กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยเรื่องระบบตรวจสอบความเชื่อมโยงเหตุการณ์เกี่ยวกับวัตถุระเบิดด้วยการเปรียบเทียบข้อมูลภาพถ่ายวัตถุพยานสำเร็จได้ เนื่องจากบุคคลหลายท่านได้กรุณาช่วยเหลือให้ข้อมูล ข้อเสนอแนะ คำปรึกษาแนะนำ ความคิดเห็น และกำลังใจ

ผู้เขียนขอขอบคุณ พัน นเอกทวีศักดิ์ จันทราสินธุ์ ผู้บังคับบัญชา หน่วยทำลายล้างวัตถุระเบิด กองทัพภาคที่ 4 ส่วนหน้า และพันเอกกฤตภาส เครือเนตร รองผู้บังคับหน่วยทำลายล้างวัตถุระเบิด อโณทัย กองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายในภาค 4 จังหวัดปัตตานี ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลภาพถ่ายสะเก็ดระเบิดประเภทเหล็กเส้นที่นำมาใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างข้อมูลความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับวัตถุระเบิดแสวงเครื่อง รวมถึง อนุญาตให้กำลังพลชุดปฏิบัติการให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทำรายงานการวิจัยนี้ จนสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการชุดทำลายล้างและกอบกู้วัตถุระเบิด หน่วยทำลายล้างวัตถุระเบิดอโณทัย กองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายในภาค 4 จังหวัดปัตตานีทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลเกี่ยวกับการปฏิบัติการเก็บข้อมูลวัตถุพยานที่พบในเกิดเหตุ การบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวัตถุพยานเพื่อนำเสนอต่อผู้บังคับบัญชา รวมถึงกระบวนการทำงานของเจ้าหน้าที่ชุดปฏิบัติการในการสืบหาแหล่งผลิต อีกทั้งการประสานงานต่าง ๆ เป็นอย่างดีด้วยอัธยาศัยไมตรีที่อบอุ่นเป็นกันเอง

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ชุดปฏิบัติการนิติวิทยาศาสตร์ กองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายในภาค 4 จังหวัดปัตตานีทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการให้ความรู้ในขั้นตอนพิสูจน์เอกลักษณ์ของสะเก็ดระเบิดประเภทเหล็กเส้นอย่างละเอียด จนทำให้งานวิจัยนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณร้อยเอกยิ่งยศ สงวนพวก ผู้วิจัยร่วมที่ได้อำนวยความสะดวกในการติดต่อประสานงานกับทางหน่วยทำลายล้างวัตถุระเบิดอโณทัย กองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายในภาค 4 จังหวัดปัตตานี ในการขอความอนุเคราะห์เรื่องต่าง ๆ ตลอดจนการมีส่วนร่วมในการให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการแก้ปัญหาที่พบในระหว่างดำเนินการวิจัย

ขอขอบคุณนายอรรถกร พูนศิลป์ ผู้วิจัยร่วมที่ได้ให้คำแนะนำในการศึกษาค้นคว้าและทดลองทางด้านเทคนิค วิธีการประมวลผลภาพ ตลอดจนร่วมแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างที่ทำการเขียนโปรแกรมเพื่อให้งานวิจัยนี้ประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

ท้ายสุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และขอขอบคุณพี่และน้อง ตลอดจนเพื่อน ๆ ที่ได้ช่วยส่งเสริม สนับสนุนกระตุ้นเตือน และเป็นกำลังใจตลอดมาให้ผู้เขียนจัดทำรายงานการวิจัย

กิตติยา ท่าห้อง

www.ssru.ac.th

ตุลาคม 2554

คำนำ

รายงานวิจัยฉบับนี้เขียนขึ้นมา เพื่อพัฒนาระบบตรวจสอบความเชื่อมโยงเหตุการณ์เกี่ยวกับวัตถุระเบิดด้วยการเปรียบเทียบข้อมูลภาพถ่ายวัตถุพยาน ในการอำนวยความสะดวกต่อเจ้าหน้าที่ในการตรวจสอบวัตถุพยานประเภทสะเก็ดระเบิดที่ได้จากเหตุระเบิด สำหรับเป็นข้อมูลในการเชื่อมโยงเหตุการณ์เกี่ยวกับวัตถุระเบิดที่มีลักษณะเดียวกันหรือใกล้เคียงกันเข้าด้วยกันได้ง่ายและรวดเร็วมากขึ้นเพื่อทดแทนการพิสูจน์หรือตรวจสอบภาพถ่ายสะเก็ดระเบิดด้วยตาเปล่าที่นับวันเหตุการณ์ที่เกี่ยวกับระเบิดมีเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ จึงยากต่อการที่เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติการจะจดจำหรือแยกแยะภาพถ่ายจากเหตุการณ์ต่าง ๆ ออกจากกันได้อย่างแม่นยำ และรวดเร็ว โดยผู้วิจัยได้นำเอาเทคโนโลยีการประมวลผลภาพด้วยคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ในการจดจำภาพถ่ายหน้าตัดของสะเก็ดระเบิดที่ได้จากเหตุการณ์ระเบิดต่าง ๆ แล้วทำการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานว่าระบบดังกล่าวเหมาะสมที่นำมาใช้กับการปฏิบัติการจริงหรือไม่ ทั้งนี้ก็ได้ขอความอนุเคราะห์กับทา งหน่วยทำลายล้างวัตถุระเบิดอโณทัยกองอำนวยการรักษาความมั่นคงภายในภาค 4 จังหวัดปัตตานี ในการศึกษาและทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบตรวจสอบความเชื่อมโยงเหตุการณ์เกี่ยวกับวัตถุระเบิดด้วยการเปรียบเทียบข้อมูลภาพถ่ายวัตถุพยานที่ได้พัฒนาขึ้น

www.ssru.ac.th

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (3)

Abstract (4)

กิตติกรรมประกาศ (5)

คำนำ (6)

สารบัญ (7)

สารบัญตาราง (9)

สารบัญภาพ (10)

สัญลักษณ์และคำย่อ (13)

บทที่ 1 1

1.1ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3ขอบเขตของการวิจัย 2

1.4ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.5วิธีการดำเนินการวิจัย 3

1.6คำสำคัญ 4

1.7ข้อจำกัดต่าง ๆ ที่มีผลโดยตรงต่อขอบเขต วิธีการและผลของการศึกษาวิจัย 4

บทที่ 2 5

2.1 การทบทวนวรรณกรรมหรือสารสนเทศที่เกี่ยวข้อง 5

2.2การทบทวนวรรณกรรม / สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง 25

บทที่ 3 29

3.1ศึกษาข้อมูลการปฏิบัติงานการตรวจสอบข้อมูลวัตถุพยาน 29

3.2การออกแบบเพื่อพัฒนาระบบตรวจสอบความเชื่อมโยงเหตุการณ์เกี่ยวกับวัตถุระเบิด ด้วยการเปรียบเทียบข้อมูลภาพถ่ายวัตถุพยาน 32

3.3วิธีการดำเนินการวิจัยระบบตรวจสอบความเชื่อมโยงเหตุการณ์เกี่ยวกับวัตถุระเบิดด้วย การเปรียบเทียบข้อมูลภาพถ่ายวัตถุพยาน 33

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4	56
4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง	56
4.2ภาพตัวอย่างที่นำมาใช้ในการทดลอง	56
4.3สรุปผลการทดลอง	58
บทที่ 5	68
5.1สรุปผลการดำเนินงาน	68
5.2ข้อเสนอแนะ	69

www.ssru.ac.th

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1แสดงความหมายของ Output Layer 52
ตารางที่ 3.2แสดงผลลัพธ์ทั้งหมดที่ได้จาก Neural Network 55
ตารางที่ 4.1แสดงผลการทดลองการค้นหาตำแหน่งของหน้าตัดสะเก็ดระเบิด 58
ตารางที่ 4.2แสดงผลการทดลองจากการค้นหาบริเวณที่เป็นลักษณะเด่นของหน้าตัดสะเก็ดระเบิด 60
ตารางที่ 4.3 แสดง ค่า Mean Square Error ที่เกิดขึ้นจากการเทรนแต่ละ Iterations 63
ตารางที่ 4.4แสดงผลการทดลองจากการคัดแยกประเภทหน้าตัดโดยใช้ Neural Network 65
ตารางที่ 4.5แสดงผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลจากภาพหน้าตัดที่น่าสนใจ 65

www.ssru.ac.th

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1แสดงขั้นตอนการทำงานของ Canny edge detection 7
ภาพที่ 2.2แสดง รูปแบบของเซลล์ประสาท (Neuron Model) 12
ภาพที่ 2.3ฟังก์ชันกระตุ้น (activation function) 12
ภาพที่ 2.4แสดงฟังก์ชันการแปลงเชิงเส้น 13
ภาพที่ 2.5ฟังก์ชันการแปลงแบบซิกมอยด์ 14
ภาพที่ 2.6แสดงฟังก์ชันการแปลงแบบไฮเปอร์โบลิกแทนเจนต์ 14
ภาพที่ 2.7 แสดงโครงสร้างของ perceptron 15
ภาพที่ 2.8 แสดงสถาปัตยกรรมของ Feedforward network 15
ภาพที่ 2.9 แสดงสถาปัตยกรรมของ Feedback network 15
ภาพที่ 2.10 แสดง Single-layer perceptron 16
ภาพที่ 2.11 แสดงรูปแบบback propagation Neural Network 18
ภาพที่ 2.12 แสดงการคำนวณ ผลรวมของผลลัพธ์ที่เข้ามายังหน่วยที่ j 19
ภาพที่ 2.13 ซิกมอยด์ฟังก์ชัน 19
ภาพที่ 2.14 โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่เดินหน้า 20
ภาพที่ 2.15 โครงข่ายประสาทเทียมแบบแพร่ย้อนกลับ 20
ภาพที่ 2.16 แสดงการปรับค่าน้ำหนัก 21
ภาพที่ 2.17 ตัวอย่างแบตเตอรี่ขนาดต่างๆ 24
ภาพที่ 2.18แสดงวงจรจุดระเบิดแบบต่าง ๆ 24
ภาพที่ 2.19 แสดงตัวอย่างเชื้อประทุ 25
ภาพที่ 3.1 แสดงตัวอย่างภาพสะเก็ดระเบิดประเภทต่าง ๆ 30
ภาพที่ 3.2 แสดงตัวอย่างภาพสะเก็ดระเบิดประเภทเหล็กเส้น 31
ภาพที่ 3.3 แสดงลักษณะร่องรอยของสะเก็ดระเบิดประเภทเหล็กเส้นที่เกิดขึ้นจากการตัด 31
ภาพที่ 3.4 แสดงการออกแบบการพัฒนาระบบตรวจสอบความเชื่อมโยงเหตุการณ์เกี่ยวกับวัตถุระเบิดด้วยการเปรียบเทียบข้อมูลภาพถ่ายวัตถุพยาน 32
ภาพที่ 3.5แสดงภาพถ่ายต้นฉบับของหน้าตัดสะเก็ดระเบิดประเภทเหล็กเส้น 34
ภาพที่ 3.6 แสดงภาพหน้าตัดสะเก็ดระเบิดที่ปรับขนาดเป็น 320x240 พิกเซล 35
ภาพที่ 3.7 แสดงภาพหน้าตัดสะเก็ดระเบิดที่ถูกแปลงให้เป็น Gray Scale 36
ภาพที่ 3.8แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการหาขอบภาพด้วยวิธีโซเบิล 36
ภาพที่ 3.9แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการแปลงภาพให้เป็นไบนารี 37

www.ssru.ac.th

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 3.10แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการกำจัดจุดรบกวนด้วยเทคนิค Morphological Opening 37
ภาพที่ 3.11แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการทำ เทคนิค Dilation 5 ตามด้วย Erosion 38
ภาพที่ 3.12แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการกำจัดจุดมืด โดยใช้เทคนิค Fill Holes 38
ภาพที่ 3.13แสดงการตัดภาพต้นฉบับจากคำนวณการตัดของตำแหน่งในภาพเล็ก 39
ภาพที่ 3.14แสดงภาพที่แปลงเป็นภาพแบบ Gray Scale 40
ภาพที่ 3.15แสดงภาพที่ถูกแปลงเป็นไบนารี 40
ภาพที่ 3.16แสดงภาพที่ได้จากการคำนวณ Intensity Histogram ทั้งแนวนอนและแนวตั้ง 41
ภาพที่ 3.17 แสดงภาพที่ได้จากการตัดอย่างละเอียด 41
ภาพที่ 3.18แสดงผลลัพธ์ของภาพที่ภาพปรับให้มีขนาดเท่ากัน 42
ภาพที่ 3.19แสดงภาพที่ได้จากการปรับค่าความเปรียบต่างใช้เทคนิค Histogram Equalization 42
ภาพที่ 3.20แสดงผลลัพธ์ของภาพทั้งหมดที่ถูกตัดเอาเฉพาะบริเวณของหน้าตัดอย่างละเอียด 43
ภาพที่ 3.21แสดงรอยบิ่นที่เกิดขึ้นบริเวณภาพถ่ายหน้าตัดของสะเก็ดระเบิด 44
ภาพที่ 3.22แสดงตัวอย่างของภาพหน้าตัดที่ถ่ายมาในมุมเอียง 45
ภาพที่ 3.23แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการ Preprocessing 46
ภาพที่ 3.24แสดงภาพหน้าตัดที่ถูกแบ่งออกเป็น 50 ส่วน 46
ภาพที่ 3.25 แสดงภาพฮิสโตแกรมของภาพหน้าตัดสะเก็ดระเบิด 47
ภาพที่ 3.26 แสดงภาพของหน้าตัดที่มีตำแหน่งของ Receptive Field ที่ให้ค่า $difftotal$ที่สูงสุด ใน 6 อันดับแรก 48
ภาพที่ 3.27แสดงขอบเขตบริเวณที่มีลักษณะเด่นของภาพหน้าตัด 49
ภาพที่ 3.28แสดงภาพผลลัพธ์ที่ได้จากการตัดขอบเขตบริเวณที่มีลักษณะเด่นของภาพหน้าตัด 49
ภาพที่ 3.29แสดงภาพที่ได้การใช้ Receptive Field แนวนอนและแนวตั้ง 50
ภาพที่ 3.30 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณค่าสถิติของทุกๆ Receptive Fields 51
ภาพที่ 3.31 แสดงตัวอย่างตำแหน่งลักษณะเด่นของภาพหน้าตัดแต่ละตำแหน่ง 52
ภาพที่ 3.32 แสดงโครงสร้างของ Neural Network 53
ภาพที่ 3.33แสดงกราฟของ Sigmoid Function 54
ภาพที่ 4.1แสดงภาพต้นฉบับที่มองเห็นสีของภาพที่แตกต่างกัน 57
ภาพที่ 4.2 แสดงผลของการทดลองสำหรับภาพที่ระบุตำแหน่งคลาดเคลื่อน 59
ภาพที่ 4.3 แสดงผลของการทดลองสำหรับภาพที่ระบุบริเวณที่เป็นลักษณะเด่นคลาดเคลื่อน 61
ภาพที่ 4.4 แสดงตัวอย่างของภาพที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของค่าความสว่าง 61

www.ssru.ac.th

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.5 แสดงค่า Mean Square Error ที่เกิดขึ้นจากการเทรนแต่ละ Iterations 63
ภาพที่ 4.6 แสดงภาพตัวอย่างของผลลัพธ์ที่ได้จากการคัดแยกประเภทหน้าตัดโดย 67

www.ssru.ac.th