บันทึกรายงานการประชุมติดตามวิทยานิพนธ์สำหรับนิสิตปริญญาโท สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 6 / 2552

ในศุกร์ที่ 17 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2552 ระหว่างเวลา 18.00 น. – 20.30 น.

ณ ห้อง EE 504 อาคารเรียนวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

รายชื่อผู้เข้าร่วมประชุม

1. ผศ.ดร.สุชาติ แย้มเม่น อาจารย์ที่ปรึกษา
2. นายโชคชรัตน์ ฤทธิ์เย็น รหัสนิสิต 52060378
3. นายสมเจตน์ บุญชื่น รหัสนิสิต 52061580
4. นายอัษฎางค์ บุญศรี รหัสนิสิต 52061887
5. นายศุภชัย อินทร์สวาท รหัสนิสิต 52062891
6. นางสาวชลีดล อินยาศรี รหัสนิสิต 52062860
7. นายพฤธพงศ์ เรืองฤทธิ์ รหัสนิสิต 51062878
8. นายบวร ตั้งดี รหัสนิสิต 51062915
9. นางสาวเบญจวรรณ โสพันธุ์ รหัสนิสิต 49380950
10. นางสาวรัตนา ปานเพชร รหัสนิสิต 49371279
11. นางสาวณัฐธิดา จรัสกำจรกูล รหัสนิสิต 49370968
12. นางสาวอทิตยา โป๊ะอ้น รหัสนิสิต 49371446

รายชื่อผู้ไม่เข้าร่วมประชุม

1. นายธนภูมิ เฟื่องเพียร รหัสนิสิต 52060569

วาระที่ 1 แจ้งเพื่อทราบ

(ไม่มี)

วาระที่ 2 เรื่องสืบเนื่อง

(ไม่มี)

วาระที่ 3 เรื่องการติดตามงานในครั้งที่แล้ว

ให้นิสิตปริญญาโททุกคนสรุปบทความที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ทำวิจัยของแต่ละคน จำนวนคนละ 1 บทความโดยการหาจาก IEEE เท่านั้นและนำเสนอต่อที่ประชุมซึ่งวันศุกร์ที่ 17 กรกฎาคม 2552 มีผู้นำเสนอบบทความดังนี้

1. คุณเบญจวรรณ โสพันธุ์ รายงานการสืบค้นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อโครงงาน อัลกอลิทึมในการเปลี่ยนเสียงให้เป็นตัวอักษร (Algorithm Speech to Text Translator)
2. นายโชคชรัตน์ ฤทธิ์เย็น, นางสาวรัตนา ปานเพชร, นางสาวณัฐธิดา จรัสกำจรกูล และนางสาวอทิตยา โป๊ะอ้นนำเสนอการแบ่งประเภทของข้าวข้าวขาว 100 เปอร์เซ็นต์ ชั้นสอง และข้าวขาว 5 เปอร์เซ็นต์ ตามมาตรฐานข้าวขาว

ผู้บันทึกการประชุม **อาจารย์ที่ปรึกษา**

(นายสมเจตน์ บุญชื่น) **(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น)**

บันทึกรายงานการประชุมติดตามวิทยานิพนธ์สำหรับนิสิตปริญญาโท สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 6 / 2552

ในศุกร์ที่ 17 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2552 ระหว่างเวลา 18.00 น. – 20.30 น.

ณ ห้อง EE 504 อาคารเรียนวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

วาระที่ 4 เรื่องการมอบหมายงานในครั้งนี้

4.1) มอบหมายให้คุณเบญจวรรณ โสพันธุ์ สืบค้นข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อโครงงาน อัลกอลิทึมในการเปลี่ยนเสียงให้เป็นตัวอักษร (Algorithm Speech to Text Translator)

4.2) มอบหมายให้นางสาวรัตนา ปานเพชร, นางสาวณัฐธิดา จรัสกำจรกูล, นางสาวอทิตยา โป๊ะอ้น,สรุปบทความที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ทำวิจัยและถ่ายรูปข้าวขาว 100 เปอร์เซ็นต์ ชั้นสอง และข้าวขาว 5 เปอร์เซ็นต์ อย่างละ 1000 เม็ด

วาระที่ 5 เรื่องพิจารณา

นายโชคชรัตน์ ฤทธิ์เย็น, นางสาวรัตนา ปานเพชร, นางสาวณัฐธิดา จรัสกำจรกูล, นางสาวอทิตยา โป๊ะอ้น,นางสาวเบญจวรรณ โสพันธุ์ รายงานการประชุมตามวาระเรื่องการติดตามงานในครั้งที่แล้ว ดังนี้

5.1 มาตรฐานข้าวขาว

ข้าวขาว 100 เปอร์เซ็นต์ ชั้น 2

ต้องมีพื้นข้าว ส่วนผสมของเมล็ดข้าวและระดับการสี ดังนี้

พื้นข้าว ประกอบด้วย

ข้าวเมล็ดยาวชั้น 1 ไม่น้อยกว่าร้อยละ 40.0

นอกนั้นเป็นข้าวเมล็ดยาวชั้น 2 และชั้น 3

ในจำนวนทั้งหมดนี้ อาจมีข้าวเมล็ดสั้นได้ไม่เกินร้อยละ 5.0

ส่วนผสม ประกอบด้วย

ข้าวเต็มเมล็ด ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60.0

ข้าวหักที่มีความยาวตั้งแต่ 5.0 ส่วนขึ้นไป แต่ไม่ถึง 8.0 ส่วน

ไม่เกินร้อยละ 4.5 ในจำนวนนี้อาจมีข้าวหักที่มีความยาวไม่ถึง 5.0 ส่วน และไม่ผ่านตะแกรงเบอร์ 7 ไม่เกินร้อยละ 0.5 และปลาย

ข้าวขาวซีวันไม่เกินร้อยละ 0.1 นอกนั้นเป็นต้นข้าวที่มีความยาวตั้งแต่ 8.0 ส่วนขึ้นไป

ข้าวและสิ่งที่อาจมีปนได้

เมล็ดเหลือง	ไม่เกินร้อยละ 0.2
ข้าวเมล็ดท้องไข่	ไม่เกินร้อยละ 6.0
ข้าวเมล็ดเสีย	ไม่เกินร้อยละ 0.25
ข้าวเหนียวขาว	ไม่เกินร้อยละ 1.5
ข้าวเปลือก	ไม่เกิน 7 เมล็ดต่อข้าว 1 กิโลกรัม

ข้าวเมล็ดลีบ ข้าวเมล็ดอ่อน เมล็ดพืชอื่น อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ไม่เกินร้อยละ 0.2

ระดับสี สีดีพิเศษ

ผู้บันทึกการประชุม **อาจารย์ที่ปรึกษา**

(นายสมเจตน์ บุญชื่น) **(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มแม่น)**

ข้าวขาว 5 เปอร์เซ็นต์
ต้องมีพื้นข้าว ส่วนผสมของเมล็ดข้าว และระดับการสี ดังนี้
พื้นข้าว ประกอบด้วย
ข้าวเมล็ดยาวชั้น 1 ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60.0
นอกนั้นเป็นข้าวเมล็ดยาวชั้น 2 และหรือชั้น 3
ในจำนวนทั้งหมดนี้ อาจมีข้าวเมล็ดสั้นได้ไม่เกินร้อยละ 10.0
ส่วนผสม ประกอบด้วย
ข้าวเต็มเมล็ดไม่น้อยกว่าร้อยละ 60.0
ข้าวหักที่มีความยาวตั้งแต่ 3.5 ส่วนขึ้นไป แต่ไม่ถึง 7.5 ส่วน
ไม่เกินร้อยละ 7.0 ในจำนวนนี้อาจมีข้าวหักที่มีความยาวไม่ถึง 3.5 ส่วน และไม่ผ่านตะแกรงเบอร์ 7 ไม่เกินร้อยละ 0.5 และปลายข้าวซีวันไม่เกินร้อยละ 0.1
นอกนั้นเป็นต้นข้าวที่มีความยาวตั้งแต่ 7.5 ส่วนขึ้นไป
ข้าวและสิ่งที่อาจมีปนได้
ข้าวเมล็ดแดงและหรือข้าวเมล็ดสีต่ำกว่ามาตรฐาน ไม่เกินร้อยละ 2.0
ข้าวเมล็ดเหลือง ไม่เกินร้อยละ 0.5
ข้าวเมล็ดท้องไข่ ไม่เกินร้อยละ 6.0
ข้าวเมล็ดเสีย ไม่เกินร้อยละ 0.25
ข้าวเหนียวขาว ไม่เกินร้อยละ 1.5
ข้าวเปลือก ไม่เกิน 10 เมล็ดต่อข้าว 1 กิโลกรัม
ข้าวเมล็ดลีบ ข้าวเมล็ดอ่อน เมล็ดพืชอื่น และวัตถุอื่น อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง รวมกันไม่เกินร้อยละ 0.3
ระดับการสี สีดี

5.2 ทฤษฎีหลักการและเทคนิคหรือเทคโนโลยีที่ใช้

การรู้จำเสียง คือ การสั่งหรือพูดด้วยเสียง เพื่อส่งข้อมูลเสียงให้กับระบบเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อนำไปประมวลผล การออกคำสั่งให้ระบบทำงาน โดยใช้อุปกรณ์รับเสียงเข้าผ่านไมโครโฟน แล้วแปลงคำพูดให้อยู่ในรูปรหัสเลขฐานสอง ที่คอมพิวเตอร์จะมีระบบรู้จำเสียง ซึ่งมีการบันทึกจดจำรูปแบบของเสียงไว้ก่อน ระบบรู้จำเสียงจะเรียนรู้เสียงพูดจากมนุษย์ซึ่งจะแตกต่างไปตามลักษณะของคน จากนั้นจะจดจำแล้วนำไปใช้ในอนาคต

ประเภทของคำที่ใช้ในการรู้จำเสียงพูดเป็นแบบคำโดด (Isolated Word) อาจเป็นคำพยางค์เดียวหรือหลายพยางค์ แต่เป็นคำพูดที่ชัดเจน (Utterance) แค่คำเดียว

ระบบรู้จำเสียงใช้แบบเป็นคำพูดที่ไม่ต่อเนื่อง (Discrete Speech Recognition) เป็นระบบที่ผู้ใช้พูดเพื่อสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงาน ซึ่งเป็นคำพูดที่ไม่ต่อเนื่อง (Discrete Speech) กล่าวคือ ผู้พูดจะต้องมีการเว้นจังหวะคำพูดหรือพูดที่ละคำผ่านทางไมโครโฟนซึ่งต่อเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ จากนั้นเมื่อคอมพิวเตอร์รับสัญญาณเสียงแล้วก็จะแปลงสัญญาณนั้นเป็นสัญญาณดิจิตอล และทำการวิเคราะห์

ผู้บันทึกการประชุม **อาจารย์ที่ปรึกษา**

(นายสมเจตน์ บุญชื่น) **(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มแม่น)**

บันทึกรายงานการประชุมติดตามวิทยานิพนธ์สำหรับนิสิตปริญญาโท สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 6 / 2552

ในศุกร์ที่ 17 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2552 ระหว่างเวลา 18.00 น. – 20.30 น.

ณ ห้อง EE 504 อาคารเรียนวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

โครงสร้างการรู้จำเสียง

ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนการฝึกฝนแบบจำลอง (Training) และส่วนขั้นตอนการรู้จำ (Recognition) ขั้นตอนการฝึกฝนแบบจำลอง ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. การประมวลผลเบื้องต้น (Preprocessing)

เมื่อรับสัญญาณเสียงอนาล็อกโดยผ่านไมโครโฟนที่ต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางการ์ดเสียง และเก็บเสียงในรูปแบบของไฟล์เสียงเวฟ (WAV) แล้วทำกาอัดเก็บเสียงอยู่ในรูปแบบของสัญญาณเสียงดิจิตอล จากนั้นจะนำมาทำผ่านขั้นตอนการประมวลผลเบื้องต้น ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายขั้นตอน ดังนี้

- **การตรวจจับจุดปลาย (Endpoint Detection)** โดยทั่วๆ ไปแล้วจะทำการอัดเก็บเสียงในรูปแบบของสัญญาณดิจิตอลโดยผ่านไมโครโฟนที่ต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านทางการ์ดเสียง และเก็บเสียงในรูปแบบของไฟล์เวฟ จุดเริ่มต้นของเสียงสามารถดักจับได้โดยการเปรียบเทียบระดับเสียงที่บุคคลสามารถฟังได้ (ที่ความถี่ 15 – 20,000 Hz.) กับตัวอย่างที่ได้เก็บไว้ แต่การดักจับจุดสิ้นสุดของเสียงอาจจะยากมากขึ้น เพราะผู้พูดอาจจะจบการพูดด้วยเสียงหายใจ ถอนหายใจ เสียงแหลมของผู้หญิง เสียงขบฟันที่ดังมากหรือเสียงอาจจะก้องกังวานออกไป
- **การกรองความถี่เบื้องต้น(Pre-Filtering)** สามารถทำได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับการทำงานของระบบรู้จำนั้นๆ ตัวอย่างวิธีการที่ใช้ในการกรองความถี่ เช่น ใช้ตัวกรองแบบดิจิตอลชนิดผ่านความถี่ (Cut-off frequency) เป็นการกำหนดค่าความถี่ เช่น ที่ 200 Hz. เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนความถี่ต่ำที่เกิดจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งในขั้นตอนนี้อาจรวมไปถึงการตัดหัวและท้ายของสัญญาณเสียง (End-point Detection) การกรองสัญญาณรบกวนทางความถี่(Frequency - Filtering) และการปรับความยาวเสียง (Time Normalization) สำหรับการปรับความยาวเสียงนั้นแม้ว่าจะมีผลให้สัญญาณเสียงผิดเพี้ยนไปจากเดิม แต่ก็อาจจะหลีกเลี่ยงไม่ได้ในระบบบางแบบ เช่น ถ้าเลือกโครงข่ายประสาทเทียมแบบการเรียนรู้แพร่กระจายย้อนหลัง (Back-Propagation Learning Algorithm) อินพุตที่ใส่เข้ามาทุกตัวต้องมีขนาดเท่าเทียมกันซึ่งทำได้โดยการปรับความยาวของเสียงก่อนการสกัดค่าลักษณะสำคัญ
- **การแบ่งเฟรม (Framing / Windowing)** เป็นการแบ่งข้อมูลสัญญาณเสียงให้อยู่ในขนาดที่กำหนดไว้ (ส่วนใหญ่ใช้ที่ขนาดความยาวประมาณ 10 – 40 มิลลิวินาที) เพื่อนำไปใช้ในระบบรู้จำเสียงพูด รวมทั้งจัดเตรียมขอบเขตสำหรับการวิเคราะห์ ระบบส่วนใหญ่จะรวมขั้นตอนนี้ไว้กับขั้นตอนการกรองความถี่เบื้องต้น

2. การสกัดค่าคุณลักษณะเด่น (Feature Extraction)

การสกัดค่าลักษณะสำคัญ คือ การวิเคราะห์หาค่าที่จะใช้แทนสัญญาณเสียง เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนการรู้จำ สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มหลัก ได้แก่

- **กลุ่มที่หนึ่ง** เป็นค่าคุณลักษณะเด่นระดับสูง (High Level Feature) ได้แก่ สำเนียงการพูด รูปแบบในการพูด และความเร็วในการพูด เป็นต้น
- **กลุ่มที่สอง** ใช้ค่าคุณลักษณะเด่นทางสัทธสัมพันธ์ (Prosodic Feature) เช่น ค่าความถี่มูลฐาน (Fundamental Frequency) ความถี่ฟอร์แมนท์ (Formant Frequency) เป็นต้น ค่าคุณลักษณะเด่นกลุ่มนี้มีประสิทธิภาพสูงในการรู้จำ แต่ยากที่จะสกัดค่าจากสัญญาณเสียง
- **กลุ่มที่สาม** ค่าคุณลักษณะเด่นแบบเอนเวโลปของสเปกตรัม (Spectrum Envelop Feature) เป็นกลุ่มที่นิยมใช้กันมาก เนื่องจากค่าคุณลักษณะเด่นส่วนใหญ่ใช้สำหรับการรู้จำเสียงจะรวมอยู่ในข้อมูลเชิงสเปกตรัลนี้ อีกทั้งยังง่ายและสะดวก

ผู้บันทึกการประชุม **อาจารย์ที่ปรึกษา**

(นายสมเจตน์ บุญชื่น) **(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มแม่น)**

บันทึกรายงานการประชุมติดตามวิทยานิพนธ์สำหรับนิสิตปริญญาโท สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 6 / 2552
ในศุกร์ที่ 17 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2552 ระหว่างเวลา 18.00 น. – 20.30 น.
ณ ห้อง EE 504 อาคารเรียนวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ในการคำนวณหาค่าด้วย ตัวอย่าง ค่าคุณลักษณะเด่นกลุ่มนี้ ได้แก่ สัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้น (Linear Prediction Coefficients: LPC), สัมประสิทธิ์เซปสตรัล (Cepstral Coefficient) และพัฒนาการอีกมากมายจากเซปสตรัลปกติ อาทิ เช่นสัมประสิทธิ์เซปสตรัมที่คำนวณบนแกนความถี่แบบเมล (Mel Frequency Cepstral Coefficients: MFCC) เซปสตรัลแบบผ่านตัวกรองภายหลัง (Post Filtered Cepstral: PFL) เป็นต้น นอกจากนั้น ยังมีการคำนวณค่าการเปลี่ยนแปลง (Derivative หรือ Delta) ของสัมประสิทธิ์เหล่านี้ มาใช้เป็นค่าคุณลักษณะเด่นเพิ่มเติมได้ด้วย ซึ่งในส่วนของการสกัดค่าคุณลักษณะเด่นนี้ บางครั้ง ต้องพิจารณาเทคนิคที่จะนำมาใช้ในขั้นตอนการเปรียบเทียบและจับคู่ด้วย เนื่องจากบางวิธีมีข้อจำกัดในการใช้งาน ดังนั้นการสกัดค่าคุณลักษณะเด่นจึงต้องเลือกเฉพาะวิธีการที่ให้ผลที่เหมาะสมเท่านั้น

การสกัดค่าลักษณะสำคัญส่วนนี้จะทำการคำนวณค่าลักษณะสำคัญของสัญญาณเสียงในแต่ละส่วนย่อยผลลัพธ์อยู่ในรูปแบบของเวกเตอร์ของค่าลักษณะสำคัญสำหรับแต่ละส่วนย่อย แล้วนำเวกเตอร์ที่ได้ไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

ส่วนขั้นตอนการรู้จำ (Recognition)

ประกอบด้วย 2 หน้าที่ คือการนำเวกเตอร์ของค่าลักษณะสำคัญของสัญญาณเสียงที่อยู่ในชุดฝึกฝนมาทำการเรียนรู้ เมื่อเรียนรู้แล้วเวกเตอร์ของสัญญาณเสียงที่ต้องการทดสอบการรู้จำ จะถูกนำเข้ามาเทียบเคียงเพื่อรู้จำซึ่งจะใช้แบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟ โดยจะนำข้อมูลชุดฝึกฝนไปผ่านแบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อจดจำรูปแบบและเก็บค่าทางสถิติและค่าความน่าจะเป็นของแต่ละสถานะไว้

แบบจำลองฮิดเด็นมาร์คอฟ

แบบจำลองนี้มีคุณสมบัติในการจำลองลำดับเหตุการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้น ประกอบด้วยสเตทหลายๆ สเตทต่อเชื่อมกัน ด้วยความน่าจะเป็นค่าหนึ่ง ทุกๆ สเตทจะให้ผลลัพธ์ออกมาด้วยความน่าจะเป็นของความหนาแน่นอีกค่าหนึ่ง ด้วยคุณสมบัตินี้จึงมีการนำแบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟไปประยุกต์ใช้กับการรู้จำลำดับของค่าความถี่ต่างๆ ที่เกิดขึ้นเมื่อเปล่งเสียงออกมา และสามารถค้นหาได้ว่า เมื่อมีลำดับของความถี่ที่ไม่ทราบความหมายแล้วแบบจำลองเสียงๆ ใดให้ค่าความน่าจะเป็นที่จะสร้างลำดับเหตุการณ์นั้นๆ ได้สูงที่สุด เพื่อหาผลลัพธ์ว่าเสียงๆ นั้นเป็นเสียงอะไร

ตามทฤษฎีแบบจำลองฮิดเด็นมาร์คอฟ คือ การเก็บรวบรวมของสถานะหลายๆ สถานะที่ถูกเชื่อมโยงโดยการเปลี่ยนสถานะในที่นี้คือ ลักษณะของสัญญาณเสียงหรือเครื่องหมายที่หมายถึงสัญญาณเสียงนั้น ณ เวลาหนึ่งๆ ส่วนการเปลี่ยนสถานะคือการเลื่อนหรือเปลี่ยนแปลงของสัญญาณเสียงจากเวลาหนึ่งไปหาอีกเวลาหนึ่งแบบจำลองฮิดเด็นมาร์คอฟ มีค่าความน่าจะเป็นอยู่สองชนิดคือ ค่าความน่าจะเป็นที่การเปลี่ยนสถานะหนึ่งที่จะเกิดขึ้น (Transition Probability) และ ค่าความน่าจะเป็นของผลลัพธ์ (Output Symbol) เมื่อมีการเปลี่ยนสถานะหนึ่งเกิดขึ้น ผลลัพธ์ที่ว่านี้จะนำไปใช้ในการตัดสินใจว่าเสียงที่ได้ยินนั้นเป็นเสียงอะไร (Output Probability) รูปที่ 3.3 แสดงถึงตัวอย่างของแบบจำลองฮิดเด็นมาร์คอฟที่มี 2 เอาท์พุตคือ A และ B และ 2 สถานะ คือ 1 และ 2

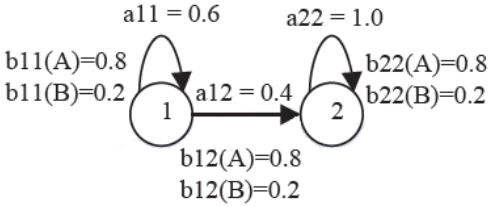
ผู้บันทึกการประชุม **อาจารย์ที่ปรึกษา**

(นายสมเจตน์ บุญชื่น) **(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มเม่น)**

บันทึกรายงานการประชุมติดตามวิทยานิพนธ์สำหรับนิสิตปริญญาโท สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 6 / 2552

ในศุกร์ที่ 17 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2552 ระหว่างเวลา 18.00 น. – 20.30 น.

ณ ห้อง EE 504 อาคารเรียนวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.3 ตัวอย่างแบบจำลองฮิดเด็นมาร์คอฟ ที่มี 2 สถานะ และมี 2 เครื่องหมายผลลัพธ์

aij = P(Xt+1 = j | Xt = i) คือ a ความน่าจะเป็นของสถานะถัดไปจะเป็น j เมื่อสถานะปัจจุบันเป็น i

bij(k) = P(Yt = k | Xt = i, Xt+1 = j) คือ ความน่าจะเป็นของผลลัพธ์เป็น k เมื่อมีการเปลี่ยนสถานะจาก สถานะ-i ไปหาสถานะ-j

รูปที่ 3.3 เป็นตัวอย่างโมเดลแบบง่ายๆ ที่ผ่านการฝึกฝนหรือมีการกำหนดค่าความน่าจะเป็นของ a และ b มาแล้ว ค่า a12 = 0.4 หมายความว่า เมื่อสถานะปัจจุบันเป็น 1 สถานะ ต่อไปจะเป็นสถานะ 2 มีความน่าจะเป็นอยู่ 0.4 ส่วน b12(A) = 0.8 คือ เมื่อมีการเปลี่ยนสถานะจากสถานะ1 ไปหาสถานะ 2 ความน่าจะเป็นที่จะมีผลลัพธ์เป็น A คือ 0.8 (เมื่อมีการเปลี่ยนสถานะจะมีการสร้างผลลัพธ์หนึ่งออกมาเท่านั้น)คุณสมบัติของ a และ b มีดังนี้

- $a_{ij} \geq 0, b_{ij}(k) \geq 0, \forall i, j, k$
- $\sum_{j} a_{ij} = 1$
- $\sum_{k} b_{ij}(k) = 1$

สำหรับแบบจำลองฮิดเด็นมาร์คอฟลำดับที่ 1 จะต้องมีสมมุติฐานอยู่สองประการคือ

- ความน่าจะเป็นของสถานะถัดไปขึ้นอยู่กับสถานะปัจจุบันเท่านั้น

- ความน่าจะเป็นของเครื่องหมายผลลัพธ์ (Symbol Output) ถัดไป ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงสถานะปัจจุบันเท่านั้น ไม่ใช่การเปลี่ยนสถานะในอดีต

วาระที่ 6 เรื่องอื่นๆ

(ไม่มี)

ผู้บันทึกการประชุม **อาจารย์ที่ปรึกษา**

(นายสมเจตน์ บุญชื่น) **(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ แย้มแม่น)**