บทที่ 5

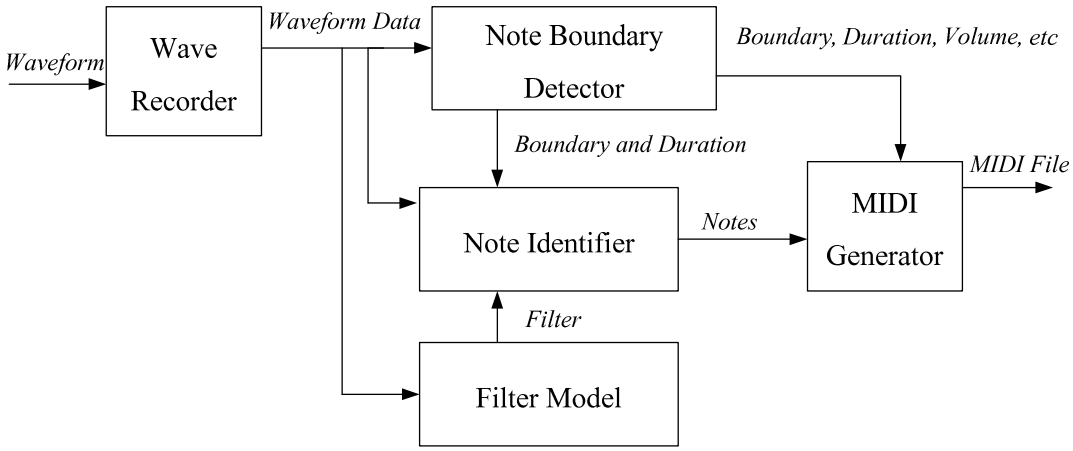
การพัฒนาโปรแกรมตัวอย่างสำหรับการรู้จำตัวโน้ต

จากวิธีการรู้จำตัวโน้ตจากเสียงระนาดเอกและผลการทดลองที่ได้กล่าวถึงในบทที่ 3 และบทที่ 4 ตามลำดับ เพื่อให้วิธีการออกแบบดังกล่าวสามารถนำมาใช้งานและมีประโยชน์ในทางปฏิบัติ ในวิทยานิพนธ์นี้จึงได้มีการพัฒนาโปรแกรมตัวอย่างเพื่อใช้ในการรู้จำตัวโน้ตจากเสียงระนาดเอก ซึ่งสามารถที่จะมีการปรับเปลี่ยนและควบคุมค่าที่จำเป็นตามที่ได้ออกแบบไว้ในบทที่ 3 เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมต่อการใช้งานได้มากยิ่งขึ้น

สำหรับในบทนี้จะได้กล่าวถึงการพัฒนาโปรแกรมและโครงสร้างของโปรแกรมในส่วนต่าง ๆที่มีความจำเป็นต่อการนำไปงาน และเพื่อแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมดังกล่าวสามารถทำงานได้จริง จึงได้มีการทดลองโปรแกรมดังกล่าวข้างต้นด้วย

5.1 การออกแบบโปรแกรมสำหรับการรู้จำตัวโน้ต

โปรแกรมสำหรับการรู้จำตัวโน้ตจากเสียงระนาดเอกของวิทยานิพนธ์นี้ได้รับการออกแบบมาเพื่อใช้ในรู้จำตัวโน้ตทั้งที่เป็นเสียงโมโนโฟนิกและเสียงโพลีโฟนิกและสามารถรับเสียงที่เป็นตัวโน้ตที่ต่อเนื่องเข้ามาได้ รวมถึงสามารถนำไปใช้กับระนาดรางอื่น ๆได้โดยการปรับเปลี่ยนคุณสมบัติของตัวกรองผ่านแถบความถี่ให้เหมาะสม โดยมีโครงสร้างการออกแบบดังรูปที่ 5.1 ซึ่งประกอบด้วยการทำงาน 5 โมดูล (Module) คือ โมดูล Wave Reorder, โมดูล Note Boundary Dectector, โมดูล Filter Model, โมดูล Note Indentifier และโมดูล MIDI Generator ซึ่งรายละเอียดของแต่ละโมดูลรวมไปถึงความสัมพันธ์ของแต่ละโมดูลมีดังนี้



รูปที่ 5.1 สถาปัตยกรรมของการออกแบบโปรแกรมสำหรับการรู้จำตัวโน้ตจากเสียงระนาดเอก

5.1.1 โมดูล Wave Recorder

โมดูลนี้ทำหน้าที่ในการบันทึกข้อมูลเสียงให้อยู่ในรูปแบบของไฟล์เสียงที่กำหนดไว้ ซึ่งจะค่าความถี่ในการสุ่มตัวอย่างเท่ากับ 16,000 เฮิรตซ์ และค่าความละเอียดของข้อมูลเท่ากับ 16 บิต ควบคุมการเล่นสัญญาณเสียงไฟล์ออกมาและเป็นส่วนที่คอยอ่านข้อมูลไฟล์เสียงเพื่อเป็นอินพุตของโมดูลอื่น ๆ การจัดการเกี่ยวกับไฟล์เสียงทั้งหมดจะเป็นหน้าที่ของโมดูลนี้

5.1.2 โมดูล Note Boundary Dectector

โมดูลนี้ทำหน้าที่ในการแบ่งช่วงของข้อมูลเสียงตัวโน้ตที่ได้รับเพื่อทำการแบ่งช่วงตัวโน้ต สำหรับการแบ่งช่วงตัวโน้ตนั้นจะใช้วิธีปรับและกำหนดการหาความแตกต่างของพลังงานเพื่อใช้ในการแบ่งช่วงตัวโน้ต ในการพัฒนาโปรแกรมเพื่อนำไปใช้นั้น ส่วนของโมดูลนี้จะมีการเพิ่มการตรวจสอบค่าความแตกต่างที่ของพลังงานที่เหมาะสมจะนำไปใช้งานไว้ด้วย โดยจากพิจารณาจากการปรับค่าความแตกต่างของพลังงานเพื่อใช้ในการแบ่งช่วงตัวโน้ตจากเสียงตัวอย่างที่ผู้ใช้ป้อนเข้ามาทดสอบเพื่อให้สามารถแบ่งช่วงตัวโน้ตได้ตรงตามจำนวนที่ผู้ใช้ได้กำหนดไว้ ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นค่าช่วงของความแตกต่างพลังงานที่เหมาะสมจะนำไปใช้งานกับเสียงตัวอย่าง

5.1.3 โมดูล Filter Model

เนื่องจากระนาดเอกแต่ละรางนั้นอาจจะมีความถี่มูลฐานของเสียงระนาดไม่เท่ากัน ดังนั้นเพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นในการนำโปรแกรมไปใช้งานกับระนาดรางอื่น ๆนั้นจึงอาจจะต้องมีการปรับเปลี่ยนชุดตัวกรองผ่านแถบความถี่ให้เหมาะสมกับระนาดแต่ละราง ดังนั้นในโมดูลนี้มีหน้าที่ในสร้างและแก้ไขชุดตัวกรองผ่านแถบความถี่ให้ตรงตามข้อมูลเสียงระนาดเอก โดยผู้ใช้จะต้องบันทึกเสียงโน้ตระนาดในแต่ละตัวโน้ตที่ต้องการปรับเปลี่ยนเพื่อจะได้แก้ไขและบันทึกข้อมูลของชุดตัวกรองผ่านแถบความถี่นั้นก่อนจะนำไปใช้งานต่อไป

5.1.4 โมดูล Note Identifier

โมดูลนี้มีหน้าที่ในการระบุตัวโน้ตซึ่งได้นำวิธีการที่ได้ออกแบบไว้ 2 วิธีคือ การใช้โครงข่ายประสาทเทียมและวิธีการใช้ค่าพลังงานอ้างอิง ทั้งนี้หากมีความผิดพลาดเกิดขึ้นในการตัดสินใจเลือกตัวโน้ตด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่ง ผู้ใช้ก็ยังสามารถปรับเปลี่ยนวิธีการในการตัดสินใจระบุตัวโน้ตได้ สำหรับโปรแกรมตัวอย่างที่ได้พัฒนาขึ้นนั้นในส่วนของโมดูล Note Identifier ยังได้ออกแบบให้สามารถเปลี่ยนแปลงและเลือกใช้ตัวกรองผ่านแถบความถี่ที่ต้องการได้ เพื่อให้เกิดความยืดหยุ่นต่อการนำไปใช้งานจริง

5.1.5 โมดูล MIDI Generator

โมดูลนี้จะทำหน้าที่ในแสดงผลลัพธ์ของการรู้จำตัวโน้ตให้อยู่ในรูปแบบไฟล์มีดี โดยใช้ข้อมูลที่ได้รับมาจากโมดูลอื่น ๆ รวมถึงการสร้างสัญญาณเสียงเพื่อเล่นเสียงตามข้อมูลในไฟล์มีดีออกมาด้วย ซึ่งหน้าที่ทั้งหมดเกี่ยวกับการจัดการไฟล์มีดีจะอยู่ในโมดูล MIDI Generator

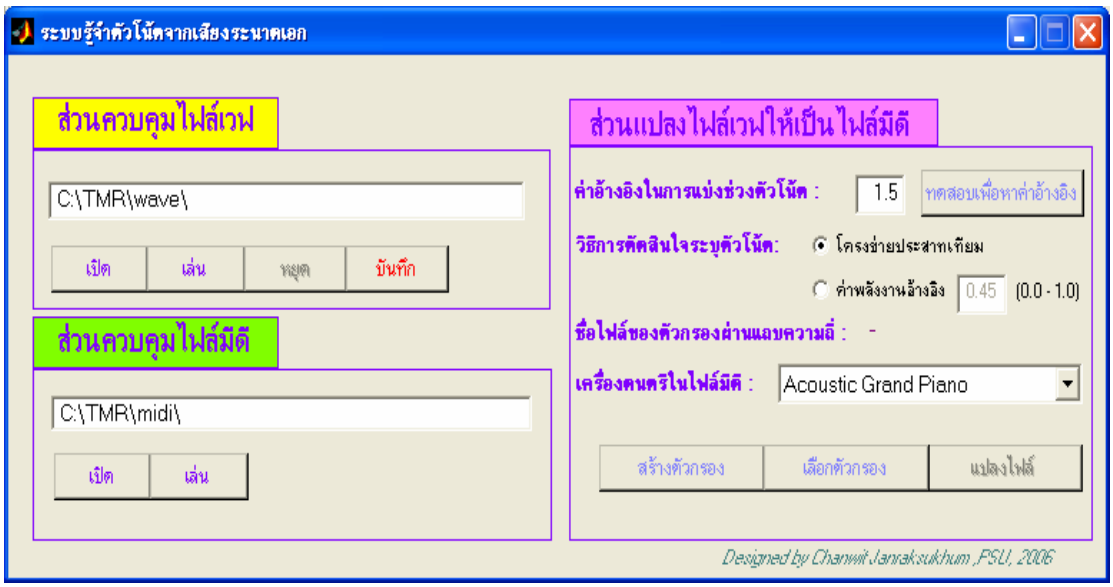
5.2 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม

ในการพัฒนาโปรแกรมสำหรับการรู้จำตัวโน้ตของวิทยานิพนธ์นี้ ได้พัฒนาโปรแกรมโดยใช้โปรแกรม Matlab [30][31]ในการพัฒนา ทั้งนี้เนื่องจากบางส่วนของโปรแกรมได้ใช้ฟังก์ชันที่มีอยู่ในโปรแกรม Matlab เช่น ฟังก์ชันทางด้านการใช้ตัวกรองความถี่,ฟังก์ชันทางด้านการใช้โครงข่ายประสาทเทียม เป็นต้น เพื่อช่วยเพิ่มความรวดเร็วในการพัฒนา

5.3 การพัฒนาโปรแกรมตัวอย่างและการทดสอบ

เพื่อเป็นการทดสอบว่าโปรแกรมสำหรับการรู้จำตัวโน้ตจากเสียงระนาดเอกที่ได้พัฒนาขึ้นตามหลักการที่ได้ออกแบบและทดลองดังที่ได้นำเสนอในบทที่ 3 และบทที่ 4 นั้นสามารถนำไปใช้งานได้จริง จึงได้นำโปรแกรมตัวอย่างนี้มาใช้ในการทดสอบเพื่อสนับสนุนหลักการดังกล่าวข้างต้น

5.3.1 โปรแกรมตัวอย่าง

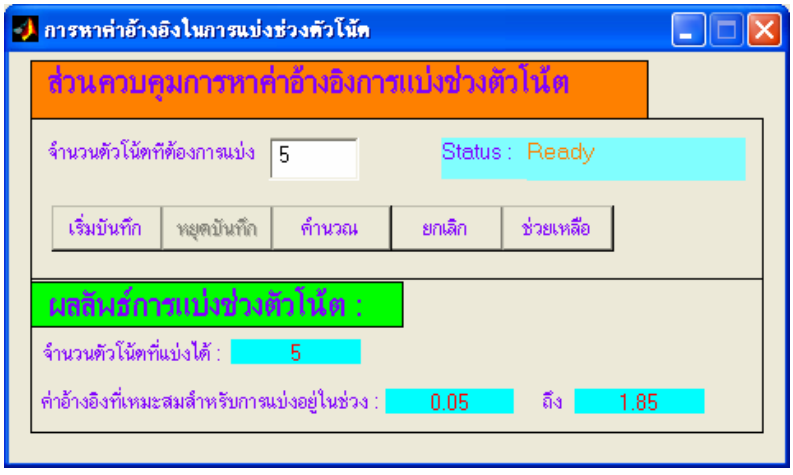


รูปที่ 5.2 หน้าจอหลักของโปรแกรมตัวอย่างที่ใช้ในการรู้จำตัวโน้ต

รูปที่ 5.2 เป็นภาพของหน้าจอโปรแกรมตัวอย่างที่จะใช้ในการรู้จำตัวโน้ตจากเสียงระนาดเอก โดยโปรแกรมจะมีส่วนที่ใช้ในการควบคุมไฟล์เสียง (Wave File) และส่วนที่ใช้ในการเล่นสัญญาณไฟล์มีดี (MIDI File) โปรแกรมสามารถค่าอ้างอิงที่ใช้ในการแบ่งช่วงตัวโน้ต, กำหนดวิธีการระบุตัวโน้ต, ชนิดของเครื่องดนตรีที่จะให้แสดงเป็นผลลัพธ์ในไฟล์มีดี และสามารถสร้าง, แก้ไขและเลือกกำหนดชุดตัวกรองเพื่อนำไปใช้ในการทำงานได้

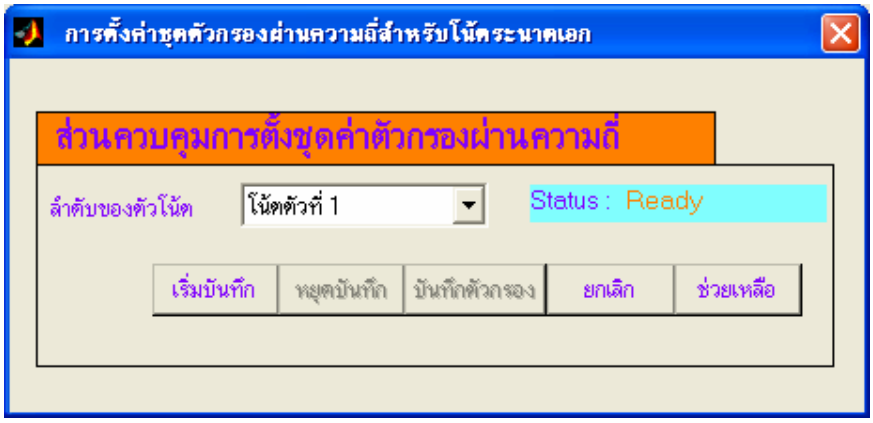
สำหรับการทดสอบเพื่อหาค่าอ้างอิงที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้งานแบ่งช่วงตัวโน้ตสามารถทดสอบได้ด้วยการบันทึกเสียงระนาดที่ใช้และทำการกำหนดจำนวนตัวโน้ตที่เคาะเพื่อให้โปรแกรมแสดงค่าช่วงของความแตกต่างของพลังงานอ้างอิงที่เหมาะสมจะนำไปใช้งาน โดยในการใช้งานเมื่อผู้ใช้กดปุ่มทดสอบเพื่อหาค่าอ้างอิงดังที่แสดงอยู่ในรูปที่ 5.2 โปรแกรมจะแสดงหน้าจอเพื่อใช้ในการหาค่าอ้างอิงในการแบ่งช่วงตัวโน้ตดังแสดงในรูปที่ 5.3 และแสดงผลลัพธ์ดังในรูปที่ 5.4

รูปที่ 5.3 หน้าจอโปรแกรมที่ใช้ในการหาค่าอ้างอิงในการแบ่งช่วงตัวโน้ต

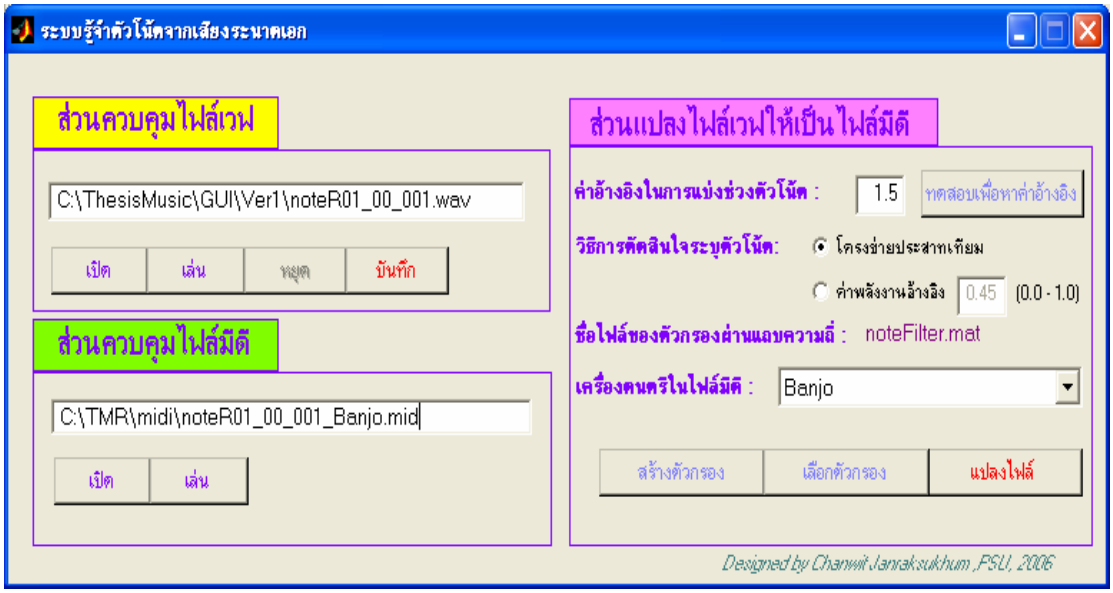


รูปที่ 5.4 ผลลัพธ์จากการค่าหาค่าอ้างในการแบ่งช่วงตัวโน้ต

สำหรับการสร้างหรือแก้ไขชุดตัวกรองผ่านแถบความถี่เพื่อให้เหมาะสมกับระนาดแต่ละรางมากขึ้นนั้นสามารถทำได้โดยการกดปุ่มสร้างตัวกรองในรูปที่ 5.2 โดยจะแสดงหน้าจอสำหรับการสร้างและแก้ไขชุดตัวกรองดังในรูปที่ 5.5 โดยผู้ใช้สามารถกำหนดหมายเลขตัวโน้ตและบันทึกเสียงของตัวโน้ตเพื่อใช้ในการสร้างตัวกรองผ่านแถบความถี่สำหรับโน้ตในแต่ะตัวได้



รูปที่ 5.5 หน้าจอสำหรับการสร้างและแก้ไขชุดตัวกรองผ่านแถบความถี่

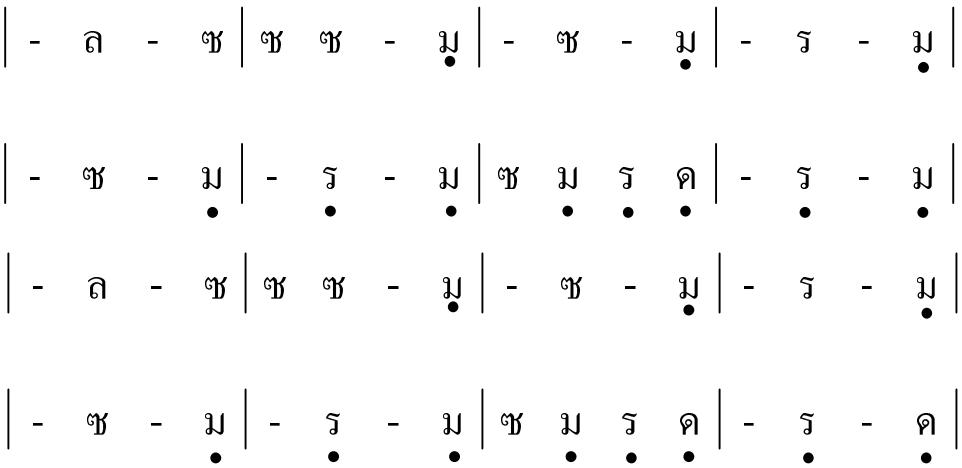


รูปที่ 5.6 หน้าจอโปรแกรมเมื่อกำหนดค่าชุดตัวกรอง

รูปที่ 5.6 แสดงหน้าจอเมื่อกำหนดชุดตัวกรองผ่านแถบความถี่จะใช้งานและชนิดเครื่องดนตรีที่ต่าง ๆ รวมถึงค่าตัวแปรควบคุมอื่น ๆที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น และเมื่อกดปุ่มแปลงไฟล์โปรแกรมก็จะแปลงไฟล์เสียงที่กำหนดไว้ในส่วนควบคุมไฟล์เสียงให้กลายเป็นไฟล์มีดีตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้

5.3.2 การทดลอง

ในการทดลองนี้จะได้ทดลองโปรแกรมการรู้จำเสียงกับโน้ตดนตรีกับการเดี่ยวระนาดเอกที่ได้จากการบันทึกเสียงโดยคนเล่นจริงในห้องบันทึกเสียง ทั้งนี้ก่อนการใช้งานโปรแกรมจะต้องทำการตั้งค่าชุดตัวกรองผ่านความถี่ก่อน เนื่องจากได้ทำการทดสอบกับระนาดรางอื่นที่ไม่ได้ใช้ในการจัดทำฐานข้อมูล ตัวโน้ตที่ใช้ในการทดสอบได้ใช้จังหวะและทำนองของเพลงค้างคาวคาบกล้วยดังแสดงในรูปที่ 5.7



รูปที่ 5.7 โน้ตเพลงค้างคาวคาบกล้วยที่ใช้ในการทดสอบโปรแกรม

5.3.3 ผลการทดลอง

จากการทดสอบโดยใช้ค่าอ้างอิงในการแบ่งตัวโน้ตเท่ากับ 1.0 พบว่าสามารถแบ่งช่วงตัวโน้ตได้ทั้งหมด 39 ชุดตัวโน้ตซึ่งแยกได้เป็นทั้งสิ้น 78 ตัวโน้ตและเมื่อส่วนของตัวโน้ตนำไปทดสอบการระบุตัวโน้ตได้ผลลัพธ์การระบุตัวโน้ตดังแสดงใน

ตารางที่ 5-1 ผลลัพธ์การทดสอบโปรแกรมในการรู้จำตัวโน้ต

ผลลัพธ์การระบุตัวโน้ต	จำนวนตัวโน้ต	ร้อยละของการระบุตัวโน้ต
ระบุตัวโน้ตได้ถูกต้อง	68	87.18
ระบุตัวโน้ตไม่ถูกต้อง	8	10.26
ระบุตัวโน้ตที่ไม่ได้เกินจำนวน	2	2.56

จากผลการทดสอบที่ได้พบว่าผลลัพธ์การระบุตัวโน้ตอยู่ในระดับที่น่าพอใจแต่ยังคงมีความผิดพลาดในการระบุตัวโน้ตเกิดขึ้น เมื่อพิจารณาและวิเคราะห์ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการทดลองพบว่าสาเหตุของความผิดพลาดเกิดขึ้นจาก ค่าสัมประสิทธิ์ชดเชยความเด่นชัดของตัวโน้ตที่ใช้ยังไม่เหมาะสม เนื่องด้วยระนาดในแต่ละรางมีค่าความดังของตัวโน้ตไม่เท่ากัน ดังนั้นหากต้องการให้ผลลัพธ์ของการรู้จำตัวโน้ตถูกต้องมากยิ่งขึ้น ควรมีการกำหนดและหาค่าสัมประสิทธิ์ที่เหมาะสมสำหรับระนาดแต่ละรางด้วย

5.4 สรุป

ในบทนี้ได้นำเสนอการพัฒนาโปรแกรมตัวอย่างตามหลักการที่ได้ออกแบบไว้ในบทที่ 3 เพื่อใช้ในการรู้จำตัวโน้ตจากเสียงของระนาดเอก ซึ่งโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นมานั้นมีความยืดหยุ่นในการใช้งานโดยสามารถกำหนดค่าอ้างอิงในการแบ่งช่วงตัวโน้ตโดยสามารถแนะนำค่าที่เหมาะสมได้, สามารถเลือกกำหนดวิธีการระบุตัวโน้ตได้, สามารถสร้างหรือแก้ไขชุดตัวกรองผ่านแถบความถี่เพื่อให้เหมาะสมกับระนาดแต่ละรางได้ และจัดแสดงผลลัพธ์ของการรู้จำตัวโน้ตให้อยู่ในรูปแบบของไฟล์มีดี ซึ่งจะช่วยอำนวยความสะดวกในการที่จะนำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้งานต่อไป