การพัฒนาระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่

นายกิตติศักดิ์ ชัยสรรค์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2549
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF AN ENVIRONMENTAL GAMMA RADIATION MONITORING SYSTEM VIA MOBILE TELEPHONE NETWORK

Mr.Kittisak Chaisan

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Nuclear Technology

Department of Nuclear Technology
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University

Academic Year 2006

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่
โดย	นายกิตติศักดิ์ ชัยสรรค์
สาขาวิชา	นิวเคลียร์เทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อรรถพร ภัทรสุมันต์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร.ดิเรก ลาวัณย์ศิริ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ นเรศร์ จันทน์ขาว)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อรรถพร ภัทรสุมันต์)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ)

.....กรรมการ

(อาจารย์ เดโช ทองอร่าม)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4670220921 : MAJOR NUCLEAR TECHNOLOGY

KEY WORD: ENVIRONMENTAL / GAMMA RADIATION MONITORING / MOBILE TELEPHONE

KITTISAK CHAISAN : DEVELOPMENT OF AN ENVIRONMENTAL GAMMA RADIATION MONITORING SYSTEM VIA MOBILE TELEPHONE NETWORK. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. ATTAPORN PATTARASUMUNT, 97 pp.

An environmental gamma radiation monitoring system via mobile telephone network was developed using gamma radiation measurement system, microcomputer, and mobile telephone. This system consisted of 2 parts: sub and central environmental gamma radiation monitoring station. The sub-station measured, analysed and reported gamma radiation level and also alarmed when level exceeded the safety limit. The central station is the center unit for reporting all measured data and alarmed when the data received from sub-station in form of short message exceeded the limit.

Results of performance testing showed that the developed system had a capability of reporting the measured gamma radiation level, alarming when level exceed the limit and collecting all data onto microcomputer conveniently and correctly. This application technique possed the low cost mobile telephone as a device to transfer data economically.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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

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

Academic year 2006 .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยความช่วยเหลือจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ อรรถพร ภัทรสุมันต์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งคอยแนะนำขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยและการเขียนวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ อาจารย์ทุกท่านในภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี ที่กรุณาให้ความรู้ คอยแนะนำ และตอบข้อสงสัย ในการศึกษาของผู้เขียน

ขอขอบคุณ คุณสุทัศน์ จิตรวัชระโกมล ที่คอยแนะนำและตอบข้อสงสัยในการเขียนโปรแกรมควบคุมโทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่กลุ่มเฝ้าตรวจกัมมันตภาพรังสี สำนักสนับสนุนการกำกับดูแลความปลอดภัยจากพลังงานปรมาณู สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่คอยแนะนำ ช่วยเหลือ เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และสถานที่ สำหรับการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ คุณปรางวิไล อุทัยวงศ์ ที่คอยสนับสนุนอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่สำหรับการทำวิทยานิพนธ์

ท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงยิ่งต่อ บิดา มารดา ผู้ซึ่งให้ความเมตตากรุณาสนับสนุน และเป็นกำลังใจ ในการศึกษาของผู้เขียนสำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย…….…… ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
กิตติกรรมประกาศ..... ฉ
สารบัญ..... ช
สารบัญตาราง..... ฌ
สารบัญรูปภาพ..... ญ
บทที่
1 บทนำ..... 1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา..... 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย..... 1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย..... 2
1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัย..... 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 2
1.6 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 3
2 แนวคิดและทฤษฎีระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่าย
โทรศัพท์เคลื่อนที่..... 4
2.1 การเฝ้าระวังรังสีแกมมา..... 4
2.2 การสื่อสารระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์และเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์..... 20
2.3 การส่งข้อความสั้นด้วยโทรศัพท์เคลื่อนที่..... 27
3 การพัฒนาระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่. 29
3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย……..... 29
3.2 การออกแบบระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่าย
โทรศัพท์เคลื่อนที่..... 29
3.3 การพัฒนาโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมา
ในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่..... 42
3.4 เกณฑ์กำหนดจำนวนนับรังสีแกมมาสำหรับการแจ้งเตือน..... 49

บทที่ หน้า

4 การทดสอบการทำงานของระบบและผลการทดลอง..... 50
4.1 การทดสอบการเชื่อมต่อรับส่งข้อมูล..... 50
4.2 การทดสอบการรายงานผลตรวจวัดรังสีแกมมา..... 57
4.3 การทดสอบการแจ้งเตือนเมื่อมีจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนด 59
4.4 การทดสอบการจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล..... 65
5 การสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 71
5.1 สรุปผลการวิจัย..... 71
5.2 ข้อเสนอแนะ..... 73
รายการอ้างอิง..... 75
ภาคผนวก..... 76
ภาคผนวก ก หัววัดไกเกอร์มูลเลอร์ของบริษัท Ludlum รุ่น 44-7..... 77
ภาคผนวก ข เครื่องสเกลเลอร์/เรตมิเตอร์ของบริษัท Ludlum รุ่น 2200..... 78
ภาคผนวก ค โทรศัพท์เคลื่อนที่ของบริษัทซัมซุง รุ่น X-200..... 79
ภาคผนวก ง โทรศัพท์เคลื่อนที่ของบริษัทโนเกีย รุ่น 8250..... 80
ภาคผนวก จ โปรแกรมสำหรับสถานีลูกข่ายระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม..... 81
ภาคผนวก ฉ โปรแกรมสำหรับสถานีลูกข่ายระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม..... 90
ประวัติผู้เขียน..... 97

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
2.1	สารกัมมันตรังสี สัญลักษณ์ ค่าครึ่งชีวิต และรังสีที่ปลดปล่อยในอนุกรมทอเรียม.....	5
2.2	สารกัมมันตรังสี สัญลักษณ์ ค่าครึ่งชีวิต และรังสีที่ปลดปล่อยในอนุกรมยูเรเนียม.....	5
2.3	สารกัมมันตรังสี สัญลักษณ์ ค่าครึ่งชีวิต และรังสีที่ปลดปล่อยในอนุกรมแอคติเนียม.	6
2.4	สายสัญญาณในขาต่อแบบ DB25 และ DB9…….....	23
3.1	แสดงรายละเอียดสายเคเบิลเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับเครื่องสเกลเลอร์/เรตมิเตอร์ทางพอร์ตอนุกรม……	38
4.1	ผลการทดสอบการเชื่อมต่อรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องสเกลเลอร์/เรตมิเตอร์กับไมโครคอมพิวเตอร์……..……	52
4.2	ผลการทดสอบการรายงานผลตรวจวัดจำนวนนับรังสีแกมมาของระบบเฝ้าระวังในรังสีแกมมาสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่……..……	58
4.3	ผลทดสอบการแจ้งเตือนเมื่อจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนดของระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่.....…..…	61
4.4	ผลการทดสอบเปรียบเทียบข้อมูลที่จัดเก็บลงโปรแกรมฐานข้อมูลระหว่างสถานีลูกข่ายและแม่ข่ายเฝ้าระวังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม.....……	70

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
2.1	แผนภาพหัววัดรังสีชนิดบรรจุก๊าซ…….…..	8
2.2	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของพัลส์กับความต่างศักย์ที่ให้กับหัววัดรังสี……..	8
2.3	แผนภาพเครือข่ายการเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม…….....	14
2.4	แผนภาพตำแหน่งเครือข่ายการเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย...	15
2.5	แผนภาพระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม…….…….….	17
2.6	หัววัดรังสีแกมมาระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม…….……..……	18
2.7	อุปกรณ์ควบคุมการตรวจวัดในระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม…..…….	19
2.8	ลักษณะสัญญาณแบบซิงโครนัส……...…..….	21
2.9	ลักษณะสัญญาณแบบอะซิงโครนัส…….…..….	21
2.10	หัวต่อแบบ DB25 และ DB9……..……..….	23
2.11	ระบบการสื่อสารโดยใช้แสง……..……..….	24
2.12	โทรศัพท์เคลื่อนที่…….....….	26
2.13	พอร์ตอินฟราเรดของโทรศัพท์เคลื่อนที่..……..……..	26
2.14	การส่งข้อมูลแบบข้อความในเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่.....……..……..	27
3.1	แผนภาพการทำงานของระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม……..……..	31
3.2	แผนภาพจำลองการทำงานระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในการเฝ้าระวังรังสีแกมมาของประเทศไทย…..…….……..	32
3.3	แผนภาพการทำงานของสถานีลูกข่ายระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม…….	33
3.4	หัววัดรังสีไกเกอร์มูลเลอร์ของบริษัท Ludlum รุ่น 44-7……..……..	34
3.5	เครื่องสเกลเลอร์/เรตมิเตอร์ของบริษัท Ludlum รุ่น 2200…….……..	34
3.6	โทรศัพท์เคลื่อนที่พร้อมพอร์ตอินฟราเรดของบริษัทซัมซุง รุ่น X-200……..…..	35
3.7	สถานีลูกข่ายระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม……..……...…..	35
3.8	รูปแบบข้อความสั้นของจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนดที่ส่งให้สถานีแม่ข่ายเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม……..……...…..	36
3.9	รูปแบบข้อความสั้นของจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนดที่ส่งให้ผู้รับผิดชอบในการเฝ้าระวัง……..……..…….……	37

รูปที่ หน้า

3.10 รูปแบบข้อความสั้นของจำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมงที่ส่งให้สถานีแม่ข่ายเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม…….……..…….. 37

3.11 เครื่องสเกลเลอร์/เรตมิเตอร์เชื่อมต่อไมโครคอมพิวเตอร์ด้วยพอร์ตอนุกรม……..…….. 38

3.12 ไมโครคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยแสงทางพอร์ตอินฟราเรด...….. 39

3.13 แผนภาพการทำงานของสถานีแม่ข่ายระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม..... 40

3.14 โทรศัพท์เคลื่อนที่พร้อมพอร์ตอินฟราเรดของบริษัทโนเกีย รุ่น 8250……..…… 40

3.15 สถานีแม่ข่ายระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม…..…….……..… 41

3.16 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมสำหรับสถานีลูกข่ายระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม……..... 43

3.17 หน้าจอโปรแกรมสถานีลูกข่ายระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม…..... 45

3.18 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมสำหรับสถานีแม่ข่ายระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม…….. 46

3.19 หน้าจอโปรแกรมสถานีแม่ข่ายระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม……...….. 48

3.20 แสดงการแจกแจงข้อมูลทางสถิติแบบปกติ…….…...….. 49

4.1 แผนภาพการจัดอุปกรณ์เพื่อทดสอบการเชื่อมต่อรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องสเกลเลอร์/เรตมิเตอร์กับไมโครคอมพิวเตอร์……...…….....….. 51

4.2 ภาพแสดงจำนวนนับรังสีแกมมาที่ได้จากเครื่องสเกลเลอร์/เรตมิเตอร์ในการทดสอบการเชื่อมต่อรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องสเกลเลอร์/เรตมิเตอร์กับไมโครคอมพิวเตอร์... 51

4.3 ภาพแสดงจำนวนนับรังสีแกมมาที่ได้จากไมโครคอมพิวเตอร์ในการทดสอบการเชื่อมต่อรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องสเกลเลอร์/เรตมิเตอร์กับไมโครคอมพิวเตอร์..... 52

4.4 แผนภาพการจัดอุปกรณ์เพื่อทดสอบการการเชื่อมต่อรับส่งข้อมูลระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยพอร์ตอินฟราเรดของสถานีลูกข่ายเฝ้าระวังรังสีแกมมาสิ่งแวดล้อม…… 54

4.5 ภาพแสดงผลหน้าจอโปรแกรมสำหรับสถานีลูกข่ายเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมที่สั่งงานให้โทรศัพท์เคลื่อนที่ส่งข้อความสั้นด้วยการเชื่อมต่อรับส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอินฟราเรด……..... 55

4.6 ภาพแสดงผลการส่งข้อความสั้นที่เป็นค่าเฉลี่ยรังสีแกมมารายชั่วโมงในโทรศัพท์เคลื่อนที่ของสถานีแม่ข่ายเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม……... 55

รูปที่ หน้า

4.7 แผนภาพการจัดอุปกรณ์เพื่อทดสอบการเชื่อมต่อรับส่งข้อมูลระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยพอร์ตอินฟราเรดของสถานีแม่ข่ายเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม..... 56
4.8 ภาพแสดงผลการดึงข้อความสั้นจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านพอร์ตอินฟราเรดมาแสดงผลในหน้าจอโปรแกรมสำหรับสถานีแม่ข่ายเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม..... 57
4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมงและเวลาที่ได้จาก การทดสอบการรายงานผลตรวจวัดรังสีแกมมาของระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่..... 58
4.10 แผนภาพการจัดอุปกรณ์เพื่อทดสอบการแจ้งเตือนเมื่อจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนดของระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่..... 60
4.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่านับวัดและเวลาที่ได้จากการทดสอบการแจ้งเตือนเมื่อจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนดของระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่..... 63
4.12 ภาพแสดงผลการส่งข้อความสั้นที่เป็นจำนวนนับรังสีแกมมาเกินกำหนดในโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้รับผิดชอบในการเฝ้าระวัง..... 64
4.13 ภาพแสดงผลการนำจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนดมาแสดงผลในโปรแกรมสำหรับสถานีแม่ข่ายเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม..... 64
4.14 ภาพแสดงผลการจัดเก็บข้อมูลลงโปรแกรมฐานข้อมูลของสถานีลูกข่ายเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม..... 66
4.15 ภาพแสดงผลการจัดเก็บข้อมูลลงโปรแกรมฐานข้อมูลของสถานีแม่ข่ายเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม..... 69

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ปัจจุบันการใช้ประโยชน์จากพลังงานนิวเคลียร์เป็นไปอย่างกว้างขวางในด้านต่าง ๆ ทั้งด้านการผลิตพลังงาน การอุตสาหกรรม การทหาร การแพทย์ และการเกษตร ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งการดำเนินกิจกรรมบางอย่างที่อาจเป็นแหล่งกำเนิดรังสีแกมมาสู่สิ่งแวดล้อม ได้แก่ การเดินเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ การทดลองอาวุธนิวเคลียร์ กระบวนการคืนสภาพเชื้อเพลิง การผลิตไอโซโทป การฉายรังสีรักษา และการตรวจสอบวัสดุด้วยรังสี ซึ่งการแผ่รังสีสู่สิ่งแวดล้อมอาจเกิดขึ้นทั้งจากการดำเนินกิจกรรมตามปกติ หรือจากอุบัติเหตุทางรังสี โดยแผ่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมแบบไม่มีขอบเขตอย่างไม่จำกัดพื้นที่ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของกิจกรรมว่าเป็นแหล่งกำเนิดรังสีมากน้อยเพียงใด ความรุนแรงของการเกิดอุบัติเหตุ และสภาวะแวดล้อมในช่วงเวลานั้น เพื่อเป็นการช่วยป้องกันอันตรายจากรังสีแก่ผู้ปฏิบัติงานทางรังสีและประชาชนทั่วไปที่อยู่อาศัยในบริเวณใกล้เคียง จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีระบบเฝ้าระวังทางรังสีที่มีประสิทธิภาพ สามารถตรวจวัดรังสีได้อย่างอัตโนมัติตลอดระยะเวลาของการดำเนินกิจกรรมทางรังสี หรือตลอดระยะเวลาที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุทางรังสี และสามารถแจ้งเตือนได้ทันทีเมื่อรังสีเกิน หรือระดับที่เป็นอันตราย ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นที่มาในการทำงานวิจัยนี้

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบเฝ้าระวังทางรังสีที่รับส่งข้อมูลการตรวจวัดกับข้อความแจ้งเตือนเมื่อระดับรังสีเกินเกณฑ์กำหนด และรายงานผลการตรวจวัดในรูปแบบข้อความสั้นผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งจะมีความรวดเร็วในการส่งสัญญาณเตือนภัยเมื่อมีระดับรังสีเกินเกณฑ์ที่กำหนด หรือรายงานผลการตรวจวัดปกติ ซึ่งจะมีประโยชน์ต่อหน่วยงานควบคุมดูแลความปลอดภัยทางรังสี ในการตรวจหาแหล่งที่มา เตือนภัย และวางแผนแก้ไข ในการลดความเสียหายที่เกิดขึ้น หากวิทยานิพนธ์นี้เสร็จสมบูรณ์ก็จะได้ระบบเฝ้าระวังภัยที่สามารถรับส่งข้อมูลได้ตลอดเวลา และมีค่าใช้จ่ายต่ำ

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อพัฒนาระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ออกแบบ และสร้างระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่สามารถรับข้อมูลการตรวจวัดจากระบบตรวจวัดรังสีได้แบบดิจิตอล
2. พัฒนาโปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงาน และการรับส่งข้อมูลในรูปแบบข้อความสั้นผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ จากระบบตรวจวัดรังสี พร้อมประมวลผลข้อมูล

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาค้นคว้าทฤษฎี ข้อมูล และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษา ออกแบบ และสร้างระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงาน
3. ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมสำหรับลูกข่ายระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม ในการรับข้อมูลตรวจวัดจากระบบตรวจวัดรังสี การประมวลผลข้อมูลการตรวจวัดเพื่อรายงานผลการตรวจวัดและแจ้งเตือนเมื่อรังสีเกินเกณฑ์กำหนด และการส่งข้อมูลในรูปแบบข้อความสั้นผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่
4. ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมสำหรับแม่ข่ายระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม ในการนำข้อมูลในรูปแบบข้อความสั้นที่ส่งจากลูกข่ายเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม เพื่อบันทึกลงฐานข้อมูล และแสดงผลบนจอภาพคอมพิวเตอร์
5. ทดสอบการทำงานของระบบ
6. วิเคราะห์ สรุปผลการวิจัย และเขียนวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมที่สามารถทำงานเฝ้าระวังได้ต่อเนื่อง และสามารถแจ้งเตือนได้ทันทีเมื่อตรวจพบรังสีเกินเกณฑ์กำหนด โดยรับส่งข้อมูลการตรวจวัดกับข้อมูลแจ้งเตือนภัย ในรูปแบบข้อความสั้นผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่

1.6 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ปี 2534 M.K. Song and K.C. Tsui[1] ได้ทำการวิจัยเรื่อง Analysis of Environmental Gamma Dose-Rate Data Obtained in Hong Kong, 1987-1991 โดยได้วิจัยเกี่ยวกับการเฝ้าระวังทางรังสีระดับสิ่งแวดล้อมด้วยการเฝ้าระวังระดับรังสีแกมมาอย่างต่อเนื่อง จำนวน 4 สถานี ในประเทศฮ่องกง ตั้งแต่ปี 2530-2534 เพื่อให้ข้อมูลพื้นฐานทางรังสีแกมมาในการเฝ้าระวัง โดยใช้เทคนิคที่ถูกต้องสำหรับการเฝ้าระวังประกอบด้วย อุปกรณ์การตรวจวัด การเก็บข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล และการรายงานผล

2. ปี 2539 นายธนากร อรัญศิริ[2] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบเชื่อมโยงสัญญาณสำหรับการเฝ้าระวังทางรังสีโดยใช้เครือข่ายวิทยุสื่อสาร (DEVELOPMENT OF AN INTERFACING SYSTEM FOR RADIATION SURVILLANCE USING A RADIO COMMUNICATION NETWORK) โดยได้พัฒนาระบบรายงานข้อมูลวัดปริมาณรังสีแบบต่อเนื่องและอัตโนมัติจากเครื่องวัดปริมาณรังสีของสถานีเครือข่ายทั่วภูมิภาคของประเทศ และส่งสัญญาณเตือนเมื่อตรวจพบปริมาณรังสีที่ผิดปกติโดยอัตโนมัติ ผ่านเครือข่ายวิทยุสื่อสารเชื่อมโยงมายังสถานีแม่ข่ายที่ศูนย์ควบคุมปริมาณรังสีในสิ่งแวดล้อม

3. ปี 2541 นายธเนส ศิริไตรวัฒนาพร[3] ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบรับส่งข้อมูลด้วยแสงอินฟราเรดสำหรับอุปกรณ์นิวคลีออนิกส์ (Development of aninfrared-transceiving data system for nucleonic instruments) โดยได้พัฒนาระบบรับส่งข้อมูลด้วยแสงอินฟราเรดสำหรับอุปกรณ์นิวคลีออนิกส์ ที่สามารถลดอันตรายจากการปฏิบัติการทางรังสีเนื่องมาจากการใช้อุปกรณ์นิวคลีออนิกส์ที่มีการวัดและแสดงผลการวัดที่ตัวของอุปกรณ์เอง ทำให้ผู้ปฏิบัติงานไม่สะดวกและไม่ปลอดภัย เช่น การวัดรังสีในบริเวณที่มีความแรงรังสีสูง ทำให้ผู้ปฏิบัติงานหลีกเลี่ยงให้ห่างจากจุดที่ทำการวัดรังสีในระยะที่ปลอดภัยไม่ได้ และขณะเดียวกันกับการวัดนั้นจำเป็นจะต้องใช้เวลานาน ๆ ทำให้ไม่สะดวกในการอ่านผลที่ได้จากการวัดที่อุปกรณ์นิวคลีออนิกส์

บทที่ 2
แนวคิดและทฤษฎีระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่

2.1 การเฝ้าระวังรังสีแกมมา

การเฝ้าระวังรังสีแกมมาเป็นสิ่งต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพเพื่อความปลอดภัยของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม กล่าวคือ มีการเฝ้าระวังในบริเวณที่จะมีโอกาสได้รับผลกระทบทางรังสีจากรังสีแกมมาได้แก่ บริเวณสิ่งแวดล้อมที่มีแหล่งกำเนิดรังสีแกมมา บริเวณสถานปฏิบัติงานทางรังสีที่ใช้งานรังสีแกมมา และบริเวณที่มีโอกาสที่สารกัมมันตรังสีเคลื่อนที่ผ่าน จำเป็นต้องมีการเฝ้าระวังที่ต่อเนื่องครอบคลุมระยะเวลาที่มีโอกาสเกิดผลกระทบทางรังสีจากรังสีแกมมา มีการตรวจวัดรังสีแกมมาที่มีความถูกต้องแม่นยำ มีการรายงานผลการตรวจวัดรังสีแกมมาที่รวดเร็วและครอบคลุมหน่วยงานกำกับดูแลความปลอดภัย มีการแจ้งเตือนที่รวดเร็วเมื่อรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนด และมีการจัดเก็บข้อมูลการเฝ้าระวังรังสีแกมมาสำหรับติดตามประเมินแนวโน้มการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของรังสีแกมมาในบริเวณที่เฝ้าระวัง

2.1.1 แหล่งกำเนิดรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม

เพื่อการเฝ้าระวังรังสีให้ครอบคลุมบริเวณที่จะมีโอกาสได้รับผลกระทบทางรังสีจากรังสีแกมมา ต้องทราบถึงแหล่งกำเนิดรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม ซึ่งมี 2 แหล่ง คือ

1. แหล่งกำเนิดรังสีจากธรรมชาติ คือ พื้นดิน (Terrestrial Sources of Radiation) ในพื้นดินมีสารกัมมันตรังสีที่มีค่าครึ่งชีวิตยาว ปลดปล่อยรังสี และกำเนิดขึ้นมาพร้อมกับโลก ได้แก่ โปแตสเซียม-40, รูบิเดียม-87, ยูเรเนียม-238 และทอเรียม-232 โดยโปแตสเซียม-40 เป็นสารกัมมันตรังสีสำคัญในการปลดปล่อยรังสีแกมมาสู่สิ่งแวดล้อม สำหรับยูเรเนียมและทอเรียมเป็นสารกัมมันตรังสีที่ปลดปล่อยรังสีแกมมาสู่สิ่งแวดล้อมในระดับต่ำแต่เป็นต้นตอของสายกำเนิดสารกัมมันตรังสีอีกเป็นจำนวนมากที่มีการสลายตัวอย่างต่อเนื่องไปสิ้นสุดที่ไอโซโทปเสถียร เรียกว่า อนุกรม โดย 3 อนุกรม คือ อนุกรมทอเรียม อนุกรมยูเรเนียม และอนุกรมแอคติเนียม ซึ่งสารกัมมันตรังสีบางตัวในแต่ละอนุกรมจะปลดปล่อยรังสีแกมมาสู่สิ่งแวดล้อมด้วยดังมีรายระเอียดในตารางที่ 2.1-2.3 ดังนั้นบริเวณที่เป็นแหล่งกำเนิดรังสีแกมมาตามธรรมชาติจึงต้องมีการติดตามเฝ้า

ระวังแบบต่อเนื่องเพื่อไม่ให้มนุษย์ที่อาศัยบริเวณนั้นได้รับปริมาณรังสีที่มากพอที่จะทำให้เกิดอันตราย

ตารางที่ 2.1 สารกัมมันตรังสี สัญลักษณ์ ค่าครึ่งชีวิต และรังสีที่ปลดปล่อยในอนุกรมทอเรียม

Element	*Symbol*	*Half-life*	*Energy* (MeV) α	β	γ	*Percent* γ *occurrence*
90 thorium	^{232}Th	1.40×10^{10} y	4.00	—	0.06	23
88 radium	^{228}Ra	5.8 y	—	0.054	—	—
89 actinium	^{228}Ac	6.13 h	—	1.11	0.09	30
90 thorium	^{228}Th	1.91 y	5.43	—	0.08	28
88 radium	^{224}Ra	3.7 d	5.68	—	0.24	5
86 radon	^{220}Rn	55.6 s	6.29	—	—	—
84 polonium	^{216}Po	145 ms	6.78	—	—	—
82 lead	^{212}Pb	10.6 h	—	0.36	0.238	81
83 bismuth	^{212}Bi	60.6 m	6.05	2.20	0.04	17
84 polonium	^{212}Po	300 ns	8.78	—	—	—
81 thallium	^{208}Tl	3.1 m	—	1.79	2.62	100
82 lead	^{208}Pb			[*stable*]		

ตารางที่ 2.2 สารกัมมันตรังสี สัญลักษณ์ ค่าครึ่งชีวิต และรังสีที่ปลดปล่อยในอนุกรมยูเรเนียม

Element	*Symbol*	*Half-life*	*Energy* (MeV) α	β	γ	*Percent* γ *occurrence*
92 uranium	^{238}U	4.5×10^{9} y	4.2	—	0.048	23
90 thorium	^{234}Th	24.1 d	—	0.19	0.09	4
91 protoactinium	$^{234}Pa^{m}$	1.17 m	—	2.29	1.0	0.6
92 uranium	^{234}U	2.5×10^{5} y	4.8	—	0.05	28
90 thorium	^{230}Th	7.5×10^{4} y	4.8	—	0.068	24
88 radium	^{226}Ra	1600 y	4.8	—	0.186	4
86 radon	^{222}Rn	3.82 d	5.49	—	0.5	0.07
84 polonium	^{218}Po	3.05 m	6.00	—	—	—
82 lead	^{214}Pb	26.8 m	—	0.65	0.24	4
83 bismuth	^{214}Bi	19.9 m	5.5	1.5	0.61	47
84 polonium	^{214}Po	164 μs	7.7	—	0.8	0.014
82 lead	^{210}Pb	22.3 y	—	0.016	0.046	81
83 bismuth	^{210}Bi	5.0 d	—	1.16	—	—
84 polonium	^{210}Po	138 d	5.30	—	0.80	0.001
82 lead	^{206}Pb			[*stable*]		

ตารางที่ 2.3 สารกัมมันตรังสี สัญลักษณ์ ค่าครึ่งชีวิต และรังสีที่ปลดปล่อยในอนุกรมแอคติเนียม

Element	Symbol	Half-life	Energy (MeV) α	Energy (MeV) β	Energy (MeV) γ	Percent γ occurrence
92 uranium	^{238}U	4.5×10^9 y	4.2	—	0.048	23
90 thorium	^{234}Th	24.1 d	—	0.19	0.09	4
91 protoactinium	$^{234}Pa^m$	1.17 m	—	2.29	1.0	0.6
92 uranium	^{234}U	2.5×10^5 y	4.8	—	0.05	28
90 thorium	^{230}Th	7.5×10^4 y	4.8	—	0.068	24
88 radium	^{226}Ra	1600 y	4.8	—	0.186	4
86 radon	^{222}Rn	3.82 d	5.49	—	0.5	0.07
84 polonium	^{218}Po	3.05 m	6.00	—	—	—
82 lead	^{214}Pb	26.8 m	—	0.65	0.24	4
83 bismuth	^{214}Bi	19.9 m	5.5	1.5	0.61	47
84 polonium	^{214}Po	164 μs	7.7	—	0.8	0.014
82 lead	^{210}Pb	22.3 y	—	0.016	0.046	81
83 bismuth	^{210}Bi	5.0 d	—	1.16	—	—
84 polonium	^{210}Po	138 d	5.30	—	0.80	0.001
82 lead	^{206}Pb			[stable]		

2. แหล่งกำเนิดรังสีที่มนุษย์สร้างขึ้น ได้แก่ การใช้สารกัมมันตรังสีในทางการแพทย์ การใช้ในทางอุตสาหกรรม การทดลองอาวุธนิวเคลียร์ การผลิตพลังงานโดยนิวเคลียร์ กิจกรรมเหล่านี้ เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานทางรังสีและมนุษย์ที่อาศัยบริเวณใกล้เคียงได้รับปริมาณรังสีที่น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ต้องไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนด ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการเฝ้าระวังรังสีแกมมาและแหล่งกำเนิดรังสีขนาดใหญ่ที่มนุษย์สร้างขึ้นที่สำคัญซึ่งจะต้องการเฝ้าระวังและมีความรวดเร็วในการแจ้งเตือนเมื่อรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนด ได้แก่

- การเดินเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ เป็นการใช้ประโยชน์จากพลังงานที่เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบฟิชชัน ซึ่ง ฟิชชัน หมายถึง ปฏิกิริยาที่ทำให้นิวเคลียสแยกออกเป็นสองส่วนพร้อมปลดปล่อยอนุภาคนิวตรอน โดยการเดินเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ในโรงงานไฟฟ้านิวเคลียร์จะใช้วัสดุต้นกำลังนิวเคลียร์ คือ ยูเรเนียม-235 หรือ ยูเรเนียม-238 กลไกการเกิดปฏิกิริยา คือ

$$^{235}U + \text{neutron} \longrightarrow \text{fission product} + 2\text{-}3 \text{ neutron} + \text{energy}$$

ผลผลิตฟิชชัน (Fission Product) คือ ไอโซโทปกัมมันตรังสีที่เกิดขึ้นจากฟิชชัน ที่มีการสลายตัวต่อเนื่องไปจนกระทั่งเป็นไอโซโทปเสถียร และระหว่างการสลายตัวจะปลดปล่อยรังสีทั้งประเภทอนุภาคและคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาด้วย หากเกิดความผิดปกติของแท่งเชื้อเพลิงอาจมีไอโซโทปกัมมันตรังสีแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมและปลดปล่อยรังสีแกมมาจากการเดินเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ได้แก่ คริปตอน-85, ไอโอดีน-131, ซีนอน-131, และซีนอน-133 [4]

- การทดลองระเบิดนิวเคลียร์ เป็นการใช้ประโยชน์จากพลังงานที่เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบฟิชชันเช่นกัน แต่วัสดุต้นกำลังนิวเคลียร์ คือ พลูโตเนียม-239 ไอโซโทปกัมมันตรังสีที่แพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมและปลดปล่อยรังสีแกมมาจากการทดลองระเบิดนิวเคลียร์ได้แก่ สตรอนเชียม-89, เซอร์โครเมียม-95, รูบิเรียม-103, ไอโอดีน-131, ซีเซียม-137 และแบเรียม-140 [4]

- กระบวนการคืนสภาพเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ที่ใช้แล้ว คือ การนำเชื้อเพลิงนิวเคลียร์จากการเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์ที่ใช้แล้วมาเข้ากระบวนการคืนสภาพเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ ดังนั้นผลผลิตฟิชชันที่เป็นไอโซโทปกัมมันตรังสีที่แพร่กระจายสู่ชั้นบรรยากาศและปลดปล่อยรังสีแกมมาจากกระบวนการคืนสภาพเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ได้แก่ คริบตรอน-85, ไอโอดีน-131 และซีเซียม-137 และไอโซโทปกัมมันตรังสีที่แพร่กระจายสู่แหล่งน้ำ และปลดปล่อยรังสีแกมมาได้แก่ ซีเซียม-137 [4]

2.1.2 ระบบนิวคลีออนิกส์ที่ใช้ในการตรวจวัดรังสีแกมมา

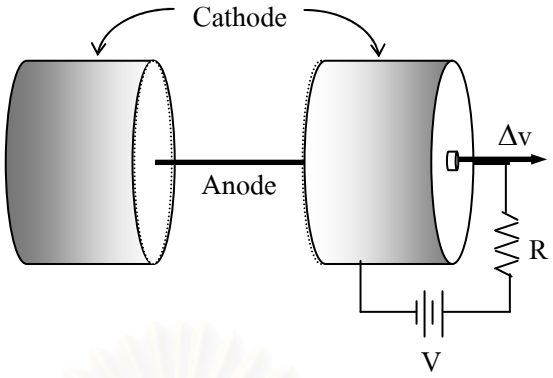
ระบบนิวคลีออนิกส์ (Nucleonic measuring system) มาจากคำว่า “นิวเคลียร์” และ “อิเล็กทรอนิกส์” หมายถึง ระบบวัดที่ประกอบด้วยเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ที่ใช้ในงานด้านนิวเคลียร์ โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ

ก. หัววัดรังสี (Detector)

หัววัดรังสี (Detector) ทำหน้าที่แปลงพลังงานนิวเคลียร์เป็นสัญญาณไฟฟ้าที่เหมาะกับระบบวัด สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. หัววัดรังสีแบบบรรจุก๊าซ (Gas-Filled Detectors)

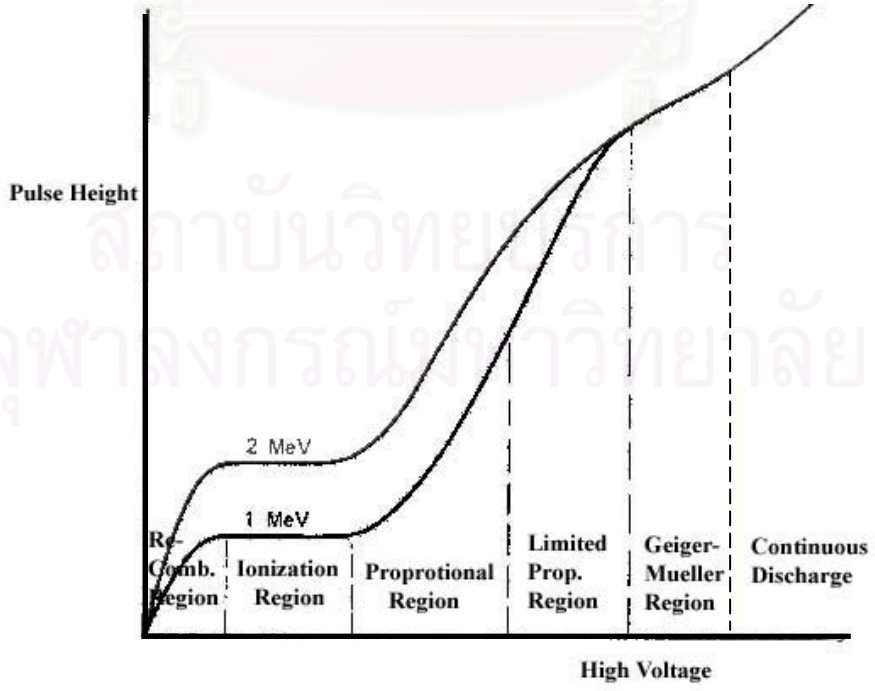
ภายในหัววัดรังสีจะมีก๊าซบรรจุอยู่และจะมีขั้วอิเลคโตรดสองขั้ว ขั้วบวกเรียกว่า อาโนด (Anode) อยู่ตรงกลางภายในหัววัดรังสี ขั้วลบ เรียกว่า แคโทด (Cathode) อยู่บริเวณผนังของหลอดหัววัดรังสี ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แผนภาพหัววัดรังสีชนิดบรรจุก๊าซ

เมื่อมีรังสีผ่านเข้ามาจะเกิดอันตรกิริยากับผนังของหัววัดรังสีหรือก๊าซภายในหัววัดรังสี ทำให้เกิดคู่ไอออน (ประจุบวกและประจุลบ) เมื่อให้ค่าความต่างศักย์กับหัววัดรังสี ประจุบวกจะเคลื่อนที่เข้าหาขั้วลบ ประจุลบจะเคลื่อนที่เข้าหาขั้วบวก ประจุจะถูกสะสมอยู่ที่ขั้วบวกซึ่งจะส่งผลให้ค่าความต่างศักย์เปลี่ยนแปลงภายในวงจร ความต่างศักย์ที่เปลี่ยนแปลงนี้จะถูกเปลี่ยนแปลงเป็นสัญญาณพัลส์ และสัญญาณพัลส์ที่เกิดขึ้นจะทำให้เกิดเป็นกระแสไหลอยู่ในวงจรภายนอกหัววัดรังสี เราสามารถตรวจวัดรังสีได้จากการวัดสัญญาณพัลส์หรือกระแสที่เกิดขึ้น

ขนาดของสัญญาณพัลส์ขึ้นอยู่กับปริมาณของรังสีที่เข้ามาในหัววัดรวมทั้งชนิดและพลังงานของรังสี นอกจากนี้ขนาดของสัญญาณพัลส์ยังขึ้นอยู่กับค่าความต่างศักย์ที่จ่ายให้กับหัววัดรังสี ซึ่งแสดง ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของพัลส์กับความต่างศักย์ที่ให้กับหัววัดรังสี

จากความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของพัลส์กับความต่างศักย์ที่ให้กับหัววัดรังสี สามารถแบ่งเป็นช่วงต่าง ๆ ได้ 6 ช่วง เรียงลำดับตามค่าความต่างศักย์ที่ให้กับหัววัดรังสี คือ

- ช่วงการรวมตัว (Recombination region) เกิดขึ้นเมื่อให้ค่าความต่างศักย์ต่ำกับหัววัดรังสี เมื่อมีรังสีเข้ามาในหัววัดรังสี ก๊าซในหัววัดรังสีจะเกิดการแตกตัวเป็นไอออนบวกและลบ แต่ไอออนที่เกิดจากการแตกตัวนั้นไม่สามารถเคลื่อนไปหาขั้วบวกและขั้วลบได้เนื่องจากความต่างศักย์ที่ให้กับหัววัดรังสีมีค่าต่ำมากทำให้คู่ไอออนมีพลังงานไม่มากพอในการเคลื่อนไปหาขั้วบวกและขั้วลบ และมีโอกาสรวมตัวกันค่อนข้างสูง ดังนั้นช่วงนี้จึงไม่ใช้ในการทำหัววัดรังสี
- ช่วงไอออไนเซชัน (Ionization region) เมื่อเพิ่มความต่างศักย์ให้กับหัววัดรังสีมากขึ้น ความต่างศักย์จะพอดีในการดึงไอออนบวกและลบที่เกิดจากรังสีไปสู่ขั้วบวกและลบ ค่ากระแสที่วัดได้จะเป็นสัดส่วนกับปริมาณรังสีที่เข้ามาในหัววัดรังสี ช่วงนี้ใช้ในการออกแบบหัววัดรังสีประเภท ไอออไนเซ ชันแชมเบอร์ (Ionization chamber) ซึ่งมักใช้วัดค่ากัมมันตภาพรังสีสำหรับงานเฉพาะ เช่น เครื่องวัดรังสีประจำตัวบุคคล (Personal dosimeter) และ สำหรับงานปรับเทียบมาตรฐาน (Standard dosimeter laboratory)
- ช่วงพรอพพอชันนอล (Proportional region) เมื่อเพิ่มค่าความต่างศักย์มากขึ้นกว่าช่วงไอออไนเซ ชัน ขนาดของสัญญาณพัลส์จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากความต่างศักย์ที่ใช้นั้นไม่เพียงแต่จะทำให้คู่ไอออนสามารถเคลื่อนเข้าสู่ขั้วไฟฟ้าได้ แต่มากพอที่จะทำให้เกิดคู่ไอออนทุติยภูมิ (Secondary electron) ซึ่งจะทำให้มีคู่ไอออนเกิดขึ้นมากมายที่เรียกว่า เกิดทวีปริมาณไอออนของก๊าซ (Gas multiplication) การแตกตัวของก๊าซเนื่องจากรังสีแต่ละครั้งจะปรากฏผลที่ชัดเจนและตรวจวัดได้ นอกจากนี้ขนาดของพัลส์ที่เกิดจากรังสีแอลฟาและบีตาจะมีความแตกต่างอย่างชัดเจน หัววัดรังสีที่ใช้ในช่วงนี้คือ พรอพพอชันนอลเคาท์เตอร์ (Proportional counter)
- ช่วงลิมิตพรอพพอ ชันนอล (Limited proportional region) เมื่อเพิ่มความต่างศักย์ขึ้นมากกว่าช่วงพรอพพอ ชันนอล จะมีการแตกตัวของก๊าซภายในหัววัดรังสีอย่างมากมายจนสัญญาณพัลส์ที่เกิดขึ้น ไม่เป็นสัดส่วนกับรังสีที่เข้ามาในหัววัดรังสี ดังนั้นช่วงนี้จึงไม่ใช้ในการทำหัววัดรังสี
- ช่วงไกเกอรมูลเลอร์ (Geiger-Mueller region) เป็นช่วงที่ให้ค่าความต่างศักย์ที่สูงมากกับหัววัดรังสีคู่ไอออนที่เกิดขึ้นจะทำให้เกิดการแตกตัวของก๊าซภายในหัววัดรังสีอย่างมากมายจนเกิดสัญญาณพัลส์ขนาดใหญ่ โดยสัญญาณพัลส์ที่เกิดขึ้นไม่ขึ้นกับชนิดและพลังงานของรังสีที่เข้ามาในหัววัดรังสี หัววัดรังสีที่ทำงานในช่วงนี้คือ ไกเกอร์มูลเลอร์เคาท์เตอร์ (Geiger-Mueller counter)

- ช่วงดีสชาร์ทต่อเนื่อง (Continuous discharge region) ถ้าเพิ่มความศักย์ให้มากขึ้นจากช่วงไกเกอร์มูลเลอร์จะเกิดการทวีปริมาณของไอออนของก๊าซสูงมากและต่อเนื่อง ช่วงนี้จึงไม่ใช้ในการทำหัววัดรังสี

จากความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของพัลส์กับความต่างศักย์ที่ให้กับหัววัดรังสีที่ได้กล่าวข้างต้นทำให้เราสามารถแบ่งชนิดของหัววัดรังสีที่บรรจุก๊าซออกเป็น 3 ประเภทตามความต่างศักย์ที่ให้กับหัววัดรังสี คือไอออไนเซ ชันแชมเบอร์ พรอพพอ ชันนอลเคาท์เตอร์ และไกเกอร์มูลเลอร์เคาท์เตอร์

2. หัววัดรังสีแบบสารเรืองรังสี (Scintillation detectors)

หัววัดรังสีแบบแสงเรืองรังสีอาศัยหลักการของการเรืองแสงของสารบางอย่าง (Phosphors) เมื่อรังสีเข้ามาในหัววัดรังสีแบบแสงเรืองรังสี รังสีจะถ่ายเทพลังงานให้กับอิเล็กตรอนที่อยู่ในชั้นที่มีพลังงานต่ำ คือ วาเลนซ์แบนด์ (Valence band) เคลื่อนที่ขึ้นไปสู่ในชั้นพลังงานที่สูงกว่า คือ คอนดักชันแบนด์ (Conduction band) อิเล็กตรอนไม่สามารถอยู่ในชั้นคอนดักชันแบนด์ได้จึงกลับลงมาสู่ในชั้น วาเลนซ์แบนด์แล้วคายพลังงานส่วนเกินออกมาในรูปของพลังงานแสง ความเข้มของแสงที่ปล่อยออกมาเป็นสัดส่วนกับพลังงานของรังสีที่เข้ามาในหัววัดรังสี

3. หัววัดรังสีแบบกึ่งตัวนำ (Semiconductor detectors)

หัววัดรังสีแบบกึ่งตัวนำนี้อาศัยหลักการนำไฟฟ้าในของแข็ง โดยนำวัสดุกึ่งตัวนำมาเจือปนด้วยสารบางอย่างเพื่อทำให้วัสดุนั้นมีคุณสมบัติเป็นสารกึ่งตัวนำลบ (n-type) หรือบวก (p-type) หลังจากนั้นนำวัสดุทั้งสองชนิดมาต่อกันเกิดรอยต่อ เมื่อให้ความต่างศักย์แบบรีเวิร์ส จะเกิดช่องว่างที่เรียกว่า Depletion Region เมื่อรังสีกระทบส่วนที่เป็นหัววัด รังสีจะทำให้สารกึ่งตัวนำเกิดไอออนไนซ์ ทำให้เกิดคู่ อิเล็กตรอนกับโฮล ซึ่งจะถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าที่มีขนาดเป็นสัดส่วนกับพลังงานของรังสี

ข. แหล่งจ่ายไฟฟ้าศักดาสูง (High voltage supply)

ทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับหัววัดรังสี โดยจะเปลี่ยนจากไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งสามารถปรับค่าได้ให้เหมาะกับหัววัดรังสีที่จะใช้งาน และจะต้องมีเสถียรภาพในการรักษาศักดาไฟฟ้าทางเอาท์พุทให้คงที่ โดยไม่เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ หรือการกระเพื่อมของศักดาไฟฟ้า

ค. อินทิกรัลดิสคริมิเนเตอร์ (Integral discriminator)

ทำหน้าที่คัดแยกสัญญาณที่ต่ำกว่าระดับดิสคริมิเนเตอร์ (Discrimination level) ออก ส่วนระดับสัญญาณที่อยู่ในระดับระดับดิสคริมิเนเตอร์หรือสูงกว่า จะถูกส่งไปยังวงจรโมโนสเตเบิล (Monostable multivibrator) เพื่อแปลงสัญญาณพัลส์ที่มีความกว้างประมาณ 0.5-1 ไมโครวินาที สำหรับส่งให้หน่วยนับและแสดง

ง. ดิฟเฟอเรนเชียล ดิสคริมิเนเตอร์ หรืออุปกรณ์วิเคราะห์แบบช่องเดียว (Integral discriminator)

ทำหน้าที่แยกระดับสัญญาณเฉพาะที่อยู่ช่องพลังงาน เพื่อส่งไปยังวงจรโมโนสเตเบิล เพื่อแปลงเป็นสัญญาณพัลส์ตามจำนวนนับของสัญญาณที่อยู่ในช่องพลังงาน เนื่องจากสามารถกำหนดขนาดช่องพลังงานได้ จึงทำให้สามารถจำแนกความสูงของสัญญาณที่เกิดจากระดับพลังงานต่าง ๆ ตามขนาดสเกลของดิสคริมิเนเตอร์ได้

จ. อุปกรณ์วิเคราะห์แบบหลายช่อง (Multi Channel Analyzer)

เครื่องวิเคราะห์สัญญาณแบบหลายช่องพลังงานนี้จะใช้กับหัววัดรังสีชนิดที่สามารถแยกพลังงานได้ สัญญาณพัลส์ที่ได้มีขนาดเป็นสัดส่วนกับพลังงานของรังสีที่เข้าไป การแสดงค่าของเครื่องวิเคราะห์สัญญาณแบบหลายช่องพลังงานนี้จะใช้ค่าหมายเลขช่อง (Channel number) แทนพลังงานของรังสีและจำนวนนับของพัลส์ในแต่ละช่องแทนจำนวนของรังสีที่เข้ามาในแต่ละช่องพลังงาน ซึ่งเรียกว่า สเปคโตรสโคปี (Spectroscopy)

ฉ. วงจรขยายสัญญาณหลัก (Amplifier)

ภาคขยายหลักเป็นส่วนที่รับสัญญาณพัลส์จากภาคขยายส่วนหน้า แล้วนำมาปรับแต่งรูปของสัญญาณ พร้อมทั้งขยายขนาดของสัญญาณให้เหมาะสมกับการนำไปวิเคราะห์ความสูง

ช. วงจรขยายสัญญาณส่วนหน้า (Preamplifier)

ภาคขยายส่วนหน้าทำหน้าที่สำคัญ 2 ประการคือ ขยายสัญญาณพัลส์ที่เกิดขึ้นจากส่วนของหัววัดรังสีให้มีขนาดใหญ่ขึ้น หน้าที่อีกประการหนึ่งคือ ทำหน้าที่ปรับความเหมาะสม ทำให้สัญญาณไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านสายไฟฟ้าไปโดยไม่เกิดการสูญหาย ขนาดและรูปร่างของสัญญาณพัลส์จะแตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของหัววัดรังสี โดยทั่วไปแล้วภาคขยายส่วนหน้าจะติดตั้งไว้ใกล้กับหัววัดรังสีมากที่สุดเพื่อลดการเพี้ยนของสัญญาณและลดการรบกวนของสัญญาณนอยส์ (Noise) ซึ่งหมายถึงสัญญาณใด ๆ ที่ไม่ได้เกิดขึ้นเนื่องจากการกระทำของรังสี สัญญาณนอยส์อาจเกิดขึ้นจากการสั่นสะเทือนของอุปกรณ์ในวงจร หรือเกิดจากอุปกรณ์ที่เป็นโลหะเมื่อเกิดความร้อนจะปล่อยอิเล็กตรอนออกมา ทำให้เกิดสัญญาณรบกวนสัญญาณที่เกิดขึ้นเนื่องจากรังสี

ซ. สเกลเลอร์ (Scaler)

เครื่องนับนี้เป็นอุปกรณ์ที่มักจะติดตั้งอยู่หลังวงจรคัดเลือกสัญญาณ ทำหน้าที่บันทึกจำนวนสัญญาณในช่วงเวลาที่แน่นอน หรือบันทึกเวลาแบบสะสมเพื่อให้ได้จำนวนสัญญาณที่ต้องการ

ฌ. เรตมิเตอร์ (Ratemeter)

ทำหน้าที่แสดงผลแบบค่าเฉลี่ยค่านับวัดรังสีกับเวลาที่ใช้วัดรังสี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1.3 การเฝ้าระวังรังสีแกมมาในของประเทศไทย

สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติเป็นหน่วยงานราชการหลักของประเทศไทย ทำหน้าที่กำกับดูแลความปลอดภัยทางด้านรังสี และมีหน้าที่ที่สำคัญในการเฝ้าระวังภัยทางรังสีต่อสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยของประชาชน ที่อาจเกิดขึ้นจากสถานปฏิบัติงานทางรังสีทั้งในและต่างประเทศ ในสภาวะการดำเนินงานปกติ หรือสภาวะเกิดอุบัติเหตุทางรังสี รวมทั้งเฝ้าระวังภัยทางรังสีซึ่งอาจเกิดขึ้นจากการทดลองระเบิดนิวเคลียร์ในต่างประเทศ

ระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม (Environmental Gamma Radiation Surveillance System) เป็นระบบตรวจวัดรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมแบบต่อเนื่องอัตโนมัติ ที่ใช้เฝ้าระวังผลกระทบทางรังสีจากรังสีแกมมาที่อาจเกิดขึ้นได้ทั้งจากภายในและต่างประเทศ โดยติดตั้งในสถานีเฝ้าระวังภัยทางรังสีในสิ่งแวดล้อมตามสถานปฏิบัติงานทางรังสีในประเทศที่สำคัญ และตามภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศ ระบบเฝ้าระวัง ฯ เป็นระบบวัดที่ใช้หัววัดรังสีแบบบรรจุด้วยก๊าซ (Gas-Filled detector) ชนิด Proportional counter ทำการวัดรังสีแกมมาเฉลี่ยในแต่ละชั่วโมง และบันทึกข้อมูลไว้ในหน่วยความจำของเครื่องวัด ส่งข้อมูลมายังศูนย์ข้อมูลเฝ้าตรวจกัมมันตภาพรังสีในสิ่งแวดล้อม สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ด้วยโมเด็มผ่านสายสัญญาณโทรศัพท์ เมื่อมีคำสั่งเรียกเก็บข้อมูลรายวันจากศูนย์ข้อมูลศูนย์ข้อมูลเฝ้าตรวจกัมมันตภาพรังสีในสิ่งแวดล้อม หรือเมื่อรังสีแกมมาผิดปกติ

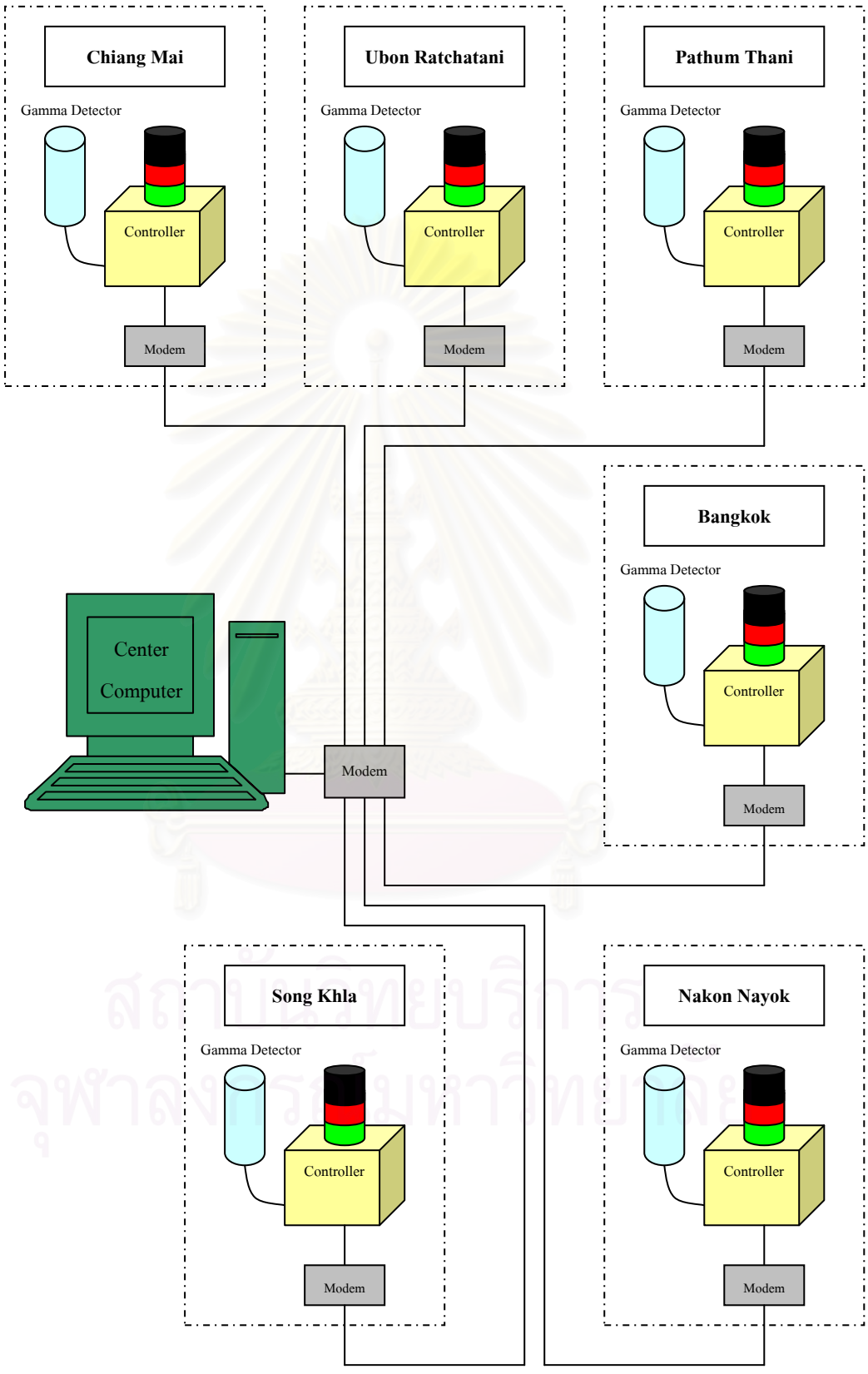
การเฝ้าระวังรังสีแกมมาประจำสถานปฏิบัติการทางรังสีขนาดใหญ่ในประเทศไทยที่อาจปลดปล่อยสารกัมมันตรังสีปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมในการดำเนินกิจกรรมทางรังสีปกติ หรือเมื่อเกิดอุบัติเหตุทางรังสี ได้แก่

1. สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ จังหวัดกรุงเทพ ฯ
2. สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ จังหวัดนครนายก
3. ศูนย์วิจัยและพัฒนาธาตุหายาก จังหวัดปทุมธานี

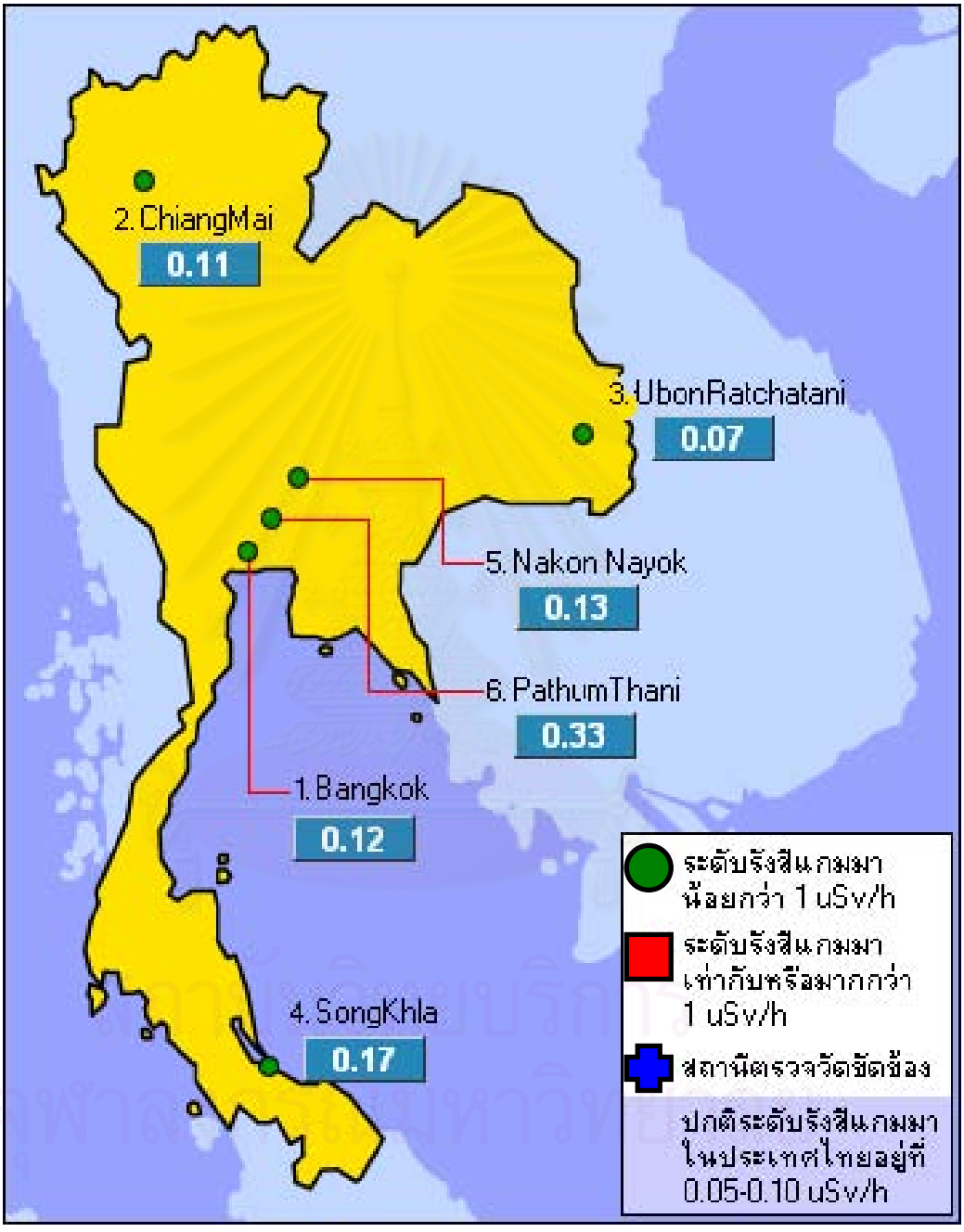
นอกจากการเฝ้าระวังรอบสถานปฏิบัติการทางรังสีแล้วจำเป็นต้องมีสถานีเฝ้าระวังภัยทางรังสีในสิ่งแวดล้อมตามภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศในการเฝ้าระวังการแพร่กระจายของสารกัมมันตรังสีในสิ่งแวดล้อมจากการดำเนินกิจกรรมทางรังสีของสถานปฏิบัติการทางรังสี และการทดลองอาวุธนิวเคลียร์ของต่างประเทศ ที่อาจเกิดผลกระทบทางรังสีต่อประเทศไทยโดยอาศัยข้อมูลแหล่งที่ตั้งของสถานปฏิบัติการทางรังสีในต่างประเทศ และทิศทางกระแสลมที่จะนำพาสารกัมมันตรังสีเข้าสู่ประเทศไทย โดยสถานีเฝ้าระวังภัยทางรังสีในสิ่งแวดล้อมตามภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศไทยที่ติดตั้งระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม ได้แก่

1. ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคเหนือ จังหวัดเชียงใหม่
2. ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ จังหวัดอุบลราชธานี

3. ศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคใต้ฝั่งตะวันออก จังหวัดสงขลา



รูปที่ 2.3 แผนภาพเครือข่ายการเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม



รูปที่ 2.4 แผนภาพตำแหน่งเครือข่ายการเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย

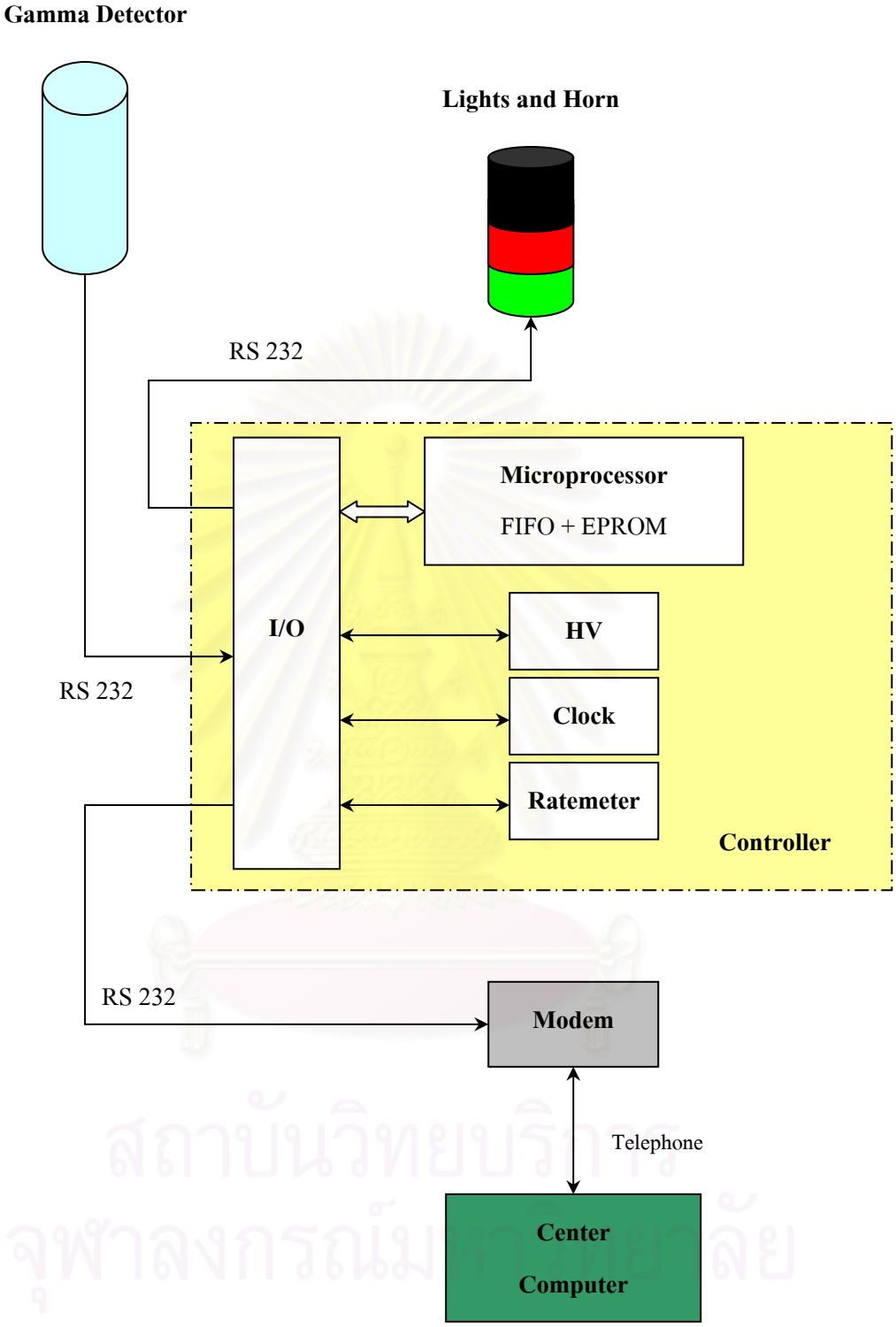
ระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมทำงานตรวจวัดรังสีแกมมาแบบอัตโนมัติต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง โดยจะทำงานเป็น 2 สภาวะ คือ สภาวะรังสีแกมมาปกติ และสภาวะรังสีแกมมาผิดปกติ

ในสภาวะรังสีแกมมาปกติ ระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมจะตรวจวัดรังสีแกมมาทุกช่วงเวลาที่ตั้งไว้ ซึ่งปกติจะกำหนดไว้ให้ทำการตรวจวัดทุก 10 นาที (ช่วงเวลาการตรวจวัดในแต่ละครั้งสามารถกำหนดได้โดยพิจารณาจากขนาดของหน่วยความจำของหน่วยควบคุมการตรวจวัดและช่วงเวลาในการเรียกเก็บข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ศูนย์เฝ้าตรวจกัมมันตภาพรังสีในสิ่งแวดล้อม) หลังจากทำการตรวจวัดในแต่ละครั้งหน่วยควบคุมการตรวจวัดจะทำการบันทึกข้อมูลในหน่วยความจำ เมื่อมีการเรียกเก็บข้อมูลตรวจวัดจากไมโครคอมพิวเตอร์ศูนย์เฝ้าตรวจกัมมันตภาพรังสีในสิ่งแวดล้อม หน่วยควบคุมการตรวจวัดจะคำนวณค่าการตรวจวัดเฉลี่ยเป็นรายชั่วโมงส่งให้ไมโครคอมพิวเตอร์ศูนย์ข้อมูลเฝ้าตรวจกัมมันตภาพรังสีในสิ่งแวดล้อม พร้อมลบข้อมูลตรวจวัดทั้งหมดในหน่วยความจำ แล้วเริ่มการตรวจวัดและบันทึกค่าใหม่

ในสภาวะรังสีแกมมาผิดปกติ หรือเกินเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมเชื่อมต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ศูนย์ข้อมูลเฝ้าตรวจกัมมันตภาพรังสีในสิ่งแวดล้อมทันทีแบบอัตโนมัติ และหากค่ารังสีแกมมาไม่มีการเปลี่ยนแปลงจะส่งข้อมูลการตรวจวัดทุก 10 นาที โดยไม่ตัดการเชื่อมต่อ จนกระทั่งเมื่อเจ้าหน้าที่ประจำสถานีเฝ้าระวังภัยทางรังสีกดปุ่มเพื่อยกเลิกการเชื่อมต่อ หรือเมื่อรังสีแกมมากลับมามีค่าต่ำกว่าเกณฑ์กำหนด

ระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมที่ประจำแต่ละสถานีเฝ้าระวังภัยทางรังสีในสิ่งแวดล้อมประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ คือ หัววัดรังสีแกมมา และหน่วยควบคุมการตรวจวัด

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.5 แผนภาพระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัววัดรังสีแกมมาในระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม รุ่น LB 6360-H10 ของบริษัท Berthold Technologies เป็นหัววัดรังสีประเภทบรรจุด้วยก๊าซ (Gas-Filled detector) ชนิด Proportional counter สามารถตรวจวัดรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมที่มีพลังงานระหว่าง 0.05-1.3 เมกกะอิเล็กตรอนโวลต์ ได้ตั้งแต่ระดับ 0.01 ถึง 500 ไมโครซีเวิร์ตโดยติดตั้งหัววัดรังสีไว้บนอาคารเพื่อตรวจวัดรังสีแกมมาจากฝุ่นกัมมันตรังสีที่เคลื่อนตัวอยู่ในชั้นบรรยากาศ

รูปที่ 2.6 หัววัดรังสีแกมมาระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม

หน่วยควบคุมการตรวจวัดในระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม รุ่น LB 111 ของบริษัท Berthold Technologies เป็น Microprocessor ความเร็ว 10 MHz หน่วยความจำแบบที่สามารถบันทึกข้อมูลตรวจวัดได้ 200 ค่า โดยหน่วยควบคุมการตรวจวัดทำหน้าที่

- ควบคุมการทำงานของหัววัดรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม
- กำหนดค่าตัวแปรต่าง ๆ ของหัววัด
- กำหนดช่วงเวลาการตรวจวัดในแต่ละครั้ง
- กำหนดค่าระดับรังสีแกมมาสำหรับเตือนภัย
- บันทึกข้อมูลการตรวจวัดลงหน่วยความจำ
- สื่อสารกับไมโครคอมพิวเตอร์ศูนย์ข้อมูลเฝ้าตรวจกัมมันตภาพรังสีในสิ่งแวดล้อมในการรายงานผลการตรวจวัด และแจ้งเตือนเมื่อรังสีแกมมาผิดปกติ

- แจ้งเตือนประชาชนที่อาศัยใกล้เคียงกับสถานีเฝ้าระวังภัยทางรังสีในรูปแบบสัญญาณไฟและสัญญาณสียง

รูปที่ 2.7 อุปกรณ์ควบคุมการตรวจวัดในระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2 การสื่อสารระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์และเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์

2.2.1 การสื่อสารโดยใช้สายสัญญาณ

การสื่อสารระหว่างเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์กับอุปกรณ์พ่วงในระยะใกล้ รวมทั้งการสื่อสารในระบบคอมพิวเตอร์ภายในเครือข่าย (Local Area Network, LAN) จะใช้การรับส่งสัญญาณผ่านสายสัญญาณ ทั้งในสัญญาณข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Data) และสัญญาณข้อมูลแบบขนาน (Parallel Data)

การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมเป็นการส่งข้อมูลครั้งละ 1 บิต ซึ่งแตกต่างกับการส่งข้อมูลแบบขนานที่สามารถส่งข้อมูลครั้งละหลาย ๆ บิตพร้อมกัน ส่งผลให้การส่งข้อมูลแบบอนุกรมมีความเร็วต่ำกว่าแบบขนาน แต่แบบอนุกรมมีข้อดีกว่าคือ สามารถส่งข้อมูลได้ระยะทางไกลกว่า และใช้สายสัญญาณน้อยกว่า

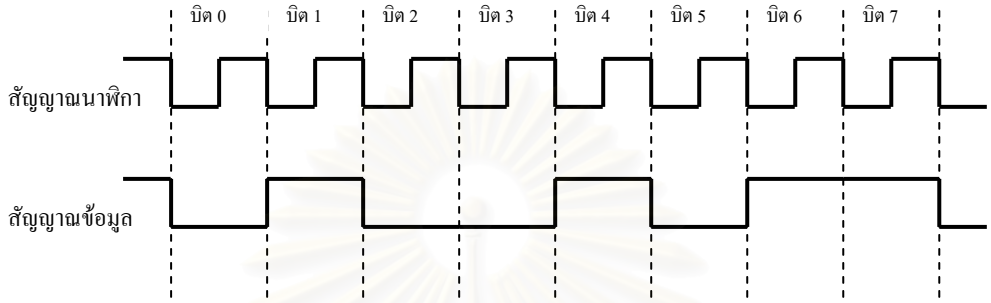
มาตรฐานการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมกำหนดขึ้นโดยสมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Industries Association, EIA) ในระยะแรกได้กำหนดมาตรฐานการส่งข้อมูลอันดับมาตรฐาน EIA (8) และต่อมาได้พัฒนาเป็นมาตรฐาน Recommended Stand (RS) ได้แก่ RS-449, RS-42 และ RS-232 เป็นต้น แต่ที่นิยมใช้กันมากคือ RS-232C

การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมสามารถแบ่งออกเป็น 3 แบบ ตามลักษณะทิศทางการรับส่งข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

1. การส่งข้อมูลทางเดียว (Simplex) เป็นการส่งข้อมูลได้อย่างเดียว หรือการสื่อสารแบบทางเดียว
2. การส่งและรับข้อมูลทีละทาง (Half-Duplex) เป็นการส่งข้อมูลและรับข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ด้านส่งและอุปกรณ์ด้านรับ แต่ไม่สามารถทำการส่งและรับข้อมูลได้ในเวลาเดียวกัน
3. การส่งและรับข้อมูลสวนทางกัน (Full-Duplex) เป็นการส่งและรับข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ด้านส่งและอุปกรณ์ด้านรับได้ในเวลาเดียวกัน

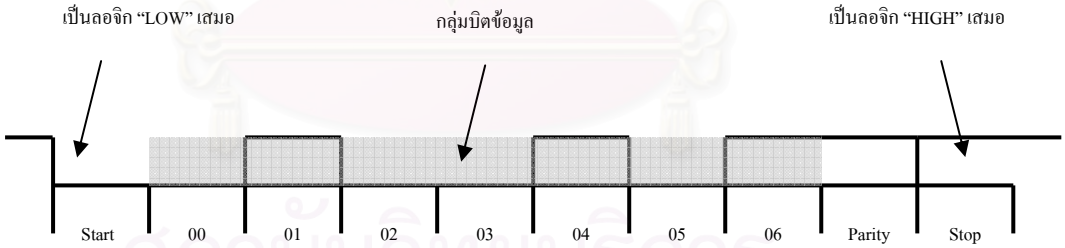
นอกจากนี้สามารถแบ่งการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมตามลักษณะสัญญาณในการส่งได้อีก 2 แบบ คือ

1. แบบซิงโครนัส (Synchronous) เป็นการสื่อสารแบบใช้สัญญาณนาฬิกาควบคุมการรับส่งสัญญาณ จึงต้องมีสายสัญญาณเส้นหนึ่งเป็นสายสัญญาณนาฬิกา



รูปที่ 2.8 ลักษณะสัญญาณแบบซิงโครนัส

2. แบบอะซิงโครนัส (Asynchronous) เป็นการสื่อสารแบบสายสัญญาณที่ใช้รูปแบบการส่งข้อมูล (Bit Pattern) เป็นตัวกำหนดว่าส่วนใดจะเริ่มต้นข้อมูล ส่วนใดเป็นตัวข้อมูล ส่วนใดเป็นส่วนตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และส่วนใดปิดท้ายข้อมูล



รูปที่ 2.9 ลักษณะสัญญาณแบบอะซิงโครนัส

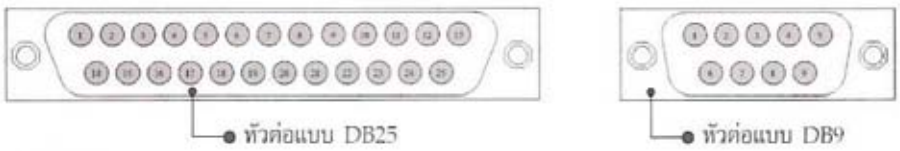
โครงสร้างของข้อมูลที่ส่งแบบอะซิงโครนัสมีลักษณะเป็นบล็อกหรือเฟรมดังแสดงในรูปที่ 2.9 ซึ่งแต่ละบล็อกประกอบด้วย บิตเริ่มต้น (Start Bit) ส่วนของบิตข้อมูล และบิตสิ้นสุดข้อมูล (Stop Bit) โดยบิตเริ่มต้นแสดงถึงการเริ่มต้นของกลุ่มข้อมูล แล้วตามด้วยส่วนของกลุ่มข้อมูล บางกรณีอาจมีการเพิ่มบิตพาริตี้ (Parity Bit) เพื่อใช้ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล และสุดท้ายจะเป็นบิตสิ้นสุดข้อมูล รูปแบบของบิตขณะที่ยังไม่ทำการส่งข้อมูลสัญญาณในสายจะมีค่าเป็นลอกจิก "HIGH" หรือเรียกว่า "Marking State" การเริ่มต้นของการส่งข้อมูลเริ่มจากเปลี่ยนสัญญาณ

ลอจิก “HIGH” เป็น “LOW” ขนาด 1 บิต เรียกว่า บิตเริ่มต้น หลังจากบิตเริ่มต้นเป็นกลุ่มบิตข้อมูลที่อาจมีจำนวน 5, 6, 7 และ 8 บิต ที่นิยมใช้คือ 7 หรือ 8 บิต หลังจากบิตกลุ่มข้อมูลคือบิตพาริตี้ที่ใช้ในการตรวจสอบว่ากลุ่มบิตข้อมูลที่อุปกรณ์ด้านรับรับเข้ามาเกิดความผิดพลาดหรือไม่ โดยอุปกรณ์ด้านรับจะนำเอาบิตข้อมูลทั้งหมดรวมกันเพื่อตรวจสอบค่าว่าตรงกับพาริตี้บิตหรือไม่ ถ้าค่าตรงกันแสดงว่าข้อมูลที่รับเข้ามาถูกต้อง ผู้ใช้สามารถกำหนดบิตพาริตี้ให้มีลักษณะเป็นคู่ (Even) บิตคี่ (Odd) หรือไม่สนใจ (Non) ขึ้นอยู่กับความต้องการของระบบรับส่งข้อมูล หลังจากบิตพาริตี้ สัญญาณในสายจะถูกเปลี่ยนให้กลับมาสู่ลอกจิก “HIGH” ที่มีขนาด 1 หรือ 2 บิต เป็นบิตสิ้นสุดข้อมูล

หัวต่อ (Connector) ที่ใช้ในการส่งข้อมูลแบบอนุกรมที่มีการสื่อสารแบบอะซิงโครนัส เป็นหัวต่อแบบ D-Type ซึ่งมี 2 แบบ คือ แบบ 9 ขา (DB) และแบบ 25 ขา (DB25) แต่ละขาคือสายส่งสัญญาณ ซึ่งสายสัญญาณมีรายละเอียดดังนี้

1. Transmit Data (TD) เป็นสายส่งข้อมูลสัญญาณออก
2. Receive Data (RD) เป็นสายรับข้อมูลสัญญาณเข้า
3. Request to Send (RTS) เป็นสายส่งสัญญาณให้อุปกรณ์ด้านรับส่งข้อมูลกลับมา
4. Clear to Send (CTS) เป็นสายตรวจสอบว่าอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อพร้อมที่จะรับข้อมูลหรือไม่ โดยจะคอยรับสัญญาณจากสาย RTS ของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ
5. Data Set Ready (DSR) เป็นสายตรวจสอบการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ด้านส่งและรับข้อมูล โดยจะใช้กับสาย DTR ของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ
6. Data Terminal Ready (DTR) เป็นสายส่งสัญญาณให้อุปกรณ์ที่เชื่อมต่อทราบว่าต้องการติดต่อกับสาย DSR ของอุปกรณ์เชื่อมต่อกับสาย DTR นี้
7. Carrier Detect (CD) เป็นสายสัญญาณที่จะ Active เมื่อมีการส่งสัญญาณ Carrier จากโมเด็ม
8. Ring Indicator (RI) เป็นสายสัญญาณที่จะ Active เมื่อโมเด็มได้รับสัญญาณเรียกเข้าจากสายโทรศัพท์
9. Signal Ground (SG) เป็นสายกราวด์ของสัญญาณอุปกรณ์ด้านส่งและรับ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.10 หัวต่อแบบ DB25 และ DB9

ตารางที่ 2.4 สายสัญญาณในขาต่อแบบ DB25 และ DB9

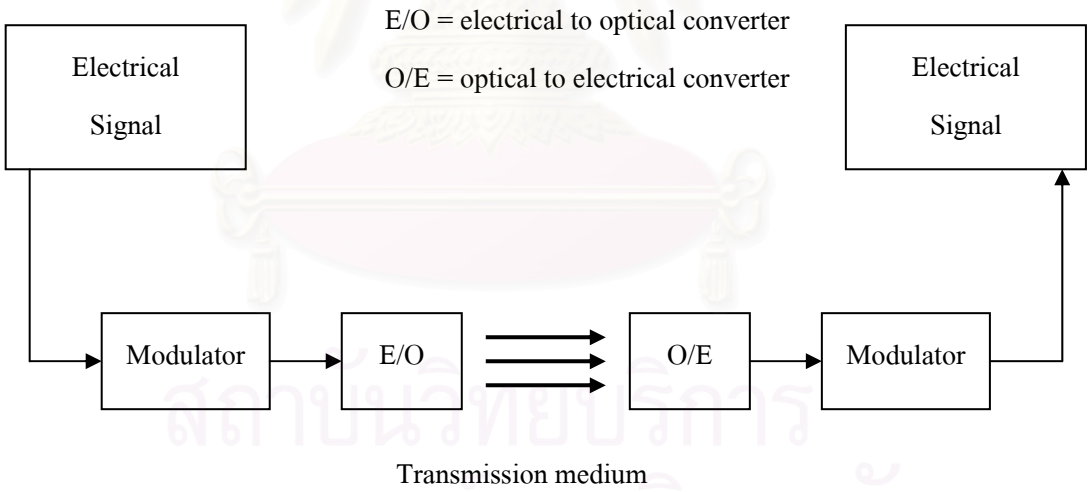
หัวต่อ DB25	**หัวต่อ DB9**	**สายสัญญาณ**
ขา 2	ขา 3	Transmit Data
ขา 3	ขา 2	Receive Data
ขา 4	ขา 7	Request to Send
ขา 5	ขา 8	Clear to Send
ขา 6	ขา 6	Data Set Ready
ขา 7	ขา 5	Signal Ground
ขา 8	ขา 1	Carrier Detect
ขา 20	ขา 4	Data Terminal Ready
ขา 22	ขา 9	Ring Indicator

อัตราเร็วในการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมที่มีการสื่อสารแบบอะซิงโครนัส ของอุปกรณ์ด้านรับและส่งข้อมูลจะต้องมีอัตราเร็วเท่ากัน โดยอัตราเร็วในการสื่อสารแบบอะซิงโครนัสคือค่าบอดเรต (Baud rate) มีหน่วยเป็นบิตต่อวินาที ซึ่งค่าอัตราเร็วในการส่งข้อมูลมาตรฐาน RS-232 คือ 110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600 และ 19200 บิตต่อวินาที

2.2.2 การสื่อสารโดยใช้แสงอินฟราเรด

ก. การสื่อสารโดยใช้แสง

แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่สูงมากในหลัก 10^{14} Hz ในขณะที่คลื่นพาห์สูงสุดที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันอยู่ในหลัก 10^{10} Hz เท่านั้น การที่คลื่นพาห์สูงขึ้นจะทำให้มีโอกาสที่จะได้แบนด์วิดท์ในการส่งสัญญาณกว้างขึ้น เท่ากับเป็นการเพิ่มความสามารถในการส่งข้อมูลให้มีปริมาณมากขึ้นในช่วงเวลาที่เท่ากัน เนื่องจากความถี่ที่สูงขนาดความถี่แสงเป็นความถี่ที่สูงมาก และสูงเกินกว่าที่วงจร อิเล็กทรอนิกส์จะติดตามการเปลี่ยนแปลงได้ทัน เพราะฉะนั้นในระบบส่งและรับสัญญาณจึงอาศัยการเปลี่ยนความเข้มของแสงเป็นส่วนใหญ่ โดยด้านส่งจะมีอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นสัญญาณแสง และทางด้านรับจะมีอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนสัญญาณแสงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า ดังที่แสดงไว้ในรูปที่ 2.11 สำหรับตัวกลางที่อยู่ระหว่างอุปกรณ์ด้านส่งและรับแสงนั้นอาจเป็นบรรยากาศธรรมดา สายออปติคอลไฟเบอร์ หรือระบบเลนส์ โดยตัวกลางที่ใช้ในการนำแสงที่ดีที่สุด คือสายออปติคอลไฟเบอร์ รองลงมาคือบรรยากาศที่เป็นวิธีที่ง่าย สะดวก และราคาต่ำ



รูปที่ 2.11 ระบบการสื่อสารโดยใช้แสง

แหล่งกำเนิดแสงและอุปกรณ์รับแสง (Optical light source and optical detector) คืออุปกรณ์หลักในระบบการสื่อสารโดยใช้แสง ซึ่งความสามารถของอุปกรณ์ทั้งสองนี้จะเกี่ยวข้องโดยตรงกับความสามารถของระบบสื่อสาร ในเรื่องนี้จะกล่าวถึงคุณสมบัติที่จำเป็นและชนิดของอุปกรณ์ที่ใช้งานในปัจจุบัน

ข. การรับส่งข้อมูลด้วยแสงอินฟราเรด

การรับส่งข้อมูลด้วยแสงอินฟราเรด คือ การรับส่งข้อมูลด้วยแสงในระยะสั้นแบบสองทางอุปกรณ์ต่ออุปกรณ์ โดยอุปกรณ์รับส่งข้อมูลด้วยแสงอินฟราเรดเป็นทั้งแหล่งกำเนิดแสงและอุปกรณ์รับแสง

การรับส่งข้อมูลด้วยแสงอินฟราเรดพัฒนาโดยกลุ่มนักพัฒนาจากอุตสาหกรรมคอมพิวเตอร์และการสื่อสาร ที่ไม่หวังผลกำไร ดังนั้นจึงเรียกมาตรฐานการรับส่งข้อมูลนี้ว่า “IrDA” ที่ย่อมาจาก Infrared Data Association [8] เพื่อเป็นมาตรฐานสากลให้อุปกรณ์ต่าง ๆ สามารถใช้งานร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีสองมาตรฐานคือ

1. IrDA-Data เป็นการสื่อสารเพื่อรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์สองอุปกรณ์ เช่น คอมพิวเตอร์กับคอมพิวเตอร์
2. IrDA-Control เป็นการสื่อสารเพื่อควบคุมอุปกรณ์ภายนอก เช่น คีย์บอร์ดควบคุมการทำงานของคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานเครื่องพิมพ์คอมพิวเตอร์ หรือจอยสติกควบคุมการทำงานของเกมคอนโซล

คุณสมบัติการทำงานของการรับส่งข้อมูลด้วยแสงอินฟราเรดตามมาตรฐาน IrDA มีรายละเอียดดังนี้ [9]

1. ทำงานกับระบบปฏิบัติการไมโครคอมพิวเตอร์ตั้งแต่ Window 95 ขึ้นไป
2. ระยะระหว่างอุปกรณ์ที่สามารถทำงานได้ 1 - 100 เซนติเมตร
3. ความเร็วในการรับส่งข้อมูล 9,600 - 4,000,000 ไบต์ต่อวินาที
4. ทำงานได้ในอุณหภูมิ 0 - 70 องศาเซลเซียส

คุณสมบัติข้อดีของการรับการรับส่งข้อมูลด้วยแสงอินฟราเรดตามมาตรฐาน IrDA มีรายละเอียดดังนี้ [8]

1. ใช้งานกับอุปกรณ์ทั่วไปได้ตามมาตรฐานสากล
2. ใช้งานง่าย สะดวก และรวดเร็ว
3. มีค่าใช้จ่ายถูกเมื่อเทียบการรับส่งข้อมูลแบบอื่น
4. รับส่งข้อมูลได้ถูกต้องและความเร็วสูง
5. มีความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม
6. ใช้งานขณะโดยสารบนเครื่องบินได้ ซึ่งจะไม่รบกวนอุปกรณ์การสื่อสารของเครื่องบิน
7. ไม่ต้องใช้สายสัญญาณ

8. สามารถเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับคอมพิวเตอร์ได้
9. มีการสนับสนุนการใช้งานหรือบรรจุอยู่ในโปรแกรมระบบปฏิบัติการของไมโครคอมพิวเตอร์
10. มีความปลอดภัยในการรับส่งข้อมูลเนื่องจากเป็นการสื่อสารสองทางเพียงแค่อุปกรณ์กับอุปกรณ์ ไม่สามารถนำอุปกรณ์อื่นมาเชื่อมต่อได้
11. มีการรักษาไฟล์ข้อมูลหากการเชื่อมต่อขัดข้อง เมื่อใช้งานด้วยโปรแกรมระบบปฏิบัติการของไมโครคอมพิวเตอร์แบบ Microsoft Windows

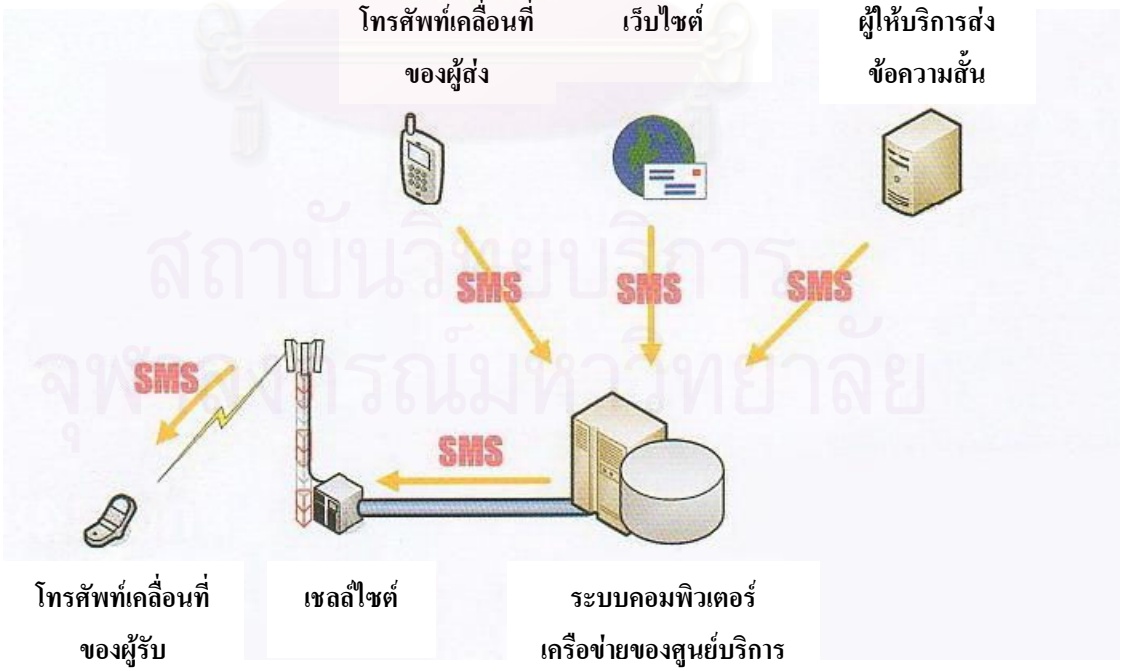
รูปที่ 2.12 โทรศัพท์เคลื่อนที่

รูปที่ 2.13 พอร์ตอินฟราเรดของโทรศัพท์เคลื่อนที่

2.3 การส่งข้อความสั้นด้วยโทรศัพท์เคลื่อนที่

การรับส่งข้อมูลโดยใช้เครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่นอกจากจะส่งสัญญาณเสียงสนทนาแบบ สัญญาณอนาลอก (Analog Signal) ยังมีการส่งข้อมูลแบบสัญญาณดิจิตอล (Digital Signal) คือ Short Message Service (SMS) Enhance Data rate for Global Evolution (EDGE) และ General Packet Radio Service (GPRS)

บริการข้อความสั้น หรือการรับส่งข้อมูลแบบข้อความสั้น[6] คือ บริการเสริมที่ไม่ใช้เสียง (Non Voice Service) เป็นการรับส่งข้อมูลในรูปชุดตัวอักษรหรือข้อความขนาดสั้นไม่เกิน 160 อักษร โดยผู้ส่ง ได้แก่โทรศัพท์เคลื่อนที่ เว็บไซต์ และผู้ให้บริการส่งข้อความสั้น ส่งตัวอักษรในแบบข้อมูลเลขฐานสอง ไปรวบรวมที่ระบบคอมพิวเตอร์เครือข่ายของศูนย์บริการรับส่งข้อความสั้นแล้วส่งต่อไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้รับ ทั้งนี้การส่งข้อความสั้นเมื่อผู้รับปิดโทรศัพท์ หรืออยู่นอกพื้นที่สัญญาณโทรศัพท์ ระบบคอมพิวเตอร์เครือข่าย ฯ จะเก็บรักษาข้อมูลไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และทันทีที่ระบบคอมพิวเตอร์เครือข่ายของศูนย์บริการ ฯ ตรวจพบผู้รับเปิดการทำงานของโทรศัพท์เคลื่อนที่ หรือกลับเข้ามาในพื้นที่สัญญาณโทรศัพท์ ระบบคอมพิวเตอร์เครือข่ายของศูนย์บริการ ฯ ก็จะส่งข้อความสั้นไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้รับทันที หรือในกรณีที่โทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้รับไม่มีหน่วยความจำเพียงพอสำหรับเก็บข้อความสั้น เมื่อผู้รับลบข้อความสั้นในหน่วยความจำของโทรศัพท์เคลื่อนที่ ระบบคอมพิวเตอร์เครือข่ายของศูนย์บริการ ฯ ก็จะทำการส่งข้อความสั้นทันที



รูปที่ 2.14 การส่งข้อมูลแบบข้อความในเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่

คุณสมบัติข้อดีของการรับส่งข้อมูลแบบข้อความสั้น

1. ใช้งานได้แพร่หลาย เนื่องจากการรับส่งข้อมูลในรูปแบบข้อความสั้นด้วยโทรศัพท์เคลื่อนที่มีใช้งานทั่วไป และทุกเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนมีบริการชนิดนี้
2. ใช้งานได้ง่าน สะดวก และรวดเร็ว
3. ไม่ต้องใช้สายสัญญาณ
4. ใช้เพียงโทรศัพท์เคลื่อนที่ในการรับส่งข้อมูล
5. มีค่าใช้จ่ายในการรับส่งข้อมูลต่ำ
6. รับส่งข้อมูลระหว่างประเทศได้
7. มีการเก็บรักษาข้อมูลหากโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้รับไม่สามารถรับข้อมูลได้ โดยระบบคอมพิวเตอร์เครือข่ายของศูนย์บริการรับส่งข้อความสั้นแต่เก็บรักษาไว้ไม่เกิน 24 ชั่วโมง
8. สามารถส่งข้อมูลชนิดเดียวกันให้ผู้รับได้มากกว่า 1 ผู้รับ ทั้งแบบส่งทีละครั้งให้แต่ละผู้รับ หรือส่งในครั้งเดียวให้กลุ่มผู้รับที่กำหนดไว้
9. สามารถใช้หน่วยความจำหลากหลายในการเก็บข้อมูล เช่น ซิมการ์ดหน่วยความจำในตัวเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ หรือการ์ดหน่วยความจำภายนอก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3
การพัฒนาระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. หัววัดไกเกอร์มูลเลอร์ ของบริษัท Ludlum รุ่น 44-7
2. เครื่องสเกลเลอร์/เรตมิเตอร์ (Scaler ratemeter) ของบริษัท Ludlum รุ่น 2200
3. ไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีพอร์ตอนุกรมและพอร์ตอินฟราเรด
4. โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีพอร์ตอินฟราเรด ของบริษัทซัมซุงรุ่น X-200
5. โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีพอร์ตอินฟราเรด ของบริษัทโนเกียรุ่น 8250
6. ต้นกำเนิดรังสีมาตรฐานซีเซียม-137 ความแรงรังสี 1.85 เมกกะเบ็กเคอเรล

3.2 การออกแบบระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่

ระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่พัฒนานั้นมีรายละเอียดดังนี้

1. ส่วนประกอบที่สำคัญมี 2 ส่วน คือ สถานีลูกข่ายระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมและสถานีแม่ข่ายระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม ทำงานร่วมกันเป็นระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ดังแสดงในรูปที่ 3.1

2. สถานีลูกข่าย ฯ สามารถตรวจวัดจำนวนนับรังสีแกมมา รายงานจำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมง และแจ้งเตือนเมื่อมีจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนด ไปยังสถานีแม่ข่าย ฯ ในรูปแบบข้อความสั้นผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่

3. สถานีลูกข่าย ฯ สามารถแจ้งเตือนเมื่อมีจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนดให้กับโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้รับผิดชอบในการเฝ้าระวัง

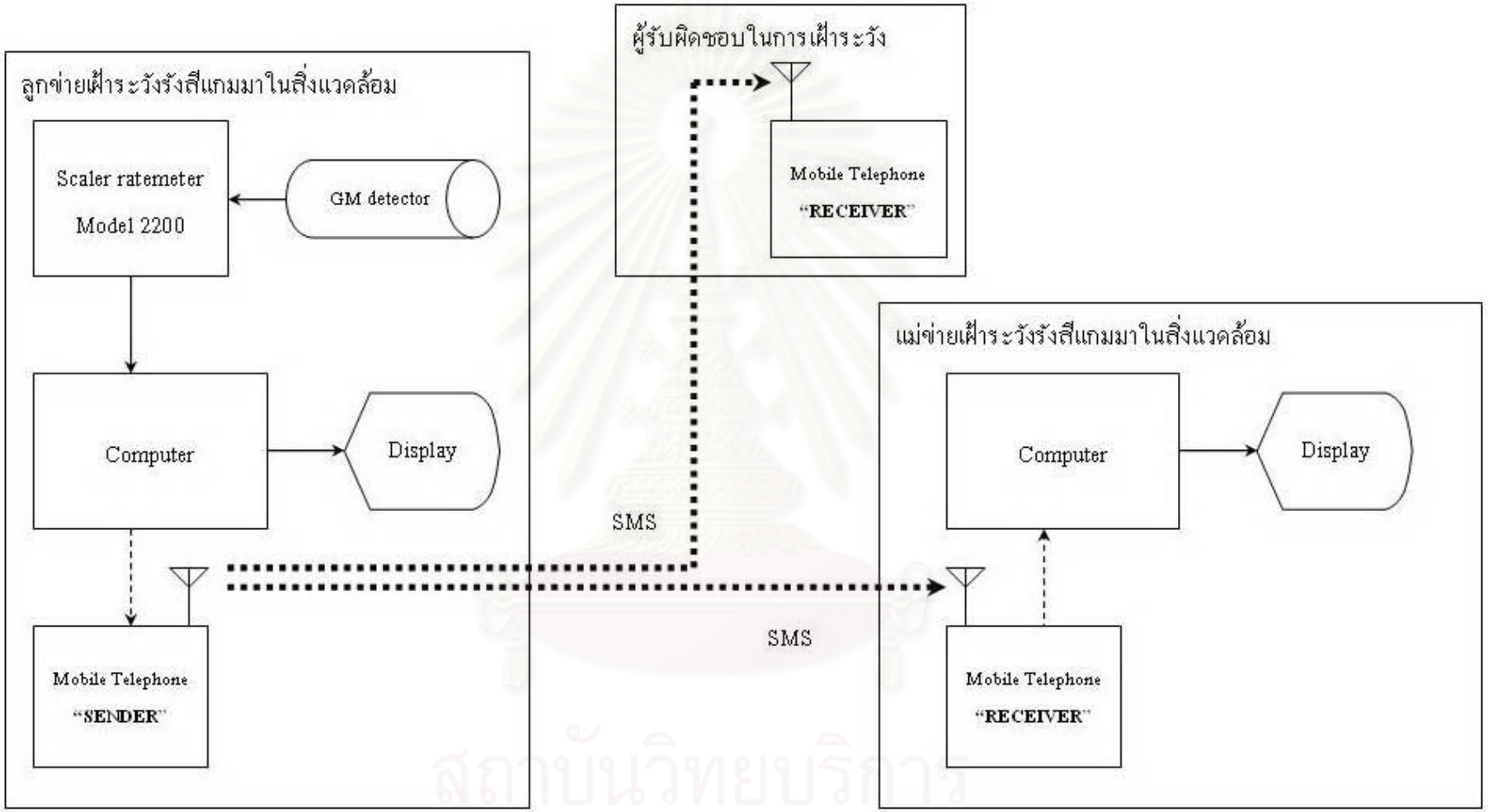
4. สถานีแม่ข่าย ฯ ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางเครือข่ายเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม ในการรวบรวมจำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมง และจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนด ของแต่ละสถานีลูกข่าย ฯ

5. สถานีลูกข่าย ฯ มีระบบฐานข้อมูลที่สามารถจัดเก็บข้อมูลจำนวนนับรังสีแกมมา จำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมง และจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนด

6. สถานีแม่ข่าย ฯ มีระบบฐานข้อมูลที่สามารถจัดเก็บข้อมูลจำนวนนับรังสีแกมมา เฉลี่ยรายชั่วโมง และจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนด

7. สถานีลูกข่าย ฯ และแม่ข่าย ฯ สามารถแสดงผลการทำงานผ่านทางหน้าจอไมโครคอมพิวเตอร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



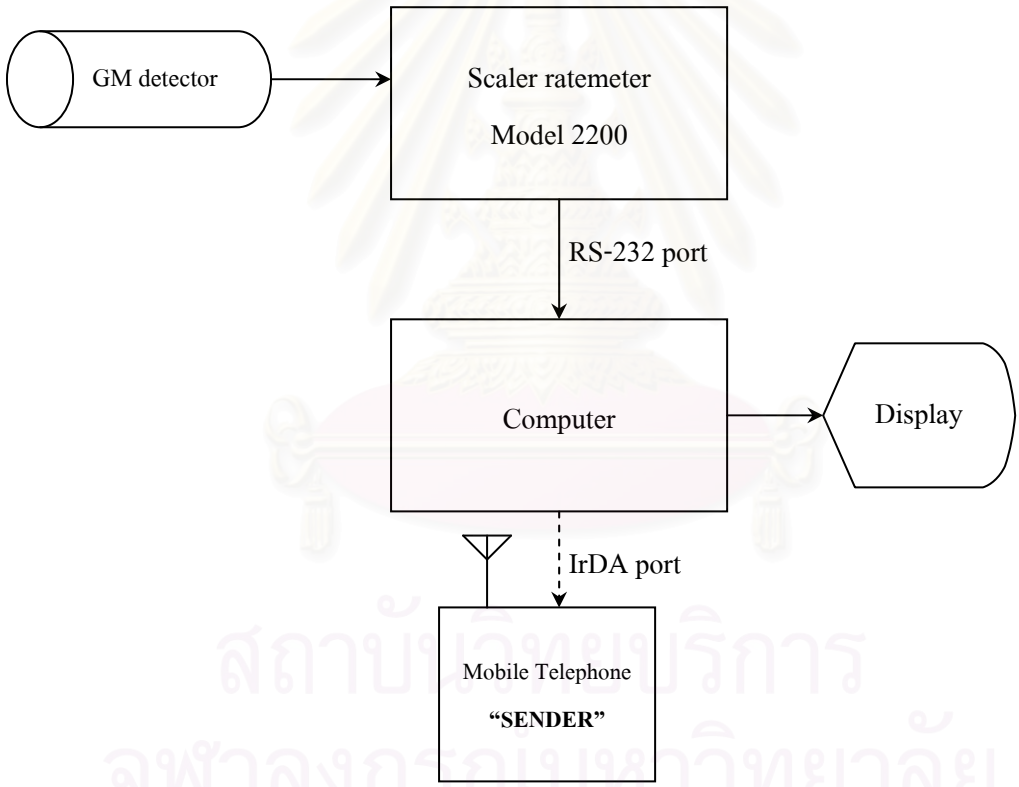
รูปที่ 3.1 แผนภาพการทำงานของระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.2 แผนภาพจำลองการทำงานระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ในการเฝ้าระวังรังสีแกมมาของประเทศไทย

3.2.1 สถานีลูกข่ายระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม

สถานีลูกข่ายระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นนี้เลือกใช้หัววัดรังสีไกเกอร์มูลเลอร์ ของบริษัท Ludlum รุ่น 44-7 (รายละเอียดภาคผนวก ก) เครื่องสเกลเลอร์/เรตมิเตอร์ ของบริษัท Ludlum รุ่น 2200 (รายละเอียดภาคผนวก ข) โทรศัพท์เคลื่อนที่พร้อมพอร์ตอินฟราเรด ของบริษัทซัมซุง รุ่น X-200 (รายละเอียดภาคผนวก ค) และไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีพอร์ตอนุกรมและพอร์ตอินฟราเรด โดยมีโปรแกรมควบคุมการทำงานที่เขียนด้วยภาษาเบสิก Microsoft Visual Basic 6.0 และใช้โปรแกรมฐานข้อมูล Microsoft Access 2003 สำหรับจัดเก็บข้อมูลจำนวนนับรังสีแกมมา จำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมง และจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนด ซึ่งสถานีลูกข่าย ฯ มีรายละเอียดในรูปที่ 3.3

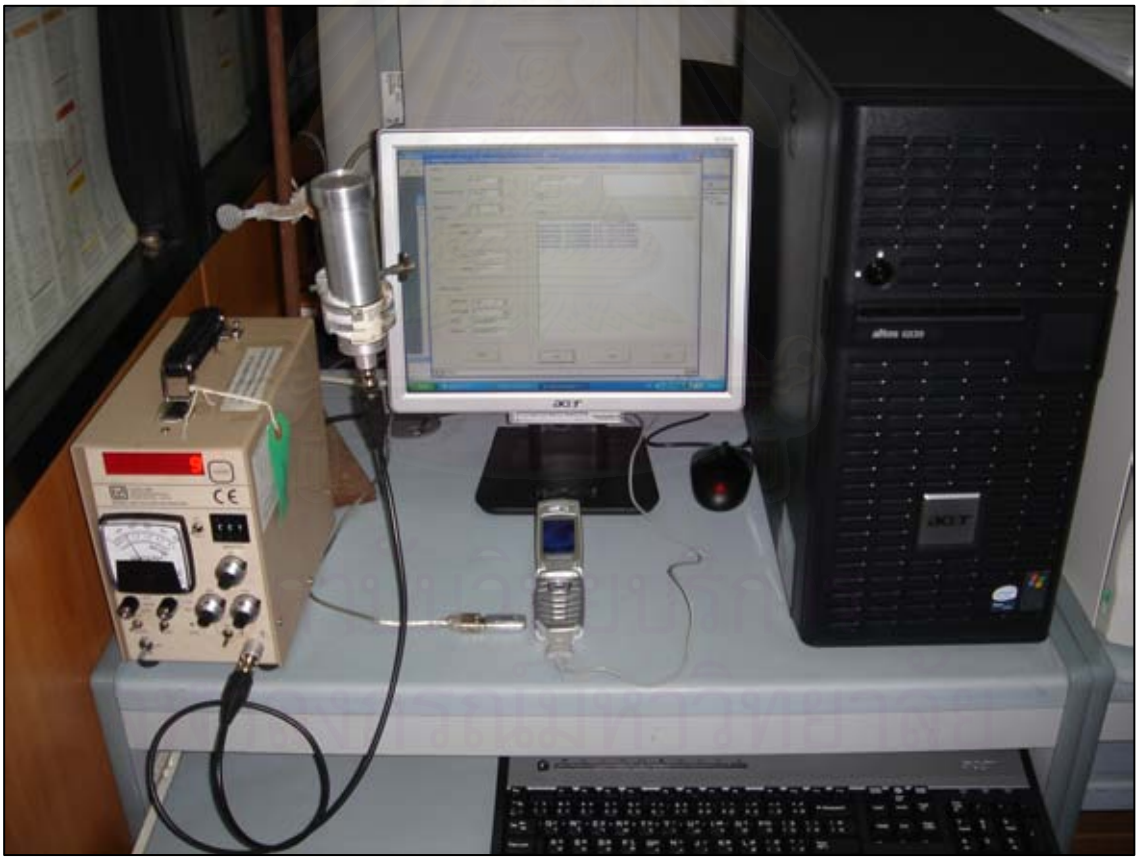


รูปที่ 3.3 แผนภาพการทำงานของสถานีลูกข่ายระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม

รูปที่ 3.4 หัววัดรังสีไกเกอร์มูลเลอร์ของบริษัท Ludlum รุ่น 44-7

รูปที่ 3.5 เครื่องสเกลเลอร์/เรตมิเตอร์ของบริษัท Ludlum รุ่น 2200

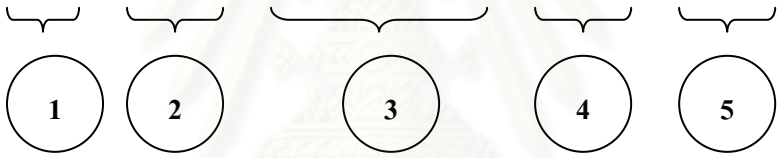
รูปที่ 3.6 โทรศัพท์เคลื่อนที่พร้อมพอร์ตอินฟราเรดของบริษัทซัมซุง รุ่น X-200



รูปที่ 3.7 สถานีลูกข่ายระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม

การทำงานของสถานีลูกข่าย ฯ เริ่มจากเครื่องสเกลเลอร์/เรตมิเตอร์และหัววัดรังสีไกเกอร์มูลเลอร์ ทำการตรวจวัดจำนวนนับรังสีแกมมาด้วยสเกลเลอร์ตามช่วงเวลาตรวจวัดที่กำหนด เมื่อครบรอบช่วงเวลาตรวจวัดเครื่องสเกลเลอร์/เรตมิเตอร์จะส่งจำนวนนับรังสีแกมมาให้ไมโครคอมพิวเตอร์ ไมโครคอมพิวเตอร์ทำการจัดเก็บข้อมูลจำนวนนับรังสีแกมมาลงฐานข้อมูล หากมีจำนวนนับรังสีเกินแกมมามากกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์กำหนด 3 ครั้ง ซึ่งเป็นการยืนยันได้ว่าจำนวนรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนดจริง ไมโครคอมพิวเตอร์จะคำนวณหาค่าเฉลี่ยจากทั้งสามค่าเป็นจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนดและมีคำสั่งให้โทรศัพท์เคลื่อนที่ส่งจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนดให้โทรศัพท์เคลื่อนที่ของสถานีแม่ข่าย ฯ และผู้รับผิดชอบในการเฝ้าระวังในรูปแบบข้อความสั้น ดังมีรายละเอียดดังรูปที่ 3.8 และ 3.9 หากจำนวนนับรังสีแกมมาไม่มากกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์กำหนดติดต่อกัน 3 ครั้ง เมื่อครบชั่วโมงไมโครคอมพิวเตอร์คำนวณจำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมงและจัดเก็บลงฐานข้อมูล จนกระทั่งครบช่วงเวลารายงานไมโครคอมพิวเตอร์จะมีคำสั่งให้โทรศัพท์เคลื่อนที่ส่งจำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมงให้โทรศัพท์เคลื่อนที่ของสถานีแม่ข่าย ฯ ในรูปแบบข้อความสั้น ดังมีรายละเอียดดังรูปที่ 3.10

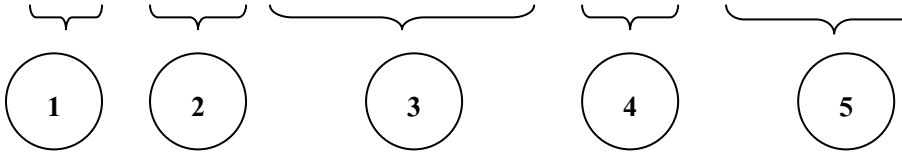
ALARM,Bangkok,11/01/2007 17:55:44,1.21E+02,1.00E+02



(1) ชนิดของข้อมูล ในตัวอย่างคือข้อมูลของจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนด
(2) ชื่อสถานีลูกข่าย ฯ
(3) วันที่และเวลา โดยได้จากจำนวนนับรังสีแกมมาตัวสุดท้ายที่ค่ามากกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์กำหนด
(4) จำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนด
(5) จำนวนนับรังสีแกมมาที่เป็นเกณฑ์กำหนดสำหรับการแจ้งเตือน

รูปที่ 3.8 รูปแบบข้อความสั้นของจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนดที่ส่งให้สถานีแม่ข่ายเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม

ALARM Bangkok 11/01/2007 17:55:44 = 1.21E+02 (Limit = 1.00E+02)



(1) ชนิดของข้อมูล ในตัวอย่างคือข้อมูลของจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนด

(2) ชื่อสถานีลูกข่าย ฯ

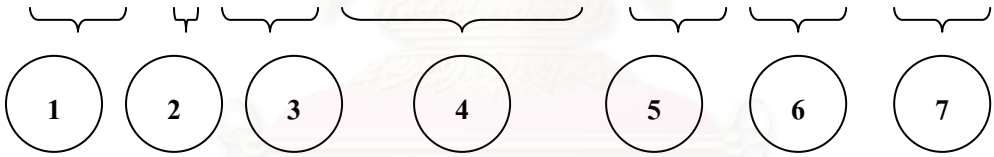
(3) วันที่และเวลา โดยได้จากจำนวนนับรังสีแกมมาตัวสุดท้ายที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์กำหนด

(4) จำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนด

(5) จำนวนนับรังสีแกมมาที่เป็นเกณฑ์กำหนดสำหรับการแจ้งเตือน

รูปที่ 3.9 รูปแบบข้อความสั้นของจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนดที่ส่งให้ผู้รับผิดชอบในการเฝ้าระวัง

AVERAGE,3,Bangkok,11/01/2007 17:00:00,1.11E+01,1.12E+01, 1.13E+01



(1) ชนิดของข้อมูล ในตัวอย่างคือข้อมูลของจำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมง

(2) จำนวนข้อมูลของจำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมงในตัวอย่างคือ 3 ข้อมูล (สามารถกำหนดได้เป็น 1, 3, 6, หรือ 12 ชั่วโมง)

(3) ชื่อสถานีลูกข่าย ฯ

(4) วันที่และเวลา โดยได้จากจำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมงค่าแรกของทั้งหมดที่ทำการส่ง ในตัวอย่าง เริ่มจาก 17:00:00 น. ถึง 19:00:00 น.

(5) จำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมง ค่าแรก

(6) จำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมง ค่าที่สอง

(7) จำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมง ค่าที่สาม

รูปที่ 3.10 รูปแบบข้อความสั้นของจำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมงที่ส่งให้สถานีแม่ข่ายเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม

การเชื่อมต่อเครื่องสเกลเลอร์/เรตมิเตอร์กับไมโครคอมพิวเตอร์ เชื่อมต่อกันด้วยสายสัญญาณทางพอร์ตอนุกรม ดังแสดงในรูปที่ 3.11 และมีรายละเอียดการเชื่อมต่อในตารางที่ 3.1 มีอัตราเร็วในการรับส่งข้อมูล 2400 บิตต่อวินาที กลุ่มบิตข้อมูลมีจำนวน 8 บิต ไม่ใช้บิตพาริตี้ในการตรวจสอบข้อมูล และจำนวนบิตสิ้นสุดข้อมูลมีจำนวน 1 บิต

รูปที่ 3.11 เครื่องสเกลเลอร์/เรตมิเตอร์เชื่อมต่อไมโครคอมพิวเตอร์ด้วยพอร์ตอนุกรม

ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดสายเคเบิลเชื่อมต่อระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับเครื่องสเกลเลอร์/เรตมิเตอร์ทางพอร์ตอนุกรม

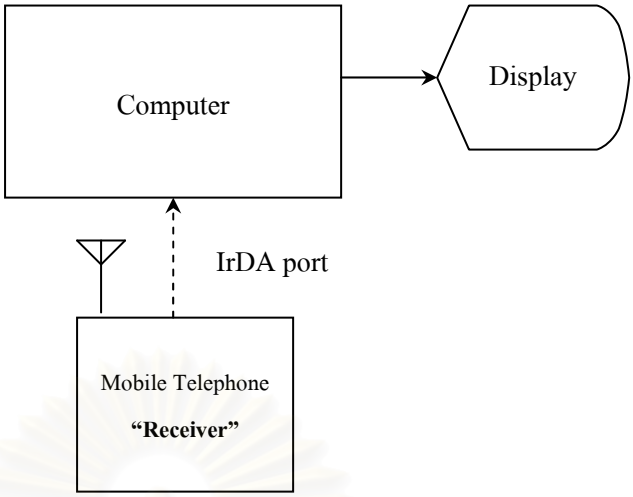
เครื่องสเกลเลอร์/เรตมิเตอร์ (DB9)		ไมโครคอมพิวเตอร์ (DB9)	
ลำดับขา	สายสัญญาณ	ลำดับขา	สายสัญญาณ
2	TD	2	RD
3	RD	3	TD
5	GND	5	GND
7	CTS	7	RTS
8	RTS	8	CTS

การเชื่อมต่อระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่กับไมโครคอมพิวเตอร์ เชื่อมต่อกันด้วยแสงทางพอร์ตอินฟราเรด ดังแสดงในรูปที่ 3.12 เป็นการรับส่งข้อมูลตามมาตรฐาน IrDA ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย และมีอยู่ในโปรแกรมระบบปฏิบัติการของไมโครคอมพิวเตอร์ จึงมีความสะดวกต่อการนำไปใช้งาน และมีข้อได้เปรียบที่ดีกว่าพอร์ตอนุกรมและพอร์ตยูเอสบี (Universal Serial Bus, USB) คือไม่จำเป็นต้องมีสายสัญญาณสำหรับเชื่อมต่อ ไม่ต้องลงโปรแกรมไดร์เวอร์ (Driver Software) และสามารถใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ทุกบริษัทเนื่องจากทำงานรับส่งข้อมูลเหมือนกันตามมาตรฐาน IrDA

รูปที่ 3.12 ไมโครคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยแสงทางพอร์ตอินฟราเรด

3.2.2 สถานีแม่ข่ายระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม

สถานีแม่ข่ายระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นนี้เลือกใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่มีพอร์ตอินฟราเรด ของบริษัทโนเกีย รุ่น 8250 (รายละเอียดภาคผนวก ง) เป็นอุปกรณ์รับและแสดงข้อมูลการเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม และไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีพอร์ตอินฟราเรด โดยมีโปรแกรมควบคุมการทำงานที่เขียนด้วยภาษาเบสิก Microsoft Visual Basic 6.0 และใช้โปรแกรมฐานข้อมูล Microsoft Access 2003 ซึ่งสถานีแม่ข่าย ฯ มีรายละเอียดในรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 แผนภาพการทำงานของสถานีแม่ข่ายระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม

รูปที่ 3.14 โทรศัพท์เคลื่อนที่พร้อมพอร์ตอินฟราเรดของบริษัทโนเกีย รุ่น 8250

รูปที่ 3.15 สถานีแม่ข่ายระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม

การทำงานของสถานีแม่ข่าย ฯ โทรศัพท์เคลื่อนที่ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์รับข้อความสั้นไมโครคอมพิวเตอร์ทำหน้าที่ดึงข้อมูลที่เป็นข้อความสั้นจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ทุก 1 นาที หากมีข้อมูลจะนำมาคัดแยกว่าเป็นข้อมูลจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนดหรือจำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมงจากสถานีลูกข่าย ฯ ใด หลังจากนั้นจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล แสดงค่าข้อมูลทางจอคอมพิวเตอร์และแสดงสถานะภาพของสถานีลูกข่าย ฯ ทั้งหมดในเครือข่ายเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมว่ามีจำนวนนับรังสีแกมมาอยู่ระดับปกติหรือไม่ โดยถ้ารังสีแกมมามีค่าต่ำกว่าเกณฑ์กำหนดจะแสดงเป็นแถบสีเขียว และหากมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์กำหนดจะแสดงเป็นแถบสีแดง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

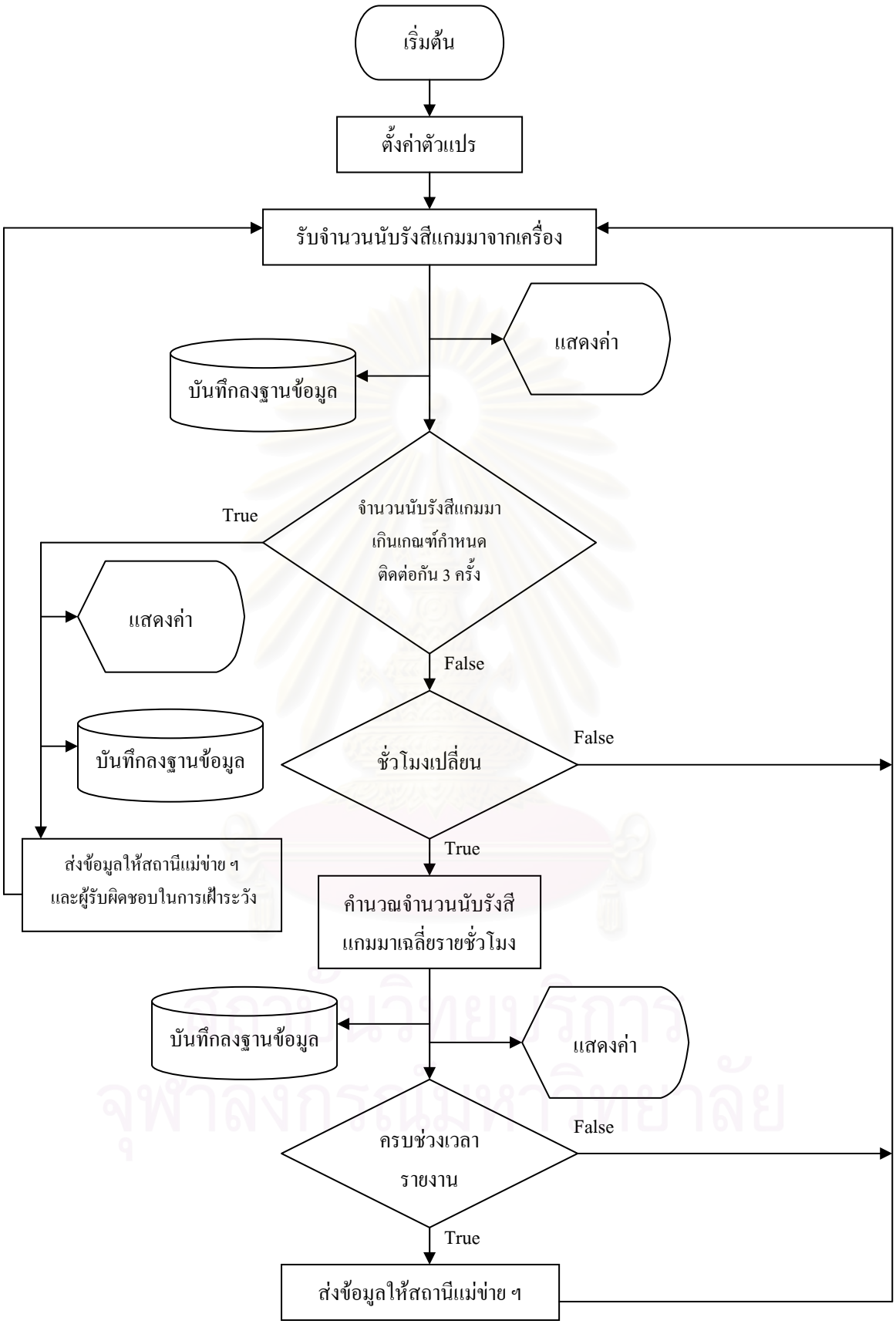
3.3 การพัฒนาโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่

โปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนโปรแกรมสำหรับสถานีลูกข่ายระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม และส่วนโปรแกรมสำหรับสถานีแม่ข่ายระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม

3.3.1 โปรแกรมสำหรับสถานีลูกข่ายระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม

เมื่อเครื่องสเกลเลอร์/เรตมิเตอร์ตรวจวัดรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมแล้วส่งค่าให้ไมโครคอมพิวเตอร์ หลังจากนั้นจะเป็นการวิเคราะห์จำนวนนับรังสีแกมมา รายงานจำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมง และแจ้งเตือนเมื่อมีจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนด ด้วยโปรแกรมที่เขียนขึ้นด้วยภาษาเบสิกที่มีโฟลว์ชาร์ตการทำงานตามรูปที่ 3.16 และมีรายละเอียดของโปรแกรมในภาคผนวก จ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.16 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมสำหรับสถานีลูกข่ายระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม

จากรูปที่ 3.16 โปรแกรมสำหรับลูกข่ายระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมที่พัฒนาขึ้นมีการทำงานงานดังนี้

1. เริ่มต้นการทำงาน
2. ตั้งค่าตัวแปร
   - ชื่อสถานีลูกข่าย ฯ
   - ช่วงเวลาการตรวจวัด
   - ช่วงเวลารายงานจำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมงให้กับแม่ข่าย ฯ
   - เกณฑ์กำหนดค่ารังสีแกมมาในการแจ้งเตือน
   - พอร์ตของไมโครคอมพิวเตอร์ในการเชื่อมต่อกับโทรศัพท์เคลื่อนที่
   - จำนวนผู้ร่วมรับการแจ้งเตือนเมื่อมีจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนด
   - เบอร์โทรศัพท์ของสถานีแม่ข่าย ฯ
   - เบอร์โทรศัพท์ของผู้รับผิดชอบในการเฝ้าระวัง
3. รับจำนวนนับรังสีแกมมาจากเครื่องสเกลเลอร์/เรตมิเตอร์
4. จัดเก็บจำนวนนับรังสีแกมมาลงฐานข้อมูล และแสดงค่าทางจอไมโครคอมพิวเตอร์
5. วิเคราะห์ว่ามีจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนดหรือไม่

   5.1. วิเคราะห์ว่ามีจำนวนนับรังสีแกมมามากกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์กำหนดติดต่อกัน 3 ครั้งหรือไม่ เพื่อเป็นการยืนยันว่ารังสีเกินเกณฑ์กำหนดจริง โดยหากไม่ติดต่อกันสามครั้งให้ข้ามไปดำเนินการขั้นตอนข้อ 6. หากติดต่อกันสามครั้งให้ดำเนินการขั้นตอนต่อไปข้อ 5.2.

   5.2. คำนวณค่าเฉลี่ยของจำนวนนับรังสีแกมมาที่เกินเกณฑ์กำหนดทั้ง 3 ครั้ง พร้อมทั้งให้ค่าวันที่และเวลาของข้อมูลจากจำนวนนับรังสีแกมมาตัวสุดท้ายที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์กำหนด

   5.3. สั่งโทรศัพท์เคลื่อนที่ส่งข้อความสั้นที่เป็นจำนวนนับรังสีแกมมาเกณฑ์กำหนดให้แม่ข่าย ฯ และโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้รับผิดชอบในการเฝ้าระวัง

   5.4. แสดงจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนดและผลการส่งข้อความสั้นทางจอไมโครคอมพิวเตอร์

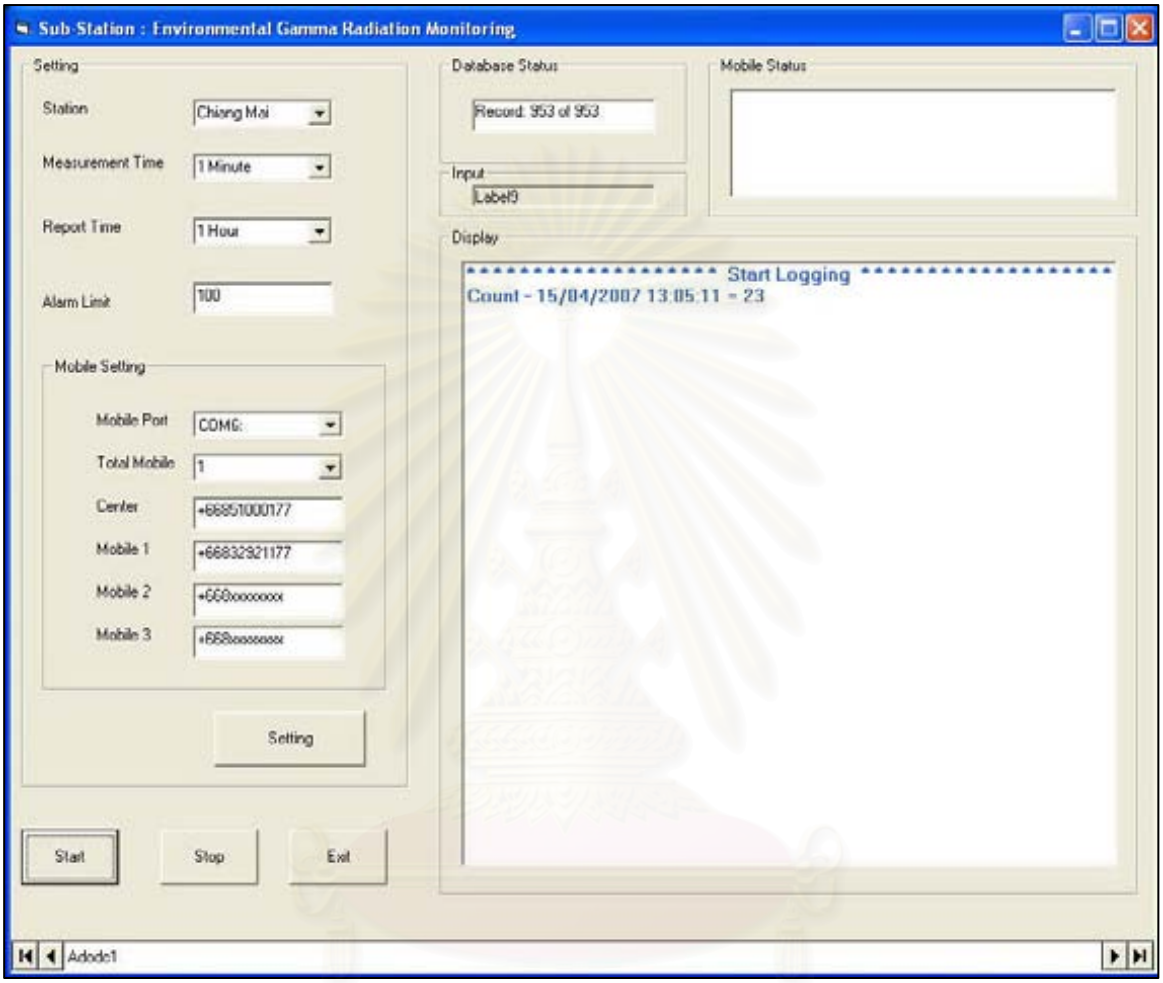
   5.5. จัดเก็บจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนดลงฐานข้อมูล

   5.6. ย้อนกลับไปขั้นตอนข้อ 3

6. วิเคราะห์ว่าเวลาเปลี่ยนชั่วโมงหรือไม่ โดยหากไม่เปลี่ยนให้ย้อนกลับไปขั้นตอนข้อ 3. หากเปลี่ยนคำนวณจำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมงและดำเนินการขั้นตอนต่อไปข้อ 7.
7. จัดเก็บจำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมงลงฐานข้อมูล และแสดงค่าทางจอไมโครคอมพิวเตอร์

8. วิเคราะห์ว่าเป็นเวลารายงานหรือไม่ โดยหากไม่ใช่ให้ย้อนกลับไปขั้นตอนข้อ 3. และหากใช่สั่งโทรศัพท์เคลื่อนที่ส่งข้อความสั้นที่เป็นค่าจำนวนนับรังสีแกมาเฉลี่ยรายชั่วโมงให้แม่ข่าย ฯ

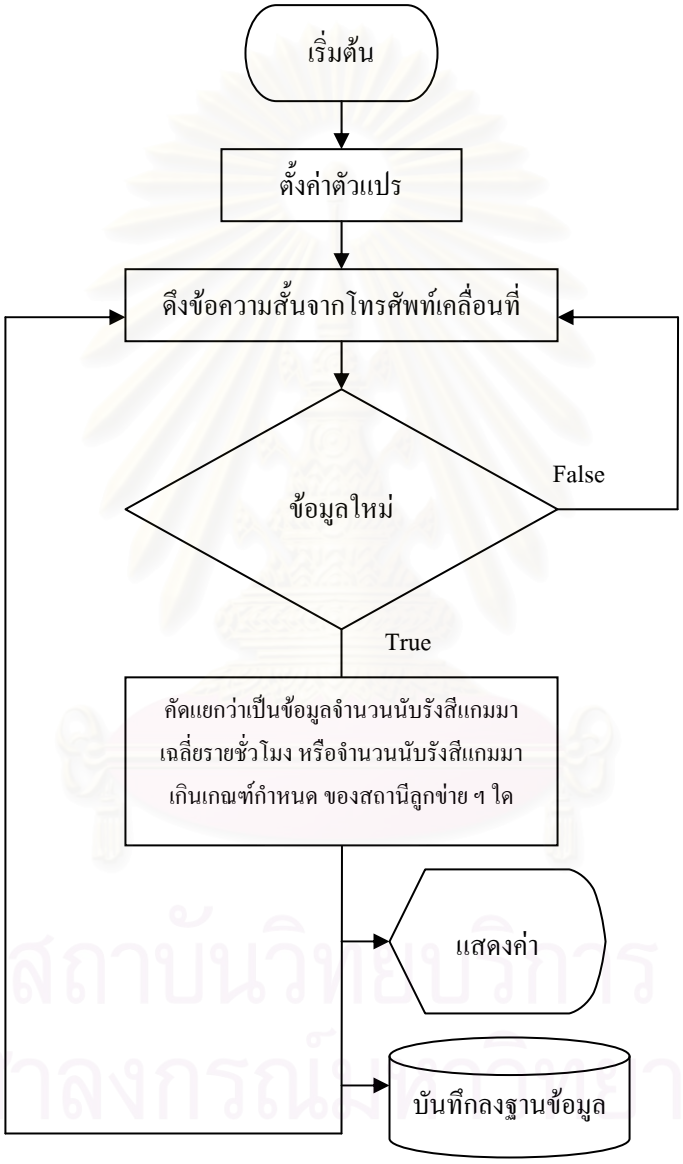
9. ย้อนกลับไปขั้นตอนข้อ 3.



รูปที่ 3.17 หน้าจอโปรแกรมสถานีลูกข่ายระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม

3.3.2 โปรแกรมสำหรับสถานีแม่ข่ายระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม

การนำข้อมูลจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ของสถานีแม่ข่าย ฯ จัดเก็บลงโปรแกรมฐานข้อมูล และแสดงผลทางหน้าจอไมโครคอมพิวเตอร์ทำได้โดยใช้โปรแกรมที่มีโฟลว์ชาร์ตการทำงานตามรูปที่ 3.18 และมีรายละเอียดของโปรแกรมในภาคผนวก ฉ

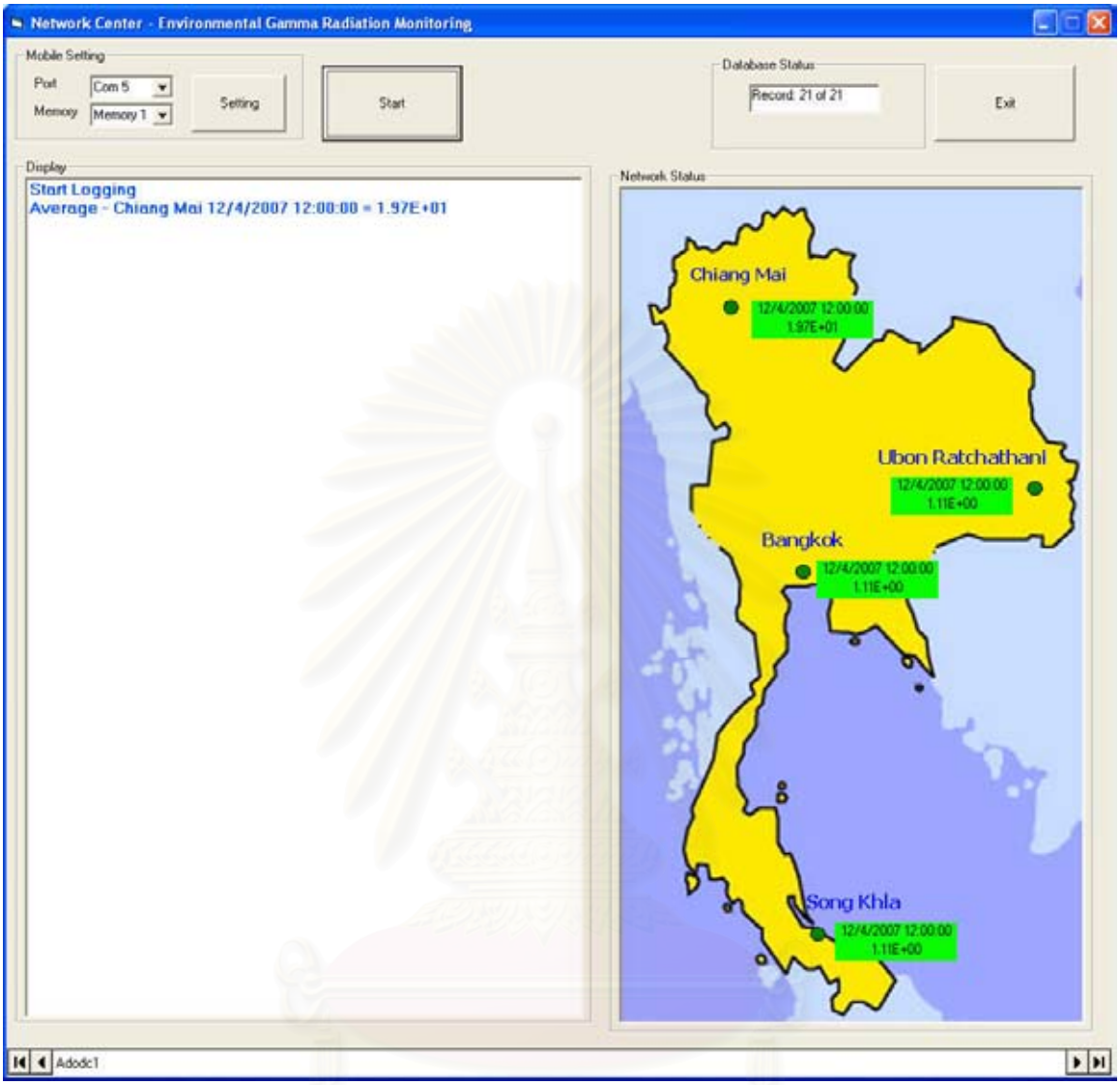


รูปที่ 3.18 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมสำหรับสถานีแม่ข่ายระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม

จากรูปที่ 3.18 โปรแกรมสำหรับสถานีแม่ข่ายระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมที่พัฒนาขึ้น มีการทำงานงานดังนี้

1. เริ่มต้นการทำงาน
2. ตั้งค่าตัวแปร
   - พอร์ตของไมโครคอมพิวเตอร์ในการเชื่อมต่อกับโทรศัพท์เคลื่อนที่
   - ตำแหน่งหน่วยความจำของโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่จัดเก็บข้อความสั้น
3. ดึงข้อความสั้น
4. ตรวจสอบข้อความสั้นว่าเป็นข้อมูลใหม่หรือไม่ โดยหากไม่เป็นให้จบการทำงาน และหากเป็นให้ดำเนินการขั้นตอนต่อไปข้อ 5.
5. จัดเก็บจำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมง หรือจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนดลงฐานข้อมูล
6. แสดงจำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมง หรือจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนดทางหน้าจอไมโครคอมพิวเตอร์
7. แสดงสถานะภาพของแต่ละสถานีลูกข่าย ฯ ว่ามีจำนวนนับรังสีแกมมาอยู่ระดับปกติหรือไม่ทางจอไมโครคอมพิวเตอร์โดยถ้ารังสีแกมมามีค่าต่ำกว่าเกณฑ์กำหนดจะแสดงเป็นแถบสีเขียว และหากมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์กำหนดจะแสดงเป็นแถบสีแดง
8. ย้อนกลับไปขั้นตอนข้อ 3.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.19 หน้าจอโปรแกรมสถานีแม่ข่ายระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4 เกณฑ์กำหนดจำนวนนับรังสีแกมมาสำหรับการแจ้งเตือน

จำนวนนับรังสีแกมมาที่ใช้เป็นเกณฑ์กำหนดในการแจ้งเตือนว่ารังสีแกมมาผิดปกติสำหรับงานวิจัยนี้ หาได้จาก

ให้ Alarm Limit คือ เกณฑ์กำหนดจำนวนนับรังสีแกมมาสำหรับการแจ้งเตือน

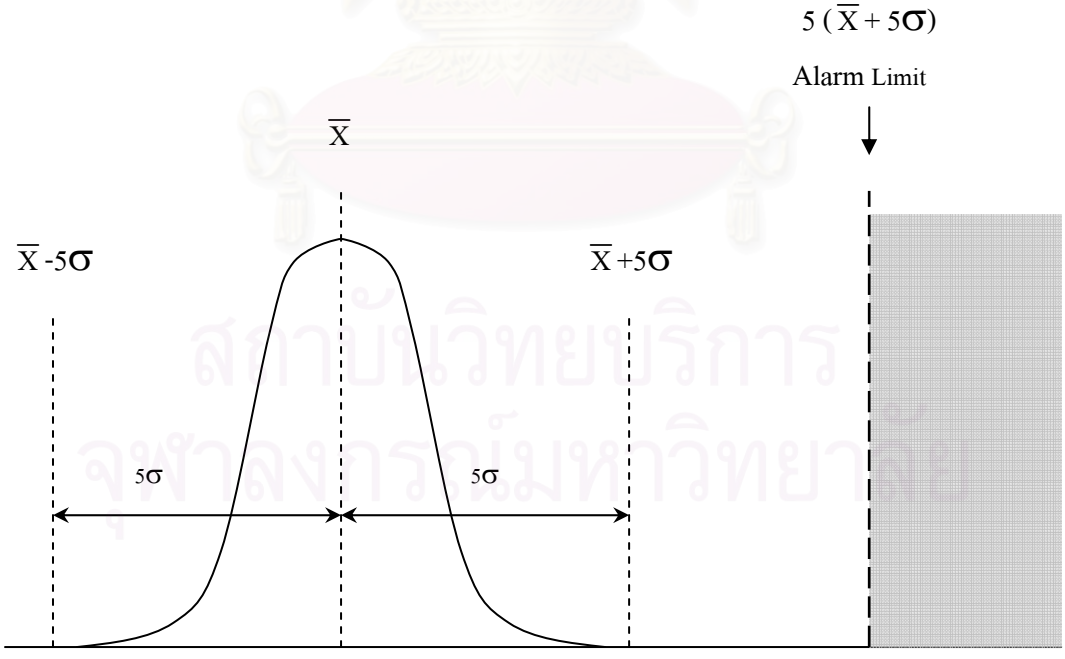
$\overline{X}$ คือ จำนวนนับรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมเฉลี่ย

σ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวนนับรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมเฉลี่ย ($\sigma = \sqrt{\overline{X}}$)

N คือ จำนวนเท่าของจำนวนนับรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมเฉลี่ยที่ต้องการเฝ้าระวัง

$$\text{Alarm Limit} = N(\overline{X} + 5\sigma)$$

ในงานวิจัยนี้เลือก 5σ เพื่อให้มีความเชื่อมั่น 100% ว่าค่าที่ได้ไม่ใช่ค่าที่ระดับแบคกราวด์ และสำหรับการเลือกค่า N ขึ้นอยู่กับค่าแบคกราวด์ในสถานที่ทำการเฝ้าระวังมีค่ามากน้อยเพียงใด มีค่าอยู่ในช่วงมากน้อยเพียงใด หรือระดับใดที่ผู้รับผิดชอบในการเฝ้าระวังสนใจทำการเฝ้าระวัง สำหรับงานวิจัยนี้เลือก N=5 เพื่อให้ระบบแจ้งเตือนเมื่อมีจำนวนนับรังสีแกมมามากกว่าหรือเท่ากับ 5 เท่าของค่าแบคกราวด์



รูปที่ 3.20 แสดงการแจกแจงข้อมูลทางสถิติแบบปกติ

บทที่ 4

การทดสอบการทำงานของระบบและผลการทดลอง

การพัฒนาระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ในงานวิจัยนี้เป็นระบบที่ออกแบบและพัฒนาสำหรับตรวจวัดรังแกมมา รวบรวมผลการตรวจวัด รายงานผลการตรวจวัด แจ้งเตือนเมื่อตรวจพบจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนดในรูปแบบข้อความสั้นและจัดเก็บข้อมูลเป็นฐานข้อมูลระดับการปลดปล่อยรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นการเฝ้าระวังการได้รับปริมาณรังสีแกมมาของประชาชนที่อาศัยอยู่ในสิ่งแวดล้อม และผู้ปฏิบัติงานทางรังสีในสถานปฏิบัติการทางรังสีให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัย ตลอดจนควบคุมความปลอดภัยจากการใช้รังสีในประเทศ ระบบจึงต้องมีคุณสมบัติการทำงานดังกล่าว การทดสอบการทำงานของระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม มีรายละเอียดดังนี้

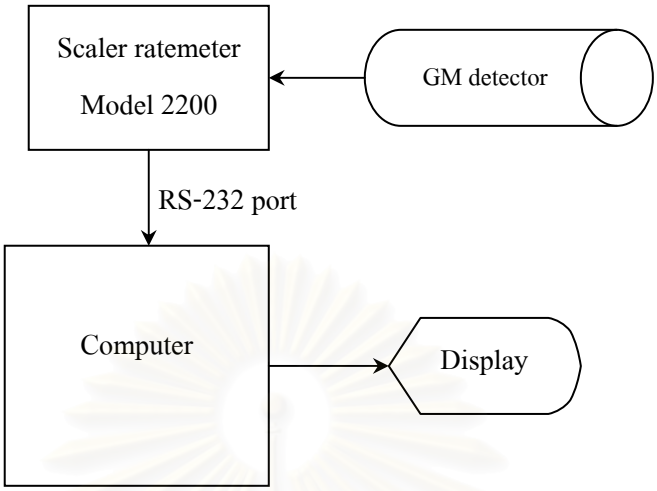
4.1 การทดสอบการเชื่อมต่อรับส่งข้อมูล

การทดสอบการเชื่อมต่อรับส่งข้อมูลในระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ได้พัฒนาขึ้นมีดังต่อไปนี้

4.1.1 การทดสอบการเชื่อมต่อรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องสเกลเลอร์/เรตมิเตอร์กับไมโครคอมพิวเตอร์

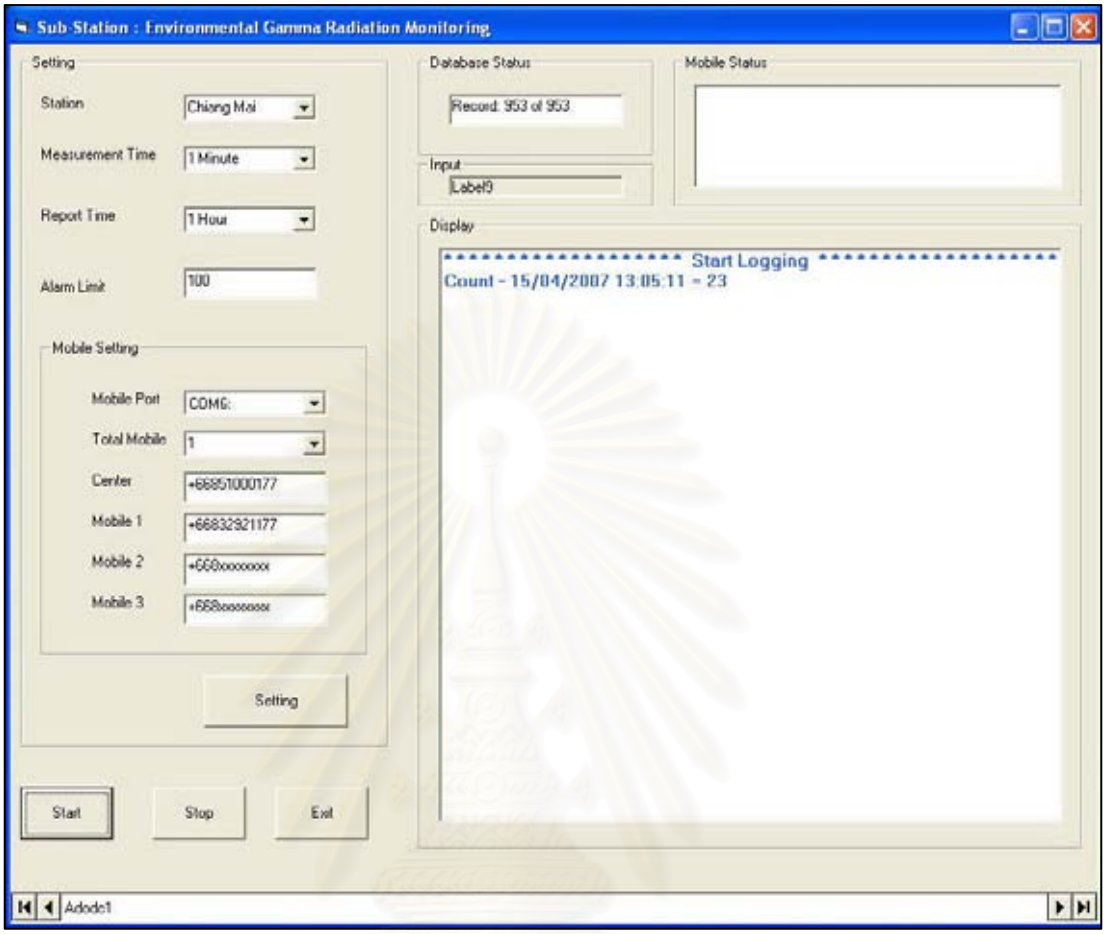
การทดสอบการเชื่อมต่อรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องสเกลเลอร์/เรตมิเตอร์กับไมโครคอมพิวเตอร์ คือ การทดสอบความสามารถการทำงานของสถานีลูกข่ายเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม ในการรับจำนวนนับรังสีแกมมาที่ตรวจวัดด้วยเครื่องสเกลเลอร์/เรตมิเตอร์แล้วส่งจำนวนนับรังสีแกมมาให้ไมโครคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรม แล้วนำค่าที่ได้ไปใช้งานในโปรแกรมสำหรับสถานีลูกข่าย ฯ ต่อไป ทำการทดสอบโดยจัดอุปกรณ์ทดสอบตามรูป 4.1 ตรวจวัดรังสีแกมมาด้วยเครื่องสเกลเลอร์/เรตมิเตอร์ให้เป็นการตรวจวัดครั้งเดียว มีช่วงเวลาในการตรวจวัดรังสีแกมมาเป็น 1 นาที เปรียบเทียบจำนวนนับรังสีแกมมาที่ตรวจวัดด้วยเครื่องสเกลเลอร์/เรตมิเตอร์ กับจำนวนนับรังสีแกมมาที่รับค่าได้ด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ผลการทดสอบพบว่าระบบมีการเชื่อมต่อรับส่งจำนวนนับรังสีแกมมาได้อย่างถูกต้องดังแสดงในรูปที่ 4.2-4.3 และ

เมื่อทำการทดสอบซ้ำ 10 ครั้ง พบว่าระบบสามารถเชื่อมต่อรับส่งจำนวนนับรังสีแกมมาได้ดังแสดงในตารางที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แผนภาพการจัดอุปกรณ์เพื่อทดสอบการเชื่อมต่อรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องสเกลเลอร์-เรตมิเตอร์กับไมโครคอมพิวเตอร์

รูปที่ 4.2 ภาพแสดงจำนวนนับรังสีแกมมาที่ได้จากเครื่องสเกลเลอร์/เรตมิเตอร์ในการทดสอบการเชื่อมต่อรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องสเกลเลอร์/เรตมิเตอร์กับไมโครคอมพิวเตอร์



รูปที่ 4.3 ภาพแสดงจำนวนนับรังสีแกมมาที่ได้จากไมโครคอมพิวเตอร์ในการทดสอบการเชื่อมต่อรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องสเกลเลอร์/เรตมิเตอร์กับไมโครคอมพิวเตอร์

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบการเชื่อมต่อรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องสเกลเลอร์/เรตมิเตอร์กับไมโครคอมพิวเตอร์

ครั้งที่	จำนวนนับรังสีแกมมา (count per minute)	
	เครื่องสเกลเลอร์/เรตมิเตอร์	ไมโครคอมพิวเตอร์
1	23	23
2	22	22
3	27	27
4	19	19
5	21	21

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบการเชื่อมต่อรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องสเกลเลอร์/เรตมิเตอร์กับไมโครคอมพิวเตอร์ (ต่อ)

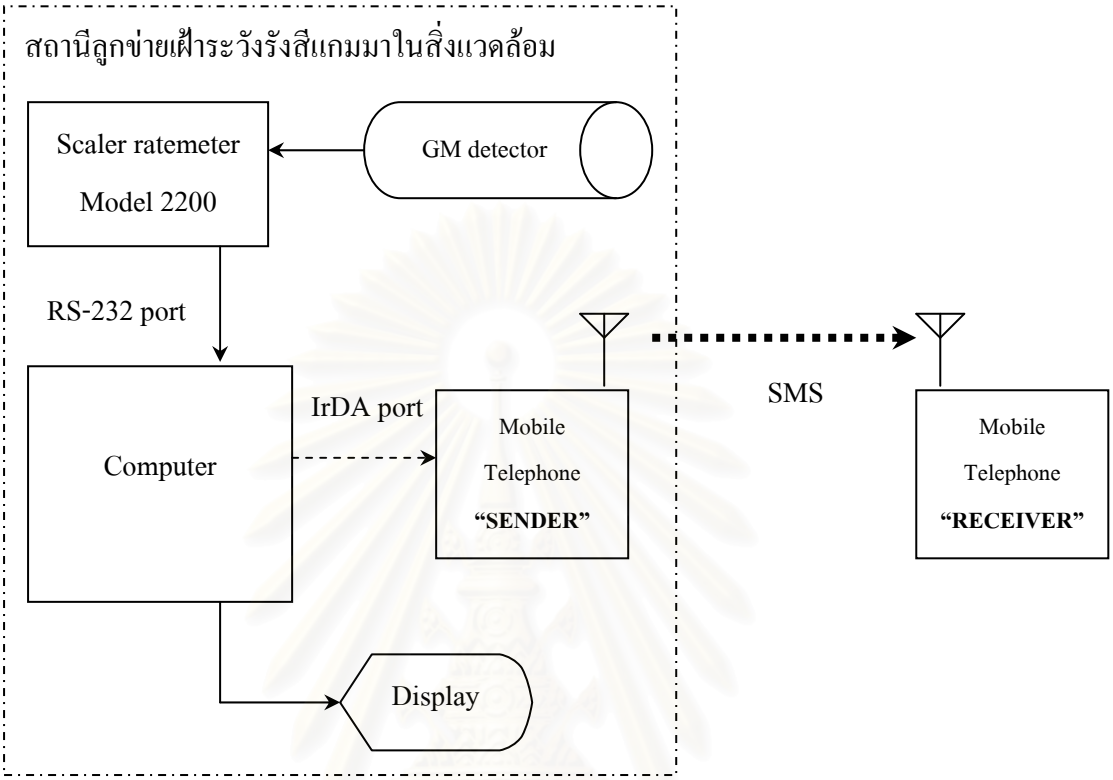
ครั้งที่	จำนวนนับรังสีแกมมา (count per minute)	
	เครื่องสเกลเลอร์/เรตมิเตอร์	ไมโครคอมพิวเตอร์
6	17	17
7	19	19
8	18	18
9	22	22
10	19	19

4.1.2 การทดสอบการเชื่อมต่อรับส่งข้อมูลระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับโทรศัพท์เคลื่อนที่

การทดสอบการเชื่อมต่อรับส่งข้อมูลระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับโทรศัพท์เคลื่อนที่ คือ การทดสอบความสามารถการทำงานของสถานีลูกข่าย ฯ และสถานีแม่ข่าย ฯ สำหรับสถานีลูกข่าย ฯ ทดสอบการทำงานของไมโครคอมพิวเตอร์ในการสั่งงานให้โทรศัพท์เคลื่อนที่ส่งข้อความสั้นผ่านการเชื่อมต่อด้วยพอร์ตอินฟราเรด และสำหรับสถานีแม่ข่าย ฯ ทดสอบการทำงานของไมโครคอมพิวเตอร์ในการดึงข้อความสั้นจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านการเชื่อมต่อด้วยพอร์ตอินฟราเรด

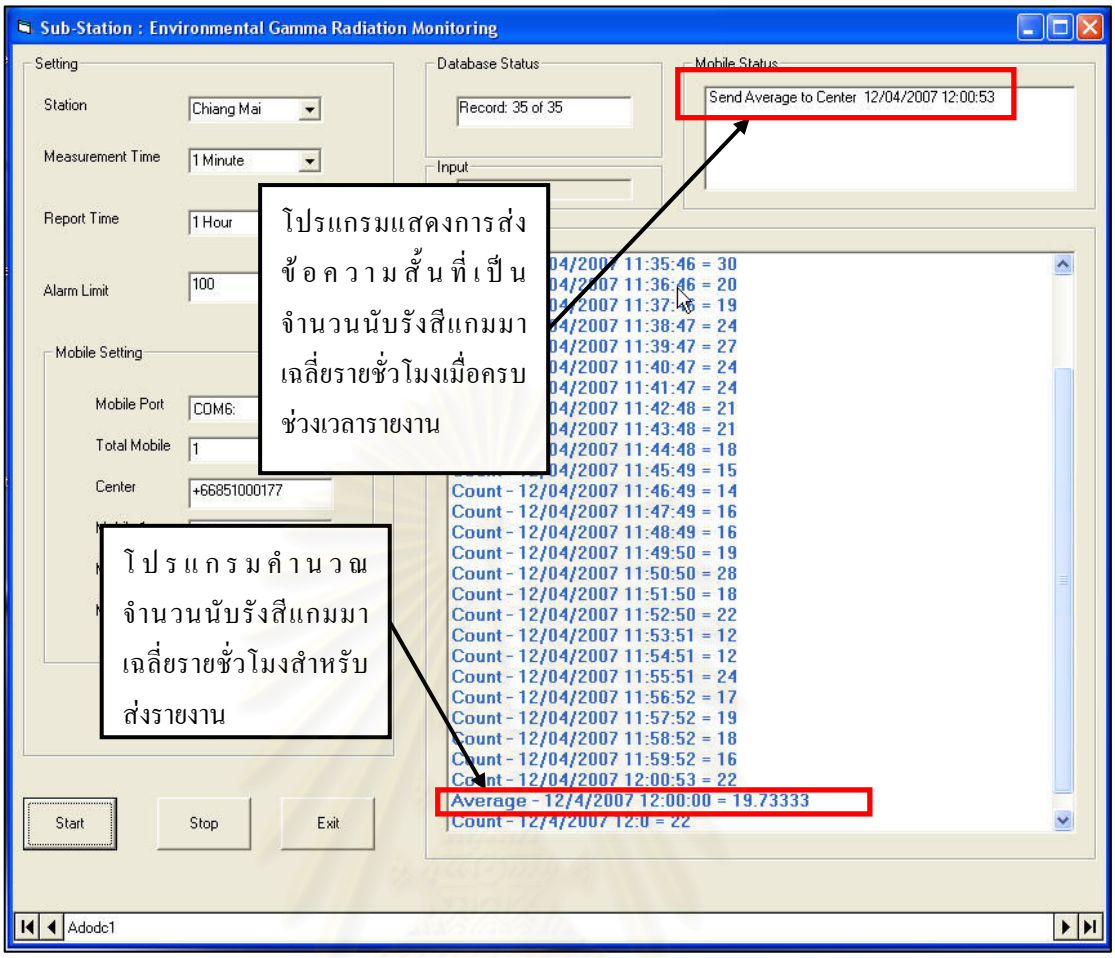
ก. การทดสอบการเชื่อมต่อรับส่งข้อมูลระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยพอร์ตอินฟราเรดของสถานีลูกข่ายเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม

ทำการทดสอบโดยจัดอุปกรณ์ทดสอบตามรูป 4.4 ตรวจวัดรังสีแกมมาให้มีช่วงเวลาการตรวจวัดทุก 1 นาที และช่วงเวลารายงานผลการตรวจวัดทุก 1 ชั่วโมง และเมื่อครบ 1 ชั่วโมง พบว่าไมโครคอมพิวเตอร์สามารถเชื่อมต่อกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านพอร์ตอินฟราเรด แล้วสั่งให้ส่งข้อความสั้นเป็นจำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมงให้โทรศัพท์เคลื่อนที่ของสถานีแม่ข่าย ฯ ดังแสดงรายละเอียดในรูปที่ 4.5-4.6

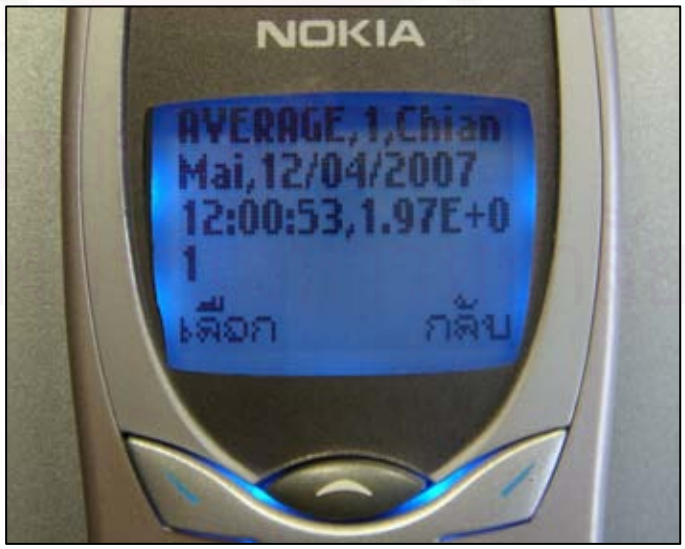


รูปที่ 4.4 แผนภาพการจัดอุปกรณ์เพื่อทดสอบการการเชื่อมต่อรับส่งข้อมูลระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยพอร์ตอินฟราเรดของสถานีลูกข่ายเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



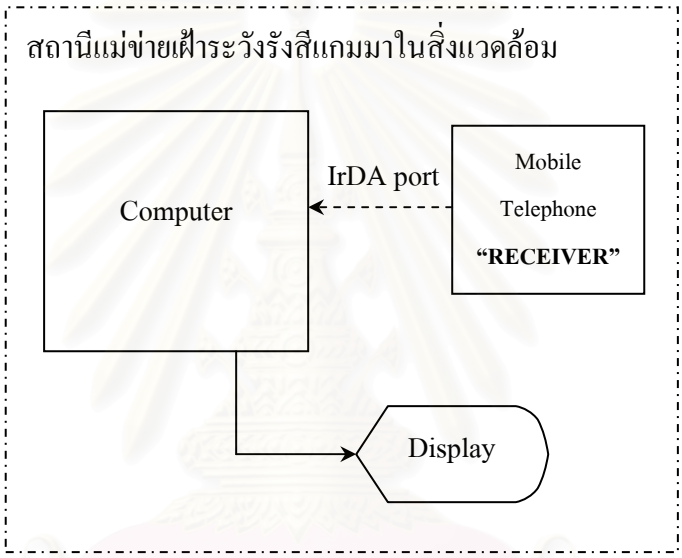
รูปที่ 4.5 ภาพแสดงผลหน้าจอโปรแกรมสำหรับสถานีลูกข่ายเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมที่สั่งงานให้โทรศัพท์เคลื่อนที่ส่งข้อความสั้นด้วยการเชื่อมต่อรับส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอินฟราเรด



รูปที่ 4.6 ภาพแสดงผลการส่งข้อความสั้นที่เป็นค่าเฉลี่ยรังสีแกมมารายชั่วโมงในโทรศัพท์เคลื่อนที่ของสถานีแม่ข่ายเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม

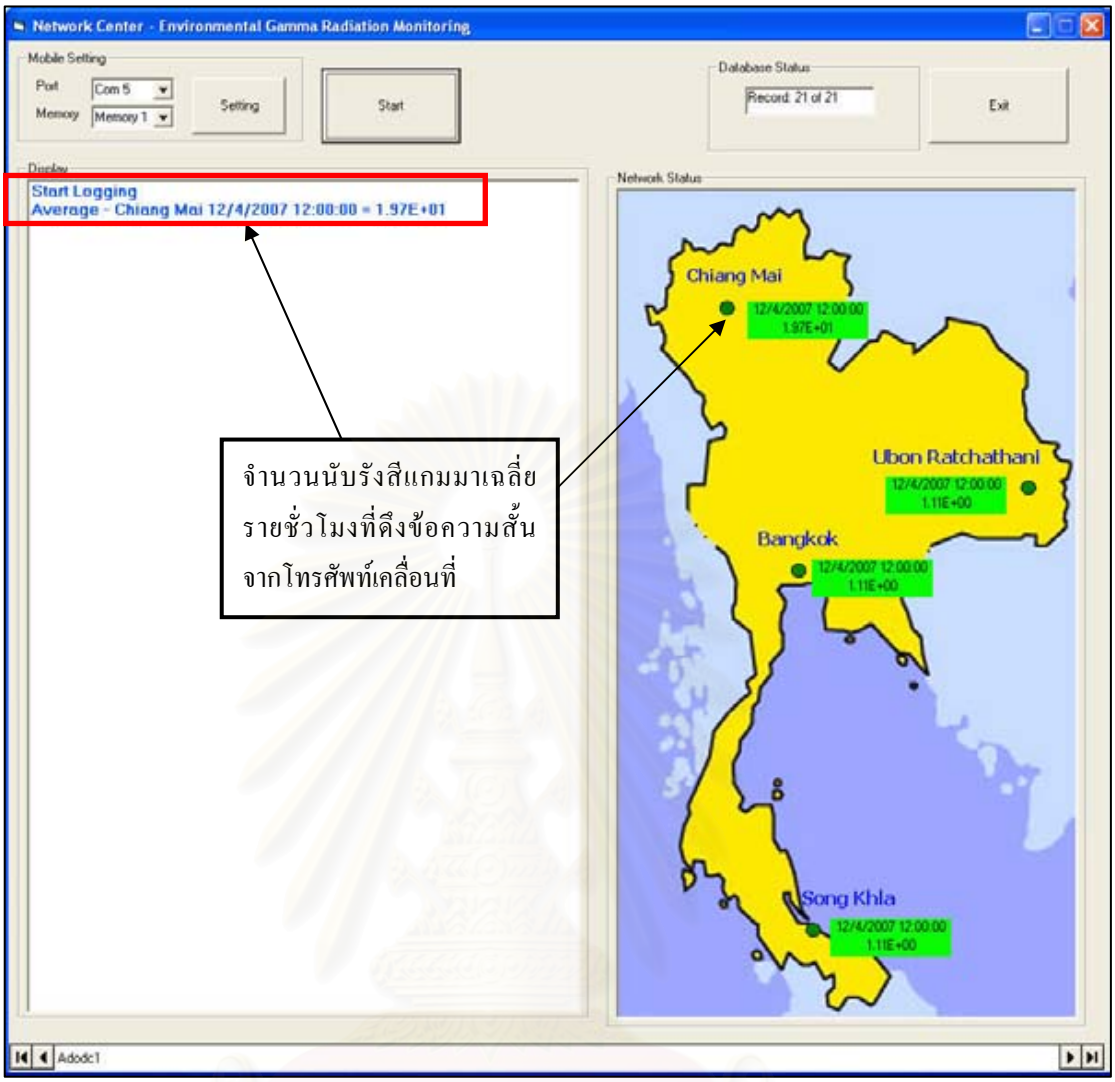
ข. การทดสอบการเชื่อมต่อรับส่งข้อมูลระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยพอร์ตอินฟราเรดของสถานีแม่ข่ายเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม

ทำการทดสอบโดยจัดอุปกรณ์ทดสอบตามรูป 4.7 โดยนำโทรศัพท์ที่มีข้อความสั้นเป็นจำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมงที่ทำการทดสอบใน 4.1.2. ก. มาเชื่อมต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ของสถานีแม่ข่าย ฯ ทางพอร์ตอินฟราเรดและทดสอบการทำงาน พบว่าไมโครคอมพิวเตอร์สามารถเชื่อมต่อกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยพอร์ตอินฟราเรดได้ในการดึงข้อความสั้นที่เป็นจำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมงจากหน่วยความจำของโทรศัพท์เคลื่อนที่แล้วแสดงทางหน้าจอไมโครคอมพิวเตอร์ดังมีรายละเอียดผลทดลองในรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.7 แผนภาพการจัดอุปกรณ์เพื่อทดสอบการเชื่อมต่อรับส่งข้อมูลระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยพอร์ตอินฟราเรดของสถานีแม่ข่ายเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.8 ภาพแสดงผลการดึงข้อความสั้นจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ผ่านพอร์ตอินฟราเรดมาแสดงผลในหน้าจอโปรแกรมสำหรับสถานีแม่ข่ายเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม

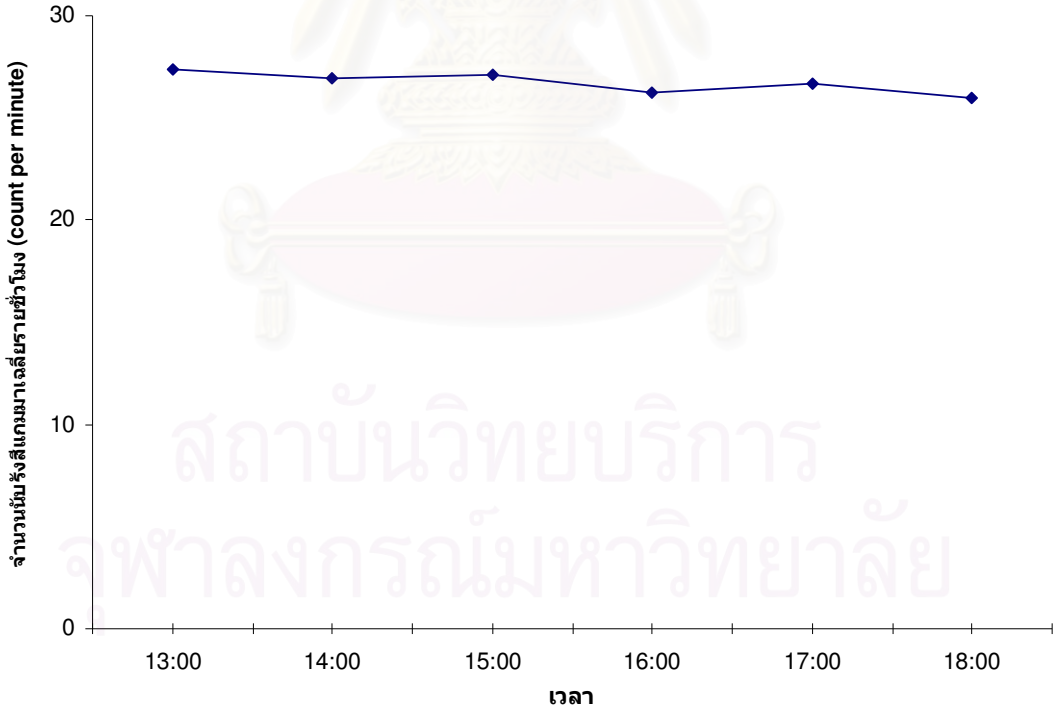
4.2 การทดสอบการรายงานผลตรวจวัดรังสีแกมมา

การทดสอบการรายงานผลตรวจวัดรังสีแกมมาของระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ คือ การทดสอบความสามารถในการส่งข้อมูลตรวจวัดรังสีแกมมาจากสถานีลูกข่าย ให้กับสถานีแม่ข่ายฯ ในรูปแบบของข้อความสั้นผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ทำการทดสอบโดยจัดอุปกรณ์ทดสอบเช่นเดียวกับรูปที่ 4.4 และ 4.7 ทำการตรวจวัดรังสีแกมมาเป็นเวลา 6 ชั่วโมง มีช่วงเวลาในการตรวจวัดทุก 1 นาที เปรียบเทียบความถูกของจำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมงที่ได้ระหว่างลูกข่าย ฯ และแม่ข่าย ฯ พบว่าระบบเฝ้า

ระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมสามารถส่งจำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมงในรูปแบบของความสั้นครบทั้ง 6 ชั่วโมง ดังมีรายละเอียดในตารางที่ 4.2 และรูป 4.9

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบการรายงานผลตรวจวัดจำนวนนับรังสีแกมมาของระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่

เวลา	จำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมง (count per minute)	
	สถานีลูกข่าย ฯ	สถานีแม่ข่าย ฯ
13:00	27.4	27.4
14:00	26.9	26.9
15:00	27.1	27.1
16:00	26.2	26.2
17:00	26.7	26.7
18:00	26.0	26.0

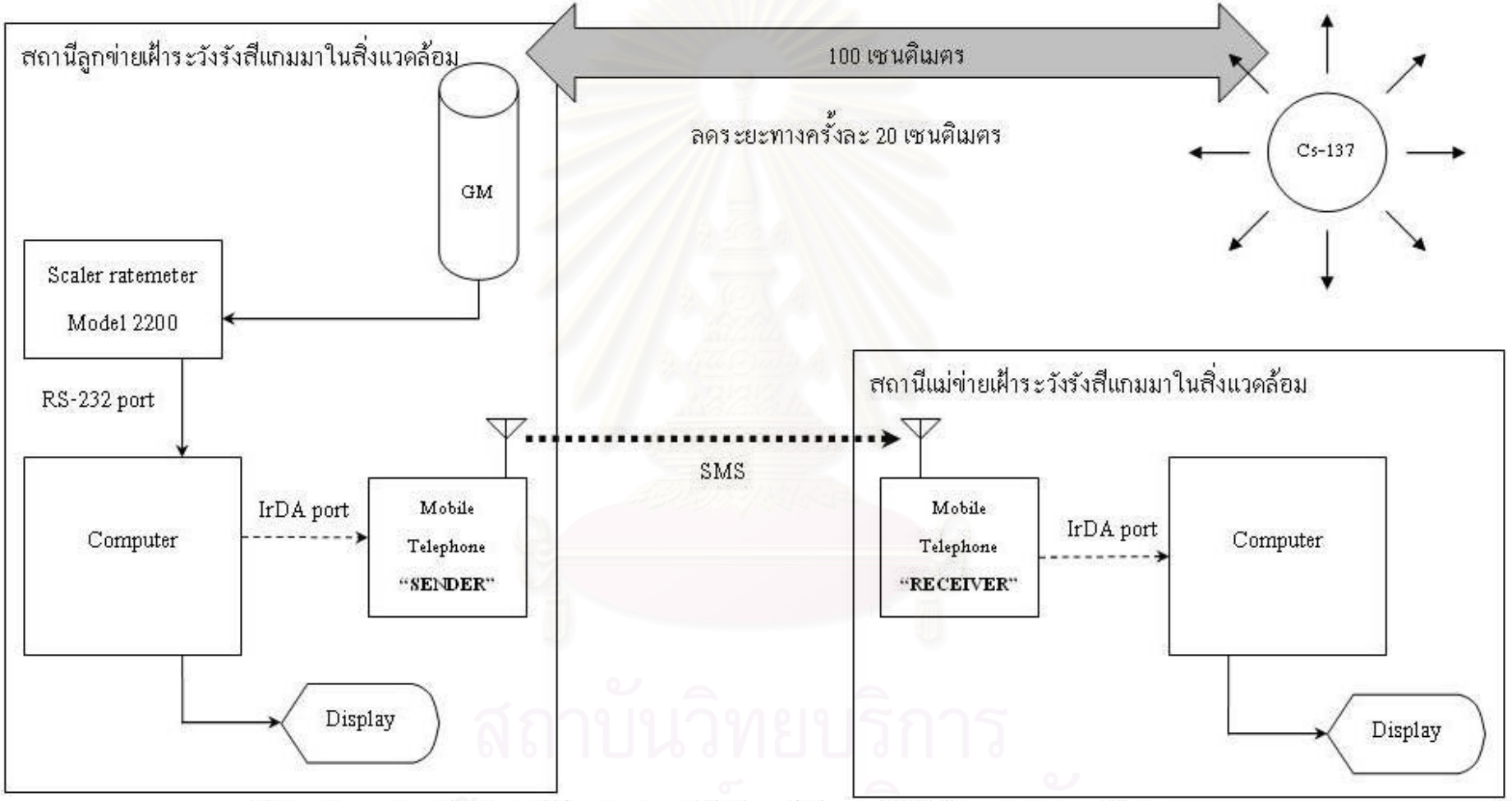


รูปที่ 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมงและเวลาที่ได้จากการทดสอบการรายงานผลตรวจวัดรังสีแกมมาของระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่

4.3 การทดสอบการแจ้งเตือนเมื่อมีจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนด

การทดสอบการแจ้งเตือนเมื่อมีจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนดของระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ คือ การทดสอบความสามารถในการส่งจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนดจากสถานีลูกข่าย ฯ ให้กับสถานีแม่ข่าย ฯ ในรูปแบบของข้อความสั้นผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ทำการทดสอบโดยจัดอุปกรณ์ทดสอบตามรูป 4.10 ตรวจวัดรังสีแกมมามีช่วงเวลาในการตรวจวัดทุก 1 นาที นำจำนวนนับรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมเฉลี่ยสุดท้ายจากการทดลองใน 4.2 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 26.0 cpm ดังนั้นเกณฑ์กำหนดจำนวนนับรังสีแกมมาสำหรับแจ้งเตือนคือ 5x[26.0+(5x5.1)] = 257.5 cpm หลังจากนั้นนำต้นกำเนิดรังสีมาตรฐานซีเซียม-137 ความแรงรังสี 1.85 เมกกะเบ็กเคอเรล วางไว้ที่ระยะ 100 เซนติเมตร ลดระยะครั้งละ 20 เซนติเมตร ทุก 6 นาที ทดสอบจนถึงระยะห่างจากหัววัด 10 เซนติเมตร เปรียบเทียบจำนวนนับรังสีแกมมาที่ตรวจวัดโดยสถานีลูกข่าย ฯ กับจำนวนนับรังสีแกมมาที่เกินเกณฑ์กำหนดที่รับค่าได้โดยสถานีแม่ข่าย ฯ ผลทดลองดังมีรายละเอียดในตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.11-4.13

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.10 แผนภาพการจัดอุปกรณ์เพื่อทดสอบการแจ้งเตือนเมื่อจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนด
ของระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่

ตารางที่ 4.3 ผลทดสอบการแจ้งเตือนเมื่อจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนดของระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่

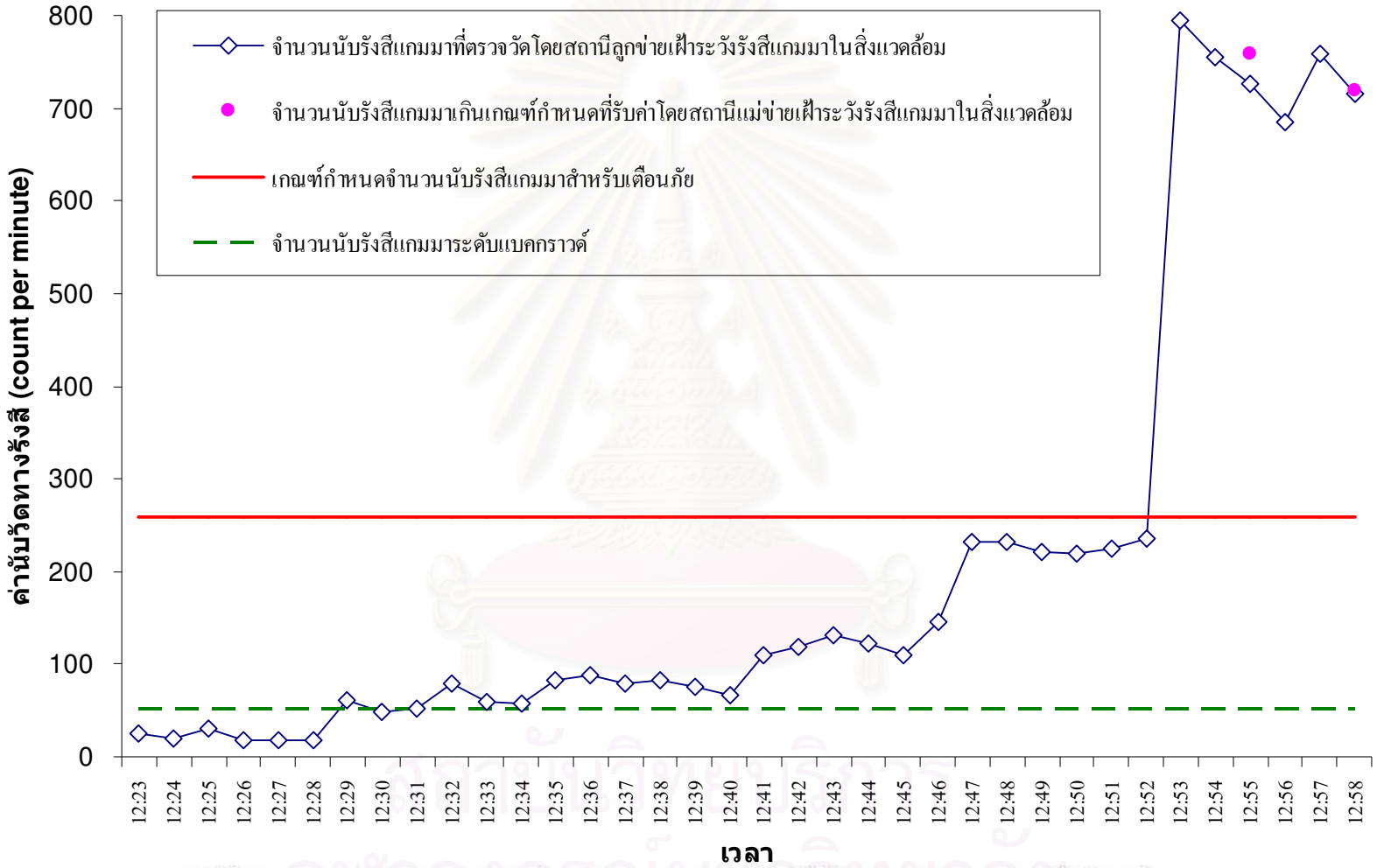
ระยะห่างจากหัววัดรังสี (เซนติเมตร)	เวลา	จำนวนนับรังสีแกมมาที่ตรวจวัดโดยสถานีลูกข่าย ฯ (count per minute)	จำนวนนับรังสีแกมมาที่รับค่าโดยสถานีแม่ข่าย ฯ (count per minute)
-	12:23	26	-
	12:24	19	-
	12:25	30	-
	12:26	18	-
	12:27	18	-
	12:28	18	-
100	12:29	62	-
	12:30	48	-
	12:31	53	-
	12:32	79	-
	12:33	59	-
	12:34	58	-
80	12:35	82	-
	12:36	88	-
	12:37	80	-
	12:38	83	-
	12:39	75	-
	12:40	66	-
60	12:41	110	-
	12:42	118	-
	12:43	131	-
	12:44	123	-
	12:45	109	-
	12:46	145	-

ตารางที่ 4.3 ผลทดสอบการแจ้งเตือนเมื่อจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนดของระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ (ต่อ)

ระยะห่างจากหัววัดรังสี (เซนติเมตร)	เวลา	จำนวนนับรังสีแกมมาที่ตรวจวัดโดยสถานีลูกข่าย ฯ (count per minute)	จำนวนนับรังสีแกมมาที่รับค่าโดยสถานีแม่ข่าย ฯ (count per minute)
40	12:47	232	-
	12:48	232	-
	12:49	222	-
	12:50	219	-
	12:51	225	-
	12:52	235	-
20	12:53	795	-
	12:54	755	-
	12:55	727	759.0*
	12:56	685	-
	12:57	758	-
	12:58	716	720.0*

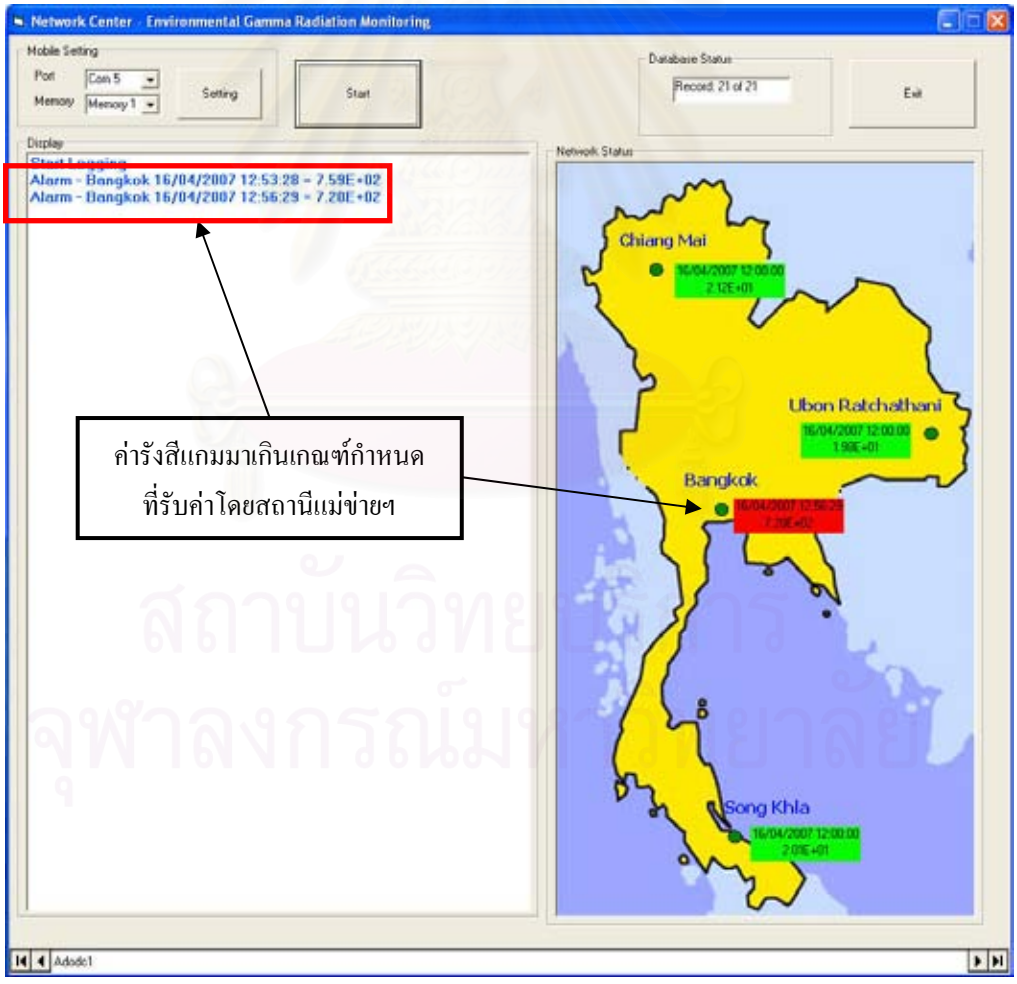
● สถานีลูกข่าย ฯ ส่งจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนดให้กับสถานีแม่ข่าย ฯ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่านับวัดและเวลาที่ได้จากการทดสอบการแจ้งเตือนเมื่อจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนดของระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่

รูปที่ 4.12 ภาพแสดงผลการส่งข้อความสั้นที่เป็นจำนวนนับรังสีแกมมาเกินกำหนดใน
โทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้รับผิดชอบในการเฝ้าระวัง



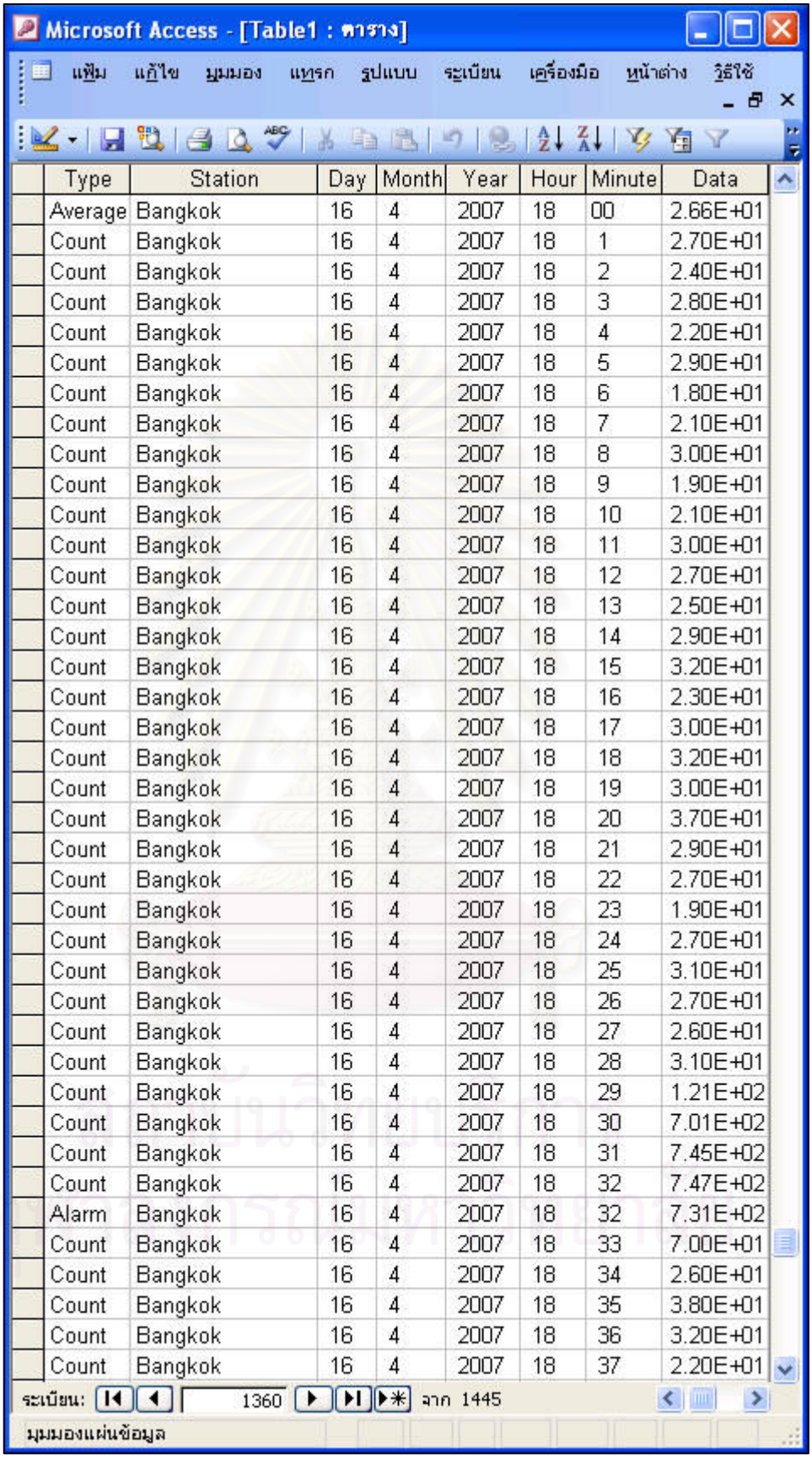
รูปที่ 4.13 ภาพแสดงผลการนำจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนดมาแสดงผลในโปรแกรม
สำหรับสถานีแม่ข่ายเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม

4.4 การทดสอบการจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล

การทดสอบการจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลของระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ คือ การทดสอบความสามารถในการทำงานของสถานีลูกข่าย ฯ ในการนำจำนวนนับรังสีแกมมาที่ตรวจวัดด้วยเครื่องสเกลเลอร์/เรตมิเตอร์ จัดเก็บลงโปรแกรมฐานข้อมูล Microsoft Access 2003 ของบริษัทไมโครซอฟท์ และทดสอบความสามารถในการทำงานของสถานีแม่ข่าย ฯ ในการดึงข้อมูลจากโทรศัพท์เคลื่อนที่แล้วจัดเก็บลงโปรแกรมฐานข้อมูล ทำการทดสอบโดยจัดอุปกรณ์ทดสอบเช่นเดียวกับรูปที่ 4.10 ทำการตรวจวัดรังสีแกมมาเป็นเวลา 3 ชั่วโมง มีช่วงเวลาในการตรวจวัดทุก 1 นาที ระหว่างชั่วโมงที่ 2 วางต้นกำเนิดรังสีมาตรฐาน ซีเซียม-137 ที่ระยะที่มีการแจ้งเตือนว่ามีจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนดซึ่งได้จากการทดลองที่ 4.3. เป็นเวลา 3 นาที แล้วนำออก ระหว่างชั่วโมงที่ 3 วางต้นกำเนิดรังสีเป็นเวลา 6 นาที แล้วนำออก พบว่าสถานีลูกข่าย ฯ สามารถนำจำนวนนับรังสีแกมมา จำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมง และจำนวนนับรังสีแกมมาที่เกินเกณฑ์กำหนด จัดเก็บลงโปรแกรมฐานข้อมูลได้ดังแสดงในรูปที่ 4.13 และสถานีแม่ข่าย ฯ สามารถนำจำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมง และจำนวนนับรังสีแกมมาที่เกินเกณฑ์กำหนด จัดเก็บลงโปรแกรมฐานข้อมูลได้ ดังแสดงในรูป 4.14

ทั้งนี้เมื่อนำจำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมง และจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนดที่จัดเก็บโดยสถานีลูกข่าย ฯ เปรียบเทียบกับสถานีแม่ข่าย ฯ พบว่ามีการจัดเก็บลงโปรแกรมฐานข้อมูลถูกต้องค่าเดียวกันดังมีรายละเอียดในตารางที่ 4.4

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



Type	Station	Day	Month	Year	Hour	Minute	Data
Average	Bangkok	16	4	2007	18	00	2.66E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	1	2.70E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	2	2.40E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	3	2.80E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	4	2.20E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	5	2.90E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	6	1.80E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	7	2.10E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	8	3.00E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	9	1.90E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	10	2.10E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	11	3.00E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	12	2.70E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	13	2.50E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	14	2.90E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	15	3.20E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	16	2.30E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	17	3.00E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	18	3.20E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	19	3.00E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	20	3.70E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	21	2.90E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	22	2.70E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	23	1.90E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	24	2.70E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	25	3.10E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	26	2.70E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	27	2.60E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	28	3.10E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	29	1.21E+02
Count	Bangkok	16	4	2007	18	30	7.01E+02
Count	Bangkok	16	4	2007	18	31	7.45E+02
Count	Bangkok	16	4	2007	18	32	7.47E+02
Alarm	Bangkok	16	4	2007	18	32	7.31E+02
Count	Bangkok	16	4	2007	18	33	7.00E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	34	2.60E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	35	3.80E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	36	3.20E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	37	2.20E+01

รูปที่ 4.14 ภาพแสดงผลการจัดเก็บข้อมูลลงโปรแกรมฐานข้อมูลของสถานีลูกข่ายเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม

Microsoft Access - [Table1 : ตาราง]

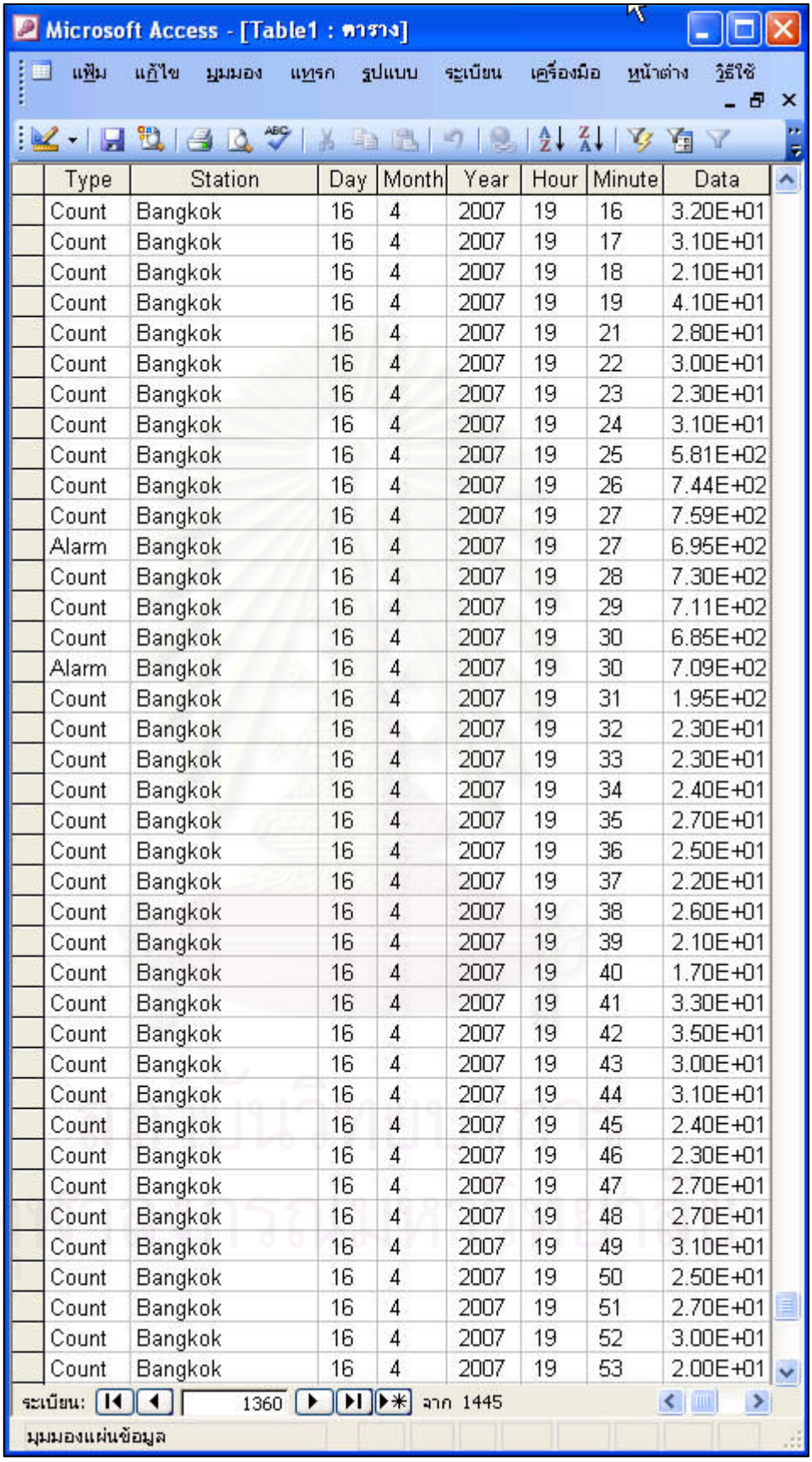
แฟ้ม แก้ไข มุมมอง แทรก รูปแบบ ระเบียน เครื่องมือ หน้าต่าง วิธีใช้

Type	Station	Day	Month	Year	Hour	Minute	Data
Count	Bangkok	16	4	2007	18	38	2.40E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	39	3.30E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	40	3.00E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	41	2.50E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	42	2.20E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	43	2.00E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	44	2.50E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	45	3.10E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	46	2.50E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	47	1.80E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	48	3.10E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	49	3.70E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	50	3.90E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	51	2.30E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	52	2.30E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	53	2.30E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	54	2.40E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	55	2.70E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	56	2.20E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	57	2.40E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	58	3.50E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	18	59	3.00E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	0	2.10E+01
Average	Bangkok	16	4	2007	19	00	6.47E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	1	3.40E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	2	3.00E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	3	2.40E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	4	2.40E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	5	2.60E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	6	3.00E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	7	3.00E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	8	2.50E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	9	2.50E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	10	2.60E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	11	2.80E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	12	2.90E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	13	3.00E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	14	3.00E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	15	2.60E+01

ระเบียน: 1360 จาก 1445

มุมมองแผ่นข้อมูล

รูปที่ 4.14 ภาพแสดงผลการจัดเก็บข้อมูลลงโปรแกรมฐานข้อมูลของสถานีลูกข่ายเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม (ต่อ)



Microsoft Access - [Table1 : ตาราง]

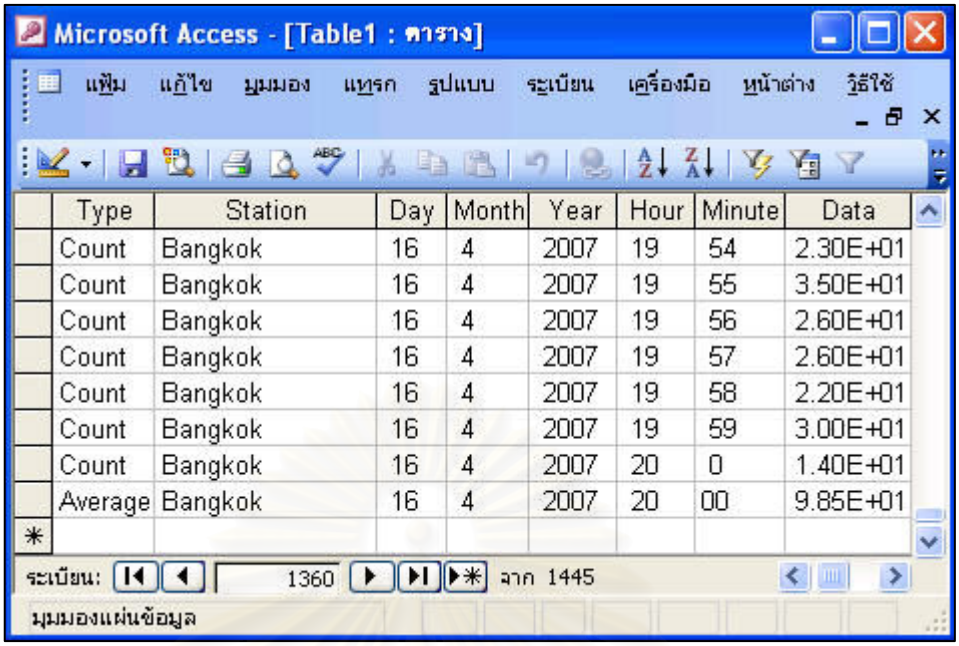
แฟ้ม แก้ไข มุมมอง แทรก รูปแบบ ระเบียน เครื่องมือ หน้าต่าง วิธีใช้

Type	Station	Day	Month	Year	Hour	Minute	Data
Count	Bangkok	16	4	2007	19	16	3.20E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	17	3.10E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	18	2.10E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	19	4.10E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	21	2.80E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	22	3.00E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	23	2.30E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	24	3.10E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	25	5.81E+02
Count	Bangkok	16	4	2007	19	26	7.44E+02
Count	Bangkok	16	4	2007	19	27	7.59E+02
Alarm	Bangkok	16	4	2007	19	27	6.95E+02
Count	Bangkok	16	4	2007	19	28	7.30E+02
Count	Bangkok	16	4	2007	19	29	7.11E+02
Count	Bangkok	16	4	2007	19	30	6.85E+02
Alarm	Bangkok	16	4	2007	19	30	7.09E+02
Count	Bangkok	16	4	2007	19	31	1.95E+02
Count	Bangkok	16	4	2007	19	32	2.30E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	33	2.30E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	34	2.40E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	35	2.70E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	36	2.50E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	37	2.20E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	38	2.60E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	39	2.10E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	40	1.70E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	41	3.30E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	42	3.50E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	43	3.00E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	44	3.10E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	45	2.40E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	46	2.30E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	47	2.70E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	48	2.70E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	49	3.10E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	50	2.50E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	51	2.70E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	52	3.00E+01
Count	Bangkok	16	4	2007	19	53	2.00E+01

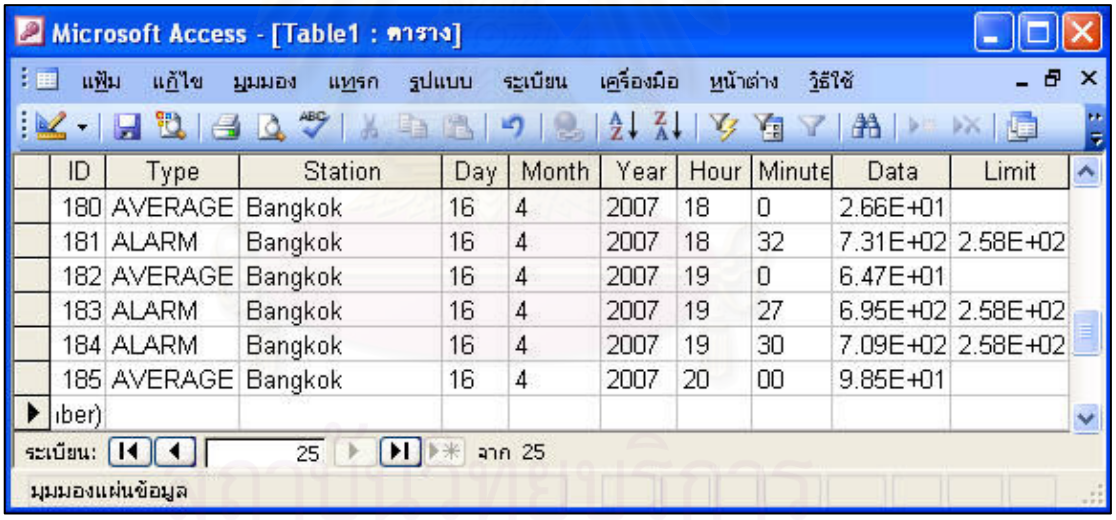
ระเบียน: 1360 จาก 1445

มุมมองแผ่นข้อมูล

รูปที่ 4.14 ภาพแสดงผลการจัดเก็บข้อมูลลงโปรแกรมฐานข้อมูลของสถานีลูกข่ายเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม (ต่อ)



รูปที่ 4.14 ภาพแสดงผลการจัดเก็บข้อมูลลงโปรแกรมฐานข้อมูลของสถานีลูกข่ายเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม (ต่อ)



รูปที่ 4.15 ภาพแสดงผลการจัดเก็บข้อมูลลงโปรแกรมฐานข้อมูลของสถานีแม่ข่ายเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบเปรียบเทียบข้อมูลที่จัดเก็บลงโปรแกรมฐานข้อมูลระหว่างสถานีลูกข่ายและสถานีแม่ข่ายเฝ้าระวังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม

ชนิดของจำนวนนับรังสีแกมมา	ข้อมูลในฐานข้อมูลของสถานีลูกข่าย ฯ			ข้อมูลในฐานข้อมูลของสถานีแม่ข่าย ฯ		
	จำนวนนับรังสีแกมมา (count per minute)	วัน/เดือน/ปี	เวลา	จำนวนนับรังสีแกมมา (count per minute)	วัน/เดือน/ปี	เวลา
ค่าเฉลี่ยรายชั่วโมง	26.6	16/04/2007	18:00	26.6	16/04/2007	18:00
ค่าเกินเกณฑ์กำหนด	731.0	16/04/2007	18:32	731.0	16/04/2007	18:32
ค่าเฉลี่ยรายชั่วโมง	64.7	16/04/2007	19:00	64.7	16/04/2007	19:00
ค่าเกินเกณฑ์กำหนด	695	16/04/2007	19:27	695	16/04/2007	19:27
ค่าเกินเกณฑ์กำหนด	709	16/04/2007	19:30	709	16/04/2007	19:30
ค่าเฉลี่ยรายชั่วโมง	98.5	16/04/2007	20:00	98.5	16/04/2007	20:00

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5
การสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ผลการทดสอบการเชื่อมต่อรับส่งข้อมูลในระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่

ก. การทดสอบการเชื่อมต่อรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องสเกลเลอร์/เรตมิเตอร์กับไมโครคอมพิวเตอร์พบว่า เครื่องสเกลเลอร์/เรตมิเตอร์สามารถส่งข้อมูลจำนวนนับรังสีแกมมาที่ตรวจวัดได้ให้กับไมโครคอมพิวเตอร์ โดยส่งข้อมูลด้วยสายสัญญาณผ่านพอร์ตอนุกรมได้อย่างถูกต้อง

ข. การทดสอบการเชื่อมต่อรับส่งข้อมูลระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับโทรศัพท์เคลื่อนที่พบว่า

1. การเชื่อมต่อรับส่งข้อมูลระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยพอร์ตอินฟราเรดของสถานีลูกข่าย ฯ นั้น ไมโครคอมพิวเตอร์สามารถส่งจำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมง และคำสั่งให้ส่งข้อความสั้นที่เป็นจำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมง ให้กับโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ โดยส่งข้อมูลด้วยแสงผ่านพอร์ตอินฟราเรดได้อย่างถูกต้อง

2. การทดสอบการเชื่อมต่อรับส่งข้อมูลระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับโทรศัพท์เคลื่อนที่ด้วยพอร์ตอินฟราเรดของสถานีแม่ข่าย ฯ นั้น ไมโครคอมพิวเตอร์สามารถดึงข้อความสั้นที่เป็นจำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมงจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ โดยรับข้อมูลด้วยแสงผ่านพอร์ตอินฟราเรดได้อย่างถูกต้อง

5.1.2 ผลการทดสอบรายงานผลตรวจวัดรังสีแกมมาของระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่

การทดสอบรายงานผลตรวจวัดรังสีแกมมาของระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่พบว่า สถานีลูกข่าย ฯ สามารถนำจำนวนนับรังสีแกมมา

ที่ตรวจวัดทุก 1 นาที ด้วยระบบตรวจวัดอันประกอบด้วยเครื่องสเกลเลอร์/เรตมิเตอร์และหัววัดไกเกอร์มูลเลอร์ มาประมวลผลเป็นจำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมงโดยไมโครคอมพิวเตอร์ และส่งข้อมูลรายงานผลตรวจวัดเป็นจำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมงให้กับสถานีแม่ข่าย ฯ ด้วยโทรศัพท์เคลื่อนที่ในรูปแบบข้อความสั้นผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งสามารถรายงานผลได้ครบ 6 ชั่วโมงที่ทำการทดสอบ

5.1.3 ผลการทดสอบการแจ้งเตือนเมื่อมีจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนดของระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่

การทดสอบการแจ้งเตือนเมื่อมีจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนดของระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่พบว่า สถานีลูกข่าย ฯ สามารถส่งข้อมูลแจ้งเตือนเมื่อจำนวนนับรังสีแกมมาที่ทำการตรวจวัดเกินเกณฑ์กำหนดที่ตั้งไว้ ให้กับสถานีแม่ข่าย ฯ และโทรศัพท์เคลื่อนที่ของผู้รับผิดชอบในการเฝ้าระวัง

5.1.4 ผลการทดสอบการจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลของระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่

การทดสอบการจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูลของระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่พบว่า โปรแกรมควบคุมการทำงานของสถานีลูกข่าย ฯ สามารถจัดเก็บข้อมูลจำนวนนับรังสีแกมมา จำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมง และจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนด ลงโปรแกรมฐานข้อมูลได้ครบทุกข้อมูล และสำหรับโปรแกรมควบคุมการทำงานขอสถานีแม่ข่าย ฯ สามารถจัดเก็บข้อมูลจำนวนนับรังสีแกมมาเฉลี่ยรายชั่วโมง และจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนดได้ครบทุกข้อมูลตรงตามกับสถานีลูกข่าย ฯ

5.1.5 คุณสมบัติข้อดีของระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อมผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่

1. ระบบสามารถรับส่งข้อมูลแบบไร้สาย
2. ระบบมีค่าใช้จ่ายในการรับส่งข้อมูลระยะทางไกลน้อยกว่าแบบระบบโทรศัพท์พื้นฐาน
3. ระบบมีค่าใช้จ่ายน้อยกว่า ในการนำโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นอุปกรณ์รับส่งข้อมูลเมื่อเทียบกับการใช้โทรศัพท์พื้นฐาน ซึ่งมีค่าใช้จ่ายสูงสำหรับโมเด็มคุณลักษณะเฉพาะ

สายสัญญาณ ค่าใช้จ่ายรายเดือนในการเช่าใช้เลขหมายโทรศัพท์พื้นฐาน ทั้งนี้การใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่สามารถเลือกเป็นสมาชิกแบบเติมเงินซึ่งไม่มีค่าเช่าใช้เลขหมาย และยังสะดวกต่อการชำระค่าใช้จ่ายต่าง ๆ

4. สถานีแม่ข่าย ฯ สามารถรับข้อมูลจากสถานีลูกข่าย ฯ ได้มากกว่า 1 สถานีในเวลาเดียวกันได้ โดยระบบคอมพิวเตอร์ของเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่จะรับข้อความสั้นทั้งหมด และจัดลำดับทำการส่งข้อความสั้นทั้งหมดให้สถานีแม่ข่ายเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม

5. สถานีลูกข่าย ฯ สามารถติดตั้งในสถานที่ที่ไม่ต้องมีสายสัญญาณโทรศัพท์ ซึ่งอาจเป็นที่โล่งแจ้ง แต่ทั้งนี้ต้องเป็นสถานที่ที่มีสัญญาณเครือข่ายโทรศัพท์และมีระบบผลิตไฟฟ้าด้วยตนเอง

6. ระบบมีการส่งข้อมูลให้ผู้รับผิดชอบในการเฝ้าระวัง เมื่อมีจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนด เป็นการร่วมบูรณาการกับหน่วยงานอื่นหรือชุมชนในการเฝ้าระวังภัยทางรังสี

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. เพื่อให้เกิดประโยชน์ในงานด้านการป้องกันอันตรายจากรังสีในการเฝ้าระวังไม่ให้มนุษย์ได้รับปริมาณรังสีเกินเกณฑ์กำหนด จึงควรสอบเทียบระบบตรวจวัดรังสีแกมมาที่ใช้ให้อ่านค่าออกมาในหน่วยปริมาณรังสีสมมูล (Equivalent dose)

2. ในกรณีที่สัญญาณเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่เกิดการขัดข้อง ทำให้ไม่สามารถส่งข้อมูลจากสถานีลูกข่าย ฯ ไปให้สถานีแม่ข่าย ฯ ได้ เพื่อเป็นการแก้ปัญหาดังกล่าวทำได้โดยเพิ่มโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่ใช้สัญญาณเครือข่ายต่างกัน ทำหน้าที่เป็นระบบส่งข้อมูลสำรอง

3. การรับส่งข้อมูลของระบบในอนาคตสามารถพัฒนาใช้การรับส่งข้อมูลแบบอื่นด้วยโทรศัพท์เคลื่อนที่ ที่มีความรวดเร็วและส่งข้อมูลได้มากกว่าแบบข้อความสั้น เช่น แบบ GPRS (General Packet Radio Service) หรือแบบ EDGE (Enhance Data for Global Evolution)

4. งานวิจัยที่พัฒนาสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเฝ้าระวังการปฏิบัติงานที่ใช้งานต้นกำเนิดรังสีความแรงรังสีสูง กล่าวคือ สถานีลูกข่าย ฯ ทำการตรวจวัดรังสีในขณะใช้งานต้นกำเนิดรังสี หากระดับรังสีตรงตามที่ต้นกำเนิดรังสีปลดปล่อยออกมากถือว่าเหตุการณ์ปกติ แต่หากระดับรังสีต่ำกว่าหรือสูงกว่าแสดงว่าอาจเกิดเหตุขัดข้องของอุปกรณ์การใช้

5. งานวิจัยที่พัฒนาสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการป้องกันการสูญหายของต้นกำเนิดรังสีความแรงรังสีสูง โดยทำการตรวจวัดรังสีในสถานที่เก็บต้นกำเนิดรังสี และหากตรวจพบระดับรังสีต่ำกว่าระดับที่ต้นกำเนิดรังสีปลดปล่อยออกมา แสดงว่าต้นกำเนิดรังสีมีการเคลื่อนย้ายหรือสูญหาย

6. งานวิจัยที่พัฒนาสามารถเพิ่มเงื่อนไขการแจ้งเตือนเมื่อมีจำนวนนับรังสีแกมมาเกินเกณฑ์กำหนดได้ เช่น ต้องการให้มีการแยกการแจ้งเตือน เมื่อมีจำนวนนับรังสีแกมมามากกว่าระดับแบคกราวด์ 5 เท่า และ 10 เท่า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

[1] M.K. Song and K.C. Tsui. Environmental Radiation Monitoring in Hong Kong. Technical Report (1991).

[2] ธนกร อรัญศิริ. การพัฒนาระบบเชื่องโยงสัญญาณสำหรับเฝ้าระวังทางรังสีโดยใช้เครือข่ายวิทยุสื่อสาร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

[3] ธเนส ศิริไตรวัฒนาพร. การพัฒนาระบบรับส่งข้อมูลด้วยแสงอินฟาเรดสำหรับอุปกรณ์นิวคลีออนิกส์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541

[4] กลุ่มเฝ้าตรวจกัมมันตภาพรังสี สำนักสนับสนุนการกำกับดูแลความปลอดภัยจากพลังงานปรมาณู สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. การตรวจวัดปริมาณรังสีด้วยระบบเฝ้าตรวจปริมาณรังสีแกมมาในอากาศที่สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติและภูมิภาคต่างๆทั่วประเทศ, 2548.

[5] บริษัท เดด มิลเลนเนี่ยม. การให้บริการส่งข้อความสั้น. Fist mobile. 34 (ธันวาคม 2547) : 23

[6] บริษัท เดด มิลเลนเนี่ยม. Reference. Fist mobile. เล่มที่ 62 (มีนาคม 2550) : หน้า 59

[7] Papyrus Computer Technologies Ltd. -Infra Red (IrDA). Available from: http://www.papyrus.co.il/FAQ/infrared_(irda).htm#Q.%20What%20is%20IrDA, 2007.

[8] Tekran Systems Co.,Ltd. – What is IrDA? Available from: http://www.tekram.com/knowledge/knowlegebase_detail.asp?id=38, 2005.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

MODEL 44-7 End Window G-M Detector

PART NUMBER:47-1536

The Model 44-7 is an end window G-M that can be used with several different instruments including survey meters, scalers, ratemeters, and alarm ratemeters

INDICATED USE: Alpha beta gamma survey; Sample counting
DETECTOR: End window halogen quenched G-M
WINDOW: 1.7 ± 0.3 mg/cm² mica
WINDOW AREA:
Active - 6 cm²
Open - 5 cm²
EFFICIENCY(4pi geometry): Typically 2%-^{14}C; 10%-^{90}Sr/^{90}Y; 7%-^{239}Pu
SENSITIVITY: Typically 2100 cpm/mR/hr (*^{137}Cs gamma*)
ENERGY RESPONSE: Energy dependant
DEAD TIME: Typically 200 microseconds
COMPATIBLE INSTRUMENTS: General purpose survey meters, ratemeters, and scalers
OPERATING VOLTAGE: 900 volts
CONNECTOR: Series "C" (*others available*)
CONSTRUCTION: Anodized aluminum housing
TEMPERATURE RANGE: -4° F(-20° C) to 122° F(50° C)
May be certified for operation from -40° F(-40° C) to 150° F(65° C)
SIZE: 1.8" (4.6 cm) Diameter X 5.8" (14.7 cm)L
WEIGHT: 1 lb (0.5kg)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

MODEL 2200 Scaler/Ratemeter SCA

PART NUMBER:48-1651

- ***6 Decade LED Display***
- ***Single Channel Analyzer***
- ***Ratemeter with Total Counting Range from 0 - 500,000 cpm***
- ***Adjustable Scaler Count Time from 6 seconds - 990 minutes***

INDICATED USE: Gross sample counting; Single channel analyzing
COMPATIBLE DETECTORS: G-M, proportional, scintillation
CONNECTOR: Series "C" (*others available*)
SCALER: 6 digit LED display providing a range of 0 - 999999 counts
SCALER LINEARITY: Reading within plus or minus 2% of true value
TIMER: Thumbwheel adjustment from 0 - 999 minutes with selectable divisions of X0.1 and X1
RATEMETER: 0 - 500,000 cpm total range
METER DIAL: 0 - 500 cpm; 0 - 2.5 kV; BAT TEST
MULTIPLIERS: X1, X10, X100, X1000
LINEARITY: Reading within plus or minus 10% of true value with detector connected
RESPONSE: Toggle switch for FAST (4 seconds) or SLOW (22 seconds) from 10% to 90% of final reading
ZERO: Push button to zero meter
HIGH VOLTAGE: Adjustable from 200 - 2500 volts (*will support 60 megohm scintillation loads*)
THRESHOLD: Voltage sensitive; adjustable from 1.0 - 10.0
WINDOW: Adjustable from 0 - 10.0 above threshold setting (*can be turned on or off*)
DISC(Discriminator): Adjustable from 2 - 100 mV at a threshold setting of 1.0
RS-232: 9 pin connector allowing for printer, or software interface
POWER: 95 - 250 VAC 50 - 60 Hz single phase (*less than 100 mA*) or 4 each "D" cell batteries (*housed in externally accessible compartments*)
BATTERY LIFE: Typically 120 hours with alkaline batteries (*battery condition can be checked on meter*)
METER: 2.5"(6.4cm) arc, 1 mA analog type
CONSTRUCTION: Aluminum housing with beige powder coat paint
TEMPERATURE RANGE: -4° F(-20° C) to 122° F(50° C)
SIZE: 8.5"(21.6cm)H X 5"(12.7cm)W X 9.3"(23.5cm)L
WEIGHT: 6.9 lbs (3.1kg) w/o batteries

ภาคผนวก ค

>> Samsung >> **Samsung X200**

ลักษณะเด่น ประจำรุ่น

- จอแสดงผลแบบ UFB LCD 65,536 สี ความละเอียด 128 x 160 Pixels (8 บรรทัด)
- หน่วยความจำสมุดโทรศัพท์ 1000 รายการ พร้อมบันทึกข้อมูลการโทรอย่างละ 20 รายการ (โทรออก, รับสาย, ไม่รับสาย)
- เชื่อมต่อ WAP Browser เวอร์ชัน 1.2.1 ผ่านระบบ GPRS Class 10 พร้อมการเชื่อมต่อข้อมูลแบบไร้สายผ่าน Infrared Port
- เสียงเรียกเข้าแบบ Polyphonic Ringtones 40 ชิ้นเครื่องดนตรี รองรับไฟล์เสียงเรียกเข้าแบบ MP3 รองรับ Java Applications (MIDP 2.0)
- รองรับ Java Applications (MIDP 2.0)

รายละเอียด ตัวเครื่องเบื้องต้น

- ระบบสัญญาณ Tri Band (GSM 900/1800/1900 MHz)
- ขนาด 85 x 44 x 20 มิลลิเมตร
- น้ำหนัก 77 กรัม
- ชนิดจอแสดงผลแบบ UFB LCD 65,536 สี ความละเอียด 128 x 160 Pixels (8 บรรทัด)
- ชนิดแบตเตอรี่ Li-Ion 680 mAh
- ระยะเวลารอรับสาย 300-350 ชั่วโมง
- ระยะเวลาสนทนา 3 ชั่วโมง
- หน่วยความจำสมุดโทรศัพท์ 1000 รายการ
- บันทึกข้อมูลการโทรอย่างละ 20 รายการ (โทรออก, รับสาย, ไม่รับสาย)
- ปุ่มควบคุมการทำงาน (Navigator-Key) แบบ 5 ทิศทาง

คุณสมบัติ เกี่ยวกับข้อความ

- SMS (Short Message Service)
- EMS
- MMS
- ระบบสะกดคำอัตโนมัติ (T9)

คุณสมบัติ การเชื่อมต่อ

- WAP Browser 1.2.1
- GPRS Class 10 (4+1/3+2 slots) (32 - 48 kbps)
- Infrared Port
- USB Data Cable
- SyncPC

คุณสมบัติ ทั่วไป

- เสียงเรียกเข้าแบบ Polyphonic Ringtones 40 ชิ้นเครื่องดนตรี
- รองรับไฟล์เสียงเรียกเข้าแบบ MP3
- ระบบสั่นในตัว
- นาฬิกาบอกเวลา
- ตั้งปลุก
- แสดงภาพพื้นหลัง (Wallpapers)
- ปฏิทินพร้อมบันทึกนัดหมาย
- To-Do-List
- เครื่องคิดเลข
- โปรแกรมแปลงหน่วย
- จดบันทึก
- บันทึกเสียง (30 วินาที x 5 รายการ)

คุณสมบัติ อื่นๆ

- รองรับ Java Applications (MIDP 2.0)
- ไฟ LED กระพริบขณะมีสายเรียกเข้า
- เกมส์ในเครื่อง
- เปิดตัวครั้งแรก เมื่อ ไตรมาสที่ 4 ปี ค.ศ. 2005
- กำหนดการออกวางจำหน่าย ไตรมาสที่ 4 ปี ค.ศ. 2005

ภาคผนวก ง

>> Nokia >> **Nokia 8250**

ลักษณะเด่น ประจำรุ่น

- จอแสดงผลแบบ Monochrome Graphic ขาว-ดำ ความละเอียด 84 x 48 Pixels (5 บรรทัด) พร้อมไฟ Backlight สีฟ้า
- หน่วยความจำสมุดโทรศัพท์ 250 รายการ พร้อมการบันทึกข้อมูลการโทรอย่างละ 20 รายการ (โทรออก, รับสาย, ไม่รับสาย)
- เชื่อมต่อข้อมูลแบบไร้สายผ่าน Infrared Port
- รองรับการรับ-ส่งข้อความแบบ SMS และ SMS Chat พร้อมระบบสะกดคำอัตโนมัติ
- กำหนดกลุ่มผู้โทร พร้อมการโทรออกด้วยเสียง (8 หมายเลข)

รายละเอียด ตัวเครื่องเบื้องต้น

- ระบบสัญญาณ Dual Band (GSM900/1800 MHz)
- ขนาด 102.5 x 45 x 19 มิลลิเมตร
- น้ำหนัก 81 กรัม
- ชนิดจอแสดงผลแบบ Monochrome Graphic ขาว-ดำ ความละเอียด 84 x 48 Pixels (5 บรรทัด)

- ไฟ Backlight สีฟ้า

- ชนิดแบตเตอรี่ Li-Ion 650 mAh
- ระยะเวลารอรับสาย 50-150 ชั่วโมง
- ระยะเวลาสนทนา 2-3.5 ชั่วโมง
- ปุ่ม Softkey ช่วยอำนวยความสะดวกในการใช้งานเมนู
- หน่วยความจำสมุดโทรศัพท์ 250 รายการ
- บันทึกข้อมูลการโทรอย่างละ 20 รายการ (โทรออก, รับสาย, ไม่รับสาย)
- ปุ่มควบคุมการทำงานตรงกลาง ดีไซน์รูปผีเสื้อ

คุณสมบัติ เกี่ยวกับข้อความ

- SMS
- SMS Chat
- ระบบสะกดคำอัตโนมัติ

คุณสมบัติ การเชื่อมต่อ

- ความเร็วในการเชื่อมต่อ 9600 bps
- Infrared

คุณสมบัติ ทั่วไป

- เสียงเรียกเข้าแบบ Monophonic Ringtones

- โปรแกรมแต่งเสียงเรียกเข้าด้วยตนเอง (ได้ 7 เสียง)
- ดาวน์โหลดเสียงเรียกเข้าเพิ่มเติม

- กำหนดกลุ่มผู้โทร
- เมนูใช้งานภาษาไทย
- ระบบสั่น
- โทรออกด้วยเสียง (8 หมายเลข)
- ปฏิทินพร้อมบันทึกนัดหมาย 50 รายการ
- นาฬิกาบอกเวลา
- ตั้งปลุก
- แสดงภาพพักหน้าจอ
- ระบบเตือนความจำ

คุณสมบัติ อื่นๆ

- เกมส์ในเครื่อง 4 เกมส์ (Memory, Snake, Logic และ Opposite)
- ปรับขนาดตัวอักษรได้ตามต้องการ (Dynamic Font Size)
- เปลี่ยนหน้ากากได้

ภาคผนวก จ

โปรแกรมสำหรับสถานีลูกข่ายระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม

```
Option Explicit
Option Base 1
Public Station As String, MeausureTime As Single, AlarmLimit As Single, AlarmLimitSMS As String
Public SMSALMc As String, SMSALMm As String, SMSRPOc As String
Public AverageSum As Single
Public DiffHour As Integer, DiffDate As Integer
Public i As Integer, j As Integer, k As Integer, l As Integer, m As Integer, n As Integer, z As Integer
Public ShowData As String
Public CheckStop As Integer
Public SMSDate As Date
Public InputData As Variant, InputData2 As Single
Dim CountData(70) As Single, CountDate(70) As Date
Dim CountDay(70) As Integer, CountMonth(70) As Integer, CountYear(70) As Integer, CountHour(70) As _
      Integer, CountMinute(70) As Integer
Dim CheckAlarmCount(4) As Single
Dim AlarmData(10) As Single, AlarmDataSMS(10) As String, AlarmDate(10) As Date
Dim AverageData(30) As Single, AverageDataSMS(30) As String, AverageDate(30) As Date
Dim CenterNo As String, MobileNo(5) As String

Private Sub Adodc1_MoveComplete( _
        ByVal adReason As ADODB.EventReasonEnum, _
        ByVal pError As ADODB.Error, _
        adStatus As ADODB.EventStatusEnum, _
        ByVal pRecordset As ADODB.Recordset)
  If (Adodc1.Recordset.BOF = True) And (Adodc1.Recordset.EOF = True) Then
    Label16.Caption = "No recored in recordset"
  Else
    Label16.Caption = "Record: " & CStr(Adodc1.Recordset.AbsolutePosition) & " of " &
CStr(Adodc1.Recordset.RecordCount)
  End If
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()
    Combo1.AddItem "Chiang Mai"
    Combo1.AddItem "Ubol Ratchathani"
    Combo1.AddItem "Bangkok"
    Combo1.AddItem "Song Khla"
    Combo2.AddItem "1 Minute"
    Combo2.AddItem "2 Minute"
    Combo2.AddItem "5 Minute"
    Combo2.AddItem "10 Minute"
    Combo3.AddItem "1 Hour"
    Combo3.AddItem "3 Hours"
    Combo3.AddItem "6 Hours"
    Combo3.AddItem "12 Hours"
    Combo4.AddItem "1"
    Combo4.AddItem "2"
    Combo4.AddItem "3"
    Text5.Text = "+668xxxxxxxx”
    Text6.Text = "+668xxxxxxxx”
    Text7.Text = "+668xxxxxxxx"
    Text8.Text = "+668xxxxxxxx"
    MSComm1.CommPort = 1
    MSComm1.Settings = "2400, n, 8, 1"
    MSComm1.Handshaking = comRTS
    CheckStop = 2
    PortList.ListIndex = 0
    PortConfigText.Text = WAMPLE1.portconfig
    Adodc1.Recordset.MoveLast
    Adodc1.Recordset.AddNew
End Sub

Private Sub Command1_Click()
    Select Case Combo1.Text
        Case Is = "Chiang Mai"
            Station = "Chiang Mai"
        Case Is = "Ubol Ratchathani"
            Station = "Ubol Ratchathani"
```

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

```
    Case Is = "Bangkok"
        Station = "Bangkok"
    Case Is = "Song Khla"
        Station = "Song Khla"
End Select
Select Case Combo2.Text
    Case Is = "1 Minute"
        MeausureTime = 1
    Case Is = "2 Minute"
        MeausureTime = 2
    Case Is = "5 Minute"
        MeausureTime = 5
    Case Is = "10 Minute"
        MeausureTime = 10
End Select
Select Case Combo3.Text
    Case Is = "1 Hour"
        m = 1
    Case Is = "3 Hours"
        m = 3
    Case Is = "6 Hours"
        m = 6
    Case Is = "12 Hours"
        m = 12
End Select
Select Case Combo4.Text
    Case Is = "1"
        n = 1
    Case Is = "2"
        n = 2
    Case Is = "3"
        n = 3
End Select
CenterNo = Text5.Text
MobileNo(1) = Text6.Text
MobileNo(2) = Text7.Text
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
    MobileNo(3) = Text8.Text
    AlarmLimit = Text1.Text
    AlarmLimitSMS = Format(AlarmLimit, "Scientific")
    Timer1.Enabled = True
    i = 0
    j = 0
    k = 0
    l = 0
    z = 0
    AverageSum = 0
End Sub

Private Sub Command3_Click()
    MSComm1.PortOpen = True
    CheckStop = 1
    ShowData = "* * * * * * * * * * * * * * * * * * * Start Logging * * * * * * * * * * * * * * * * * * *"
    List1.AddItem ShowData
End Sub

Private Sub Command4_Click()
    MSComm1.PortOpen = False
    ShowData = "* * * * * * * * * * * * * * * * * * * Stop Logging * * * * * * * * * * * * * * * * * * *"
    CheckStop = 2
    List1.AddItem ShowData
End Sub

Private Sub MSComm1_OnComm()
    InputData = MSComm1.Input
    z = z + 1
    InputData2 = Val(InputData)
    Label9.Caption = InputData2
    If (z = 2) Then
        If InputData2 > 0 Then
            Call Calculate
        End If
        z = 0
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
    End If
End Sub

Private Sub Command5_Click()
    InputData = Text4.Text
    InputData2 = Val(InputData)
    Call Calculate
End Sub

Private Sub Calculate()
    i = i + 1
    CountData(i) = (InputData2 / MeausureTime)
    CountDate(i) = Now
    CountDay(i) = Day(CountDate(i))
    CountMonth(i) = Month(CountDate(i))
    CountYear(i) = Year(CountDate(i))
    CountHour(i) = Hour(CountDate(i))
    CountMinute(i) = Minute(CountDate(i))
    ShowData = "Count - " & CountDate(i) & " = " & CountData(i)
    List1.AddItem ShowData
    MyType.Text = "Count"
    MyStation.Text = Station
    MyDay.Text = Str(CountDay(i))
    MyMonth.Text = Str(CountMonth(i))
    MyYear.Text = Str(CountYear(i))
    MyHour = Str(CountHour(i))
    MyMinute = Str(CountMinute(i))
    MyData.Text = Str(CountData(i))
    Adodc1.Recordset.AddNew
    If CountData(i) >= AlarmLimit Then
       j = j + 1
       CheckAlarmCount(j) = CountData(i)
       If j = 3 Then
          k = k + 1
          AlarmData(k) = (CheckAlarmCount(1) + CheckAlarmCount(2) + CheckAlarmCount(3)) / 3
          AlarmDataSMS(k) = Format(AlarmData(k), "Scientific")
```

```
        AlarmDate(k) = CountDate(i)
        ShowData = "Alarm - " & AlarmDate(k) & " = " & AlarmData(k)
        List1.AddItem ShowData
        MyType.Text = "Alarm"
        MyStation.Text = Station
        MyDay.Text = Str(CountDay(i))
        MyMonth.Text = Str(CountMonth(i))
        MyYear.Text = Str(CountYear(i))
        MyHour = Str(CountHour(i))
        MyMinute = Str(CountMinute(i))
        MyData.Text = AlarmDataSMS(k)
        Adodc1.Recordset.AddNew
        SMSALMc = "ALARM," & Station & "," & AlarmDate(k) & "," & AlarmDataSMS(k) & "," & _
            AlarmLimitSMS
        Call ConnectMobile
        Call SendAlarm_c
        SMSDate = Now
        List2.AddItem "Send Alarm to Center  " & SMSDate
        SMSALMm = "ALARM " & Station & " " & AlarmDate(k) & " = " & AlarmDataSMS(k) & " (Limit_
            = " & AlarmLimitSMS & ")"
        For n = 1 To n
          Call SendAlarm_m
          SMSDate = Now
          List2.AddItem "Send Alarm to Mobile  " & n & " " & SMSDate
        Next n
        n = n - 1
        j = 0
        k = 0
    End If
Else
    j = 0
End If
If (i >= 2) Then
    DiffHour = CountHour(i) - CountHour(i - 1)
    If DiffHour <> 0 Then
    For i = 1 To (i - 1)
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
    AverageSum = AverageSum + CountData(i)
Next i
    l = l + 1
AverageData(l) = AverageSum / (i - 1)
AverageDataSMS(l) = Format(AverageData(l), "Scientific")
AverageDate(l) = CountDate(i)
ShowData = "Average - " & CountDay(i) & "/" & CountMonth(i) & "/" & CountYear(i) & " " & _
       CountHour(i) & ":00:00 = " & AverageData(l)
List1.AddItem ShowData
MyType.Text = "Average"
MyStation.Text = Station
MyDay.Text = Str(CountDay(i))
MyMonth.Text = Str(CountMonth(i))
MyYear.Text = Str(CountYear(i))
MyHour = Str(CountHour(i))
MyMinute = "00"
MyData.Text = AverageDataSMS(l)
Adodc1.Recordset.AddNew
If m = 1 Then
    SMSRPOc = "AVERAGE," & m & "," & Station & "," & AverageDate(l) & "," & AverageDataSMS(1)
    Call ConnectMobile
    Call SendReport
    SMSDate = Now
    List2.AddItem "Send Average to Center  " & SMSDate
    l = 0
Else
    If (l >= 2) And (l <= m) Then
       DiffDate = CountDay(i) - CountDay(i - 1)
       If DiffDate <> 0 Then
          SMSRPOc = "AVERAGE," & l & "," & Station & "," & AverageDate(1)
          For l = 1 To l
             SMSRPOc = SMSRPOc & "," & AverageDataSMS(l)
          Next l
          Call ConnectMobile
          Call SendReport
```

```
            SMSDate = Now
            List2.AddItem "Send Average to Center  " & SMSDate
            l = 0
          End If
        End If
        If l = m Then
          SMSRPOc = "AVERAGE," & m & "," & Station & "," & AverageDate(1)
          For l = 1 To m
            SMSRPOc = SMSRPOc & "," & AverageDataSMS(l)
          Next l
          Call ConnectMobile
          Call SendReport
          SMSDate = Now
          List2.AddItem "Send Average to Center  " & SMSDate
          l = 0
        End If
      End If
      CountData(1) = CountData(i)
      CountDate(1) = CountDate(i)
      CountDay(1) = CountDay(i)
      CountMonth(1) = CountMonth(i)
      CountYear(1) = CountYear(i)
      CountHour(1) = CountHour(i)
      CountMinute(1) = CountMinute(i)
      AverageSum = 0
      i = 1
      ShowData = "Count - " & CountDate(i) & " = " & CountData(i)
      List1.AddItem ShowData
      End If
    End If
End Sub
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
Private Sub ConnectMobile()
    WAMPLE1.Port = PortList.ItemData(PortList.ListIndex)
    WAMPLE1.portconfig = PortConfigText.Text
    WAMPLE1.Connect
End Sub

Private Sub SendAlarm_c()
    WAMPLE1.SMSsend CenterNo, SMSALMc
End Sub

Private Sub SendAlarm_m()
    WAMPLE1.SMSsend MobileNo(n), SMSALMm
End Sub

Private Sub SendReport()
    WAMPLE1.SMSsend CenterNo, SMSRPOc
End Sub

Private Sub Command2_Click()
    If CheckStop = 2 Then
        WAMPLE1.Disconnect
        End
    Else
        MsgBox "You have to Stop logging before Exit"
    End If
End Sub
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฉ

โปรแกรมสำหรับสถานีแม่ข่ายระบบเฝ้าระวังรังสีแกมมาในสิ่งแวดล้อม

```
Option Explicit
Option Base 1
Dim SMSdata1(2000) As String, SMSdata2() As String, SMScheck As String
Dim AlarmData As String, AlarmLimit As String, AlarmStation As String
Dim AlarmDate As Date, AlarmDay As Single, AlarmMonth As Single, AlarmYear As Single, AlarmHour As Single, _
    AlarmMinute As Single
Dim AverageData(25) As String, AverageStaion As String
Dim AverageDate As Date, AverageDay As Single, AverageMonth As Single, AverageYear As Single, _
    AverageHour(25) As Integer, AverageMinute As Single
Dim AverageStartHour As Integer, AverageStartHour2 As Integer
Dim m As Integer, n As Integer, p As Integer, q As Integer, x As Integer
Dim ShowData As String
Dim ID As Single
Dim IDA_oCM As Single, IDA_oUB As Single, IDA_oBK As Single, IDA_oSK As Single
Dim IDAL_oCM As Single, IDAL_oUB As Single, IDAL_oBK As Single, IDAL_oSK As Single
Dim i As Integer, Max As Integer
Dim MobilePort As Variant, MobileMemory As Variant

Private Sub Adodc1_MoveComplete( _
        ByVal adReason As ADODB.EventReasonEnum, _
        ByVal pError As ADODB.Error, _
        adStatus As ADODB.EventStatusEnum, _
        ByVal pRecordset As ADODB.Recordset)
  If (Adodc1.Recordset.BOF = True) And (Adodc1.Recordset.EOF = True) Then
    Label3.Caption = "No recored in recordset"
  Else
    Label3.Caption = "Record: " & CStr(Adodc1.Recordset.AbsolutePosition) & " of " &
CStr(Adodc1.Recordset.RecordCount)
  End If
End Sub
```

```
Private Function GetDateString(time As Date) As String
   GetDateString = Str(Hour(time)) + ":" + Str(Minute(time)) + ":" + Str(Second(time)) + " " + Str(Day(time)) + "/" +
Str(Month(time)) + "/" + Str(Year(time))
End Function


Private Sub Form_Load()
   q = 0
   IDA_oCM = 0
   IDA_oUB = 0
   IDA_oBK = 0
   IDA_oSK = 0
   IDAL_oCM = 0
   IDAL_oUB = 0
   IDAL_oBK = 0
   IDAL_oSK = 0
   Combo1.AddItem "Com 1"
   Combo1.AddItem "Com 2"
   Combo1.AddItem "Com 3"
   Combo1.AddItem "Com 4"
   Combo1.AddItem "Com 5"
   Combo1.AddItem "Com 6"
   Combo1.AddItem "Com 7"
   Combo1.AddItem "Com 8"
   Combo2.AddItem "Memory 1"
   Combo2.AddItem "Memory 2"
   Combo2.AddItem "Memory 3"
   x = 0
   Adodc1.Recordset.MoveLast
   Adodc1.Recordset.AddNew
End Sub


Private Sub Command3_Click()
   Select Case Combo1.Text
      Case Is = "Com 1"
         MobilePort = 0
      Case Is = "Com 2"
         MobilePort = 1
      Case Is = "Com 3"
         MobilePort = 2
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
        Case Is = "Com 4"
            MobilePort = 3
        Case Is = "Com 5"
            MobilePort = 4
        Case Is = "Com 6"
            MobilePort = 5
        Case Is = "Com 7"
            MobilePort = 6
        Case Is = "Com 8"
            MobilePort = 7
    End Select
    Select Case Combo1.Text
        Case Is = "Memory 1"
            MobileMemory = 1
        Case Is = "Memory 2"
            MobileMemory = 2
        Case Is = "Memory 3"
            MobileMemory = 3
    End Select
    PortList.ListIndex = MobilePort
    WAMPLE1.Port = PortList.ItemData(PortList.ListIndex)
End Sub

Private Sub Command1_Click()
    x = 1
    ShowData = "Start Logging"
    List1.AddItem ShowData
End Sub
Private Sub Timer1_Timer()
    x = x + 1
    If x = 2 Then
        WAMPLE1.Connect
    ElseIf x = 3 Then
        WAMPLE1.Disconnect
        x = 1
        q = 0
        p = 0
    Else
        x = 0
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
    End If
End Sub

Private Sub WAMPLE1_Connected()
    MemList.Clear
    Max = WAMPLE1.MemCount(SMS)
    For i = 0 To Max - 1
        MemList.AddItem WAMPLE1.MemName(SMS, i)
    Next
    MemList.ListIndex = 1
    WAMPLE1.SMSdownload MemList.List(MemList.ListIndex)
End Sub

Private Sub WAMPLE1_SMSdownloaded(ByVal memory As String, ByVal memoryposition As Long, ByVal _
        phonenumber As String, ByVal smsmessage As String, ByVal time As Date, ByVal crc As Long)
    q = q + 1
    SMSdata1(q) = smsmessage
    SMSdata2 = Split(SMSdata1(q), ",", -1, vbTextCompare)
    SMScheck = SMSdata2(0)
    If SMScheck = "ALARM" Then
        AlarmStation = SMSdata2(1)
        AlarmDate = SMSdata2(2)
        AlarmData = SMSdata2(3)
        AlarmLimit = SMSdata2(4)
        AlarmDay = Day(AlarmDate)
        AlarmMonth = Month(AlarmDate)
        AlarmYear = Year(AlarmDate)
        AlarmHour = Hour(AlarmDate)
        AlarmMinute = Minute(AlarmDate)
        ID = AlarmMinute + (AlarmHour * 100) + (AlarmDay * 10000) + (AlarmMonth * 1000000)
        If (AlarmStation = "Chiang Mai") And (ID > IDAL_oCM) Then
            Call ALDATA
            Label4.Caption = AlarmDate
            Label5.Caption = AlarmData
            Label4.BackColor = QBColor(12)
            Label5.BackColor = QBColor(12)
            IDAL_oCM = ID
        ElseIf (AlarmStation = "Ubol Ratchathani") And (ID > IDAL_oUB) Then
            Call ALDATA
```

```
        Label6.Caption = AlarmDate
        Label7.Caption = AlarmData
        Label6.BackColor = QBColor(12)
        Label7.BackColor = QBColor(12)
        IDAL_oUB = ID
    ElseIf (AlarmStation = "Bangkok") And (ID > IDAL_oBK) Then
        Call ALDATA
        Label8.Caption = AlarmDate
        Label9.Caption = AlarmData
        Label8.BackColor = QBColor(12)
        Label9.BackColor = QBColor(12)
        IDAL_oBK = ID
    ElseIf (AlarmStation = "Song Khla") And (ID > IDAL_oSK) Then
        Call ALDATA
        Label10.Caption = AlarmDate
        Label11.Caption = AlarmData
        Label10.BackColor = QBColor(12)
        Label11.BackColor = QBColor(12)
        IDAL_oSK = ID
    Else
        ShowData = "Old Alarm"
    End If
ElseIf SMScheck = "AVERAGE" Then
    m = SMSdata2(1)
    n = m + 3
    p = 0
    AverageStaion = SMSdata2(2)
    AverageDate = SMSdata2(3)
    AverageDay = Day(AverageDate)
    AverageMonth = Month(AverageDate)
    AverageYear = Year(AverageDate)
    AverageStartHour = Hour(AverageDate)
    AverageStartHour2 = AverageStartHour - 1
    AverageMinute = 0
    ID = (AverageStartHour * 100) + (AverageDay * 10000) + (AverageMonth * 1000000)
    If (AverageStaion = "Chiang Mai") And (ID > IDA_oCM) Then
        Call ADATA
        Label4.Caption = AverageDay & "/" & AverageMonth & "/" & AverageYear & " " & AverageHour(p) & _
            ":00:00"
```

```
            Label5.Caption = AverageData(p)
            Label4.BackColor = QBColor(10)
            Label5.BackColor = QBColor(10)
            IDA_oCM = ID
        ElseIf (AverageStaion = "Ubol Ratchathani") And (ID > IDA_oUB) Then
            Call ADATA
            Label6.Caption = AverageDay & "/" & AverageMonth & "/" & AverageYear & " " & AverageHour(p) & _
                ":00:00"
            Label7.Caption = AverageData(p)
            Label6.BackColor = QBColor(10)
            Label7.BackColor = QBColor(10)
            IDA_oUB = ID
        ElseIf (AverageStaion = "Bangkok") And (ID > IDA_oBK) Then
            Call ADATA
            Label8.Caption = AverageDay & "/" & AverageMonth & "/" & AverageYear & " " & AverageHour(p) & _
                ":00:00"
            Label9.Caption = AverageData(p)
            Label8.BackColor = QBColor(10)
            Label9.BackColor = QBColor(10)
            IDA_oBK = ID
        ElseIf (AverageStaion = "Song Khla") And (ID > IDA_oSK) Then
            Call ADATA
            Label10.Caption = AverageDay & "/" & AverageMonth & "/" & AverageYear & " " & AverageHour(p) &
                _":00:00"
            Label11.Caption = AverageData(p)
            Label10.BackColor = QBColor(10)
            Label11.BackColor = QBColor(10)
            IDA_oSK = ID
        Else
            ShowData = "Old Average"
        End If
    Else
        ShowData = "Nothing"
    End If
End Sub
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
Private Sub ALDATA()
   ShowData = "Alarm - " & AlarmStation & " " & AlarmDate & " = " & AlarmData
   List1.AddItem ShowData
   MyType.Text = SMScheck
   MyStation.Text = AlarmStation
   MyDay.Text = AlarmDay
   MyMonth.Text = AlarmMonth
   MyYear.Text = AlarmYear
   MyHour.Text = AlarmHour
   MyMinute.Text = AlarmMinute
   MyData.Text = AlarmData
   MyLimit.Text = AlarmLimit
   Adodc1.Recordset.AddNew
End Sub

Private Sub ADATA()
   For n = 4 To n
      p = p + 1
      AverageHour(p) = AverageStartHour2 + p
      AverageData(p) = SMSdata2(n)
      ShowData = "Average - " & AverageStaion & " " & AverageDay & "/" & AverageMonth & "/" & AverageYear _
            & " " & AverageHour(p) & ":00:00" & " = " & AverageData(p)
      List1.AddItem ShowData
      MyType.Text = SMScheck
      MyStation.Text = AverageStaion
      MyDay.Text = AverageDay
      MyMonth.Text = AverageMonth
      MyYear.Text = AverageYear
      MyHour.Text = AverageHour(p)
      MyMinute.Text = AverageMinute
      MyData.Text = AverageData(p)
      Adodc1.Recordset.AddNew
   Next n
End Sub

Private Sub Command2_Click()
 WAMPLE1.Disconnect
 End
End Sub
```

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายกิตติศักดิ์ ชัยสรรค์ เกิดวันที่ 4 กันยายน พ.ศ.2517 ที่อำเภอเมือง จังหวัดกาญจนบุรี สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในปีการศึกษา 2540 จากนั้นได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2546

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย