บทที่ 6

สรุป

ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอการประดิษฐ์ระบบวัดและจำแนกสภาวะการหลับที่อาศัยค่าลักษณะสำคัญจากสัญญาณคลื่นลูกตาโดยใช้ข่ายงานระบบประสาทและอัลกอริธึมที่สร้างขึ้นเอง ซึ่งผลการจำแนกที่ได้จากทั้งสองวิธีนี้จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการจำแนกด้วยแพทย์

ในส่วนของวงจรวัดสัญญาณคลื่นลูกตาที่สร้างขึ้นจะวัดสัญญาณในช่วง 0.2 – 30 Hz อันประกอบไปด้วยวงจรขยายผลต่าง, วงจรกรองผ่านต่ำอันดับ 1, วงจรกรองผ่านสูงอันดับ 7, วงจรกรองหยุดจุด และวงจรกรองผ่านสูง ซึ่งมีอัตราขยายรวมอยู่ในช่วง 16,000 –32,000 เท่า วงจรวัดสัญญาณนี้มีทั้งหมด 2 ชุดเพื่อทำการเก็บสัญญาณจำนวน 2 ช่องสัญญาณคือสัญญาณคลื่นลูกตาด้านซ้ายและด้านขวา สัญญาณที่ได้จะถูกแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลด้วยการ์ด A/D ที่ควบคุมด้วยโปรแกรมที่พัฒนาจาก LabView โดยมีอัตราสุ่มในการเก็บสัญญาณเท่ากับ 200 Hz และทำการเก็บสัญญาณเป็นช่วง ๆ ละ 30 วินาที ลงในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์

ในการประมวลผลสัญญาณได้อาศัยเทคนิกการประมวลผลแบบต่าง ๆ ได้แก่ ตัวกรองดิจิตอลแบบ FIR, การแปลงฟูริเยร์อย่างเร็ว (FFT) และสัมประสิทธิ์คอร์รีเลชัน เข้ามาช่วยในการจัดการและหาค่าลักษณะสำคัญเพื่อใช้ในการจำแนกสภาวะการหลับ ซึ่งในการทดลองจำแนกสภาวะการหลับได้อาศัยข้อมูลที่ได้จากเครื่องวัดคลื่นสมองของภาควิชากุมารเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ และทำการวินิจฉัยโดย ผศ.นพ. ทายาท ดีสุดจิต เริ่มแรกทำการทดลองจำแนกสภาวะการหลับด้วยข่ายงานระบบประสาททั้งแบบแพร่กระจายกลับและแบบ Radial basis ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าข่ายงานระบบประสาทแบบ Radial basis ไม่เหมาะที่จะนำมาจำแนกสภาวะการหลับเนื่องจากมีค่าความถูกต้องต่ำ ดังนั้นในการทดลองต่อไปจึงใช้เฉพาะข่ายงานระบบประสาทแบบแพร่กระจายกลับเท่านั้น และเมื่อทำการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของข่ายงานระบบประสาทแบบแพร่กระจายกลับทั้งจำนวนโหนดและจำนวนชั้น hidden จะพบว่าไม่ได้ส่งผลกระทบต่อผลการจำแนกสภาวะการหลับมากนัก ผลการจำแนกสภาวะการหลับจะขึ้นอยู่กับค่าถ่วงน้ำหนักและค่าไบแอสเริ่มต้นที่ได้จากการสุ่มของระบบ รวมทั้งการเลือกใช้ค่าลักษณะสำคัญที่ใช้ในการสอนข่ายงานระบบประสาท

การทดสอบข่ายงานระบบประสาทโดยใช้ค่าลักษณะสำคัญจำนวน 4 แบบ พบว่าผลการทดสอบข่ายงานระบบประสาทที่สอนด้วยค่าลักษณะสำคัญที่ได้จากผลรวมของสเปกตรัมกำลังของสัญญาณคลื่นลูกตาในแต่ละช่วงความถี่ที่แบ่งออกเป็น 5 ช่วงความถี่คือ 0.5 – 4.0 Hz, 4.0 – 8.0 Hz, 8.0 – 13.0 Hz, 13.0 – 22.0 Hz และ 22.0 – 30.0 Hz (แบบที่ 3 หรือ 5band) แสดงให้เห็นถึงความ

เหมาะสมในการใช้จำแนกสภาวะการหลับมากกว่าการใช้ค่าลักษณะสำคัญแบบอื่น ซึ่งคาดว่าเนื่องมาจากความครอบคลุมข้อมูลและการแบ่งช่วงความถี่ที่เหมาะสมของค่าลักษณะสำคัญแบบนี้

นอกจากนี้แล้ว เมื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทดลองจำแนกสภาวะการหลับทุกสภาวะพร้อมกันด้วยข่ายงานระบบประสาทกับผลที่ได้จากการทดลองจำแนกทีละสภาวะด้วยข่ายงานระบบประสาทชนิดเดียวกัน จะพบว่าการจำแนกทุกสภาวะการหลับพร้อมกันให้ผลโดยรวมที่ดีกว่าการจำแนกสภาวะการหลับทีละสภาวะ ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อจำแนกสภาวะการหลับทีละสภาวะจะต้องคำนึงถึงค่าความผิดพลาดที่เกิดจากการจำแนกสภาวะก่อนหน้าด้วย

เนื่องจากการจำแนกด้วยข่ายงานระบบประสาทให้ค่าความถูกต้องในการจำแนกประมาณ 40 – 50% ซึ่งยังไม่เป็นที่น่าพอใจจึงได้ทำการสร้างอัลกอริธึมเพื่อจำแนกสภาวะการหลับขึ้น อัลกอริธึมที่สร้างขึ้นมีด้วยกัน 2 วิธีที่แตกต่างกันในลำดับของการจำแนกและเงื่อนไขของการจำแนกสภาวะตื่น โดยอัลกอริธึมแบบที่ 1 นั้นจะเริ่มจำแนกจากสภาวะ REM, Deep Sleep, Wake และ Light Sleep ตามลำดับ ในขณะที่อัลกอริธึมที่ 2 จะจำแนกจากสภาวะ Wake, REM, Deep Sleep และ Light Sleep ตามลำดับ ซึ่งผลการจำแนกสภาวะการหลับของอัลกอริธึมทั้งสองให้ผลที่ใกล้เคียงกัน เว้นแต่ผลการจำแนกสภาวะตื่นของอัลกอริธึมที่ 2 จะมีความถูกต้องและความน่าเชื่อถือมากกว่าของอัลกอริธึมที่ 1 เนื่องจากเงื่อนไขที่ใช้ในการจำแนกสภาวะตื่นของอัลกอริธึมที่ 2 จะขึ้นอยู่กับสัญญาณในช่วงความถี่อัลฟาซึ่งจะสังเกตเห็นได้ชัดเจนในขณะที่ตื่น

เมื่อเปรียบเทียบผลการจำแนกสภาวะการหลับด้วยข่ายงานระบบประสาทกับผลการจำแนกสภาวะการหลับด้วยอัลกอริธึมที่สร้างขึ้น พบว่าผลการจำแนกด้วยอัลกอริธึมที่สร้างขึ้นมีค่าความถูกต้องมากกว่าอย่างเห็นได้ชัด โดยมีความถูกต้องในการจำแนกประมาณ 80 – 90 % เนื่องจากการหาค่าลักษณะสำคัญที่ใช้และขั้นตอนในการจำแนกสภาวะการหลับของอัลกอริธึมที่พัฒนาขึ้นมีความยืดหยุ่นมากกว่า นอกจากนี้แล้วอัลกอริธึมทั้งสองนี้ยังมีจุดเด่นอยู่ที่ผลการจำแนกสภาวะ REM มีความถูกต้องสูง และผลการจำแนกสภาวะการหลับจะไม่ขึ้นอยู่กับอัตราขยายของระบบวัดอีกด้วย

เมื่อทำการทดสอบอัลกอริธึมที่สร้างขึ้นกับสัญญาณลูกตาที่ได้จากวงจรวัดที่สร้างขึ้นเอง พบว่ามีความผิดปกติของการจำแนกเกิดขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผลของอัลกอริธึมที่สร้างขึ้นหรือผลของการความคลาดเคลื่อนในการติดตั้งอิเล็กโทรดหรือชนิดของอิเล็กโทรดที่ใช้ นอกจากนี้แล้วยังมีปัจจัยอื่น ๆ อีก เช่น ความวิตกกังวลและความระคายเคืองที่เกิดจากการติดอิเล็กโทรดซึ่งทำให้ผู้ถูกวัดนอนไม่หลับหรืออาจจะหลับไม่สนิทได้

แม้ว่าผลการจำแนกสภาวะการหลับโดยใช้คลื่นลูกตาจะมีความผิดพลาดมากในบางชุดข้อมูล แต่ก็แสดงให้เห็นว่าสามารถใช้ในการวินิจฉัยสภาวะการหลับเบื้องต้นได้ เพราะเมื่อมีการจำแนกผิดพลาดจะเป็นการจำแนกผิดพลาดที่เห็นได้ชัดหรือมีความผิดปกติสูง ซึ่งจะบ่งชี้ว่าอาจจะเกิดความผิดปกติจากผู้ถูกวัดหรือจากระบบวัดขึ้น อันจะนำไปสู่การวินิจฉัยหาสาเหตุโดยอาศัยเครื่องมือแพทย์ได้ต่อไป