สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โปรแกรมติดตามความเคลื่อนไหวผ่านเว็บแคมบนคอมพิวเตอร์แบบพกพา

MOTION FOLLOWING ON POCKET PC

นายเจริญ จารุโสจิรัตน์
นางสาวชลิตา จารุชัยมนตรี
นายชิตพล ดวงเดือน

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 62864
วัน,เดือน,ปี 23 ส.ค. 2549
บ.....
.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมติดตามความเคลื่อนไหวผ่านเว็บแคมบนคอมพิวเตอร์แบบพกพา

MOTION FOLLOWING ON POCKET PC

โดย

เจริญ จารุโสธิรัตน์

ชลิตา จารุชัยมนตรี

ชิตพล ดวงเดือน

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. เกียรติกูล เจียรนัยธนะกิจ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2548

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง โปรแกรมติดตามความเคลื่อนไหวผ่านเว็บแคมบนคอมพิวเตอร์แบบพกพา

MOTION FOLLOWING ON POCKET PC

ผู้จัดทำ

1. นายเจริญ จารุโศจิรัตน์ รหัสประจำตัว 45010141
2. นางสาวชลิดา จารุชัยมนตรี รหัสประจำตัว 45010165
3. นายชิตพล ดวงเดือน รหัสประจำตัว 45010186

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ. เกียรติกูล เจียรนัยธนะกิจ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมติดตามความเคลื่อนไหวผ่านเว็บแคมบนคอมพิวเตอร์แบบพกพา

นายเจริญ จารุโศจิรัตน์	45010141
นางสาวชลิตา จารุชัยมนตรี	45010165
นายชิตพล ดวงเดือน	45010186
ผศ. เกียรติกูล เจียรนัยธนะกิจ	อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2548

บทคัดย่อ

โครงงานโปรแกรมติดตามความเคลื่อนไหวผ่านเว็บแคมบนคอมพิวเตอร์แบบพกพา มีจุดมุ่งหมายเพื่อเขียนโปรแกรมให้คอมพิวเตอร์แบบพกพาซึ่งในที่นี้ใช้ Pocket PC สามารถรับภาพเคลื่อนไหวจากเว็บแคมที่ส่งภาพไปยังเซิร์ฟเวอร์ แล้วจึงส่งต่อภาพเพื่อแสดงผลไปยัง Pocket PC โดยภาพนั้นจะมีการตรวจจับการเคลื่อนไหว คือเมื่อผู้ใช้ได้กำหนดว่าจะติดตามความเคลื่อนไหวของวัตถุใดที่อยู่ในจอภาพแล้ว เมื่อวัตถุนั้นมีการเคลื่อนไหว ระบบจะทำการตรวจจับและสร้างกรอบขึ้นมาล้อมรอบวัตถุนั้น ทำให้ผู้ใช้ Pocket PC สามารถเห็นได้อย่างชัดเจนว่าวัตถุนั้นเคลื่อนไหวไปอยู่ที่ใดในจอภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTION FOLLOWING ON POCKET PC

Mr. Jaroen Jarusojirat	45010141
Miss Chalita Charuchaimontri	45010165
Mr. Chitpol Duangduen	45010186
Asst. Prof. Kietikul Jearanaitanakij	Advisor
Academic Year 2005	

ABSTRACT

The goal of this project is to create the program on Pocket PC to follow the motion activities of the chosen object. The server can receive the motion pictures from the web camera, processes the received pictures and sends them to display on Pocket PC. When user chooses the object from Pocket PC, the server detects and follows the motion activities of that object, and creates a box to cover it. After that the server sends the picture with the box to Pocket PC so user can be able to see the motion activities of the object on the Pocket PC.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้คงไม่อาจสำเร็จลุล่วงไปได้ หากปราศจากแนวทางในการทำโครงงาน รวมทั้งข้อแนะนำ และคำปรึกษาอย่างดียิ่งและเป็นกันเองของท่านอาจารย์ ผศ.เกียรติกูล เจียรนัยธนะกิจ ซึ่งเป็นที่ปรึกษาโครงงานปริญญานิพนธ์นี้ จึงต้องจักขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างมากที่มีความกรุณาช่วยให้พวกเราได้ทำสิ่งที่มุ่งหมายไว้ให้สำเร็จไปได้ด้วยดี

รวมทั้งต้องขอขอบพระคุณท่านคณาจารย์ทุกท่านในภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิสวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทางด้านวิชาการแขนงต่างๆ ให้พวกเรา จนสามารถนำความรู้เหล่านั้นมาบูรณาการและประยุกต์ใช้ในโครงงานปริญญานิพนธ์นี้ได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์

นอกจากนี้ยังมีเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ทุกคน ทั้งในภาควิชาฯ และนอกภาควิชาฯ ที่ได้ให้ความคิดเห็น และคำปรึกษา รวมทั้งกำลังใจในหลายๆ โอกาส จึงต้องขอขอบคุณและขอบใจมา ณ ที่นี้

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อคุณแม่ และครอบครัวของพวกเราทุกคน ที่คอยให้แรงใจ คอยช่วยเหลือสนับสนุนในสิ่งที่พวกเราต้องการอยากจะทำ และมองดูความสำเร็จของพวกเราอย่างใกล้ชิด จนทำให้พวกเราได้เดินทางมาจนถึงจุดหมายที่พวกเราวาดหวังไว้

ขอให้คุณประโยชน์อันใดที่จะสามารถพึงเกิดขึ้นได้ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้ส่งผลกลับไปถึงผู้มีพระคุณทุกๆ ท่าน

เจริญ จารุโศจิรัตน์
ชลิตา จารุชัยมนตรี
ชิตพล ดวงเดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VIII

สารบัญรูป IX

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 1

1.4 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.5 อุปกรณ์ที่ใช้ 2

1.6 วิธีการดำเนินงาน 2

1.7 ส่วนประกอบของปริญญานิพนธ์ 3

บทที่ 2 สถาปัตยกรรมของ Pocket PC 4

2.1 ระบบปฏิบัติการใน Pocket PC 5

2.1.1 สถาปัตยกรรมของ Windows CE 5

2.1.2 .NET Compact Framework 7

2.2 หน่วยความจำใน Pocket PC 11

บทที่ 3 เทคโนโลยีระบบเครือข่ายไร้สายแบบ Wi-Fi 13

3.1 เทคโนโลยี Wi-Fi 13

3.2 ข้อดีของเครือข่ายแบบ Wireless LAN 13

3.3 ชนิดของ IEEE 802.11 14

3.3.1 IEEE 802.11b 15

3.3.2 IEEE 802.11a 15

3.3.3 IEEE 802.11h 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3.4 IEEE 802.11g 16
3.3.5 IEEE 802.11e 16
3.3.6 IEEE 802.11i 16
3.4 ลักษณะการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ IEEE 802.11 WLAN 16
3.4.1 โหมด Infrastructure 17
3.4.2 โหมด Ad-Hoc หรือ Peer-to-Peer 18
3.5 การเข้าใช้ช่องสัญญาณด้วยกลไก CSMA/CA 18
3.5.1 CSMA with Random Back-Off 18
3.5.2 CSMA/CD 19
3.5.3 CSMA/CA with Acknowledgement 19
3.6 กลไกรักษาความปลอดภัยในมาตรฐาน IEEE 802.11 21
3.6.1 การเข้ารหัสและถอดรหัสข้อมูล (WEP Encryption/ Decryption) 21
3.6.2 การตรวจสอบผู้ใช้ (Authentication) 23

บทที่ 4 เทคโนโลยีของ .NET Framework 26
4.1 ส่วนประกอบของ .NET Framework 26
4.1.1 Programming Language 27
4.1.2 .NET Framework Classes Library 27
4.1.3 Common Language Runtime (CLR) 28
4.2 ข้อดีของการใช้ .Net Framework ในการพัฒนาโปรแกรม 29
4.3 การใช้ .NET Framework พัฒนาแอพพลิเคชั่นทางฝั่งเครื่องลูกข่าย 29
4.4 การใช้ .NET Framework พัฒนาแอพพลิเคชั่นทางฝั่งเครื่องเซิร์ฟเวอร์ 30

บทที่ 5 การเขียนโปรแกรมติดต่อกับเว็บแคมโดยใช้ WIA Library 31

บทที่ 6 โครงสร้างรูปภาพและการประมวลผลทางรูปภาพ 34
6.1 โครงสร้างของภาพชนิดบิตแมป 34
6.2 การประมวลผลเกี่ยวกับรูปร่างของภาพ (Morphological Image Processing) 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

6.2.1 Dilation 34
6.2.2 Erosion 35
6.3 การแบ่งภาพออกเป็นส่วนย่อย (Image Segmentation) 36
6.4 อัลกอริธึมเธรชโฮลด์ (Thresholding) 36
6.4.1 Bilevel Luminance Thresholding 36
6.4.2 Multilevel Luminance Thresholding 37
6.5 การหาส่วนที่ไม่ต่อเนื่องกัน (Detection of Discontinuities) 38
6.6 การหาขอบภาพ (Edge detection) 38
6.6.1 วิธีการแบบเกรเดียนท์ (Gradient method) 39
6.6.2 วิธีการแบบลาพลาเซียน (Laplacian method) 39
6.7 อัลกอริธึมในการจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพ (Motion Detection) 40

บทที่ 7 อัลกอริธึมในการติดตามความเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพ 42
7.1 อัลกอริธึมในการติดตามความเคลื่อนไหวของวัตถุ 42
7.2 อัลกอริธึมในการติดตามวัตถุที่เคลื่อนที่สวนกัน 47

บทที่ 8 การออกแบบและการพัฒนา 50
8.1 Functional Requirements 50
8.2 Non-Functional Requirements 51
8.3 Use Case Diagram 51
8.4 Class Diagram 52
8.5 Sequence Diagram 53

บทที่ 9 การทดลองและผลการทดลอง 57
9.1 แบบจำลองที่ใช้ในการจำลองระบบ 57
9.2 ผลการทดลอง 57
9.2.1 ผลการทดลองการเลือกวัตถุที่ต้องการจาก Pocket PC 58
9.2.2 ผลการทดลองการเลือกเว็บแคมที่ต้องการจากเครื่องเซิร์ฟเวอร์ 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

9.2.3 ผลการทดลองการเลือกเว็บแคมที่ต้องการจาก Pocket PC 60

9.2.4 ผลการทดลองการเชื่อมต่อ Pocket PC มากกว่า 1 เครื่อง 61

9.2.5 ผลการทดลองการยกเลิกการเชื่อมต่อ Pocket PC เมื่อมีการเชื่อมต่อ Pocket PC มากกว่า 1 เครื่อง 62

9.2.6 ผลการทดลองการเคลื่อนที่สวนกันของวัตถุที่ได้เลือกไว้กับวัตถุอื่น 63

บทที่ 10บทวิจารณ์และสรุป 65

10.1 บทสรุป 65

10.2 วิจารณ์สิ่งที่ได้จากโครงงาน 65

10.3 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางในการแก้ไข 66

10.4 แนวทางการพัฒนาต่อ 66

บรรณานุกรม 67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ส่วนประกอบของ Pocket PC	4
2.2	วิวัฒนาการของ Windows CE	5
2.3	สถาปัตยกรรมของ Windows CE	6
2.4	สถาปัตยกรรมโดยรวมของ .NET Compact Framework	8
3.1	แสดง BSS และ ESS	17
3.2	แสดงการทำงานในโหมด Ad-Hoc หรือ Peer-to-Peer Mode	18
3.3	แสดง Hidden Node Problem และ กลไก RTS/CTS Handshake	20
3.4	แสดง WEP Encryption	22
3.5	แสดง WEP Decryption	23
3.6	แสดง WEP Shared Key Authentication	25
4.1	การเขียนโปรแกรมกับ .NET Framework	26
4.2	โค้ดเพื่อการจัดการทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์	30
5.1	แสดงการติดต่อระหว่างอุปกรณ์และ WIA Library	31
6.1	แสดงผลของการขยายภาพแบบไบนารี่	35
6.2	แสดงผลของการย่อภาพแบบไบนารี่	36
6.3	การเลือกค่าเธรชโฮลด์จากฮิสโทแกรม	37
6.4	มาส์ก (Mask) ขนาด 3x3	38
6.5	(1) กราฟแสดงถึงความแตกต่างของระดับความเข้มของสี	39
	(2) การหาขอบด้วยวิธีการแบบเกรเดียนท์	39
	(3) วิธีการแบบลาพลาเชียน	39
6.6	ขอบและพื้นที่	40
6.7	ตัวอย่างสมมติ (1) และ (2) แสดงเฟรมของภาพ (3) แสดงการกำหนดขอบ	41
7.1	ลำดับเฟรมของภาพเคลื่อนไหว	42
7.2	เฟรมที่ 1 ซึ่งถูกสำเนาเฉพาะส่วนที่ผู้ใช้เลือก	42
7.3	เฟรมที่ 2 ซึ่งถูกสำเนาเฉพาะส่วนที่ผู้ใช้เลือก	43
7.4	เฟรมที่ 1 ซึ่งแปลงระดับสีเทา	43
7.5	เฟรมที่ 2 ซึ่งแปลงระดับสีเทา	43
7.6	แสดงความแตกต่างของเฟรมที่ 1 และ 2	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

7.7 ภาพหลังการทำเธรชโฮลด์ 44

7.8 ภาพหลังการทำลดขนาดของวัตถุและสัญญาณรบกวน 45

7.9 ภาพหลังการทำการหาขอบของวัตถุ 45

7.10 ภาพผลลัพธ์หลังจากทำการวาดกรอบล้อมรอบวัตถุที่ต้องการแล้ว 45

7.11 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ 47

7.12 แสดงการขยายความกว้างของกรอบที่ล้อมรอบวัตถุเมื่อมีส่วนของวัตถุอื่น
เข้ามาอยู่ในกรอบ 48

7.13 การตีกรอบเมื่อวัตถุสองชิ้นเคลื่อนที่มาซ้อนกัน 48

7.14 แสดงการตีกรอบเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ออกจากกัน 49

8.1 แสดงระบบโดยรวมของการติดต่อระหว่างเว็บแคม เครื่องเซิร์ฟเวอร์ และ Pocket PC 50

8.2 Use Case Diagram 51

8.3 แสดง Class Diagram ของระบบ 52

8.4 Sequence Diagram แสดงการติดต่อระหว่าง Pocket PC กับเครื่องเซิร์ฟเวอร์
และแสดงผลภาพเคลื่อนไหวบน Pocket PC 53

8.5 Sequence Diagram แสดงการเลือกเว็บแคมที่ต้องการดูภาพเคลื่อนไหว 54

8.6 Sequence Diagram แสดงการติดตามการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ต้องการผ่านเว็บแคม 55

8.7 Sequence Diagram แสดงการยกเลิกการเชื่อมต่อระหว่าง Pocket PC กับเครื่องเซิร์ฟเวอร์ 56

9.1 ภาพของวัตถุที่มีกรอบล้อมรอบ 58

9.2 การแสดงผลที่เซิร์ฟเวอร์ก่อนที่จะทำการเลือกเว็บแคมตัวใหม่ 59

9.3 การแสดงผลที่เซิร์ฟเวอร์หลังจากมีการเลือกเว็บแคมตัวใหม่ 59

9.4 การแสดงผลที่ Pocket PC ก่อนที่จะทำการเลือกเว็บแคมตัวใหม่ 60

9.5 การแสดงผลที่ Pocket PC หลังจากมีการเลือกเว็บแคมตัวใหม่ 60

9.6 แสดงผลการเชื่อมต่อ Pocket PC 2 เครื่องไปยังเครื่องเซิร์ฟเวอร์ 61

9.7 แสดงผลการยกเลิกการเชื่อมต่อ Pocket PC 62

9.8 ภาพของวัตถุก่อนที่จะเคลื่อนที่สวนกัน 63

9.9 ภาพของวัตถุขณะที่กำลังเคลื่อนที่สวนกัน 63

9.10 ภาพของวัตถุหลังจากเคลื่อนที่สวนกันแล้ว 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

9.1 ข้อกำหนดต่างๆ ที่ใช้กำหนดแบบจำลองของระบบ 54

9.2 ผลการทดสอบการล้อมกรอบรอบวัตถุ 58

9.3 ผลการทดสอบการล้อมกรอบรอบวัตถุที่เคลื่อนที่สวนกัน 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน

เว็บแคมหรือกล้องผ่านเครือข่ายในปัจจุบันนี้นั้นถือได้ว่าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้กันแพร่หลายในการรับส่งภาพของผู้ใช้งานแบบตามเวลาจริง (Real-Time) แต่การใช้งานส่วนใหญ่นั้นมุ่งเน้นไปที่ความบันเทิงเป็นหลัก โครงงานนี้จึงเป็นการนำเอาเว็บแคมมาใช้ในด้านอรรถประโยชน์ โดยเอามาใช้ร่วมกับ Pocket PC ซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กสามารถพกพาได้และมีประสิทธิภาพแทบจะเรียกได้ว่าเทียบเท่ากับคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะเลยทีเดียว ทำให้เกิดแนวคิดการนำเอาภาพจากเว็บแคมส่งมายัง Pocket PC เพื่อประโยชน์ในการใช้งานแบบต่างๆ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อสร้างโปรแกรมใน Pocket PC ให้สามารถรับรูปจากเว็บแคมให้ออกมาแสดงผลได้

1.2.2 เพื่อศึกษาวิธีการในการทำให้โปรแกรมสามารถติดตามความเคลื่อนไหวของวัตถุที่ผู้ใช้ได้เลือกไว้ ที่เคลื่อนที่ผ่านเว็บแคมได้

1.2.3 เพื่อศึกษาสถาปัตยกรรมของคอมพิวเตอร์แบบพกพา

1.2.4 เพื่อศึกษาเทคโนโลยีระบบเครือข่ายไร้สาย

1.2.5 เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมเกี่ยวกับการประมวลผลภาพ (Image Processing)

1.2.6 เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมบน Visual Studio .NET

1.2.7 เพื่อศึกษาระบบการติดต่อกับเว็บแคม

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 โปรแกรมใน Pocket PC สามารถรับรูปจากเว็บแคมให้ออกมาแสดงผลได้

1.3.2 โปรแกรมสามารถติดตามความเคลื่อนไหวของวัตถุที่ผู้ใช้ได้เลือกไว้ ที่เคลื่อนที่ผ่านเว็บแคมได้

1.3.3 ได้รับความรู้เกี่ยวกับสถาปัตยกรรมของคอมพิวเตอร์แบบพกพา

1.3.4 ได้รับความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีระบบเครือข่ายไร้สาย

1.3.5 ได้รับความรู้เกี่ยวกับการประมวลผลภาพ (Image Processing)

1.3.6 ได้รับความรู้ในการเขียนโปรแกรมบน Visual Studio .NET

1.3.7 ได้รับความรู้เกี่ยวกับระบบการติดต่อกับเว็บแคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขอบเขตของโครงงาน

1.4.1 โปรแกรมใน Pocket PC (Windows Mobile 2003 SE) สามารถรับรูปจากเว็บแคมให้ออกมาแสดงผลได้

1.4.2 โปรแกรมสามารถรองรับเว็บแคมได้มากกว่า 1 ตัว และสามารถเลือกได้ว่าจะแสดงผลจากเว็บแคมตัวไหน

1.4.3 โปรแกรมที่ฝั่งเซิร์ฟเวอร์สามารถเชื่อมต่อกับเครื่อง Pocket PC ได้มากกว่า 1 ตัว โดยที่การแสดงผลจะเหมือนกันในทุกๆ เครื่อง

1.4.4 โปรแกรมสามารถติดตามความเคลื่อนไหวของวัตถุที่ผู้ใช้ได้เลือกไว้ ที่เคลื่อนที่ผ่านเว็บแคม และสร้างกรอบขึ้นมาล้อมรอบวัตถุที่เคลื่อนไหวนั้นได้

1.4.5 ในกรณีที่เมื่อมีวัตถุสองสิ่งเคลื่อนที่สวนกัน โปรแกรมสามารถแยกแยะได้ว่าวัตถุใดเป็นวัตถุที่ผู้ใช้ได้เลือกที่จะติดตามความเคลื่อนไหว และติดตามวัตถุนั้นได้อย่างถูกต้อง

1.4.6 ภาพที่แสดงผลสามารถแสดงผลได้อย่างเป็นธรรมชาติ

1.4.7 โปรแกรมมีการตอบสนองและการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.4.8 โปรแกรมมีฟังก์ชันที่ใช้งานได้อย่างสะดวกและเข้าใจวิธีการใช้ได้ไม่ยาก

1.5 อุปกรณ์ที่ใช้

1.5.1 Pocket PC

1.5.2 เว็บแคม

1.5.3 เครื่องคอมพิวเตอร์

1.5.4 ระบบเครือข่ายไร้สายแบบ Wi-Fi

1.6 วิธีการดำเนินงาน

1.6.1 ศึกษาเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมบน Pocket PC โดยใช้เทคโนโลยี .NET Compact Framework และภาษา C#

1.6.2 ศึกษาเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้เทคโนโลยี .NET Framework และภาษา C#

1.6.3 ศึกษาเกี่ยวกับการติดต่อสื่อสารผ่านระบบเครือข่ายไร้สายแบบ Wi-Fi

1.6.4 ศึกษาเกี่ยวกับการติดต่อสื่อสารกับเว็บแคมโดยใช้ WIA Library เป็นตัวเชื่อมต่อ

1.6.5 ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างของรูปภาพและการประมวลผลทางรูปภาพ

1.6.6 จัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการพัฒนา

1.6.7 วิเคราะห์และออกแบบระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6.8 ออกแบบอัลกอริธึมในการติดตามความเคลื่อนไหวของวัตถุ

1.6.9 พัฒนาโปรแกรมที่ใช้ในการติดต่อกับเว็บแคมและส่งภาพไปยัง Pocket PC และโปรแกรมที่ใช้สำหรับติดตามความเคลื่อนไหวของวัตถุโดยควบคุมโปรแกรมผ่านทาง Pocket PC

1.6.10 วิเคราะห์ผลของโปรแกรมติดตามความเคลื่อนไหวที่ได้ทำการพัฒนาขึ้น และทำการแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น

1.7 ส่วนประกอบของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 10 บทด้วยกันคือ

บทที่ 1 กล่าวถึงความสำคัญและที่มาของโครงงาน, วัตถุประสงค์ของโครงงาน, ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ, ขอบเขตของโครงงาน, อุปกรณ์ที่ใช้, วิธีการดำเนินงาน และส่วนประกอบของปริญญานิพนธ์

บทที่ 2 กล่าวถึงสถาปัตยกรรม, ระบบปฏิบัติการ และหน่วยความจำของ Pocket PC

บทที่ 3 กล่าวถึงเทคโนโลยีระบบเครือข่ายไร้สายแบบ Wi-Fi, ข้อดีของเครือข่ายแบบ Wireless LAN, ชนิดของ IEEE 802.11, ลักษณะการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ IEEE 802.11 WLAN, การเข้าใช้ช่องสัญญาณด้วยกลไก CSMA/CA และกลไกรักษาความปลอดภัยในมาตรฐาน IEEE 802.11

บทที่ 4 กล่าวถึงเทคโนโลยีของ .NET Framework, ส่วนประกอบของ .NET Framework, ข้อดีของการใช้ .NET Framework ในการพัฒนาโปรแกรม, การใช้ .NET Framework พัฒนาแอพพลิเคชั่นทางฝั่งเครื่องลูกข่าย และฝั่งเครื่องเซิร์ฟเวอร์

บทที่ 5 กล่าวถึงการเขียนโปรแกรมติดต่อกับเว็บแคมโดยใช้ WIA Library และตัวอย่างโค้ดที่ใช้

บทที่ 6 กล่าวถึงโครงสร้างรูปภาพและการประมวลผลทางรูปภาพ, โครงสร้างของภาพชนิดบิตแมป, การประมวลผลเกี่ยวกับรูปร่างของภาพ, การแบ่งภาพออกเป็นส่วนย่อย, อัลกอริธึมเธรชโฮลด์, การหาส่วนที่ไม่ต่อเนื่องกัน, การหาขอบภาพ และอัลกอริธึมในการจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพ

บทที่ 7 กล่าวถึงอัลกอริธึมในการติดตามความเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพ

บทที่8 กล่าวถึงการออกแบบและพัฒนาระบบ, Functional Requirements, Non-Functional Requirements, Use Case Diagram, Class Diagram และ Sequence Diagram

บทที่ 9 กล่าวถึงการทดลอง, แบบจำลองที่ใช้ในการจำลองระบบ และผลการทดลอง

บทที่ 10 กล่าวถึงบทสรุป, วิจารณ์สิ่งที่ได้จากโครงงาน, ปัญหาอุปสรรคและแนวทางในการแก้ไข และแนวทางการพัฒนาต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 10
บทวิจารณ์และสรุป

10.1 บทสรุป

หลังจากเสร็จสิ้นการทำโครงงาน ผลที่ได้ออกมาค่อนข้างเป็นไปตามที่คาดหวังไว้พอสมควร กล่าวคือโปรแกรมติดตามความเคลื่อนไหวผ่านเว็บแคมบนคอมพิวเตอร์แบบพกพานี้สามารถรับรูปจากเว็บแคมให้ออกมาแสดงผลได้อย่างเป็นธรรมชาติ รวมทั้งการตอบสนองและการทำงานของโปรแกรมก็ค่อนข้างมีประสิทธิภาพในระดับที่น่าพอใจ ในส่วนของการติดตามความเคลื่อนไหวก็สามารถติดตามวัตถุที่ผู้ใช้เลือกไว้ได้เป็นอย่างดีในกรณีที่ความเคลื่อนไหวโดยรวมที่ปรากฏบนจอภาพนั้นไม่ซับซ้อนจนเกินไป และคาดว่าสามารถนำไปใช้งานจริงได้ในระดับหนึ่ง

10.2 วิจารณ์สิ่งที่ได้จากโครงงาน

หลังจากทดลองใช้โปรแกรมติดตามความเคลื่อนไหวผ่านเว็บแคมบนคอมพิวเตอร์แบบพกพานี้แล้ว พบว่ายังมีจุดบกพร่องอยู่หลายประการ เช่น โปรแกรมจะไม่สามารถติดตามการเคลื่อนไหวของวัตถุที่เลือกไว้ต่อไปได้อย่างถูกต้อง ในกรณีที่มีอีกวัตถุหนึ่งเคลื่อนที่มาชนกับวัตถุที่ได้เลือกไว้ แล้ววัตถุทั้งสองเคลื่อนที่แยกออกจากกัน ในกรณีที่วัตถุที่เลือกไว้โดนบังจนหายไปจากจอภาพ ในกรณีที่มีอีกวัตถุหนึ่งเคลื่อนที่แซงวัตถุที่ได้เลือกไว้ และในกรณีที่มีวัตถุเคลื่อนไหวตัดกันมากจนเกินไป

ซึ่งปัญหาในกรณีที่มีอีกวัตถุหนึ่งเคลื่อนที่มาชนกับวัตถุที่ได้เลือกไว้ แล้ววัตถุทั้งสองเคลื่อนที่แยกออกจากกันนั้น เนื่องจากอัลกอริธึมที่ใช้ในการแยกแยะวัตถุที่ใช้ในโปรแกรมจำเป็นต้องเลือกสภาพการเคลื่อนไหวของวัตถุสองสิ่งอย่างใดอย่างหนึ่งระหว่างการเคลื่อนที่สวนกันกับการเคลื่อนที่มาชนกันแล้วแยกออกจากกัน ซึ่งเราได้เลือกที่จะแก้ปัญหาในการเดินสวนกันซึ่งคาดว่าน่าจะเป็นสภาพที่เป็นธรรมชาติมากที่สุด

สำหรับปัญหาอื่นๆ นั้น การจะแก้ปัญหานั้นๆ ได้อย่างแน่นอน อาจจะต้องใช้วิธีการ Pattern Recognize ซึ่งคาดว่าจะต้องใช้ทรัพยากรของระบบที่สูงมาก จนไม่สามารถประมวลผลให้ภาพนั้นแสดงผลออกมาได้อย่างเป็นธรรมชาติเท่าที่ควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10.3 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางในการแก้ไข

1. ในกรณีที่ความเคลื่อนไหวโดยรวมที่ปรากฏบนจอภาพนั้นมีความซับซ้อนมาก จะทำให้การติดตามความเคลื่อนไหวเกิดความผิดพลาดขึ้น ซึ่งวิธีแก้ไขคือต้องใช้อัลกอริธึมที่สามารถครอบคลุมปัญหาทั้งหมดที่เกิดขึ้นให้ได้
2. เว็บแคมที่ใช้งานหากมีความคมชัดของภาพค่อนข้างต่ำ จะทำให้เกิดความผิดพลาดในการติดตามความเคลื่อนไหวได้ จึงต้องใช้เว็บแคมที่มีคุณภาพพอสมควร

10.4 แนวทางการพัฒนาต่อ

1. พัฒนาให้โปรแกรมใน Pocket PC ในกรณีที่เชื่อมต่อหลายเครื่อง สามารถรองรับการสั่งงานแต่ละเครื่องแล้วให้แสดงผลต่างๆ กัน
2. พัฒนาอัลกอริธึมให้สามารถครอบคลุมปัญหาทั้งหมดที่เกิดขึ้นเมื่อความเคลื่อนไหวโดยรวมที่ปรากฏบนจอภาพนั้นมีความซับซ้อนมาก
3. พัฒนาให้สามารถใช้โปรแกรมในคอมพิวเตอร์แบบพกพาชนิดอื่นๆ ได้ เช่น Palm หรือ Smart Phone และทำการเชื่อมต่อกับระบบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

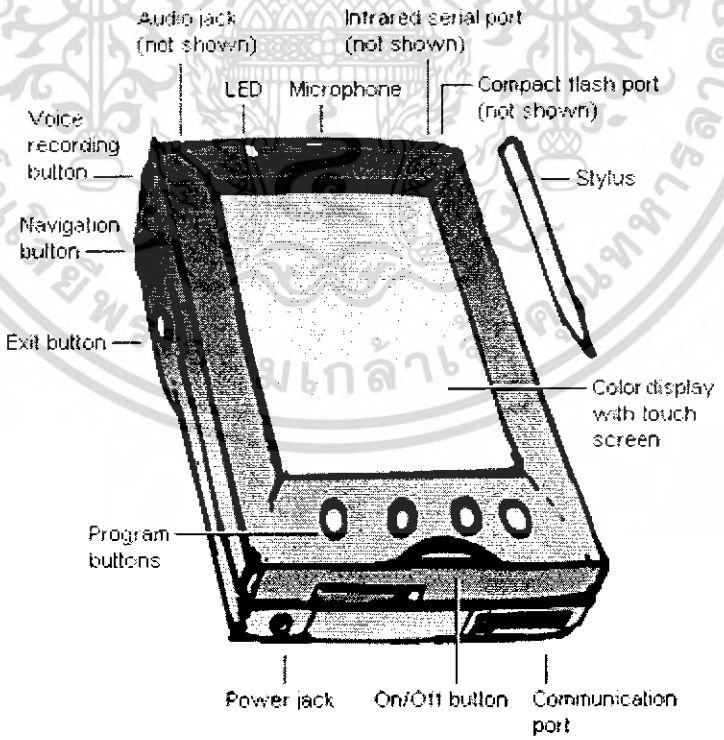
บทที่ 2

สถาปัตยกรรมของ Pocket PC

Pocket PC ถือได้ว่าเป็น PDAs (Personal Digital Assistants) หรือคอมพิวเตอร์แบบพกพาอีกแบบหนึ่ง ซึ่งบริษัทไมโครซอฟท์ผู้เป็นเจ้าของเครื่องหมายการค้าได้นิยามไว้ว่า Pocket PC คือ "อุปกรณ์มือถือที่ผู้ใช้สามารถเก็บและเรียกข้อมูลทั้งอีเมล์ บันทึกการติดต่อ บันทึกการนัดหมาย เล่นไฟล์บันเทิง เล่นเกม สื่อสารกันด้วยข้อความด้วย MSN Messenger ท่องเว็บไซต์ และอื่นๆ"

ในอีกกรณีหนึ่ง เราสามารถกล่าวได้ว่าอุปกรณ์ใดๆ ซึ่งถูกเรียกว่า "Pocket PC" จะต้อง

- ทำงานโดยใช้ระบบปฏิบัติการ Windows CE ของไมโครซอฟท์
- รวมชุดของแอพพลิเคชั่นไว้ใน ROM
- มีจอสัมผัส (Touch Screen)
- มีปุ่มบังคับทิศทางหรือปุ่มแบบสัมผัส
- มีชุดของปุ่มเพื่อสั่งการแอพพลิเคชั่น
- มีพื้นฐานของหน่วยประมวลผลกลางแบบ ARM 4 CPU, Intel XScale CPU, MIPS CPU หรือ SH3 CPU

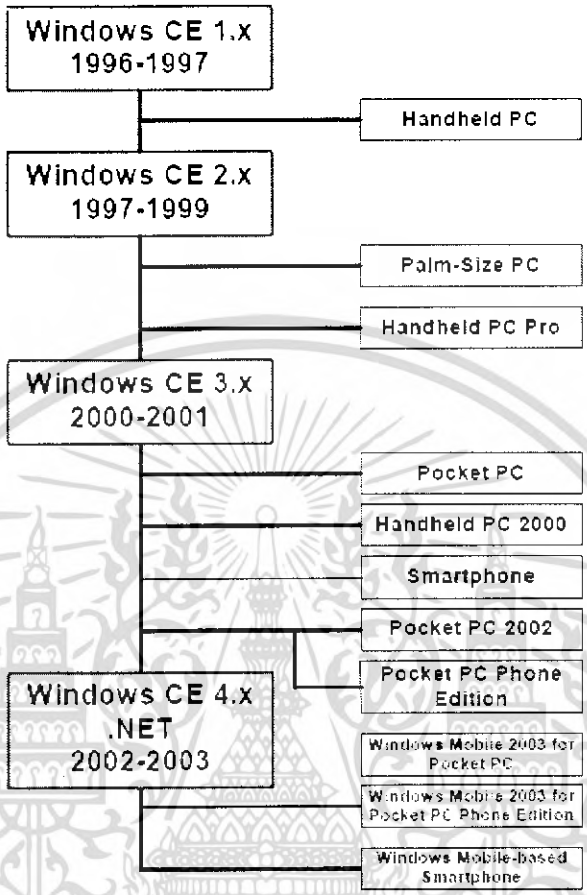


รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของ Pocket PC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 ระบบปฏิบัติการใน Pocket PC

ไมโครซอฟท์นั้นใช้ระบบปฏิบัติการ Windows CE เป็นพื้นฐานใน Pocket PC โดยวิวัฒนาการของ Windows CE เป็นดังรูปที่ 2.2



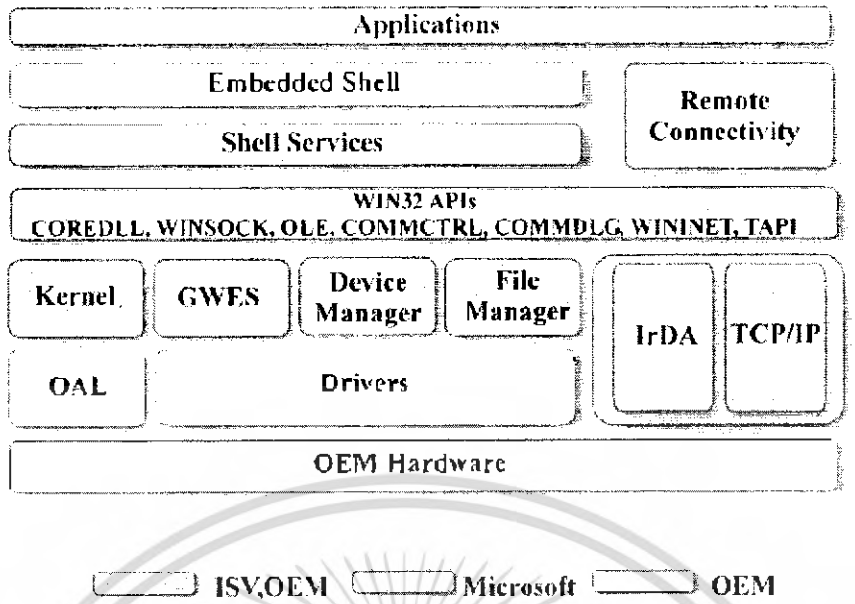
รูปที่ 2.2 วิวัฒนาการของ Windows CE

โดยที่ระบบปฏิบัติการใน Pocket PC รุ่นล่าสุดและเป็นระบบปฏิบัติการที่ใช้ในการทำโครงงานนี้คือ Windows Mobile 2003 Second Edition ซึ่งใช้แกนหลักของระบบเป็น Windows CE 4.21 และมีลักษณะการทำงานเป็น .NET Compact Framework ดังจะอธิบายในหัวข้อย่อยต่อไป

2.1.1 สถาปัตยกรรมของ Windows CE

สถาปัตยกรรมของระบบปฏิบัติการ Windows CE เป็นดังรูปที่ 2.3 ส่วนที่เป็นสีเทานั้นคือส่วนที่ออกแบบโดยไมโครซอฟท์ โดยที่ทางบริษัทผู้ผลิตหรือ OEM (Original Equipment Manufacturer) ไม่ได้รับอนุญาตให้เปลี่ยนแปลงโครงสร้างส่วนนั้นได้ ส่วนที่เป็นสีขาวเป็นส่วนในความรับผิดชอบของ OEM และเฉพาะผู้ผลิตซอฟท์แวร์อิสระหรือ ISV (Independent Software Vendor) หรือทาง OEM เท่านั้นที่จะสามารถสร้างส่วนของแอพพลิเคชั่นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 สถาปัตยกรรมของ Windows CE

ในชั้นของแอพพลิเคชั่นแสดงให้เห็นว่าแอพพลิเคชั่นฝั่งลูกข่ายจะถูกเขียนโดยผู้พัฒนา ในส่วนของ Embedded Shell ในอุปกรณ์ที่ทำงานด้วย Windows CE ได้ จะคล้ายคลึงกับเดสก์ท็อปในคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะ จากนั้นส่วนของ Shell Services จะประกอบไปด้วย การสร้างเมนูลัด การเพิ่มไอคอนบนทาสก์บาร์ และการแสดงรายชื่อเอกสารล่าสุดในเมนูเริ่มต้น โดยที่ Shell Services นั้นเป็นส่วนดอบโต้ระหว่างแอพพลิเคชั่นฝั่งลูกข่ายและส่วนย่อยของ WIN32 Application Programming Interfaces (API) โดยที่ฟังก์ชัน API เป็นส่วนของ รูทีน, โปรโตคอล และเครื่องมือที่จำเป็นในการสร้างซอฟท์แวร์ใดๆ

ส่วนของ Remote Connectivity นั้นจะเป็นส่วนที่จัดการแอพพลิเคชั่นของระบบเพื่อติดต่อกับ PC โดยช่องทางผ่าน USB รวมทั้งเครือข่ายเคลื่อนที่ และการเข้าถึงอินเทอร์เน็ตด้วย

ส่วนของ GWES (Graphics, Windowing and Event Subsystem) เป็นส่วนที่จัดการฟังก์ชันหน้าจอตอบโต้กับผู้ใช้และความสามารถทางด้านกราฟิกของ Windows CE ซึ่งเป็นเซิร์ฟเวอร์ระบบอันซับซ้อนที่จัดการกับอินพุทของผู้ใช้, เอาท์พุทของแอพพลิเคชั่น, การส่งอีเวนท์เมสเสจ และ Windowing

ในส่วน File Manager จะทำการสนับสนุนระบบไฟล์, ฐานข้อมูลที่ผู้ใช้สร้าง และรีจิสตรีของระบบ

ส่วนของการติดต่อสื่อสาร 2 แบบในสถาปัตยกรรมนั้นมี 2 โปรโตคอลทางเครือข่ายคือ TCP/IP และ IrDA (Infrared Data Association) โดยทั้ง 2 แบบจะเข้าถึงแอพพลิเคชั่นผ่านทาง WinSock และ WNet APIs

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วน Kernel ถือได้ว่าเป็นส่วนประกอบหลักที่สนับสนุนแกนฟังก์ชันของ Windows CE โดยจะทำการติดต่อกับการจัดการการประมวลผลและเธรด, การจัดตาราง, การจัดการหน่วยความจำ และการ Exception Handling ซึ่งส่วนประกอบนี้จะต้องใช้ได้ในทุกๆ แพลตฟอร์มและการปรับแต่งโดยจะเขียนโดยไมโครซอฟท์และให้จัดการในทุกๆ CPU ที่สนับสนุน

ส่วน Device Manager จะใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ที่ต่อเข้ามา ผู้ใช้สามารถเพิ่มอุปกรณ์พิเศษที่สนับสนุนด้วยไดร์ฟเวอร์อุปกรณ์ที่ใช้ได้ โดยจะถูกเรียกใช้และยกเลิกโดย Device Manager

ในส่วนบนของ OEM Hardware จะเกาะกับ OAL (OEM Adaptation Layer) โดยจะจัดการในส่วนตอบโต้ระหว่าง Kernel และฮาร์ดแวร์ ซึ่งส่วนตอบโต้นี้นั้นประกอบด้วยหมายเลขของรูทีน, ส่วนการสนับสนุน, ISR (Interrupt Service Routines), RCT (Real-Time Clock), ตัวจับเวลาภายใน, การดีบั๊ก, การเปิดปิดอินเทอร์รัพท์, ส่วนข้อมูล และอื่นๆ อีกมาก

2.1.2 .NET Compact Framework

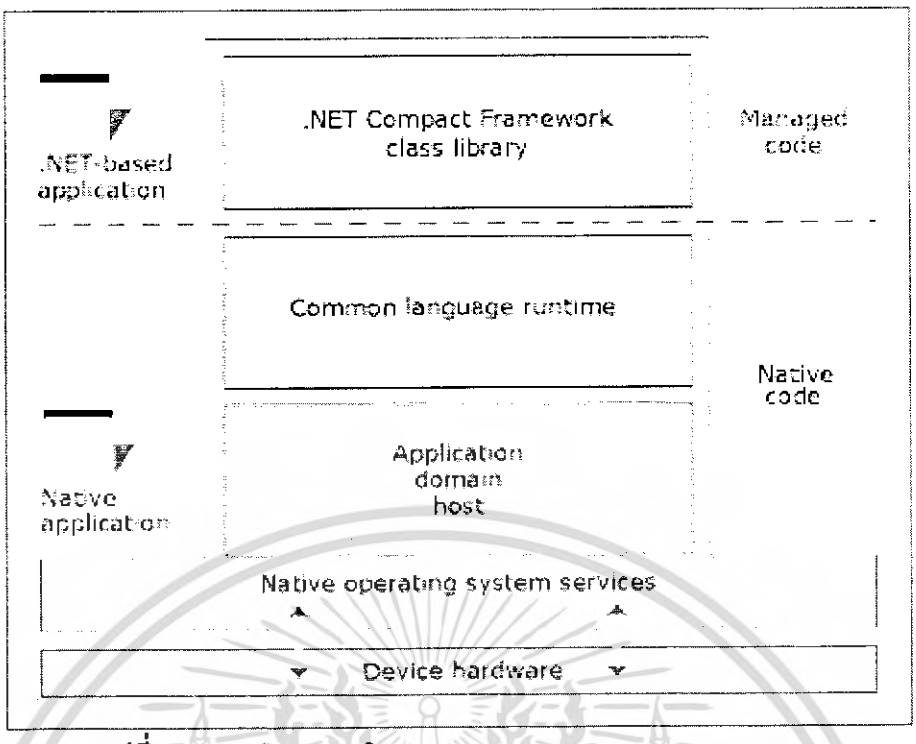
.NET Compact Framework เป็นสภาวะแวดล้อมที่ได้ถูกออกแบบมาให้มีสมรรถนะที่เหมาะสมที่สุดภายใต้อุปกรณ์ที่มีทรัพยากรเพียงจำกัดอย่าง Pocket PC ดังจะเห็นได้จากส่วนต่างๆ ดังนี้

1) สถาปัตยกรรมของ .NET Compact Framework

.NET Compact Framework นั้นเป็นส่วนที่ทำให้แอพพลิเคชั่นเรียกใช้ระบบปฏิบัติการของอุปกรณ์นั้นๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยจะสนับสนุนและเรียกใช้บริการต่างๆ ของระบบปฏิบัติการพื้นฐาน (Native Operating System Services) ด้วยความสามารถในการเลือกเฟ้นและจะอ้างถึง API พื้นฐานอย่างถูกต้อง

แอพพลิเคชั่นในการจัดการและแอพพลิเคชั่นพื้นฐาน (Native Application) นั้นจะทำงานในเวลาเดียวกันได้ โดยที่โฮสต์ของแอพพลิเคชั่นโดเมน (Application Domain Host) ซึ่งเป็นแอพพลิเคชั่นพื้นฐานในตัวมันเองจะเริ่มเรียกใช้ Common Language Runtime เพื่อทำการรันโค้ดเพื่อการจัดการ (Managed Code) ต่อไป รูปที่ 2.4 แสดงถึงสถาปัตยกรรมโดยรวมของ .NET Compact Framework

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 สถาปัตยกรรมโดยรวมของ .NET Compact Framework

2) แอพพลิเคชั่นโดเมน

ทุกๆ แอพพลิเคชั่นของ .NET Compact Framework ทำงานภายในส่วนของโครงสร้างการทำงานที่เรียกว่าแอพพลิเคชั่นโดเมน ซึ่งจะคล้ายกับการประมวลผลของระบบปฏิบัติการ โดยที่ .NET Compact Framework จะต้องแน่ใจว่าทรัพยากรในการจัดการทั้งหมดที่ได้ถูกใช้โดยแอพพลิเคชั่นที่มีการทำงานนั้นว่างลงหรือมีการส่งค่ากลับไปยังระบบปฏิบัติการแล้ว เมื่อการทำงานของแอพพลิเคชั่นนั้นสิ้นสุดลง

การมีแอพพลิเคชั่นโดเมนนั้นมีประโยชน์มากมายในการประมวลผล ยกตัวอย่างเช่น มีการแยกความผิดพลาด, ช่วยเพิ่มความสมบูรณ์, มีความปลอดภัย โดยที่ไม่จำเป็นต้องร้องขอจากระบบปฏิบัติการที่อยู่ในตำแหน่งที่ต่ำกว่า โดยที่โฮสต์ของแอพพลิเคชั่นโดเมนจะเรียกใช้ Common Language Runtime และโค้ดของระบบปฏิบัติการพื้นฐานเอง ซึ่ง Common Language Runtime นั้นจะสามารถติดต่อกับโฮสต์ของแอพพลิเคชั่นโดเมนได้ทั้งแบบสตาติคและแบบไดนามิค

อย่างไรก็ตาม .NET Compact Framework นั้นไม่ได้ทำการจำกัดพฤติกรรม (Behavior) ของโฮสต์ของแอพพลิเคชั่นโดเมนแต่อย่างใด โฮสต์ของแอพพลิเคชั่นโดเมนจะสามารถทำการเพิ่มเข้าไปยังเชลล์สื่อสารที่มีอยู่ที่ใช้ในการเริ่มต้นหรือหยุดยั้งโปรแกรมได้ บนระบบแอพพลิเคชั่นแบบไดนามิค เช่น Windows โฮสต์ของแอพพลิเคชั่นโดเมนจะสามารถเพิ่มเข้าไปยังตัวโหลดของแอพพลิเคชั่นได้ ดังนั้นแอพพลิเคชั่นของ .NET Compact Framework จึงสามารถเริ่มต้นและหยุดยั้งได้โดยใช้กลไกเดียวกับในแอพพลิเคชั่นพื้นฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) แอพพลิเคชั่นโดเมนแบบหลายตัว

.NET Compact Framework นั้นสนับสนุนแอพพลิเคชั่นโดเมนแบบหลายตัว โดยสามารถกำหนดโค้ดแอสเซมบลีลงในโครงสร้างของคลาสได้ จากนั้นจะสามารถใช้ คลาส System.AppDomain.ExecuteAssembly ในการสร้างแอพพลิเคชั่นโดเมนตัวใหม่ โดยที่แอพพลิเคชั่นโดเมนตัวใหม่นั้นจะโหลดสำเนาของ Common Language Runtime DLLs, โครงสร้างข้อมูล และกลุ่มของหน่วยความจำด้วยตัวของมันเอง แอพพลิเคชั่นโดเมนแบบหลายตัวนั้นจะสามารถอยู่ในการประมวลผลของระบบปฏิบัติการหนึ่งตัวได้

การเริ่มใช้งานแอพพลิเคชั่นโดเมนตัวใหม่จะเป็นการเรียกใช้แบบซิงโครนัสในสภาวะแวดล้อมของแอพพลิเคชั่นโดเมนดั้งเดิม ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องเริ่มเธรดใหม่ถ้าแอพพลิเคชั่นโดเมนดั้งเดิมต้องการการทำงานร่วมกันแอพพลิเคชั่นโดเมนแบบหลายตัว และอย่างไรก็ตามไม่เหมือนใน .NET Framework แบบตัวเต็ม ปัจจุบัน .NET Compact Framework นั้นยังไม่สนับสนุนการโหลดโค้ดแอสเซมบลีลงในพื้นที่โค้ดกลางของโดเมนเพื่อใช้แอพพลิเคชั่นโดเมนแบบหลายตัว

การทำงานของ .NET Compact Framework จะสิ้นสุดลงเมื่อกลุ่มขยะ (Garbage Collection) เกิดมีการทำงานขึ้น กลุ่มขยะนั้นอาจจะเกิดขึ้นในแอพพลิเคชั่นโดเมนเดี่ยวๆ หรือในทุกๆ แอพพลิเคชั่นโดเมนก็ได้ ทั้งนี้เพื่อเป็นการป้องกันแอพพลิเคชั่นโดเมนหนึ่งจากการใช้หน่วยความจำมากเกินไปจนไม่เหลือให้การทำงานอื่น

4) ส่วนจัดการหน่วยความจำ

จุดแข็งที่สำคัญอย่างมากของ .NET Compact Framework นั้นก็คือการจัดการทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับ RAM ที่มีการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย โดยที่อุปกรณ์นั้นไม่จำเป็นต้องมีหน่วยจัดการหน่วยความจำของฮาร์ดแวร์หรือหน่วยความจำเสมือนในระบบปฏิบัติการแต่อย่างใด

.NET Compact Framework ได้ถูกออกแบบให้ระบบมีการปฏิบัติการได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุดด้วยลักษณะเฉพาะดังต่อไปนี้

- ใช้พลังงานของแบตเตอรี่อย่างคุ้มค่า
- มีความสามารถในการ Flash หน่วยความจำหรือระบบไฟล์ของ RAM 5-10 ครั้ง โดยประมาณ เพื่อการเก็บ .NET Compact Framework และแอพพลิเคชั่นต่างๆ ลงใน RAM แบบไดนามิค (DRAM)
- มีที่ว่างในการทำงานจากเล็กที่สุด 128 KB ถึง 1 MB ใน DRAM
- ใช้ฮาร์ดไดร์ฟช่วยในการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

.NET Compact Framework มีการจัดสรรการใช้หน่วยความจำของระบบอย่างระมัดระวังที่สุด โดยจะไม่มีการใช้ RAM หากไม่มีการเรียกแอพพลิเคชั่นให้ทำงาน ยิ่งไปกว่านั้น .NET Compact Framework จะทำการล้างข้อมูลใน RAM ให้ว่างทันทีที่ออกจากโปรแกรม โดยที่ระบบปฏิบัติการพื้นฐานนั้นไม่จำเป็นต้องมีความสามารถในการจัดการกับ RAM ในตัวของมันเอง ยกเว้นเมื่อมีการเข้าถึงหน่วยความจำที่ไม่ใช่ของตัวมันเอง

เมื่อหน่วยความจำเกิดการขาดแคลน .NET Compact Framework จะจัดการปลดปล่อยโครงสร้างข้อมูลภายในที่ไม่จำเป็นในทันทีโดยโค้ดที่กำลังทำงานอยู่ ดังนั้นโปรแกรมก็ยังสามารถทำงานต่อไปได้แม้ว่าจะเกิดสถานการณ์ที่หน่วยความจำเหลือน้อยก็ตาม และถ้าแอพพลิเคชั่นใดเกิดต้องการใช้หน่วยความจำมากเกินกว่าจะเป็นไปได้ .NET Compact Framework ก็จะปิดแอพพลิเคชั่นนั้นอย่างเรียบร้อยและคืนทรัพยากรสู่ตำแหน่งเดิมทั้งหมด ที่สำคัญ .NET Compact Framework นั้นจะไม่มีทางหยุดทำงานแม้หน่วยความจำเหลือไม่มากพอ

โฮสต์ของแอพพลิเคชั่นโดเมนจะเป็นผู้เริ่มการทำงานของแอพพลิเคชั่น .NET Compact Framework และ Common Language Runtime โดยแอพพลิเคชั่นของ .NET Compact Framework จะใช้โค้ดสเปซและสเปซข้อมูลทั้งแบบสตาติคและไดนามิคในรูปแบบเดียวกับแอพพลิเคชั่นพื้นฐาน ในเวลาที่แอพพลิเคชั่นของ .NET Compact Framework ไม่มีการทำงาน จะไม่มีการใช้ RAM นอกจากโฮสต์ของแอพพลิเคชั่นโดเมน และจะมีข้อมูลแบบสตาติคเพียงจำนวนเล็กน้อยเท่านั้นที่จะถูกใช้โดย Common Language Runtime โดยระบบปฏิบัติการ Windows CE .NET จะสร้างโฮสต์ของแอพพลิเคชั่นโดเมนขึ้นเมื่อแอพพลิเคชั่นของ .NET Compact Framework จะเริ่มทำงาน

แอพพลิเคชั่นของ .NET Compact Framework นั้นจะเป็นแพ็คเกจที่รวมไฟล์สกุล .EXE และ .DLL ไว้ ซึ่งจะสามารถเก็บลงในระบบไฟล์ทั้งแบบอ่านอย่างเดียวหรือแบบทั้งอ่านและเขียนใน Flash (หรือใน RAM ในแบบอ่านอย่างเดียว) ตัวโหลดคลาสของ Common Language Runtime จะสามารถอ่านไฟล์เหล่านั้นในบล็อกที่อยู่ได้โดยตรงโดยไม่ต้องทำสำเนาในหน่วยความจำและไม่ต้องการหน่วยจัดการหน่วยความจำในการสร้างมุมมองแผนที่หน่วยความจำ (Memory-Mapped View) ของไฟล์แต่อย่างใด

5) ส่วนความปลอดภัย

.NET Compact Framework ได้มีส่วนย่อยของความปลอดภัยในการเข้าถึงโค้ด และมีแผนที่จะขยายคลาสเพื่อปรับตัวให้เข้ากับความจำเป็นของการรักษาความปลอดภัยในอุปกรณ์เคลื่อนที่ในอนาคต แผนการทางด้านรักษาความปลอดภัยในปัจจุบันและอนาคตของ .NET Compact Framework มีดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีนโยบายการรักษาความปลอดภัยในการยับยั้งการจัดการกับโค้ดในแต่ละอุปกรณ์ อย่างไรก็ตาม หากแพลตฟอร์มนั้นยังคงสนับสนุนการทำโค้ดพื้นฐาน แพลตฟอร์มในการรักษาความปลอดภัยก็ยังไม่สามารถทำได้อย่างเต็มที่
- โฮสต์ของแอพพลิเคชั่นโดเมนจะมีการแสดงการพิสูจน์หลักฐานที่เชื่อถือได้เกี่ยวกับสถานที่ที่โค้ดได้ถูกโหลดลงไป ซึ่งอาจจะเป็นไปได้ที่จะมีการเพิ่มเงื่อนไขสมาชิกของกลุ่มโค้ดที่เพิ่มเข้ามา อย่างที่มีใน .NET Framework แบบตัวเต็ม
- มีการร้องขอความยินยอมที่ยืนยันได้ที่ไม่มีในเวอร์ชันแรก ซึ่งไปประกอบด้วยแอททริบิวต์ RequestMinimum, RequestOptional และ RequestRefuse ที่ใช้ในการกรองนโยบายการรักษาความปลอดภัยเมื่อเวลาที่มีการโหลด
- มีการพิสูจน์หลักฐานของ Custom Assembly และนโยบายความปลอดภัยที่ถูกแทนที่ได้
- มี Custom Permission Type เพื่อวางแผนการรักษาความปลอดภัยใน Mobile Extension ของ .NET Compact Framework
- Custom Permission Type จะเริ่มจากผู้ผลิตอุปกรณ์นั้นๆที่จะมีฟังก์ชันข้อกำหนดทางด้านการรักษาความปลอดภัยของแพลตฟอร์ม และ Custom Permission นั้นจะหา Namespace เพื่อเพิ่มลงใน .NET Compact Framework

2.2 หน่วยความจำใน Pocket PC

หน่วยเก็บความจำภายในที่ติดตั้งมากับ Pocket PC นั้นจะประกอบด้วยหน่วยความจำ 2 ส่วนคือ ROM และ RAM ซึ่งจะมี ROM อย่างน้อย 24 เมกกะไบต์ และ RAM อย่างน้อย 16 เมกกะไบต์ ซึ่งส่วนประกอบของระบบปฏิบัติการนั้นจะถูกบีบอัดลงใน ROM และเมื่อผู้ใช้เรียกใช้ส่วนประกอบส่วนใด ส่วนประกอบนั้นก็จะคลายออกแล้วส่งต่อไปยัง RAM

1) ROM (Read-Only Memory) เป็นหน่วยความจำที่ใช้อ่านได้อย่างเดียว เป็นหน่วยความจำที่ทำหน้าที่เก็บแอพพลิเคชั่นและข้อมูลแบบถาวร และไม่ต้องใช้กระแสไฟฟ้าไปเลี้ยงระบบ ซึ่งแอพพลิเคชั่นและข้อมูลจะถูกเขียนหรือเบิร์นเข้าไปในชิปโดยบริษัทผู้ผลิต โดยผู้ใช้จะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่อยู่ในชิปได้

ส่วนของ ROM นั้นถือได้ว่าเป็นสิ่งจำเป็นที่สุดสำหรับคอมพิวเตอร์แบบพกพาทุกแบบ เพราะว่าคอมพิวเตอร์แบบพกพาส่วนใหญ่นั้นจำเป็นจะต้องบรรจุโปรแกรมของระบบปฏิบัติการและแอพพลิเคชั่นบางอย่างไว้ใน ROM และจะถูกเรียกใช้ทันทีที่เปิดเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนใหญ่ ROM ใน Pocket PC ในปัจจุบันจะเป็นแบบ Flash ROM ซึ่งจะสามารถทำการอัพเกรด ROM เพื่อเพิ่มความสามารถของระบบปฏิบัติการได้ ซึ่งต่างจาก ROM แบบธรรมดาในสมัยก่อนซึ่งการอัพเกรด ROM นั้นทำได้ยาก

ในส่วนของ Flash ROM ยังสามารถแยกออกเป็น NAND Flash ROM และ NOR Flash ROM ซึ่งคุณลักษณะของ NAND Flash ROM ก็คือ มีราคาถูก เก็บข้อมูลได้มาก และมีอายุการใช้งานได้นานกว่า NOR Flash ROM ซึ่งเป็นเทคโนโลยีแบบเก่าถึง 10 เท่า ในส่วนของข้อด้อยของ NAND Flash ROM ก็คือ จะมีความเร็วในการจัดการข้อมูลช้ากว่า เพราะเป็นโครงสร้างการจัดการแบบ XIP (Execute In Place) กล่าวคือ กระบวนการทำงานของเครื่องที่ใช้ NAND Flash ROM จำเป็นจะต้องอ่านข้อมูลจาก NAND Flash ROM ก่อน แล้วค่อยเรียกขึ้นไปทำงาน คล้ายๆ กับการทำงานของฮาร์ดดิสก์ใน PC ดังนั้นส่วนของหน่วยความจำหลักที่ใช้ NAND Flash ROM จำเป็นจะต้องมีขนาดค่อนข้างใหญ่ เพื่อใช้สำรองระบบการจัดการข้อมูลแบบนี้ จึงทำให้พื้นที่ของส่วนความจำเพื่อใช้เก็บโปรแกรมและข้อมูลอื่นๆ จะเหลือน้อยลง นอกจากนี้ใน Pocket PC บางรุ่นยังยอมให้ผู้ใช้สามารถเก็บข้อมูลไว้ใน Flash ROM ได้อีกด้วย ทำให้เวลาเมื่อมีการทำ Hard Reset ข้อมูลที่เราเก็บไว้ใน Flash ROM ก็จะไม่สูญหายไป

2) RAM (Random Access Memory) เป็นหน่วยความจำที่จำเป็นของคอมพิวเตอร์ทั่วๆ ไป รวมทั้ง Pocket PC ด้วย ส่วนของ RAM นี้ จะใช้สำหรับเก็บโปรแกรมและไฟล์ข้อมูล RAM มีความแตกต่างจาก ROM ในเรื่องของการเก็บรักษาข้อมูล RAM จำเป็นจะต้องมีกระแสไฟมาเลี้ยงเพื่อที่จะรักษาโปรแกรมหรือไฟล์ข้อมูลที่เก็บไว้ใน RAM ดังนั้นผู้ใช้ Pocket PC จำเป็นจะต้องคอยดูแลส่วนของแบตเตอรี่ไม่ให้กระแสไฟฟ้าหมด มิเช่นนั้น โปรแกรมและข้อมูลต่างๆ ที่เก็บไว้ใน RAM ก็จะหายไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
เทคโนโลยีระบบเครือข่ายไร้สายแบบ Wi-Fi

3.1 เทคโนโลยี Wi-Fi

Wi-Fi คือเครื่องหมายการค้าที่กำหนดขึ้นโดยสมาคม WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance) ที่ทดสอบผลิตภัณฑ์ Wireless LAN (WLAN) หรือระบบเครือข่ายแบบไร้สาย ภายใต้เทคโนโลยีการสื่อสารมาตรฐาน IEEE 802.11 ว่าอุปกรณ์ทุกตัวซึ่งต่างยี่ห้อกันนั้นสามารถติดต่อสื่อสารกันได้โดยไม่มีปัญหา หากว่าอุปกรณ์ตัวนั้นผ่านตามมาตรฐานก็จะมีการปั๊มตรา WI-FI Certified ซึ่งเป็นอันรู้กันว่าอุปกรณ์ชิ้นนั้นสามารถติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ตัวอื่นที่มีตรา WI-FI Certified นี้ได้เช่นกัน

มาตรฐาน IEEE 802.11 คือเทคโนโลยีมาตรฐานแบบเปิดซึ่งกำหนดโดย IEEE (The Institute of Electronics and Electrical Engineers) เป็นเทคโนโลยีสำหรับ Wireless LAN ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุด มีข้อกำหนด (Specification) สำหรับอุปกรณ์ WLAN ในส่วนของ Physical (PHY) Layer และ Media Access Control (MAC) Layer โดยในส่วนของ PHY Layer มาตรฐาน IEEE 802.11 ได้กำหนดให้อุปกรณ์มีความสามารถในการรับส่งข้อมูลด้วยความเร็ว 1, 2, 5.5, 11 และ 54 Mbps โดยมีสื่อ 3 ประเภทให้เลือกใช้ได้แก่ คลื่นวิทยุที่ความถี่สาธารณะ 2.4 และ 5 GHz และ อินฟราเรด (Infrared) (1 และ 2 Mbps เท่านั้น) สำหรับในส่วนของ MAC Layer มาตรฐาน IEEE 802.11 ได้กำหนดให้มีกลไกการทำงานที่เรียกว่า CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance) ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับหลักการ CSMA/CD (Collision Detection) ของมาตรฐาน IEEE 802.3 Ethernet ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันทั่วไปในเครือข่าย LAN แบบใช้สายนำสัญญาณ นอกจากนี้ในมาตรฐาน IEEE 802.11 ยังกำหนดให้มีทางเลือกสำหรับสร้างความปลอดภัยให้กับเครือข่าย IEEE 802.11 WLAN โดยกลไกการเข้ารหัสข้อมูล (Encryption) และการตรวจสอบผู้ใช้ (Authentication) ที่มีชื่อเรียกว่า WEP (Wired Equivalent Privacy) ด้วย

3.2 ข้อดีของเครือข่ายแบบ Wireless LAN

การใช้เครือข่ายไร้สายแบบ Wireless LAN มีข้อดีต่างๆดังนี้

1) สะดวกในการใช้งาน

เครือข่ายแบบ Wireless LAN นั้นมีจุดเด่นที่สำคัญที่สุดคือความสะดวกและอิสระในการใช้งานไม่ว่าจะเป็นในพื้นที่ใด เนื่องจากใช้คลื่นสัญญาณวิทยุในการติดต่อสื่อสาร ซึ่งแต่ละโนดสามารถติดต่อกันได้อย่างแทบไม่มีข้อจำกัด คือสามารถทะลุผ่านสิ่งกีดขวางต่างๆ ได้ ทั้งสถานีผู้ส่งและสถานีผู้รับสามารถตั้งอยู่ที่ใดก็ได้ แม้แต่ในอุปกรณ์ต่างๆ หรือในกำแพง แม้กระทั่งหากมีกำแพง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กันไฟซึ่งการติดตั้งเครือข่ายแบบใช้สายอาจทำได้ยาก แต่เครือข่ายแบบ Wireless LAN ไม่มีปัญหาแต่อย่างใด

2) ติดตั้งเพื่อใช้งานได้ทันที

ในเครือข่าย Wireless LAN โหมด Ad-Hoc นั้นสามารถใช้ติดต่อสื่อสารได้โดยไม่จำเป็นต้องมีการวางแผนการติดตั้งล่วงหน้าถ้าอุปกรณ์ที่ใช้ติดต่อกันอยู่ในมาตรฐานเดียวกัน ซึ่งจะสะดวกกว่าเครือข่ายแบบใช้สายที่ต้องมีการออกแบบและวางแผนการเดินสายเป็นอย่างดี

3) ออกแบบเครือข่ายได้ง่าย

เครือข่ายแบบ Wireless LAN นั้นแทบไม่มีอุปสรรคที่มักเกิดขึ้นเมื่อใช้เครือข่ายแบบมีสายเลย เช่น บนอาคารต่างๆ หรือเมื่อต้องผ่านกำแพงกันไฟ นอกจากนี้เครือข่ายแบบ Wireless LAN ยังสามารถใช้งานในอุปกรณ์ที่เล็กๆ และเคลื่อนที่ได้ เช่น PDA หรือ Laptop รวมทั้งไม่มีการจำกัดผู้ใช้ในแต่ละการเชื่อมต่ออีกด้วย

4) หลีกเลี่ยงความเสียหายบางอย่างได้

เครือข่ายแบบ Wireless LAN นั้นสามารถหลีกเลี่ยงความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นจากภัยธรรมชาติอย่างเช่น แผ่นดินไหว หรือไฟไหม้ได้ รวมถึงกับการที่ผู้ใช้งานระบบถอดปลั๊กโดยกะทันหันอีกด้วย กล่าวคือตราบใดที่อุปกรณ์ที่ใช้ไม่เสียหาย เราก็ยังสามารถติดต่อสื่อสารอยู่ได้

3.3 ชนิดของ IEEE 802.11

มาตรฐาน IEEE 802.11 ได้รับการตีพิมพ์ครั้งแรกในปี พ.ศ. 2540 ซึ่งอุปกรณ์ตามมาตรฐาน IEEE 802.11 จะมีความสามารถในการรับส่งข้อมูลด้วยความเร็ว 1 และ 2 Mbps ด้วยสื่อ อินฟราเรด (Infrared) หรือคลื่นวิทยุที่ความถี่ 2.4 GHz และมีกลไก WEP ซึ่งเป็นทางเลือกสำหรับสร้างความปลอดภัยให้กับเครือข่าย WLAN ได้ในระดับหนึ่ง เนื่องจากมาตรฐาน IEEE 802.11 เวอร์ชันแรกเริ่มมีประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำและไม่มีการรองรับหลักการ Quality of Service (QoS) ซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาด อีกทั้งกลไกรักษาความปลอดภัยที่ใช้ยังมีช่องโหว่อยู่มาก IEEE จึงได้จัดตั้งคณะทำงาน (Task Group) ขึ้นมาหลายชุดด้วยกันเพื่อทำการปรับปรุงเพิ่มเติมมาตรฐานให้มีศักยภาพสูงขึ้นทำให้มาตรฐาน IEEE 802.11 นั้นสามารถแบ่งออกเป็นมาตรฐานหลายชนิด โดยมีรายละเอียดปลีกย่อยต่างๆ แตกต่างกันมากมาย ซึ่งชนิดที่สำคัญมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 IEEE 802.11b

คณะทำงานชุด IEEE 802.11b ได้ตีพิมพ์มาตรฐานเพิ่มเติมนี้เมื่อปี พ.ศ. 2542 ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีและใช้งานกันอย่างแพร่หลายมากที่สุด มาตรฐาน IEEE 802.11b ใช้เทคโนโลยีที่เรียกว่า CCK (Complimentary Code Keying) ผนวกกับ DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) เพื่อปรับปรุงความสามารถของอุปกรณ์ให้รับส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูงสุดที่ 11 Mbps ผ่านคลื่นวิทยุความถี่ระดับ 2.4 GHz (เป็นย่านความถี่ที่เรียกว่า ISM – Industrial Scientific and Medical ซึ่งถูกจัดสรรไว้อย่างสากลสำหรับการใช้งานอย่างสาธารณะด้านวิทยาศาสตร์ อุตสาหกรรม และการแพทย์ โดยอุปกรณ์ที่ใช้ความถี่ย่านนี้ก็เช่น IEEE 802.11, Bluetooth, โทรศัพท์ไร้สาย, และเตาไมโครเวฟ) ส่วนใหญ่แล้วอุปกรณ์ IEEE 802.11 WLAN ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันจะเป็นอุปกรณ์ตามมาตรฐาน IEEE 802.11b นี้

3.3.2 IEEE 802.11a

คณะทำงานชุด IEEE 802.11a ได้ตีพิมพ์มาตรฐานเพิ่มเติมนี้เมื่อปี พ.ศ. 2542 มาตรฐาน IEEE 802.11a ใช้เทคโนโลยีที่เรียกว่า OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) เพื่อปรับปรุงความสามารถของอุปกรณ์ให้รับส่งข้อมูลได้ด้วยความเร็วสูงสุดที่ 54 Mbps แต่จะใช้คลื่นวิทยุที่ความถี่ 5 GHz ซึ่งเป็นย่านความถี่สาธารณะสำหรับใช้งานในประเทศสหรัฐอเมริกาที่มีสัญญาณรบกวนจากอุปกรณ์อื่นน้อยกว่าในย่านความถี่ 2.4 GHz อย่างไรก็ตามข้อเสียหนึ่งของมาตรฐาน IEEE 802.11a ที่ใช้คลื่นวิทยุที่ความถี่ 5 GHz ก็คือในบางประเทศย่านความถี่ดังกล่าวไม่สามารถนำมาใช้งานได้อย่างสาธารณะ ตัวอย่างเช่น ประเทศไทยไม่อนุญาตให้มีการใช้งานอุปกรณ์ IEEE 802.11a เนื่องจากความถี่ย่าน 5 GHz ได้ถูกจัดสรรสำหรับกิจการอื่นอยู่ก่อนแล้ว นอกจากนี้ข้อเสียอีกอย่างหนึ่งของอุปกรณ์ IEEE 802.11a WLAN ก็คือรัศมีของสัญญาณมีขนาดค่อนข้างสั้น (ประมาณ 30 เมตร ซึ่งสั้นกว่ารัศมีสัญญาณของอุปกรณ์ IEEE 802.11b WLAN ที่มีขนาดประมาณ 100 เมตร สำหรับการใช้งานภายในอาคาร) อีกทั้งอุปกรณ์ IEEE 802.11a WLAN ยังมีราคาสูงกว่า IEEE 802.11b WLAN ด้วย ดังนั้นอุปกรณ์ IEEE 802.11a WLAN จึงได้รับความนิยมน้อยกว่า IEEE 802.11b WLAN มาก

3.3.3 IEEE 802.11h

คณะทำงานชุด IEEE 802.11h ได้ตีพิมพ์มาตรฐานเพิ่มเติมนี้เมื่อปี พ.ศ. 2547 มาตรฐาน IEEE 802.11h เป็นการพัฒนามาจากมาตรฐาน IEEE 802.11a ให้สามารถนำไปใช้งานในยุโรปได้ โดยทำการเพิ่มความสามารถของคลื่นวิทยุความถี่ 5 GHz เข้าไปใน MAC Layer เพื่อให้ทำงานได้ถูกต้องตามข้อกำหนดการใช้ความถี่ของประเทศในทวีปยุโรป มาตรฐานนี้จึงนิยมใช้อยู่ในทวีปยุโรปเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 IEEE 802.11g

คณะทำงานชุด IEEE 802.11g ได้ตีพิมพ์มาตรฐานเพิ่มเติมนี้เมื่อปี พ.ศ. 2546 มาตรฐาน IEEE 802.11g ได้นำเทคโนโลยี OFDM มาประยุกต์ใช้ในช่องสัญญาณวิทยุความถี่ 2.4 GHz ซึ่งอุปกรณ์ IEEE 802.11g WLAN มีความสามารถในการรับส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูงสุดที่ 54 Mbps ส่วนรัศมีสัญญาณของอุปกรณ์ IEEE 802.11g WLAN จะอยู่ระหว่างรัศมีสัญญาณของอุปกรณ์ IEEE 802.11a และ IEEE 802.11b เนื่องจากความถี่ 2.4 GHz เป็นย่านความถี่สาธารณะสากล อีกทั้งอุปกรณ์ IEEE 802.11g WLAN สามารถทำงานร่วมกับอุปกรณ์ IEEE 802.11b WLAN ได้ (Backward-Compatible) ดังนั้นจึงมีแนวโน้มสูงว่าอุปกรณ์ IEEE 802.11g WLAN จะได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในอนาคต

3.3.5 IEEE 802.11e

คณะทำงานชุด IEEE 802.11e ได้ตีพิมพ์มาตรฐานเพิ่มเติมนี้เมื่อปี พ.ศ. 2548 มาตรฐาน IEEE 802.11e เป็นการปรับปรุง MAC Layer ของ IEEE 802.11 เพื่อให้สามารถรองรับการใช้งานหลักการ Quality of Service สำหรับแอพพลิเคชั่นเกี่ยวกับมัลติมีเดีย (Multimedia) เนื่องจาก IEEE 802.11e เป็นการปรับปรุง MAC Layer ดังนั้นมาตรฐานเพิ่มเติมนี้จึงสามารถนำไปใช้กับอุปกรณ์ IEEE 802.11 WLAN ทุกเวอร์ชันได้

3.3.6 IEEE 802.11i

คณะทำงานชุด IEEE 802.11i ได้ตีพิมพ์มาตรฐานเพิ่มเติมนี้เมื่อปี พ.ศ. 2547 โดยมีการปรับปรุง MAC Layer ของ IEEE 802.11 ในด้านความปลอดภัย เนื่องจากเครือข่าย IEEE 802.11 WLAN มีช่องโหว่อยู่มากโดยเฉพาะอย่างยิ่งการเข้ารหัสข้อมูล (Encryption) ด้วย Key ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง คณะทำงานชุด IEEE 802.11i จะนำเอาเทคนิคขั้นสูงมาใช้ในการเข้ารหัสข้อมูลด้วย Key ที่มีการเปลี่ยนค่าอยู่เสมอและการตรวจสอบผู้ใช้ที่มีความปลอดภัยสูง มาตรฐานเพิ่มเติมนี้จึงสามารถนำไปใช้กับอุปกรณ์ IEEE 802.11 WLAN ทุกเวอร์ชันได้

3.4 ลักษณะการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ IEEE 802.11 WLAN

มาตรฐาน IEEE 802.11 ได้กำหนดลักษณะการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ภายในเครือข่าย WLAN ไว้ 2 ลักษณะคือโหมด Infrastructure และโหมด Ad-Hoc หรือ Peer-to-Peer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1 โหมด Infrastructure

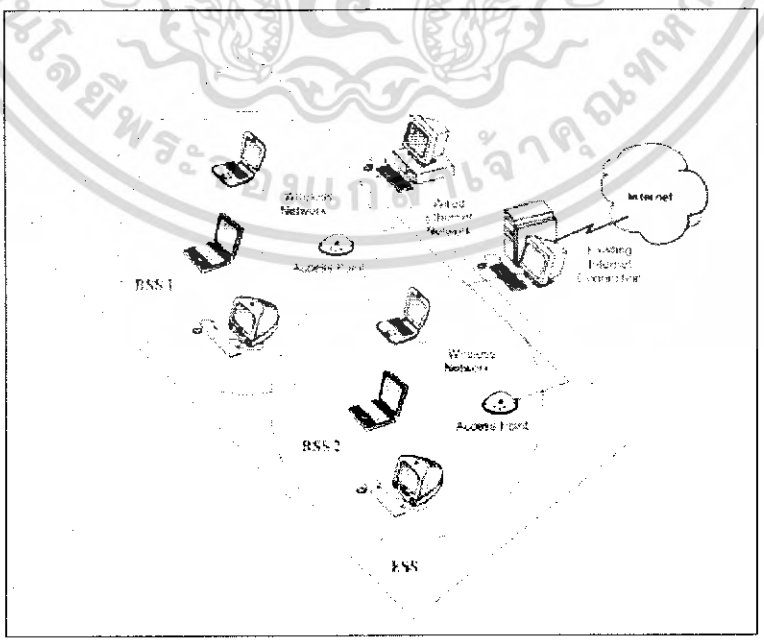
โดยทั่วไปแล้วอุปกรณ์ในเครือข่าย IEEE 802.11 WLAN จะเชื่อมต่อกันในลักษณะของโหมด Infrastructure ซึ่งเป็นโหมดที่อนุญาตให้อุปกรณ์ภายใน WLAN สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายอื่นได้ ในโหมด Infrastructure นี้เครือข่าย IEEE 802.11 WLAN จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ 2 ประเภทได้แก่ สถานีผู้ใช้ (Client Station) ซึ่งก็คืออุปกรณ์คอมพิวเตอร์ (Desktop, Laptop หรือ PDA ต่างๆ) ที่มีอุปกรณ์ Client Adapter เพื่อใช้รับส่งข้อมูลผ่าน IEEE 802.11 WLAN และสถานีแม่ข่าย (Access Point) ซึ่งทำหน้าที่ต่อเชื่อมสถานีผู้ใช้เข้ากับเครือข่ายอื่น (ซึ่งโดยปกติจะเป็นเครือข่าย IEEE 802.3 Ethernet LAN) การทำงานในโหมด Infrastructure มีพื้นฐานมาจากระบบเครือข่ายโทรศัพท์มือถือ กล่าวคือสถานีผู้ใช้จะสามารถรับส่งข้อมูลโดยตรงกับสถานีแม่ข่ายที่ให้บริการแก่สถานีผู้ใช้นั้นอยู่เท่านั้น ส่วนสถานีแม่ข่ายจะทำหน้าที่ส่งต่อ (Forward) ข้อมูลที่ได้รับจากสถานีผู้ใช้ไปยังจุดหมายปลายทางหรือส่งต่อข้อมูลที่ได้รับจากเครือข่ายอื่นมายังสถานีผู้ใช้

1) Basic Service Set (BSS)

Basic Service Set (BSS) หมายถึงบริเวณของเครือข่าย IEEE 802.11 WLAN ที่มีสถานีแม่ข่าย 1 สถานี ซึ่งสถานีผู้ใช้ภายในขอบเขตของ BSS นี้ทุกสถานีจะต้องสื่อสารข้อมูลผ่านสถานีแม่ข่ายดังกล่าวเท่านั้น

2) Extended Service Set (ESS)

Extended Service Set (ESS) หมายถึงบริเวณของเครือข่าย IEEE 802.11 WLAN ที่ประกอบด้วย BSS มากกว่า 1 BSS ซึ่งได้รับการเชื่อมต่อเข้าด้วยกัน สถานีผู้ใช้สามารถเคลื่อนย้ายจาก BSS หนึ่งไปอยู่ในอีก BSS หนึ่งได้โดย BSS เหล่านี้จะทำการ Roaming หรือติดต่อสื่อสารกันเพื่อทำการโอนย้ายการให้บริการสำหรับสถานีผู้ใช้ดังกล่าว



รูปที่ 3.1 แสดง BSS และ ESS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
62864

3.4.2 โหมด Ad-Hoc หรือ Peer-to-Peer

เครือข่าย IEEE 802.11 WLAN ในโหมด Ad-Hoc หรือ Peer-to-Peer เป็นเครือข่ายที่ปิดคือไม่มีสถานีแม่ข่ายและไม่มีการเชื่อมต่อกับเครือข่ายอื่น บริเวณของเครือข่าย IEEE 802.11 WLAN ในโหมด Ad-Hoc จะถูกเรียกว่า Independent Basic Service Set (IBSS) ซึ่งสถานีผู้ใช้หนึ่งสามารถติดต่อสื่อสารข้อมูลกับสถานีผู้ใช้อื่นๆ ในเขต IBSS เดียวกันได้โดยตรงโดยไม่ต้องผ่านสถานีแม่ข่าย แต่สถานีผู้ใช้จะไม่สามารถรับส่งข้อมูลกับเครือข่ายอื่นๆ ได้

รูปที่ 3.2 แสดงการทำงานในโหมด Ad-Hoc หรือ Peer-to-Peer Mode

3.5 การเข้าใช้ช่องสัญญาณด้วยกลไก CSMA/CA

บทบาทหนึ่งของ MAC Layer ในมาตรฐาน IEEE 802.11 คือการจัดสรรการเข้าใช้ช่องสัญญาณซึ่งแต่ละสถานีใน BSS หรือ IBSS จะต้องแบ่งกันใช้ช่องสัญญาณที่ถูกกำหนดมาสำหรับใช้งานร่วมกันอย่างเป็นธรรม มาตรฐาน IEEE 802.11 ได้กำหนดให้ใช้กลไก CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/ Collision Avoidance) เพื่อจัดสรรการใช้ช่องสัญญาณร่วมกันดังกล่าว

3.5.1 CSMA with Random Back-Off

กลไก CSMA with Random Back-Off เป็นเทคนิคอย่างง่ายสำหรับจัดสรรการเข้าใช้ช่องสัญญาณของผู้ใช้แต่ละคน (ซึ่งต้องแบ่งกันใช้ช่องสัญญาณร่วมนี้) อย่างยุติธรรม กลไกนี้เป็นที่ยอมรับและนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น ในมาตรฐาน IEEE 802.3 Ethernet LAN หลักการทำงานของกลไก CSMA คือ เมื่อสถานีหนึ่งต้องการเข้าใช้ช่องสัญญาณ สถานีดังกล่าวจะต้องตรวจสอบช่องสัญญาณก่อนว่ามีสถานีอื่นทำการรับส่งสัญญาณข้อมูลอยู่หรือไม่และรอจนกว่าช่องสัญญาณจะว่าง เมื่อช่องสัญญาณว่างแล้วสถานีที่ต้องการเข้าใช้ช่องสัญญาณจะต้องรอต่อไปอีกระยะหนึ่ง (Random Back-Off) ซึ่งแต่ละสถานีได้กำหนดระยะเวลาในการรอดังกล่าวไว้แล้วด้วยการสุ่มค่าหลังจากเสร็จการใช้ช่องสัญญาณครั้งก่อน สถานีที่สุ่มได้ค่าระยะเวลาในการรอน้อยกว่าก็จะมีสิทธิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการเข้าใช้ช่องสัญญาณก่อน แต่อย่างไรก็ตามในบางกรณีกลไกดังกล่าวอาจจะกำหนดให้สถานีมากกว่าหนึ่งสถานีส่งข้อมูลในเวลาพร้อมๆ กันซึ่งจะทำให้เกิดการชนกันของสัญญาณได้ ซึ่งหากเกิดการชนกันของสัญญาณขึ้นจะต้องมีการส่งสัญญาณข้อมูลเดิมซ้ำอีกครั้งด้วยกลไกที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

3.5.2 CSMA/CD

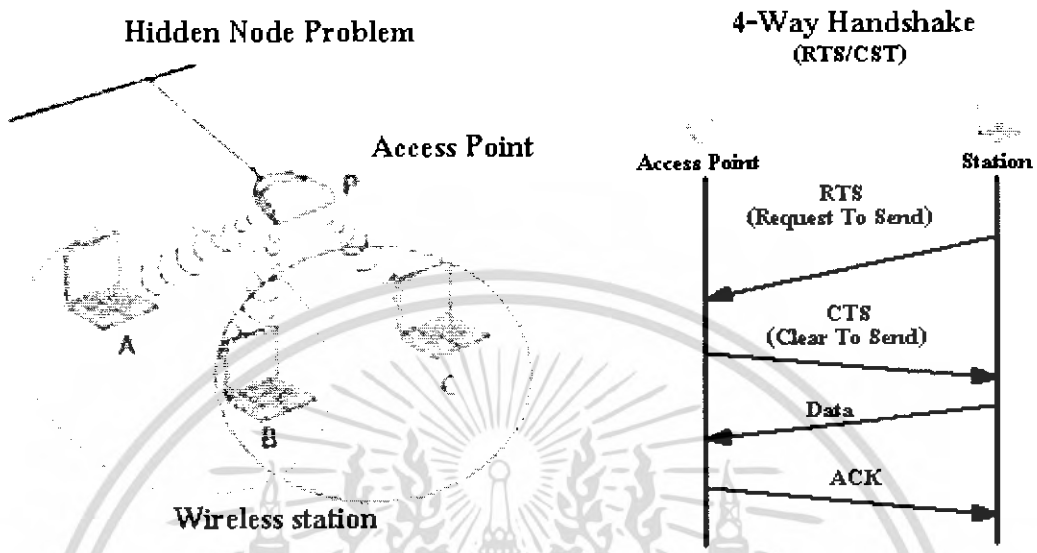
กลไก CSMA/CD (Collision Detection) เป็นเทคนิคที่รู้จักกันดีซึ่งถูกนำมาใช้ในมาตรฐาน IEEE 802.3 Ethernet LAN ซึ่งการทำงานกลไก CSMA/CD โดยหลักแล้วเป็นเช่นเดียวกับที่กล่าวไว้ในส่วนของ CSMA with Random Back-Off แต่จะมีรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการตรวจสอบว่าเกิดการชนกันของสัญญาณหรือไม่ ในกรณีนี้สถานีที่กำลังทำการส่งสัญญาณข้อมูลอยู่จะต้องคอยตรวจสอบด้วยว่ามีการชนกันของสัญญาณเกิดขึ้นหรือไม่ (ในขณะเดียวกันกับที่ทำการส่งสัญญาณข้อมูล) โดยการตรวจวัดระดับแรงดันไฟฟ้าของสัญญาณในสายสัญญาณว่ามีค่าสูงกว่าปกติหรือไม่ ซึ่งหากระดับแรงดันไฟฟ้าของสัญญาณในสายสัญญาณในสายสัญญาณมีค่าสูงกว่าค่าที่กำหนดแสดงว่าเกิดการชนกันของสัญญาณขึ้น ในกรณีดังกล่าวสถานีที่กำลังส่งสัญญาณข้อมูลอยู่จะต้องยกเลิกการส่งสัญญาณทันทีและปฏิบัติตามกลไกที่กล่าวมาแล้วข้างต้นเพื่อทำการส่งข้อมูลเดิมซ้ำอีกต่อไป

3.5.3 CSMA/CA with Acknowledgement

เป็นที่ควรสังเกตว่าเทคนิค CSMA/CD ไม่สามารถนำมาใช้กับ WLAN ซึ่งใช้การสื่อสารแบบไร้สายได้ สาเหตุหลักๆ ก็คือการตรวจสอบการชนกันของสัญญาณในระหว่างที่ทำการส่งสัญญาณจะต้องใช้อุปกรณ์รับส่งคลื่นวิทยุที่เป็น Full Duplex (สามารถรับและส่งสัญญาณในเวลาเดียวกันได้) ซึ่งจะมีราคาแพงกว่าอุปกรณ์รับส่งคลื่นวิทยุที่ไม่สามารถรับและส่งสัญญาณในเวลาเดียวกัน นอกจากนี้แต่ละสถานีใน BSS หรือ IBSS อาจไม่ได้ยินสัญญาณจากสถานีอื่นทุกสถานีหรือปัญหาที่เรียกว่า Hidden Node Problem (ดังในรูปที่ 3.3 สถานี A ได้ยินสัญญาณจากสถานีแม่ข่าย (Access Point) แต่ไม่ได้ยินสัญญาณจากสถานี C และในทางกลับกันสถานี C ไม่ได้ยินสัญญาณจากสถานี A แต่ได้ยินสัญญาณจากสถานีแม่ข่าย ซึ่งสถานการณ์ดังกล่าวนี้เป็นสถานการณ์เกิดขึ้นใน WLAN โดยทั่วไป) ดังนั้นการตรวจสอบการชนกันของสัญญาณโดยตรงเป็นไปได้ยากหรือเป็นไปไม่ได้เลย มาตรฐาน IEEE 802.11 จึงได้กำหนดให้ใช้เทคนิค CSMA/CA with Acknowledgement สำหรับการจัดสรรการเข้าใช้ช่องสัญญาณของแต่ละสถานีเพื่อแก้ไขปัญหาเหล่านี้ ซึ่งการทำงานของกลไก CSMA/CA โดยหลักแล้วเป็นเช่นเดียวกับที่กล่าวไว้ในส่วนของ CSMA with Random Back-Off แต่จะมีรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับการหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดการชนกันของสัญญาณและเทคนิคสำหรับการตรวจสอบว่าเกิดการชนของสัญญาณหรือไม่แบบเป็นนัย โดยสถานีผู้ส่งสัญญาณข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะต้องรอรับ Acknowledgement จากสถานีที่ส่งข้อมูลไปให้ หากไม่ได้รับ Acknowledgement กลับมาภายในเวลาที่กำหนดจะถือว่าเกิดการชนของสัญญาณขึ้นและต้องทำการส่งข้อมูลเดิมซ้ำอีกต่อไป



รูปที่ 3.3 แสดง Hidden Node Problem และ กลไก RTS/CTS Handshake

สำหรับการหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดการชนกันของสัญญาณนั้น มาตรฐาน IEEE 802.11 ได้ใช้กลไกที่เรียกว่า Virtual Carrier Sense เพื่อแก้ไขปัญหาที่แต่ละสถานีใน BSS หรือ IBSS อาจไม่ได้ยินสัญญาณจากสถานีอื่นบางสถานี (Hidden Node Problem) กลไกดังกล่าวมีการทำงานดังนี้ เมื่อสถานีที่ต้องการจะส่งแพกเก็ตข้อมูลได้รับสิทธิในการเข้าใช้ช่องสัญญาณแล้วจะทำการส่งแพกเก็ตสั้นๆ ที่เรียกว่า RTS (Request To Send) เพื่อเป็นการจองช่องสัญญาณ ก่อนที่จะส่งแพกเก็ตข้อมูลจริง ซึ่งแพกเก็ต RTS ประกอบไปด้วยระยะเวลาที่คาดว่าใช้ช่องสัญญาณจนแล้วเสร็จ (Duration ID) รวมถึง Address ของสถานีผู้ส่งและผู้รับ เมื่อสถานีผู้รับได้ยินสัญญาณ RTS ก็จะตอบรับกลับมาด้วยการส่งสัญญาณ CTS (Clear To Send) ซึ่งจะบ่งบอกข้อมูลระยะเวลาที่คาดว่าสถานีที่กำลังจะทำการส่งข้อมูลนั้นจะใช้ช่องสัญญาณจนแล้วเสร็จ หลักการก็คือทุกๆ สถานีใน BSS หรือ IBSS ควรจะได้ยินสัญญาณ RTS หรือไม่ก็ CTS อย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่าง เมื่อได้รับ RTS หรือ CTS ทุกๆ สถานีจะทราบถึงว่าช่วงเวลาที่ระบุไว้ใน Duration ID ซึ่งช่องสัญญาณจะถูกใช้และทุกสถานีที่ยังไม่ได้รับสิทธิในการเข้าใช้ช่องสัญญาณจะตั้งค่า NAV (Network Allocation Vector) ให้เท่ากับ Duration ID ซึ่งแสดงถึงช่วงเวลาที่ยังไม่สามารถเข้าใช้ช่องสัญญาณได้ ทุกๆสถานีจะใช้กลไก Virtual Carrier Sense ดังกล่าวผนวกกับการฟังสัญญาณในช่องสัญญาณจริงๆ ในการตรวจสอบว่าช่องสัญญาณว่างอยู่หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 กลไกรักษาความปลอดภัยในมาตรฐาน IEEE 802.11

มาตรฐาน IEEE 802.11 ได้กำหนดให้มีทางเลือกสำหรับสร้างความปลอดภัยให้กับเครือข่าย LAN แบบไร้สาย ด้วยกลไกซึ่งมีชื่อเรียกว่า WEP (Wired Equivalent Privacy) ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อเพิ่มความปลอดภัยกับเครือข่าย LAN แบบไร้สายให้ใกล้เคียงกับความปลอดภัยของเครือข่าย LAN แบบที่ใช้สายนำสัญญาณ (IEEE 802.3 Ethernet) บทบาทของ WEP แบ่งเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ การเข้ารหัสและถอดรหัสข้อมูล (WEP Encryption/ Decryption) และ การตรวจสอบผู้ใช้ (Authentication)

3.6.1 การเข้ารหัสและถอดรหัสข้อมูล (WEP Encryption/ Decryption)

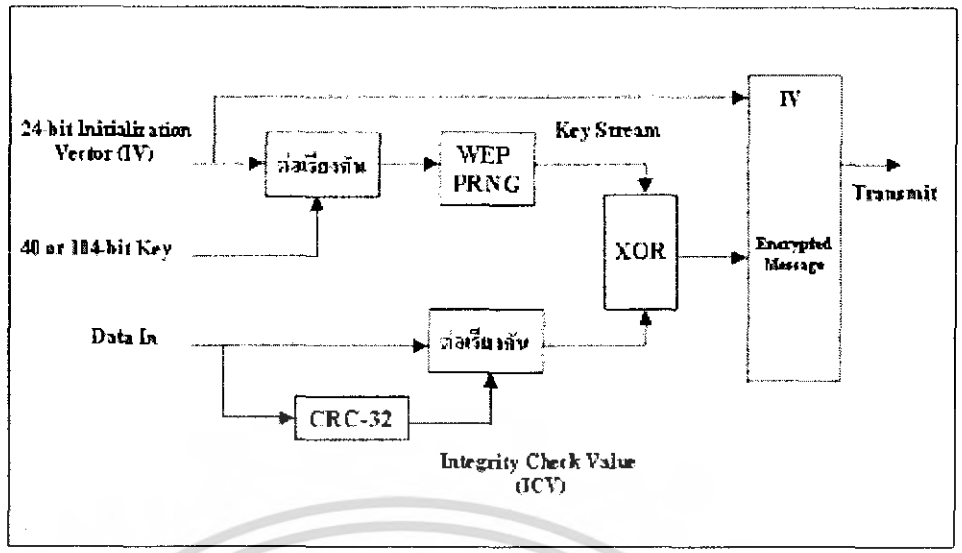
การทำการเข้ารหัสและถอดรหัสข้อมูลนั้นก็เพื่อป้องกันมิให้ผู้ที่ไม่มีรหัสข้อมูลสามารถเข้าใจหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลที่แพร่กระจายอยู่ในอากาศได้ โดย WEP นั้นใช้หลักการในการเข้าและถอดรหัสข้อมูลที่เป็นแบบ Symmetrical (คือรหัสที่ใช้ในการเข้ารหัสข้อมูลจะเป็นตัวเดียวกันกับรหัสที่ใช้สำหรับการถอดรหัสข้อมูล)

1) *WEP Encryption*

การทำงานของการเข้ารหัสข้อมูลในกลไก WEP เป็นดังนี้

1. Key ขนาด 64 หรือ 128 บิต ถูกสร้างขึ้นโดยการนำเอารหัสลับซึ่งมีความยาว 40 หรือ 104 บิต มาต่อรวมกับข้อความเริ่มต้น IV (Initialization Vector) ขนาด 24 บิตที่ถูกกำหนดแบบสุ่มขึ้นมา
2. Integrity Check Value (ICV) ขนาด 32 บิต ถูกสร้างขึ้นโดยการคำนวณค่า CRC-32 (32-bit Cyclic Redundant Check) จากข้อมูลดิบที่จะส่งออกไป (ICV ซึ่งจะถูกนำไปต่อรวมกับข้อมูลดิบ มีไว้สำหรับตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลหลังจากการถอดรหัสแล้ว)
3. ข้อความที่มีความสุ่ม (Key Stream) ขนาดเท่ากับความยาวของข้อมูลดิบที่จะส่งกับอีก 32 บิต (ซึ่งเป็นความยาวของ ICV) ถูกสร้างขึ้นโดยหน่วยสร้างข้อความที่มีความสุ่ม หรือ PRNG (Pseudo-Random Number Generator) ที่มีชื่อเรียกว่า RC4 ซึ่งจะใช้ Key ที่กล่าวมาข้างต้นเป็นอินพุต (หรือ Seed) โดย PRNG จะสร้างข้อความสุ่มที่แตกต่างกันสำหรับ Seed แต่ละค่าที่ใช้
4. ข้อความที่ได้รับการเข้ารหัส (Ciphertext) ถูกสร้างขึ้นโดยการนำเอา ICV ต่อกับข้อมูลดิบแล้วทำการ XOR แบบบิตต่อบิตกับข้อความสุ่ม (Key Stream) ซึ่ง PRNG ได้สร้างขึ้น
5. สัญญาณที่จะถูกส่งออกไปคือ ICV และข้อความที่ได้รับการเข้ารหัส (Ciphertext)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



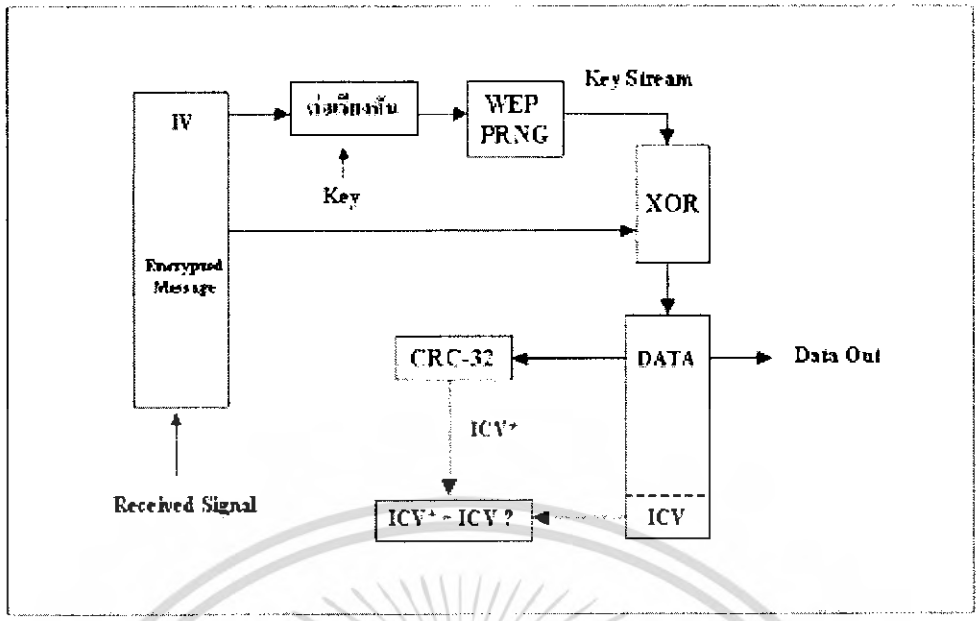
รูปที่ 3.4 แสดง WEP Encryption

2) WEP Decryption

การทำงานของการถอดรหัสข้อมูลในกลไก WEP เป็นดังนี้

1. Key ขนาด 64 หรือ 128 บิต ถูกสร้างขึ้นโดยการนำเอารหัสลับซึ่งมีความยาว 40 หรือ 104 บิต (ซึ่งเป็นรหัสลับเดียวกับที่ใช้ในการเข้ารหัสข้อมูล) มาต่อรวมกับ IV ที่ถูกส่งมากับสัญญาณที่ได้รับ
2. PRNG สร้างข้อความสุ่ม (Key Stream) ที่มีขนาดเท่ากับความยาวของข้อความที่ได้รับการเข้ารหัสและถูกส่งมา โดยใช้ Key ที่กล่าวมาข้างต้นเป็น Input
3. ข้อมูลดิบและ ICV ถูกถอดรหัสโดยการนำเอาข้อความที่ได้รับมา XOR แบบบิดต่อบิดกับข้อความสุ่ม (Key Stream) ซึ่ง PRNG ได้สร้างขึ้น
4. สร้าง ICV' โดยการคำนวณค่า CRC-32 จากข้อมูลดิบที่ถูกถอดรหัสแล้วเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่า ICV ที่ได้ถูกส่งมา หากค่าทั้งสองตรงกัน (ICV' = ICV) แสดงว่าการถอดรหัสถูกต้องและผู้ที่ส่งมาได้รับอนุญาต (มีรหัสลับของเครือข่าย) แต่หากค่าทั้งสองไม่ตรงกันแสดงว่าการถอดรหัสไม่ถูกต้องหรือผู้ที่ส่งมาไม่ได้รับอนุญาต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 แสดง WEP Decryption

3.6.2 การตรวจสอบผู้ใช้ (Authentication)

การทำการตรวจสอบผู้ใช้นั้นก็เพื่อป้องกันมิให้ผู้ที่ไม่มีรหัสผ่านสามารถเข้าใช้เครือข่ายได้ โดยสำหรับเครือข่าย IEEE 802.11 LAN นั้น ผู้ใช้ (เครื่องลูกข่าย) จะมีสิทธิในการรับส่งสัญญาณข้อมูลในเครือข่ายได้ก็ต่อเมื่อได้รับการตรวจสอบแล้วว่าได้รับอนุญาต ซึ่งมาตรฐาน IEEE 802.11 ได้กำหนดให้มีกลไกสำหรับการตรวจสอบผู้ใช้ (Authentication) ใน 2 ลักษณะคือ Open System Authentication และ Shared Key Authentication ซึ่งเป็นดังต่อไปนี้

1) Open System Authentication

การตรวจสอบผู้ใช้ในลักษณะนี้เป็นทางเลือกแบบ Default ที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน IEEE 802.11 ในการตรวจสอบแบบนี้จะไม่ตรวจสอบรหัสลับจากผู้ใช้ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าเป็นการอนุญาตให้ผู้ใช้ใดๆ ก็ได้สามารถเข้ามารับส่งสัญญาณในเครือข่ายนั่นเอง แต่อย่างไรก็ตามในการตรวจสอบแบบนี้อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นสถานีแม่ข่ายไม่จำเป็นต้องอนุญาตให้สถานีผู้ใช้เข้ามาใช้เครือข่ายได้เสมอไป ในกรณีนี้บทบาทของ WEP จึงเหลือแต่เพียงการเข้ารหัสข้อมูลเท่านั้น กลไกการตรวจสอบแบบ Open System Authentication มีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

1. สถานีที่ต้องการจะเข้ามาร่วมใช้เครือข่ายจะส่งข้อความซึ่งไม่ถูกเข้ารหัสเพื่อขอรับการตรวจสอบ (Authentication Request Frame) ไปยังอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นสถานีแม่ข่าย โดยในข้อความดังกล่าวจะมีการแสดงความจำนงเพื่อรับการตรวจสอบแบบ Open System
2. อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นสถานีแม่ข่ายโต้ตอบด้วยข้อความที่แสดงถึงการตอบรับหรือปฏิเสธ Request ดังกล่าว

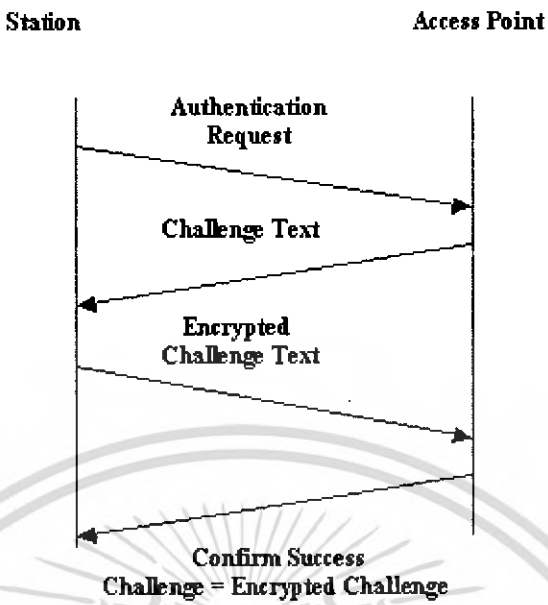
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) Shared Key Authentication

การตรวจสอบผู้ใช้แบบ Shared Key Authentication จะอนุญาตให้สถานีผู้ใช้ซึ่งมีรหัสลับของเครือข่ายนี้เท่านั้นที่สามารถเข้ามารับส่งสัญญาณกับอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นสถานีแม่ข่ายได้ โดยมีการใช้เทคนิคการถามตอบที่ใช้กันทั่วไปผนวกกับการเข้ารหัสด้วย WEP เป็นกลไกสำหรับการตรวจสอบ (ดังนั้นการตรวจสอบแบบนี้จะทำได้ก็ต่อเมื่อมีการ Enable การเข้ารหัสด้วย WEP) กลไกการตรวจสอบดังกล่าวมีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

1. สถานีผู้ใช้ที่ต้องการจะเข้ามาร่วมใช้เครือข่ายจะส่งข้อความซึ่งไม่ถูกเข้ารหัสเพื่อขอรับการตรวจสอบ (Authentication Request Frame) ไปยังอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นสถานีแม่ข่าย โดยในข้อความดังกล่าวจะมีการแสดงความจำนงเพื่อรับการตรวจสอบแบบ Shared Key
2. หากสถานีแม่ข่ายต้องการตอบรับ Request ดังกล่าว จะมีการส่งข้อความที่แสดงถึงการตอบรับและคำถาม (Challenge Text) มายังเครื่องลูกข่าย ซึ่ง Challenge Text ดังกล่าวมีขนาด 128 ไบต์และถูกสุ่มขึ้นมา (โดยอาศัย PRNG) หากอุปกรณ์แม่ข่ายไม่ต้องการตอบรับ Request ดังกล่าว จะมีการส่งข้อความที่แสดงถึงการไม่ตอบรับ ซึ่งเป็นการสิ้นสุดของการตรวจสอบครั้งนี้
3. หากมีการตอบรับจากสถานีแม่ข่าย สถานีผู้ใช้ที่ขอรับการตรวจสอบจะทำการเข้ารหัสข้อความคำถามที่ถูกส่งมาโดยใช้รหัสลับของเครือข่ายแล้วส่งกลับไปยังสถานีแม่ข่าย
4. สถานีแม่ข่ายทำการถอดรหัสข้อความที่ตอบกลับมาโดยใช้รหัสลับของเครือข่าย หลังจากถอดรหัสแล้วหากข้อความที่ตอบกลับมาตรงกับข้อความคำถาม (Challenge Text) ที่ส่งไป สถานีแม่ข่ายจะส่งข้อความที่แสดงถึงการอนุญาตให้สถานีผู้ใช้นี้เข้าใช้เครือข่ายได้ แต่หากข้อความที่ตอบกลับมาไม่ตรงกับข้อความคำถาม สถานีแม่ข่ายจะโต้ตอบด้วยข้อความที่แสดงถึงการไม่อนุญาต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



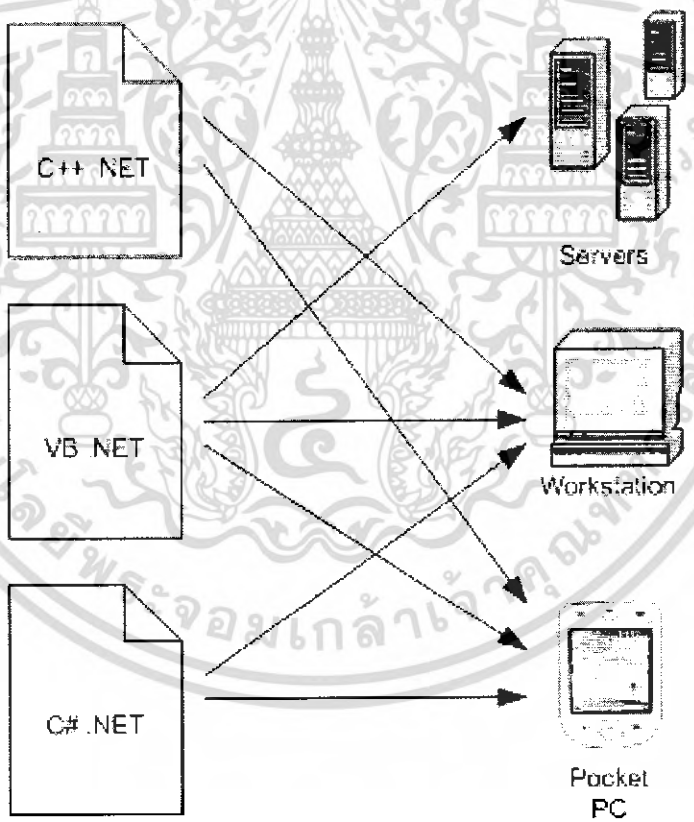
รูปที่ 3.6 แสดง WEP Shared Key Authentication

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

เทคโนโลยีของ .NET Framework

การพัฒนาโปรแกรมโดยใช้ .NET Framework นั้น เราสามารถเขียนโปรแกรมกับภาษาที่สนับสนุน .NET ที่เรามีความถนัด แล้วนำไปใช้งานกับระบบคอมพิวเตอร์ใดๆ ก็ได้ที่สนับสนุน .NET Framework ซึ่งมีคนมองว่าแนวคิดนี้คล้ายกับภาษา JAVA ของบริษัทซัน ไมโครซิสเต็มส์ จำกัด แต่ความจริงแล้วไม่ใช่เพราะภาษา JAVA นั้นเน้นการเขียนโปรแกรมครั้งเดียวด้วยภาษา JAVA แล้วสามารถทำงานได้ทุกแพลตฟอร์ม (ที่รองรับ JAVA) แต่ .NET Framework นั้นเราสามารถที่จะเลือกเขียนด้วยภาษาอะไรก็ได้ เพื่อให้ทำงานกับคอมพิวเตอร์ที่รองรับ .NET Framework (ในตอนนี้ยังมีแค่คอมพิวเตอร์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการตระกูล Windows และใน Pocket PC เท่านั้น)



รูปที่ 4.1 การเขียนโปรแกรมกับ .NET Framework

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 ส่วนประกอบของ .NET Framework

.NET Framework นั้นประกอบไปด้วยส่วนประกอบหลักๆ 3 ส่วนคือ

4.1.1 Programming Language

เป็นภาษาที่ใช้ในการสร้างโปรแกรมซึ่งสามารถทำงานได้ภายใต้สภาวะของ .NET โดยไมโครซอฟท์ได้เปิดตัวภาษาหลักๆ ที่จะใช้พัฒนาบน .NET เป็นจำนวน 4 ภาษาด้วยกันคือ

- C# เป็นภาษาใหม่ที่ไมโครซอฟท์พัฒนามาจากภาษา C++ กับ JAVA เป็นหลัก
- VB .NET เป็นภาษาที่พัฒนามาจาก Microsoft Visual Basic 6.0
- C++ .NET เป็นภาษาที่พัฒนามาจาก Microsoft Visual C++ 6.0
- Jscript .NET เป็นภาษาที่พัฒนามาจาก Jscript ซึ่งเป็น JavaScript ในเวอร์ชันของไมโครซอฟท์

4.1.2 .NET Framework Classes Library

ไลบรารีนั้นเปรียบเสมือนชุดคำสั่งสำเร็จรูปย่อยๆ ที่ถูกจัดเตรียมไว้ โดยส่วนใหญ่จะเป็นชุดคำสั่งที่ใช้อยู่เป็นประจำ ซึ่งแต่ละไลบรารีภายในระบบ .NET Framework จะถูกจัดเก็บอยู่ในรูปของคลาสต่างๆ หรือที่เรียกว่าคลาสไลบรารีนั่นเอง

ซึ่งคลาสไลบรารี ของ .NET Framework นั้นเป็นส่วนที่รวบรวม Reusable Type ที่ถูกผสมผสานเข้ากับ Common Language Runtime โดยคลาสไลบรารีจะเป็นแบบ Object Oriented ซึ่งนอกจากจะทำให้เรียกใช้งานได้ง่ายแล้ว ยังจะช่วยลดทอนเวลาในการเรียนรู้ฟีเจอร์ใหม่ๆ ของ .NET Framework อีกด้วย นอกจากนี้แม้ในส่วนประกอบอื่นๆ (Third-Party Components) ก็ยังสามารถผสมผสานกับคลาสใน .NET Framework ได้อย่างกลมกลืนอีกด้วย

ยกตัวอย่างเช่น มีการจัดเตรียมกลุ่มคลาสของ .NET Framework เป็นกลุ่มหน้าจอติดต่อกับผู้ใช้ (Interface) ที่สามารถนำมาใช้เพื่อพัฒนาเป็นกลุ่มคลาสในการเขียนโปรแกรมได้ โดยกลุ่มคลาสนั้นจะรวมเข้ากับคลาสใน .NET Framework ได้อย่างกลมกลืน

โดยคลาสไลบรารีนั้นสนับสนุนในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ต่างๆ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

- Console Applications
- Windows GUI Applications (Windows Forms)
- ASP.NET Applications
- XML Web Services
- Windows Services

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 Common Language Runtime (CLR)

CLR นั้นถือได้ว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดของ .NET Framework เลยก็ว่าได้ เพราะว่า CLR นั้นมีหน้าที่ในการทำให้โปรแกรมที่เขียนขึ้นมาด้วยภาษาต่างๆ กลายเป็นภาษารูปแบบมาตรฐานเดียวกันหมด เราเรียกภาษาดังกล่าวว่า Microsoft Intermediate Language (MSIL หรือ IL) ซึ่งเมื่อเรานำโปรแกรมไปรันบนเครื่องใดๆ ที่ได้ติดตั้ง .NET Framework ลงไปแล้วนั้น CRL จะทำหน้าที่แปลง IL เป็นคำสั่งที่เหมาะสมต่อการทำงานของเครื่องนั้นๆ โดยทำการแปลงโปรแกรมเป็นภาษาเครื่องของเครื่องนั้นๆ นั่นเอง

โดย CLR นั้นจะทำหน้าที่จัดการกับหน่วยความจำ, การทำงานของเธรด, การทำงานของโค้ดที่เขียน, การตรวจสอบความปลอดภัยของโค้ด, การคอมไพล์ และบริการในระบบ ต่างๆ มากมาย ลักษณะการทำงานเหล่านี้นั้นเป็นส่วนหลักในการจัดการกับโค้ดบน Common Language Runtime

ด้วยการให้ความสำคัญกับความปลอดภัย ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนของแฟคเตอร์ที่ประกอบกับจุดกำเนิดของตัวมันเอง (เช่น อินเทอร์เน็ต หรือเครือข่ายขององค์กร) นั่นหมายความว่าส่วนประกอบเพื่อการจัดการ (Managed Component) นั้นอาจจะสามารถทำการปฏิบัติการเข้าถึงไฟล์, รีจิสตรี หรือฟังก์ชันอื่นๆ หรือไม่ก็ได้ แม้ว่าอาจจะกำลังถูกใช้งานในแอพพลิเคชั่นที่ทำงานแบบเดียวกันอยู่ก็ตาม

สำหรับส่วนของ Runtime นั้นจะทำการจำกัดความปลอดภัยในการเข้าถึงโค้ด ยกตัวอย่างเช่น ผู้ใช้งานจะสามารถวางใจได้ว่าส่วน Embedded ในเว็บเพจจะสามารถแสดงภาพเคลื่อนไหวบนหน้าจอได้ แต่จะไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลส่วนบุคคล, ระบบไฟล์ หรือส่วนเครือข่ายได้

อีกทั้งส่วน Runtime จะช่วยเพิ่มความสมบูรณ์ของโค้ดโดยการจัดเตรียมโครงสร้างพื้นฐานในการตรวจสอบประเภทและโค้ด (Type-and-Code-Verification) ที่เรียกว่า Common Type System (CTS) การมี CTS ทำให้แน่ใจได้ว่าโค้ดเพื่อการจัดการทั้งหมดนั้นเป็น Self-Describing โดยคอมไพเลอร์ต่างๆ ของทั้งไมโครซอฟท์และในส่วนของภาษาอื่น (Third-Party Language) จะทำการสร้างโค้ดเพื่อการจัดการที่คล้ายกันกับ CTS นั่นหมายความว่าโค้ดเพื่อการจัดการจะสามารถใช้ Instance และ Type เพื่อการจัดการอื่นๆ ได้อย่างเต็มที่ ขณะเดียวกันก็ช่วยเพิ่มความถูกต้องและความปลอดภัยของ Type อีกด้วย

นอกจากนี้ ในสภาวะแวดล้อมของการจัดการ (Managed Environment) ของส่วน Runtime จะทำการขจัดปัญหาของซอฟแวร์ทั่วไปให้อีกด้วย ยกตัวอย่างเช่น ส่วน Runtime จะเข้าไปจัดการกับ Object Layout และ Manages References โดยอัตโนมัติ และจะปล่อยออกมาเมื่อพวกมันไม่ได้ถูกเรียกใช้งานอีกต่อไป ด้วยการเข้าไปจัดการหน่วยความจำแบบอัตโนมัตินี้จะช่วยแก้ปัญหา 2 ข้อ คือ การขาดแคลนหน่วยความจำ และการอ้างถึงหน่วยความจำผิดพลาด ซึ่งมักจะเกิดขึ้นในแอพพลิเคชั่นอยู่เป็นประจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ข้อดีของการใช้ .Net Framework ในการพัฒนาโปรแกรม

การใช้ .Net Framework ในการพัฒนาโปรแกรมนั้น มีข้อดีต่างๆ มากมายดังนี้

1) มีระบบไลบรารีที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน

การที่ .Net Framework มีระบบไลบรารีที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน ทำให้เราไม่ต้องคอยกังวลว่าภาษาที่เราใช้เขียนนั้นมีไลบรารีตัวนั้นหรือตัวนี้หรือไม่ รวมถึงไม่ต้องคอยระวังว่าจะใช้ไลบรารีของภาษาหนึ่งแล้วอีกภาษาหนึ่งจะไม่มีไลบรารีตัวนี้

2) ไม่ขึ้นกับระบบปฏิบัติการ

เมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เราใช้ในการพัฒนาได้ทำการติดตั้ง .NET Framework ลงไปแล้ว โปรแกรมที่เราพัฒนาโดยใช้ .NET Framework ก็จะสามารถทำงานบนเครื่องนั้นได้ทันที โดยไม่สนใจระบบปฏิบัติการบนเครื่องนั้นๆ

3) ใช้ภาษาในการพัฒนาได้ทุกภาษา

ทำให้เราไม่ต้องคอยมาศึกษาภาษาใหม่ๆ เมื่อต้องการสร้างโปรแกรมในแต่ละครั้ง นอกจากนี้เรายังสามารถเลือกใช้ภาษาที่เราถนัดที่สุดในการพัฒนาโปรแกรมต่างๆ ได้ด้วย ช่วยให้การพัฒนาโปรแกรมมีความสะดวกและง่ายดายขึ้นมาก

4) มีการควบคุมสภาวะแวดล้อมในการทำงาน

ใน .Net Framework มีการควบคุมสภาวะแวดล้อมในการทำงานเป็นอย่างดี เนื่องจากเป็นระบบที่เป็นมาตรฐาน ทำให้การควบคุมจัดสรรระบบต่างๆ ทำได้ง่าย เช่น การจัดสรรหน่วยความจำการใช้งานเครื่องจะสามารถกระทำได้อย่างรวดเร็วขึ้น ลดโอกาสที่เครื่องจะทำงานผิดปกติได้

5) มีความปลอดภัยสูง

ในการพัฒนาโปรแกรมบน .Net Framework นั้น เราสามารถที่จะกำหนดสิทธิในการใช้งานให้กับผู้ใช้งานได้ ซึ่งสามารถกำหนดได้ว่าโปรแกรมส่วนใดใช้งานได้หรือไม่ได้แล้วแต่เฉพาะบุคคลไป รวมทั้งมีฟังก์ชันในการเข้ารหัสและถอดรหัสข้อมูลอีกด้วย

4.3 การใช้ .NET Framework พัฒนาแอพพลิเคชั่นทางฝั่งเครื่องลูกข่าย

แอพพลิเคชั่นทางฝั่งลูกข่ายมีความใกล้เคียงเป็นอย่างมากกับแอพพลิเคชั่นแบบดั้งเดิมในการเขียนโปรแกรมโดยบน Windows-Based โดยแอพพลิเคชั่นนั้นจะมีรูปแบบการแสดงเป็นหน้าต่างหรือเป็นฟอร์มขึ้นมาบนเดสก์ท็อป เพื่อให้ผู้ใช้สั่งงาน แอพพลิเคชั่นทางฝั่งลูกข่ายนั้นจะรวมไปถึงโปรแกรมเวิร์ดหรือโปรแกรม Spreadsheet ต่างๆด้วย ซึ่งมักจะประกอบไปด้วยหน้าต่างสำหรับทำงาน, เมนู, ปุ่มกด หรือ ส่วนประกอบของ GUI ต่างๆ ซึ่งจะมีการเข้าถึงทรัพยากรภายในต่างๆ เช่น ระบบไฟล์ และอุปกรณ์ภายนอก เช่น เครื่องพิมพ์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

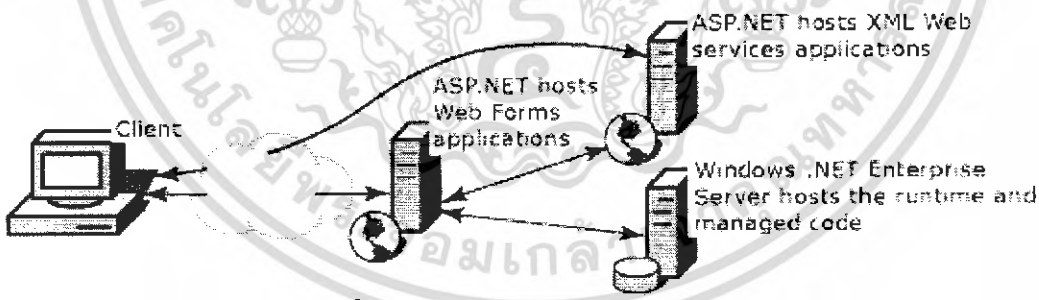
แอพพลิเคชั่นทางฝั่งลูกข่ายอีกแบบหนึ่งจะเป็น ActiveX control แบบดั้งเดิม (ในปัจจุบันถูกแทนที่ด้วย Windows Forms Control) ซึ่งใช้งานในอินเทอร์เน็ต ดังเช่น เว็บเพจต่างๆ ซึ่งแอพพลิเคชั่นแบบนี้จะมีส่วนคล้ายกับแบบอื่นๆ คือ ทำงานแบบเป็น Natively, มีการเข้าถึงทรัพยากรภาพใน และประกอบไปด้วยส่วนประกอบที่เป็นภาพกราฟิก

ที่ผ่านมานั้นผู้พัฒนาโปรแกรมจะทำการสร้างแอพพลิเคชั่นโดยใช้ภาษา C หรือ C++ รวมเข้ากับ Microsoft Foundation Classes (MFC) หรือกับสภาวะแวดล้อมแบบ Rapid Application Development (RAD) ดังเช่น Microsoft Visual Basic ซึ่งใน .NET Framework ได้ทำการรวมลักษณะของผลิตภัณฑ์ต่างๆ นั้นไว้เป็นหนึ่งเดียว ซึ่งมีสภาวะแวดล้อมในการพัฒนาโปรแกรมที่สอดคล้องกันทั้งหมด ทำให้การพัฒนาแอพพลิเคชั่นทางฝั่งลูกข่ายทำได้ง่ายเป็นอย่างยิ่ง

4.4 การใช้ .NET Framework พัฒนาแอพพลิเคชั่นทางฝั่งเครื่องเซิร์ฟเวอร์

แอพพลิเคชั่นทางฝั่งเครื่องเซิร์ฟเวอร์นั้นจะถูกพัฒนาผ่าน Runtime Hosts ซึ่งจะทำการอนุญาตให้โค้ดเพื่อการจัดการที่กำหนดขึ้นทำการควบคุมพฤติกรรมของเซิร์ฟเวอร์ ในโมเดลนี้จะใช้งานฟีเจอร์ของ Common Language Runtime และคลาสไลบรารี เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความเสถียรของเซิร์ฟเวอร์แม่ข่าย

รูปที่ 4.2 ด้านล่างนั้นแสดงถึงแบบเครือข่ายพื้นฐานซึ่งมีโค้ดเพื่อการจัดการกำลังทำงานในสภาวะแวดล้อมของเซิร์ฟเวอร์ที่แตกต่างกัน ในเซิร์ฟเวอร์อย่างเช่น IIS และ SQL Server จะสามารถทำปฏิบัติการพื้นฐานได้ในขณะที่แอพพลิเคชั่นกำลังทำงานผ่านโค้ดเพื่อการจัดการ



รูปที่ 4.2 โค้ดเพื่อการจัดการทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์

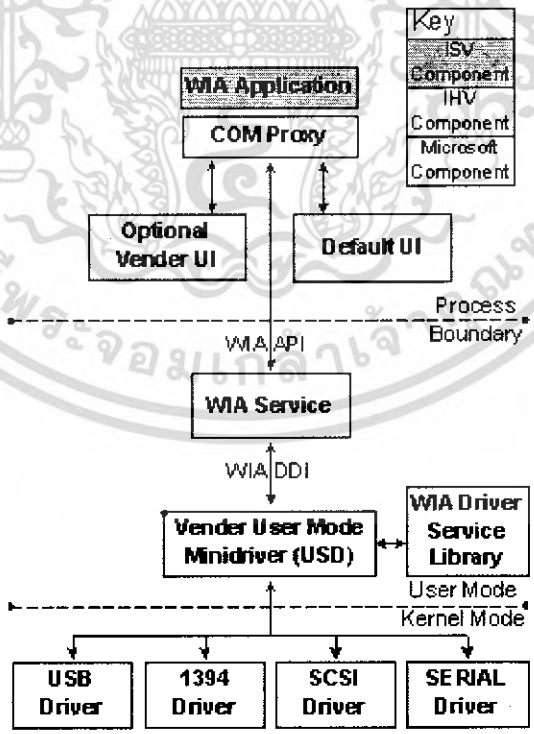
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การเขียนโปรแกรมติดต่อกับเว็บแคมโดยใช้ WIA Library

Microsoft Windows Image Acquisition (WIA) Interface นี้ทำหน้าที่เป็นทั้ง Application Program Interface (API) และ Deviee Driver Interface (DDI) ซึ่ง WIA API มีหน้าที่ดังต่อไปนี้

- สามารถทำงานได้ทั้งกับระบบที่มีการทำงานหนัก และระบบที่มีเสถียรภาพ
- ช่วยค้นหาอุปกรณ์ด้านรูปภาพให้โดยอัตโนมัติ เช่น เว็บแคม กล้องดิจิตอล สแกนเนอร์
- ช่วยลดปัญหาการติดต่อกันระหว่างอุปกรณ์ด้านรูปภาพ
- สามารถสร้างการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ด้านรูปภาพหลายๆ ตัวได้พร้อมกัน
- รับข้อมูลจากอุปกรณ์ด้านรูปภาพโดยใช้วิธีการรับส่งข้อมูลที่ได้มาตรฐานและมีประสิทธิภาพสูง
- จัดการคุณสมบัติของรูปภาพในขณะที่มีการส่งข้อมูล

สำหรับ WIA DDI นั้นถูกออกแบบมาเพื่อช่วยลดจำนวนโค้ดที่ผู้สร้างอุปกรณ์นั้นจะต้องเขียนลงไปในอุปกรณ์ โดย WIA DDI ได้มีการสร้าง Service Library มาตรฐานสำหรับอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งมีฟังก์ชันการทำงานต่างๆ เพื่อให้อุปกรณ์เรียกใช้



รูปที่ 5.1 แสดงการติดต่อระหว่างอุปกรณ์และ WIA Library

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเขียนโปรแกรมติดต่อกับเว็บแคมโดยใช้ WIA Library นั้น ขั้นแรกต้องทำการเรียกใช้ namespace ดังต่อไปนี้เพื่อให้โปรแกรมรู้จักกับ WIA Library ก่อน

```
using System.IO;
using System.Runtime.InteropServices;
using WIALib;
using WIAVIDEOLib;
```

ขั้นตอนต่อไปต้องทำการติดต่อกับเว็บแคมต่างๆ ที่ต่ออยู่กับเครื่องโดยใช้ WIA Library โดยจะทำการเก็บไอดีของเว็บแคมแต่ละตัวเอาไว้

```
wiaMgr = new WiaClass();
object foundID = null;
wiaDevs = wiaMgr.Deviees as CollectionClass;
if(wiaDevs != null)
{
    foreach( object wiaObj in wiaDevs )
    {
        devInfo = (DeviceInfoClass) Marshal.CreateWrapperOfType(wiaObj,
typeof(DeviceInfoClass));
        if(devInfo.Type.IndexOf("Video") > 0)
        {
            foundID = devInfo.Id;
            camID[camCount++] = foundID;
            cmbCamera.Items.Add("WebCam " + camCount);
        }
        Marshal.ReleaseComObject(devInfo);
        devInfo = null;
    }
}
wiaCamera = (ItemClass) wiaMgr.Create(ref camID[0]);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนต่อไปจะทำการนำภาพจากเว็บแคมมาแสดงผลบนโปรแกรมของเรา โดยจะแสดงผลเป็นภาพเคลื่อนไหว

```
wiaVideo = new WiaVideoClass();
videoDir = (string) wiaCamera.GetPropById( (WiaItemPropertyId) 3587 );
wiaVideo.ImagesDirectory = videoDir;
selectedID = wiaCamera.GetPropById( (WiaItemPropertyId)
WiaDeviceInfoPropertyId.DeviceInfoDevId ) as string;
wiaVideo.CreateVideoByWiaDevID( selectedID, panPreview.Handle, 0, 0 );
```

ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการดึงรูปภาพนิ่งจากภาพเคลื่อนไหว เพื่อนำมาใช้ประมวลผลต่อไป

```
wiaVideo.TakePicture(out jpgFile);
Image pic = Image.FromFile(jpgFile);
```

หากต้องการยกเลิกการติดต่อกับเว็บแคม จะต้องมีการทำคำสั่งนี้ก่อนทุกครั้งเพื่อไม่ให้เกิดปัญหากับโปรแกรม

```
wiaVideo.DestroyVideo();
Marshal.ReleaseComObjeet(wiaVideo);
wiaVideo = null;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
โครงสร้างรูปภาพและการประมวลผลทางรูปภาพ

6.1 โครงสร้างของภาพชนิดบิตแมป

ภาพประเภทบิตแมป (Bitmap Graphic) หรืออาจจะเรียกว่าภาพแบบราสเตอร์ (Raster) นั้น เป็นรูปแบบหนึ่งของวิธีการเก็บภาพที่มีลักษณะเป็นพื้นฐานที่มีรูปแบบเรียบง่ายที่สุด คือเป็นภาพที่เกิดจากจุดสีที่เรียกว่าพิกเซล ซึ่งประกอบกันเป็นรูปร่างบนพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นเส้นตารางหรือกริด แต่ละพิกเซลจะมีค่าของตำแหน่ง และค่าสีของตัวเอง โดยจะเก็บรูปเป็นลักษณะของสี่เหลี่ยม ซึ่งสามารถสร้างได้จากโปรแกรมวาดรูปทั่วๆไป โครงสร้างของภาพจะเก็บเป็นเมตริกซ์ของค่าพิกเซลของสีแต่ละจุดในหน่วยความจำ ภาพหนึ่งภาพ จะประกอบด้วยพิกเซลหลายๆ พิกเซลผสมกัน แต่เนื่องจากพิกเซลมีขนาดเล็กมาก จึงเห็นภาพมีความละเอียดสวยงาม ไม่เห็นลักษณะของกรอบสี่เหลี่ยม จึงเป็นภาพที่เหมาะสมต่อการแสดงภาพที่มีเฉด และสีสันจำนวนมาก เช่นภาพถ่าย หรือภาพวาด โดยสนับสนุนค่าพิกเซลที่เป็น 8 บิต และ 16 บิต (Indirect) หรือ 24 บิต (Direct) ซึ่งสามารถเก็บอยู่ในไฟล์ชนิด .bmp โดยโครงสร้างของไฟล์ชนิด .bmp จะเก็บอยู่ในลักษณะที่ไม่เหมือนกับภาพที่แสดงผลออกมาโดยโปรแกรมวาดภาพต่างๆ โดยที่ภาพจะต่างกันกับแกน Y คือกลับตรงข้ามกัน

ภาพแบบบิตแมป เป็นภาพที่ขึ้นอยู่กับความละเอียด หรือความคมชัด (Resolution) ซึ่งก็คือจำนวนพิกเซลที่แน่นอนในการแสดงภาพ ดังนั้นเมื่อมีการขยายภาพ จะเกิดปัญหาคือ เห็นเป็นกรอบสี่เหลี่ยมเล็กๆ หลายๆ จุดประกอบกัน เพราะกริดของภาพมีขนาดที่แน่นอนนั่นเอง

6.2 การประมวลผลเกี่ยวกับรูปร่างของภาพ (Morphological Image Processing)

Morphological Image Processing เป็นการประมวลผลภาพโดยการเปลี่ยนแปลงลักษณะรูปร่างหรือโครงสร้างของภาพ การทำงานพื้นฐานโดยทั่วไปได้แก่ การขยายภาพโดยมีสัดส่วนเท่ากันทั่วทั้งภาพ (Dilation) และการย่อภาพ (Erosion)

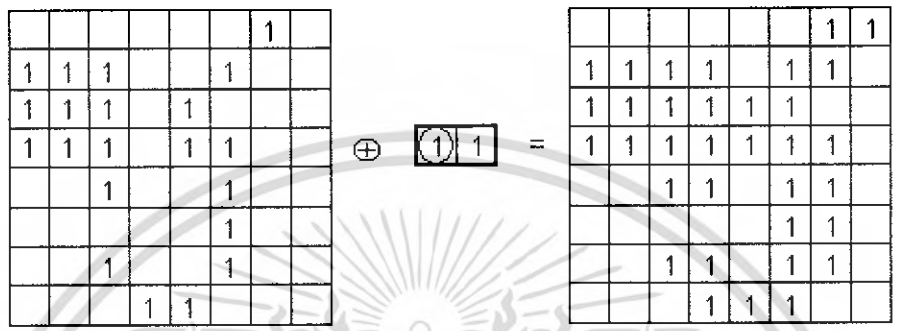
6.2.1 Dilation

การขยาย (Dilation) คือ การทำให้พื้นที่ของภาพขยายใหญ่ขึ้นโดยมีสัดส่วนเท่ากันทั่วทั้งภาพ ซึ่งการขยายภาพแบบไบนารี่ I จะใช้มาส์กหรือ Structuring Element "S" สามารถทำได้ดังสมการ (6.1)

$$I \oplus S = \underset{s\ inS}{U} I_S \tag{6.1}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การขยายภาพจะทำได้โดยการกำหนดมาส์กหรือ Structuring Element "S" และนำค่า S นี้สแกนไปบนข้อมูลภาพ I ตามลำดับตลอดทั้งภาพ ซึ่งในขณะที่จุดเริ่มต้น (Origin ซึ่งถูกกำหนดโดยการทำเครื่องหมายวงกลมล้อมรอบ) ของ S ตรงกับตำแหน่งข้อมูลภาพที่พิกเซลมีค่าเท่ากับ 1 นั้นก็จะทำการยูเนียน Structuring Element "S" นี้เข้ากับข้อมูลภาพ I กล่าวคือ หากพิกเซลใดๆ ในภาพ I ที่ถูกเปรียบเทียบกับค่า S แล้ว มีตำแหน่งตรงกับค่า 1 ของ S ให้เปลี่ยนค่าเป็น 1 ด้วย



รูปที่ 6.1 แสดงผลของการขยายภาพแบบไบนารี่

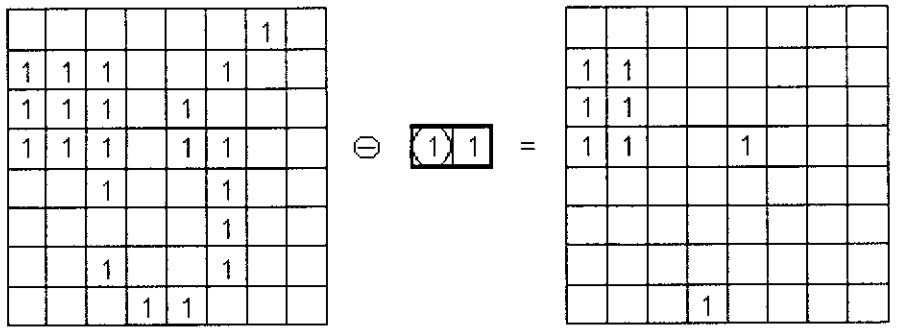
6.2.2 Erosion

การหด หรือย่อภาพ (Erosion) คือ การทำให้พื้นที่ของมีขนาดเล็กลง ซึ่งการย่อภาพแบบไบนารี่ I จะใช้มาส์กหรือ Structuring Element "S" สามารถทำได้ดังสมการ (6.2)

$$I \ominus S = (i \mid i + s \;\; in \;\; I, \;\; \forall s \;\; in \;\; S) \tag{6.2}$$

การย่อภาพจะทำได้โดยการกำหนดมาส์กหรือ Structuring Element "S" และนำค่า S นี้สแกนไปบนข้อมูลภาพ I ตามลำดับตลอดทั้งภาพเช่นเดียวกับการขยายภาพ สำหรับทุกตำแหน่งที่เลื่อน S ไปบนภาพก็จะมีการเปรียบเทียบกับข้อมูลภาพ ถ้าข้อมูลภาพมีค่าเหมือนกับ Structuring Element "S" แล้ว ค่าข้อมูลภาพในตำแหน่งที่ตรงกับจุดเริ่มต้นของ S จะถูกกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1 หรืออาจกล่าวได้ว่า หากพิกเซลใดๆ ในภาพ I ที่ถูกเปรียบเทียบกับค่า S แล้ว มีค่าไม่เหมือนกับ S ให้ลบค่าข้อมูลภาพที่อยู่ตำแหน่งเดียวกับจุดเริ่มต้นทิ้งหรือเปลี่ยนค่าเป็น 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.2 แสดงผลของการย่อภาพแบบไบนารี่

6.3 การแบ่งภาพออกเป็นส่วนย่อย (Image Segmentation)

การแบ่งภาพออกเป็นส่วนย่อย เป็นการระบุหรือแยกข้อมูลของภาพบางส่วนที่ต้องการออกมา เช่น ขอบ รอยลึก หรือวัตถุ เป็นต้น โดยวัตถุประสงค์ในการแบ่งภาพ คือ การนำข้อมูลจากรูปภาพออกมาเพื่อแยกลักษณะเฉพาะของพิกเซลในภาพ หากเป็นภาพ 2 มิติ จะทำการแบ่งส่วนของพิกเซลตามความเข้มของแสงในแต่ละส่วนของภาพ สำหรับภาพแบบระดับสีเทาหรือ Gray Scale จะใช้การพิจารณาความสว่างของภาพ แต่สำหรับภาพสีจะใช้ความแตกต่างของสีในการพิจารณาแทน หากเป็นภาพ 3 มิติ จะแบ่งส่วนตามความลึกของภาพ ยกตัวอย่างเช่น ภาพ Magnetic Resonance Imaging หรือ MRI ที่ถูกแบ่งส่วนเพื่อบอกถึงลักษณะของโครงสร้างทางกายวิภาควิทยา และแยกประเภทของเนื้อเยื่อ เป็นต้น นอกจากนี้ขอบของภาพและลักษณะของลวดลายก็เป็นส่วนที่ช่วยให้สามารถการแบ่งภาพออกเป็นส่วนย่อยได้สะดวกยิ่งขึ้น ซึ่งการแบ่งส่วนภาพจะหยุดลงเมื่อวัตถุที่เราสนใจได้ถูกแยกออกมาแล้ว

6.4 อัลกอริธึมเธรชโฮลด์ (Thresholding)

เนื่องจากภาพแต่ละภาพประกอบไปด้วยข้อมูลที่มีความเข้มของจุดพิกเซลที่ต่างกัน แม้แต่ในภาพเดียวกันก็ยังมีความเข้มของพิกเซลในแต่ละวัตถุที่ต่างกัน รวมถึงการที่ภาพมี Noise หรือสัญญาณรบกวนเข้ามาเกี่ยวข้อง ทำให้การแบ่งภาพออกเป็นส่วนย่อยในโครงงานนี้จะเป็นการพิจารณาความเข้มของจุดพิกเซลต่างๆ ภายในภาพ ซึ่งผลของการการแบ่งภาพออกเป็นส่วนย่อยจะขึ้นอยู่กับอัลกอริธึมเธรชโฮลด์ (Threshold) ของส่วนประกอบที่เป็นความเข้มหรือพิกเซลของภาพ

6.4.1 Bilevel Luminance Thresholding

สำหรับภาพบางชนิด ลักษณะวัตถุที่เราสนใจจะมีความเข้มที่คงที่เมื่อเทียบกับพื้นหลัง ตัวอย่างได้แก่ ภาพของตัวอักษร (Text) เป็นต้น ซึ่งภาพเหล่านี้จะมีความเข้มของวัตถุที่เราสามารถ

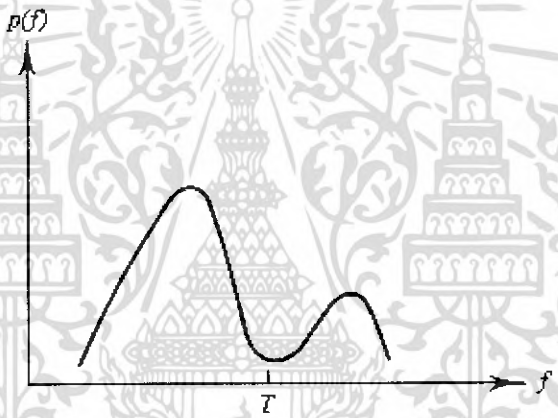
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แยกออกจากพื้นหลังได้อย่างชัดเจน กล่าวคือ มีความเข้มของพิกเซลสองระดับได้แก่ ความเข้มของวัตถุ และความเข้มของพื้นหลัง

การแบ่งภาพออกเป็นส่วนย่อยสามารถทำได้โดยการกำหนดค่าเธรชโฮลด์ (Threshold) ซึ่งเป็นค่าความเข้มซึ่งเป็นค่าที่สามารถแยกความแตกต่างของวัตถุและพื้นหลังได้ ตัวอย่างเช่น ภาพของตัวอักษรที่มีความความเข้มของตัวอักษรเป็น 0 (สีดำ) และมีความเข้มของพื้นหลังเป็น 255 (สีขาว) ดังนั้นค่าเธรชโฮลด์จึงควรจะมีค่าเท่ากับ 128 เพื่อที่จะให้สามารถแยกวัตถุออกจากพื้นหลังได้

$$g(x,y)=\begin{cases}1 & ;f(x,y)>T\\ 0 & ;f(x,y)\le T\end{cases} \tag{6.3}$$

เมื่อ $g(x,y)$ เป็นข้อมูลภาพที่ถูกเปลี่ยนค่า ณ ตำแหน่ง x,y $f(x,y)$ เป็นข้อมูลภาพเริ่มต้น ณ ตำแหน่ง x,y และ T เป็นค่าเธรชโฮลด์



รูปที่ 6.3 การเลือกค่าเธรชโฮล์ดจากฮิสโทแกรม

โดยปกติแล้วการเลือกค่าเธรชโฮลด์จะขึ้นอยู่กับฮิสโทแกรม (Histogram) ของภาพ ดังรูปที่ 6.3 แสดงการหาค่าเธรชโฮลด์ โดยค่าเธรชโฮลด์ควรที่จะเลือกค่าฮิสโทแกรมที่เป็นจุดต่ำสุดที่อยู่ระหว่างจุดสูงสุด (Peaks)

6.4.2 Multilevel Luminance Thresholding

ภาพบางภาพจะประกอบด้วยวัตถุหลายๆ วัตถุสามารถทำการแบ่งภาพออกเป็นส่วนย่อยได้โดยการใช้ค่าเธรชโฮลด์หลายๆ ค่า สำหรับภาพที่มี N วัตถุโดยที่แต่ละวัตถุจะมีช่วงกว้างของความเข้มเท่ากับ R_i ซึ่งกำหนดได้ด้วยค่าเธรชโฮลด์ 2 ค่าคือ T_{i-1} และ T_i ดังนี้

$$g(x,y)=R_i \quad if(T_{i-1}\le f(x,y)\le T_i),\quad i=1,...,N \tag{6.4}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าเธรชโฮลด์สามารถหาได้จากฮิสโทแกรม (Histogram) ของภาพ แต่ในหลายๆ กรณีที่การเปลี่ยนแปลงของฮิสโทแกรมไม่สามารถบอกการเปลี่ยนแปลงระหว่างวัตถุได้อย่างชัดเจน ดังนั้น วิธีการที่ง่ายที่สุดที่จะทำให้ฮิสโทแกรมสามารถหาค่าเธรชโฮลด์ได้ง่ายขึ้นก็คือ การใช้วิธีการหาขอบภาพ หรือการทำ Edge Detection เพื่อพิจารณาพิกเซลต่างๆ ของภาพว่าพิกเซลใดเป็นขอบของวัตถุเข้ามาช่วย

6.5 การหาส่วนที่ไม่ต่อเนื่องกัน (Detection of Discontinuities)

โดยทั่วไปแล้ว วิธีหาส่วนที่ไม่ต่อเนื่องกันในภาพนั้นทำได้โดยการใช้มาส์ก ดังรูปที่ 6.4

w_1	w_2	w_3
w_4	w_5	w_6
w_7	w_8	w_9

รูปที่ 6.4 มาส์ก (Mask) ขนาด 3x3

กระบวนการนี้จะทำการคำนวณผลรวมของผลคูณของค่าสัมประสิทธิ์ของระดับสีเทาที่ถูกเก็บอยู่ในขอบเขตที่ถูกล้อมรอบด้วยมาส์กที่เรากำหนด ผลลัพธ์ที่ได้จากการมาส์กที่จุดใดๆ ในรูปภาพจะถูกคำนวณโดยสมการ (6.5) คือ

$$R = \sum_{i=1}^{9} w_i z_i \qquad (6.5)$$

โดยที่ z คือระดับสีเทาของจุดที่ถูกมาส์กโดยค่าสัมประสิทธิ์ w และโดยปกติแล้ว ผลลัพธ์ที่ได้จากการมาส์กจะถูกกำหนดโดยคำนึงถึงจุดศูนย์กลางของรูปภาพนั้นๆ

6.6 การหาขอบภาพ (Edge detection)

การหาขอบภาพ คือการตรวจสอบว่าเส้นขอบลากผ่านหรือใกล้เคียงกับจุดใด โดยวัดจากการเปลี่ยนแปลงของความเข้มในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับจุดดังกล่าว ซึ่งวิธีการหาขอบนั้นมีด้วยกันหลายวิธี แต่อย่างไรก็ตาม สามารถแบ่งวิธีการหาขอบออกเป็น 2 กลุ่มหลักๆ คือ วิธีการแบบเกรเดียนท์ (Gradient Method) และ วิธีการแบบลาพลาเซียน (Laplacian Method) โดยในแต่ละวิธีมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

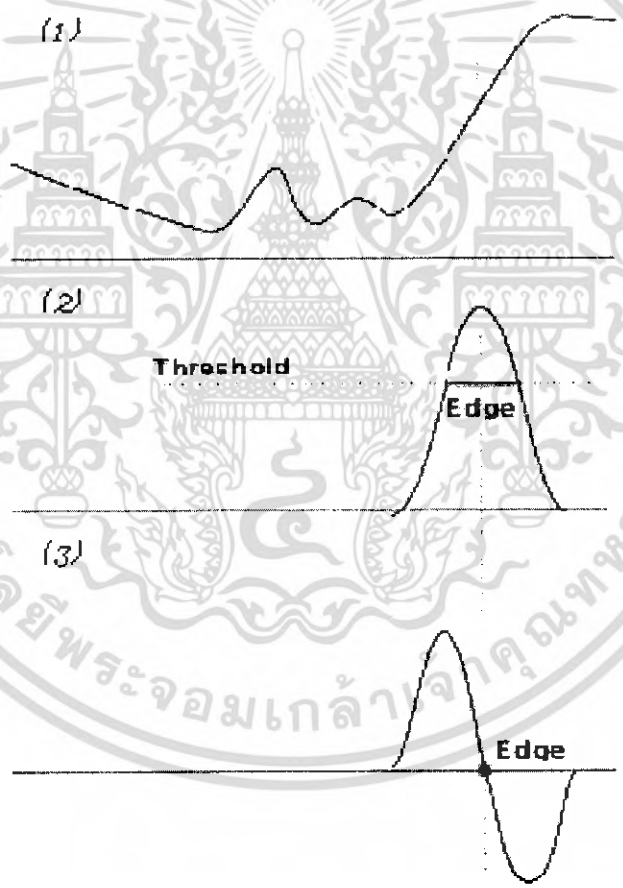
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.6.1 วิธีการแบบเกรเดียนท์ (Gradient Method)

วิธีนี้จะหาขอบในภาพโดยการหาจุดต่ำสุดและจุดสูงสุดในรูปของอนุพันธ์อันดับที่หนึ่งของภาพ โดยจุดที่เป็นขอบจะอยู่ในส่วนที่เหนือค่าเธรชโฮลด์ (Threshold) ที่กำหนดไว้ (ดังรูปที่ 6.5(2)) ซึ่งอาจทำให้เส้นขอบที่ได้มีลักษณะเป็นเส้นหนา ตัวอย่างวิธีการหาขอบของกลุ่มนี้ เช่น Roberts, Prewitt, Sobel และ Canny เป็นต้น

6.6.2 วิธีการแบบลาพลาเชียน (Laplacian Method)

วิธีการนี้จะหาขอบโดยใช้อนุพันธ์อันดับที่สอง โดยใช้จุดที่ค่า y เป็น 0 (Zero Crossing) (ดังรูปที่ 6.5(3)) ซึ่งวิธีนี้จะใช้เวลาในการคำนวณมากกว่าวิธีการแบบเกรเดียนท์ ตัวอย่างวิธีการหาขอบของกลุ่มนี้ เช่น Laplacian of Gaussian และ Marrs-Hildreth เป็นต้น



รูปที่ 6.5 (1) กราฟแสดงถึงความแตกต่างของระดับความเข้มของสี
(2) การหาขอบด้วยวิธีการแบบเกรเดียนท์ และ (3) วิธีการแบบลาพลาเชียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

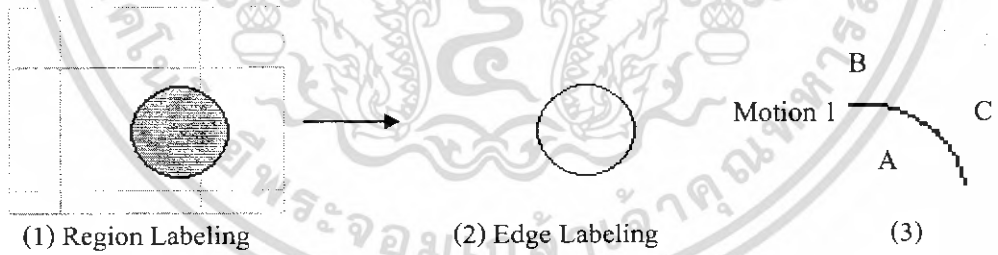
6.7 อัลกอริธึมในการจับการเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพ (Motion Detection)

ขอบของภาพแสดงถึงขอบเขตของวัตถุในฉาก อาจรวมไปถึงเงาหรือแสงสะท้อนของวัตถุด้วย จึงสามารถกล่าวได้ว่า การที่วัตถุเคลื่อนที่จะทำให้ขอบของภาพเคลื่อนตามไปด้วย ดังนั้น ขอบในเฟรม 1 เฟรมสามารถนำไปเปรียบเทียบกับเฟรมอื่นเพื่อสังเกตการเคลื่อนที่ของวัตถุได้

ลำดับของการเคลื่อนที่จะถือว่าเป็นเลเยอร์ (Layer) หรือชั้นของภาพ เช่น การเคลื่อนที่ หรือกิริยาอย่างหนึ่งเกิดขึ้นก่อนหน้าอีกอย่างหนึ่ง โดยที่เลเยอร์ของการเคลื่อนที่ที่อยู่ไกลจากกล้องจะถูกเรียกว่าฉากหลัง (ด้านหลัง) และเลเยอร์ที่อยู่ด้านหน้าหรือใกล้กับกล้องจะถูกเรียกเป็นฉากหน้า ซึ่งการเคลื่อนที่ของขอบที่อยู่ฉากหน้าจะเป็นส่วนที่มองเห็นได้ในภาพ ขอบภาพประกอบด้วยข้อสมมติฐานพื้นฐาน 2 ข้อ ได้แก่

1. วัตถุจะเคลื่อนขอบทั้งหมดไปพร้อมกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ หรืออาจกล่าวได้ว่า ถ้าขอบภาพมีการเคลื่อนที่ จากนั้นอย่างน้อย 1 ใน 2 ของพื้นที่ที่ถูกล้อมกรอบไว้จะเคลื่อนที่ตามไปด้วย
2. ไม่มีส่วนของภาพแบ่งย่อยใดเป็นส่วนหนึ่งของการเคลื่อนที่มากกว่าหรือเท่ากับ 2 โมเดล ดังนั้น วงของเส้นขอบใดๆ จะเป็นขอบของพื้นที่ส่วนหนึ่งในภาพ

จากสมมติฐานข้างต้น สามารถอธิบายถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเคลื่อนที่ของพื้นที่ส่วนต่างๆ ในภาพและการเคลื่อนที่ของขอบที่แยกออกจากกันได้ ถ้าหาเลเยอร์ของแต่ละส่วนของพื้นที่ได้แล้ว ก็จะสามารถกำหนดเลเยอร์ของแต่ละขอบภาพได้



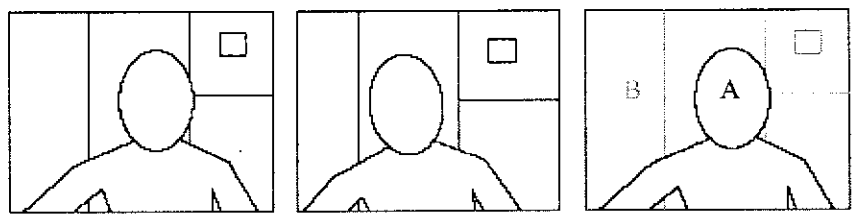
รูปที่ 6.6 ขอบและพื้นที่

จากรูปแสดงถึงของการกำหนดพื้นที่และการกำหนดขอบ โดยพื้นที่ของวงกลมสีเทาเข้มในภาพ 6.6(1) ซึ่งถูกกำหนดด้วยขอบสีดำในภาพ 6.6(2) จะเป็นวัตถุที่ฉากหน้า เนื่องจากมันอยู่ด้านบนทำให้มองเห็นขอบทั้งหมดเมื่อเกิดการเคลื่อนที่ของฉากหน้า และขอบทั้งหมดของพื้นที่สีเทาอ่อนที่เป็นฉากหลังจะเคลื่อนที่ไปพร้อมกับการเคลื่อนที่ของฉากหลังที่เป็นสีเทา

การแบ่งภาพออกเป็นส่วนให้สมบูรณ์นั้นต้องการลำดับชั้นของแต่ละพื้นที่ในภาพเพื่อการตัดสินใจ และใช้การกำหนดขอบในการตัดสินใจด้วย จากรูปที่ 6.6(3) แสดงให้เห็นถึงรอยต่อของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขอบของการเคลื่อนที่ที่ต่างกันเรียกว่า T-junction พื้นที่ A และ B ถูกแยกออกจากกันโดยขอบของการเคลื่อนที่ที่ต่างกัน



(1) เฟรมที่ 1 (2) เฟรมที่ 2 (3) Labels

รูปที่ 6.7 ตัวอย่างสมมติ (1) และ (2) แสดงเฟรมของภาพ (3) แสดงการกำหนดขอบ

จากรูปที่ 6.7 แสดงถึงภาพในเฟรมที่ต่างกัน โดยในรูป 6.7(3) ขอบของเฟรมที่ 1 ถูกแบ่งส่วนตามการเคลื่อนไหว ถ้าการเคลื่อนไหว A เป็นฉากหน้าแล้ว หัวและลำตัวของคนในภาพที่ถูกล้อมรอบโดยขอบของการเคลื่อนไหว A จะเป็นฉากหน้าด้วย พื้นที่ส่วนอื่นทั้งหมดถือเป็นฉากหลัง ซึ่งการกำหนดขอบของการเคลื่อนไหวสามารถตรวจสอบได้ด้วยการพิจารณาว่าทุกขอบของพื้นที่ฉากหน้าเป็นฉากหน้า (หรืออยู่ด้านบน) และส่วนอื่นๆ อยู่ที่ฉากหลัง (ถูกฉากหน้าบังอยู่)

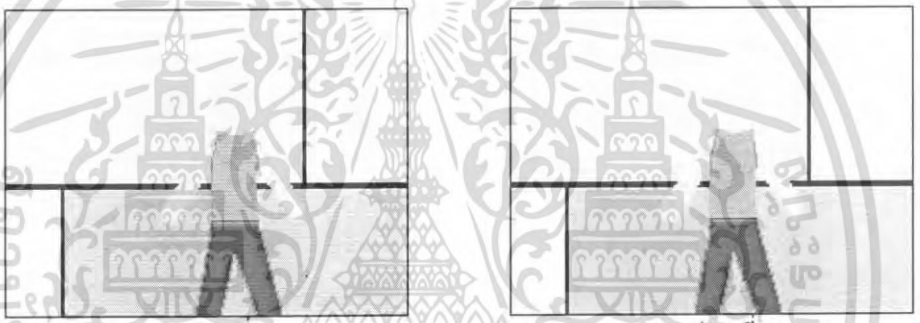
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7
อัลกอริธึมในการติดตามความเคลื่อนไหวของวัตถุในภาพ

โครงงานชิ้นนี้ได้นำเอาการประมวลผลทางรูปภาพเข้ามาใช้ในการติดตามความเคลื่อนไหวของวัตถุภายในสภาพแวดล้อมที่คงที่ โดยในส่วนของโปรแกรมบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์นั้นจะทำหน้าที่ในการประมวลผลต่างๆ หลังจากรับภาพจากเว็บแคม ดังนี้

7.1 อัลกอริธึมในการติดตามความเคลื่อนไหวของวัตถุ

1. โปรแกรมจะทำการแปลงภาพเคลื่อนไหวที่รับมาให้เป็นเฟรมภาพนิ่งชนิดบิตแมปขนาด 320 x 240 พิกเซล ผ่านฟังก์ชันภายในไลบรารี่ของ WiaVideo

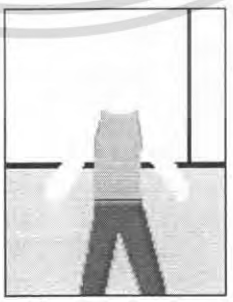


(1) เฟรมที่ 1 (2) เฟรมที่ 2

รูปที่ 7.1 ลำดับเฟรมของภาพเคลื่อนไหว

2. โปรแกรมนำภาพนิ่งที่ได้แต่ละเฟรมไปประมวลผลเพื่อตรวจจับความเคลื่อนไหวของวัตถุดังต่อไปนี้

   2.1 ทำการสำเนาภาพในส่วนที่ผู้ใช้เลือก

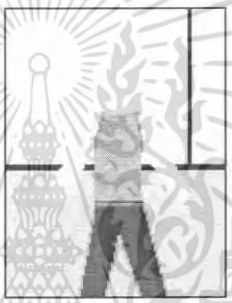


รูปที่ 7.2 เฟรมที่ 1 ซึ่งถูกสำเนาเฉพาะส่วนที่ผู้ใช้เลือก

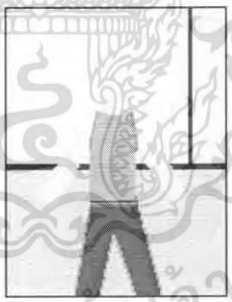
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 7.3 เฟรมที่ 2 ซึ่งถูกสำเนาเฉพาะส่วนที่ผู้ใช้เลือก

2.2 แปลงภาพนิ่งเป็นภาพระดับสีเทาหรือ Gray Scale โดยเมื่อผู้ใช้ทำการเลือกวัตถุที่ต้องการติดตามความเคลื่อนไหวแล้ว โปรแกรมจะทำการแปลงภาพเฉพาะส่วนพื้นที่ที่ถูกเลือกให้เป็นระดับสีเทา และนำภาพส่วนนั้นไปประมวลผลต่อไป



รูปที่ 7.4 เฟรมที่ 1 ซึ่งแปลงระดับสีเทา



รูปที่ 7.5 เฟรมที่ 2 ซึ่งแปลงระดับสีเทา

2.3 โปรแกรมทำการตรวจสอบว่า ได้ทำการเก็บเฟรมภาพพื้นหลังไว้แล้วหรือไม่ หากยังไม่ได้เก็บ โปรแกรมจะทำการเก็บส่วนของเฟรมปัจจุบันที่เป็นภาพระดับสีเทาไว้เป็นเฟรมพื้นหลัง แล้วจึงไปรับเฟรมใหม่ในข้อ 1 (ในกรณีนี้ รูปที่ 7.4 จะถูกเก็บเป็นเฟรมพื้นหลัง) ถ้าผู้ใช้ทำการเลือกวัตถุใหม่ส่วนของเฟรมที่ถูกเลือกจะถูกเก็บเป็นเฟรมพื้นหลังใหม่ทุกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 โปรแกรมทำการเปรียบเทียบความเข้มของจุดพิกเซลในส่วนของเฟรมปัจจุบันที่เป็นระดับสีเทากับจุดพิกเซลในส่วนของเฟรมพื้นหลังที่เก็บไว้ก่อนแล้ว เพื่อพิจารณาถึงความแตกต่างของภาพในส่วนของเฟรมที่ถูกเก็บไว้ โดยจะถือว่าความแตกต่างที่เกิดขึ้นก็คือ ความเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นระหว่างเฟรม

รูปที่ 7.6 แสดงความแตกต่างของเฟรมที่ 1 และ 2

2.5 เมื่อได้ภาพความแตกต่างระหว่างเฟรมในส่วนที่ถูกเลือกแล้ว โปรแกรมจะนำอัลกอริธึมเธรชโฮลด์เข้ามาใช้ในการแบ่งสีของภาพให้แยกจากกันอย่างชัดเจน อัลกอริธึมเธรชโฮลด์ที่นำมาใช้ในโปรแกรมนี้เป็นการกำหนดค่าเธรชโฮลด์ขึ้นมา 2 ค่า ได้แก่ ค่า High Threshold และ ค่า Low Threshold หากค่าของจุดพิกเซลใดมากกว่าค่า Low Threshold และน้อยกว่าค่า High Threshold พิกเซลนั้นจะถูกเปลี่ยนค่าเป็น 255 หรือสีขาว นอกจากนั้นจะถูกเปลี่ยนค่าเป็น 0 หรือสีดำ ทำให้ภาพที่ได้จากการใช้อัลกอริธึมเธรชโฮลด์นี้จะเป็นภาพแบบไบนารี่ หรือภาพขาว-ดำนั่นเอง

รูปที่ 7.7 ภาพหลังการทำเธรชโฮลด์

2.6 โปรแกรมจะนำภาพไบนารี่ที่ได้มาทำ Erosion เพื่อช่วยลดขนาดของวัตถุภายในภาพลง รวมถึงขนาดของ Noise หรือสัญญาณรบกวนด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 7.8 ภาพหลังการทำลดขนาดของวัตถุและสัญญาณรบกวน

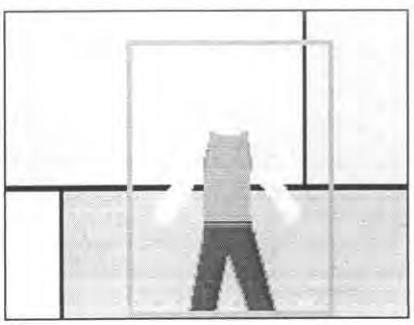
2.7 หลังจากที่วัตถุถูกย่อขนาดแล้ว โปรแกรมจะทำการหาขอบของวัตถุภายในภาพ ซึ่งวัตถุในที่นี้หมายถึงลักษณะความเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้น โดยใช้หลักการหาส่วนที่ไม่ต่อเนื่องของภาพเข้ามาช่วย

รูปที่ 7.9 ภาพหลังการทำการหาขอบของวัตถุ

2.8 เมื่อการหาขอบของวัตถุเสร็จสิ้น โปรแกรมจะคำนวณหาขอบเขตพื้นที่การเคลื่อนไหวของวัตถุ รวมถึงทำการตรวจสอบทิศทางซ้าย-ขวาของวัตถุ

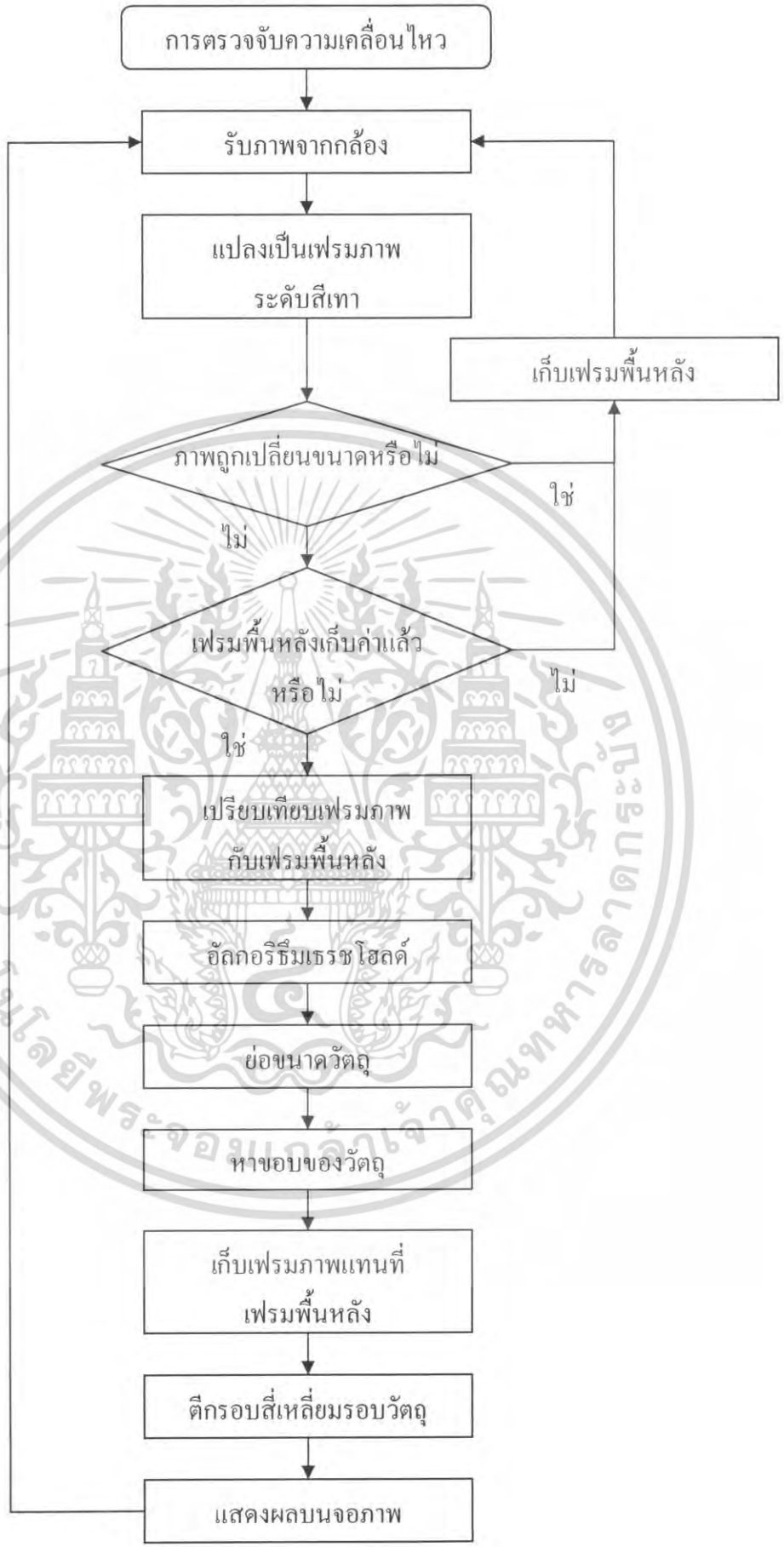
2.9 โปรแกรมทำลายส่วนของเฟรมพื้นหลังที่เก็บอยู่ แล้วบันทึกส่วนของเฟรมปัจจุบันลงไปแทน เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบต่อไป (รูปที่ 7.5) โดยขนาดและตำแหน่งของเฟรมใหม่ที่ถูกเก็บจะเท่ากับขนาดและตำแหน่งของขอบเขตพื้นที่การเคลื่อนไหวของวัตถุที่หาได้จากข้อ 2.8

3. เมื่อทำการประมวลผลทางรูปภาพเสร็จ โปรแกรมจะทำการส่งผลลัทธ์ไปแสดงผลทางเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา และวนกลับไปทำขั้นตอนที่ 1 ใหม่



รูปที่ 7.10 ภาพผลลัพธ์หลังจากทำการวาดกรอบล้อมรอบวัตถุที่ต้องการแล้ว

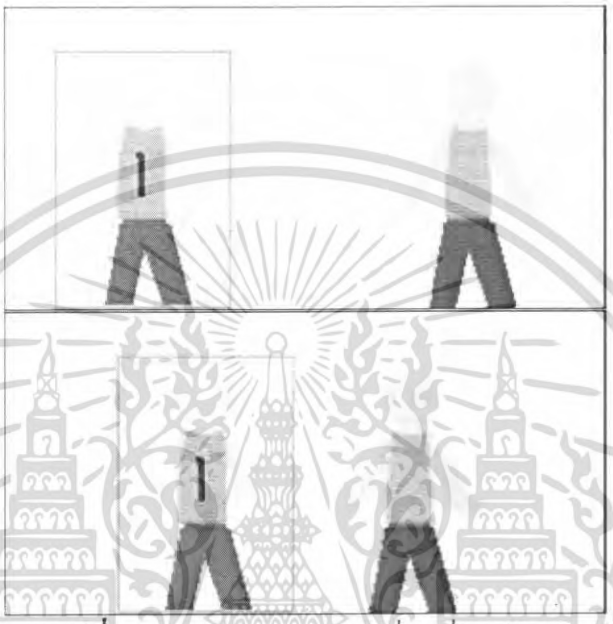
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2 อัลกอริธึมในการติดตามวัตถุที่เคลื่อนที่สวนกัน

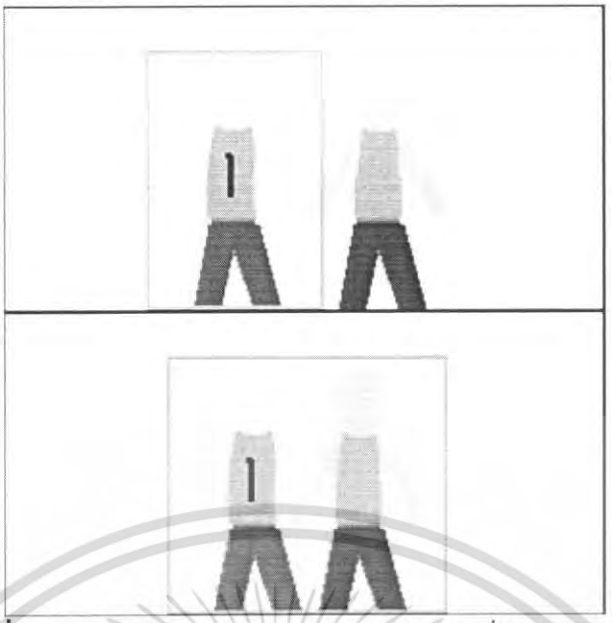
1. ในการติดตามความเคลื่อนไหวของวัตถุนั้นโปรแกรมจะทำการตีกรอบสี่เหลี่ยมล้อมรอบวัตถุที่ผู้ใช้ได้เลือกไว้ เมื่อวัตถุมีการเปลี่ยนทิศทางกรอบก็จะเคลื่อนและเปลี่ยนทิศทางตามไปด้วย ในกรณีที่มีวัตถุสองชิ้นเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่ตรงกันข้ามกัน โดยวัตถุที่ได้เลือกไว้เป็นหนึ่งในสองชิ้นนั้นโปรแกรมจะทำการติดตามความเคลื่อนไหวดังรูป



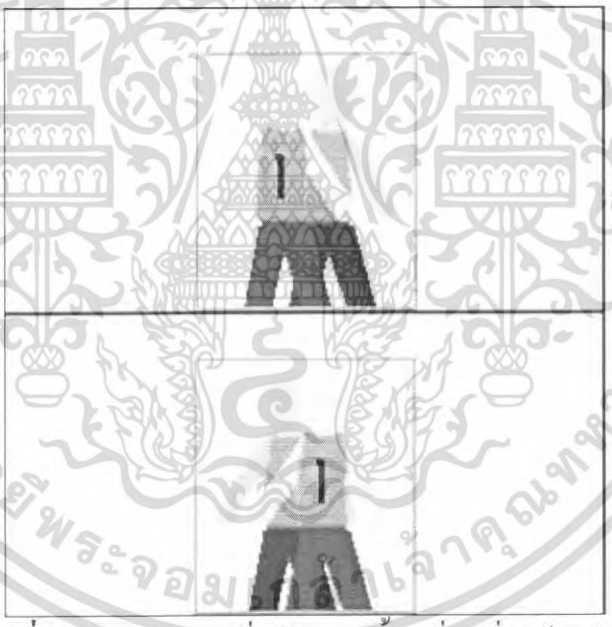
รูปที่ 7.11 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุ

2. จากรูปที่ 7.11 จะเห็นได้ว่า วัตถุที่ได้เลือกไว้ซึ่งถูกตีกรอบล้อมรอบเพื่อติดตามความเคลื่อนไหวนั้นมีทิศทางการเคลื่อนที่ไปทางขวา ในขณะที่ในภาพยังมีวัตถุอีกชิ้นที่เคลื่อนที่ไปทางซ้ายซึ่งเป็นทิศทางตรงข้ามกันกับทิศทางของวัตถุที่ได้เลือกไว้ เมื่อวัตถุทั้งสองชิ้นเคลื่อนที่เข้าใกล้กันจนมีส่วนของวัตถุอื่นเข้ามาอยู่ในกรอบ หรือเกิดการซ้อนทับกันของวัตถุขึ้น โปรแกรมจะทำการขยายกรอบออกไปล้อมรอบวัตถุชิ้นนั้นด้วย ดังรูปที่ 7.12 และรูปที่ 7.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7.12 แสดงการขยายความกว้างของกรอบที่ล้อมรอบวัตถุ
เมื่อมีส่วนของวัตถุอื่นเข้ามาอยู่ในกรอบ



รูปที่ 7.13 การตีกรอบเมื่อวัตถุสองชิ้นเคลื่อนที่มาซ้อนกัน

3. เมื่อกรอบของวัตถุเดิมถูกขยายออก โปรแกรมจะเลิกหรือหยุดพิจารณาถึงทิศทางของวัตถุที่ได้เลือกไว้ชั่วคราว กล่าวคือ เมื่อความกว้างของกรอบเพิ่มขึ้นเป็น 1.5 เท่าของความกว้างกรอบที่ผู้ใช้ทำการกำหนดไว้ในช่วงที่เลือกชิ้นวัตถุ (ความกว้างเดิม) ดังรูปที่ 7.12 โปรแกรมจะเก็บทิศทางการเคลื่อนที่ในขณะนั้นไว้ และรอจนกว่าความกว้างของกรอบเท่ากับ 1.8 เท่าของความกว้างเดิม เนื่องจากระหว่างที่กรอบมีความกว้างอยู่ในช่วง 1.5 ถึง 1.8 เท่าของกรอบเดิมนั้น ขนาดของกรอบจะมีการเปลี่ยนแปลงความกว้าง ได้แก่ กรอบจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แคบลงเมื่อวัตถุเคลื่อนที่เข้าซ้อนทับกัน และกรอบจะกว้างขึ้นเมื่อวัตถุเคลื่อนออกจากกัน ซึ่งทำให้ทิศทางมีการเปลี่ยนแปลง ยากต่อการคาดเดาทิศทาง จากนั้นโปรแกรมจึงนำค่าทิศทางที่เก็บไว้มาใช้ในการพิจารณาเลือกตำแหน่งที่ควรจะเป็นของวัตถุ และพิจารณาทิศทางการเคลื่อนที่ต่อไปเมื่อวัตถุแยกออกจากกันในทิศทางการเคลื่อนที่เดิม ดังรูปที่ 7.14

รูปที่ 7.14 แสดงการตีกรอบเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ออกจากกัน

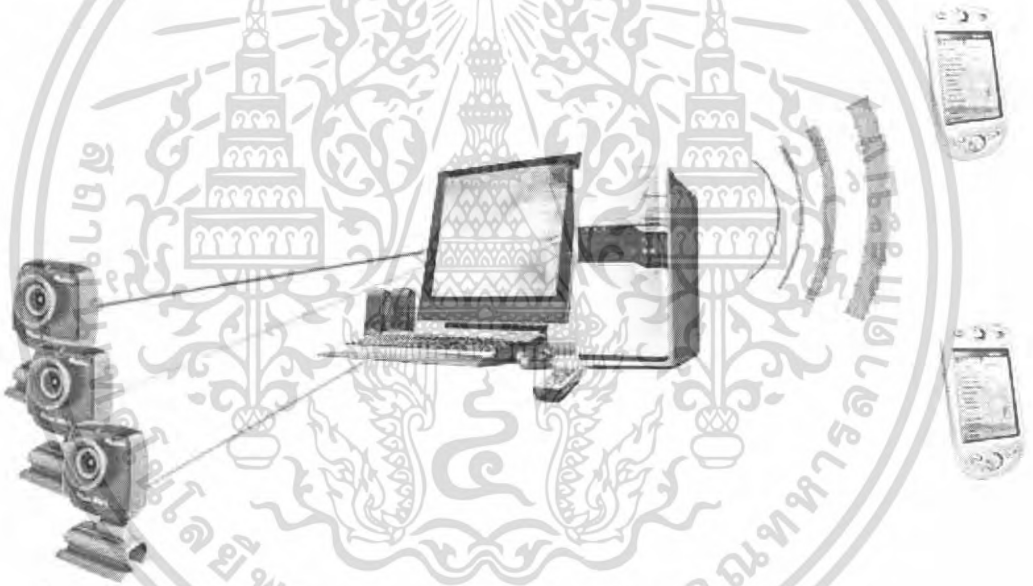
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 8

การออกแบบและการพัฒนา

8.1 Functional Requirements

- สามารถสร้างการติดต่อกันระหว่างเครื่อง Pocket PC และเครื่องเซิร์ฟเวอร์ของระบบ
- สามารถรับภาพเคลื่อนไหวจากเว็บแคมส่งผ่านเครือข่ายไร้สายมายังเครื่อง Pocket PC
- สามารถเลือกที่จะรับภาพเคลื่อนไหวจากเว็บแคมตัวใดก็ได้ที่ติดต่ออยู่กับเครื่องเซิร์ฟเวอร์ของระบบ
- สามารถติดตามการเคลื่อนไหวของวัตถุใดๆ ที่ผู้ใช้ได้เลือก ที่เว็บแคมถ่ายเอาไว้ได้
- สามารถยกเลิกการเชื่อมต่อระหว่างเครื่อง Pocket PC และเครื่องเซิร์ฟเวอร์ของระบบ



รูปที่ 8.1 แสดงระบบโดยรวมของการติดต่อระหว่างเว็บแคม เครื่องเซิร์ฟเวอร์ และ Pocket PC

จากรูปที่ 8.1 เครื่องเซิร์ฟเวอร์จะทำการติดต่อกับเว็บแคมและทำการดึงภาพเคลื่อนไหวจากเว็บแคมมาไว้ในเครื่องเซิร์ฟเวอร์ จากนั้นจะทำการแยกภาพออกมาทีละภาพและทำการส่งไปให้กับ Pocket PC ที่ทำการติดต่อกับเครื่องเซิร์ฟเวอร์ผ่านทางเครือข่าย Wi-Fi

ผู้ใช้ Pocket PC สามารถที่จะเลือกดูภาพเคลื่อนไหวจากเว็บแคมตัวไหนก็ได้โดยสั่งการผ่านทาง Pocket PC ได้เลย นอกจากนี้ยังสามารถสั่งให้เครื่องเซิร์ฟเวอร์ทำการติดตามการเคลื่อนไหวของวัตถุที่ผู้ใช้ได้เลือกผ่านเว็บแคมตัวที่เลือกดูอยู่ แล้วทำการส่งผลการตรวจจับมายัง Pocket PC ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.2 Non-Functional Requirements

แพลตฟอร์ม

- ใช้ Microsoft Windows XP เป็นระบบปฏิบัติการของเครื่องเซิร์ฟเวอร์
- ใช้ Microsoft Windows Mobile 2003 หรือเทียบเท่าเป็นระบบปฏิบัติการของเครื่อง Pocket PC

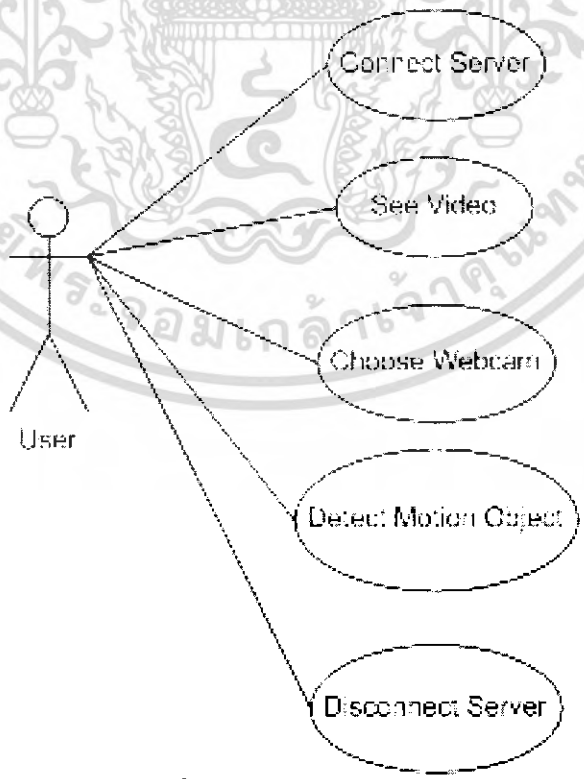
ประสิทธิภาพ

- ระบบสามารถทำงานได้ตลอด 24 ชั่วโมง
- เครื่องเซิร์ฟเวอร์สามารถรองรับการเชื่อมต่อของ Pocket PC พร้อมกันได้ 10 เครื่อง
- หน้าจอติดต่อผู้ใช้สามารถใช้งานได้ง่าย
- สามารถแสดงภาพเคลื่อนไหวบนเครื่อง Pocket PC ด้วยความละเอียดไม่ต่ำกว่า 160×120 พิกเซล แสดงผลสีแบบ RGB 24 bits และมีอัตราการแสดงผลของภาพไม่ต่ำกว่า 3 ภาพต่อวินาที

เงื่อนไขในการพัฒนา

- พัฒนาระบบโดยใช้เทคโนโลยี .NET Framework
- ภาษาที่ใช้พัฒนาระบบเป็นภาษา C# .NET

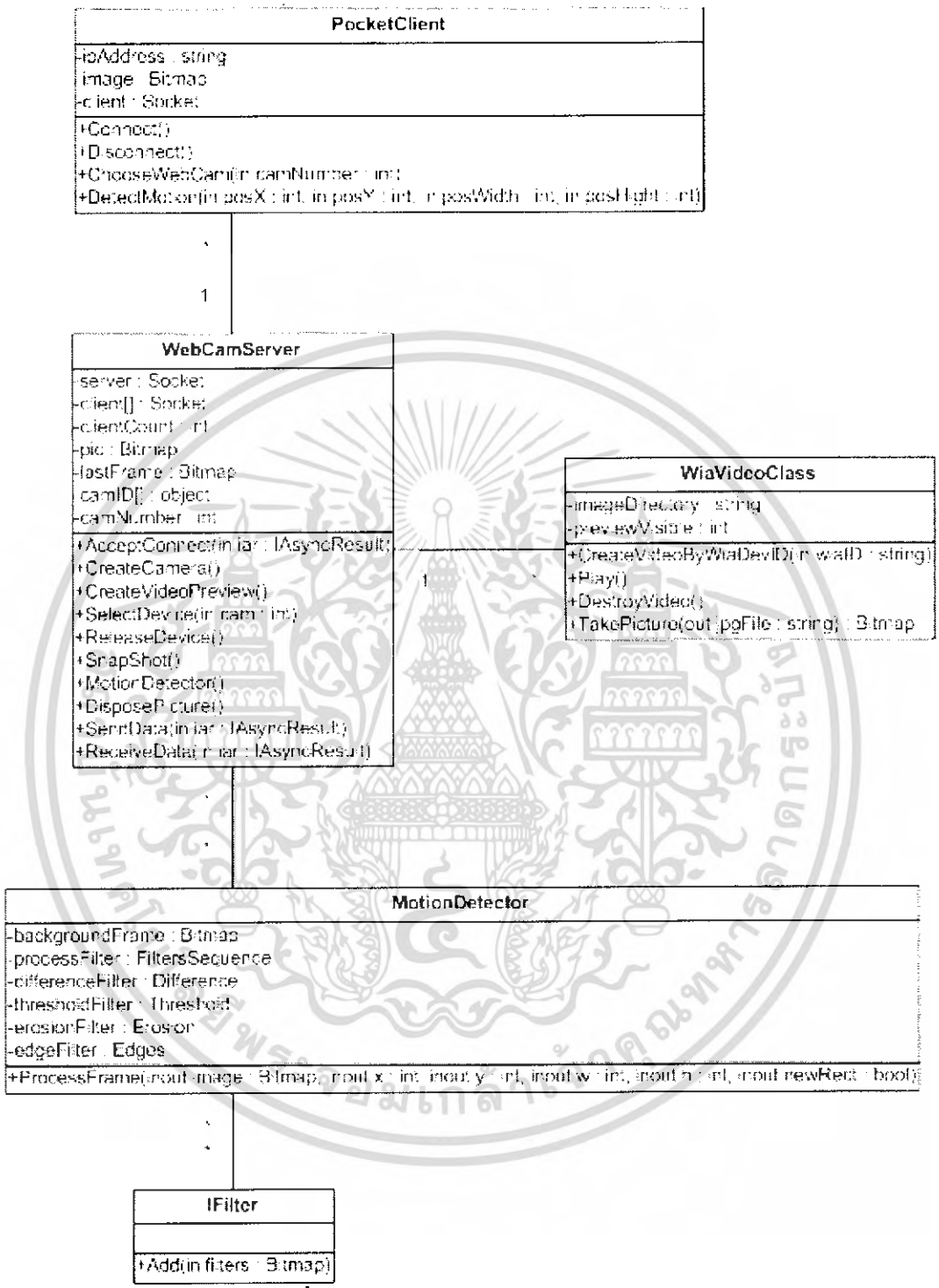
8.3 Use Case Diagram



รูปที่ 8.2 Use Case Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

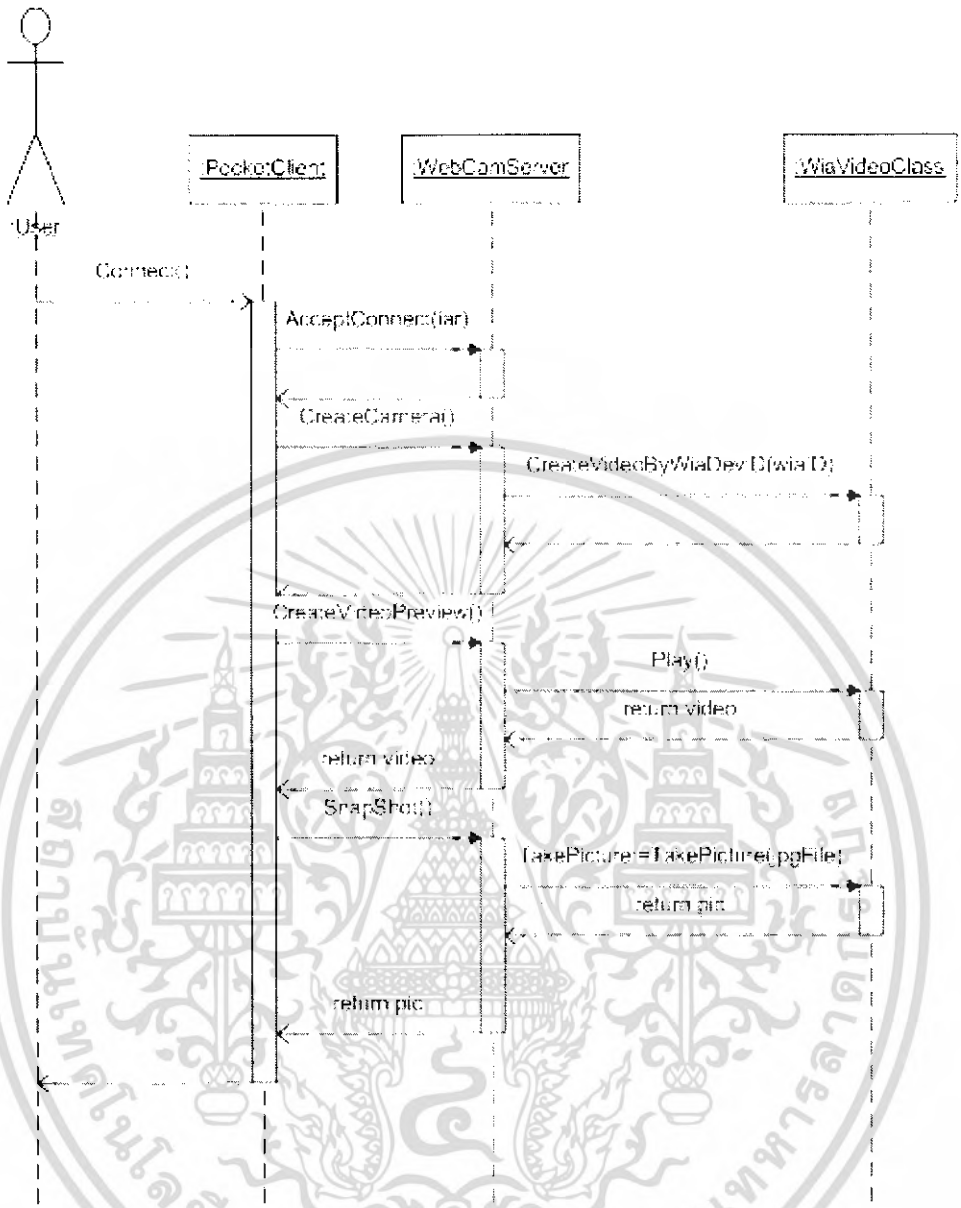
8.4 Class Diagram



รูปที่ 8.3 แสดง Class Diagram ของระบบ

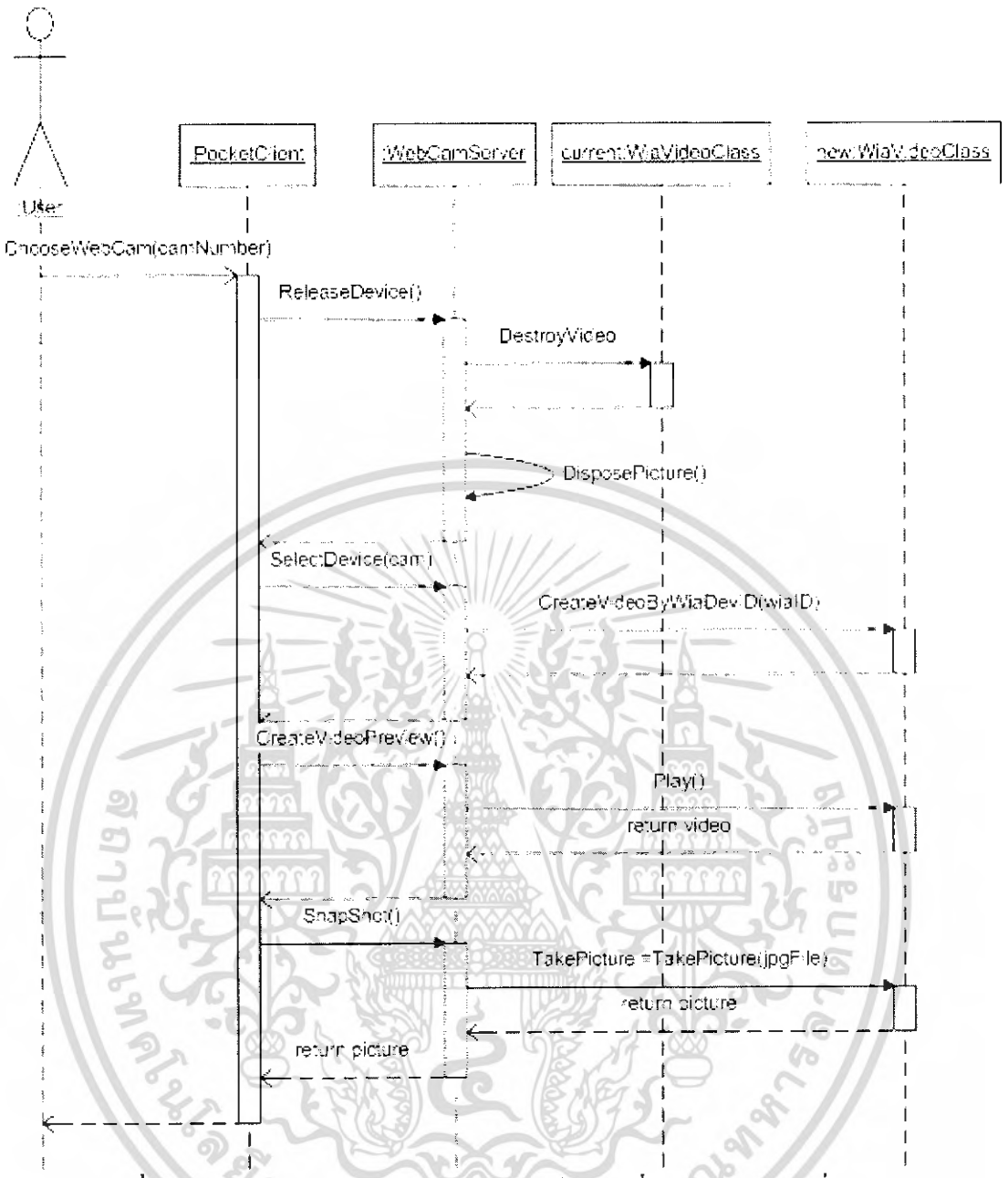
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.5 Sequence Diagram



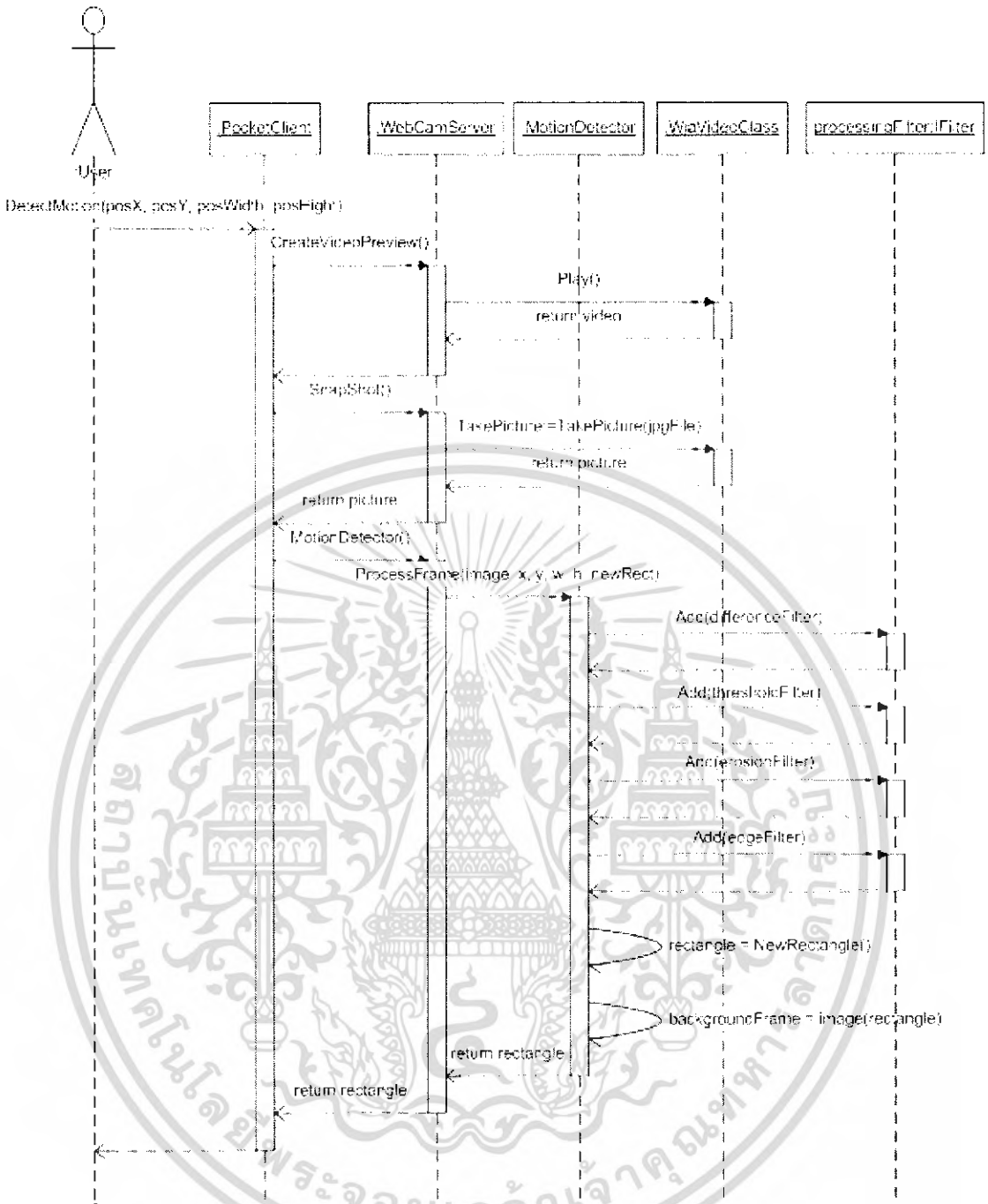
รูปที่ 8.4 Sequence Diagram แสดงการติดต่อระหว่าง Pocket PC กับเครื่องเซิร์ฟเวอร์ และแสดงผลภาพเคลื่อนไหวบน Pocket PC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



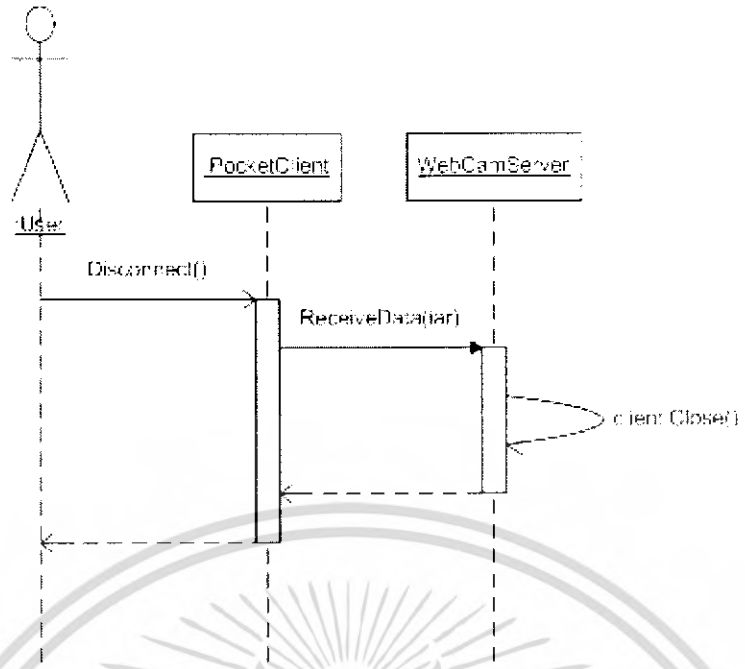
รูปที่ 8.5 Sequence Diagram แสดงการเลือกเว็บแคมที่ต้องการดูภาพเคลื่อนไหว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.6 Sequence Diagram แสดงการดิดตามการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ต้องการผ่านเว็บแคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.7 Sequence Diagram แสดงการยกเลิกการเชื่อมต่อระหว่าง Pocket PC กับเครื่องเซิร์ฟเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 9

การทดลองและผลการทดลอง

9.1 แบบจำลองที่ใช้ในการจำลองระบบ

แบบจำลองเพื่อใช้ในการทดสอบโปรแกรมติดตามความเคลื่อนไหวผ่านเว็บแคมบนคอมพิวเตอร์แบบพกพา ได้มีการกำหนดค่าต่างๆ เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ถูกต้องดังต่อไปนี้

ตารางที่ 9.1 ข้อกำหนดต่างๆ ที่ใช้กำหนดแบบจำลองของระบบ

ข้อกำหนด	ค่าที่ใช้
ความสูงของเว็บแคมจากพื้น	80 เซนติเมตร
ระยะห่างน้อยที่สุดจากเว็บแคมถึงวัตถุที่ผู้ใช้เลือก	4.75 เมตร
ระยะห่างมากที่สุดจากเว็บแคมถึงวัตถุที่ผู้ใช้เลือก	10 เมตร
ชนิดของระบบเครือข่ายไร้สาย	IEEE 802.1b
การเชื่อมต่อของอุปกรณ์ในระบบเครือข่ายไร้สาย	Ad-hoc
การเข้ารหัสในการส่งข้อมูล	WEP 128 บิต
จำนวน Pocket PC	2 เครื่อง
จำนวนเว็บแคม	2 ตัว
อัลกอริธึมในการแปลงภาพระดับสีเทา	BT709
ค่า High Threshold	255
ค่า Low Threshold	15

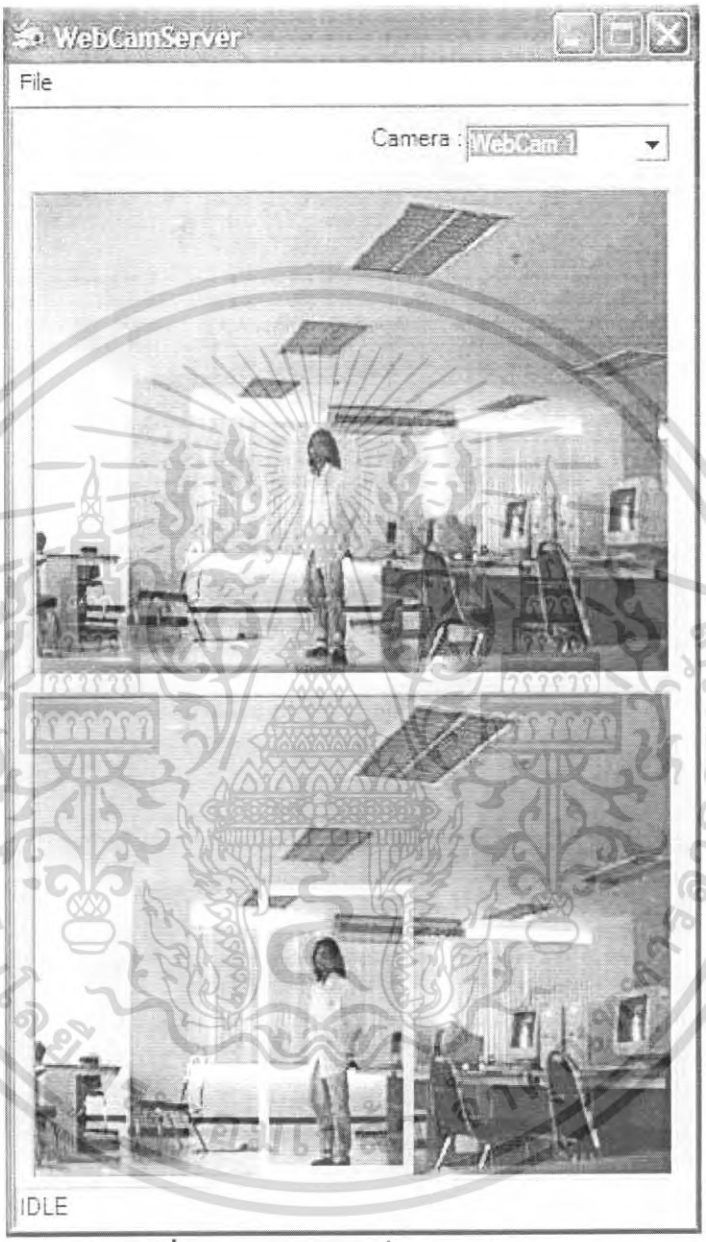
9.2 ผลการทดลอง

จากแบบจำลองที่กำหนดไว้ ทำให้ได้ผลการทดลองต่างๆ ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.2.1 ผลการทดลองการเลือกวัตถุที่ต้องการจาก Pocket PC

จากการทดลองพบว่า วัตถุที่เลือกจะมีกรอบสีเขียวล้อมรอบอยู่ตลอดเวลาไม่ว่าวัตถุนั้นจะเคลื่อนที่หรือว่าหยุดนิ่ง และมีอัตราความถูกต้องตามตารางที่ 9.2



รูปที่ 9.1 ภาพของวัตถุที่มีกรอบล้อมรอบ

ตารางที่ 9.2 ผลการทดสอบการล้อมกรอบรอบวัตถุ

การทดสอบ	อัตราความถูกต้อง
วัตถุเคลื่อนที่ปกติ	100%
วัตถุเคลื่อนที่เร็วกว่าปกติ (เดินเร็ว)	10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.2.2 ผลการทดลองการเลือกเว็บแคมที่ต้องการจากเครื่องเซิร์ฟเวอร์

จากการทดลองพบว่า โปรแกรมบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์สามารถที่จะแสดงผลภาพจากเว็บแคมที่เลือกได้อย่างถูกต้อง และโปรแกรมบน Pocket PC ก็ทำการแสดงผลจากเว็บแคมที่เลือกได้อย่างถูกต้องเช่นกัน แต่ว่าจะมีช่วงเวลาที่ต้องรอให้มีการเชื่อมต่อเว็บแคมตัวใหม่ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของกล้องเว็บแคมตัวนั้น

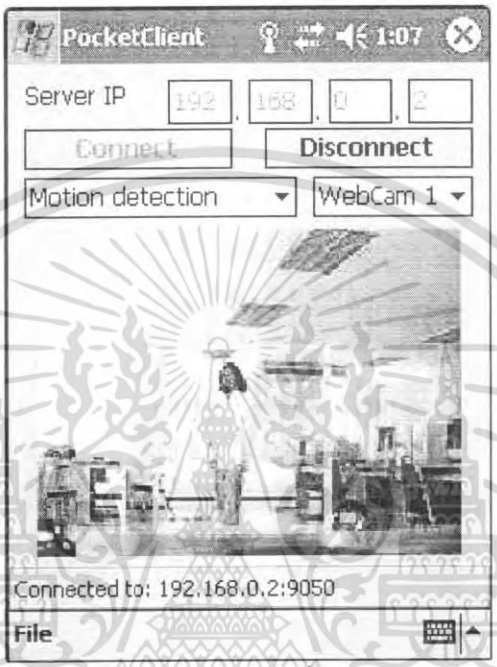
รูปที่ 9.2 การแสดงผลที่เซิร์ฟเวอร์ก่อนที่จะทำการเลือกเว็บแคมตัวใหม่

รูปที่ 9.3 การแสดงผลที่เซิร์ฟเวอร์หลังจากมีการเลือกเว็บแคมตัวใหม่

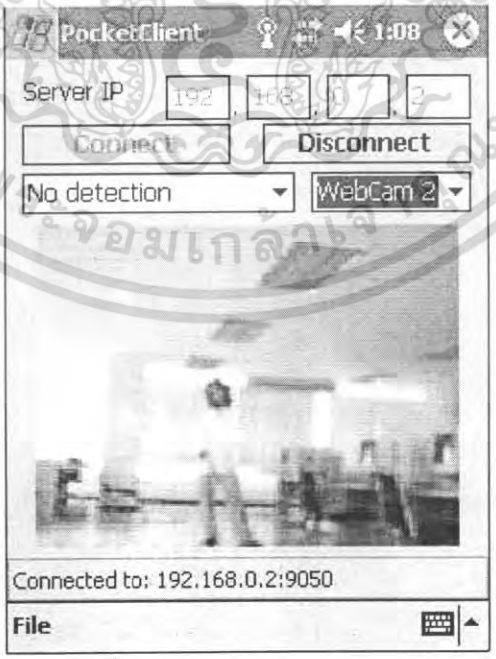
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.2.3 ผลการทดลองการเลือกเว็บแคมที่ต้องการจาก Pocket PC

จากการทดลองพบว่า โปรแกรมบน Pocket PC สามารถที่จะแสดงผลภาพจากเว็บแคมที่เลือกได้อย่างถูกต้อง และโปรแกรมบนเซิร์ฟเวอร์ก็ทำการแสดงผลจากเว็บแคมที่เลือกได้อย่างถูกต้องเช่นกัน แต่ว่าจะมีช่วงเวลาที่ต้องรอให้มีการเชื่อมต่อเว็บแคมตัวใหม่ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของกล้องเว็บแคมตัวนั้น



รูปที่ 9.4 การแสดงผลที่ Pocket PC ก่อนที่จะทำการเลือกเว็บแคมตัวใหม่

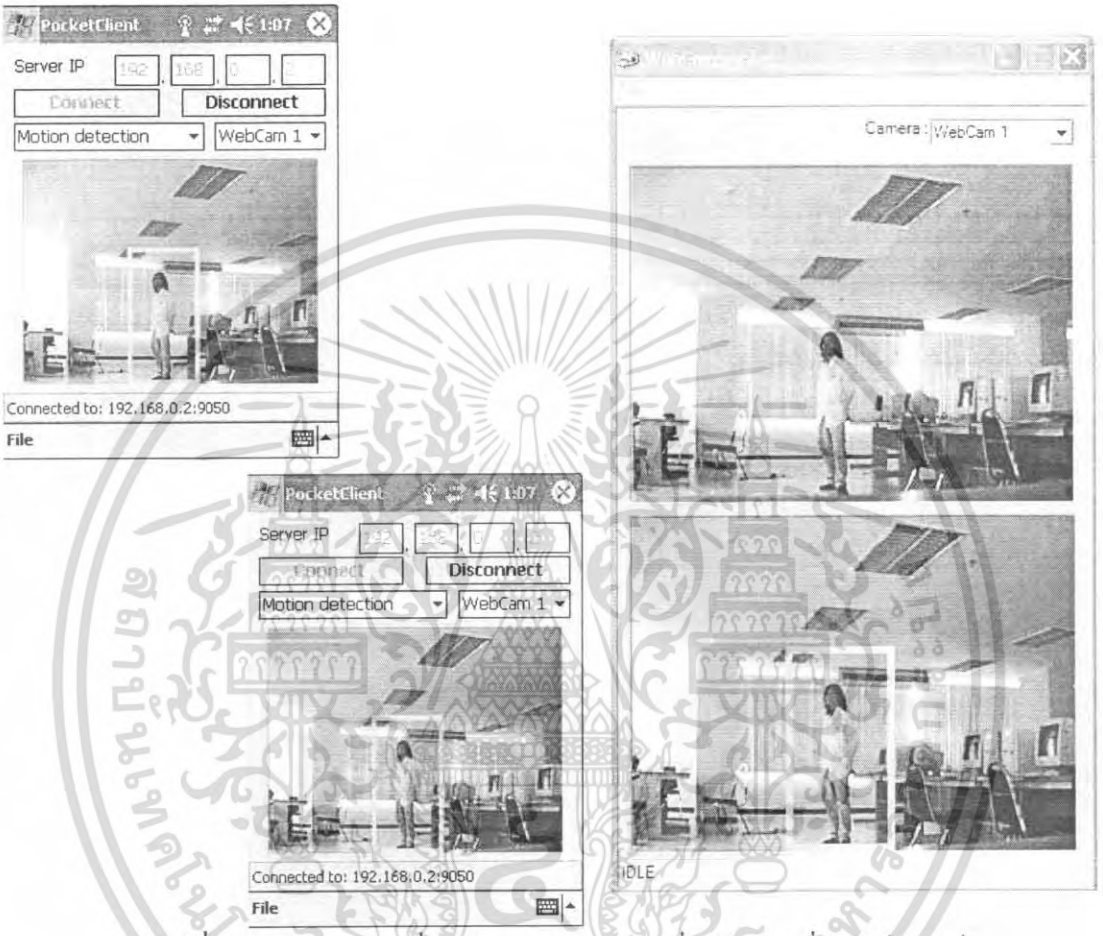


รูปที่ 9.5 การแสดงผลที่ Pocket PC หลังจากมีการเลือกเว็บแคมตัวใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.2.4 ผลการทดลองการเชื่อมต่อ Pocket PC มากกว่า 1 เครื่อง

จากการทดลองพบว่าสามารถเชื่อมต่อ Pocket PC ทั้ง 2 ตัวเข้ากับระบบได้อย่างไม่มีปัญหา โดยโปรแกรมบน Pocket PC ยังสามารถแสดงผลได้อย่างถูกต้องและสามารถทำการควบคุมต่างๆ ไปยังเครื่องเซิร์ฟเวอร์ได้



รูปที่ 9.6 แสดงผลการเชื่อมต่อ Pocket PC 2 เครื่องไปยังเครื่องเซิร์ฟเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.2.5 ผลการทดลองการยกเลิกการเชื่อมต่อ Pocket PC เมื่อมีการเชื่อมต่อ Pocket PC มากกว่า 1 เครื่อง

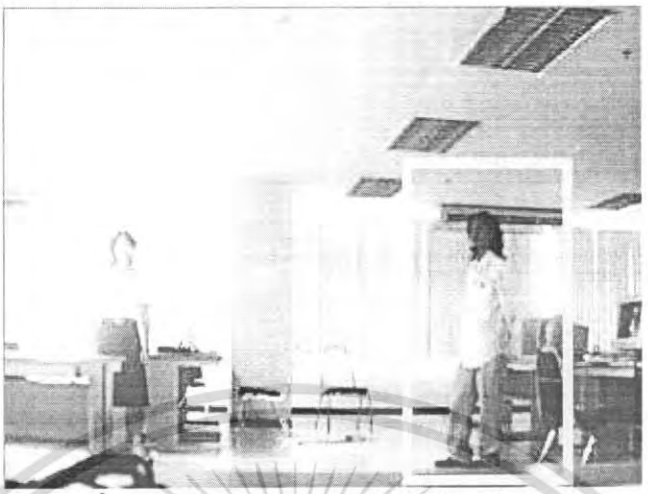
จากการทดลองพบว่าสามารถยกเลิกการเชื่อมต่อ Pocket PC ได้ในขณะที่ Pocket PC อีกเครื่องหนึ่งยังทำงานได้ตามปกติ โดยลำดับของการเชื่อมต่อ Pocket PC ไม่มีผลต่อการยกเลิกการเชื่อมต่อ

รูปที่ 9.7 แสดงผลการยกเลิกการเชื่อมต่อ Pocket PC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.2.6 ผลการทดลองการเคลื่อนที่สวนกันของวัตถุที่ได้เลือกไว้กับวัตถุอื่น

จากการทดลองวัตถุสามารถเคลื่อนที่สวนกันได้โดยมีอัตราความถูกต้องตามตารางที่ 9.3



รูปที่ 9.8 ภาพของวัตถุก่อนที่จะเคลื่อนที่สวนกัน

รูปที่ 9.9 ภาพของวัตถุขณะที่กำลังเคลื่อนที่สวนกัน

รูปที่ 9.10 ภาพของวัตถุหลังจากเคลื่อนที่สวนกันแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9.3 ผลการทดสอบการล้อมกรอบรอบวัตถุที่เคลื่อนที่สวนกัน

การทดสอบ	อัตราความถูกต้อง
วัตถุทั้งสองเคลื่อนที่ปกติในระยะใกล้สุดที่ห่างจากเว็บแคม (4.75 เมตร)	100%
วัตถุทั้งสองเคลื่อนที่ปกติในระยะไกลสุดที่ห่างจากเว็บแคม (10 เมตร)	100%
วัตถุทั้งสองเคลื่อนที่ปกติโดยวัตถุที่ผู้ใช้เลือกอยู่ใกล้เว็บแคมและวัตถุอื่นอยู่ไกลกว่า	100%
วัตถุทั้งสองเคลื่อนที่ปกติโดยวัตถุอื่นอยู่ใกล้เว็บแคมและวัตถุที่ผู้ใช้เลือกอยู่ไกลกว่า	98%
วัตถุที่ผู้ใช้เลือกไว้เคลื่อนที่ปกติแต่วัตถุอื่นเคลื่อนที่เร็วกว่าปกติ	100%
วัตถุที่ผู้ใช้เลือกไว้เคลื่อนที่เร็วกว่าปกติแต่วัตถุอื่นเคลื่อนที่ปกติ	10%

หมายเหตุ

1. เริ่มการทดสอบโดยการเชื่อมต่อเว็บแคมเข้ากับเซิร์ฟเวอร์ และเปิดระบบ Wi-Fi เพื่อทำการเชื่อมต่อกันระหว่างเครื่องเซิร์ฟเวอร์และ Pocket PC ในโหมด Ad-Hoc
2. เปิดโปรแกรมที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์ และเครื่อง Pocket PC
3. ทดสอบการแสดงผลโดยจัดให้มีวัตถุเคลื่อนไหวอยู่ในจอภาพสองชิ้น โดยทำการเลือกวัตถุชิ้นหนึ่งเพื่อทำการทดสอบการติดตามความเคลื่อนไหวของวัตถุนั้น
4. จัดให้วัตถุมีการเคลื่อนที่สวนกันในกรณีต่างๆ โดยการเคลื่อนที่นั้นเป็นการเคลื่อนที่แบบปกติกล่าวคือเป็นการเคลื่อนที่ที่มีความเร็วแบบเป็นธรรมชาติของมนุษย์มากที่สุด
   - 4.1 วัตถุทั้งสองเคลื่อนที่แบบปกติในระยะใกล้สุดที่ห่างจากเว็บแคม (4.75 เมตร) โดยทำการทดสอบทั้งหมด 50 ครั้ง
   - 4.2 วัตถุทั้งสองเคลื่อนที่แบบปกติในระยะไกลสุดที่ห่างจากเว็บแคม (10 เมตร) โดยทำการทดสอบทั้งหมด 50 ครั้ง
   - 4.3 วัตถุทั้งสองเคลื่อนที่ปกติโดยวัตถุที่ผู้ใช้เลือกอยู่ใกล้เว็บแคมและวัตถุอื่นอยู่ไกลกว่า โดยทำการทดสอบทั้งหมด 50 ครั้ง
   - 4.4 วัตถุทั้งสองเคลื่อนที่ปกติโดยวัตถุอื่นอยู่ใกล้เว็บแคมและวัตถุที่ผู้ใช้เลือกอยู่ไกลกว่า โดยทำการทดสอบทั้งหมด 50 ครั้ง
   - 4.5 วัตถุที่ผู้ใช้เลือกไว้เคลื่อนที่ปกติแต่วัตถุอื่นเคลื่อนที่เร็วกว่าปกติ โดยทำการทดสอบทั้งหมด 50 ครั้ง
   - 4.6 วัตถุที่ผู้ใช้เลือกไว้เคลื่อนที่เร็วกว่าปกติแต่วัตถุอื่นเคลื่อนที่ปกติ โดยทำการทดสอบทั้งหมด 50 ครั้ง
5. บันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] MSDN "Mobile Device Hardware Overview" [Online]
: http://msdn.microsoft.com/library/default.asp?url=/library/en-us/guide_ppc/html/ppc_programming_pocket_pc_2002_epcn.asp, 2005

[2] MSDN "Inside the .NET Compact Framework" [Online]
: http://msdn.microsoft.com/library/default.asp?url=/library/en-us/dv_evtuv/html/etconarchitecturaloverview.asp, 2005

[3] MSDN "Windows CE 5.0" [Online]
: http://msdn.microsoft.com/chats/transcripts/mobileembedded/embedded_083104.aspx, 2004

[4] Nevenka Kozomora "MODULAR SYSTEM SOFTWARE ARCHITECTURE FOR THE POCKET PC" Thesis of Master of Science in Electrical Engineering of the University of New Hampshire 2000

[5] ดร. ศิวรักษ์ ศิวโมกษธรรม "มาตรฐาน IEEE 802.11 WLAN: ความรู้เบื้องต้น ช่องโหว่ และการรักษาความปลอดภัย (ตอนที่ 1)" [Online]
: http://www.thaicert.nectec.or.th/paper/wireless/IEEE80211_1.php, 2546

[6] "Wireless LAN Tutorial" [Online]: http://www.tutorial-reports.com/wireless/wlanwifi/, 2005

[7] "What is Wi-Fi" [Online]: http://www.mrpalm.com/wifi/what.php, 2003

[8] MSDN "Overview of the .NET Framework" [Online]
: http://msdn.microsoft.com/library/default.asp?url=/library/en-us/cpguide/html/cpovrIntroductionToNETFrameworkSDK.asp, 2005

[9] MSDN "Introduction to WIA" [Online]
: http://msdn.microsoft.com/library/default.asp?url=/library/en-us/still/hh/still/WIA_intro_5478aa76-1f52-423b-990f-82dcd7015ec6.xml.asp, 2005

[10] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods, 2002, "Digital Image Processing", 2nd Edition, USA, Prentice Hall, Pearson Education International

[11] ทนงเกียรติ พาดี, เศรษฐา ฉัตรไชยเดช "เมาส์สำหรับคนพิการ" ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวะกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[12] ION528-IMAGE PROCESSING ALGORITHMS "CANNY'S EDGE DETECTION" [Online]: http://www.ii.metu.edu.tr/~ion528/demo/lectures/6/4/

[13] "Image Pre-Processing" [Online] : http://www.cs.technion.ac.il/~protezhe/GACWeb/Documents/Phase%201/pre-processing%20for%20project-new.htm

[14] Yuan-Fang Wang "CS181b Discussion" [Online]: http://www.cs.ucsb.edu/~cs181b/

[15] P. Smith, T. Drummond and R. Cipolla. "Edge tracking for motion segmentation and depth ordering" In Tony Pridmore, Dave Elliman, editors, Proc. 10th British Machine Vision Conference, volume II, pages 584-593, Nottingham, September 1999.

[16] Dēngshèng Zhāng Guojun Lu "An Edge and Color Oriented Optical Flow Estimation Using Block Matching" Gippsland School of Comp & Info Tech, Monash University, Churchill, Victoria 3842

[17] Asst. Prof. Dr. Montri Kamjanadecha. "เอกสารการสอนวิชา Image Processing บทที่ 9 การแยกข้อมูลภาพ Image Segmentation" Department of Computer Engineering, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University, Hatyai, Songkla, THAILAND 90112

[18] "Morphology Operations" [Online] : http://www.kmitl.ac.th/~s6066236/Morphology/index.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้