

บทที่ 3

แนวทางการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึง ขั้นตอนการเตรียมการทดลอง การจัดเตรียมข้อมูลอินพุตสำหรับฝึกสอนนิวรอลเน็ตเวิร์ก รูปแบบโครงสร้างและวิธีการปรับค่าพารามิเตอร์ของนิวรอลเน็ตเวิร์ก วิธีการบอกองศาการหมุนตัวของมนุษย์

3.1 การฝึกสอนนิวรอลเน็ตเวิร์ก

งานวิจัยนี้เป็นการทำนายองศาการหมุนตัวของมนุษย์โดยเริ่มจากนำเครื่องหมายมาติดที่บริเวณอกของหุ่นจำลองมนุษย์ผู้หญิงและหุ่นจำลองมนุษย์ผู้ชาย และทำการติดตามลักษณะของเครื่องหมายที่เปลี่ยนไปเมื่อหุ่นจำลองหมุนตัว โดยสาเหตุที่ใช้หุ่นจำลองแทนมนุษย์จริงในการทดลอง เนื่องจากว่าเมื่อมนุษย์ทำการหมุนตัวค่าองศาที่ได้อาจมีความคลาดเคลื่อนไม่ใช่ค่าองศาจริงซึ่งต่างจากการใช้หุ่นจำลองที่สามารถปรับหมุนองศาเพื่อให้ได้ค่าองศาที่ต้องการ โดยงานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองติดตามลักษณะของเครื่องหมายที่เปลี่ยนไปเมื่อมีการหมุนตัวแบบทีละ 10 องศา และแบบทีละ 15 องศา ที่ระยะห่าง 1.0 เมตร 1.5 เมตร และ 2.0 เมตร โดยนำนิวรอลเน็ตเวิร์กมาใช้ในการรู้จำลักษณะของเครื่องหมายที่เปลี่ยนไปในองศาการหมุนต่างๆ ขั้นตอนการเตรียมข้อมูลสำหรับใช้ในการรู้จำภาพของนิวรอลเน็ตเวิร์กประกอบด้วยขั้นตอนหลักๆ คือ การเก็บภาพของสามาตรฐานจากการหมุนของกล้อง การประมวลผลภาพ ได้แก่ การนำภาพไปผ่านกระบวนการเทรซโฮลด์ กระบวนการขยายพิกเซลของภาพ กระบวนการลดพิกเซลของภาพ การหาขอบของรูปภาพ การลดขนาดเส้นขอบ และขั้นตอนการเตรียมข้อมูลจากภาพสำหรับใช้ในการฝึกสอนนิวรอลเน็ตเวิร์กให้เกิดการรู้จำ

3.1.1 การเก็บภาพของสามาตรฐานจากการหมุนของกล้อง

การเก็บภาพของสามาตรฐานของกล้องจะทำการติดเครื่องหมายลงบนกล้องซึ่งถูกยึดติดกับฐานด้วยแกนและสามารถหมุนเพื่อปรับองศาการหมุนได้ สำหรับระยะห่างระหว่างกล้องถ่ายภาพและกล้องในการทดลองนี้จะทำการทดลองทั้งหมด 3 ระยะ คือที่ระยะ 1.0 เมตร ระยะ 1.5 เมตร และที่ระยะ 2.0 เมตร ลักษณะของเครื่องหมายที่เลือกนำมาใช้ในการทดลองเป็น

เครื่องหมายที่มีลักษณะไม่สมมาตร มีส่วนยื่น ความกว้าง ความยาวไม่เท่ากันในแต่ละด้าน เนื่องจากรูปลักษณะดังกล่าวเมื่อหมุนไปที่องศาต่างๆ จะทำให้มีลักษณะที่เฉพาะ ทำให้นิรอลเน็ตเวิร์กสามารถรู้จำภาพได้ดีมากกว่ารูปที่มีรูปทรงทั่วไป เช่น วงกลม หรือสี่เหลี่ยม ที่มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะของรูปทรงน้อยเมื่อองศาการหมุนเปลี่ยนไป โดยลักษณะของเครื่องหมายที่นำมาใช้ในการทดลองสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3.1

ภาพที่ 3.1

ลักษณะของเครื่องหมายที่นำมาใช้ในการทดลอง



ลักษณะของกล่องที่นำมาใช้ในการเก็บภาพทำการตั้งค่าความละเอียดของภาพไว้ที่ 1024x768 พิกเซล ค่า ISO เท่ากับ 200 และไม่ใช้แสงแฟลชในการเก็บภาพ แสงที่ให้ความสว่างเป็นแสงฟลูออเรสเซนต์

สำหรับขั้นตอนการเก็บภาพองศามาตรฐานเริ่มต้นจากการติดเครื่องหมายที่มีลักษณะไม่สมมาตรที่กล่อง และเก็บภาพการหมุนของกล่องที่ระยะ 1.0 เมตร 1.5 เมตร และ 2.0 เมตร ตามลำดับ โดยการเก็บภาพในแต่ละระยะจะทำการเก็บภาพทีละ 10 องศา ตั้งแต่ 0 จนถึง 90 องศา ทำจำนวนทั้งหมด 5 ชุด หลังจากนั้นเก็บภาพการหมุนของกล่องทีละ 15 องศา ตั้งแต่ 0 จนถึง 90 องศา ทำจำนวนทั้งหมด 5 ชุด โดยภาพที่ได้ทั้งหมดจะถูกนำไปผ่านการประมวลผลภาพเพื่อใช้สำหรับฝึกสอนนิรอลเน็ตเวิร์กให้เกิดการรู้จำเครื่องหมายที่ระยะห่าง และองศาการหมุนต่างๆ ตัวอย่างภาพการหมุนของกล่องที่การหมุน 50 องศา ที่ระยะต่างๆ สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3.2

ภาพที่ 3.2

ตัวอย่างภาพการหมุนของกล่องที่การหมุน 50 องศา ที่ระยะต่างๆ



ก) ที่ระยะห่าง 1.0 เมตร



ข) ที่ระยะห่าง 1.5 เมตร



ค) ที่ระยะห่าง 2.0 เมตร

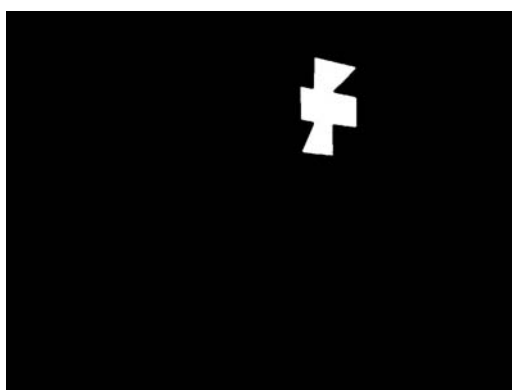
3.1.2 การประมวลผลภาพ

ภาพที่ได้จากขั้นตอนการเก็บภาพของมาตรฐานจากการหมุนของกล่องจะถูกนำไปผ่านกระบวนการเทรชโฮลด์ เพื่อทำการแยกเครื่องหมายบนกล่องออกมาจากภาพพื้นหลัง โดยการ

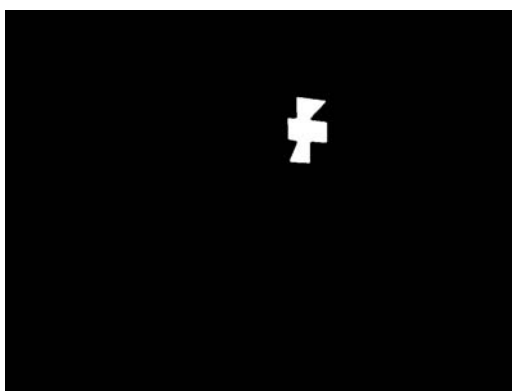
ทำเทรชโฮลด์ เพื่อแยกสีที่ต้องการออกจากภาพ ภาพซึ่งอยู่ในระบบสี RGB จะถูกแปลงให้อยู่ในระบบ HSV ก่อน จากนั้นจึงทำการเทรชโฮลด์ภาพ โดยกำหนดค่าของสี ค่าความเข้มของเนื้อสี และค่าความสว่างของสี ที่ต้องการเพื่อทำการแยกสีที่ต้องการออกมาจากภาพ หลังจากนั้นภาพที่ได้จะถูกแปลงเป็นภาพขาวดำและผ่านกระบวนการขยายพิกเซลของภาพ และกระบวนการลดพิกเซลของภาพ ตัวอย่างภาพการหมุนของกล่องที่ติดเครื่องหมายหลังผ่านกระบวนการประมวลผลภาพแล้วที่ระยะต่างๆ สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3.3

ภาพที่ 3.3

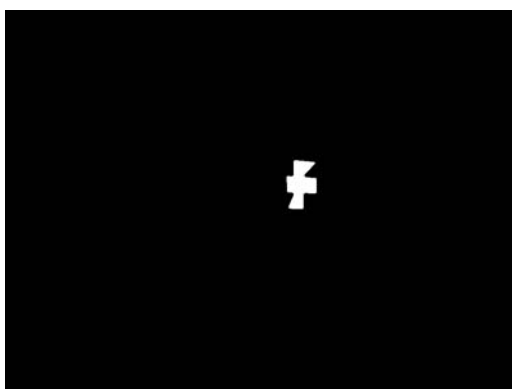
ตัวอย่างภาพการหมุนของกล่องที่การหมุน 50 องศา ที่ระยะต่างๆ
หลังผ่านการประมวลผลภาพ



ก) ที่ระยะห่าง 1.0 เมตร



ข) ที่ระยะห่าง 1.5 เมตร



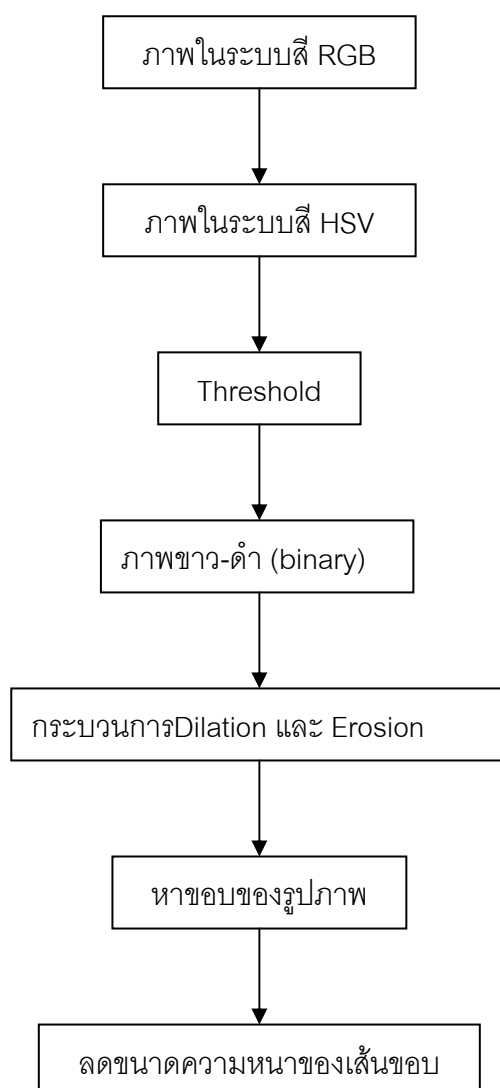
ค) ที่ระยะห่าง 2.0 เมตร

หลังจากนั้นภาพที่ได้จะถูกนำไปทำการหาขอบของรูปภาพด้วยวิธี Prewitt edge detection ในการหาขอบของรูปภาพ ซึ่งในบางครั้งหลังจากผ่านขั้นตอนการหาขอบของรูปภาพ ขอบที่ได้อาจมีขนาดหนามากกว่า 1 พิกเซล ซึ่งจำเป็นต้องทำการลดขนาดความหนาของเส้นขอบลง โดยลดความหนาให้เหลือเพียง 1 พิกเซล เพื่อนำไปใช้ในการกำหนดตำแหน่งการวางโทเคนต่อไป

สำหรับขั้นตอนการประมวลผลภาพ สามารถสรุปได้ดังภาพที่ 3.4

ภาพที่ 3.4

ขั้นตอนการประมวลผลภาพ



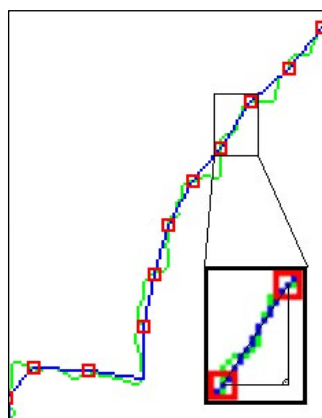
3.1.3 การเตรียมข้อมูลสำหรับการฝึกสอนนิรอลเน็ตเวิร์ก

สำหรับวิธีการเตรียมข้อมูลเพื่อใช้ในการฝึกสอนนิรอลเน็ตเวิร์กที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นวิธีการที่เสนอโดย Langner (2006) สำหรับใช้ในการจำแนกประเภทของใบไม้ โดยงานวิจัยนี้ได้นำวิธีการดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในการเตรียมข้อมูลสำหรับการฝึกสอนนิรอลเน็ตเวิร์กเพื่อรู้จำองค์การหมุนตัวของมนุษย์

สำหรับขั้นตอนในการเตรียมข้อมูลเพื่อฝึกสอนนิรอลเน็ตเวิร์กจะเริ่มจากการกำหนดตำแหน่งการวางโทเคน โดยโทเคนจะถูกวางที่บริเวณเส้นขอบของรูปภาพเป็นระยะห่างเท่าๆ กัน ดังภาพที่ 3.5 ซึ่งโทเคนแทนด้วยสี่เหลี่ยมสีแดง

ภาพที่ 3.5

แสดงลักษณะของเส้นขอบ และตำแหน่งของโทเคน



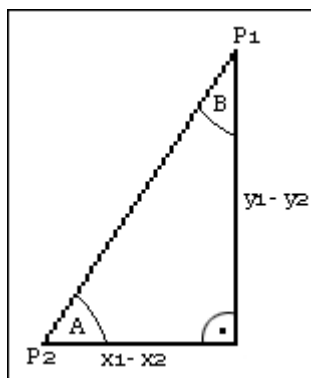
จากภาพที่ 3.5 เส้นสีเขียว คือ เส้นแสดงขอบของเครื่องหมายหลังจากผ่านกระบวนการหาขอบและกระบวนการลดขนาดเส้นขอบ สี่เหลี่ยมสีแดง คือ ตำแหน่งของโทเคน โดยโทเคนดังกล่าวจะถูกนำไปลากเส้นเชื่อมระหว่างโทเคนแต่ละอันด้วยเส้นสีน้ำเงิน ซึ่งจะทำให้การเชื่อมระหว่างจุดศูนย์กลางของโทเคนแต่ละอันเพื่อนำไปใช้ในการคำนวณหาค่ามุมไซน์ (sine) และมุมโคไซน์ (cosine) เพื่อนำค่ามุมที่ได้ไปใช้ในการฝึกสอนนิรอลเน็ตเวิร์กให้เกิดการเรียนรู้จำภาพ

วิธีการคำนวณหาค่ามุมไซน์ และค่ามุมโคไซน์ ระหว่างโทเคนสองอัน สามารถคำนวณได้ดังภาพที่ 3.6 โดย P1 และ P2 คือตำแหน่งของโทเคน และค่าขนาดของมุม A และ B ที่หาได้จะถูกนำไปใช้ในการฝึกสอนนิรอลเน็ตเวิร์กให้เกิดการเรียนรู้ โดยในการรู้จำภาพแต่ละภาพ

ของนิวรอลเน็ตเวิร์กจะใช้ค่ามุม A และ B ที่หาได้ทั้งหมดระหว่างโทเคนแต่ละคู่จากโทเคนทั้งหมดของภาพ

ภาพที่ 3.6

แสดงตำแหน่งโทเคนและมุม A และ B



3.1.4 การรู้จำภาพโดยใช้นิวรอลเน็ตเวิร์ก

สำหรับนิวรอลเน็ตเวิร์กที่ถูกฝึกสอนเพื่อให้เกิดการรู้จำ เป็นนิวรอลเน็ตเวิร์ก แบบส่งผ่านข้อมูลไปข้างหน้า (feed-forward neural networks) โดยอินพุตของนิวรอลเน็ตเวิร์กคือค่าองศาระหว่างโทเคนแต่ละคู่ (มุม A และ B) ที่ได้จากโทเคนทั้งหมดของรูป ดังนั้นจำนวนโหนดในชั้นอินพุตจึงเป็นสองเท่าของจำนวนโทเคนทั้งหมด สำหรับจำนวนโหนดในชั้นแฝง ในการทดลองนี้ได้ทำการกำหนดค่าจำนวนโหนดในชั้นแฝงสำหรับการทดลองจำนวน 3 ค่า ได้แก่ ค่าจำนวนโหนดในชั้นแฝงเท่ากับ 20 โหนด ค่าจำนวนโหนดในชั้นแฝงเท่ากับจำนวนโหนดในชั้นอินพุต และค่าจำนวนโหนดในชั้นแฝงเท่ากับสองเท่าของจำนวนโหนดในชั้นอินพุต สำหรับจำนวนโหนดในชั้นเอาต์พุตในกรณีการหมุนทีละ 10 องศา จะมีจำนวนโหนดเท่ากับ 10 โหนด ซึ่งเป็นค่าองศาตั้งแต่ 0 ถึง 90 องศา ในกรณีการหมุนทีละ 15 องศา จะมีจำนวนโหนดเท่ากับ 7 โหนด ซึ่งเป็นค่าองศาตั้งแต่ 0 ถึง 90 องศา

สำหรับอัลกอริทึมที่ใช้ในการเรียนรู้ของนิวรอลเน็ตเวิร์กใช้อัลกอริทึมแบ็กพรอพาเกชัน การปรับพารามิเตอร์เพื่อหาค่าที่ให้ผลความถูกต้องของนิวรอลเน็ตเวิร์กมากที่สุดทำการปรับค่าดังนี้

ค่าอัตราการเรียนรู้ (μ) เท่ากับ 0.25

ค่าโมเมนตัม (n) เท่ากับ 1

จำนวนรอบที่ใช้ในการฝึกสอน 5,000 และ 10,000 รอบ

สรุปรายละเอียดของชุดข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนนิวรอลเน็ตเวิร์กมีดังต่อไปนี้

1. หุ่นจำลองมนุษย์ผู้หญิง หมุนทีละ 10 องศา ที่ระยะห่าง 1.0 เมตร
2. หุ่นจำลองมนุษย์ผู้หญิง หมุนทีละ 10 องศา ที่ระยะห่าง 1.5 เมตร
3. หุ่นจำลองมนุษย์ผู้หญิง หมุนทีละ 10 องศา ที่ระยะห่าง 2.0 เมตร
4. หุ่นจำลองมนุษย์ผู้หญิง หมุนทีละ 15 องศา ที่ระยะห่าง 1.0 เมตร
5. หุ่นจำลองมนุษย์ผู้หญิง หมุนทีละ 15 องศา ที่ระยะห่าง 1.5 เมตร
6. หุ่นจำลองมนุษย์ผู้หญิง หมุนทีละ 15 องศา ที่ระยะห่าง 2.0 เมตร
7. หุ่นจำลองมนุษย์ผู้ชาย หมุนทีละ 10 องศา ที่ระยะห่าง 1.0 เมตร
8. หุ่นจำลองมนุษย์ผู้ชาย หมุนทีละ 10 องศา ที่ระยะห่าง 1.5 เมตร
9. หุ่นจำลองมนุษย์ผู้ชาย หมุนทีละ 10 องศา ที่ระยะห่าง 2.0 เมตร
10. หุ่นจำลองมนุษย์ผู้ชาย หมุนทีละ 15 องศา ที่ระยะห่าง 1.0 เมตร
11. หุ่นจำลองมนุษย์ผู้ชาย หมุนทีละ 15 องศา ที่ระยะห่าง 1.5 เมตร
12. หุ่นจำลองมนุษย์ผู้ชาย หมุนทีละ 15 องศา ที่ระยะห่าง 2.0 เมตร

สรุปจำนวนการทดลองทั้งหมดเท่ากับ 72 ครั้ง (2 (ชายและหญิง) $\times$ 2 (การหมุน 10 และ 15 องศา) $\times$ 3 ระยะห่าง (1.0, 1.5 และ 2.0 เมตร) $\times$ 3 รูปแบบของจำนวนโหนดในชั้นแฝง (20 โหนด, เท่ากับจำนวนโหนดในชั้นอินพุต และเท่ากับสองเท่าของจำนวนโหนดในชั้นอินพุต) $\times$ 2 จำนวนรอบที่ใช้ในการฝึกสอน (5,000 และ 10,000 รอบ)

3.2 การบอกองศาการหมุนตัวของมนุษย์

การเตรียมภาพสำหรับใช้ในการบอกองศาการหมุนของมนุษย์ใช้วิธีการเช่นเดียวกับการเก็บภาพองศามาตรฐานจากการหมุนของกล้อง โดยทำการติดเครื่องหมายไม่สมมาตรที่อกของหุ่นจำลองมนุษย์ผู้หญิงและหุ่นจำลองมนุษย์ผู้ชาย และทำการติดตามลักษณะของเครื่องหมายที่เปลี่ยนไปเมื่อหุ่นจำลองหมุนตัว โดยสาเหตุที่เลือกให้หุ่นจำลองแทนมนุษย์จริงในการติดตามองศาการหมุนตัว เนื่องจากว่าเมื่อมนุษย์ทำการหมุนตัวค่าองศาที่ได้จากมีความคลาดเคลื่อนไม่ใช่ค่าองศาจริงซึ่งต่างจากการใช้หุ่นจำลองที่สามารถปรับหมุนองศาเพื่อให้ได้ค่า

องศาที่ต้องการ จากนั้นทำการเก็บภาพการหมุนของหุ่นจำลองมนุษย์ผู้หญิงทีละ 10 องศา ตั้งแต่ 0 องศาจนถึง 90 องศา ทำจำนวนทั้งหมด 5 ชุด ที่ระยะ 1.0 เมตร 1.5 เมตร และ 2.0 เมตร ตามลำดับ หลังจากนั้นเก็บภาพการหมุนของหุ่นจำลองมนุษย์ผู้ชายทีละ 15 องศา ตั้งแต่ 0 องศาจนถึง 90 องศา ทำจำนวนทั้งหมด 5 ชุด ที่ระยะ 1.0 เมตร 1.5 เมตร และ 2.0 เมตร ตามลำดับ ตัวอย่างภาพเครื่องหมายไม่สมมาตรซึ่งติดบนอกหุ่นจำลองมนุษย์ผู้หญิงและชายแสดงได้ดังภาพที่ 3.7 และ 3.8 ตามลำดับ

ภาพที่ 3.7

การหมุนตัวของหุ่นจำลองมนุษย์ผู้หญิงที่ติดเครื่องหมายที่การหมุนตัว ณ 50 องศา ที่ระยะต่างๆ



ก) ที่ระยะห่าง 1.0 เมตร



ข) ที่ระยะห่าง 1.5 เมตร



ค) ที่ระยะห่าง 2.0 เมตร

ภาพที่ 3.8

การหมุนตัวของหุ่นจำลองมนุษย์ผู้ชายที่ติดเครื่องหมายที่การหมุนตัว ณ 50 องศา ที่ระยะต่างๆ



ก) ที่ระยะห่าง 1.0 เมตร



ข) ที่ระยะห่าง 1.5 เมตร



ค) ที่ระยะห่าง 2.0 เมตร

ภาพที่ได้จะถูกนำไปผ่านกระบวนการประมวลผลภาพเช่นเดียวกับภาพการหมุนของกล้อง โดยผ่านการแปลงระบบสีจาก RGB เป็น HSV ผ่านการทำเทรซโฮลด์ และกระบวนการขยายพิกเซลของภาพ และกระบวนการลดพิกเซลของภาพ แปลงภาพให้อยู่ในโหมดขาว-ดำ จากนั้นจึงนำไปหาเส้นขอบของภาพ และทำการลดขนาดความหนาของเส้นขอบ โดยเส้นขอบที่ได้จะนำไปใช้ในการกำหนดตำแหน่งการวางโทเคน เพื่อใช้ในการหาค่ามุมระหว่างโทเคนแต่ละคู่ (มุม

A และ B) จากโทเคนทั้งหมดของภาพ เพื่อนำค่ามุมมองที่ได้ทั้งหมดไปเข้านิรลเน็ตเวิร์กที่ผ่านการฝึกสอนแล้วเพื่อบอกองศาการหมุนตัวของมนุษย์