

การประเมินการรับรู้สีเชิงปริมาณในปริภูมิสี CIE L\*, C\*, h ของกลุ่มคนไทย

นางสาว ควงรัตน์ งามปฏิพัทธ์พงศ์



สถาบันวิทยบริการ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีทางภาพ

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางภาพถ่ายและเทคโนโลยีทางการพิมพ์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา พ.ศ.2542

ISBN 974-333-899-3

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

19 พ.ย. 2546

119189606

**QUANTITATIVE ASSESSMENT OF COLOR PERCEPTION IN  
CIE L\*, C\*, h COLOR SPACE FOR THAI OBSERVERS**



**Miss Daungrat Ngampatipatpong**

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science in Imaging Technology  
Department of Photographic Science and Printing Technology**

**Faculty of Science  
Chulalongkorn University**

**Academic Year 1999**

**ISBN 974-333-899-3**

Thesis Title            **QUANTITATIVE ASSESSMENT OF COLOR PERCEPTION  
IN CIE L\*, C\*, h COLOR SPACE FOR THAI OBSERVERS**

By                         **Miss Daungrat Ngampatipatpong**

Department            **Photographic Science and Printing Technology**

Thesis Advisor         **Associate Professor Aran Hansuebsai, Ph.D.**

Thesis Co-advisor     **Associate Professor Pontawee Pungrassamee, M.S.**

---


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

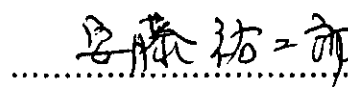
  
..... Dean of Faculty of Science  
(Associate Professor Wanchai Phothiphichitr, Ph.D.)

**THESIS COMMITTEE**

  
..... Chairman  
(Professor Suda Kiatkamjornwong, Ph.D.)

  
..... Thesis Advisor  
(Associate Professor Aran Hansuebsai, Ph.D.)

  
..... Thesis Co-advisor  
(Associate Professor Pontawee Pungrassamee, M.S.)

  
..... Member  
(Mr. Yujiro Ando, M.S.)

ดวงรัตน์ งานปฏิบัติหัตถ์ : การประเมินการรับรู้สีเชิงปริมาณในปริภูมิสี CIE L\*, C\*, h ของกลุ่มคนไทย (QUANTITATIVE ASSESSMENT OF COLOR PERCEPTION IN CIE L\*, C\*, h COLOR SPACE FOR THAI OBSERVERS) อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร. อรัญ หาญสืบสาย, อ. ที่ปรึกษา ร่วม : รศ. พรทวี พึ่งรัมย์; 192 หน้า. ISBN 974-333-899-3.

วิทยานิพนธ์นี้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้สีการรับรู้สีของผู้สังเกตการณ์คนไทยกลุ่มหนึ่งกับค่าสีที่ได้จากการวัด โดยวิธีประเมินการรับรู้สีเชิงปริมาณ (quantitative visual scale) เพื่อแบ่งระดับความรู้สีในการรับรู้สีของกลุ่มผู้สังเกตการณ์ให้สัมพันธ์กับค่าสีที่กำหนดในปริภูมิสี CIE L\*, C\*, h โดยแบ่งความรู้สีในการรับรู้สีเป็น 2 ระดับ ซึ่งใช้ค่าคู่ตรงข้ามแสดงความรู้สีในการเรียกสี 12 คู่ นำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจรวบรวมค่าด้วยวิธีทางสถิติและหาความสัมพันธ์ของข้อมูลกับค่าสีที่วัดได้จากตัวอย่างสี ดังสมการ  $CP_{CIE L^*, C^*, h} = [\{k_1(L^* - L^*_0)\}^2 + \{k_2(C^* - C^*_0)\}^2]^{1/2} - k_3$  โดย CP คือ ค่าแสดงความรู้สีในการรับรู้สีของกลุ่มผู้สังเกตการณ์ นำผลที่ได้สร้างแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าคู่แสดงความรู้สีในการรับรู้สี พบว่าแผนภูมินี้สามารถใช้ทำนายค่าแสดงความรู้สีในการรับรู้สีของกลุ่มผู้สังเกตการณ์บนปริภูมิสี CIE L\*, C\*, h ได้ และสามารถแบ่งค่าคู่แสดงความรู้สีออกเป็น 3 กลุ่ม โดยพิจารณาจากมิติของสีที่มีอิทธิพลต่อความรู้สีในการเรียกสีอย่างโดดเด่น ได้แก่ ความอิ่มตัวของสี, ความสว่าง และสีต้น ตามลำดับ

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิทยาศาสตร์ทางภาพและเทคโนโลยีทางการพิมพ์ ธามนิต ชื่อนิต ดวงรัตน์ งานปฏิบัติหัตถ์  
สาขา เทคโนโลยีทางภาพ ธามนิต ชื่อนิต  
ปีการศึกษา 2542 พรทวี พึ่งรัมย์

# # 4072256323 : MAJOR IMAGING TECHNOLOGY

KEY WORD: COLOR PERCEPTION / QUANTITATIVE ASSESSMENT / VISUAL SCALE /  
COLORIMETRIC VALUE

DAUNGRAT NGAMPATIPATPONG : QUANTITATIVE ASSESSMENT OF COLOR  
PERCEPTION IN CIE L\*, C\*, h COLOR SPACE FOR THAI OBSERVERS. THESIS  
ADVISOR : ASSO. PROF. ARAN HANSUEBSAI, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR :  
ASSO. PROF. PONTAWEE PUNGRASSAMEE, M.S. 192 pp. ISBN 974-333-899-3.

This thesis attempts to link the gap between physical and perceptual color parameter by deriving the quantitative visual scale of the word which express human color perception which using the twelve opponent word pairs and relevant to colorimetric values. The derivation of the visual assessment and colorimetric values establishes the color perception equation as a general equation, which  $CP_{CIE L^*, C^*, h} = [\{k_1(L^* - L^*_0)\}^2 + \{k_2(C^* - C^*_0)\}^2]^{1/2} - k_3$ , where CP represents the color perception values. It can analyse the colorimetric characteristic of the visual scale in CIE L\*, C\*, h color space and then obtain the color perception map. This diagram determines the relationship between the twelve opponent word pairs. The results are found to divide the opponent word pairs into three groups which are dominated by chroma, lightness and hue, respectively. Moreover, it is possible to predict the color perception values using the empirical equation.

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์ทางภาพถ่ายและเทคโนโลยีทางการพิมพ์ ศาสตราจารย์ ดร. อภิวัฒน์ งามปฏิพัทธ์พงศ์  
สาขา เทคโนโลยีทางภาพ ศาสตราจารย์ ดร. อาราน หันสุเอบไซ  
ปีการศึกษา 2542 ศาสตราจารย์ ดร. ปองวีย์ พงษ์กร



## ACKNOWLEDGMENTS

First of all, I wish to express my sincere appreciation to my advisor and my co-advisor, Asso. Prof. Dr. Aran Hansuebsai and Asso. Prof. Pontawee Punggrassamee, for their invaluable suggestions and help throughout the course of work; to Dr. Tetsuya Sato for his kind instruction, guidance and care when I carried out the experiment at Kyoto Institute of Technology (KIT), Japan.

Grateful acknowledgments to the Chula-Canon Technical Research Cooperation for the special financial support to do parts of the experiments in Japan for one month. I am indebted to Mr. Yujiro Ando, Head of Thai Project of Canon Incorporation for his kind coordination of the project.

Thankful to Prof. Dr. Taeko Nakamura and Mr. Yasuhiro Kawahito for their assistance through the experiments.

Finally, I wish to thank the thesis committee for their comments. Thanks also go to everyone who has charitably participated suggestions and given me moral supports.

Daungrat Ngampatipatpong

# CONTENTS

	<b>PAGE</b>
ABSTRACT (IN THAI).....	iv
ABSTRACT (IN ENGLISH).....	v
ACKNOWLEDGMENTS.....	vi
CONTENTS.....	vii
LIST OF TABLES.....	x
LIST OF FIGURES.....	xi
CHAPTER 1 : INTRODUCTION.....	1
1.1 Objectives.....	3
1.2 Scope of the Research.....	3
1.3 Content of the Thesis.....	4
CHAPTER 2 : THEORETICAL CONSIDERATIONS AND LITERATURE REVIEW	5
2.1 Theoretical Considerations.....	5
2.1.1 The Munsell System.....	7
2.1.1.1 Munsell Hue.....	7
2.1.1.2 Munsell Value.....	8
2.1.1.3 Munsell Chroma.....	10
2.1.2 The CIE System.....	10
2.1.2.1 CIE Standard Sources and Illuminants.....	11
2.1.2.2 CIE Standard Observers.....	13
2.1.2.3 CIELAB color space.....	14
2.1.3 The Simple Linear Regression.....	16
2.1.4 The Correlation Coefficient.....	17
2.2 Literature Review.....	18

## CONTENTS (continued)

	PAGE
CHAPTER 3 : EXPERIMENT.....	22
3.1 Materials.....	22
3.2 Apparatus.....	24
3.3 Observers.....	24
3.4 Procedure.....	24
3.4.1 Preparation of color samples.....	24
3.4.2 Measurement of the colorimetric values from 218 color samples.....	25
3.4.3 The visual experiment.....	25
3.4.4 Deriving the color perception equations.....	27
3.4.5 Plot Iso-CP lines of the color on CIE $L^* C^*$ diagram....	28
3.4.6 Projection of CIE $L^*, C^*, h$ color system on the color perception map.....	28
3.4.7 Finding the Correlation Coefficients.....	29
CHAPTER 4 : RESULTS AND DISCUSSION.....	31
4.1 Visual Assessment.....	31
4.1.1 Scoring.....	31
4.1.2 Visual results on hue angle.....	45
4.2 Color Perception Equations.....	45
4.3 Color Perception values on CIE $L^*, C^*, h$ and CIE $a^*, b^*$ diagrams.....	73
4.4 Color Perception Map.....	100
4.5 Correlation Coefficients of Visual Assessment.....	100



## CONTENTS (continued)

	PAGE
CHAPTER 5 : CONCLUSION.....	168
The suggestion.....	169
REFERENCES.....	170
APPENDICES.....	174
APPENDIX A COLORIMETRIC VALUES AND VISUAL ASSESSMENT VALUES.....	175
APPENDIX B QUESTIONNAIRE IN THE VISUAL EXPERIMENT.....	190
VITA.....	192

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## LIST OF TABLES

TABLE		PAGE
3-1	Color Samples using in the experiment.....	23
3-2	The opponent word pairs used for the visual assessments.....	26
4-1	The ratios between $k_1$ and $k_2$ of the empirical color perception equations	47
4-2	Correlation coefficients between the visual assessments against twelve color perceptions.....	101
A-1	Colorimetric values of the color samples and visual assessment values from Thai observers.....	176



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## LIST OF FIGURES

FIGURE		PAGE
2-1	Diagrammatic process of the human color perception.....	5
2-2	Three-dimensional array of hue, value and chroma.....	8
2-3	Arrangement of Hue circle in the Munsell system.....	9
2-4	Arrangement Value of color of constant Hue in the Munsell System.....	10
2-5	The relative stimulus of the brain or instrument interprets as a color.....	11
2-6	Relative spectral power distributions of Standard Illuminants A (S <sub>A</sub> ), B (S <sub>B</sub> ), C (S <sub>C</sub> ) and D <sub>65</sub> .....	13
2-7	Comparison of color matching functions of the 1931 CIE Standard Observers and the 1964 CIE Supplementary Observers.....	14
2-8	CIELAB color space.....	16
4-1	Score plotted of "Light-Dark" on CIE L*, C* (h=90 and h=270) plane.....	33
4-2	Score plotted of "Soft-Hard" on CIE L*, C* (h=90 and h=270) plane.....	34
4-3	Score plotted of "Warm-Cool" on CIE L*, C* (h=90 and h=270) plane....	35
4-4	Score plotted of "Transparent-Turbid" on CIE L*, C* (h=90 and h=270) plane.....	36
4-5	Score plotted of "Deep-Pale" on CIE L*, C* (h=90 and h=270) plane.....	37
4-6	Score plotted of "Distinct-Vague" on CIE L*, C* (h=90 and h=270) plane	38
4-7	Score plotted of "Heavy-Light" on CIE L*, C* (h=90 and h=270) plane...	39
4-8	Score plotted of "Vivid-Sombre" on CIE L*, C* (h=90 and h=270) plane	40
4-9	Score plotted of "Strong-Weak" on CIE L*, C* (h=90 and h=270) plane..	41
4-10	Score plotted of "Dynamic-Passive" on CIE L*, C* (h=90 and h=270) plane.....	42
4-11	Score plotted of "Gaudy-Pain" on CIE L*, C* (h=90 and h=270) plane...	43

## LIST OF FIGURES (continued)

FIGURE	PAGE
4-12	Score plotted of "Striking-Subdued" on CIE $L^*$ , $C^*$ ( $h=90$ and $h=270$ ) plane..... 44
4-13	Visual results of "Light-Dark" on Hue-angle..... 49
4-14	Visual results of "Soft-Hard" on Hue-angle..... 50
4-15	Visual results of "Warm-Cool" on Hue-angle..... 51
4-16	Visual results of "Transparent-Turbid" on Hue-angle..... 52
4-17	Visual results of "Deep-Pale" on Hue-angle..... 53
4-18	Visual results of "Distinct-Vague" on Hue-angle..... 54
4-19	Visual results of "Heavy-Light" on Hue-angle..... 55
4-20	Visual results of "Vivid-Sombre" on Hue-angle..... 56
4-21	Visual results of "Strong-Weak" on Hue-angle..... 57
4-22	Visual results of "Dynamic-Passive" on Hue-angle..... 58
4-23	Visual results of "Gaudy-Pain" on Hue-angle..... 59
4-24	Visual results of "Striking-Subdued" on Hue-angle..... 60
4-25	Relationship between visual results and instrumental predictions of "Light-Dark" ..... 61
4-26	Relationship between visual results and instrumental predictions of "Soft-Hard" ..... 62
4-27	Relationship between visual results and instrumental predictions of "Warm-Cool" ..... 63
4-28	Relationship between visual results and instrumental predictions of "Transparent-Turbid" ..... 64
4-29	Relationship between visual results and instrumental predictions of "Deep-Pale" ..... 65

## LIST OF FIGURES (continued)

FIGURE	PAGE
4-30	Relationship between visual results and instrumental predictions of “Distinct-Vague” ..... 66
4-31	Relationship between visual results and instrumental predictions of “Heavy-Light” ..... 67
4-32	Relationship between visual results and instrumental predictions of “Vivid-Sombre” ..... 68
4-33	Relationship between visual results and instrumental predictions of “Strong-Weak” ..... 69
4-34	Relationship between visual results and instrumental predictions of “Dynamic-Passive” ..... 70
4-35	Relationship between visual results and instrumental predictions of “Gaudy-Pain” ..... 71
4-36	Relationship between visual results and instrumental predictions of “Striking-Subdued” ..... 72
4-37	ISO-LD lines on CIE $L^*$ , $C^*$ , ( $h=90$ and $h=270$ ) plane ..... 76
4-38	ISO-LD lines on CIE $a^*$ , $b^*$ , ( $L^*=50$ ) plane ..... 77
4-39	ISO-SH lines on CIE $L^*$ , $C^*$ , ( $h=90$ and $h=270$ ) plane ..... 78
4-40	ISO-SH lines on CIE $a^*$ , $b^*$ , ( $L^*=50$ ) plane ..... 79
4-41	ISO-WC lines on CIE $L^*$ , $C^*$ , ( $h=90$ and $h=270$ ) plane ..... 80
4-42	ISO-WC lines on CIE $a^*$ , $b^*$ , ( $L^*=50$ ) plane ..... 81
4-43	ISO-TT lines on CIE $L^*$ , $C^*$ , ( $h=90$ and $h=270$ ) plane ..... 82
4-44	ISO-TT lines on CIE $a^*$ , $b^*$ , ( $L^*=50$ ) plane ..... 83
4-45	ISO-DP lines on CIE $L^*$ , $C^*$ , ( $h=90$ and $h=270$ ) plane ..... 84
4-46	ISO-DP lines on CIE $a^*$ , $b^*$ , ( $L^*=60$ ) plane ..... 85

## LIST OF FIGURES (continued)

FIGURE	PAGE
4-47 ISO-DV lines on CIE $L^*$ , $C^*$ , ( $h=90$ and $h=270$ ) plane.....	86
4-48 ISO-DV lines on CIE $a^*$ , $b^*$ , ( $L^*=50$ ) plane.....	87
4-49 ISO-HL lines on CIE $L^*$ , $C^*$ , ( $h=90$ and $h=270$ ) plane.....	88
4-50 ISO-HL lines on CIE $a^*$ , $b^*$ , ( $L^*=50$ ) plane.....	89
4-51 ISO-VS lines on CIE $L^*$ , $C^*$ , ( $h=90$ and $h=270$ ) plane.....	90
4-52 ISO-VS lines on CIE $a^*$ , $b^*$ , ( $L^*=50$ ) plane.....	91
4-53 ISO-SW lines on CIE $L^*$ , $C^*$ , ( $h=90$ and $h=270$ ) plane.....	92
4-54 ISO-SW lines on CIE $a^*$ , $b^*$ , ( $L^*=50$ ) plane.....	93
4-55 ISO-DYP lines on CIE $L^*$ , $C^*$ , ( $h=90$ and $h=270$ ) plane.....	94
4-56 ISO-DYP lines on CIE $a^*$ , $b^*$ , ( $L^*=50$ ) plane.....	95
4-57 ISO-GP lines on CIE $L^*$ , $C^*$ , ( $h=90$ and $h=270$ ) plane.....	96
4-58 ISO-GP lines on CIE $a^*$ , $b^*$ , ( $L^*=50$ ) plane.....	97
4-59 ISO-SS lines on CIE $L^*$ , $C^*$ , ( $h=90$ and $h=270$ ) plane.....	98
4-60 ISO-SS lines on CIE $a^*$ , $b^*$ , ( $L^*=50$ ) plane.....	99
4-61 The projection of CIELAB color system on LD-WC color perception diagram.....	102
4-62 The projection of CIELAB color system on LD-SH color perception diagram.....	103
4-63 The projection of CIELAB color system on LD-TT color perception diagram.....	104
4-64 The projection of CIELAB color system on LD-DP color perception diagram.....	105
4-65 The projection of CIELAB color system on LD-DV color perception diagram.....	106

## LIST OF FIGURES (continued)

FIGURE	PAGE
4-66	The projection of CIELAB color system on LD-HL color perception diagram..... 107
4-67	The projection of CIELAB color system on LD-VS color perception diagram..... 108
4-68	The projection of CIELAB color system on LD-SW color perception diagram..... 109
4-69	The projection of CIELAB color system on LD-DYP color perception diagram..... 110
4-70	The projection of CIELAB color system on LD-GP color perception diagram..... 111
4-71	The projection of CIELAB color system on LD-SS color perception diagram..... 112
4-72	The projection of CIELAB color system on SH-WC color perception diagram..... 113
4-73	The projection of CIELAB color system on SH-TT color perception diagram..... 114
4-74	The projection of CIELAB color system on SH-DP color perception diagram..... 115
4-75	The projection of CIELAB color system on SH-DV color perception diagram..... 116
4-76	The projection of CIELAB color system on SH-HL color perception diagram..... 117
4-77	The projection of CIELAB color system on SH-VS color perception diagram..... 118

## LIST OF FIGURES (continued)

<b>FIGURE</b>	<b>PAGE</b>
4-78	The projection of CIELAB color system on SH-SW color perception diagram..... 119
4-79	The projection of CIELAB color system on SH-DYP color perception diagram..... 120
4-80	The projection of CIELAB color system on SH-GP color perception diagram..... 121
4-81	The projection of CIELAB color system on SH-SS color perception diagram..... 122
4-82	The projection of CIELAB color system on WC-TT color perception diagram..... 123
4-83	The projection of CIELAB color system on WC-DP color perception diagram..... 124
4-84	The projection of CIELAB color system on WC-DV color perception diagram..... 125
4-85	The projection of CIELAB color system on WC-HL color perception diagram..... 126
4-86	The projection of CIELAB color system on WC-VS color perception diagram..... 127
4-87	The projection of CIELAB color system on WC-SW color perception diagram..... 128
4-88	The projection of CIELAB color system on WC-DYP color perception diagram..... 129
4-89	The projection of CIELAB color system on WC-GP color perception diagram..... 130



## LIST OF FIGURES (continued)

FIGURE	PAGE
4-90	The projection of CIELAB color system on WC-SS color perception diagram..... 131
4-91	The projection of CIELAB color system on DP-TT color perception diagram..... 132
4-92	The projection of CIELAB color system on DP-DV color perception diagram..... 133
4-93	The projection of CIELAB color system on DP-HL color perception diagram..... 134
4-94	The projection of CIELAB color system on DP-VS color perception diagram..... 135
4-95	The projection of CIELAB color system on DP-SW color perception diagram..... 136
4-96	The projection of CIELAB color system on DP-DYP color perception diagram..... 137
4-97	The projection of CIELAB color system on DP-GP color perception diagram..... 138
4-98	The projection of CIELAB color system on DP-SS color perception diagram..... 139
4-99	The projection of CIELAB color system on DV-TT color perception diagram..... 140
4-100	The projection of CIELAB color system on DV-HL color perception diagram..... 141
4-101	The projection of CIELAB color system on DV-VS color perception diagram..... 142

## LIST OF FIGURES (continued)

FIGURE	PAGE
4-102 The projection of CIELAB color system on DV-SW color perception diagram.....	143
4-103 The projection of CIELAB color system on DV-DYP color perception diagram.....	144
4-104 The projection of CIELAB color system on DV-GP color perception diagram.....	145
4-105 The projection of CIELAB color system on DV-SS color perception diagram.....	146
4-106 The projection of CIELAB color system on HL-TT color perception diagram.....	147
4-107 The projection of CIELAB color system on HL-VS color perception diagram.....	148
4-108 The projection of CIELAB color system on HL-SW color perception diagram.....	149
4-109 The projection of CIELAB color system on HL-DYP color perception diagram.....	150
4-110 The projection of CIELAB color system on HL-GP color perception diagram.....	151
4-111 The projection of CIELAB color system on HL-SS color perception diagram.....	152
4-112 The projection of CIELAB color system on VS-TT color perception diagram.....	153
4-113 The projection of CIELAB color system on VS-SW color perception diagram.....	154

## LIST OF FIGURES (continued)

<b>FIGURE</b>	<b>PAGE</b>
4-114 The projection of CIELAB color system on VS-DYP color perception diagram.....	155
4-115 The projection of CIELAB color system on VS-GP color perception diagram.....	156
4-116 The projection of CIELAB color system on VS-SS color perception diagram.....	157
4-117 The projection of CIELAB color system on SW-TT color perception diagram.....	158
4-118 The projection of CIELAB color system on SW-DYP color perception diagram.....	159
4-119 The projection of CIELAB color system on SW-GP color perception diagram.....	160
4-120 The projection of CIELAB color system on SW-SS color perception diagram.....	161
4-121 The projection of CIELAB color system on DYP-TT color perception diagram.....	162
4-122 The projection of CIELAB color system on DYP-GP color perception diagram.....	163
4-123 The projection of CIELAB color system on DYP-SS color perception diagram.....	164
4-124 The projection of CIELAB color system on GP-TT color perception diagram.....	165
4-125 The projection of CIELAB color system on GP-SS color perception diagram.....	166

## LIST OF FIGURES (continued)

FIGURE	PAGE
4-126 The projection of CIELAB color system on SS-TT color perception diagram.....	167



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย