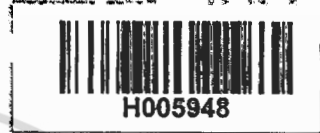


ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ พระจอมเกล้าลาดกระบัง  
เกมหลายผู้เล่นบนโทรศัพท์มือถือทางบลูทูธแบบเพียวเพียว

MULTIPLAYER GAME ON MOBILE PHONE VIA PEER TO  
PEER BLUETOOTH



รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงการพัฒนาระบบงาน  
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ  
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ณ.

ก 676 ก

2551

ภาคฤดูร้อน ปีการศึกษา 2551

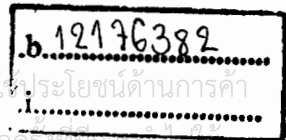
เลขหมู่.....

05948

เลขทะเบียน.....

๓ ก.พ. 2553

น.เดือนปี.....



สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรณีใดๆ

**MULTIPLAYER GAME ON MOBILE PHONE VIA PEER TO  
PEER BLUETOOTH**



**A SYSTEM DEVELOPMENT PROJECT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE PROGRAM IN INFORMATION TECHNOLOGY  
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**COPYRIGHT 2009**

**FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ใบรับรองโครงการพัฒนาระบบงาน (SYSTEM DEVELOPMENT PROJECT)

เรื่อง

เกมหลายผู้เล่นบนโทรศัพท์มือถือทางบลูทูธแบบเพียร์ทูเพียร์


**MULTIPLAYER GAME ON MOBILE PHONE VIA PEER TO  
PEER BLUETOOTH**

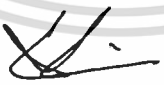
นายกิติคุณ สีงาม

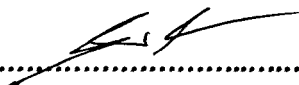
รหัสประจำตัว 49066718

ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้ ข้าพเจ้าไม่ได้คัดลอกมาจากที่ใด  
รายงานฉบับนี้ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของ  
การศึกษาวิชา โครงการพัฒนาระบบงานหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีสารสนเทศ)

ภาคฤดูร้อน ปีการศึกษา 2551

  
.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
(ผศ.ดร. โสภาร วงศ์วิรัตน์)

  
.....กรรมการสอบ  
(รศ.ดร. นพพร ไชติก่ำธร)

  
.....กรรมการสอบ  
(รศ.ดร. โชติพัทธ์ ภรรยาวัลย์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อ	เกมหลายผู้เล่นบนโทรศัพท์มือถือทางบลูทูธแบบเพียทูเพีย
นักศึกษา	นายกิติคุณ สีงาม
รหัสนักศึกษา	49066718
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ
แขนงวิชา	วิทยาการสารสนเทศ
ปีการศึกษา	2551
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.โอพาร วงศ์วิรัตน์

### บทคัดย่อ

ในปัจจุบันโทรศัพท์มือถือจะนำเทคโนโลยีบลูทูธมาใช้ในการรับและส่งข้อมูลกันระหว่างเครื่องโทรศัพท์มือถือหรือเครื่องคอมพิวเตอร์ การส่งข้อมูลของบลูทูธผู้ส่งจะเป็นมาสเตอร์และผู้รับจะเป็นสเลฟ ซึ่งการทำงานของมาสเตอร์และสเลฟจะเหมือนกับเซิร์ฟเวอร์และไคลเอ็นต์ทำให้มีแนวคิดที่จะนำการเชื่อมต่อแบบเพียทูเพียมาประยุกต์ใช้งานกับบลูทูธเพื่อให้ผู้ส่งและผู้รับสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลพร้อมกันได้ โดยนำไปใช้กับเกมบนโทรศัพท์มือถือให้สามารถเล่นพร้อมกันสองคนเนื่องจากเกมบนโทรศัพท์มือถือส่วนใหญ่จะเป็นแบบผู้เล่นคนเดียวซึ่งการส่งข้อมูลแบบเพียทูเพียมาประยุกต์ใช้กับบลูทูธใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเล่นเกม การเชื่อมต่อของบลูทูธจะใช้โปรโตคอล RFCOMM และ L2CAP ในการพัฒนาเกมจะใช้โปรโตคอล RFCOMM มาใช้เพราะมีการส่งข้อมูลแบบสตรีมเหมาะสมกับการพัฒนาเกมบนโทรศัพท์มือถือ

<b>Title</b>	<b>Multiplayer Game on Mobile Phone via Peer to Peer Bluetooth</b>
<b>Student</b>	<b>Mr.Kittikon Sienarm</b>
<b>Student ID</b>	<b>49066718</b>
<b>Degree</b>	<b>Master of Science</b>
<b>Programme</b>	<b>Information Technology</b>
<b>Academic Year</b>	<b>2551</b>
<b>Advisor</b>	<b>Asst.Prof.Dr. Olarn Wongwirat</b>

### **ABSTRACT**

In present, a mobile phone was used Bluetooth technology to received and transmitted data between each mobile phone or personal computer. In order to sent the data, the sender was called "master" and the receiver was called "slave" which the working between master and slave will act like a server and client. So we can make an application of peer-to-peer concept with an implement of Bluetooth to make the sender and the receiver can transmit the data in multiplex. As we can see that the games on mobile phone are regularly single player. By applied this concept to the game on mobile phone, the multiplayer game that players can interact with each other can be made. The connection of Bluetooth used the RFCOMM and L2CAP protocol. This multiplayer game develop by using RFCOMM protocol due to the reason that this protocol was transmission the data in stream which suitable for the game on mobile phone

# กิตติกรรมประกาศ

โครงการพัฒนาระบบนี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความเมตตาจาก ผศ.ดร.โอฬาร วงศ์วิรัตน์ อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพัฒนาระบบ ซึ่งคอยให้คำปรึกษาและวิธีการดำเนินการเป็นอย่างดี ขอกราบขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ เพื่อนๆและผู้ที่เกี่ยวข้อง ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้คำแนะนำรวมทั้งความรู้ เกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรมต่างที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยชิ้นนี้

ท้ายที่สุดนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา เพื่อนๆ รวมทั้งบุคคลที่มีความปรารถนาดี คอยให้กำลังใจและแนะแนวทางให้ข้าพเจ้าตลอดมา

กิตติคุณ สິงาม

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	II
กิตติกรรมประกาศ .....	III
สารบัญ .....	IV
สารบัญตาราง .....	VII
สารบัญรูป .....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	2
1.3 สมมติฐานของโครงการ .....	2
1.4 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในโครงการ.....	3
1.5 ขอบเขตของโครงการ .....	3
1.6 ขั้นตอนของการศึกษา.....	3
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการทํางานของเทคโนโลยีบลูทูธ .....	4
2.1 ความเป็นมาของเทคโนโลยีบลูทูธ.....	4
2.2 เทคโนโลยีบลูทูธ .....	6
2.3 รูปแบบการเชื่อมต่อของบลูทูธ .....	9
2.4 สถาปัตยกรรมบลูทูธ.....	10
2.4.1 โลจิกคอนตักต์และบลูทูธแพคเกจ .....	12
2.4.2 สถานะการทํางานของบลูทูธ .....	15
2.4.3 การทํางานกับส่วนควบคุมการเชื่อมต่อ.....	17
2.4.4 บลูทูธ โปรไฟล์.....	18
2.4.5 บลูทูธซีเคียวริตี้.....	21
2.5 เทคโนโลยีเพียทูเพีย.....	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ IV ศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 เครื่องมือที่ใช้พัฒนาโครงการ.....	26
3.1 ความเป็นมาของภาษาจาวา .....	26
3.2 ภาษาจาวา .....	26
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา.....	39
บทที่ 4 การวิเคราะห์และการออกแบบระบบ .....	40
4.1 การใช้งานในปัจจุบัน.....	40
4.2 แนวคิดการออกแบบระบบ โดยนำเทคโนโลยีบลูทูธมาประยุกต์.....	40
4.3 กระบวนการพัฒนาระบบ .....	41
4.3.1 การวิเคราะห์ระบบ (Analysis).....	41
4.3.1.1 Use Case Diagram .....	41
4.3.1.2 Activity Diagram .....	47
4.3.2 การออกแบบระบบ (Design).....	51
4.3.2.1 Class Diagram.....	51
24.3.2 Sequence Diagram .....	52
บทที่ 5 การจัดสร้างและทดสอบระบบ .....	55
5.1 ลักษณะการทำงานของระบบ.....	55
5.2 ขั้นตอนการทำงาน .....	56
5.3 การทดสอบโปรแกรมบนโทรศัพท์มือถือ.....	59
บทที่ 6 บทสรุป .....	63
6.1 สรุปโครงการ.....	63
6.2 ปัญหาและอุปสรรค .....	63

# สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม.....	64
ภาคผนวก.....	65
ภาคผนวก ก. ....	66
ภาคผนวก ข. ....	73
ภาคผนวก ค. ....	77
ประวัติผู้เขียน.....	79



# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 เปรียบเทียบคุณสมบัติของ อินฟาเรด ไวเลสแลน และ บลูทูธ .....	5
2.2 ย่านความถี่และช่องสัญญาณ RF.....	6
2.3 คุณสมบัติเวลาของบลูทูธ .....	6
2.4 แสดงชนิดและคุณสมบัติของ Control packets .....	14
2.5 แสดงชนิดและคุณสมบัติของ ACL Packet.....	14
2.6 แสดงชนิดและคุณสมบัติของ SCO Packet .....	14
3.1 CLDC Package .....	30
3.2 คุณสมบัติข้อกำหนดของอุปกรณ์ที่ MIDP 1.0 ต้องการ .....	30
3.3 MIDP 1.0 package .....	31
3.4 คุณสมบัติข้อกำหนดของอุปกรณ์ที่ MIDP 2.0 และ 2.1 ต้องการ .....	31
3.5 MIDP 2.0 และ 2.1 package .....	32
3.6 ค่า UUID ของบลูทูธโปรโตคอล.....	37
3.7 ค่า UUID ของบลูทูธไฟล์.....	38
4.1 Use Case Description Start Game Server .....	43
4.2 Use Case Description Join Game Server.....	44
4.3 Use Case Description Play Game.....	45
4.4 Use Case Description Show Result Display.....	46
5.1 คุณสมบัติของโทรศัพท์มือถือแต่ละรุ่น .....	59
5.2 ผลการทดสอบเกมกับเครื่องโทรศัพท์มือถือแต่ละรุ่น .....	62

# สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ระยะเวลาการพัฒนาของบลูทูธ โดย SIG .....	4
2.2 การส่งข้อมูลแบบ Frequency Hopping.....	7
2.3 ส่งข้อมูลแบบช่องสัญญาณเดียวกับหลายช่องสัญญาณ .....	7
2.4 รูปแบบการใช้งานบลูทูธทั้ง 3 รูปแบบ	
a.) Data/Voice access point b.) Cable replacement c.) Personal ad hoc network.....	8
2.5 การเชื่อมต่อแบบพีโคเน็ต .....	9
2.6 การเชื่อมต่อแบบสแกคเตอร์เน็ต.....	9
2.7 Bluetooth Protocol Stack .....	10
2.8 บลูทูธแพกเก็ตโดยทั่วไป.....	13
2.9 โครงสร้าง FHS Packet.....	13
2.10 Bluetooth state machine .....	15
2.11 พลังงานที่ใช้ในแต่ละโหมด .....	16
2.12 กลไกการเชื่อมต่อใน LMP .....	17
2.13 L2CAP และ LMP .....	18
2.14 บลูทูธโปรไฟล์ .....	19
2.15 Parking Bonding และ Authentication .....	22
2.16 ระบบเครือข่ายเพียทูเพียแบบสมบูรณ์ .....	23
2.17 ระบบเครือข่ายเพียทูเพียแบบไฮบริดท์ .....	24
2.18 ระบบเครือข่ายเพียทูเพียแบบผสม .....	24
3.1 เทคโนโลยีของจาวา .....	27
3.2 สถาปัตยกรรมของ J2ME .....	27
3.3 วงจรการทำงานของ MIDlet .....	32
3.4 องค์ประกอบของ MIDlet Suit .....	33
3.5 ขั้นตอนการพัฒนา MIDlet.....	34
3.6 สถาปัตยกรรมของ Mobile Service .....	35
3.7 JSR 82 package.....	35
3.8 JSR 82 function.....	36
3.9 การส่งข้อมูลผ่านบลูทูธโดยใช้ฮับเตอร์ .....	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานที่ VIII ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.1 Use Case Diagram.....	42
4.2 Activity Diagram Start Game Server .....	47
4.3 Activity Diagram Join Game Server .....	48
4.4 Activity Diagram Play Game.....	49
4.5 Activity Diagram Show Result Display .....	50
4.6 Class Diagram .....	51
4.7 Sequence Diagram Start Game Server .....	52
4.8 Sequence Diagram Join Game Server .....	52
4.9 Sequence Diagram Play Game .....	53
4.10 Sequence Diagram Show Result Display.....	54
5.1 ลักษณะการเชื่อมต่อของบงกช .....	55
5.2 การส่งข้อมูลแบบเพียวเพียว.....	56
5.3 เริ่มทำการติดต่อแบบเซิร์ฟเวอร์และไคลเอ็นต์ .....	56
5.4 ทำการติดต่อสำเร็จพร้อมเล่นเกม.....	57
5.5 แสดงรูปภาพพร้อมข้อความเมื่อรู้ผลการเล่นเกม .....	57
5.6 แสดงการรับและส่งข้อมูลของบงกช .....	57
5.7 วงจรภาพรวมของเกม.....	58
5.8 เริ่มทำการติดต่อแบบเซิร์ฟเวอร์และไคลเอ็นต์บนตัวโทรศัพท์มือถือ .....	59
5.9 ไคลเอ็นต์ทำการยืนยันในการเชื่อมต่อกับเซิร์ฟเวอร์ .....	60
5.10 เซิร์ฟเวอร์ทำการยืนยันอนุญาตให้ ไคลเอ็นต์เชื่อมต่อได้ .....	60
5.11 ทำการเชื่อมต่อ .....	60
5.12 กราฟแสดงเวลาที่ใช้ในการเชื่อมต่อ.....	61
5.13 กราฟแสดงเวลาในการเชื่อมต่อกับระยะทาง.....	61
ก.1 โปรแกรม Sony Ericsson PC Suit .....	67
ก.2 เตรียมการย้ายไฟล์ไปยังเครื่องโทรศัพท์มือถือ .....	68
ก.3 การส่งไฟล์จากคอมพิวเตอร์ไปยังโทรศัพท์มือถือผ่านบงกช .....	68
ก.4 การส่งไฟล์ไปยังโทรศัพท์มือถือเสร็จสิ้น .....	69
ก.5 รันโปรแกรมเกมที่โทรศัพท์มือถือ.....	70

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ก.6 รายการให้เลือกสถานะของเกม.....	70
ก.7 เลือกสถานะเป็นเซิร์ฟเวอร์ .....	70
ก.8 เลือกสถานะเป็นไคลเอ็นต์ .....	71
ก.9 เชื่อมต่อสำเร็จพร้อมเล่น .....	71
ก.10 หน้าจอแสดงผลการเล่นของฝ่ายที่ชนะ.....	72
ก.11 หน้าจอแสดงผลการเล่นของฝ่ายที่แพ้.....	72
ข.1 หน้าจอของ Java Platform Manager.....	74
ข.2 หน้าจอของ Add Java Platform .....	75
ข.3 หน้าจอให้ทำการเลือกอีเมลเตอร์ที่จะใช้งาน.....	76



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการติดต่อสื่อสารเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่ง เพราะความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยี ทำให้ขอบเขตในการติดต่อสื่อสารเป็นไปอย่างกว้างไกลและมีความสะดวกในการติดต่อสื่อสารมากยิ่งขึ้นทำให้การติดต่อสื่อสารนั้นเป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้ในชีวิตประจำวันไม่ว่าจะใช้ในเชิงของการติดต่อสื่อสารทางธุรกิจต่างๆและระหว่างบุคคล การติดต่อสื่อสารที่ได้กล่าวมาในที่นี่จะขอกล่าวถึงการติดต่อสื่อสารที่ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Phone) หรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่า โทรศัพท์มือถือ รูปแบบในการส่งข้อมูลจากเครื่องโทรศัพท์มือถือนั้นจะแบ่งออกได้ 3 รูปแบบ 1. สายเคเบิล (Data Link) ใช้เชื่อมต่อเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อทำการโอนย้ายข้อมูล 2. อินฟราเรด (Infrared) ใช้ในการโอนย้ายข้อมูลระหว่างโทรศัพท์มือถือโดยตรงแต่มีข้อเสียในส่วนของการระยะทางการรับส่งข้อมูลจะเป็นเส้นตรงห้ามเคลื่อนย้ายโทรศัพท์มือถือในขณะนั้นและมีระยะส่งที่สั้น 3. บลูทูธ (Bluetooth) เป็นรูปแบบการส่งข้อมูลแบบใหม่ที่ใช้งานกันในปัจจุบันมีความสะดวกมากกว่า สายเคเบิลและอินฟราเรด

การส่งข้อมูลโดยใช้บลูทูธนั้นได้รับความนิยมมากที่สุด เพราะใช้กำลังไฟน้อย ส่งได้ระยะทางที่ไกล และมีความเร็วในการส่งข้อมูลที่มากกว่า รูปแบบการเชื่อมต่อของบลูทูธจะเป็นแบบจุดต่อจุด หรือที่เรียกว่า ac hoc connection (การสร้างระบบเครือข่ายไร้สายที่ไม่มีตัว Access Point มาเป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อโดยที่ตัวเครื่องแต่ละเครื่องจะทำหน้าที่จัดการตนเอง) คือระบบเครือข่ายจะถูกสร้างขึ้นมารับรองการใช้งานในปัจจุบัน และการเชื่อมต่อจะสิ้นสุดเมื่อการส่งข้อมูลเสร็จสมบูรณ์ รูปแบบในการเชื่อมต่อของบลูทูธนั้นจะมี 2 รูปแบบคือแบบ พิคเน็ต (Piconet) และแบบ สแกตเตอร์เน็ต (Scatternet) ซึ่งเป็นมาตรฐานที่กำหนดมา โดยทั่วไปการใช้งานบลูทูธบนโทรศัพท์มือถือนั้น โดยส่วนใหญ่จะใช้แลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเครื่องโทรศัพท์มือถือหรือเครื่องคอมพิวเตอร์ แต่ก็มีมีการนำบลูทูธมาประยุกต์ใช้กับ สมาร์ททอล์ก (Small Talk) เพื่อให้มีความสะดวกในเวลาขับรถ จากที่ได้กล่าวมานั้นจะเห็นว่าบลูทูธนั้นสามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายทำให้มีแนวคิดที่จะนำการเชื่อมต่อแบบเพียร์เพียร์ หรือ P2P (Peer-to-Peer) มาประยุกต์ใช้งานกับบลูทูธเนื่องจากการเชื่อมต่อของบลูทูธนั้นจะต้องทำการเลือกสถานะว่าจะจะเป็นมาสเตอร์ (Master) หรือสเลฟ (Slave) ซึ่งจะคล้ายกับการทำงานแบบเซิร์ฟเวอร์ (Server) และไคลเอ็นต์ (Client) ทำให้สามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้กับการเชื่อมต่อแบบเพียร์เพียร์ได้ โดยจะนำไปใช้กับเกมบนโทรศัพท์มือถือให้สามารถเล่นเกมได้สองเครื่องพร้อมกันที่นำมาใช้กับเกมเพื่อให้เห็นภาพของการส่งข้อมูลแบบเพียร์เพียร์ เวลาเล่นเกมเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พร้อมกันสองคนผู้เล่นจะมีการโต้ตอบกับเกมแบบต่อเนื่องทำให้การส่งและรับข้อมูลของโทรศัพท์มือถือนั้นมีการแลกเปลี่ยนกันตลอดเวลา

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

โครงการนี้ต้องการที่จะนำรูปแบบการเชื่อมต่อของบลูทูธมาประยุกต์ใช้งานให้สามารถทำงานแบบเพียทูเพียโดยเครื่องโทรศัพท์มือถือจะทำงานเป็นทั้งเซิร์ฟเวอร์ (Server) และไคลเอ็นต์ (Client) ภายในตัวเองสามารถรับและส่งข้อมูลได้พร้อมๆกัน วัตถุประสงค์ของโครงการนี้ต้องการที่จะประยุกต์การใช้งานของบลูทูธบนเครื่องจะแบ่งออกเป็นหลักๆได้ดังนี้

- เพื่อให้บลูทูธสามารถรับและส่งข้อมูลพร้อมๆกันได้
- นำการเชื่อมต่อแบบเพียทูเพียไปใช้งานกับเกมหลายผู้เล่นบนเครื่องโทรศัพท์มือถือได้
- สามารถนำไปประยุกต์การใช้งานของบลูทูธบนเครื่องโทรศัพท์มือถือให้หลายหลายมากขึ้น
- เป็นแนวทางให้เพื่อสามารถนำไปศึกษาและพัฒนาต่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

## 1.3 สมมติฐานของโครงการ

จากการศึกษารูปแบบการเชื่อมต่อของบลูทูธนั้นมี 2 รูปแบบคือแบบพีโคเน็ตและแบบสแตนด์เออร์เนตการเชื่อมต่อของบลูทูธจะเป็นแบบจุดต่อจุดจะต้องทำการเลือกสถานะว่าจะจะเป็นมาสเตอร์หรือสเลฟโดยเครือข่ายจะถูกสร้างขึ้นมารองรับการใช้งานในปัจจุบันและการเชื่อมต่อจะสิ้นสุดเมื่อการส่งข้อมูลเสร็จสมบูรณ์ ถ้าในการเชื่อมต่อแต่ละครั้งจะต้องมีการกำหนดสถานะของตัวบลูทูธก่อนว่าจะเป็นมาสเตอร์หรือสเลฟทำให้มีแนวคิดที่จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการเชื่อมต่อรูปแบบอื่นๆเพิ่มได้อีก โดยในโครงการนี้ต้องการที่จะนำไปประยุกต์ใช้กับรูปแบบการเชื่อมต่อแบบเพียทูเพียเพราะในการใช้งานต้องทำการกำหนดสถานะของบลูทูธก่อนการใช้งานรับและส่งข้อมูลก็น่าจะมีความเป็นไปได้ที่จะทำให้ตัวบลูทูธนั้นทำงานได้ทั้งสองสถานะคือเป็นทั้งมาสเตอร์และสเลฟซึ่งจะคล้ายกับการทำงานของสถานะเซิร์ฟเวอร์และไคลเอ็นต์ภายในตัวเดียวซึ่งจะเข้ากับหลักการของเพียทูเพียเพียคือจะไม่แบ่งแยกว่าเป็นไคลเอ็นต์และเซิร์ฟเวอร์แต่จะมองทุกโหนดเป็นเพีย กล่าวคือเป็นทั้งไคลเอ็นต์และเซิร์ฟเวอร์ ในตัวเดียว

ข้อดีของบลูทูธคือความสะดวกในการรับและส่งข้อมูลที่ใช้การส่งแบบัญญาณวิทย์ มีระยะทางในการส่งที่ไกลและความเร็วในการรับส่งข้อมูลถ้าสามารถพัฒนารูปแบบการเชื่อมต่อเป็นแบบเพียทูเพียน่าจะทำให้การรับและส่งข้อมูลนั้นมีประสิทธิภาพมากขึ้นได้

## 1.4 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในโครงการ

- หลักการทำงานของบลูทูธ
- การพัฒนาระบบเชิงวัตถุด้วย UML (Unified Modeling Language)
- หลักการส่งข้อมูลแบบเพียวเพียว
- การพัฒนาโปรแกรมบนโทรศัพท์มือถือ
- หลักการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุโดยภาษาจาวา
- การพัฒนาเกมบนโทรศัพท์มือถือโดยภาษาจาวา

## 1.5 ขอบเขตของโครงการ

- โครงการนี้ต้องการนำการเชื่อมต่อแบบเพียวเพียวมาประยุกต์ใช้งานกับบลูทูธ
- การส่งและรับข้อมูลของบลูทูธแบบเพียวเพียวที่พัฒนาต้องสามารถใช้งานได้จริง
- ในส่วนของการพัฒนาโครงการนี้จะนำมาประยุกต์ใช้กับเกมหลายผู้เล่นบนเครื่องโทรศัพท์มือถือ โดยที่ในระหว่างดำเนินเกมจะมีการโต้ตอบกับเกมของผู้เล่นทั้งสองฝ่ายจะมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลเป็นแบบเพียวเพียว
- โครงการนี้เป็นการพัฒนาการเชื่อมต่อของบลูทูธให้สามารถรับและส่งข้อมูลในรูปแบบเพียวเพียวได้ โดยใช้แอปพลิเคชันเกมแบบผู้เล่นหลายคนเป็นตัวอย่างทดสอบ (แนวคิดดังกล่าว)

## 1.6 ขั้นตอนของการศึกษา

- ศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ
- รวบรวมข้อมูล ศึกษาองค์ประกอบต่างๆ ของระบบ
- วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาและหาแนวทางวิธีการดำเนินงาน
- ออกแบบ สร้าง ทดสอบระบบ และนำไปใช้งาน
- สรุปและประเมินผล

## 1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- สามารถเล่นเกมหลายผู้เล่น โดยรับบลูทูธเป็นสื่อกลางในการเชื่อมต่อได้
- เป็นแนวทางในการศึกษาการทำงานของบลูทูธเพื่อนำไปใช้พัฒนาต่อได้
- สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในเชิงพาณิชย์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

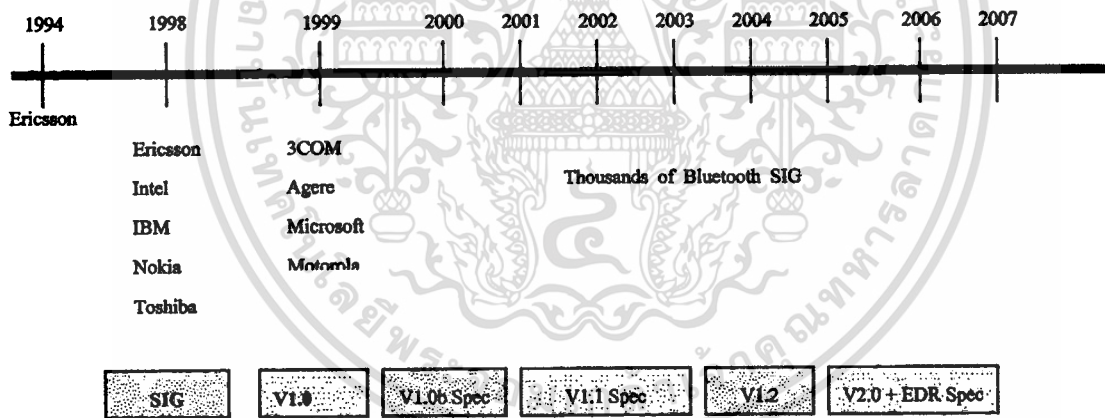
## บทที่ 2

# ทฤษฎีและหลักการทำงานของเทคโนโลยีบลูทูธ

เนื้อหาในบทที่ 2 นี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและหลักการทำงานของเทคโนโลยีบลูทูธ เนื้อหาภายในจะกล่าวถึงลักษณะการทำงานของบลูทูธ รูปแบบการเชื่อมต่อ สถานะการทำงานของบลูทูธ และ คุณสมบัติต่างๆของบลูทูธ

### 2.1 ความเป็นมาของเทคโนโลยีบลูทูธ

เทคโนโลยีบลูทูธ เป็นข้อกำหนดสำหรับอุตสาหกรรมเครือข่ายส่วนบุคคล (Personal Area Networks - PAN) แบบไร้สายของอุปกรณ์เคลื่อนที่ระยะสั้นด้วยสัญญาณคลื่นวิทยุ เริ่มแรกถูกพัฒนาโดยบริษัทอีริคสัน (Ericsson) ภาคใต้แนวคิดค้นทุนราคาถูกและใช้คลื่นความถี่ต่ำในการติดต่อระหว่างโทรศัพท์มือถือกับอุปกรณ์เสริมอื่นๆหลังจากนั้นได้มีการจัดตั้งกลุ่มที่ทำหน้าที่คอยดูแลพัฒนาคือ SIG (Special Lobby Special Interest Group) เทคโนโลยีบลูทูธอยู่ภายใต้มาตรฐานของ IEEE 802.15.1



รูปที่ 2.1 ระยะเวลาการพัฒนาของบลูทูธ โดย SIG

จากรูปที่ 2.1 แสดงถึงระยะเวลาในการพัฒนาเทคโนโลยีบลูทูธแต่ละเวอร์ชันและการรวมกลุ่มบริษัทต่างๆจนกลายมาเป็น SIG

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบคุณสมบัติของ อินฟราเรด ไร้สาย และ บลูทูธ

Feature and function	IrDA	Wireless LAN	Bluetooth communication
Connection type	Infrared, narrow beam, line of sight	Spread spectrum, spherical	Spread spectrum, spherical
Spectrum	Optical 850–900 nm	RF 2.4 GHz (5 GHz for 802.11a/n)	RF 2.4 GHz
Transmission power	40–500 mW/Sr	100 mW	10–100 mW
Maximum data rate	9600 bps–16 Mbps (very rare)	11 Mbps (54 Mbps for 802.11a,802.11g)	3 Mbps
Range	1 m	100 m	10–100 m
Supported device	2	Connects through an access point	8 (active), 200 (passive)
Voice channels	No	No	Yes
Addressing	32-bit physical ID	48-bit MAC	48-bit MAC

จากตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบให้เห็นถึงคุณสมบัติของการเชื่อมต่อแบบอินฟราเรด ไร้สาย และ บลูทูธ จากตารางที่ 2.1 นี้จะเห็นได้ว่าโทรศัพท์มือถือก่อนมีการพัฒนาเทคโนโลยีบลูทูธมีการนำอินฟราเรดมาใช้รับและส่งข้อมูลจะมีความยากต่อการใช้งานเนื่องจากการเชื่อมต่อจะเป็นแบบใช้แสงเป็นสื่อในการเชื่อมต่อ ดังนั้นการรับและส่งแบบอินฟราเรดจะต้องปรับตัวเซนเซอร์ (Sensor) ให้อยู่ในตำแหน่งที่ตรงกัน ห้ามมีสิ่งกีดขวางระหว่างผู้รับกับผู้ส่ง และมีระยะทางที่ไม่ไกลจนเกินไป เมื่อเปรียบเทียบกับบลูทูธที่ใช้สัญญาณวิทยุในการรับและส่งข้อมูลจะมีความสะดวกมากกว่าทำให้ผู้รับและผู้ส่งสามารถอยู่จุดใดก็ได้ภายในรัศมีไม่เกิน 10 เมตร ตามข้อกำหนดสามารถส่งข้อมูลผ่านสิ่งกีดขวางได้ เช่น กำแพงห้องและใช้พลังงานที่น้อยซึ่งเป็นไปตามแนวคิดของ SIG ในการพัฒนาบลูทูธขึ้นมา เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการเชื่อมต่อแบบอินฟราเรดกับบลูทูธจากตารางที่ 2.1 จะเห็นได้ว่าบลูทูธนั้นมีข้อดีมากกว่าอินฟราเรดหลายอย่าง รูปแบบการเชื่อมต่อของอินฟราเรดจะใช้แสงในการเชื่อมต่อแต่บลูทูธจะใช้สัญญาณวิทยุ ระยะทางของบลูทูธจะไกลกว่าอินฟราเรด ความเร็วในการส่งบลูทูธมากกว่าอินฟราเรด และจำนวนของการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื่อมต่อกับอุปกรณ์อินฟราเรดจะใช้ได้เพียงแค่สองเครื่องแต่บลูทูธสามารถเชื่อมต่อได้สูงสุดถึงแปดเครื่อง

## 2.2 เทคโนโลยีบลูทูธ

บลูทูธ คือ ระบบสื่อสารของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบสองทาง ด้วยคลื่นวิทยุระยะสั้น (Short-Range Radio Links) โดยปราศจากการใช้สายเคเบิล หรือ สายสัญญาณเชื่อมต่อ ไม่ต้องใช้การส่งสัญญาณเป็นเส้นตรงแบบอินฟราเรด การส่งสัญญาณของบลูทูธใช้สัญญาณวิทยุย่านความถี่ 2.4 GHz แต่จะแตกต่างกันไปตามแต่ละข้อกำหนดของแต่ละประเทศ แลพบยุโรปและอเมริกา จะใช้ช่วง 2.400 ถึง 2.4835 GHz. แบ่งออกเป็น 79 ช่องสัญญาณ ตามตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ย่านความถี่และช่องสัญญาณ RF

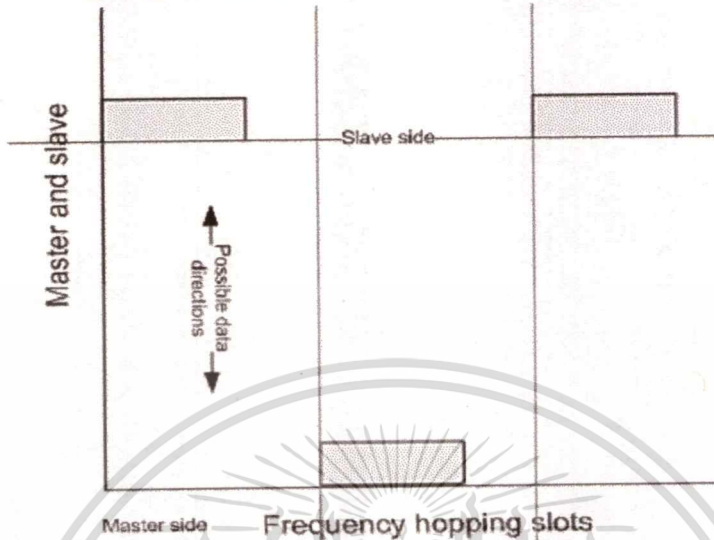
Countries	Frequency range ( MHz)	RF channels ( MHz)	
Europe	2400-2483.5	$f = 2402 + k$	$k = 0-78$
France	2446.5-2483.5	$f = 2454 + k$	$k = 0-22$
Spain	2445.2475	$f = 2449 + k$	$k = 0-22$

ระยะการส่งสัญญาณของบลูทูธอยู่ที่ 5-10 เมตร โดยมีระบบป้องกันโดยมีการเชื่อมรหัสก่อนทำการการเชื่อมต่อ และป้องกันการดักสัญญาณระหว่างการสื่อสาร โดยระบบจะสลับช่องสัญญาณไปมา ระบบสามารถการเลือกเปลี่ยนความถี่โดยอัตโนมัติ ความสามารถในการโอนถ่ายข้อมูลมีอัตราความเร็วสูงสุดที่ 1 Mbps (ของบลูทูธเวอร์ชัน 1.2 แต่ในปัจจุบันใช้บลูทูธเวอร์ชัน 2.0+ EDR มีอัตราความเร็วสูงสุดในการส่งข้อมูลที่ 3 Mbps) ระยะในการส่งและรับสัญญาณขึ้นอยู่กับประเภทของคลาส (class) ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้คลาส 2 แต่ถ้าใช้คลาสอื่นต้องใช้พลังงานมากกว่าเดิม คลาสแต่ละประเภทใช้พลังงานเท่าใดแสดงไว้ตามตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติคลาสของบลูทูธ

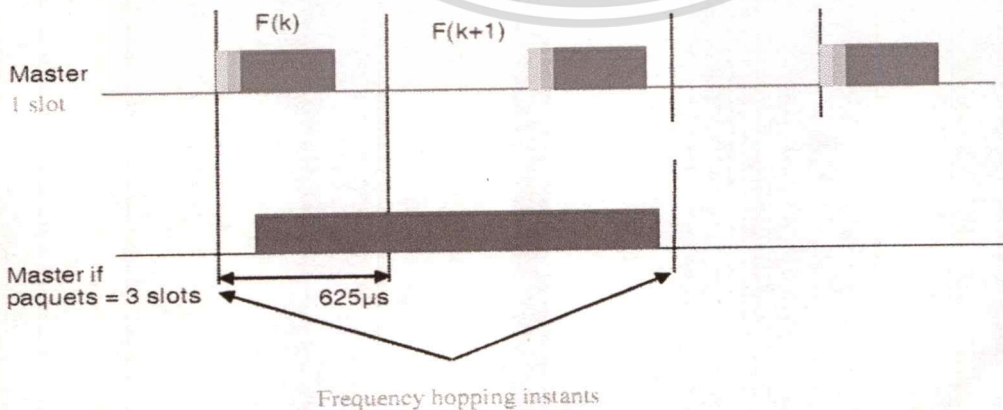
Class	Range (m)	Power (mW)
1	~100	100
2	~10	2.5
3	< 1	1

การส่งสัญญาณของบลูทูธจะใช้แบบ Frequency Hopping ซึ่งทุกๆแพ็คเกจจะถูกส่งไปในช่องความถี่ที่แตกต่างกัน ในประเทศทางยุโรปสามารถใช้ได้ถึง 79 ช่องสัญญาณ รูปที่ 2.2 แสดงถึงการส่งข้อมูลแบบ Frequency Hopping ระหว่างมาสเตอร์กับสเลฟ



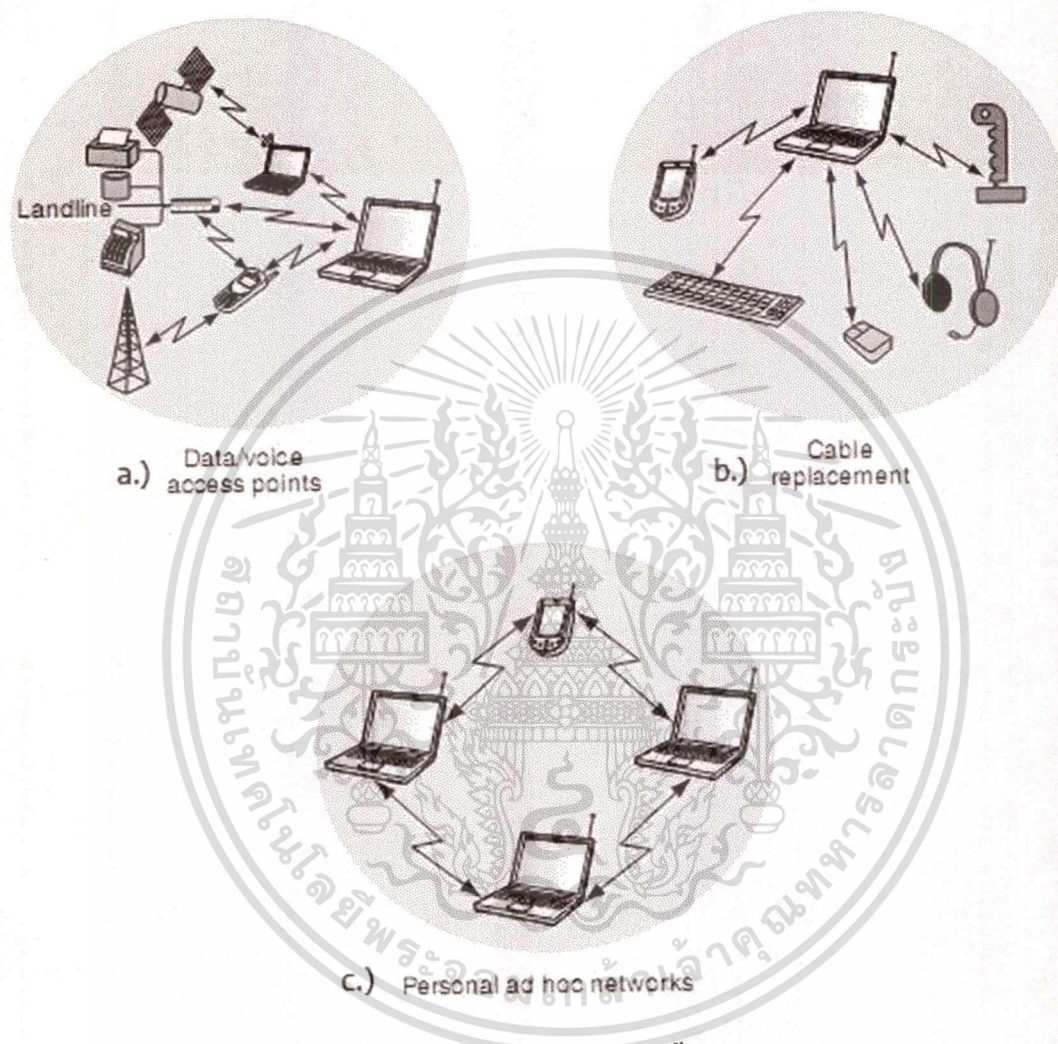
รูปที่ 2.2 การส่งข้อมูลแบบ Frequency Hopping [H. Labiod, H. Afifi And C. De Santis, WI-FI<sub>TM</sub>, BLUETOOTH<sub>TM</sub>, ZIGBEE<sub>TM</sub> AND WIMAX<sub>TM</sub>]

ในการรับและส่งข้อมูลของบลูทูธจะมีการแบ่งข้อมูลออกเป็นแพ็คเกจความยาวของ 1 แพ็คเกจ คือ 625  $\mu$ s โดยปกติแล้วแพ็คเกจหนึ่งๆสามารถอยู่ในช่องสัญญาณเดียวได้ แต่แพ็คเกจบางอันสามารถขยายได้ตั้งแต่ 1 - 5 ช่องสัญญาณเรียกว่า multi-slot packet ทุกๆช่องสัญญาณจะถูกส่งในความถี่เดียวกันจนจบแพ็คเกจนั้น และในการส่ง multi-slot packet จะมีขนาดข้อมูลที่ใหญ่เพราะ เฮดเดอร์ (header) จะใช้งานเพียงครั้งเดียวในหนึ่งแพ็คเกจอย่างไรก็ตามในกรณีที่มีการส่งข้อมูลมีความหนาแน่น และแพ็คเกจที่มีความยาวมากจะมีโอกาสสูญเสียมาก รูปที่ 2.3 แสดงการส่งข้อมูลแบบช่องสัญญาณเดียวกับหลายช่องสัญญาณ



รูปที่ 2.3 การส่งข้อมูลแบบช่องสัญญาณเดียวกับหลายช่องสัญญาณ [H. Labiod, H. Afifi And C. De Santis, WI-FI<sub>TM</sub>, BLUETOOTH<sub>TM</sub>, ZIGBEE<sub>TM</sub> AND WIMAX<sub>TM</sub>]

รูปแบบการใช้งานของบลูทูธจะแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบคือ ใช้บลูทูธแทนสายเคเบิล(Cable replacement) ใช้บลูทูธเป็นตัวกลางในการติดต่อสื่อสารหรือเข้าถึงข้อมูลของเครือข่ายหลัก (Data/Voice access point) และใช้บลูทูธสร้างเครือข่ายขนาดเล็ก (Personal ad hoc network) ซึ่งแสดงไว้ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 รูปแบบการใช้งานบลูทูธทั้ง 3 รูปแบบ

a.) Data/Voice access point b.) Cable replacement c.) Personal ad hoc network

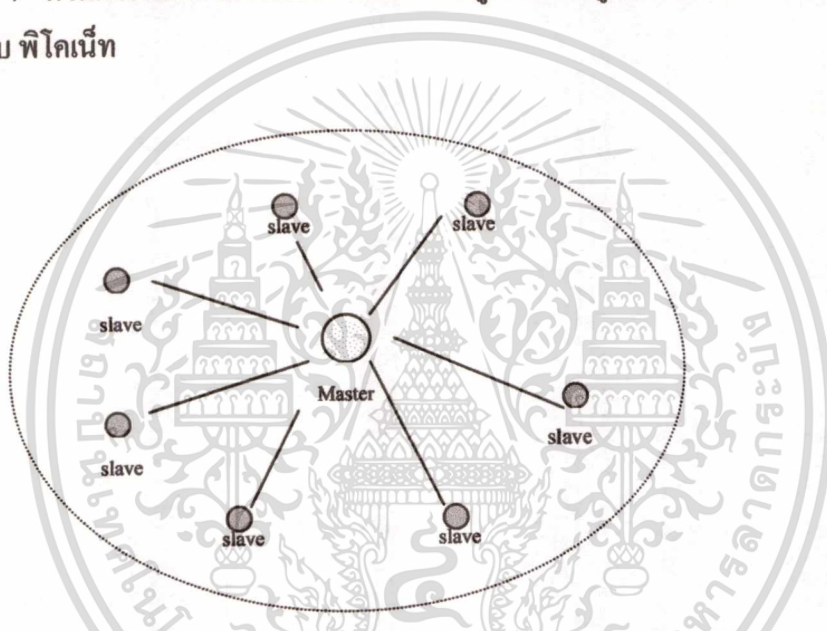
[Timothy J. Thompson, Paul J. Kline And C Balakumar, . BLUETOOTH APPLICATION PROGRAMMING WITH THE JAVATM APIs ESSENTIALS EDITION]

จากรูปที่ 2.4 ตัวอย่างของการนำบลูทูธใช้แทนสายเคเบิลจะใช้กับแป้นพิมพ์ (Keyboard) เมาส์ หูฟัง (Headset) และ หูฟังสำหรับโทรศัพท์แบบบลูทูธ (Small Talk) ส่วนของการนำบลูทูธใช้สร้างเครือข่ายขนาดเล็กนั้นส่วนใหญ่มักจะถูกนำไปใช้กับโทรศัพท์มือถือซึ่งจะกล่าวในหัวข้อต่อไป เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

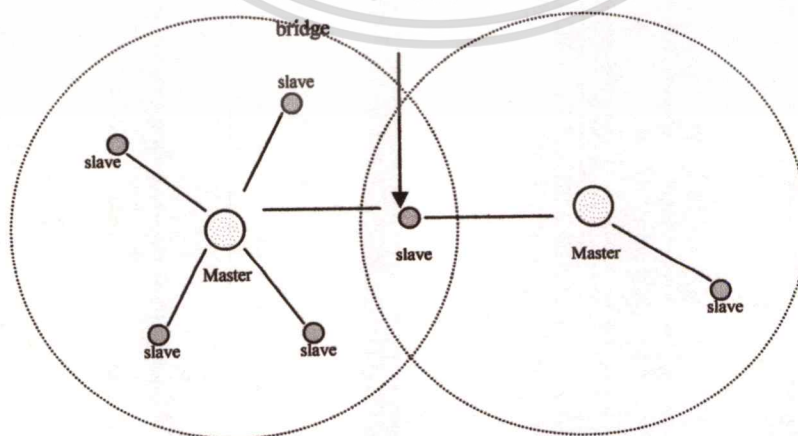
และการใช้บงกชเป็นตัวกลางในการติดต่อสื่อสารหรือเข้าถึงข้อมูลของเครือข่ายหลัก นั้นในปัจจุบันยังไม่มีหรือนำมาใช้งานจริงแต่อาจมีการนำมาใช้งานส่วนนี้ภายในอนาคต

### 2.3 รูปแบบการเชื่อมต่อของบงกช

รูปแบบการเชื่อมต่อของบงกชจะมีอยู่ 2 รูปแบบ คือ แบบพีโคเน็ตและ แบบสแกตเตอร์เน็ตการเชื่อมต่อแบบพีโคเน็ตเป็นรูปแบบการเชื่อมต่อที่ง่ายที่สุดเนื่องจากใช้อุปกรณ์ในการเชื่อมต่อเพียงแค่สองตัวก็สามารถที่จะเริ่มการเชื่อมต่อได้ทันที โดยที่รูปแบบนี้จะประกอบด้วย มาสเตอร์ 1 ตัว (อุปกรณ์ตัวแรกจะเป็นมาสเตอร์) และที่เหลือเป็นสเลฟทั้งหมด สามารถมีสเลฟได้มากที่สุดถึง 7 ตัวแต่จะมีอัตราความเร็วในการส่งข้อมูลจำกัด รูปที่ 2.5 แสดงถึงการเชื่อมต่อของบงกชแบบ พีโคเน็ต



รูปที่ 2.5 การเชื่อมต่อแบบพีโคเน็ต



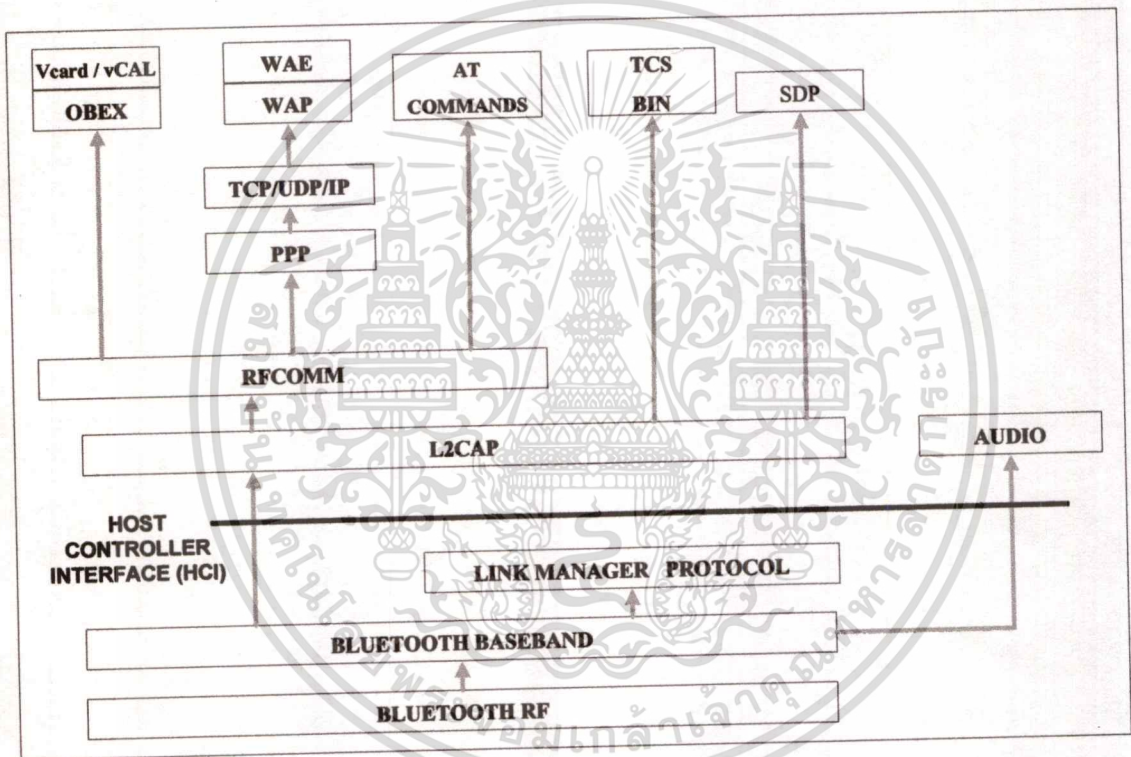
รูปที่ 2.6 การเชื่อมต่อแบบสแกตเตอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.6 การเชื่อมต่อแบบสแกนเตอร์เน็ตประกอบด้วย การเชื่อมต่อแบบพิกโคเน็ต 2 ตัวมาเชื่อมต่อกัน โดยมีสเลฟมาทำหน้าที่เป็นบริดจ์ (bridge) ในการเชื่อมต่อกับพิกโคเน็ตอีกตัวหนึ่ง รูปแบบการเชื่อมต่อที่ใช้งานส่วนใหญ่ของบลูทูธในปัจจุบันจะเป็นรูปแบบพิกโคเน็ตเพราะการเชื่อมต่อแบบสแกนเตอร์เน็ตจะมีข้อจำกัดในเรื่องของการใช้ทรัพยากรมาก (ในที่นี้หมายถึง อัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูล)

## 2.4 สถาปัตยกรรมบลูทูธ

การควบคุมการเชื่อมต่อการทำงานระหว่าง แอปพลิเคชัน (Application) กับอุปกรณ์บลูทูธ จะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ Bluetooth Protocol Stack



รูปที่ 2.7 Bluetooth Protocol Stack

จากรูปที่ 2.7 แสดงให้เห็นถึงแผนภาพการเรียกใช้งานของแอปพลิเคชันทางบลูทูธได้ในการติดต่อกับอุปกรณ์หูฟังที่จับบลูทูธในการเชื่อมต่อกับโทรศัพท์มือถือ มีขั้นตอนดังนี้ คือ สัญญาณวิทยุของบลูทูธ จะทำการติดต่อกับชั้นของ Bluetooth Baseband เพื่อที่จะทำการติดต่อไป LMP (Link Manager Protocol) ว่าจะใช้วิธีการติดต่อในรูปแบบใด LMP จะทำการเชื่อมต่อโดยมีการติดต่อผ่านทางชั้นของ Bluetooth Baseband ในการติดต่อกับอุปกรณ์ที่ใช้งานทางด้านเสียง จากตัวอย่างจะเห็นว่าชั้นของ Bluetooth Baseband นั้นจะทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการติดต่อกับ

สัญญาาวิทขของบลูทูท และ LMP จะทำหน้าที่ควบคุมในการเชื่อมต่อไปยังชั้นถัดไปตามความเหมาะสมกับการใช้งาน

รายละเอียดของ Bluetooth Protocol Stack แต่ละโปรโตคอลมีดังนี้

- Bluetooth RF คือ ชั้นล่างสุดในการรับและส่งโดยใช้สัญญาาวิทข ส่วนนี้จะเป็นส่วนของวงจรไฟฟ้าภาคส่งและรับถูกควบคุมโดย Bluetooth Baseband
- Bluetooth Baseband ทำหน้าที่ในการดูแลควบคุม Bluetooth RF ในส่วนของเวลา และช่องสัญญาาวิทข โดยมี 2 รูปแบบคือ Synchronous Connection Oriented (SCO) ใช้สำหรับส่งข้อมูลเสียงแบบต่อเนื่องกับเวลา และ Asynchronous Connectionless link (ACL) ใช้สำหรับส่งข้อมูลทั่วไป
- Audio ไม่ได้เป็นส่วนหนึ่งของโปรโตคอลแต่ที่แสดงไว้ในรูปที่ 7 เพื่อบ่งบอกถึงการติดต่อสื่อสารทางเสียงโดยใช้บลูทูท
- LMP ทำหน้าที่ในการจัดการดูแลควบคุมการติดต่อพื้นฐานของอุปกรณ์บลูทูท กำหนดขนาดของแพคเกจยังทำหน้าที่ดูแลด้านความปลอดภัยในการพิสูจน์ตัวตน เข้ารหัสถอดรหัส และตรวจสอบคีย์ (Key) ในการถอดรหัส
- HCI (Host Controller Interface) ทำหน้าที่ในการจัดหาคำสั่งควบคุมการเชื่อมต่อระหว่าง Bluetooth RF Bluetooth Baseband และ LMP
- L2CAP (Logical Link Control and Adaptation) ทำหน้าที่เป็นเกราะป้องกันระหว่างโปรโตคอลชั้นบน กับโปรโตคอลชั้นล่าง
- SDP (Service Discovery Protocol) เป็นโปรโตคอลที่ช่วยค้นหาบริการจากอุปกรณ์บลูทูทตัวอื่นที่อยู่ภายในเครือข่ายเดียวกัน
- RFCOMM (Radio Frequency Communications Protocol) เป็นโปรโตคอลเสมือนที่ทำให้แอปพลิเคชันด้านบนมองบลูทูทเป็นเหมือนพอร์ตอนุกรม (Serial Port) ทั่วไป
- TCS BIN (Telephony Control Protocol Specification Binary) เป็นโปรโตคอลที่ถูกสร้างขึ้นบน L2CAP ทำหน้าที่ในการกำหนดสัญญาาวิทขของเสียงในการสนทนาและข้อมูลระหว่างอุปกรณ์บลูทูท
- PPP (Point - to - Point Protocol) เป็นโปรโตคอลที่ถูกกำหนดโดย Internet Engineering Task Force (IETF) ใช้สำหรับบรรจุ IP datagram บน Serial point to point link
- IP (Internet Protocol) เป็นโปรโตคอลแบบ Connectionless Network โปรโตคอลที่ใช้งานบนอินเทอร์เน็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- TCP (Transmission Control Protocol) เป็นโปรโตคอลแบบ Connection - oriented ใช้งานบนอินเทอร์เน็ตอยู่ในส่วนชั้น Transport layer
- UDP (User Datagram Protocol) ) เป็นโปรโตคอลแบบ Connection - less ใช้งานบนอินเทอร์เน็ตอยู่ในส่วนชั้น Transport layer
- WAP (Wireless Application Protocol) และ WEP (Wireless Application Environment) เป็นโปรโตคอลที่ใช้ในการรับและส่งข้อมูลของอินเทอร์เน็ตสำหรับอุปกรณ์ไร้สายขนาดเล็กเช่นโทรศัพท์มือถือ
- OBEX (Object Exchange Protocol) เป็นโปรโตคอลที่ถูกพัฒนาใช้งานแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างอุปกรณ์โดยรองรับสำหรับ Infrared Data Association (IrDA)
- BNEP (Bluetooth Network Encapsulation Protocol) เป็นโปรโตคอลแบบออฟชั่นนอลที่ทำหน้าที่ห่อหุ้มค้ำค่าแพคเกจของโปรโตคอลอื่นๆเป็นโปรโตคอลที่อยู่เหนือโปรโตคอล L2CAP
- แอปพลิเคชัน เป็นส่วนของโปรแกรมที่ทำหน้าที่ติดต่อรับหรือส่งข้อมูลกับผู้ใช้ผู้ส่วนบนสุด

#### 2.4.1 โลกิกคองลิงค์ (Logical Link) และ บลูทูธแพคเกจ (Bluetooth Packet)

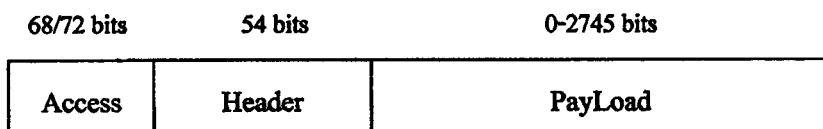
โลกิกคองลิงค์ คือ ชนิดของการเชื่อมต่อที่ใช้ติดต่อกันระหว่างมาสเตอร์และสเลฟ แบ่งออกได้เป็นดังนี้

- Synchronous Connection Oriented คือ ใช้สำหรับการสื่อสารข้อมูลเสียง รองรับการเชื่อมต่อแบบสมมาตรและมีความเร็วในการรับและส่งอยู่ที่ 64 kbps
- Extend Synchronous Connection Oriented (ESCO) คือ SCO ที่รองรับการเชื่อมต่อแบบไม่สมมาตร
- Asynchronous Connectionless link คือ ใช้สำหรับการสื่อสารข้อมูลทั่วไป รองรับการเชื่อมต่อทั้งแบบสมมาตร และไม่สมมาตร ACL จะไม่รับรองว่าถ้าข้อมูลมีการสูญหายจะทำการส่งข้อมูลใหม่

บลูทูธแพคเกจ คือ การส่งข้อมูลจะถูกส่งในรูปของแพคเกจ โดยที่แต่ละแพคเกจจะประกอบด้วย 3 ส่วนคือ Access Code Header และ Pay Load ซึ่งแสดงในรูปที่ 2.8 ชนิดของแพคเกจจะแบ่งออกได้เป็น 3 แพคเกจ

- Control packets ใช้ระหว่าง เซิร์ฟเวอร์กับสเลฟ ในการนำข้อมูลส่งไปในรูปแบบสัญญาณวิทยุ
- Synchronous packet ใช้ส่งข้อมูลเสียง

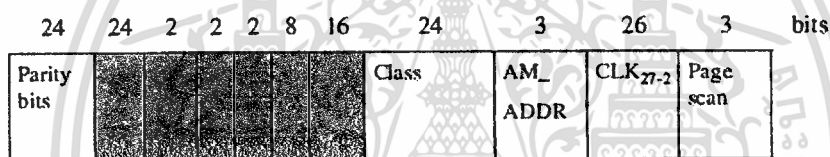
- Asynchronous packets ใช้ส่งข้อมูลทั่วไป



รูปที่ 2.8 บลูทูธแพคเกจโดยทั่วไป

ในส่วนของ Control packets ภายในจะประกอบไปด้วย 5 แพคเกจดังนี้ ID POLL NULL FHS และ DM1 ส่วนที่สำคัญ คือ ID Packet และ FHS Packet

- ID Packet คือ แพคเกจที่มีข้อมูลของ Device Access Code (DAC) หรือ Inquiry Access Code (IAC) อยู่ภายในและต้องมีขนาดไม่เกิน 68 bits
- FHS Packet คือ แพคเกจที่มีข้อมูลของ MAC Address ที่พร้อมส่งไป โครงสร้างของแพคเกจแสดงดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 โครงสร้าง FHS Packet

การสร้างความน่าเชื่อถือในการส่งข้อมูลจะมี 3 ขั้นตอนดังนี้มาใช้งานร่วมกัน

- Forward Error Correction จะมีการเพิ่ม check bit เข้าไปที่ header หรือ pay load
- Automatic Repeat Request (ARQ) ข้อมูล payload จะถูกส่งใหม่จนกระทั่งปลายทางตอบกลับมา
- Cyclic Redundancy Check (CRC) จะถูกใส่เพิ่มไปในแพคเกจสำหรับตรวจสอบความถูกต้องของ payload

ตารางที่ 2.4 – 2.6 แสดงถึงชนิดและคุณสมบัติของ Control packets , ACL Packet และ SCO Packet ค่า D ในตารางที่ 2.6 หมายถึง Hamming Distance คือระยะห่างตำแหน่งของตัวเลขที่เหมือนกัน

ตารางที่ 2.4 แสดงชนิดและคุณสมบัติของ Control packets

Type	Data length (octets)	FEC	CRC	Max symmetric bandwidth	Max asymmetric bandwidth
ID	-	-	-	-	-
NULL	-	-	-	-	-
POLL	-	-	-	-	-
FHS	18	2/3	Yes	-	-

ตารางที่ 2.5 แสดงชนิดและคุณสมบัติของ ACL Packet

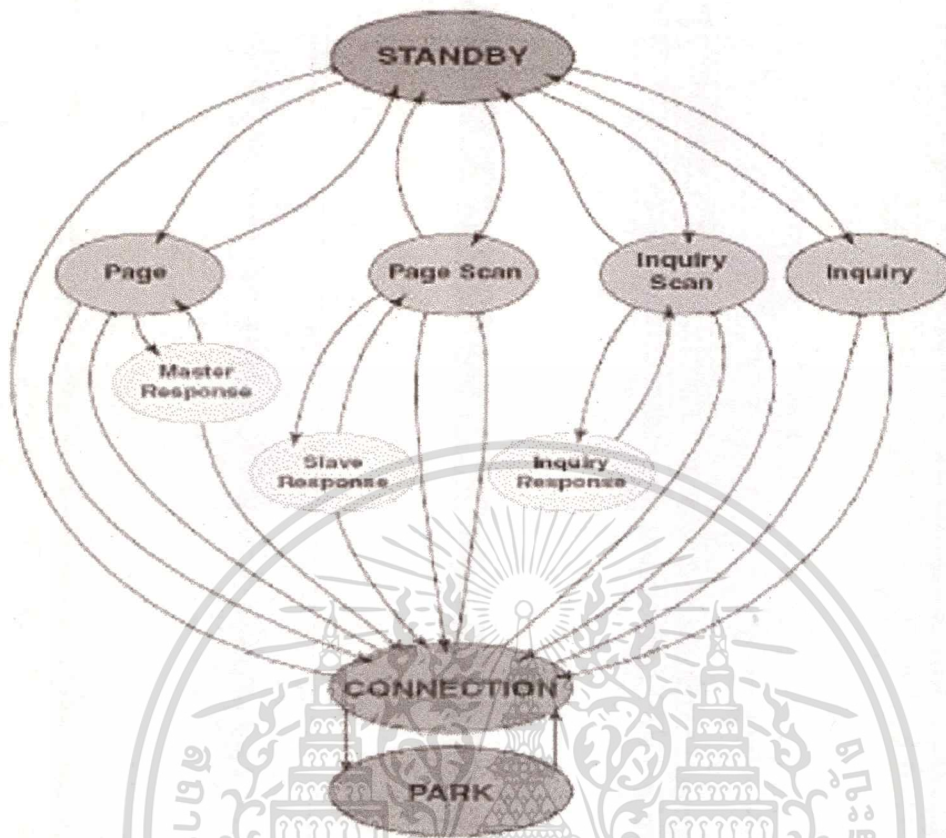
Type	Header size	Data size (bytes)	FEC	CRC	Max symmetric bandwidth (Kbps)	Max asymmetric bandwidth
DM1	1	17	2/3	Yes	108.8	108.8
DH1	1	28	No	Yes	172.8	172.8
DM3	2	121	2/3	Yes	258.1	387.2
DH3	2	183	No	Yes	390.4	585.6
DM5	2	224	2/3	Yes	266.7	477.8
DH5	2	339	No	Yes	433.9	723.2
AUX	1	29	No	Yes	185.6	185.6

ตารางที่ 2.6 แสดงชนิดและคุณสมบัติของ SCO Packet

Type	Header size	Data size (bytes)	FEC	CRC	Max symmetric bandwidth (Kbps)
HV1	-	10	1/3	No	64
HV2	-	20	2/3	No	64
HV3	-	30	Non	No	64
DV	ID	10+(0-9)D	2/3 D	Yes	64+57.6D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4.2 สถานะการทำงานของบลูทูธ



รูปที่ 2.10 Bluetooth state machine [H. Labiod, H. Afifi And C. De Santis, WI-FI<sub>TM</sub>, BLUETOOTH<sub>TM</sub>, ZIGBEE<sub>TM</sub> AND WIMAX<sub>TM</sub>]

จากรูปที่ 2.10 แสดงให้เห็นถึงสถานะการเชื่อมต่อของบลูทูธซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- Standby สถานะที่พร้อมการรับส่งข้อมูล
- Inquiry สถานะที่ทำการค้นหาอุปกรณ์บลูทูธตัวอื่น และทำการติดต่อ อุปกรณ์บลูทูธที่ถูก Inquiry (Inquiry Scan) นั้นจะส่ง packet FHS (Frequency Hopping Sequence) ทำให้ อุปกรณ์ที่ inquiry นั้นสร้างการเชื่อมต่อขึ้นมาได้
- Inquiry Scan สถานะนี้จะคอยรับ packet inquiry ที่ใช้สำหรับการเข้าถึงข้อมูล เมื่อได้รับ packet FHS จะทำการตอบรับอุปกรณ์ inquiry
- Page สถานะนี้ มาสเตอร์ กับ สเลฟ จะส่งข้อมูล page และตอบกลับซึ่งกันและกัน
- Page Scan สถานะนี้จะทำหน้าที่อนุญาตให้อุปกรณ์ที่ paging สร้างการเชื่อมต่อกัน
- Connection เป็นสถานะที่พร้อมจะทำการรับหรือส่งข้อมูล แต่มีอยู่ 3 โหมดในการเชื่อมต่อ

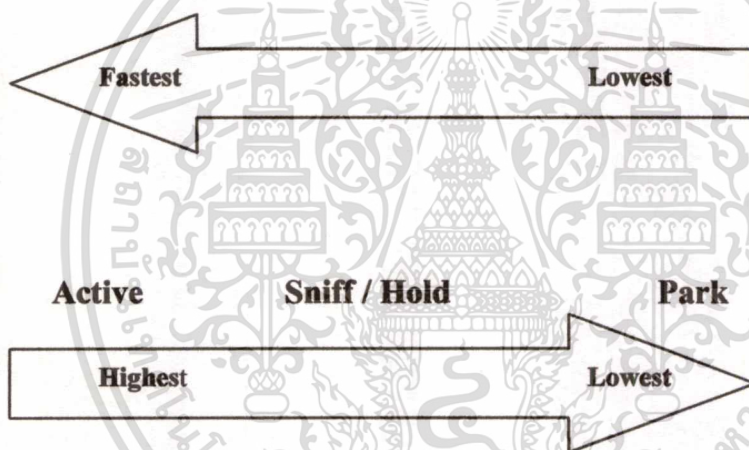
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- โหมด Active คือ อุปกรณ์ที่เป็นสเลฟจะรอรับข้อมูลจากมาสเตอร์เมื่อประมวลผลเสร็จแล้วจะทำการส่งกลับไปยังมาสเตอร์ทันที โหมดนี้มีการตอบสนองต่อเวลาที่ไวมาก แต่ใช้พลังงานมากที่สุด

- โหมด Sniff คือ สเลฟ ตัวที่ทำงานจะ active เป็นระยะๆตามระยะเวลาที่กำหนดที่แน่นอน

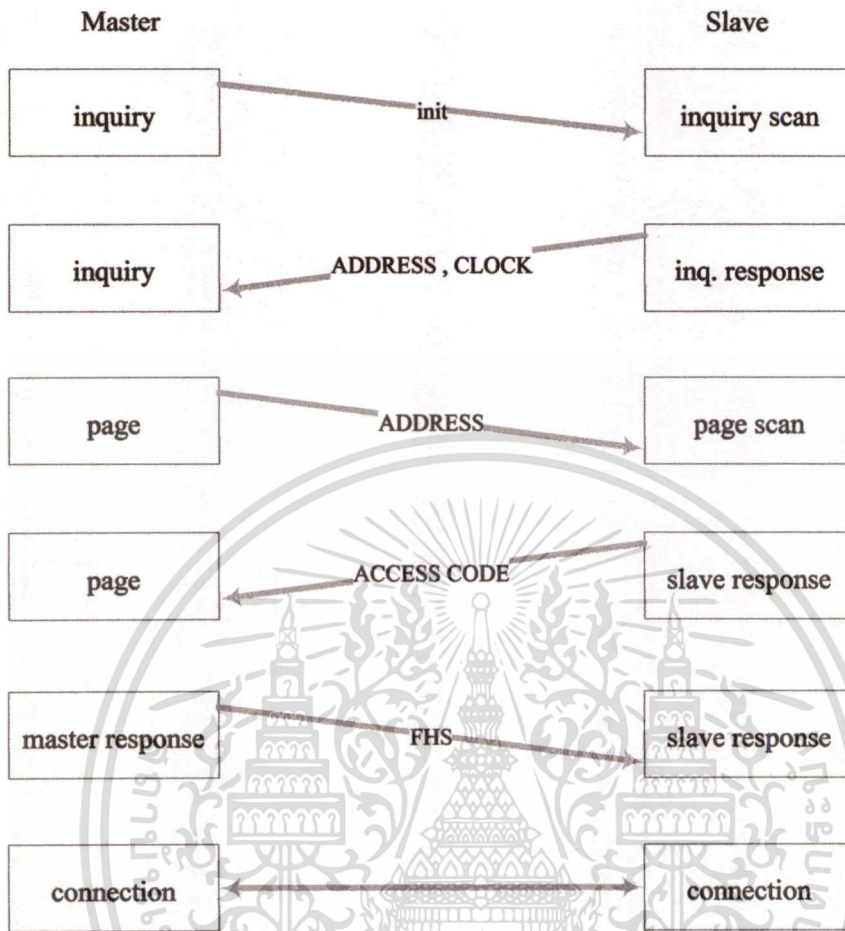
- โหมด Hold คือ ทั้งสเลฟและมาสเตอร์จะทำการหยุดรับส่งข้อมูลเมื่อถึงช่วงเวลา Hold Time การเชื่อมต่อจะขาดกันในช่วงเวลานี้สามารถไปติดต่อกับ สเลฟ หรือ มาสเตอร์ตัวอื่นได้ เมื่อหมดเวลา Hold Time ก็จะทำการเชื่อมต่อเพื่อรอรับข้อมูลต่อ

- Park สถานะที่ขอมให้มาสเตอร์สามารถเชื่อมต่อแบบ Piconet มากกว่า 7 ตัว โดยสเลฟมีการสลับสับการทำงานตลอดเวลา โดยจะเลือกสเลฟที่เป็น park ให้เป็น active slave และสเลฟที่เหลือจะเป็น park และรอรับการทำงานของมาสเตอร์ให้เปลี่ยนเป็น active slave สถานะ park เป็นส่วนหนึ่งในโหมดของการเชื่อมต่อ



รูปที่ 2.11 พลังงานที่ใช้ในแต่ละโหมด

### 2.4.3 การทำงานกับส่วนควบคุมการเชื่อมต่อ



รูปที่ 2.12 กลไกการเชื่อมต่อใน LMP

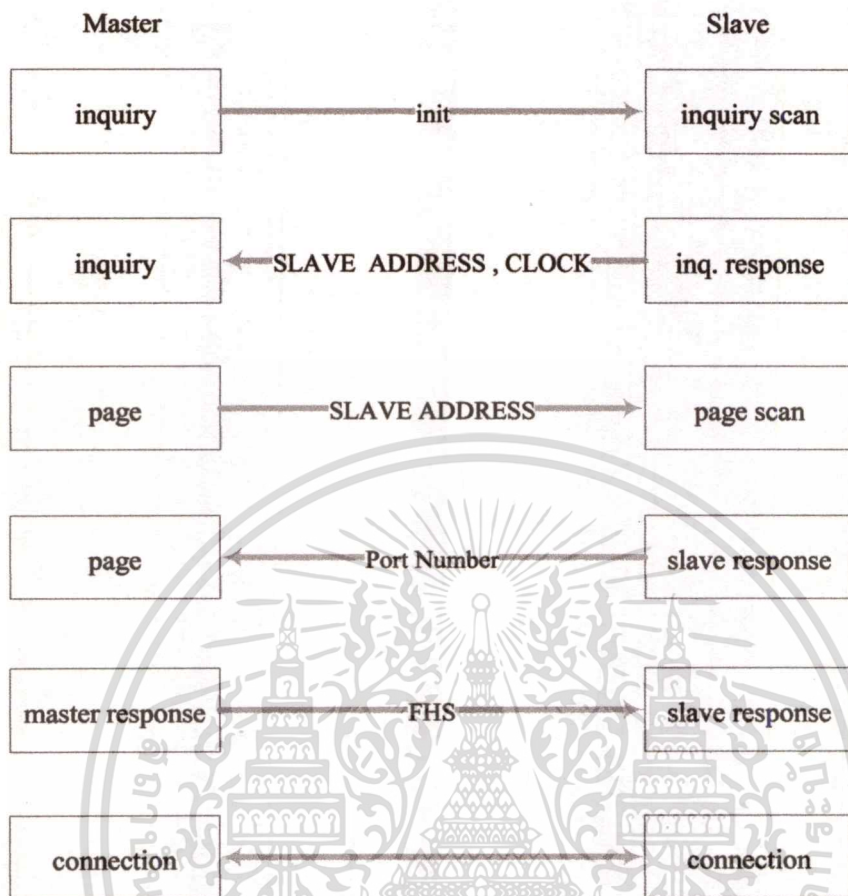
จากรูปที่ 2.12 แสดงให้เห็นถึงสถานะลำดับการเชื่อมต่อระหว่างชั้น LMP เพื่อทำการติดต่อกับส่วนควบคุมการเชื่อมต่อ

- ฟังก์ชันสถานะที่สถานะ inquiry ส่งสัญญาณ initialize ไปยังฟังก์ชันสถานะ inquiry scan
- ฟังก์ชันสถานะที่ได้รับสัญญาณแล้วจะเปลี่ยนสถานะเป็น inquiry response ส่ง address (48 bits MAC) และ clock กลับ ไปยังฟังก์ชัน master
- slave response ส่ง address และ clock ไปแล้วจะเปลี่ยนสถานะเป็น page scan เพื่อรอรับ address จากฟังก์ชัน master ที่เปลี่ยนสถานะเป็น page
- เมื่อฟังก์ชันสถานะได้รับ address จากฟังก์ชันสถานะ master จะทำการเปลี่ยนสถานะเป็น slave response แล้วทำการส่ง access code ไปยังฟังก์ชันสถานะ master
- ฟังก์ชันสถานะเมื่อได้รับ access code จากฟังก์ชันสถานะ slave จะเปลี่ยนสถานะเป็น master response แล้วทำการส่ง packet FHS ไปยังฟังก์ชันสถานะ slave เมื่อทำการส่ง packet FHS ไปแล้วฟังก์ชันสถานะ master จะเปลี่ยนสถานะเป็น connection พร้อมทำการรับส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อฝั่งสเลฟได้รับ packet FHS แล้วจะเปลี่ยนสถานะเป็น connection พร้อมทำการรับส่งข้อมูล

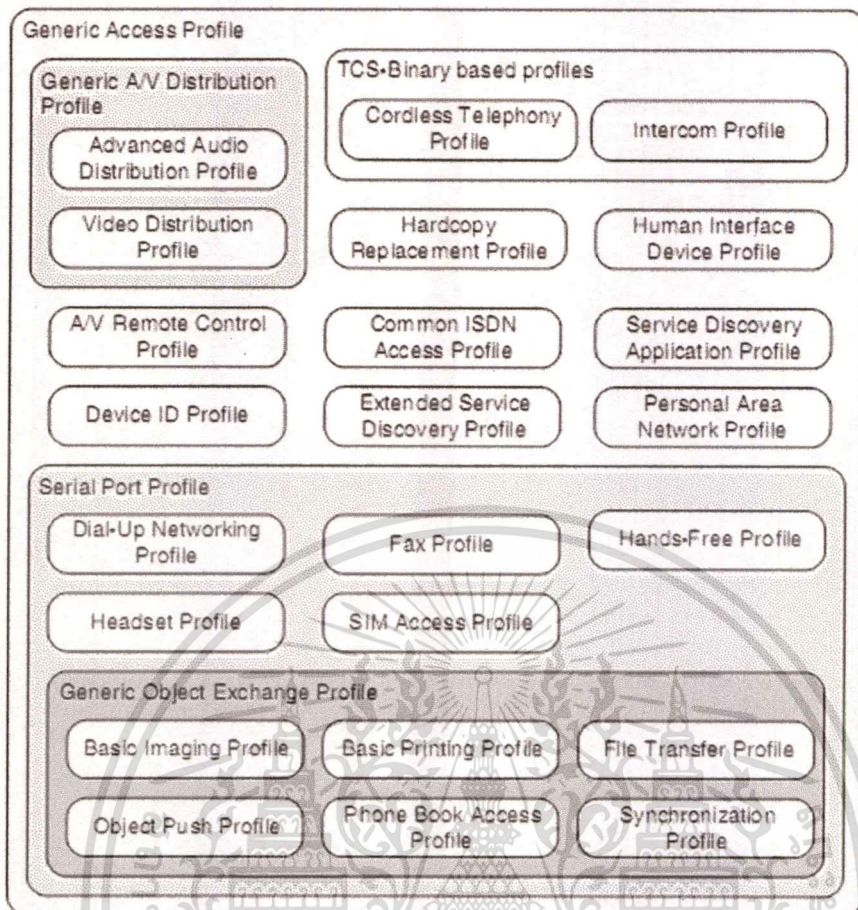


รูปที่ 2.13 L2CAP และ LMP

รูปที่ 2.13 แสดงถึงการติดต่อระหว่างชั้น LMP กับชั้น L2CAP ซึ่งจะเป็นไปตามลำดับการทำงานในการติดต่อของ LMP (อ้างอิงจากรูปที่ 2.13) แตกต่างตรงขั้นตอนการ paging จะส่ง port number มาแทน access code

#### 2.4.4 บลูทูธโพรไฟล์ (Bluetooth Profile)

ส่วนที่ทำหน้าที่เก็บโพรไฟล์หรือเลือกใช้โปรโตคอลในการควบคุมของอุปกรณ์บลูทูธในอุปกรณ์หนึ่งซึ่งสามารถที่จะรองรับได้หลายโพรไฟล์โดยที่โพรไฟล์ของแต่ละตัวนั้นจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ SIG



**รูปที่ 2.14** บลูทูธโพรไฟล์ [Timothy J. Thompson, Paul J. Kline And C Balakumar, **BLUETOOTHAPPLICATION PROGRAMMINGWITH THE JAVATM APIs ESSENTIALS EDITION**]

จากรูปที่ 2.14 แสดงให้เห็นโพรไฟล์แต่ละประเภทว่ามีอะไรบ้างซึ่งจะอธิบายแต่ละโพรไฟล์ดังนี้

- GAP (Generic Access Profile) โพรไฟล์จะเป็นส่วนของการทำงานในการค้นหาอุปกรณ์บลูทูธและในการเชื่อมต่อโดยที่ภายในจะประกอบด้วยโพรไฟล์พื้นฐานต่างๆ
- TCS-Binary based profile โพรไฟล์นี้ประกอบด้วย 2 โพรไฟล์คือ ICP (Intercom Profile ) โพรไฟล์นี้จะใช้สำหรับอุปกรณ์ Intercom โดยมีการนำบลูทูธมาใช้ในการทำงานจะคล้ายแบบ Walkie-Talkie และโพรไฟล์ CTP (Cordless Telephony Profile ) ใช้สำหรับ Cordless Phone ที่นำบลูทูธมาใช้งาน
- GAVDP (Generic A/V Distribution Profile) โพรไฟล์นี้ประกอบด้วย 2 โพรไฟล์คือ A2DP (Advanced Audio Distribution Profile) โพรไฟล์นี้ใช้ในการส่งข้อมูลเสียงไปยังอุปกรณ์อื่นผ่านทางบลูทูธ และโพรไฟล์ VDP (Video Distribution) ใช้ส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลภาพแบบ Video Stream จากเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยังอุปกรณ์พกพา รองรับไฟล์ H263 และ MPEG-4

- SPP (Serial Port Profile) โพรไฟล์ใช้สำหรับอุปกรณ์เสริมของบลูทูธที่ต้องใช้งานผ่าน Serial Port (RS-232) โดยจะใช้โปรโตคอล RFCOMM มาทำการติดต่อกับอุปกรณ์ โพรไฟล์นี้ประกอบด้วย 5 โพรไฟล์คือ DUN (Dial-Up Networking Profile) เป็นโพรไฟล์ที่ใช้ในการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตโดย dial-up service ที่ใช้บลูทูธ FAX (Fax Profile) ใช้ระบบ FAX โดยทำการเชื่อมต่อกับโปรแกรมจัดการบนเครื่องคอมพิวเตอร์ HFP (Hands-Free Profile) ใช้กับชุดอุปกรณ์ Hands-Free เชื่อมต่อกับมือถือ HSP (Headset Profile) หูฟังแบบไร้สายที่ใช้บลูทูธมาเชื่อมต่อโดยใช้ SCO มาส่งข้อมูลเรื่องเสียง และ SAP (SIM Access Profile) ใช้กับ Sim Card ติดต่อกับระบบ GSM
- GOEP (Generic Object Exchange Profile) โพรไฟล์นี้ประกอบด้วย 6 โพรไฟล์ BIP (Basic Imaging Profile) โพรไฟล์นี้ออกแบบมาเพื่อใช้ส่งรูปภาพไปยังอุปกรณ์อีกตัวหนึ่งโดยที่จะมีความสามารถในการปรับเปลี่ยนขนาดรูป BPP (Basic Printing Profile) ใช้ในการส่งข้อความหรืออีเมลไปยังเครื่องพริ้นท์เตอร์ FTP (File Transfer Profile) ทำหน้าที่จัดการ เคลื่อนย้าย และค้นหาไฟล์ไปยังอุปกรณ์บลูทูธตัวอื่น OPP (Object Push Profile) ใช้รับและส่งไฟล์ข้อมูลขนาดเล็กแตกต่างจากการส่งแบบใช้ BIP ตรงที่การส่งจะอยู่ในสถานะเชิร์ฟเวอร์ PBAP (Phone Book Access Profile) โพรไฟล์ที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนรายชื่อเบอร์โทรศัพท์ และ SYNCH (Synchronization Profile) ใช้ในการประสานงานกับ PIM (Personal Information Manager)
- DID (Device ID Profile) โพรไฟล์ที่แสดงว่าอุปกรณ์นี้ขอมอยู่ภายในข้อจำกัดของ Device Class ให้บลูทูธนำไปใช้งานได้
- AVRCP (A/V Remote Control Profile) โพรไฟล์ถูกออกแบบมาเพื่อให้มาตรฐานอินเทอร์เน็ตเฟสควบคุม TVs, อุปกรณ์ Hi-fi และอื่นๆ เพื่อให้สามารถรีโมทคอนโทรลอุปกรณ์อื่นได้ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ A/V
- CIP (Common ISDN Access Profile) โพรไฟล์ที่ยอมให้ไม่จำกัดการเข้าใช้งานเซอร์วิส ISDN
- HCRP (Hardcopy Replacement Profile) โพรไฟล์พื้นฐานที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์กับพริ้นท์เตอร์
- HID (Human Interface Device Profile) โพรไฟล์ที่นำมารองรับกับการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกเช่น ไมค์ คีย์บอร์ด และ จอยเกมส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- PAN (Personal Area Network Profile) โพรไฟล์นี้สร้างมาเพื่อทำงานร่วมกับโปรโตคอล BNEP
- SDAP (Service Discovery Application Profile) โพรไฟล์นำมาใช้งานร่วมกับโปรโตคอล SDP เพื่อใช้ค้นหาเซอร์วิสของอุปกรณ์ที่จะทำการริโมท

#### 2.4.5 บลูทูธซีเคียวริตี้ (Bluetooth Security)

ความปลอดภัยในการใช้งานการเชื่อมต่อแบบไร้สายนั้นจะมีความสำคัญมาก ถ้าในกรณีที่ได้มีการใช้อุปกรณ์บลูทูธในการค้นหาอุปกรณ์ที่อยู่ภายในระยะทำการนั้นแล้วทำการเชื่อมต่อได้ทันที ปัญหาจะเกิดขึ้นมาว่าตัวอุปกรณ์ที่ทำการเชื่อมต่อนั้นใช่ตัวที่เราต้องการใช้งานหรือไม่และถ้าสามารถทำการเชื่อมต่อได้โดยง่ายแล้วอาจมีบุคคลอื่นมาแอบแฝงเชื่อมต่อได้โดยง่าย ทำให้ความปลอดภัยของบลูทูธนั้นจึงมีความจำเป็นซึ่งตัวบลูทูธจะมีอยู่ด้วยกัน 3 โหมดคือ การตรวจสอบ (Authentication) การเข้ารหัส (Encryption) และการให้สิทธิ์ (Authorization) ใน 3 โหมดของบลูทูธซีเคียวริตี้นี้จะมีการทำงานแตกต่างกันตามระดับชั้นโดยที่ซีเคียวริตี้เมนเจอร์ (Security Manager) จะเป็นทำหน้าที่จัดการในการส่งข้อมูลของระบบบลูทูธอีกที

- โหมดความปลอดภัย (Security Mode)

โหมดความปลอดภัย ถือเป็นส่วนหนึ่งของโปรไฟล์ GAP ซึ่งโดยทั่วไปแล้วคุณสมบัติของอุปกรณ์บลูทูธต้องมีโปรไฟล์ GAP อยู่ภายในด้วยโปรไฟล์ GAP จะประกอบด้วย โหมดความปลอดภัย 3 โหมด

- โหมด 1 ไม่มีระบบรักษาความปลอดภัย

โหมดนี้ไม่มีการใช้งานของซีเคียวริตี้แต่ยังคงมีการสนับสนุนการให้สิทธิ์ในการตรวจสอบแต่ไม่สามารถที่จะมองเห็นอุปกรณ์บลูทูธพร้อมกันได้หลายตัว

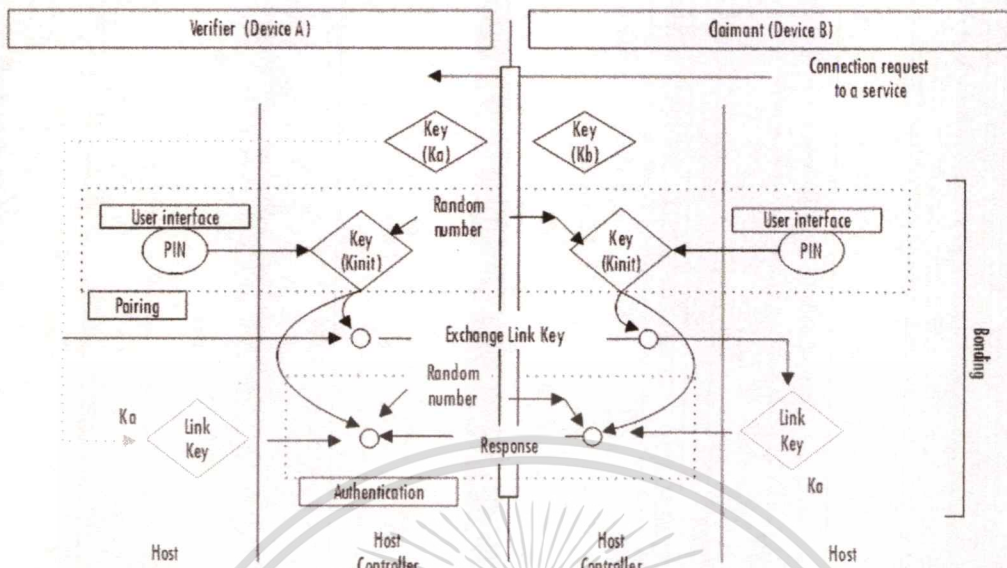
- Mode 2 ใช้ในการเข้าถึงที่โปรโตคอลชั้นบนสุดหรือเซอร์วิส

โหมดนี้อุปกรณ์บลูทูธทั่วไปเป็นส่วนใหญ่จะใช้งานกันโหมด 2 จะถูกใช้งานในระดับชั้นเซอร์วิสดังนั้นเซอร์วิสจึงสามารถที่จะทำการตัดสินใจได้ว่าจะใช้หรือไม่ใช้

- Mode 3 ใช้กับการเชื่อมต่อที่มีการเรียกขอ

โหมดนี้จะทำงานที่บลูทูธลิงก์ (Bluetooth Link) ถ้าระบบมีการผิดพลาดขึ้นขั้นตอนในการติดต่อก็จะผิดพลาดตามด้วยโหมดนี้ไม่สามารถที่จะกำหนดการใช้งานโดยผู้ใช้ได้จะถูกกำหนดมาจากทางโรงงานผลิตเอง

- Authentication (Pairing and Bonding)



รูปที่ 2.15 Pairing Bonding และ Authentication [David Kammer, Gordon McNutt, Brian Senese And Jennifer Bray, Bluetooth Application Developer's Guide: The Short Range Interconnect Solution]

Bonding คือกระบวนการตรวจสอบของอุปกรณ์บลูทูธไปยังอีกตัวหนึ่งและได้มีการใช้งาน Authentication key ร่วมกันถ้าอุปกรณ์ไม่สามารถที่จะแบ่ง Authentication key ได้ก็ตัวใหม่จะถูกสร้างก่อนที่จะเสร็จสิ้นกระบวนการ Bonding การสร้าง Authentication key จะเรียกว่า Pairing กระบวนการ Pairing นี้จะทำการสร้าง Initialization key และ Authentication key โดยที่ Initialization key นั้นผู้ใช้งานจะเป็นคนกำหนดขึ้นมาโดยการสุ่มตัวเลขใดก็ได้และค่าบลูทูธแอดเดรส (Bluetooth Address) ของอุปกรณ์บลูทูธตัวอื่น ผู้ใช้ยังสามารถที่จะนำค่าของ PIN มาใช้ ในส่วนของ Authentication key มาจากการสุ่มของตัวเลขและบลูทูธแอดเดรสของบลูทูธทั้งสองเครื่อง Initialization key มาจากการนำ Authentication key มาทำการเข้ารหัสหลังจากที่เสร็จสิ้นกระบวนการ Pairing แล้วถ้าค่า Authentication key ของบลูทูธทั้งสองเครื่องมีค่าเหมือนกันจะเรียกว่า Combination key ซึ่งกระบวนการที่กล่าวมาทั้งหมดจะแสดงไว้ดังรูปที่ 2.15

- การเข้ารหัส

การเข้ารหัสนั้นจะเกิดที่กระบวนการตรวจสอบแต่ก่อนที่จะทำการเข้ารหัสนั้นตัวเครื่องบลูทูธจะต้องทำการเลือกว่าจะใช้การเข้ารหัสโหมดไหนและขนาดของคีย์จากการเข้ารหัสคีย์มีอยู่ 3 โหมด

- โหมด 1 ไม่มีการเข้ารหัส

กรณีโหมดที่ไม่มีการเข้ารหัสนั้นเกิดขึ้นได้จากการที่อุปกรณ์บลูทูธนั้นไม่รองรับการเข้ารหัส

- โหมด 2 การเข้ารหัสของแพ็คเกจแบบจุดต่อจุดและ broadcast แพ็คเกจ

โหมดการเข้ารหัสนี้จะเกิดขึ้นในส่วนของชั้นสัญญาณวิทยุ โหมดนี้จะเป็นตัวเลือกในการใช้งานเสมอ

- โหมด 3 การเข้ารหัสของแพ็คเกจแบบจุดต่อจุด

โหมดการเข้ารหัสจะทำการเข้ารหัสในส่วนจุดต่อจุดเท่านั้น

• การให้สิทธิ์

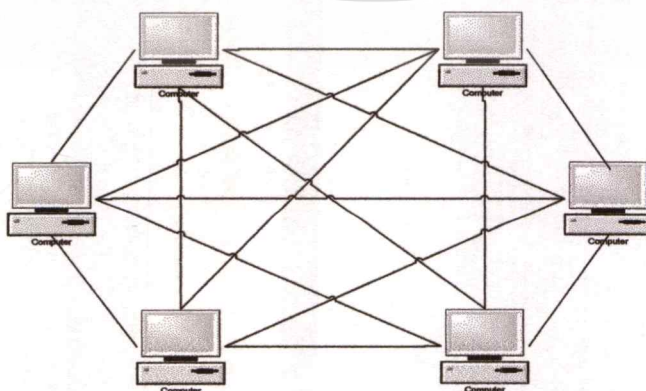
กระบวนการให้สิทธิ์จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อกระบวนการการตรวจสอบนั้นได้เสร็จสิ้นแล้ว

กระบวนการนี้จะใช้ในการรีโมทอุปกรณ์บลูทูธเพื่อเข้าไปใช้งานเซอร์วิส

## 2.5 เทคโนโลยีเพียทูเพีย

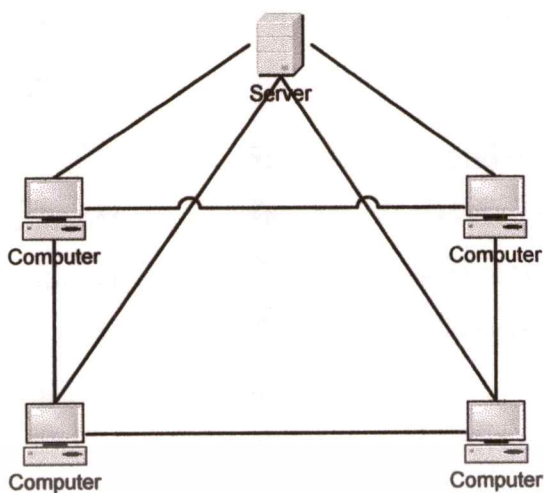
เพียทูเพีย เป็นเทคโนโลยีการสื่อสารที่ให้ผู้ใช้งานสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกันผ่านทางเครือข่าย โดยในระบบนี้จะไม่แบ่งแยกคอมพิวเตอร์เป็น ไคลเอ็นต์และเซิร์ฟเวอร์แต่จะมองทุกโหนดเป็นเพีย กล่าวคือเป็นทั้งไคลเอ็นต์และเซิร์ฟเวอร์ในตัวเดียวสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ง่าย เพียทูเพียสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ เพียทูเพียแบบสมบูรณ์ (Pure P2P) เพียทูเพียแบบไฮบริด (Hybrid P2P) และ ข้อมูล เพียทูเพียแบบผสม (Mix P2P)

จากรูปที่ 2.16 แสดงถึงรูปแบบเครือข่ายเพียทูเพียแบบสมบูรณ์จะมีลักษณะที่ทุกๆเพียสามารถติดต่อและแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้โดยตรงไม่ต้องผ่านเครื่องเซิร์ฟเวอร์กลาง ข้อดี คือ มีความสามารถในการขยายขนาดของเครือข่ายได้ง่าย , ความคงทนโดยถ้ามีเพียเสียหรือหลุดออกไปจากระบบก็จะไม่ส่งผลกระทบต่อระบบโดยรวม ข้อเสีย คือ มีปัญหาเรื่องการใช้แบนด์วิดท์ (Bandwidth) ที่สิ้นเปลือง และความปลอดภัยต่ำ เพราะการเข้าถึงข้อมูลทำได้โดยง่าย



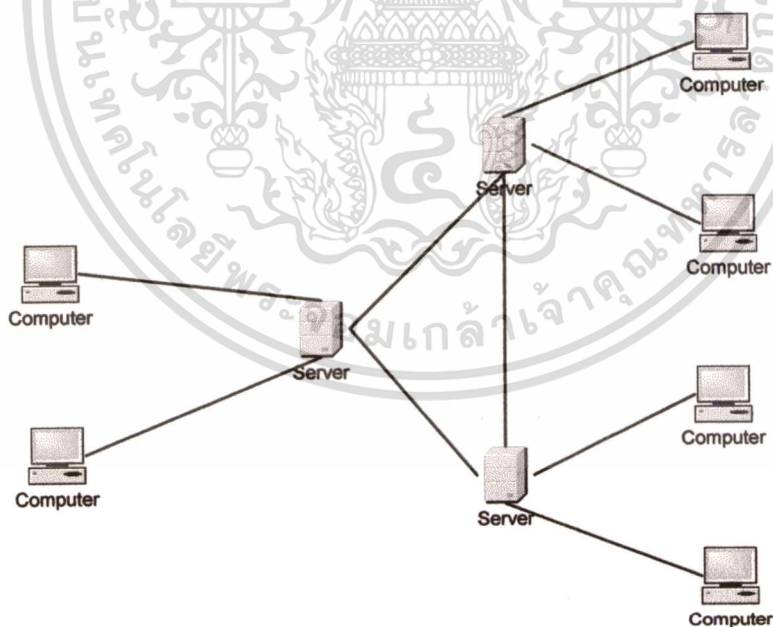
รูปที่ 2.16 ระบบเครือข่ายเพียทูเพียแบบสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 ระบบเครือข่ายเพิกงเพิกงแบบไฮบริดท์

จากรูปที่ 2.17 แสดงถึงรูปแบบเครือข่ายเพิกงเพิกงแบบไฮบริดท์จะมีเครื่องเซิร์ฟเวอร์กลางมาทำหน้าที่ในการจัดเก็บรายละเอียดของข้อมูลว่าไคลเ็นค้ไคมีข้อมูลไคอยู่ช้วยในการค้นหาข้อมูล ข้อดี คือ มีเครื่องเซิร์ฟเวอร์กลางทำหน้าที่ตรวจสอบสถานะทุกๆเพิกงและควบคุมการไหลของข้อมูลภายในเครือข่าย ข้อเสีย คือ ถ้าเครื่องเซิร์ฟเวอร์กลางเสีย จะทำให้สูญเสียรายละเอียดของข้อมูลส่วนกลางแต่ภายในเครือข่ายแต่ละเพิกงก็ยังคงสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกัน ได้



รูปที่ 2.18 ระบบเครือข่ายเพิกงเพิกงแบบผสม

จากรูปที่ 2.18 แสดงถึงรูปแบบเครือข่ายเพิกงเพิกงแบบผสมเป็นทั้งเพิกงเพิกงแบบสมบูรณ์และเพิกงเพิกงแบบไฮบริดท์ ข้อดี คือ ลคปริมาณการจัดการข้อมูลของเครื่องเซิร์ฟเวอร์ เพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

# เครื่องมือที่ใช้พัฒนาโครงการงาน

ปัญหาในการพัฒนาโปรแกรมต่างๆ คือ การนำไปใช้งานร่วมกันบนระบบปฏิบัติการ (Operation System หรือ OS) ที่แตกต่างกัน เช่น โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer หรือ PC) ไม่สามารถนำมาใช้กับเครื่องแมคอินทอชได้หรืออาจใช้งานได้แต่ก็ไม่สามารถทำงานอย่างเต็ม ประสิทธิภาพ และการพัฒนาโปรแกรมบนโทรศัพท์มือถือนับเป็นเรื่องยาก เพราะอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือมีทรัพยากรที่จำกัดไม่ว่าจะเป็นหน่วยความจำ หรือ ความสามารถในการประมวลผล

ในบทนี้จะกล่าวถึงที่มาและภาพรวมการทำงานของภาษาโปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาหรือภาษาจาวา (Java) และเครื่องมือที่ช่วยในการพัฒนา

### 3.1 ความเป็นมาของภาษาจาวา

จากปัญหาที่ได้กล่าวมาในข้างต้นนั้นทำให้ผู้ที่คิดริเริ่มจะพัฒนาภาษาโปรแกรมมิ่งที่สามารถใช้งานได้บนทุกระบบปฏิบัติการขึ้นมารวมทั้งการนำไปใช้พัฒนา โปรแกรมแบบฝังตัวบนอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ คอมพิวเตอร์มือถือ (Palm) และ PDA ช่วงปลายปี ค.ศ. 1995บริษัท ซันไมโครซิสเต็มส์ (Sun Microsystems, Inc.) จึงได้พัฒนาภาษาคอมพิวเตอร์ใหม่ที่มีประสิทธิภาพในการทำงานชนิด ไม่ยึดติดกับแพลตฟอร์มหรือระบบปฏิบัติการขึ้นมา จึงได้ภาษาจาวาขึ้นมาซึ่งเป็นลักษณะของโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object Oriented Programming)

### 3.2 ภาษาจาวา

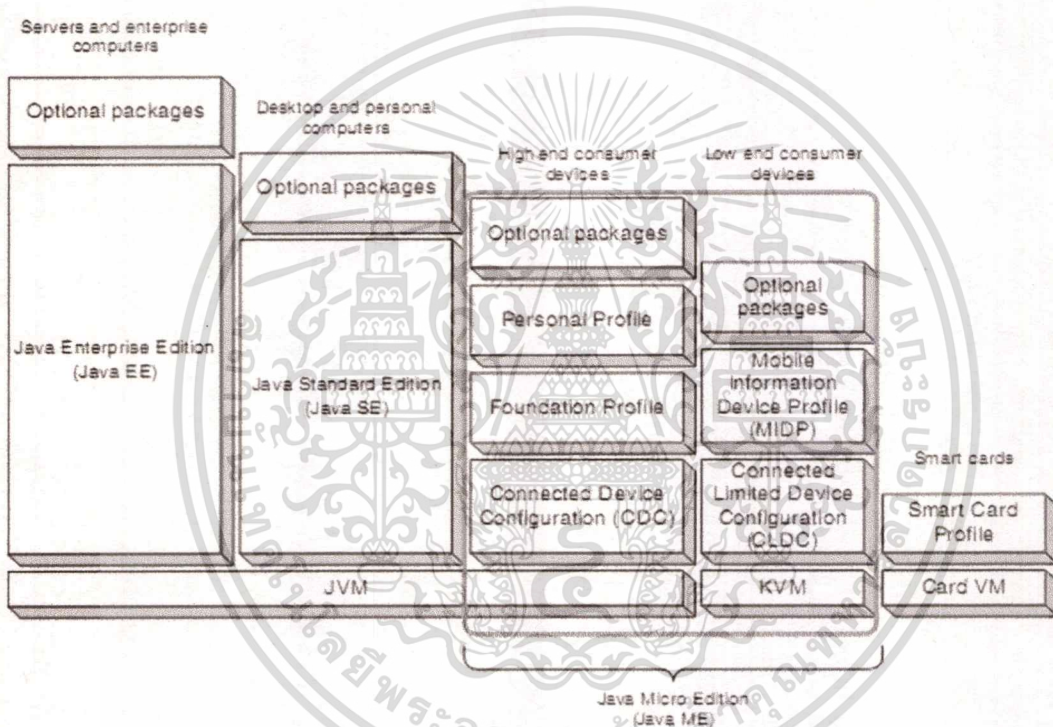
ภาษาจาวาที่จะใช้พัฒนาโปรแกรมแบบฝังตัวบนอุปกรณ์ขนาดเล็ก J2ME (Java 2 Micro Edition) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งใน 3 แพลตฟอร์มของ Java ส่วนแพลตฟอร์มที่เหลือจะอธิบายในส่วนของเทคโนโลยีจาวา

เทคโนโลยีจาวาจะประกอบด้วยส่วนสำคัญดังนี้

- J2SE (Java 2 Standard Edition) ใช้สำหรับพัฒนาโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล
- J2EE (Java 2 Enterprise Edition) ใช้สำหรับพัฒนาโปรแกรมบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์
- J2ME (Java 2 Platform, Micro Edition) ใช้พัฒนาโปรแกรมแบบฝังตัวบนอุปกรณ์โทรศัพท์มือถือ , คอมพิวเตอร์มือถือ (Palm) และ PDA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- JVM (Java Virtual Machine) เป็นเครื่องมือสนับสนุนการทำงานของจาวาเวลารันโปรแกรมจะต้องรันผ่าน JVM ก่อนถึงจะสามารถใช้งานโปรแกรมนั้นได้
- KVM (Kilo Virtual Machine) ทำหน้าที่เหมือน JVM แต่ใช้สำหรับ J2ME รองรับการทำงานกับอุปกรณ์ที่มีขนาดหน่วยความจำและทรัพยากรน้อย
- Card VM (Card Virtual Machine) เหมือน JVM แต่จะสนับสนุนการประมวลผลของการ์ด (Card)
- Optional Packages ส่วนที่รองรับอุปกรณ์ชนิดใหม่หลังจากได้รับรองภาษาจาวารายละเอียดที่กล่าวมาของเทคโนโลยีจาวาแสดงไว้ดังรูปที่ 3.1



**รูปที่ 3.1** เทคโนโลยีของจาวา [Timothy J. Thompson, Paul J. Kline And C Balakumar, BLUETOOTH APPLICATION PROGRAMMING WITH THE JAVATM APIs ESSENTIALS EDITION]

Profile
Configuration
Java Virtual Machines
Host Operation System

**รูปที่ 3.2** สถาปัตยกรรมของ J2ME

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เฉพาะงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.2 แสดงถึงการออกแบบโครงสร้างเทคโนโลยีของ J2ME จะจัดแบ่งหน้าที่การทำงานออกเป็น 4 ระดับชั้นด้วยกัน เพื่อรองรับกับการใช้งานกับอุปกรณ์ต่างๆ

- ระบบปฏิบัติการ (Host Operating System) จะเป็นส่วนของระบบปฏิบัติการบนโทรศัพท์มือถือ
- JVM จะเป็นส่วนของระบบจัดการ ที่ควบคุม และทำงาน ให้สามารถทำงานร่วมกันได้ระหว่าง จาวากับ ระบบปฏิบัติการ โดยมากจะเป็นกาแปลงจาก จาวาโค้ดไปเป็นคำสั่ง ที่ระบบปฏิบัติการเข้าใจ และทำงานร่วมกันได้
- คอนฟิกูเรชัน (Configuration) เป็นกลุ่มของคลาสไลบรารี (Class Library) ที่ครอบคลุมถึง อุปกรณ์ต่างๆ ในกลุ่ม
- โพรไฟล์ (Profiles) เป็นกลุ่มของ คำสั่ง API (Application Programming Interface) ที่ใช้สำหรับอุปกรณ์ ในส่วนนี้จะมี ออฟชั่นแพ็คเกจ (Optional Package) ที่จะใช้สำหรับอุปกรณ์เฉพาะแต่ละประเภท

ส่วนที่สำคัญที่สุดในสถาปัตยกรรมของ J2MEคือ คอนฟิกูเรชันและโพรไฟล์

- ส่วนของคอนฟิกูเรชันนั้นจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทตามชนิดของอุปกรณ์ โดยที่อุปกรณ์ขนาดเล็กนั้นจะเรียกว่า Connected Limited Device Configuration (CLDC) และอุปกรณ์ที่มีความสามารถมากกว่าจะเรียกว่า Connected Device Profile (CDC) โดยจะทำการจัดกลุ่มอุปกรณ์ตามคุณสมบัติพื้นฐานทั้งหมด
- ส่วนของโพรไฟล์นั้นเป็นส่วนของ API และ คลาสซึ่งใช้งานบนอุปกรณ์แต่ละประเภท เป็นตัวกำหนดฟังก์ชันในการทำงานพร้อมทั้งเป็นตัวกลางระหว่างแอปพลิเคชันกับสถานะแวดล้อมของ J2ME โพรไฟล์ที่ใช้ในการพัฒนาโทรศัพท์มือถือ นั้น คือ MIDP (Mobile Information Device Profile) [เจเนอรัล เหลืองอร่ามและปีอวีทซ์ เหลืองอร่าม,การเขียนโปรแกรมสำหรับ Wireless Application ด้วย J2ME]

คุณสมบัติของอุปกรณ์เหมาะสมกับ CDC มีดังต่อไปนี้

- รม (ROM , Read-only Memory) อย่างน้อย 512 Kbyte
- แรม (RAM , Random Access Memory) อย่างน้อย 256 Kbyte
- ใช้หน่วยความจำอย่างน้อย 512 Kbyte สำหรับจาวา
- ใช้หน่วยความจำอย่างน้อย 256 Kbyte สำหรับรันไทม์ (Run Time)
- รองรับการเชื่อมต่อสัญญาณที่มีแบนด์วิธสูง

## คุณสมบัติของอุปกรณ์เหมาะสมกับ CLDC มีดังต่อไปนี้

- ต้องมีหน่วยความจำอย่างน้อยตั้งแต่ 160-512 Kbyte
- รอมอย่างน้อย 128 Kbyte สำหรับจาวา
- แรมอย่างน้อย 32 Kbyte สำหรับรันไทม์
- ใช้พลังงานต่ำ
- โพรเซสเซอร์ (processor) ขนาด 16 bit และ 32 bit และความเร็ว 25MHz
- รองรับการเชื่อมต่อสัญญาณไร้สายที่มีแบนด์วิดท์ต่ำ (ส่วนใหญ่ส่งด้วยอัตราเร็ว 9.6 Kbyte)

ส่วนที่แตกต่างกันระหว่าง CDC กับ CLDC จะแตกต่างกันตรงส่วนของ CDC จะรันโดยใช้ JVM แต่ CLDC จะใช้ KVM ทั้งนี้เนื่องจากขนาดของหน่วยความจำจะมีผลต่อตัวโปรแกรม (ดังรูปจากรูปที่ 3.1)

## โพรไฟล์ที่อยู่บน CDC และ CLDC จะประกอบไปด้วย

- Foundation Profile อยู่ในส่วนของ CDC ใช้กับอุปกรณ์ที่รองรับ JVM และ J2SE
- Personal Profile อยู่ในส่วนของ CDC ขยายความสามารถของสถานะแวดล้อมของ Personal Java
- PDAP อยู่ในส่วนของ CLDC สนับสนุนการเชื่อมต่อผู้ใช้กับ API ของอุปกรณ์มีความจุขนาดเล็กและมีหน่วยความจำขนาดเล็ก ออกแบบมาสำหรับอุปกรณ์ประเภทปาล์ม (Palm)
- MIDP (Mobile Information Device Profile) อยู่ในส่วนของ CLDC คล้ายในส่วนของ PDAP แต่จะรองรับกับอุปกรณ์ไร้สายประเภทโทรศัพท์มือถือ

## ความต้องการและข้อแตกต่างของ CLDC แต่ละเวอร์ชัน

CLDC ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันจะมีอยู่ 2 เวอร์ชันคือ 1.0 และ 1.1 โดยที่เวอร์ชัน 1.1 นั้นจะทำการแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดจากเวอร์ชัน 1.0 เพียงเล็กน้อยและมีการเพิ่ม Floating Point มาในเวอร์ชัน 1.1 ตัวของเวอร์ชัน 1.1 นั้นรองรับการทำงานของโปรแกรมที่พัฒนาในส่วนของเวอร์ชัน 1.0 ความต้องการในส่วนของหน่วยความจำนั้นเวอร์ชัน 1.0 ต้องการ 160 KB ส่วนเวอร์ชัน 1.1 จะใช้ 192 KB CLDC 1.0 อยู่ในไฟล์ JSR 30 ส่วนเวอร์ชัน 1.1 อยู่ในไฟล์ JSR 139

### ตารางที่ 3.1 CLDC Package

Package	Provides
Java.io	คลาสสำหรับอินพุตเอาต์พุตข้อมูลแบบสตรีม
Java.lang	คลาสพื้นฐานที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมภาษาจาวา
Java.lang.ref	ให้การสนับสนุนสำหรับการอ้างอิง
Java.util	ภายในประกอบด้วยคลาสที่ช่วยอำนวยความสะดวกของข้อมูลและเวลา
Javax.microedition.io	คลาสของ GCF (Generic Connection Framework)

ตารางที่ 3.1 แสดงให้เห็นถึงจาวาแพ็คเกจที่บรรจุอยู่ภายใน CLDC

ความต้องการและข้อแตกต่างของ MIDP แต่ละเวอร์ชัน

MIDP ที่ใช้จะมีอยู่ 3 เวอร์ชันคือ 1.0 2.0 และ 2.1 แต่ MIDP 1.0 นั้นจะอยู่ในส่วนของไฟล์ JSR 37 และคุณสมบัติของอุปกรณ์ที่จะนำ MIDP 1.0 แสดงไว้ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 คุณสมบัติข้อกำหนดของอุปกรณ์ที่ MIDP 1.0 ต้องการ

Display	พิกเซล: 96x54
Display depth	1 bit
Pixel shape (aspect ratio)	ประมาณ 1:1
Input	1 หรือ 2 คีย์บอร์ด และทัชสกรีน
Memory	หน่วยความจำ 128 KB สำหรับส่วนประกอบของ MIDP หน่วยความจำ 8 KB สำหรับแอปพลิเคชันที่สร้างข้อมูล หน่วยความจำ 32 KB สำหรับ Java runtime environment
Networking	2 ทิศทาง, ไวเลส, ไม่ต่อเนื่อง, และจำกัดแบนด์วิธ

### ตารางที่ 3.3 MIDP 1.0 package

Package	Provides
Javax.microedition.lcdui	คลาสในการใช้ user interface
Javax.microedition.midlet	กำหนดแอปพลิเคชัน MIDP และผลกระทบระหว่างแอปพลิเคชันกับสถานะแวดล้อมในการรันแอปพลิเคชัน
Javax.microedition.rms	สำหรับจัดเก็บข้อมูล (Record Management System)

ตารางที่ 3.3 แสดงให้เห็นถึงจาวาแพ็คเกจที่บรรจุอยู่ใน MIDP 1.0 ซึ่งจะน้อยกว่าของ CLDC 1.1

MIDP 2.0 และ 2.1 จะอยู่ในมาตรฐานของไฟรไฟล์ JSR 118 โดยที่ตัวเวอร์ชัน 2.1 จะทำการแก้ไขข้อผิดพลาดของเวอร์ชัน 2.0 คุณสมบัติของอุปกรณ์ที่จะนำ MIDP 2.0 และ 2.1 แสดงไว้ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 คุณสมบัติข้อกำหนดของอุปกรณ์ที่ MIDP 2.0 และ 2.1 ต้องการ

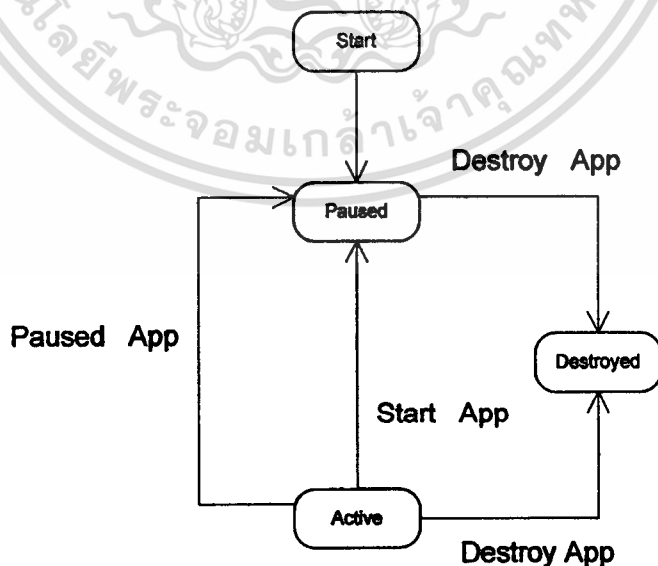
Display	พิกเซล: 96x54
Display depth	1-bit
Pixel shape (aspect ratio)	ประมาณ 1:1
Input	1 หรือ 2 คีย์บอร์ด และทัชสกรีน
Memory	หน่วยความจำ 128 KB สำหรับส่วนประกอบของ MIDP หน่วยความจำ 8 KB สำหรับแอปพลิเคชันที่สร้างข้อมูล หน่วยความจำ 32 KB สำหรับ Java runtime environment
Networking	2 ทิศทาง, ไวเลส, ไม่ต่อเนื่อง, และจำกัดแบนด์วิธ
Sound	ความสามารถในการเล่นเพลงทั้งทางฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์

### ตารางที่ 3.5 MIDP 2.0 และ 2.1 package

Package	Provides
javax.microedition.lcdui	คลาสในการใช้ user interface
javax.microedition.midlet	กำหนดแอปพลิเคชัน MIDP และผลกระทบระหว่างแอปพลิเคชันกับสถานะแวดล้อมในการรันแอปพลิเคชัน
javax.microedition.rms	สำหรับจัดเก็บข้อมูล (Record Management System)
javax.microedition.lcdui.game	ฟังก์ชันที่ใช้ในการพัฒนาเกม
javax.microedition.media	สำหรับ Audio Building Block (ABB)
javax.microedition.pki	ฟังก์ชันสำหรับ handling certificates

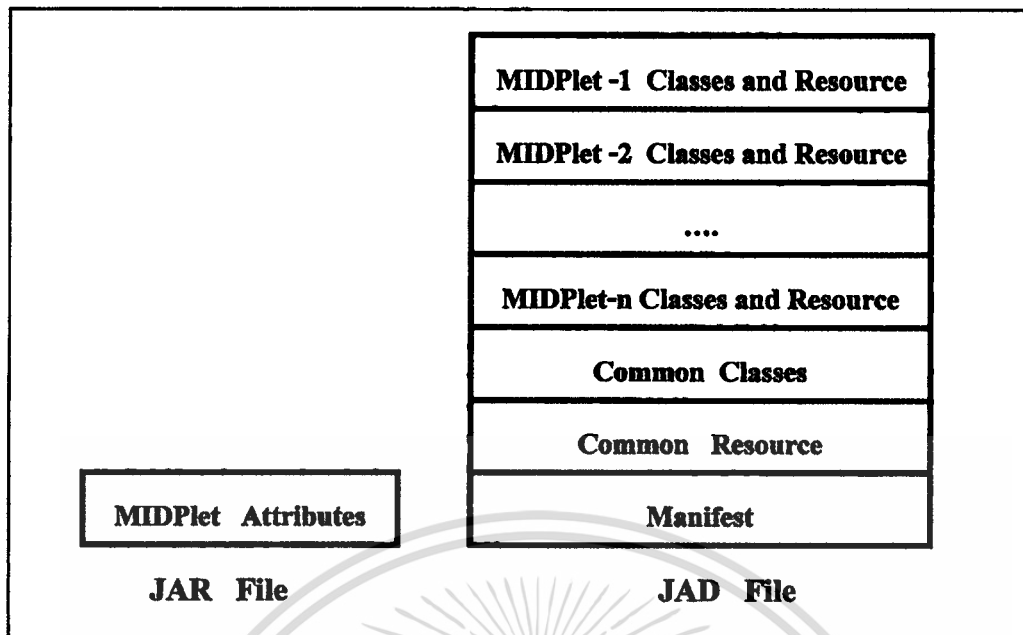
ตารางที่ 3.5 แสดงให้เห็นถึงจาวาแพ็คเกจที่บรรจุอยู่ภายใน MIDP 2.0 และ 2.1 แตกต่างจาก MIDP 1.0 จาวาแพ็คเกจที่เพิ่มขึ้นมารองรับแอปพลิเคชันเกมและรองรับ HTTPS Datagram socket server socket และ serial port

MIDlet คือ โปรแกรมที่เขียนขึ้นมาเพื่อรันบน MIDP environment และสืบทอดจากคลาส MIDlet จะเรียกว่า "MIDlet" วงจรการทำงานของ MIDlet ประกอบด้วย 3 สถานะคือ ทำงาน (Active) หยุดการทำงาน (Paused) และถูกทำลาย (Destroyed) โดยการเปลี่ยนสถานะหนึ่งไปยังอีกสถานะหนึ่งควบคุมด้วยเมธอด startApp() pauseApp() และ destroyApp() ที่มาพร้อมกับ MIDlet ดังแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 วงจรการทำงานของ MIDlet

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



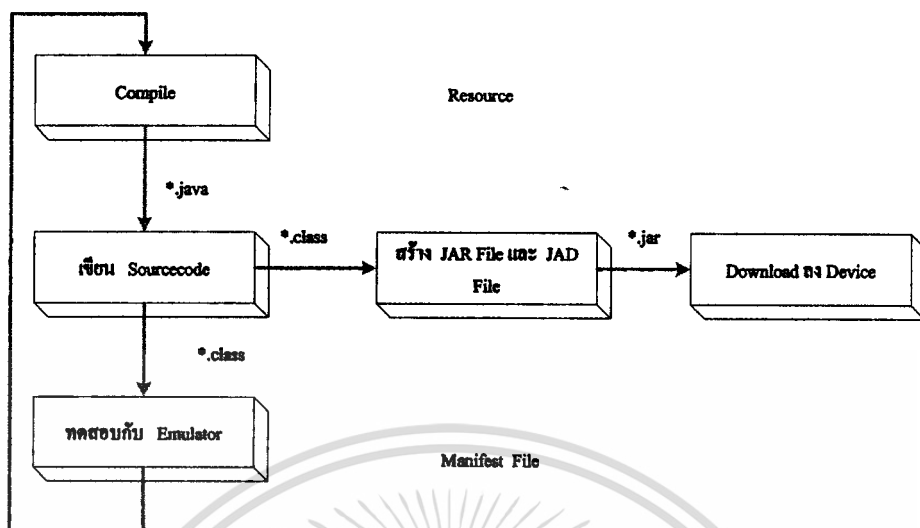
รูปที่ 3.4 องค์ประกอบของ MIDlet Suit

MIDlet Suites เป็นที่รวมคลาสของ MIDlet และไฟล์รูปภาพต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นก่อนที่จะนำไปรันบนโทรศัพท์มือถือขององค์ประกอบของ MIDlet Suit ซึ่งแสดงไว้รูปที่ 3.4

MIDlet Suit ประกอบด้วย 2 ไฟล์หลักๆ คือ

- JAR File File ที่เก็บคลาส MIDlets ต่างๆเอาไว้ รวมทั้ง resource file ที่เกี่ยวข้อง โดยมี Manifest file อธิบายเนื้อหาในไฟล์ โดยไฟล์ JAR มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างแพ็คเกจของชุดโปรแกรม MIDlet
- JAD File เป็น Text File ที่ทำหน้าที่ในการบอกคุณสมบัติของโปรแกรมโดยจะเก็บรายละเอียดของ MIDlet Suit ไว้สามารถที่จะให้โทรศัพท์มือถือดาวน์โหลดไปตรวจสอบรายละเอียดของโปรแกรมก่อนที่จะทำการติดตั้งได้

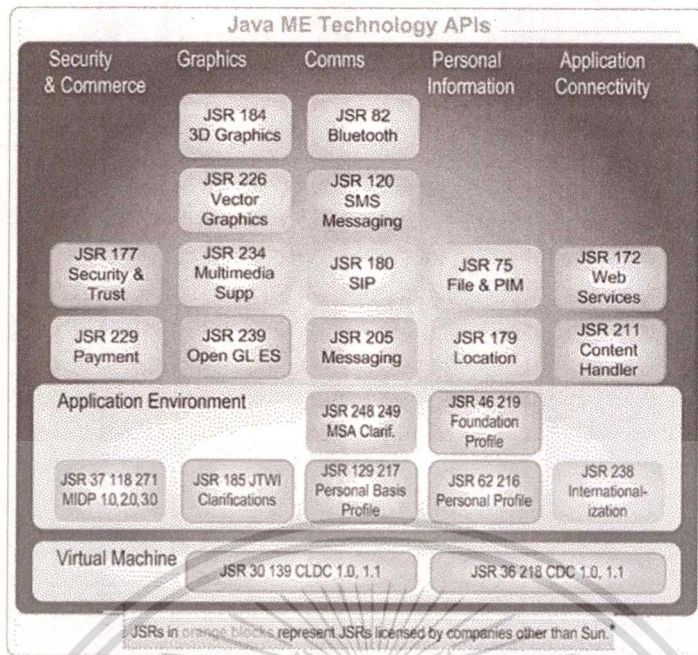
## ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมบนโทรศัพท์มือถือโดยใช้ MIDlet จะแสดงไว้ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการพัฒนา MIDlet

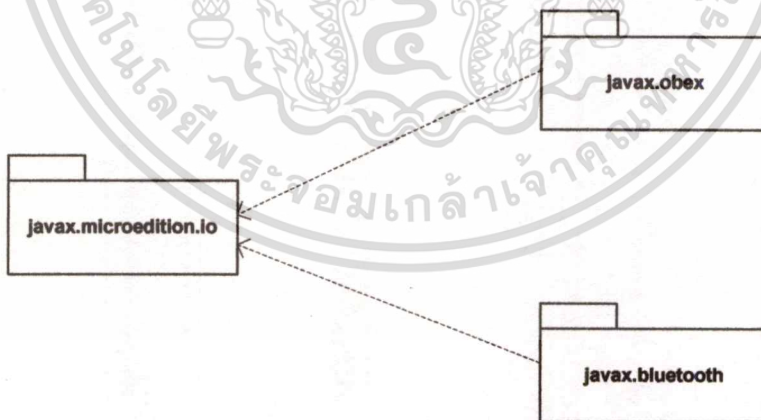
### ขั้นตอนของการพัฒนา MIDlet

1. เขียน source code โดยใช้เอดิเตอร์ (editor) ในส่วนนี้จะได้ไฟล์สกุล java
2. คอมไพล์ โค้ด java ในขั้นตอนนี้จะได้ไฟล์ class ออกมาถ้าตัวโค้ดไม่มีข้อผิดพลาดใดๆ
3. รัน class ที่ได้จากการคอมไพล์ผ่าน Emulator เพื่อทดสอบว่าโปรแกรมที่ได้ทำการพัฒนาเป็นไปตามที่ออกแบบไว้หรือไม่ถ้ามีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นก็สามารถที่จะนำไปแก้ไขในขั้นตอนที่ 1 ได้ก่อนที่จะนำไปใช้งานบนเครื่องโทรศัพท์มือถือจริง
4. ทำการ Packaging ซึ่งเป็นการรวมเอาคลาส MIDlet และ resource file อื่น ๆ ที่ต้องใช้ในระหว่างการทำงานของ MIDlet ไปรวมอยู่ในไฟล์เดียวกัน ผลที่ได้จากขั้นตอนนี้คือ MIDlet Suite (ได้ไฟล์นามสกุล jad และ jar)
5. นำไฟล์ jar ไปไว้ในเครื่องโทรศัพท์มือถือเพื่อทำการลงโปรแกรมที่ได้พัฒนา



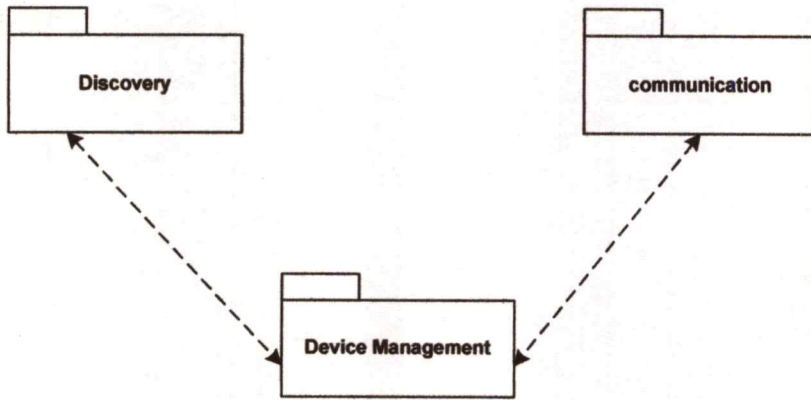
**รูปที่ 3.6** สถาปัตยกรรมของ Mobile Service ["Java ME Technology" [Online]. Available: <http://java.sun.com/javame/technology/index.jsp>]

จากรูปที่ 3.6 จะแสดงให้เห็นถึงโพรไฟล์ที่ใช้บนโทรศัพท์มือถือเพื่อที่จะให้ MIDP นำไปใช้งาน ในการใช้งานบลูทูธนั้นเราจะใช้ JSR-82 โดยที่ JSR-82 จะประกอบด้วย 2 แพคเกจ คือ `Javax.bluetooth` และ `Javax.obex` ซึ่งแสดงไว้ดังรูปที่ 3.7



**รูปที่ 3.7** JSR 82 package

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 JSR 82 function

จากรูปที่ 3.8 จะแสดงถึงฟังก์ชันทั้ง 3 ส่วนที่สำคัญของ JSR 82 ส่วนประกอบพื้นฐานสำหรับบลูทูธแอปพลิเคชันจะต้องประกอบไปด้วย

- Stack initialization ทำหน้าที่เตรียมบลูทูธให้พร้อมใช้งานกับอุปกรณ์ไร้สาย
- Device management ทำหน้าที่ในการจัดการอุปกรณ์ที่มาเชื่อมต่อ
- Device discovery ใช้สำหรับค้นหาอุปกรณ์อื่นๆที่อยู่ในขอบเขตทำงานของบลูทูธ
- Service discovery ใช้ในการค้นหาเซอร์วิสของ remote device โดยการใช้งาน SDP ใน Bluetooth stack ในการค้นหาเซอร์วิสในแต่ละอุปกรณ์
- Service registration ใช้ลงทะเบียนเซอร์วิสก่อนที่จะนำเซอร์วิสนั้นมาใช้งาน
- Communication ใช้ในการเชื่อมต่อมีอยู่ 2 แบบ RFCOMM Connection และ L2CAP Connection

ส่วนที่สำคัญอีกส่วนของ JSR 82 package คือ UUID เป็นคลาสที่อยู่ภายใน javax.bluetooth.UUID โดยที่ค่าของ UUID นี้จะใช้สำหรับเลือกเซอร์วิสในการติดต่อบลูทูธ โปรโตคอลซึ่งจะแสดงรายละเอียดไว้ดังตารางที่ 3.6 และ 3.7

ตารางที่ 3.6 ค่า UUID ของบลูทูธโปรโตคอล

Protocol	UUID (DECIMAL)	UUID (HEXADECIMAL)
SDP	1	0x0001
RFCOMM	3	0x0003
L2CAP	256	0x0100
HTTP	12	0x000C
FTP	10	0x000A
TCP	4	0x0004
IP	9	0x0009
UDP	2	0x0002
BNEP	15	0x000F
OBEX	8	0x0008
TCS-BIN	5	0x0005

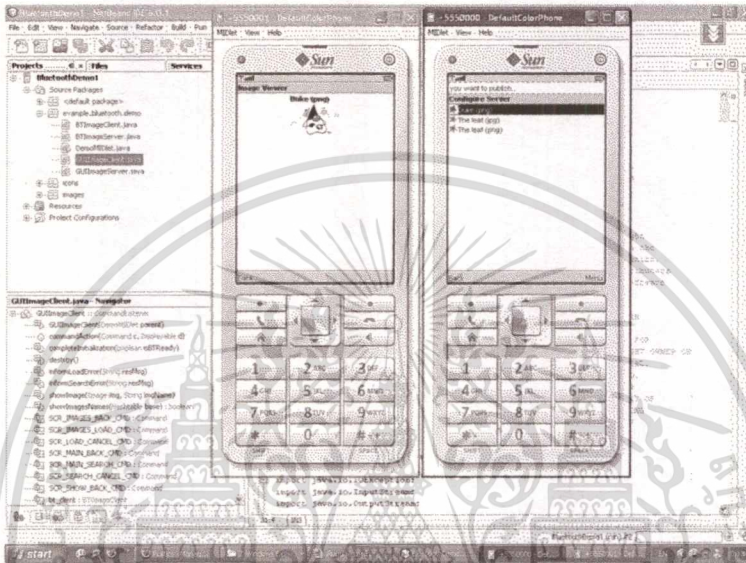
ตารางที่ 3.7 ค่า UUID ของบลูทูธโพรไฟล์

PROFILE	SERVICE NAME	UUID (DECIMAL)	UUID (HEXADECIMAL)
Serial Port	SerialPort	4353	0x1101
Dial-up Networking	LAN access using PPP	4354	0x1102
Dial-up Networking	Dialup Networking	4355	0x1103
Object Push	OBEX Object Push	4357	0x1105
Object Push	OBEX File Transfer	4358	0x1106
Cordless Telephony	CordlessTelephony	4361	0x1109
Audio/Video Control	A/V_RemoteControl	4366	0x110E
Intercom	Intercom	4368	0x1110
Fax	Fax	4369	0x1111
Generic Access	Headset	4360	0x1108
Generic Access	Headset audio gateway	4370	0x1112
Handsfree	Handsfree	4382	0x111E
Handsfree	Handsfree audio gateway	4383	0x111F
Basic Printing	BasicPrinting	4386	0x1122
Basic Printing	PrintingStatus	4387	0x1123
Hardcopy Replacement	Hardcopy Replacement	4389	0x1125
Hardcopy Replacement	HCR_Print	4390	0x1126
Hardcopy Replacement	HCR_Scan	4391	0x1127
Human Interface Device	Human Interface Device Service	4388	0x1124
Generic Networking	n/a	4609	0x1201

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

ความเป็นมาของเน็ทบีน (Netbean) มีจุดเริ่มมาจากการพัฒนาโครงการ Xelfi โดยกลุ่มนักศึกษาจากสาธารณรัฐเช็ก เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเขียนโปรแกรมจาวา ต่อมาได้พัฒนาโครงการในเชิงธุรกิจ โดยได้รับการสนับสนุนจากชั้นในการที่จะนำเน็ทบีนมาใช้แบบ Open Source



รูปที่ 3.9 การส่งข้อมูลผ่านบลูทูธโดยใช้มือถือ

จากรูปที่ 3.9 แสดงให้เห็นการส่งข้อมูลผ่านบลูทูธ โดยเครื่องฝั่งขวาจะทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ทำการส่งข้อมูลรูปภาพส่วนเครื่องฝั่งซ้ายทำหน้าที่เป็นไคลเอ็นต์รับรูปภาพจากฝั่งเซิร์ฟเวอร์การจำลองนี้ได้ใช้โปรแกรม Sun Java Wireless Toolkit จำลองการทำงานของโทรศัพท์มือถือ เราสามารถที่จะหาตัวโปรแกรมจำลองมือถือให้ตรงกับโทรศัพท์มือถือที่เราจะนำมาใช้กับโปรแกรมได้จากเวปของผู้ผลิตโทรศัพท์มือถือได้

## บทที่ 4

### การวิเคราะห์และการออกแบบระบบ

เนื้อหาภายในบทนี้จะกล่าวถึงการวิเคราะห์และการออกแบบระบบที่จะทำการพัฒนาขึ้นมา โดยจะทำการเปรียบเทียบกับเทคโนโลยีปัจจุบันที่นำมาใช้กับโทรศัพท์มือถือว่ามีแนวโน้มไปใช้งานรูปแบบใดบ้าง ซึ่งจะมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 4.1 การใช้งานในปัจจุบัน

ปัจจุบันการใช้งานโทรศัพท์มือถือของคนไทยนั้นจะเป็นการใช้งานในด้านของการสื่อสารด้วยเสียงเป็นหลัก ส่วนบริการเสริมอื่นๆที่ใช้งานจะเป็นเรื่องของ การส่งข้อความทางโทรศัพท์มือถือ ถ่ายรูป เล่นเกม ฟังเพลง และการแลกเปลี่ยนข้อมูล การการใช้งานทุกอย่างที่ได้กล่าวมานั้นใน ส่วนของการแลกเปลี่ยนข้อมูลจะนิยมนำเทคโนโลยีปัจจุบันเข้ามาใช้เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อ เพื่อที่จะส่งข้อมูลและเปลี่ยนระหว่างกลุ่มเพื่อนๆ โดยส่วนใหญ่ข้อมูลที่จะแลกเปลี่ยนกันนั้นจะเป็นไฟล์รูปภาพ ไฟล์คลิปวิดีโอ และไฟล์เพลงที่นำมาใช้เป็นเสียงเรียกเข้าของโทรศัพท์มือถือ

จากที่ได้กล่าวมานั้นจะเห็นได้ว่าการใช้งานเทคโนโลยีปัจจุบันนั้นจะใช้ในการแลกเปลี่ยนข้อมูล เป็นส่วนใหญ่ทั้งที่เทคโนโลยีปัจจุบันสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้มากกว่านี้

#### 4.2 แนวคิดการออกแบบระบบโดยนำเทคโนโลยีปัจจุบันมาประยุกต์

จากการวิเคราะห์ที่ได้กล่าวมาตามหัวข้อที่ 4.1 นั้นทำให้มีความคิดที่จะนำเทคโนโลยีปัจจุบันมาประยุกต์ใช้งานกับเกมบนโทรศัพท์มือถือ เนื่องจากเกมบนโทรศัพท์มือถือโดยส่วนใหญ่จะเป็นเกมที่เน้นการเล่นแบบผู้เล่นเพียงคนเดียวเป็นหลัก ควรมีการนำเทคโนโลยีปัจจุบันมาใช้เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อระหว่างโทรศัพท์มือถือตั้งแต่สองเครื่องให้สามารถเล่นเกมได้พร้อมกันโดยใช้การส่งข้อมูลของรูปแบบเพียงผู้เดียวมาประยุกต์ใช้กับบลูทูธ โดยกำหนดให้ผู้เล่นฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ของเกมเพื่อที่จะให้ผู้เล่นอีกฝ่ายหนึ่งสามารถเข้ามาร่วมเล่นเกม

### 4.3 กระบวนการพัฒนาระบบ

ระบบนี้ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อที่จะนำเทคโนโลยีบนคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้งานให้หลากหลายมากขึ้น การพัฒนาระบบนี้จะนำมาประยุกต์ใช้กับเกมหลายผู้เล่น โดยจะประกอบด้วยฟังก์ชันต่างๆดังนี้ การใช้งานคอมพิวเตอร์ในการรับและส่งข้อมูล รูปแบบการส่งข้อมูลระหว่างที่ผู้เล่นทั้งสองฝ่ายกำลังดำเนินการเล่นเกม ซึ่งทั้งสองฟังก์ชันที่ได้กล่าวมานั้นจะถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อที่จะทำการพัฒนาระบบตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

#### 4.3.1 การวิเคราะห์ระบบ (Analysis)

หน้าที่ในขั้นตอนของการวิเคราะห์ระบบนี้คือการรวบรวมข้อมูลจากความต้องการของผู้ใช้ระบบ นำมาทำการศึกษาและความเข้าใจเพื่อที่จะได้กำหนดฟังก์ชันความต้องการของระบบที่ต้องใช้งาน สามารถเรียงลำดับความสำคัญในการที่จะนำไปใช้พัฒนาระบบได้เพื่อที่จะนำไปใช้สร้างแบบจำลองได้ ในส่วนของเกมที่จะทำการพัฒนาโดยรูปแบบของเกมจะเป็นเกมแนวต่อสู้กันของผู้เล่นทั้งสองฝ่าย ก่อนเริ่มเกมจะต้องทำการกำหนดก่อนว่าใครจะทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์หรือไคลเอนต์จากนั้นเมื่อทำการเชื่อมต่อได้แล้วในการเล่นเกมจะมีการส่งข้อมูลในรูปแบบของเพ็ชทุเพ็ชเมื่อเล่นเกมจบจะแสดงผลลัพธ์ของการเล่นว่าฝ่ายไหนเป็นผู้ชนะ

แบบจำลองที่จะนำมาใช้ในส่วนของขั้นตอนการวิเคราะห์ระบบนี้จะประกอบด้วย Use Case Diagram และ Activity Diagram

##### 4.3.1.1 Use Case Diagram

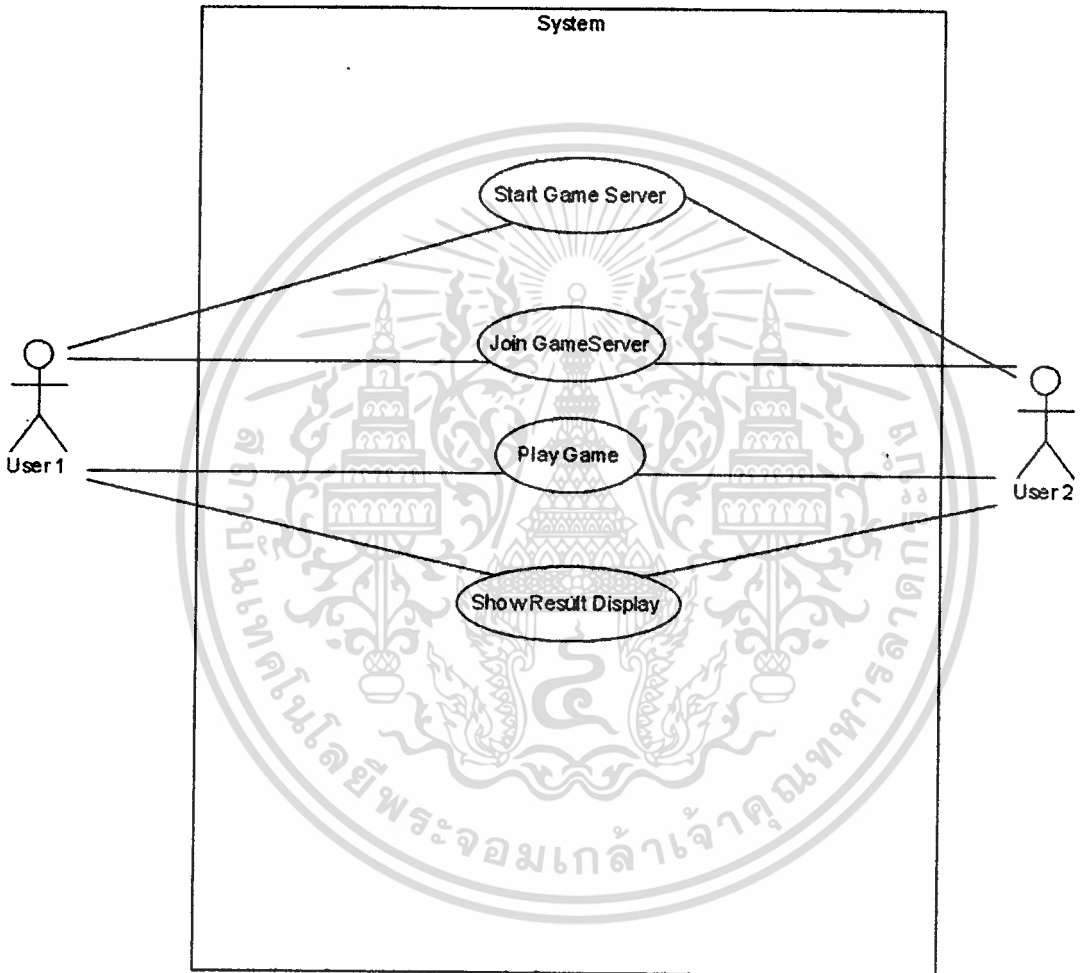
ขอบเขตของการศึกษาระบบนี้จะประกอบด้วย

##### ● Functional ของระบบ

- Start Game Server ทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ของเกมเพื่อที่จะให้ผู้เล่นอีกฝ่ายสามารถเข้ามาร่วมเล่นเกมได้
- Join Game Server ทำการเชื่อมต่อกับเกมเซิร์ฟเวอร์ที่ผู้เล่นอีกฝ่ายทำหน้าที่เป็นเกมเซิร์ฟเวอร์ ฟังก์ชันนี้จะมีการทำงานเหมือนไคลเอนต์
- Play Game เมื่อทำการเชื่อมต่อได้แล้วก็เริ่มเล่นเกม
- Show Result Display แสดงผลลัพธ์ของการเล่นเกม

- Non - Functional

- Technical requirements ระบบสามารถนำไปใช้กับฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่มีอยู่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- Usability requirements ระบบมี user interface ที่บุคคลทั่วไปเข้าใจได้ง่าย และสะดวกต่อการใช้งาน แม้ว่าจะไม่มีความชำนาญ
- Reliability requirements ผลที่ได้ต้องมีความแม่นยำสูง



รูปที่ 4.1 Use Case Diagram

Use Case Diagram ของระบบซึ่งแสดงดังรูปที่ 4.1 สามารถที่จะอธิบายขั้นตอนการทำงานของระบบได้ดังนี้ User1 และ User2 เริ่มเข้าระบบโดยการเข้าเล่นเกมจากนั้นระบบจะทำการขึ้นเมนูให้เลือก 2 ฟังก์ชันซึ่งมีฟังก์ชัน Start Game Server และ Join Game Server ให้ผู้เล่นคนใดคนหนึ่งเลือกฟังก์ชัน Start Game Server ทำหน้าที่เป็นเกมเซิร์ฟเวอร์รออีกผู้เล่นใช้ฟังก์ชัน Join Game Server เพื่อที่จะทำการเชื่อมต่อกันระหว่างโทรศัพท์มือถือทั้งสองเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นผู้เล่นทั้งสองฝ่ายก็สามารถเริ่มเล่นเกมได้ทันที หลังจากที่ทำการเล่นจนจบแล้วที่หน้าจอ โทรศัพท์มือถือจะทำการแสดงผลลัพธ์ของการเล่น

ตารางที่ 4.1 Use Case Description Start Game Server

<b>Use Case Name</b>	<b>Start Game Server</b>	
<b>Scenario</b>	<b>ฟังก์ชันที่ทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ของเกม</b>	
<b>Triggering Event</b>	User 1 หรือ User 2 เลือกฟังก์ชัน	
<b>Brief Description</b>	User 1 หรือ User 2 ผู้เล่นฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งต้องทำการเลือกฟังก์ชันนี้เพื่อที่จะให้อีกฝ่ายสามารถทำการเชื่อมต่อกันได้	
<b>Actors</b>	User 1 หรือ User 2	
<b>Preconditions</b>	-	
<b>Post conditions</b>	รอผู้เล่นอีกฝ่ายมาทำการเชื่อมต่อ	
<b>Flow of Events</b>	<b>Actor</b>	<b>System</b>
	1. เลือกฟังก์ชัน Start Game Server	2. สร้างการเชื่อมต่อเพื่อรอคอยผู้เล่นอีกฝ่ายทำการ Device Discover เข้ามา 3. ส่งค่า UUID เพื่อทำการ Service Register เมื่อถูกทำการ Service Search จาก ไคลเอ็นต์
<b>Alternative flow</b>	2.1 ฟังก์ชันไคลเอ็นต์ทำการ Device Discover ไม่พบ	

ตารางที่ 4.2 Use Case Description Join Game Server

<b>Use Case Name</b>	<b>Join Game Server</b>	
<b>Scenario</b>	ฟังก์ชันที่ทำหน้าที่เป็นไคลเอนต์เชื่อมต่อกับเกมเซิร์ฟเวอร์	
<b>Triggering Event</b>	User 1 หรือ User 2 เลือกฟังก์ชัน	
<b>Brief Description</b>	User อีกฝ่ายที่เหลือใช้ฟังก์ชันนี้ในการเชื่อมต่อระหว่างกัน	
<b>Actors</b>	User 1 หรือ User 2	
<b>Preconditions</b>	ต้องมีผู้เล่นที่ทำการเลือกใช้ฟังก์ชัน Start Game Server	
<b>Post conditions</b>	ดำเนินการเล่นเกม	
<b>Flow of Events</b>	<b>Actor</b>	<b>System</b>
	1. เลือกฟังก์ชัน Join Game Server	2. ทำการ Device Discover ค้นหาเกมเซิร์ฟเวอร์ 3. ทำการ Service Search หาค่า UUID จากเซิร์ฟเวอร์ 4. นำค่า UUID มาทำการ Service Register 5. เริ่มเล่นเกม
<b>Alternative flow</b>	2.1 Device Discover ไม่พบเกมเซิร์ฟเวอร์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ตารางที่ 4.3 Use Case Description Play Game

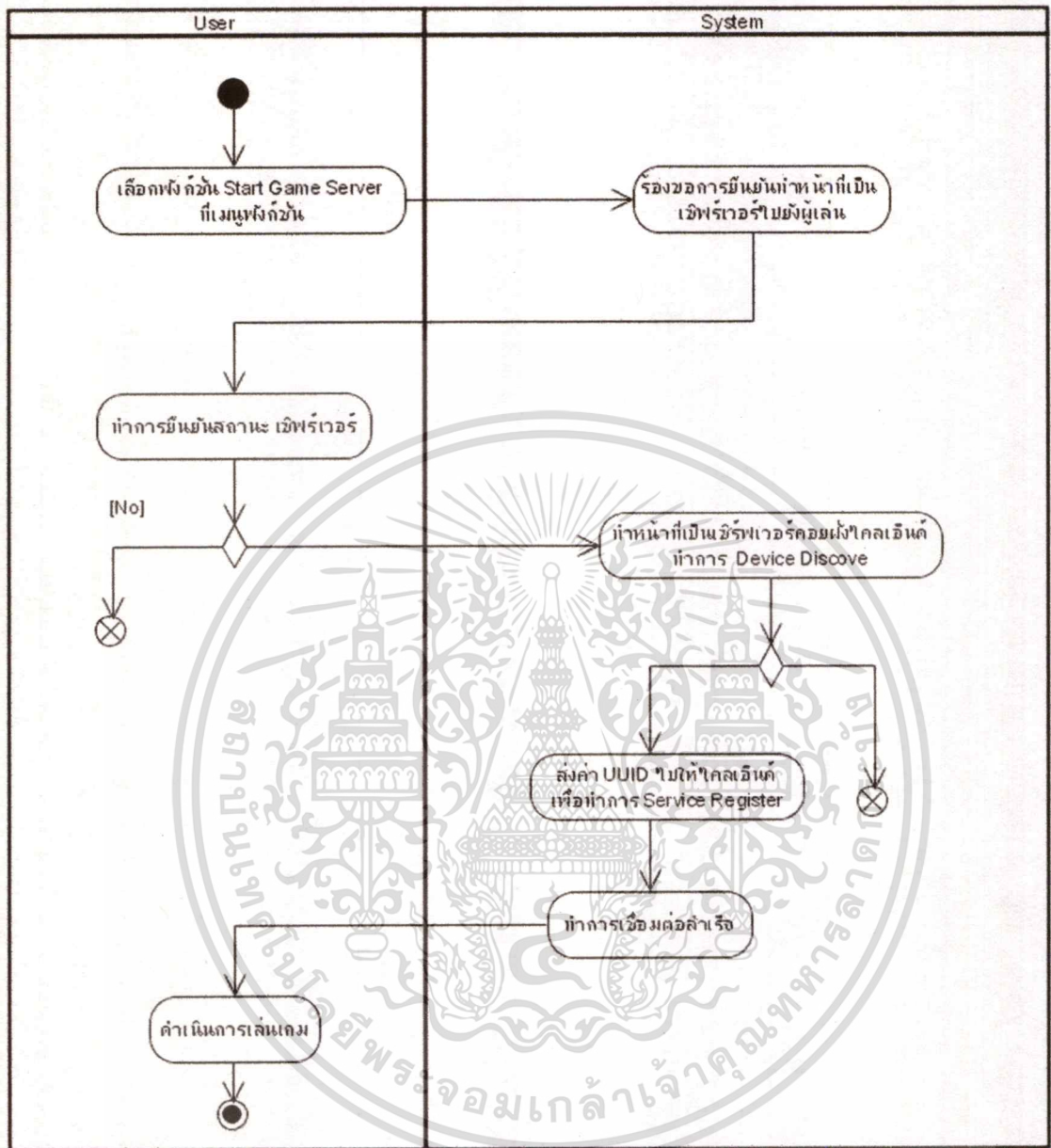
<b>Use Case Name</b>	<b>Play Game</b>	
<b>Scenario</b>	<b>เริ่มเล่นเกม</b>	
<b>Triggering Event</b>	User 1 และ User 2 ทำการเชื่อมต่อสำเร็จ	
<b>Brief Description</b>	User 1 และ User 2 ดำเนินการเล่นเกม	
<b>Actors</b>	User 1 และ User 2	
<b>Preconditions</b>	ผู้เล่นทั้งสองเชื่อมต่อสำเร็จ	
<b>Post conditions</b>	แสดงผลลัพธ์ในการเล่น	
<b>Flow of Events</b>	<b>Actor</b>	<b>System</b>
		1. ดำเนินการเล่นเกม
<b>Alternative flow</b>	1.1 ผู้เล่นคนใดคนหนึ่งล้มเหลวในการเชื่อมต่อขณะเล่นเกม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 Use Case Description Show Result Display

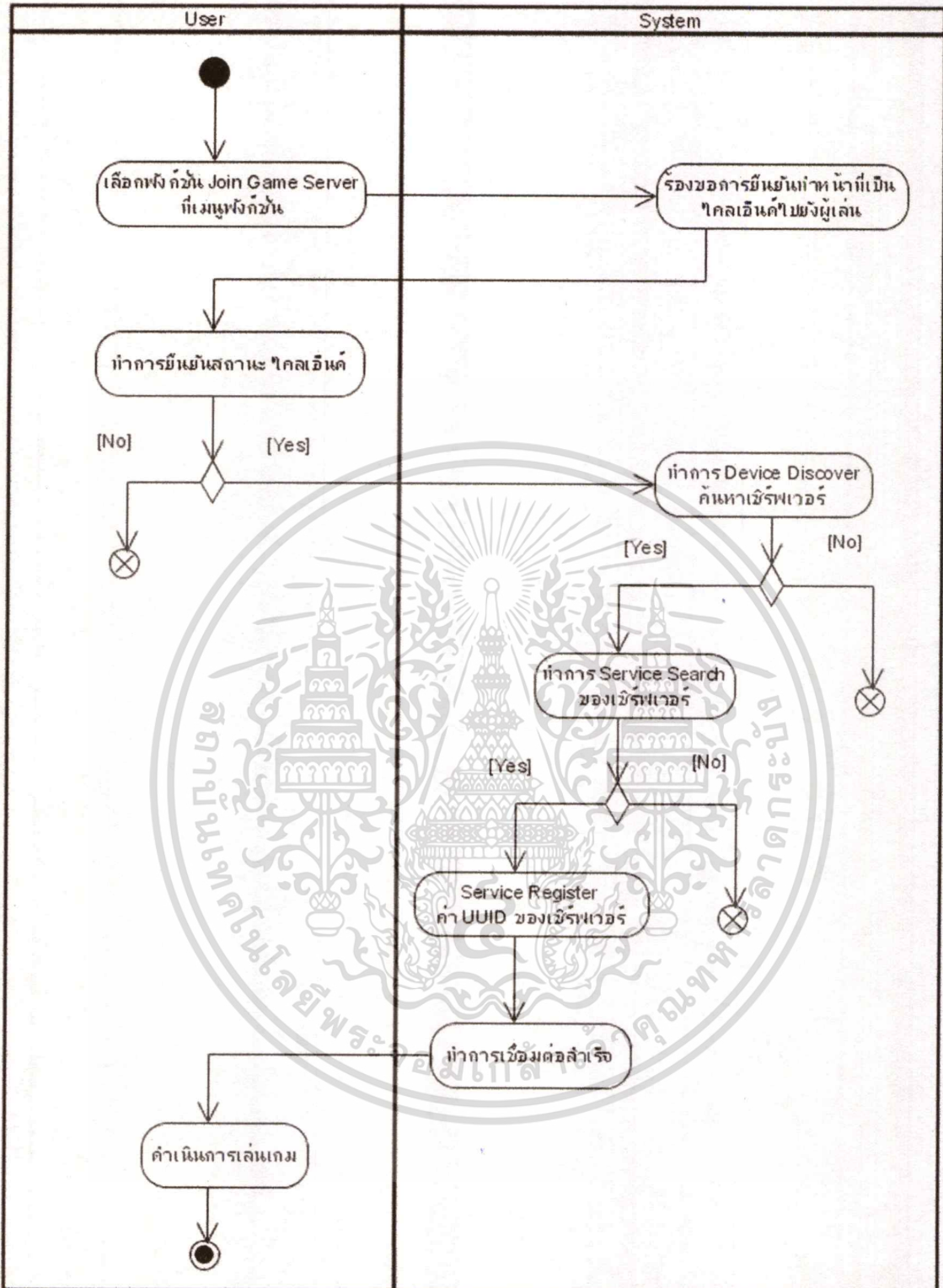
<b>Use Case Name</b>	<b>Show Result Display</b>	
<b>Scenario</b>	แสดงผลลัพธ์ของการเล่นเกมทั้งสองฝ่าย	
<b>Triggering Event</b>	ผู้เล่นทั้งสองฝ่ายเล่นเกมจบ	
<b>Brief Description</b>	แสดงผลลัพธ์การเล่นของเกมของทั้งสองฝ่ายว่าฝ่ายไหนชนะหรือแพ้	
<b>Actors</b>	User 1 และ User 2	
<b>Preconditions</b>	ผู้เล่นทั้งสองเชื่อมต่อสำเร็จ	
<b>Post conditions</b>	แสดงผลลัพธ์ในการเล่น	
<b>Flow of Events</b>	<b>Actor</b>	<b>System</b>
	2. ผู้เล่นทำการออกจากเกม	1. แสดงผลลัพธ์การเล่นของเกมของทั้งสองฝ่ายว่าฝ่ายไหนชนะหรือแพ้ 3. ออกจากเกม 4. สิ้นสุดการเชื่อมต่อ
<b>Alternative flow</b>	-	

## 4.3.1.2 Activity Diagram



รูปที่ 4.2 Activity Diagram Start Game Server

Activity Diagram Start Game Server รูปที่ 4.2 นี้เป็นขั้นตอนหลังจากที่ระบบทำการแสดงเมนูฟังก์ชันมาให้ User เลือกใช้งานแล้วได้ทำการเลือกฟังก์ชัน Start Game Server เพื่อที่จะทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ ระบบจะทำการจัดการสร้างการเชื่อมต่อผู้เล่นอีกฝ่ายทำการเชื่อมต่อมาเพื่อที่จะดำเนินการเล่นเกม แต่ในกรณีที่ไม่มีผู้เล่นมาทำการเชื่อมต่อจะทำให้สถานะเซิร์ฟเวอร์สิ้นสุดลง

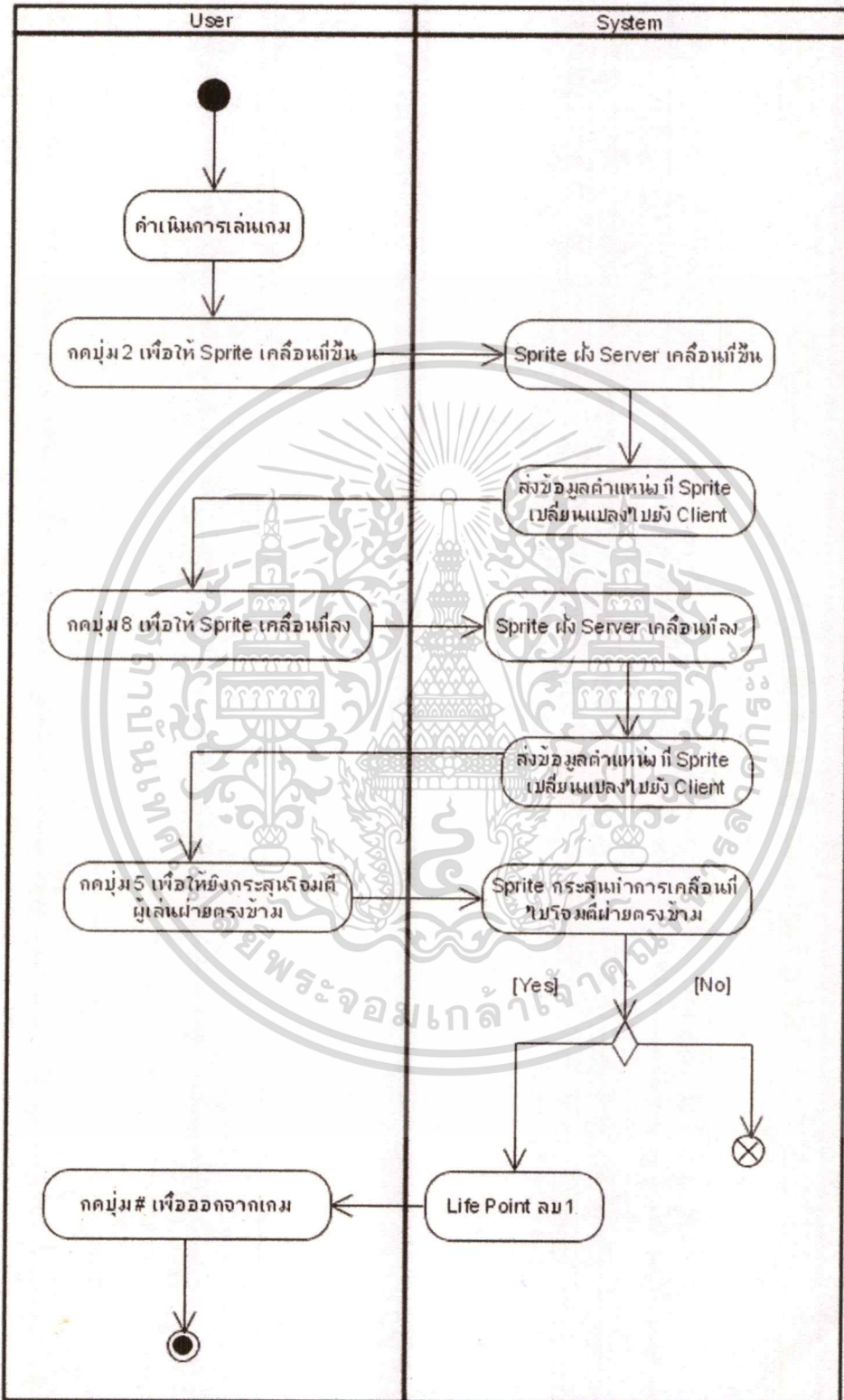


รูปที่ 4.3 Activity Diagram Join Game Server

Activity Diagram Join Game Server รูปที่ 4.3 นี้เป็นขั้นตอนหลังจากที่ระบบทำการแสดงเมนูฟังก์ชันมาให้ User เลือกใช้งานแล้วได้ทำการเลือกฟังก์ชัน Join Game Server เพื่อที่จะทำการเชื่อมต่อไปยังผู้เล่นอีกฝ่ายที่ได้ใช้ฟังก์ชัน Start Game Server รองรับการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

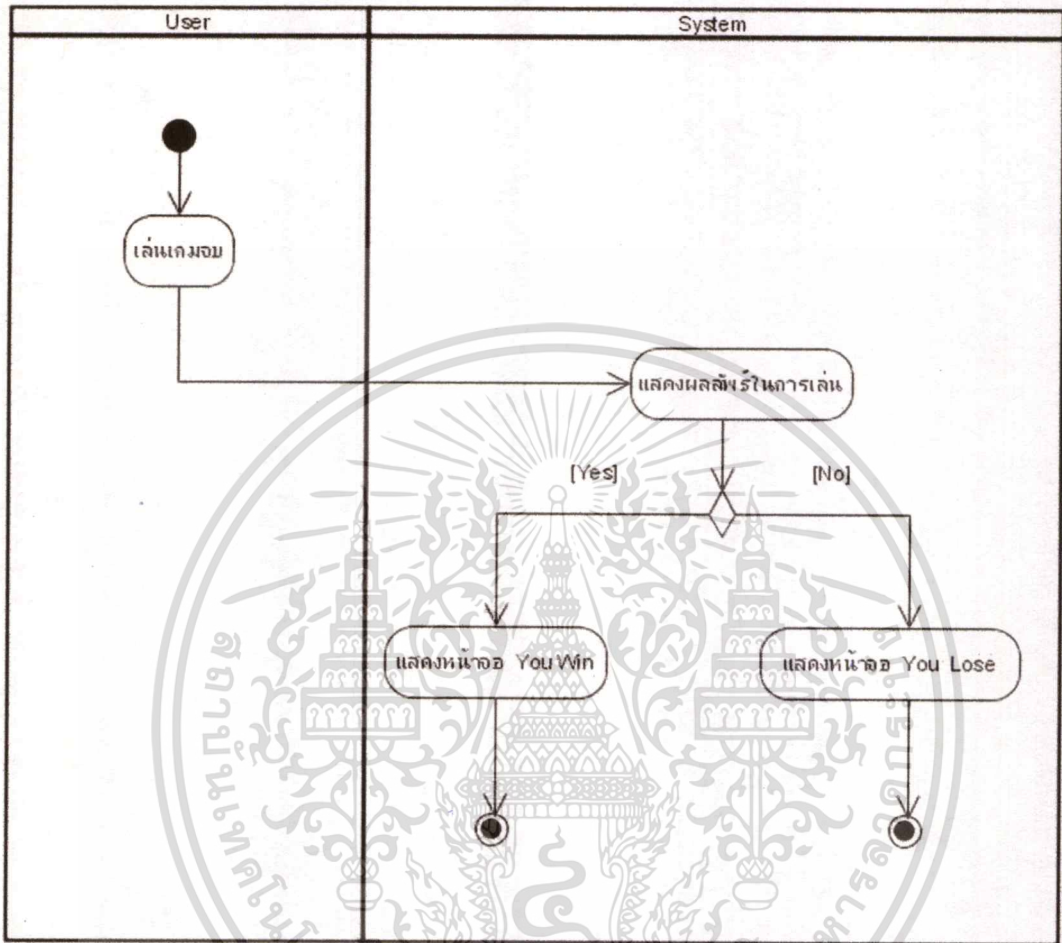
เชื่อมต่อไว้แล้วถ้าการเชื่อมต่อสำเร็จจะดำเนินการเล่นเกม กรณีที่ไม่มีผู้เล่นทำการเลือกฟังก์ชัน Start Game Server คอยการเชื่อมต่อไว้ระบบจะไม่สามารถค้นหาเจอได้ทำให้การเชื่อมต่อสิ้นสุดลง



รูปที่ 4.4 Activity Diagram Play Game

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Activity Diagram Play Game รูปที่ 4.4 นี้แสดงว่าการเชื่อมต่อระหว่างผู้เล่นทั้งสองฝ่ายได้เชื่อมต่อกันแล้วก็เข้าสู่การเล่นหรือแข่งขันเกมกันของทั้งสองฝ่ายโดยที่ระบบจะทำหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลของทั้งสองฝ่ายในขณะที่เล่นกันอยู่



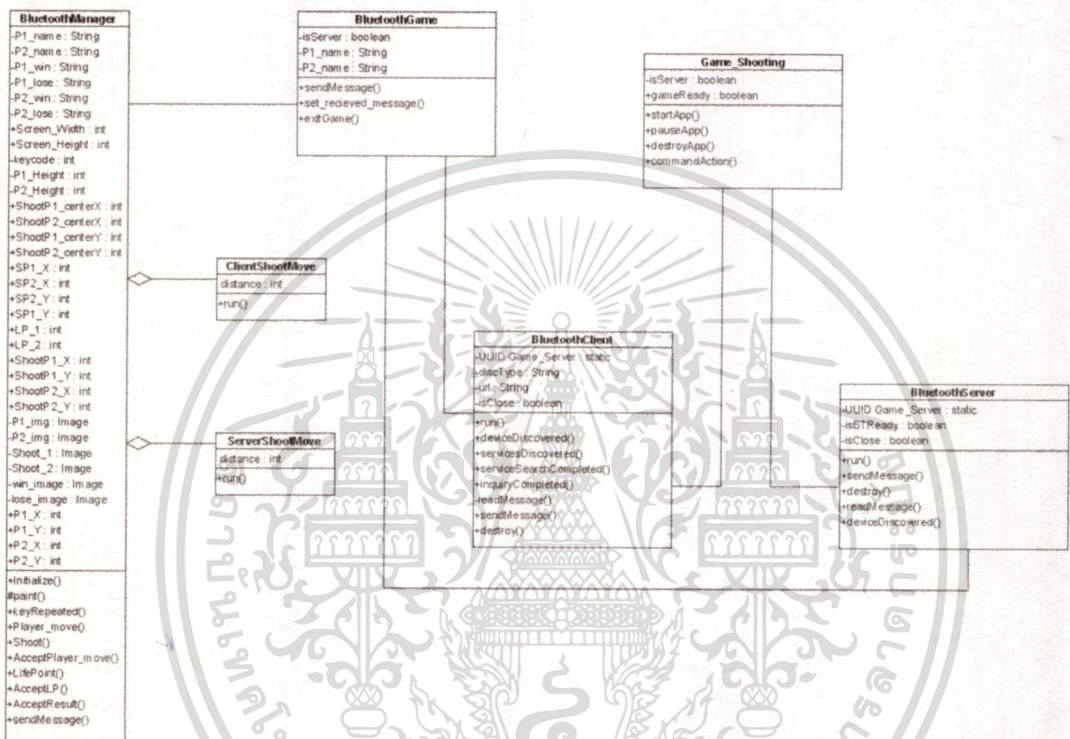
รูปที่ 4.5 Activity Diagram Show Result Display

Activity Diagram Show Result Display รูปที่ 4.5 นี้เมื่อผู้เล่นทั้งสองฝ่ายได้เล่นเกมจนจบระบบจะทำการแสดงรูปภาพที่หน้าจอว่า “You Win” แล้วที่หน้าจอผู้เล่นฝ่ายตรงข้ามว่า “You Lose” ในกรณีที่ผู้เล่นฝ่ายชนะแต่ถ้ากรณีที่แพ้จะแสดงว่า “You Lose” แล้วที่หน้าจอผู้เล่นฝ่ายตรงข้ามว่า “You Win”

### 4.3.2 การออกแบบ (Design)

หน้าที่ในขั้นตอนการออกแบบระบบ คือ อธิบายกระบวนการทำงาน การจัดระเบียบและ ส่วนประกอบโครงสร้างของระบบ แบบจำลองระบบ ในขั้นตอนการออกแบบ ประกอบไปด้วย Class Diagram และ Sequence Diagram

#### 4.3.2.1 Class Diagram



รูปที่ 4.6 Class Diagram

จากรูปที่ 4.6 จะประกอบด้วยคลาสต่างๆดังต่อไปนี้

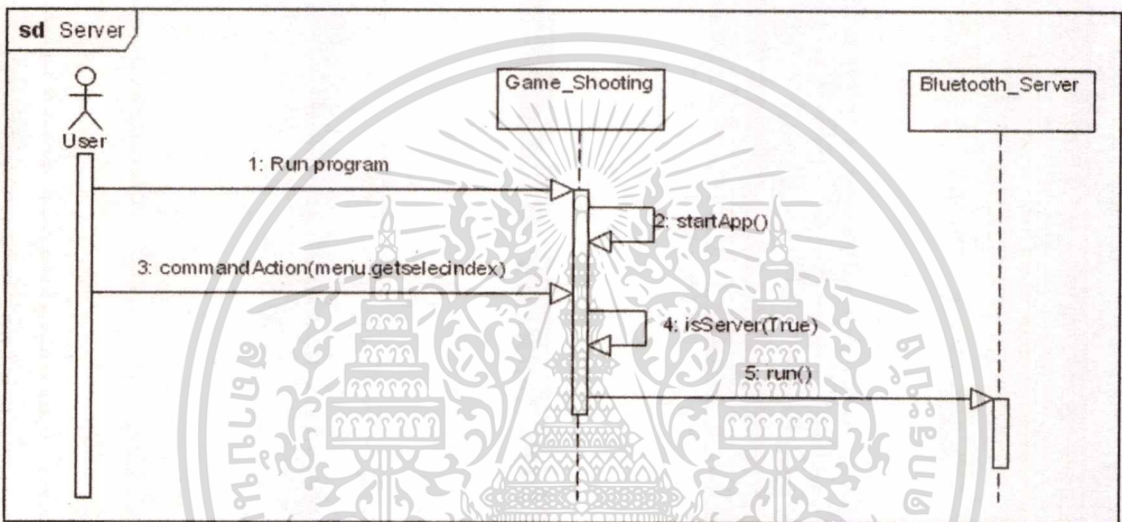
- **Game\_Shooting** คือ คลาสที่ทำหน้าที่เป็น MIDD ของตัวโปรแกรมแสดงเมนูของ ฟังก์ชันต่างๆ
- **Bluetooth\_Server** คือ คลาสที่ทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ ค้นหาสัญญาณของบลูทูธเพื่อทำการเชื่อมต่อและแลกเปลี่ยนข้อมูล
- **Bluetooth\_Client** คือ คลาสที่ทำหน้าที่เป็นไคลเอนต์ทำการและเปลี่ยนข้อมูลกับ เซิร์ฟเวอร์เพื่อทำการเชื่อมต่อ
- **Bluetooth\_Game** คือ คลาสที่เป็นตัวกลางในการรับและส่งข้อมูลจากตัวเกมแล้วส่งไปยัง ทั้งเซิร์ฟเวอร์และไคลเอนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Bluetooth\_Manager คือ คลาสของตัวเกมในส่วนนี้จะประกอบด้วยรูปภาพของเกม ฟังก์ชันเกี่ยวกับเกมต่างๆ และการส่งข้อมูลในการเปลี่ยนแปลงระหว่างเล่นเกมของทั้งสองผู้เล่น

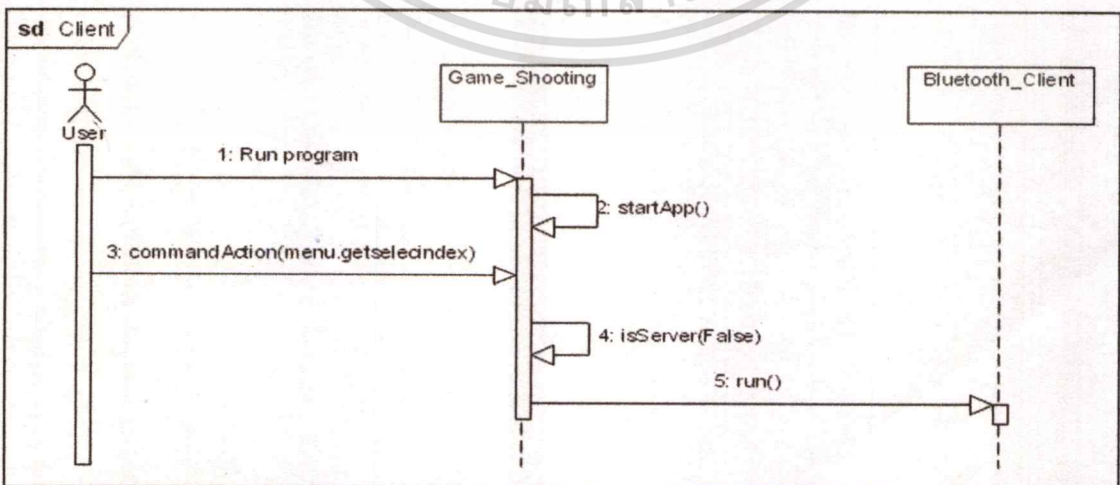
#### 4.3.2.2 Sequence Diagram

Sequence Diagram เป็นไคอะแกรมที่ใช้อธิบายการทำงานของ Use case เพื่อแสดงขั้นตอนการทำงานและลำดับของเมจเซจที่ส่งผ่านระหว่างคลาสที่ได้ต่อกันและยังรวมถึงเงื่อนไขระยะเวลาที่ใช้ในการทำงานในระบบ ซึ่งสามารถอธิบายในแต่ละ Sequence Diagram ได้ดังนี้



รูปที่ 4.7 Sequence Diagram Start Game Server

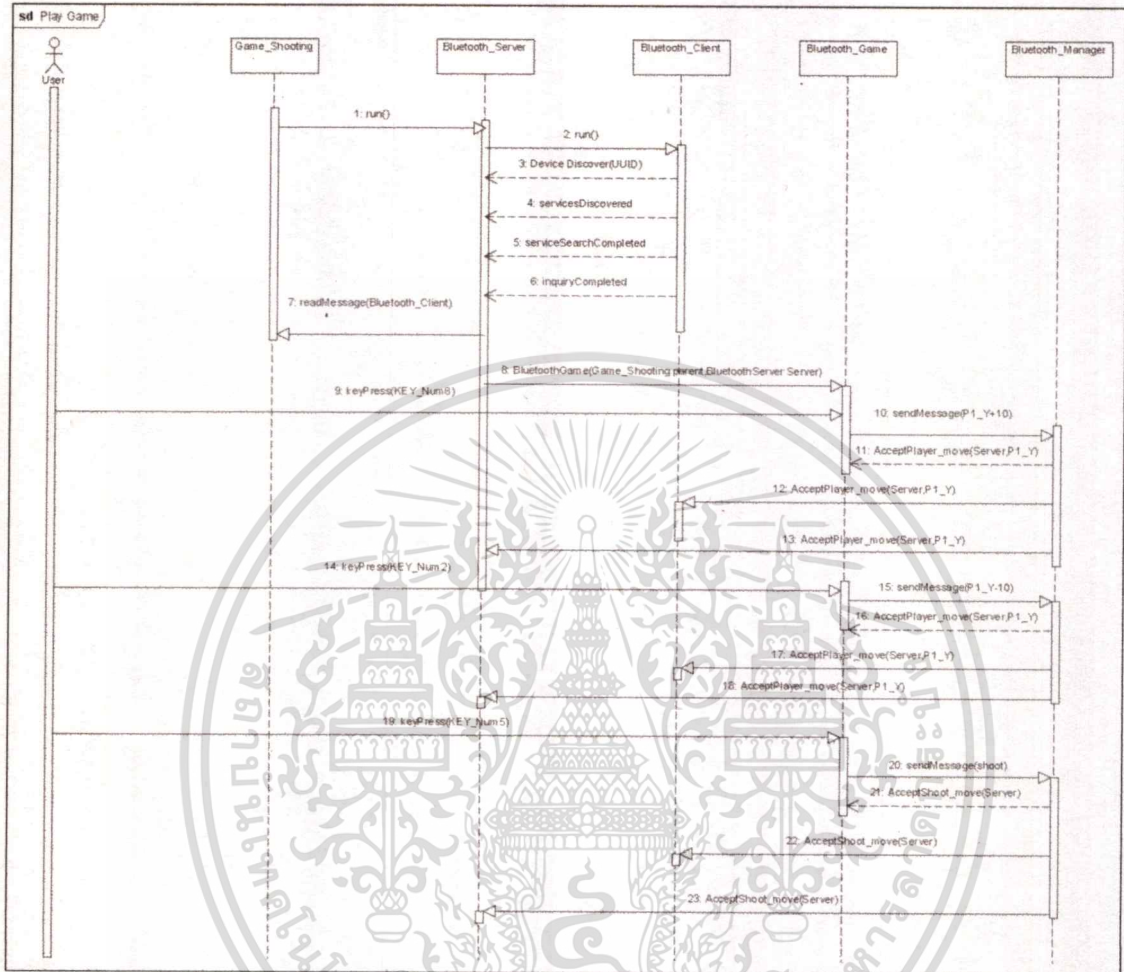
จากรูปที่ 4.7 เมื่อ User ทำการเลือกฟังก์ชัน Start Game Server ในส่วนของเมนูฟังก์ชัน Game\_Shooting จะทำการ run() ของ Bluetooth\_Server



รูปที่ 4.8 Sequence Diagram Join Game Server

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

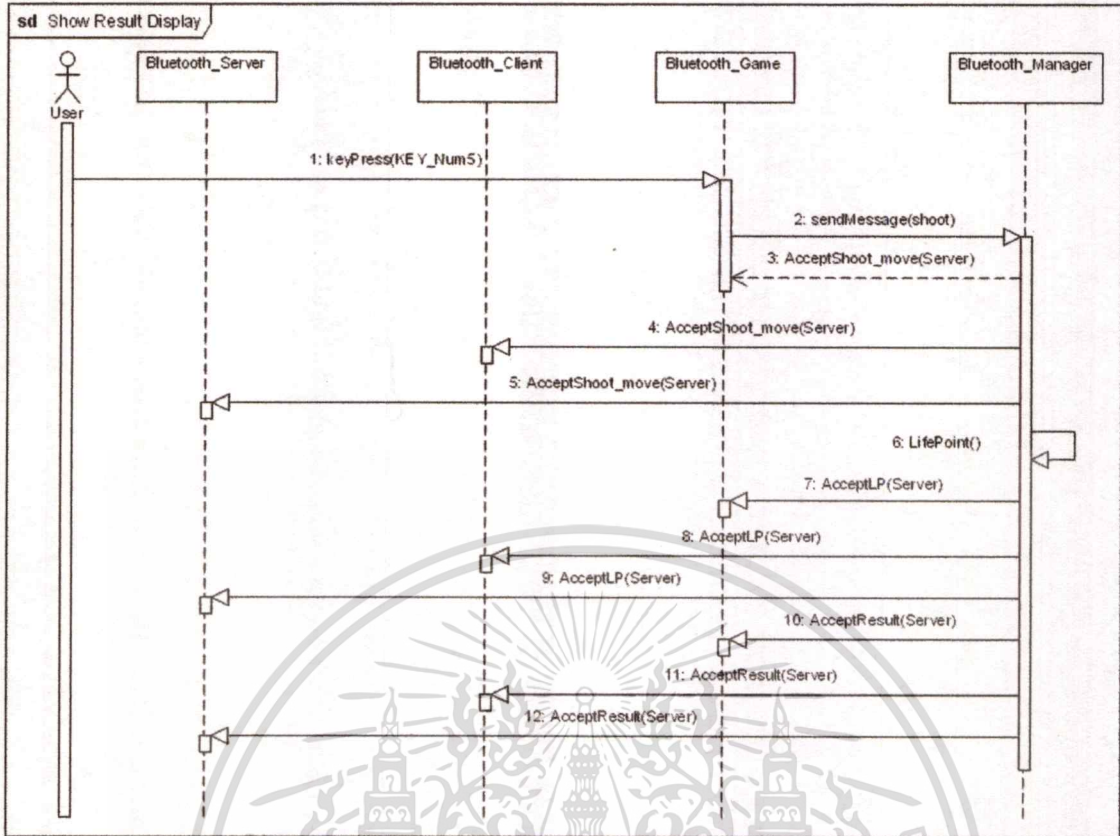
จากรูปที่ 4.8 เมื่อ User ทำการเลือกฟังก์ชัน Join Game Server ในส่วนของเมนู ฟังก์ชัน Game\_Shooting จะทำการ run() ของ Bluetooth\_Client



รูปที่ 4.9 Sequence Diagram Play Game

จากรูปที่ 4.9 หลังจากทำการเตรียมพร้อมที่จะเชื่อมต่อกับ Bluetooth\_Server จะส่งเมสเสจ Device Discover เพื่อหาสัญญาณจากบลูทูธอีกตัวหนึ่งเมื่อเจอ Bluetooth\_Client จะส่ง UUID กลับมา พร้อมทั้งส่งเมสเสจ ServiceDiscover serviceSearchCompleted และ inquiryComplete กลับมาจากนั้น Bluetooth\_Server จะส่งคำตอบกลับไปยัง User ว่า ได้ทำการอ่านค่าจาก Bluetooth\_Client ได้เป็นที่เรียบร้อย แล้วทำการเรียกใช้งาน Bluetooth\_Game เพื่อเตรียมพร้อมจะเล่นเกมหลังจากนั้นถ้าผู้เล่นทำการกดปุ่มหมายเลข 2 จะทำการส่งเมสเสจ KeyPress(KEY\_NUM8) ไปยัง Bluetooth\_Game และทำการส่ง sendMessage(P1\_Y+10) เพื่อให้ตัวละครในเกมของผู้เล่นที่หนึ่งทำการเคลื่อนที่ขึ้น กดปุ่ม 8 จะเคลื่อนที่ลง กดปุ่ม 5 จะทำการยิงโจมตีไปยังผู้เล่นฝ่ายตรงข้าม และกดปุ่ม # จะทำการออกจากเกม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะวิธีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 Sequence Diagram Show Result Display

จากรูปที่ 4.10 เมื่อเล่นเกมไปจนรู้ผลแล้ว Bluetooth\_Game จะทำการตรวจสอบว่าใครเป็นผู้ชนะ โดยส่งเมสเซจ LifePoint() ไปยัง Bluetooth\_Manager เพื่อตรวจสอบจากนั้นจะส่งเมสเซจ AcceptLP() ไปยัง Bluetooth\_Game แล้วส่งไปยัง User แล้วจะทำการแสดงรูปภาพพร้อมข้อความว่า “You Win”

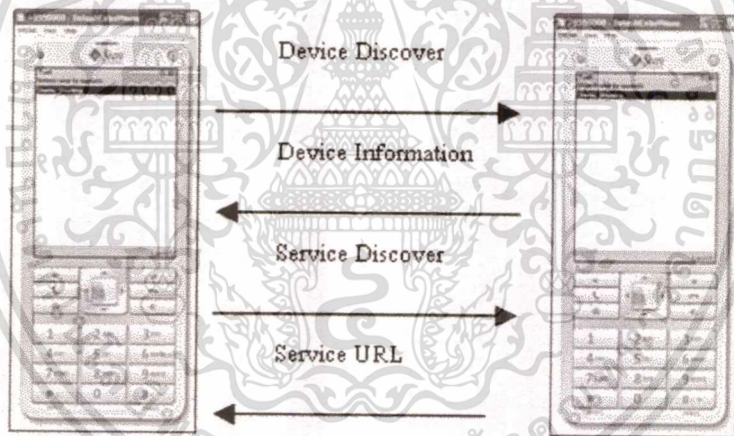
## บทที่ 5

### การจัดสร้างและทดสอบระบบ

หลังจากที่ผ่านกระบวนการวิเคราะห์และออกแบบระบบแล้ว ก็จะมาถึงการจัดสร้างและทดสอบระบบเนื้อหาภายในบทที่นี้จะกล่าวถึงขั้นตอนในการติดต่อของบลูทูธว่ามีวิธีการติดต่อกันอย่างไร การทำงานของโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นมา และผลการทดสอบการนำไปใช้งานบนโทรศัพท์มือถือจริง

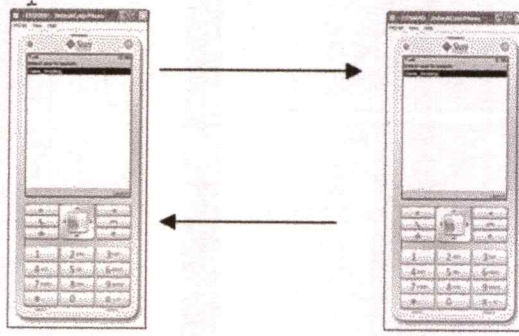
การติดต่อของบลูทูธที่จะนำมาใช้กับเกมแบบเพียวเพียวนี้จะใช้โปรโตคอล RFCOMM มาใช้โปรโตคอล L2CAP สามารถที่จะใช้ได้เช่นกันโดยที่โปรโตคอล L2CAP จะมีขนาดของเฮดเดอร์ที่ใช้น้อยกว่าของโปรโตคอล RFCOMM แต่ RFCOMM สามารถที่จะใช้งานการส่งข้อมูลแบบสตรีมมิ่งได้ในโปรเจกต์นี้ได้ นำโปรโตคอล RFCOMM มาใช้

#### 5.1 ลักษณะการทำงานของระบบ



รูปที่ 5.1 ลักษณะการเชื่อมต่อของบลูทูธ

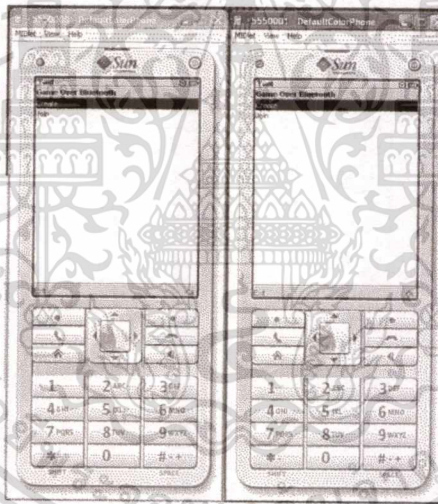
รูปที่ 5.1 จะเห็นได้ว่าขั้นตอนแรกบลูทูธจะทำการค้นหาสัญญาณของบลูทูธตัวอื่นภายในระยะทางที่สามารถทำการรับและส่งข้อมูลได้ ขั้นที่สองจะทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลของบลูทูธที่ทำการติดต่อ ขั้นที่สาม Service discovery ใช้ในการค้นหาเซอร์วิสในที่นี่คือค่าของ UUID โดยที่เราจะเป็นผู้กำหนดค่าของ UUID ขึ้นมาคือ "0102030405060708090" ขั้นสุดท้ายจะทำการค้นหาค่า UUID ที่ Service URL



### รูปที่ 5.2 การส่งข้อมูลแบบเพียวเพียว

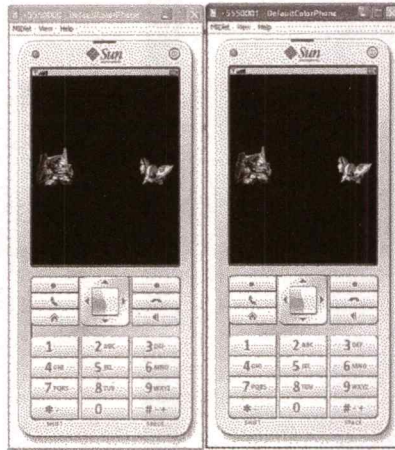
รูปที่ 5.2 หลังจากที่ได้ทำการเชื่อมต่อกันเสร็จแล้วระบบจะทำการส่งเทรด์ (thread) ระหว่างกันโดยที่ทั้งสองฝ่ายจะมีการส่งในรูปแบบของสตริงค์ (String) ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้น

### 5.2 ขั้นตอนการทำงานของระบบ



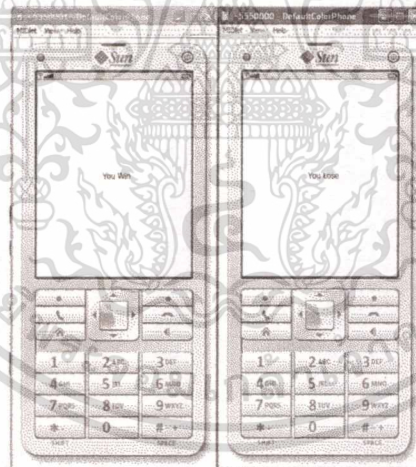
### รูปที่ 5.3 เริ่มทำการติดต่อแบบเซิร์ฟเวอร์และไคลเอ็นต์

รูปที่ 5.3 เมื่อเริ่มทำงานระบบจะแสดงเมนูฟังก์ชันมาให้เลือกว่าจะทำการ Server ซึ่งในที่นี้คือทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์เพื่อรอการติดต่อจากไคลเอ็นต์ส่วนอีกเมนูจะเป็น Client ทำหน้าที่เป็นไคลเอ็นต์เข้าไปทำการติดต่อเซิร์ฟเวอร์

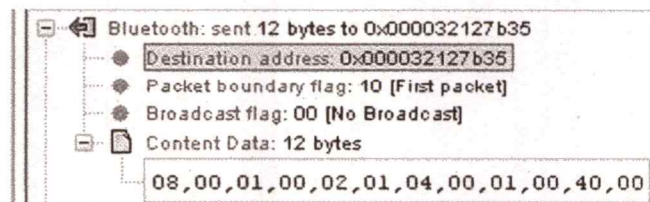


รูปที่ 5.4 ทำการติดต่อสำเร็จพร้อมเล่นเกม

รูปที่ 5.4 แสดงให้เห็นว่าทั้งสองฝ่ายพร้อมเล่นเกมเพื่อแข่งขันกัน วิธีการเล่นคือ กด 2 จะเป็นการเคลื่อนที่ขึ้น กด 5 เป็นการยิง กด 8 เป็นการเคลื่อนที่ลง และกด # เป็นการออกจากเกม รูปแบบการเล่นคือให้ทั้งฝ่ายพยายามยิงไปให้โดนยังผู้เล่นฝั่งตรงกันข้ามถ้าใครยิงโดน 5 ครั้งก่อนจะเป็นผู้ชนะแล้วจึงทำการแสดงรูปภาพพร้อมข้อความว่า “You Win” ถ้าแพ้จะขึ้นข้อความว่า “You Lose” จากนั้นให้กด # ออกจากเกม ดังรูปที่ 5.5



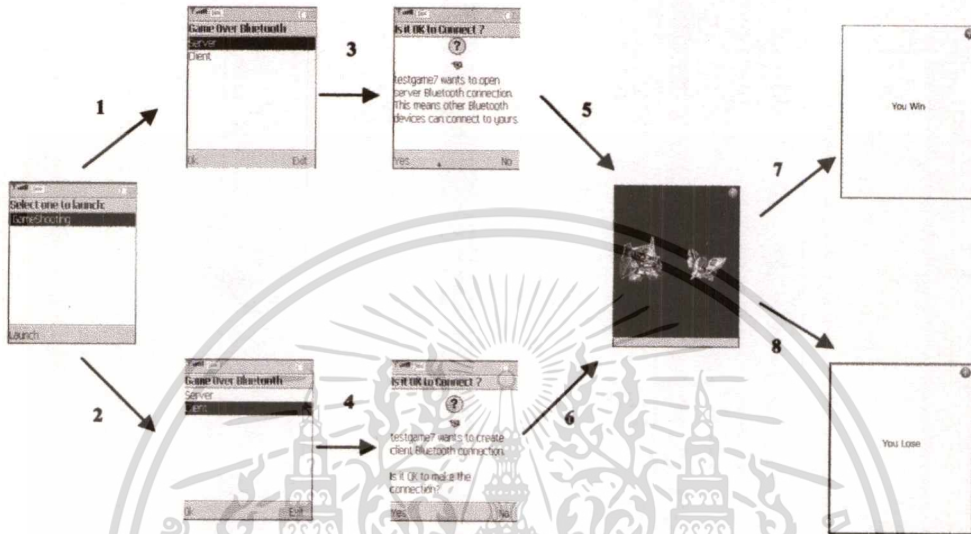
รูปที่ 5.5 แสดงรูปภาพพร้อมข้อความเมื่อรู้ผลการเล่นเกม



รูปที่ 5.6 แสดงการรับและส่งข้อมูลของบลูทูธ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.6 แสดงถึงการรับและส่งข้อมูลของบลูทูธโดยใช้ Emulator ของ Nokia ประกอบด้วย 1. Destination address 2. Packet boundary flag 3. Broadcast flag 4. Content Data สามารถที่จะบอกได้แค่บางส่วนของแพคเกจการส่งของบลูทูธแต่ในการดักจับแพคเกจใช้งานจริงจะต้องมีอุปกรณ์ในการจับสัญญาณของบลูทูธ ในกรณีที่ใช้โปรแกรม wireshark จะต้องมีความจับสัญญาณบลูทูธของ AirPcap มาช่วยด้วยจึงจะทำได้



รูปที่ 5.7 วงจรภาพรวมของเกม

รูปที่ 5.7 จะแสดงให้เห็นถึงขั้นตอนทั้ง 8 ในการเล่นเกมตั้งแต่เริ่มต้นการติดต่อซึ่งจะอธิบายแต่ละขั้นดังต่อไปนี้

- ขั้นที่ 1 และ 2 ทำการรันโปรแกรมเกมเพื่อที่จะไปทำการเลือกสถานะว่าจะจะเป็นเซิร์ฟเวอร์หรือไคลเอ็นต์
- ขั้นที่ 3 หลังจากที่ผู้เล่นทำการเลือกสถานะเป็นเซิร์ฟเวอร์โปรแกรมจะถามเพื่อทำการยืนยันว่าทำการเปิดบลูทูธเซิร์ฟเวอร์เพื่อให้อุปกรณ์บลูทูธตัวอื่นสามารถทำการเชื่อมต่อได้
- ขั้นที่ 4 หลังจากที่ผู้เล่นทำการเลือกสถานะเป็นไคลเอ็นต์โปรแกรมจะถามเพื่อทำการยืนยันว่าจะทำการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์บลูทูธที่ทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์
- ขั้นที่ 5 และ 6 หลังจากที่ทำการเชื่อมต่อได้ จะดำเนินการเล่นเกมทั้งสองฝ่าย
- ขั้นที่ 7 หน้าจอจะแสดงผลการเล่นเกมที่ "You Win" ถ้าต้องการออกจากเกมให้ทำการกด #
- ขั้นที่ 8 หน้าจอจะแสดงผลการเล่นเกมที่ "You Lose" ถ้าต้องการออกจากเกมให้ทำการกด #

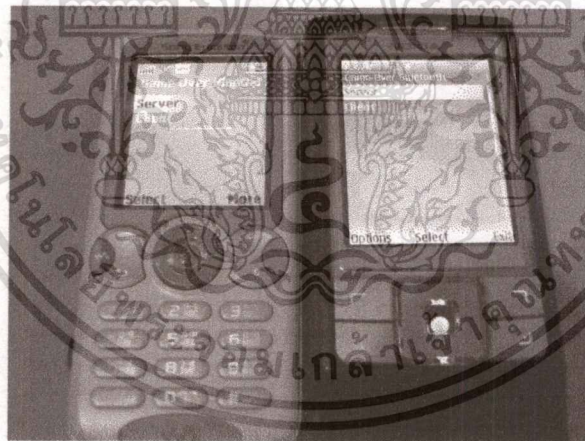
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.3 การทดสอบโปรแกรมบนโทรศัพท์มือถือ

ในการทดสอบนี้ได้นำเครื่องโทรศัพท์มือถือของ Nokia และ Sony Ericsson โดยรุ่นของโทรศัพท์มือถือ Nokia N70 N72 6270 และ Sony Ericsson W810i รายละเอียดคุณสมบัติของโทรศัพท์มือถือแต่ละรุ่นแสดงไว้ในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 คุณสมบัติของโทรศัพท์มือถือแต่ละรุ่น

	N70	N72	6270	W810i
Nokia OS			√	
Sony Ericsson OS				√
Symbian OS	√	√		
JSR 82	√	√	√	√
CLDC 1.1	√	√	√	√
MIDP 2.0	√	√	√	√
Disply:Pixel	176×208	176×208	240×320	176×220



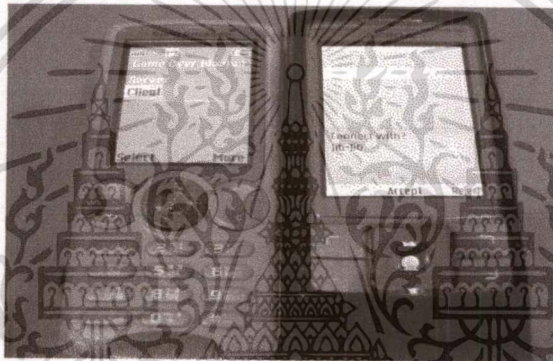
รูปที่ 5.8 เริ่มทำการติดต่อแบบเซิร์ฟเวอร์และไคลเอ็นต์บนตัวโทรศัพท์มือถือ

รูปที่ 5.8 จะแสดงถึงขั้นตอนการเริ่มต้นใช้งานให้ผู้ใช้ซึ่งจะอยู่ในขั้นตอนที่ 1 และ 2 ก่อนที่จะทำการรัน โปรแกรมให้ทำการเปิดการใช้งานบลูทูธก่อนและทำการเพิ่มรายชื่ออุปกรณ์ที่ต้องการทำการติดต่อ



**รูปที่ 5.9** โคลเอ็นด์ทำการยืนยันในการเชื่อมต่อกับเซิร์ฟเวอร์

รูปที่ 5.9 จะแสดงถึงขั้นตอนที่ 4 โปรแกรมจะถามเพื่อทำการยืนยันว่าจะทำการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ลูทอร์ที่ทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์ในขั้นตอนนี้การใช้งานจริงจะใช้เวลารอในการค้นหา



**รูปที่ 5.10** เซิร์ฟเวอร์ทำการยืนยันอนุญาตให้ โคลเอ็นด์เชื่อมต่อได้

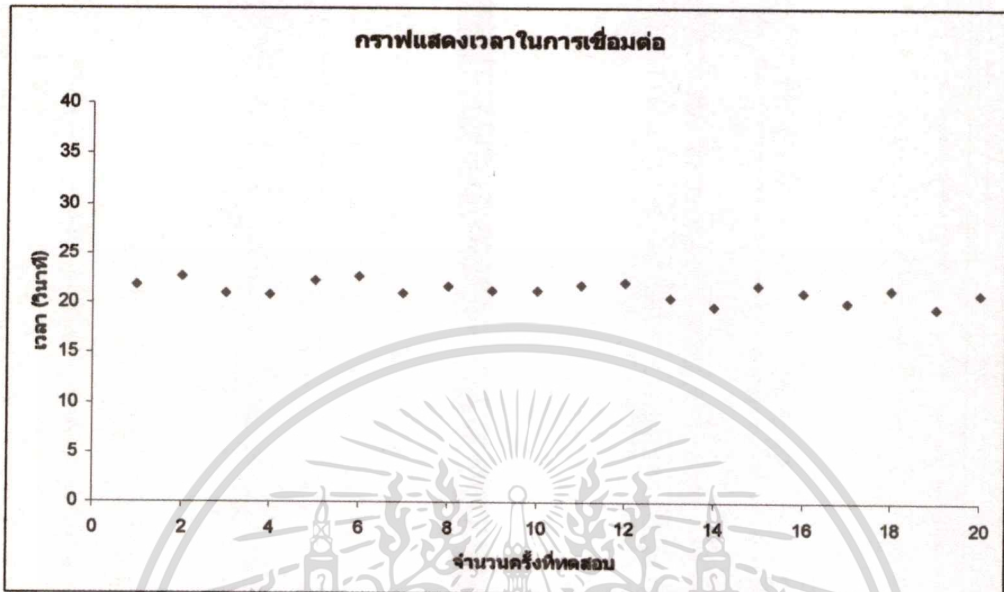
รูปที่ 5.10 จะแสดงถึงการทำงานระหว่างขั้นตอนที่ 5 และ 6 ทำการ Authentication เพื่อตรวจสอบว่าใครจะมาทำการเชื่อมต่อหลังจากที่ยืนยันเรียบร้อยแล้วก็จะดำเนินการเล่นเกม



**รูปที่ 5.11** ทำการเชื่อมต่อ

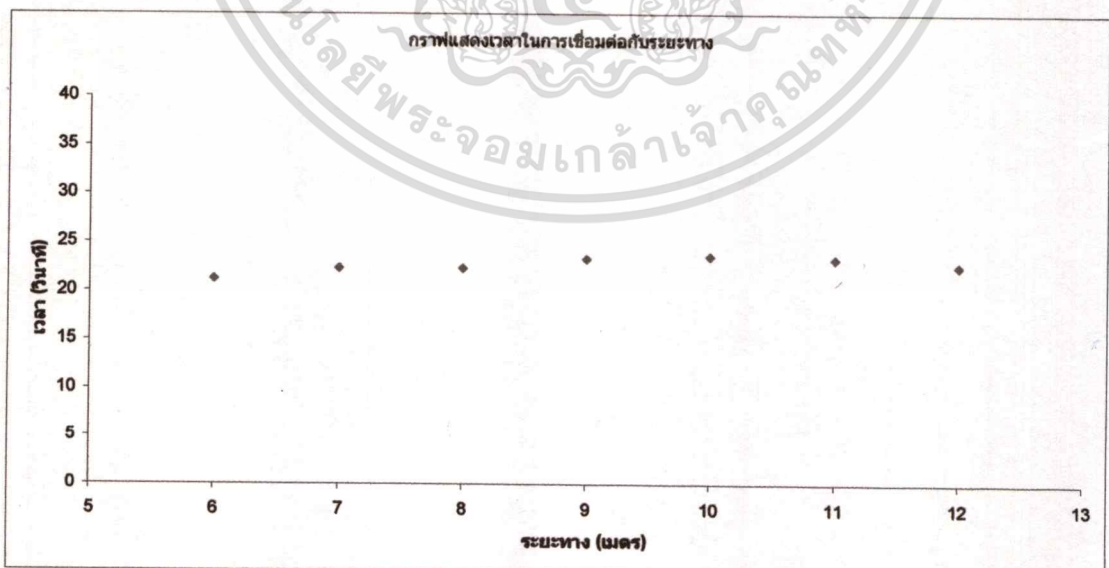
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.11 แสดงให้เห็นว่าได้ทำการเชื่อมต่อเรียบร้อยแล้วพร้อมดำเนินการเล่นเกมจากรูปจะเห็นว่าที่ตัวโทรศัพท์มือถือ Nokia 6270 นั้นตัวเกมไม่แสดงเต็มจอเนื่องจากขนาดจอภาพของเกมนี้ได้รับรองรับกับโทรศัพท์มือถือ Sony Ericsson W810i



รูปที่ 5.12 กราฟแสดงเวลาที่ใช้ในการเชื่อมต่อ

รูปที่ 5.12 แสดงถึงเวลาที่ใช้ในการเชื่อมต่อตั้งแต่ขั้นตอนที่ 1 ถึง 6 โดยได้ทำการทดสอบเป็นจำนวน 20 ครั้งใช้นาฬิกาในการจับเวลาทำให้ทราบถึงค่าเฉลี่ยของเวลาในการเชื่อมต่อจะใช้เวลาทั้งหมด 21.29 วินาที



รูปที่ 5.13 กราฟแสดงเวลาในการเชื่อมต่อกับระยะทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ที่ 5.13 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับเวลาที่ใช้ในการเชื่อมต่อ โดยในการทดลองนี้เริ่มที่ระยะทางตั้งแต่ 6 เมตรถึง 12 เมตรโดยทำการทดสอบเป็นจำนวน 20 ครั้ง

ตารางที่ 5.2 ผลการทดสอบเกมกับเครื่องโทรศัพท์มือถือแต่ละรุ่น

N70	N72	6270	W810i
×	×	√	√

ตารางที่ 5.2 จะเห็นได้ว่าโปรแกรมเกมที่ได้พัฒนาขึ้นมาสามารถใช้งานได้จริงกับ โทรศัพท์มือถือ Nokia 6270 กับ Sony Ericsson W810i ส่วน Nokia N70 และ N72 ไม่สามารถใช้งานได้

ปัญหาที่ได้พบจากการทดลองนี้จะเห็นว่า Nokia 6270 ไม่สามารถเป็นโคตเอ็นค้ได้ เหมือนตัวเครื่องไม่สามารถที่จะทำการค้นหาอุปกรณ์บลูทูธเจอในกรณีของ Nokia N70 และ N72 เหมือนกันค้นหาไม่เจอแต่ถ้าเจอต้องใช้เวลาานมากจนเครื่องค้างซึ่งตั้งข้อสังเกตไว้ 2 ข้อ คือ 1. อาจเป็นที่การออกแบบเกมและวิธีการเขียนโปรแกรม 2. ตัวเครื่องโทรศัพท์มือถือมีปัญหาในการใช้งานด้าน JSR 82

## บทที่ 6

### บทสรุป

จากการที่ได้ทำการ ศึกษา วิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาระบบขึ้นมาจนสำเร็จ ทำให้ได้พบเจอปัญหาระหว่างทำการพัฒนาระบบ และข้อเสนอแนะสำหรับบุคคลที่ต้องการจะนำไปศึกษาพัฒนาโครงการที่มีความเกี่ยวข้องกัน

#### 6.1 สรุปโครงการ

หลังจากที่ได้ทำการพัฒนาระบบเกมหลายผู้เล่นบนโทรศัพท์มือถือทางบรูซแบบเพียวเพีย จะเห็นได้ว่าในขณะที่ทำการทดสอบกับโทรศัพท์มือถือเปรียบเทียบกับเครื่องคอมพิวเตอร์กับตัวเครื่องจริงนั้นจะใช้เวลาในการค้นหาตัวเครื่อง โทรศัพท์มือถืออีกตัวเป็นเวลานานพอสมควร ช่วงที่ดำเนินการแข่งขันเกมนั้นมีการส่งข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของแต่ละเครื่องจะเห็นได้เมื่อผู้เล่นที่หนึ่งทำการเล่นเกมไม่ว่าจะเป็นการเคลื่อนไหวขึ้นหรือลง และการยิงกระสุนโจมตีไปยังฝั่งตรงกันข้ามจะส่งข้อมูลการเปลี่ยนแปลงไปยังอีกเครื่องหนึ่งแบบต่อเนื่องผู้เล่นอีกคนจะเห็นภาพที่หน้าจอมีการเปลี่ยนแปลงตามด้วย ผลการทดสอบกับเครื่องโทรศัพท์มือถือจะมีปัญหาในการใช้งานกับโทรศัพท์มือถือบางรุ่นซึ่งอาจเกิดขึ้นจากตัวโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาหรือเครื่องโทรศัพท์มือถือเองในผลการทดสอบจะสามารถใช้งานได้ Sony Ericsson W810i กับ NOKIA 6270

#### 6.2 ปัญหาและอุปสรรค

- โทรศัพท์มือถือเครื่องนั้นรองรับมาตรฐาน JSR 82 หรือไม่ เพราะถ้าไม่รองรับมาตรฐานนี้ถึงตัวเครื่องมีอุปกรณ์บรูซติดมาให้ก็ไม่สามารถใช้งานได้
- ตัวโปรแกรมเกมอาจไม่สามารถใช้งานได้กับโทรศัพท์มือถือของบางค่าย เช่น อาจใช้กับ Sony Ericsson แต่กับ Nokia อาจใช้ไม่ได้ เพื่อความมั่นใจควรที่จะนำชิพของโทรศัพท์มือถือแต่ละรุ่นมาทดสอบจนกว่าจะแน่ใจ
- เทคนิคในการเขียนและออกแบบโปรแกรมจะส่งผลกระทบต่อการใช้งานกับโทรศัพท์มือถือบางรุ่น ในการทดสอบจริงนั้น Nokia N70 และ N72 ไม่สามารถที่จะใช้งานได้แค่ Nokia 6270 และ Sony Ericsson W810i สามารถใช้งานได้

## บรรณานุกรม

เจนวิทย์ เหลืองอร่ามและปิยวิทย์ เหลืองอร่าม. 2546. การเขียนโปรแกรมสำหรับ Wireless Application ด้วย J2ME. บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน).

David Kammer. et al. 2002. **Bluetooth Application Developer's Guide: The Short Range Interconnect Solution.** Syngress Publishing.

D.M Bakker. et al. 2002. **BLUETOOTH™ END TO END™.** Hungry Minds.

H. Labiod. et al. 2007. **WI-FI™, BLUETOOTH™, ZIGBEE™ AND WIMAX™.** Springer.

Timothy J. Thompson. et al. 2008. **BLUETOOTH APPLICATION PROGRAMMING WITH THE JAVATM API, ESSENTIALS EDITION.** Morgan Kaufmann Publisher.

Wikimedia. “Bluetooth Profile” [Online]. Available:

[http://en.wikipedia.org/wiki/Bluetooth\\_profile](http://en.wikipedia.org/wiki/Bluetooth_profile)

Wikimedia. 2008. “Peer To Peer” [Online]. Available:

<http://en.wikipedia.org/wiki/Peer-to-peer> .

1994. “Java ME Technology” [Online]. Available:

<http://java.sun.com/javame/technology/index.jsp> .

2003. “Mobile J2ME” [Online]. Available:

<http://www.thai-programmer.com/?DPAGE=90700100> .

2004. “เทคโนโลยี Bluetooth” [Online]. Available:

<http://campus.en.kku.ac.th/project/2003/COE2003-18/blue.htm> .

2007. “P2P คืออะไร? ทำงานอย่างไร?” [Online]. Available:

<http://www.e-bizthailand.com/node/180> .



## ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



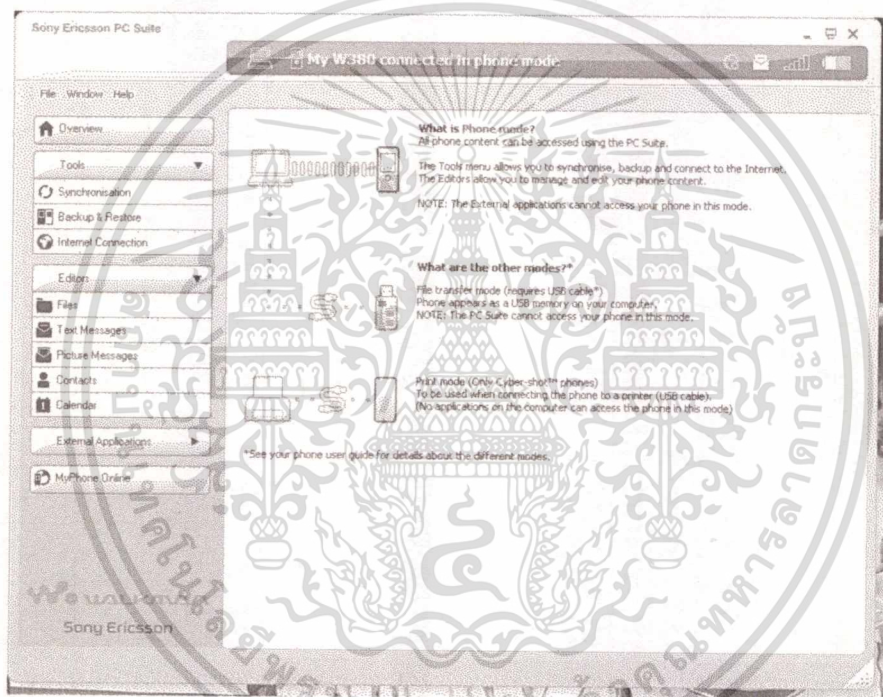
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คู่มือการติดตั้ง

### การติดตั้งโปรแกรมบนโทรศัพท์มือถือ

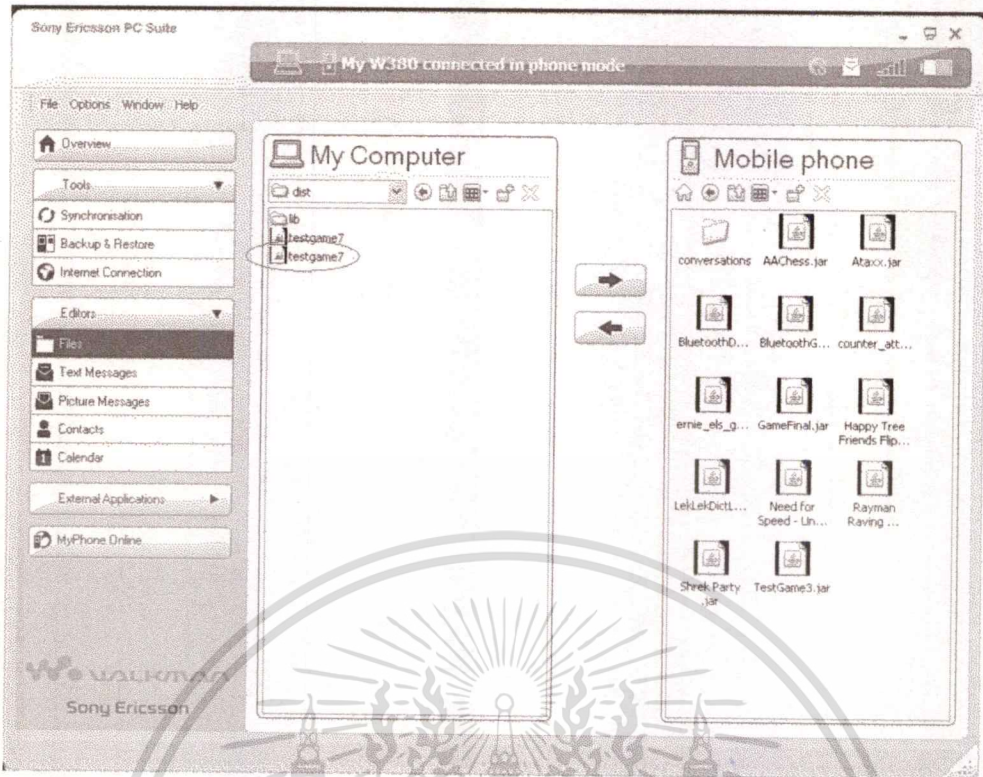
การติดตั้งโปรแกรมบนโทรศัพท์มือถือจะแตกต่างกันตามค่ายโทรศัพท์มือถือและรุ่นของโทรศัพท์มือถือในที่นี้จะแสดงการลงโปรแกรมบนโทรศัพท์มือถือของ Sony Ericsson โดยใช้โปรแกรม Sony Ericsson PC Suit กับ Bluetooth USB

- ขั้นตอนที่ 1 ทำการเปิดโปรแกรม Sony Ericsson PC Suit ขึ้นมาใช้ในการเชื่อมต่อแบบบลูทูธระหว่างคอมพิวเตอร์กับโทรศัพท์มือถือซึ่งแสดงไว้ดังรูปที่ ก.1



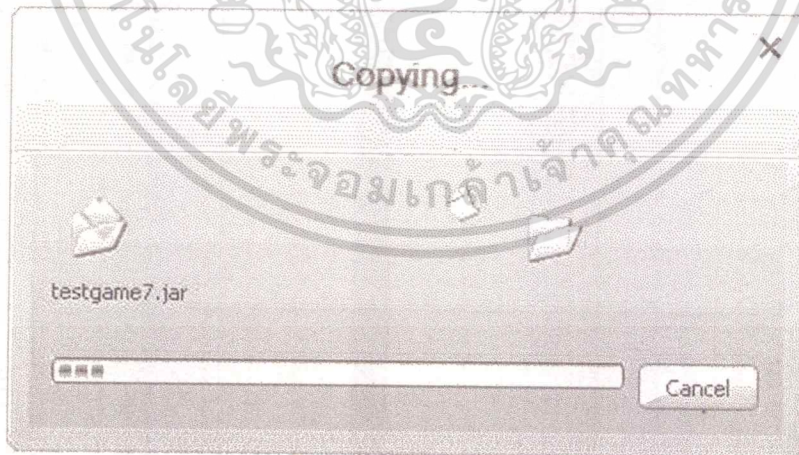
รูปที่ ก.1 โปรแกรม Sony Ericsson PC Suit

- ขั้นตอนที่ 2 เลือกไปที่ Editor ----> Files ในส่วนของฝั่ง My Computer ให้เลือก Directory ไปยังที่เก็บไฟล์สกุล .JAR และฝั่งของ Mobile Phone ทำการเลือกไปยังที่เราต้องการให้เก็บไฟล์ที่จะทำการย้ายมายังเครื่องโทรศัพท์มือถือถ้าเป็นรุ่นที่รองรับหน่วยความจำภายนอกจะมีเพิ่มมาให้เลือกว่าจะเก็บลงตัวเครื่องหรือหน่วยความจำภายนอกแล้วทำการย้ายไฟล์ไปยังที่เราต้องการจะเก็บ ซึ่งขั้นตอนนี้จะแสดงดังรูปที่ ก.2



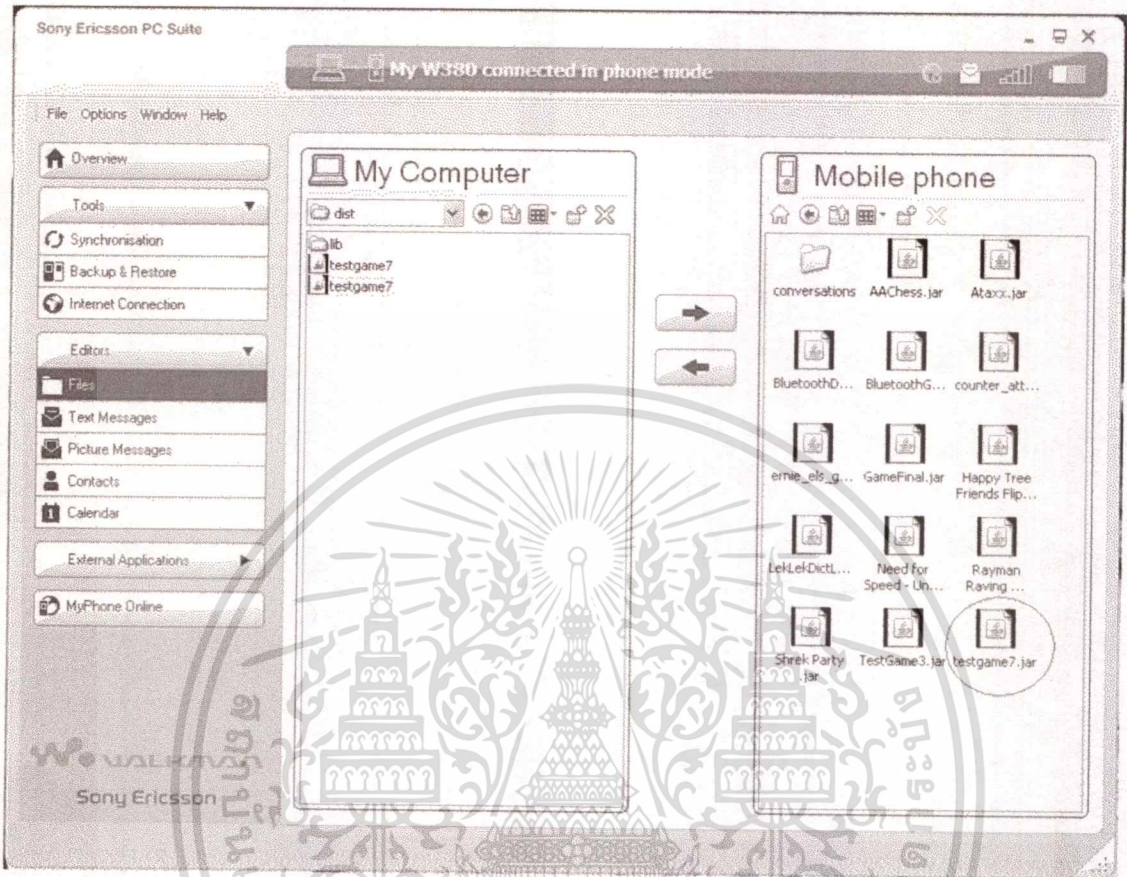
รูปที่ ก.2 เตรียมการย้ายไฟล์ไปยังเครื่องโทรศัพท์มือถือ

- ขั้นตอนที่ 3 หลังจากขั้นตอนที่ 2 เมื่อทำการย้ายไฟล์ไปยังโทรศัพท์มือถือจะมีการให้ยืนยันที่เครื่องโทรศัพท์มือถือให้ทำการรับไฟล์เมื่อทำการกดยืนยันที่จะรับไฟล์โปรแกรม จะทำการส่งข้อมูลซึ่งแสดงดังรูปที่ ก.3



รูปที่ ก.3 การส่งไฟล์จากคอมพิวเตอร์ไปยังโทรศัพท์มือถือผ่านบลูทูธ

- ขั้นตอนที่ 4 จากรูปที่ ก.4 จะเห็นได้ว่าไฟล์โปรแกรมได้ทำการส่งไฟล์ไปยังโทรศัพท์มือถือแล้วหลังจากขั้นตอนนี้ให้ทำการลงโปรแกรมที่ตัวเครื่องโทรศัพท์มือถือ



รูปที่ ก.4 การส่งไฟล์ไปยังโทรศัพท์มือถือเสร็จสิ้น

- กรณีโทรศัพท์มือถือของ Nokia จะใช้โปรแกรม Nokia PC Suit ขั้นตอนจะคล้ายกับโปรแกรม Sony Ericsson PC Suit แต่ของ Nokia PC Suit จะมีฟังก์ชันในการลงโปรแกรมมาพร้อมใช้งาน ไม่ต้องทำขั้นตอนลงโปรแกรมที่โทรศัพท์มือถืออีกที
- หลังจากที่ได้ทำการติดตั้งบนโทรศัพท์มือถือเรียบร้อยแล้วก็พร้อมที่จะเล่นเกม แต่ก่อนที่จะเล่นเกมต้องทำการเปิดการใช้งานบลูทูธของโทรศัพท์มือถือก่อนเพราะเนื่องจากบ้ำงรุ่นของโทรศัพท์จะไม่ดำเนินการเปิดบลูทูธให้อาจทำให้โปรแกรมเกิดข้อผิดพลาดได้แสดงไว้ดังรูปที่ ก.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

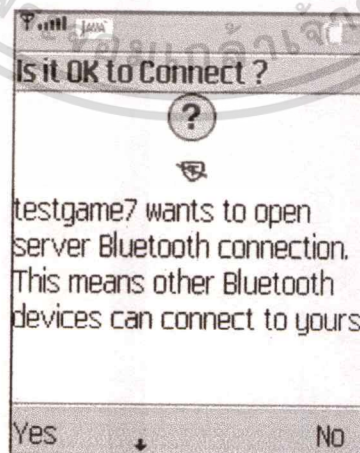


รูปที่ ก.5 รันโปรแกรมเกมที่โทรศัพท์มือถือ



รูปที่ ก.6 รายการให้เลือกสถานะของเกม

- จากรูปที่ ก.6 เมื่อทำการรันโปรแกรมเข้ามาจะแสดงรายการให้เลือกสถานะของเกม



รูปที่ ก.7 เลือกสถานะเป็นเซิร์ฟเวอร์

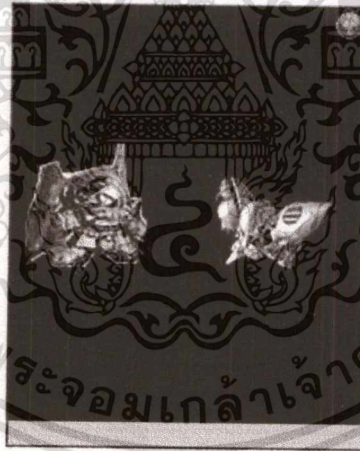
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- จากรูปที่ ก.7 ถ้าทำการเลือกสถานะเซิร์ฟเวอร์โปรแกรมจะถามยืนยันว่าจะอนุญาตให้อุปกรณ์บลูทูธเครื่องอื่นมาทำการเชื่อมต่อหรือไม่



### รูปที่ ก.8 เลือกสถานะเป็นไคลเอ็นต์

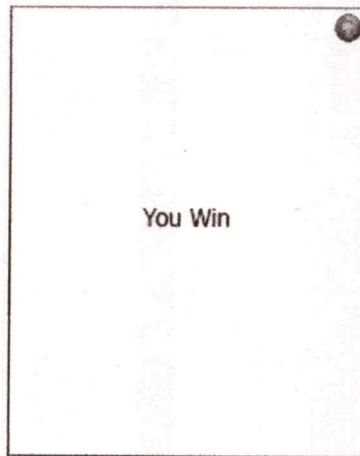
- จากรูปที่ ก.8 ถ้าทำการเลือกสถานะเป็นไคลเอ็นต์โปรแกรมจะถามเพื่อทำการยืนยันว่าจะทำการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์บลูทูธที่ทำหน้าที่เป็นเซิร์ฟเวอร์



### รูปที่ ก.9 เชื่อมต่อสำเร็จพร้อมเล่น

- จากรูปที่ ก.9 หลังจากเลือกสถานะเสร็จและดำเนินการเชื่อมต่อเรียบร้อยแล้วจะดำเนินการเล่นเกมโดยที่จะมีวิธีเล่นดังนี้ผู้เล่นแต่ละฝ่ายจะมีตัวละครในเกมอยู่คนละข้างให้ทำการยิงโจมตีฝ่ายตรงข้ามถ้าใครโดนยิงครบ 5 ครั้งก่อนจะเป็นฝ่ายแพ้
  - กดปุ่ม 2 ทำการเคลื่อนที่ขึ้นด้านบน
  - กดปุ่ม 8 ทำการเคลื่อนที่ลงด้านล่าง
  - กดปุ่ม 5 ทำการยิงโจมตีฝ่ายตรงข้าม
  - กดปุ่ม # ออกจากเกม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**รูปที่ ก.10** หน้าจอแสดงผลการเล่นของฝ่ายที่ชนะ

- จากรูปที่ ก.10 หน้าจอจะแสดงผลการเล่นเกมว่า “You Win” ถ้าต้องการออกจากเกมให้ทำการกด #



**รูปที่ ก.11** หน้าจอแสดงผลการเล่นของฝ่ายที่แพ้

- จากรูปที่ ก.11 หน้าจอจะแสดงผลการเล่นเกมว่า “You Lose” ถ้าต้องการออกจากเกมให้ทำการกด #

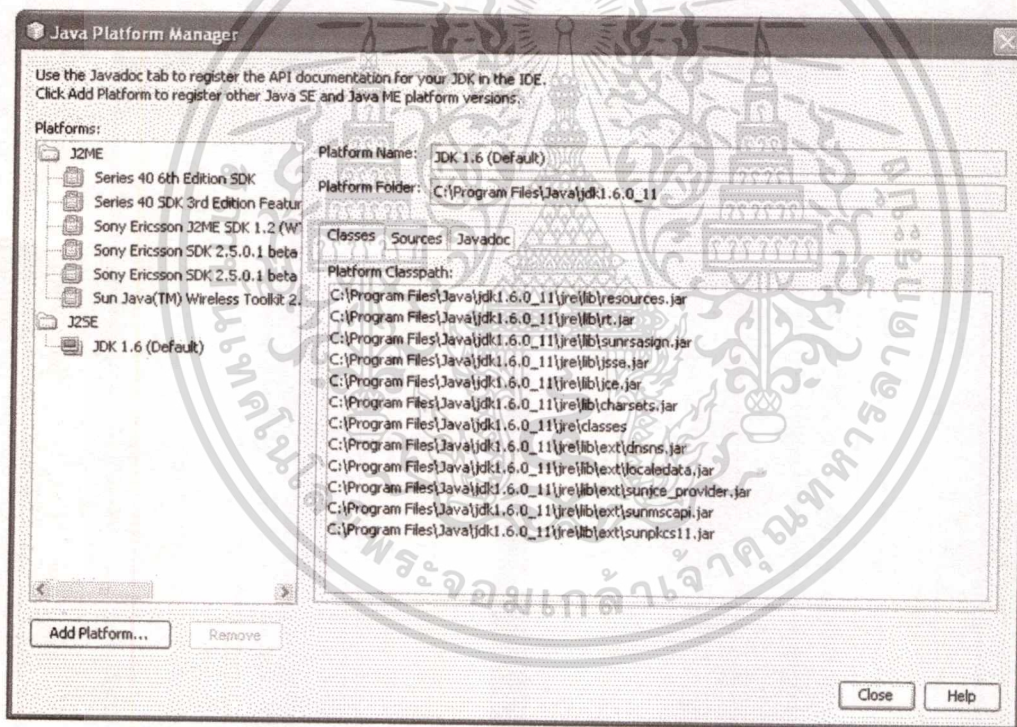


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การติดตั้งอิมูเลเตอร์ของโทรศัพท์มือถือแต่ละค่าย

การติดตั้งตัวอิมูเลเตอร์ นั้นจำเป็นต้องทำการดาวน์โหลดอิมูเลเตอร์ของโทรศัพท์มือถือมาก่อน โดยสามารถไปหาตัวโหลดได้ที่เวปผู้ผลิตโดยตรง

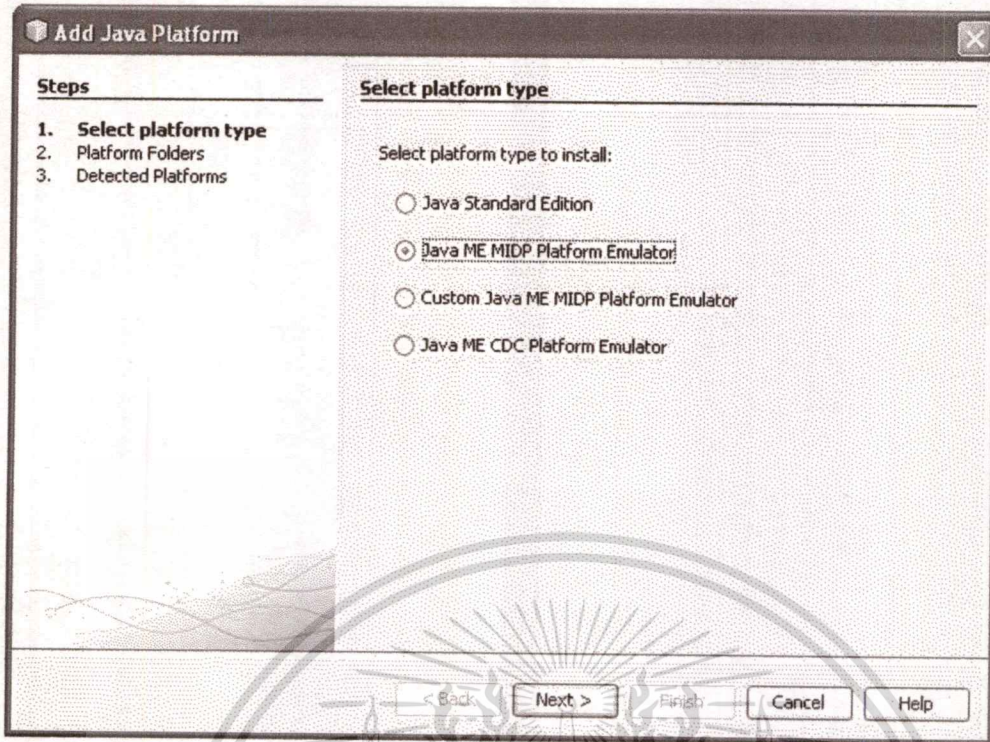
- ทำการดาวน์โหลดอิมูเลเตอร์จากเวปผู้ผลิตโดยที่ของ Nokia ดาวน์โหลดได้ที่ <http://www.forum.nokia.com/> ของ Sony Ericsson ดาวน์โหลดได้ที่ [http://developer.sonyericsson.com/site/global/home/p\\_home.jsp](http://developer.sonyericsson.com/site/global/home/p_home.jsp) ต้องการการสมัครเป็นสมาชิกก่อนถึงจะสามารถดาวน์โหลดได้ของ Nokia ต้องการการเลือกดาวน์โหลด อิมูเลเตอร์ให้ถูกกับตัวโทรศัพท์มือถือที่จะใช้งาน
- หลังจากดาวน์โหลดมาเรียบร้อยแล้วให้ทำการติดตั้งลงบนคอมพิวเตอร์จะทำการเพิ่ม อิมูเลเตอร์มาใช้งานบนโปรแกรมเนทีบิน



รูปที่ ข.1 หน้าจอของ Java Platform Manager

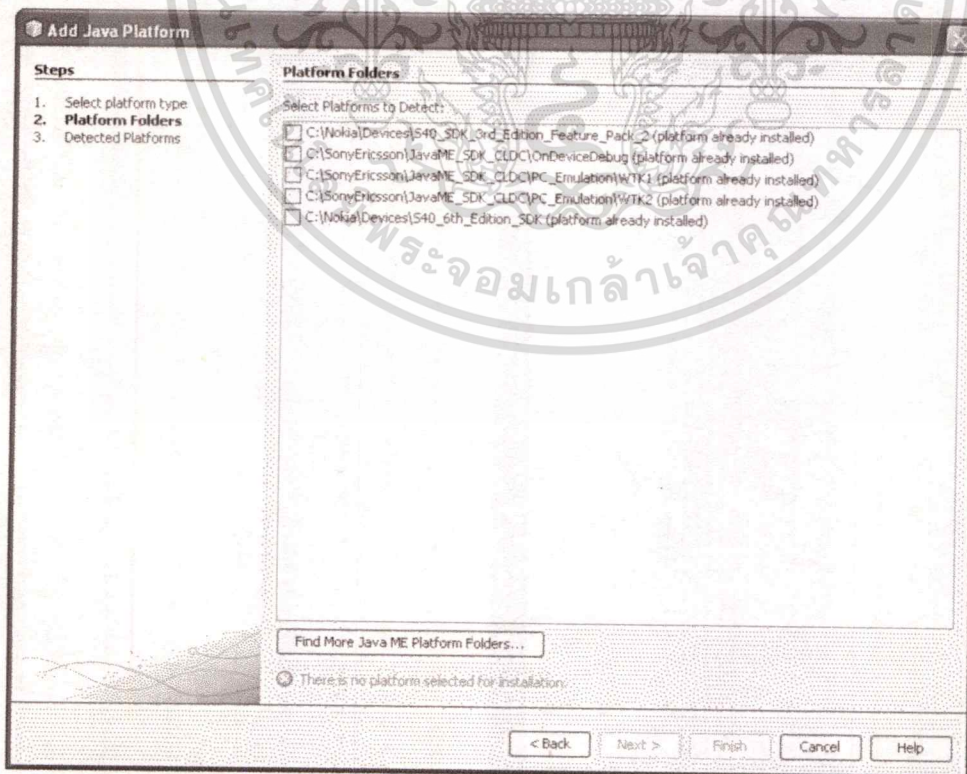
- ทำการรันโปรแกรมเนทีบินขึ้นมาจากนั้นเลือกไปที่ Tool ----> Java Platform Manager จะได้หน้าจอที่แสดงไว้ดังรูปที่ ข.1 แล้วให้ทำการเลือกที่ Add Platform

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.2 หน้าจอของ Add Java Platform

- จากรูปที่ ข.2 หลังจากกดเลือก Add Platform แล้วให้ทำการเลือก Java ME Platform Emulator



รูปที่ ข.3 หน้าจอให้ทำการเลือกฮิมเลเตอร์ที่จะใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- จากรูปที่ ข.3 ให้ทำการเลือกฮิวโมเตอร์ของโทรศัพท์มือถือที่เราต้องการนำมาใช้ จากนั้นให้กด Finish ก็จะเสร็จสิ้นสามารถที่จะนำฮิวโมเตอร์มาใช้งานได้
- ทั้ง Sony Ericsson และ Nokia จะทำการ Add Platform เหมือนกันแต่ตัว Nokia จะมี Nokia Connectivity Framework มาให้เลือกอีกทีซึ่งจะทำหน้าที่ในการซิงโครไนซ์ข้อมูลของโทรศัพท์มือถือเหมือนกับใช้งานจริงทุกอย่าง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Source Code

### เกมหลายผู้เล่นบนโทรศัพท์มือถือทางบลูทูธแบบเพียวเพีย

ส่วนของ Source Code ได้บรรจุไว้ในแผ่นซีดีที่แนบมากับเอกสาร โครงการงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้เขียน

นายกิติคุณ สีงาม

วันเดือนปีเกิด

9 กันยายน 2526

ที่อยู่

327 ซ. หมู่บ้านอยู่เจริญ ถ.ลาดพร้าว 101

เขต วังทองหลาง แขวง วังทองหลาง

จ.กรุงเทพฯ 10310

วุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรี

ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์

สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์ — เครื่องมือวิทยาศาสตร์และ

อุตสาหกรรม

คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

ลาดกระบัง

2549

ปีที่สำเร็จการศึกษา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้