บทที่ 4
ผลการวิจัยและการวิเคราะห์ผล

ในบทนี้กล่าวถึงพารามิเตอร์ที่สำคัญในระบบการบ่งชี้ผู้พูด ค่าพารามิเตอร์ที่ปรับเปลี่ยนในการทดลอง ผลการวิจัยที่ได้ในแต่ละกรณี และวิเคราะห์ผลที่ได้ ผลการวิจัยทั้งหมดนี้เป็นผลการทดสอบระบบการบ่งชี้ผู้พูดแบบขึ้นกับบทคำพูดที่ได้ฝึกฝนระบบตามค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ได้กำหนดไว้ในการทดลอง สำหรับข้อมูลเสียงพูดที่นำมาฝึกฝนและทดสอบระบบนี้เป็นข้อมูลเสียงพูดจากชุดฝึกฝนและชุดทดสอบที่อิสระกันดังที่กล่าวไว้แล้วในบทที่ 3 ซึ่งมีข้อมูลเสียงพูดในชุดฝึกฝนและทดสอบจำนวนเท่ากับ 60 ตัวอย่างต่อหนึ่งประโยค ส่วนผลของการทดสอบระบบด้วยข้อมูลเสียงพูดในชุดฝึกฝนนั้นไม่ได้แสดงผลไว้ เพราะว่าระบบมีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเท่ากับร้อยละ 100 ในทุกๆ กรณี เนื่องจากกำหนดให้ระบบสร้างต้นแบบอ้างอิงของผู้พูดแต่ละบุคคลจากเสียงพูดในชุดฝึกฝนทำให้ต้นแบบอ้างอิงนั้นๆ ลู่เข้าสู่เสียงพูดที่ใช้ฝึกฝน ระบบจึงสามารถแยกแยะความแตกต่างเสียงพูดในชุดฝึกฝนได้ดี

4.1 พารามิเตอร์และขั้นตอนวิธีการที่สำคัญในระบบการบ่งชี้ผู้พูด

พารามิเตอร์ที่มีผลกับระบบการบ่งชี้ผู้พูดแบบขึ้นกับบทคำพูดที่ใช้ในงานวิจัยนี้สามารถแบ่งได้เป็น 3 พารามิเตอร์ใหญ่ๆ คือ

1. อันดับของลักษณะสำคัญที่ใช้ในการวิเคราะห์
2. ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัส
3. จำนวนสถานะของแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟ

พารามิเตอร์ทั้งสามนี้เป็นพารามิเตอร์ที่มีผลกับอัตราการบ่งชี้ผู้พูดของระบบโดยตรง เนื่องจากเป็นพารามิเตอร์ของลักษณะสำคัญของข้อมูลที่ใช้แทนสัญญาณเสียงพูด พารามิเตอร์ของชุดต้นแบบอ้างอิงที่ใช้ในการเปรียบเทียบและพารามิเตอร์ของแบบจำลองที่ใช้ในการจำลองเสียงพูดของแต่ละบุคคล จึงมีความสำคัญอย่างมากกับระบบการบ่งชี้ผู้พูด

นอกจากพารามิเตอร์ที่กล่าวมาแล้วนี้ยังมีขั้นตอนวิธีการสร้างและฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่ใช้ในการควอนไทซ์แบบเวกเตอร์นั้นก็เป็นขั้นตอนวิธีการที่มีความสำคัญอย่างมากต่อการสร้างของระบบ ในงานวิจัยนี้ได้สร้างและฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสแบบชุดรหัสเดี่ยว (Single Codebook) โดยใช้ขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วนและขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุด เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบที่สร้างและฝึกฝนจากขั้นตอนวิธีการทั้งสอง

4.2 การทดลองปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ต่างๆ

ในงานวิจัยนี้ได้ทดลองปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ที่มีผลกับระบบการบ่งชี้ผู้พูดแบบขึ้นกับบทคำพูด ดังที่กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 4.1 ซึ่งสามารถแบ่งการทดลองออกเป็นหัวข้อย่อยได้ทั้งหมด 3 การทดลองใหญ่ๆ คือการทดลองปรับเปลี่ยนค่าอันดับของลักษณะสำคัญ การทดลองปรับเปลี่ยนขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสและการทดลองปรับเปลี่ยนจำนวนสถานะของแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟ ในแต่ละการทดลองข้างต้นนี้ได้เปรียบเทียบผลการวิจัยที่ได้ในแต่ละกรณีที่เกิดจากต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่ถูกสร้างขึ้นโดยขั้นตอนวิธีการสองวิธีคือ ขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วนและขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุด ดังกล่าวรายละเอียดของขั้นตอนวิธีการทั้งสองในหัวข้อที่ 2.3

การสร้างและฝึกฝนระบบการบ่งชี้ผู้พูดแบบขึ้นกับบทคำพูด เพื่อใช้ในการทดลองปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ต่างๆ นี้สร้างและฝึกฝนจากข้อมูลเสียงพูดที่อยู่ในชุดฝึกฝนเท่านั้น ส่วนข้อมูลเสียงพูดในชุดทดสอบจะใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของระบบที่ได้สร้างขึ้นจากค่าพารามิเตอร์ที่ได้ปรับเปลี่ยนในการทดลองต่างๆ สำหรับรายละเอียดของการทดลองมีดังต่อไปนี้

4.2.1 การทดลองปรับเปลี่ยนอันดับของลักษณะสำคัญ

ในการทดลองนี้ได้ปรับเปลี่ยนอันดับของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้น (LPC) สัมประสิทธิ์เซปสตรอล (CEP) และสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมล (MFCC) โดยมีค่าอันดับในการปรับเปลี่ยนดังนี้ 10 12 14 และ 16 เนื่องจากการหาค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรอลที่ใช้ในงานวิจัยนี้คำนวณได้จากค่าสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นตามสมการที่ (2.26) และ (2.27) ดังนั้นค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรอลในอันดับที่ 10 12 14 และ 16 คำนวณได้จากค่าสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นในอันดับที่ 10 12 14 และ 16 ตามอันดับ กล่าวคือการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรอลคำนวณมาจากค่าสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นที่มีอันดับเท่ากัน เพื่อต้องการเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลที่ได้จากการใช้ค่าสัมประสิทธิ์เซปสตรอลและค่าสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นที่มีอันดับเท่ากัน

เนื่องจากการทดลองนี้เป็นการศึกษาผลที่เกิดจากการปรับเปลี่ยนอันดับของลักษณะสำคัญ ดังนั้นจึงกำหนดให้ขนาดของต้นแบบชุดรหัสอ้างอิง และจำนวนสถานะของแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟมีค่าคงที่คือมีขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 50 100 และ 150 เพื่อพิจารณาความเปลี่ยนแปลงขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสกับอันดับของลักษณะสำคัญ ส่วนจำนวนสถานะของแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟนั้นกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 5 ในทุกกรณีที่พิจารณา เนื่องจากว่าจำนวนสถานะของแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟมีผลกับเวลาที่ใช้ในการประมวลผลของระบบมากกว่าพารามิเตอร์อื่นๆ จึงกำหนดให้มีค่าน้อยๆ เพื่อให้เวลาที่ใช้ในการบ่งชี้ผู้พูดของแต่ละเสียงตอบสนองในเวลาอันสั้นโดยใช้เวลาไม่ถึงวินาทีต่อหนึ่งเสียงที่ทดสอบ ส่วนสาเหตุที่ต้องพิจารณาการเปลี่ยนแปลงอันดับของลักษณะสำคัญที่ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 50 100 และ 150 เนื่องจากขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสมีผลต่ออันดับของลักษณะสำคัญที่เปลี่ยนแปลง

ดังนั้นเพื่อให้แน่ใจว่าอันดับของลักษณะสำคัญที่ได้จากการทดลองนี้เป็นอันดับของลักษณะสำคัญที่ให้อัตราการบ่งชี้ผู้พูดดีที่สุด แต่ถ้าขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสมีขนาดมากๆ ทำให้มีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเข้าใกล้ร้อยละ 100 ทำให้การเปรียบเทียบผลไม่ชัดเจน เพราะฉะนั้นต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่ใช้ในการทดลองนี้จึงมีขนาดเท่ากับ 50 100 และ 150

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยที่ได้จากการทดลองปรับเปลี่ยนอันดับของลักษณะสำคัญต่างๆ ที่ใช้ในระบบการบ่งชี้ผู้พูดแบบขึ้นกับบทคำพูดในแต่ละกรณีที่กล่าวไว้ข้างต้นแสดงเป็นข้อมูลในตารางที่ 4.1 ถึง 4.6 โดยตารางที่ 4.1 ถึง 4.3 เป็นตารางแสดงอัตราการบ่งชี้ผู้พูดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่ใช้ขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วนที่มีจำนวนสถานะของแบบจำลองเท่ากับ 5 และมีขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 50 100 และ 150 ตามลำดับ ส่วนตารางที่ 4.4 ถึง 4.6 เป็นตารางแสดงอัตราการบ่งชี้ผู้พูดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่ใช้ขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุดที่มีจำนวนสถานะของแบบจำลองเท่ากับ 5 และมีขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 50 100 และ 150 ตามลำดับเช่นเดียวกัน และแสดงเป็นกราฟเพื่อใช้ในการวิเคราะห์และเข้าใจได้ง่ายขึ้นดังรูปที่ 4.1 ถึง 4.18 ตามลำดับ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดของระบบที่ใช้สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นเป็นลักษณะสำคัญ เมื่อจำนวนสถานะของแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟเท่ากับ 5 และฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสโดยใช้ขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วน

	อัตราการบ่งชี้ผู้พูด (%)		
อันดับของลักษณะสำคัญ	ประโยคที่ 1	ประโยคที่ 2	ประโยคที่ 3
ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 50			
10	85.00	**91.67**	85.00
12	83.33	86.67	83.33
14	80.00	85.00	78.33
16	**88.33**	80.00	**91.67**
ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 100			
10	91.67	95.00	95.00
12	**95.00**	93.33	**96.67**
14	93.33	**96.67**	91.67
16	93.33	93.33	93.33
ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 150			
10	**100.00**	**95.00**	**100.00**
12	96.67	93.33	**100.00**
14	98.33	93.33	95.00
16	93.33	93.33	96.67

จากตารางที่ 4.1 สังเกตได้ว่าอัตราการบ่งชี้ผู้พูดของระบบที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงอันดับของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นที่มีต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสขนาดต่างๆ ในแต่ละประโยคมีดังนี้ เมื่อขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 50 มีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 88.33 91.67 และ 91.67 ตามลำดับประโยคที่อันดับของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นเท่ากับ 16 10 และ 16 ตามลำดับประโยค แต่ถ้าขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 100 มีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 95 ในประโยคที่ และเท่ากับร้อยละ 96.67 ในประโยคที่ 2 และ 3 เมื่ออันดับของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นเท่ากับ 12 14 และ 12 ตามลำดับประโยค และที่ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 150 มีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดมากที่สุดที่อันดับของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นเท่ากับ 10 ในทุกประโยคคำพูด ส่วนในประโยคที่ 3 สังเกตได้ว่าที่อันดับของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นเท่ากับ 10 และ 12 มีอัตรา

การบ่งชี้ผู้พูดเท่ากันเนื่องจากว่าขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 150 มีจำนวนในการควอนไทซ์มากเพียงพอในการแยกแยะผู้พูดจำนวน 12 คนได้เมื่อใช้ประโยคที่ 3 เป็นบทคำพูดทำให้ไม่เห็นความแตกต่างระหว่างอันดับของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นเท่ากับ 10 และ 12 จากผลการวิจัยที่ได้สังเกตได้ว่าอันดับของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นที่ทำให้ระบบมีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดมากที่สุดในแต่ละขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสและในแต่ละประโยคมีค่าไม่เท่ากัน เพราะว่าประสิทธิภาพในการแทนข้อมูลเสียงพูดด้วยอันดับของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นนั้นขึ้นอยู่กับการควอนไทซ์เป็นสำคัญ เพราะฉะนั้นการเพิ่มอันดับของสัมประสิทธิ์อาจทำให้ประสิทธิภาพในการควอนไทซ์ลดลง และเมื่อพิจารณาการเพิ่มขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสสังเกตได้ว่าอัตราการบ่งชี้ผู้พูดมีค่ามากขึ้นตามขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัส เพราะการเพิ่มขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเป็นการเพิ่มจำนวนจุดที่ใช้แทนข้อมูลเสียงพูด

ตารางที่ 4.2 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดของระบบที่ใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรอลเป็นลักษณะสำคัญ เมื่อจำนวนสถานะของแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟเท่ากับ 5 และฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสโดยใช้ขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วน

	อัตราการบ่งชี้ผู้พูด (%)		
อันดับของลักษณะสำคัญ	ประโยคที่ 1	ประโยคที่ 2	ประโยคที่ 3
ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 50			
10	83.33	**93.33**	91.67
12	93.33	91.67	95.00
14	**96.67**	**93.33**	95.00
16	88.33	**93.33**	**100**
ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 100			
10	93.33	**98.33**	96.67
12	96.67	93.33	**100.00**
14	**98.33**	91.67	98.33
16	96.67	**98.33**	**100.00**
ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 150			
10	96.67	95.00	95.00
12	**100.00**	**100.00**	98.33
14	**100.00**	96.67	98.33
16	96.67	98.33	**100.00**

จากตารางที่ 4.2 แสดงอัตราการบ่งชี้ผู้พูดของระบบที่ใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรอลเป็นลักษณะสำคัญดังนี้ เมื่อขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 50 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 96.67 ที่อันดับของสัมประสิทธิ์เท่ากับ 14 ในประโยคที่ 1 ร้อยละ 93.33 ที่อันดับของสัมประสิทธิ์เท่ากับ 10 14 และ 16 ในประโยคที่ 2 และเท่ากับร้อยละ 100 ที่อันดับของสัมประสิทธิ์เท่ากับ 16 ในประโยคที่ 3 เมื่อขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 100 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 98.33 ที่อันดับของสัมประสิทธิ์เท่ากับ 14 ในประโยคที่ 1 ร้อยละ 98.33 ที่อันดับของสัมประสิทธิ์เท่ากับ 10 และ 16 ในประโยคที่ 2 และเท่ากับร้อยละ 100 ที่อันดับของสัมประสิทธิ์เท่ากับ 12 และ 16 ในประโยคที่ 3 และอัตราการบ่งชี้ผู้พูดมากที่สุดเมื่อขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 150 คือสูงถึงร้อยละ 100 (ในทุกๆ ประโยค) เมื่ออันดับของสัมประสิทธิ์เท่ากับ 12 และ 14 ในประโยคที่ 1 และเท่ากับ 12 และ 16 ในประโยคที่ 2 และ 3 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.3 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดของระบบที่ใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลเป็นลักษณะสำคัญ เมื่อจำนวนสถานะของแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟเท่ากับ 5 และฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสโดยใช้ขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วน

	อัตราการบ่งชี้ผู้พูด (%)		
อันดับของลักษณะสำคัญ	ประโยคที่ 1	ประโยคที่ 2	ประโยคที่ 3
ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 50			
10	88.33	95.00	96.67
12	**93.33**	95.00	98.33
14	**93.33**	**98.33**	**100.00**
16	**93.33**	96.67	**100.00**
ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 100			
10	96.67	**98.33**	98.33
12	**100.00**	96.67	**100.00**
14	**100.00**	95.00	**100.00**
16	95.00	90.00	**100.00**
ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 150			
10	**100.00**	98.33	**100.00**
12	96.67	98.33	**100.00**
14	**100.00**	98.33	**100.00**
16	**100.00**	**100.00**	**100.00**

จากตารางที่ 4.3 แสดงอัตราการบ่งชี้ผู้พูดของระบบที่ใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมล เป็นลักษณะสำคัญดังนี้ เมื่อขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 50 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 93.33 ที่อันดับของสัมประสิทธิ์เท่ากับ 12 14 และ 16 ในประโยคที่ 1 ร้อยละ 98.33 ที่อันดับของสัมประสิทธิ์เท่ากับ 14 ในประโยคที่ 2 และร้อยละ 100 ที่อันดับของสัมประสิทธิ์เท่ากับ 14 และ 16 ในประโยคที่ 3 เมื่อขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 100 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 100 ที่อันดับของสัมประสิทธิ์เท่ากับ 12 และ 14 ในประโยคที่ 1 เท่ากับ 12 14 และ 16 ในประโยคที่ 3 ร้อยละ 98.33 ที่อันดับของสัมประสิทธิ์เท่ากับ 10 ในประโยคที่ 2 และเมื่อขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 150 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 100 ที่อันดับของสัมประสิทธิ์เท่ากับ 10 14 และ 16 ในประโยคที่ 1 เท่ากับ 16 ในประโยคที่ 2 และเท่ากับ 10 12 14 และ 16 ในประโยคที่ 3

จากตารางที่ 4.1 ถึง 4.3 สามารถสรุปได้ว่าอันดับของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้น สัมประสิทธิ์เซปสตรอล และสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลที่มีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดมากที่สุดขึ้นอยู่กับการแจกแจงข้อมูลเสียงพูดในปริภูมิและมิติของปริภูมิตามอันดับของสัมประสิทธิ์ ในขณะที่การแจกแจงของข้อมูลเสียงพูดในปริภูมิขึ้นอยู่กับชนิดของลักษณะสำคัญและบทคำพูดของเสียงพูดนั้นๆ เป็นสำคัญ จากตารางที่ 4.1 และ 4.2 สังเกตได้ว่าอันดับของสัมประสิทธิ์เซปสตรอลให้อัตราการบ่งชี้ผู้พูดมากที่สุดมากกว่าอัตราการบ่งชี้ผู้พูดของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นเล็กน้อย เพราะว่าสัมประสิทธิ์เซปสตรอลคำนวณมาจากสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นทำให้มีการแจกแจงของสัมประสิทธิ์มีการทับซ้อนและเป็นกลุ่มทำให้การแบ่งกลุ่มทำได้ยากและไม่ชัดเจนคล้ายๆ กัน แต่สัมประสิทธิ์เซปสตรอลมีการแจกแจงที่ดีกว่าสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นอยู่เล็กน้อย (Huang, 1989) ส่วนสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลมีการแจกแจงของสัมประสิทธิ์ดีกว่าสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นและสัมประสิทธิ์เซปสตรอลมากๆ ทำให้การแบ่งข้อมูลเสียงพูดของผู้พูดในปริภูมิของสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลแตกต่างกันอย่างชัดเจน เพราะฉะนั้นอัตราการบ่งชี้ผู้พูดของสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลมีค่ามากกว่าอัตราการบ่งชี้ผู้พูดของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นและสัมประสิทธิ์เซปสตรอล

ในตารางที่ 4.4 ถึง 4.6 ต่อไปนี้แสดงอัตราการบ่งชี้ผู้พูดของระบบที่ฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสด้วยขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุดเมื่อเปลี่ยนแปลงอันดับของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้น สัมประสิทธิ์เซปสตรอล และสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลตามลำดับ เพื่อวิเคราะห์อันดับของลักษณะสำคัญที่ให้อัตราการบ่งชี้ผู้พูดมากที่สุดในแต่ละประโยค เนื่องจากว่าการสร้างและฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสด้วยขั้นตอนวิธีการที่ต่างกันมีผลกับการควอนไทซ์แบบเวกเตอร์ ฉะนั้นอันดับของสัมประสิทธิ์ที่เหมาะสมของลักษณะสำคัญอาจมีค่าไม่เท่ากัน

ตารางที่ 4.4 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดของระบบที่ใช้สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นเป็นลักษณะสำคัญ เมื่อจำนวนสถานะของแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟเท่ากับ 5 และฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสโดยใช้ขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุด

	อัตราการบ่งชี้ผู้พูด (%)		
อันดับของลักษณะสำคัญ	ประโยคที่ 1	ประโยคที่ 2	ประโยคที่ 3
ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 50			
10	95.00	98.33	**98.33**
12	**96.67**	96.67	95.00
14	93.33	**100.00**	**98.33**
16	83.33	**100.00**	96.67
ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 100			
10	93.33	**98.33**	**98.33**
12	96.67	96.67	**98.33**
14	90.00	96.67	95.00
16	**98.33**	96.67	**98.33**
ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 150			
10	86.67	95.00	95.00
12	95.00	**100.00**	**100.00**
14	**98.33**	**100.00**	98.33
16	91.67	98.33	98.33

จากตารางที่ 4.4 เมื่อขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 50 อันดับของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นที่มีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดมากที่สุดเท่ากับ 12 มีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเท่ากับร้อยละ 96.67 ในประโยคที่ 1 เท่ากับ 14 และ 16 มีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเท่ากับร้อยละ 100 ในประโยคที่ 2 และเท่ากับ 10 และ 14 มีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเท่ากับร้อยละ 98.33 ในประโยคที่ 3 เมื่อขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 100 มีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 98.88 ที่อันดับ 16 ในประโยคที่ 1 ที่อันดับ 10 ในประโยคที่ 2 ที่อันดับ 10 12 และ 16 ในประโยคที่ 3 และเท่ากับร้อยละ 98.33 ที่อันดับ 14 ในประโยคที่ 1 และร้อยละ 100 ที่อันดับ 12 และ 14 ในประโยคที่ 2 และที่อันดับ 12 ในประโยคที่ 3 เมื่อต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสมีขนาดเท่ากับ 150 ในการเพิ่มขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสทำให้อันดับของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นที่มีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดมากที่สุดมีค่าแตกต่างกันเหมือนกับตารางที่ 4.1 เมื่อนำผลที่ได้เปรียบเทียบกับ

ตารางที่ 4.1 สังเกตได้ว่าอันดับของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นที่มีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดมากที่สุดมีค่าไม่เท่ากัน แสดงว่าการสร้างและฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสด้วยขั้นตอนวิธีการที่ต่างกันทำให้อันดับของลักษณะสำคัญที่เหมาะสมมีค่าแตกต่างกัน

ตารางที่ 4.5 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดของระบบที่ใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรอลเป็นลักษณะสำคัญ เมื่อจำนวนสถานะของแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟเท่ากับ 5 และฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสโดยใช้ขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุด

	อัตราการบ่งชี้ผู้พูด (%)		
อันดับของลักษณะสำคัญ	ประโยคที่ 1	ประโยคที่ 2	ประโยคที่ 3
ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 50			
10	96.67	93.33	96.67
12	95.00	96.67	**100.00**
14	**98.33**	**98.33**	**100.00**
16	91.67	**98.33**	95.00
ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 100			
10	95.00	98.33	**98.33**
12	91.67	96.67	**98.33**
14	98.33	93.33	**98.33**
16	**100.00**	**100.00**	**98.33**
ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 150			
10	95.00	96.67	**100.00**
12	93.33	**100.00**	98.33
14	96.67	96.67	**100.00**
16	**98.33**	**100.00**	**100.00**

อันดับของสัมประสิทธิ์เซปสตรอลที่ทำให้ระบบการบ่งชี้ผู้พูดมีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดมีค่ามากที่สุดในแต่ละประโยคดังแสดงในตารางที่ 4.5 เมื่อต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสมีขนาดเท่ากับ 50 คืออันดับ 14 ในประโยคที่ 1 อันดับ 14 และ 16 ในประโยคที่ 2 มีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเท่ากับร้อยละ 98.33 อันดับ 12 และ 16 ในประโยคที่ 3 มีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเท่ากับร้อยละ 100 เมื่อขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 100 คืออันดับ 16 ในประโยคที่ 1 และ 2 มีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเท่ากับร้อยละ 100 และเท่ากับ 98.33 ที่อันดับ 10

12 14 และ 16 ในประโยคที่ 3 และเมื่อต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสมีขนาดเท่ากับ 150 คืออันดับ 16 มีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเท่ากับ 98.33 ในประโยคที่ 1 และเท่ากับร้อยละ 100 ที่อันดับ 12 และ 16 ในประโยคที่ 2 อันดับ 10 14 และ 16 ในประโยคที่ 3 สังเกตได้ว่าอันดับของสัมประสิทธิ์เซปสตรอลในแต่ละประโยค และขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสมีค่าไม่เท่ากันเหมือนกับตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.6 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดของระบบที่ใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลเป็นลักษณะสำคัญ เมื่อจำนวนสถานะของแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟเท่ากับ 5 และฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสโดยใช้ขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุด

	อัตราการบ่งชี้ผู้พูด (%)		
อันดับของลักษณะสำคัญ	ประโยคที่ 1	ประโยคที่ 2	ประโยคที่ 3
ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 50			
10	**100.00**	**100.00**	**100.00**
12	**100.00**	**100.00**	**100.00**
14	**100.00**	**100.00**	**100.00**
16	**100.00**	**100.00**	**100.00**
ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 100			
10	**100.00**	**100.00**	**100.00**
12	98.33	**100.00**	**100.00**
14	**100.00**	**100.00**	**100.00**
16	**100.00**	**100.00**	**100.00**
ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 150			
10	**100.00**	95.00	**100.00**
12	**100.00**	**100.00**	**100.00**
14	**100.00**	**100.00**	**100.00**
16	**100.00**	**100.00**	**100.00**

จากตารางที่ 4.6 เมื่อต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสมีขนาดเท่ากับ 50 มีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเท่ากับร้อยละ 100 ในทุกๆ ประโยคและอันดับของสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมล และเมื่อต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสมีขนาดเท่ากับ 100 และ 150 มีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเท่ากับร้อยละ 100 ในทุกๆ ประโยคและอันดับของสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลยกเว้นอันดับที่ 12 ในประโยคที่ 1 และอันดับที่ 10 ในประโยคที่ 2 ตาม

ลำดับต้นแบบอ้างอิงชุดรหัส สังเกตได้ว่าที่ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 50 มีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเท่ากับร้อยละ 100 ทั้งหมด แต่เมื่อเพิ่มขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 100 และ 150 ทำให้มีบางกรณีที่มีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดน้อยลง เนื่องจากว่าขั้นตอนวิธีการสร้างและฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่ใช้คือขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุด เพราะฉะนั้นการควอนไทซ์แบบเวกเตอร์ต้องคิดค่าความแปรปรวนของเวกเตอร์รหัสในต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสด้วยทำให้มีโอกาสเกิดการควอนไทซ์จุดข้อมูลเสียงพูดกับเวกเตอร์รหัสในต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสผิดพลาดได้ ดังนั้นต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่มีขนาดหรือจำนวนเวกเตอร์รหัสมากขึ้นทำให้เวกเตอร์รหัสในปริภูมิอยู่ใกล้กันมากขึ้นเป็นสาเหตุทำให้ระบบบ่งชี้ผู้พูดผิดพลาด

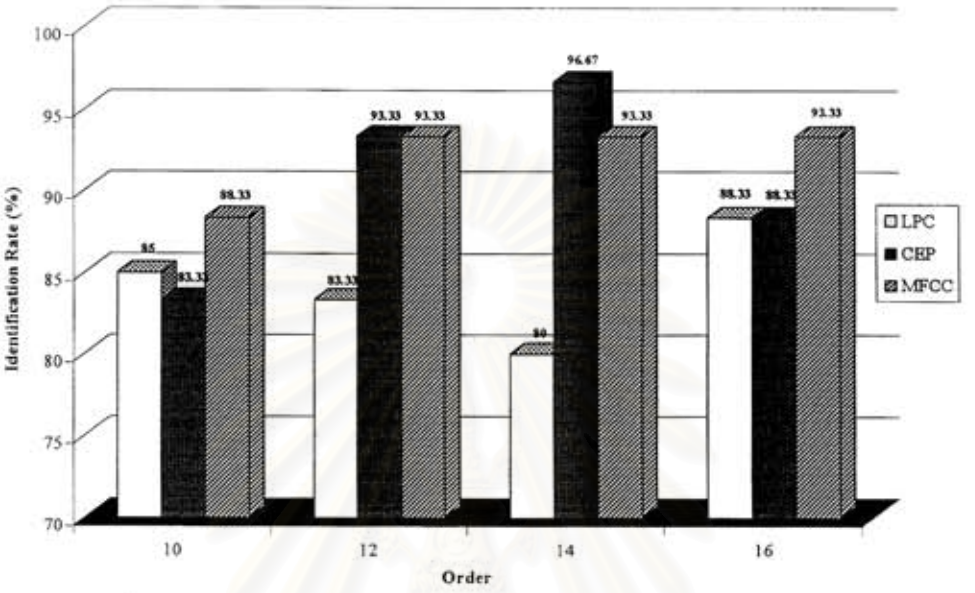
จากตารางที่ 4.1 ถึง 4.6 สามารถสรุปได้ว่าขั้นตอนวิธีการสร้างและฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสมีอิทธิพลกับประสิทธิภาพในการควอนไทซ์แบบเวกเตอร์ของข้อมูลสัญญาณเสียงพูด

วิเคราะห์ผล

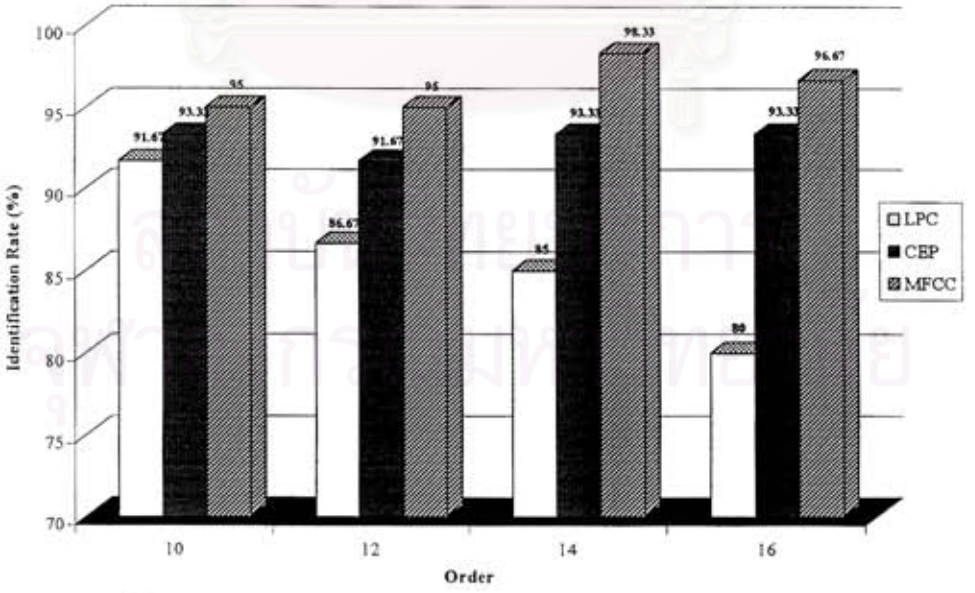
ในหัวข้อนี้ได้ประเมินผลระบบในช่วงทดสอบที่ได้จากการทดลองปรับเปลี่ยนอันดับของลักษณะสำคัญ เพื่อหาอันดับของสัมประสิทธิ์ที่ให้อัตราการบ่งชี้ผู้พูดที่ดีที่สุดของแต่ละลักษณะสำคัญ เมื่อเปลี่ยนขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 50 100 และ 150 โดยที่จำนวนสถานะของแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟมีค่าคงที่เท่ากับ 5 และเพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์จึงได้นำข้อมูลในตารางที่ 4.1 ถึงตารางที่ 4.6 มาเขียนเป็นกราฟและวิเคราะห์ผลได้ดังนี้

ในรูปที่ 4.1 ถึงรูปที่ 4.9 เป็นรูปกราฟของอัตราการบ่งชี้ผู้พูดในแต่ละประโยคที่ได้จากการสร้างและฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสด้วยขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วน โดยมีรายละเอียดคือในรูปที่ 4.1 ถึงรูปที่ 4.3 เป็นรูปกราฟของอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเมื่อมีขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 50 รูปที่ 4.4 ถึงรูปที่ 4.6 เป็นรูปกราฟของอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเมื่อมีขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 100 และรูปที่ 4.7 ถึงรูปที่ 4.9 รูปกราฟของอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเมื่อมีขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 150

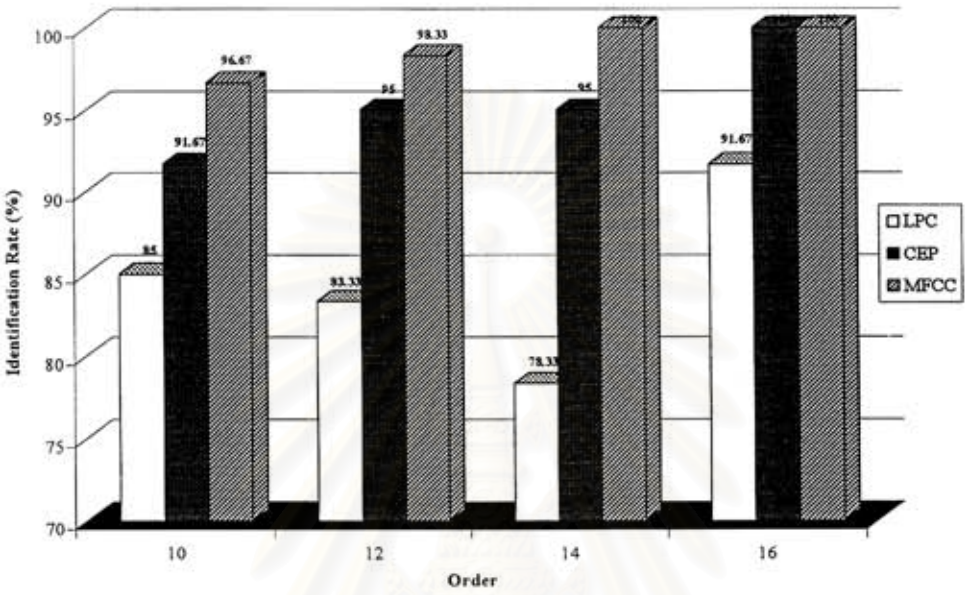
ส่วนในรูปที่ 4.10 ถึงรูปที่ 4.18 เป็นรูปกราฟของอัตราการบ่งชี้ผู้พูดในแต่ละประโยคที่ได้จากการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสด้วยขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุด โดยมีรายละเอียดคือในรูปที่ 4.10 ถึงรูปที่ 4.12 เป็นรูปกราฟของอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเมื่อมีขนาดของชุดรหัสเท่ากับ 50 รูปที่ 4.13 ถึงรูปที่ 4.15 เป็นรูปกราฟของอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเมื่อมีขนาดของชุดรหัสเท่ากับ 100 และรูปที่ 4.16 ถึงรูปที่ 4.18 เป็นรูปกราฟของอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเมื่อมีขนาดของชุดรหัสเท่ากับ 150



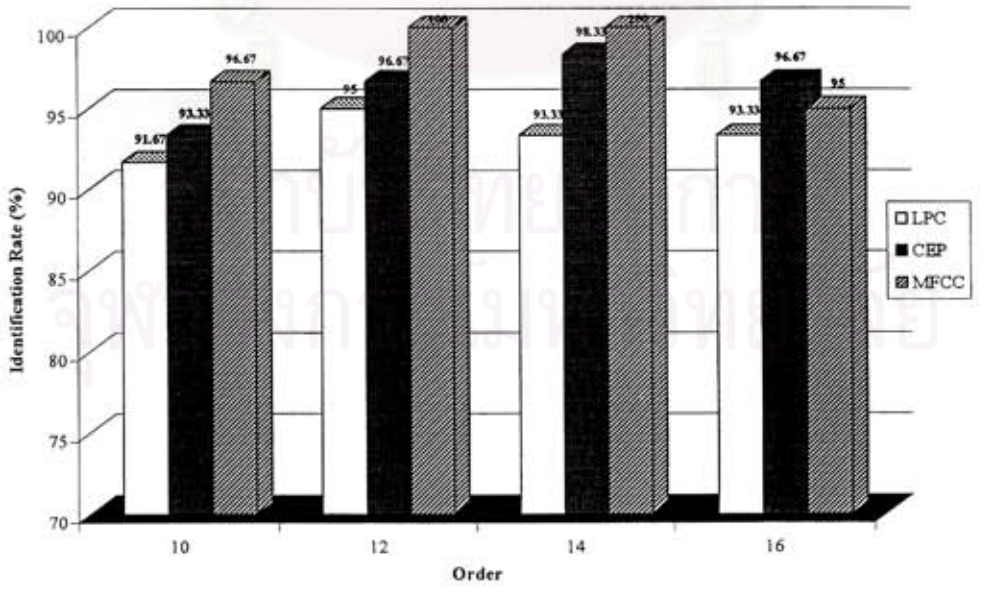
รูปที่ 4.1 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดในประโยคที่ 1 เมื่อใช้ขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วนในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่มีขนาดเท่ากับ 50



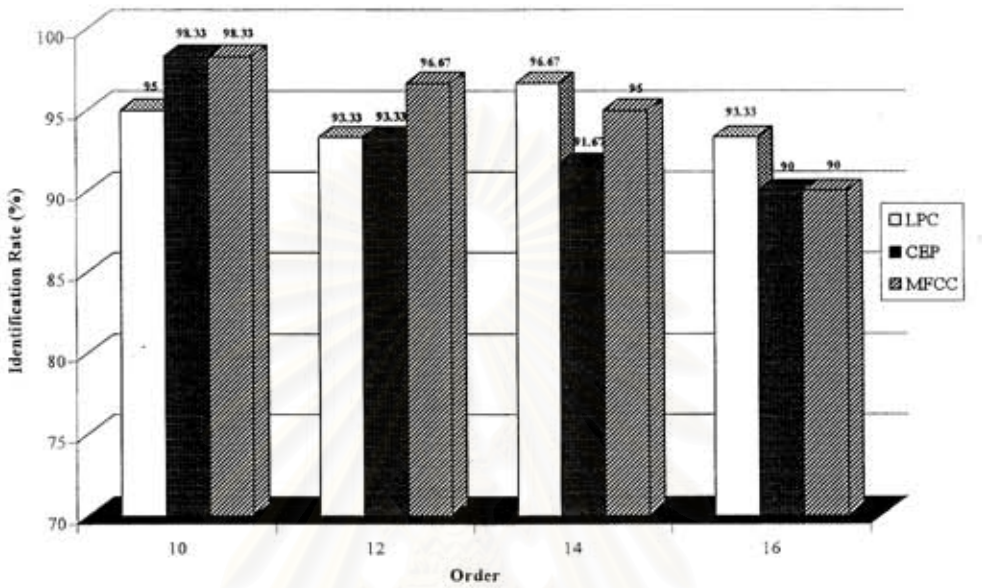
รูปที่ 4.2 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดในประโยคที่ 2 เมื่อใช้ขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วนในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่มีขนาดเท่ากับ 50



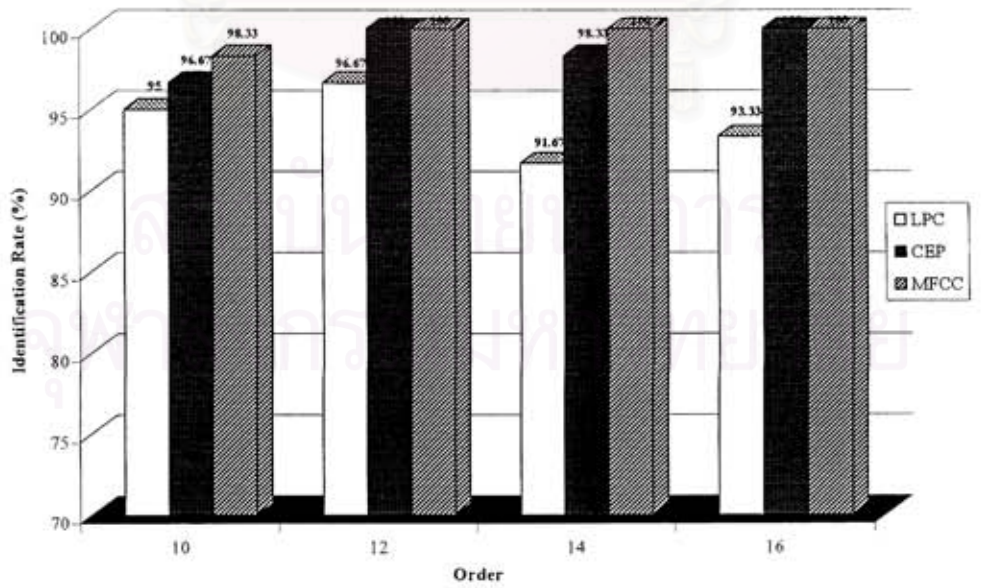
รูปที่ 4.3 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดในประโยคที่ 3 เมื่อใช้ขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วนในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่มีขนาดเท่ากับ 50



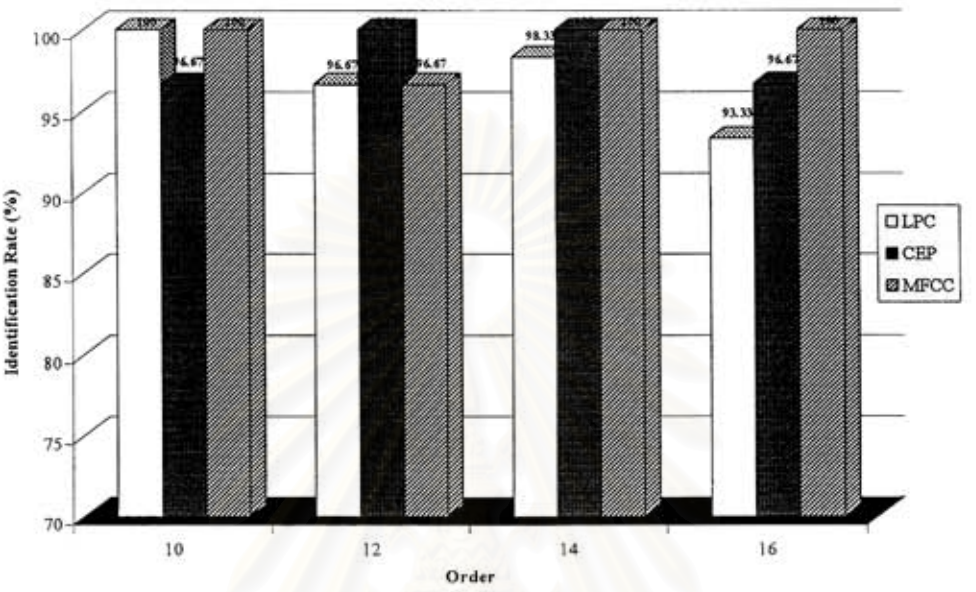
รูปที่ 4.4 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดในประโยคที่ 1 เมื่อใช้ขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วนในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่มีขนาดเท่ากับ 100



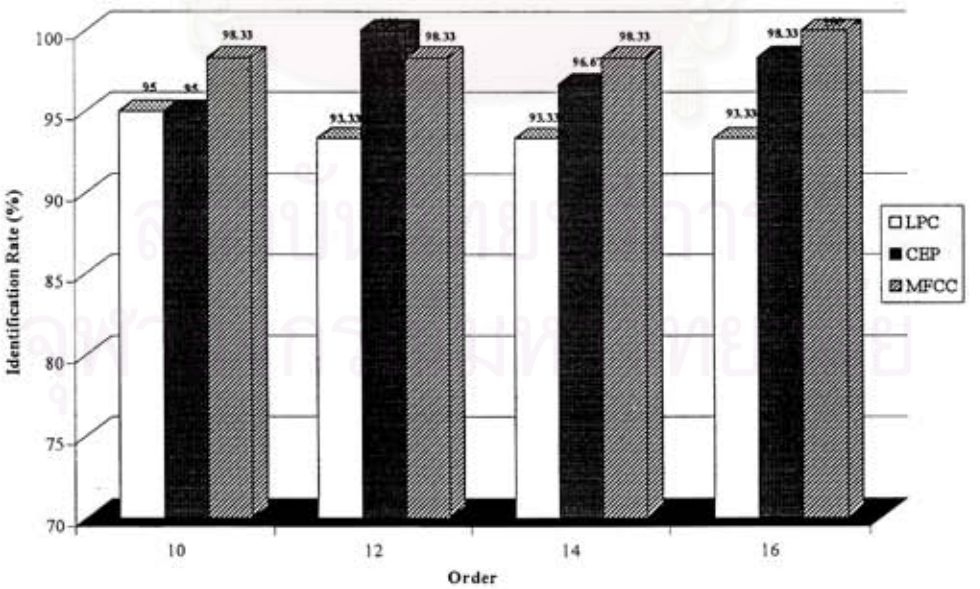
รูปที่ 4.5 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดในประโยคที่ 2 เมื่อใช้ขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วนในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่มีขนาดเท่ากับ 100



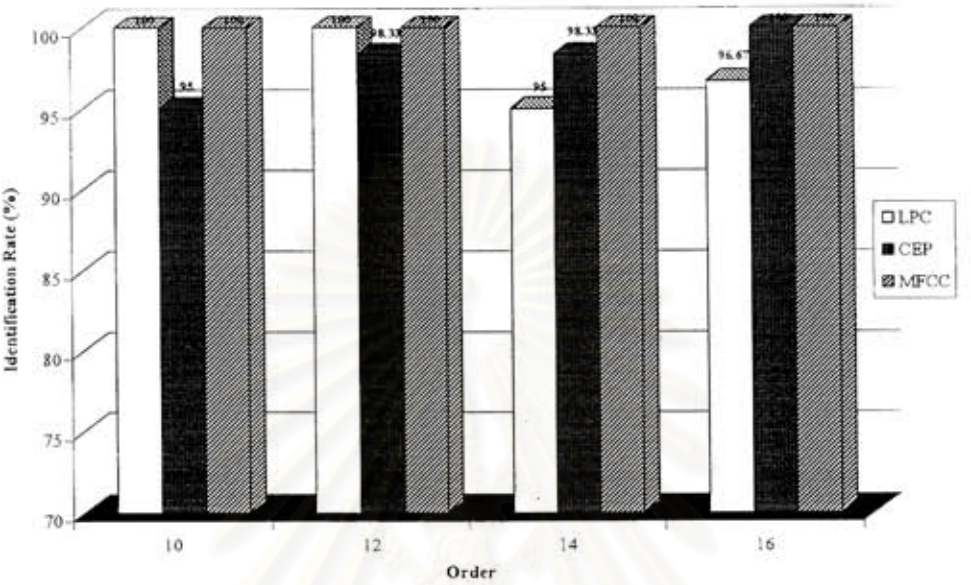
รูปที่ 4.6 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดในประโยคที่ 3 เมื่อใช้ขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วนในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่มีขนาดเท่ากับ 100



รูปที่ 4.7 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดในประโยคที่ 1 เมื่อใช้ขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วนในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่มีขนาดเท่ากับ 150



รูปที่ 4.8 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดในประโยคที่ 2 เมื่อใช้ขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วนในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่มีขนาดเท่ากับ 150



รูปที่ 4.9 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดในประโยคที่ 3 เมื่อใช้ขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วนในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่มีขนาดเท่ากับ 150

จากรูปที่ 4.1 ถึงรูปที่ 4.9 วิเคราะห์หาอันดับของลักษณะสำคัญที่ให้อัตราการบ่งชี้ผู้พูดดีที่สุดเมื่อฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสด้วยขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วน โดยพิจารณาทีละลักษณะสำคัญในทุกๆ ประโยค สังเกตได้ว่าอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเปลี่ยนแปลงตามขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสในการทดลองและประโยคเป็นสำคัญ ทำให้เกิดความไม่ชัดเจนต่อการพิจารณาหาอันดับของสัมประสิทธิ์ที่ดีที่สุดในแต่ละลักษณะสำคัญ เนื่องจากอันดับของลักษณะสำคัญที่ให้อัตราการบ่งชี้ผู้พูดมากที่สุดในแต่ละขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสมีค่าแตกต่างกันขึ้นอยู่กับบทคำพูด และขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่ใช้ในการวิเคราะห์ เพราะฉะนั้นอันดับที่เหมาะสมกับทุกๆ ประโยคที่นำมาวิเคราะห์เป็นบทคำพูดและต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสขนาดต่างๆ พิจารณาจากค่าเฉลี่ยของอัตราการบ่งชี้ผู้พูดจากขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 50 100 และ 150 ในทุกๆ ประโยคที่อันดับของลักษณะสำคัญเท่ากับ 10 12 14 และ 16 ดังแสดงในตารางที่ 4.7 4.8 และ 4.9 เมื่อพิจารณาสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้น สัมประสิทธิ์เซปสตรอล และสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลเป็นลักษณะสำคัญตามลำดับ

ตารางที่ 4.7 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยในแต่ละประโยคของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้น เมื่อใช้ขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วนในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัส

	อัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ย (%)			
ลักษณะสำคัญ	สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้น			
อันดับของสัมประสิทธิ์	10	12	14	16
ประโยคที่ 1	**92.22**	91.67	90.55	91.66
ประโยคที่ 2	**93.89**	91.11	91.67	88.87
ประโยคที่ 3	93.33	93.33	88.33	**93.89**
เฉลี่ยรวม	**93.15**	92.04	90.18	91.48

จากตารางที่ 4.7 สังเกตได้ว่าอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 92.22 ที่อันดับ 10 ร้อยละ 93.89 ที่อันดับ 2 และร้อยละ 93.89 ที่อันดับ 16 ในประโยคที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ แต่ในประโยคที่ 3 มีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยใกล้เคียงกันมากเมื่ออันดับของสัมประสิทธิ์เท่ากับ 10 12 และ 16 และเมื่อพิจารณาที่อัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยรวมพบว่าอันดับของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นที่ให้อัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยรวมดีที่สุดคือ 10 มีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยรวมทั้งสามประโยคเท่ากับร้อยละ 93.15

ตารางที่ 4.8 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยในแต่ละประโยคของสัมประสิทธิ์เซปสตรอล เมื่อใช้ขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วนในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัส

	อัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ย (%)			
ลักษณะสำคัญ	สัมประสิทธิ์เซปสตรอล			
อันดับของสัมประสิทธิ์	10	12	14	16
ประโยคที่ 1	91.11	96.67	**98.33**	93.89
ประโยคที่ 2	**95.55**	95.00	93.89	93.89
ประโยคที่ 3	94.45	97.78	97.22	**100.00**
เฉลี่ยรวม	93.70	**96.48**	**96.48**	95.93

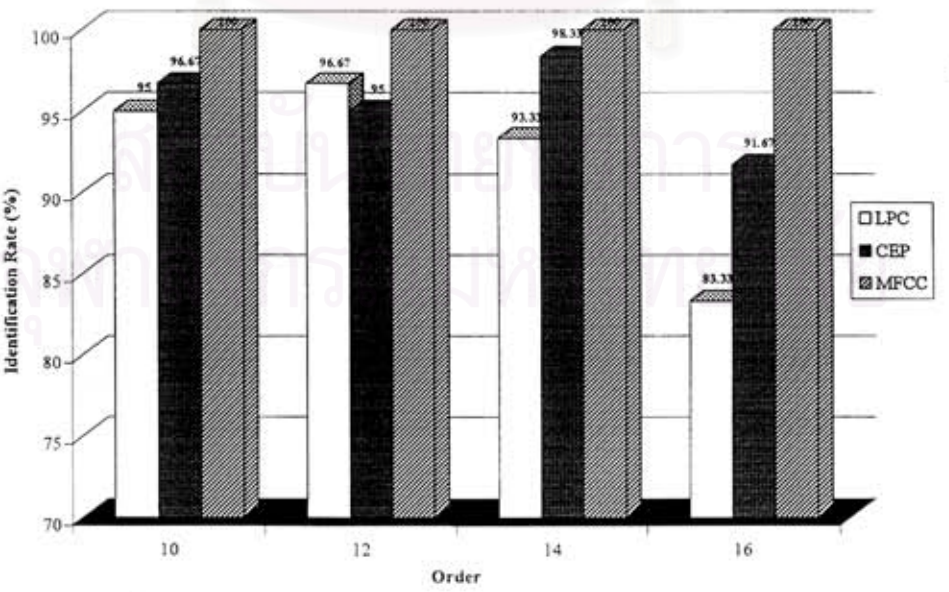
จากตารางที่ 4.8 ในแต่ละประโยคมีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดมากที่สุดที่ได้จากอันดับของสัมประสิทธิ์มีค่าไม่เท่ากันคือมีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 98.33 ที่อันดับ 14 ร้อยละ 95.55 ที่อันดับ 10 และร้อยละ 100 ที่อันดับ 16 ตามลำดับประโยค เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรวมทั้งสามประโยคพบว่าอันดับของสัมประสิทธิ์เซปสตรอลที่ให้อัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยทั้งสามประโยคมีค่ามากที่สุดคือ 12 และ 14 ให้

อัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยรวมร้อยละ 96.48 มากกว่าอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยรวมของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นที่มีค่ามากที่สุด

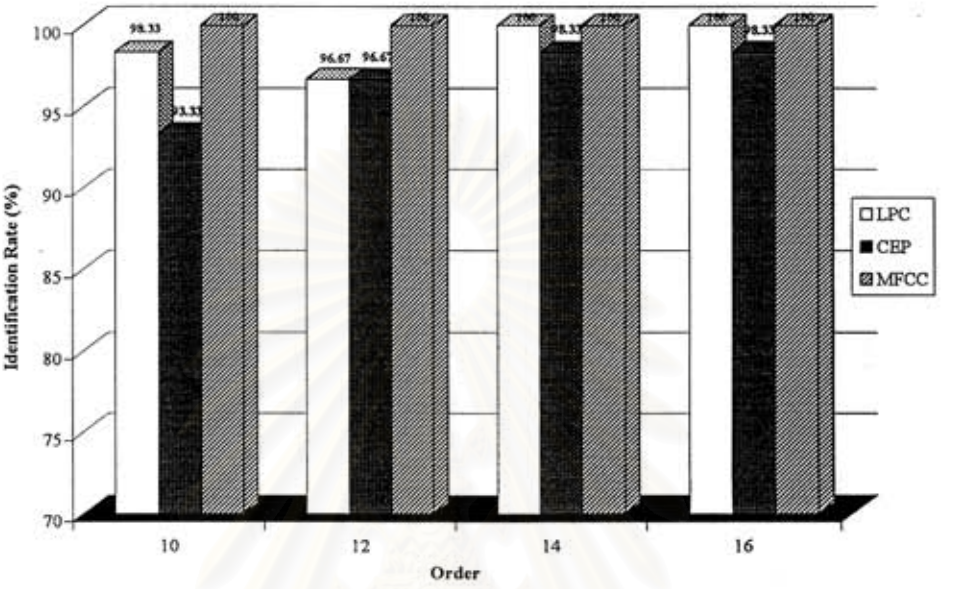
ตารางที่ 4.9 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยในแต่ละประโยคของสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมล เมื่อใช้ขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วนในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัส

	อัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ย (%)			
ลักษณะสำคัญ	สัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมล			
อันดับของสัมประสิทธิ์	10	12	14	16
ประโยคที่ 1	95.00	96.67	**97.78**	96.11
ประโยคที่ 2	**97.22**	96.67	**97.22**	95.56
ประโยคที่ 3	98.33	99.44	**100.00**	**100.00**
เฉลี่ยรวม	96.85	97.59	**98.33**	97.22

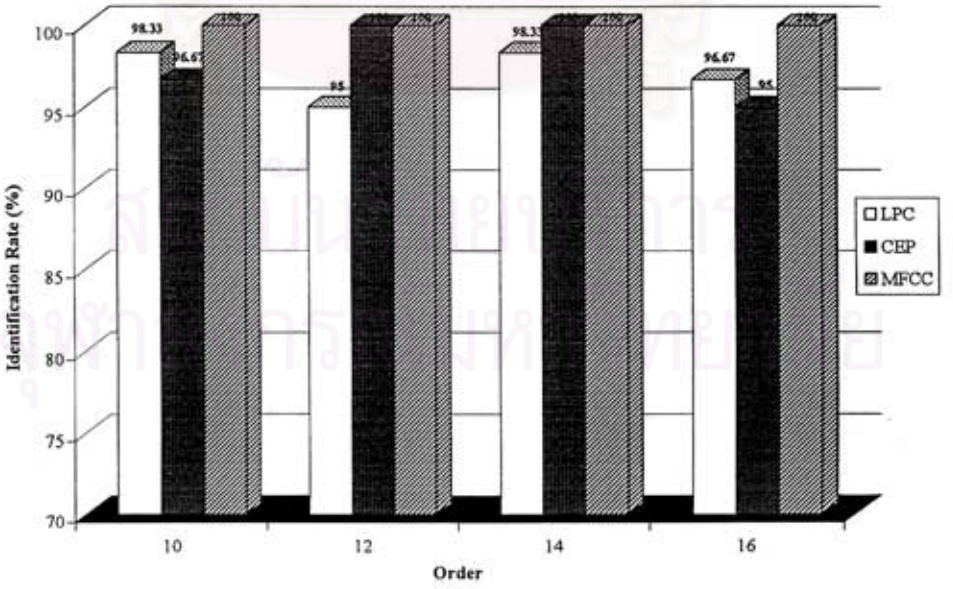
จากตารางที่ 4.9 สังเกตได้ว่าอันดับของสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลที่ให้อัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยมีค่ามากที่สุดในทุกๆ ประโยคคือ 14 และมีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยรวมมากเท่ากับร้อยละ 98.33 ซึ่งมากกว่าอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยรวมของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นและสัมประสิทธิ์เซปสตรอล



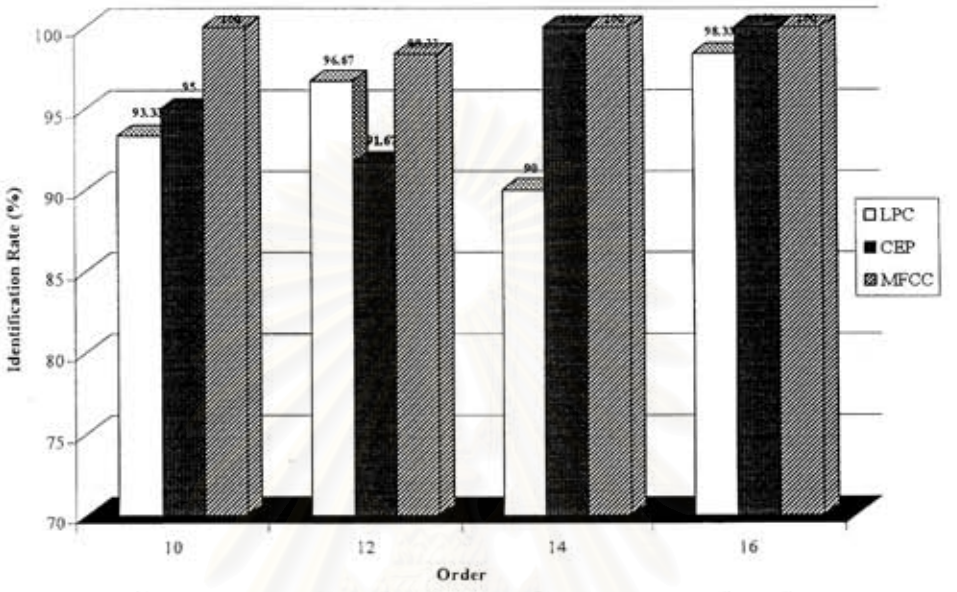
รูปที่ 4.10 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดในประโยคที่ 1 เมื่อใช้ขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุดในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่มีขนาดเท่ากับ 50



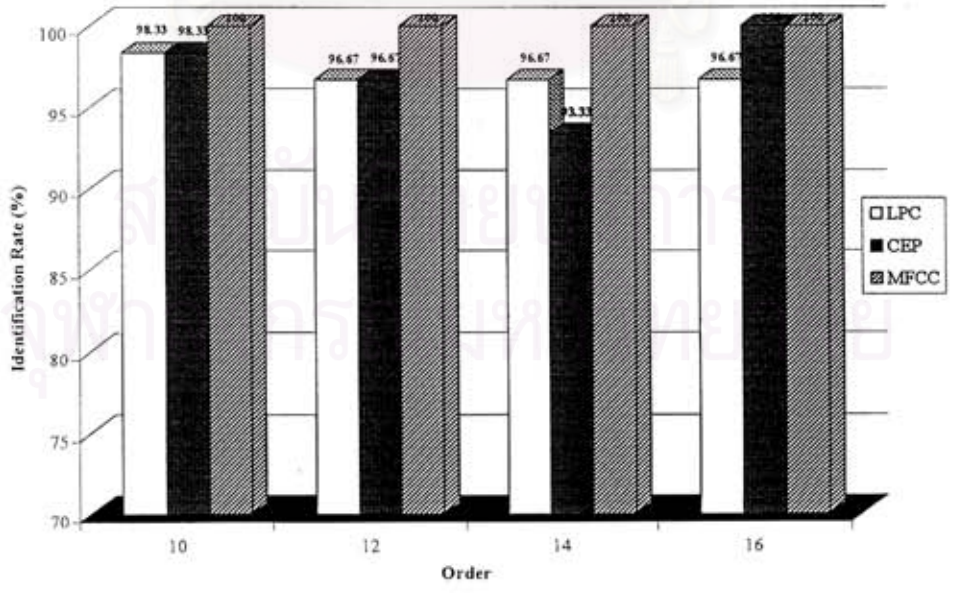
รูปที่ 4.11 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดในประโยคที่ 2 เมื่อใช้ขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุดในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่มีขนาดเท่ากับ 50



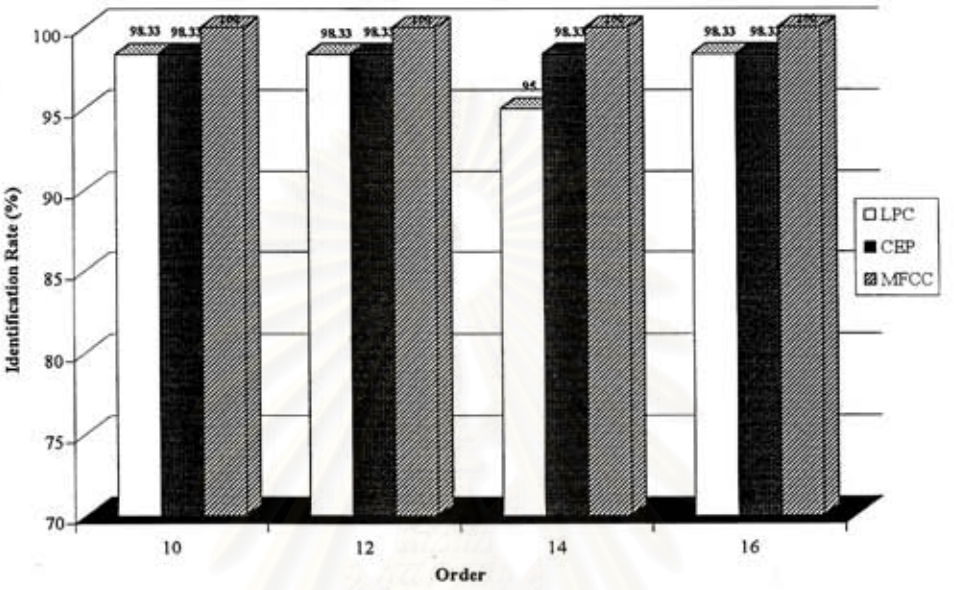
รูปที่ 4.12 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดในประโยคที่ 3 เมื่อใช้ขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุดในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่มีขนาดเท่ากับ 50



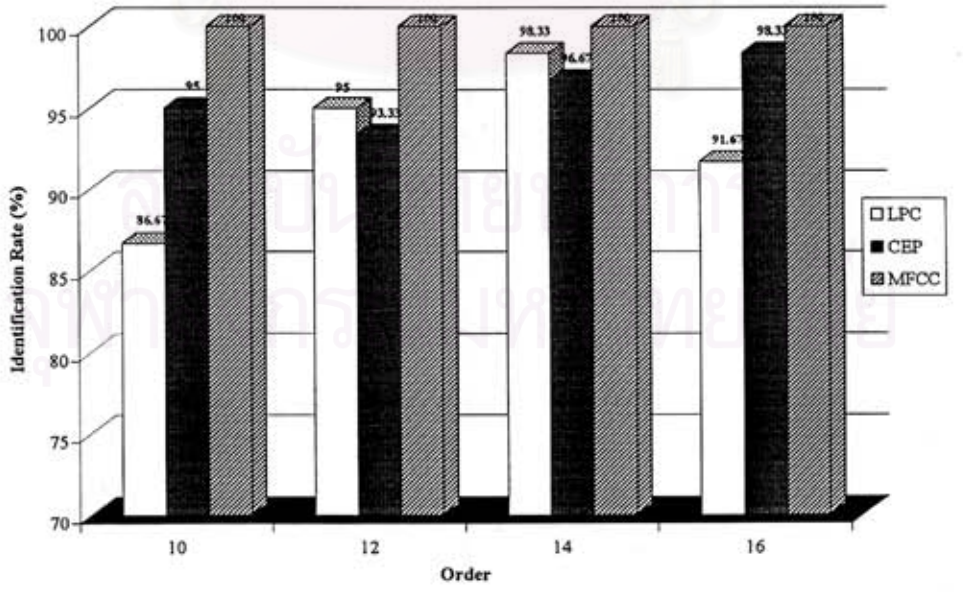
รูปที่ 4.13 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดในประโยคที่ 1 เมื่อใช้ขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุดในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่มีขนาดเท่ากับ 100



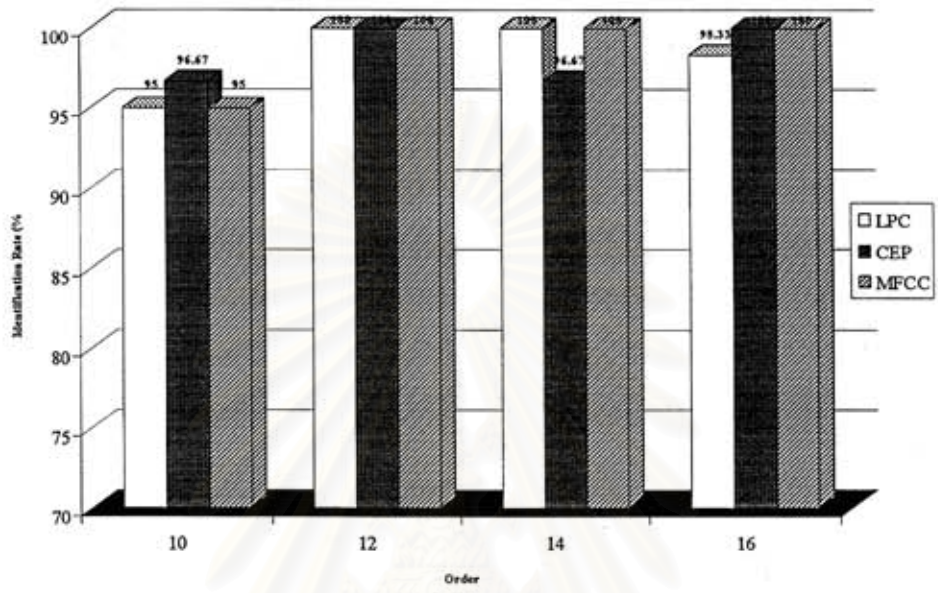
รูปที่ 4.14 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดในประโยคที่ 2 เมื่อใช้ขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุดในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่มีขนาดเท่ากับ 100



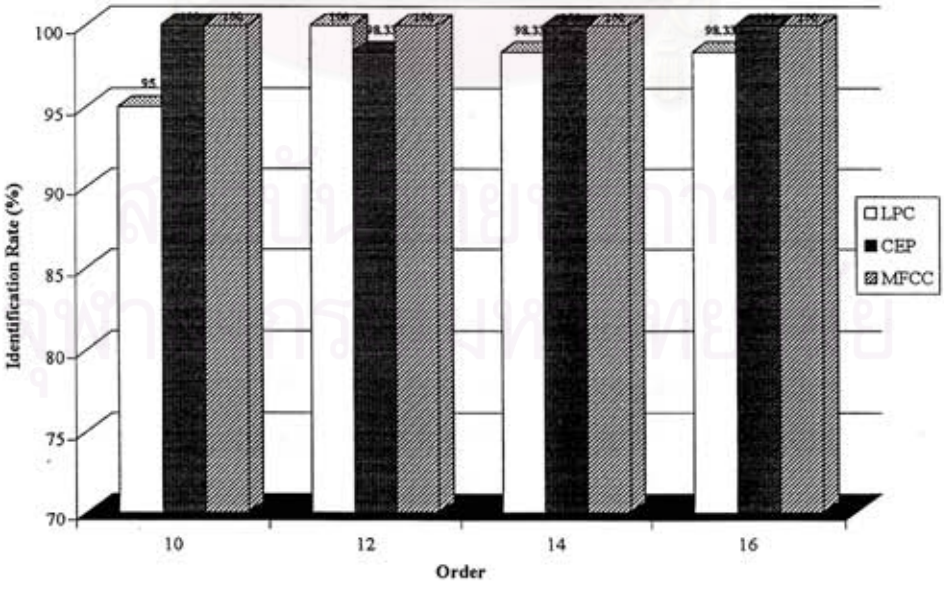
รูปที่ 4.15 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดในประโยคที่ 3 เมื่อใช้ขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุดในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่มีขนาดเท่ากับ 100



รูปที่ 4.16 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดในประโยคที่ 1 เมื่อใช้ขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุดในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่มีขนาดเท่ากับ 150



รูปที่ 4.17 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดในประโยคที่ 2 เมื่อใช้ขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุดในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่มีขนาดเท่ากับ 150



รูปที่ 4.18 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดในประโยคที่ 3 เมื่อใช้ขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุดในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่มีขนาดเท่ากับ 150

จากรูปที่ 4.10 ถึงรูปที่ 4.18 วิเคราะห์หาอันดับของลักษณะสำคัญที่ให้อัตราการบ่งชี้ผู้พูดมากที่สุดเมื่อฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสด้วยขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุด สังเกตได้ว่าอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเปลี่ยนแปลงตามขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสในการทดลองและประโยคเป็นสำคัญ ทำให้เกิดความไม่ชัดเจนต่อการพิจารณาหาอันดับของสัมประสิทธิ์ที่ดีที่สุดในแต่ละลักษณะสำคัญ เนื่องจากอันดับของลักษณะสำคัญที่ให้อัตราการบ่งชี้ผู้พูดมากที่สุดในแต่ละขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสมีค่าไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับบทคำพูดและขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่ใช้ในการวิเคราะห์ เพราะฉะนั้นอันดับที่เหมาะสมกับทุกๆ ประโยคที่นำมาวิเคราะห์เป็นบทคำพูดและต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสขนาดต่างๆ พิจารณาจากค่าเฉลี่ยของอัตราการบ่งชี้ผู้พูดจากขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 50 100 และ 150 ในทุกๆ ประโยคที่อันดับของลักษณะสำคัญเท่ากับ 10 12 14 และ 16 ดังแสดงในตารางที่ 4.10 4.11 และ 4.12 เมื่อพิจารณาสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้น สัมประสิทธิ์เซปสตรอล และสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลเป็นลักษณะสำคัญตามลำดับ

ตารางที่ 4.10 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยในแต่ละประโยคของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้น เมื่อใช้ขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุดในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัส

	อัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ย (%)			
ลักษณะสำคัญ	**สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้น**			
อันดับของสัมประสิทธิ์	10	12	14	16
ประโยคที่ 1	91.67	**96.11**	93.89	91.11
ประโยคที่ 2	97.22	97.78	**98.89**	98.33
ประโยคที่ 3	97.22	**97.78**	97.22	**97.78**
เฉลี่ยรวม	95.37	**97.22**	96.67	95.74

จากตารางที่ 4.10 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 96.11 ที่อันดับ 12 ร้อยละ 98.89 ที่อันดับ 14 และร้อยละ 97.78 ที่อันดับ 12 และ 16 ในประโยคที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ สังเกตได้ว่าอันดับของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นที่มีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยรวมมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 97.22 คืออันดับ 12 เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยรวมของระบบที่ใช้ต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่ได้จากการฝึกฝนโดยใช้ขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วน สามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้คือมีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยรวมมากกว่าเมื่อใช้สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นเป็นลักษณะสำคัญ และมีค่าเท่ากับอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยรวมเมื่อใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรอลเป็นลักษณะสำคัญแต่น้อยกว่าสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมล แต่ใช้อันดับมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับระบบที่ใช้สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นเป็นลักษณะสำคัญ

ตารางที่ 4.11 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยในแต่ละประโยคของสัมประสิทธิ์เซปสตรอล เมื่อใช้ขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุดในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัส

	อัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ย (%)			
ลักษณะสำคัญ	สัมประสิทธิ์เซปสตรอล			
อันดับของสัมประสิทธิ์	10	12	14	16
ประโยคที่ 1	95.56	93.33	**98.33**	96.67
ประโยคที่ 2	96.11	97.78	96.11	**99.44**
ประโยคที่ 3	98.33	98.89	**99.44**	97.78
เฉลี่ยรวม	96.67	96.67	**97.96**	**97.96**

จากตารางที่ 4.11 มีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยในทุกประโยคมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 98.33 ที่อันดับ 14 ร้อยละ 99.44 ที่อันดับ 16 และ 14 ในประโยคที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ โดยมีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยรวมมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 97.96 เมื่ออันดับของสัมประสิทธิ์เซปสตรอลเท่ากับ 14 และ 16 ซึ่งมีค่ามากกว่าระบบที่ใช้สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นเป็นลักษณะสำคัญจากตารางที่ 4.10 อยู่เล็กน้อย และเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยรวมของระบบที่ใช้ต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่ฝึกฝนโดยใช้ขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วนจากตารางที่ 4.7 4.8 และ 4.9 พบว่าอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยรวมที่มีค่ามากที่สุดจากตารางที่ 4.11 มีค่ามากกว่าอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยรวมที่มีค่ามากที่สุดของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นและสัมประสิทธิ์เซปสตรอล แต่มีค่าน้อยกว่าอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยรวมของสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมล

ตารางที่ 4.12 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยในแต่ละประโยคของสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมล เมื่อใช้ขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุดในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัส

	อัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ย (%)			
ลักษณะสำคัญ	สัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมล			
อันดับของสัมประสิทธิ์	10	12	14	16
ประโยคที่ 1	**100.00**	99.44	**100.00**	**100.00**
ประโยคที่ 2	98.33	**100.00**	**100.00**	**100.00**
ประโยคที่ 3	**100.00**	**100.00**	**100.00**	**100.00**
เฉลี่ยรวม	99.44	99.81	**100.00**	**100.00**

จากตารางที่ 4.12 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยในทุกประโยคมากที่สุดมีค่าเท่ากับร้อยละ 100 เมื่อใช้อันดับของสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลเท่ากับ 10 14 และ 16 ในประโยคที่ 1 เท่ากับ 12 14 และ 16 ในประโยคที่ 2 และเท่ากับ 10 12 14 และ 16 ในประโยคที่ 3 ซึ่งเป็นอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยรวมมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 100 ที่อันดับ 14 และ 16 ซึ่งเท่ากับอันดับของสัมประสิทธิ์เซปสตรอลที่มีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยรวมมากที่สุดจากตารางที่ 4.11 เมื่อเปรียบเทียบอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยรวมมากที่สุดของตารางที่ 4.7 ถึง 4.11 สังเกตได้ว่าระบบที่ใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลที่อันดับ 14 และ 16 โดยใช้ขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุดในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสมีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยรวมทุกประโยคมากที่สุด

4.2.2 การทดลองปรับเปลี่ยนขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัส

ในหัวข้อนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของระบบการบ่งชี้ผู้พูดแบบขึ้นกับบทคำพูดโดยใช้แบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟแบบดิสครีตกับขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่เปลี่ยนแปลง และหาขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่เหมาะสม โดยปรับเปลี่ยนขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสดังนี้ 50 100 150 200 และ 250 เนื่องจากขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเป็นตัวแปรสำคัญที่ใช้อ้างอิงของการควอนไทซ์แบบเวกเตอร์ เพื่อใช้ในการลดขนาดของข้อมูลสัญญาณเสียงพูดเป็นลำดับของค่าสังเกตก่อนเข้าสู่แบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟแบบดิสครีต

การทดลองนี้ได้ปรับเปลี่ยนเฉพาะขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่กำลังพิจารณาอยู่เท่านั้น ส่วนค่าพารามิเตอร์อื่นๆ จะถูกกำหนดให้คงที่เพื่อให้ง่ายแก่การวิเคราะห์ ในที่นี้ได้กำหนดอันดับของสัมประสิทธิ์ของลักษณะสำคัญตามผลการวิจัยที่ได้จากหัวข้อที่ 4.2.1 เพื่อให้ได้อันดับของสัมประสิทธิ์ที่ดีที่สุดในแต่ละลักษณะสำคัญดังนี้ อันดับของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นเท่ากับ 10 อันดับของสัมประสิทธิ์เซปสตรอลเท่ากับ 12 อันดับของสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลเท่ากับ 14 สำหรับการใช้ขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วนในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัส อันดับของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นเท่ากับ 12 อันดับของสัมประสิทธิ์เซปสตรอลและสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลเท่ากับ 14 เมื่อใช้ขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุดในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัส โดยการเลือกใช้อันดับของลักษณะสำคัญพิจารณาจากอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยรวมที่มีค่ามากที่สุดและมีอันดับน้อยที่สุด เพื่อต้องการให้ระบบใช้เวลาในการประมวลผลน้อยที่สุดและได้ประสิทธิภาพสูงที่สุด

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยที่ได้การทดลองปรับเปลี่ยนขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสต่างๆ ในแต่ละลักษณะสำคัญที่อันดับของสัมประสิทธิ์ที่กล่าวไว้ข้างต้นแสดงเป็นข้อมูลในตารางที่ 4.13 ถึง 4.14 และแสดงเป็นแผนภาพในรูปที่ 4.19 ถึง 4.24

ตารางที่ 4.13 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดเมื่อจำนวนสถานะของแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟเท่ากับ 5 โดยใช้ขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วนในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัส

	อัตราการบ่งชี้ผู้พูด (%)		
ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัส	ประโยคที่ 1	ประโยคที่ 2	ประโยคที่ 3
สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นที่อันดับของสัมประสิทธิ์เท่ากับ 10			
50	85.00	91.67	85.00
100	91.67	95.00	95.00
150	**100.00**	95.00	**100.00**
200	96.67	**96.67**	**100.00**
250	98.33	95.00	**100.00**
สัมประสิทธิ์เซปสตรอลที่อันดับของสัมประสิทธิ์เท่ากับ 12			
50	93.33	91.67	95.00
100	96.67	93.33	**100.00**
150	**100.00**	**100.00**	98.33
200	98.33	**100.00**	**100.00**
250	**100.00**	**100.00**	**100.00**
สัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลที่อันดับของสัมประสิทธิ์เท่ากับ 14			
50	93.33	98.33	**100.00**
100	**100.00**	95.00	**100.00**
150	**100.00**	98.33	**100.00**
200	**100.00**	**100.00**	**100.00**
250	**100.00**	**100.00**	98.33

จากตารางที่ 4.13 สังเกตได้ว่าอัตราการบ่งชี้ผู้พูดที่มีค่ามากที่สุดของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นอันดับ 10 ในประโยคที่ 1 และ 3 เท่ากับร้อยละ 100 เมื่อขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 150 สำหรับประโยคที่ 1 และเท่ากับ 150 200 และ 250 สำหรับประโยคที่ 3 ส่วนในประโยคที่ 2 มีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 96.67 เมื่อขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 200 ในกรณีของสัมประสิทธิ์เซปสตรอลอันดับ 12 มีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 100 ในทุกๆ ประโยคที่ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 150 และ 250 ในประโยคที่ 1 เท่ากับ 150 200 และ 250 ในประโยคที่ 2 เท่ากับ 100 200 และ 250 ในประโยคที่ 3 แต่ถ้าใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลอันดับ 14 เป็น

ลักษณะสำคัญให้อัตราการบ่งชี้ผู้พูดมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 100 ในทุกๆ ประโยค เมื่อขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 100 150 200 และ 250 ในประโยคที่ 1 เท่ากับ 200 และ 250 สำหรับประโยคที่ 2 ส่วนประโยคที่ 3 ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 50 100 150 และ 200

ตารางที่ 4.14 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดเมื่อจำนวนสถานะของแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟเท่ากับ 5 โดยใช้ขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุดในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัส

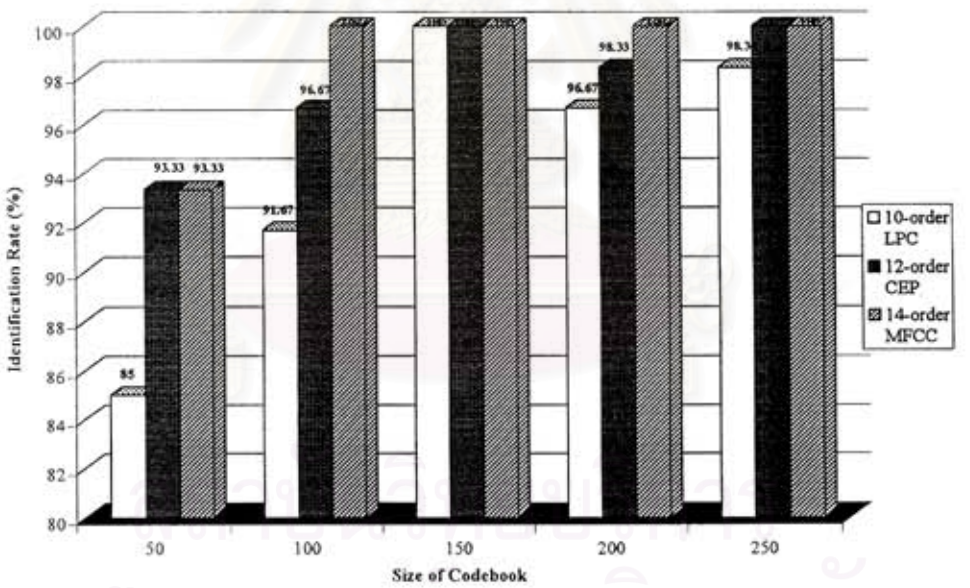
	อัตราการบ่งชี้ผู้พูด (%)		
ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัส	ประโยคที่ 1	ประโยคที่ 2	ประโยคที่ 3
สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นที่อันดับของสัมประสิทธิ์เท่ากับ 12			
50	**96.67**	96.67	95.00
100	**96.67**	96.67	98.33
150	95.00	**100.00**	**100.00**
200	91.67	**100.00**	**100.00**
250	95.00	98.33	98.33
สัมประสิทธิ์เซปสตรอลที่อันดับของสัมประสิทธิ์เท่ากับ 14			
50	**98.33**	**98.33**	**100.00**
100	**98.33**	93.33	98.33
150	96.67	96.67	**100.00**
200	93.33	**98.33**	98.33
250	**98.33**	96.67	98.33
สัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลที่อันดับของสัมประสิทธิ์เท่ากับ 14			
50	**100.00**	**100.00**	**100.00**
100	**100.00**	**100.00**	**100.00**
150	**100.00**	**100.00**	**100.00**
200	**100.00**	**100.00**	**100.00**
250	**100.00**	**100.00**	**100.00**

จากตารางที่ 4.14 มีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 96.67 ที่ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 50 และ 100 ในประโยคที่ 1 ร้อยละ 100 ที่ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 150 และ 200 สำหรับประโยคที่ 2 และ 3 เมื่อใช้สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นอันดับ 12 เป็น

ลักษณะสำคัญ และมีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดมากที่สุดของสัมประสิทธิ์เซปสตรอลอันดับ 14 เท่ากับร้อยละ 98.33 ที่ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 50 100 และ 250 สำหรับประโยคที่ 1 และเท่ากับ 50 และ 200 สำหรับประโยคที่ 2 แต่มีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 100 ในประโยคที่ 3 เมื่อขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 50 และ 150 ส่วนอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเมื่อพิจารณาสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลอันดับ 14 เป็นลักษณะสำคัญในทุกประโยคและขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสมีค่าเท่ากับร้อยละ 100

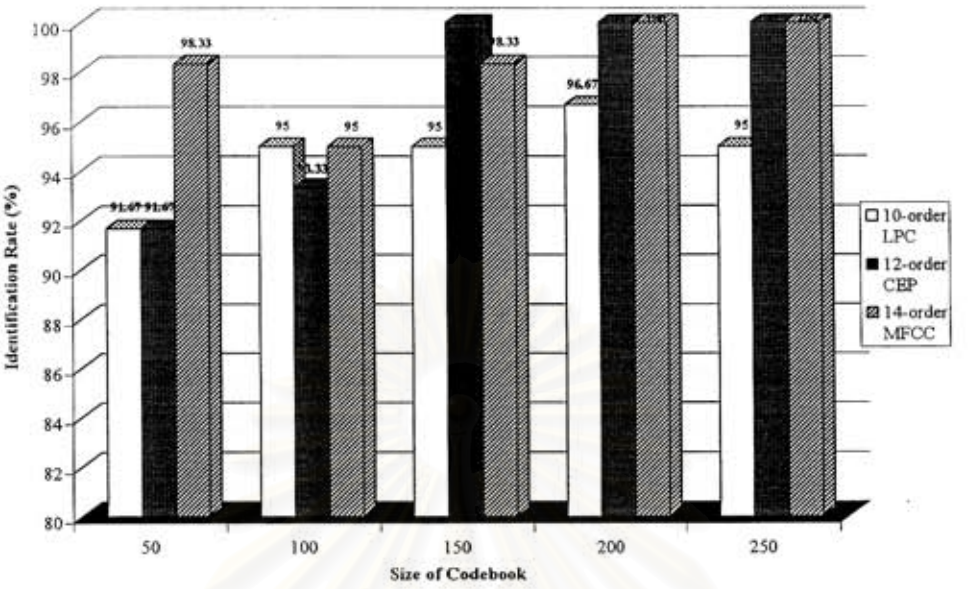
วิเคราะห์ผล

จากผลการวิจัยที่ได้แสดงในตารางที่ 4.13 และ 4.14 นำมาเขียนเป็นกราฟแท่งได้ตามรูปที่ 4.19 ถึงรูปที่ 4.24 เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ผลโดยรูปที่ 4.19 ถึงรูปที่ 4.21 เป็นรูปกราฟที่ได้จากการใช้ขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วนในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัส และรูปที่ 4.22 ถึงรูปที่ 4.24 เป็นรูปกราฟที่ได้จากการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสด้วยขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุด



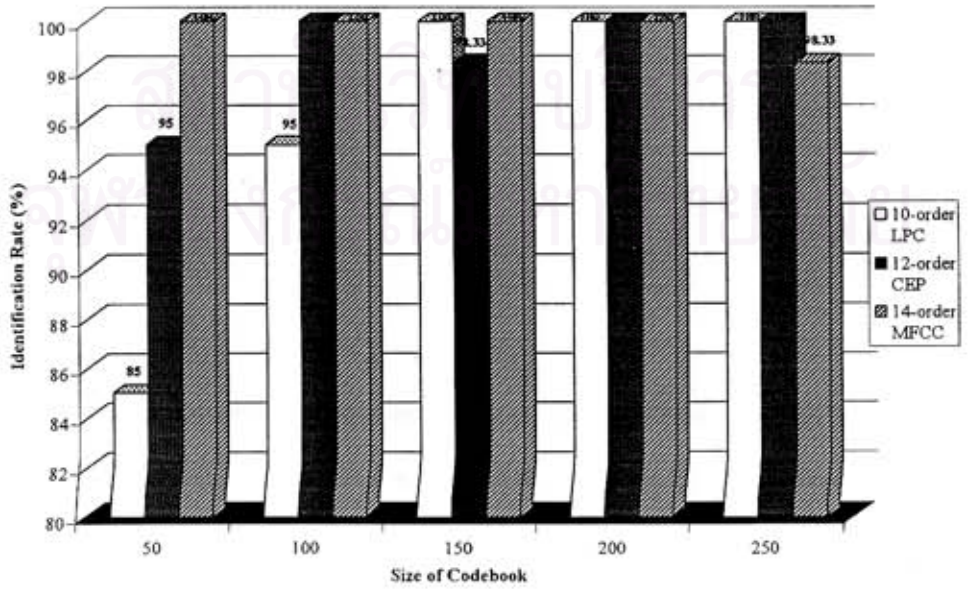
รูปที่ 4.19 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดในประโยคที่ 1 จากข้อมูลตารางที่ 4.13

จากรูปที่ 4.19 สามารถวิเคราะห์ได้ว่าเมื่อเพิ่มขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสมากขึ้นทำให้อัตราการบ่งชี้ผู้พูดมากขึ้นสำหรับทุกๆ ลักษณะสำคัญ ในกรณีของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นและสัมประสิทธิ์เซปสตรอลมีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดมากที่สุดที่ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 150 และเมื่อเพิ่มขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสให้มากขึ้นทำให้อัตราการบ่งชี้ผู้พูดมีค่าน้อยลงเป็นเพราะว่าจำนวนจุดที่ใช้แทนข้อมูลที่มากขึ้นอาจทำให้ประสิทธิภาพในการควอนไทซ์แบบเวกเตอร์ลดลงทำให้เกิดความกำกวมให้กับกลุ่มของผู้พูดมีผลให้ไม่สามารถแยกแยะผู้พูดในบางเสียงพูดได้



รูปที่ 4.20 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดในประโยคที่ 2 จากข้อมูลตารางที่ 4.13

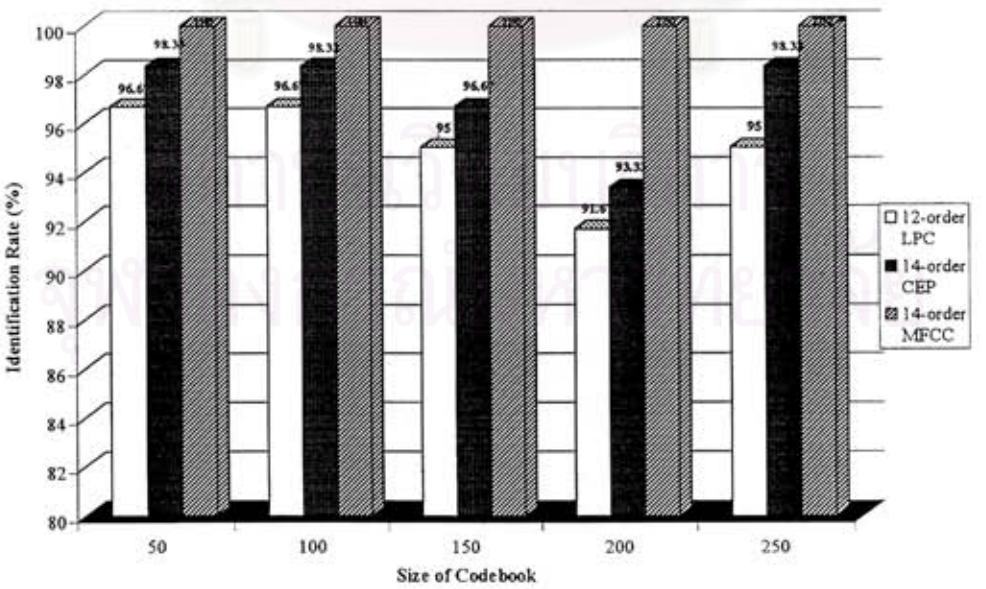
จากรูปที่ 4.20 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดมีค่ามากขึ้นเมื่อขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสมากขึ้นในทุกๆ ลักษณะสำคัญ สังเกตได้ว่าอัตราการบ่งชี้ผู้พูดของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นโดยรวมมีค่าน้อยกว่าอัตราการบ่งชี้ผู้พูดของสัมประสิทธิ์เซปสตรอลและสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมล และเมื่อพิจารณาสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลสังเกตได้ว่าที่ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 100 ระบบมีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดน้อยที่สุด แสดงว่าการควอนไทซ์แบบเวกเตอร์ที่ใช้ต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 100 มีประสิทธิภาพต่ำที่สุด



รูปที่ 4.21 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดในประโยคที่ 3 จากข้อมูลตารางที่ 4.13

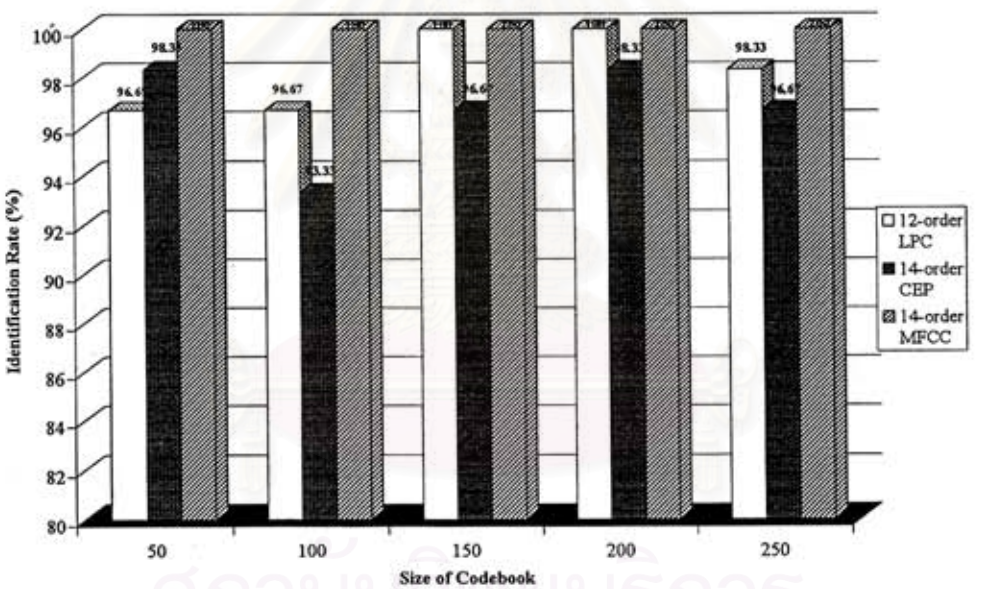
ในรูปที่ 4.21 สังเกตได้ว่าอัตราการบ่งชี้ผู้พูดของทุกๆ ลักษณะสำคัญที่พิจารณาในประโยคที่ 3 มีค่ามากที่สุดเมื่อเทียบกับอัตราการบ่งชี้ผู้พูดของลักษณะสำคัญชนิดเดียวกันในประโยคที่ 1 และ 2 จากรูปที่ 4.19 และรูปที่ 4.20 แต่อัตราการบ่งชี้ผู้พูดของสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลมีค่าลดลงเล็กน้อย (บ่งชี้ผิด 1 เสียง) ที่ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 250 ในขณะที่อัตราการบ่งชี้ผู้พูดของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นและสัมประสิทธิ์เซปสตรอลมีค่ามากกว่า เนื่องจากว่าขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่เพิ่มขึ้นทำให้ความสามารถในการแยกแยะปริภูมิของสัมประสิทธิ์ที่ใช้เป็นลักษณะสำคัญหรือประสิทธิภาพของการควอนไทซ์แบบเวกเตอร์ของผู้พูดแต่ละบุคคลเปลี่ยนแปลง ความสามารถในการแยกแยะผู้พูดนี้ขึ้นอยู่กับขั้นตอนวิธีการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัส ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัส การแจกแจงของสัมประสิทธิ์ที่ใช้เป็นลักษณะสำคัญ และข้อมูลเสียงพูด เป็นต้น เพราะฉะนั้นความสามารถในการแยกแยะผู้พูดจากข้อมูลเสียงพูดจากบทคำพูดที่แตกต่างกันย่อมมีประสิทธิภาพในการควอนไทซ์แบบเวกเตอร์ไม่เท่ากัน และการเพิ่มขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสในปริภูมิของสัมประสิทธิ์ที่ต่างกันทำให้ขนาดที่เพิ่มขึ้นไม่ทำให้ความสามารถในการแยกแยะดีขึ้น เมื่อเปรียบเทียบกับสัมประสิทธิ์เดียวกันในบทคำพูดที่ต่างกันหรือสัมประสิทธิ์อื่นๆ ในบทคำพูดเดียวกัน

รูปที่ 4.22 ถึงรูปที่ 4.24 ที่แสดงต่อไปนี้เป็นอัตราการบ่งชี้ผู้พูดในประโยคต่างๆ ซึ่งมีค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เหมือนกับอัตราการบ่งชี้ผู้พูดในรูปที่ 4.19 ถึง 4.21 ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างกันในขั้นตอนวิธีการสร้างและฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่านั้น เพื่อเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลที่ได้จากทั้งสองขั้นตอนวิธีการ



รูปที่ 4.22 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดในประโยคที่ 1 จากข้อมูลตารางที่ 4.14

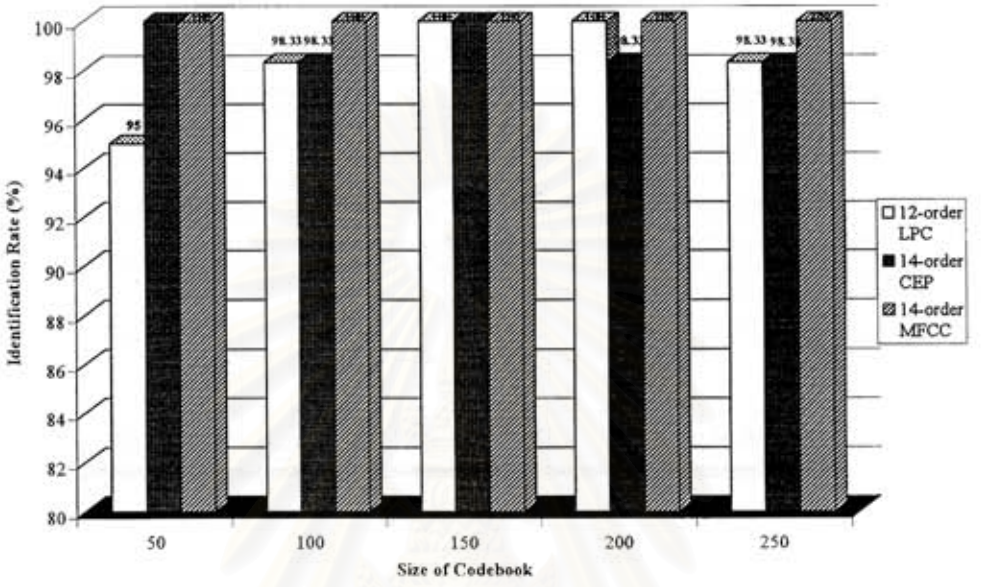
จากรูปที่ 4.22 แสดงอัตราการบ่งชี้ผู้พูดของลักษณะสำคัญที่พิจารณาในงานวิจัยนี้ พบว่าสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลมีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเท่ากับร้อยละ 100 ที่ทุกๆ ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่ใช้ในการทดลอง ส่วนสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นและสัมประสิทธิ์เซปสตรอลมีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเปลี่ยนแปลงตามขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสในลักษณะเดียวกัน เพราะว่าสัมประสิทธิ์เซปสตรอลที่ใช้ในงานวิจัยนี้คำนวณมาจากสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นที่มีอันดับของสัมประสิทธิ์เท่ากัน สังเกตได้ว่าสัมประสิทธิ์เซปสตรอลมีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดมีค่ามากกว่าสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นอยู่เล็กน้อย (บ่งชี้ถูกมากกว่า 1-2 เสียง) เนื่องจากว่าสัมประสิทธิ์เซปสตรอลมีการแจกแจงของสัมประสิทธิ์ในปริภูมิมากกว่าการแจกแจงของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นถึงแม้ว่าสัมประสิทธิ์เซปสตรอลมีรากฐานการคำนวณมาจากสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นก็ตาม



รูปที่ 4.23 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดในประโยคที่ 2 จากข้อมูลตารางที่ 4.14

จากผลการวิจัยที่ผ่านมาอัตราการบ่งชี้ผู้พูดโดยรวมในประโยคที่ 2 มีค่าน้อยที่สุด เนื่องจากว่าประโยคที่ 2 เป็นประโยคคำพูดที่มีพยางค์น้อยที่สุดทำให้ข้อมูลเสียงพูดของแต่ละบุคคลมีปริมาณน้อยมีผลทำให้เกิดความกำกวมของการแจกแจงสัมประสิทธิ์มากกว่าประโยคอื่นๆ จากรูปที่ 4.23 พบว่าสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลให้อัตราการบ่งชี้ผู้พูดมีค่ามากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบอัตราการบ่งชี้ผู้พูดของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นกับสัมประสิทธิ์เซปสตรอลพบว่าที่ต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสมีขนาดมากกว่า 50 ขึ้นไปอัตราการบ่งชี้ผู้พูดของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นมีค่ามากกว่า และนำไปเปรียบเทียบกับรูปที่ 4.20 ที่มีสัมประสิทธิ์เซปสตรอลมีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดมากกว่าเมื่อต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสมีขนาดมาก

กว่า 150 ขึ้นไป แสดงว่าขั้นตอนวิธีการสร้างและฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสมีผลอย่างมากต่อการควอนไทซ์แบบเวกเตอร์ของสัมประสิทธิ์ที่ใช้เป็นลักษณะสำคัญ



รูปที่ 4.24 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดในประโยคที่ 3 จากข้อมูลตารางที่ 4.14

จากรูปที่ 4.24 สังเกตได้ว่าในประโยคที่ 3 นี้มีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดมีค่าเท่ากับร้อยละ 100 ในทุกๆ ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่ได้ทดลองเมื่อใช้สัมประสิทธิ์เชปสตรอลบนความถี่เมลเป็นลักษณะสำคัญ ส่วนสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นมีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเข้าใกล้ร้อยละ 100 เมื่อต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสมีขนาดมากกว่า 50 ขึ้นไป แต่สัมประสิทธิ์เชปสตรอลมีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเท่ากับร้อยละ 100 ที่ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 50 และ 150 ส่วนที่ต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสขนาดอื่นมีค่าเท่ากับร้อยละ 98.33 (มีการบ่งชี้ผิด 1 เสียง)

เมื่อนำผลการวิจัยทั้งหมดที่ได้ทดลองในส่วนนี้มาวิเคราะห์โดยรวมทั้งระบบที่ใช้ขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วนและขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุดในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสได้ดังต่อไปนี้ อัตราการบ่งชี้ผู้พูดโดยส่วนใหญ่แปรผันตามขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัส แต่ขึ้นกับลักษณะการแจกแจงของสัมประสิทธิ์ที่ใช้เป็นลักษณะสำคัญด้วย เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบผลของขั้นตอนวิธีการทั้งสองพบว่าอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยที่ได้จากการใช้ขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุดมีค่ามากกว่าอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยที่ได้จากการใช้ขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วนดังแสดงในตารางที่ 4.15 ยกเว้นอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยในประโยคที่ 1 และ 2 ของสัมประสิทธิ์เชปสตรอลมีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยที่ได้จากการใช้ขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วนมีค่ามากกว่าอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยที่ได้จากการใช้ขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุดอยู่ร้อยละ 0.67 และ 0.33 ตามลำดับประโยค

ตารางที่ 4.15 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ยในการทดลองปรับเปลี่ยนขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัส

ลักษณะสำคัญ	อันดับ	อัตราการบ่งชี้ผู้พูดเฉลี่ย (%)		
		ประโยคที่ 1	ประโยคที่ 2	ประโยคที่ 3
ขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วน				
สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้น	10	94.33	94.33	96.00
สัมประสิทธิ์เซปสตรอล	12	97.67	97.00	98.67
สัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมล	14	**98.67**	**98.33**	**99.67**
ขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุด				
สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้น	12	95.00	98.33	98.33
สัมประสิทธิ์เซปสตรอล	14	97.00	96.67	99.00
สัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมล	14	**100.00**	**100.00**	**100.00**

4.2.3 การทดลองปรับเปลี่ยนจำนวนสถานะของแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟ

การทดลองนี้เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของระบบการบ่งชี้ผู้พูดกับจำนวนของแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟ ซึ่งประสิทธิภาพของระบบการบ่งชี้ผู้พูดนี้วัดได้จากอัตราการบ่งชี้ผู้พูด คือถ้าระบบมีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดมีค่ามากหมายความว่าประสิทธิภาพของระบบก็จะสูงตาม

ในงานวิจัยนี้ได้ปรับเปลี่ยนจำนวนสถานะของแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟเท่ากับ 5 10 15 20 25 และ 30 ที่ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 50 และ 100 เมื่อใช้สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้น สัมประสิทธิ์เซปสตรอลและสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลเป็นลักษณะสำคัญ โดยใช้อันดับของสัมประสิทธิ์เหมือนกับการทดลองปรับเปลี่ยนขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัส สาเหตุที่ต้องใช้ต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสมีขนาดเท่ากับ 50 และ 100 เพื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสถานะของแบบจำลองกับต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่มีขนาดไม่เท่ากัน

ผลการวิจัย

อัตราการบ่งชี้ผู้พูดในแต่ละกรณีที่ปรับเปลี่ยนจำนวนสถานะของแบบจำลองดังแสดงในตารางที่ 4.16 ถึง 4.19 โดยที่ตารางที่ 4.16 และ 4.17 เป็นตารางแสดงอัตราการบ่งชี้ผู้พูดที่ใช้ขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วนในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเมื่อขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 50 และ 100 ตามลำดับ ส่วนตารางที่ 4.18 และ 4.19 แสดงอัตราการบ่งชี้ผู้พูดที่ใช้ขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุดในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเมื่อขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 50 และ 100 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.16 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดเมื่อขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 50 โดยใช้ขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วนในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัส

	อัตราการบ่งชี้ผู้พูด (%)		
จำนวนสถานะของแบบจำลอง	ประโยคที่ 1	ประโยคที่ 2	ประโยคที่ 3
สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นที่อันดับของสัมประสิทธิ์เท่ากับ 10			
5	85.00	91.67	85.00
10	85.00	93.33	83.33
15	93.33	91.67	**93.33**
20	**95.00**	**95.00**	88.33
25	91.67	93.33	91.67
30	**95.00**	91.67	**93.33**
สัมประสิทธิ์เซปสตรอลที่อันดับของสัมประสิทธิ์เท่ากับ 12			
5	93.33	91.67	95.00
10	90.00	95.00	96.67
15	96.67	**98.33**	96.67
20	95.00	**98.33**	96.67
25	93.33	96.67	**100.00**
30	**98.33**	96.67	96.67
สัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลที่อันดับของสัมประสิทธิ์เท่ากับ 14			
5	93.33	**98.33**	**100.00**
10	96.67	93.33	**100.00**
15	98.33	96.67	**100.00**
20	98.33	96.67	**100.00**
25	**100.00**	96.67	**100.00**
30	**100.00**	**98.33**	98.33

จากตารางที่ 4.16 มีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดมากที่สุดเมื่อใช้สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นเป็นลักษณะสำคัญเท่ากับร้อยละ 95 ในประโยคที่ 1 และ 2 เมื่อจำนวนสถานะเท่ากับ 20 และ 30 ในประโยคที่ 1 และจำนวนสถานะเท่ากับ 20 ในประโยคที่ 2 เท่ากับร้อยละ 93.33 ในประโยคที่ 3 เมื่อจำนวนสถานะเท่ากับ 15 และ 30 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดของสัมประสิทธิ์เซปสตรอลมีค่าเท่ากับร้อยละ 98.33 ในประโยคที่ 1

และ 2 ที่จำนวนสถานะเท่ากับ 30 ในประโยคที่ 1 เท่ากับ 15 และ 20 ในประโยคที่ 2 และเท่ากับร้อยละ 100 ที่จำนวนสถานะเท่ากับ 25 ในประโยคที่ 3 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดเท่ากับร้อยละ 100 ที่จำนวนสถานะเท่ากับ 25 และ 30 ในประโยคที่ 1 เท่ากับ 5 10 15 20 และ 25 ในประโยคที่ 3 และเท่ากับร้อยละ 98.33 ที่จำนวนสถานะเท่ากับ 5 และ 30 ในประโยคที่ 2 สำหรับสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมล

ตารางที่ 4.17 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดเมื่อขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 100 โดยใช้ขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วนในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัส

	อัตราการบ่งชี้ผู้พูด (%)		
จำนวนสถานะของแบบจำลอง	ประโยคที่ 1	ประโยคที่ 2	ประโยคที่ 3
สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นที่อันดับของสัมประสิทธิ์เท่ากับ 10			
5	91.67	95.00	95.00
10	95.00	91.67	**100.00**
15	93.33	**98.33**	98.33
20	98.33	93.33	**100.00**
25	98.33	95.00	**100.00**
30	**100**	95	98.33
สัมประสิทธิ์เซปสตรอลที่อันดับของสัมประสิทธิ์เท่ากับ 12			
5	96.67	93.33	**100.00**
10	93.33	93.33	**100.00**
15	**100.00**	**98.33**	**100.00**
20	96.67	93.33	**100.00**
25	**100.00**	95.00	**100.00**
30	**100.00**	95.00	**100.00**
สัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลที่อันดับของสัมประสิทธิ์เท่ากับ 14			
5	**100.00**	95.00	**100.00**
10	**100.00**	98.33	**100.00**
15	**100.00**	96.67	98.33
20	**100.00**	98.33	**100.00**
25	**100.00**	**100.00**	**100.00**
30	**100.00**	**100.00**	**100.00**

จากตารางที่ 4.17 สังเกตได้ว่าอัตราการบ่งชี้ผู้พูดที่มีค่ามากที่สุดของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นมีค่าเท่ากับร้อยละ 100 ที่จำนวนสถานะเท่ากับ 30 ในประโยคที่ 1 เท่ากับร้อยละ 98.33 ที่จำนวนสถานะเท่ากับ 15 ในประโยคที่ 2 และเท่ากับร้อยละ 100 ที่จำนวนสถานะของแบบจำลองเท่ากับ 10 20 และ 25 ในประโยคที่ 3 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดที่มีค่ามากที่สุดของสัมประสิทธิ์เซปสตรอลเท่ากับร้อยละ 100 ที่จำนวนสถานะเท่ากับ 15 25 และ 30 ในประโยคที่ 1 และที่จำนวนสถานะเท่ากับ 5 10 15 20 25 และ 30 ในประโยคที่ 3 ส่วนประโยคที่ 2 มีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 98.33 ที่จำนวนสถานะเท่ากับ 15 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดที่มีค่ามากที่สุดเมื่อสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลเป็นลักษณะสำคัญเท่ากับร้อยละ 100 ในทุกประโยคดังนี้ ที่จำนวนสถานะของแบบจำลองเท่ากับ 5 10 15 20 25 และ 30 ในประโยคที่ 1 เท่ากับ 25 และ 30 ในประโยคที่ 2 และเท่ากับ 5 10 20 25 และ 30 ในประโยคที่ 3

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.18 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดเมื่อขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 50 โดยใช้ขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุดในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัส

	อัตราการบ่งชี้ผู้พูด (%)		
จำนวนสถานะของแบบจำลอง	ประโยคที่ 1	ประโยคที่ 2	ประโยคที่ 3
สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นที่อันดับของสัมประสิทธิ์เท่ากับ 10			
5	96.67	96.67	95.00
10	96.67	**98.33**	93.33
15	93.33	96.67	95.00
20	98.33	96.67	**98.33**
25	**100.00**	**98.33**	96.67
30	**100.00**	**98.33**	**98.33**
สัมประสิทธิ์เซปสตรอลที่อันดับของสัมประสิทธิ์เท่ากับ 14			
5	98.33	98.33	**100.00**
10	**100.00**	**100.00**	**100.00**
15	96.67	**100.00**	96.67
20	98.33	**100.00**	98.33
25	98.33	**100.00**	**100.00**
30	98.33	**100.00**	**100.00**
สัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลที่อันดับของสัมประสิทธิ์เท่ากับ 14			
5	**100.00**	**100.00**	**100.00**
10	**100.00**	**100.00**	**100.00**
15	**100.00**	**100.00**	**100.00**
20	**100.00**	**100.00**	**100.00**
25	**100.00**	**100.00**	**100.00**
30	**100.00**	**100.00**	**100.00**

จากตารางที่ 4.18 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นมีค่ามากที่สุดเท่ากับร้อยละ 100 ที่จำนวนสถานะเท่ากับ 25 และ 30 ในประโยคที่ 1 เท่ากับร้อยละ 98.33 ที่จำนวนสถานะเท่ากับ 10 25 และ 30 ในประโยคที่ 2 และที่จำนวนสถานะเท่ากับ 20 และ 30 ในประโยคที่ 3 เมื่อใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรอลเป็นลักษณะสำคัญมีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดที่มีค่ามากที่สุดเท่ากับร้อยละ 100 ในทุก

ประโยค โดยใช้จำนวนสถานะเท่ากับ 10 ในประโยคที่ 1 เท่ากับ 10 15 20 25 และ 30 ในประโยคที่ 2 และเท่ากับ 5 10 25 และ 30 ในประโยคที่ 3 แต่ถ้าใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลเป็นลักษณะสำคัญมีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเท่ากับร้อยละ 100 ในทุกประโยคและจำนวนสถานะของแบบจำลองที่ได้ปรับเปลี่ยนในการทดลอง

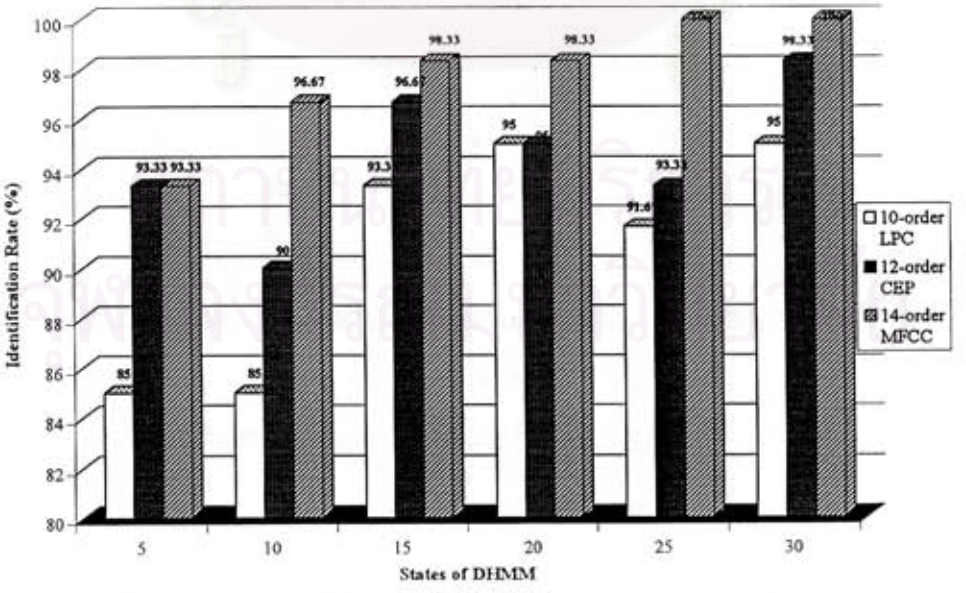
ตารางที่ 4.19 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดเมื่อขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 100 โดยใช้ขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุดในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัส

	อัตราการบ่งชี้ผู้พูด (%)		
จำนวนสถานะของแบบจำลอง	ประโยคที่ 1	ประโยคที่ 2	ประโยคที่ 3
สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นที่อันดับของสัมประสิทธิ์เท่ากับ 10			
5	96.67	96.67	98.33
10	93.33	96.67	96.67
15	93.33	93.33	98.33
20	91.67	96.67	**100.00**
25	96.67	96.67	**100.00**
30	**98.33**	**98.33**	**100.00**
สัมประสิทธิ์เซปสตรอลที่อันดับของสัมประสิทธิ์เท่ากับ 14			
5	98.33	96.67	98.33
10	**100.00**	96.67	98.33
15	**100.00**	**100.00**	98.33
20	**100.00**	93.33	**100.00**
25	**100.00**	96.67	**100.00**
30	**100.00**	98.33	**100.00**
สัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลที่อันดับของสัมประสิทธิ์เท่ากับ 14			
5	**100.00**	**100.00**	**100.00**
10	**100.00**	**100.00**	**100.00**
15	**100.00**	**100.00**	**100.00**
20	**100.00**	**100.00**	**100.00**
25	**100.00**	**100.00**	**100.00**
30	**100.00**	**100.00**	**100.00**

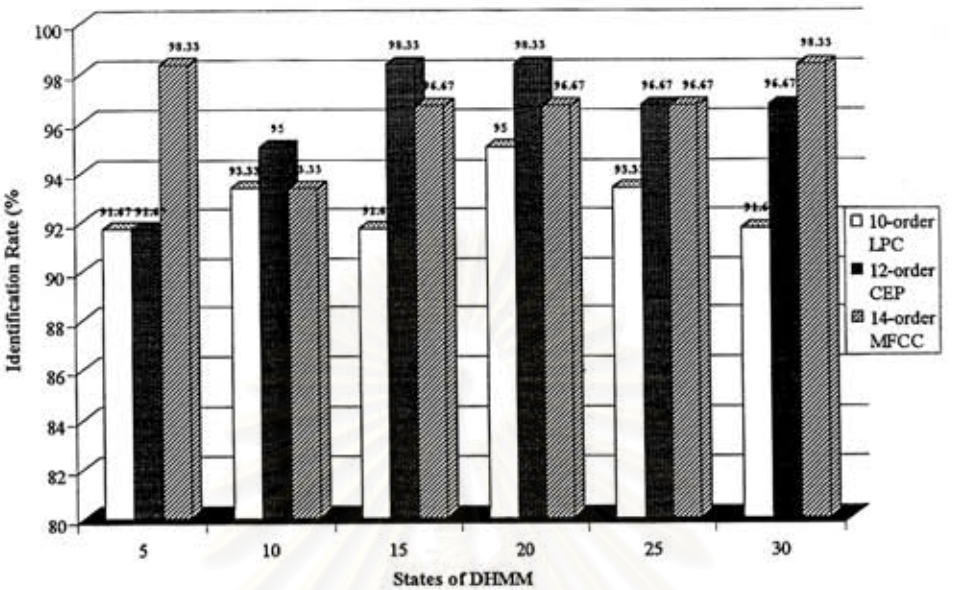
จากตารางที่ 4.19 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดที่มีค่ามากที่สุดของระบบที่ใช้สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นเป็นลักษณะสำคัญในประโยคที่ 1 และ 2 เท่ากับร้อยละ 98.33 ที่จำนวนสถานะเท่ากับ 30 และเท่ากับร้อยละ 100 ที่จำนวนสถานะเท่ากับ 20 25 และ 30 ในประโยคที่ 3 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดที่มีค่ามากที่สุดเมื่อใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรอลเป็นลักษณะสำคัญมีค่าเท่ากับร้อยละ 100 เมื่อจำนวนสถานะเท่ากับ 10 15 20 25 และ 30 ในประโยคที่ 1 เท่ากับ 15 ในประโยคที่ 2 และเท่ากับ 20 25 และ 30 ในประโยคที่ 3 ส่วนระบบที่ใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลเป็นลักษณะสำคัญมีอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเท่ากับร้อยละ 100 ที่จำนวนสถานะที่ได้ปรับเปลี่ยนทั้งหมดในทุกประโยค

วิเคราะห์ผล

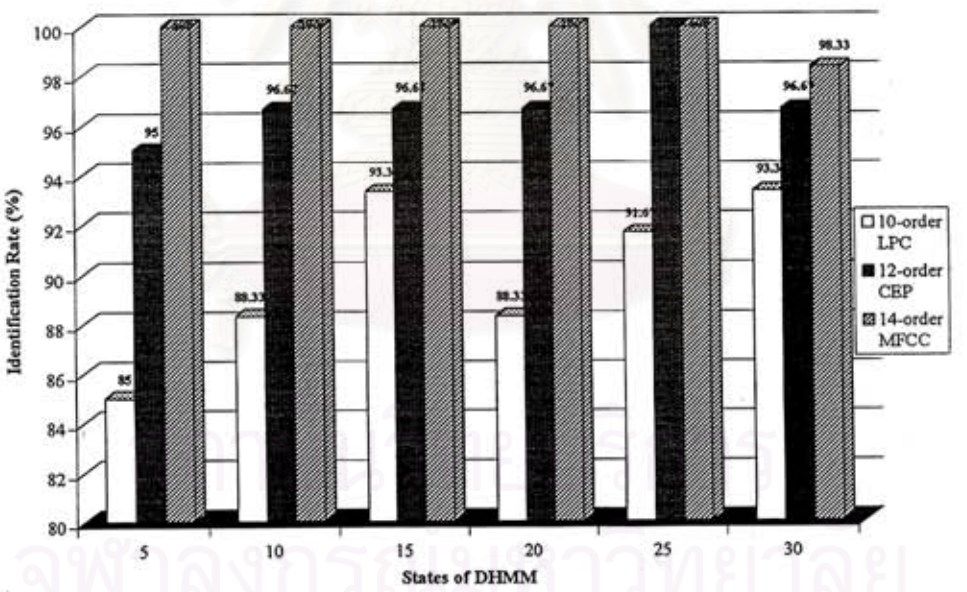
จากผลงานวิจัยที่ได้จากการทดลองปรับเปลี่ยนจำนวนของสถานะแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟดังแสดงในตารางที่ 4.16 ถึงตารางที่ 4.19 สามารถนำมาเขียนเป็นกราฟแสดงอัตราการบ่งชี้ผู้พูดในแต่ละประโยคได้ดังรูปที่ 4.25 ถึงรูปที่ 4.35 โดยที่รูปที่ 4.25 ถึงรูปที่ 4.30 เป็นรูปกราฟที่ได้จากระบบที่ใช้ขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วนในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสและมีขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 50 และ 100 ในแต่ละประโยค ส่วนรูปที่ 4.31 ถึง 4.36 เป็นรูปกราฟที่ได้จากระบบที่ใช้ขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุดในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสและมีขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 50 และ 100



รูปที่ 4.25 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดของประโยคที่ 1 จากข้อมูลในตารางที่ 4.16

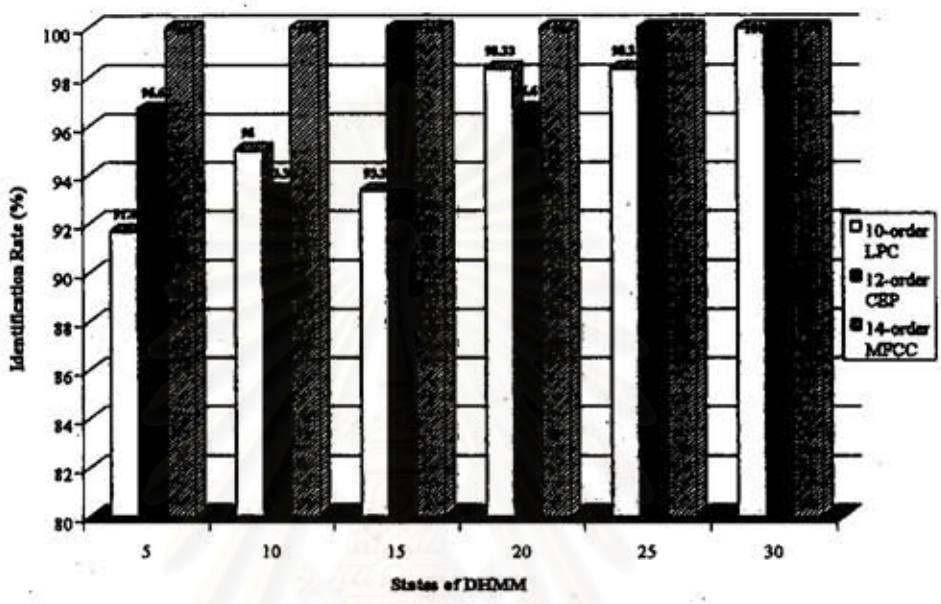


รูปที่ 4.26 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดของประโยคที่ 2 จากข้อมูลในตารางที่ 4.16

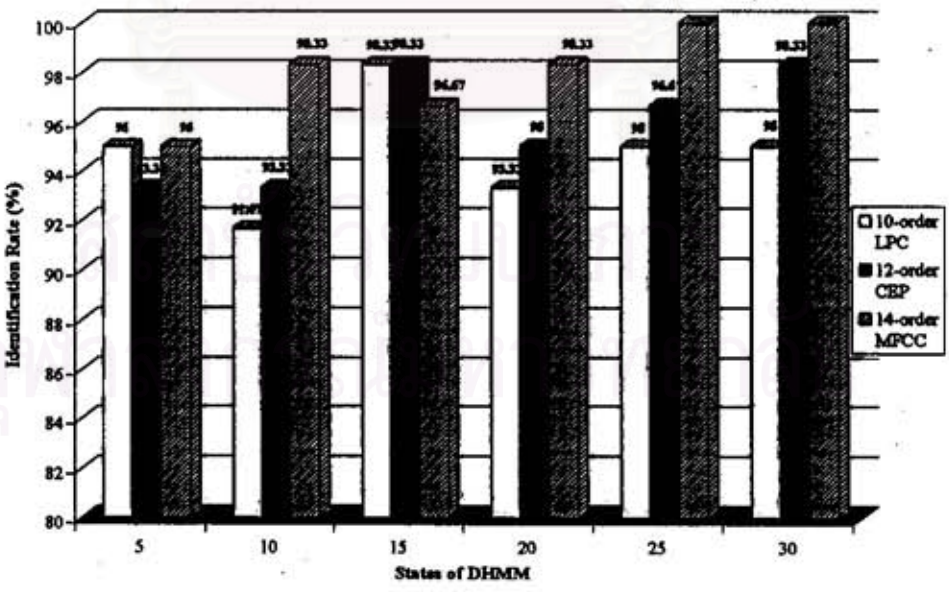


รูปที่ 4.27 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดของประโยคที่ 3 จากข้อมูลในตารางที่ 4.16

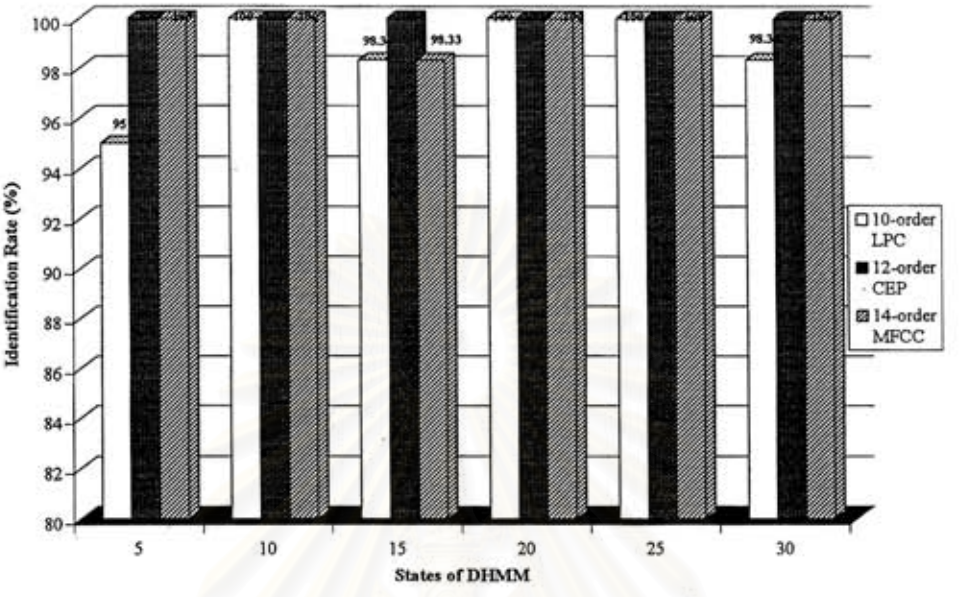
จากรูปที่ 4.25 ถึง 4.27 สังเกตได้ว่าโดยทั่วไปอัตราการบ่งชี้ผู้พูดมีค่ามากขึ้นเมื่อจำนวนสถานะของแบบจำลองมากขึ้นในทุกๆ ลักษณะสำคัญ และลักษณะสำคัญที่ให้อัตราการบ่งชี้ผู้พูดมีค่าต่ำที่สุดคือสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นถึงแม้ว่าเพิ่มจำนวนสถานะของแบบจำลองแล้วก็ตาม เนื่องจากว่าต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่ใช้ในการทดลองนี้มีขนาดเท่ากับ 50 เป็นค่าที่ต่ำที่สุดทำให้ยากต่อการแบ่งกลุ่มของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นของผู้พูดแต่ละบุคคล



รูปที่ 4.28 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดของประโยคที่ 1 จากข้อมูลในตารางที่ 4.17

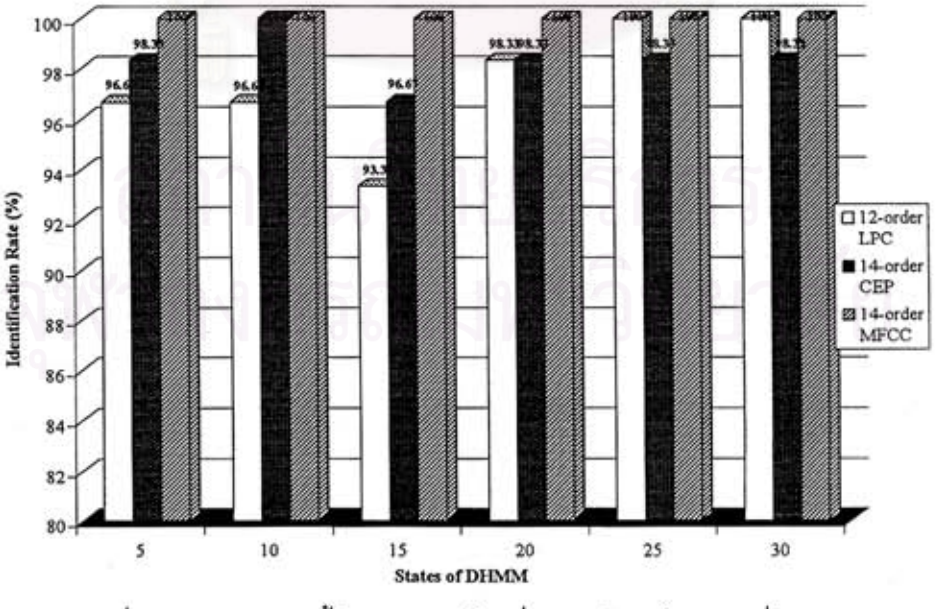


รูปที่ 4.29 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดของประโยคที่ 2 จากข้อมูลในตารางที่ 4.17

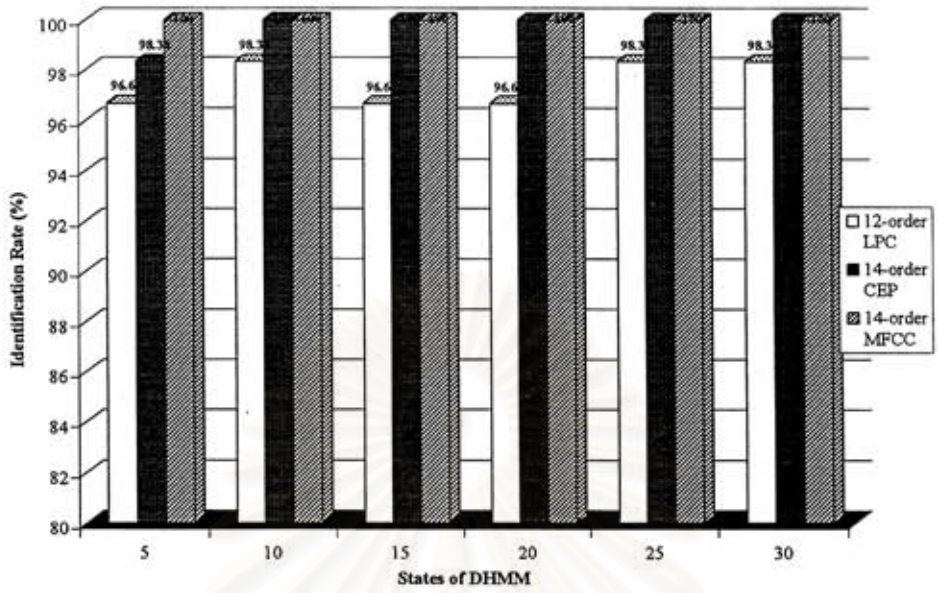


รูปที่ 4.30 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดของประโยคที่ 3 จากข้อมูลในตารางที่ 4.17

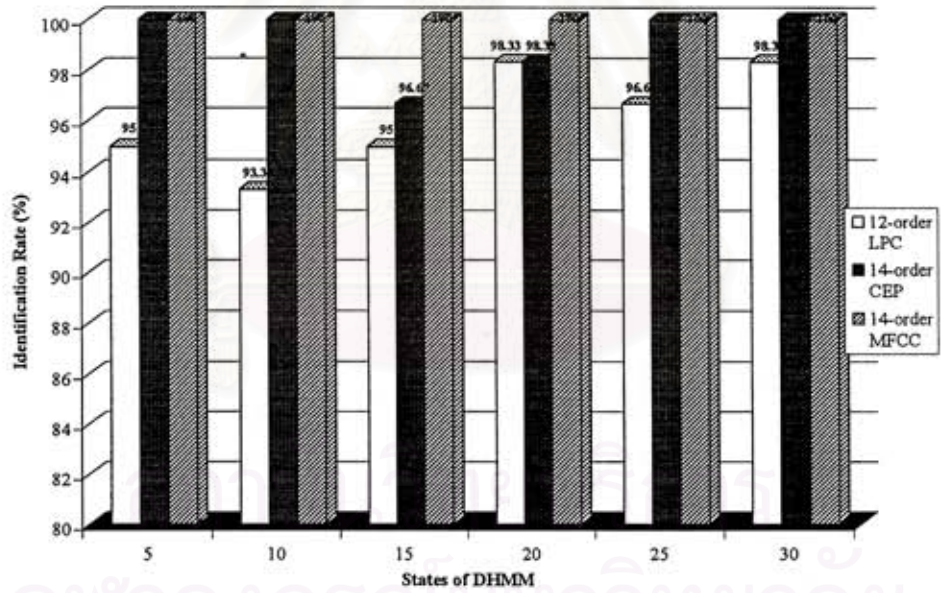
จากรูปที่ 4.28 ถึงรูปที่ 4.30 สังเกตได้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงคล้ายๆ กับรูปที่ 4.25 ถึงรูปที่ 4.27 แตกต่างกันที่อัตราการบ่งชี้ผู้พูดในแต่ละลักษณะสำคัญและประโยคจะมีค่ามากขึ้น เนื่องจากว่ามีขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่มากขึ้นหนึ่งเท่า



รูปที่ 4.31 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดของประโยคที่ 1 จากข้อมูลในตารางที่ 4.18

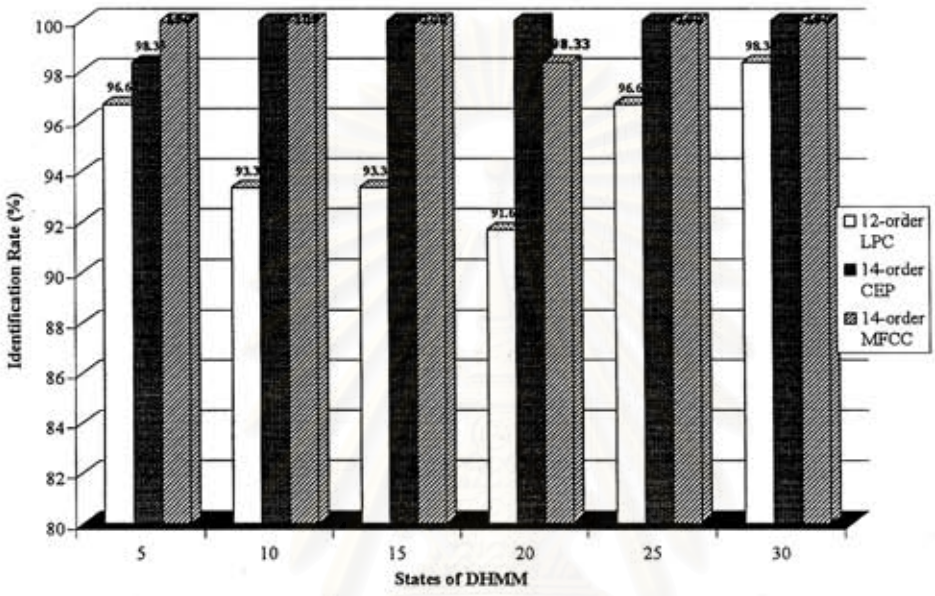


รูปที่ 4.32 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดของประโยคที่ 2 จากข้อมูลในตารางที่ 4.18

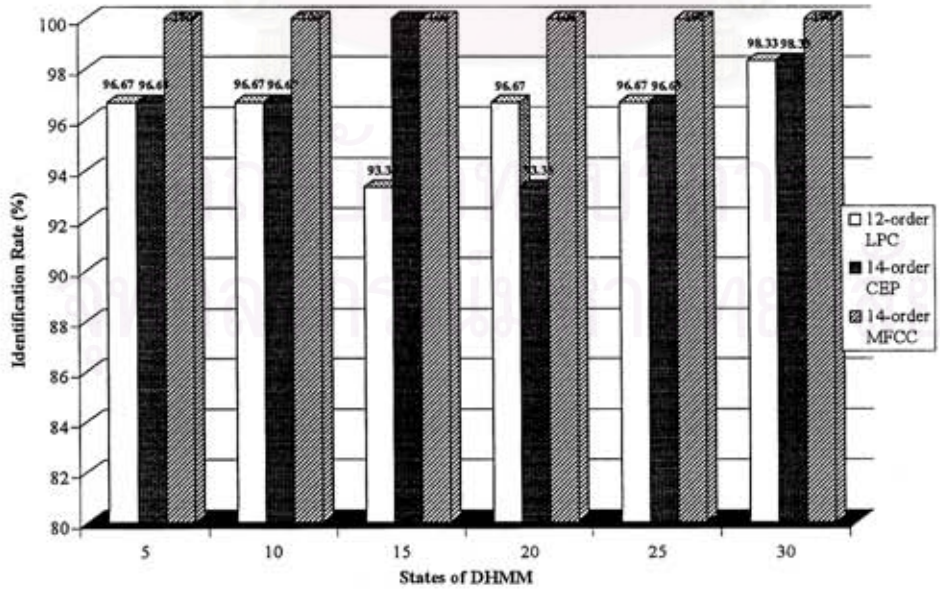


รูปที่ 4.33 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดของประโยคที่ 3 จากข้อมูลในตารางที่ 4.18

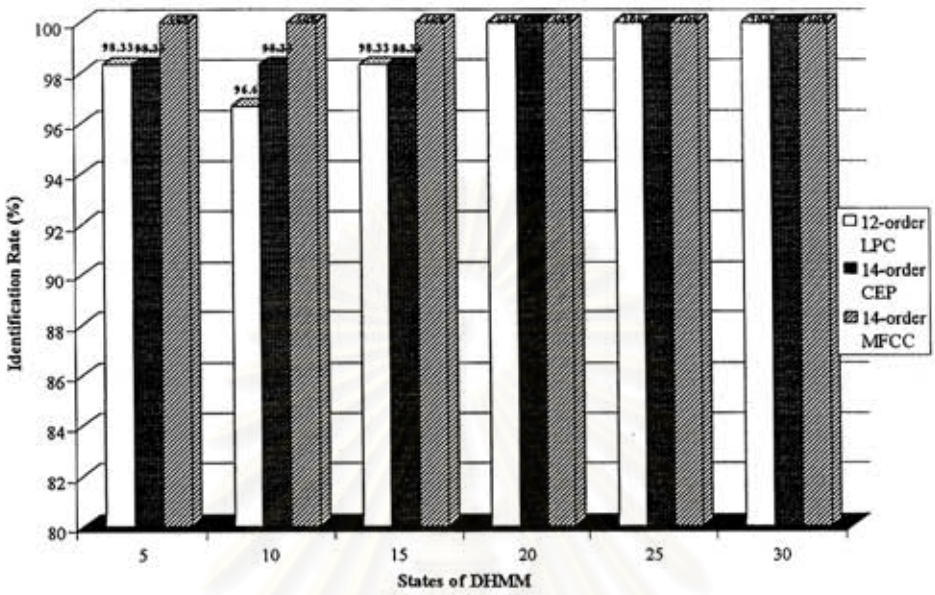
เมื่อนำรูปที่ 4.31 ถึงรูปที่ 4.33 ไปเปรียบเทียบกับรูปที่ 4.25 ถึงรูปที่ 4.27 ที่มีขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 50 เท่ากัน แตกต่างกันที่ขั้นตอนวิธีการในการฝึกฝนเห็นได้ว่าอัตราการบ่งชี้ผู้พูดในรูปที่ 4.31 ถึงรูปที่ 4.33 มีค่ามากกว่าอัตราการบ่งชี้ผู้พูดในรูปที่ 4.25 ถึงรูปที่ 4.27 แสดงว่าขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุดสร้างต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสได้มีประสิทธิภาพดีกว่าขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วน ส่วนการเปลี่ยนแปลงอัตราการบ่งชี้ผู้พูดเมื่อเพิ่มจำนวนสถานะของแบบจำลองให้ผลเหมือนๆ กับรูปที่ 4.25 ถึงรูปที่ 4.27



รูปที่ 4.34 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดของประโยคที่ 1 จากข้อมูลในตารางที่ 4.19



รูปที่ 4.35 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดของประโยคที่ 2 จากข้อมูลในตารางที่ 4.19



รูปที่ 4.36 อัตราการบ่งชี้ผู้พูดของประโยคที่ 3 จากข้อมูลในตารางที่ 4.19

จากรูปที่ 4.34 ถึงรูปที่ 4.36 พบว่าอัตราการบ่งชี้ผู้พูดมีค่ามากกว่าอัตราการบ่งชี้ผู้พูดในรูปที่ 4.28 ถึงรูปที่ 4.30 เพียงเล็กน้อย และถ้านำไปเปรียบเทียบกับรูปที่ 4.31 ถึงรูปที่ 4.33 สังเกตได้ว่าไม่มีความแตกต่างกันมากเพราะว่าต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่ฝึกฝนมาจากขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุดนั้นมีการพิจารณาค่าความแปรปรวนของปริภูมิระหว่างจุดข้อมูลกับเวกเตอร์รหัสด้วย ทำให้ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่เพิ่มมากขึ้นไม่จำเป็นต้องมีประสิทธิภาพดีกว่าเสมอไป เพราะอาจเป็นการเพิ่มความกำกวมในการแบ่งกลุ่มข้อมูลก็เป็นได้ ตัวอย่างเช่นในกรณีที่ข้อมูลมีการแจกแจงที่เกาะกลุ่มหรืออยู่ใกล้กัน ดังนั้นขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุดจึงขึ้นอยู่กับลักษณะการแจกแจงของสัมประสิทธิ์และขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัส ไม่เหมือนกับขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วนที่พิจารณาเฉพาะค่าระยะห่างของจุดข้อมูลกับเวกเตอร์รหัสเพียงอย่างเดียว ทำให้ประสิทธิภาพของการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสขึ้นอยู่กับขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเป็นสำคัญ

4.3 การวิเคราะห์ผลการบ่งชี้ผู้พูดที่ผิดพลาด

ในหัวข้อนี้ได้วิเคราะห์ผลการบ่งชี้ผู้พูดที่ผิดพลาดจากการทดลองในหัวข้อที่ 4.2 โดยวิเคราะห์ทีละการทดลองดังนี้

4.3.1 วิเคราะห์ผลการทดลองปรับเปลี่ยนอันดับของลักษณะสำคัญ

จากผลการทดลองปรับเปลี่ยนอันดับของลักษณะสำคัญในหัวข้อที่ 4.2.1 ซึ่งได้ปรับเปลี่ยนอันดับของลักษณะสำคัญเท่ากับ 10 12 14 และ 16 เมื่อต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสมีขนาดเท่ากับ 50 100 และ 150 ที่จำนวนสถานะของแบบจำลองเท่ากับ 5 เพื่อต้องการหาอันดับของลักษณะสำคัญที่เหมาะสมกับต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสขนาดต่างๆ เนื่องจากหัวข้อนี้พิจารณาความผิดพลาดที่เกิดจากการปรับเปลี่ยนอันดับของลักษณะสำคัญเป็นสำคัญ ดังนั้นในหัวข้อนี้กล่าวถึงการวิเคราะห์ผลการทดลองปรับเปลี่ยนอันดับของลักษณะสำคัญเมื่อขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 50 เท่านั้น

ตารางที่ 4.20 ถึงตารางที่ 4.25 เป็นตารางแสดงเสียงที่บ่งชี้ผู้พูดผิดเมื่อปรับเปลี่ยนอันดับของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้น สัมประสิทธิ์เซปสตรอล และสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมล โดยฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสด้วยขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วน และขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุด สำหรับเสียงที่บ่งชี้ผิดนั้นถูกแสดงเป็นชื่อของผู้พูดและหมายเลขลำดับของเสียงพูดในที่นี้เป็นเลขคู่ เนื่องจากได้กำหนดให้เสียงที่อยู่ในชุดทดสอบนั้นเป็นเลขคู่ (2 ถึง 10) เพื่อไม่ให้สับสนกับเสียงในชุดฝึกฝนซึ่งเป็นเลขคี่ (1 ถึง 9) นั้นเอง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.20 วิเคราะห์เสียงที่ปั่งชี้ผิดจากการปรับเปลี่ยนอันดับของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นและฝึกผ่นต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสด้วยขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วน

ประโยคที่ 1				ประโยคที่ 2				ประโยคที่ 3			
อันดับ	เสียงที่ปั่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกปั่งชี้	จำนวนเสียง	อันดับ	เสียงที่ปั่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกปั่งชี้	จำนวนเสียง	อันดับ	เสียงที่ปั่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกปั่งชี้	จำนวนเสียง
10	Akp(6)	Prs*	1	10	Knk(4,6,10)	Sdr	3	10	Clc(8)	Tho	1
	Clc(2)	Prs	1		Trp(2)	Smp	1		Prs(6)	Akp*	1
	Knk(6)	Sdr	1		Trp(8)	Clc	1		Sdr(2,10)	Vrv*	2
	Smp(4)	Clc	1	12	Clc(8)	Smp	1		Sdr(4,6,8)	Akp	3
	Tdr(6)	Akp	1		Clc(10)	Tty*	1		Tdr(2)	Akp	1
	Tho(10)	Smp	1		Prs(4,6)	Vrv	1		Tho(8)	Trp	1
	Vrv(2)	Clc	1		Smp(4)	Trp	1	12	Prs(6)	Akp*	1
	Vrv(4)	Prs	1		Tdr(6)	Wlp	1		Prs(10)	Sdr*	1
12	Clc(4)	Akp*	1		Tdr(10)	Tty	1		Sdr(2,6)	Vrv*	2
	Knk(2)	Sdr	1		Wlp(2)	Akp	1		Sdr(4,5)	Tty	2
	Tdr(2,4)	Akp	2	14	Knk(4,8,10)	Sdr	3		Smp(4)	Clc	1
	Tdr(6)	Prs*	1		Prs(4,6)	Vrv	2		Tho(6,8)	Clc	2
	Tdr(10)	Tty	1		Tdr(2,4)	Tty	2		Tho(10)	Sdr*	1
	Vrv(2)	Clc	1		Trp(6)	Clc	1				
	Vrv(4,6)	Prs	2		Trp(8)	Tty*	1				
	Vrv(10)	Trp	1								

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.20(ต่อ) วิเคราะห์เสียงที่บ่งชี้ผิดจากการปรับเปลี่ยนอันดับของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นและฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสด้วยขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วน

ประโยคที่ 1				ประโยคที่ 2				ประโยคที่ 3			
อันดับ	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง	อันดับ	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง	อันดับ	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง
14	Akp(4)	Tty	1	16	Clc(8,10)	Smp	2	14	Clc(2)	Vrv	1
	Akp(6)	Prs*	1		Knk(4,6,8,10)	Sdr	4		Clc(8)	Akp*	1
	Akp(8)	Tty	1		Prs(2,4,6)	Vrv	3		Knk(2)	Tdr	1
	Clc(2)	Prs	1		Tdr(4)	Tty	1		Sdr(2)	Vrv*	1
	Knk(6)	Sdr	1		Tdr(6)	Akp	1		Sdr(4,7)	Tdr	2
	Knk(10)	Tty	1		Trp(8)	Vrv	1		Tho(8)	Sdr*	1
	Smp(4,6)	Clc	2						Trp(8,10)	Clc	2
	Tdr(2,6)	Akp	2						Vrv(4)	Clc	1
	Tho(4)	Clc	1						Wlp(2)	Sdr	1
	Tty(10)	Akp	1					16	Knk(2,6)	Tty	2
16	Clc(4)	Tty*	1						Tdr(2)	Tty	1
	Knk(2)	Vrv*	1						Tho(6)	Clc	1
	Smp(4)	Clc	1						Trp(6)	Clc	1
	Tdr(6)	Prs*	1								
	Tty(6)	Akp	1								
	Tty(8)	Clc*	1								
	Vrv(2)	Clc	1								

หมายเหตุ * หมายถึงผู้พูดที่ถูกบ่งชี้ผิดเป็นเพศตรงข้าม เช่น เสียงของผู้พูด Akp เพศหญิงถูกบ่งชี้เป็นผู้พูด Prs เพศชาย เป็นต้น

ตารางที่ 4.21 วิเคราะห์เสียงที่บ่งชี้ผิดจากการปรับเปลี่ยนอันดับของสัมประสิทธิ์เซปสตรอลและฝึกผ่นต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสด้วยขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วน

ประโยคที่ 1				ประโยคที่ 2				ประโยคที่ 3			
อันดับ	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง	อันดับ	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง	อันดับ	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง
10	Akp(8)	Tty	1	10	Clc(6,10)	Trp	2	10	Clc(2)	Trp	1
	Clc(2)	Prs	1		Prs(4)	Vrv	1		Knk(2)	Tdr	1
	Clc(4)	Smp	1		Tho(6)	Smp	1		Prs(10)	Sdr*	1
	Knk(2)	Sdr	1	12	Knk(6)	Sdr	1		Sdr(4)	Vrv*	1
	Prs(6)	Vrv	1		Smp(8)	Clc	1		Tho(10)	Sdr*	1
	Sdr(10)	Knk	1		Tho(2,8,10)	Clc	3	12	Tho(6,8)	Trp	2
	Tdr(2,6)	Akp	2	14	Knk(6)	Sdr	1		Tho(10)	Akp*	1
	Vrv(2,4)	Clc	2		Prs(4,6)	Vrv	2	14	Knk(2)	Sdr	1
12	Clc(10)	Tty*	1		Tho(10)	Vrv	1		Tdr(2)	Akp	1
	Smp(2)	Clc	1	16	Clc(6)	Tty*	1		Tho(10)	Sdr*	1
	Tdr(2)	Tty	1		Clc(8)	Trp	1	16	-	-	-
	Vrv(2)	Clc	1		Knk(4)	Sdr	1				
14	Tho(4)	Akp*	1		Tho(6)	Clc	1				
	Vrv(2)	Clc	1								

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.21(ต่อ) วิเคราะห์เสียงที่ปั่งชี้ผิดจากการปรับเปลี่ยนอันดับของสัมประสิทธิ์เซปสตรอลและฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสด้วยขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วน

ประโยคที่ 1				ประโยคที่ 2				ประโยคที่ 3			
อันดับ	เสียงที่ปั่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกปั่งชี้	จำนวนเสียง	อันดับ	เสียงที่ปั่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกปั่งชี้	จำนวนเสียง	อันดับ	เสียงที่ปั่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกปั่งชี้	จำนวนเสียง
16	Clc(4)	Prs	1								
	Clc(8)	Vrv	1								
	Knk(2,4)	Sdr	1								
	Tdr(6)	Prs*	1								
	Tho(4)	Clc	1								
	Tho(6)	Smp	1								

หมายเหตุ * หมายถึงผู้พูดที่ถูกปั่งชี้ผิดเป็นเพศตรงข้าม เช่น เสียงของผู้พูด Akp เพศหญิงถูกปั่งชี้เป็นผู้พูด Prs เพศชาย เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.22 วิเคราะห์เสียงที่บ่งชี้ผิดจากการปรับเปลี่ยนอันดับของสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลและฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสด้วยขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วน

ประโยคที่ 1				ประโยคที่ 2				ประโยคที่ 3			
อันดับ	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง	อันดับ	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง	อันดับ	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง
10	Clc(2)	Vrv	1	10	Tho(6)	Smp	1	10	Knk(2,6)	Clc*	2
	Knk(6)	Sdr	1		Tho(10)	Trp	1	12	Knk(6)	Tty	1
	Tdr(4)	Tty	1		Tty(6)	Trp*	1	14	-	-	-
	Tho(10)	Smp	1	12	Prs(2,4)	Vrv	1	16	-	-	-
	Wlp(6,8,10)	Tty	3		Tty(6)	Trp*	1				
12	Clc(2)	Vrv	1	14	Prs(4)	Smp	1				
	Knk(6)	Sdr	1	16	Prs(4)	Vrv	1				
	Prs(10)	Clc	1		Tho(8)	Clc	1				
	Tho(4)	Smp	1								
14	Akp(10)	Clc*	1								
	Clc(2)	Vrv	1								
	Tho(4,10)	Smp	1								
16	Clc(2)	Prs	1								
	Knk(6)	Prs*	1								
	Tho(4)	Smp	1								
	Tty(10)	Smp*	1								

หมายเหตุ * หมายถึงผู้พูดที่ถูกบ่งชี้ผิดเป็นเพศตรงข้าม เช่น เสียงของผู้พูด Akp เพศหญิงถูกบ่งชี้เป็นผู้พูด Prs เพศชาย เป็นต้น

ตารางที่ 4.23 วิเคราะห์เสียงที่บ่งชี้ผิดจากการปรับเปลี่ยนอันดับของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นและฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสด้วยขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุด

ประโยคที่ 1				ประโยคที่ 2				ประโยคที่ 3			
อันดับ	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง	อันดับ	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง	อันดับ	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง
10	Tho(4,6,10)	Clc	3	10	. Smp(8)	Vrv	1	10	Knk(2)	Sdr	1
12	Knk(10)	Sdr	1	12	Knk(4,10)	Sdr	2		Sdr(6)	Knk	1
	Tdr(6)	Wlp	1	14	-	-	-	12	Knk(6)	Sdr	1
14	Clc(4)	Tty*	1	16	-	-	-		Trp(2,10)	Clc	2
	Tho(6)	Trp	1					14	Trp(10)	Clc	1
	Tty(6)	Clc*	1					16	Knk(2)	Tdr	1
	Tty(10)	Prs*	1						Tho(8)	Clc	1
16	Akp(8)	Wlp	1								
	Knk(6)	Sdr	1								
	Prs(8,10)	Smp	2								
	Tdr(4)	Tty	1								
	Tho(6)	Clc	1								
	Tty(8)	Prs*	1								
	Vrv(2)	Clc	1								
	Vrv(6,10)	Sdr*	2								

หมายเหตุ * หมายถึงผู้พูดที่ถูกบ่งชี้ผิดเป็นเพศตรงข้าม เช่น เสียงของผู้พูด Akp เพศหญิงถูกบ่งชี้เป็นผู้พูด Prs เพศชาย เป็นต้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.24 วิเคราะห์เสียงที่บ่งชี้ผิดจากการปรับเปลี่ยนอันดับของสัมประสิทธิ์เซปสตรอลและฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสด้วยขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุด

ประโยคที่ 1				ประโยคที่ 2				ประโยคที่ 3			
อันดับ	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง	อันดับ	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง	อันดับ	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง
10	Akp(4)	Prs*	1	10	Clc(6)	Trp	1	10	Tho(6)	Clc	1
	Tty(10)	Akp	1		Knk(4)	Sdr	1		Tho(10)	Wlp*	1
12	Clc(6)	Smp	1		Prs(4)	Vrv	1	12	-	-	-
	Knk(6)	Sdr	1		Smp(10)	Clc	1	14	-	-	-
	Prs(8)	Vrv	1	12	Akp(10)	Wlp	1	16	Tho(10)	Smp	1
14	Knk(6)	Sdr	1		Vrv(6)	Tho	1		Wlp(2,8)	Sdr	2
16	Akp(8)	Tty	1	14	Clc(6)	Trp	1				
	Akp(10)	Wlp	1	16	Knk(4)	Tty	1				
	Knk(6)	Sdr	1								
	Trp(2)	Clc	1								
	Tty(2)	Wlp	1								

หมายเหตุ * หมายถึงผู้พูดที่ถูกบ่งชี้ผิดเป็นเพศตรงข้าม เช่น เสียงของผู้พูด Akp เพศหญิงถูกบ่งชี้เป็นผู้พูด Prs เพศชาย เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.25 วิเคราะห์เสียงที่บ่งชี้ผิดจากการปรับเปลี่ยนอันดับของสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลและฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสด้วยขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุด

ประโยคที่ 1				ประโยคที่ 2				ประโยคที่ 3			
อันดับ	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง	อันดับ	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง	อันดับ	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง
10	-	-	-	10	-	-	-	10	-	-	-
12	-	-	-	12	-	-	-	12	-	-	-
14	-	-	-	14	-	-	-	14	-	-	-
16	-	-	-	16	-	-	-	16	-	-	-

หมายเหตุ * หมายถึงผู้พูดที่ถูกบ่งชี้ผิดเป็นเพศตรงข้าม เช่น เสียงของผู้พูด Akp เพศหญิงถูกบ่งชี้เป็นผู้พูด Prs เพศชาย เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 4.20 ถึงตารางที่ 4.22 เป็นการวิเคราะห์เสียงที่บ่งชี้ผิดของระบบที่ฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสด้วยขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วนเมื่อใช้สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้น สัมประสิทธิ์เซปสตรอล และสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลตามลำดับ สังเกตได้ว่าเสียงที่บ่งชี้ผิดในแต่ละอันดับของสัมประสิทธิ์ส่วนใหญ่เป็นอิสระต่อกันคือเสียงที่บ่งชี้ผิดในแต่ละอันดับของสัมประสิทธิ์ไม่เหมือนกันหรือบ่งชี้ผิดเป็นผู้พูดคนละคนกัน แสดงว่าอันดับของสัมประสิทธิ์ที่เพิ่มขึ้นอาจทำให้ระบบมีการบ่งชี้ผิดมากขึ้นหรือลดลงก็เป็นได้ และเมื่อเปรียบเทียบการวิเคราะห์เสียงที่บ่งชี้ผิดของระบบที่ใช้สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้น สัมประสิทธิ์เซปสตรอล และสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลสังเกตได้ว่าเสียงส่วนใหญ่ที่บ่งชี้ในแต่ละสัมประสิทธิ์แตกต่างกัน แม้ว่าสัมประสิทธิ์เซปสตรอลมีพื้นฐานการคำนวณหามาจากสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นก็ตาม

สำหรับตารางที่ 4.23 ถึงตารางที่ 4.25 นั้นเป็นการวิเคราะห์เสียงที่บ่งชี้ผิดของระบบที่ฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสด้วยขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุด สังเกตได้ว่าเสียงที่บ่งชี้ผิดในแต่ละอันดับของสัมประสิทธิ์และประโยคนั้นแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง เมื่อเปรียบเทียบเสียงที่บ่งชี้ผิดของระบบที่ใช้สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้น และสัมประสิทธิ์เซปสตรอลเป็นลักษณะสำคัญเห็นได้ว่าเสียงที่บ่งชี้ผิดแตกต่างกัน ส่วนระบบที่ใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลเป็นลักษณะสำคัญนั้นไม่มีการบ่งชี้ผิด

เมื่อเปรียบเทียบเสียงที่บ่งชี้ผิดในตารางที่ 4.20 ถึงตารางที่ 4.22 กับตารางที่ 4.23 ถึงตารางที่ 4.25 ซึ่งมีความแตกต่างกันที่ขั้นตอนวิธีการในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัส พบว่าเสียงที่บ่งชี้ผิดนั้นไม่เหมือนกันในแต่ละลักษณะสำคัญที่อันดับของสัมประสิทธิ์และประโยคเดียวกัน แสดงว่าขั้นตอนวิธีการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสมีอิทธิพลต่อการบ่งชี้ผู้พูดในระบบ

4.3.2 วิเคราะห์ผลการทดลองปรับเปลี่ยนขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัส

ในหัวข้อนี้เป็นการวิเคราะห์ที่ได้จากการทดลองปรับเปลี่ยนขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสซึ่งได้ปรับเปลี่ยนขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 50 100 150 200 และ 250 เมื่อจำนวนสถานะของแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟเท่ากับ 5 โดยใช้อันดับของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้น สัมประสิทธิ์เซปสตรอล และสัมประสิทธิ์เซปสตรอลเท่ากับ 10 12 และ14 ตามลำดับ เมื่อฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสด้วยขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วน ส่วนระบบที่ใช้ขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุดในการฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสนั้นใช้อันดับของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้น สัมประสิทธิ์เซปสตรอล และสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลเท่ากับ 12 14 และ14 ตามลำดับ ซึ่งได้จากผลการทดลองในหัวข้อ 4.2.2

การวิเคราะห์เสียงที่บ่งชี้ผิดจากการทดลองปรับเปลี่ยนขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสแสดงในตารางที่ 4.26 ถึง 4.31 ตามลำดับลักษณะสำคัญและขั้นตอนวิธีการฝึกฝนชุดรหัส

ตารางที่ 4.26 วิเคราะห์เสียงที่ปั่งชี้ผิดจากการปรับเปลี่ยนขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสและฝึกฝนด้วยขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วน เมื่อใช้สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นเป็นลักษณะสำคัญ

อันดับของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นเท่ากับ 10											
ประโยคที่ 1				ประโยคที่ 2				ประโยคที่ 3			
ขนาด	เสียงที่ปั่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกปั่งชี้	จำนวนเสียง	ขนาด	เสียงที่ปั่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกปั่งชี้	จำนวนเสียง	ขนาด	เสียงที่ปั่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกปั่งชี้	จำนวนเสียง
50	Akp(6)	Prs*	1	50	Knk(4,6,10)	Sdr	3	50	Clc(8)	Tho	1
	Clc(2)	Prs	1		Trp(2)	Smp	1		Prs(6)	Akp*	1
	Knk(6)	Sdr	1		Trp(8)	Clc	1		Sdr(2,10)	Vrv*	2
	Smp(4)	Clc	1	100	Prs(4)	Vrv	1		Sdr(4,6,8)	Akp	3
	Tdr(6)	Akp	1		Sdr(4)	Prs*	1		Tdr(2)	Akp	1
	Tho(10)	Smp	1		Smp(6)	Clc	1		Tho(8)	Trp	1
	Vrv(2)	Clc	1	150	Knk(6,8)	Sdr	2	100	Tho(6,8)	Clc	2
	Vrv(4)	Prs	1		Sdr(4)	Prs*	1		Trp(2)	Clc	1
100	Akp(6)	Tty	1	200	Clc(6)	Trp	1	150	-	-	-
	Clc(4,8)	Prs	1		Sdr(4)	Wip	1	200	-	-	-
	Knk(6)	Sdr	1	250	Sdr(4)	Akp	1	250	-	-	-
	Tdr(6)	Akp	1		Trp(2)	Smp	1				
150	-	-	-		Vrv(4)	Smp	1				
200	Clc(2,4)	Prs	2								
250	Smp(6)	Clc	1								

หมายเหตุ * หมายถึงผู้พูดที่ถูกปั่งชี้ผิดเป็นเพศตรงข้าม เช่น เสียงของผู้พูด Akp เพศหญิงถูกปั่งชี้เป็นผู้พูด Prs เพศชาย เป็นต้น

ตารางที่ 4.27 วิเคราะห์เสียงที่บ่งชี้ผิดจากการปรับเปลี่ยนขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสและฝึกฝนด้วยขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วน เมื่อใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรอลเป็นลักษณะสำคัญ

อันดับของสัมประสิทธิ์เซปสตรอลเท่ากับ 12											
ประโยคที่ 1				ประโยคที่ 2				ประโยคที่ 3			
ขนาด	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง	ขนาด	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง	ขนาด	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง
50	Clc(10)	Tty*	1	50	Knk(6)	Sdr	1	50	Tho(6,8)	Trp	2
	Smp(2)	Clc	1		Smp(8)	Clc	1		Tho(10)	Akp*	1
	Tdr(2)	Tty	1		Tho(2,8,10)	Clc	3	100	-	-	-
	Vrv(2)	Clc	1	100	Clc(8)	Smp	1	150	Tho(10)	Akp*	1
100	Clc(4,6)	Prs	1		Clc(10)	Trp	1	200	-	-	-
150	-	-	-		Knk(10)	Sdr	1	250	-	-	-
200	Tdr(6)	Akp	1		Sdr(2)	Knk	1				
250	-	-	-	150	-	-	-				
				200	-	-	-				
				250	-	-	-				

หมายเหตุ * หมายถึงผู้พูดที่ถูกบ่งชี้ผิดเป็นเพศตรงข้าม เช่น เสียงของผู้พูด Akp เพศหญิงถูกบ่งชี้เป็นผู้พูด Prs เพศชาย เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.28 วิเคราะห์เสียงที่บ่งชี้ผิดจากการปรับเปลี่ยนขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสและฝึกผ่านด้วยขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วน เมื่อใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมล เป็นลักษณะสำคัญ

อันดับของสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เท่ากับ 14											
ประโยคที่ 1				ประโยคที่ 2				ประโยคที่ 3			
ขนาด	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง	ขนาด	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง	ขนาด	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง
50	Akp(10)	Clc*	1	50	Prs(4)	Smp	1	50	-	-	-
	Clc(2)	Vrv	1	100	Clc(6)	Smp	1	100	-	-	-
	Tho(4,10)	Smp	1		Prs(6)	Vrv	1	150	-	-	-
100	-	-	-		Tho(8)	Vrv	1	200	-	-	-
150	-	-	-	150	Prs(6)	Vrv	1	250	Prs(6)	Tho	1
200	-	-	-	200	-	-	-				
250	-	-	-	250	-	-	-				

หมายเหตุ * หมายถึงผู้พูดที่ถูกบ่งชี้ผิดเป็นเพศตรงข้าม เช่น เสียงของผู้พูด Akp เพศหญิงถูกบ่งชี้เป็นผู้พูด Prs เพศชาย เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.29 วิเคราะห์เสียงที่บ่งชี้ผิดจากการปรับเปลี่ยนขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสและฝึกฝนด้วยขั้นตอนวิธีการหาคาดหวังที่มากที่สุด เมื่อใช้สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นเป็นลักษณะสำคัญ

อันดับของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นเท่ากับ 12											
ประโยคที่ 1				ประโยคที่ 2				ประโยคที่ 3			
ขนาด	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง	ขนาด	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง	ขนาด	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง
50	Knk(10)	Sdr	1	50	Knk(4,10)	Sdr	2	50	Knk(6)	Sdr	1
	Tdr(6)	Wlp	1	100	Knk(4,6)	Sdr	2		Trp(2,10)	Clc	2
100	Akp(6)	Prs*	1	150	-	-	-	100	Knk(2)	Sdr	1
	Knk(10)	Sdr	1	200	-	-	-	150	-	-	-
150	Clc(8)	Smp	1	250	Clc(6)	Trp	1	200	-	-	-
	Tdr(6)	Tty	1					250	Clc(6)	Trp	1
	Tho(6)	Clc	1								
200	Akp(4,6,8)	Prs*	3								
	Tdr(6)	Tty	2								
	Tho(4)	Trp	1								
250	Tdr(6)	Akp	1								
	Tho(6)	Trp	1								

หมายเหตุ * หมายถึงผู้พูดที่ถูกบ่งชี้ผิดเป็นเพศตรงข้าม เช่น เสียงของผู้พูด Akp เพศหญิงถูกบ่งชี้เป็นผู้พูด Prs เพศชาย เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.30 วิเคราะห์เสียงที่บ่งชี้ผิดจากการปรับเปลี่ยนขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสและฝึกฝนด้วยขั้นตอนวิธีการหาคาดหวังที่มากที่สุด เมื่อใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรอลเป็นลักษณะสำคัญ

อันดับของสัมประสิทธิ์เซปสตรอลเท่ากับ 14											
ประโยคที่ 1				ประโยคที่ 2				ประโยคที่ 3			
ขนาด	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง	ขนาด	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง	ขนาด	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง
50	Knk(6)	Sdr	1	50	Clc(6)	Trp	1	50	-	-	-
100	Knk(6)	Sdr	1	100	Akp(10)	Wlp	1	100	Tho(6)	Smp	1
150	Knk(6)	Sdr	1		Clc(6,10)	Trp	1	150	-	-	-
	Sdr(6)	Knk	1		Knk(4)	Tty	1	200	Tho(6)	Clc	1
200	Akp(6,8,10)	Tty	3	150	Akp(6)	Tty	1	250	Tho(2)	Clc	1
	Tho(6)	Smp	1		Clc(6)	Trp	1				
250	Knk(4)	Sdr	1	200	Knk(6)	Sdr	1				
				250	Knk(4)	Sdr	1				
					Prs(6)	Vrv	1				

หมายเหตุ * หมายถึงผู้พูดที่ถูกบ่งชี้ผิดเป็นเพศตรงข้าม เช่น เสียงของผู้พูด Akp เพศหญิงถูกบ่งชี้เป็นผู้พูด Prs เพศชาย เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.31 วิเคราะห์เสียงที่บ่งชี้ผิดจากการปรับเปลี่ยนขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสและฝึกผ่านด้วยขั้นตอนวิธีการหาคาดหวังที่มากที่สุด เมื่อใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลเป็นลักษณะสำคัญ

อันดับของสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลเท่ากับ 14											
ประโยคที่ 1				ประโยคที่ 2				ประโยคที่ 3			
ขนาด	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง	ขนาด	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง	ขนาด	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง
50	-	-	-	50	-	-	-	50	-	-	-
100	-	-	-	100	-	-	-	100	-	-	-
150	-	-	-	150	-	-	-	150	-	-	-
200	-	-	-	200	-	-	-	200	-	-	-
250	-	-	-	250	-	-	-	250	-	-	-

หมายเหตุ * หมายถึงผู้พูดที่ถูกบ่งชี้ผิดเป็นเพศตรงข้าม เช่น เสียงของผู้พูด Akp เพศหญิงถูกบ่งชี้เป็นผู้พูด Pis เพศชาย เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 4.26 ถึงตารางที่ 4.28 แสดงเสียงที่บ่งชี้ผิดจากการเพิ่มขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่ฝึกฝนด้วยขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วน โดยตารางที่ 4.26 เป็นการวิเคราะห์เสียงที่บ่งชี้ผิดของระบบที่ใช้สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นอันดับ 10 เป็นลักษณะสำคัญ ตารางที่ 4.27 เป็นการวิเคราะห์เสียงที่บ่งชี้ผิดของระบบที่ใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรอลอันดับ 12 เป็นลักษณะสำคัญ และตารางที่ 4.28 เป็นการวิเคราะห์เสียงที่บ่งชี้ผิดของระบบที่ใช้สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นอันดับ 14 เป็นลักษณะสำคัญ เห็นได้ว่าการเพิ่มขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสทำให้เสียงที่บ่งชี้ผิดลดลงแต่อาจทำให้เกิดเสียงที่บ่งชี้ผิดอีกเสียงหนึ่งเกิดขึ้น ในขณะที่การบ่งชี้ผิดเป็นเพศตรงข้ามลดลงเมื่อขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสมากขึ้น

การวิเคราะห์เสียงที่บ่งชี้ผิดจากการปรับเปลี่ยนขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสที่ฝึกฝนด้วยขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุดแสดงในตารางที่ 4.29 ถึงตารางที่ 4.31 เมื่อใช้สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นอันดับ 12 สัมประสิทธิ์เซปสตรอลอันดับ 14 และสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลอันดับ 14 เป็นลักษณะสำคัญตามลำดับ สังเกตได้ว่ามีลักษณะการบ่งชี้ผิดเมื่อเพิ่มขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเหมือนกับตารางที่ 4.26 ถึงตารางที่ 4.28 แต่มีเสียงที่บ่งชี้ผิดน้อยกว่า

4.3.3 วิเคราะห์ผลการทดลองปรับเปลี่ยนจำนวนสถานะของแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟ

จากผลการทดลองในหัวข้อ 4.2.3 ได้ปรับเปลี่ยนจำนวนสถานะของแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟเท่ากับ 5 10 15 20 25 และ 30 ที่ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 50 และ 100 เพื่อเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงจำนวนสถานะของแบบจำลองที่ต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสขนาดแตกต่างกัน เนื่องจากในหัวข้อนี้พิจารณาการปรับเปลี่ยนจำนวนสถานะของแบบจำลองเป็นสำคัญ เพราะฉะนั้นในหัวข้อนี้พิจารณาการปรับเปลี่ยนจำนวนสถานะของแบบจำลองที่ขนาดของต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสเท่ากับ 50 เท่านั้น โดยใช้สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นอันดับ 10 สัมประสิทธิ์เซปสตรอลอันดับ 12 และสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลอันดับ 14 เป็นลักษณะสำคัญ เมื่อระบบฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสด้วยขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วน สำหรับระบบที่ฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสด้วยขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุดใช้สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นอันดับ 12 สัมประสิทธิ์เซปสตรอลอันดับ 14 และสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลอันดับ 14 เป็นลักษณะสำคัญ

การวิเคราะห์เสียงที่บ่งชี้ผิดจากการทดลองปรับเปลี่ยนจำนวนสถานะของแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟแสดงในตารางที่ 4.32 ถึง 4.34 ตามลำดับลักษณะสำคัญและขั้นตอนวิธีการฝึกฝนชุดรหัส

ตารางที่ 4.32 วิเคราะห์เสียงที่ปั่งชี้ผิดจากการปรับเปลี่ยนจำนวนสถานะของแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟ เมื่อใช้สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นเป็นลักษณะสำคัญและฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสด้วยขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วน

อันดับของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นเท่ากับ 10											
ประโยคที่ 1				ประโยคที่ 2				ประโยคที่ 3			
สถานะ	เสียงที่ปั่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกปั่งชี้	จำนวนเสียง	สถานะ	เสียงที่ปั่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกปั่งชี้	จำนวนเสียง	สถานะ	เสียงที่ปั่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกปั่งชี้	จำนวนเสียง
5	Akp(6)	Prs*	1	5	Knk(4,6,10)	Sdr	3	5	Clc(8)	Tho	1
	Clc(2)	Prs	1		Trp(2)	Smp	1		Prs(6)	Akp*	1
	Knk(6)	Sdr	1		Trp(8)	Clc	1		Sdr(2,10)	Vrv*	2
	Smp(4)	Clc	1	10	Clc(2)	Trp	1		Sdr(4,6,8)	Akp	3
	Tdr(6)	Akp	1		Knk(4)	Sdr	1		Tdr(2)	Akp	1
	Tho(10)	Smp	1		Tdr(4)	Tty	1		Tho(8)	Trp	1
	Vrv(2)	Clc	1		Trp(2)	Smp	1	10	Clc(6)	Vrv	1
	Vrv(4)	Prs	1	15	Knk(4)	Sdr	1		Clc(8)	Smp	1
10	Clc(2)	Prs	1		Tdr(2,4)	Tty	2		Sdr(4)	Akp	1
	Knk(6)	Sdr	1		Trp(2)	Smp	1		Sdr(10)	Vrv*	1
	Tdr(2,6)	Akp	2		Trp(8)	Vrv	1		Tho(6)	Clc	1
	Tho(4)	Clc	1	20	Knk(4)	Sdr	1		Tho(8)	Trp	1
	Tho(6)	Smp	1		Tdr(10)	Tty	1	15	Sdr(4)	Akp	1
	Tho(10)	Prs	1		Trp(2)	Clc	1		Sdr(10)	Vrv*	1
	Vrv(2)	Clc	1						Tho(6)	Clc	1
	Vrv(10)	Prs	1						Tho(8)	Tdr*	1

ตารางที่ 4.32(ต่อ) วิเคราะห์เสียงที่บ่งชี้ผิดจากการปรับเปลี่ยนจำนวนสถานะของแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟ เมื่อใช้สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นเป็นลักษณะสำคัญและฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสด้วยขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วน

อันดับของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นเท่ากับ 10											
ประโยคที่ 1				ประโยคที่ 2				ประโยคที่ 3			
สถานะ	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง	สถานะ	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง	สถานะ	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง
15	Knk(6)	Sdr	1	25	Clc(8)	Smp	1	20	Sdr(2,4,8,10)	Akp	4
	Tdr(6)	Prs*	1		Knk(4,10)	Sdr	2		Tho(6)	Clc	1
	Tdr(6)	Clc*	1		Trp(2)	Smp	1		Tho(8)	Akp*	1
	Tho(4)	Prs	1	30	Clc(8)	Smp	1		Wlp(2)	Akp	1
20	Knk(6)	Sdr	1		Knk(4)	Sdr	1	25	Prs(10)	Sdr*	1
	Tdr(6)	Prs*	1		Prs(6)	Vrv	1		Sdr(4,10)	Akp	1
	Tho(10)	Smp	1		Trp(2)	Smp	1		Tho(6)	Clc	1
25	Knk(6)	Sdr	1		Trp(8)	Tty	1		Tho(8)	Sdr*	1
	Tdr(6)	Prs*	1					30	Sdr(4)	Akp	1
	Tho(4,6,10)	Smp	3						Tho(6)	Clc	1
30	Knk(2,6,8)	Sdr	3						Tho(8)	Tdr*	1
									Trp(10)	Clc	1

หมายเหตุ * หมายถึงผู้พูดที่ถูกบ่งชี้ผิดเป็นเพศตรงข้าม เช่น เสียงของผู้พูด Akp เพศหญิงถูกบ่งชี้เป็นผู้พูด Prs เพศชาย เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.33 วิเคราะห์เสียงที่บ่งชี้ผิดจากการปรับเปลี่ยนจำนวนสถานะของแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟ เมื่อใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรอลเป็นลักษณะสำคัญและฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสด้วยขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วน

อันดับของสัมประสิทธิ์เซปสตรอลเท่ากับ 12											
ประโยคที่ 1				ประโยคที่ 2				ประโยคที่ 3			
สถานะ	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง	สถานะ	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง	สถานะ	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง
5	Clc(10)	Tty*	1	5	Knk(6)	Sdr	1	5	Tho(6,8)	Trp	2
	Smp(2)	Clc	1		Smp(8)	Clc	1		Tho(10)	Akp*	1
	Tdr(2)	Tty	1		Tho(2,8,10)	Clc	3	10	Tho(6)	Clc	1
	Vrv(2)	Clc	1	10	Knk(8,10)	Sdr	2		Tho(10)	Akp*	1
10	Knk(4)	Sdr	1		Smp(6)	Trp	1	15	Tho(6)	Clc	1
	Tdr(2,4,10)	Tty	3	15	Trp(2)	Smp	1		Tho(10)	Akp*	1
	Tdr(6)	Akp	1	20	Trp(2)	Smp	1	20	Tho(6)	Clc	1
	Vrv(2)	Smp	1	25	Prs(6)	Vrv	1		Tho(10)	Akp*	1
15	Tdr(2,6)	Tty	2		Trp(2)	Smp	1	25	-	-	-
20	Knk(10)	Sdr	1	30	Knk(6)	Sdr	1	30	Tho(8)	Trp	1
	Tdr(2,6)	Tty	2		Prs(6)	Vrv	1		Tho(10)	Smp	1
25	Prs(6)	Clc	1								
	Tdr(2,6)	Akp	2								
	Tdr(4)	Tty	1								
30	Tty(10)	Akp	1								

หมายเหตุ * หมายถึงผู้พูดที่ถูกบ่งชี้ผิดเป็นเพศตรงข้าม เช่น เสียงของผู้พูด Akp เพศหญิงถูกบ่งชี้เป็นผู้พูด Prs เพศชาย เป็นต้น

ตารางที่ 4.34 วิเคราะห์เสียงที่บ่งชี้ผิดจากการปรับเปลี่ยนจำนวนสถานะของแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟ เมื่อใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลเป็นลักษณะสำคัญและฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสด้วยขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วน

อันดับของสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลเท่ากับ 14											
ประโยคที่ 1				ประโยคที่ 2				ประโยคที่ 3			
สถานะ	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง	สถานะ	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง	สถานะ	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง
5	Akp(10)	Clc*	1	5	Prs(4)	Smp	1	5	-	-	-
	Clc(2)	Vrv	1	10	Knk(8)	Sdr	1	10	-	-	-
	Tho(4,10)	Smp	1		Prs(4)	Vrv	1	15	-	-	-
10	Clc(2)	Vrv	1		Tho(8)	Vrv	1	20	-	-	-
	Tdr(6)	Akp	1		Trp(4)	Vrv	1	25	-	-	-
15	Clc(2)	Vrv	1	15	Prs(4,6)	Vrv	2	30	Prs(6)	Trp	1
20	Clc(2)	Vrv	1	20	Prs(6)	Vrv	1				
25	-	-	-		Tho(8)	Vrv	1				
30	-	-	-	25	Prs(6)	Vrv	1				
					Trp(4)	Clc	1				
				30	Prs(6)	Vrv	1				

หมายเหตุ * หมายถึงผู้พูดที่ถูกบ่งชี้ผิดเป็นเพศตรงข้าม เช่น เสียงของผู้พูด Akp เพศหญิงถูกบ่งชี้เป็นผู้พูด Prs เพศชาย เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.35 วิเคราะห์เสียงที่ปั่งชี้ผิดจากการปรับเปลี่ยนจำนวนสถานะของแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟ เมื่อใช้สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นเป็นลักษณะสำคัญและฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสด้วยขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุด

อันดับของสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นเท่ากับ 12											
ประโยคที่ 1				ประโยคที่ 2				ประโยคที่ 3			
สถานะ	เสียงที่ปั่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกปั่งชี้	จำนวนเสียง	สถานะ	เสียงที่ปั่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกปั่งชี้	จำนวนเสียง	สถานะ	เสียงที่ปั่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกปั่งชี้	จำนวนเสียง
5	Knk(10)	Sdr	1	5	Knk(4,6)	Sdr	2	5	Knk(6)	Sdr	1
	Tdr(6)	Wlp	1	10	Knk(4)	Sdr	1		Trp(2,10)	Clc	2
10	Akp(4)	Smp*	1	15	Knk(4,10)	Sdr	2	10	Knk(6)	Sdr	1
	Clc(2)	Prs	1	20	Knk(4,10)	Sdr	2		Prs(6)	Clc	1
15	Clc(2)	Vrv	1	25	Knk(4)	Sdr	1		Trp(2,10)	Clc	2
	Knk(2,10)	Sdr	1	30	Knk(4)	Sdr	1	15	Knk(6)	Sdr	1
	Tdr(6)	Wlp	1						Trp(2,10)	Clc	2
20	Clc(2)	Vrv	1					20	Knk(6)	Sdr	1
25	-	-	-					25	Knk(6)	Sdr	1
30	-	-	-						Trp(10)	Clc	1
								30	Knk(6)	Sdr	1

หมายเหตุ * หมายถึงผู้พูดที่ถูกปั่งชี้ผิดเป็นเพศตรงข้าม เช่น เสียงของผู้พูด Akp เพศหญิงถูกปั่งชี้เป็นผู้พูด Prs เพศชาย เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.36 วิเคราะห์เสียงที่บ่งชี้ผิดจากการปรับเปลี่ยนจำนวนสถานะของแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟ เมื่อใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรอลเป็นลักษณะสำคัญและฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสด้วยขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุด

อันดับของสัมประสิทธิ์เซปสตรอลเท่ากับ 14											
ประโยคที่ 1				ประโยคที่ 2				ประโยคที่ 3			
สถานะ	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง	สถานะ	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง	สถานะ	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง
5	Knk(6)	Sdr	1	5	Clc(6)	Trp	1	5	-	-	-
10	-	-	-	10	-	-	-	10	-	-	-
15	Knk(6)	Sdr	1	15	-	-	-	15	Prs(6)	Vrv	1
	Vrv(4)	Clc	1	20	-	-	-		Tho(4)	Vrv	1
20	Knk(6)	Sdr	1	25	-	-	-	20	Clc(6)	Vrv	1
25	Knk(6)	Sdr	1	30	-	-	-	25	-	-	-
30	Knk(6)	Sdr	1					30	-	-	-

หมายเหตุ * หมายถึงผู้พูดที่ถูกบ่งชี้ผิดเป็นเพศตรงข้าม เช่น เสียงของผู้พูด Akp เพศหญิงถูกบ่งชี้เป็นผู้พูด Prs เพศชาย เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.37 วิเคราะห์เสียงที่บ่งชี้ผิดจากการปรับเปลี่ยนจำนวนสถานะของแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟ เมื่อใช้สัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลเป็นลักษณะสำคัญและฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสด้วยขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุด

อันดับของสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลเท่ากับ 14											
ประโยคที่ 1				ประโยคที่ 2				ประโยคที่ 3			
สถานะ	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง	สถานะ	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง	สถานะ	เสียงที่บ่งชี้ผิด	ผู้พูดที่ถูกบ่งชี้	จำนวนเสียง
5	-	-	-	5	-	-	-	5	-	-	-
10	-	-	-	10	-	-	-	10	-	-	-
15	-	-	-	15	-	-	-	15	-	-	-
20	-	-	-	20	-	-	-	20	-	-	-
25	-	-	-	25	-	-	-	25	-	-	-
30	-	-	-	30	-	-	-	30	-	-	-

หมายเหตุ * หมายถึงผู้พูดที่ถูกบ่งชี้ผิดเป็นเพศตรงข้าม เช่น เสียงของผู้พูด Akp เพศหญิงถูกบ่งชี้เป็นผู้พูด Prs เพศชาย เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตารางที่ 4.32 ถึงตารางที่ 4.34 เป็นการวิเคราะห์เสียงที่บ่งชี้ผิดจากการปรับเปลี่ยนจำนวนสถานะของแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟ เมื่อฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสด้วยขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วนและใช้สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นอันดับ 10 สัมประสิทธิ์เซปสตรอลอันดับ 12 และสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลอันดับ 14 เป็นลักษณะสำคัญตามลำดับ สังเกตได้ว่าการเพิ่มจำนวนสถานะของแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟทำให้เสียงที่บ่งชี้ผิดน้อยลง แต่อาจทำให้เกิดการบ่งชี้ผิดขึ้นกับเสียงอีกเสียงหนึ่ง ตัวอย่างเช่นจากข้อมูลในตารางที่ 4.33 ที่จำนวนสถานะของแบบจำลองเท่ากับ 5 มีเสียงบ่งชี้ผิดจำนวน 5 เสียงได้แก่เสียง Knk(6) Smp(8) และ Tho(2,8,10) แต่เมื่อเพิ่มจำนวนสถานะของแบบจำลองเป็น 10 มีเสียงบ่งชี้ผิดจำนวน 3 เสียงได้แก่เสียง Knk(8,10) และ Smp(6) เห็นได้ว่าจำนวนสถานะของแบบจำลองที่เพิ่มทำให้ระบบมีการบ่งชี้ผิดน้อยลง โดยเสียงที่บ่งชี้ผิดเมื่อจำนวนสถานะของแบบจำลองเท่ากับ 5 บ่งชี้ถูกต้องทั้งหมดที่จำนวนสถานะของแบบจำลองเท่ากับ 10 และเกิดเสียงที่บ่งชี้ผิดใหม่เกิดขึ้นด้วย

เมื่อพิจารณาตารางที่ 4.35 ถึงตารางที่ 4.37 ที่เป็นการวิเคราะห์เสียงที่บ่งชี้ผิดจากการปรับเปลี่ยนจำนวนสถานะของแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟ เมื่อฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสด้วยขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุดและใช้สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นอันดับ 12 สัมประสิทธิ์เซปสตรอลอันดับ 14 และสัมประสิทธิ์เซปสตรอลบนความถี่เมลอันดับ 14 เป็นลักษณะสำคัญตามลำดับ ซึ่งมีลักษณะการบ่งชี้ผิดเมื่อเพิ่มจำนวนสถานะของแบบจำลองเหมือนๆ กับตารางที่ 4.32 ถึงตารางที่ 4.34 ตัวอย่างเช่นจากข้อมูลในตารางที่ 4.35 ที่จำนวนสถานะของแบบจำลองเท่ากับ 5 มีเสียงบ่งชี้ผิดจำนวน 2 เสียงได้แก่เสียง Knk (10) และ Tdr(6) เมื่อจำนวนสถานะของแบบจำลองเท่ากับ 10 มีเสียงบ่งชี้ผิดจำนวน 2 เสียงได้แก่เสียง Akp(4) และ Clc(2) แสดงว่าการเพิ่มจำนวนสถานะของแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟทำให้เสียงที่บ่งชี้ผิดในสถานะต่ำน้อยลงและอาจเพิ่มเสียงที่บ่งชี้ผิดใหม่เกิดขึ้นได้ เพราะฉะนั้นต้องเพิ่มจำนวนสถานะของแบบจำลองให้มากพอ แต่การเพิ่มจำนวนสถานะของแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟนี้ทำให้เสียเวลาในการประมวลผลมากตามจำนวนสถานะที่มากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบตารางที่ 4.32 ถึงตารางที่ 4.34 กับตารางที่ 4.37 ถึงตารางที่ 4.37 สังเกตได้ว่าการบ่งชี้ผิดเป็นเพศตรงข้ามของข้อมูลในตารางที่ 4.34 ถึงตารางที่ 4.37 น้อยกว่าในตารางที่ 4.32 ถึงตารางที่ 4.34 แสดงว่าขั้นตอนวิธีการหาค่าคาดหวังที่มากที่สุดฝึกฝนต้นแบบอ้างอิงชุดรหัสมีประสิทธิภาพดีกว่าขั้นตอนวิธีการแบ่งเฉลี่ย K ส่วน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย