สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบเป้าฝึกยิงปืนอัตโนมัติ

AUTOMATIC TARGET FOR SHOOTING TRAINING SYSTEM

เจริญ วงษ์ชุ่มเย็น

จันทิมา จุลแดง

จีรพัฒน์ จักรโนวรรณ

สมลกุล ขุนอ่อน

RCH
GV
1181
ร๗๘๖

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 114488
วัน,เดือน,ปี 20 ส.ค. 2554

รายงานการวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2552

b.12290879
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบเป้าฝึกยิงปืนอัตโนมัติ

อาจารย์เจริญ	วงษ์ชุ่มเย็น	หัวหน้าโครงการ
นางสาวจันทิมา	จุลแดง	นักวิจัย
นายจีรพัฒน์	จักรโนวรรณ	นักวิจัย
นางสาวสมลกุล	ขุนอ่อน	นักวิจัย

ปีการศึกษา 2552

บทคัดย่อ

ระบบเป้าฝึกยิงปืนอัตโนมัติเป็ระบบที่สามารถทำการตรวจจับพิกัดของกระสุนที่ตกลงบนเป้า อีกทั้งคิดคะแนนเมื่อจบการยิงแต่ละชุด และบันทึกสถิติการยิง การทำงานของระบบนั้นจะทำโดยนำภาพที่ได้จากกล้องเว็บแคมที่ติดอยู่ด้านหน้าของเป้าฝึกยิงปืนมาวิเคราะห์ และประมวลผลด้วยวิธีการทางด้านการประมวลผลภาพ (Image processing) โดยทำเป็นขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นตอนการเตรียมฮาร์ดแวร์ คือ ตัวโครงเป้าและการวางกล้องเว็บแคม 2) ขั้นตอนการเตรียมภาพ ได้แก่การนำเข้าภาพและการกำหนดข้อมูลนำเข้าต่อวินาที (frame per second) 3) ขั้นตอนการเปรียบเทียบเป็นการทำให้ภาพเหมาะสมแก่การนำไปใช้งาน 4) ขั้นตอนการตรวจจับ เป็นการหาบริเวณจุดสีขาวที่เป็นกลุ่มกระสุนปืน และหาพิกัดที่แท้จริงจากภาพที่ได้ 5) ขั้นตอนการแสดงผล คือนำพิกัดที่แท้จริงที่ได้ไปจับคู่กับพิกัดบนรูปเป้ายิง โดยมีการคิดคำนวณคะแนน และจัดเก็บข้อมูลสถิติในแต่ละชุดยิงของผู้เล่นลงดาต้าเบส (Database) เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการแสดงผลในรูปแบบของกราฟและตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Automatic Target for Shooting Training System

(BB TARGET)

Mr. Charoen	Vongchumyen	Head of project
Ms. Juntima	Joondang	Researcher
Mr. Jeerapat	Jaknowan	Researcher
Ms. Samolkul	Khun-on	Researcher

Academic Year 2009

ABSTRACT

The shooting training system provides functions to detect the position on the target, calculating shooting score and collecting the shooting statistic. This system uses Image processing technique to analysis and process target images by following steps. 1) Steps to prepare the hardware is target infrastructure and position of webcam camera.2) Steps to prepare images. Including importing images and data set (frame per second). 3) Comparison steps to make images to the appropriate implementation such as image differencing, thresholding and image filtering. 4) Detection steps to find group of white spots of bullet mark and find real coordinates from images. 5) Display steps are coordinates matching on target picture in User Interface. And also the data are stored on the database. The software can show the shooting statistic of each user in both graph and table.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

แบบงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำ คำปรึกษาและคอยดูแลและความช่วยเหลือจากหลาย ๆ ฝ่ายด้วยกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาจารย์ที่ปรึกษาที่คอยให้คำปรึกษาอยู่ตลอด คือ อาจารย์เจริญ วงษ์ชุ่มเย็น ขอขอบคุณเป็นอย่างสูง รวมไปถึงขอขอบคุณ ดร.ปกรณ์ วัฒนจตุรพร อาจารย์วัจนพงศ์ เกษมศิริ และ อาจารย์จิระศักดิ์ สิทธิกร ที่บุคคลดังกล่าวได้ช่วยให้คำแนะนำสั่งสอน และให้ประสบการณ์ที่เคยทำงานจริง รวมไปถึงข้อมูลที่มีคุณค่าอีกหลาย ๆ อย่างทั้งในเรื่องการศึกษา ทำงาน และ การใช้ชีวิตประจำวัน

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ และห้องวิจัยฮาร์ดแวร์ที่ได้จัดเตรียมสิ่งอำนวยความสะดวก เพื่อให้การวิจัยเป็นไปได้ด้วยความสะดวกและรวดเร็ว ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ที่ให้ความกำลังใจ คอยถามไถ่อยู่เสมอ รวมไปถึงคอยสร้างความครึกครื้นยามที่อยู่ในห้องวิจัยฮาร์ดแวร์ ช่วยให้บรรยากาศในการทำงานเปลี่ยนไป และสามารถทำงานได้อย่างสบายใจยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณห้างหุ้นส่วนจำกัด บี.ไอ.จี. เอ็นจิเนียริ่ง ที่คอยให้คำปรึกษาด้านการออกแบบและจัดทำอุปกรณ์ตรวจจับพิกัดของลูกกระสุน โดยใช้อะลูมิเนียมและเหล็ก ทำให้ลดเวลาในการดำเนินการเรื่องนี้ลงไปมาก

ขอขอบคุณบุคคลที่มีความสำคัญที่สุดในชีวิตที่ทำให้พวกข้าพเจ้ามีทุกวันนี้ คือ บิดา มารดา และครอบครัวที่อบอุ่น ที่ช่วยเลี้ยงดูและคอยอบรมสั่งสอน ส่งเสียให้เรียนหนังสือ อีกทั้งยังคอยให้กำลังใจอีกด้วย

ขอขอบคุณหน่วยงานบริการงานวิจัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ให้เงินทุนสนับสนันทุนวิจัยจากเงินรายได้มาใช้พัฒนาระบบ

ขอขอบคุณศูนย์เทคโนโลยีและคอมพิวเตอร์แห่งชาติ สำนักพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่จัดโครงการแข่งขันพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในหมวดโปรแกรมเพื่อการบันเทิง และสนับสนุนเงินทุนให้กับโครงการนี้ ทำให้กลุ่มผู้พัฒนาโครงการมีโอกาสได้แสดงความสามารถ และนำเสนอโครงการนี้ได้

จันทิมา จุลแดง
จีรพัฒน์ จักรโนวรรณ
สมลกุล ขุนอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญภาพ VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 วิธีการดำเนินงาน 3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 ระบบโคออร์ดิเนตของกล้อง และตำแหน่งของการมอง 5

2.2 แสง 6

2.3 ไลบรารี่โอเพนซีวี 7

2.4 การประมวลผลภาพ 7

2.5 ระบบฐานข้อมูล 15

2.6 กีฬาบีบี 22

บทที่ 3 การออกแบบระบบชุดตรวจจับพิกัดของกระสุนที่เป้ายิง
โดยใช้กล้องและใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ 27

3.1 หลักการทำงานโดยรวมของระบบ 27

3.2 การออกแบบส่วนตรวจจับพิกัดของลูกกระสุน 27

3.3 การติดต่อสื่อสาร 30

3.4 ส่วนติดต่อผู้ใช้ 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลอง 40
4.1 ส่วนตรวจจับพิกัดของกระสุนโดยใช้ชุดตรวจจับพิกัดของลูกกระสุนที่เป้ายิง โดยการใช้กล้องและใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ 40
4.2 ตัวอย่างการทดสอบระบบ 41
4.3 ผลการทดลอง 45
4.4 ผลการทดสอบส่วนติดต่อผู้ใช้ 75

บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป 77
5.1 บทสรุป 77
5.2 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางในการแก้ไข 77
5.3 แนวทางการพัฒนาต่อ 78

บรรณานุกรม 79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

4.1 สรุปการทดลองแต่ละแบบ 40

4.2 การทดลองที่ 1 แบบยิงทีละนัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 0.03 น. 45

4.3 การทดลองที่ 2 แบบยิงทีละนัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 0.09 น. 46

4.4 การทดลองที่ 3 แบบยิงทีละนัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 0.13 น. 47

4.5 การทดลองที่ 4 แบบยิงทีละนัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 0.016 น. 48

4.6 การทดลองที่ 5 แบบยิงทีละนัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 0.019 น. 49

4.7 การทดลองที่ 6 แบบยิงทีละนัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 0.34 น. 50

4.8 การทดลองที่ 7 แบบยิงทีละนัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 0.40 น. 51

4.9 การทดลองที่ 8 แบบยิงทีละนัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 0.55 น. 52

4.10 การทดลองที่ 9 แบบยิงทีละนัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 1.01 น. 53

4.11 การทดลองที่ 10 แบบยิงทีละนัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 1.07 น. 54

4.12 การทดลองที่ 1 แบบยิงปืนติดกัน 5 นัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 2.09 น. 55

4.13 การทดลองที่ 2 แบบยิงปืนติดกัน 5 นัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 2.19 น. 56

4.14 การทดลองที่ 3 แบบยิงปืนติดกัน 5 นัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 2.19 น. 57

4.15 การทดลองที่ 4 แบบยิงปืนติดกัน 5 นัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 2.24 น. 58

4.16 การทดลองที่ 5 แบบยิงปืนติดกัน 5 นัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 2.28 น. 59

4.17 การทดลองที่ 6 แบบยิงปืนติดกัน 5 นัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 2.31 น. 60

4.18 การทดลองที่ 7 แบบยิงปืนติดกัน 5 นัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 2.35 น. 61

4.19 การทดลองที่ 8 แบบยิงปืนติดกัน 5 นัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 2.38 น. 62

4.20 การทดลองที่ 9 แบบยิงปืนติดกัน 5 นัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 2.48 น. 63

4.21 การทดลองที่ 10 แบบยิงปืนติดกัน 5 นัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 2.55 น. 64

4.22 การทดลองที่ 1 แบบยิงรัว 10 นัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 16.35 น. 65

4.23 การทดลองที่ 2 แบบยิงรัว 10 นัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 16.39 น. 66

4.24 การทดลองที่ 3 แบบยิงรัว 10 นัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 16.41 น. 67

4.25 การทดลองที่ 4 แบบยิงรัว 10 นัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 16.43 น. 68

4.26 การทดลองที่ 5 แบบยิงรัว 10 นัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 16.47น. 69

4.27 การทดลองที่ 6 แบบยิงรัว 10 นัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 16.50 น. 70

4.28 การทดลองที่ 7 แบบยิงรัว 10 นัด วันที่ 3 มีนาคม2553 เวลา 16.53 น. 71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

4.29 การทดลองที่ 8 แบบยิงรัว 10 นัด วันที่ 3 มีนาคม2553 เวลา 16.55น. 72
4.30 การทดลองที่ 9 แบบยิงรัว 10 นัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 16.59 น. 73
4.31 การทดลองที่ 10 แบบยิงรัว 10 นัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 17.03 น. 74

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูป **หน้า**

1.1 องค์ประกอบโดยรวมของระบบ 1
1.2 ระยะห่างระหว่างเป้าปืนกับผู้เล่น 3
1.3 เป้ายิงปืน 4
2.1 ระบบการมองของหน้าต่างแอพลิเคชั่น 5
2.2 ตำแหน่งพิกัด 3 มิติ 5
2.3 แหล่งกำเนิดแสงแบบ point light 6
2.4 แหล่งกำเนิดแสงแบบDirectional light 6
2.5 แหล่งกำเนิดแสงแบบ Sport light 7
2.6 ความสัมพันธ์ของสัญญาณภาพเทียบกับเวลา 8
2.7 รูปแบบของสีแบบ RGB 9
2.8 รูปแบบสีแบบระดับสีเทา 9
2.9 เปรียบเทียบภาพในระบบสีขาวดำ กับภาพที่แบ่งเทรดโชวด์ 10
2.10 ตัวอย่างการทำการตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงของภาพ 11
2.11 เปรียบเทียบภาพที่มี Salt-and-pepper noise กับภาพที่ใช้ใช้ Median filter 11
2.12 การทำการขยายภาพ 12
2.13 การทำการย่อภาพ 13
2.14 โมเดลของภาพในอุดมคติ กับภาพที่ขอบภาพได้จากความยาวแบบทางลาด 14
2.15 ความแตกต่างของเส้นขอบแต่ละแบบ 14
3.1 ภาพรวมอุปกรณ์ชุดตรวจจับพิกัดของลูกกระสุนที่เป้ายิง โดยการใช้กล้อง และใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ 27
3.2 ลักษณะการวางกล้องและเป้ายิง 28
3.3 การแปลงภาพจากระบบสีอาร์จีบีไปเป็นระบบสีขาวดำ 28
3.4 ภาพเป้าปืน เมื่อผ่านการทำเทรดโชวด์ ขณะเป้านิ่ง 29
3.5 ภาพเป้าปืน เมื่อผ่านการทำเทรดโชวด์ ขณะเป้าสั่น 29
3.6 สายยูเอสบี 30
3.7 ผังการทำงานโดยรวมของส่วนติดต่อผู้ใช้ 31
3.8 ผังการทำงานการแสดงผลการตรวจจับพิกัดของกระสุนบนเป้ายิง 32
3.9 ผังการทำงานการแสดงผลแบบกราฟ 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูป **หน้า**

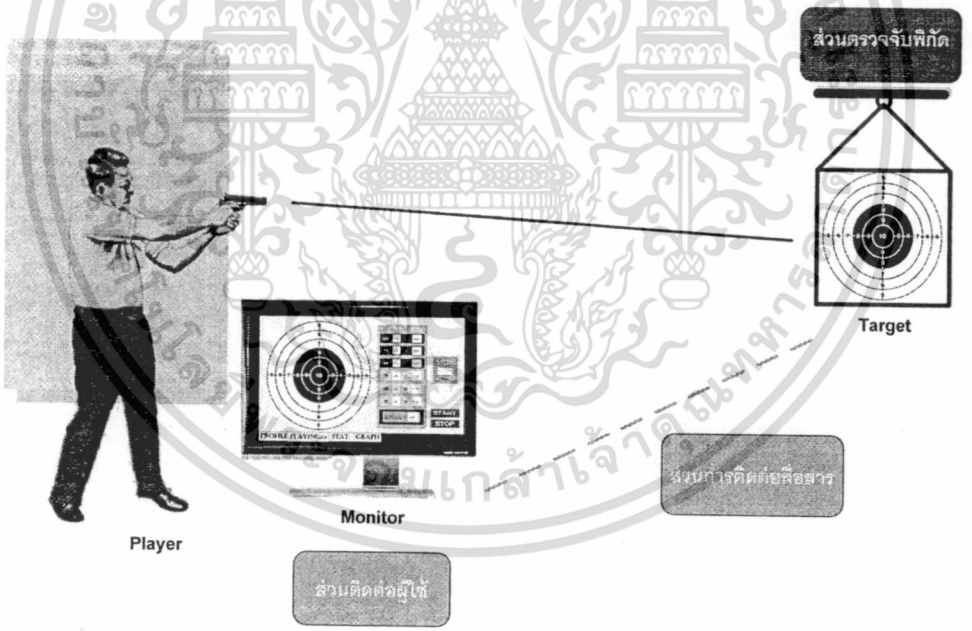
3.10 ผังการทำงานการแสดงผลแบบกราฟเมื่อผู้เล่นต้องการเรียกดูกราฟหลายๆ ครั้ง 34
3.11 ผังการทำงานของโปรแกรม เมื่อผู้เล่นต้องการแก้ไขข้อมูลส่วนตัว 35
3.12 แสดงภาพจำลองหน้าล็อกอิน 37
3.13 หน้าจอโปรไฟล์ส่วนตัว 37
3.14 หน้าจอแสดงผลพิกัดของกระสุน และคะแนนรวมของผู้เล่น 38
3.15 แสดงภาพจำลองหน้าจอแสดงสถิติของผู้ใช้เป็นตาราง 38
3.16 แสดงภาพจำลองหน้าจอแสดงสถิติของผู้ใช้เป็นกราฟ 39
4.1 เปรียบเทียบตำแหน่งของกระสุนบนเป้าปืนจริงกับหน้าจอคอมพิวเตอร์ที่ปรากฏ ตำแหน่งของพิกัดกระสุนแบบยิงทีละนัด 41
4.2 เปรียบเทียบตำแหน่งของกระสุนบนเป้าปืนจริงกับหน้าจอคอมพิวเตอร์ที่ปรากฏ ตำแหน่ง ของพิกัดกระสุนแบบยิงติดกันครั้งละ 5 นัด 42
4.3 เปรียบเทียบตำแหน่งของกระสุนบนเป้าปืนจริงกับหน้าจอคอมพิวเตอร์ที่ปรากฏ ตำแหน่งของพิกัดกระสุนแบบยิงติดกันครั้งละ 5 นัด ตัวอย่างที่สอง 43
4.4 เปรียบเทียบตำแหน่งของกระสุนบนเป้าปืนจริงกับหน้าจอคอมพิวเตอร์ที่ปรากฏ ตำแหน่งของพิกัดกระสุนแบบยิงรัว10 นัด 44
4.5 หน้าจอแสดงโปรไฟล์หลังจากผู้เล่นทำการล็อกอิน และเลือกปุ่ม Account 75
4.6 หน้าจอแสดงเป้าปืนหลังจากผู้เล่นเลือกปุ่ม Playing 75
4.7 หน้าจอแสดงสถิติของผู้เล่นเป็นตาราง หลังจากผู้เล่นเลือกปุ่ม Statistics 76
4.8 หน้าจอแสดงพัฒนาการของผู้เล่นเป็นกราฟตามช่วงเวลาที่ต้องการ 76
5.1 กราฟแสดงตำแหน่งควอดเดรนซ์ 77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

เนื่องจากการยิงปืนในสนามยิงปืนในปัจจุบันนั้น ผู้เล่นจะต้องยิงปืนไปที่เป้ายิงให้ครบเกมก่อนจึงจะสามารถเห็นพิกัดกระสุนบนเป้ายิงทั้งหมดทีเดียวเพื่อนำมาคิดเป็นคะแนน โดยที่ผู้เล่นจะไม่สามารถเห็นพิกัดกระสุนบนบนเป้ายิงได้ชัดเจนหรือมองไม่เห็นพิกัดกระสุนเลย แม้ว่ากระสุนจะกระทบเป้ายิงไปแล้วก็ตาม ดังนั้นผู้เล่นจะไม่มีโอกาสเพิ่มประสิทธิภาพของการยิงกระสุนลูกต่อไปได้มากเท่าที่ควรเป็นต้นว่ากระสุนลูกต่อไปควรจะเล็งปืนไปทางซ้าย หรือทางขวามากขึ้นเพื่อให้ตรงเป้ายิงมากยิ่งขึ้นและในกรณีที่ผู้เล่นมายิงปืนที่สนามเดิมเป็นประจำอยู่แล้วแต่ไม่สามารถมองเห็นพัฒนาการด้านฝีมือของตนเองเลยว่ามีการพัฒนามากน้อยเพียงใดจากอดีตจนถึงปัจจุบันทำให้ผู้เล่นขาดความกระตือรือร้นในการฝึกฝนและพัฒนาทักษะด้านการยิงปืน



รูป 1.1 องค์ประกอบโดยรวมของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นจะเป็นการดีอย่างยิ่ง หากเรามีระบบที่สามารถตรวจจับพิกัดของกระสุนปืนเมื่อกระทบเป้ายิงแล้ว และแสดงผลผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ด้านข้างตัวของผู้เล่น ซึ่งจำลองภาพเสมือนจริงของเป้ายิงและพิกัดที่กระสุนปืนตกกระทบ ทำให้ผู้เล่นสามารถมองเห็นพิกัดของกระสุนได้ อีกทั้งผู้เล่นแต่ละท่านจะมีโปรไฟล์ (Profile) ส่วนตัวเพื่อเก็บข้อมูลของคะแนนจากการฝึกยิงปืนแต่ละครั้ง ทำให้ผู้เล่นมองเห็นความก้าวหน้าของฝีมือในการยิงปืนของตนเอง จากข้อมูลที่ถูกเก็บไว้ในระบบได้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1) เพื่อสร้างระบบที่ส่งเสริมการเล่นกีฬายิงปืนให้คนในสังคมไทยเป็นประโยชน์ต่อการลดปัญหาอาชญากรรม และสร้างสัมพันธ์อันดีระหว่างคนในสังคม
2) เพื่อสร้างระบบที่ช่วยให้ผู้เล่นกีฬายิงปืนได้รับความสะดวกสบายในการฝึกซ้อมพัฒนาฝีมือของตนเอง มองเห็นความก้าวหน้าของตนเองได้
3) เพื่อตรวจสอบระยะพิกัดที่กระสุนที่กระทบเป้ายิงได้แม่นยำและแสดงภาพจำลองของเป้ายิงปืนผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้
4) เพื่อศึกษา ออกแบบ และพัฒนาระบบการตรวจจับพิกัดของกระสุนได้
5) เพื่อศึกษา ออกแบบ และพัฒนาส่วนติดต่อผู้ใช้ ที่ใช้แสดงผลผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์
6) เพื่อศึกษา ออกแบบ และพัฒนาโปรโตคอลที่ใช้ในการส่งผ่านข้อมูล

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้รับความรู้ ความเข้าใจ ในเรื่องการใช้ทฤษฎีของการประมวลผลภาพ
2) ได้รับความรู้ ความเข้าใจ ในเรื่องส่วนติดต่อผู้ใช้
3) ได้เป้ายิงปืนที่สามารถตรวจจับพิกัดลูกปืนกระทบลงบนเป้าโดยพิกัดและสามารถแสดงผลออกที่หน้าจอ
4) สามารถนำผลงานที่ได้ไปใช้ในเชิงธุรกิจ

1.4 วัตถุประสงค์และเป้าหมาย

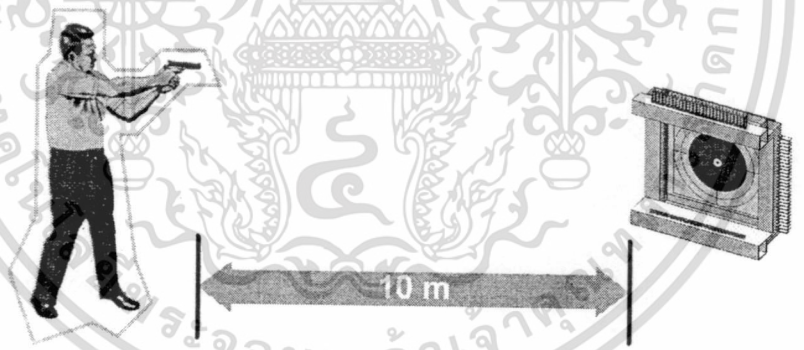
1) เพื่อสร้างระบบที่ส่งเสริมการเล่นกีฬายิงปืนให้คนในสังคมไทย เป็นประโยชน์ต่อการลดปัญหาอาชญากรรม และสร้างสัมพันธ์อันดีระหว่างคนในสังคม
2) เพื่อสร้างระบบที่ช่วยให้ผู้เล่นกีฬายิงปืนได้รับความสะดวกสบายในการฝึกซ้อม พัฒนาฝีมือของตนเอง มองเห็นความก้าวหน้าของตนเองได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

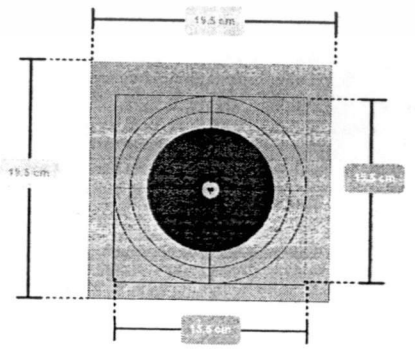
3) เพื่อตรวจสอบระยะพิกัดที่กระสุนที่กระทบเป้ายิงได้แม่นยำและแสดงภาพจำลองของเป้ายิงปืนผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ได้
4) เพื่อศึกษา ออกแบบ และพัฒนาระบบการตรวจจับพิกัดของกระสุนได้
5) เพื่อศึกษา ออกแบบ และพัฒนาส่วนติดต่อผู้ใช้ที่ใช้แสดงผลผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์
6) เพื่อศึกษา ออกแบบ และพัฒนาโปรโตคอลที่ใช้ในการส่งผ่านข้อมูล

1.5 ขอบเขตของงานวิจัย

1) สามารถแสดงพิกัดของลูกกระสุนได้
2) สามารถคำนวณคะแนนรวมของผู้เล่นในแต่ละเกมได้
3) สามารถเก็บสถิติของผู้เล่นได้
4) ระยะห่างระหว่างเป้ายิงปืนกับผู้เล่นคือ 10 เมตร
5) เป้ายิงปืนมีขนาด 19.5 * 19.5 เซนติเมตร
6) ปืนที่ใช้ยิงเป็นปืน BB gun
7) ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows XP



รูป 1.2 ระยะห่างระหว่างเป้าปืนกับผู้เล่น



รูป 1.3 เป้ายิงปืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ส่วนประกอบของรายงาน

รายงานฉบับนี้มีจำนวนบททั้งหมด 6 บท คือ

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาของปัญหา วัตถุประสงค์ของงานวิจัย ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับขอบเขตของโครงการงาน และส่วนประกอบของรายงานฉบับนี้

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ซึ่งประกอบด้วยทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทำการประมวลผลภาพ (Image processing) และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบฐานข้อมูล (Database System) ที่ต้องใช้ในการเก็บสถิติของผู้ใช้บริการในสนามยิงปืน

บทที่ 3 กล่าวถึงการออกแบบระบบโดยใช้ชุดตรวจจับพิกัดของลูกกระสุนที่เป้ายิงโดยใช้กล้องและเทคนิคการประมวลผลภาพ ซึ่งเป็นวิธีการที่สามารถตรวจจับพิกัดของกระสุนและคิดคะแนนในแต่ละชุดยิงได้ รวมถึงการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ด้วย

บทที่ 4 กล่าวถึงผลการทดลองระบบชุดตรวจจับพิกัดของลูกกระสุนที่เป้ายิงโดยใช้กล้องและเทคนิคการประมวลผลภาพ ซึ่งประกอบไปด้วยการทดลองทั้งหมด 3 แบบ คือ การทดลองยิงทีละนัด การยิง 5 นัดติดกัน และการยิงรัว

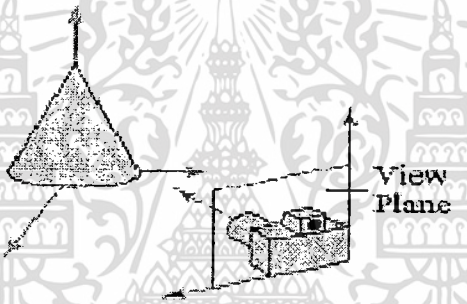
บทที่ 5 กล่าวถึงบทสรุปการทดสอบความสามารถในการทำงานของระบบ โดยการใช้กล้องและใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ เพื่อใช้ในการตรวจจับพิกัดของกระสุนบนเป้ายิงและรายละเอียดของปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

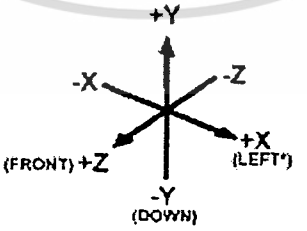
2.1 ระบบโคออร์ดิเนตของกล้อง และตำแหน่งของการมอง (Camera Viewing)

สำหรับการมองภาพที่จะแสดงผลออกทางหน้าต่างจอแอพลิเคชั่นนั้น ภาพบางส่วนที่อยู่นอกขอบเขตของส่วนที่เลือกนี้จะถูกขริบออก ดังนั้นส่วนที่แสดงผลออกมานั้นจะเลือกในสิ่งที่ต้องการเห็น ซึ่งการเลือกตำแหน่งต่าง ๆ นั้นจะต้องขึ้นกับค่ามุมมองการตั้งตำแหน่งการมองเปรียบเสมือนว่ามีกล้องคอยจับภาพอยู่ สำหรับตัวอย่างของระบบการสองภาพเพื่อใช้ในการแสดงผลสามารถแสดงได้ดังรูป 2.1



รูป 2.1 ระบบการมองของหน้าต่างแอพลิเคชั่น

สำหรับตำแหน่งโคออดิเนตในแต่ละแกนจะถูกแสดงดังรูป 2.2



รูป 2.2 ตำแหน่งพิกัด 3 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 แสง (Lighting)

2.2.1 แสงในธรรมชาติ

1) Ambient Light เป็นส่วนประกอบของแสงที่ให้ความสว่างกับฉากทั้งหมดอย่างเท่าเทียมกัน โดยไม่ขึ้นกับระยะห่างจากแหล่งกำเนิดแสงและไม่ขึ้นกับทิศทางการหันหน้าของวัตถุที่ทำกับแหล่งกำเนิดแสง

2) Diffuse Light เป็นส่วนประกอบของแสงที่เมื่อตกกระทบวัตถุแล้วจะสะท้อนออกไปทุกทิศทุกทาง ดังนั้นแสงแบบนี้จะขึ้นกับทิศทางของแสงและลักษณะของวัตถุเท่านั้น ไม่ขึ้นกับตำแหน่งของกล้อง

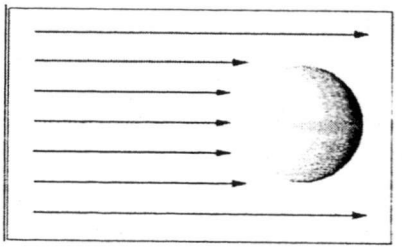
3) Secular Light เป็นส่วนประกอบของแสงที่เมื่อตกกระทบวัตถุแล้วจะสะท้อนออกไปในทิศทางใดทิศทางหนึ่งเท่านั้น โดยแสงแบบนี้จะทำให้เห็นแสงสว่างได้ในบางมุม ดังนั้นจะต้องนำทั้งตำแหน่งของกล้อง ทิศทางของแสง และลักษณะของวัตถุมาคำนวณ

2.2.2 แหล่งกำเนิดแสง (Light Source) ในเอียริชเอนจิ้น

1) Point lights เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่ต้องระบุตำแหน่ง แหล่งกำเนิดแสงแบบจุดนี้จะส่องแสงออกมาทุกทิศทุกทางดังรูป 2.3

รูป 2.3 แหล่งกำเนิดแสงแบบ point light

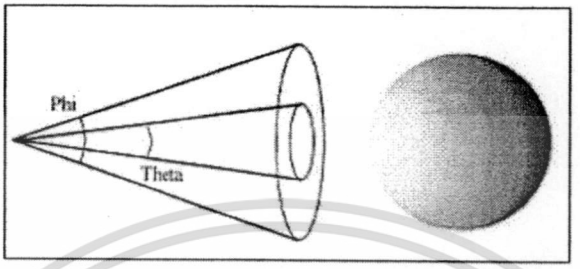
2) Directional Light เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่ไม่มีตำแหน่ง และส่องแสงเป็นลำแสงขนานในทิศทางใดทิศทางหนึ่งตามที่กำหนด สามารถแสดงตัวอย่างได้ดังรูป 2.4



รูป 2.4 แหล่งกำเนิดแสงแบบDirectional light

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) Sport lights เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่มีตำแหน่งและส่องแสงออกมาเป็นรูปกรวยในทิศทางที่กำหนด โดยกรวยแสงจะถูกระบุด้วยค่า 2 ค่า ได้แก่ มุม θ (theta) และมุม ϕ (phi) โดยมุม θ จะใช้เป็นมุมของกรวยใน และมุม ϕ จะเป็นมุมของกรวยนอก แสดงตัวอย่างได้ดังรูป 2.5



รูป 2.5 แหล่งกำเนิดแสงแบบ Sport light

2.3 ไลบรารี่โอเพนซีวี (OpenCV)

โอเพนซีวี เป็นไลบรารี่สำหรับใช้ในการประมวลผลภาพ ซึ่งเป็นไลบรารี่โอเพนซอร์ส (Open Source) สามารถดาวน์โหลดใช้งานได้โดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายไลบรารี่ต่างๆของ OpenCV ได้พัฒนาขึ้นด้วยบริษัทอินเทล (Intel) จุดเด่นในด้านความสามารถของไลบรารี่ โอเพนซีวี คือสามารถประมวลผลภาพดิจิตอลได้ทั้งภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหว เช่น ภาพจากกล้องวีดีโอ หรือไฟล์วีดีโอเป็นต้น โดยไม่ยึดติดทางด้านฮาร์ดแวร์ทำให้โอเพนซีวี สามารถพัฒนาโปรแกรมได้หลากหลายภาษา รวมถึงมีฟังก์ชันสำเร็จรูปสำหรับจัดการข้อมูลภาพ และการประมวลผลภาพพื้นฐานเช่น การหาขอบภาพ การกรองข้อมูลภาพ โดยฟังก์ชันต่าง ๆ ของโอเพนซีวี จะสามารถเรียกใช้งานได้จะต้องมีการเรียก ไฟล์ส่วนหัว (Header file) และลิงค์ (Link)ไลบรารี่ต่างๆ รวมถึง DLL (Dynamic Link Library)

2.4 การประมวลผลภาพ (Image Processing)

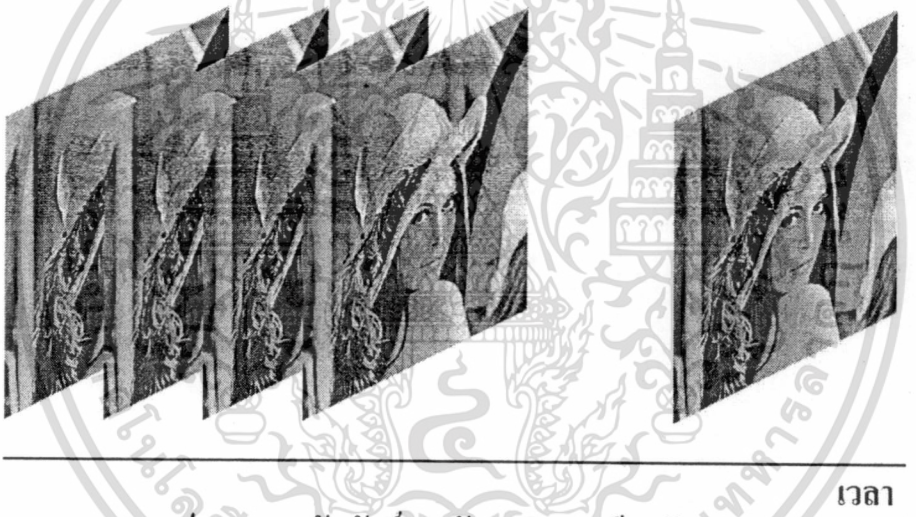
การประมวลผลภาพ (Image processing) คือ เป็นการประยุกต์ใช้งานการประมวลผลสัญญาณบนสัญญาณ 2 มิติ เช่น ภาพนิ่ง (ภาพถ่าย) หรือภาพวีดิทัศน์ (วีดิโอ) และยังรวมถึงสัญญาณ 2 มิติอื่นๆ ที่ไม่ใช่ภาพ

แนวความคิดและเทคนิค ในการประมวลผลสัญญาณ สำหรับสัญญาณ 1 มิตินั้น สามารถปรับมาใช้กับภาพได้ไม่ยาก แต่นอกเหนือจาก เทคนิคจากการประมวลผลสัญญาณแล้ว การประมวลผลภาพก็มีเทคนิคและแนวความคิดที่เฉพาะ ซึ่งจะมีความหมายกับสัญญาณ 2 มิติเท่านั้น แต่อย่างไรก็ตามเทคนิคบางอย่าง จากการประมวลผลสัญญาณใน 1 มิติ จะค่อนข้างซับซ้อนเมื่อนำ มาใช้กับ 2 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อหลายสิบปีมาแล้ว การประมวลผลภาพนั้น จะอยู่ในรูปของการประมวลผลสัญญาณแอนาล็อก (Analog) โดยใช้อุปกรณ์ปรับแต่งแสง (Optics) ซึ่งวิธีเหล่านั้นก็ไม่ได้หายสาบสูญ หรือเลิกใช้ไป ยังมีใช้เป็นส่วนสำคัญ สำหรับการประยุกต์ใช้งานบางอย่าง เช่น ฮอโลกราฟี (Holography) แต่เนื่องจากอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ในปัจจุบัน ราคาถูกลง และเร็วขึ้นมาก การประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital image processing) จึงได้รับความนิยมมากกว่า เพราะการประมวลผลที่ทำได้ซับซ้อนขึ้น แม่นยำ และง่ายในการลงมือปฏิบัติ

การประมวลผลภาพดิจิทัล (Digital image processing) เป็นสาขาที่กล่าวถึงเทคนิคและอัลกอริทึมต่างๆ ที่ใช้การประมวลผลภาพที่อยู่ในรูปแบบดิจิทัล (ภาพดิจิทัล) ภาพในที่นี้ รวมความหมายถึงสัญญาณดิจิทัลใน 2 มิติอื่นๆ โดยทั่วไปคำนี้เมื่อใช้อย่างกว้างๆ จะครอบคลุมถึงสัญญาณวีดิโอ (Video) หรือภาพ เคลื่อนไหว ซึ่งจะเป็นชุดของภาพนิ่ง เรียกว่า เฟรม (Frame) หลายๆภาพต่อกันไปตามเวลา



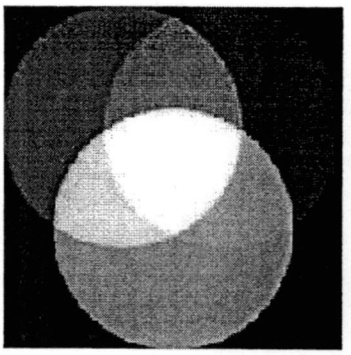
รูป 2.6 ความสัมพันธ์ของสัญญาณภาพเทียบกับเวลา

ซึ่งก็คือสัญญาณ 3 มิติ เมื่อนับเวลาเป็นมิติที่ 3 หรือ อาจจะครอบคลุมถึงสัญญาณ 3 มิติอื่นๆ เช่น ภาพ 3 มิติทางการแพทย์ หรือ อาจจะมากกว่านั้น เช่น ภาพ 3 มิติ และหลายชนิด (Multimodal image)

2.4.1 รูปแบบสีแบบอาร์จีบี

เป็นระบบสีพื้นฐานของคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการแสดงผล โดยจุดย่อยของภาพ (Pixel) จะประกอบด้วยค่าสี 3 ค่า คือ แดง (R) เขียว (G) และน้ำเงิน (B) การผสมสีทั้งสามนี้ด้วยค่าต่างๆ กัน จะก่อให้เกิดสีที่แตกต่างกัน โดยคอมพิวเตอร์จะเก็บค่าสีนี้แยกกัน โดยใช้ขนาดข้อมูล 1 ไบต์ต่อ 1 สี ทำให้ค่าของสีนั้นมีได้ 256 ระดับ และผสมได้สีทั้งหมด 16 ล้านสี สามารถแสดงโมเดลของสีได้ดังรูป 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

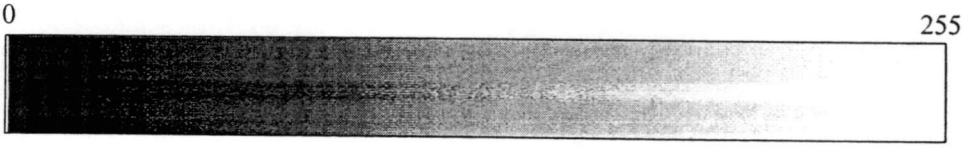


รูป 2.7 รูปแบบของสีแบบ RGB

2.4.2 รูปแบบสีแบบระดับสีเทา

ภาพระดับสีเทา หรือ Gray Scale เป็นภาพที่ประกอบไปด้วยค่าของพิกเซลที่เป็นค่าเฉดสีของสีเทาซึ่งได้จากระดับสีจากการเปลี่ยนสีจากสีดำไปเป็นสีขาว โดยจะถือสีขาวเป็นสีที่มีแก่ที่สุดและสีดำเป็นสีที่อ่อนที่สุด เนื่องจากค่าของพิกเซลที่เป็นสีขาวจะมีค่ามากกว่าค่าของสีดำ สิ่งที่ภาพระดับสีเทาแตกต่างกับภาพขาว-ดำคือ ในภาพขาว-ดำ จะเก็บข้อมูลโดยมีอยู่สองสีคือสีขาวและสีดำ แต่ในภาพระดับสีเทาจะมีความละเอียดมากกว่า กล่าวคือจะเก็บค่าของเฉดสีเทาที่อยู่ระหว่างการเปลี่ยนจากสีดำเป็นสีขาว

การนำตัวเลขมาแทนค่าของพิกเซลในภาพระดับสีเทานั้น ใช้เป็นเปอร์เซ็นต์คือ 0%(สีดำ) ถึง 100%(สีขาว) แต่เมื่อนำมาใช้งานร่วมกับเครื่องพิมพ์จะมีการทำงานที่ตรงกันข้าม กล่าวคือจะต้องทำการกลับค่าของเปอร์เซ็นต์จึงจะพิมพ์ได้ตรงตามที่ต้องการ เนื่องจากการอ่านค่าของเครื่องพิมพ์คือ 0% คือ ไม่ปล่อยหมึกออกมา ซึ่งหมายความว่าส่วนนั้นจะเป็นสีขาว ส่วน 100% เครื่องพิมพ์จะปล่อยหมึกออกมา ซึ่งนั่นคือสีดำ ในทางคอมพิวเตอร์ เดิมจะมีการเก็บในลักษณะของเลขฐานสองจำนวนสี่บิต สามารถเก็บความแตกต่างได้ 16 ระดับ แต่ในปัจจุบันนี้ได้มีการเพิ่มข้อมูลที่เก็บโดยเพิ่มเป็นเลขฐานสองจำนวน 8 บิต (0-255) ซึ่งจะสามารถเก็บค่าความแตกต่างได้ 256 ระดับ แสดงได้ดังรูป 2.8



รูป 2.8 รูปแบบสีแบบระดับสีเทา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 การแปลงภาพแบบ RGB ไปสู่ ภาพแบบระดับสีเทา

ในการทำงานของไลบรารี่โอเพนซีวี เมื่อต้องการจะทำการเปลี่ยนรูปแบบสีของภาพจาก RGB ไปสู่ภาพระดับสีเทา จะมีการเรียกการทำงานของฟังก์ชัน cvCvtColor โดยการทำงานในฟังก์ชันนี้จะอ่านค่าทีละพิกเซลแล้วทำการคำนวณเพื่อให้ได้ค่าใหม่ที่อยู่ในช่วง 0-255 ซึ่งการคำนวณจะเป็นดังสมการ Y=0.299*R + 0.587*G + 0.114*B โดยที่ Y คือค่าผลลัพธ์ในช่วง 0-255 ตัวแปร R, G และ B คือค่าของสีแดง สีเขียวและสีน้ำเงิน ตามลำดับ

2.4.4 การแบ่งเทรดโชวด์ (Threshold)

เทรดโชวด์ (Threshold) เป็นการแปลงภาพระบบขาวดำ (Grayscale) ดังรูป 2.43 ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0-255 ให้เป็นภาพที่มีค่าเพียงสองระดับ (Binary Image) ดังรูป 2.44 โดยมีเงื่อนไขว่า ถ้าความเข้มแสงของจุดภาพใดมีค่าต่ำกว่าหรือเท่ากับค่าเทรดโชว ให้จุดภาพนั้นมีค่าเป็น 0 หรือเป็นสีดำ และจุดภาพใดที่มีค่าสูงกว่าค่าเทรดโชว ให้จุดภาพนั้นมีค่าเป็น 1 หรือสีขาว

รูป 2.9 เปรียบเทียบภาพในระบบสีขาวดำ กับภาพที่แบ่งเทรดโชวด์

2.4.5 การตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงของภาพ (Image differencing)

การตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงของภาพ เป็นเทคนิคการประมวลผลภาพใช้ในการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงระหว่างภาพ ความแตกต่างระหว่างสองภาพนั้นคำนวณจากการหาความแตกต่างระหว่างพิกเซล (Pixel) และสร้างภาพความแตกต่างจากผลลัพธ์นั้น สำหรับการทำงานของเทคนิคนี้ภาพทั้งสองภาพจะต้องวางตัวในแนวเดียวกันเพื่อให้จุดตรงกัน และค่าโฟโต้เมตริก (Photometric) ต้องทำให้สอดคล้องกันทั้งการคาลิเบรท (Calibration) หรือ การทำโพสโพรเซสซิ่ง (Post-processing) ซึ่งความซับซ้อนของการทำการทำโพสโพรเซสซิ่ง (Post-processing) จำเป็นต้องทำก่อนการทำอิมเมจดิฟเฟอร์เรนซ์ ซึ่งขึ้นกับประเภทของรูปภาพ

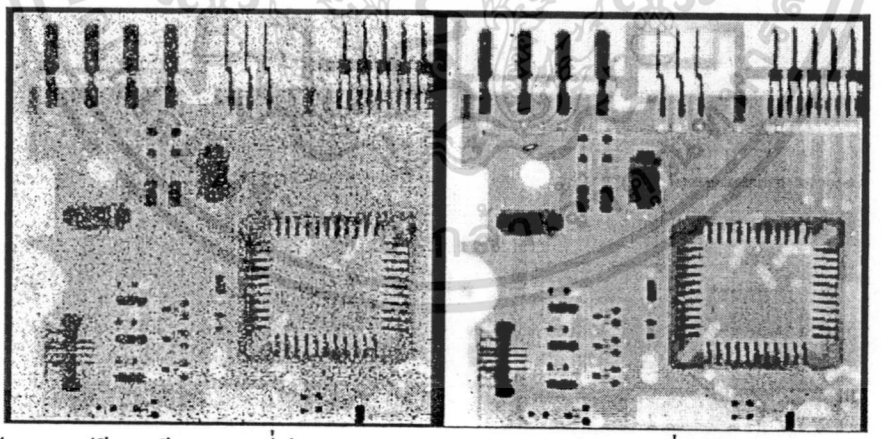
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 2.10 ตัวอย่างการทำการตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงของภาพ

2.4.6 การกรองข้อมูลโดยการหาค่ากลาง (Median filter)

เป็นเทคนิคของ Order-statistics filter ที่เป็นที่รู้จักกันดีที่สุด เทคนิคนี้จะทำการแทนที่ค่าของพิกเซลนั้นด้วยค่ากลาง (Median) ของค่าความเข้มแสงของพิกเซลที่อยู่ในพื้นที่ภายในเทมเพลตตัวกรองนั้นดังนี้

ลดผลกระทบของตัวรบกวน (Noise) โดยที่ทำให้ภาพที่ได้มีความคมชัด มากกว่าเทคนิคการทำการกรองข้อมูลโดยการหาค่ากลา ที่มีขนาดของเทมเพลตตัวกรองขนาดเดียวกัน โดยเฉพาะในกรณีของผลกระทบจาก Impulse noise หรือ Salt-and-pepper noise

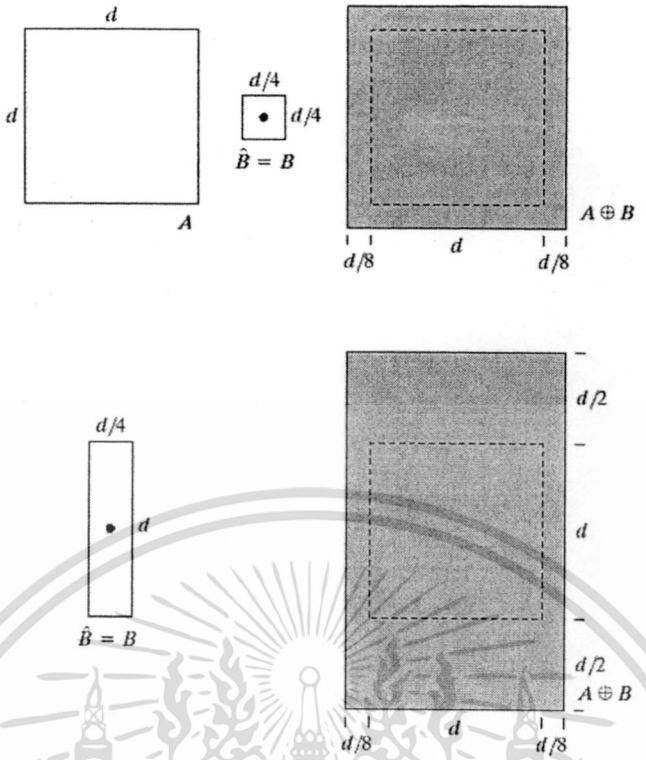


รูป 2.11 เปรียบเทียบภาพที่มี Salt-and-pepper noise กับภาพที่ใช้ใช้ Median filter

2.4.7 การขยายภาพ (Dilation) และการย่อภาพ (Erosion)

การขยายภาพ (Dilation) เป็นการขยายโครงสร้างของภาพให้ใหญ่ขึ้น โดยภาพที่ขยายจะเป็นอย่างไรนั้นขึ้นอยู่กับ structuring element ที่นำมาใช้สแกนบนรูปภาพ ดังรูป 2.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.12 การทำการขยายภาพ

การขยายภาพเขียนแทนด้วย$A \oplus B$โดยมีสมการเป็นดังนี้

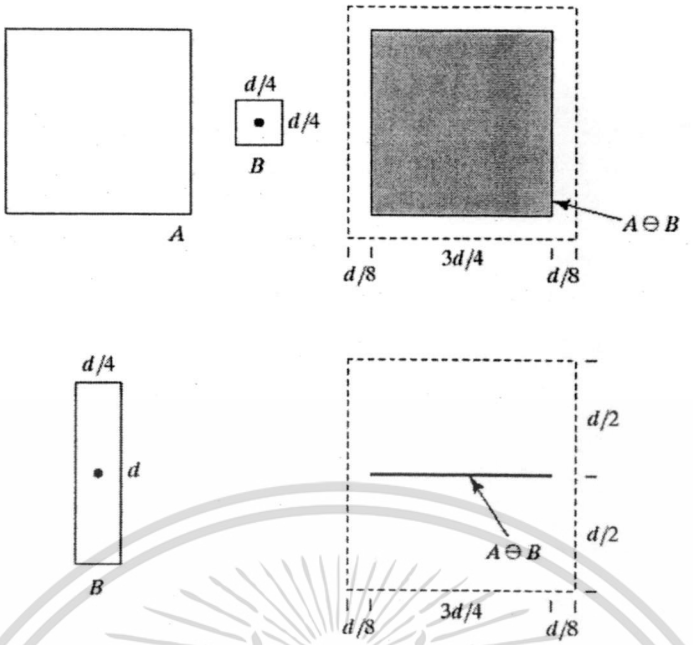
$$A \oplus B = \{z|[(\hat{B})_z \cap A] \subseteq A\} \quad (4)$$

โดยที่ A แทนด้วยรูปภาพที่จะทำการขยายภาพ (Dilation)

B แทนด้วย structuring element

การย่อภาพ (Erosion) เป็นการทำที่ตรงข้ามกับการขยายภาพ (Dilation) คือเป็นการย่อโครงสร้างของภาพให้เล็กลง โดยภาพที่ย่อลงจะเป็นอย่างไรนั้น ขึ้นอยู่กับ structuring element ที่นำมาสแกนลงบนภาพ ดังรูป 2.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.13 การทำการย่อภาพ

การขยายภาพเขียนแทนด้วย $A \theta B$ โดยมีสมการเป็นดังนี้

$$A \theta B = \{z \mid [(B)_z \subseteq A\} \quad (5)$$

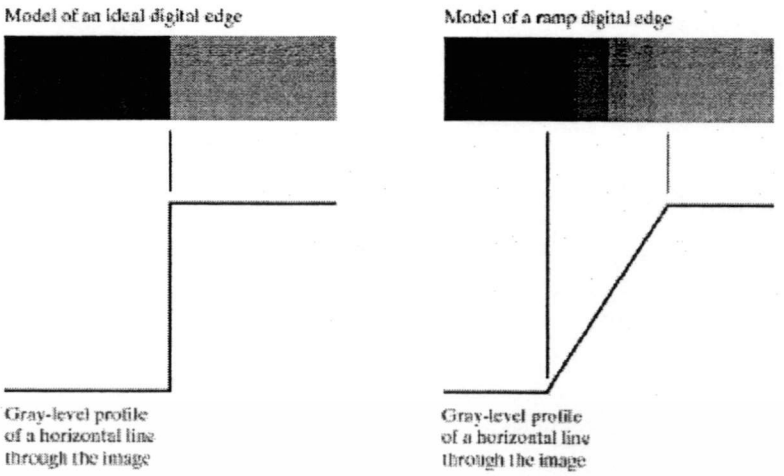
โดยที่ A แทนด้วยรูปภาพที่จะทำการย่อภาพ (Erosion)

B แทนด้วย structuring element

2.4.8 การตรวจหาขอบ (Edge Detection)

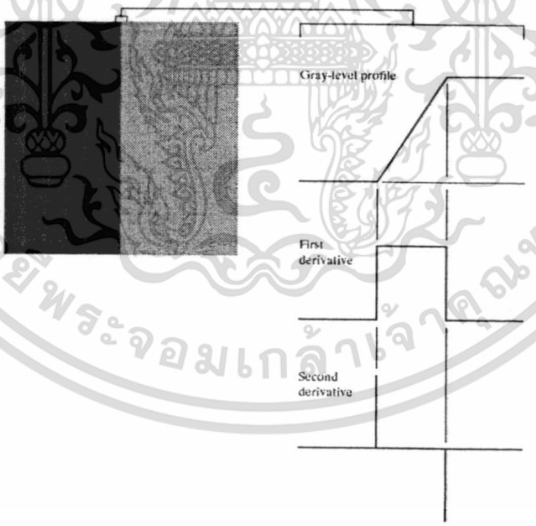
เส้นขอบ(Edge) อาจหมายถึงสิ่งที่เป็นตัวบอกถึงขอบเขตของพื้นที่ แต่นิยามสำหรับเส้นขอบที่เราต้องการในที่นี้ก็คือ มันจะต้องให้ความหมายของการเปลี่ยนแปลงใน gray level เมื่อเราทำการวัดค่าของเส้นขอบ (edge) ดังแสดงให้ดูในรูป 2.14 รูปซ้าย โดย ideal edge (เส้นขอบในทางอุดมคติ) จะมีลักษณะดังรูปซ้าย Ideal Edge ตามรูปแบบนี้มันจะเป็นกลุ่มของพิกเซลที่ติดต่อกันไปในทิศทาง ในแนวตั้ง โดยจะตั้งฉากกับการเปลี่ยนแปลงของ gray level ดังรูป นั่นคือในทางอุดมคติ แต่ในทางปฏิบัติแล้วรูปภาพต่างๆนั้นจะให้เส้นขอบที่เบลอๆ ไม่ชัดเจนเหมือนอย่างใน ideal edge ภาพพวกนี้จะให้เส้นขอบที่มีรูปแบบเป็นแบบทางลาด (ramp like) ดังรูปขวา เส้นขอบของรูปแบบนี้จะไม่ได้มีขนาด 1 พิกเซลต่อเนื่องกันไปแต่เส้นขอบของรูปแบบนี้จะอยู่บริเวณทางลาด (ramp) นั้น เราจะหาความหนาของเส้นขอบได้จากความยาวของทางลาด (ทางลาดนี้มันเป็นจุดเริ่มและจุดสิ้นสุดของการเปลี่ยนแปลงของgray level) และความยาวทางลาดนี้หาได้จาก slope ของมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.14 โมเดลของภาพในอุดมคติ กับภาพที่ขอบภาพได้จากความยาวแบบทางลาด

รูป 2.15 จะแสดง first และ second derivatives ของ gray level profile การทำ first derivative จะได้ค่าคงที่ตรงช่วงที่เป็นทางลาด (ตรงขอบ) และได้ค่าเป็นศูนย์ตรงช่วงที่ไม่ได้เป็นทางลาดในการทำ second derivative จะได้ค่าเป็นบวกตรงเส้นขอบที่อยู่บริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงสัมพันธ์กับด้านมืด และมีค่าเป็นลบตรงเส้นขอบที่อยู่บริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงสัมพันธ์กับด้านสว่าง ส่วนที่อื่นๆมีค่าเป็นศูนย์ ตามรูป 2.15



รูป 2.15 ความแตกต่างของเส้นขอบแต่ละแบบ

จากผลที่ได้ของ First derivative นี้เองเราสามารถใช้ในการหาขอบเขตของวัตถุในภาพได้ และค่าบวกลบที่ได้จากการทำ second derivative สามารถใช้ในการหาเส้นขอบที่อยู่บนด้านมืดและเส้นขอบที่อยู่บนด้านสว่างได้ ใน second derivative จะมีคุณสมบัติ zero-crossing ทีมีประโยชน์อย่างมากในการหาจุดตรงกลางจากเส้นขอบที่เป็นแบบ thick edge

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ระบบฐานข้อมูล (Database System)

ฐานข้อมูลถือได้ว่าเป็นแอปพลิเคชั่น (Application) หรือโปรแกรมตัวหนึ่งซึ่งทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลต่าง ๆ ด้วยวิธีการและรูปแบบที่เหมาะสม เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเก็บข้อมูล, ดูแลรักษาข้อมูล และนำข้อมูลมาใช้งานได้ง่ายกว่าการเก็บข้อมูลในรูปแบบไฟล์

ในความเป็นจริงคำว่า "ระบบฐานข้อมูล" มีความหมายแตกต่างกับคำว่า "ฐานข้อมูล" โดยระบบฐานข้อมูล (Database System) จะประกอบไปด้วย 4 ส่วนหลักคือ ฐานข้อมูล (Database), ซอฟต์แวร์จัดการระบบฐานข้อมูล (DBMS), โปรแกรมใช้งานฐานข้อมูล (Application Program) และผู้ใช้งาน (User)

2.5.1 การออกแบบฐานข้อมูลด้วยอี - อาร์โมเดล (Entity Relationship Model)

ในการออกแบบฐานข้อมูลจำเป็นต้องทำการศึกษาถึงคุณสมบัติ และความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่มีอยู่ในระบบเพื่อให้ได้มาซึ่งโครงสร้างพื้นฐานของฐานข้อมูล โดยทั่วไปมักดำเนินการโดยใช้แบบจำลองข้อมูล

อี-อาร์โมเดลเป็นแบบจำลองข้อมูลที่ได้รับความนิยมมาก ในการใช้เป็นเครื่องมือสำหรับงานออกแบบฐานข้อมูลด้วย อี–อาร์ โมเดล จะเสนอโครงสร้างของฐานข้อมูลในระดับแนวคิดออกมาในรูปแบบของแผนภาพที่มีโครงสร้างง่ายต่อการทำความเข้าใจ ทำให้เห็นภาพรวมของเอนทิตีทั้งหมดและความสัม พันธ์ระหว่างเอนทิตีในระบบฐานข้อมูล

2.5.2 ขั้นตอนในการออกแบบฐานข้อมูลด้วย อี – อาร์โมเดล

ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้คือ

2.5.2.1 การศึกษารายระเอียดและลักษณะหน้าที่งานของระบบ

การศึกษารายละเอียดและลักษณะหน้าที่งานของระบบเป็นการศึกษาและรวบ รวมเอารายละเอียดที่เกี่ยวกับลักษณะหน้าที่งานของระบบข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนในการทำงานตลอด จนข้อกำหนดและสมมติฐานต่างๆ ซึ่งทำได้ด้วยการสัมภาษณ์ หรือ ศึกษาจากแบบฟอร์มต่าง ๆ ที่ทีการใช้งานอยู่ในระบบงานขณะนั้น

2.5.2.2 การกำหนดเอนทิตีที่ควรมีในระบบฐานข้อมูล

เนื่องจากฐานข้อมูลหนึ่ง ๆ อาจประกอบด้วยเอนทิตีต่าง ๆ ได้จำนวนมาก ดังนั้น ในขั้นตอนนี้จึงเป็นการนำรายละเอียดในข้อก่อนหน้านี้มาทำการกำหนด เอนทิตีที่จำเป็นต้องมีในระบบฐานข้อมูล โดยคำนึงถึงการเป็นเอนทิตีประเภทอ่อนแอ ตลอดจน Super type หรือ Subtype ด้วย

2.5.2.3 การกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างแอนทิตี

การกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตี จะเป็นการกำหนดประเภทของความ สัมพันธ์ระหว่างเอนทิตตี โดยพิจารณาจากข้อกำหนดและสมมติฐานต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.4 การกำหนดคุณลักษณะของเอนทิตี

การกำหนดคุณลักษณะของเอนทิตี เป็นการกำหนดว่าในแต่ละเอนทิตีควรจะประกอบด้วย Property ใดบ้าง Property ใดที่มีคุณสมบัติเป็น Key Property หรือ Composite Property หรือ Derived Property

2.5.2.5 การกำหนดคีย์หลัก (Primary key) ของแต่ละเอนทิตี

การกำหนดคีย์หลักของแต่ละเอนทิตีนั้น เป็นการกำหนด Key Property ของแต่ละเอนทิตีเพื่อให้แต่ละสมาชิกในเอนทิตีสามารถมีคุณสมบัติที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะได้

2.5.2.6 การนำสัญลักษณ์ที่ใช้ใน อี–อาร์โมเดล มาอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล

การนำสัญลักษณ์ที่ใช้ใน อี – อาร์โมเดล มาอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเป็นการนำรายละเอียดในขั้นตอนต่างๆ มาพิจารณาทบทวนเพื่อเพิ่มหรือ ลดเอนทิตี Property และความ สัมพันธ์ต่างๆจากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนทั้งหมดมาเขียนเป็นแบบจำลองเพื่ออธิบายความ สัมพันธ์ระหว่างข้อมูลด้วยสัญลักษณ์ต่าง ๆ หรือ อี-อาร์ไดอะแกรม ดั้งนั้นแบบจะลองข้อมูลที่เกิด ขึ้นจึงมีความชัดเจน สอดคล้อง ถูกต้องและเหมาะสมกับองค์ประกอบของงานที่กำลังศึกษาทำให้เป็นที่ยอมรับของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง

2.5.3 โครงสร้างของภาษาเอสคิวแอล (SQL)

ภาษา SQL ย่อมาจาก Structured Query language หรือภาษาในการสอบถามข้อมูลเป็นภาษาทางด้านฐานข้อมูลที่สามารถสร้างและปฏิบัติการกับฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์ (Relational Database) โดยเฉพาะ และ เป็นภาษาที่มีลักษณะคล้ายกับภาษาอังกฤษ ภาษา SQL ถูกพัฒนาขึ้นจากแนวคิดของ Relational Calculus หรือ Relational Algebra เป็นหลัก ภาษา SQL เริ่มพัฒนาครั้งแรกโดย Almaden Research Center ของบริษัท IBM โดยมีชื่อเริ่มแรกว่า “ซีเควล” (Sequel) ต่อมาได้เปลี่ยนชื่อเป็น “เอสคิวแอล” (SQL) หลังจากนั้นภาษา SQL ได้ถูกพัฒนาโดยผู้ผลิตซอฟแวร์ด้านระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์จนเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน โดยผู้ผลิตแต่ละรายก็ได้พยายามที่จะพัฒนาระบบจัดการฐานข้อมูลของตนเองให้มีลักษณะเด่นเฉพาะขึ้นมา ทำให้รูปแบบการใช้คำสั่ง SQL มีรูปแบบที่แตกต่างกันไปบ้าง เช่น PRACLE ACCESS SQL Base ของ Sybase INGRES หรือ SQL Server ของ Microsoft เป็นต้น ดังนั้นในปี ค.ศ. 1986 American National Standards Institute (ANSI) จึงได้กำหนดมาตรฐานของ SQL ขึ้น อย่างไรก็ดีโปรแกรมฐานข้อมูลที่ขายในท้องตลาดได้ขยาย SQL ออกไปจนเกินข้อกำหนดของ ANSI โดยเพิ่มคุณสมบัติอื่น ๆ ที่คิดว่าเป็นประโยชน์เข้าไปอีกแต่โดยหลักทั่วไปแล้วก็ยังปฏิบัติตามมาตรฐานของ ANSI ในการอธิบายคำสั่งต่าง ๆ ของภาษา SQL ในหนังสือเล่มนี้จะอธิบายคำสั่งที่เป็นรูปแบบคำสั่งมาตรฐานของภาษา SQL โดยทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.5.4 ประเภทของคำสั่งของภาษา SQL

ภาษา SQL เป็นภาษาที่ใช้งานได้ตั้งแต่ระดับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC) ไปจนถึงระดับเมนเฟรม ประเภทของคำสั่งในภาษา SQL (The subdivision of SQL) แบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

2.5.4.1 ภาษาสำหรับการนิยามข้อมูล (Data Definition Language: DDL)

ประกอบด้วยคำสั่งที่ใช้ในการกำหนดโครงสร้างข้อมูลว่ามีคอลัมน์อะไร แต่ละคอลัมน์เก็บข้อมูลประเภทใด รวมถึงการเพิ่มคอลัมน์ การกำหนดวิวหรือตารางเสมือนของผู้ใช้ เป็นต้น

2.5.4.2 ภาษาสำหรับการจัดการข้อมูล (Data Manipulation Language: DML)

ประกอบด้วยคำสั่งที่ใช้ในการเรียกใช้ข้อมูล การเปลี่ยนปลงข้อมูล การเพิ่มหรือลบข้อมูล เป็นต้น

2.5.4.3 ภาษาควบคุม (Data Control Language: DCL)

ประกอบด้วยคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมการเกิดภาวะพร้อมกันหรือป้องกันการเกิดเหตุการณ์ที่ผู้ใช้หลายคนเรียกใช้ข้อมูลพร้อมกัน และคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมความปลอดภัยของข้อมูลด้วยการกำหนดสิทธิของผู้ใช้ที่แตกต่างกัน เป็นต้น

2.5.5 ชนิดของข้อมูลที่ใช้ในภาษา SQL

ในภาษา SQL การบรรจุข้อมูลลงในคอลัมน์ต่าง ๆ ของตารางจะต้องกำหนดชนิดของข้อมูล (data type) ให้แต่ละคอลัมน์ ชนิดของข้อมูลนี้จะแสดงชนิดของค่าที่อยู่ในคอลัมน์ ค่าทุกค่าในคอลัมน์ที่กำหนดจะต้องเป็นชนิดเดียวกัน เช่น ในตารางลูกค้าคอลัมน์ที่เป็นรายชื่อลูกค้าจะต้องเป็นหนังสือ ในขณะที่คอลัมน์จำนวนเงินที่ลูกค้าซื้อเป็นตัวเลข

ชนิดของข้อมูลของแต่ละคอลัมน์จะขึ้นกับลักษณะของข้อมูลแต่ละคอลัมน์ซึ่งแบ่งได้ดังนี้

2.5.5.1 ตัวหนังสือ (Character) ในภาษา SQL จะใช้

1) ตัวหนังสือแบบความยาวคงที่ (Fixed-length character)

จะใช้ char (n) หรือ character (n) เพื่อใช้แทนประเภทของข้อมูลที่เป็นตัวหนังสือใดๆ ที่มีความยาวของข้อมูลคงที่โดยมีความยาวเป็น n ตัวหนังสือ ประเภทนี้จะมีการจอง เนื้อที่ตามความยาวที่คงที่ตามที่กำหนดไว้ ชนิดของข้อมูลประเภทนี้จะเก็บความยาวของข้อมูลได้มากที่สุด 255 ตัวอักษร

2) ตัวหนังสือแบบความยาวไม่คงที่ (Variable-length character)

จะใช้ varchar (n) แทนประเภทของข้อมูลที่เป็นตัวหนังสือใดๆ ที่มีความยาวของข้อมูลไม่คงที่โดยมีความยาว n ตัวหนังสือ ประเภทนี้จะมีการจองเนื้อที่ตามความยาวของข้อมูล ชนิดของข้อมูลประเภทนี้จะเก็บความยาวของข้อมูลได้มากสุด 4000 ตัวอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
114488

2.5.5.2 จำนวนตัวเลข

1) จำนวนเลขจุดทศนิยม

ในภาษา SQL จะใช้ dec (m, n) หรือ decimal (m, n) เป็นประเภทข้อมูลที่เป็นจำนวนเลขที่มีจุดทศนิยมโดย m คือจำนวนตัวเลขทั้งหมด (รวมจุดทศนิยม) และ n คือจำนวนตัวเลขหลังจุดทศนิยม

2) จำนวนเลขที่ไม่มีจุดทศนิยม

ในภาษา SQL จะใช้ int หรือ integer เป็นเลขจำนวนเต็มบวกหรือลบขนาดใหญ่ เป็นตัวเลข 10 หลัก และในภาษา SQL จะใช้ smallint เป็นประเภทข้อมูลที่เป็นเลขจำนวนเต็มบวกหรือลบขนาดเล็ก เป็นเลข 5 หลัก ที่มีตั้งแต่ -32,768 ถึง +32,767 ตัวเลขจำนวนเต็มประเภทนี้จะมีการจองเนื้อที่น้อยกว่าแบบ integer

3) เลขจำนวนจริง

ในภาษา SQL อาจใช้ number (n) แทนจำนวนเลขที่ไม่มีจุดทศนิยมและจำนวนเลขที่มีจุดทศนิยม

2.5.5.3 ข้อมูลในลักษณะอื่น ๆ

วันที่และเวลา (Date /Time) เป็นชนิดวันที่หรือเวลาในภาษา SQL จะใช้ dataเป็นข้อมูลวันที่ ซึ่งจะมรหลายรูปแบบให้เลือกใช้ เช่น yyyy-mm-dd (1999-10-31), dd.mm.yyyy (31.10.1999) หรือ dd/mm/yyyy (31/10/1999)

2.5.6 ลักษณะการใช้งานของภาษาเอสคิวแอล

ภาษา SQL เป็นส่วนประกอบหนึ่งของ DBMS มักพบใน DBMS เชิงสัมพันธ์หลายตัวและเป็นที่นิยมใช้ในปัจจุบัน ภาษา SQL ง่ายต่อการเรียนรู้ การใช้งานในภาษา SQL แบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ ภาษา SQL ที่โต้ตอบได้ (interactive SQL) และภาษา SQL ที่ฝังในโปรแกรม (embedded SQL)

2.5.6.1 ภาษาเอสคิวเอล (SQL language)

ที่โต้ตอบได้ใช้ เพื่อปฏิบัติงานกับฐานข้อมูลโดยตรง เป็นการใช้คำสั่งภาษา SQL สั่งงานบนจอภาพ โดยเรียกดูข้อมูลได้โดยตรงในขณะที่ทำงาน เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่นำไปใช้งานได้ ตัวอย่างเช่น ต้องการเรียกดูข้อมูลในคอลัมน์ SALENAME และ SALECOM จากตาราง SALESTAR ใช้คำสั่งของภาษา ดังนี้

```
SELSECT SALENAME, SALECOM
FROM SALESATB ;
```

2.5.6.2 ภาษาเอสคิวเอลที่ฝังในโปรแกรม

เป็นภาษา SQL ที่ประกอบด้วยคำสั่งต่าง ๆ ของภาษา SQL ที่ใส่ไว้ในโปรแกรมที่ส่วนมากแล้วเขียนด้วยภาษาอื่น เช่น โคบอล ปาสคาล ภาษาซี ลักษณะของคำสั่ง SQL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะแตกต่างจากภาษาอื่น ๆ ในแง่ที่ว่า SQL ไม่มีคำสั่งเกี่ยวกับควบคุม (control statement) เหมือนภาษาอื่น เช่น if...then...else for...do หรือ loop หรือ while ทำทำให้มีข้อจำกัดในการเขียนชุดคำสั่ง การใช้งานภาษา SQL ฝังในโปรแกรมอื่นจะทำให้ภาษา SQL มีความสามารถ และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ผลลัพธ์ของคำสั่งที่เกิดจากภาษา SQL ที่ฝังในโปรแกรมจะถูกส่งผ่านไปให้กับตัวแปรหรือพารามิเตอร์ที่ใช้ โดยโปรแกรมที่ภาษา SQL ไปฝังตัวอยู่ เช่น

```
While not end-of-file(input)do
Begin
Reading (id-num, salesperson, loc, comm);
EXEC SQL INSERT INTO SALESTAB
VALUES (:id-num,:salesperson,:loc,:comm );
End;
```

ทั้งภาษา SQL ที่โต้ตอบได้และภาษา SQL ที่ฝังในโปรแกรมจะมีลักษณะของคำสั่งที่ใช้งานเหมือนกัน จะต่างกันแต่เพียงภาษา SQL ที่ฝังในโปรแกรมจะมีวิธีการเชื่อมโยงกับภาษาอื่น ๆ

2.5.7 การบันทึกข้อมูล การปรับปรุงข้อมูล และการลบข้อมูล

ในระบบฐานข้อมูล การบันทึกข้อมูล การปรับปรุงข้อมูลและการลบข้อมูลถือเป็นสิ่งสำคัญ ในภาษา SQL มีภาษาสำหรับการจัดการข้อมูล (Data manipulation Language : DML) ซึ่งเป็นภาษาที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล การปรับปรุงข้อมูลการลบข้อมูล ภาษาสำหรับการจัดการข้อมูลเป็นส่วนประกอบหนึ่งในภาษา SQL โดยภาษาสำหรับการจัดการข้อมูลใช้สำหรับการจัดการข้อมูลในตารางของซานข้อมูล ในการใช้คำสั่งที่เป็นภาษาสำหรับนิยามข้อมูลของภาษา SQL เช่น CREATE TABLE จะทำให้ได้โครงสร้างตารางว่าง ๆ ที่ยังไม่มีข้อมูลใด ๆ เก็บอยู่ คำสั่งในภาษา SQL สำหรับการจัดการข้อมูลจะเป็นคำสั่งที่ช่วยในการจัดการข้อมูลภายในโครงสร้างตารางสร้างขึ้นตัวอย่างของคำสั่งในภาษาสำหรับการจัดการข้อมูล จะเป็นคำสั่งการปรับปรุงข้อมูล ได้แก่ การเพิ่มข้อมูล (INSERT) การปรับปรุง (UPDATE) และ การลบข้อมูล (DELETE) และคำสั่งการเรียนค้นข้อมูลได้แก่คำสั่ง (SELECT)

คำสั่งที่ใช้ในการปรับปรุงข้อมูลของภาษา SQL คือ การเพิ่มข้อมูล (INSERT) การปรับปรุงข้อมูล (UPDATE) และการลบข้อมูล (DELETE) เป็นคำสั่งในภาษาการจัดการข้อมูล เมื่อโครงสร้างหลักของตารางได้ถูกกำหนดขึ้นเรียบร้อยแล้ว ก็จะทำการบันทึกข้อมูลลงในตารางหลักหรืออาจทำการปรับปรุง หรือลบข้อมูลในภายหลัง คำสั่งทั้ง 3 นี้ เมื่อดำเนินการในภาษา SQLจะไม่แสดงผลลัพธ์ออกทางหน้าจอ แต่ผลของคำสั่งจะมีผลต่อข้อมูล ผู้ใช้สามารถดูผลของการใช้คำสั่งในการเพิ่มข้อมูล การปรับปรุงและการลบข้อมูล โดยใช้คำสั่งการเรียกค้นข้อมูล (SELECT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.7.1 คำสั่งการเพิ่มข้อมูล

คำสั่งการเพิ่มข้อมูลในตารางจะใช้คำสั่ง INSERT จะมีอยู่ 2 รูปแบบคือ การเพิ่มข้อมูลเข้าไปทีละแถว และ การเพิ่มข้อมูลโดยโดยการดึงกลุ่มข้อมูลด้วยคำสั่งค้นหาข้อมูล คำสั่งการเพิ่มข้อมูลทีละแถวโดยระบุข้อมูลที่จะ INSERT เข้าไปโดยตรง รูปแบบของคำสั่งเป็นดังนี้

INSERT INTO <Table_name>[(columm 1, columm 2, ….)]

VALUE(<value1, value2, ….>);

โดยที่

1) INSERT INTO เป็นคำสั่งที่ต้องมีทุกครั้งที่ต้องการเพิ่มข้อมูล
2) Table_name ชื่อตารางจะเพิ่มข้อมูล
3) Column 1, Column 2,…คอลัมน์ที่ต้องการเพิ่มข้อมูล
4) Value1, value2, ค่าข้อมูลของแต่ละคอลัมน์ที่ต้องการเพิ่มคำสั่งการเพิ่มข้อมูลโดยการดึงกลุ่มข้อมูลด้วยคำสั่งค้นหาข้อมูล ในภาษาSQL สามารถใช้คำสั่ง INSERT ในการนำค่าหรือหาค่าจากตารางหนึ่งแล้วไปใส่ไว้ในอีกตารางหนึ่งได้ โดยได้ค่านั้นมาจากการสอบถามข้อมูลรูปแบบเป็นดังนี้

INSERT INTO <Table_name> [(column 1, column 2,…)]
SELECT statement ;

โดยที่

1) INSERT INTO เป็นคำสั่งที่ต้องมีทุกครั้งที่ต้องการเพิ่มข้อมูล
2) Table_name ชื่อตารางจะเพิ่มข้อมูล
3) SELECT statement เป็นคำสั่ง SELECT ที่ต้องการข้อมูลอีกตารางหนึ่ง

2.5.7.2 คำสั่งปรับปรุงแถวข้อมูล

หลังจากที่ป้อนข้อมูลเข้าไปเก็บไว้ในตารางแล้ว ในกรณีที่ต้องการจะปรับปรุงแก้ไขข้อมูลสามารถทำได้ด้วยภาษา SQL การปรับปรุงแถวข้อมูลเป็นการปรับปรุงหรือแก้ไขค่าคอลัมน์ ซึ่งในคำสั่งปรับปรุงข้อมูลอาจมีมากกว่า 1 คอลัมน์ในแถวทุกแถวที่มีเงื่อนไขสอดคล้องกับระบุไว้หลังคำว่า WHERE

รูปแบบของคำสั่งปรับปรุงแถวข้อมูลดังนี้

UPDATE <table name>SET<column 1>[,column 2,…]=

<expression |subquery >

[WHERE<condition>];

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่

1) UPDATE เป็นคำสั่งที่ต้องมีทุกครั้งที่ต้องการปรับปรุงข้อมูล

2) Table_name ชื่อตารางต้องการปรับปรุง

3) SET<column>ชื่อคอลัมน์ที่ต้องการปรับปรุง

4) Expression ค่าข้อมูลที่ต้องการปรับปรุง

5) WHERE<condition> เงื่อนไขในการปรับปรุง

2. 5.7.3 คำสั่งการลบข้อมูลทั้งแถว

คำสั่งในการลบแถวข้อมูลเป็นคำสั่งที่ใช้ในการลบแถวข้อมูลทุกแถวที่มีเงื่อนไขสอดคล้องกับที่ระบุไว้หลัง WHERE คำสั่งการลบข้อมูลมีรูปแบบทั่วไปดังนี้

DELETE FROM <Table_name>

[WHERE<condition>];

โดยที่

1) DELETE FROM เป็นคำสั่งที่ต้องมีทุกครั้งที่ต้องการลบข้อมูล

2) Table_name ชื่อตารางต้องการลบข้อมูล

3) WHERE<condition> เงื่อนไขในการลบข้อมูล

2.5.8 การเรียกค้นข้อมูล

การจัดทำฐานข้อมูลในรูปแบบตารางนั้น เกิดจากการที่ข้อมูลได้ออกแบบมาเพื่อลดความซ้ำซ้อน (Normalization) ดังนั้นข้อมูลที่มีรายละเอียดของข้อมูลมากอาจจะถูกเก็บไว้ในหลาย ๆ ตารางแยกออกมาต่างหาก เช่น ตารางข้อมูลที่เป็นตารางหลัก (master table) และตารางข้อมูลที่เป็นตารางเชิงรายการ (transaction table) และตารางข้อมูลที่เป็นตารางอยู่ (address table) เป็นต้น การแยกออกเป็นตารางย่อย ๆ นี้ นอกจากลดความซ้ำซ้อนแล้ว ยังช่วยในการประหยัดเนื้อที่และยังเพิ่มประสิทธิภาพของฐานข้อมูล

2.5.8.1 การเรียกค้นข้อมูลจากตารางหลายตารางในภาษา SQL

เป็นการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตารางทั้งหลาย โดยที่จะสามารถเอาข้อมูลในตารางกี่ตารางก็ได้ให้มาสัมพันธ์กัน ดังนั้นจึงสามารถเชื่อมต่อข้อมูลที่แตกต่างกันได้ โดยการใช้คำสั่ง WHERE คำสั่ง WHERE เป็นคำสั่งในการกำหนดเงื่อนไขในการเรียกดูข้อมูลใช้คู่กับคำสั่ง SELECT และ FROM

SELECT * FROM TABLE1, TABLE2

2.5.8.2 การเรียกดูข้อมูลแบบซ้อนกัน (subqueries)

เป็นการสร้างคำสั่ง SELECT ซ้อนกันการเรียกดูข้อมูลแบบซ้อนกัน มีจุดประสงค์ก็เพื่อลดภาระในการเชื่อมตารางต้องการใช้หน่วยความจำเป็นเป็นจำนวนมาก คำสั่งย่อยนี้สามารถสร้างหลังคำสั่ง WHERE มีรูปแบบดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SELECT [*] <column 1, column 2,...>

FROM<table_name>

[WHERE<column list = <Select Statement>]

โดยที่

1) SELECT คำสั่งที่ต้องมีทุกครั้งที่ต้องการเรียกค้นข้อมูล
2) Column 1, column 2,... คอลัมน์ที่ต้องการเรียกค้น
3) FROM การกำหนดว่าให้เรียกดูข้อมูล ได้จากตารางใดบ้าง
4) Table_name ชื่อตารางต้องการเรียกค้นข้อมูล
5) WHERE<condition>ส่วนของคำสั่งที่บอกเงื่อนไขที่จะใช้ในการค้นหาข้อมูล
6) Select Statement ส่วนของคำสั่งที่เรียกค้นข้อมูลตามเงื่อนไข

การทำงานของคำสั่งย่อยที่ใช้ในการระบุเงื่อนไขหรือเรียกข้อมูลจะทำจากคำถามย่อยด้านในสุดผลที่ได้จะเป็นค่ากลับมาให้กับค่าที่อยู่หน้าเครื่องหมาย (=) เพื่อเรียกค้นข้อมูลตามที่ต้องการ

2.6 กีฬาบีบี

ปืนบีบี ย่อมาจาก บอลบุเล็ตกัน(Bullet Ball Gun) หรือที่บางคนเรียกว่าแอร์ซอฟต์กัน (Air Soft Gun) (อังกฤษ: Air soft Gun) บางประเทศเรียก ซอฟต์แอร์กัน (อังกฤษ: Soft air Gun) ต่อไปนี้จะขอเรียกว่าปืนแอร์ซอฟต์ ปืนแอร์ซอฟต์คือปืนอัดลมชนิดเบา ลอกเลียนแบบปืนจริงในอัตราส่วน 1:1 ใช้กระสุนทรงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ถูกจัดเป็นกีฬาในลักษณะเกมผจญภัย (Survival Game) เช่นเดียวกับกีฬาเพนต์บอล

ปัจจุบันได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากเป็นกีฬาจำลองการรบ มีความสนุกสนาน มีรูปแบบการเล่นที่หลากหลาย และมีผู้เล่นที่หลากหลายวัย อาทิ เด็ก, เยาวชน, ผู้ใหญ่ และผู้สูงอายุ ปัจจุบันในประเทศไทยมีสนามแอร์ซอฟต์กันเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้เล่นที่เพิ่มมากขึ้น

2.6.1 ประวัติ

ในปี พ.ศ. 2513 ประชาชนในประเทศญี่ปุ่นครอบครองอาวุธปืนอย่างผิดกฎหมาย อาวุธปืนเป็นสิ่งที่น่าสนใจอย่างกว้างขวางสำหรับประชาชน เพราะความสนใจอย่างกว้างขวาง ผู้ผลิตหลายรายจึงเริ่มผลิตปืนสปริง เป็นที่น่าสนใจต่อผู้คนที่สนใจอาวุธปืนในปี พ.ศ. 2513 ปืนดังกล่าวมีลำกล้องหลายขนาด เพื่อใช้ยิงลูกกระสุนพลาสติกและกระสุนยาง โดยกระสุนมีลักษณะเป็นวงกลมหลายขนาด แต่โดยที่สุด กระสุนพลาสติกเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 6 มิลลิเมตร ถูกบรรจุเข้าเป็นกระสุนมาตรฐาน ต่อมาปืนที่ใช้พลังงานจากสปริง ถูกบรรจุด้วยพลังงานจากแก๊ส เป็นระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มีความหลากหลายมาก ของเล่นเหล่านี้ถูกเคลื่อนย้ายไปยังอเมริกาเหนือในกลางปี พ.ศ. 2533 ในเวลาเดียวกัน ญี่ปุ่นตกต่ำทางเศรษฐกิจ แต่สามารถเอาตัวรอดได้อย่างหวุดหวิดจาก เออีจี (AEG :Automatic Electric Gun) หรือปืนไฟฟ้าอัตโนมัติ ญี่ปุ่นส่งเข้าตีตลาด ทำให้ผู้ผลิตเก่าหลายรายพ่ายแพ้ทางการตลาด เศษของที่ไม่ใช้แล้ว มารูอิ (Tokyo Marui) นำมาผลิตคิดค้นขึ้นเป็น เออีจี และเป็นผู้ผลิตปืนยาวไฟฟ้าอัตโนมัติเป็นรายแรก มารูอิได้คิดค้นระบบฮอปอัพ (Hop-Up) มีความสามารถช่วยเพิ่มความแม่นยำและวิถีกระสุนของอาวุธ

2.6.2 รูปแบบของปืนบีบี

ปืนแอร์ซอฟต์มีระบบการทำงานที่หลากหลาย ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การใช้งานและลักษณะของปืน

2.6.2.1 พลังงานจากสปริง

ปืนอัดลมเบาระบบแอร์ค็อกกิ้งหรือสปริงค็อกกิ้ง เป็นปืนที่มีกลไกไม่ซับซ้อนมากนัก มีน้ำหนักที่เบาใช้งานง่าย ทนทานและราคาไม่แพงราคาเริ่มต้นที่ 200-300 เท่านั้น และสามารถซื้อหามาเล่นได้ง่าย เหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นเล่น ระบบกลไกการส่งกระสุนในปืนชนิดนี้จะใช้แรงดีดจากสปริงในการยิงกระสุน (Cocking) เป็นคำที่ใช้เรียกปฏิกิริยาการหดตัวของสปริงลูกสูบ ปืนประเภทนี้จึงถูกเรียกว่าเป็นปืนแอร์ค็อกกิ้ง ปืนที่ใช้ระบบแอร์ค็อกกิ้ง นอกจากจะมีในแบบปืนสั้นแล้ว ยังมีในรูปแบบปืนยาวด้วย ซึ่งปืนระบบแอร์ค็อกกิ้งในแบบปืนยาว ส่วนใหญ่จะเป็นปืนในแบบ (Sniper)

2.6.2.1 พลังงานจากแก๊ส

ปืนอัดลมระบบแก๊สแบ่งออกเป็นอีก 2 ประเภทได้แก่ ปืนแบบไม่โบลว์แบ็ค (Non Blowback) และแบบโบลว์แบ็ค (Blowback) คำว่า "โบลว์แบ็ค" นั้นเป็นคำที่เรียกปฏิกิริยาการสะท้อนถอยกลับของสไลด์ปืน ที่เลียนแบบของจริงทุกประการ พลังงานที่ใช้ส่งกระสุน จะใช้แรงดันที่เกิดจากการขยายตัวของแก๊ส

2.6.2.2 พลังงานจากไฟฟ้า

ปืนอัดลม ประเภทนี้ยังมีชื่อเรียกในอีกชื่อหนึ่งว่า ปืน เออีจี(AEG.) คำว่าเออีจี(AEG.)ย่อมาจากคำเต็มว่า ออโตเมติกอิกเล็กทรอนิคกัน(Automatic Electric Gun) เป็นปืนอัดลมที่ใช้พลังงานการส่งลูก จากไฟฟ้าในก้อนแบตเตอรี่ ซึ่งเป็นตัวทำให้มอเตอร์ภายในทำงาน มอเตอร์ที่หมุนจะทำให้สปริงลูกสูบหดตัวและทำให้กระสุน ถูกยิงออกไปด้วยแรงดันของลูกสูบ ข้อดีของปืนอัดลมระบบไฟฟ้าชนิดนี้ จะสามารถปรับแต่งสปริงหรืออุปกรณ์กลไกภายในเพื่อทำให้ปืนมีความแรงเพิ่มขึ้น จากเดิมได้ และยังให้ความแรงและความแม่นยำอย่างสม่ำเสมอ จนกว่าแบตเตอรี่จะหมดไฟ เมื่อหมดไฟก็สามารถชาร์ตได้ด้วยเวลาอันสั้น ปืนระบบไฟฟ้าที่ได้รับความนิยมส่วนใหญ่จะปืนปืนยาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3 กระสุน

ปัจจุบันมีผู้ผลิตรายหลาย อาทิ มารูอิ (Tokyo Marui) โกลเดนบอล (Golden Ball) เป็นต้น คุณภาพของกระสุนขึ้นอยู่กับผู้ผลิตแต่ละราย ประสิทธิภาพของปืนบีบีส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับกระสุน โดยเฉพาะปืนที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำกล้องภายในต่ำกว่า 6.03 มิลลิเมตร (โดยมากใช้โดยผู้เล่นที่ต้องการความแม่นยำ) จะต้องพิถีพิถันในการเลือกใช้กระสุน เนื่องจากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำกล้องภายในต่ำ กระสุนอาจติดขัดหรือเสียดสีกับลำกล้องภายในได้

น้ำหนักกระสุนเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร

1) 0.11 กรัม - ผลิตโดย HFC พบเห็นได้น้อย
2) 0.12 กรัม - ถูกใช้โดยปืนบีบีระดับต่ำ เช่นปืนพกสปริงและปืนไฟฟ้าขนาดเล็ก มีความเร็วสูงแต่มีความเสถียรภาพต่ำ
3) 0.15 กรัม - เช่นกันกับน้ำหนัก 0.12 กรัม พบเห็นได้น้อย
4) 0.16 กรัม - น้ำหนักพื้นฐานของของกระสุนน้ำหนัก 0.15 กรัม พบเห็นได้น้อยมาก
5) 0.20 กรัม - น้ำหนักมาตรฐานสำหรับปืนบีบี มีน้ำหนักที่เหมาะสมแก่การใช้งาน
6) 0.23 กรัม - วิถีกระสุนและความแม่นยำอยู่ในระดับที่ดี เป็นที่ชื่นชอบผู้เล่นต่างประเทศ
7) 0.24 กรัม - เป็นกระสุนน้ำหนักที่มีความแตกต่างจากน้ำหนักอื่นๆ
8) 0.25 กรัม - สำหรับปืนไฟฟ้า แก๊ส และปืนสปริง ที่ต้องการวิถีกระสุนมั่นคง
9) 0.28 กรัม - เรียกได้ว่าเป็นกระสุนที่มีความสมดุลที่สุด ผู้เล่นชาวไทยนิยมใช้กับปืนไรเฟิลซุ่มยิง (Sniper Rifles)
10) 0.29 กรัม - เป็นกระสุนน้ำหนักที่มีความแตกต่างจากน้ำหนักอื่นๆ
11) 0.30 กรัม - กระสุนน้ำหนักมาตรฐาน ที่เหมาะสมมากที่สุดสำหรับปืนไรเฟิลซุ่มยิง (Sniper Rifles).
12) 0.32 กรัม - เช่นกันกับกระสุนน้ำหนัก 0.30 กรัม เป็นกระสุนน้ำหนักมาตราฐานของปืนไรเฟิลซุ่มยิง (Sniper Rifles) มีความสมดุลระหว่างความเร็วและความเสถียรภาพ เหมาะสมที่สุดสำหรับปืนสปริงและปืนไรเฟิลซุ่มยิงพลังงานแก๊ส
13) 0.36 กรัม - เป็นกระสุนที่มีน้ำหนักมาก สำหรับใช้กับปืนไรเฟิลซุ่มยิง (Sniper Rifles) กระสุนเดินทางช้ามาก แต่มีความเสถียรภาพสูง
14) 0.43 กรัม - เป็นกระสุนน้ำหนักที่มีความแตกต่างจากน้ำหนักอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15) 0.88 กรัม - อาจเป็นกระสุนที่หนักที่สุด โดยมากผลิตมาจากเหล็กปัดเงา หายากและไม่นิยมนำมาใช้ เนื่องจากกระสุนชนิดนี้สามารถทำอันตรายจนถึงแก่ชีวิตได้

2.6.4 ซองกระสุน

มีอยู่ 3 ประเภทดังนี้

1) แบบ Standard เรียกสั้นๆว่า แมคสแตน มีข้อดีคือสามารถป้อนลูกกระสุนอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากจะมีสปริงคอยดันลูกขึ้นไปตลอดเวลา ส่วนข้อเสียก็คือสามารถบรรจุกระสุนได้น้อยและลำบากเวลาบรรจุกระสุน

2) แบบ Modify เรียกสั้นๆว่า แมคโม มีข้อดีคือสามารถบรรจุกระสุนได้ง่ายและเยอะ แต่มีข้อเสียคือจะป้อนลูกกระสุนไม่ค่อยทัน เนื่องจากต้องคอยปั่นเฟืองที่ก้นแมคเพื่อที่จะป้อนลูกกระสุนเข้าไปยัง รังเพลิง

3) แบบ ใช้ไฟฟ้า ระบบการทำงานจะคล้ายๆกับแมคโมแต่จะใช้ไฟฟ้าในการทำงานซึ่งควบคุมโดย สวิตซ์ ปิด-เปิด หรือ หางหนู ขึ้นอยู่กับรุ่น

2.6.5 ประสิทธิภาพ

ประสิทธิภาพของปืนบีบี ดูที่ความเร็วของกระสุนที่ยิงออกไป ความเร็วดังกล่าวมีหน่วยวัดเป็นฟุตต่อวินาที (Foot per Second หรือ FPS) ในปัจจุบันยังไม่มีความเร็วของกระสุนที่เป็นมาตรฐานสำหรับใช้แข่งขันระดับสากล เนื่องจากแต่ละประเทศมีการจำกัดความเร็วสูงสุดของกระสุนแตกต่างกัน ทั้งนี้เพราะมีกติกาและลักษณะสถานที่การเล่นที่แตกต่างกัน โดยในประเทศไทยปัจจุบัน จำกัดความเร็วไม่เกิน 400 ฟุตต่อวินาที (และมีวี่แววว่าจะลดลงในอนาคต) โดยใช้กระสุนเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตรน้ำหนัก 0.20 กรัม เป็นมาตรฐานในการแข่งขัน

2.6.6 รูปแบบการเล่น

โดยทั่วไปแล้ว กีฬาบีบีกันนั้นมีวิธีการเล่นคล้ายกับกีฬาเพนต์บอล คือยิงกระสุนให้ถูกตัวผู้เล่นอีกฝ่าย แต่ต่างกันตรงที่กระสุนของบีบีกันนั้นไม่มีสี ไม่ทิ้งรอย ดังนั้นผู้เล่นที่รู้สึกตัวว่าถูกยิงไม่ว่าส่วนใดของร่างกาย ให้ถือว่าถูกยิง และจะต้องออกจากเกม เว้นแต่กติกากำหนดไว้เป็นอย่างอื่น รูปแบบการเล่นกีฬาบีบียังสามารถแบ่งได้ ดังนี้

2.6.6.1 สปีดบอล (Speed Ball)

เป็นการเล่นในแบบทั่วไปของบีบีกันซึ่งจะแบ่งเป็น 2 ฝ่าย รูปแบบการเล่นจะเน้นที่การไปยึดธงหรือกำจัดฝ่ายตรงข้ามให้หมด จึงจะถือเป็นการจบรอบนั้น ส่วนเวลาต่อ 1 รอบ จะขึ้นอยู่กับสนามว่าจะกำหนดเวลาให้เป็นเท่าไร ซึ่งโดยทั่วไปมักจะกำหนดเป็น 10, 20 หรือ 30 นาที ขึ้นอยู่กับว่ามีผู้รอเล่นรอบต่อไปมากหรือน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.6.2 จำลองการรบ

คือการเล่นแบบสมจริงโดยส่วนใหญ่มักจะจัดเป็นงาน เล่นกันในป่าหรือภูเขา การเล่นประเภทนี้มักจะใช้เวลาในการเล่นเป็นเวลานาน เนื่องด้วยต้องการความสมจริง จึงต้องใช้ความรอบคอบ การวางแผนเข้าตีจุดต่างๆ และความสามัคคีของทีม เพื่อให้บรรลุภารกิจตามที่ทางทีมงานกำหนดไว้

2.6.6.3 การยิงปืนในระบบยุทธวิธี

เป็นการยิงปืนในระบบยุทธวิธีที่ถูกพัฒนามาจากลักษณะการยิงในระบบทหารตำรวจ เพื่อให้ ผู้เล่นเกิดทักษะในการเคลื่อนที่ การยิงในท่าทางต่างๆและการยิงในภาวะต่างๆ ความคุ้นเคยต่ออาวุธประจำกาย เพื่อให้เกิดการจดจำทักษะเหล่านั้น ซึ่งจะส่งผลดีในการลดความกดดันในขณะปฏิบัติงานจริง

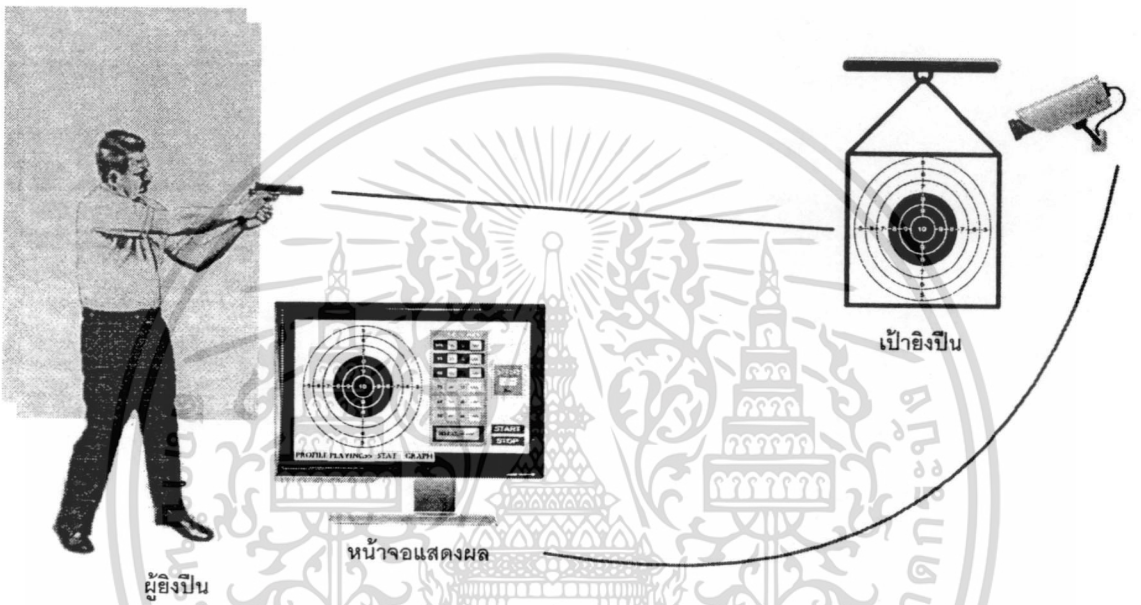
2.6.4 การเลือกใช้ปืนในการฝึกซ้อมการยิงโดยใช้เป้าฝึกยิงปืนอันโนมัติ

1) ใช้ปืนบีบีในการทำการฝึกซ้อมยิง
2) ความเร็วของกระสุนปืนไม่เกิน 350 ฟุตต่อวินาที
3) ลูกกระสุนปืนมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบระบบชุดตรวจจับพิกัดของกระสุนที่เป้ายิง โดยใช้กล้องและใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

3.1 หลักการทำงานโดยรวมของระบบ



รูป 3.1 ภาพรวมอุปกรณ์ชุดตรวจจับพิกัดของลูกกระสุนที่เป้ายิง โดยการใช้กล้องและใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

3.2 การออกแบบส่วนตรวจจับพิกัดของลูกกระสุน

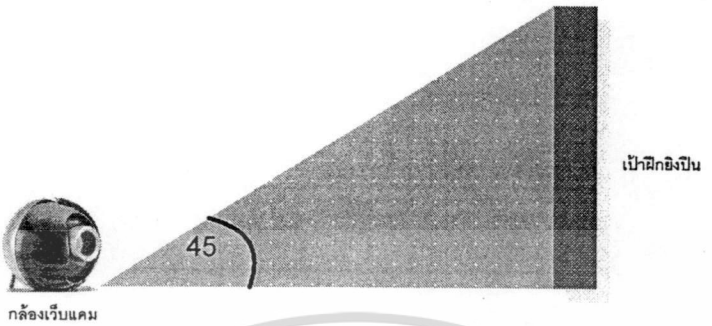
ในการตรวจจับพิกัดของกระสุนบนเป้ายิง แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นตอนการเตรียมระบบฮาร์ดแวร์
2) ขั้นตอนการเตรียมภาพ
3) ขั้นตอนการเปรียบเทียบ
4) ขั้นตอนการตรวจจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 ขั้นตอนการเตรียมระบบฮาร์ดแวร์

วางกล้องเว็บแคมห่างจากตัวเป้า 24 ซม. โดยเป้าที่ใช้มีขนาด 15.5*15.5 ซม.



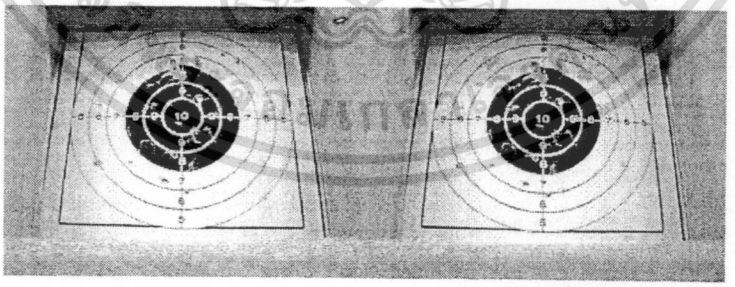
รูป 3.2 ลักษณะการวางกล้องและเป้ายิง

3.2.2 ขั้นตอนการเตรียมภาพ

1) การตั้งรายละเอียดของข้อมูลนำเข้า เป็นข้อมูลที่รับมาจากเว็บแคม โดยเป็น sequence file ที่มีความละเอียด 640x480
2) การควบคุมการส่งภาพ เป็นจำนวนข้อมูลนำเข้าต่อวินาที (Frame Rate) โดยมีความละเอียด 60 fps (Frames per Second)

3.2.3 ขั้นตอนการเปรียบเทียบ

1) การแปลงภาพจากระบบสีเป็นระบบสีขาวดำเป็นการนำภาพที่ได้เว็บแคมมาเปลี่ยนจากระบบสีเป็นระบบสีขาวดำเพื่อให้สะดวกต่อการประมวลผลภาพต่อไป



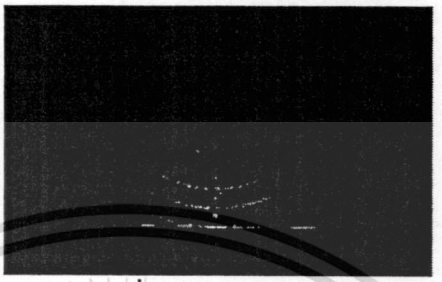
รูป 3.3 การแปลงภาพจากระบบสีอาร์จีบีไปเป็นระบบสีขาวดำ

2) การทำการตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงของภาพเป็นการประมวลผลภาพที่เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงระหว่างภาพ โดยในระบบจะใช้วิธีนี้ตรวจสอบระหว่างเฟรมปัจจุบันกับเฟรมที่ผ่านไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การแบ่งเทรดโชว์เป็นการนำภาพที่ได้หลังจากการเปลี่ยนเป็นระบบสี ขาวดำมาแบ่งช่วงเพื่อให้เกิดความชัดเจนยิ่งขึ้นในภาพ

4) การกรองข้อมูลภาพ โดยใช้การกรองข้อมูลโดยหาค่ากลางเพื่อกรองสิ่งรบกวนที่ไม่ต้องการออกไป



รูป 3.4 ภาพเป้าปืน เมื่อผ่านการทำเทรดโชวด์ ขณะเป้านิ่ง

รูป 3.5 ภาพเป้าปืน เมื่อผ่านการทำเทรดโชวด์ ขณะเป้าสั่น

3.2.4 ขั้นตอนการตรวจจับ

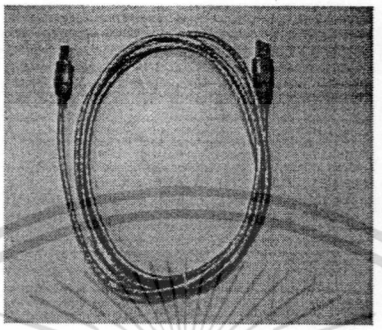
1) การคำนวณพื้นที่ของบริเวณที่มีสีขาว เป็นการหาบริเวณที่มีปริมาณจุดภาพที่มีสีขาวมากที่สุด เพื่อให้ทราบถึงตำแหน่งที่เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นในภาพ โดยใช้การ recursive นับจำนวนพื้นที่สีขาวที่มีบริเวณติดกัน หากมีขนาดเล็กเกินไปจะไม่ใช้ในการคำนวณ

2) การเทียบหาพิกัดที่แท้จริง เนื่องจากการวางกล้องเว็บแคมเป็นมุมเอียงทำให้ภาพที่ได้จากกล้องเป็นภาพเป้ารูปสี่เหลี่ยมคางหมู ซึ่งการหาพิกัดจะไม่ได้พิกัดที่ถูกต้อง ดังนั้นจึงต้องการหาพิกัดที่แท้จริงโดยหาอัตราการเพิ่มและการลดของพิกัด x-y ในตำแหน่งต่างๆบนภาพ จากนั้นนำมาหาสมการโดยแบ่งภาพออกเป็นช่วงๆ ซึ่งในแต่ละช่วงนั้นจะมีค่าคงที่ไม่เท่ากัน จากนั้นนำพิกัด x-y มาคำนวณตามสมการจะได้พิกัด x-y ที่แท้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การติดต่อสื่อสาร

การติดต่อสื่อสารในระบบนี้ ใช้การออกแบบการติดต่อสื่อสารผ่านระบบใช้สาย ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างกล้องเว็บแคม และคอมพิวเตอร์ โดยใช้เป็นสายยูเอสบี (USB) ที่มีความยาวสาย 1.8 เมตร จำนวน 3 สายมาเชื่อมต่อกัน



รูป 3.6 สายยูเอสบี

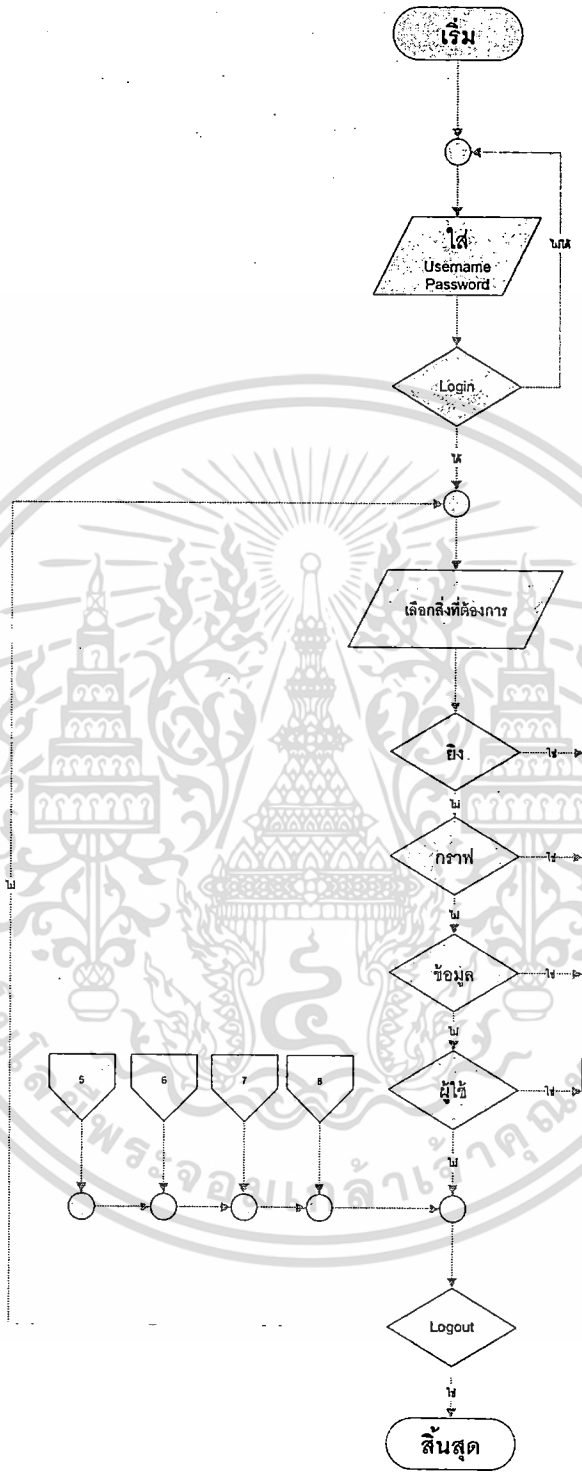
3.4 ส่วนติดต่อผู้ใช้

ส่วนติดต่อผู้ใช้จะเป็นส่วนที่ใช้แสดงผลทางหน้าจอให้แก่ผู้เล่น โดยสามารถแบ่งการทำงานของซอฟแวร์ได้ดังนี้

1) รับค่าพิกัดของกระสุนมาคำนวณหาค่าพิกัดที่ถูกต้อง
2) ผลที่ได้จากการคำนวณนำมาแสดงผ่านทางส่วนติดต่อผู้ใช้
3) มีการเก็บข้อมูลของผู้ใช้งาน พิกัดและคะแนนของกระสุนแต่ละลูกลงดาต้าเบส

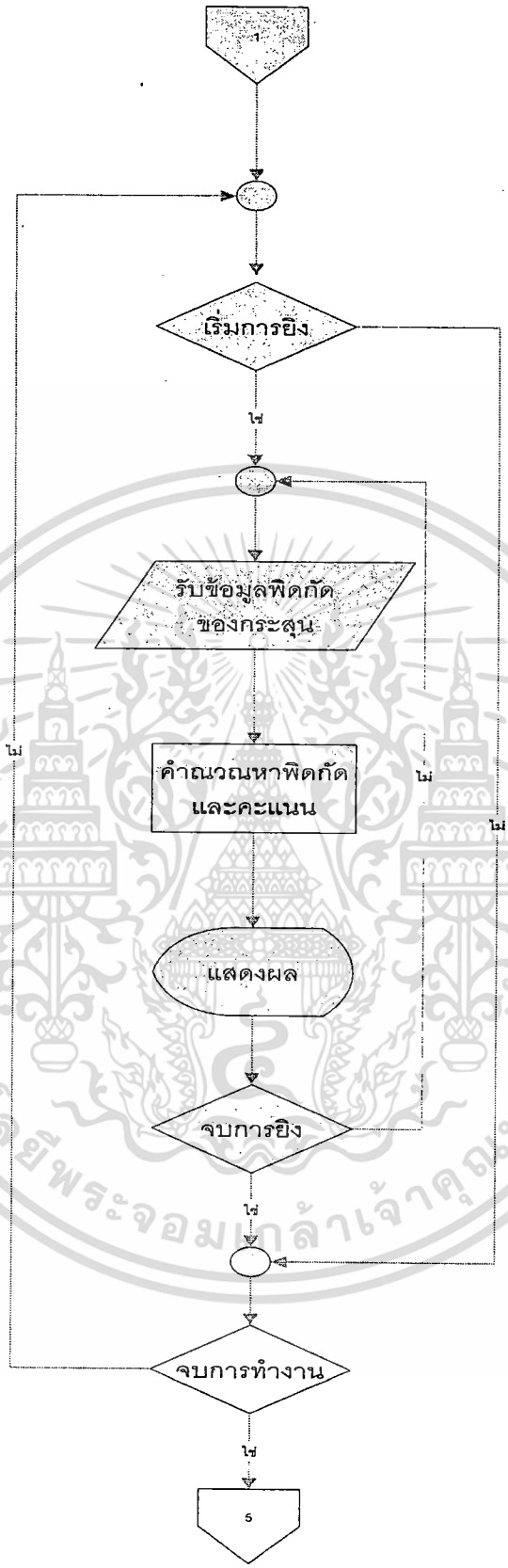
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1 แผนผังการทำงานของส่วนติดต่อผู้ใช้



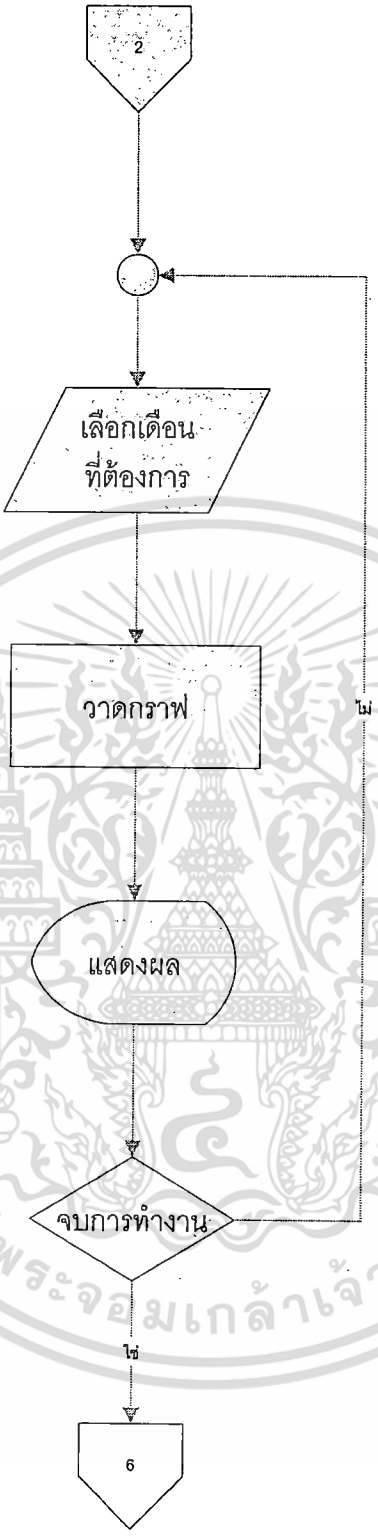
รูป 3.7 ผังการทำงานโดยรวมของส่วนติดต่อผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.8 ผังการทำงานการแสดงผลการตรวจจับพิกัดของกระสุนบนเป้ายิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

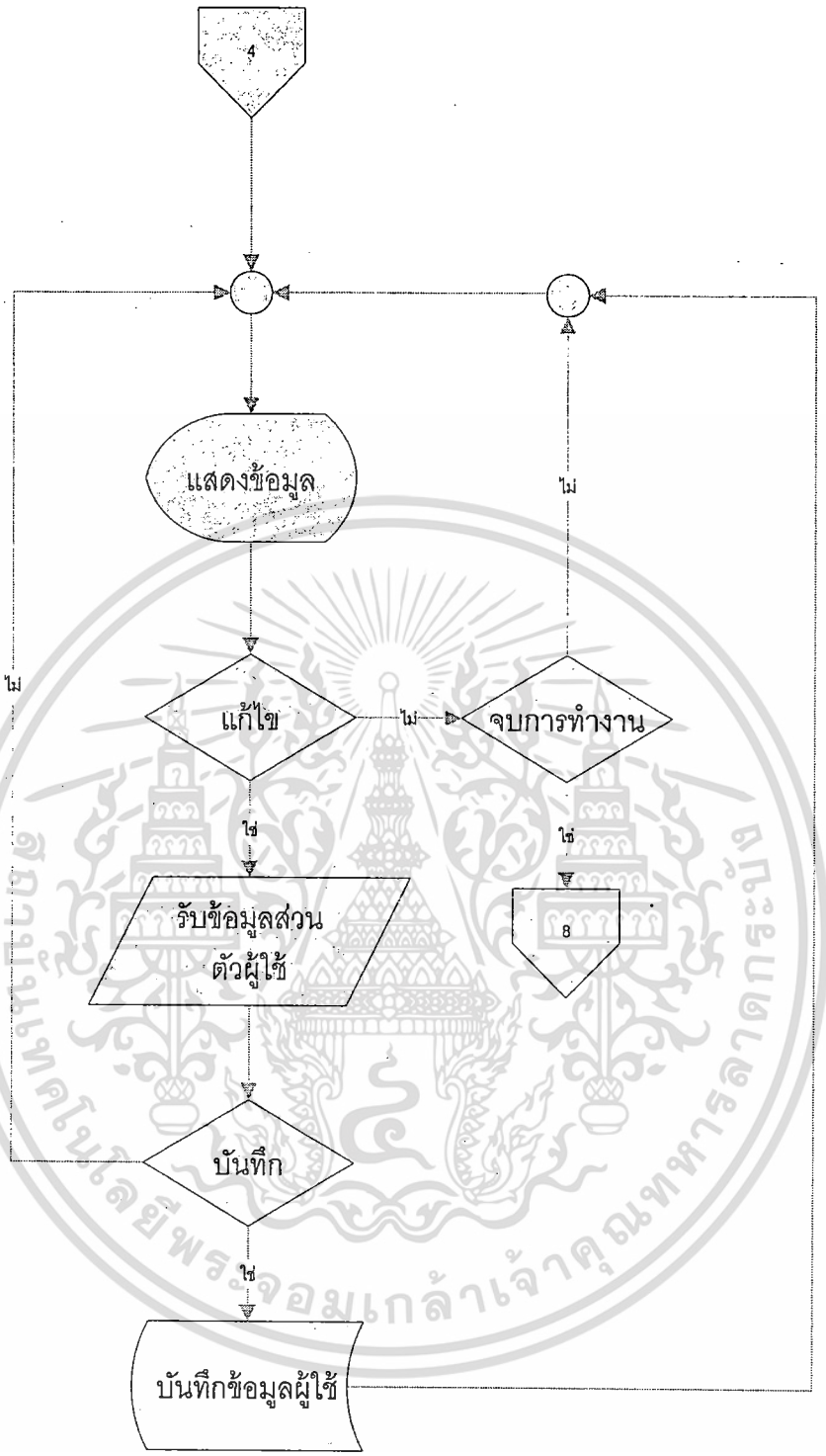


รูป 3.9 ผังการทำงานการแสดงผลแบบกราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 3.10 ผังการทำงานการแสดงผลแบบกราฟเมื่อผู้เล่นต้องการเรียกดูกราฟหลายๆ ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.11 ผังการทำงานของโปรแกรม เมื่อผู้เล่นต้องการแก้ไขข้อมูลส่วนตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป 3.7 เมื่อเริ่มการทำงานของโปรแกรมจะต้องทำการใส่ ชื่อ (Username) และรหัสผ่าน (password) หลังจากนั้นระบบจะทำการตรวจสอบชื่อและรหัสผ่านว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าไม่ถูกต้องจะต้องการทำชื่อและรหัสผ่านอีกครั้ง แต่หากถูกต้องแล้วจะสามารถเข้าใช้งานระบบได้ เมื่อเข้าสู่ระบบแล้วจะมีเมนูให้เลือกอยู่ 4 เมนูให้ทำการเลือกว่า คือหน้าจอเป้ายิงปืน ดูข้อมูลการยิงปืนในแต่ละชุดยิง ข้อมูลการยิงในรูปแบบของกราฟ หรือแก้ไขข้อมูลส่วนตัว และผู้เล่นจะสามารถใช้งานโปรแกรมได้จกระทั้งผู้เล่นออกจากโปรแกรม

จากรูป 3.8 หลังจากกดปุ่มเริ่มยิง ผู้เล่นจะทำการยิงปืนไปที่เป้า หลังจากที่กระสุนปืนกระทบเป้าแล้ว ระบบจะทำการรับพิกัดของกระสุนปืนโดยผ่านกล้อง หลังจากนั้นนำพิกัดที่ได้มาประมวลผลหาพิกัดและคะแนน แล้วแสดงผลที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้งาน ผู้ใช้งานสามารถทำการยิงได้เรื่อยๆจนกระทั้งกดปุ่มหยุด หลังจากนั้นจะสามารถกดปุ่มเริ่มยิงเพื่อทำการยิงใหม่อีกครั้งหากไม่ต้องการสามารถจบการทำงานของโปรแกรมได้ทันที

จากรูป 3.9 เมื่อผู้ใช้เลือกเมนูกราฟ จะต้องทำการเลือกเดือนที่ต้องการดูข้อมูล หลังจากเลือกเดือนแล้วโปรแกรมจะจัดการข้อมูลและวาดออกมาเป็นกราฟ หลังจากนั้นนำไปแสดงผลที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ ผู้ใช้งานสามารถเลือกได้ว่าจะจบการทำงานของโปรแกรมหรือจะดูข้อมูลของเดือนอื่นๆอีกได้

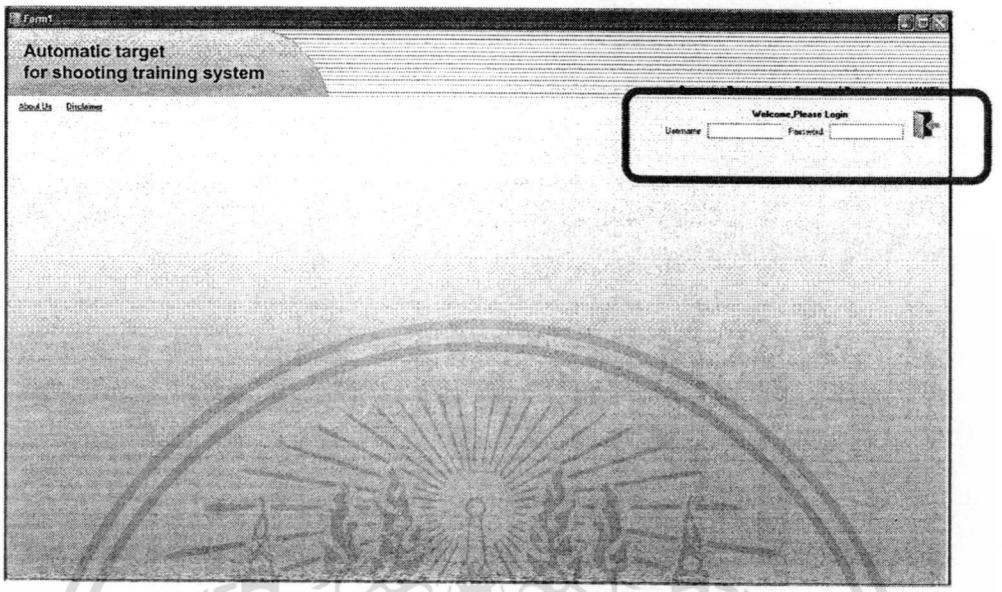
จากรูป 3.10 เมื่อผู้ใช้เลือกเมนูข้อมูล จะต้องทำการเลือกเดือนที่ต้องการดูข้อมูล หลังจากเลือกเดือนแล้วโปรแกรมจะจัดการข้อมูลและแสดงผลที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ ผู้ใช้งานสามารถเลือกได้ว่าจะจบการทำงานของโปรแกรมหรือจะดูข้อมูลของเดือนอื่นๆอีกได้

จากรูป 3.11 เมื่อผู้ใช้เลือกข้อมูลส่วนตัว โปรแกรมจะทำการแสดงข้อมูลส่วยตัวของผู้ใช้งานทางจอคอมพิวเตอร์ หลังจากนั้นผู้ใช้งานสามารถเลือกได้ว่าจะแก้ไขหรือไม่ หากไม่ต้องการสามารถจบการทำงานได้ทันที แต่หากเลือกแก้ไขข้อมูลผู้ใช้จะต้องทำการป้อนข้อมูลส่วนตัวใหม่หลังจากนั้น สามารถเลือกได้ว่าจะบันทึกข้อมูลหรือไม่หากไม่บันทึกโปรแกรมจะแสดงข้อมูลก่อนทำการแก้ไข แต่หากบันทึกโปรแกรมจะทำการบันทึกข้อมูลใหม่หลังจากนั้นจะทำการแสดงข้อมูลใหม่ทางจอคอมพิวเตอร์ ผู้ใช้งานสามารถเลือกได้ว่าจะจบการทำงานหรือทำการแก้ไขอีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

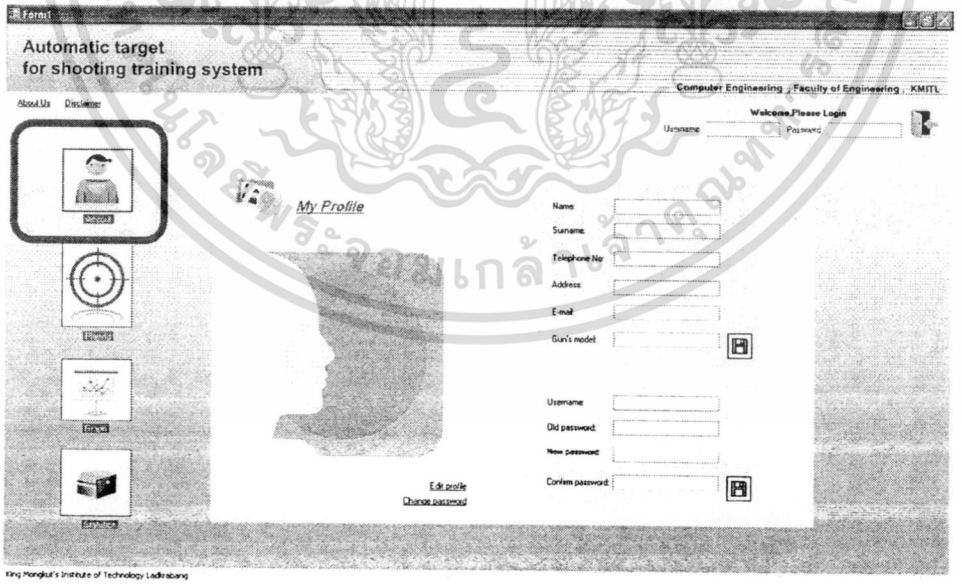
3.4.2 การทำงานของส่วนติดต่อผู้ใช้

1) ผู้เล่นทำการล็อกอิน user name และ password



รูป 3.12 แสดงภาพจำลองหน้าล็อกอิน (log-in)

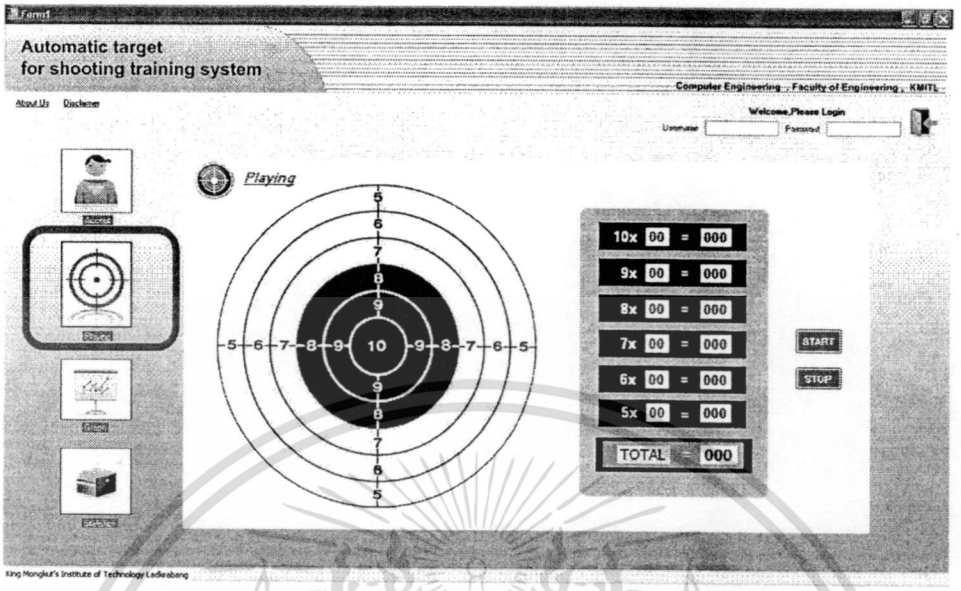
2) จากนั้นจะปรากฏปุ่มรูปภาพให้เลือก 4 รูป ถ้าผู้เล่นต้องการแก้ไข เปลี่ยนแปลง เพิ่มเติมข้อมูลส่วนตัวหรือ username และ password ให้คลิกเมาท์ที่ปุ่ม Account



รูป 3.13 หน้าจอโปรไฟล์ส่วนตัว

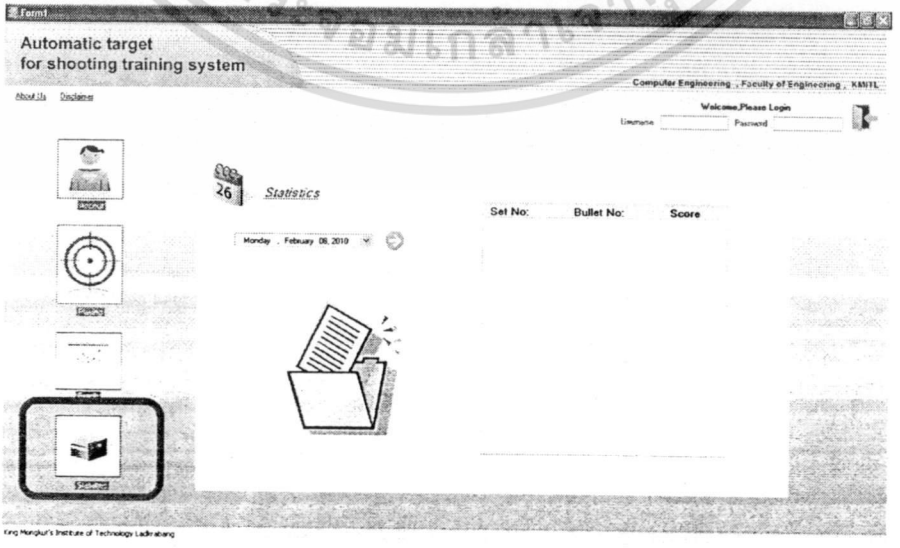
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ผู้เล่นไปที่หน้าจอ Playing แล้วเลือกปุ่ม START เพื่อเริ่มเล่นเกม



รูป 3.14 หน้าจอแสดงผลพิกัดของกระสุน และคะแนนรวมของผู้เล่น

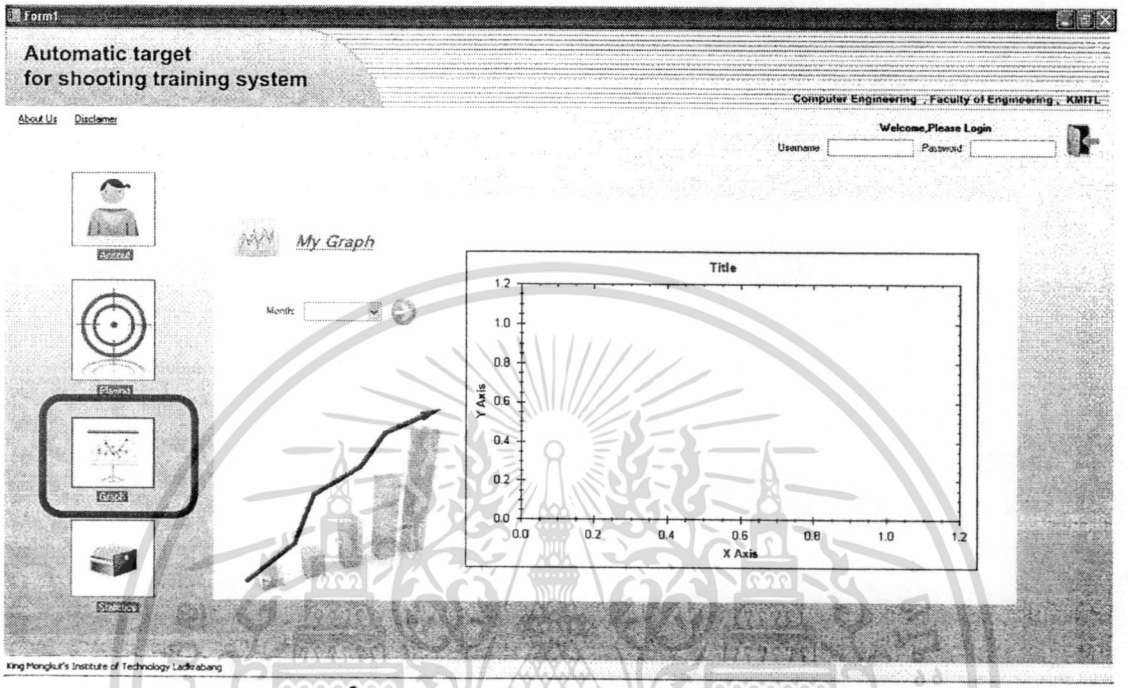
4) ผู้เล่นยิงปืนไปที่เป้ายิง จะปรากฏรูปจำลองเป้ายิงที่มีพิกัดของกระสุนของลูกกระสุนล่าสุดบนหน้าจอคอมพิวเตอร์
5) เมื่อผู้เล่นเลือกปุ่ม STOP เป็นการจบเกม ระบบจะคำนวณคะแนนผลการยิงในเกมนั้นๆให้
6) ผู้เล่นสามารถดูสถิติตารางของการยิงในเกมล่าสุดหรือสถิติในอดีตได้จากการไปที่หน้าจอ STATISTIC ซึ่งจะแสดงข้อมูลเป็นตาราง คือ คะแนนลูกกระสุนเรียงตามลำดับการยิง



รูป 3.15 แสดงภาพจำลองหน้าจอแสดงสถิติของผู้ใช้เป็นตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) ผู้เล่นสามารถดูสถิติกราฟการยิงของตนเองในช่วงเวลาที่ต้องการได้ โดยการไปที่หน้าจอ GRAPH ซึ่งจะแสดงข้อมูลเป็นกราฟ เพื่อให้ผู้เล่นเห็นพัฒนาการการยิงปืนของตนเอง



รูป 3.16 แสดงภาพจำลองหน้าจอแสดงสถิติของผู้ใช้เป็นกราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ส่วนตรวจจับพิกัดของกระสุนโดยใช้ชุดตรวจจับพิกัดของลูกกระสุนที่เป้ายิง โดยการใช้กล้องและใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ

แบ่งการทดลองเป็น 3 แบบ ดังนี้

1) **ยิงทีละนัด** คือ การยิงที่ระยะห่างระหว่างการยิงกระสุนแต่ละนัดประมาณ 5 วินาที
2) **ยิงติดกันครั้งละ 5 นัด** คือ การยิงรัว 5 นัดติดกัน โดยระยะเวลาของกระสุนแต่ละนัดที่ยิงรัวห่างกันประมาณ1วินาที แล้วยิงอีก 5 นัดประมาณ 5 วินาทีต่อมา
3) **ยิงรัว** คือ การตั้งโหมดปืนเป็นการยิงแบบยิงรัว

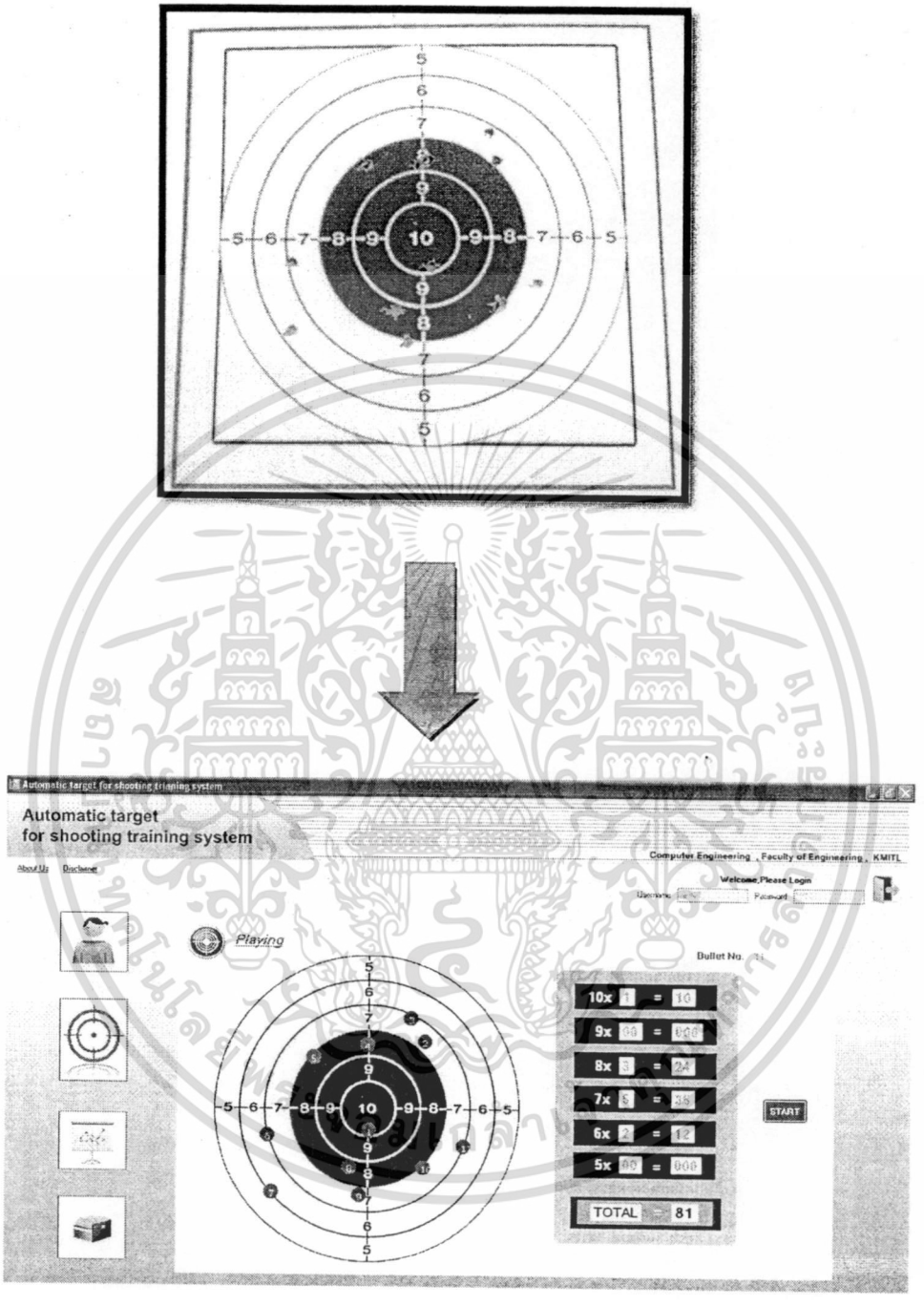
โดยการทดลองแต่ละแบบจะทดสอบ 10 ชุดยิง และใช้กระสุน 10 นัดในแต่ละชุดยิง

ตาราง 4.1 สรุปการทดลองแต่ละแบบ

ประเภทการทดลอง	จำนวนการทดลอง (ครั้ง)	จำนวนกระสุนทั้งหมด (นัด)	จำนวนเป้ายิงกระดาษ (แผ่น)
ยิงทีละนัด	10	100	10
ยิงติดกัน 5 นัด	10	100	10
ยิงรัว	10	100	10

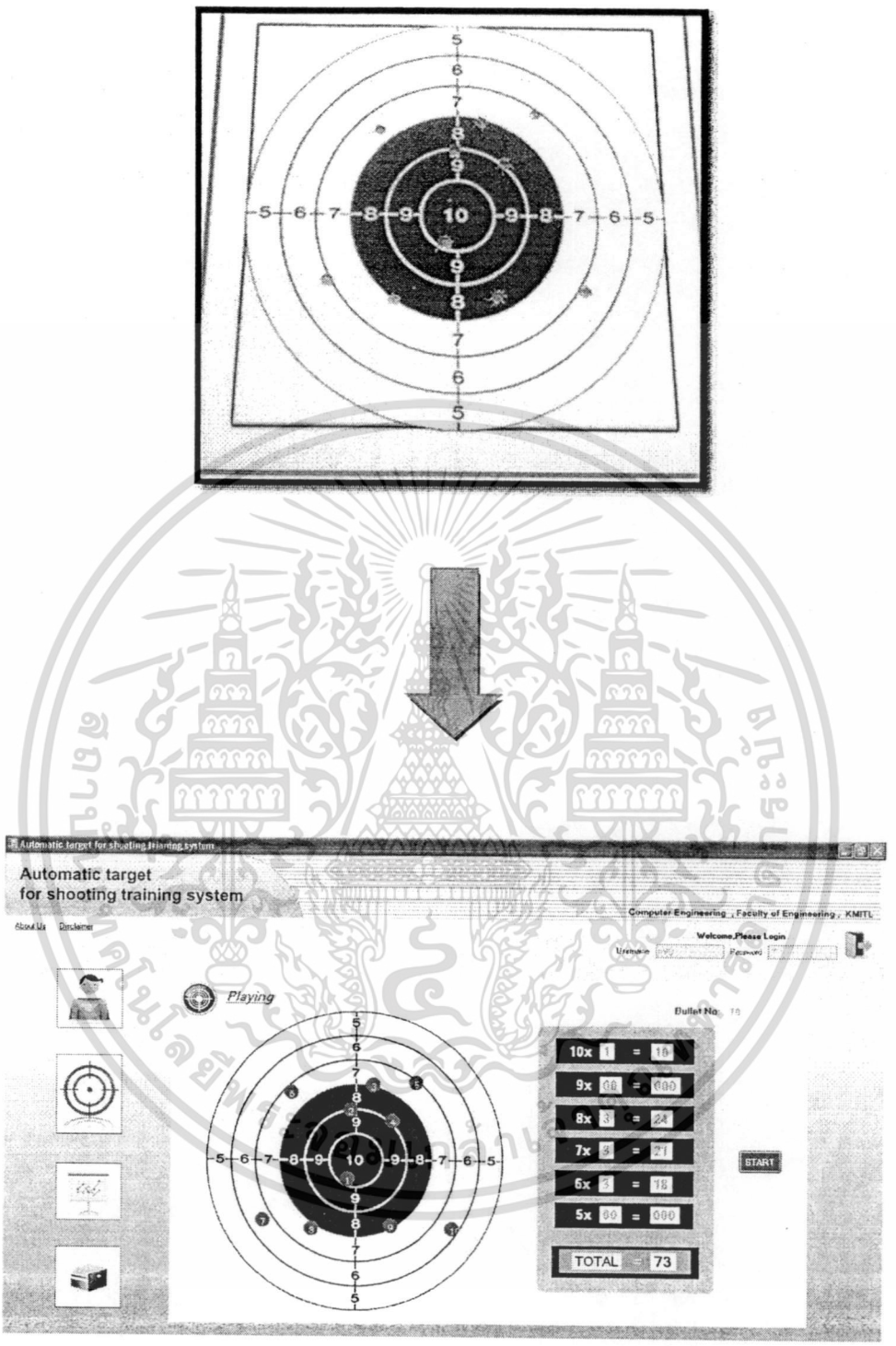
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ตัวอย่างการทดสอบระบบ



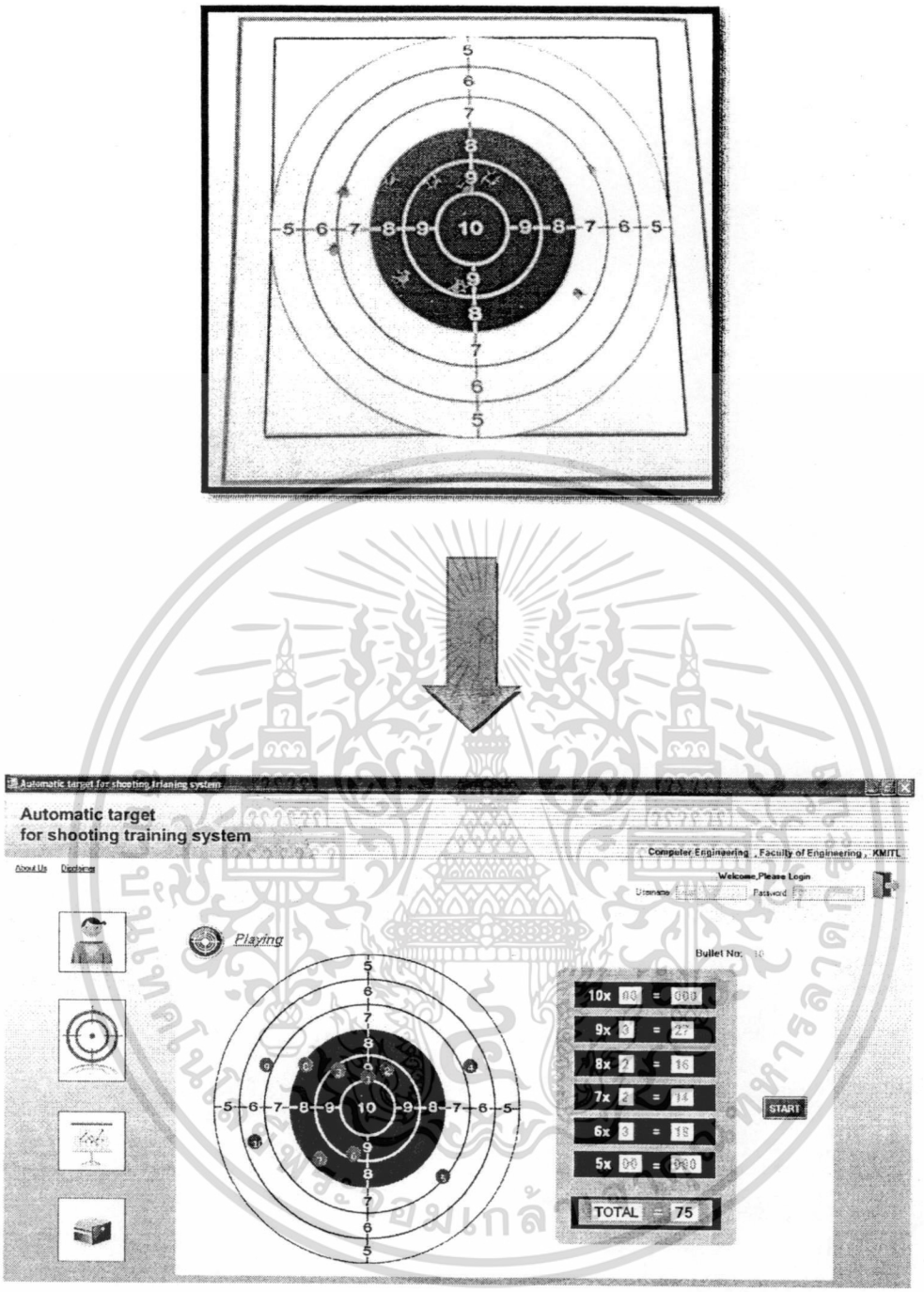
รูป 4.1 เปรียบเทียบตำแหน่งของกระสุนบนเป้าปืนจริงกับหน้าจอคอมพิวเตอร์ที่ปรากฏตำแหน่งของพิกัดกระสุนแบบยิงทีละนัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



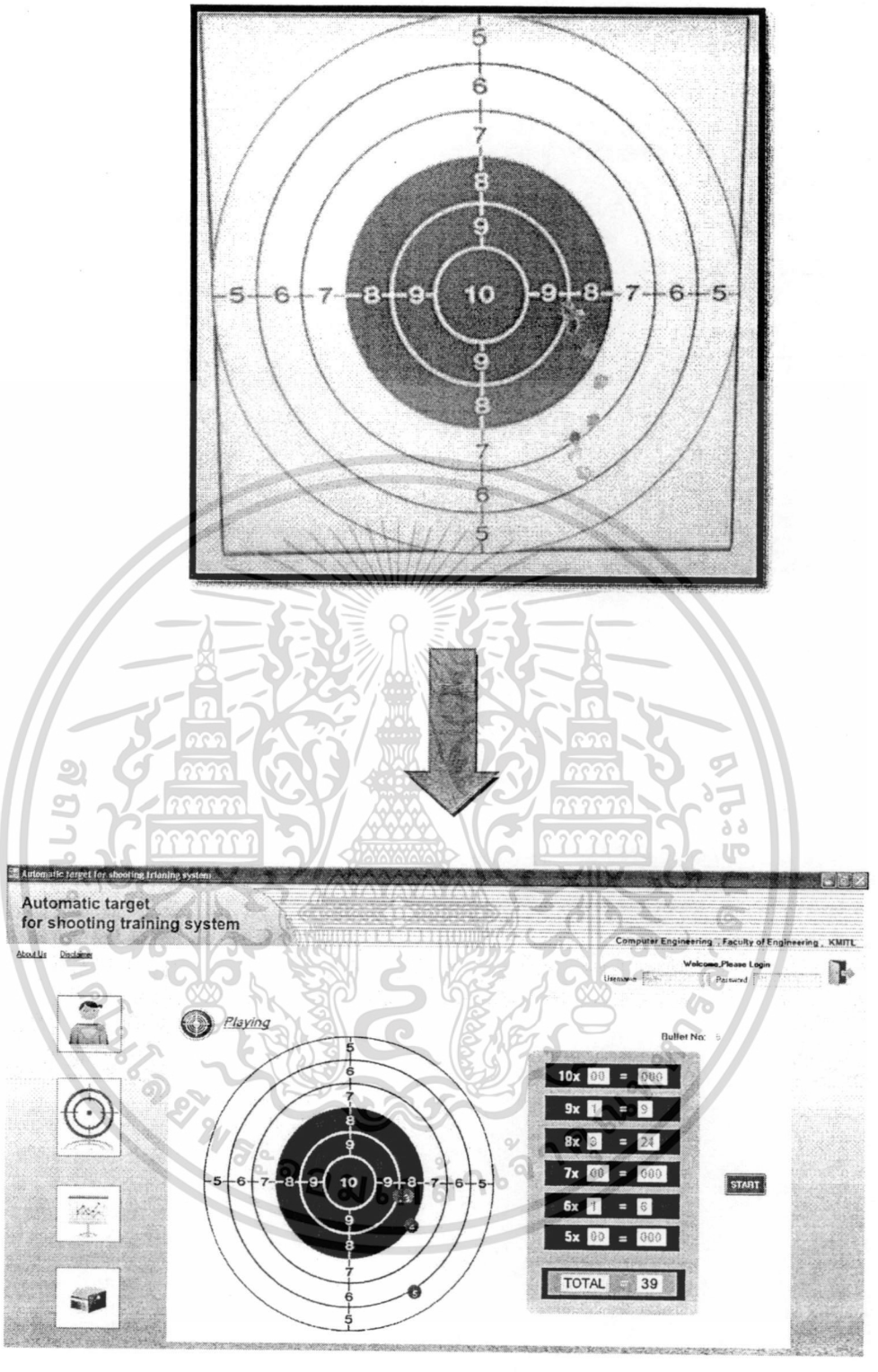
รูป 4.2 เปรียบเทียบตำแหน่งของกระสุนบนเป้าปืนจริงกับหน้าจอคอมพิวเตอร์ที่ปรากฏตำแหน่ง ของพิกัดกระสุนแบบยิงติดกันครั้งละ 5 นัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.3 เปรียบเทียบตำแหน่งของกระสุนบนเป้าปืนจริงกับหน้าจอคอมพิวเตอร์ที่ปรากฏตำแหน่งของพิกัดกระสุนแบบยิงติดกันครั้งละ 5 นัด ตัวอย่างที่สอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.4 เปรียบเทียบตำแหน่งของกระสุนบนเป้าปืนจริงกับหน้าจอคอมพิวเตอร์ที่ปรากฏตำแหน่งของพิกัดกระสุนแบบยิงรัว10 นัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการทดลอง

4.3.1 การทดลองยิงทีละนัด

ตาราง 4.2 ผลการทดลองที่ 1 แบบยิงทีละนัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 0.03 น.

กระสุนนัดที่	การตรวจจับ	คะแนนบนเป้ายิงปืน	คะแนนจากการประมวลผล	ความแม่นยำ
1	D	10	10	✔
2	D	6	6	✔
3	D	7	7	✔
4	M	8	0	✘
5	D	5	5	✔
6	D	6	6	✔
7	D	8	7	✘
8	D	8	8	✔
9	D	8	7	✘
10	D	6	6	✔

หมายเหตุ

1) D : Detected คือ สามารถตรวจจับกระสุนได้
2) M : Miss คือ ไม่สามารถตรวจจับกระสุนได้
3) ✔ คือ มีความแม่นยำในการคิดคะแนนที่ถูกต้อง
4) ✘ คือ ไม่มีความถูกต้องในการคิดคะแนน

สรุปเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำเท่ากับ 66.78 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.3 การทดลองที่ 2 แบบยิงทีละนัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 0.09 น.

กระสุนนัดที่	การตรวจจับ	คะแนนบนเป้ายิงปืน	คะแนนจากการประมวลผล	ความแม่นยำ
1	D	5	5	✔
2	D	6	5	✘
3	D	6	6	✔
4	D	6	6	✔
5	M	8	0	✘
6	D	7	7	✔
7	D	7	7	✔
8	D	8	8	✔
9	D	8	8	✔
10	D	9	9	✔

หมายเหตุ

1) D : Detected คือ สามารถตรวจจับกระสุนได้
2) M : Miss คือ ไม่สามารถตรวจจับกระสุนได้
3) ✔ คือ มีความแม่นยำในการคิดคะแนนที่ถูกต้อง
4) ✘ คือ ไม่มีความถูกต้องในการคิดคะแนน

สรุปเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำเท่ากับ 80 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.4 การทดลองที่ 3 แบบยิงทีละนัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 0.13 น.

กระสุนนัดที่	การตรวจจับ	คะแนนบนเป้ายิงปืน	คะแนนจากการประมวลผล	ความแม่นยำ
1	D	9	8	✗
2	D	8	8	✓
3	D	8	7	✗
4	D	7	7	✓
5	D	7	6	✗
6	D	6	5	✗
7	D	5	5	✓
8	M	7	0	✗
9	D	5	0	✗
10	D	6	6	✓

หมายเหตุ

1) D : Detected คือ สามารถตรวจจับกระสุนได้
2) M : Miss คือ ไม่สามารถตรวจจับกระสุนได้
3) ✓ คือ มีความแม่นยำในการคิดคะแนนที่ถูกต้อง
4) ✗ คือ ไม่มีความถูกต้องในการคิดคะแนน

สรุปเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำเท่ากับ 40 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.5 การทดลองที่ 4 แบบยิงทีละนัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 0.016 น.

กระสุนนัดที่	การตรวจจับ	คะแนนบนเป้ายิงปืน	คะแนนจากการประมวลผล	ความแม่นยำ
1	D	9	8	✗
2	D	8	8	✓
3	D	8	7	✗
4	D	7	7	✓
5	D	7	6	✗
6	D	6	6	✓
7	D	6	5	✗
8	D	5	5	✓
9	D	8	8	✓
10	D	5	0	✗

หมายเหตุ

1) D : Detected คือ สามารถตรวจจับกระสุนได้
2) M : Miss คือ ไม่สามารถตรวจจับกระสุนได้
3) ✓ คือ มีความแม่นยำในการคิดคะแนนที่ถูกต้อง
4) ✗ คือ ไม่มีความถูกต้องในการคิดคะแนน

สรุปเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำเท่ากับ 50 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.6 การทดลองที่ 5 แบบยิงทีละนัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 0.19 น.

กระสุนนัดที่	การตรวจจับ	คะแนนบนเป้ายิงปืน	คะแนนจากการประมวลผล	ความแม่นยำ
1	D	9	8	✗
2	D	9	9	✔
3	D	10	9	✗
4	D	8	7	✗
5	D	8	8	✔
6	D	7	7	✔
7	D	6	6	✔
8	D	5	5	✔
9	D	5	5	✔
10	D	7	7	✔

หมายเหตุ

1) D : Detected คือ สามารถตรวจจับกระสุนได้
2) M : Miss คือ ไม่สามารถตรวจจับกระสุนได้
3) ✔ คือ มีความแม่นยำในการคิดคะแนนที่ถูกต้อง
4) ✗ คือ ไม่มีความถูกต้องในการคิดคะแนน

สรุปเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำเท่ากับ 70 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.7 การทดลองที่ 6 แบบยิงทีละนัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 0.34 น.

กระสุนนัดที่	การตรวจจับ	คะแนนบนเป้ายิงปืน	คะแนนจากการประมวลผล	ความแม่นยำ
1	D	10	10	✔
2	D	9	9	✔
3	D	8	8	✔
4	D	6	5	✘
5	D	7	7	✔
6	D	9	9	✔
7	M	8	0	✘
8	D	9	9	✔
9	D	7	7	✔
10	D	6	6	✔

หมายเหตุ

1) D : Detected คือ สามารถตรวจจับกระสุนได้
2) M : Miss คือ ไม่สามารถตรวจจับกระสุนได้
3) ✔ คือ มีความแม่นยำในการคิดคะแนนที่ถูกต้อง
4) ✘ คือ ไม่มีความถูกต้องในการคิดคะแนน

สรุปเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำเท่ากับ 80 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.8 การทดลองที่ 7 แบบยิงทีละนัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 0.40 น.

กระสุนนัดที่	การตรวจจับ	คะแนนบนเป้ายิงปืน	คะแนนจากการประมวลผล	ความแม่นยำ
1	D	5	5	✔
2	D	5	0	✘
3	M	8	0	✘
4	D	5	5	✔
5	D	6	5	✘
6	D	6	6	✔
7	D	8	7	✘
8	D	7	7	✔
9	D	8	8	✔
10	D	9	9	✔

หมายเหตุ

1) D : Detected คือ สามารถตรวจจับกระสุนได้
2) M : Miss คือ ไม่สามารถตรวจจับกระสุนได้
3) ✔ คือ มีความแม่นยำในการคิดคะแนนที่ถูกต้อง
4) ✘ คือ ไม่มีความถูกต้องในการคิดคะแนน

สรุปเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำเท่ากับ 60 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.9 การทดลองที่ 8 แบบยิงทีละนัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 0.55 น.

กระสุนนัดที่	การตรวจจับ	คะแนนบนเป้ายิงปืน	คะแนนจากการประมวลผล	ความแม่นยำ
1	D	6	6	✔
2	D	6	6	✔
3	D	6	5	✘
4	D	7	6	✘
5	D	8	8	✔
6	D	7	7	✔
7	D	6	6	✔
8	D	10	10	✔
9	D	10	10	✔
10	M	6	0	✘

หมายเหตุ

1) D : Detected คือ สามารถตรวจจับกระสุนได้
2) M : Miss คือ ไม่สามารถตรวจจับกระสุนได้
3) ✔ คือ มีความแม่นยำในการคิดคะแนนที่ถูกต้อง
4) ✘ คือ ไม่มีความถูกต้องในการคิดคะแนน

สรุปเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ เท่ากับ 70 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.10 การทดลองที่ 9 แบบยิงทีละนัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 1.01 น.

กระสุนนัดที่	การตรวจจับ	คะแนนบนเป้ายิงปืน	คะแนนจากการประมวลผล	ความแม่นยำ
1	D	5	5	✔
2	D	6	6	✔
3	D	7	7	✔
4	D	0	0	✔
5	M	6	0	✘
6	M	7	0	✘
7	D	10	10	✔
8	D	8	7	✘
9	D	8	8	✔
10	D	7	7	✔

หมายเหตุ

1) D : Detected คือ สามารถตรวจจับกระสุนได้
2) M : Miss คือ ไม่สามารถตรวจจับกระสุนได้
3) ✔ คือ มีความแม่นยำในการคิดคะแนนที่ถูกต้อง
4) ✘ คือ ไม่มีความถูกต้องในการคิดคะแนน

สรุปเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ เท่ากับ 70 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.11 การทดลองที่ 10 แบบยิงทีละนัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 1.07 น.

กระสุนนัดที่	การตรวจจับ	คะแนนบนเป้ายิงปืน	คะแนนจากการประมวลผล	ความแม่นยำ
1	D	8	8	✔
2	D	8	8	✔
3	D	8	8	✔
4	M	9	0	✘
5	D	8	7	✘
6	D	5	5	✔
7	D	6	6	✔
8	D	8	8	✔
9	D	10	10	✔
10	-	-	-	-

หมายเหตุ

1) D : Detected คือ สามารถตรวจจับกระสุนได้
2) M : Miss คือ ไม่สามารถตรวจจับกระสุนได้
3) ✔ คือ มีความแม่นยำในการคิดคะแนนที่ถูกต้อง
4) ✘ คือ ไม่มีความถูกต้องในการคิดคะแนน

สรุปเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำเท่ากับ 77.78 %

ดังนั้นค่าเฉลี่ยการทดสอบแบบยิงทีละนัดได้ค่าความแม่นยำในการตรวจจับพิกัดและคิดคะเนนเท่ากับ 66.67 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 ผลการทดลองยิงปืนติดกัน 5 นัด

ตาราง 4.12 การทดลองที่ 1 แบบยิงปืนติดกัน 5 นัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 2.09 น.

กระสุนนัดที่	การตรวจจับ	คะแนนบนเป้ายิงปืน	คะแนนจากการประมวลผล	ความแม่นยำ
1	D	7	7	✔
2	D	8	8	✔
3	D	6	6	✔
4	D	6	9	✘
5	D	7	9	✘
6	D	8	8	✔
7	M	7	0	✘
8	M	7	0	✘
9	M	6	0	✘
10	M	6	0	✘

หมายเหตุ

1) D : Detected คือ สามารถตรวจจับกระสุนได้
2) M : Miss คือ ไม่สามารถตรวจจับกระสุนได้
3) ✔ คือ มีความแม่นยำในการคิดคะแนนที่ถูกต้อง
4) ✘ คือ ไม่มีความถูกต้องในการคิดคะแนน

สรุปเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำเท่ากับ 63 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.13 การทดลองที่ 2 แบบยิงปืนติดกัน 5 นัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 2.19 น.

กระสุนนัดที่	การตรวจจับ	คะแนนบนเป้ายิงปืน	คะแนนจากการประมวลผล	ความแม่นยำ
1	M	7	0	✗
2	D	9	9	✓
3	D	9	9	✓
4	D	8	7	✗
5	D	7	7	✓
6	D	9	9	✓
7	D	6	6	✓
8	D	8	7	✗
9	D	9	8	✗
10	D	7	7	✓

หมายเหตุ

1) D : Detected คือ สามารถตรวจจับกระสุนได้
2) M : Miss คือ ไม่สามารถตรวจจับกระสุนได้
3) ✓ คือ มีความแม่นยำในการคิดคะแนนที่ถูกต้อง
4) ✗ คือ ไม่มีความถูกต้องในการคิดคะแนน

สรุปเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำเท่ากับ 60 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.14 การทดลองที่ 3 แบบยิงปืนติดกัน 5 นัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 2.19 น.

กระสุนนัดที่	การตรวจจับ	คะแนนบนเป้ายิงปืน	คะแนนจากการประมวลผล	ความแม่นยำ
1	D	8	8	✔
2	D	8	8	✔
3	D	9	9	✔
4	D	8	7	✘
5	M	7	0	✘
6	D	8	8	✔
7	D	7	7	✔
8	D	9	9	✔
9	M	7	0	✘
10	D	8	8	✔

หมายเหตุ

1) D : Detected คือ สามารถตรวจจับกระสุนได้
2) M : Miss คือ ไม่สามารถตรวจจับกระสุนได้
3) ✔ คือ มีความแม่นยำในการคิดคะแนนที่ถูกต้อง
4) ✘ คือ ไม่มีความถูกต้องในการคิดคะแนน

สรุปเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ เท่ากับ 70 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.15 การทดลองที่ 4 แบบยิงปืนติดกัน 5 นัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 2.24 น.

กระสุนนัดที่	การตรวจจับ	คะแนนบนเป้ายิงปืน	คะแนนจากการประมวลผล	ความแม่นยำ
1	D	8	8	✔
2	D	8	8	✔
3	D	7	6	✘
4	M	7	0	✘
5	M	6	0	✘
6	D	6	6	✔
7	D	8	7	✘
8	D	8	8	✔
9	D	9	9	✔
10	D	9	9	✔

หมายเหตุ

1) D : Detected คือ สามารถตรวจจับกระสุนได้
2) M : Miss คือ ไม่สามารถตรวจจับกระสุนได้
3) ✔ คือ มีความแม่นยำในการคิดคะแนนที่ถูกต้อง
4) ✘ คือ ไม่มีความถูกต้องในการคิดคะแนน

สรุปเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำเท่ากับ 60 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.16 การทดลองที่ 5 แบบยิงปืนติดกัน 5 นัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 2.28 น.

กระสุนนัดที่	การตรวจจับ	คะแนนบนเป้ายิงปืน	คะแนนจากการประมวลผล	ความแม่นยำ
1	D	9	8	✗
2	D	9	9	✔
3	D	7	7	✔
4	D	8	8	✔
5	D	8	8	✔
6	D	6	6	✔
7	D	8	8	✔
8	D	8	7	✗
9	D	7	6	✗
10	D	10	10	✔

หมายเหตุ

1) D : Detected คือ สามารถตรวจจับกระสุนได้
2) M : Miss คือ ไม่สามารถตรวจจับกระสุนได้
3) ✔ คือ มีความแม่นยำในการคิดคะแนนที่ถูกต้อง
4) ✗ คือ ไม่มีความถูกต้องในการคิดคะแนน

สรุปเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำเท่ากับ 70 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.17 การทดลองที่ 6 แบบยิงปืนติดกัน 5 นัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 2.31 น.

กระสุนนัดที่	การตรวจจับ	คะแนนบนเป้ายิงปืน	คะแนนจากการประมวลผล	ความแม่นยำ
1	D	9	9	✔
2	D	8	8	✔
3	D	8	8	✔
4	M	7	0	✘
5	D	6	6	✔
6	D	0	0	✔
7	D	9	9	✔
8	D	8	8	✔
9	D	7	7	✔
10	D	7	8	✘

หมายเหตุ

1) D : Detected คือ สามารถตรวจจับกระสุนได้
2) M : Miss คือ ไม่สามารถตรวจจับกระสุนได้
3) ✔ คือ มีความแม่นยำในการคิดคะแนนที่ถูกต้อง
4) ✘ คือ ไม่มีความถูกต้องในการคิดคะแนน

สรุปเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำเท่ากับ 80 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.18 การทดลองที่ 7 แบบยิงปืนติดกัน 5 นัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 2.35 น.

กระสุนนัดที่	การตรวจจับ	คะแนนบนเป้ายิงปืน	คะแนนจากการประมวลผล	ความแม่นยำ
1	D	6	6	✔
2	M	8	0	✘
3	D	9	9	✔
4	D	7	7	✔
5	D	6	6	✔
6	D	7	7	✔
7	D	6	6	✔
8	D	8	8	✔
9	D	9	9	✔
10	D	9	9	✔

หมายเหตุ

1) D : Detected คือ สามารถตรวจจับกระสุนได้
2) M : Miss คือ ไม่สามารถตรวจจับกระสุนได้
3) ✔ คือ มีความแม่นยำในการคิดคะแนนที่ถูกต้อง
4) ✘ คือ ไม่มีความถูกต้องในการคิดคะแนน

สรุปเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำเท่ากับ 90 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.19 การทดลองที่ 8 แบบยิงปืนติดกัน 5 นัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 2.38 น.

กระสุนนัดที่	การตรวจจับ	คะแนนบนเป้ายิงปืน	คะแนนจากการประมวลผล	ความแม่นยำ
1	D	7	7	✔
2	D	8	7	✘
3	D	8	7	✘
4	D	8	8	✔
5	D	10	10	✔
6	D	7	6	✘
7	D	6	5	✘
8	M	8	0	✘
9	D	5	5	✔
10	D	7	7	✔

หมายเหตุ

1) D : Detected คือ สามารถตรวจจับกระสุนได้
2) M : Miss คือ ไม่สามารถตรวจจับกระสุนได้
3) ✔ คือ มีความแม่นยำในการคิดคะแนนที่ถูกต้อง
4) ✘ คือ ไม่มีความถูกต้องในการคิดคะแนน

สรุปเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำเท่ากับ 50 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.20 การทดลองที่ 9 แบบยิงปืนติดกัน 5 นัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 2.48 น.

กระสุนนัดที่	การตรวจจับ	คะแนนบนเป้ายิงปืน	คะแนนจากการประมวลผล	ความแม่นยำ
1	D	7	7	✔
2	D	8	8	✘
3	D	6	6	✔
4	M	10	0	✘
5	D	8	8	✔
6	D	5	5	✔
7	M	7	0	✘
8	D	0	0	✔
9	D	10	9	✘
10	D	5	5	✔

หมายเหตุ

1) D : Detected คือ สามารถตรวจจับกระสุนได้
2) M : Miss คือ ไม่สามารถตรวจจับกระสุนได้
3) ✔ คือ มีความแม่นยำในการคิดคะแนนที่ถูกต้อง
4) ✘ คือ ไม่มีความถูกต้องในการคิดคะแนน

สรุปเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำเท่ากับ 60 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.21 การทดลองที่ 10 แบบยิงปืนติดกัน 5 นัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 2.55 น.

กระสุนนัดที่	การตรวจจับ	คะแนนบนเป้ายิงปืน	คะแนนจากการประมวลผล	ความแม่นยำ
1	M	6	0	✗
2	M	7	6	✗
3	D	8	8	✓
4	D	10	10	✓
5	D	9	9	✓
6	D	6	5	✗
7	D	7	6	✗
8	D	7	7	✓
9	D	8	8	✓
10	M	8	0	✗

หมายเหตุ

1) D : Detected คือ สามารถตรวจจับกระสุนได้
2) M : Miss คือ ไม่สามารถตรวจจับกระสุนได้
3) ✓ คือ มีความแม่นยำในการคิดคะแนนที่ถูกต้อง
4) ✗ คือ ไม่มีความถูกต้องในการคิดคะแนน

สรุปเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำเท่ากับ 50 %

ดังนั้นค่าเฉลี่ยการทดสอบแบบยิงติดกัน 5 นัดความแม่นยำในการตรวจจับพิกัดและคิดคะเนนเท่ากับ 63 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 การทดลองปืนแบบยิงรัว 10 นัด

ตาราง 4.22 การทดลองที่ 1 แบบยิงรัว 10 นัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 16.35 น.

กระสุนนัดที่	การตรวจจับ	คะแนนบนเป้ายิงปืน	คะแนนจากการประมวลผล	ความแม่นยำ
1	D	9	9	✔
2	D	8	8	✔
3	D	7	7	✔
4	M	7	0	✘
5	M	8	0	✘
6	M	9	0	✘
7	M	8	0	✘
8	M	9	0	✘
9	M	6	0	✘
10	M	5	0	✘

หมายเหตุ

1) D : Detected คือ สามารถตรวจจับกระสุนได้
2) M : Miss คือ ไม่สามารถตรวจจับกระสุนได้
3) ✔ คือ มีความแม่นยำในการคิดคะแนนที่ถูกต้อง
4) ✘ คือ ไม่มีความถูกต้องในการคิดคะแนน

สรุปเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำเท่ากับ 33 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.23 การทดลองที่ 2 แบบยิงรัว 10 นัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 16.39 น.

กระสุนนัดที่	การตรวจจับ	คะแนนบนเป้ายิงปืน	คะแนนจากการประมวลผล	ความแม่นยำ
1	D	9	9	✔
2	D	9	9	✔
3	D	8	8	✔
4	M	8	0	✘
5	M	7	0	✘
6	M	8	0	✘
7	M	8	0	✘
8	M	7	0	✘
9	M	9	0	✘
10	M	8	0	✘

หมายเหตุ

1) D : Detected คือ สามารถตรวจจับกระสุนได้
2) M : Miss คือ ไม่สามารถตรวจจับกระสุนได้
3) ✔ คือ มีความแม่นยำในการคิดคะแนนที่ถูกต้อง
4) ✘ คือ ไม่มีความถูกต้องในการคิดคะแนน

สรุปเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำเท่ากับ 30 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.24 การทดลองที่ 3 แบบยิงรัว 10 นัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 16.41 น.

กระสุนนัดที่	การตรวจจับ	คะแนนบนเป้ายิงปืน	คะแนนจากการประมวลผล	ความแม่นยำ
1	D	6	6	✔
2	D	6	6	✔
3	D	8	8	✔
4	D	6	6	✔
5	M	5	0	✘
6	M	6	0	✘
7	M	6	0	✘
8	M	6	0	✘
9	M	8	0	✘
10	M	7	0	✘

หมายเหตุ

1) D : Detected คือ สามารถตรวจจับกระสุนได้
2) M : Miss คือ ไม่สามารถตรวจจับกระสุนได้
3) ✔ คือ มีความแม่นยำในการคิดคะแนนที่ถูกต้อง
4) ✘ คือ ไม่มีความถูกต้องในการคิดคะแนน

สรุปเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำเท่ากับ 40 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.25 การทดลองที่ 4 แบบยิงรัว 10 นัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 16.43 น.

กระสุนนัดที่	การตรวจจับ	คะแนนบนเป้ายิงปืน	คะแนนจากการประมวลผล	ความแม่นยำ
1	D	8	8	✔
2	D	7	7	✔
3	D	9	9	✔
4	M	9	0	✘
5	M	9	0	✘
6	M	8	0	✘
7	M	7	0	✘
8	M	7	0	✘
9	M	7	0	✘
10	M	7	0	✘

หมายเหตุ

1) D : Detected คือ สามารถตรวจจับกระสุนได้
2) M : Miss คือ ไม่สามารถตรวจจับกระสุนได้
3) ✔ คือ มีความแม่นยำในการคิดคะแนนที่ถูกต้อง
4) ✘ คือ ไม่มีความถูกต้องในการคิดคะแนน

สรุปเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำเท่ากับ 30 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.26 การทดลองที่ 5 แบบยิงรัว 10 นัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 16.47น.

กระสุนนัดที่	การตรวจจับ	คะแนนบนเป้ายิงปืน	คะแนนจากการประมวลผล	ความแม่นยำ
1	D	8	8	✔
2	D	6	6	✔
3	D	6	6	✔
4	D	6	6	✔
5	M	7	0	✘
6	M	6	0	✘
7	M	6	0	✘
8	M	6	0	✘
9	M	5	0	✘
10	M	5	0	✘

หมายเหตุ

1) D : Detected คือ สามารถตรวจจับกระสุนได้
2) M : Miss คือ ไม่สามารถตรวจจับกระสุนได้
3) ✔ คือ มีความแม่นยำในการคิดคะแนนที่ถูกต้อง
4) ✘ คือ ไม่มีความถูกต้องในการคิดคะแนน

สรุปเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำเท่ากับ 40 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.27 การทดลองที่ 6 แบบยิงรัว 10 นัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 16.50 น.

กระสุนนัดที่	การตรวจจับ	คะแนนบนเป้ายิงปืน	คะแนนจากการประมวลผล	ความแม่นยำ
1	D	7	7	✔
2	D	8	8	✔
3	D	8	8	✔
4	M	8	0	✘
5	M	8	0	✘
6	M	7	0	✘
7	M	7	0	✘
8	M	6	0	✘
9	M	5	0	✘
10	M	5	0	✘

หมายเหตุ

1) D : Detected คือ สามารถตรวจจับกระสุนได้
2) M : Miss คือ ไม่สามารถตรวจจับกระสุนได้
3) ✔ คือ มีความแม่นยำในการคิดคะแนนที่ถูกต้อง
4) ✘ คือ ไม่มีความถูกต้องในการคิดคะแนน

สรุปเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำเท่ากับ 30 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.28 การทดลองที่ 7 แบบยิงรัว 10 นัด วันที่ 3 มีนาคม2553 เวลา 16.53 น.

กระสุนนัดที่	การตรวจจับ	คะแนนบนเป้ายิงปืน	คะแนนจากการประมวลผล	ความแม่นยำ
1	D	8	8	✔
2	D	8	8	✔
3	D	8	8	✔
4	D	7	8	✘
5	M	9	0	✘
6	M	9	0	✘
7	M	9	0	✘
8	M	8	0	✘
9	M	7	0	✘
10	M	7	0	✘

หมายเหตุ

1) D : Detected คือ สามารถตรวจจับกระสุนได้
2) M : Miss คือ ไม่สามารถตรวจจับกระสุนได้
3) ✔ คือ มีความแม่นยำในการคิดคะแนนที่ถูกต้อง
4) ✘ คือ ไม่มีความถูกต้องในการคิดคะแนน

สรุปเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำเท่ากับ 30 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.29 การทดลองที่ 8 แบบยิงรัว 10 นัด วันที่ 3 มีนาคม2553 เวลา 16.55น.

กระสุนนัดที่	การตรวจจับ	คะแนนบนเป้ายิงปืน	คะแนนจากการประมวลผล	ความแม่นยำ
1	D	7	7	✔
2	D	7	7	✔
3	D	6	6	✔
4	D	8	0	✘
5	M	7	0	✘
6	M	7	0	✘
7	M	7	0	✘
8	M	6	0	✘
9	M	6	0	✘
10	M	6	0	✘

หมายเหตุ

1) D : Detected คือ สามารถตรวจจับกระสุนได้
2) M : Miss คือ ไม่สามารถตรวจจับกระสุนได้
3) ✔ คือ มีความแม่นยำในการคิดคะแนนที่ถูกต้อง
4) ✘ คือ ไม่มีความถูกต้องในการคิดคะแนน

สรุปเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำเท่ากับ 30 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.30 การทดลองที่ 9 แบบยิงรัว 10 นัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 16.59 น.

กระสุนนัดที่	การตรวจจับ	คะแนนบนเป้ายิงปืน	คะแนนจากการประมวลผล	ความแม่นยำ
1	D	8	8	✔
2	D	8	8	✔
3	D	7	7	✔
4	M	8	0	✘
5	M	8	0	✘
6	M	8	0	✘
7	M	8	0	✘
8	M	7	0	✘
9	M	7	0	✘
10	M	6	0	✘

หมายเหตุ

0) D : Detected คือ สามารถตรวจจับกระสุนได้

1) M : Miss คือ ไม่สามารถตรวจจับกระสุนได้

2) ✔ คือ มีความแม่นยำในการคิดคะแนนที่ถูกต้อง

3) ✘ คือ ไม่มีความถูกต้องในการคิดคะแนน

สรุปเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำเท่ากับ 30 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.31 การทดลองที่ 10 แบบยิงรัว 10 นัด วันที่ 3 มีนาคม 2553 เวลา 17.03 น.

กระสุนนัดที่	การตรวจจับ	คะแนนบนเป้ายิงปืน	คะแนนจากการประมวลผล	ความแม่นยำ
1	D	7	7	✔
2	D	8	8	✔
3	D	8	8	✔
4	D	8	8	✔
5	M	6	0	✘
6	M	6	0	✘
7	M	6	0	✘
8	M	6	0	✘
9	M	7	0	✘
10	M	5	0	✘

หมายเหตุ

1) D : Detected คือ สามารถตรวจจับกระสุนได้
2) M : Miss คือ ไม่สามารถตรวจจับกระสุนได้
3) ✔ คือ มีความแม่นยำในการคิดคะแนนที่ถูกต้อง
4) ✘ คือ ไม่มีความถูกต้องในการคิดคะแนน

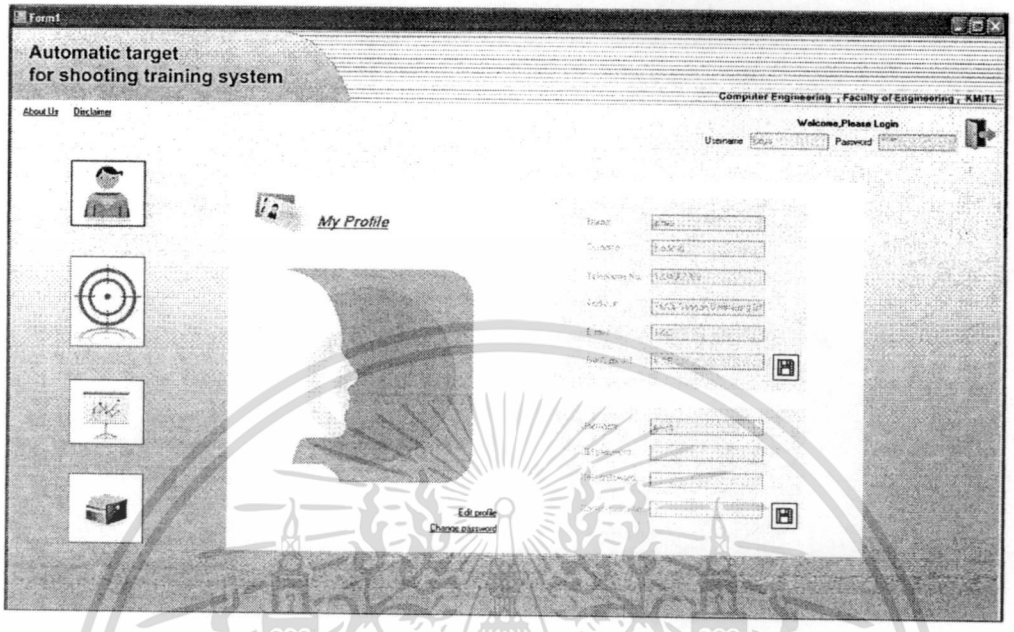
สรุปเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำเท่ากับ 40 %

ดังนั้นค่าเฉลี่ยการทดสอบแบบยิงรัว 10 นัดความแม่นยำในการตรวจ จับพิกัดและคิดคะแนนเท่ากับ 33 เปอร์เซ็นต์

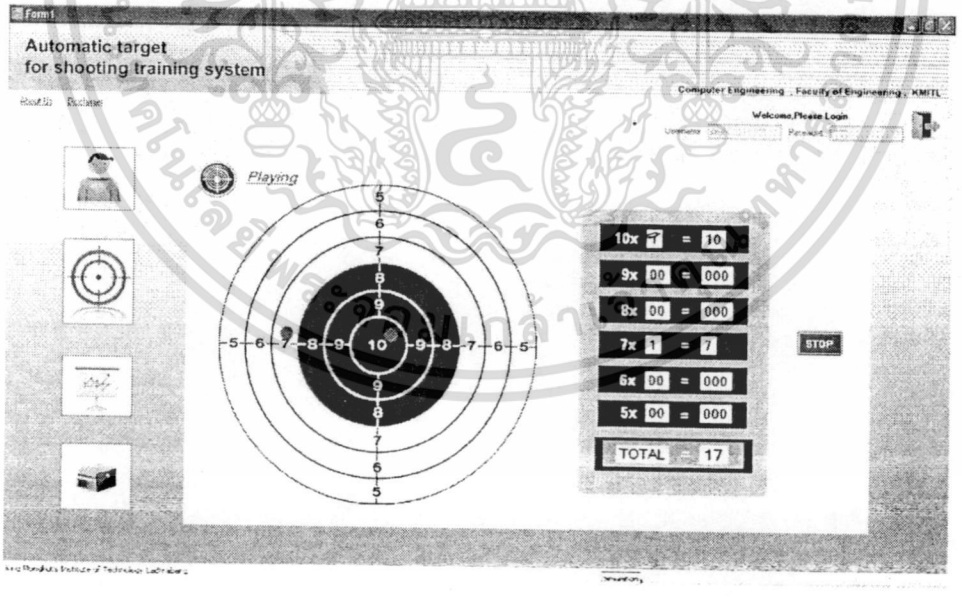
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการทดสอบส่วนติดต่อผู้ใช้

ตัวอย่างหน้าจอการแสดงผลส่วนติดต่อผู้ใช้

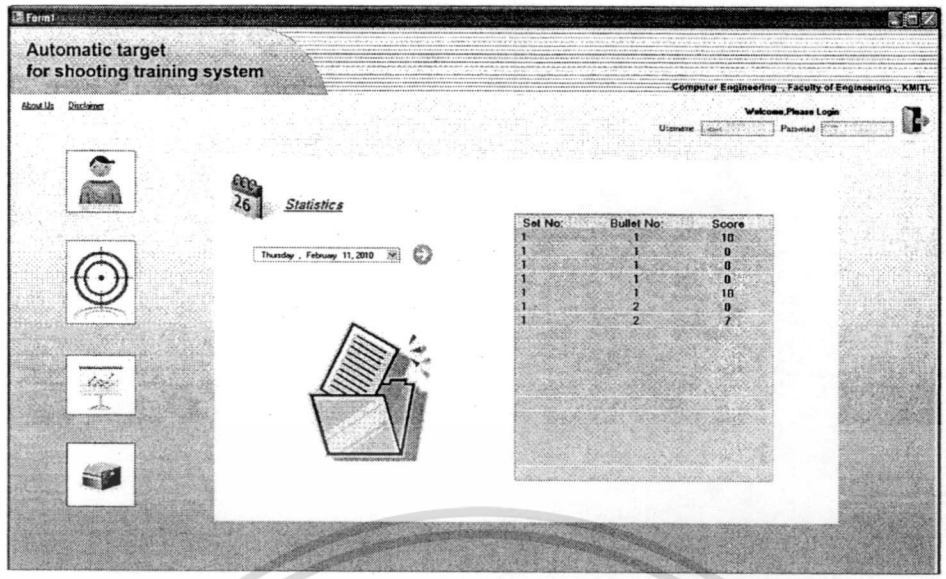


รูป 4.5 หน้าจอแสดงโปรไฟล์หลังจากผู้เล่นทำการล็อกอิน และเลือกปุ่ม Accout

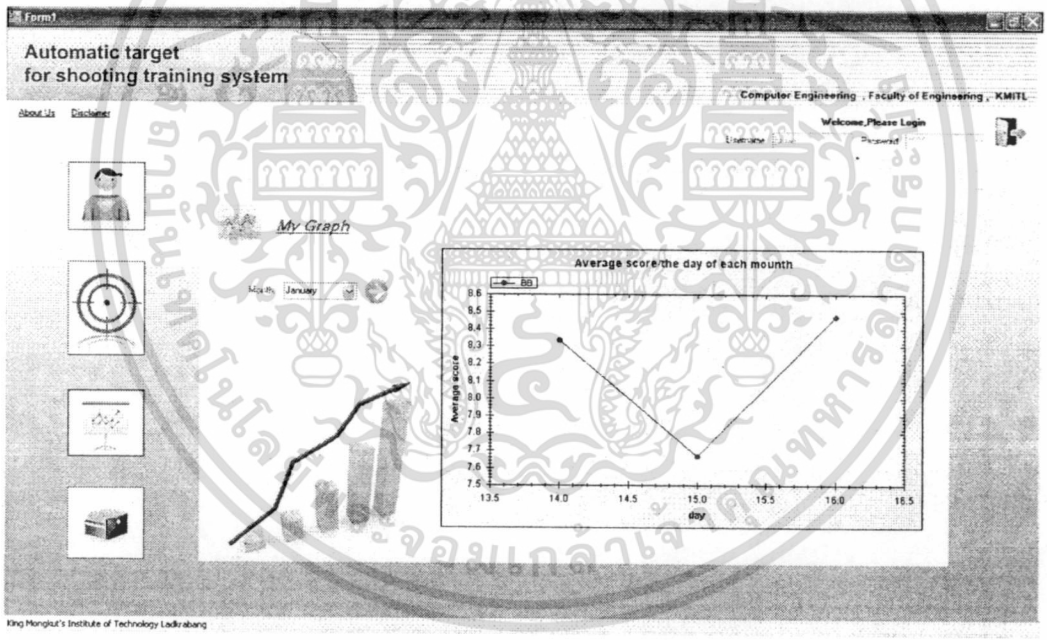


รูป 4.6 หน้าจอแสดงเป้าปืนหลังจากผู้เล่นเลือกปุ่ม Playing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.7 หน้าจอแสดงสถิติของผู้เล่นเป็นตาราง หลังจากผู้เล่นเลือกปุ่ม Statistics



รูป 4.8 หน้าจอแสดงพัฒนาการของผู้เล่นเป็นกราฟตามช่วงเวลาที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์และสรุป

5.1 บทสรุป

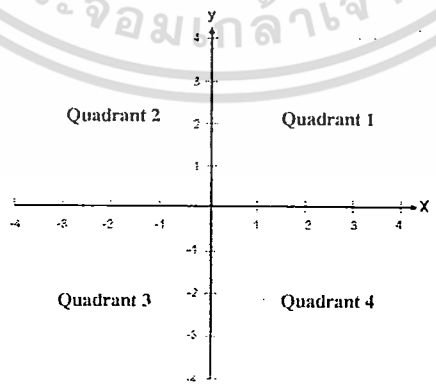
การตรวจจับพิกัดของลูกกระสุนที่เป้ายิง โดยการใช้กล้องและใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ สรุปผลการทดสอบระบบได้ดังนี้

1) การทดสอบแบบยิงทีละนัด ความแม่นยำในการตรวจจับพิกัดและคิดคะเนนเท่ากับ 66.67 เปอร์เซนต์
2) การทดสอบแบบยิงติดกัน 5 นัด ความแม่นยำในการตรวจจับพิกัดและคิดคะเนนเท่ากับ 63 เปอร์เซนต์
3) การทดสอบแบบยิงรัว ความแม่นยำในการตรวจจับพิกัดและคิดคะเนนเท่ากับ 33 เปอร์เซนต์

ในการทดสอบการยิงจะเห็นได้ว่าการยิงทีละนัด จะทำการตรวจจะมีความแม่นยำกว่าการยิงมากกว่าแบบยิงทีละ 5 นัดและการยิงรัวเนื่องจาก การยิงทีละนัดจะมีช่วงเวลาที่จะทำให้เป้าหยุดการสั่นจึงจะทำให้การตรวจจับทำได้ดีที่สุด ส่วนการยิงทีละ 5 นัดนั้นยังคงมีการสั่นของเป้าแต่การสั่นเกิดขึ้นน้อยจึงทำให้การตรวจจับทำได้น้อยลง แต่การยิงรัวนั้นเป้าปืนจะเกิดการสั่นมากที่สุดทำการตรวจจับทำได้น้อยมากทำให้เกิดความผิดพลาดสูงที่สุด

5.2 ปัญหาอุปสรรคและแนวทางในการแก้ไข

จากการทดลองแต่ละแบบ ข้อสังเกตอย่างเห็นได้ชัดคือ



รูปที่ 5.1 กราฟแสดงตำแหน่งควอดเดรนซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ถ้าแบ่งเป้ายิงปืนออกเป็นควอดเดรนซ์ จะพบว่า ควอดเดรนซ์ 1 และควอดเดรนซ์ 2 จะสามารถตรวจจับพิกัดและคะแนนได้แม่นยำ แต่ควอดเดรนซ์ 3และ 4 จะมีความคลาดเคลื่อนมาก ทำให้คะแนนที่ประมวลผลออกมา ผิดจากความเป็นจริง เนื่องจากในการตรวจจับพิกัดจะใช้จุดศูนย์กลางของเป้าปืนเป็นหลักในการอ้างอิง จึงต้องแยกสมการการคำณวณหาพิกัดออกเป็น 2 สมการคือสมการของควอดเดรนซ์ 1 กับ 2 และสมการของควอดเดรนซ์ 3 กับ 4
2) ลูกกระสุนที่ยิงไปตกลงบนเส้นคั้นระหว่างคะแนน จะมีความผิดพลาดสูงในควอดเดรนซ์ล่างๆ แนวทางในการแก้ไขคือปรับปรุงการคิดคะแนนจากที่คิดที่จุดศูนย์กลางเป็นคิดที่เส้นรอบรูปของวงกลม
3) ถ้ากระสุนตกลงบนเส้นที่กั้นระหว่างห้าคะแนนกับครอบด้านนอกโปรแกรมจะประมวลผลได้ 0 แต้ม ทั้งๆที่ความเป็นจริงต้องได้ 5 แต้ม

5.3 แนวทางการพัฒนาต่อ

สำหรับงานวิจัยนี้นั้นยังมีข้อจำกัดอยู่อีกมาก ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาต่อเพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้ดีขึ้น ดังต่อไปนี้

5.3.1 ส่วนตรวจจับพิกัดของกระสุน

1) พัฒนาอัลกอลิทึมที่สามารถตรวจจับพิกัดได้แม่นยำมากขึ้นโดยเฉพาะควอดเดรนซ์ล่างๆที่มีผลกระทบมาก
2) พัฒนาอัลกอลิทึมในการกรองสัญญาณรบกวนให้ดีขึ้น
3) ออกแบบโครงเป้าให้มีการสั่นน้อยที่สุด

5.3.2 ส่วนติดต่อผู้ใช้

1) จัดทำส่วนคิดคะแนนสูงสุด (Top score) ว่าผู้ยิงคนใดมีสถิติการยิงสูงสุดในแต่ละชุดยิง
2) มีโหมดการเล่นแบบจำกัดเวลาในการยิง เช่น จำกัดเวลาที่ 20 วินาที ผู้ยิงจะสามารถยิงได้คะแนนเท่าใด
3) พัฒนาโปรแกรมให้เป็นเว็บแอพพลิเคชั่น เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าสู่ระบบเมื่อไม่อยู่ที่สนามได้
4) จัดทำรูปแบบโปรแกรมให้ใช้งานง่ายและสวยงามมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

จิระศักดิ์ สิทธิกร. 2552. เอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชาการประมวลผลภาพ ,"Image Enhancement in the Spatial Domain ครั้งที่ 5-6",

ชุธิพงษ์ ศรีเกษม, สมมาตร เพียรชำนาญ และอนุชิต จึงศรีพิษณุ. 2551 . "ระบบตรวจสอบสถานะและจำนวนสินค้าของตู้หยอดเหรียญอัตโนมัติ." วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

Ben Fry and Casey Reas. **Processing computer programming language – Processing 1.0**. [Online]. Available : http://processing.org

Edgewall Software. 2009. **Open Computer Vision Library**. [Online]. Available : http://sourceforge.net/projects/opencvlibrary/

Image differencing - Wikipedia the free encyclopedia [Online].Available : http://en.wikipedia.org/wiki/Image_differencing

Image processing – Wikipedia the free encyclopedia [Online]. Available : http://en.wikipedia.org/wiki/Image_processing

Processing Tutorial – OpenProcessing. [Online]. Available : http://www.openprocessing.org

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้