บทที่ 4

การพัฒนาระบบการรับรู้เสียงพูดบนไมโครคอมพิวเตอร์

ในการพัฒนาระบบการรับรู้เสียงพูดบนไมโครคอมพิวเตอร์ ได้แบ่งส่วนที่ทำการพัฒนาออกเป็น 2 ส่วน คือ (1) ส่วนของบอร์ด TSB (TMS32010 Single Borad) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเปลี่ยนข้อมูลสัญญาณเสียงไปเป็นสัญญาณดิจิตอล และสามารถเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลกลับเป็นสัญญาณเสียงได้ โดยมีไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ TMS32010 เป็นตัวควบคุมการทำงานของบอร์ด รายละเอียดของบอร์ด TSB และไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ TMS32010 จะมีอยู่ในภาคผนวก ข. และ ค. ตามลำดับ และ (2) ส่วนของโปรแกรม ซึ่งพัฒนาด้วยภาษาแอสเซมบลีของ TMS32010 สำหรับโปรแกรมที่ทำงานบนบอร์ด TSB และ ภาษาปาสคาล สำหรับโปรแกรมที่ทำงานบนไมโครคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ยังมีโปรแกรมย่อยทางด้านกราฟฟิค ซึ่งใช้โปรแกรม Turbo Graphic Toolbox โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นได้แบ่งออกเป็นส่วน ๆ ดังนี้

1. <u>โปรแกรมรับข้อมูล</u> เป็นโปรแกรมที่ทำหน้าที่ในการรับ ส่ง ข้อมูลระหว่างเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ กับบอร์ด TSB

2. <u>โปรแกรมการวิเคราะห์</u> เป็นโปรแกรมที่ใช้ในส่วนของการวิเคราะห์สัญญาณเพื่อหาพารามิเตอร์สำหรับใช้ในการรับรู้ต่อไป ดังมีรายละเอียดทางด้านทฤษฎีอยู่ในบทที่ 2 แล้ว ประกอบด้วย

ก. โปรแกรมหาขอบเขตของสัญญาณ มีหน้าที่ในการตรวจสอบหาขอบเขตของสัญญาณ และจัดการดึงเอาเฉพาะส่วนของสัญญาณนี้เก็บลงแฟ้มข้อมูล

ข. โปรแกรมหาสัมประสิทธิ์พาร์คอร์ มีหน้าที่ในการหาค่าพารามิเตอร์ของสัญญาณเสียง โดยสามารถกำหนดความยาวของเฟรม ความถี่ของเฟรม และจำนวนออร์เดอร์ของฟิลเตอร์ได้ รวมทั้งสามารถเก็บผลลัพธ์ที่ได้ลงแฟ้มข้อมูล

ค. โปรแกรมหาคาบของสัญญาณ มีหน้าที่ในการคำนวณหาคาบของสัญญาณเสียงแล้วบันทึกผลลัพธ์ที่ได้ลงแฟ้มข้อมูล

3. <u>โปรแกรมการรับรู้</u> เป็นโปรแกรมที่ใช้ในส่วนของการรับรู้ โดยอาศัยค่าพารามิเตอร์ของสัญญาณที่จากส่วนของโปรแกรมการวิเคราะห์ ดังมีรายละเอียดทางด้านทฤษฎีอยู่ในบทที่ 3 แล้ว ประกอบด้วย

ก. โปรแกรมสร้างแฟ้มข้อมูลพารามิเตอร์ มีหน้าที่ในการรวมค่าพารามิเตอร์ฟิลเตอร์เข้ากับค่าคาบของสัญญาณให้เข้าเป็นแฟ้มข้อมูลเดียวกัน โดยในโปรแกรมจะให้กำหนดว่าผลลัพธ์ที่ได้จะนำไปใช้ในการสร้างแบบอ้างอิง หรือใช้เป็นแบบทดสอบ ถ้าใช้เป็นแบบอ้างอิงจะให้กำหนดสัญญลักษณ์ของคำนั้น เพื่อใช้ในการแสดงเมื่อทำการรับรู้

ช. โปรแกรมคัดเลือกแบบอ้างอิง มีหน้าที่ในการคัดเลือกแบบอ้างอิงเพื่อใช้ในการรับรู้ โดยจะทำการเลือกแบบอ้างอิงเฉพาะที่จำเป็นในแต่ละคำ จากแบบอ้างอิงทั้งหมดเพื่อหาตัวแทนของคำที่จะนำไปทำการเปรียบเทียบ และทำการสร้างแฟ้มของแบบอ้างอิงใหม่ สำหรับใช้ในการรับรู้ต่อไป โดยในโปรแกรมสามารถกำหนดจำนวนของแบบอ้างอิงสูงสุดและต่ำสุดในแต่ละคำได้

ค. โปรแกรมการรับรู้ มีหน้าที่ในการรับรู้ โดยจะทำการเปรียบเทียบคำที่เป็นแบบทดสอบกับแบบอ้างอิงที่ได้จากโปรแกรมคัดเลือกแบบอ้างอิง ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมจะแสดงเป็นระยะทางระหว่างแบบทดสอบกับแบบอ้างอิงแต่ละคำ จากนั้นจะนำไปผ่านกฎการตัดสินใจ (Decision Rule) เพื่อทำการเลือกคำที่ถูกต้อง

ในรูปที่ 4.1 จะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของโปรแกรมต่าง ๆ ที่กล่าวมา ในระบบการรับรู้เสียงพูดบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีขั้นตอนสรุปได้ คือ

1. เสียงพูดจะถูกพูดผ่านทางไมโครโฟนซึ่งติดต่ออยู่กับบอร์ด TSB ซึ่งจะควบคุมการทำงานด้วยโปรแกรมรับข้อมูล สัญญาณเสียงจะถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิตอล แล้วนำไปเก็บลงเป็นแฟ้มข้อมูลตามชื่อที่กำหนด

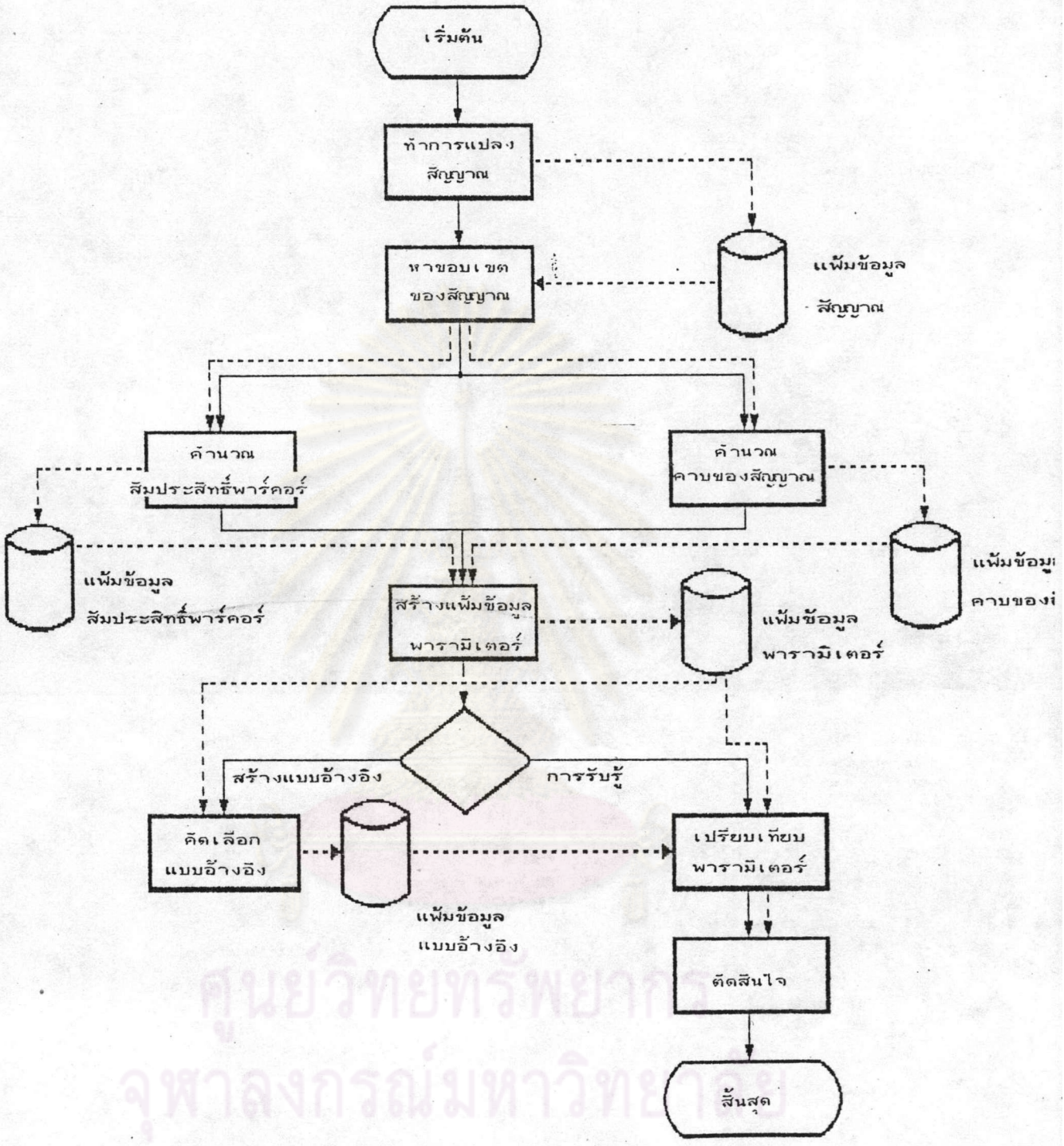
2. แฟ้มข้อมูลสัญญาณนี้จะถูกนำไปหาขอบเขตของสัญญาณ เพื่อตัดส่วนที่เป็นสัญญาณรบกวนออกไป โดยใช้โปรแกรมหาขอบเขตของสัญญาณ แล้วบันทึกลงในแฟ้มข้อมูล

3. หลังจากได้ข้อมูลสัญญาณเสียงแล้ว จะนำไปหาพารามิเตอร์ของฟิลเตอร์และคาบของสัญญาณและเก็บผลลัพธ์ลงแฟ้มข้อมูล

4. นำแฟ้มข้อมูลทั้งสองมารวมกันเฟรมต่อเฟรม เพื่อสร้างเป็นแบบทดสอบ หรือแบบอ้างอิงแล้วแต่ความต้องการ ด้วยโปรแกรมการสร้างแฟ้มข้อมูลพารามิเตอร์

5. สำหรับการสร้างแบบอ้างอิง เมื่อได้แบบอ้างอิงในแต่ละคำเพียงพอ ก็จะนำมาผ่านโปรแกรมคัดเลือกแบบอ้างอิง เพื่อเลือกเฉพาะแบบอ้างอิงที่เป็นตัวแทนของแบบอ้างอิงในแต่ละคำ แล้วนำลงเก็บในแฟ้มข้อมูล เพื่อใช้ในการรับรู้ต่อไป

6. สำหรับการรับรู้ แบบทดสอบที่ได้ กับแบบอ้างอิงจากข้อ 5. จะนำมาทำการรับรู้โดยใช้โปรแกรมการรับรู้ ซึ่งจะทำการเปรียบเทียบแบบทดสอบ กับแบบอ้างอิง และนำมาผ่านการตัดสินใจเพื่อทำการเลือกคำที่ถูกต้อง



รูปที่ 4.1 แสดงถึงความสัมพันธ์ของโปรแกรมต่าง ๆ ในระบบการรับรู้เสียงพูดด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โดยเส้นไข่ปลา หมายถึงทิศทางการเดินของข้อมูล เส้นทึบ หมายถึงทิศทางการเดินของขั้นตอนการทำงาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.1 โปรแกรมรับข้อมูล

สัญญาณเสียงจะถูกพูดผ่านทางไมโครโฟน ซึ่งติดต่ออยู่กับบอร์ด TSB โดยการควบคุมของโปรแกรมซึ่งมีอยู่ 2 ส่วน คือส่วนที่อยู่บนบอร์ด TSB และส่วนที่อยู่บนไมโครคอมพิวเตอร์

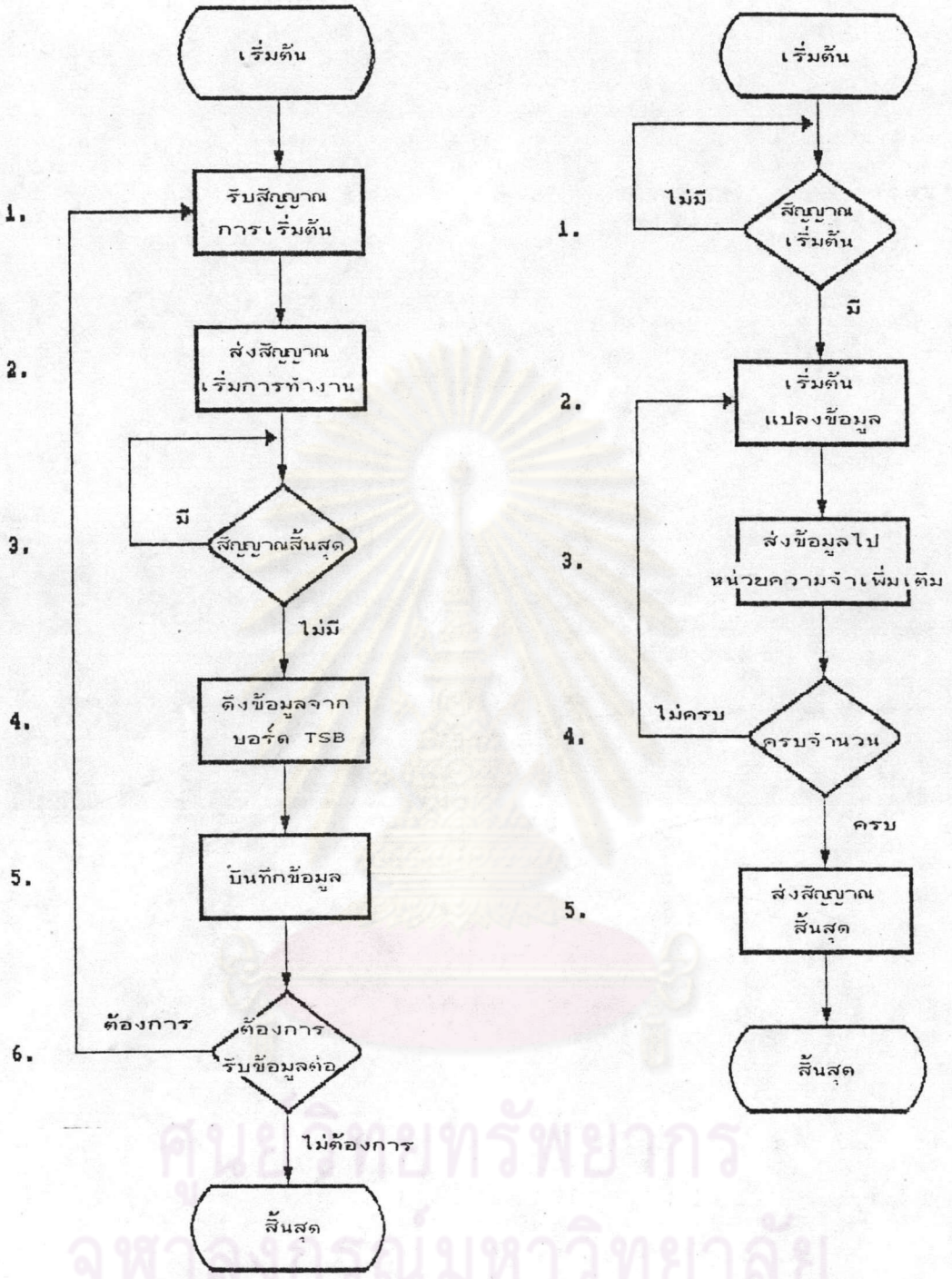
4.1.1 โปรแกรมบนบอร์ด TSB ทำหน้าที่ในการรับสัญญาณเสียง โดยจะควบคุมการทำงานของบอร์ด TSB เพื่อให้แปลงข้อมูลสัญญาณเสียงเป็นสัญญาณดิจิตอล ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมมีดังรูปที่ 4.2 ก

1. โปรแกรมจะทำการวนรอบ คอยสัญญาณเริ่มต้นการทำงานจากโปรแกรมบนไมโครคอมพิวเตอร์
2. เมื่อได้รับสัญญาณเริ่มการทำงาน โปรแกรมจะส่งสัญญาณไปยังบอร์ด TSB เพื่อให้เริ่มทำการแปลงข้อมูลสัญญาณเสียง เป็นสัญญาณดิจิตอล
3. ข้อมูลดิจิตอลที่ได้ จะถูกส่งไปเก็บยังหน่วยความจำเพิ่มเติม (Extended memory) ซึ่งเป็นส่วนที่สามารถติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ได้
4. ทำการตรวจสอบว่าข้อมูลครบตามจำนวนที่กำหนด หรือไม่
   ถ้าไม่ครบ โปรแกรมจะกลับไปทำงานในข้อ 2.
   ถ้าครบ โปรแกรมจะไปทำงานในข้อ 5.
5. โปรแกรมจะทำการส่งสัญญาณสิ้นสุดการทำงาน ไปยังเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

4.1.2 โปรแกรมบนไมโครคอมพิวเตอร์ จะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของบอร์ด TSB และทำการนำข้อมูลจากหน่วยความจำเพิ่มเติมบนบอร์ด TSB มาเก็บลงในดิสก์บนเครื่อง ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมมีดังรูปที่ 4.2 ข

1. โปรแกรมจะทำการวนรอบ เพื่อรอรับสัญญาณเริ่มต้นจากผู้ใช้งาน
2. เมื่อได้รับสัญญาณเริ่มต้นจากผู้ใช้ โปรแกรมจะทำการส่งสัญญาณเริ่มต้นการทำงานไปยังบอร์ด TSB เพื่อให้เริ่มทำการแปลงข้อมูล
3. โปรแกรมจะทำการวนรอบ เพื่อรอรับสัญญาณสิ้นสุดการทำงานจากบอร์ด TSB
4. เมื่อได้รับสัญญาณสิ้นสุดการทำงาน โปรแกรมจะทำการดึงข้อมูลจากหน่วยความจำเพิ่มเติมบนบอร์ด TSB มาเก็บยังหน่วยความจำบนไมโครคอมพิวเตอร์
5. โปรแกรมจะทำการบันทึกข้อมูลที่ได้ลงในดิสก์ ตามชื่อแฟ้มข้อมูลที่กำหนด
6. โปรแกรมจะถามว่าต้องการจะทำงานต่อหรือไม่
   ถ้าไม่ต้องการ โปรแกรมจะสิ้นสุดการทำงาน
   ถ้าต้องการ โปรแกรมจะกลับไปทำงานที่ข้อ 1.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.2 แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมรับรู้ข้อมูล

ก. โปรแกรมบนบอร์ด TSB

ข. โปรแกรมบนไมโครคอมพิวเตอร์

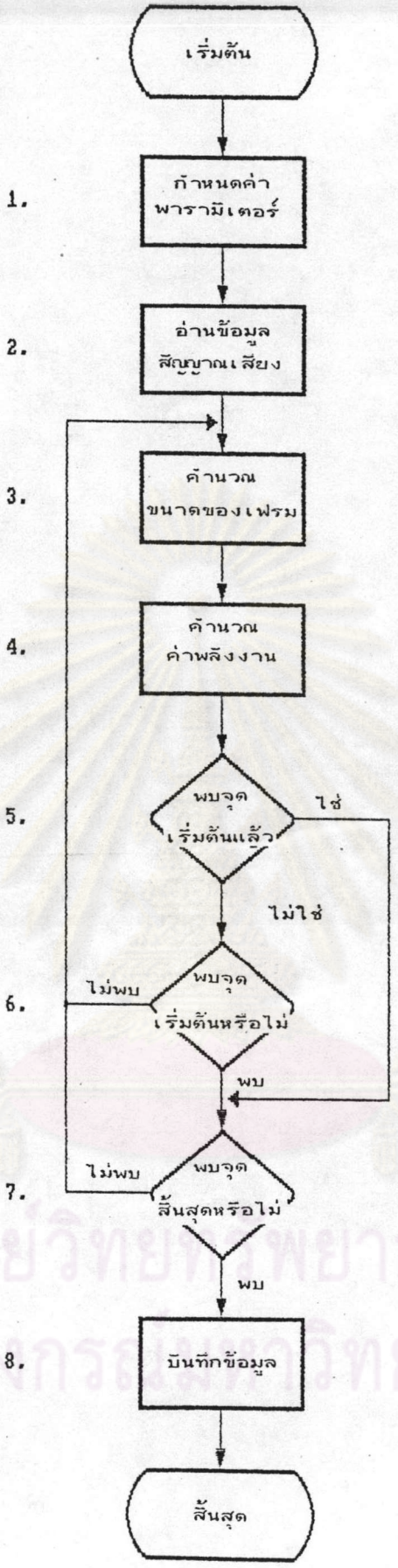
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของโปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์เสียงพูด ดังนี้

4.2.1 โปรแกรมหาขอบเขตของสัญญาณ

เป็นโปรแกรมที่ใช้ตรวจสอบหาขอบเขตของสัญญาณ และจัดการดึงเอาเฉพาะส่วนของสัญญาณเสียงเก็บลงแฟ้มข้อมูล โดยอาศัยการคำนวณหาค่าพลังงานของสัญญาณ แล้วนำมาหาค่าอัตราส่วนของการเปลี่ยนแปลงในแต่ละเฟรม เปรียบเทียบกับค่าที่กำหนด (E_{thr}) จุดเริ่มต้นของสัญญาณเสียงจะได้แก่เฟรมที่มีค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของพลังงานเกินกว่าค่าที่กำหนดเป็นจุดแรก และจุดสิ้นสุดจะได้จากเฟรมที่ค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของพลังงานต่ำกว่าค่าที่กำหนด (หลังจากที่พบจุดเริ่มต้นแล้ว) ขั้นตอนของการทำงานของโปรแกรมมีดังรูปที่ 4.3

1. กำหนดค่าพลังงาน E_{thr} ที่เหมาะสม (ในโปรแกรมได้กำหนดค่าล่วงหน้าไว้เท่ากับ 0.4) ค่าความยาวของเฟรม ระยะห่างระหว่างเฟรม และ แฟ้มข้อมูลผลลัพธ์
2. อ่านข้อมูลสัญญาณเสียงของคำที่ต้องการจากแฟ้มข้อมูลลงในหน่วยความจำของเครื่อง
3. คำนวณจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของข้อมูลในแต่ละเฟรม
4. คำนวณหาค่าพลังงานของสัญญาณ
5. คำนวณหาจุดเริ่มต้นของสัญญาณ โดยเปรียบเทียบค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงพลังงาน กับค่า E_{thr}
   ถ้ามีค่าน้อยกว่า และยังไม่พบจุดเริ่มต้น โปรแกรมจะกลับไปทำงานที่ข้อ 3.
   ถ้ามีค่ามากกว่า และยังไม่พบจุดเริ่มต้น โปรแกรมจะบันทึกค่าจุดเริ่มต้นไว้
6. คำนวณค่าจุดสิ้นสุดของสัญญาณ โดยเปรียบเทียบค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงพลังงาน กับค่า E_{thr}
   ถ้ามีค่ามากกว่า โปรแกรมจะกลับไปทำงานที่ข้อ 3.
   ถ้ามีค่าน้อยกว่า โปรแกรมจะบันทึกค่าจุดสิ้นสุดไว้
7. บันทึกข้อมูลสัญญาณเสียงในช่วงจุดเริ่มต้น และจุดสิ้นสุดลงในแฟ้มข้อมูล



รูปที่ 4.3 แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมหาขอบเขตของสัญญาณ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.2 โปรแกรมหาค่าสัมประสิทธิ์พาร์คอร์

เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณหาพารามิเตอร์ฟิลเตอร์ของสัญญาณเสียง โดยอาศัยโปรแกรมย่อย AUTO การทำงานของโปรแกรมจะเริ่มด้วยการกำหนดจำนวนสัญญาณในแต่ละเฟรม จำนวนออร์เดอร์ของฟิลเตอร์ และระยะห่างระหว่างเฟรม ซึ่งเป็นตัวกำหนดว่าตัวอย่างแรกในเฟรมปัจจุบันอยู่ห่างจากตัวอย่างแรกของเฟรมก่อนหน้าเป็นจำนวนกี่ตัวอย่าง จากนั้นนำสัญญาณเสียงมาแบ่งเป็นเฟรม และจะเริ่มทำการคำนวณทีละเฟรมจนครบสัญญาณเสียงทั้งคำ ขั้นตอนของการทำงานของโปรแกรมมีดังรูปที่ 4.4

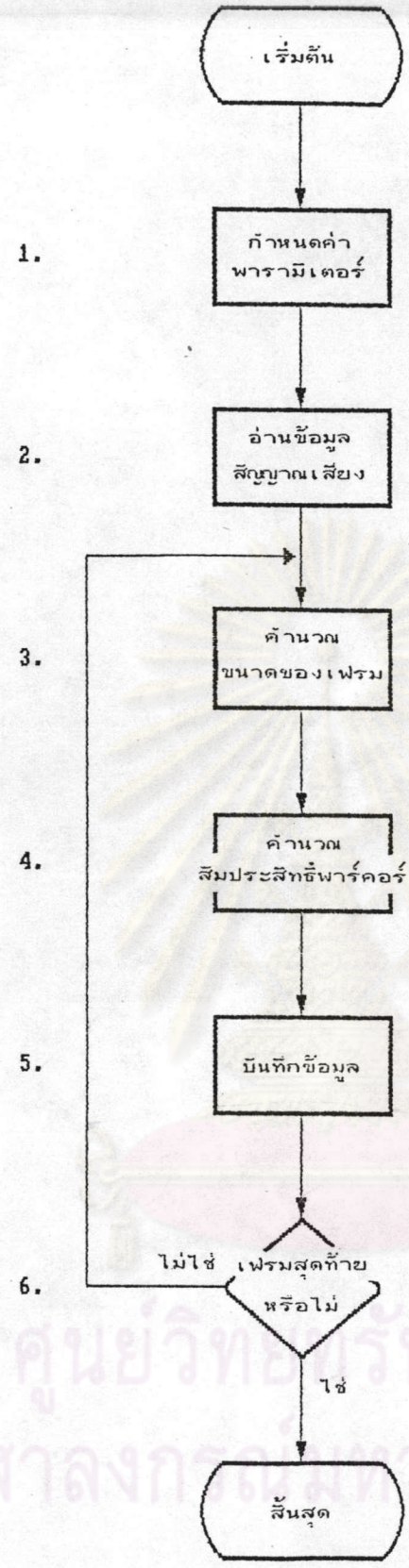
1. กำหนดพารามิเตอร์ในการคำนวณ คือ ความยาวของเฟรม ระยะห่างระหว่างเฟรม และจำนวนออร์เดอร์รวมทั้งแฟ้มข้อมูลผลลัพธ์
2. อ่านข้อมูลสัญญาณเสียงของคำที่ต้องการจากแฟ้มข้อมูลลงในหน่วยความจำของเครื่อง
3. คำนวณจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของข้อมูลในแต่ละเฟรม และนำสัญญาณมาคูณด้วยฟังก์ชัน Hamming
4. เรียกโปรแกรมย่อย AUTO
5. เขียนผลลัพธ์ของการคำนวณลงในแฟ้มข้อมูล
6. โปรแกรมจะกลับไปทำงานตั้งแต่ข้อ 3. ถึง 5. จนครบทุกเฟรม

4.2.3 โปรแกรมหาคาบของสัญญาณ

เป็นโปรแกรมที่ใช้คำนวณหาคาบของสัญญาณเสียงพูด โดยอาศัยโปรแกรมย่อย CLIPPING สัญญาณเสียงของคำที่ต้องการวิเคราะห์จะถูกแบ่งเป็นเฟรม เฟรมหนึ่งจะมีจำนวนของสัญญาณคงที่เท่ากับ 300 ตัวอย่าง ระยะห่างระหว่างเฟรมจะกำหนดให้เท่ากับที่ใช้ในโปรแกรมหาค่าสัมประสิทธิ์พาร์คอร์ การทำงานของโปรแกรมจะทำทีละเฟรมจนครบสัญญาณเสียงทั้งคำ ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมมีดังรูปที่ 4.5

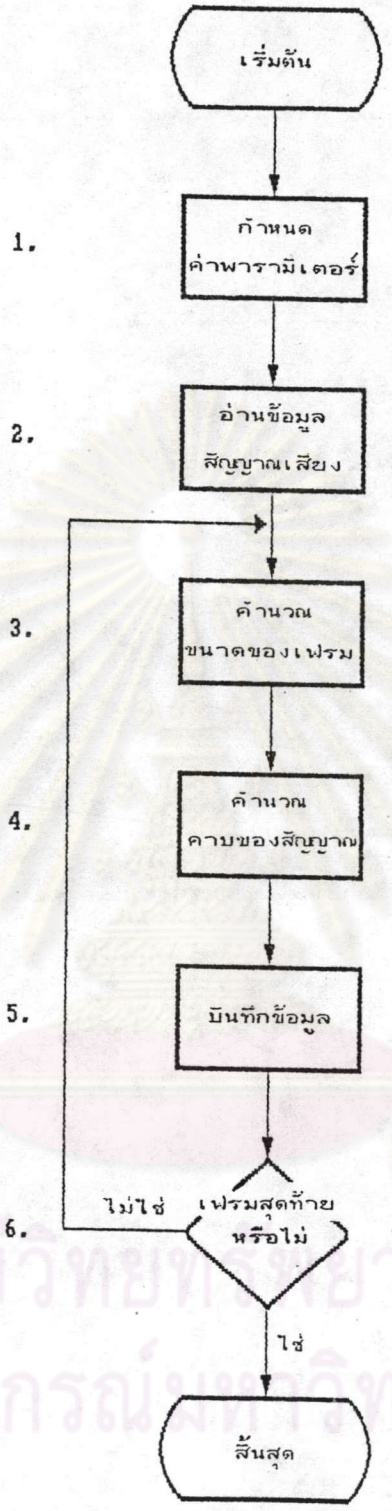
1. กำหนดพารามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณ คือ ระยะห่างระหว่างเฟรม และ แฟ้มข้อมูลผลลัพธ์
2. อ่านข้อมูลสัญญาณเสียงของคำที่ต้องการจากแฟ้มข้อมูลลงในหน่วยความจำ
3. คำนวณจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของข้อมูลในแต่ละเฟรม
4. เรียกโปรแกรมย่อย CLIPPING
5. บันทึกค่าคาบของสัญญาณลงในแฟ้มข้อมูล
6. โปรแกรมจะกลับไปทำงานตั้งแต่ข้อ 3. ถึง 5. จนครบทุกเฟรม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.4 แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมหาค่าสัมประสิทธิ์พาร์คอร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.5 แสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมหาค่าคาบของสัญญาณ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3 โปรแกรมการรับรู้ (Recognition Program)

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของโปรแกรมที่ใช้ในการรับรู้เสียงพูด ดังนี้

4.3.1 โปรแกรมสร้างแฟ้มข้อมูลพารามิเตอร์

เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการรวมค่าพารามิเตอร์ของสัญญาณเสียงจากแฟ้มข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมหาค่าสัมประสิทธิ์พาร์คอร์ กับแฟ้มข้อมูลจากโปรแกรมหาคาบของสัญญาณ โดยจะทำการรวมกันเฟรมต่อเฟรม ในโปรแกรมจะให้กำหนดว่าผลลัพธ์ที่ได้จะนำมาใช้เป็นแบบอ้างอิงหรือแบบทดสอบ ถ้านำมาสร้างเป็นแบบอ้างอิง โปรแกรมจะนำผลลัพธ์ที่ได้ไปเก็บต่อท้ายข้อมูลที่มีอยู่เดิม พร้อมกับให้กำหนดสัญญลักษณ์ของคำ เพื่อใช้แสดงเมื่อมีการรับรู้ ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมนี้จะมี 2 แฟ้มข้อมูล คือ แฟ้มข้อมูลของพารามิเตอร์ และแฟ้มข้อมูลสัญญลักษณ์ ซึ่งมีโครงสร้างดังรูปที่ 4.6 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมมีดังรูปที่ 4.7

1. กำหนดชื่อแฟ้มข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และชนิดของข้อมูลที่จะนำไปใช้
2. อ่านข้อมูลของพารามิเตอร์ฟิลเตอร์ และคาบของสัญญาณจากแฟ้มข้อมูลลงในหน่วยความจำ
3. คำนวณจุดเริ่มต้น และจุดสิ้นสุดของข้อมูลในแต่ละเฟรมของพารามิเตอร์ฟิลเตอร์ และคาบของสัญญาณ
4. จัดโครงสร้างของข้อมูลให้ตรงกับที่กำหนด
5. บันทึกข้อมูลลงในแฟ้มข้อมูล โดยในกรณีที่เป็นแบบอ้างอิง จะทำการเขียนข้อมูลต่อท้ายแฟ้มข้อมูล ถ้าเป็นแบบทดสอบจะทำการสร้างแฟ้มข้อมูลใหม่และเริ่มเขียนข้อมูลที่ต้นแฟ้มข้อมูล
6. โปรแกรมจะกลับไปทำงานตั้งแต่ข้อ 3. ถึง 5. จนครบทุกเฟรม
7. ในกรณีที่เป็นแบบอ้างอิง โปรแกรมจะทำการคำนวณตำแหน่งของข้อมูลในแฟ้มข้อมูลแบบอ้างอิง และความยาว แล้วทำการเขียนต่อท้ายลงในแฟ้มข้อมูลสัญญลักษณ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อมูลพารามิเตอร์

คำ	ข้อมูล	
0	PITCH	
1	RC(1)	คำที่ 1
2	RC(2)	เฟรมที่ 1
		คำที่ 1
		เฟรมที่ 2

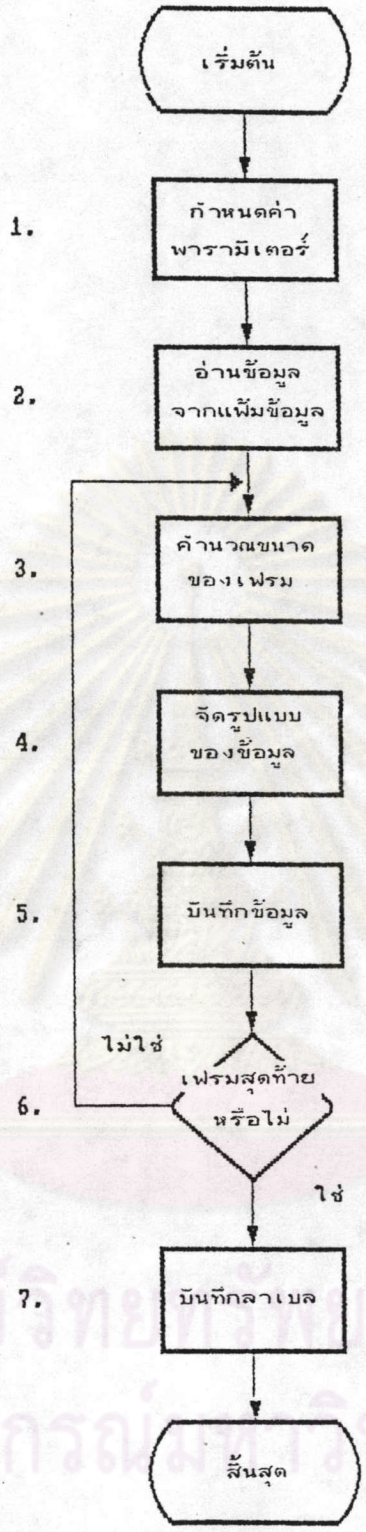
แฟ้มข้อมูลพารามิเตอร์

ตำแหน่งในแฟ้มข้อมูล	ข้อมูล	
XXX	ข้อมูลพารามิเตอร์	คำที่ 1
YYY	ข้อมูลพารามิเตอร์	คำที่ 2

แฟ้มข้อมูลสัญญลักษณ์

หมายเลขสัญญลักษณ์	ตำแหน่งในแฟ้มข้อมูล	ความยาว
1	XXX	XXX - 0
2	YYY	YYY - XXX

รูปที่ 4.6 แสดงถึงโครงสร้างของแฟ้มข้อมูลพารามิเตอร์และแฟ้มข้อมูลสัญญลักษณ์



รูปที่ 4.7 แสดงขั้นตอนของโปรแกรมสร้างแฟ้มข้อมูลพารามิเตอร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3.2 โปรแกรมคัดเลือกแบบอ้างอิง

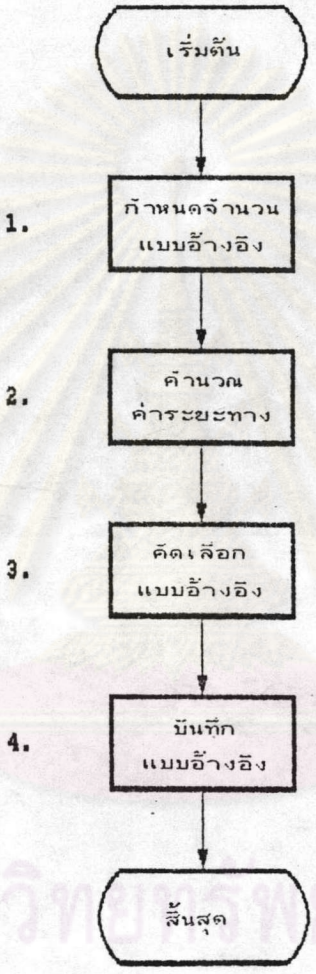
เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการคัดเลือกแบบอ้างอิง โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมสร้างแฟ้มข้อมูลพารามิเตอร์ โดยแฟ้มข้อมูลที่ใช้จะแยกเป็นแฟ้มข้อมูล ๆ ละ 1 คำ ซึ่งจะประกอบด้วยผู้พูดทั้งหมดที่จะนำมาทำเป็นแบบอ้างอิง โปรแกรมจะทำการเลือกแบบอ้างอิงตามจำนวนที่กำหนด แล้วทำการสร้างแฟ้มข้อมูลใหม่เฉพาะแบบอ้างอิงที่ต้องการเท่านั้น ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมมีดังรูปที่ 4.8

1. กำหนดค่าจำนวนแบบอ้างอิงที่ต้องการในแต่ละคำ
2. โปรแกรมจะทำการหาค่าระยะทาง ระหว่างแบบอ้างอิงทุกแบบที่มีอยู่ในแฟ้มข้อมูลสัญญลักษณ์
3. โปรแกรมจะทำการคัดเลือกแบบอ้างอิง โดยใช้หลักการดังอธิบายในหัวข้อ 3.1
4. หลังจากได้แบบอ้างอิงตามกำหนด โปรแกรมจะทำการเขียนข้อมูลลงในแฟ้มข้อมูลที่กำหนด

4.3.3 โปรแกรมการรับรู้

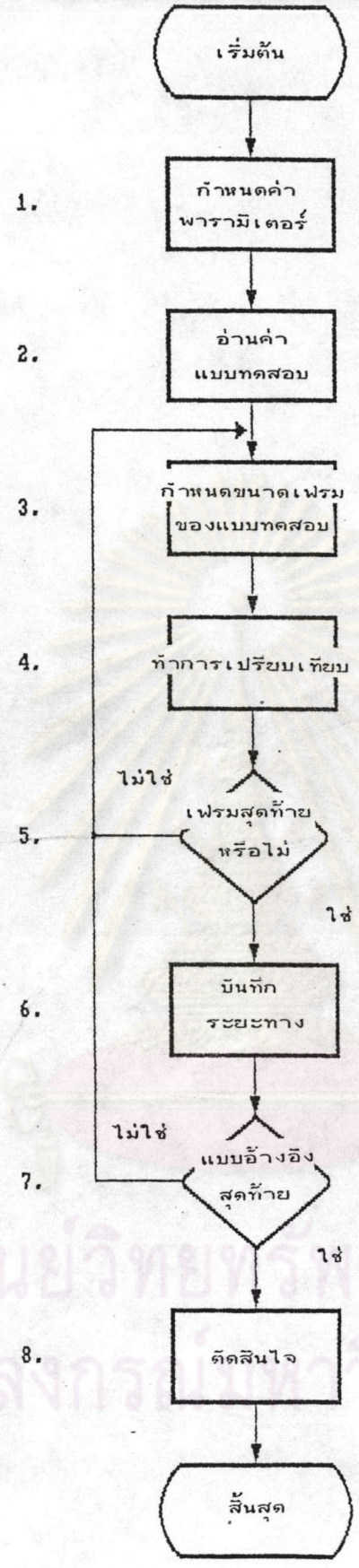
เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการรับรู้ โดยจะทำการเปรียบเทียบข้อมูลแบบทดสอบกับข้อมูลแบบอ้างอิงทีละคำ โดยอาศัยโปรแกรมย่อย DYNAMIC ผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงเป็นระยะทางระหว่างแบบทดสอบกับแบบอ้างอิงแต่ละคำ จากระยะทางที่ได้จะนำไปผ่านกฎการตัดสินใจ (Decesion Rule) เพื่อเลือกคำที่ถูกต้อง และจะแสดงสัญญลักษณ์ที่ได้จากการรับรู้ ขั้นตอนของการทำงานของโปรแกรมมีดังรูปที่ 4.9

1. กำหนดค่าพารามิเตอร์ที่ในการคำนวณ แฟ้มข้อมูลแบบทดสอบและแบบอ้างอิง
2. อ่านข้อมูลแบบทดสอบจากแฟ้มข้อมูลลงในหน่วยความจำของเครื่อง
3. คำนวณจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของข้อมูลแบบอ้างอิงในแฟ้มข้อมูล
4. เรียกโปรแกรมย่อย DYNAMIC
5. โปรแกรมจะกลับไปทำงานตั้งแต่ข้อ 3. ถึง 4. จนครบทุกเฟรมของแบบอ้างอิงในคำนั้น
6. บันทึกค่าระยะทางที่คำนวณได้ลงในหน่วยความจำ
7. โปรแกรมจะกลับไปทำงานตั้งแต่ข้อ 3. ถึง 6. จนครบทุกเฟรมของแบบอ้างอิงในคำนั้น
8. ใช้กฎการตัดสินใจเพื่อคัดเลือกผลลัพธ์ที่ถูกต้อง
9. แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการตัดสินใจเป็นสัญญลักษณ์ของคำนั้น



รูปที่ 4.8 แสดงขั้นตอนของโปรแกรมคัดเลือกแบบอ้างอิง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.9 แสดงขั้นตอนของโปรแกรมการรับรู้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย