

การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีเอกซ์ของกระดูกโลกศิระ



นายกฤษดา เรืองอารีย์รัชต์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2538

ISBN 974-631-562-5

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DESIGN AND DEVELOPMENT OF CEPHALOMETRIC ANALYSIS SOFTWARE

Mr. Krissada Raungarreerat

A Thesis submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Computer Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1995

ISBN 974-631-562-5

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีเอกซ์
ของกระดูกสันหลัง
โดย นายกฤษดา เรืองอารีย์รัชต์
ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ วิวัฒน์ วัฒนาวุฒิ



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้แนบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ ฤงสูรธรรม)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ประสิทธิ์จูตระกูล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ วิวัฒน์ วัฒนาวุฒิ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทพ.กนก สรเทศน์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ทพ. สมศักดิ์ เจิงประภากร)

..... กรรมการ
(อาจารย์ นงลักษณ์ โควาวิสารัช)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว



กฤษฎา เรืองอารีรัชต์ : การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีเอกซ์
ของกระดูกศีรษะ (DESIGN AND DEVELOPMENT CEPHALOMETRIC
ANALYSIS SOFTWARE) อ.ที่ปรึกษา : อ.วิวัฒน์ วัฒนาวุฒิ ,ศศ.ทพ..กนก สรเทศน์
,144 หน้า . ISBN 974-631-562-5

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีเอกซ์ของกระดูก
ศีรษะที่เหมาะสมสำหรับคนไทยเพื่อใช้ในกระบวนการรักษาทางทันตกรรมจัดฟัน

จากผลการวิจัยสามารถจัดทำโปรแกรมวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีเอกซ์ของกระดูก
โดยโปรแกรมมีความสามารถในการรับข้อมูลค่าพิกัดของจุดอ้างอิงของภาพถ่ายรังสีเอกซ์ที่ส่งจาก
เครื่องอ่านพิกัดแล้วทำการวิเคราะห์ลักษณะของกระดูกศีรษะ และแสดงผลการวิเคราะห์ทั้งใน
ลักษณะรูปภาพและตัวเลข มีความสามารถในการทำนายการเปลี่ยนแปลงของกระดูกบริเวณใบหน้า
และขากรรไกรที่เกิดจากการเจริญเติบโตตามวิธีการทำนายของริกเก็ต และยังสามารถในการ
จำลองการเปลี่ยนแปลงของกระดูกบริเวณใบหน้าและขากรรไกรที่เกิดขึ้นเนื่องจากการผ่าตัด

จากการทดสอบโปรแกรมโดยใช้วิธีการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยสำหรับสองตัวแปรที่ไม่เป็น
อิสระต่อกัน พบว่าค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์จากโปรแกรมวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีเอกซ์ของกระดูก
ศีรษะไม่มีความแตกต่างกับค่าเฉลี่ยผลการวิเคราะห์โดยใช้เครื่องมือแบบวัดด้วยมือที่ระดับนัยสำคัญ
0.05

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา 2537

ลายมือชื่อนิติต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา วิวัฒน์ วัฒนาวุฒิ
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม กนก สรเทศน์

##C517890 : MAJOR COMPUTER SCIENCE

KEY WORD: PROGRAM/ X-RAY IMAGE/ CEPHALOMETRIC/ ORTHODONTIC

KRISSADA RAUNGARREERAT : DESIGN AND DEVELOPMENT OF
CEPHALOMETRIC ANALYSIS SOFTWARE. THESIS ADVISOR :

WIWAT VATANAWOOD , ASSO. PROF. KANOK SORATES 144 pp.

ISBN : 974-631-562-5

The objective of this research is to develop a cephalometric analysis software that is appropriately used in orthodontic treatment process for Thai.

The cephalometric analysis software is able to receive the location data from cephalometric radiograph using tablet. The characteristic of digitized skull data is consequently analyzed and the results should be presented in both graphical image and statistical data. Moreover the forecast of the change in skull should be simulated in both by surgery and by growth using Rickettes predict method.

The analysis result from cephalometric analysis software was tested by the paired t-test. It is found that there is no difference from analysis result using manual method at the 0.05 significant level.

ภาควิชา.....วิศวกรรมคอมพิวเตอร์.....

สาขาวิชา.....วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์.....

ปีการศึกษา.....2537.....

ลายมือชื่อนิสิต.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความช่วยเหลือ แนะนำแนวทาง และแก้ไขข้อบกพร่อง จากอาจารย์วิวัฒน์ วัฒนาวุฒิ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา และ รองศาสตราจารย์ทันตแพทย์กนก สรเทศน์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รวมทั้งได้รับการตรวจสอบและแก้ไขเพื่อความสมบูรณ์และถูกต้องจากคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ คือ รองศาสตราจารย์ดอกเตอร์สมชาย ประสิทธิ์จูตระกูล อาจารย์ทันตแพทย์สมศักดิ์ เจิงประภากร และอาจารย์นงลักษณ์ โควาวิสารัช ผู้วิจัยจึงขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ทุกท่านเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ทันตแพทย์สมศักดิ์ เจิงประภากร ที่ให้ความอนุเคราะห์จัดหาเครื่องอ่านพิกัดเพื่อใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ดอกเตอร์ประภาส จงสถิตย์วัฒนา ที่กรุณาตรวจสอบและให้คำแนะนำในการเขียนวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ คุณพรทิพย์ เรื่องอารีรัชต์ คุณเนตรชนก เรื่องอารีรัชต์ และคุณนนทวัฒน์ คณานุทรัพย์กุล ที่ให้ความช่วยเหลือในการติดต่อกับ บริษัทเคอร์ทา ประเทศสหรัฐอเมริกา

ขอขอบคุณ Mr. John Kruger และ Mr. Rick Poyner ที่กรุณาให้เอกสารและชุดพัฒนาโปรแกรม ตลอดจนคำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนาโปรแกรม เพื่อติดต่อกับเครื่องอ่านพิกัด

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณบุพการีผู้ให้ความรัก กำลังใจ และส่งเสริม ในการเล่าเรียนแก่ผู้วิจัยเสมอมา จนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ



	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ญ
สารบัญตาราง.....	๗

บทที่

1. บทนำ.....	1
ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
ขอบเขตที่ใช้ในการวิจัย.....	3
ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน.....	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
2. หลักการของการ โปรแกรมเชิงวัตถุ.....	6
ลักษณะที่สำคัญของการ โปรแกรมเชิงวัตถุ.....	7
3. การเขียนโปรแกรมบนวินโดวส์.....	13
รูปแบบการเขียนโปรแกรมบนวินโดวส์.....	14
เครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรมบนวินโดวส์.....	16
โครงสร้างมาตรฐานของโปรแกรม.....	17
ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนเอกสารและส่วนมุมมอง.....	20
วิธีการแปลงส่งจุดในวินโดวส์.....	21
4. การวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีเอกซ์ของกระดูก โหลกศีรษะ.....	25
จุดอ้างอิงที่ใช้ในการวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีเอกซ์ของกระดูก โหลกศีรษะด้านข้างตามเกณฑ์ของแซสโซนี	25
จุดอ้างอิงเพิ่มเติมที่ใช้ในการวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีเอกซ์ของกระดูก โหลกศีรษะด้านข้างตามเกณฑ์ของ คาวน์ , สไตน์เนอร์ และริกเก็ต	28

ระนาบอ้างอิงที่ใช้ในการวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีเอกซ์ของกระดูกสันหลัง	31
การวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีเอกซ์ของกระดูกสันหลังตามเกณฑ์ของแซสโซนี่	34
การวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีเอกซ์ของกระดูกสันหลังตามเกณฑ์ของคาวน์	35
การวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีเอกซ์ของกระดูกสันหลังตามเกณฑ์ของสไตน์เนอร์	37
การวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีเอกซ์ของกระดูกสันหลังตามเกณฑ์ของริคเก็ต	40
5. การออกแบบโปรแกรม.....	44
การออกแบบการทำงานของโปรแกรม.....	44
โครงสร้างข้อมูล.....	46
ส่วนประกอบที่สำคัญของโปรแกรม.....	65
6. ผลการวิจัย.....	89
องค์ประกอบของจอภาพ.....	89
การรับข้อมูลพิกัดของจุดจากเครื่องอ่านพิกัด.....	90
การแสดงผลการวิเคราะห์ของโปรแกรม.....	94
การทำนายการเปลี่ยนแปลงของกระดูกสันหลังเนื่องจากการเจริญเติบโต	97
การจำลองการผ่าตัดขากรรไกร.....	98
การทดสอบโปรแกรม.....	102
7. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	104
สรุปผลการวิจัย.....	104
ข้อเสนอแนะ.....	105
รายการอ้างอิง.....	106
ภาคผนวก ก คู่มือการใช้โปรแกรมวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีเอกซ์ของกระดูกสันหลัง	109
ภาคผนวก ข สมการที่ใช้ในการสร้างภาพโครงร่างของกระดูกสันหลัง.....	118

ภาคผนวก ค ค่ามาตรฐานที่ใช้ในโปรแกรมวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีเอกซ์ของ กระโหลกศีรษะ	141
ประวัติผู้เขียน.....	144

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงการฝึกข้อมูลและฟังก์ชันเข้าด้วยกัน	7
2.2 แสดงการกำหนดคลาสในภาษา C++	8
2.3 แสดงการสร้างคลาส elephant โดยได้รับการถ่ายทอดจากคลาส Animal	9
2.4 แสดงสัญลักษณ์ในการถ่ายทอดคลาส	9
2.5 แสดงการสร้างคลาส elephant โดยได้รับการถ่ายทอดจากคลาส Animal	10
2.6 แสดงการตอบสนองข้อความเดียวกันของวัตถุ Cview และ CScrollView.....	11
2.7 แสดงตัวอย่างการใช้คุณสมบัติโพลิมอร์ฟิซึมในภาษา C++.....	11
3.1 แสดงจอภาพของโปรแกรม Microsoft Windows.....	13
3.2 ตัวอย่างโปรแกรมภาษา C ซึ่งใช้ฟังก์ชัน main ().....	14
3.3 ตัวอย่างโปรแกรมภาษา C ที่เขียนภายใต้สภาวะแวดล้อมแบบวินโดว์ โดยใช้ ฟังก์ชัน Winmain () เป็นฟังก์ชันหลัก	15
3.4 แสดงขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมบนวินโดว์.....	17
3.5 แสดงส่วนประกอบของโครงสร้างมาตรฐาน.....	18
3.6 แสดงขั้นตอนการทำงานของส่วนตัวโปรแกรม.....	19
3.7 แสดงส่วนประกอบของส่วนโครงโปรแกรม.....	19
3.8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างส่วนเอกสารและส่วนมุมมอง.....	21
4.1 แสดงจุดอ้างอิงของกระโหลกศีรษะ.....	28
4.2 แสดงจุดอ้างอิงบริเวณขากรรไกรล่าง.....	30
4.3 แสดงระนาบที่ใช้ในการวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีเอกซ์ของกระโหลกศีรษะด้านข้าง...	33
4.4 แสดงภาพการวิเคราะห์โครงสร้างใบหน้าตามเกณฑ์ของแซสโซนี.....	34
4.5 แสดงภาพมุมเอียงตามเกณฑ์ของสไตเนอร์.....	37
4.6 แสดงภาพมุมเอียงบีตามเกณฑ์ของสไตเนอร์.....	37
4.7 แสดงภาพมุมเอียงบีตามเกณฑ์ของสไตเนอร์.....	38
4.8 แสดงภาพมุมระหว่างฟันตัดบนกับเอียงตามเกณฑ์ของสไตเนอร์.....	38
4.9 แสดงภาพระยะทางระหว่างฟันตัดบนกับเอียงตามเกณฑ์ของสไตเนอร์.....	39
4.10 แสดงภาพมุมระหว่างฟันตัดล่างกับเอียงบีตามเกณฑ์ของสไตเนอร์.....	39

4.11 แสดงภาพระยะทางระหว่างพินตัดล่างกับเอ็นบีตามเกณฑ์ของสไตเนอร์.....	39
4.12 แสดงภาพมุมระหว่างพินตัดตามเกณฑ์ของสไตเนอร์.....	39
4.13 แสดงภาพมุมระหว่างจีโอจีเอ็นกับเอสเอ็นตามเกณฑ์ของสไตเนอร์.....	40
4.14 แสดงภาพแนวแกนไบหน้าตามเกณฑ์ของริกเก็ต.....	41
4.15 แสดงภาพมุมระนาบไบหน้าตามเกณฑ์ของริกเก็ต.....	41
4.16 แสดงภาพมุมระนาบขากรรไกรล่างตามเกณฑ์ของริกเก็ต	41
4.17 แสดงภาพมุมความสูงไบหน้าส่วนหน้าตามเกณฑ์ของริกเก็ต.....	41
4.18 แสดงภาพมุมส่วนโค้งของขากรรไกรล่างตามเกณฑ์ของริกเก็ต	42
4.19 แสดงภาพระยะความนูนของจุดเอตามเกณฑ์ของริกเก็ต.....	42
4.20 แสดงภาพระยะทางระหว่างพินกรามบนกับพีทีวีตามเกณฑ์ของริกเก็ต.....	43
4.21 แสดงภาพมุมระหว่างพินตัดล่างกับเอพีโอตามเกณฑ์ของริกเก็ต	43
4.22 แสดงภาพระยะทางระหว่างพินตัดล่างกับเอพีโอตามเกณฑ์ของริกเก็ต	43
4.23 แสดงภาพระยะทางระหว่างริมฝีปากล่างกับระนาบสุนทรียะตามเกณฑ์ของริกเก็ต.	43
5.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุของโปรแกรมวิเคราะห์ภาพถ่ายรังสีเอกซ์ของ..... กระโหลกศีรษะ	46
5.2 แสดงคลาส CCepApp.....	47
5.3 แสดงการใช้ภาษา C++ ในการแสดงโครงสร้างของข้อมูล CCepApp.....	47
5.4 แสดงคลาส CMainFrame.....	48
5.5 แสดงการใช้ภาษา C++ ในการแสดงโครงสร้างของข้อมูล CMainFrame.....	49
5.6 แสดงคลาส CCepDoc.....	50
5.7 แสดงการใช้ภาษา C++ ในการแสดงโครงสร้างของข้อมูล CCepDoc.....	52
5.8 แสดงคลาส CCepView.....	53
5.9 แสดงการใช้ภาษา C++ ในการแสดงโครงสร้างของข้อมูล CCepView.....	54
5.10 แสดงคลาส CCepView.....	55
5.11 แสดงการใช้ภาษา C++ ในการแสดงโครงสร้างของข้อมูล CResultVw.....	56
5.12 แสดงคลาส CNoteView.....	57
5.13 แสดงการใช้ภาษา C++ ในการแสดงโครงสร้างของข้อมูล CNoteVw.....	58
5.14 แสดงคลาส CDigView	59

5.15 แสดงการใช้ภาษา C++ ในการแสดงโครงสร้างของข้อมูล CDigView	60
5.16 แสดงคลาส CGrowthVw	61
5.17 แสดงการใช้ภาษา C++ ในการแสดงโครงสร้างของข้อมูล CGrowthVw	62
5.18 แสดงคลาส CTreatVw.....	63
5.19 แสดงการใช้ภาษา C++ ในการแสดงโครงสร้างของข้อมูล CTreatVw.....	64
5.20 แสดงการติดต่อกันระหว่างโปรแกรมประยุกต์กับ Wintab.DLL.....	66
5.21 แสดงขั้นตอนการติดต่อกับเครื่องอ่านพิกัด.....	67
5.22 แสดงขั้นตอนการติดต่อกับเครื่องอ่านพิกัดโดยใช้ภาษา C++.....	68
5.23 แสดงคลาส CDigPoints	69
5.24 แสดงภาพการสร้างภาพโครงร่างของขากรรไกรบน.....	70
5.25 แสดงสมการที่ใช้ในการคำนวณระหว่างจุด ULI และ PNS.....	71
5.26 แสดงโครงสร้างข้อมูลของ CDigPoints ด้วยภาษา C++.....	72
5.27 แสดงการเก็บรักษาและค้นคืนข้อมูลผ่านฟังก์ชัน Serialize()	74
5.28 แสดงฟังก์ชัน Serialize() ของวัตถุ CCepdoc.....	75
5.29 แสดงฟังก์ชัน OnWindowResult() ของ CMainFrame.....	76
5.30 แสดงขั้นตอนการทำงานของมุมมอง CResultVw	77
5.31 แสดงฟังก์ชัน OnWindowNote() ของ CMainFrame.....	78
5.32 แสดงการเจริญเติบโตของฐานกระดูกสันหลัง.....	79
5.33 แสดงการเจริญเติบโตของกระดูกส่วนกลาง.....	80
5.34 แสดงการเจริญเติบโตของกระดูกบริเวณเพดานปาก.....	80
5.35 แสดงการเจริญเติบโตโดยมุม ANS-XI-PM คงที่.....	81
5.36 แสดงฟังก์ชัน OnTraceGrowthForecast() ของ CMainFrame.....	83
5.37 แสดงชิ้นส่วนของกระดูกที่สามารถทำการผ่าตัด.....	84
5.38 แสดงฟังก์ชัน OnTraceGrowthForecast() ของ CMainFrame.....	85
5.39 แสดงความสัมพันธ์ของฟังก์ชันที่ใช้ในการพิมพ์.....	87
5.40 แสดงฟังก์ชันการพิมพ์ของคลาส CResultVw.....	88
6.1 แสดงองค์ประกอบของจอภาพ.....	89
6.2 แสดงรายละเอียดโปรแกรมขับ MM.DRV.....	91

6.3	แสดงจอภาพขณะที่ใช้ติดต่อกับเครื่องอ่านพิกัด.....	93
6.4	แสดงภาพโครงร่างของกระโหลกศีรษะที่ได้จากโปรแกรม.....	94
6.5	แสดงจอภาพการแสดงผลการวิเคราะห์ตามเกณฑ์ของแซสโซนี.....	95
6.6	แสดงจอภาพการแสดงผลการวิเคราะห์ตามเกณฑ์ของคาวน์.....	95
6.7	แสดงจอภาพการแสดงผลการวิเคราะห์ตามเกณฑ์ของสไตน์เนอร์.....	96
6.8	แสดงจอภาพการแสดงผลการวิเคราะห์ตามเกณฑ์ของริกเก็ต.....	96
6.9	แสดงจอภาพการแสดงผลการวิเคราะห์ในลักษณะตัวเลข.....	97
6.10	แสดงภาพการทำนายการเปลี่ยนแปลงของกระดูกบริเวณใบหน้าและขากรรไกร โดยมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น 5 ปี	98
6.11	แสดงการเลือกชั้นกระดูกขากรรไกรบนส่วนหน้า.....	99
6.12	แสดงการเลือกชั้นกระดูกขากรรไกรบนส่วนหลัง.....	99
6.13	แสดงการเลือกชั้นกระดูกขากรรไกรล่างส่วนหน้า.....	100
6.14	แสดงการเลือกชั้นกระดูกขากรรไกรล่างส่วนหลัง.....	100
6.15	แสดงการเลือกชั้นกระดูกขากรรไกรบนทั้งหมด.....	101
6.16	แสดงการเลือกชั้นกระดูกขากรรไกรล่างทั้งหมด.....	101

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 วิธีการแปลงส่งจุดในวินโดว์.....	24
6.1 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมและการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือแบบวัดด้วยมือ	103