บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

การศึกษานี้ได้ดำเนินงานที่หน่วยรังสีรักษาและมะเร็งวิทยา ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ในการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลชนิดพกพา (Fujitsu) มีหน่วยประมวลผลกลางแบบ Intel(R) Pentium(R) Processor ความถี่ 2.2 GHz มีหน่วยความจำแบบ DDR SDRAM ขนาด 224 MB พื้นที่บันทึกข้อมูลความจุ 30 GB, จอภาพแบบ 14 XGA TFT ความละเอียดสูงสุด 1024×786 พิกเซล ใช้ระบบปฏิบัติการ Microsoft Window XP version 2002 ดังรูป3.1

2. รหัสคอมพิวเตอร์ภาษาเดลไฟล์

เขียนและพัฒนาโปรแกรมโดยใช้รหัสคอมพิวเตอร์ภาษาเดลไฟล์ เวอร์ชัน 7.0 (Delphi Version 7.0) ให้ทำงานและประมวลผลได้บนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลแบบพกพา

รูป 3.1 เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพาที่ใช้พัฒนาโปรแกรม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.2 การร่วมออกแบบการสร้างเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพลำรังสีกับผู้ประดิษฐ์เครื่องมือ

เนื่องจากโปรแกรมวิเคราะห์ผลการตรวจสอบคุณภาพลำรังสีที่พัฒนาขึ้นนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้งานร่วมกับเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพลำรังสีที่จะประดิษฐ์ขึ้น โดยทำหน้าที่ในการนำข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพลำรังสีมาทำการวิเคราะห์หาค่าคุณภาพลำรังสีชนิดต่าง ๆ พร้อมทั้งเก็บข้อมูลไว้ในระบบฐานข้อมูลกรณีที่ต้องการนำกลับมาวิเคราะห์ผลการตรวจสอบในภายหลัง จึงมีความจำเป็นที่จะต้องร่วมปรึกษากับผู้ประดิษฐ์เครื่องมือถึงรูปแบบและคุณลักษณะต่าง ๆ ของเครื่องมือที่จะประดิษฐ์ขึ้น เพื่อหาข้อสรุปในประเด็นต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

3.2.1 ขนาดพื้นที่รังสีที่จะทำการตรวจสอบ เนื่องจากในการตรวจสอบคุณภาพลำรังสีของเครื่องเร่งอนุภาคจะต้องมีการกำหนดพื้นที่รังสีที่จะทำการตรวจสอบด้วย โดยส่วนใหญ่แล้วพื้นที่ที่ใช้ตรวจสอบจะได้จากพื้นที่มาตรฐานที่กำหนดโดยสถาบันต่าง ๆ ซึ่งเหมาะสมต่อการนำมาหาค่าคุณภาพลำรังสี และความเหมาะสมกับขนาดของเครื่องมือที่จะใช้ในการตรวจสอบดังนั้นโปรแกรมที่จะใช้วิเคราะห์จะต้องสามารถรองรับผลข้อมูลในการตรวจสอบได้

3.2.2 จำนวนและตำแหน่งของหัววัดรังสี โปรแกรมจะต้องนำสัญญาณข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพลำรังสี ซึ่งเกิดจากสัญญาณปริมาณรังสีที่หัววัดรังสีแต่ละจุดนับวัดได้มาทำการวิเคราะห์และเลือกใช้สมการในการคำนวณค่าคุณภาพลำรังสีที่เหมาะสม ดังนั้นในการพัฒนาโปรแกรมจำเป็นต้องทราบจำนวน และตำแหน่งของจุดสัญญาณที่จะนำมาใช้งานเพื่อออกแบบโปรแกรมให้สอดคล้องกับการทำงานของเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพลำรังสี

3.2.3 ลักษณะชุดสัญญาณข้อมูล และการส่งผ่านสัญญาณข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์เนื่องจากเป็นการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ร่วมกับเครื่องมือภายนอก ดังนั้นจะต้องมีการสรุปวิธีการเชื่อมต่อ และลักษณะข้อมูลที่จะนำเข้าสู่โปรแกรมเพื่อการวิเคราะห์ โดยสัญญาณข้อมูลดังกล่าวจะต้องประกอบไปด้วย ชนิดของเครื่องมือที่จะติดตั้งในเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพลำรังสีสำหรับการนำเข้าและส่งออกสัญญาณข้อมูลกับโปรแกรม พอร์ทคอมพิวเตอร์ที่จะทำการเชื่อมต่อเพื่อให้ระบบปฏิบัติการของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ใช้งานกับเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพลำรังสีได้ (communication port) อัตราความเร็วการส่งข้อมูลซึ่งมีหน่วยวัดเป็นอัตราเร็วต่อวินาที (baud rate) จำนวนบิตข้อมูล (data bits) กรรมวิธีการทดสอบความผิดพลาดของข้อมูลโดยการเพิ่มบิตต่อกันเข้ากับข้อมูลที่เลือกใช้ (parity) ตำแหน่งของบิตสัญญาณที่ใช้สั่งการหยุดทำงานเนื่องจากการถ่ายโอนข้อมูลสำเร็จเรียบร้อยแล้ว (stop bit) เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.3 การสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สำหรับการวิเคราะห์ผลการตรวจสอบคุณภาพลำรังสีสำหรับเครื่องตรวจสอบประจำวันของเครื่องเร่งอนุภาค เพื่อให้สามารถแสดงผลการตรวจสอบและเก็บข้อมูลในระบบฐานข้อมูลได้

3.3.1 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมสามารถจำแนกออกได้เป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

1) การตรวจสอบผู้ใช้

เป็นขั้นตอนที่โปรแกรมจะทำการตรวจสอบผู้ใช้งาน ผ่านระบบการลงทะเบียน เนื่องจากโปรแกรมวิเคราะห์ผลการตรวจสอบคุณภาพลำรังสีเป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาใช้งานในระบบการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องเร่งอนุภาค ดังนั้น ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการตรวจสอบจึงมีความสำคัญ ก่อนการใช้งานผู้ใช้โปรแกรมจึงต้องลงทะเบียนการใช้งานโดยการกรอกข้อมูลที่จำเป็น ประกอบไปด้วย ชื่อและนามสกุลผู้ใช้งาน ตำแหน่ง ชื่อที่จะใช้ในการลงทะเบียน และรหัสผ่าน ข้อมูลเหล่านี้จะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล และจะถูกเรียกขึ้นมาตรวจสอบทุกครั้งเมื่อมีการลงทะเบียนเข้ามาใช้งาน

2) การใส่ค่าข้อมูลพื้นฐาน

เมื่อมีการใช้โปรแกรมครั้งแรกจะต้องมีการตั้งค่าข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการตรวจสอบ ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลดังต่อไปนี้

2.1) ข้อมูลสถาบัน (Institution data) เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถาบันรังสีรักษาที่ใช้งานโปรแกรม ประกอบไปด้วย ชื่อสถาบัน ที่อยู่ รหัสไปรษณีย์ หมายเลขโทรศัพท์ และโทรสาร เมื่อมีการใส่ค่าข้อมูลเหล่านี้แล้ว ข้อมูลทั้งหมดจะถูกเก็บเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลซึ่งจะถูกเรียกนำมาใช้เมื่อมีการแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลในรูปแบบใบรายงาน

2.2) ข้อมูลของเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพลำรังสี (equipment data) ในกรณีที่มีการนำโปรแกรมที่พัฒนา ไปใช้งานร่วมกับเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพลำรังสีเครื่องอื่นที่ตั้งค่าการเชื่อมต่อแตกต่างกัน ดังนั้นจึงต้องมีการใส่ข้อมูลของเครื่องตรวจสอบคุณภาพลำรังสีที่จะใช้งานร่วมด้วย เพื่อเก็บข้อมูลไว้ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเมื่อมีการตรวจสอบคุณภาพลำรังสีจากเครื่องเดียวกัน โดยข้อมูลที่จำเป็นจะต้องใส่ลงในโปรแกรมคือ หมายเลขลำดับของเครื่องมือ (equipment number) ชื่อเครื่องมือ (equipment name) รุ่นของเครื่องมือ (equipment model) (ถ้ามี) เลขที่ประจำเครื่องมือ (equipment serial number) เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3) ข้อมูลเครื่องเร่งอนุภาค (Linear accelerator data) เมื่อจะทำการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องเร่งอนุภาค จำเป็นต้องมีการบันทึกข้อมูลของเครื่องเร่งอนุภาค เครื่องที่จะทำการตรวจสอบ เพื่อจะได้เก็บข้อมูลให้ถูกต้องตรงกับค่าคุณภาพลำรังสีที่ตรวจสอบ พร้อมทั้งแสดงรายละเอียดของเครื่องเร่งอนุภาคที่ตรวจสอบเมื่อมีการแสดงผลด้วย โดยข้อมูลเครื่องเร่งอนุภาคจะประกอบไปด้วย เลขที่ลำดับของห้องเครื่องเร่งอนุภาค (machine room number) ชื่อบริษัทผู้ผลิตเครื่องเร่งอนุภาค (machine manufacturer) ชื่อรุ่นเครื่องเร่งอนุภาค (machine model) หมายเลขประจำเครื่องเร่งอนุภาค (machine serial number) เป็นต้น

2.4) ข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพลำรังสี (Inspection data) ในการตรวจสอบคุณภาพลำรังสีเครื่องเร่งอนุภาคนั้น จำเป็นจะต้องมีหลักเกณฑ์และวิธีการในการจัดเครื่องมือในการตรวจสอบที่เป็นมาตรฐานเดียวกันของการตรวจสอบทุกครั้ง ดังนั้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องใส่ลงในโปรแกรมเพื่อให้สามารถแสดงรายละเอียดดังกล่าวทุกครั้งที่มีการตรวจสอบเพื่อให้การตรวจสอบในแต่ละครั้ง จะถูกกระทำภายใต้ในเงื่อนไขเดียวกัน ข้อมูลเหล่านี้ประกอบไปด้วย

2.4.1) พื้นที่รังสี (field size) จะประกอบไปด้วย ค่าความยาวตามแนวแกนขวาง (x) และแนวแกนยาว (y) ของพื้นที่เปิดให้รังสี

2.4.2) ชนิดของรังสี (radiation beam type) การตรวจสอบจะสามารถตรวจสอบรังสีได้หลายชนิดจึงต้องใส่ข้อมูลชนิดของรังสีลงในโปรแกรมด้วย โดยชนิดรังสีหลัก ๆ ที่จะทำการตรวจสอบคือ รังสีโฟตอน (photon) และรังสี อิเล็กตรอน (electron)

2.4.3) ระดับพลังงานของรังสี (radiation energy) รังสีชนิดเดียวกันจะถูกนำมาใช้งานหลากหลายพลังงานเพื่อความเหมาะสมต่อการรักษาผู้ป่วย ซึ่งแต่ละพลังงานจะมีคุณภาพลำรังสีที่แตกต่างกัน ดังนั้นในการทำการตรวจสอบจะต้องมีการระบุระดับพลังงานของรังสีที่จะทำการตรวจสอบด้วย โดยกรณีของรังสีโฟตอนจะมีหน่วยของพลังงานเป็น ล้านโวลต์ หรือเมกกะโวลต์ (MV) และสำหรับรังสีอิเล็กตรอนจะมีหน่วยของพลังงานเป็น ล้านอิเล็กตรอนโวลต์ หรือเมกกะอิเล็กตรอนโวลต์ (MeV)

2.4.4) ตำแหน่งของเครื่องมือ (equipment position) ต้องมีการระบุตำแหน่งที่วางให้เป็นมาตรฐาน โดยเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพลำรังสีจะสามารถถูกวางได้ใน หลาย ๆ ตำแหน่ง ทั้งนี้จะต้องระบุให้ชัดเจนและเข้าใจตรงกัน ด้วยค่า SSD ของเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพลำรังสี

2.4.5) มุมของแกนทรี (gantry angle) ในกรณีที่มีการตรวจสอบคุณภาพลำรังสีของเครื่องเร่งอนุภาคที่มีตำแหน่งแกนทรีแตกต่างกัน เช่นการตรวจสอบ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

กรณีที่แกนทรีอยู่ที่มุม 90 องศา เป็นต้น ดังนั้นจึงต้องใส่ข้อมูลมุมของแกนทรีเพื่อให้เป็นการตรวจสอบคุณภาพลำรังสีที่มุมเดียวกัน

2.4.6) มุมของระบบจำกัดลำรังสี (collimator angle) เช่นเดียวกับกรณีของแกนทรี เมื่อทำการตรวจสอบคุณภาพลำรังสีจะต้องมีการกำหนดมุมของระบบจำกัดลำรังสีให้เป็นมุมมาตรฐานของการตรวจสอบ

2.4.7) รายละเอียดอุปกรณ์ดัดแปลงลำรังสีรูปลิ่ม (wedge detail) หากเป็นการตรวจสอบคุณภาพลำรังสีผ่านอุปกรณ์กำบังรังสีรูปลิ่ม (wedge) จำเป็นต้องมีการระบุชนิดของอุปกรณ์ดัดแปลงลำรังสี ทิศทาง และขนาดมุมของอุปกรณ์ดังกล่าวเพื่อใช้เป็นมาตรฐานการตรวจสอบ

2.4.8) อัตราการให้รังสี คือการระบุอัตราการให้รังสีของเครื่องเร่งอนุภาค โดยมีหน่วยเป็น เซนติเกรย์ต่อนาที

2.4.9) จำนวนหน่วยนับวัดรังสีที่ใช้ตรวจสอบ (monitor unit) คือจำนวนหน่วยนับวัดรังสีที่ใช้ในการตรวจสอบซึ่งผู้ตรวจสอบจะกำหนดขึ้นเอง โดยมีหน่วยเป็นมอนิเตอร์ยูนิต (MU)

2.4.10) รายละเอียดวัสดุเพิ่มความหนา (build up material) คือรายละเอียดของวัสดุเพิ่มความหนาที่วางเหนือเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพลำรังสี ในกรณีที่ต้องการให้ตำแหน่งของหัววัดรังสีเป็นตำแหน่งที่ได้รับปริมาณรังสีสูงสุด โดยจะต้องระบุชนิด และขนาดความหนาของอุปกรณ์ดังกล่าวและเก็บเป็นข้อมูลไว้

2.5) ข้อมูลขอบเขตระดับการยอมรับได้ของค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าที่ทำการตรวจสอบประจำวันและค่าที่บันทึกเก็บไว้เป็นค่ามาตรฐาน

2.6) ข้อมูลผู้ใช้งานโปรแกรม (user data) เนื่องจากโปรแกรมมีระบบความปลอดภัยการใช้โปรแกรมผ่านการลงทะเบียนและตรวจสอบรหัสผ่าน ดังนั้นผู้ใช้งานโปรแกรมจะต้องกรอกข้อมูลส่วนตัวเบื้องต้นเพื่อบันทึกลงในฐานข้อมูลของโปรแกรม

3) การรับและบันทึกสัญญาณข้อมูลของหัววัดรังสี เป็นขั้นตอนที่สร้างโปรแกรมให้สามารถเชื่อมต่อเข้ากับเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพลำรังสีได้ พร้อมทั้งมีระบบรับส่งข้อมูลระหว่างกันโดยโปรแกรมจะมีระบบการตรวจสอบการเชื่อมต่อ ระหว่างคอมพิวเตอร์กับเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพลำรังสี เมื่อได้รับสัญญาณข้อมูลมาแล้วต้องสามารถเก็บบันทึกสัญญาณข้อมูลเหล่านั้นพร้อมทั้งวันเวลาในการรับส่งข้อมูล ลงในฐานข้อมูลและสามารถเรียกสัญญาณข้อมูลมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4) การตรวจสอบคุณภาพลำรังสี เป็นขั้นตอนที่โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนำเอาสัญญาณข้อมูลปริมาณรังสีที่ถูกนับวัดจากหัววัดทุกตัวมาทำการคำนวณตามสมการ และวิเคราะห์ผลการตรวจสอบโดยเมื่อคำนวณออกมาเป็นค่าคุณภาพลำรังสีที่ทำการตรวจสอบแล้วสามารถนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่บันทึกไว้ในการตรวจสอบคุณภาพลำรังสีครั้งแรกได้ ค่าคุณภาพลำรังสีที่จะทำการตรวจสอบประกอบไปด้วย

4.1) อัตราการให้รังสีซึ่งจะเป็นค่าเทียบเคียง (relative value) กับค่าที่แท้จริง (absolute value) ซึ่งได้จากการวัดโดยเครื่องมือมาตรฐานเพื่อตรวจสอบความคงที่ของอัตราการให้รังสีในแต่ละวันของเครื่องเร่งอนุภาค

4.2) ความสมมาตรของลำรังสีโดยใช้สมการหาค่าความสมมาตรของลำรังสีทั้งในแนวตามยาว และแนวตามขวาง ของพื้นที่รังสีซึ่งสำหรับโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้จะรับสัญญาณปริมาณรังสีเป็นจุดไม่ใช่การสร้างกราฟแสดงปริมาณรังสีในแนวระนาบ ดังนั้นจึงไม่สามารถใช้สมการที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ใต้กราฟได้ จึงเลือกใช้วิธีอัตราส่วนค่าความแตกต่างสูงสุดของผลต่างปริมาณรังสีกับผลบวกปริมาณรังสี ณ จุดที่ห่างจากจุดกึ่งกลางรังสีเท่ากันบนแนวแกนเดียวกัน เฉพาะจุดที่อยู่ในบริเวณพื้นที่รังสีที่จะทำการตรวจสอบ โดยค่าความสมมาตรที่ได้จะต้องคลาดเคลื่อนไม่เกิน 2% จากค่าความสมมาตร 0% ดังสมการ

$$Symmetry = Max\left[\frac{|Point\,L - Point\,R|}{Point\,L + Point\,R}\right]\times 100\,\% \qquad (3.1)$$

4.3) ความเรียบของลำรังสี ซึ่งสำหรับโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้จะรับสัญญาณปริมาณรังสีเป็นจุดไม่ใช่การสร้างกราฟแสดงปริมาณรังสีในแนวระนาบ ดังนั้นจึงไม่สามารถใช้สูตรที่เกี่ยวข้องกับกราฟได้ จึงเลือกใช้วิธีร้อยละของผลหารปริมาณรังสีสูงสุด ณ จุดใด ๆ กับปริมาณรังสีน้อยสุด ณ จุดใด ๆ โดยค่าความเรียบที่ได้จะต้องไม่เกิน 2% จากค่าความเรียบ 100% ดังสมการ

$$Flatness = \frac{D_{\max}}{D_{\min}}\times 100\,\% \qquad (3.2)$$

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4.4) พลังงานของรังสี เป็นการทดสอบค่าพลังงานของรังสีโดยมีวิธีการกำหนดค่าดังกล่าวได้หลายวิธีเช่น การใช้ค่าอัตราการให้รังสีเทียบกับระดับความลึกที่มีอัตราการให้รังสีสูงสุดเป็นเปอร์เซ็นต์ มาเพื่อบอกค่าพลังงาน หรือวิธีการนำอัตราส่วนของอัตราการให้รังสีที่

ระดับความลึกใด ๆ สองระดับ เพื่อนำค่าอัตราส่วนนั้นมาใช้เทียบบอกค่าพลังงาน สำหรับโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจะประยุกต์จากค่าอัตราส่วนของปริมาณรังสีที่ระดับความลึกของวัสดุเพิ่มความหนาที่สร้างขึ้นให้แตกต่างกันระหว่างหัววัดสัญญาณ 2 หัววัด มาเปรียบเทียบหาค่าพลังงาน

5) การรายงานผล เป็นขั้นตอนที่จะนำสัญญาณข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์แล้วมาสรุปผลและรายงานผลให้แก่ผู้ใช้งานทราบ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเลือกรูปแบบการรายงานผลได้ 3 วิธี คือ

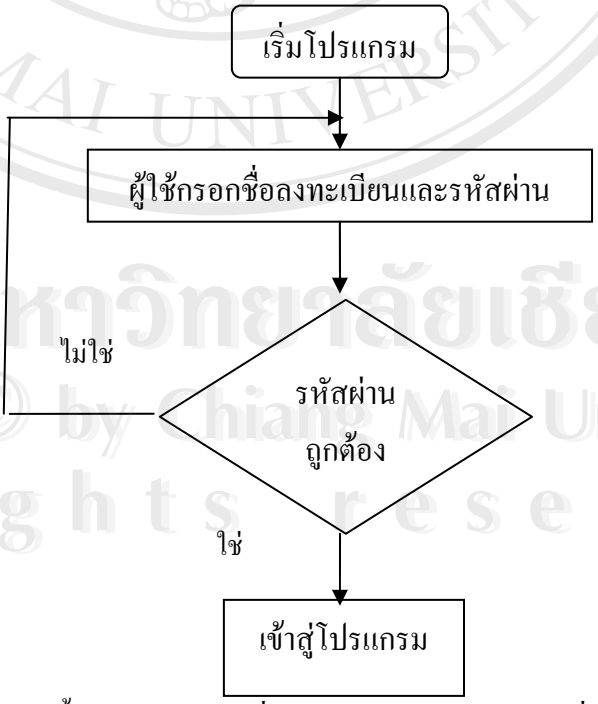
5.1) แสดงผลในรูปแบบตารางค่าคุณภาพลำรังสีที่ตรวจวัด และความแตกต่างกับค่ามาตรฐานที่ตั้งไว้ พร้อมทั้งค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง ซึ่งสามารถเลือกให้แสดงวันที่ต้องการทราบจากค่าข้อมูลคุณภาพลำรังสีได้

5.2) แสดงผลในรูปแบบกราฟ โดยจะทำเป็นกราฟเส้นแสดงสถิติการตรวจสอบค่าคุณภาพลำรังสี ผู้ใช้สามารถเลือกการรายงานผลพร้อมกันทุกค่าคุณภาพลำรังสี หรือเลือกให้แสดงเฉพาะบางค่าได้

5.3) แสดงผลในรูปแบบข้อมูลสัญญาณรายวัน ในกรณีที่ผู้ใช้ต้องการพิจารณาคาปริมาณรังสีที่แต่ละหัววัดรังสีได้รับในแต่ละวัน สามารถเลือกการแสดงผลในรูปแบบนี้ได้ โดยกำหนดวันที่ต้องการทราบผลให้กับโปรแกรม

3.3.2 ผังงานโปรแกรม

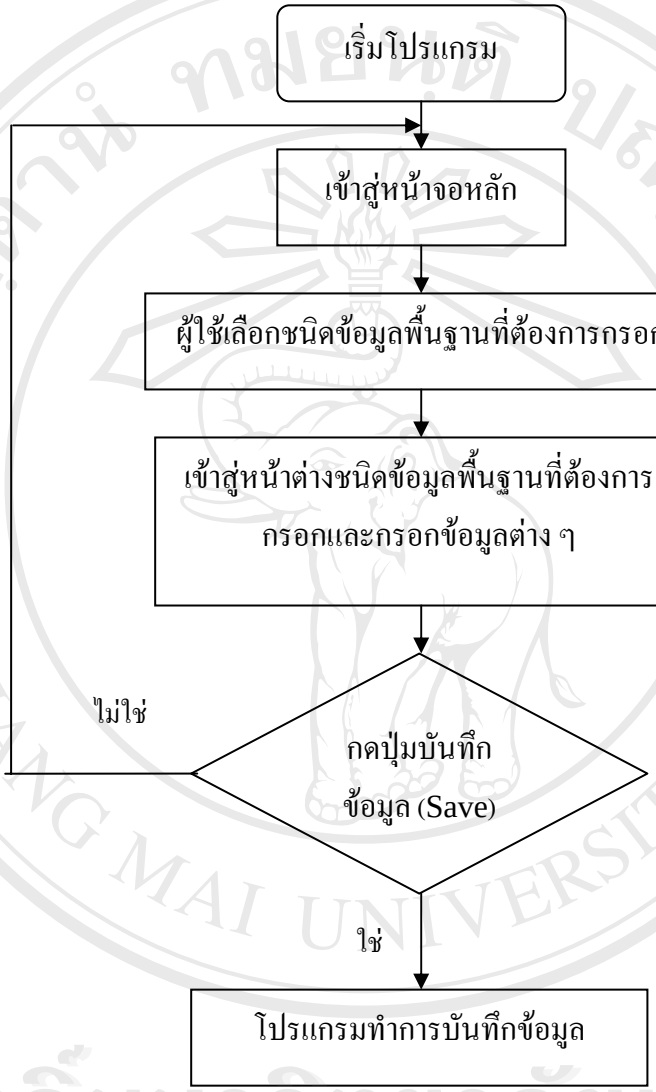
1) ผังงานขั้นตอนการตรวจสอบชื่อลงทะเบียนและรหัสผ่านเพื่อใช้งานโปรแกรม



รูป 3.2 ผังงานแสดงขั้นตอนการกรอกชื่อลงทะเบียนและรหัสผ่านเพื่อเข้าสู่โปรแกรม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

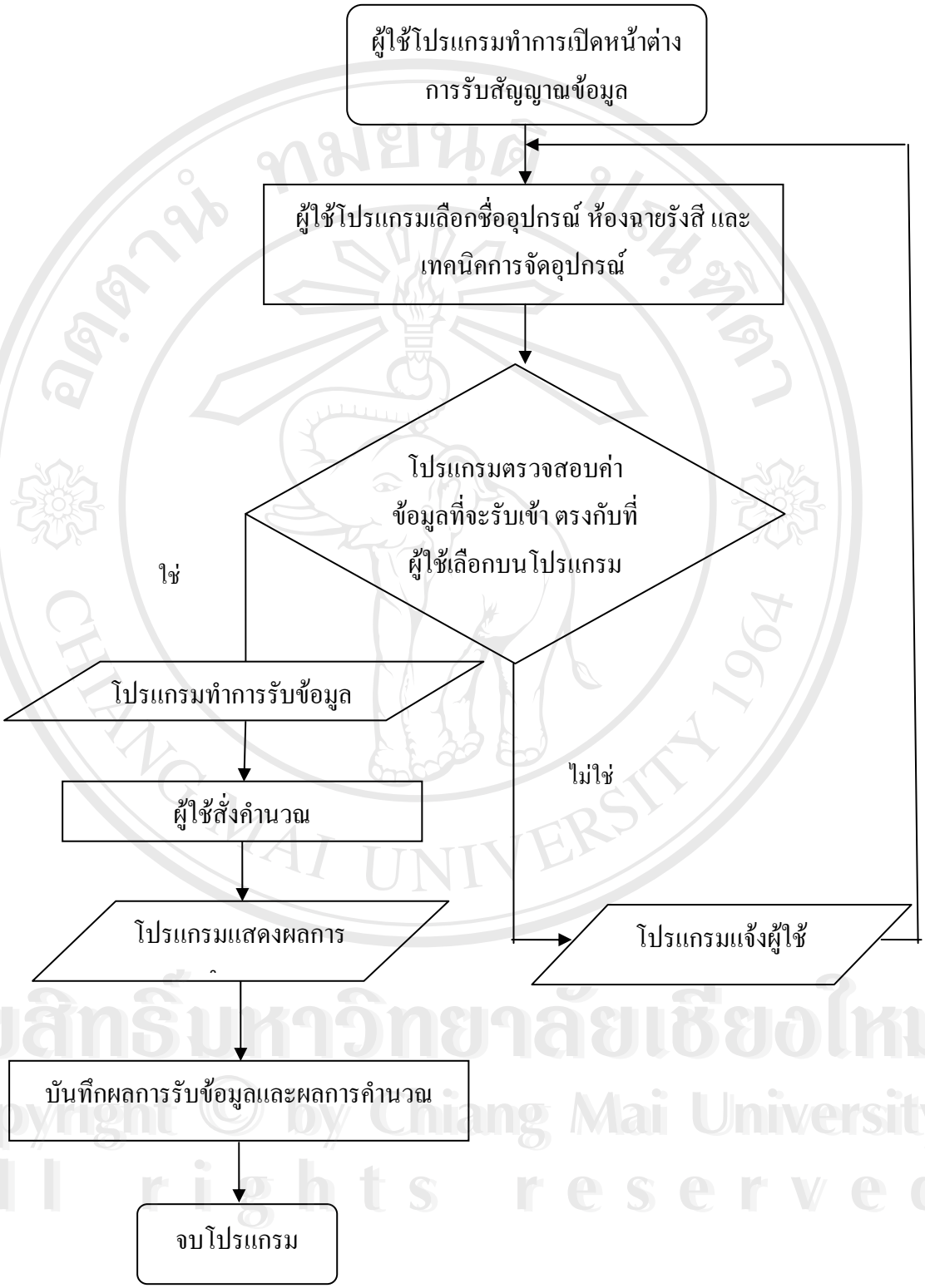
2) ผังงานขั้นตอนการกรอกค่าข้อมูลพื้นฐาน



รูป 3.3 ผังงานแสดงขั้นตอนการกรอกค่าข้อมูลพื้นฐาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

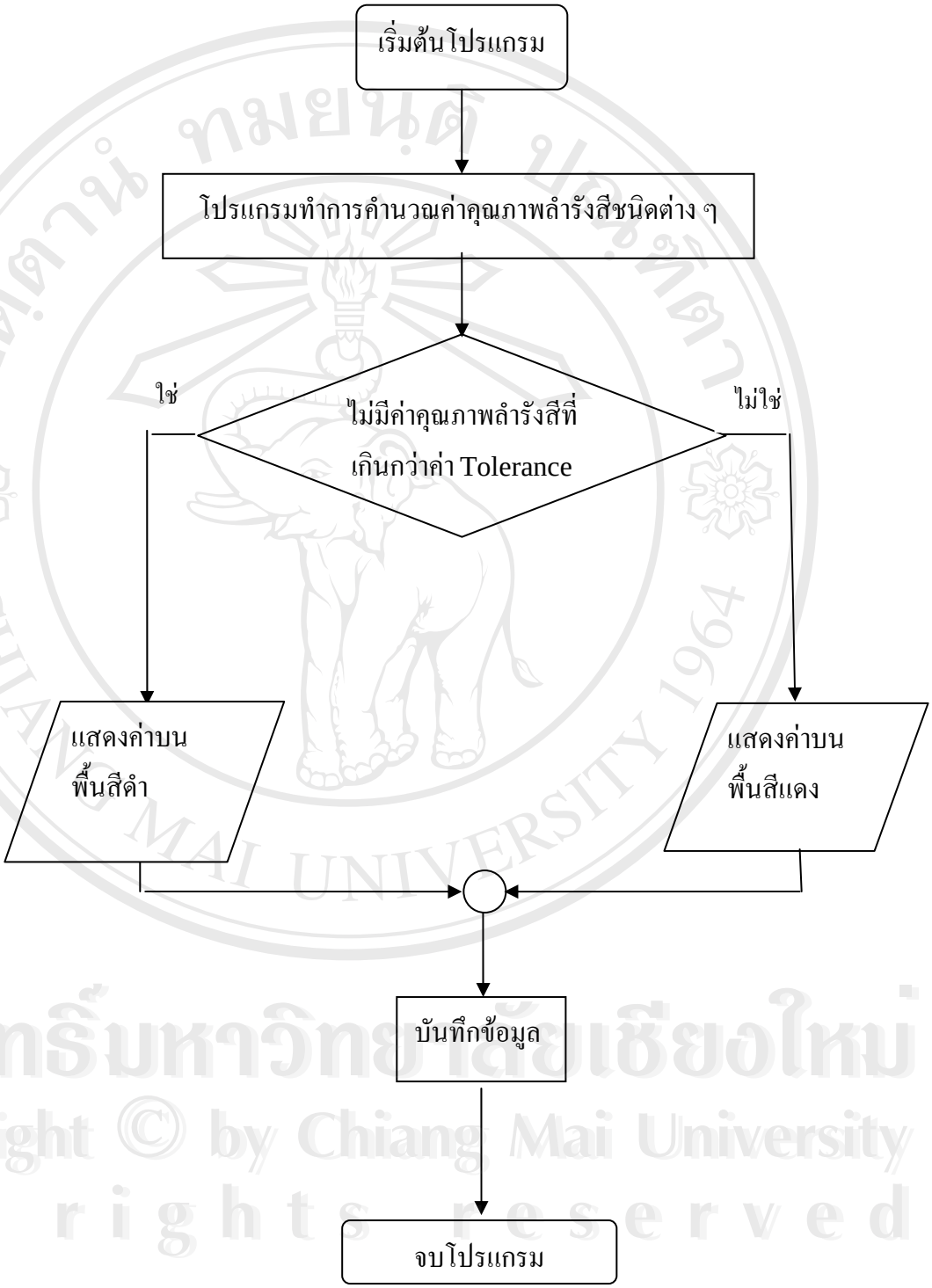
3) ผังงานขั้นตอนการรับค่าข้อมูลจากเครื่องตรวจสอบคุณภาพลำรังสี



รูป 3.4 ผังงานแสดงขั้นตอนการรับค่าข้อมูลจากเครื่องตรวจสอบคุณภาพลำรังสี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4) ผังงานการแสดงผลข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพลำรังสี



รูป 3.5 ผังงานแสดงผลข้อมูลการตรวจสอบคุณภาพลำรังสี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

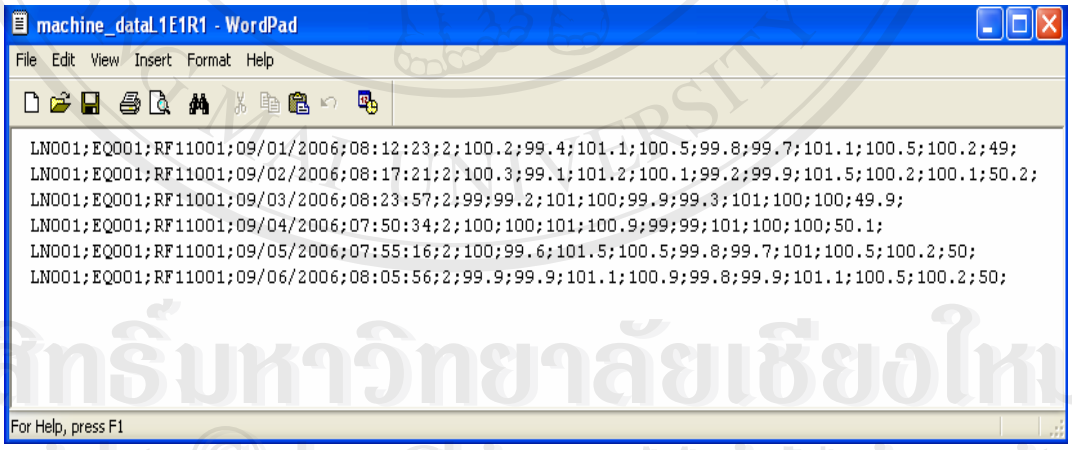
3.4 การทดสอบโปรแกรมวิเคราะห์คุณภาพลำรังสีประจำวันของเครื่องเร่งอนุภาค

เป็นการวิเคราะห์ความถูกต้องของการคำนวณค่าคุณภาพลำรังสีของโปรแกรม ที่พัฒนาขึ้นเปรียบเทียบกับค่าที่ทราบแล้วจากการสมมติข้อมูลและจำลองสัญญาณ เพื่อป้อนให้กับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อประเมินความถูกต้องของโปรแกรม และทดสอบประสิทธิภาพของโปรแกรมในการวิเคราะห์ผลการตรวจสอบคุณภาพลำรังสีในเรื่องความถูกต้องของการทำงาน ระยะเวลาการประมวลผลของโปรแกรม และความสะดวกต่อผู้ใช้งาน

3.4.1 การทดสอบการอ่านชุดสัญญาณข้อมูล

เนื่องจากโปรแกรมวิเคราะห์คุณภาพลำรังสีที่พัฒนาขึ้นนี้ เป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นเพื่อนำไปใช้งานร่วมกับเครื่องตรวจสอบคุณภาพลำรังสีซึ่งได้รับการประดิษฐ์ขึ้นใหม่เช่นกัน ดังนั้นเพื่อตรวจสอบการทำงานร่วมกันระหว่างเครื่องตรวจสอบคุณภาพลำรังสีกับโปรแกรม จึงต้องทำการตรวจสอบผลการอ่านค่าชุดสัญญาณข้อมูลว่าอ่าน และแสดงผลได้ถูกต้องตรงกับข้อมูลที่จำลองขึ้นหรือไม่ โดยจำลองสัญญาณชุดข้อมูลขึ้นมา 1 ชุดในโปรแกรม WordPad ดังแสดงในรูป 3.6

จากนั้นทดสอบให้โปรแกรมเรียกข้อมูลเทกไฟล์ (text file) จากโปรแกรม WordPad มาอ่านค่า แล้วตรวจสอบความถูกต้องของการเรียกข้อมูล และลำดับการแสดงข้อมูล



รูป 3.6 ตัวอย่างไฟล์ข้อมูลสัญญาณจำลองที่บันทึกลงในโปรแกรม WordPad

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

นอกจากนั้นยังทำการทดสอบการเชื่อมต่อ ระหว่างเครื่องมือภายนอกกับโปรแกรมโดยการจำลองสัญญาณข้อมูลรับและส่งผ่านทางโปรแกรม HyperTerminal ซึ่งเป็นโปรแกรมสำหรับการทดสอบการเชื่อมต่อของคอมพิวเตอร์เพื่อตรวจสอบว่าการเชื่อมต่อทำได้ถูกต้องหรือไม่

3.4.2 การเปรียบเทียบผลการคำนวณค่าคุณภาพลำรังสีที่ได้จากการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์กับค่าที่คำนวณไว้ล่วงหน้าแล้วด้วยเครื่องคิดเลข

เป็นขั้นตอนในการจำลองรหัสชุดข้อมูลขึ้นมาจำนวนหนึ่ง ซึ่งได้คำนวณค่าคุณภาพลำรังสีไว้ล่วงหน้าแล้วด้วยเครื่องคิดเลข เพื่อใช้ทวนสอบโปรแกรมที่สร้างขึ้น โดยทำการใส่รหัสชุดข้อมูลที่จำลองขึ้นดังกล่าวลงในโปรแกรม เพื่อทำการคำนวณค่าคุณภาพลำรังสี แล้วจึงบันทึกผลการคำนวณที่ได้ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลการคำนวณด้วยเครื่องคิดเลขที่ดำเนินการไว้แล้วในขั้นตอนการจำลองรหัสชุดข้อมูล ประเมินความน่าเชื่อถือในการทำงานของโปรแกรม โดยอาศัยผลความแตกต่าง ระหว่างผลจากการทำงานของโปรแกรมกับผลการคำนวณด้วยเครื่องคิดเลขเป็นเครื่องชี้วัด ซึ่งหากโปรแกรมที่สร้างขึ้นทำงานได้ถูกต้องจะต้องไม่พบความแตกต่าง

3.4.3 การเปรียบเทียบการคำนวณเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าคุณภาพลำรังสีประจำวันกับค่าที่เก็บไว้เป็นค่าอ้างอิง ซึ่งคำนวณได้จากการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์กับค่าที่คำนวณไว้ล่วงหน้าแล้วด้วยเครื่องคิดเลข

เป็นขั้นตอนในการจำลองรหัสชุดข้อมูลขึ้นมาเช่นเดียวกับข้อ 3.4.3 ซึ่งได้คำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าคุณภาพลำรังสีประจำวันกับค่าที่เก็บไว้เป็นค่าอ้างอิง ซึ่งคำนวณไว้ล่วงหน้าแล้วด้วยเครื่องคิดเลข เพื่อใช้ทวนสอบโปรแกรมที่สร้างขึ้น โดยทำการใส่รหัสชุดข้อมูลที่จำลองขึ้นดังกล่าวลงในโปรแกรม เพื่อทำการคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าคุณภาพลำรังสีประจำวันกับค่าที่เก็บไว้เป็นค่าอ้างอิง แล้วจึงบันทึกผลการคำนวณที่ได้ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลการคำนวณด้วยเครื่องคิดเลข ที่ดำเนินการไว้แล้วในขั้นตอนการจำลองรหัสชุดข้อมูล ประเมินความน่าเชื่อถือในการทำงานของโปรแกรม โดยอาศัยผลความแตกต่าง ระหว่างผลจากการทำงานของโปรแกรมกับผลการคำนวณด้วยเครื่องคิดเลขเป็นเครื่องชี้วัด ซึ่งหากโปรแกรมที่สร้างขึ้นทำงานได้ถูกต้องจะต้องไม่พบความแตกต่าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

3.4.4 การเปรียบเทียบความถูกต้องในการคำนวณและระยะเวลาการประมวลผลระหว่างโปรแกรมและกลุ่มผู้ทดสอบ

เป็นขั้นตอนที่สร้างข้อมูลจำลองของปริมาณรังสี ณ จุดหัววัดต่าง ๆ จำนวน 20 ชุดข้อมูลมาทำการคำนวณและประมวลผลโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ บันทึกผลการทำงานและจับเวลาการประมวลผล จากนั้นนำชุดข้อมูลที่จำลองขึ้นนั้นมาให้กลุ่มนักฟิสิกส์การแพทย์ในหน่วยรังสีรักษาและมะเร็งวิทยา ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาฟิสิกส์การแพทย์ แขนงวิชารังสีรักษา คณะแพทยศาสตร์ จำนวน 16 คน ทำการคำนวณ พร้อมทั้งจับเวลา แล้วบันทึกผลที่ได้จากการคำนวณด้วยเครื่องคิดเลขและผลการจับเวลาเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากโปรแกรม

3.4.5 การประเมินความพึงพอใจการใช้งานโปรแกรมวิเคราะห์ค่าคุณภาพลำรังสีโดยกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งาน

โปรแกรมวิเคราะห์คุณภาพลำรังสีที่พัฒนาขึ้นนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสนองตอบในงานการตรวจสอบคุณภาพเครื่องเร่งอนุภาคของนักฟิสิกส์การแพทย์ ดังนั้นในการประเมินความพึงพอใจในการทำงานด้านความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน จึงทำโดยการให้กลุ่มนักฟิสิกส์การแพทย์ในหน่วยรังสีรักษาและมะเร็งวิทยา ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และนักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาฟิสิกส์การแพทย์ แขนงวิชารังสีรักษา คณะแพทยศาสตร์ จำนวน 16 คน เป็นกลุ่มผู้ประเมินผลความสะดวกต่อผู้ใช้งาน โดยแบ่งหัวข้อการประเมินการทำงานของโปรแกรมออกเป็น 4 หัวข้อคือ

1. ทดสอบการรับข้อมูลผ่านเครื่องมือภายนอก ทำการทดสอบการรับข้อมูลจากโปรแกรม WordPad ซึ่งเป็นโปรแกรมที่สามารถพิมพ์ข้อมูลสัญญาณจำลองเก็บไว้และส่งมาทำงานยังโปรแกรมได้
2. ตรวจสอบการไหลวนข้อมูล (data flow) ของการทำงานของโปรแกรม คือการตรวจสอบการทำงานของเมนูต่าง ๆ หน้าต่างของโปรแกรมหน้าต่าง ๆ การทำงานในแต่ละหน้าต่างของโปรแกรม
3. ทดสอบการคำนวณ โดยการจำลองค่าปริมาณรังสีแต่ละหัววัดแล้วตรวจสอบว่าการคำนวณค่าคุณภาพลำรังสี และเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างที่โปรแกรมทำการคำนวณตามสูตรให้ค่าถูกต้องหรือไม่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

4. ประเมินผลการงานทั่วไป เช่น ความสวยงามของภาพโปรแกรม การสื่อความหมายของเมนูและรูปแบบการทำงานต่าง ๆ การสื่อความหมายของสัญลักษณ์และคำศัพท์ที่ใช้ในโปรแกรม

เมื่อโปรแกรมได้รับการประเมินจากกลุ่มผู้ทดสอบแล้ว รวบรวมผลการประเมินและปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมตามข้อเสนอแนะของผู้ประเมิน

3.5 วิเคราะห์ผลการทดลอง

3.5.1 การทดสอบการอ่านชุดสัญญาณข้อมูล

วิเคราะห์จากความสามารถในการอ่านข้อมูลและความถูกต้องของการอ่านรหัสชุดข้อมูล ที่ป้อนโดยให้โปรแกรมอ่านจากเทกไฟล์ ซึ่งถูกส่งผ่านทางโปรแกรม HyperTerminal และถูกเก็บเป็นไฟล์ข้อมูลไว้ ตรวจสอบว่าโปรแกรมสามารถอ่านข้อมูลและแสดงผลได้ถูกต้องตรงตามแบบที่กำหนดไว้ ในขั้นตอนการจำลองสัญญาณข้อมูลในคอมพิวเตอร์เครื่องที่ใช้แทนเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพลำรังสี

3.5.2 ความถูกต้องของการทำงานของโปรแกรมวิเคราะห์ค่าคุณภาพลำรังสีในการคำนวณค่าคุณภาพลำรังสี

วิเคราะห์จากผลความแตกต่างระหว่างผลการคำนวณค่าคุณภาพลำรังสี ที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นเปรียบเทียบกับค่าคุณภาพลำรังสีที่คำนวณโดยเครื่องคิดเลขจำนวน 25 ชุดสัญญาณ

3.5.3 ความถูกต้องของการทำงานของโปรแกรมวิเคราะห์ค่าคุณภาพลำรังสีในการคำนวณเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าคุณภาพลำรังสีประจำวันกับค่าที่เก็บไว้เป็นค่าอ้างอิง ซึ่งได้จากการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์กับกับที่คำนวณได้จากเครื่องคิดเลข

วิเคราะห์จากผลความแตกต่างระหว่าง ผลการคำนวณเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างค่าคุณภาพลำรังสีประจำวันกับค่าที่เก็บไว้เป็นค่าอ้างอิง ที่ได้จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นเปรียบเทียบกับค่าที่คำนวณโดยเครื่องคิดเลขจำนวน 25 ชุดสัญญาณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3.5.4 ประสิทธิภาพของโปรแกรมด้านความถูกต้องและเวลาในการประมวลผล

วิเคราะห์จากผลการเปรียบเทียบความถูกต้อง ในการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์กับที่กระทำโดยกลุ่มผู้ทดสอบ และระยะที่ใช้เวลาในการประมวลผลของโปรแกรมเปรียบเทียบกับระยะเวลาการคำนวณของกลุ่มผู้ทดสอบ จากชุดข้อมูลจำลอง 20 ชุดข้อมูล

3.5.5 การประเมินความพึงพอใจการใช้งานโปรแกรมวิเคราะห์ค่าคุณภาพลำรังสีโดยกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งาน

วิเคราะห์จากผลการสอบถามความพึงพอใจ ในการใช้งานโปรแกรมของกลุ่มตัวอย่างผู้ใช้งาน และตรวจสอบการทำงานผิดพลาดของโปรแกรมที่พบในระหว่างการทดลองใช้งาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved