การพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีแกมมาบนพ็อกเก็ตพีซี

นาย อภิรักษ์ ลอยแก้ว

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขานิวเคลียร์เทคโนโลยี ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2547
ISBN 974-53-1123-5
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF A GAMMA-RAY SPECTRUM ANALYSIS PROGRAM ON POCKET PC

Mr. Apirak Loygaew

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering in Nuclear Technology

Department of Nuclear Technology

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2004

ISBN 974-53-1123-5

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีแกมมาบนพ็อกเก็ตพีซี
โดย	นายอภิรักษ์ ลอยแก้ว
สาขาวิชา	นิวเคลียร์เทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อรรถพร ภัทรสุมันต์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

…….. คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

…… ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ)

…….. อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อรรถพร ภัทรสุมันต์)

……อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว)

……กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สมยศ ศรีสถิตย์)

อภิรักษ์ ลอยแก้ว : การพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีแกมมาบนพ็อกเก็ตพีซี. (DEVELOPMENT OF A GAMMA-RAY SPECTRUM ANALYSIS PROGRAM ON POCKET PC) อ. ที่ปรึกษา :ผศ.อรรถพร ภัทรสุมันต์, อ.ที่ปรึกษาร่วม : รศ.นเรศร์ จันทน์ขาว 60หน้า. ISBN 974-53-1123-5.

ได้พัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีแกมมาบนพ็อกเก็ตพีซีสำหรับวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีแกมมาที่ได้จากการวัดโดยใช้หัววัดเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง โดยสามารถรับข้อมูลสเปกตรัมจากเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องของ Canberra Series 35Pus และ 10 Plus ได้โดยตรงหรืออ่านข้อมูลสเปกตรัมที่บันทึกไว้ในหน่วยความจำบนพ็อกเพ็ตพีซีหรือการ์ดความจำแล้วแสดงสเปกตรัมบนหน้าจอของพ็อกเก็ตพีซี โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสามารถหาจุดกึ่งกลางพีค, หาจำนวนนับรวมของพีค, หาพื้นที่สุทธิใต้พีค, ประมาณค่าความกว้าง ณ ตำแหน่งครึ่งหนึ่งของความสูงพีค, หาพลังงานของพีค รวมทั้งการปรับเทียบพลังงานและการระบุชนิดของไอโซโทปได้อีกด้วย

จากการทดสอบโปรแกรมในการรับข้อมูลสเปกตรัมรังสีแกมมาจากเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่อง พบว่าสามารถรับข้อมูลสเปกตรัมที่ส่งในช่วงอัตราการส่งผ่านข้อมูลระหว่าง 110 ถึง 19,200 บิตต่อวินาทีได้อย่างถูกต้อง ในส่วนการคำนวณหาพารามิเตอร์และการระบุพีคของสเปกตรัมรังสีแกมมาโดยเปรียบเทียบกับโปรแกรม Genie-2000 ของ Canberra และสเปกตรัมที่ใช้สำหรับทดสอบของ IAEA ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ จึงอาจพอสรุปได้ว่าสำหรับการใช้งานนอกสถานที่แล้ว พ็อกเก็ตพีซีน่าจะเป็นทางเลือกที่ดีกว่าโน้ตบุคหรือเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ชนิดอื่นเมื่อพิจารณาในแง่ความกระทัดรัดและการสิ้นเปลืองพลังงานที่น้อยกว่า

ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี.....ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา2547.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4570634021 : MAJOR NUCLEAR TECHNOLOGY

KEY WORDS: PROGRAMMING ON POCKET PC / GAMMA-RAY ANALYSIS

APIRAK LOYGAEW : DEVELOPMENT OF A GAMMA-RAY SPECTRUM ANALYSIS PROGRAM ON POCKET PC THESIS ADVISOR : ASST. PROF. ATTAPORN PATTARASUMAN, THESIS CO-ADVISOR : ASSOC. PROF. NARES CHANKOW, 60 [PAGES] pp. ISBN 974-53-1123-5.

A gamma-ray spectrum analysis program on Pocket PC was developed for gamma-ray spectrum obtained from a high purity germanium detector . The program has capability in receiving spectrum data directly from CANBERRA series 35 Plus and 10 Plus multichannel analyzers or retrieving recorded data from the Pocket PC memory or the memory card then display a spectrum on the Pocket PC screen. The developed program is capable of determining peak centroid, peak integral, net peak areas, full width at half maximum (FWHM), peak energy and performing energy calibration as well as isotopes identification.

The program was tested for receiving gamma-ray spectrum data from the multichannel analyzer and it was found that the spectrum data transferred with a baud rate between 110 to 19,200 bits per second were entirely correct. Moreover, the developed spectrum analysis program was tested for determining the above peak parameters and peak identification of a gamma-ray spectrum in comparison to the CANBERRA Genie-2000 program. Finally, the program was also tested using an IAEA Test Spectrum having recommended peak parameters. The results were found to be very satisfactory. It could be concluded that, especially for field use, the Pocket PC was an alternative to a notebook or a portable microcomputer and could give better portability with less power consumption.

Department Nuclear Technology…….Student's signature.....

Field of study Nuclear Technology…….Advisor's signature.....

Academic year 2004…….Co-advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้กว่าจะสำเร็จเสร็จสิ้นได้ต้องใช้ความรู้หลายด้านมาประยุกต์ใช้ร่วมกันซึ่งบางอย่างนั้นผู้จัดทำวิทยานิพนธ์แทบจะไม่มีพื้นฐานทางด้านนั้นเลยแต่เพราะได้รับความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ อรรถพร ภัทรสุมันต์ เป็นผู้ให้คำปรึกษา ให้ข้อมูล ข้อแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ มาโดยตลอด ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูง และวิทยานิพนธ์ฉบับนี้คงจะไม่สมบูรณ์หากขาดคำแนะนำจาก รองศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ให้คำแนะนำถึงวิธีการคิดอัลกอริทึมพารามิเตอร์สเปกตรัมที่เหมาะสมและให้ข้อมูลพารามิเตอร์มาตรฐานของสเปกตรัมเพื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบการคำนวณของโปรแกรม ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงเช่นกัน

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านในภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยีที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทางด้านนิวเคลียร์เทคโนโลยีให้แก่ผู้ทำวิจัย

ขอขอบคุณ คุณชมเดือน ศตวุฒิ ที่มอบเวลาให้จนสามารถดำเนินงานวิจัยเสร็จสิ้น ขอบคุณ คุณสมอุ้ย ตั้งจิตต์ถาวรกุล ที่ให้ข้อเสนอแนะและให้กำลังใจอยู่เสมอ

ขอขอบคุณ คุณบัญชา อุ่นพาณิชย์ ขอบคุณพี่ๆและเพื่อนๆ นิสิต ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี ที่ช่วยเหลือในด้านต่างๆ ความห่วงใย และ กำลังใจที่ดีตลอดมา

ขอบคุณ คุณณัฐวรรณ แสนกลาง ที่เป็นกำลังใจจนกระทั่งทำวิทยานิพินธ์ฉบับนี้เสร็จสิ้นสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณอย่างสูงต่อ บิดา มารดา พี่สาว และญาติพี่น้องทุกคนในครอบครัว ที่ให้ความเมตตากรุณา ความห่วงใย และดูแลให้กำลังใจที่ดีเสมอมา จนกระทั่งสามารถสำเร็จการศึกษาในหลักสูตรนี้ได้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญภาพ..... ฎ

บทที่

1. บทนำ... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย..... 2

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย..... 2

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัย..... 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 3

1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 3

2. ทฤษฎีที่สำคัญ..... 5

2.1 เครื่องคอมพิวเตอร์มือถือ (Personnel Digital Assistant)..... 5

2.1.1 ชนิดของคอมพิวเตอร์มือถือ..... 5

2.1.2 ข้อแตกต่างระหว่างปาล์มและพ็อกเก็ตพีซี..... 5

2.1.3 ข้อได้เปรียบของพ็อกเก็ตพีซีเมื่อเทียบกับปาล์ม..... 6

2.1.4 องค์ประกอบของพ็อกเก็ตพีซี..... 6

2.1.5 การสื่อสารข้อมูลของพ็อกเก็ตพีซี..... 7

2.2 วิธีการคำนวณทางคณิตศาสตร์เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในการวิเคราะห์สเปกตรัม..... 9

2.2.1 Covell's Method..... 9

2.2.2 การประมาณค่า FWHM..... 12

2.2.3 อัลกอริทึมในการค้นหาตำแหน่งกึ่งกลางพีค..... 14

2.2.4 อัลกอริทึมในการหาสมการปรับเทียบพลังงาน 14

2.3 โปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัมรังสี..... 16
2.4 การพัฒนาโปรแกรมทำงานบนพ็อกเก็ตพีซี..... 18
3. โปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีแกมมาบนพ็อกเก็ตพีซี..... 19
3.1 การทำงานของโปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีแกมมาบนพ็อกเก็ตพีซี 19
3.2 การรับและบันทึกข้อมูลสเปกตรัม..... 21
3.2.1 วิธีการรับข้อมูลจากเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่อง..... 21
3.2.2 การบันทึกข้อมูลสเปกตรัมในพ็อกเก็ตพีซี..... 23
3.3 การแสดงผลสเปกตรัมบนพ็อกเก็ตพีซี..... 24
3.4 การคำนวณและวิเคราะห์ผล..... 30
3.4.1 การหาตำแหน่งพีคของสเปกตรัม..... 30
3.4.2 การคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ของสเปกตรัม..... 33
3.4.3 การหาสมการปรับเทียบพลังงาน..... 34
3.4.4 การระบุชนิดไอโซโทป..... 37
3.5 การเก็บฐานข้อมูลไอโซโทปและพลังงาน..... 38
4. การทดสอบการทำงานของระบบและการวิเคราะห์ผล..... 41
4.1 การทดสอบการทำงานในการรับข้อมูลจากเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่อง..... 41
4.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ..... 41
4.1.2 ขั้นตอนการรับข้อมูล..... 41
4.2 การทดสอบการวิเคราะห์สเปกตรัมของโปรแกรมบนพ็อกเกตพีซี..... 44
4.2.1 การทดสอบหาตำแหน่งของพีคโดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น..... 44
4.2.2 การทดสอบผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์สเปกตรัมรังสีเปรียบเทียบ พารามิเตอร์มาตรฐานโดย IAEA..... 50
4.2.3 การทดสอบผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์สเปกตรัมรังสีเปรียบเทียบกับโปรแกรม Genie-2000..... 52
5.สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 55
5.1 สรุปผลการวิจัย..... 55
5.2 ข้อเสนอแนะ..... 57

รายการอ้างอิง..... 58
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 60

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 หน้าที่การรับสัญญาณแต่ละพินของพอร์ตชนิด DB9..... 8
2.2 การเชื่อมต่อสัญญานระหว่างหัวต่อ DB9..... 9
4.1 ผลการรับข้อมูลสเปกตรัมที่อัตราการส่งข้อมูลแตกต่างกัน..... 43
4.2 เปรียบเทียบข้อมูลสเปกตรัมโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น กับ โปรแกรม Genie-2000..... 44
4.3 เปรียบเทียบผลการหาตำแหน่งพีคสเปกตรัมอนุกรม Th-232..... 46
4.4 เปรียบเทียบผลการหาตำแหน่งพีคสเปกตรัมอนุกรม Ra-226 และ Cs-137..... 47
4.5 ผลเปรียบเทียบตำแหน่งจุดกึ่งกลางพีคและพื้นที่สุทธิใต้พีค..... 50
4.6 เปรียบเทียบการคำนวณระหว่างโปรแกรม Genie2000 กับโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นที่ พลังงาน 238.29 keV..... 53
4.7 เปรียบเทียบการคำนวณระหว่างโปรแกรม Genie2000 กับโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นที่ พลังงาน 338.49 keV..... 53
4.8 เปรียบเทียบการคำนวณระหว่างโปรแกรม Genie2000 กับโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นที่ พลังงาน 582.93 keV..... 54

สารบัญภาพ

รูปที่ หน้า

2.1 ปาล์มและพ็อกเก็ตพีซี..... 5
2.2 แสดงวิธีการใช้นัลโมเด็มเปลี่ยนทิศทางของข้อมูล..... 8
2.3 การเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างหัวต่อ DB9..... 9
2.4 แสดงการคำนวณพื้นที่พีคโดยใช้การคำนวณแบบ Covell's Method..... 10
2.5 แสดงการคำนวณค่าเฉลี่ยแบ็กกราวนด์..... 12
2.6 การประมาณค่า FWHM..... 13
2.7 หน้าจอแสดงการทำงานของโปรแกรม WinQXAS..... 16
2.8 หน้าจอแสดงการทำงานของโปรแกรม Genie-2000..... 17
2.9 หน้าจอการทำงานของโปรแกรมภาษา eMbedded Visual Basic..... 18
3.1 แผนภาพการทำงานของโปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีแกมมาบนพ็อกเก็ตพีซี..... 20
3.2 ภาพการส่งผ่านข้อมูลผ่านสายนัลโมเด็ม..... 21
3.3 แสดงการเลือกเมนูเพื่อเปิดพอร์ตและรูปแบบหน้าต่าง Properties บนพ็อกเก็ตพีซี.... 22
3.4 รูปแบบการบันทึกข้อมูลค่า Count เป็น Text File..... 23
3.5 รูปแบบการบันทึกข้อมูลค่า Count ชนิด TKA File..... 24
3.6 ภาพแสดงผลสเปกตรัมโปรแกรมบนหน้าจอพ็อกเก็ตพีซี..... 25
3.7 ขั้นตอนการแสดงผลสเปกตรัม..... 26
3.8 การแสดงรายการไฟล์โดย CommonDialog Control..... 27
3.9 ขั้นตอนการแสดงผลสเปกตรัมจากข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำพ็อกเก็ตพีซี 28
3.10 ขั้นตอนการขยายภาพสเปกตรัม..... 29
3.11 ภาพขยายสเปกตรัมบนพ็อกเก็ตพีซีเพื่อหาตำแหน่งพีค..... 30
3.12 ภาพแสดงผลจากการหาตำแหน่งพีคโดยใช้โปรแกรม..... 31
3.13 ขั้นตอนการหาตำแหน่งพีค..... 32
3.14 ผลการวิเคราะห์สเปกตรัมโดยใช้โปรแกรม..... 33
3.15 ภาพแสดงหน้าจอการปรับเทียบพลังงาน..... 34
3.16 ภาพแสดงรายการสารไอโซโทปและพลังงาน..... 35
3.17 ภาพแสดงกราฟปรับเทียบพลังงาน..... 36
3.18 ภาพแสดงการระบุชนิดสารไอโซโทป..... 37
3.19 ภาพแสดงตำแหน่งพีคที่ไม่สามารถระบุชนิดของสารไอโซโทปได้..... 38

รูปที่ หน้า

3.20 ขั้นตอนการระบุชนิดไอโซโทป..... 39
3.21 ภาพแสดงการบันทึกฐานข้อมูลชนิด Text File..... 40
4.1 การจัดอุปกรณ์การวัดรังสี..... 42
4.2 นัลโมเด็ม..... 42
4.3 การต่อนัลโมเด็มกับเครเดิล..... 43
4.4 หน้าต่างแสดงการป้อนค่า Count เพื่อหาพีคสเปกตรัม..... 45
4.5 หน้าต่างแสดงกราฟและสมการปรับเทียบพลังงาน..... 46
4.6 สเปกตรัมมาตรฐานอนุกรม Th-232..... 48
4.7 สเปกตรัมมาตรฐานอนุกรม Ra-226..... 49
4.8 สเปกตรัม RA-226 ตำแหน่งจำนวน 4096 ช่อง ที่วัดโดย IAEA..... 51
4.9 หน้าต่างโปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัม Genie2000 จากบริษัท Canberra 52
4.10 หน้าต่างโปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัมบนพ็อกเก็ตพีซี..... 52

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันได้มีการนำเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่อง (Multichannel Analyzer ; MCA) มาใช้ในการวิเคราะห์สเปกตรัมควบคู่กับไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ ด้วยการโอนถ่ายข้อมูลสเปกตรัมระหว่างเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องและไมโครคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมต่างๆเช่น GENIE2000, SPEDAC และ GANAAS ซึ่งโปรแกรมดังกล่าวมีความสามารถในการแสดงสเปกตรัมบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ วิเคราะห์สเปกตรัมและรายงานผลที่ได้จากการวิเคราะห์ เป็นต้น

สำหรับการใช้งานในภาคสนามนั้นมีการใช้เครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องแบบเคลื่อนย้ายได้ (Portable Multichannel Analyzer) เนื่องจากมีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา มีแบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าในตัวเครื่อง แต่ในการใช้งานร่วมกับไมโครคอมพิวเตอร์จะเกิดความไม่สะดวก เนื่องจากมีข้อจำกัดในด้านขนาดและแหล่งพลังงาน ถึงแม้จะใช้คอมพิวเตอร์โน้ตบุคก็ยังมีข้อจำกัดในด้านระยะเวลาของการใช้งานซึ่งใช้ได้นานเพียง 2-3 ชั่วโมง จึงได้มีแนวความคิดในการพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีแกมมาที่สามารถใช้งานบนพ็อกเก็ตพีซี (Pocket PC) ขึ้นเพื่อใช้งานแทนไมโครคอมพิวเตอร์และคอมพิวเตอร์โน้ตบุค พ็อกเก็ตพีซีเป็นเครื่องที่มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบาและสามารถนำติดตัวไปได้สะดวก ใช้งานโดยแบตเตอรี่ได้นานประมาณ 8-12 ชั่วโมง สามารถนำไปเชื่อมต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อถ่ายโอนข้อมูลซึ่งกันและกันได้ สามารถบันทึกข้อมูลลงบนการ์ดความจำ มีความเร็วในการประมวลและความละเอียดของหน้าจอเพียงพอต่อการแสดงผลสเปกตรัม จากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้จะเป็นการเพิ่มความสะดวกในการใช้งานร่วมกับเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องกรณีที่จำเป็นต้องทำงานนอกสถานที่ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างมากในงานด้านการวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีแกมมา

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีแกมมาของไอโซโทปรังสีในสิ่งแวดล้อมที่ทำงานบนพ็อกเก็ตพีซี

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. พัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีแกมมาจากหัววัดเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูง (HPGe) บนพ็อกเก็ตพีซีที่สามารถโอนถ่ายข้อมูลสเปกตรัมระหว่างเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องของ Canberra Series 10 PLUS หรือ 35 PLUS กับพ็อกเก็ตพีซีผ่านทางพอร์ตอนุกรม
2. โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมีขีดความสามารถในการทำงานด้านต่างๆ ได้แก่ แสดงสเปกตรัมรังสีแกมมา, ค้นหาตำแหน่งพีค, หาจุดกึ่งกลางพีค (Peak Centroid) , หาพื้นที่สุทธิใต้พีค (Net Peak Area) , ประมาณค่าความกว้าง ณ ตำแหน่งครึ่งหนึ่งของความสูงพีค (Full Width at Half Maximum ; FWHM) พร้อมทั้งระบุชนิดของสารไอโซโทปรังสีในสิ่งแวดล้อมได้

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ออกแบบอัลกอริทึม (Algorithm) โปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีแกมมา
3. พัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีแกมมาที่ทำงานบนพ็อกเก็ตพีซี
4. ทดสอบการทำงานของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นบนพ็อกเก็ตพีซีของไอโซโทปรังสีในสิ่งแวดล้อม
5. ทดลองวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีแกมมาจากเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่อง เปรียบเทียบผลกับการคำนวณหรือโปรแกรมวิเคราะห์อื่นๆ
6. สรุปผลและเขียนวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้โปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีแกมมาบนพ็อกเก็ตพีซีที่สามารถใช้งานได้อย่างสะดวก รวดเร็วและประหยัด อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการประยุกต์เครื่องพ็อกเก็ตพีซีไปใช้ประโยชน์ในงานด้านอื่นๆ

1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ปี 2530 นายพรยุทธ ชินมหาวงศ์ [1] ได้ทำวิจัยเรื่อง การเปลี่ยนไมโครคอมพิวเตอร์ 8 บิต ให้เป็นอุปกรณ์วิเคราะห์ความสูงของพัลส์ (Conversion of an 8-bit microcomputer into a pluse height analyzer) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์ระดับพลังงานของรังสีนิวเคลียร์ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณและคุณภาพประกอบด้วย แผ่นวงจรเชื่อมโยงสัญญาณระหว่างบัสข้อมูลกับวงจรส่งข้อมูลภายนอก และแผ่นวงจรแปลงรหัสสัญญาณแบบซัคเซสซีพแอพพรอกซิเมชัน โปรแกรมที่ออกแบบขึ้นแบ่งออกเป็นสองส่วน คือโปรแกรมการวัดรังสีและโปรแกรมติดต่ออุปกรณ์บันทึกข้อมูลสำรองภายนอก ระบบวิเคราะห์สามารถวิเคราะห์ความสูงของพัลซ์ได้ทั้งแบบยูนิโพลาและไบโพลา

2. ปี 2535 นายหัสฤกษ์ เนียมอินทร์ [2] ได้ทำวิจัยเรื่อง แผ่นวงจรเชื่อมโยงสัญญาณแบบเอนกประสงค์สำหรับระบบวัดนิวเคลียร์ (Development of a Universal interfacing card for nuclear measuring system) โดยแผ่นวงจรเชื่อมโยงสัญญาณแบบเอนกประสงค์ถูกพัฒนาขึ้นให้สามารถสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์วัดนิวเคลียร์มาตรฐาน NIM และไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC 16 บิต XT/AT สามารถประยุกต์ใช้งานทั้งที่เป็นระบบวัดเพื่อวิเคราะห์ผลและระบบควบคุมที่ใช้เทคนิคนิวเคลียร์ด้วยการควบคุมจากโปรแกรมสำเร็จรูปที่ออกแบบขึ้นสำหรับสนับสนุนการทำงาน แผ่นวงจรเชื่อมโยงสัญญาณสามารถรับข้อมูลเชิงตัวเลขจากอุปกรณ์นับรังสีขนาดความจุ 6 หลัก รับข้อมูลวัดระดับความแรงรังสีจากเรตมิเตอร์ได้ 8 ช่องวัดในระบบมัลติเพลกซ์ แต่ละช่องวัดสามารถรับสัญญาณขนาด 0 ถึง 100 มิลลิโวลต์ มีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าร้อยละ $\pm$3.6 ตลอดย่านวัดสามารถกำเนิดสัญญาณอ้างอิงระดับต่ำ ขนาด 0 ถึง 10 โวลต์ ที่มีความละเอียด 10 มิลลิโวลต์

3. ปี 2545 นายวสันต์ อัมพุชินี [3] ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาส่วนเชื่อมโยงสัญญาณและโปรแกรมอิมูเลเตอร์สำหรับเครื่องวิเคราะห์การเรืองรังสีเอกซ์ชนิดแจกแจงพลังงาน (Development

of an interface unit and an emulator program for the energy dispersive x-ray fluorescence spectrometer) การวิจัยนี้ได้พัฒนาส่วนเชื่อมโยงสัญญาณและโปรแกรมอิมูเลเตอร์สำหรับเครื่องวิเคราะห์รังสีเอกซ์เรืองที่ล้าสมัยแล้ว ส่วนเชื่อมโยงสัญญาณถูกควบคุมโดยโปรแกรมอิมูเลเตอร์ ทำให้สามารถรวบรวม เก็บบันทึก และแสดงผลข้อมูลสเปกตรัมได้ โปรแกรมอิมูเลเตอร์ยังทำให้ผู้ใช้งานสามารถทำการวิเคราะห์สเปกตรัมเบื้องต้น เช่น การคำนวณพื้นที่สุทธิใต้พีค, จุดกึ่งกลางพีค, ค่า FWHM และค่า FWTM รวมทั้งการขยายบริเวณที่สนใจ เป็นต้น ข้อมูลสเปกตรัมที่เก็บบันทึกไว้สามารถเรียกใช้และเปลี่ยนรูปแบบให้เข้ากับโปรแกรม WinQXAS ของทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (International Atomic Energy Agency ; IAEA) ได้ โดยใช้โปรแกรม SPEDAC ของ IAEA ผลการทดสอบความสามารถในการแจกแจง พลังงานของระบบที่ 5.9 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ พบว่ามีค่าเท่ากับ 167 อิเล็กตรอนโวลต์ จากการใช้พลูโทเนียม-238 เป็นต้นกำเนิดรังสี และแผ่นทองแดงเป็นชิ้นงานพบว่าพีคของ Cu K_{α} และ Cu K_{β} แยกออกจากกันได้อย่างน่าพอใจ

4. ปี 2545 Leslie Oyama, Henri Shay Tannas and Steve Moulton [4] ได้ทำวิจัยเรื่อง Desktop and mobile software development for surgical practice การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาโปรแกรมบนพ็อกเก็ตพีซีเพื่อใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ ในการเก็บฐานข้อมูลประวัติผู้ป่วยจากแผนกต่างๆ แล้วพิมพ์แสดงผลที่ต้องการผ่านเครื่องพรินเตอร์ และบันทึกข้อมูลจากพ็อกเก็ตพีซีลงบนไมโครคอมพิวเตอร์ โดยการเชื่อมต่อเข้ากับไมโครคอมพิวเตอร์ผ่านทางระบบ LAN หรือ WAN ผลที่ได้คือการจัดทำงานเอกสารเกี่ยวกับข้อมูลประวัติผู้ป่วยสะดวกรวดเร็วขึ้น มีความถูกต้องและมีรายละเอียดเพิ่มมากขึ้น

บทที่ 2

ทฤษฎีที่สำคัญ

2.1 เครื่องคอมพิวเตอร์มือถือ (Personnel Digital Assistant) [5]

2.1.1 ชนิดของคอมพิวเตอร์มือถือ

เครื่องคอมพิวเตอร์มือถือสามารถแบ่งตามประเภทของระบบปฏิบัติการเป็น 2 ประเภทหลัก ๆ คือ เครื่องที่ใช้ระบบ Palm OS สำหรับยี่ห้อ Palm, Handspring และ Sony เป็นต้น ซึ่งเรียกว่าเครื่องปาล์ม และเครื่องที่ใช้ระบบ Windows Mobile 2002 ที่ได้พัฒนาจากบริษัท Microsoft สำหรับยี่ห้อ Hp, Compaq และ Casio เป็นต้น ซึ่งเรียกว่าเครื่อง**พ็อกเก็ตพีซี** ความสามารถพื้นฐานของเครื่องคอมพิวเตอร์มือถือมีมากมายเช่น สมุดจดตารางเวลาประจำวัน (Date Book) , สมุดจดที่อยู่และรายละเอียดอื่น ๆ (Address Book) , บันทึกสิ่งที่จะต้องทำ (To Do List) , บันทึกเตือนความจำ (Memo Pad) และ บันทึกรายการจ่าย (Expense) เป็นต้น

1.ปาล์ม 2.พ็อกเก็ตพีซี

รูปที่ 2.1 ปาล์มและพ็อกเก็ตพีซี

2.1.2 ข้อแตกต่างต่างระหว่างปาล์มและพ็อกเก็ตพีซี

ปาล์มและพ็อกเก็ตพีซี มีการทำงานและโปรแกรมพื้นฐานคล้ายกัน เช่น โปรแกรมสำหรับจดบันทึกข้อความ, งานที่ต้องทำ, ปฏิทินตารางนัดหมาย, บันทึก, ชื่อที่อยู่ของบุคคล หรือเครื่องคิดเลข เป็นต้น

แต่หากมองถึงการทำงานจากการออกแบบแล้วปาล์มและพ็อกเก็ตพีซีจะแตกต่างกัน โดยปาล์มถูกออกแบบมาเพื่อใช้งานเสริมกับไมโครคอมพิวเตอร์หรือเป็นส่วนเติมเต็มของไมโครคอมพิวเตอร์ในการนำข้อมูลไปใช้งานนอกสถานที่จึงออกแบบมาให้ใช้งานง่าย ใช้ซีพียูความเร็วต่ำซึ่งทำให้ประหยัดพลังงาน และถึงแม้ผู้ใช้จะไม่ชำนาญการใช้คอมพิวเตอร์มาก่อนก็สามารถเรียนรู้และใช้งานปาล์มได้ในระยะเวลาอันรวดเร็ว ส่วนพ็อกเก็ตพีซีนั้นได้ออกแบบเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้คอมพิวเตอร์มือถือ โดยการสนับสนุนเทคโนโลยีใหม่ๆ ซึ่งบางอย่างได้เป็นมาตรฐานของการใช้งานคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันเช่น การใช้งานมัลติมีเดีย หรือการเชื่อมต่อกับเครือข่ายในรูปแบบต่างๆ ซึ่งพ็อกเก็ตพีซีสามารถทำได้เป็นอย่างดี

หากไม่คำนึงถึงปัญหาเรื่องพื้นที่การรับข้อมูลและการแสดงผลจะสามารถนำพ็อกเก็ตพีซีมาใช้งานแทนไมโครคอมพิวเตอร์หรือโน้ตบุคได้และมีฮาร์ดแวร์ที่สนับสนุนอุปกรณ์ต่างๆมากมาย เช่น CF, MMC/SD หรือ USB

สำหรับระบบปฏิบัติการบนพ็อกเก็ตพีซี ได้ผ่านการปรับปรุงและพัฒนาความสามารถอย่างต่อเนื่อง โดยในเวอร์ชันล่าสุดที่ได้นำไปใช้กับพ็อกเก็ตพีซีจะมีอินเตอร์เฟส บางส่วนคล้ายกับ Windows XP เรียกว่า Windows Mobile 2003

2.1.3 ข้อได้เปรียบของพ็อกเก็ตพีซี เมื่อเทียบกับปาล์ม

ด้วยศักยภาพด้านฮาร์ดแวร์ที่สูงกว่าปาล์มและมีระบบปฏิบัติการ Windows Mobile 2003 ที่พัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทำให้พ็อกเก็ตพีซีมีข้อได้เปรียบกว่าปาล์มดังนี้

(1) ทำงานได้เร็วเพราะใช้ซีพียู 32 บิต มีความเร็วเริ่มต้นที่ 70 MHz
(2) จอภาพมีความละเอียดและแสดงสีได้มากกว่า
(3) สนับสนุนการใช้หน่วยความจำเสริมอย่าง การ์ดหน่วยความจำ CF, MMC/SD
(4) สนับสนุนการใช้งานมัลติมีเดียโดยจะมีลำโพง ช่องสำหรับเสียบหูฟังและไมโครโฟนในตัว
(5) สามารถเล่นเพลง MP3 และ MIDI ในระหว่างการใช้งานโปรแกรมอื่น
(6) เล่นไฟล์วิดีโอแบบ MPEG และ AVI ได้ รวมถึง Flash ด้วย
(7) รับฟังวิทยุและชมรายการต่างๆ ที่ถ่ายทอดผ่านทางอินเทอร์เน็ตได้
(8) อัดเสียงในระหว่างการสนทนา สัมภาษณ์ และส่งไฟล์เสียงไปทางเมลได้
(9) เปิดอ่านและแก้ไขเอกสารของ MS Word และ MS Excel ได้

(10) เปลี่ยนธีม (Theme) ได้เหมือนกับวินโดวส์

จากข้อได้เปรียบดังกล่าวทำให้พ็อกเก็ตพีซีเป็นอุปกรณ์ที่เหมาะสมสำหรับพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีแกมมาที่สามารถโอนถ่ายข้อมูลสเปกตรัมระหว่างเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องกับพ็อกเก็ตพีซี, ค้นหาตำแหน่งของพีค, หาพื้นที่สุทธิใต้พีค, ปรับเทียบพลังงานและระบุชนิดของสารกัมมันตรังสีได้

2.1.4 **องค์ประกอบของพ็อกเก็ตพีซี**

พ็อกเก็ตพีซีมีองค์ประกอบคล้ายกับไมโครคอมพิวเตอร์คือมีส่วนที่เป็นฮาร์ดแวร์ ระบบปฏิบัติการ โปรแกรมใช้งานพื้นฐานและอุปกรณ์ต่อพ่วงหรืออุปกรณ์เสริมต่าง ๆ

คุณสมบัติพื้นฐานขั้นต่ำทางด้านฮาร์ดแวร์ของเครื่อง พ็อกเก็ตพีซี คือ

(1) หน่วยความจำรอม (ROM) 32 เมกะไบต์และ แรม (RAM) 64 เมกะไบต์

(2) พอร์ตอินฟราเรด

(3) ไมโครโฟนและลำโพง

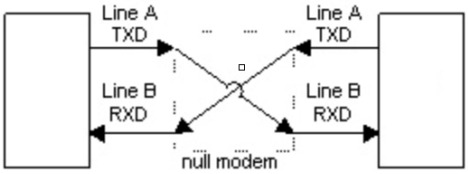
(4) I/O พอร์ตที่เชื่อมต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์เป็นแบบอนุกรม หรือ USB

(5) ความละเอียดของจอภาพ 320x240 พิกเซล

2.1.5 **การสื่อสารข้อมูลของพ็อกเก็ตพีซี** [6], [7], [8]

จากคุณสมบัติขั้นพื้นฐานทางด้านฮาร์ดแวร์ของพ็อกเก็ตพีซีซึ่งมีฮาร์ดแวร์รองรับการสื่อสารข้อมูลผ่านทางพอร์ตอินฟราเรด, พอร์ตอนุกรม และ พอร์ต USB ดังนั้นเครื่องพ็อกเก็ตพีซีในรุ่นที่มีทั้ง USB และ พอร์ตอนุกรม จึงสามารถเชื่อมต่อเข้ากับอุปกรณ์ที่รองรับชนิดของพอร์ตดังกล่าวนั้นได้ เมื่อพิจารณาการรับส่งข้อมูลของเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่อง ซึ่งลักษณะพอร์ตเป็นแบบ 25 พิน หรือ 9 พิน ส่งข้อมูลแบบอนุกรม ตามมาตรฐาน RS-232 ที่กำหนดขึ้นโดยหน่วยงาน Electronic Industries Association (EIA) ในการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ 2 ชนิดนี้จึงต้องเลือกวิธีการเชื่อมต่อแบบอนุกรม โดยส่งผ่านข้อมูลผ่านสายชนิดนัลโมเด็ม (Null Modem) ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนทิศทางของข้อมูลเพื่อให้พอร์ตชนิดเดียวกันสามารถสื่อสารกันได้โดยการใช้นัลโมเด็มไขว้สายสัญญาณดังรูปที่ 2.2

โดยที่นัลโมเด็มมีลักษณะเป็นหัวต่อพอร์ตอนุกรมซึ่งชนิดของหัวต่อขึ้นอยู่กับจำนวนพินของพอร์ตที่จะเชื่อมต่อ ในกรณีที่เป็นพอร์ตชนิด 9 พิน แต่ละพินจะมีหน้าที่รับส่งสัญญาณแตกต่างกันดังตารางที่ 2.1

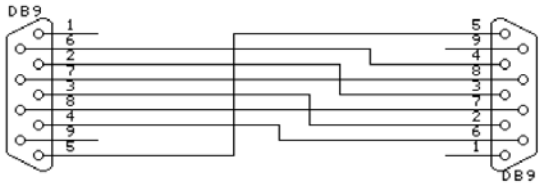


รูปที่ 2.2 แสดงวิธีการใช้นัลโมเด็มเปลี่ยนทิศทางของข้อมูล

ตารางที่ 2.1 หน้าที่การรับสัญญานแต่ละพินของพอร์ตชนิด DB9

พินที่	ชื่อ	คำอธิบาย
1	CD	Carrier Detect
2	RXD	Receive Data
3	TXD	Transmit Data
4	DTR	Data Terminal Ready
5	GND	System Ground
6	DSR	Data Set Ready
7	RTS	Request to Send
8	CTS	Clear to Send
9	RI	Ring Indicator

การต่อสายเชื่อมสัญญาณระหว่างหัวต่อ DB9 จะไขว้สายต่อระหว่างพินดังรูปที่ 2.3 และตารางที่ 2.2



รูปที่ 2.3 การเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างหัวต่อ DB9

ตารางที่ 2.2 การเชื่อมต่อสัญญานระหว่างหัวต่อ DB9

ขาของ DB9 หัวต่อแรก	ต่อกับ	ขาของ DB9 หัวต่อที่สอง
2	_____	3
3	_____	2
4	_____	1,6
5	_____	5
1,6	_____	4
7	_____	8
8	_____	7

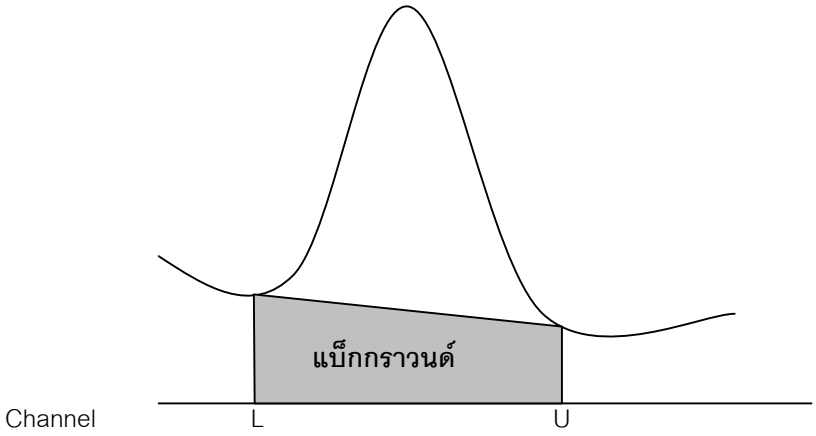
2.2 วิธีการคำนวณทางคณิตศาสตร์เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์สเปกตรัม

ในโปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีจะมีการคำนวณทางคณิตศาสตร์เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

2.2.1 Covell's Method

เป็นวิธีการในการคำนวณหาพื้นที่สุทธิใต้พีคโดยคำนวณค่าระดับแบ็กกราวนด์ภายใต้พีคเพื่อที่จะนำไปหักลบกับค่าจำนวนนับรวมของพีค หลักการคำนวณของ Covell's Method จะเริ่ม

จากการหาตำแหน่ง Channel ที่มีค่าพีคสูงสุดซึ่งจะเป็นจุดศูนย์กลางของสเปกตรัม จากนั้นจะทำการหาขอบเขตของสเปกตรัมโดยกำหนดขอบเขตทางด้านซ้ายและขวาของพีค ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงการคำนวณพื้นที่สุทธิใต้พีคโดยใช้การคำนวณแบบ Covell's Method

เมื่อหาขอบเขตได้แล้วนับค่า Count ในแต่ละ Channel รวมกันตั้งแต่ขอบเขตซ้ายไปจนถึงขอบเขตขวาจะได้จำนวนนับรวมของพีคหรือ Integral Peak ดังสมการที่ 2.1

$$G = \sum_{I=L}^{U} C_i \qquad \text{.....2.1}$$

จากสมการดังกล่าวเป็นค่าพื้นที่สุทธิใต้พีคที่รวมเอาค่าพื้นที่แบ็กกราวนด์เอาไว้ด้วย ดังนั้นถ้าต้องการหาเฉพาะเพียงค่าพื้นที่สุทธิใต้พีคต้องหักลบค่าแบ็กกราวนด์ออกไปดังสมการที่ 2.2

$$A = G - B \qquad \text{.....2.2}$$

การคำนวณพื้นที่แบ็กกราวนด์ภายใต้พีคที่ต้องการหาได้จากสมการที่ 2.3

$$B = n(C_L + C_U) / 2 \qquad \text{.....2.3}$$

เมื่อ n เท่ากับจำนวน Channel ระหว่างพื้นที่ใต้พีค

C_L เท่ากับค่า Count ที่ตำแหน่ง Channel ขอบเขตซ้าย

C_U เท่ากับค่า Count ที่ตำแหน่ง Channel ขอบเขตขวา

ค่าที่ได้จากสมการ 2.3 เป็นค่าพื้นที่แบ็กกราวนด์ซึ่งได้จากค่าเฉลี่ยแบ็กกราวนด์ต่อหนึ่ง Channel คูณด้วยจำนวน Channel ทั้งหมดภายใต้พีคที่ต้องการ จากสมการ 2.1, 2.2 และ 2.3 นำมารวมกันจะได้สมการที่ 2.4

$$A = G - B = \sum_{i=L}^{U} C_i - n(C_L + C_U) / 2 \qquad \text{.....2.4}$$

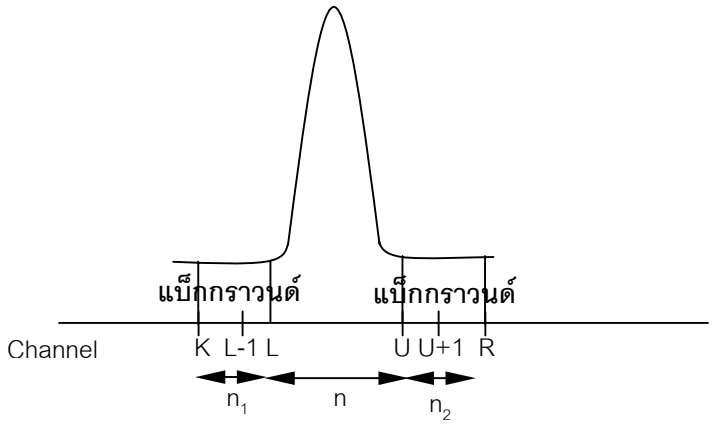
จากสมการ 2.4 จะสามารถหาค่าพื้นที่สุทธิใต้พีคได้จากการหักลบค่าแบ็กกราวด์ออกไป แต่ค่าที่ได้จากสมการนี้อาจได้ผลลัพธ์ไม่ตรงนักเนื่องจากการคำนวณค่าแบ็กกราวนด์ดังกล่าวอาจผิดพลาดได้เนื่องจากเป็นการประมาณค่าโดยใช้เพียงสองจุด ดังนั้นเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการคำนวณมากขึ้นเพิ่มเติมสมการเป็นสมการที่ 2.5 โดย ค่า m จะเป็นจำนวนจุดที่ประมาณค่า

$$A = G - B = \sum_{i=L}^{U} C_i - n\left[\sum_{i=L-m}^{L} C_i + \sum_{i=U}^{U+m} C_i\right] / 2m \qquad \text{.....2.5}$$

ค่าแบ็กกราวนด์เฉลี่ยต่อหนึ่ง Channel เท่ากับ

$$C_B = \left[\sum_{i=L-m}^{L} C_i + \sum_{i=U}^{U+m} C_i\right] / 2m \qquad \text{.....2.6}$$

นอกจากนี้สำหรับสเปกตรัมรังสีแกมมาที่วัดด้วยหัววัดกึ่งตัวนำซึ่งฐานพีคค่อนข้างเรียบ สามารถใช้วิธีการคำนวณหาค่าเฉลี่ยแบ็กกราวนด์โดยนำค่า Count ที่ตำแหน่ง Channel ก่อนขอบเขตซ้ายและค่า Count ที่ตำแหน่งหลังขอบเขตขวามารวมกันโดยให้ผลรวมจำนวน Channel มีค่าเท่ากับจำนวน Channel ตั้งแต่ขอบเขตซ้ายไปจนถึงขอบเขตขวาดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แสดงการคำนวณค่าเฉลี่ยแบ็กกราวนด์

$$B = \sum_{i=K}^{L-1} C_i + \sum_{i=U+1}^{R} C_i \qquad \text{.....2.7}$$

โดยที่ $n = n_1 + n_2$ 2.8

จากสมการ 2.1,2.2 และ 2.7 จะได้สมการที่ 2.9

$$A = G - B = \sum_{i=L}^{U} C_i - \left(\sum_{i=K}^{L-1} C_i + \sum_{i=U+1}^{R} C_i\right) \qquad \text{.....2.9}$$

เมื่อ n เท่ากับจำนวน Channel ระหว่างพื้นที่ใต้พีคจาก L ถึง U

n_1 เท่ากับจำนวน Channel ก่อนขอบเขตซ้าย

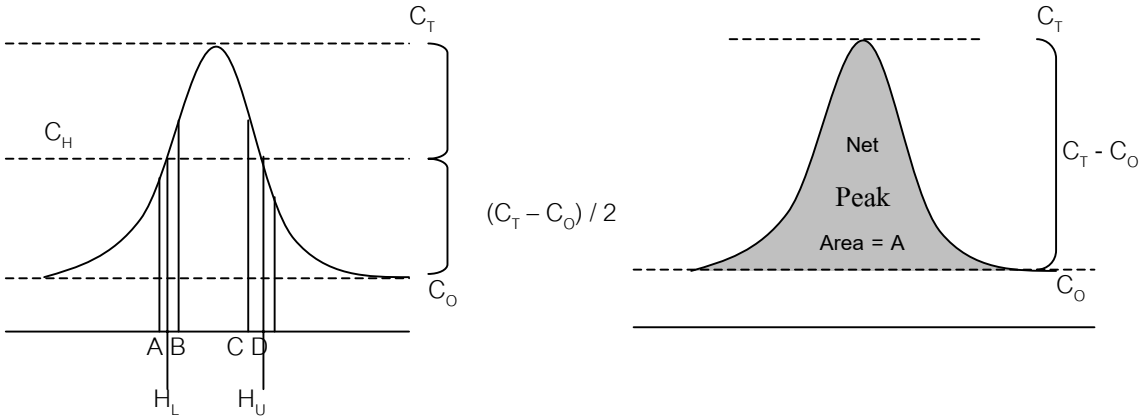
n_2 เท่ากับจำนวน Channel หลังขอบเขตขวา

K ตำแหน่ง Channel แรกของแบ็กกราวนด์ก่อนขอบเขตซ้าย

R ตำแหน่ง Channel สุดท้ายของแบ็กกราวนด์หลังขอบเขตขวา

2.2.2 การประมาณค่า FWHM

วิธีการในการประมาณค่า FWHM มีอยู่สองแบบ คือแบบ Interpolation กับแบบ Area / height ratio ดังแสดงในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 วิธีการการประมาณค่า FWHM ซ้าย: Interpolation ขวา: Area/height ratio

วิธีการประมาณค่าแบบ Interpolation จะมีหลักการดังนี้

(1) ประมาณค่าความสูงของพีค C_T ณ จุดยอดของพีค

(2) หักลบค่า C_T ด้วยค่าจำนวนนับของแบ็กกราวนด์ C_O ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยแบ็กกราวนด์ที่ได้จากการคำนวณจากสมการ Covell Method

(3) นำค่าที่หักลบแบ็กกราวนด์แล้วมาหารสองแล้วบวกเพิ่มค่า C_O อีกครั้งจะได้ค่าจำนวนนับโดยประมาณ ณ ตำแหน่งครึ่งหนึ่งของความสูงพีค (C_H)

(4) หา Channel ทางด้านซ้ายของยอดพีคสองจุดที่มีค่าจำนวนนับใกล้เคียงกับค่า C_H โดย Channel ที่มีจำนวนนับใกล้เคียงกับค่า C_H แต่มีค่าน้อยกว่าให้กำหนดเป็น Channel A ส่วน Channel ที่มีจำนวนนับใกล้เคียงกับค่า C_H แต่มีค่ามากกว่าให้กำหนดเป็น Channel B ค่าจำนวนนับ ณ ตำแหน่ง A และ B จะกำหนดให้เท่ากับ C_A และ C_B ตามลำดับ ค่า Channel ทางด้านซ้ายที่มีความสูงเท่ากับครึ่งหนึ่งของพีคจะมีค่าเท่ากับ

$$H_L = A + (C_H - C_A) / (C_B - C_A) \quad \text{.....2.10}$$

(5) ตำแหน่งของ Channel ทางด้านขวาที่มีความสูงเท่ากับครึ่งหนึ่งของพีคจะมีวิธีการหาเหมือนกับข้อ (ง) มีค่าเท่ากับ

$$H_U = C + (C_C - C_H) / (C_C - C_D) \quad \text{.....2.11}$$

(6) ค่าความต่างระหว่าง $H_U - H_L$ จะเป็นค่า FWHM ในหน่วย Channel

วิธีการประมาณค่าแบบ area / height ratio จะสมมุติว่ารูปร่างของพีคเป็นแบบ Guassian ดังนั้นค่าความกว้างของพีคจะหาได้จากสมการ

$$FWHM = 0.939 \times A / (C_T - C_O) \qquad \text{.....2.12}$$

เมื่อ A คือพื้นที่ของพีค

C_T คือความสูงของพีค

C_O คือความสูงของแบ็กกราวนด์

สมการที่ได้นี้มาจากการคำนวณและวิเคราะห์ทางสถิติของการแจกแจงข้อมูลแบบ Gaussian แต่ค่าที่ได้จากสมการนี้จะเป็นค่าประมาณที่ให้ผลไม่แม่นยำเท่ากับแบบ Interpolate แต่ให้ความรวดเร็วในการคำนวณมากกว่า

2.2.3 **อัลกอริทึมในการค้นหาตำแหน่งกึ่งกลางพีค**

ตำแหน่งกึ่งกลางพีคสามารถคำนวณได้จากค่า Channel และค่า Count เพื่อประมาณค่าตำแหน่งของพลังงานรังสีแกมมา โดยหาจากสมการดังนี้

$$\text{Centroid} = \sum_{i=L}^{U} C_i i \; / \sum_{i=L}^{U} C_i \qquad \text{.....2.13}$$

โดยที่ C_i คือ ค่า Count ณ ตำแหน่ง Channel

i คือ ค่าตำแหน่ง Channel ใดๆ

L คือ ค่าตำแหน่ง Channel ณ ขอบเขตซ้าย

U คือ ค่าตำแหน่ง Channel ณ ขอบเขตขวา

2.2.4 **อัลกอริทึมในการหาสมการปรับเทียบพลังงาน** [9], [10]

การหาสมการปรับเทียบพลังงานเป็นการหาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่าง Channel และพลังงาน เรียกว่าเส้นถดถอย (regression line) โดยมีรูปแบบสมการดังนี้

$$En. = a + b \times Ch. \qquad \text{.....2.14}$$

$$a = \frac{\sum Ch_i En_i - \left[\left(\sum Ch_i \right) \left(\sum En_{i)} \right) \right] / n}{\sum Ch_i^2 - \left(\sum Ch_i \right)^2 / n} \qquad \text{.....2.15}$$

$$b = \left[\sum En_i - a \times \sum Ch_i \right] / n \qquad \text{.....2.16}$$

โดยที่ En. คือ ค่าพลังงาน ณ ตำแหน่ง Channel

En_i คือ ค่าพลังงานของแต่ละพีค

a คือ ค่าจุดตัดของสมการเส้นตรงบนแกน y

b คือ ค่าความชัน (Slope) ของเส้นตรง

Ch. คือ ค่า Channel

Ch_i คือ ค่า Channel ของแต่ละพีค

n คือ จำนวนยอดพีคที่ใช้ในการปรับเทียบพลังงาน

การหาสมการเส้นตรงเพื่อให้ได้เส้นถดถอยที่ดีที่สุดสำหรับทำนายค่าพลังงาน ณ ตำแหน่ง Channel นั้นๆ ใช้วิธีการกำลังสองน้อยที่สุด (The Least Square Method) จะได้เส้นตรงที่มีระยะห่างจากจุดต่างๆ ถึงเส้นถดถอยเป็นระยะทางที่สั้นที่สุดและเมื่อนำระยะห่างของแต่ละจุดจากเส้นถดถอยมายกกำลังสองแล้วรวมกันจะได้ผลรวมที่มีค่าต่ำสุดจากความสัมพันธ์นี้หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ได้จากสมการดังนี้

$$SSTO = \sum En_i^2 - \left(\sum En_i \right)^2 / n \qquad \text{.....2.17}$$

$$SSR = \frac{\left[\sum Ch_i En_i - \left(\sum Ch_i \right) \left(\sum En_{i)} \right) / n \right]^2}{\sum Ch_i^2 - \left(\sum Ch_i \right)^2 / n} \qquad \text{.....2.18}$$

$$R^2 = SSR / SSTO \qquad \text{.....2.19}$$

โดยที่ SSTO คือ ค่า Total Sum of Squares

SSR คือ ค่า Regression Sum of Squares

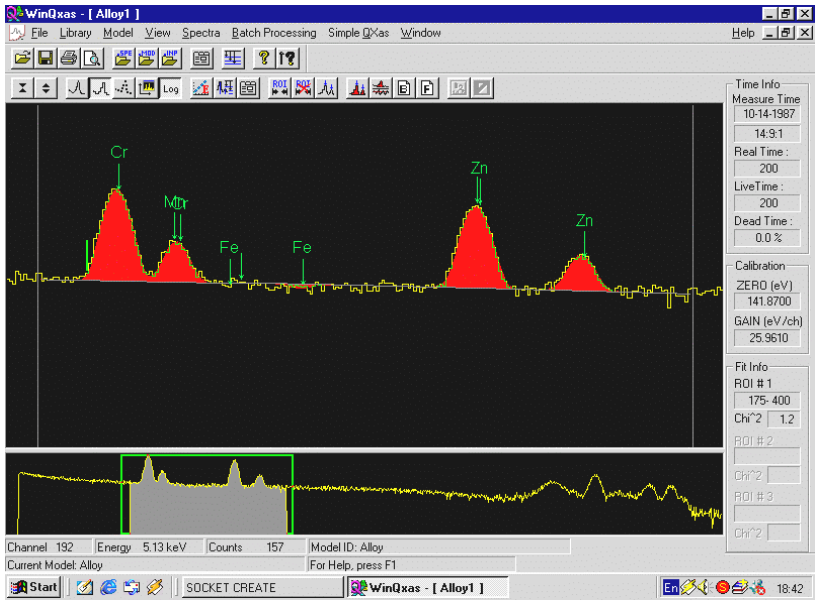
R^2 คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Regression Coefficient)

2.3 โปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัมรังสี

โปรแกรมที่ได้มีการพัฒนาบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในงานวิเคราะห์ข้อมูลสเปกตรัมโดยทั่วไปได้แก่ QXAS, WINQXAS, SPEDAC, GANAAS และ GENIE2000 เป็นต้น โปรแกรมส่วนใหญ่มีความสามารถในการแสดงสเปกตรัมบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ การวิเคราะห์ผลของสเปกตรัมและการรายงานผลที่ได้จากการวิเคราะห์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

Quantitative X-Ray Analysis System (QXAS) [11] เป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นโดย IAEA เพื่อใช้วิเคราะห์สเปกตรัมของรังสีเอกซ์ โดยรับข้อมูลจากเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่อง เป็นโปรแกรมที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ MS DOS version 3.0 ขึ้นไปมีความสามารถในการหาพื้นที่สุทธิใต้พีคในช่วงที่ต้องการทราบค่า (Selected ROI) , ปรับเทียบพลังงาน (Energy Calibration) เพื่อระบุชนิดและปริมาณของธาตุ โดยตัวโปรแกรมจะมีฐานข้อมูลพลังงานรังสีเอกซ์ (X-Ray Libraries) ไว้ใช้ประกอบการคำนวณเพื่อค้นหาชนิดของธาตุ

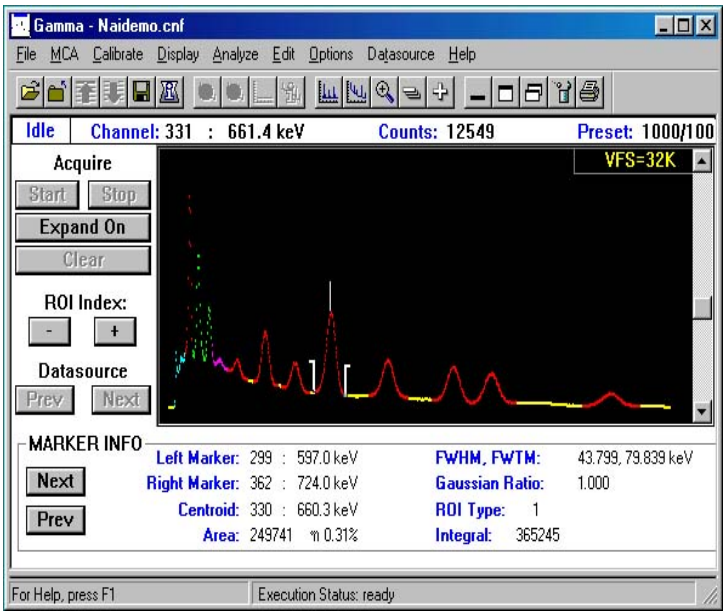
WinQXAS เป็นโปรแกรมที่พัฒนาจากโปรแกรม QXAS ให้สามารถใช้งานบน Microsoft Window ได้ โดยมีความสามารถของโปรแกรมเช่นเดียวกับโปรแกรม QXAS ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 หน้าจอแสดงการทำงานของโปรแกรม WinQXAS

GANAAS (Gamma Spectrum Analysis, Activiity Calculations and Neutron Activatiion Analysis) [12] เป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นโดย IAEA เพื่อใช้วิเคราะห์สเปกตรัมจากข้อมูลไฟล์ *.SPE มาแสดงผลทางหน้าจอและมีความสามารถต่างๆ เช่น ประมาณค่า FWHM พื้นที่สุทธิใต้พีค และ คำนวณค่าความแรงรังสีเพื่อแสดงผลทางด้านปริมาณ (Quantity) โดยโปรแกรมจะนำรายการไอโซโทปที่เก็บไว้ในฐานข้อมูล (Libraries) มาใช้ในการคำนวณ และมีการคำนวณของ Neutron Activation Analysis ซึ่งสามารถวิเคราะห์หาชนิดไอโซโทปและความเข้มข้นในหน่วย 1 ในล้านส่วน (ppm) ได้ ปรับเทียบค่าพลังงาน และ ปรับเทียบ FWHM นอกจากนี้มีส่วนของ Nuclide Library Manager ซึ่งสามารถแก้ไขเพิ่มเติมรายการในฐานข้อมูลได้

Genie-2000 [13] เป็นโปรแกรมที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows 95 หรือ Windows NT พัฒนาโดยบริษัท Canberra โดยจะทำงานร่วมกับ MCA DSA เป็นอุปกรณ์ที่รวมเครื่องวัดทางนิวเคลียร์ได้แก่ เครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่อง ดิจิตอลซิกแนลโปรเซสเซอร์ (DSP) แหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันสูง (high voltage power supply ; HVPS) จึงเป็นทั้งระบบวัดและระบบวิเคราะห์รังสีแกมมา เช่น หาค่าพลังงานของจุดกึ่งกลางพีค, ประมาณค่า FWHM, พื้นที่สุทธิใต้พีค, ปรับเทียบค่าประสิทธิภาพ, ปรับเทียบค่าพลังงาน, คำนวณหาค่าประสิทธิภาพของระบบวัด และ Gaussian Ratio เป็นต้น

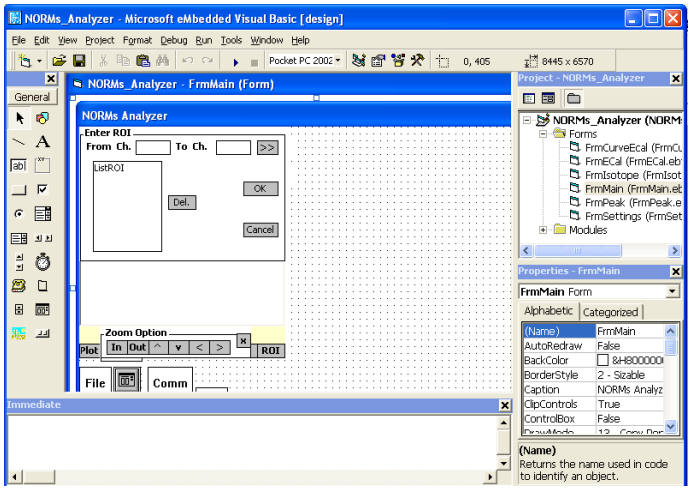


รูปที่ 2.8 หน้าจอแสดงการทำงานของโปรแกรม Genie-2000

2.4 การพัฒนาโปรแกรมทำงานบนพ็อกเก็ตพีซี

การพัฒนาโปรแกรมบนพ็อกเก็ตพีซีจะทำการเขียนโปรแกรมในเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ก่อนแล้วจึงคอมไพล์ (Compile) โปรแกรมนั้นลงบนพ็อกเก็ตพีซี ซึ่งการเขียนโปรแกรมเพื่อใช้งานกับพ็อกเก็ตพีซีนั้นจะต้องมีเครื่องมือช่วยในการพัฒนาตัวอย่างเช่น Microsoft eMbedded Visual Tools 3.0 สามารถจะพัฒนาโปรแกรมทำงานบนพ็อกเก็ตพีซีได้ทั้งโปรแกรมภาษา eMbedded Visual Basic และ โปรแกรมภาษา eMbedded Visual C++ สามารถรันโปรแกรมกับพ็อกเก็ตพีซีจำลอง (Emulator) หรือ พ็อกเก็ตพีซีได้โดยตรง โดยโปรแกรมภาษา eMbedded Visual Basic เป็นโปรแกรมที่ใช้งานง่ายมีลักษณะรูปแบบโปรแกรมคล้ายกับโปรแกรมภาษา Visaul Basic การรันโปรแกรมโปรแกรมภาษา eMbedded Visual Basic บนพ็อกเก็ตพีซีจะใช้เวลาในการประมวลผลและแสดงผลช้ากว่า eMbedded Visual C++

งานวิจัยนี้ได้เลือกพัฒนาโปรแกรมทำงานบนพ็อกเก็ตพีซีด้วยโปรแกรมภาษา eMbedded Visual Basic ซึ่งใช้งานกับพ็อกเก็ตพีซีระบบปฏิบัติการ Windows Mobile 2002 ลักษณะโปรแกรมจะมีแบบฟอร์มเปล่าสามารถเลือก object ลงบนแบบฟอร์มดังกล่าวซึ่งแต่ละ object จะมีคุณสมบัติและการทำงานแตกต่างกัน เช่น Command Button, List Box, Combo Box และ Picture Box เป็นต้น จากนั้นจึงเขียน Source Code เพื่อควบคุมการทำงานของแต่ละ object โดยผู้ใช้โปรแกรมสามารถเพิ่มแบบฟอร์มได้



รูปที่ 2.9 หน้าจอการทำงานของโปรแกรมภาษา eMbedded Visual Basic

บทที่ 3

โปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีแกมมาบนพ็อกเก็ตพีซี

3.1 การทำงานของโปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีแกมมาบนพ็อกเก็ตพีซี

โปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีแกมมาบนพ็อกเก็ตพีซีได้รับการพัฒนาด้วยโปรแกรมภาษา emBeded Visual Basic โดยทำการเขียนโปรแกรมในเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์แล้วคอมไพล์โปรแกรมนั้นลงบนพ็อกเก็ตพีซีที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows CE 3.0 จนถึง Windows Mobile 2003

โปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีแกมมาบนพ็อกเก็ตพีซีมีส่วนประกอบหลักได้แก่

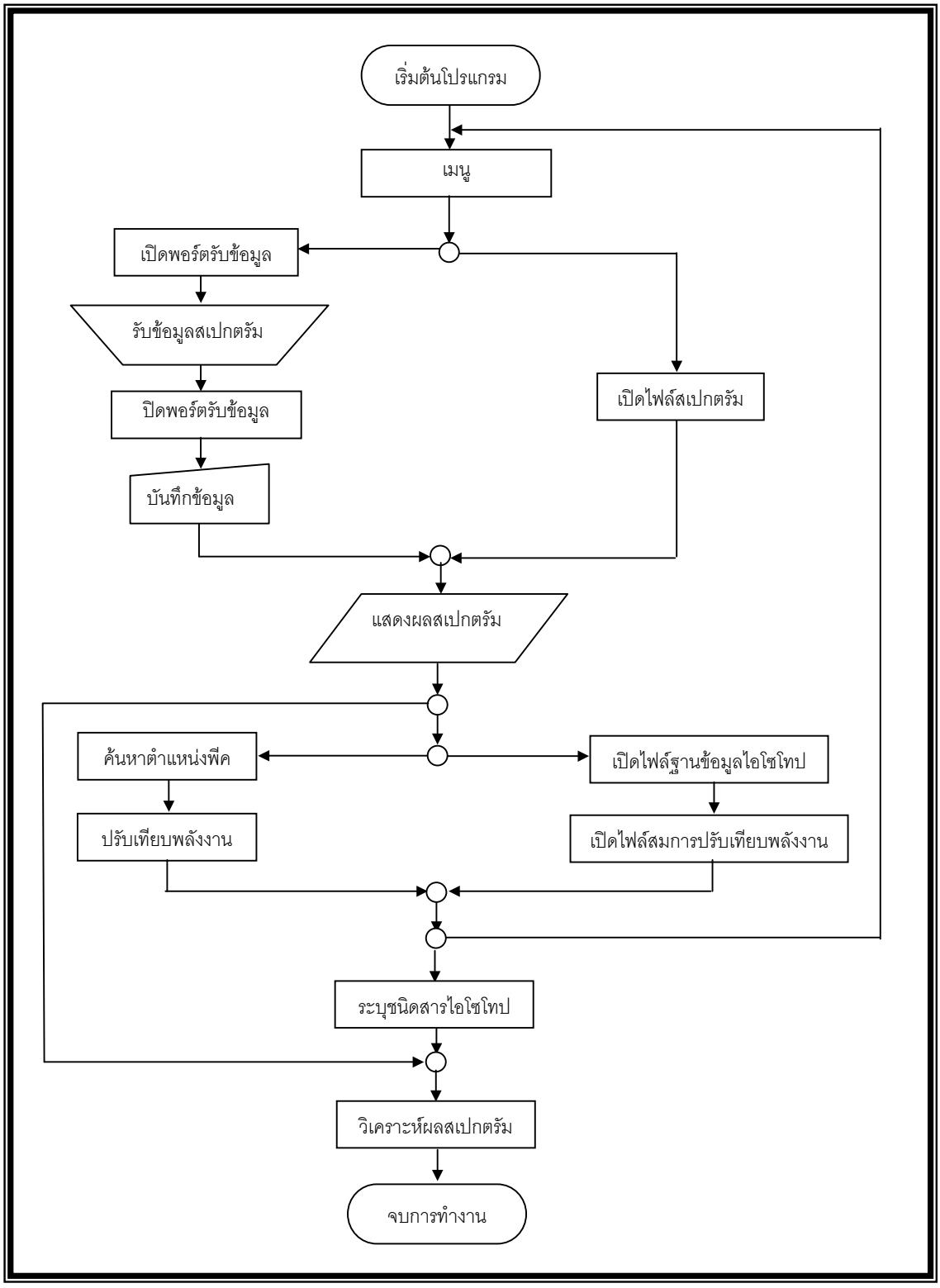
1. ส่วนรับและบันทึกข้อมูล
2. ส่วนแสดงผล
3. ส่วนคำนวณและวิเคราะห์ผล

เมื่อพิจารณาตามลำดับการทำงานของโปรแกรมเริ่มจากส่วนรับและบันทึกข้อมูลคือการรับข้อมูลสเปกตรัมผ่านพอร์ตอนุกรมจากเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องจากนั้นแปลงข้อมูลที่ได้เป็นไฟล์ ASCII (American Standard Code for Information Interchange) แล้วบันทึกผลลงบนพ็อกเก็ตพีซีโดยที่ผู้ใช้สามารถเลือกตำแหน่งการจัดเก็บลงบนหน่วยความจำพ็อกเก็ตพีซี (Main memory) หรือการ์ดหน่วยความจำ (SD หรือ MMC Card) ได้

ในส่วนของการแสดงผล โปรแกรมสามารถแสดงผลสเปกตรัมโดยตรงหลังจากรับข้อมูลสเปกตรัมจากเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องหรือแสดงผลจากไฟล์สเปกตรัมที่บันทึกไว้ สามารถขยายภาพสเปกตรัมและเลื่อนตำแหน่งแสดงสเปกตรัมเพื่อพิจารณาสเปกตรัมตำแหน่งอื่น รวมถึงแสดงผลกราฟและสมการปรับเทียบพลังงานจากการปรับเทียบพลังงานหรือจากข้อมูลการปรับเทียบพลังงานที่บันทึกไฟล์ไว้

ในส่วนการคำนวณและการวิเคราะห์ผลโดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นใช้วิธีการคำนวณทางคณิตศาสตร์เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ โดยสามารถค้นหาตำแหน่งพีค, หาจำนวนนับรวมของพีค หาพื้นที่สุทธิใต้พีค, หาจุดกึ่งกลางพีค, ประมาณค่า FWHM, ปรับเทียบพลังงาน, สมการปรับเทียบพลังงาน แล้วบันทึกข้อมูลการปรับเทียบพลังงานลงบนพ็อกเก็ตพีซีหรือการ์ดหน่วยความจำ พร้อมทั้งระบุชนิดของสารไอโซโทปรังสีในสิ่งแวดล้อมโดยการนำฐานข้อมูลมาเปรียบเทียบ ซึ่งฐานข้อมูลดังกล่าวมีรูปแบบการเก็บข้อมูลเป็น Text file สามารถสร้างฐานข้อมูลหรือแก้ไขฐานข้อมูลได้โดยการป้อนตัวอักษรและตัวเลขในไฟล์ข้อมูลได้โดยตรงบนพ็อกเก็ตพีซีหรือบนไมโครคอมพิวเตอร์ได้

โปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีแกมมามีขั้นตอนการทำงานโดยรวมดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนภาพการทำงานของโปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีแกมมาบนพ็อกเก็ตพีซี

3.2 การรับและบันทึกข้อมูลสเปกตรัม

ในการพัฒนาอุปกรณ์ส่งผ่านข้อมูลระหว่างเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องกับพ็อกเก็ตพีซีนั้นจะใช้นัลโมเด็มในการส่งข้อมูล ดังรูปที่ 3.2 โดยโปรแกรมจะรับข้อมูลการสื่อสารแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous communication) ผ่านพอร์ตอนุกรม

รูปที่ 3.2 ภาพการส่งผ่านข้อมูลผ่านสายนัลโมเด็ม

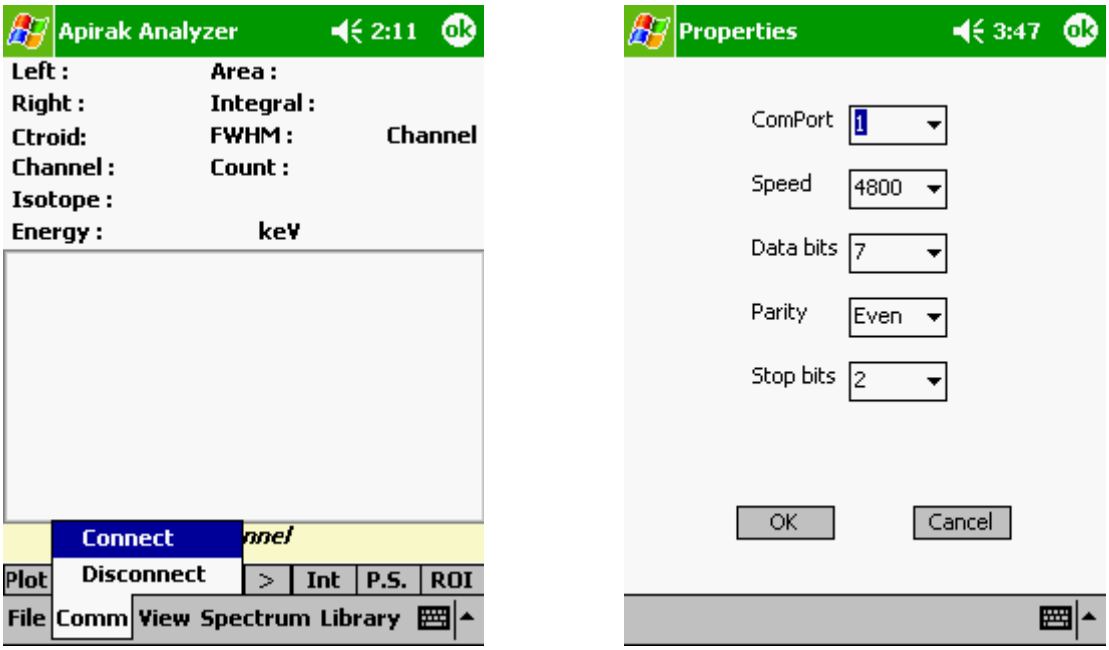
นัลโมเด็มจะทำหน้าที่เชื่อมต่อการสื่อสารระหว่างพอร์ตอนุกรมของสายส่งผ่านข้อมูลเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องกับสาย Hot Sync. ของเครื่องพ็อกเก็ตพีซีทำให้สามารถส่งผ่านข้อมูลจากเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องไปสู่พ็อกเก็ตพีซีได้

3.2.1 วิธีการรับข้อมูลจากเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่อง

เมื่อเชื่อมต่อนัลโมเด็มระหว่างเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องกับพ็อกเก็ตพีซีจะกำหนดค่าสำหรับการสื่อสารผ่านพอร์ต โดยพิจารณาการป้อนค่านี้ให้ตรงกับค่าสำหรับการสื่อสารผ่านพอร์ตที่ตั้งไว้จากเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่อง

3.2.1.1 **เปิดพอร์ตข้อมูล** เริ่มต้นเปิดโปรแกรมผู้ใช้งานเลือกเมนู Comm/Connect โปรแกรมจะแสดงหน้าต่าง Properties โดยแสดง Combo Box ที่มีค่า Com Port, Speed (Bits Per Second) , Data Bits, Parity,Stop Bits ซึ่งโปรแกรมจะสั่งการให้ Combo Box แสดงค่าค่าตัวเลข

ทุกค่าที่กำหนดไว้ในโปรแกรมเพื่อให้ผู้ใช้เลือก เมื่อผู้ใช้เลือกค่า Properties เสร็จเรียบร้อยแล้วกดปุ่ม OK โปรแกรมจะกำหนดให้ค่าการเปิดพอร์ตมีค่าความจริงเป็นจริง โดยนำตัวเลขจาก Combo Box ที่เลือกไปกำหนดค่า Comport และ ค่า Properties ในการสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม ดังรูป



รูปที่ 3.3 แสดงการเลือกเมนูเพื่อเปิดพอร์ตและรูปแบบหน้าต่าง Properties บนพ็อกเก็ตพีซี

3.2.1.2 **รับข้อมูล** เมื่อมีการกดปุ่มส่งข้อมูลจากเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องโปรแกรมจะเข้าทำงานในเหตุการณ์ OnComm โดยให้ตัวแปรชนิด String Array 1 มิติ วนรับค่าอักขระจากเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องที่ส่งข้อมูลทีละบิตเป็นรหัส ASCII จนการส่งข้อมูลชุดสุดท้ายเสร็จสิ้น โปรแกรมจะสิ้นสุดการรับค่าและออกจากเหตุการณ์ OnComm ลักษณะจำนวนอักขระต่อชุดจะมีค่าแตกต่างกันตามการตั้งค่าอัตราการส่งข้อมูล (Baud Rate) และตัวแปร String Array 1 มิติ จะถูกเก็บค่าไว้ในหน่วยความจำชั่วคราวของพ็อกเก็ตพีซี

3.2.1.3 **ปิดพอร์ตข้อมูล** เมื่อการส่งข้อมูลเสร็จสิ้นปิดพอร์ตข้อมูลโดยผู้ใช้งานเลือกเมนู Comm/Disconnect โปรแกรมจะกำหนดให้ค่าการเปิดพอร์ตมีค่าความจริงเป็นเท็จ หากผู้ใช้ไม่ได้สั่งปิดพอร์ตแล้วสั่ง Connect เพื่อรับข้อมูลครั้งต่อไปโปรแกรมจะสั่งปิดพอร์ตครั้งล่าสุดโดยกำหนดให้ค่าการเปิดพอร์ตมีค่าความจริงเป็นเท็จเพื่อป้องกันการเปิดพอร์ตซ้ำ

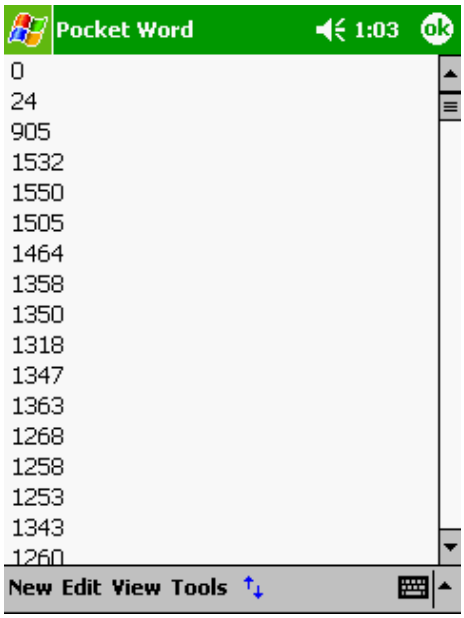
3.2.2 การบันทึกข้อมูลสเปกตรัมในพ็อกเก็ตพีซี

โปรแกรมสามารถบันทึกข้อมูลสเปกตรัมได้ 2 วิธี คือ

1. รับข้อมูลสเปกตรัมจากเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องโดยตรงแล้วแปลงรูปแบบของข้อมูลที่ได้มาบันทึกค่าเป็น Text File
2. คัดลอก Text File ที่มีรูปแบบของข้อมูลสเปกตรัมเป็นค่า Count 1 ค่า ต่อ 1 บรรทัด มาเก็บไว้ในหน่วยความจำของพ็อกเก็ตพีซี

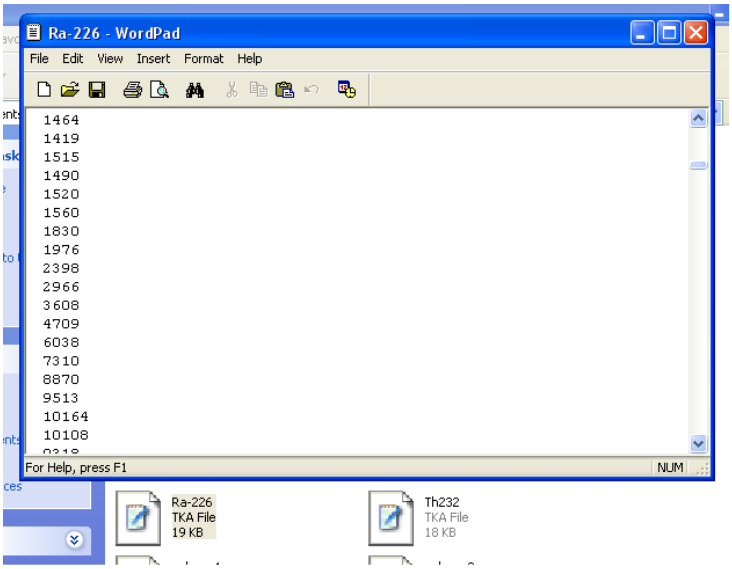
โดยมีรายละเอียดการทำงานของโปรแกรมดังนี้

3.2.2.1 **บันทึกข้อมูลจากเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่อง** หลังรับข้อมูลจากเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องครบแล้ว เมื่อกดปุ่ม “Plot” โปรแกรมจะแปลงรูปแบบของชุดอักขระจากหน่วยความจำชั่วคราวใหม่ให้เป็นรูปแบบมาตรฐานเพื่อนำเอาเฉพาะค่า Count เก็บไว้ที่ตัวแปร Array 1 มิติ ซึ่งอยู่ในหน่วยความจำชั่วคราวของพ็อกเก็ตพีซีจากนั้นโปรแกรมจะนำค่า Count ทุกค่ามาเปรียบเทียบหาค่า Count ที่มากที่สุดไว้สำหรับการใช้งานในขั้นตอนอื่น ข้อมูลค่า Count ทุกค่าจะถูกบันทึกลงบนพ็อกเก็ตพีซีค่า Count 1 ค่าต่อ 1 บรรทัดในรูปแบบของ Text File โดยตั้งชื่อไฟล์นามสกุล txt (*.txt) ให้ผู้ใช้งานสามารถตั้งชื่อไฟล์และกำหนดตำแหน่งในการจัดเก็บได้ ควรเลือกบันทึกข้อมูลในการ์ดหน่วยความจำเพื่อให้ข้อมูลไม่สูญหายในกรณีที่แบตเตอรี่ของพ็อกเก็ตพีซีหมด



รูปที่ 3.4 รูปแบบการบันทึกข้อมูลค่า Count เป็น Text File

3.2.2.2 **บันทึกข้อมูลโดยคัดลอก Text File มาไว้บนพ็อกเก็ตพีซี** โดยนำไฟล์ที่มีรูปแบบของข้อมูลสเปกตรัมเป็นค่า Count 1 ค่า ต่อ 1 บรรทัดมาเก็บไว้ในหน่วยความจำของพ็อกเก็ตพีซีหรือการแปลงรูปแบบไฟล์สเปกตรัมที่จัดเก็บในโปรแกรมอื่นให้อยู่ในรูปของ Text File ที่มีรูปแบบของข้อมูลเป็นค่า Count 1 ค่า ต่อ 1 บรรทัดแล้วคัดลอกไฟล์นั้นลงบนพ็อกเก็ตพีซี เช่น โปรแกรม Genie-2000 จัดเก็บไฟล์สเปกตรัมในรูปของ SpeedDial File แล้วสามารถแปลงเป็น TKA File ซึ่งมีรูปแบบไฟล์ที่บันทึกค่า Count ไว้ บรรทัดละ 1 ค่าดังรูปที่ 3.5



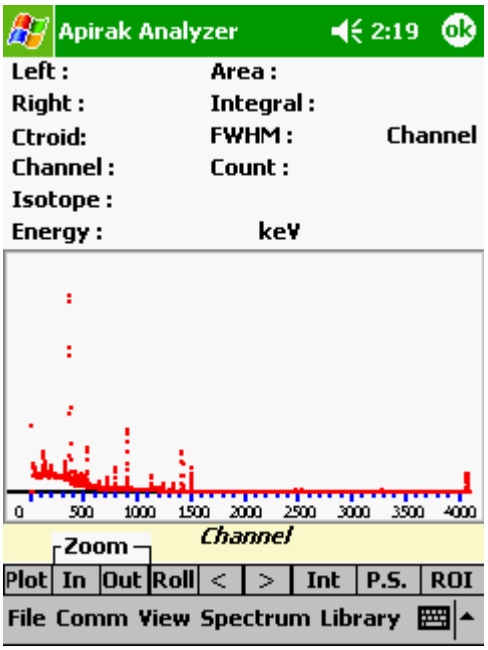
รูปที่3.5 รูปแบบการบันทึกข้อมูลค่า Count ชนิด TKA File

จากนั้นทำการแปลงไฟล์ TKA File โดยใช้คำสั่ง Rename บนไมโครคอมพิวเตอร์เปลี่ยนนามสกุลให้เป็น *.txt เพื่อให้พ็อกเก็ตพีซีสามารถอ่านค่าไฟล์นี้ได้เมื่อสั่งคัดลอกไฟล์ดังกล่าวลงบนพ็อกเก็ตพีซี

3.3 การแสดงผลสเปกตรัมบนพ็อกเก็ตพีซี

พ็อกเก็ตพีซีแสดงผลสเปกตรัมที่หน้าจอโดยการนำค่า Count ที่เก็บไว้ในหน่วยความจำชั่วคราวของพ็อกเก็ตพีซีมาพล็อตจุดบน Picture Box และวาดเส้นแกน x เพื่อแสดงค่าตำแหน่ง Channel

หลังจากรับข้อมูลจากเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องการแสดงผลสเปกตรัมโปรแกรมจะแสดงผลเมื่อผู้ใช้กดปุ่ม “Plot” โดยการพล็อตจุดจะกำหนดให้แกน y เป็นค่า Count และ แกน x เป็นตำแหน่ง Channel โดยพล็อตค่า Count ทุกจุดตามลำดับ Channel ดังรูปที่ 3.6



รูปที่3.6 ภาพแสดงผลสเปกตรัมโปรแกรมบนหน้าจอพ็อกเก็ตพีซี

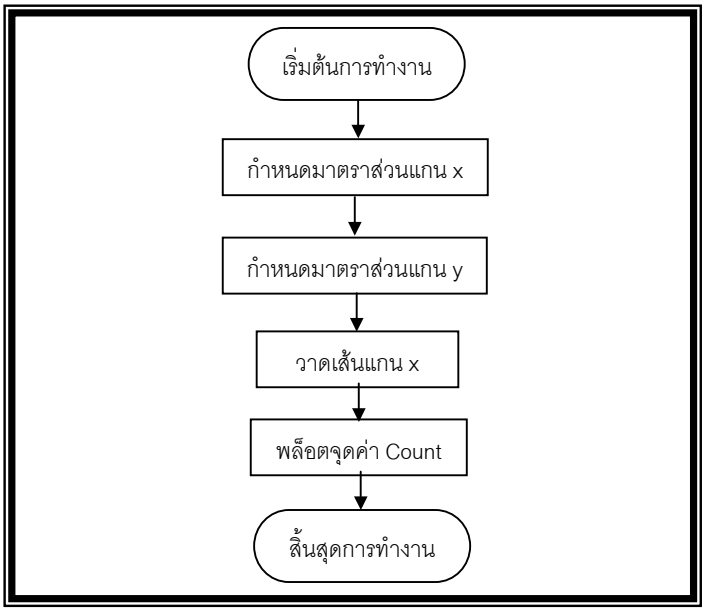
โดยมีรายละเอียดการทำงานของโปรแกรมดังนี้

(1) **กำหนดมาตราส่วนแกน x บน Picture Box** โปรแกรมจะแสดงค่า Channel ตามจำนวน Channel ที่รับมาจากเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่อง โดยกำหนด Properties ของ Picture Box ซึ่งเรียกว่า ScaleWidth ให้สอดคล้องกับจำนวน Channel

(2) **กำหนดมาตราส่วนแกน y บน Picture Box** โปรแกรมจะแสดงค่า Count ตามค่า Count ที่มากที่สุด (Maximum Count) โดยกำหนด Properties ของ Picture Box คือ ScaleHeight ให้สอดคล้องกับค่า Maximum Count เพื่อให้สัดส่วนการแสดงผลของ Spectrum บนหน้าจอมีขนาดเหมาะสม

(3) **วาดเส้นแกน x พร้อมทั้งแบ่งเส้นแกนหลักและแกนรอง** โปรแกรมจะวาดเส้นตรงบน Picture Box และวาดเส้นแกนหลักและแกนรองโดยเส้นแกนหลักจะแบ่งระยะทุกๆ 500 Channel เส้นแกนรองจะแบ่งระยะทุกๆ 100 Channel

(4) **พล็อตจุดค่า Count** โปรแกรมจะนำค่า Count ทีละค่ามาพล็อตจุดโดยกำหนดค่า Count เป็นพิกัดตามแกน Y ค่า Count ค่าแรกจะตรงกับตำแหน่งที่ 0 บนแกน X (Channel 0) ค่า Count ถัดไปจะตรงกับการเพิ่มตำแหน่งบนแกน X ทีละ 1 ค่า จนครบตามจำนวน Channel



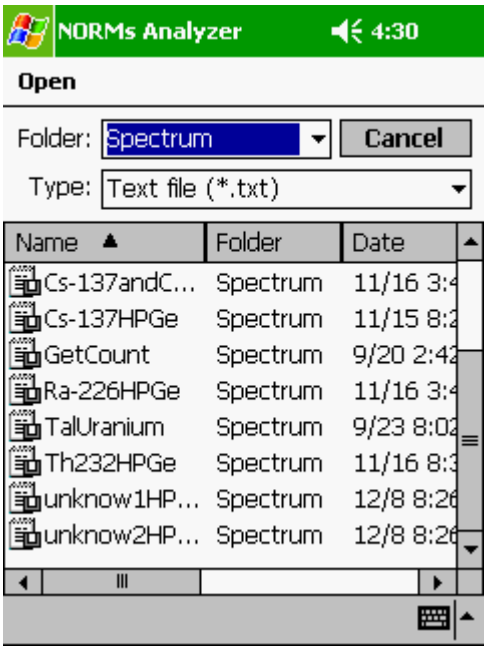
รูปที่3.7 ขั้นตอนการแสดงผลสเปกตรัม

ข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำพ็อกเก็ตพีซีสามารถใช้ได้ทั้งข้อมูลที่ได้มาจากการบันทึกโดยตัวโปรแกรมเองหรือข้อมูลที่ได้มาจากโปรแกรมอื่นโดยการแปลงข้อมูลสเปกตรัมนั้นเป็น Text File ก่อนแล้วบันทึกลงในหน่วยความจำของพ็อกเก็ตพีซี การใช้งานโดยกดเลือกเมนู Open / Spectrum จากนั้นเลือกชื่อไฟล์สเปกตรัมที่ต้องการ โดยมีรายละเอียดดังนี้

(1) **แสดงรายการไฟล์ให้ผู้ใช้เลือก** เมื่อกดเลือกเมนู Open/ Spectrum โปรแกรมจะเรียกใช้ CommonDialog Control เพื่อแสดงหน้าต่างรายการไฟล์ให้ผู้ใช้งานเลือกไฟล์ที่ต้องการดังรูปที่ 3.8

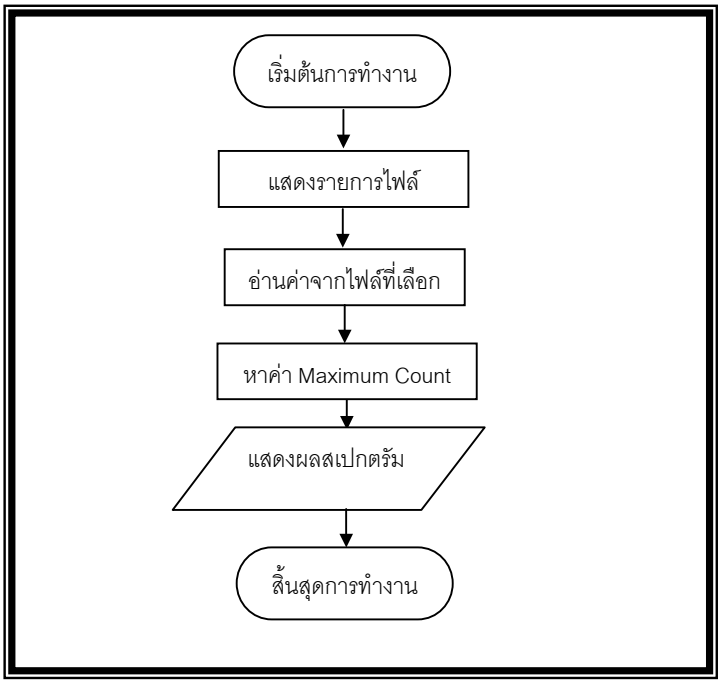
(2) **อ่านค่าจากไฟล์ที่เลือก** เมื่อผู้ใช้เลือกไฟล์ที่ต้องการโปรแกรมจะเปิดไฟล์ดังกล่าวเพื่ออ่านค่า Count ทีละบรรทัดมาเก็บค่าไว้ในตัวแปร Array 1 มิติ จนถึงบรรทัดสุดท้ายของไฟล์ (End Of File)

(3) **หาค่า Count มากที่สุด (Maximum Count)** โปรแกรมจะนำค่า Count ทุกค่ามาเปรียบเทียบทีละค่าตั้งแต่ตำแหน่ง Channel แรก จนถึง ตำแหน่ง Channel สุดท้าย เพื่อหาค่า Count ที่มากที่สุดโดยกำหนดเงื่อนไขให้ตัวแปรเก็บค่า Count ณ Channel ถัดไปหากค่า Count ณ Channel นั้นมีค่ามากกว่าค่า Count ณ Channel เดิม เมื่อได้ค่า Count มากที่สุดจะนำค่านี้มาใช้กำหนดสัดส่วนสเกลบนแกน y (Count)



รูปที่ 3.8 การแสดงรายการไฟล์โดย CommonDialog Control

(4) **แสดงผลสเปกตรัม** รายละเอียดเช่นเดียวกับขั้นตอนการแสดงผลสเปกตรัมบนพ็อกเก็ตพีซี



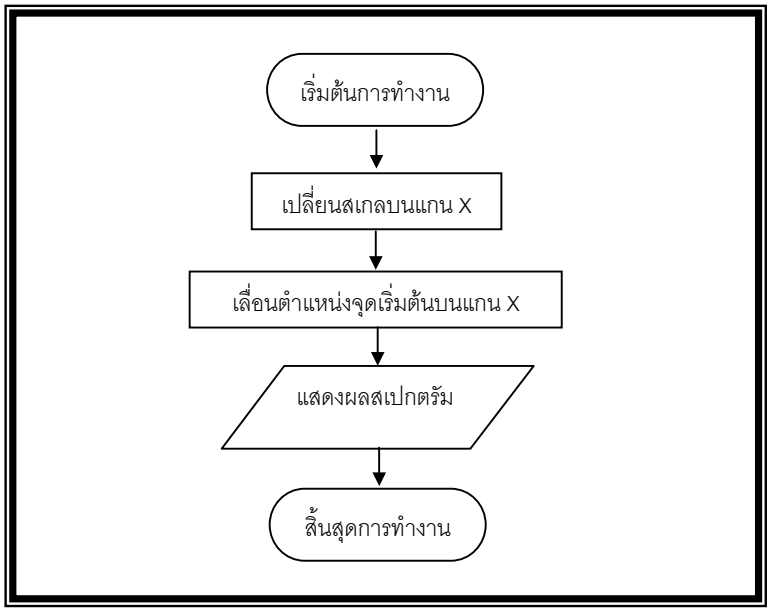
รูปที่ 3.9 ขั้นตอนการแสดงผลสเปกตรัมจากข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยความจำพ็อกเก็ตพีซี

เมื่อแสดงผลสเปกตรัมผู้ใช้เลือกตำแหน่งที่ต้องการขยายภาพสเปกตรัมโดยใช้ปากกา Stylus กดลงบนหน้าจอพ็อกเก็ตพีซีบริเวณที่ต้องการขยายภาพสเปกตรัม โปรแกรมจะรับค่าพิกัด x, y บน Picture Box ตามตำแหน่งที่กดแล้ววาดเส้นตรงแสดง Cursor พร้อมนำค่าพิกัดที่ได้ไปคำนวณเป็นค่า Channel แล้วเรียกค่า Count ที่ตรงกับตำแหน่ง Channel นั้น แล้วนำทั้ง 2 ค่านั้นไปแสดงที่ Text Box เพื่อให้ผู้ใช้ทราบตำแหน่งที่เลือก เมื่อได้ตำแหน่งที่ต้องการแล้วผู้ใช้สั่งให้โปรแกรมขยายภาพสเปกตรัมโดยใช้คำสั่ง Zoom/In ซึ่งสามารถขยายภาพสเปกตรัมได้ไม่จำกัด โดยมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

(1) **เปลี่ยนสเกลบนแกน X** เมื่อกดปุ่มคำสั่ง Zoom/In โปรแกรมจะสั่งให้ ScaleWidth ของ Picture Box ให้ค่าลดลงจากเดิมประมาณครึ่งหนึ่ง เช่น จาก 4,200 เป็น 2,100, จาก 2,100 เป็น 1,050 เป็นต้น ส่วนค่าบนแกน Y มีสเกลเท่าเดิม

(2) **เลื่อนตำแหน่งจุดเริ่มต้นบนแกน X** โปรแกรมจะเปลี่ยนตำแหน่งเริ่มต้นบนแกน X ใหม่ โดยกำหนด Properties ScaleLeft ของ Picture Box ให้สอดคล้องตามตำแหน่งสุดท้ายของ Cursor เพื่อให้ภาพขยายสเปกตรัมแสดงภาพสเปกตรัมนั้นที่ตรงกลางของ Picture Box

(3) **แสดงผลสเปกตรัม** โปรแกรมพล็อตค่า Count เฉพาะบริเวณที่อยู่ในช่วงของการขยายภาพสเปกตรัม



รูปที่ 3.10 ขั้นตอนการขยายภาพสเปกตรัม

การใช้คำสั่ง Zoom/Out โปรแกรมจะสั่งให้ ScaleWidth ของ Picture Box มีค่าเพิ่มขึ้นประมาณสองเท่า 1,100 เป็น 2,100 จาก 2,100 เป็น 4,200 เป็นต้น จากนั้นโปรแกรมจะเลื่อนตำแหน่งจุดเริ่มต้นบนแกน x และ แสดงผลสเปกตรัม

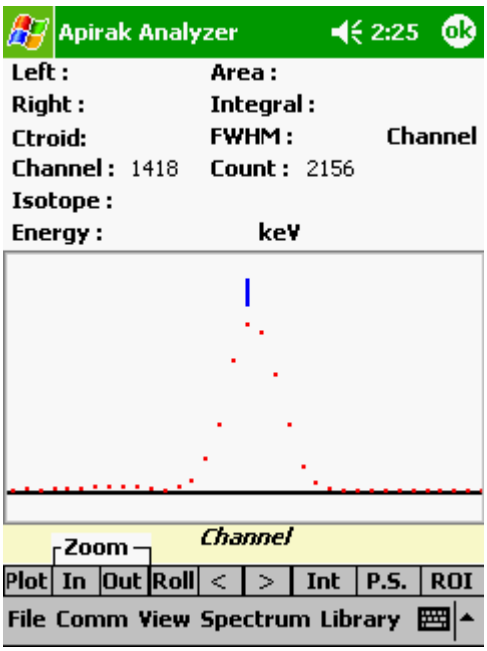
จากการขยายภาพสเปกตรัมผู้ใช้สามารถเลื่อนดูภาพสเปกตรัมตำแหน่ง Channel อื่น โดยกดปุ่มคำสั่ง “<” หรือ “>” โปรแกรมจะเลื่อนตำแหน่งเริ่มต้นบนแกน x ใหม่โดยกำหนด Properties ScaleLeft ของ Picture Box เพิ่มขึ้นหรือลดลงตามการกดปุ่มคำสั่ง ในขณะที่ค่าสเกลบนแกน x มีค่าเท่าเดิม จากนั้นโปรแกรมจะแสดงผลสเปกตรัมบนหน้าจอ

3.4 การคำนวณและวิเคราะห์ผล

3.4.1 การหาตำแหน่งพีคของสเปกตรัม

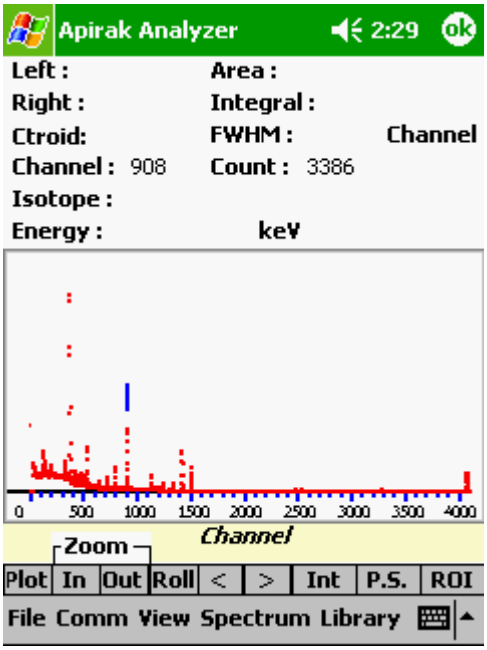
เมื่อแสดงผลสเปกตรัมที่หน้าจอแล้วจะหาตำแหน่งพีคเพื่อทำการปรับเทียบค่าพลังงาน โดยสามารถเลือกวิธีการหาตำแหน่งพีคได้ 2 วิธีคือ

3.4.1.1 **การหาตำแหน่งพีคโดยผู้ใช้งาน** ผู้ใช้สามารถเลือกตำแหน่งพีคได้เองโดยใช้คำสั่ง Zoom/In ขยายภาพสเปกตรัมเพื่อดูตำแหน่งพีคและใช้ปากกา Stylus กดลงบนหน้าจอพ็อกเก็ตพีซีบริเวณตำแหน่งพีคโปรแกรม จากนั้นผู้ใช้จดบันทึกค่า Channel ที่ต้องการไว้ ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 ภาพขยายสเปกตรัมบนพ็อกเก็ตพีซีเพื่อหาตำแหน่งพีค

3.4.1.2 **การหาตำแหน่งพีคโดยใช้โปรแกรม** ผู้ใช้สามารถให้โปรแกรมหาตำแหน่งพีคได้โดยอัตโนมัติ โดยการกดปุ่ม “P.S” หรือเลือกเมนู Spectrum / Peak Search โปรแกรมจะให้ผู้ใช้งานป้อนค่า Count ของยอดพีคต่ำสุดที่ต้องการหาก่อนจะทำการหาตำแหน่งพีคเพื่อป้องกันไม่ให้โปรแกรมนำค่าของแบ็กกราวนด์มาคำนวณเปรียบเทียบหาพีคด้วย เมื่อโปรแกรมประมวลผลเสร็จผู้ใช้สามารถทราบตำแหน่งพีคโดยการกดปุ่ม“>” และ “<” cursor จะแสดงตำแหน่งพีคที่พบพร้อมทั้งแสดงตำแหน่ง Channel ดังรูป



รูปที่ 3.12 ภาพแสดงผลจากการหาตำแหน่งพีคโดยใช้โปรแกรม

โดยมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

(1) **เฉลี่ยค่า Count ทีละ 3 ค่า** นำค่า Count ทีละ 3 ของ Channel ติดกัน 3 ช่อง ค่ามาหาค่าเฉลี่ยแล้วเก็บค่าเฉลี่ยนั้นไว้ที่ตัวแปร Array 1 มิติ ดังนี้ (Count(1) + Count(2) + Count(3)) / 3, (Count(2) + Count(3) + Count(4)) / 3 ..... (Count(4093) + Count(4094) + Count(4095)) / 3

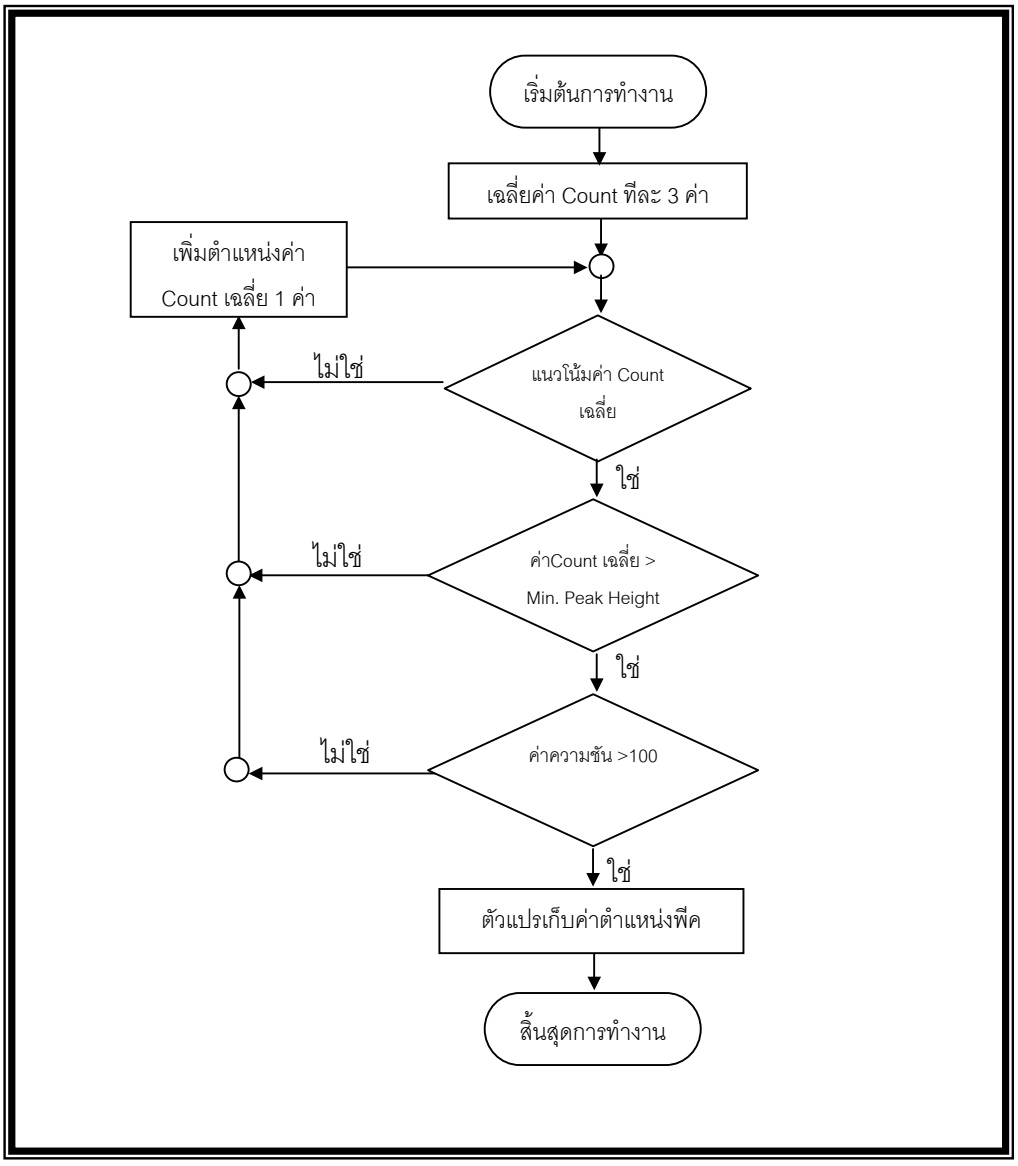
(2) **หาค่า Count ที่ตำแหน่งพีค**

(2.1) **เปรียบเทียบแนวโน้มค่า Count เฉลี่ย** โปรแกรมเปรียบเทียบค่า Count เฉลี่ยทีละ 7 ค่า ของ Channel ติดกัน โดยเปรียบเทียบลักษณะค่า Count เฉลี่ย ตำแหน่งที่ 1, 2 ,3 เพิ่มขึ้นตามลำดับจนมีค่าสูงสุด ณ ตำแหน่งค่า Count เฉลี่ย ที่ 4 แล้วลดลงจากตำแหน่งค่า Count เฉลี่ย ที่ 4 ต่อเนื่องไปจนถึง ค่า Count เฉลี่ยตำแหน่งที่ 5, 6 และ 7 ตามลำดับ หากสอดคล้องตามที่กำหนดจะเปรียบเทียบตามขั้นตอนต่อไป หากไม่สอดคล้องตามที่กำหนดโปรแกรมจะวนรอบโดยเพิ่มตำแหน่งค่าCount เฉลี่ยทีละ 1 ค่า

(2.2) **เปรียบเทียบค่า Minimum Peak Height** เมื่อได้ค่า Count เฉลี่ยตำแหน่งที่ 4 จากข้อ (1) จะนำค่าดังกล่าวมาเปรียบเทียบกับค่า Minimum Peak Height ที่ผู้ใช้งาน

เป็นผู้ป้อนค่า หากมีค่ามากกว่าจะเปรียบเทียบตามขั้นตอนต่อไป หากไม่สอดคล้องตามที่กำหนด โปรแกรมจะวนรอบโดยเพิ่มตำแหน่งค่า Count เฉลี่ยทีละ 1 แล้วเริ่มขั้นตอนที่ (1)

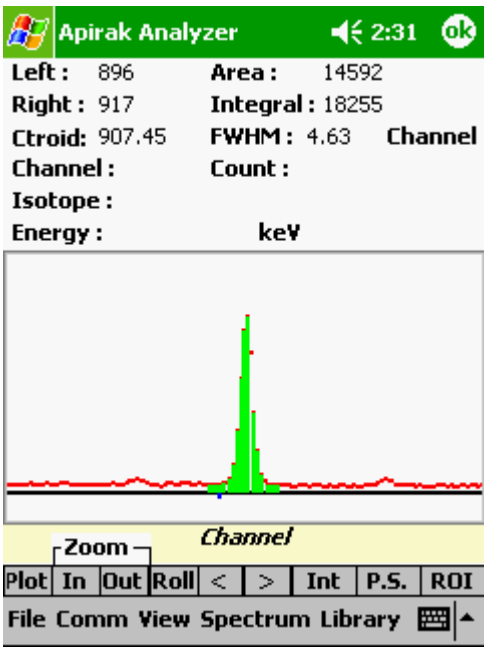
(2.3) **เปรียบเทียบค่าความชัน** โปรแกรมจะนำค่า Count เฉลี่ย ณ ตำแหน่งที่ 4 มาหาความชัน โดยเทียบกับ ค่า Count เฉลี่ย ณ ตำแหน่งที่ 3 หากค่าความชันมีค่ามากกว่า 100 จะเก็บค่าตำแหน่ง Channel ไว้ที่ตัวแปร Array 1 มิติ โดยกำหนดดังกล่าวเป็นตำแหน่งพีคที่พบ หากมีค่ามากกว่าจะเปรียบเทียบตามขั้นตอนต่อไป หากไม่สอดคล้องตามที่กำหนดโปรแกรมจะวนรอบโดยเพิ่มตำแหน่งค่า Count เฉลี่ยทีละ 1 แล้วเริ่มขั้นตอนที่ (2.1)



รูปที่3.13 ขั้นตอนการหาตำแหน่งพีค

3.4.2 การคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ของสเปกตรัม

ผู้ใช้งานเป็นผู้กำหนดช่วงสเปกตรัมที่ต้องการ เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลสเปกตรัมโดยจะกำหนดขอบเขตทางด้านซ้ายและขวา โปรแกรมจะวาดเส้นตรงจากแกน Channel ไปยังจุดที่พล๊อตค่า Count เพื่อเป็นการแรเงาพื้นที่บริเวณที่ผู้ใช้งานเลือกจากนั้นจะคำนวณหาตำแหน่งจุดกึ่งกลางพีค, จำนวนนับรวมของพีค, พื้นที่สุทธิใต้พีค และ FWHM โดยใช้วิธีการคำนวณตามวิธีการคำนวณทางคณิตศาสตร์ในบทที่ 2 หัวข้อ 2.2 และการประมาณค่า FWHM ได้เลือกใช้วิธี area / height ratio ตัวอย่างผลที่ได้ดังรูปที่ 3.14

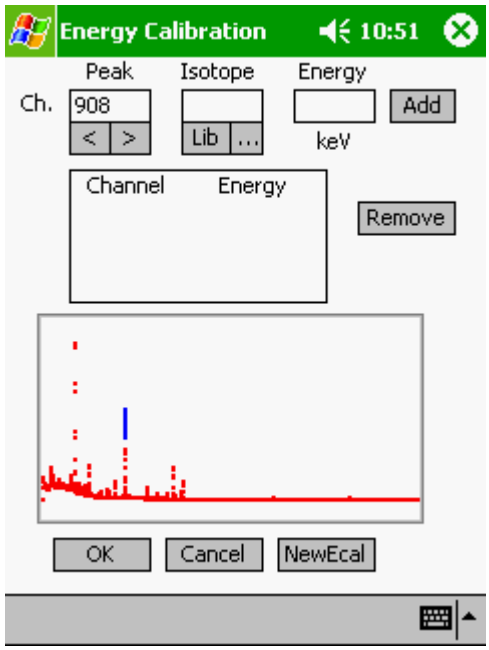


รูปที่ 3.14 ผลการวิเคราะห์สเปกตรัมโดยใช้โปรแกรม

การคำนวณหาค่าเฉลี่ยแบ็กกราวนด์เพื่อใช้ประกอบการคำนวณหาพื้นที่สุทธิใต้พีค โดยปกติโปรแกรมจะใช้วิธีการคำนวณหาค่าเฉลี่ยแบ็กกราวนด์โดยนำค่า Count ที่ตำแหน่ง Channel ก่อนขอบเขตซ้ายและค่า Count ที่ตำแหน่งหลังขอบเขตขวามารวมกันโดยให้ผลรวมจำนวน Channel มีค่าเท่ากับจำนวน Channel ตั้งแต่ขอบเขตซ้ายไปจนถึงขอบเขตขวา แต่ถ้าหาก ค่า Count ณ ตำแหน่ง Channel ใดมีค่ามากกว่าค่า Count ที่ขอบเขตซ้ายหรือขวาตั้งแต่ 30 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป โปรแกรมจะใช้วิธีคำนวณค่าระดับแบ็กกราวนด์ภายใต้พีคโดยนำค่า Count ที่ขอบเขตซ้ายและขวามาคำนวณเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยมคางหมู

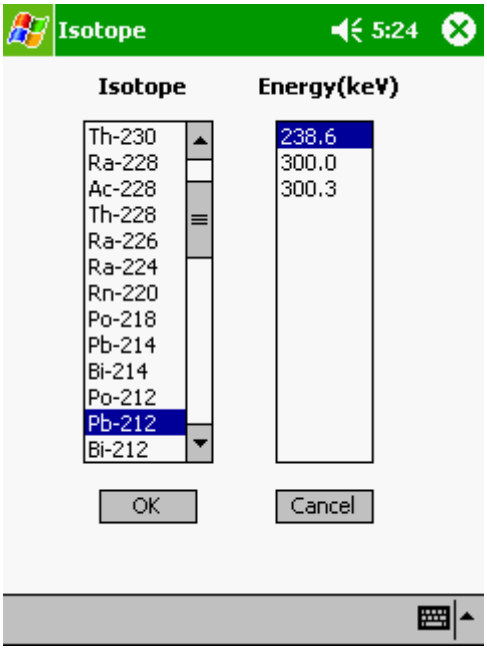
3.4.3 การหาสมการปรับเทียบพลังงาน

3.4.3.1 การเลือกตำแหน่งพีคเพื่อปรับเทียบพลังงาน หลังจากที่ทราบตำแหน่งพีคสามารถทำการปรับเทียบพลังงานโดยเลือกเมนู Spectrum / Energy Calibration โปรแกรมจะเรียกฟอร์ม “Energy Calibration” และวาดรูปสเปกตรัมบน Picture Box มาแสดงที่หน้าจอดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 ภาพแสดงหน้าจอการปรับเทียบพลังงาน

ผู้ใช้กดปุ่ม เลือก“>” และ “<” โปรแกรมจะนำค่า Array 1 มิติ ที่เก็บค่าตำแหน่ง Channel ของแต่ละพีคมาแสดงที่ Text Box “Peak” พร้อมทั้งวาด Cursor แสดงตำแหน่งของพีคบน Picture Box ที่แสดงผลสเปกตรัมอยู่ เพื่อเลือกตำแหน่งพีคหรือผู้ใช้สามารถป้อนค่า Channel ของพีคโดยตรง และเลือกชนิดไอโซโทปจากฐานข้อมูลชนิด Text file โดยกดปุ่ม “Lib” โปรแกรมจะเรียกใช้ CommonDialog Control เพื่อแสดงหน้าต่างรายการไฟล์ให้ผู้ใช้งานเลือกไฟล์ที่ต้องการ จากนั้นโปรแกรมจะเรียกฟอร์ม “Isotope” แสดงบนหน้าจอแล้วแสดงรายการไอโซโทปและค่าพลังงานจากการอ่านค่าในไฟล์ที่เลือกมาแสดงใน List Box “Isotope” และ “Energy(keV)” ดังรูปที่ 3.16

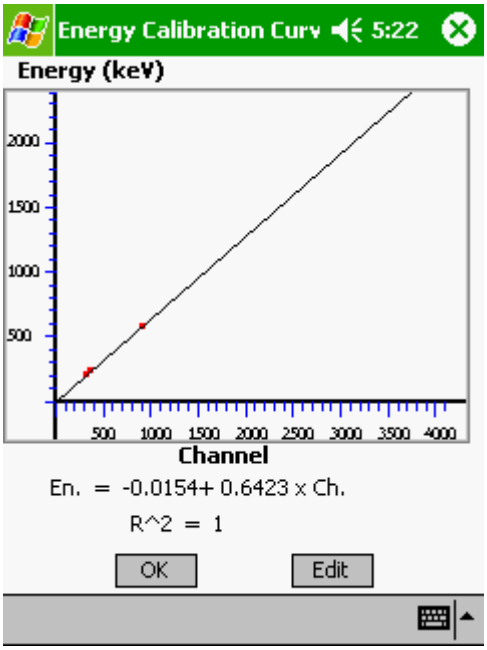


รูปที่ 3.16 ภาพแสดงรายการสารไอโซโทปและพลังงาน

เมื่อเลือกชนิดไอโซโทปและค่าพลังงานแล้วกดปุ่ม “OK” โปรแกรมจะซ่อนฟอร์ม “Isotope” แล้วแสดงฟอร์ม “Energy Calibration” จากนั้นแสดงข้อมูลตำแหน่งพีคที่ Text Box “Peak” , “Isotope” และ “Energy” ชนิดไอโซโทปและค่าพลังงาน ผู้ใช้กดปุ่ม “Add” เพื่อให้ List Box เก็บค่าข้อมูลดังกล่าวไปใช้สำหรับคำนวณหาสมการปรับเทียบพลังงาน โดยจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณนั้นต้องมีค่าตั้งแต่ 2 ค่าขึ้นไป หากเลือก “Add” แล้วผู้ใช้ต้องการนำเอาบางค่าที่เลือกไว้แล้วออก สามารถเลือกค่าที่ไม่ต้องการแล้วกดปุ่ม “Remove” ออกได้

3.4.3.2 **การคำนวณหาสมการปรับเทียบพลังงานและแสดงผล** เมื่อได้ค่าสำหรับการปรับเทียบพลังงาน กดปุ่ม”OK” โปรแกรมจะใช้อัลกอริทึมในการหาสมการปรับเทียบพลังงาน บทที่ 2 ข้อ 2.2.4 คำนวณหาสมการเส้นถดถอยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดและค่าสหสัมพันธ์ เมื่อได้ค่าคงที่ของสมการโปรแกรมจะแปลงค่า Channel ของแต่ละพีคเป็นค่าพลังงานเพื่อเปรียบเทียบกับพลังงานของสารไอโซโทปในฐานข้อมูล เพื่อระบุชนิดไอโซโทปและให้ผู้ใช้ตั้งชื่อไฟล์เพื่อบันทึกค่าสมการปรับเทียบพลังงานกับค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง

เมื่อต้องการให้โปรแกรมแสดงกราฟสมการปรับเทียบพลังงานให้เลือกเมนู View / ECAL Curve โปรแกรมจะเรียกฟอร์ม “Energy Calibration Curve” ซึ่งโปรแกรมจะพล๊อตจุดทุกจุดที่ใช้คำนวณในสมการปรับเทียบพลังงานและวาดเส้นตรงสมการเส้นถดถอยแสดงบน Picture Box ดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 ภาพแสดงกราฟปรับเทียบพลังงาน

โดยมีรายละเอียดการทำงานของโปรแกรมดังนี้

(1) **การคำนวณหาสมการปรับเทียบพลังงานและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์** (R-Square) โปรแกรมคำนวณหาสมการปรับเทียบพลังงานและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ตามวิธีการคำนวณทางคณิตศาสตร์ในบทที่ 2 โดยนำค่า Channel และค่าพลังงานของแต่ละพีคมาหาความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ ผู้ใช้สามารถป้อนค่าพีคเพื่อคำนวณหาสมการปรับเทียบพลังงานได้ถึง 50 ค่า

(2) **การแสดงผลสมการปรับเทียบพลังงาน**

(2.1) **วาดแกน x และแกน y** โปรแกรมวาดเส้นลงบน Picture Box และวาดตัวอักษรแสดงรายละเอียดของแกน x และ y

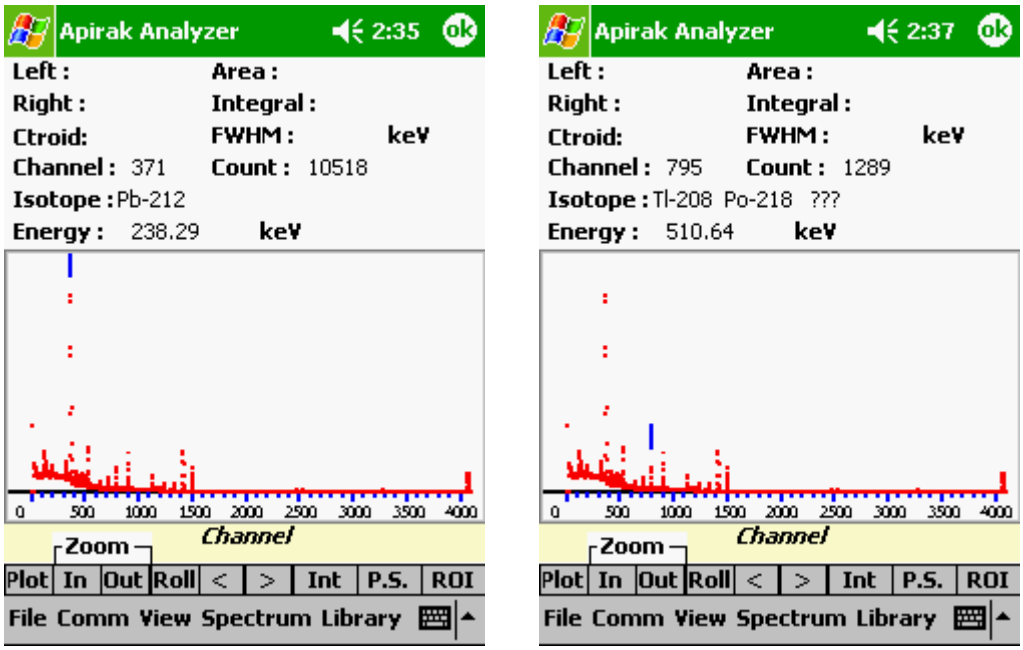
(2.2) **พล็อตจุดแสดงตำแหน่งข้อมูล** โดยนำค่าความสัมพันธ์ระหว่าง Channel และ พลังงานที่ใช้ในการปรับเทียบพลังงานตามที่ผู้ใช้ป้อนค่าทั้งหมดมาพล็อตจุดบน Picture Box

(2.3) **แสดงเส้นถดถอย** จากสมการเส้นถดถอยที่คำนวณได้โปรแกรมจะแสดงเส้นถดถอยโดยวาดเส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานและChannel ตามสมการดังกล่าว

(2.4) แสดงค่าสมการปรับเทียบพลังงานและสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
เมื่อโปรแกรมคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แล้วจะแสดงสมการปรับเทียบพลังงานและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์บน Text Box

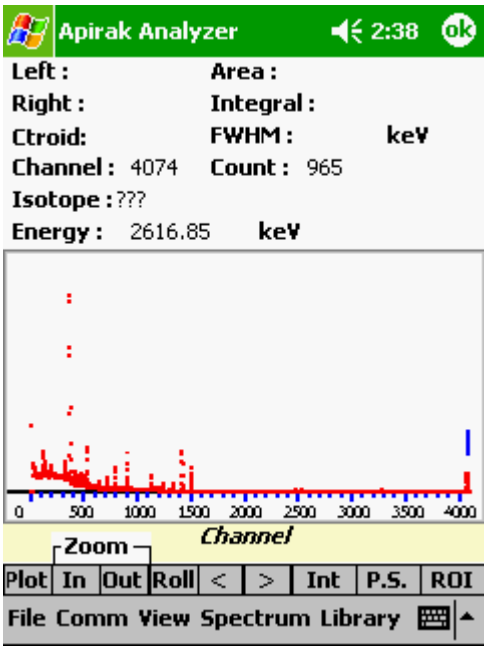
3.4.4 การระบุชนิดไอโซโทป

เมื่อได้สมการปรับเทียบพลังงานแล้ว จะระบุชนิดไอโซโทปของสเปกตรัมอื่นๆ ได้ต้องรับข้อมูลสเปกตรัมหรือเปิดข้อมูลไฟล์สเปกตรัมนั้นก่อนเมื่อโปรแกรมแสดงผลสเปกตรัมแล้วจะหาชนิดของไอโซโทปได้โดยการกดปุ่ม “P.S” หรือ เลือกเมนู Spectrum/Peak Search โปรแกรมจะค้นหาตำแหน่ง Peak พร้อมทั้งเปรียบเทียบตำแหน่งของพีคว่าพลังงานตรงกับไอโซโทปชนิดใดในฐานข้อมูล โดยกำหนดค่าความคลาดเคลื่อนในการค้นหาให้อยู่ในช่วง $\pm$1 keV หากไอโซโทปใดมีค่าพลังงานใกล้เคียงกันโดยค่าพลังงานแตกต่างกันน้อยกว่า $\pm$1 keV โปรแกรมจะเก็บค่าไอโซโทปทั้งหมดไว้เพื่อให้ผู้ใช้เป็นผู้ตัดสินใจ จากนั้น กดปุ่ม “>” และ “<” Cursor โปรแกรมจะแสดงตำแหน่งพีคที่พบพร้อมทั้งระบุชนิดไอโซโทป ค่าพลังงาน ตำแหน่ง Channel และค่า Count บน Text Box ดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 ภาพแสดงการระบุชนิดสารไอโซโทป

พลังงานของ Peak ใดไม่มีค่าใกล้เคียงกับพลังงานของไอโซโทปในฐานข้อมูล โดยพลังงาน ณ ตำแหน่งพีคที่คำนวณได้มีค่าความคลาดเคลื่อนเกิน $\pm$1 keV เมื่อเทียบกับพลังงานของสารไอโซโทปจะแสดงเครื่องหมาย ??? เพื่อให้ผู้ใช้งานทราบดังรูปที่ 3.19

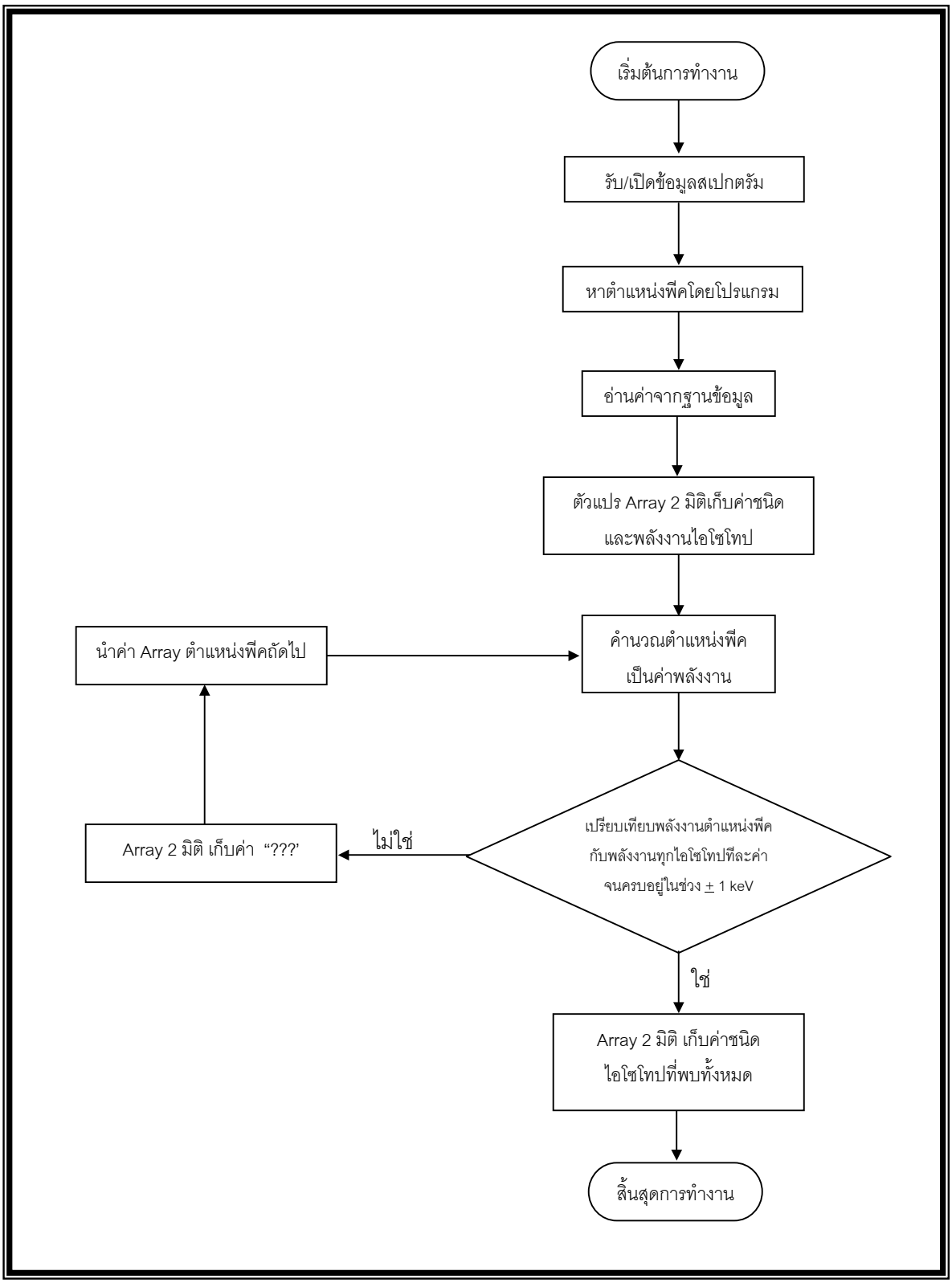


รูปที่ 3.19 ภาพแสดงตำแหน่งพีคหากไม่สามารถระบุชนิดของสารไอโซโทปได้

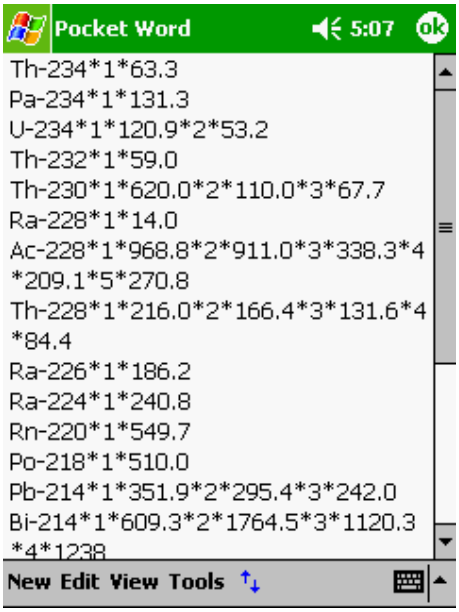
โดยมีขั้นตอนการทำงานดังรูปที่ 3.20

3.5 การเก็บฐานข้อมูลไอโซโทปและพลังงาน

ลักษณะของฐานข้อมูลจะเก็บเป็น Text file โดยมีรายการของไอโซโทปและค่าพลังงานดังรูปที่ 3.21 ผู้ใช้สามารถแก้ไข เพิ่มเติมหรือสร้างฐานข้อมูลใหม่ได้ โดยใช้โปรแกรม Pocket Word ในพ็อกเก็ตพีซีหรือใช้โปรแกรม Notepad ในไมโครคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.20 ขั้นตอนการระบุชนิดไอโซโทป



รูปที่ 3.21 ภาพแสดงลักษณะข้อมูลของฐานข้อมูลชนิด Text File

บทที่ 4

การทดสอบการทำงานของระบบและการวิเคราะห์ผล

จากการศึกษาการใช้งานโปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีในงานวิเคราะห์ข้อมูลสเปกตรัม โปรแกรมส่วนใหญ่มีความสามารถในการแสดงสเปกตรัมบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ การวิเคราะห์ผลของสเปกตรัมและการรายงานผลที่ได้จากการวิเคราะห์ จึงได้ทดสอบการทำงานของโปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีแกมมาบนพ็อกเก็ตพีซีที่พัฒนาขึ้นเปรียบเทียบกับค่าพารามิเตอร์มาตรฐานของสเปกตรัมจาก IAEA และเปรียบเทียบกับโปรแกรม Genie-2000 ซึ่งเป็นโปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีแกมมาที่ทำงานบนไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อให้ข้อมูลที่ได้มีการเปรียบเทียบผลและมีค่าอ้างอิง

4.1 การทดสอบการทำงานในการรับข้อมูลจากเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่อง

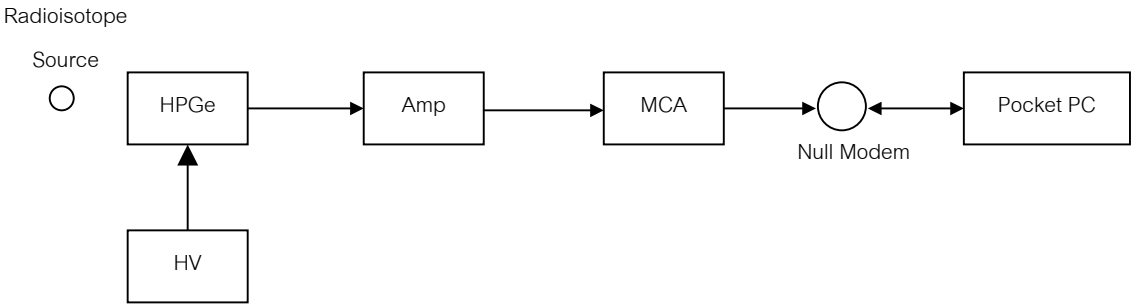
4.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

(1) เครื่องพ็อกเก็ตพีซี Compaq iPAQ 3850 ซึ่งใช้ระบบปฏิบัติการ Windows Mobile 2002 และ เครเดิล (Cradle)
(2) เครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่อง Canberra Series 10 PLUS
(3) สายเชื่อมข้อมูลระหว่างพอร์ตอนุกรมของเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องกับพ็อกเก็ตพีซี
(4) นัลโมเด็ม
(5) หัววัดเจอร์เมเนียมบริสุทธิ์พร้อมอุปกรณ์วัดรังสี
(6) ไนโตรเจนเหลว (Liquid Nitrogen)
(7) ไอโซโทปรังสีมาตรฐาน Ra-226 ความแรงรังสี 0.969 μCi และ Th-232 ความแรงรังสี 0.872 μCi
(8) สเปกตรัมรังสีแกมมามาตรฐานของ IAEA

4.1.2 ขั้นตอนการรับข้อมูล

จัดเตรียมอุปกรณ์ในการวัดรังสีดังรูปที่ 4.1

4.1.2.1 **การทดสอบรับข้อมูลที่อัตราการส่งข้อมูล** เมื่อจัดเตรียมอุปกรณ์และวัดรังสีจากไอโซโทปรังสีมาตรฐานแสดงสเปกตรัมรังสีบนเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องแบบเคลื่อนย้ายได้ (Canberra Series 10 PLUS) ตั้งค่าสำหรับการสื่อสารผ่านพอร์ตโดยกำหนดอัตราการส่งข้อมูลแสดงจำนวนของสัญญาณแต่ละหน่วยในหนึ่งหน่วยวินาทีคือ ตั้งแต่ 300 บิต/วินาที ถึง 19,200 บิต/วินาที แล้วส่งข้อมูลสเปกตรัมจำนวน 4096 ช่องไปยัง พ็อกเก็ตพีซี เมื่อพิจารณารูปสเปกตรัมที่แสดงบนหน้าจอและข้อมูลสเปกตรัมโดยตรวจสอบข้อมูลค่า Count ณ ตำแหน่ง Channel เดียวกันต้องมีค่าเท่ากันได้ผลดังตารางที่ 4.1



รูปที่4.1 การจัดอุปกรณ์การวัดรังสี

รูปที่ 4.2 นัลโมเด็ม

รูปที่ 4.3 การต่อนัลโมเด็มกับเครเดิล

ตารางที่ 4.1 ผลการรับข้อมูลสเปกตรัมที่อัตราการส่งข้อมูลแตกต่างกัน

อัตราการส่งข้อมูล (บิต/วินาที)	เวลา (นาที)
110	72:50
300	25:23
600	12:50
1200	6:34
2400	3:42
4800	2:07
9600	1:30
19200	1:24

หมายเหตุ รับข้อมูลจากเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่อง Canberra Series 10 Plus สำหรับข้อมูลสเปกตรัม 4096 ช่อง

จากตารางที่ 4.1 ที่การตั้งค่าอัตราการส่งข้อมูลจะใช้เวลาในการส่งผ่านข้อมูลน้อยและพบว่าค่า Count ที่ได้มีค่าเท่ากันและถูกต้องทุกอัตราการส่งข้อมูล

เครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องรุ่น Canberra Series 35 PLUS มีรูปแบบการส่งข้อมูลอักขระแตกต่างจากรุ่น Canberra Series 10 PLUS เล็กน้อย ได้มีการเขียนโปรแกรมให้สามารถแปลงรูปแบบอักขระที่รับมาจากเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องทั้งสองรุ่นให้อยู่ในรูปแบบเดียวกันได้

เมื่อทดสอบการรับข้อมูลจากเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องรุ่น Canberra Series 35 PLUS ผลที่ได้คือข้อมูลสเปกตรัมที่บันทึกไว้บนพ็อกเก็ตพีซีมีค่าเท่ากับสเปกตรัมที่แสดงบนหน้าจอเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องเช่นเดียวกัน

4.1.2.2 ทดสอบตำแหน่ง Channel และ ค่า Count เปรียบเทียบกับโปรแกรม Genie-2000 ค่า Channel ที่แสดงในโปรแกรม Genie-2000 จะเริ่มต้นที่ Channel 1 ถึง Channel ที่ 4096 ซึ่งจะแตกต่างกับโปรแกรม โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น ที่เริ่มต้นจาก Channel 0 ถึง Channel ที่ 4095 ดังนั้นค่า Count ที่ตำแหน่ง Channel 1 ของโปรแกรม Genie-2000 จะตรงกับค่า Count ที่ตำแหน่ง Channel 0 ของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น จึงทำการทดสอบเปรียบเทียบค่า Count ของสเปกตรัม Th-232 ระหว่างทั้งสองโปรแกรมได้ตัวอย่างผลการเปรียบเทียบบางค่าดังตารางที่ 4.2

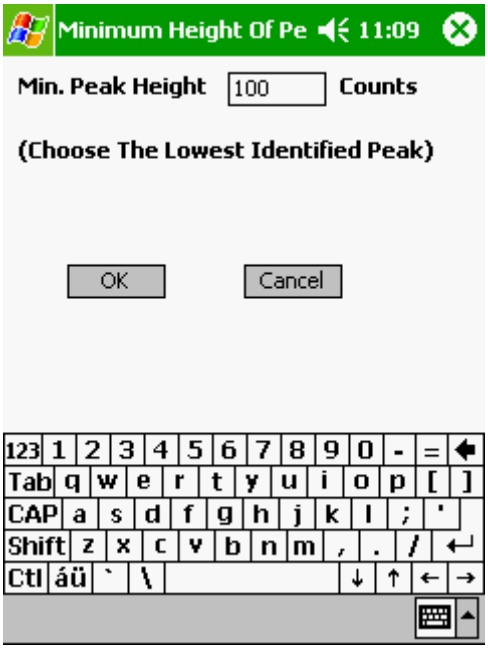
ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบข้อมูลสเปกตรัมโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น กับ โปรแกรม Genie-2000

Genie -2000	Channel	1401	335	2522	4073
	Count	45	783	77	1005
โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น	Channel	1402	336	2523	4074
	Count	45	783	77	1005

4.2 การทดสอบการวิเคราะห์สเปกตรัมของโปรแกรมบนพ็อกเกตพีซี

4.2.1 การทดสอบหาตำแหน่งของพีคโดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

เมื่อทดสอบให้โปรแกรมหาตำแหน่งพีคสเปกตรัมของไอโซโทปรังสีมาตรฐาน Th-232 และ Ra-226 โดยกำหนดค่าให้หาตำแหน่งพีคที่มีค่าตั้งแต่ 100 Counts ขึ้นไป

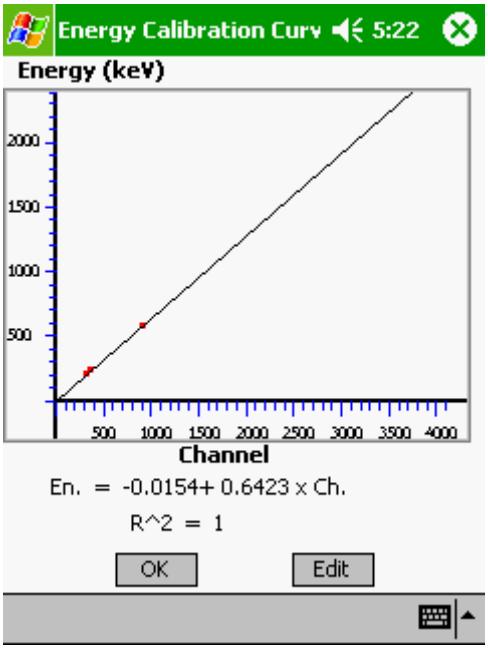


รูปที่ 4.4 หน้าต่างแสดงการป้อนค่า Count เพื่อหาพีคสเปกตรัม

โปรแกรมจะหาตำแหน่งพีคตามเงื่อนไขที่กำหนด จากนั้นเลือกตำแหน่งพีคเพื่อปรับเทียบพลังงานกับสเปกตรัมไอโซโทปรังสีมาตรฐาน Th-232 โดยกำหนดค่าดังนี้

Channel	326	371	908
Energy(keV)	209.1	238.6	583.2

จะได้สมการปรับเทียบพลังงานคือ $En. = -0.0154 + 0.6423 \times Ch.$



รูปที่ 4.5 หน้าต่างแสดงกราฟและสมการปรับเทียบพลังงาน

โปรแกรมประมวลผลและระบุชนิดไอโซโทปของแต่ละพีคนำผลที่ได้เปรียบเทียบกับสเปกตรัมมาตรฐานในหนังสือ APPLIED GAMMA-RAY SPECTROMETRY [14] มีรายละเอียดดัง ตารางที่ 4.3 และ ตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบผลการหาตำแหน่งพีคสเปกตรัมอนุกรม Th-232

ลำดับที่	การหาตำแหน่งพีคโดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น		ตำแหน่งพีคมาตรฐาน	
	ไอโซโทป	พลังงาน(keV)	ไอโซโทป	พลังงาน(keV)
1	Ac-228	209.39	Ac-228	209.1
2	Pb-212	238.29	Pb-212	238.6
3	Ac-228	270.41	Ac-228	270.8
4	Pb-212	299.95	Pb-212	300.3
5	Ac-228	338.49	Ac-228	338.2
6	Tl-208	510.64	Tl-208	510.8
7	Tl-208,Po-212	583.2	Tl-208	583.1
8	Bi-212	727.11	Bi-212	727.3

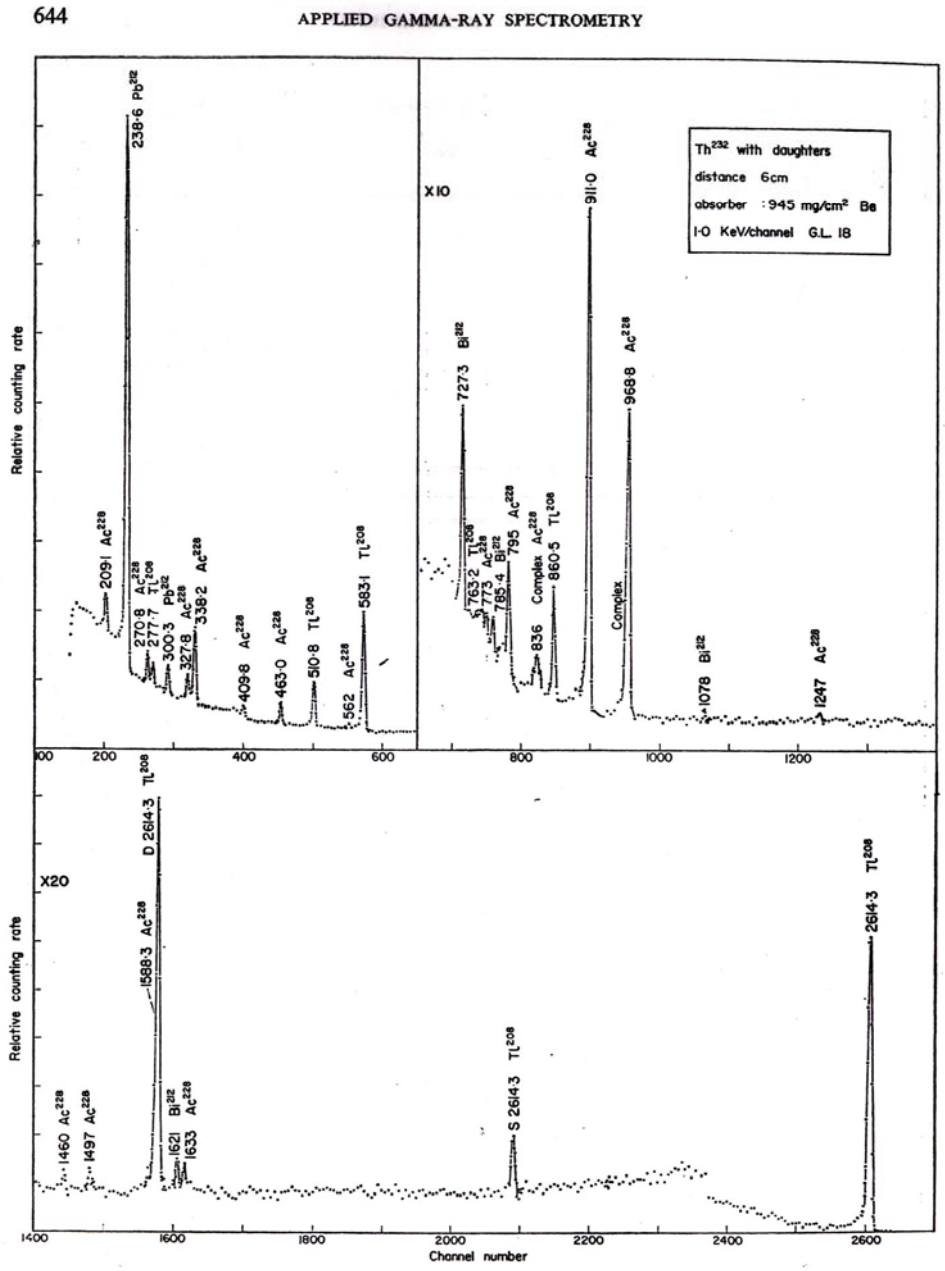
ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบผลการหาตำแหน่งพีคสเปกตรัมอนุกรม Th-232 (ต่อ)

ลำดับที่	การหาตำแหน่งพีคโดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น		ตำแหน่งพีคมาตรฐาน	
	ไอโซโทป	พลังงาน(keV)	ไอโซโทป	พลังงาน(keV)
9	Ac-228	910.81	Ac-228	911.0
10	Ac-228	968.62	Ac-228	968.8
11	ไม่ระบุ	2616.85	Tl-208	2614.3

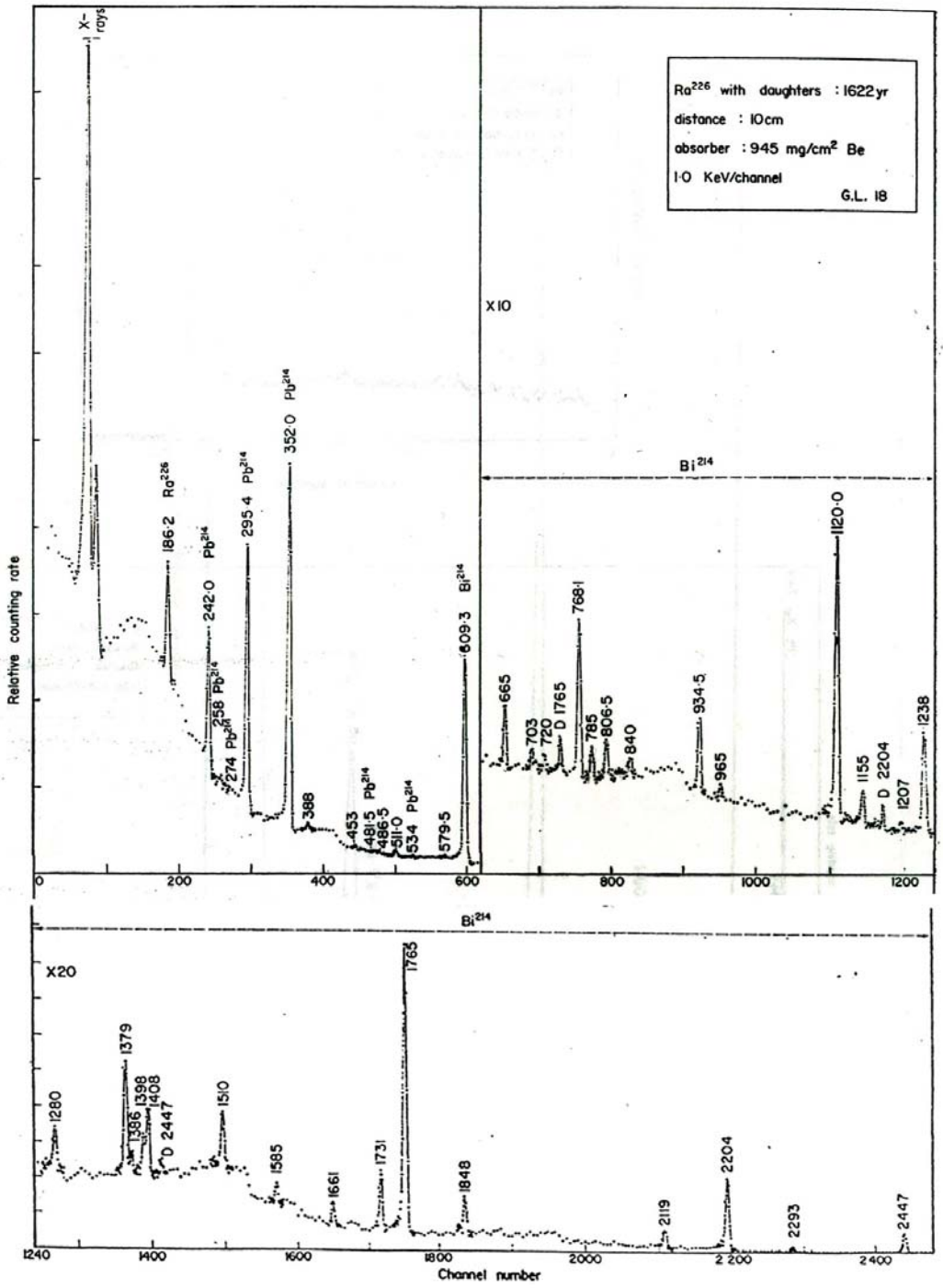
ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบผลการหาตำแหน่งพีคสเปกตรัมอนุกรม Ra-226 และ Cs-137

ลำดับที่	การหาตำแหน่งพีคโดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น		ตำแหน่งพีคมาตรฐาน	
	ไอโซโทป	พลังงาน(keV)	ไอโซโทป	พลังงาน(keV)
1	Ra-226	185.62	Ra-226	186.2
2	Pb-214,Ra-224	241.5	Pb-214	242.0
3	Pb-214	294.82	Pb-214	295.4
4	Pb-214	351.34	Pb-214	352.0
5	Bi-214	608.92	Bi-214	609.3
6	Cs-137	661.59	Cs-137	661.6
7	Bi-214	1119.57	Bi-214	1120.0
8	Bi-214	1237.12	Bi-214	1238

ตารางที่ 4.3 จะพบว่าลำดับที่11 ในตาราง โปรแกรมไม่ระบุชนิดไอโซโทปและพบว่าค่าพลังงานคลาดเคลื่อนจากพีคมาตรฐาน –2.55 keV ซึ่งเกิน $\pm$1keV ที่โปรแกรมกำหนด ค่าคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นจากการเลือกจุดสำหรับปรับเทียบพลังงานในตำแหน่ง Channel แรกๆ และสมการปรับเทียบพลังงานเป็นสมการเส้นตรงจึงทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนในตำแหน่ง Channel แรก ๆ มีค่าน้อยและมีค่าความคลาดเคลื่อนเพิ่มมากขึ้นในตำแหน่ง Channel หลัง



รูปที่ 4.6 สเปกตรัมมาตรฐานอนุกรม Th-232 [14]



รูปที่ 4.7 สเปกตรัมมาตรฐานอนุกรม Ra-226 [14]

4.2.2 การทดสอบผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์ของสเปกตรัมรังสีเปรียบเทียบกับพารามิเตอร์มาตรฐานโดย IAEA [15]

โดยนำข้อมูลจาก TECDOC-1011 "Intercomparison of gamma-ray analysis software packages". ซึ่งเป็นข้อมูลที่ IAEA ได้ทำการทดสอบสเปกตรัมในเดือนธันวาคม ปี 1995 ไว้เป็นค่าอ้างอิงและเปรียบเทียบผลสำหรับโปรแกรมต่าง ๆ ที่วิเคราะห์สเปกตรัมรังสีแกมมา ซึ่งจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ใช้โปรแกรมและผู้พัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีแกมมาในการทดสอบผลจากข้อมูลเดียวกันในไฟล์ที่ทาง IAEA บันทึกไว้ เพื่อวิเคราะห์จุดที่ต้องปรับปรุงของโปรแกรมโดยมีข้อมูลต่างๆดังนี้

(ก) ข้อมูลไฟล์สเปกตรัมทดสอบมีรูปแบบเป็น ASCII คือ ค่า Count 1 ช่องต่อ 1 บรรทัดจนถึง 8192 ช่อง 2 ช่องแรกเป็นค่าเวลาการนับจริงและค่าเวลาการนับรวมค่าเวลาเดดไทม์ มีหน่วยเป็นวินาที โดยจะเก็บค่าสเปกตรัมของ Ra-226

(ข) ข้อมูลการปรับเทียบพลังงานได้ใช้ไอโซโทปรังสีดังนี้ Co-57, Cs-137, Na-22, Mn-54 และ Co-60 โดยมีข้อมูลการปรับเทียบพลังงานดังนี้

Channel	301	1281	1661	2097	2951	3207	3353
Energy(keV)	122.06	511.0	661.66	834.84	1173.24	1274.54	1332.50

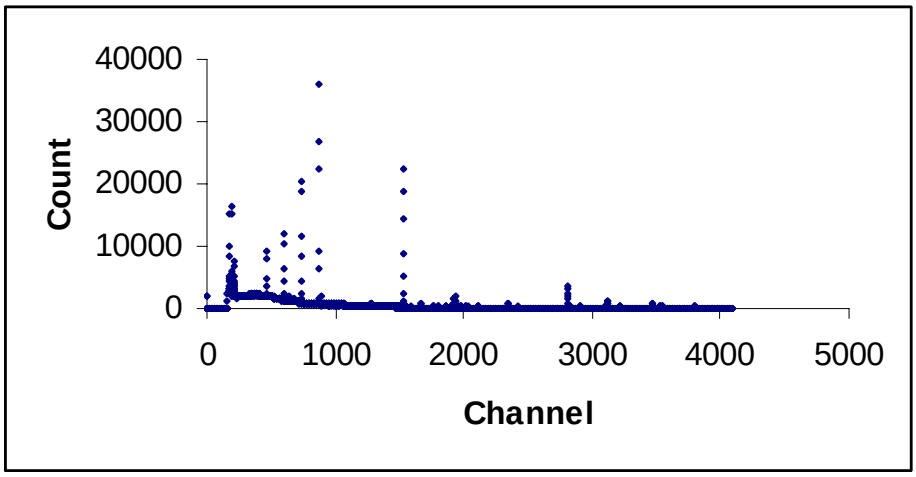
(ค) ข้อมูลตำแหน่งจุดกึ่งกลางพีครวมถึงพื้นที่ของแต่ละพีค โดยสรุปตำแหน่งพีคและพื้นที่สุทธิใต้พีคทุกตำแหน่งของ Ra-226 ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลเปรียบเทียบตำแหน่งจุดกึ่งกลางพีคและพื้นที่สุทธิใต้พีค

จุดกึ่งกลางพีค(keV)		% แตกต่าง	พื้นที่สุทธิใต้พีค (Count / 2000 sec)		% แตกต่าง
ค่าจากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น	ค่าอ้างอิงโดย IAEA		ค่าจากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น	ค่าอ้างอิงโดย IAEA	
186.07	186.24	0.09	17864	18035	0.95
241.73	242.19	0.19	28932	29268	1.15
258.68	259.08	0.15	1836	1957	6.18

ตารางที่ 4.5 ผลเปรียบเทียบพลังงานและพื้นที่สุทธิใต้พีค (ต่อ)

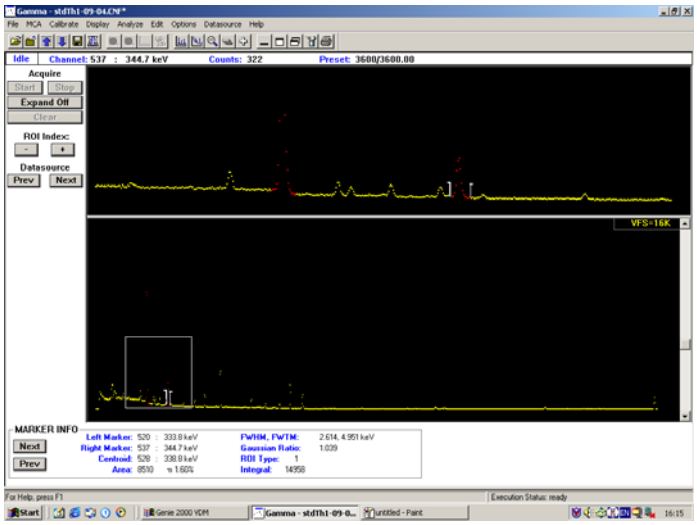
พลังงาน(keV)		% แตกต่าง	พื้นที่สุทธิใต้พีค (Count / 2000 sec.)		% แตกต่าง
ค่าจากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น	ค่าอ้างอิงโดย IAEA		ค่าจากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น	ค่าอ้างอิงโดย IAEA	
294.62	295.2	0.19	61428	61144	-0.46
351.14	351.86	0.20	99305	98593	-0.72
608.41	609.26	0.14	72398	73073	0.92
664.57	665.36	0.12	2242	2264	0.97
767.48	768.32	0.11	6323	6299	-0.38
805.61	806.13	0.06	1498	1570	4.59
933.16	934.04	0.09	3202	3375	5.13
1119.43	1120.31	0.08	14004	13768	-1.71
1237.32	1238.2	0.07	4946	4941	-0.10
1376.92	1377.89	0.07	3015	3126	3.55



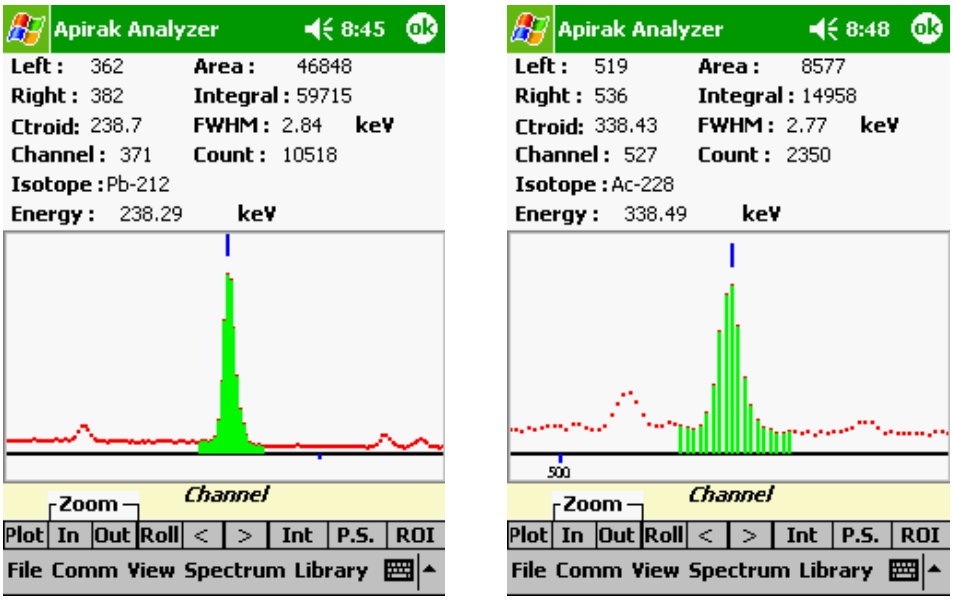
รูปที่ 4.8 สเปกตรัม Ra-226 ตำแหน่งจำนวน 4096 ช่อง ที่วัดโดย IAEA

4.2.3 การทดสอบผลการวิเคราะห์พารามิเตอร์สเปกตรัมรังสีเปรียบเทียบกับโปรแกรม Genie-2000

เมื่อทดลองกำหนดช่วงสเปกตรัมที่สนใจในการวิเคราะห์ เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลสเปกตรัมโดยเปิดไฟล์สเปกตรัมที่จัดเก็บไว้มาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับโปรแกรม Genie2000 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้วิเคราะห์สเปกตรัม โดยจะกำหนดขอบเขตทางด้านซ้ายและขวาเพื่อเปรียบเทียบค่าข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวกับสเปกตรัมพลังงานเช่น จุดกึ่งกลางพีค, หาพื้นที่สุทธิใต้พีค, ประมาณค่า FWHM จากการคำนวณของโปรแกรม ดังรูปที่ 4.9 และ รูปที่ 4.10



รูปที่ 4.9 หน้าต่างโปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัม Genie2000 จากบริษัท Canberra



รูปที่ 4.10 หน้าต่างโปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัมบนพ็อกเก็ตพีซี

ได้ทดลองวิเคราะห์สเปกตรัมของ Th-232 โดยกำหนดช่วงสเปกตรัมที่สนใจในการวิเคราะห์ทั้งหมด 3 ช่วง แล้วทำการเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ทั้ง 2 โปรแกรม ดังตารางที่ 4.6 ตารางที่ 4.7 และตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบการคำนวณระหว่างโปรแกรม Genie2000 กับโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นที่พลังงาน 238.29 keV

Parameter	**โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น**	Genie2000	**% แตกต่าง**
FWHM(keV)	2.84	2.74	3.65
Integral Peak (Counts)	59715	59715	0
Net Peak Area (Counts)	46848	47139	-0.62
Peak Centroid (Channel No.)	371.63	373	-0.37

หมายเหตุ คำนวณค่า Net Peak Area โดยใช้สมการ 2.9

ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบการคำนวณระหว่างโปรแกรม Genie2000 กับโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นที่พลังงาน 338.49 keV

Parameter	**โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น**	Genie2000	**% แตกต่าง**
FWHM(keV)	2.83	2.61	8.43
Integral Peak (Counts)	14958	14958	0
Net Peak Area (Counts)	8577	8510	0.79
Peak Centroid (Channel No.)	526.9	528	-0.21

หมายเหตุ คำนวณค่า Net Peak Area โดยใช้สมการ 2.4

ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบการคำนวณระหว่างโปรแกรม Genie2000 กับโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นที่พลังงาน 582.93 keV

Parameter	**โปรแกรมที่พัฒนาขึ้น**	Genie2000	**% แตกต่าง**
FWHM (keV)	3	2.709	10.74
Integral Peak (Counts)	19533	19533	0
Net Peak Area (Counts)	14868	14399	3.26
Peak Centroid (Channel No.)	907.59	909	-0.16

หมายเหตุ คำนวณค่า Net Peak Area โดยใช้สมการ 2.4

จากตารางที่ 4.6 ตารางที่ 4.7 และ ตารางที่ 4.8 จะพบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของ FWHM มีค่าค่อนข้างมาก (3.65-10.74 %) เนื่องจากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นใช้วิธีอัลกอริทึมในการประมาณค่า FWHM แบบ Area / height ratio ซึ่งเป็นวิธีที่คำนวณได้รวดเร็วแต่จะมีค่าความคลาดเคลื่อนมากกว่าวิธีแบบ Interpolation

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การใช้โปรแกรม eMbedded Visual Basic พัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีแกมมาบนพ็อกเก็ตพีซีเพื่อใช้งานแทนไมโครคอมพิวเตอร์และคอมพิวเตอร์โน้ตบุคสำหรับระบบการวัดโดยใช้หัววัดเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์สูงและเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องแบบเคลื่อนย้ายได้วัดรังสีแกมมาจากไอโซโทปในธรรมชาติในภาคสนามเพื่อโอนถ่ายข้อมูลสเปกตรัมระหว่างเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องแบบเคลื่อนย้ายได้กับพ็อกเก็ตพีซี โดยพัฒนาให้โปรแกรมสามารถแสดงผลสเปกตรัม,บันทึกข้อมูลลงบนการ์ดความจำ,วิเคราะห์ผลสเปกตรัม,ปรับเทียบพลังงาน,บันทึกไฟล์ข้อมูลปรับเทียบพลังงาน และระบุชนิดไอโซโทปในธรรมชาติได้

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาส่วนหลักๆ 2 ส่วนคือ

1. ส่วนฮาร์ดแวร์รองรับการสื่อสารข้อมูลผ่านทางพอร์ตอนุกรมระหว่างเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องแบบเคลื่อนย้ายได้กับพ็อกเก็ตพีซี

2. ส่วนซอฟต์แวร์คือการพัฒนาโปรแกรมบนพ็อกเก็ตพีซีเพื่อรับข้อมูลแล้วนำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณและวิเคราะห์ผลตามหลักการทางคณิตศาสตร์

งานทางด้านฮาร์ดแวร์ได้จัดทำนัลโมเด็มเชื่อมต่อเข้ากับสายส่งผ่านข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรมที่โดยปรกติจะใช้สายส่งผ่านข้อมูลนี้ส่งผ่านข้อมูลระหว่างเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องกับไมโครคอมพิวเตอร์แต่ไม่สามารถเชื่อมต่อโดยตรงกับพอร์ตอนุกรมของพ็อกเก็ตพีซีได้จึงนำนัลโมเด็มเชื่อมต่อสายส่งผ่านข้อมูลนี้แล้วทดสอบการรับข้อมูลสเปกตรัมจากเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องพบว่าข้อมูลสเปกตรัมที่ได้ถูกต้องและครบถ้วนทุกตำแหน่ง Channel

งานทางด้านซอฟต์แวร์ได้พัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีแกมมาคือส่วนรับและบันทึกข้อมูล, ส่วนการแสดงผล, ส่วนคำนวณและวิเคราะห์ผล โดยความเร็วในการประมวลผลและแสดงผลนั้นขึ้นอยู่กับโปรแกรมที่ใช้พัฒนา , วิธีการเขียนโปรแกรมและความสามารถด้านฮาร์ดแวร์ของพ็อกเก็ตพีซีเอง

เมื่อทดสอบการทำงานในส่วนการรับและบันทึกข้อมูลของโปรแกรมบนพ็อกเก็ตพีซีพบว่าข้อมูลที่ได้ถูกต้องทุกอัตราการส่งข้อมูล ตั้งแต่ 110 ถึง 19,200 บิต/วินาที สามารถบันทึกผลข้อมูลที่ได้เก็บไว้ในหน่วยความจำของพ็อกเก็ตพีซีหรือการ์ดหน่วยความจำได้อีกทั้งสามารถนำไปเชื่อมต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อถ่ายโอนข้อมูลที่บันทึกไว้ได้

ส่วนการแสดงผลพบว่าความเร็วในการประมวลผลและความละเอียดของหน้าจอเพียงพอต่อการนำข้อมูลสเปกตรัมมาแสดงผลบนหน้าจอพ็อกเก็ตพีซีและข้อมูลสเปกตรัมสามารถแสดงผลได้ครบถ้วนถูกต้องทุกตำแหน่ง Channel

ส่วนการคำนวณและวิเคราะห์ผลได้ทดสอบผลการคำนวณ จุดกึ่งกลางพีค, จำนวนนับรวมของพีค, พื้นที่สุทธิใต้พีค, ค่าFWHM, การปรับเทียบพลังงาน และความถูกต้องในการระบุชนิดไอโซโทป เมื่อเปรียบเทียบผลการคำนวณพารามิเตอร์ของสเปกตรัมกับโปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัมที่ทำงานบนไมโครคอมพิวเตอร์ (Genie-2000) และเปรียบเทียบกับข้อมูลค่าพารามิเตอร์มาตรฐานของสเปกตรัมจาก IAEA ผลที่ได้คือเมื่อเปรียบเทียบผลการคำนวณโดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นกับข้อมูลสเปกตรัมอนุกรม Ra-226 จำนวน13 พีค โดย IAEA ค่าตำแหน่งจุดกึ่งกลางพีคมีค่าความคลาดเคลื่อน 0.09 ถึง 0.2 %, ค่าพื้นที่สุทธิใต้พีคมีค่าความคลาดเคลื่อน –1.71 ถึง 6.18 % เมื่อวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์สเปกตรัมของอนุกรม Th-232 จำนวน 3 พีค เปรียบเทียบกับโปรแกรม Genie-2000 ผลที่ได้คือค่า FWHM มีค่าความคลาดเคลื่อน 3.65 ถึง 10.74 %, ไม่พบค่าความคลาดเคลื่อนของค่าจำนวนนับรวมของพีค, ค่าพื้นที่สุทธิใต้พีคมีค่าความคลาดเคลื่อน –0.62 ถึง 3.26 %, ค่าตำแหน่งจุดกึ่งกลางพีคมีค่าความคลาดเคลื่อน –0.37 ถึง –0.16 % เมื่อปรับเทียบพลังงานและหาตำแหน่งพีคเพื่อระบุชนิดไอโซโทป อนุกรม Th-232 และ Ra-226 เปรียบเทียบความถูกต้องในการระบุชนิดไอโซโทปกับสเปกตรัมมาตรฐานในรายการอ้างอิง [14] จาก ตารางที่ 4.3 ตำแหน่งพีคลำดับที่11 พบว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นไม่สามารถระบุชนิดไอโซโทปได้และพบว่าค่าพลังงานคลาดเคลื่อนจากพีคมาตรฐาน –2.55 keV ซึ่งเกิน $\pm$ 1keV ที่โปรแกรมกำหนดค่าคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นจากการเลือกจุดสำหรับปรับเทียบพลังงานในตำแหน่ง Channel แรกๆ อีกทั้งสมการปรับเทียบพลังงานเป็นสมการเส้นตรงจึงทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนในตำแหน่ง Channel แรกๆ มีค่าน้อยและมีค่าความคลาดเคลื่อนเพิ่มมากขึ้นในตำแหน่ง Channel หลัง จึงทำให้ค่าพลังงานพีค ณ ตำแหน่ง 2614.3 keV คลาดเคลื่อนเกิน $\pm$ 1keV (โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นคำนวณได้ 2616.85 keV) ส่วนพีคในตำแหน่งอื่นสามารถระบุชนิดทุกไอโซโทปได้ถูกต้องซึ่งบางพลังงานไอโซโทปใดมีค่าพลังงานใกล้เคียงกันโดยค่าพลังงานแตกต่างกันน้อยกว่า $\pm$ 1 keV โปรแกรมจะแสดงชนิดทุกไอโซโทปที่พบเพื่อให้ผู้ใช้เป็นผู้ตัดสินใจ ปัจจัยอื่นที่มีผลต่อความถูกต้องในการระบุชนิดไอโซโทป ก็คือฐานข้อมูลไอโซโทปรังสีโดยฐานข้อมูลนี้จะมีรายการของไอโซโทปและค่าพลังงานการค้นหาชนิดไอโซโทปจะอ้างอิงตามฐานข้อมูลหากฐานข้อมูลมีรายการไอโซโทปน้อยหรือค่าพลังงานไม่ครบถ้วนจะทำให้โปรแกรมไม่สามารถระบุชนิดบางไอโซโทปได้

เมื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนของ FWHM มีค่าค่อนข้างมาก (3.65 – 10.74 %) เนื่องจากโปรแกรมใช้วิธีอัลกอริทึมในการประมาณค่า FWHM แบบ Area / height ratio ซึ่งเป็นวิธีที่คำนวณได้รวดเร็วแต่จะมีค่าความคลาดเคลื่อนมากกว่าวิธีแบบ Interpolation

จากการพัฒนางานวิจัยทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์นี้จึงสามารถนำพ็อกเก็ตพีซีไปใช้งานในภาคสนามได้โดยบันทึกข้อมูลสเปกตรัมและวิเคราะห์ข้อมูลที่ต้องการในภาคสนาม หรือสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์และบันทึกผลบนไมโครคอมพิวเตอร์ภายหลังจากการทำงานภาคสนามได้

5.2 **ข้อเสนอแนะ**

ควรมีการพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์สเปกตรัมรังสีแกมมาบนพ็อกเก็ตพีซีให้สามารถวิเคราะห์ผลและรายงานผลสเปกตรัมในเชิงปริมาณ

เพื่อให้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นใช้ประโยชน์พ็อกเก็ตพีซีได้สูงสุดควรพัฒนาเครื่องวิเคราะห์พลังงานแบบหลายช่องขนาดเล็กต่อเข้ากับพ็อกเก็ตพีซีและเชื่อมข้อมูลผ่านพอร์ตของพ็อกเก็ตพีซีได้โดยตรงซึ่งสะดวกและลดเวลาในการเตรียมงานและการทำงานภาคสนาม

รายการอ้างอิง

1. นายพรยุทธ ชินมหาวงศ์. การเปลี่ยนไมโครคอมพิวเตอร์ 8 บิต ให้เป็นอุปกรณ์วิเคราะห์ความสูงของพัลส์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2530.
2. นายหัสฤกษ์ เนียมอินทร์. แผ่นวงจรเชื่อมโยงสัญญาณแบบเอนกประสงค์สำหรับระบบวัดนิวเคลียร์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2535.
3. นายวสันต์ อัมพุชินี . การพัฒนาส่วนเชื่อมโยงสัญญาณและโปรแกรมอิมูเลเตอร์สำหรับเครื่องวิเคราะห์การเรืองรังสีเอกซ์ชนิดแจกแจงพลังงาน . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2545.
4. Leslie Oyama, Henri Shay Tannas and Steve Moulton. Desktop and mobile software development for surgical practice. Division of Pediatric Surgery Department of Surgery Boston University School of Medicine Boston MA.,2002.
5. ทรงเกียรติ ภาวดี. คู่มือการใช้Pocket PC ฉบับมือเซียน. กรุงเทพฯ :บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) ,2545.
6. อภิชาติ ภู่พลับ. เริ่มต้นเขียนโปรแกรมติดต่อและควบคุมฮาร์ดแวร์ด้วย Visual Basic,2546.
7. จิรศักดิ์ เหลืองอุไร. คัมภีร์การใช้งานการสื่อสารอนุกรมบนPC.กรุงเทพฯ :บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) ,2538.
8. Peter W.Gofton. Mastering Serial Communications.,(n.p.) : SYBEX,1994.
9. กนกทิพย์ พัฒนาพัวพันธ์. สถิติเบื้องต้นทางการศึกษา. ภาควิชาประเมินผลและวิจัยการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ,2543.
10. John Neter. Applied Statistics. Third edition,(n.p.):1988.
11. Quantitative x-ray analysis system (QXAS) Documentation Version 1.2 . IAEA ,1995-1996.
12. GANAAS Computer Manual Series No.3. IAEA ,1991.
13. SU-470-5 GENIE-2000 SYSTEM OPERATION REV Manual. CANBERRA INDUSTRIES,1998.

14. C.E. Crouthamel. Applied Gamma-ray Spectrometry. New York ,1970.

15. IAEA.Intercomparison of gamma ray analysis software package,IAEA-TECDOC-1011,(April 1998).

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายอภิรักษ์ ลอยแก้ว เกิดวันที่ 27 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2520 จังหวัดอุดรธานี สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในปีการศึกษา 2541 ทำงานในสาขาวิชาวิศวกรรมโยธาเป็นเวลา 3 ปี แล้วเข้าศึกษาต่อในหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขานิวเคลียร์เทคโนโลยี ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2545