

บทที่ 5

ผลการทดสอบข้อมูลทีวัดจากเครื่องวัดสัญญาณคลื่นลูกตากับอัลกอริธึมที่สร้างขึ้น

ในการทดสอบอัลกอริธึมในบทที่ผ่านมาแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของอัลกอริธึมที่สร้างขึ้น ซึ่งเป็นการยืนยันว่าอัลกอริธึมทั้งสองนี้สามารถนำมาใช้จำแนกสภาวะการหลับได้ ในการทดลองต่อไปนี้จะทำการทดสอบชุดข้อมูลที่ได้จากเครื่องวัดสัญญาณคลื่นลูกตาคือที่สร้างขึ้นเองด้วยอัลกอริธึมทั้งสอง เพื่อแสดงศึกษาว่าเครื่องวัดสัญญาณคลื่นลูกตาคือที่สร้างขึ้นนั้นสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพเพียงใด

สัญญาณคลื่นลูกตาคือที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องวัดสัญญาณคลื่นลูกตาคือที่สร้างขึ้นนี้จะถูกจัดเก็บในรูปแบบของไฟล์นามสกุล TXT ที่มีลักษณะการจัดเก็บเหมือนกับไฟล์ที่ได้จากการแบ่งย่อยไฟล์นามสกุล EEG ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 โดยทำการจัดเก็บด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจาก LABVIEW ดังรายละเอียดในบทที่ 2 ขั้นตอนในการประมวลผลชุดข้อมูลเหมือนกับการทดลองที่ผ่านมาทุกประการ

ชุดข้อมูลที่ใช้ในการทดลองนี้มีทั้งหมด 3 ชุด ได้แก่

SCTEOG1: ชุดข้อมูลที่ได้จากการวัดนายสุชิน ไตรรงค์จิตเหมาะ ครั้งที่ 1

SCTEOG2: ชุดข้อมูลที่ได้จากการวัดนายสุชิน ไตรรงค์จิตเหมาะ ครั้งที่ 2

PKWEOG: ชุดข้อมูลที่ได้จากการวัดนายภควัฒน์ วิเศษละคร

โดยฮิวโปรแกรมของผลการจำแนกสภาวะการหลับด้วยอัลกอริธึมทั้งสองวิธีของทั้ง 3 ชุดข้อมูลแสดงในรูปที่ 5.1 – 5.3 จากผลการจำแนกสภาวะการหลับของข้อมูลชุด SCTEOG1 จะพบว่า Epoch ที่ถูกระบุว่าเป็นสภาวะ DS จำนวนมาก ซึ่งตามกฎ R&K แล้วในคืนหนึ่ง ๆ ควรจะมีสภาวะนี้เพียง 15 – 20% ของระยะเวลาการหลับทั้งหมด แสดงให้เห็นว่าเกิดความผิดพลาดกับผลการจำแนกสภาวะการหลับของข้อมูลชุดนี้ และเมื่อพิจารณาถึงผลการจำแนกของข้อมูลชุดอื่น ๆ ในรูปที่ 2 และ 3 พบว่ามีจำนวนของ Epoch ที่ถูกจำแนกว่าเป็นสภาวะ DS มากเช่นกันแต่มีปริมาณน้อยกว่าในข้อมูลชุด SCTEOG1 ซึ่งหากพิจารณาจากผลการทดสอบอัลกอริธึมในบทที่ผ่านมา พบว่าผลการจำแนกสภาวะ DS. อยู่ในระดับที่เชื่อถือได้ จึงไม่น่าจะเป็นสาเหตุหลักของความผิดพลาดของผลการจำแนกสภาวะการหลับ

เมื่อพิจารณารูปที่ 5.4, 5.5 และ 5.6 แสดงตัวอย่าง Epoch ที่ถูกจำแนกว่าเป็นสภาวะ DS ด้วยอัลกอริธึมทั้งสองวิธีของชุดข้อมูล SCTEOG1, SCTEOG2 และ PKWEOG ตามลำดับ เปรียบเทียบกับรูปที่ 5.7 ซึ่งแสดงสัญญาณคลื่นลูกตาคือและรูปแบบของสเปกตรัมกำลังของ Epoch ในชุดข้อมูล SCTEOG1 ที่ถูกจำแนกโดยแพทย์และอัลกอริธึมทั้งสองว่าเป็นสภาวะ DS จะพบว่าสัญญาณทาง

เวลามีลักษณะคล้ายคลึงกันแต่เมื่อพิจารณารูปแบบของสเปกตรัมจะพบว่าสเปกตรัมกำลังของสัญญาณที่มีความถี่ต่ำกว่า 0.5 Hz จะมีขนาดต่ำกว่าที่พบในรูปที่ 5.4, 5.5 และ 5.6 ทั้งนี้เนื่องมาจากระบบวัดที่แตกต่างกันกล่าวคือ ระบบวัดของแพทย์นั้น ได้กำหนดช่วงความถี่ของการวัดอยู่ในช่วง 0.5 – 35 Hz ส่วนระบบวัดที่สร้างขึ้นมีช่วงความถี่ที่ทำการวัดอยู่ในช่วง 0.2 – 30 Hz ซึ่งจากการศึกษาพบว่าความแตกต่างนี้ไม่มีผลต่อการจำแนกสภาวะการหลับ นอกจากนี้แล้วสาเหตุที่เกิดความผิดพลาดนี้อาจเกิดจากการติดตั้งอิเล็กโทรดที่อาจมีความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งที่ติดหรือชนิดของอิเล็กโทรดที่ใช้ในการวัดซึ่งก็อาจส่งผลให้การจำแนกด้วยอัลกอริทึมที่สร้างขึ้นนั้นเกิดความผิดพลาดได้

ผลการจำแนกสภาวะตื่นของข้อมูลทั้ง 3 ชุด ด้วยอัลกอริทึมทั้งสองวิธีแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างเนื่องจากเงื่อนไขในการจำแนกสภาวะตื่นอย่างเห็นได้ชัด กล่าวคือเมื่ออัลกอริทึมที่ 1 จำแนก Epoch นั้นเป็นสภาวะตื่น ในขณะที่อัลกอริทึมที่ 2 จำแนกเป็นสภาวะ LS และในทางกลับกันเมื่ออัลกอริทึมที่ 2 จำแนก Epoch นั้นว่าเป็นสภาวะตื่น ในขณะที่อัลกอริทึมที่ 1 จำแนกเป็นสภาวะ DS หรือ REM อย่างไรก็ตามจะพบว่ามี Epoch ที่ถูกจำแนกว่าเป็นสภาวะตื่นด้วยอัลกอริทึมทั้งสองพร้อมกัน ซึ่งน่าจะบ่งบอกว่า Epoch นั้นเป็นสภาวะตื่นจริง ๆ

ผลของการจำแนกสลับกันระหว่างสองอัลกอริทึมนี้แสดงให้เห็นถึงความผิดพลาดของสัญญาณที่วัดได้จากเครื่องวัดสัญญาณคลื่นลูกตา กล่าวคือจากรูปที่ 5.8, 5.9 และ 5.10 แสดงตัวอย่างของ Epoch ที่ถูกจำแนกว่าเป็นสภาวะตื่นด้วยอัลกอริทึมที่ 1 และถูกจำแนกว่าเป็นสภาวะ LS ด้วยอัลกอริทึมที่ 2 ของชุดข้อมูล SCTEOG1, SCTEOG2 และ PKWEOG ตามลำดับ จะพบว่าองค์ประกอบทางความถี่ช่วงอัลฟาของ Epoch เหล่านี้มีค่าน้อย แต่มีการเคลื่อนไหวของลูกตามาก เหตุนี้จึงทำให้เกิดการจำแนกผิดพลาดได้ และอาจจะเป็นผลจากที่เคยกล่าวไว้แล้วว่าสภาวะตื่นกับสภาวะการหลับขั้นที่ 1 มีลักษณะบางอย่างร่วมกันอยู่จึงเป็นไปได้ที่อัลกอริทึมที่ 1 จะจำแนกผิดพลาด ซึ่งก็สามารถพบได้ในผลการทดลองในบทที่ผ่านมาเช่นกัน

ส่วนในกรณีที่อัลกอริทึมที่ 2 จำแนกเป็นสภาวะตื่นแต่อัลกอริทึมที่ 1 จำแนกว่าเป็นสภาวะ DS ดังแสดงตัวอย่าง Epoch ของชุดข้อมูล SCTEOG1, SCTEOG2 และ PKWEOG ในรูปที่ 5.11, 5.12 และ 5.13 ตามลำดับ จะพบว่ารูปแบบของสเปกตรัมกำลังของสัญญาณคลื่นลูกตามีคุณสมบัติตรงตามเงื่อนไขของการจำแนกสภาวะตื่นในอัลกอริทึมที่ 1 แต่เหตุที่ถูกจำแนกเป็นสภาวะ DS นั้นก็เนื่องมาจาก Epoch นี้มีค่าลักษณะสำคัญของการจำแนกสภาวะ DS เป็นไปตามเงื่อนไขของอัลกอริทึมที่ 1 ด้วย อีกทั้งลำดับของการจำแนกในอัลกอริทึมที่ 1 จะทำการจำแนกสภาวะ DS ก่อน ทำให้ Epoch นั้น ถูกจำแนกเป็นสภาวะ DS ไป

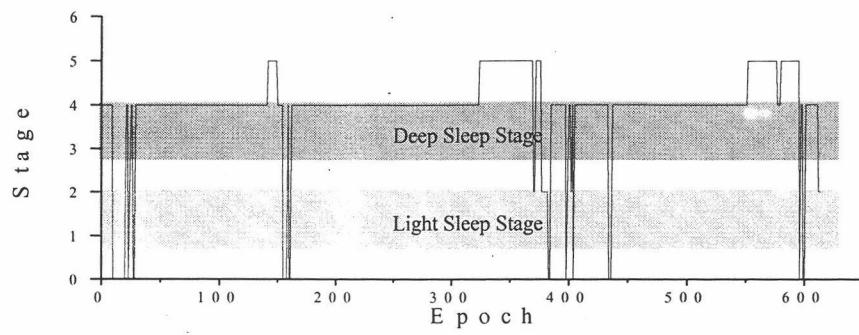
ส่วนในกรณีที่ผลการจำแนกจากอัลกอริทึมที่ 2 เป็นสภาวะตื่นแต่อัลกอริทึมที่ 1 จำแนกว่าเป็นสภาวะ REM นั้นก็เนื่องมาจากอัลกอริทึมที่ 1 ไม่ได้พิจารณาการเกิดของสัญญาณในช่วงความถี่อัลฟา (8 – 12 Hz) และเนื่องจากสภาวะตื่นกับสภาวะ REM นั้นมีลักษณะการเคลื่อนไหวของคลื่น

ถูกตาเหมือนกัน ซึ่งจะสังเกตพบได้จากตัวอย่างของ Epoch ดังแสดงในรูปที่ 5.14 โดยค่าสัมประสิทธิ์คอร์รีเลชันที่ได้จะมีค่าเป็นลบซึ่งก็ตรงกับเงื่อนไขของการจำแนกสถานะ REM ส่งผลให้อัลกอริทึมที่ 1 จำแนก Epoch นั้นเป็นสถานะ REM

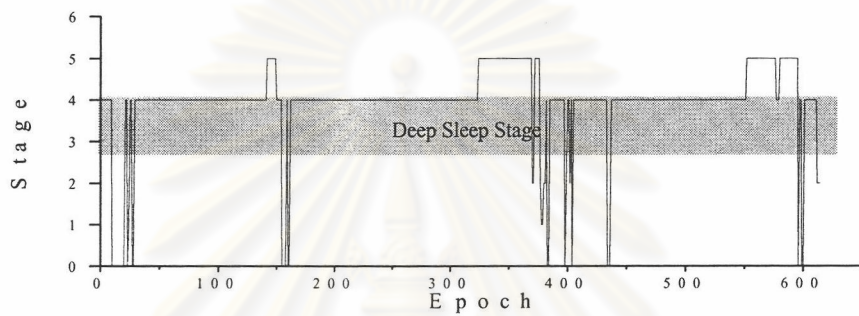
จากผลการทดลองนี้ แสดงให้เห็นว่าผลการจำแนกสถานะการหลับของชุดข้อมูลที่ได้จากเครื่องวัดสัญญาณคลื่นถูกตาที่สร้างขึ้น มีความผิดพลาดเกิดขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผลของอัลกอริทึมที่สร้างขึ้นหรือผลของการความคลาดเคลื่อนในการติดตั้งอิเล็กโทรดหรือชนิดของอิเล็กโทรดที่ใช้ นอกจากนี้แล้วยังมีปัจจัยอื่น ๆ อีก เช่น ความวิตกกังวลและความระคายเคืองที่เกิดจากการติดอิเล็กโทรดซึ่งทำให้ผู้ถูกวัดนอนไม่หลับหรืออาจจะหลับไม่สนิทได้



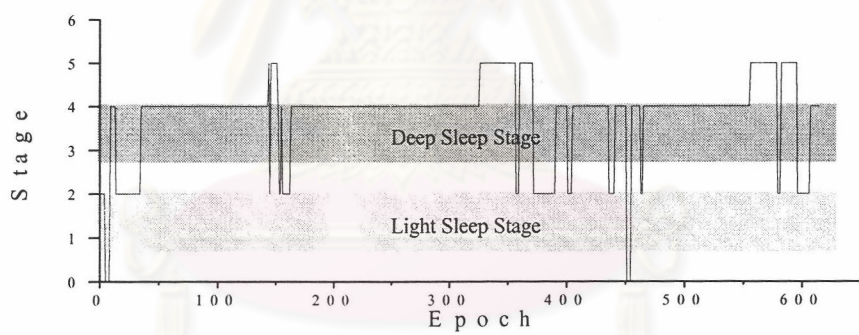
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



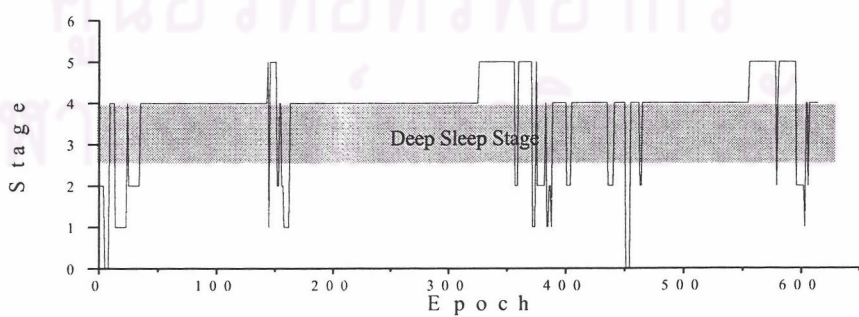
รูป ก



รูป ข



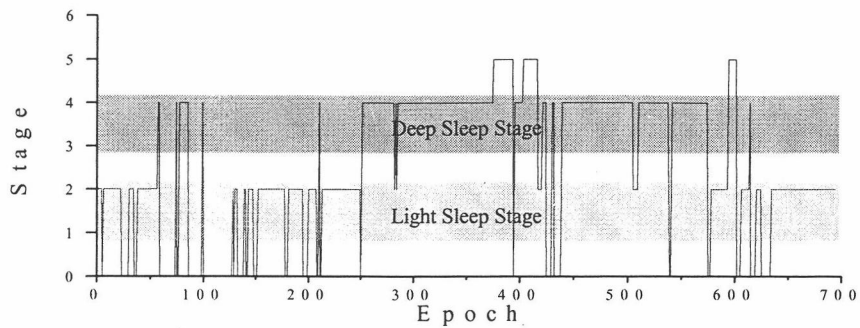
รูป ค



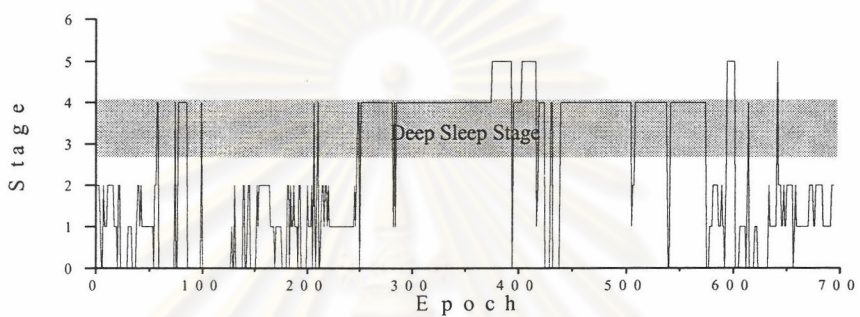
รูป ง

รูปที่ 5.1 ฮีพโนแกรมของผลการจำแนกสภาวะการหลับของข้อมูลชุด SCTEOG1 ด้วยอัลกอริทึมที่ 1 แบบ 4 กลุ่ม (ก), อัลกอริทึมที่ 1 แบบ 5 กลุ่ม (ข), อัลกอริทึมที่ 2 แบบ 4 กลุ่ม (ค) และ อัลกอริทึมที่ 2 แบบ 5 กลุ่ม (ง)

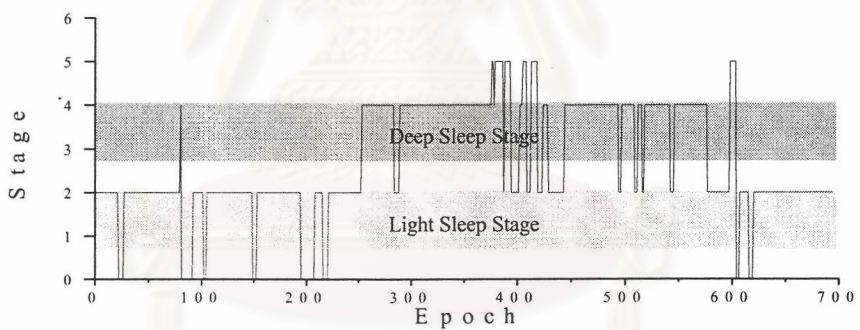
ตามลำดับ



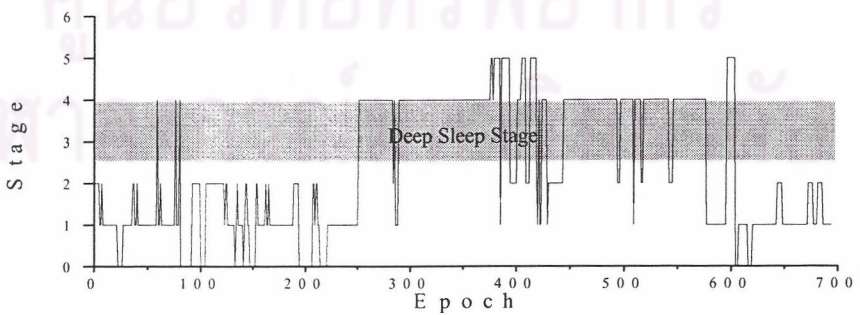
รูป ก



รูป ข



รูป ค

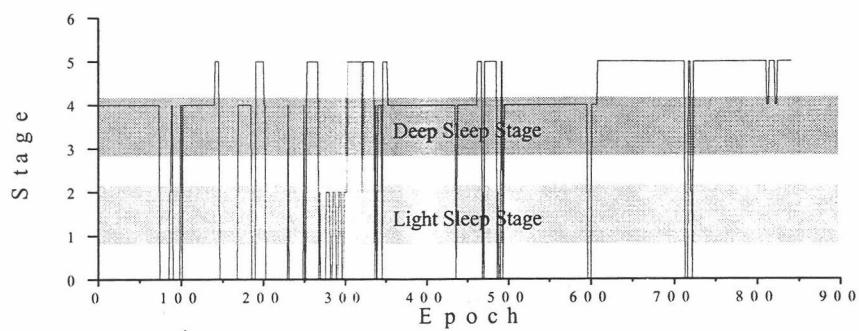


รูป ง

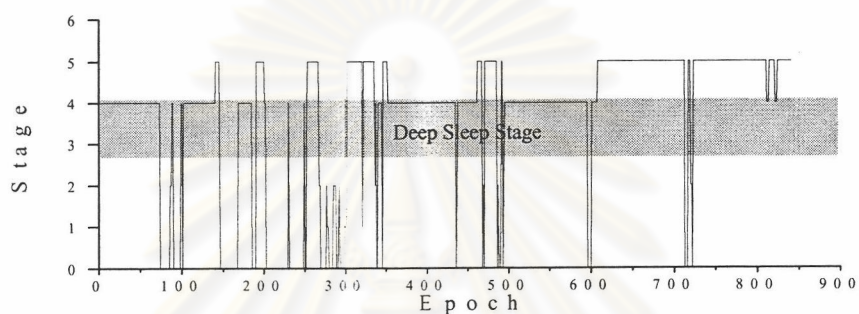
รูปที่ 5.2 ฮีพโนแกรมของผลการจำแนกสภาวะการหลับของข้อมูลชุด SCTEOG2 ด้วยอัลกอริทึมที่ 1 แบบ 4 กลุ่ม

(ก), อัลกอริทึมที่ 1 แบบ 5 กลุ่ม (ข), อัลกอริทึมที่ 2 แบบ 4 กลุ่ม (ค) และ อัลกอริทึมที่ 2 แบบ 5 กลุ่ม (ง)

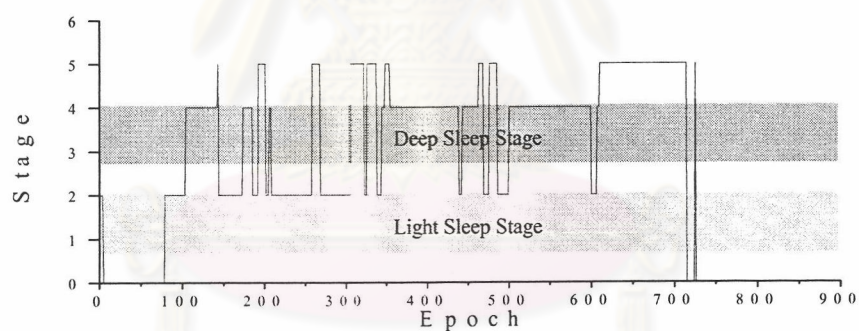
ตามลำดับ



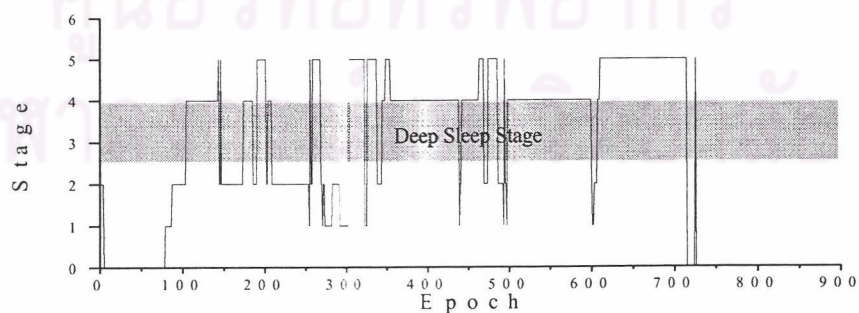
รูป ก



รูป ข



รูป ค

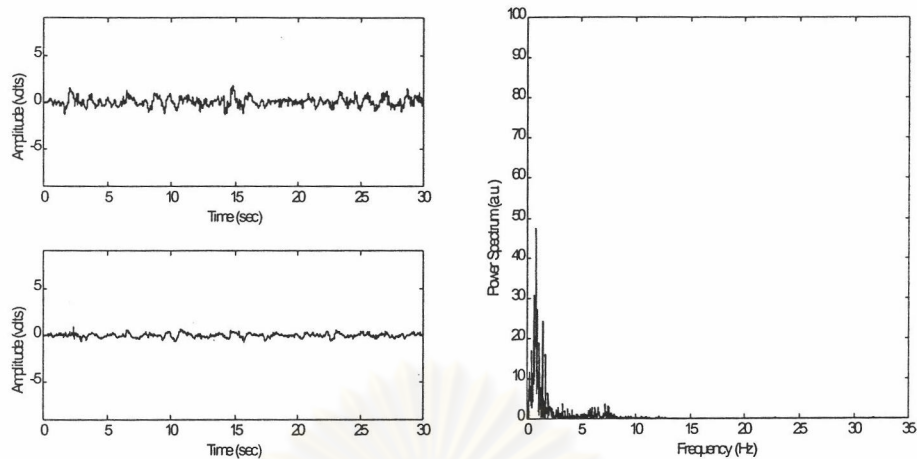


รูป ง

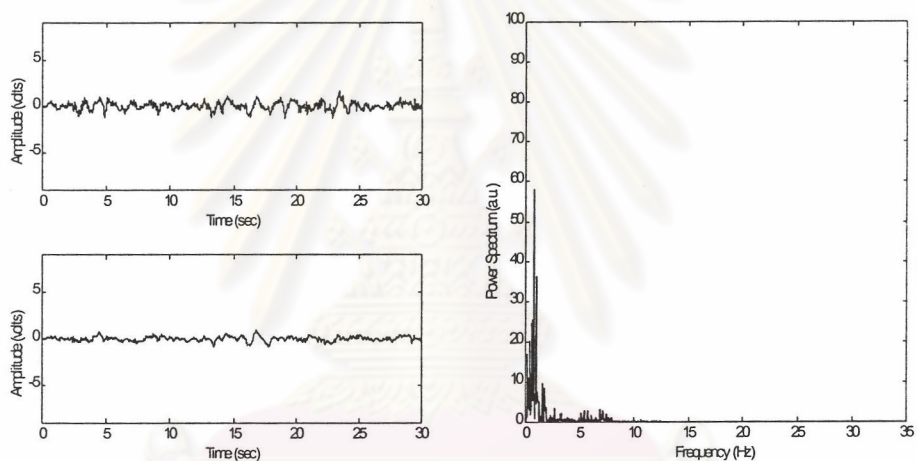
รูปที่ 5.3 ฮิปโนแกรมของผลการจำแนกสภาวะการหลับของข้อมูลชุด PKWEOG ด้วยอัลกอริทึมที่ 1 แบบ 4 กลุ่ม

(ก), อัลกอริทึมที่ 1 แบบ 5 กลุ่ม (ข), อัลกอริทึมที่ 2 แบบ 4 กลุ่ม (ค) และ อัลกอริทึมที่ 2 แบบ 5 กลุ่ม (ง)

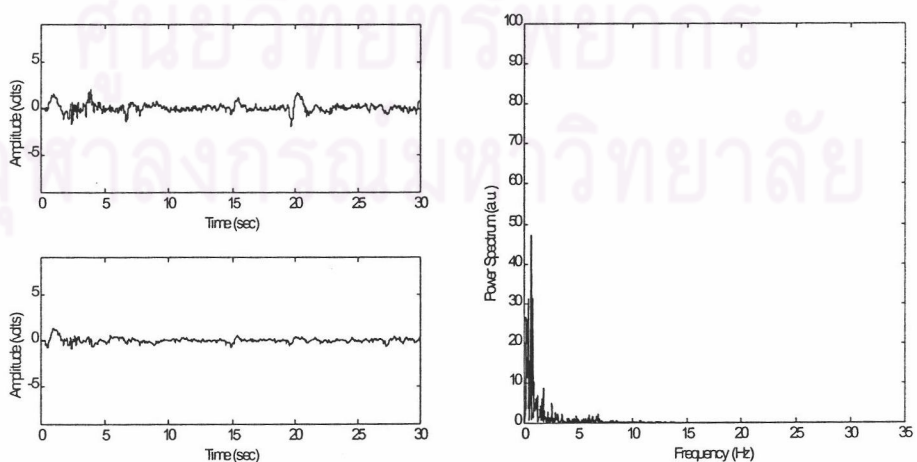
ตามลำดับ



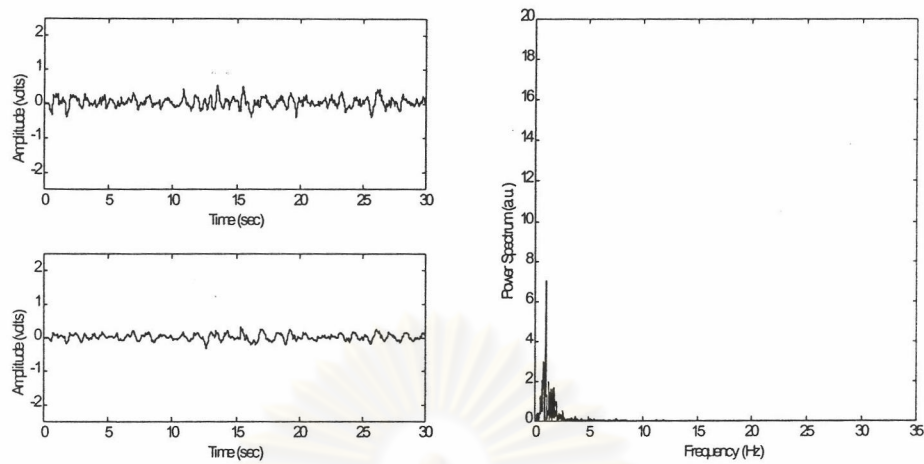
รูปที่ 5.4 สัญญาณคลื่นลูกตาด้านซ้าย (บนซ้าย) ด้านขวา (ล่างซ้าย) และสเปกตรัมกำลังของสัญญาณคลื่นลูกตาด้านซ้าย (ขวา) ของ Epoch ที่ถูกจำแนกด้วยอัลกอริทึมทั้งสองว่าเป็นสภาวะ DS ของข้อมูลชุด SCTEOG1



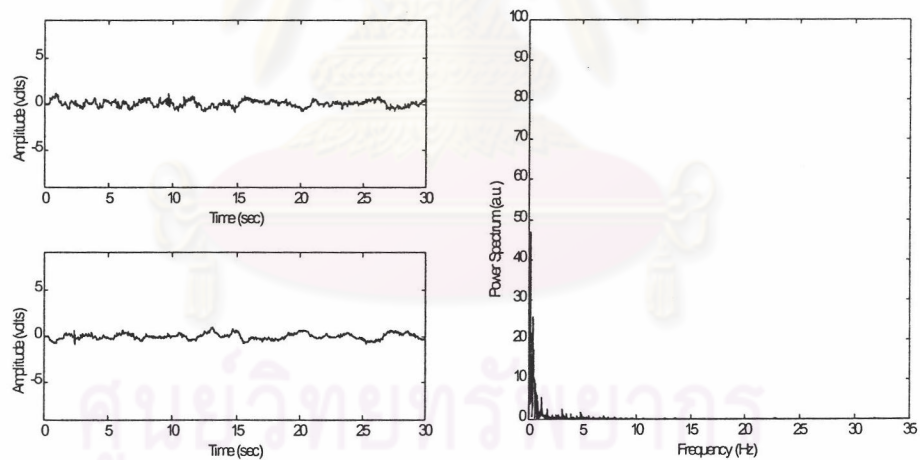
รูปที่ 5.5 สัญญาณคลื่นลูกตาด้านซ้าย (บนซ้าย) ด้านขวา (ล่างซ้าย) และสเปกตรัมกำลังของสัญญาณคลื่นลูกตาด้านซ้าย (ขวา) ของ Epoch ที่ถูกจำแนกด้วยอัลกอริทึมทั้งสองว่าเป็นสภาวะ DS ของข้อมูลชุด SCTEOG2



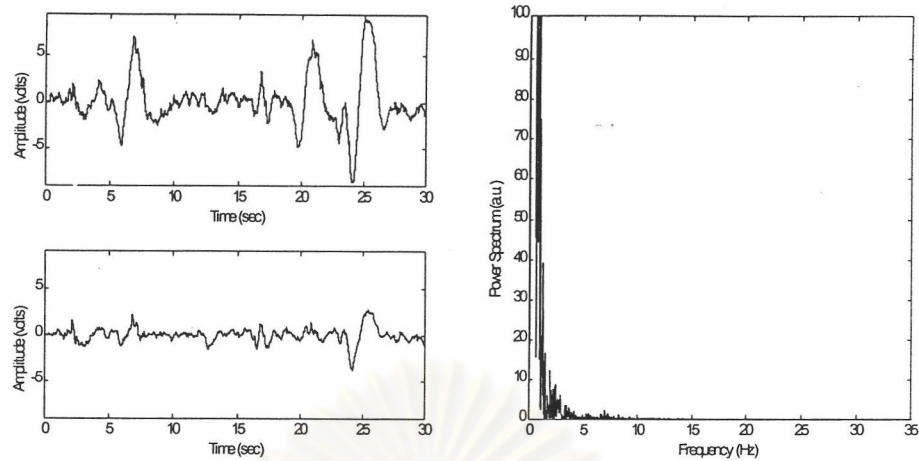
รูปที่ 5.6 สัญญาณคลื่นลูกตาด้านซ้าย (บนซ้าย) ด้านขวา (ล่างซ้าย) และสเปกตรัมกำลังของสัญญาณคลื่นลูกตาด้านซ้าย (ขวา) ของ Epoch ที่ถูกจำแนกด้วยอัลกอริทึมทั้งสองว่าเป็นสภาวะ DS ของข้อมูลชุด PKWEOG



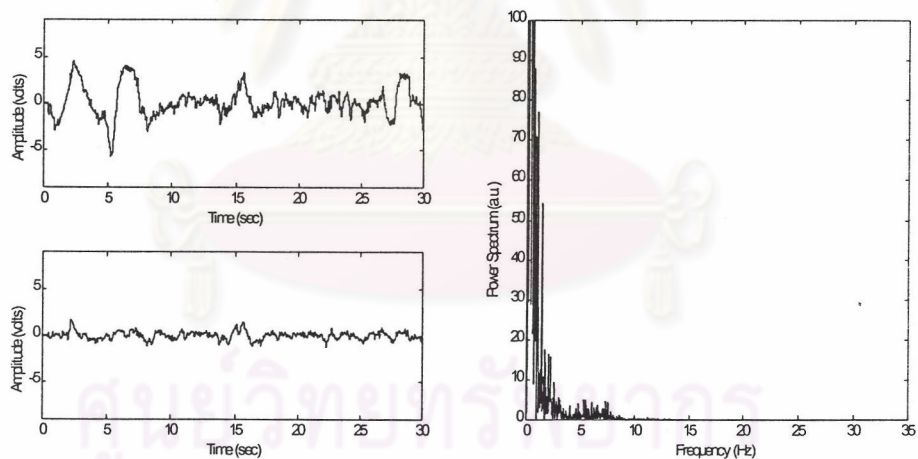
รูปที่ 5.7 สัญญาณคลื่นลูกตาด้านซ้าย (บนซ้าย) ด้านขวา (ล่างซ้าย) และสเปกตรัมกำลังของสัญญาณคลื่นลูกตาด้านซ้าย (ขวา) ของ Epoch ที่ถูกจำแนกโดยแพทย์และอัลกอริทึมทั้งสองว่าเป็นสถานะ DS ของข้อมูลชุด SCTEEG1



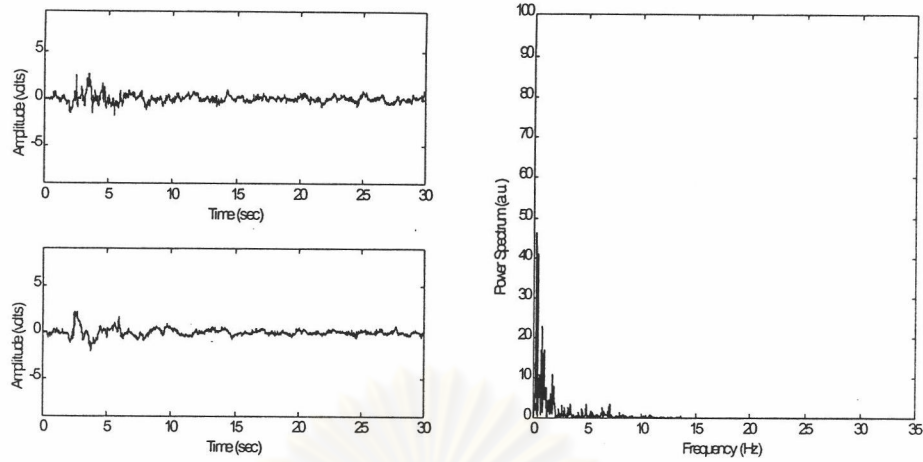
รูปที่ 5.8 สัญญาณคลื่นลูกตาด้านซ้าย (บนซ้าย) ด้านขวา (ล่างซ้าย) และสเปกตรัมกำลังของสัญญาณคลื่นลูกตาด้านซ้าย (ขวา) ของ Epoch ที่ถูกจำแนกกว่าเป็นสถานะตื่นในอัลกอริทึมที่ 1 และเป็นสถานะ LS ในอัลกอริทึมที่ 2 ของข้อมูลชุด SCTEOG1



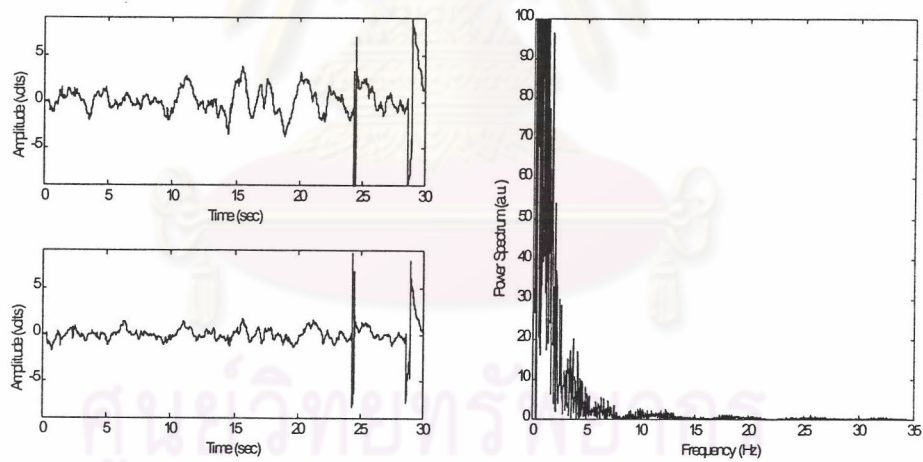
รูปที่ 5.9 สัญญาณคลื่นลูกตาด้านซ้าย (บนซ้าย) ด้านขวา (ล่างซ้าย) และสเปกตรัมกำลังของสัญญาณคลื่นลูกตาด้านซ้าย (ขวา) ของ Epoch ที่ถูกจำแนกว่าเป็นสถานะตื่นในอัลกอริทึมที่ 1 และเป็นสถานะ LS ในอัลกอริทึมที่ 2 ของข้อมูลชุด SCTEOG2



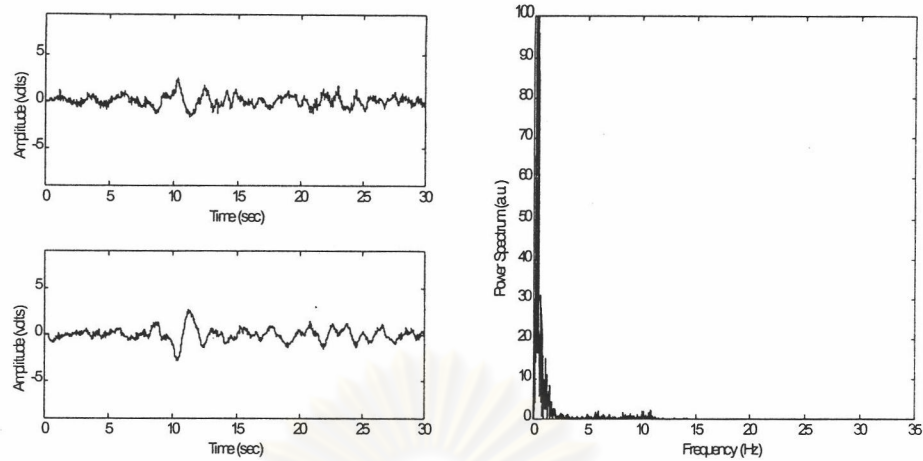
รูปที่ 5.10 สัญญาณคลื่นลูกตาด้านซ้าย (บนซ้าย) ด้านขวา (ล่างซ้าย) และสเปกตรัมกำลังของสัญญาณคลื่นลูกตาด้านซ้าย (ขวา) ของ Epoch ที่ถูกจำแนกว่าเป็นสถานะตื่นในอัลกอริทึมที่ 1 และเป็นสถานะ LS ในอัลกอริทึมที่ 2 ของข้อมูลชุด PKWEOG



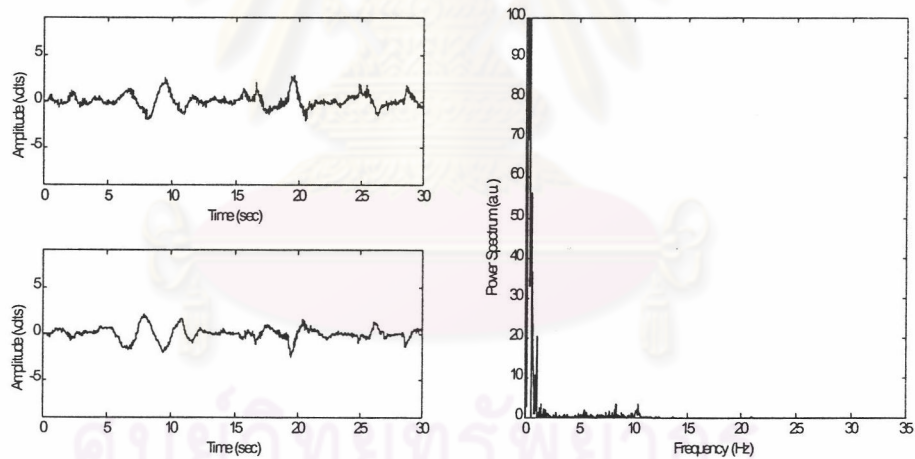
รูปที่ 5.11 สัญญาณคลื่นลูกตาด้านซ้าย (บนซ้าย) ด้านขวา (ล่างซ้าย) และสเปกตรัมกำลังของสัญญาณคลื่นลูกตาด้านซ้าย (ขวา) ของ Epoch ที่ถูกจำแนกว่าเป็นสถานะตื่นในอัลกอริทึมที่ 2 และเป็นสถานะ DS ในอัลกอริทึมที่ 1 ของข้อมูลชุด SCTEOG1



รูปที่ 5.12 สัญญาณคลื่นลูกตาด้านซ้าย (บนซ้าย) ด้านขวา (ล่างซ้าย) และสเปกตรัมกำลังของสัญญาณคลื่นลูกตาด้านซ้าย (ขวา) ของ Epoch ที่ถูกจำแนกว่าเป็นสถานะตื่นในอัลกอริทึมที่ 2 และเป็นสถานะ DS ในอัลกอริทึมที่ 1 ของข้อมูลชุด SCTEOG2



รูปที่ 5.13 สัญญาณคลื่นลูกตาด้านซ้าย (บนซ้าย) ด้านขวา (ล่างซ้าย) และสเปกตรัมกำลังของสัญญาณคลื่นลูกตาด้านซ้าย (ขวา) ของ Epoch ที่ถูกจำแนกว่าเป็นสภาวะตื่นในอัลกอริทึมที่ 2 และเป็นสภาวะ DS ในอัลกอริทึมที่ 1 ของข้อมูลชุด PKWEOG



รูปที่ 5.14 สัญญาณคลื่นลูกตาด้านซ้าย (บนซ้าย) ด้านขวา (ล่างซ้าย) และสเปกตรัมกำลังของสัญญาณคลื่นลูกตาด้านซ้าย (ขวา) ของ Epoch ที่ถูกจำแนกว่าเป็นสภาวะตื่นในอัลกอริทึมที่ 2 และเป็นสภาวะ REM ในอัลกอริทึมที่ 1 ของข้อมูลชุด PKWEOG