my problems, but encouraged me to do my best as well.

I would also like to express my most sincere appreciation to Prof. Dr. Sirichan Tongprasert and Assistant Prof. Dr. Parames Chutima, the thesis committee members, for their helpful guidance, valuable suggestions, and sincere feedback which has contributed to the improvement of this study.

Thanks to Mr. Chamlong Rubcom-in, an engineer in steel and machinery Sahamit Machinery Public Co., Ltd., Mr. Nopphadol Payattham, injection moulding manager in I.N Precision Co., Ltd., for sharing with me his knowledge and skills in the knowledge acquisition of mold materials for injection mold making.

I would like to express my deepest appreciation, love, and special gratitude to thank my parents and my younger brother. Their continued love, care, encouragement and everything throughout my academic course have made this study possible.

Finally, to all my friends, for their moral support and their sincere.

Contents

Chapter Page

ABSTRACT (THAI).....iv

ABSTRACT (ENGLISH).....v

ACKNOWLEDGEMENTS.....vi

CONTENTS.....vii

LIST OF TABLES.....x

LIST OF FIGURES.....xi

Chapter 1 : Introduction

1.1 Introduction.....1

1.2 Statement of Problems.....2

1.3 Objectives of the Research 3

1.4 Scope of the Research.....4

1.5 Research Procedures.....6

Chapter 2 : Literature Survey

2.1 Literature related with methodology of selection in engineer in practice.....7

2.2 Literature related with the development of expert system for selections in engineering practice.....9

2.3 Literature related with materials for injection mold making 10

2.4Other Related Lilterature.....11

Chapter 3 : Materials for Injection Molds

3.1 Steel

3.1.1 Classification of steels.....14

3.1.2 Case-hardening Steels 15

3.1.3 Through-hardening steels.....16

3.1.4 Nitriding Steels.....16

3.1.5 Tempered steels..... 17

3.1.6 Martensitic Steels.....17

3.1.7 Corrosion-resistant steels 18

3.2 Nonferrous Metallic Materials

3.2.1 Copper Alloys.....19

3.2.1.1 Beryllium-Copper Alloys.....19

3.2.2 Aluminum Alloys.....20

3.2.3 Bismuth-Tin Alloys 21

Chapter 4 : Creation of Knowledge-based System

4.1 Background of Use of Knowledge-Based System in Selection.....22

4.2 Introduction to MATSEL-VPEX 23

4.3 MATSEL-VPEX Knowledge-Based System Development.....24

4.3.1 Selection of System development Tool.....25

4.3.2 Identifyng the System's User.....25

4.3.3 Identifying the Source of Expertise.....26

4.3.3.1 Identifying written related literature.....26

4.3.3.2 Identify the expert.....26

4.3.4 Knowledge Acquisition for MATSEL-VPEX Development.....27

4.3.4.1 Initial Inquiry Stage.....29

4.3.4.2 Detailed investigation.....29

4.4 Architecture of MATSEL-VPEX.....29

4.4.1 Knowledge Base Development.....29

4.4.2 Rule Base.....33

4.4.3 Inference Mechanism.....34

4.4.3.1 Mechanism for Ranking of Selected Mold Materials.....34

4.4.3.2 MATSEL-VPEX Algorithm for Injection Mold Materials Selection.....35

4.4.4 User Interface.....35

Chapter 5 : Test of Program

5.1 Starting MATSEL-VPEX.....37

5.2 Introduction & Main Menu Program.....38

5.3 The MATSEL-VPEX's Level of Shallow Reasoning.....39

5.4 The MATSEL-VPEX's Level of Deep Reasoning.....40

5.4.1 The Inquiry Stage of MATSEL-VPEX.....42

5.4.2 The weighing Stage of MATSEL-VPEX.....44

5.5 Case Study for Validation of MATSEL-VPEX Program.....45

5.5.3 MATSEL-VPEX Validation.....46

5.5.4 Conclusion of Validation Case.....52

Chapter 6 : Conclusion and Recommendations

6.1 Conclusion.....53

6.2 Limitation of This Research.....54

6.3 Recommendations for further Research.....55

REFERENCES.....56

APPENDICES.....58

APPENDIX A.....59

APPENDIX B.....74

APPENDIX C.....75

Biography 76

Content of Tables

Table Page

Table 4.3.3.1 Table of Expert Qualification.....27

Table A-1 Case-hardening that can be used universally.....60

Table A-2 Common steels for maximum loading capacity.....60

Table A-3 Quenched and tempered tool steels with low suffer content.....60

Table A-4 Steel with an increased sulfur content.....61

Table A-5 Fully hardening steels grades.....61

Table A-6 Summary of the most commonly used mold steels.....62

Table A-7 Chemical properties of mold steels.....63

Table A-8 Case-hardening steels..... 64

Table A-9 Summary.....65

Table A-9 Summary(Continue).....66

Table A-10 Common Methods of surface treatment.....67

Table A-11 Summary.....68

Table A-12 Technical data of beryllium-copper alloys.....69

Table A-13 Aluminum Alloys for injection molds.....70

Table A-14_ Steels for injection Molds.....71

Table A-15 Beryllium Copper Alloys Properties and Applications.....72

Table A-16 Through-hardening steels.....73

Table A-17 Through-hardening steels.....73

Table C-1 Physical properties of HDPE.....75

Table C-2 Thermal properties of HDPE.....75

Content of Figures

Figure Page

Figure1: General Injection Mold Design Consideration & Material Selection 4

Figure 2: General Injection Mold Design Consideration & Material Selection 5

Figure 4.1 Block Diagram of An Expert System.....22

Figure 4.3 Precedure of Knowledge engineering activitiy in developing MATSEL.....24

Figure 4.4.1 Structure Knowledge Base of Materials in class level.....28

Figure 4.4.1-1 Structure Knowledge Base of Materials in sub class and object.....28

Figure 4.4.1-2 Structure Knowledge Base of Materials in sub class and object.....30

Figure 4.4.1-3 Structure Knowledge Base of Materials in object and properties.....31

Figure 4.4.3.2 MATSEL-VPEX Algorithm for Injection mold materials.....36

Figure 5-1 Starting MATSEL -VPEX Program.....37

Figure 5.2 MATSEL's Introduction and main menu program.....38

Figure 5.3 The MATSEL- VPEX's Level of Shallow Reasoning 39

Figure 5.4 MATSEL-VPEX displays list of materials in Ferrous Metal.....40

Figure 5.5 MATSEL-VPEX displays the brief introduction for Case-hardening Steels....40

Figure 5.6 Properties of Case-hardening.....41

Figure 5.5.3 Display the validation of MATSEL-VPEX.....46