หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการศึกษางานวิจัยต่างๆที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการค้นคว้าและพัฒนาโปรแกรมจัดคอร์ดเพลง ซึ่งงานวิจัยที่จะนำมากล่าวถึงมีดังนี้ คือ เทคนิคการใช้ตัวบ่งชี้และการประยุกต์ใช้งานกับฐานข้อมูลดนตรี การถอดอารมณ์จากดนตรี การแปลงข้อมูลเสียงเพลงด้วยระบบดนตรีในคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล และการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการแต่งแนวทำนอง

2.1 เทคนิคการใช้ตัวบ่งชี้และการประยุกต์ใช้งานกับฐานข้อมูลดนตรี
(Music Database : Index Techniques and Implementation) [3]

เป็นงานวิจัยที่กล่าวถึงการศึกษาฐานข้อมูลทางดนตรีในส่วนของการค้นหาข้อมูลด้วยวิธี *"ค้นหาตามสารบัญ"* (Search-by-Content) โดยใช้คอร์ดเพลงเป็นแบบจำลองแทนดนตรี ส่วนหนึ่งของงานวิจัยนี้จะกล่าวถึงการหา *"รูปแบบ"* ที่สามารถแทน จังหวะ โน้ตเพลง ระดับเสียง และข้อมูลดนตรีอื่นๆได้ซึ่ง *"รูปแบบ"* นั้นจะหมายถึงคอร์ดเพลง

คอร์ดเพลง คือ การรวมกันของโน้ตเพลงตั้งแต่ 3 ตัวขึ้นไปในของโน้ตลำดับที่ 1, 3 และ 5 ในระดับเสียงในขั้นคู่แปด ยกตัวอย่างเช่น

คอร์ด C ประกอบด้วยโน้ต	โด	มี	ซอล
คอร์ด Dm ประกอบด้วยโน้ต	เร	ฟา	ลา
คอร์ด Em ประกอบด้วยโน้ต	มี	ซอล	ที
คอร์ด F ประกอบด้วยโน้ต	ฟา	ลา	โด
คอร์ด G ประกอบด้วยโน้ต	ซอล	ที	เร
คอร์ด Am ประกอบด้วยโน้ต	ลา	โด	มี

คอร์ดเพลงสามารถใช้เป็นรูปแบบแทนคุณสมบัติทางดนตรีของบทเพลงได้ และยังเป็นรูปแบบที่ดีเยี่ยมในการแก้ไขปัญหาความผิดพลาดของผู้ใช้ในการป้อนข้อมูล ยกตัวอย่างเช่น ห้องเพลงที่ประกอบด้วยโน้ต โด มี ซอล สามารถใช้คอร์ด C เป็นรูปแบบแทนได้ ในขณะที่หากห้องเพลงประกอบด้วยโน้ต โด มี มี ซอล ซอล ก็สามารถใช้คอร์ด C เป็นรูปแบบแทนได้เช่นกัน ทั้งสองห้องเพลงนี้ใช้คอร์ดเดียวกันได้เนื่องจากมีเสียงที่คล้ายคลึงกัน ดังนั้นรูปแบบของคอร์ดเพลงสามารถแก้ปัญหาความผิดพลาดและความซ้ำซ้อนของข้อมูลโน้ตเพลงที่คล้ายคลึงกันได้ ยิ่งไปกว่านั้น การใช้คอร์ดเพลงเป็นรูปแบบแทนดนตรีจะทำให้ประหยัดเนื้อที่มากมายในการเก็บข้อมูล โน้ตเพลง จังหวะ และข้อมูลอื่นๆในห้องเพลง

กฎที่ใช้เลือกใช้คอร์ดเพลงใดคอร์ดเพลงหนึ่งเป็นรูปแบบแทนข้อมูลดนตรีมี 5 ข้อ เรียงตามลำดับดังนี้

1. ต้องเป็นคอร์ดเพลงที่บรรจุโน้ตในของผู้ใช้มากที่สุด
2. ต้องใช้คอร์ดเพลงที่สั้นที่สุด
3. เลือกใช้คอร์ดเพลงที่โน้ตลำดับที่ 1 มีความถี่อยู่ในข้อมูลโน้ตเพลงของผู้ใช้มากที่สุด
4. เลือกใช้คอร์ดเพลงที่โน้ตลำดับที่ 5 มีความถี่อยู่ในข้อมูลโน้ตเพลงของผู้ใช้มากที่สุด
5. เลือกใช้คอร์ดเพลงที่โน้ตลำดับที่ 3 มีความถี่อยู่ในข้อมูลโน้ตเพลงของผู้ใช้มากที่สุด

สมมุติว่าชุดคอร์ดเพลงมีดังต่อไปนี้

คอร์ด C1: โด	คอร์ด C2: โด มี	คอร์ด C: โด มี ซอล	คอร์ด C7: โด มี ซอล ที
คอร์ด D1: เร	คอร์ด D2: เร ฟา	คอร์ด Dm: เร ฟา ลา	คอร์ด Dm7: เร ฟา ลา โด
คอร์ด E1: มี	คอร์ด E2: มี ซอล	คอร์ด Em: มี ซอล ที	คอร์ด Em7: มี ซอล ที เร
คอร์ด F1: ฟา	คอร์ด F2: ฟา ลา	คอร์ด F: ฟา ลา โด	คอร์ด F7: ฟา ลา โด มี
คอร์ด G1: ซอล	คอร์ด G2: ซอล ที	คอร์ด G: ซอล ที เร	คอร์ด G7: ซอล ที เร ฟา
คอร์ด A1: ลา	คอร์ด A2: ลา โด	คอร์ด Am: ลา โด มี	คอร์ด Am7: ลา โด มี ซอล

ยกตัวอย่างการเลือกคอร์ดเพลงตามข้อกำหนด เช่น ห้องเพลงลองห้องเพลงประกอบด้วยโน้ตเพลง | ซอล มี มี | ฟา เร เร | ในห้องเพลงแรก จากกฎข้อที่ 1 คอร์ดที่สามารถใช้ได้จะมีคอร์ด C C7 E2 Em Em7 และ Am7 และจากกฎข้อที่ 2 คอร์ดที่จะถูกเลือกคือคอร์ด E2 ต่อมาในห้องเพลงที่สอง จากกฎข้อที่ 1 คอร์ดที่สามารถใช้ได้จะมีคอร์ด D2 Dm Dm7 และ G7 และจากกฎข้อที่ 2 คอร์ดที่ถูกเลือกคือคอร์ด D2 เป็นต้น

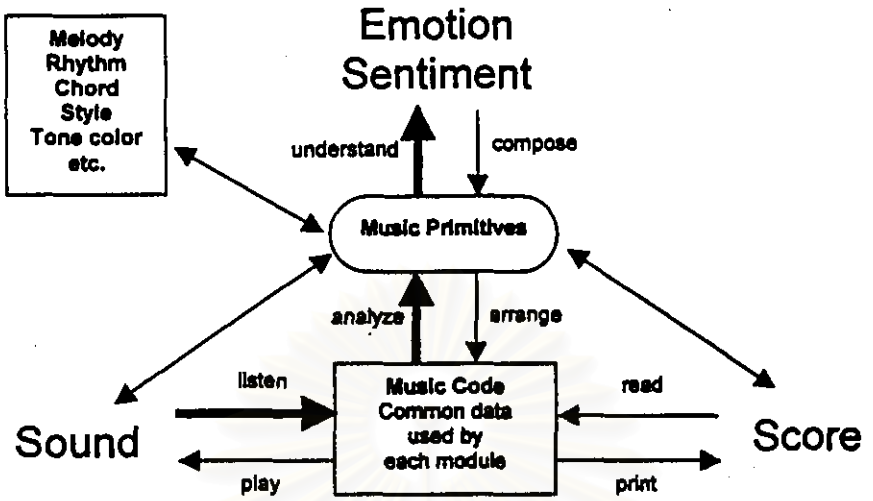
2.1.1 สรุป

ส่วนหนึ่งของงานวิจัยนี้ มีระเบียบวิธีการทำงานคล้ายคลึงกับระเบียบวิธีการจัดคอร์ดเพลงมาก แต่แตกต่างกันที่งานวิจัยนี้ศึกษาการใช้คอร์ดเพลงในการเก็บข้อมูลดนตรีให้มีประสิทธิภาพ มิได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดคอร์ดเพลง

2.2 การถอดอารมณ์จากเสียงดนตรี (Sentiment Extraction in Music) [2]

เป็นงานวิจัยที่กล่าวถึงการถอดอารมณ์ความรู้สึกออกมาจากเสียงดนตรี ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน 3 ขั้น คือ ขั้นแรก การแปลงสัญญาณเสียงเป็นโน้ตเพลง (Transcription) ขั้นที่สอง การแยกแยะองค์ประกอบของดนตรี (Music Primitives Extraction) ซึ่งประกอบด้วย การเดินคอร์ดเพลง ทำนองเพลง จังหวะทำนอง และจังหวะดนตรี และขั้นที่สามคือ ความเข้าใจและความชาบซึ้งในดนตรี (Music Understanding) ซึ่งอารมณ์และความรู้สึกนี้จะถูกอธิบายออกมาเป็น *"ฮิวริสติค รูล"* (Heuristic Rule)

ในรูปภาพที่ 2.1 จะแสดงขั้นตอนของการประมวลผลดนตรี



รูปภาพที่ 2.1 ขั้นตอนของการประมวลผลดนตรี

2.2.1 การแปลงสัญญาณเสียงเป็นโน้ตเพลง (Transcription)

การรับฟังสัญญาณเสียงเพลงและแปลเป็นโน้ตเพลงในงานวิจัยนี้ จะพัฒนาระบบสำหรับใช้กับเครื่องดนตรีชิ้นเดียว โดยแบบจำลองของเสียงเครื่องดนตรีที่ถูกเลือก คือ เปียโน ซึ่งเป็นเครื่องดนตรีที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย

ปัญหาของระบบแปลสัญญาณเสียงเป็นโน้ตเพลงคือ

1. การแยกแยะโน้ตจากความถี่ที่ซับซ้อนต่างๆของเพลง
2. การชนกันของระดับเสียงและความยาวของโน้ตเพลงต่างๆ

ขั้นตอนการทำงานของระบบแปลสัญญาณเสียงเป็นโน้ตเพลงจะแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การแยกแยะเสียงจากแผนภาพความถี่เสียง (Extraction of Frequency Map)
2. การหาขอบเขตของสัญญาณเสียงที่รับเข้ามา (Outline of Transcription)
3. การหาจังหวะของเพลง (Search for Beat)
4. การหาระดับเสียงของเพลง (Tone Recognition)

2.2.2 การแยกแยะองค์ประกอบของดนตรี (Music Primitive Extraction)

การประมวลผลว่า *"จะฟังดนตรีอย่างไร ?"* จะไม่สามารถทำได้จากการจดจำเสียงเพลงที่เข้ามาเป็นลำดับขั้น ดังนั้น ดนตรีจะต้องถูกแยกแยะเป็นโครงสร้างก่อน ซึ่งประกอบด้วยทำนองเพลง จังหวะ คอร์ดเพลง และองค์ประกอบอื่นๆ โดยจะเรียกรวมทั้งหมดว่า *"Music Primitive"*

ขั้นตอนการทำงานของ Music Primitive จะแบ่งเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

1. การกลั่นแยกทำนอง (Melody Extraction)
2. การจดจำรูปแบบจังหวะ (Rhythm Pattern Recognition)
3. การจดจำคอร์ดเพลง (Chord Recognition)
4. การจดจำคีย์ของเพลง (Key Recognition)

2.2.3 ความเข้าใจและฉาบซึ้งในดนตรี (Music Understanding)

ความเข้าใจและความฉาบซึ้งในดนตรีจะถูกสร้างเป็น *"ฮิวริสติค รูล"* (Heuristic Rule) เพื่อให้เครื่องจักรกลสามารถทำงานตามขั้นตอนได้ โดยที่กฎต่างๆจะถูกสร้างขึ้นจากนักดนตรีที่เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นกฎสั้นๆแต่สามารถใช้เป็นข้อกำหนดแทนความซับซ้อนในจิตใจได้

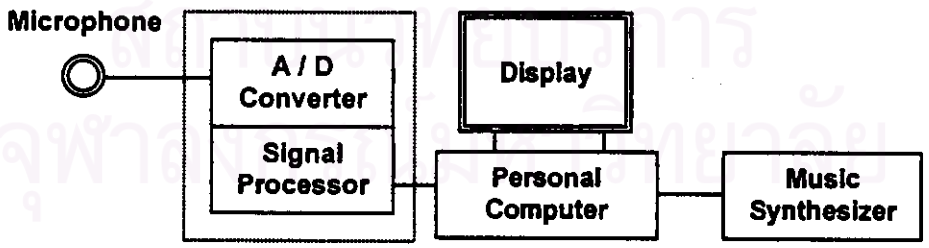
2.2.4 สรุป

ส่วนหนึ่งของงานวิจัยนี้ ได้มีการกล่าวถึงความสำคัญของคอร์ดเพลง และรูปแบบของการเดินคอร์ด ซึ่งเป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญของการถอดอารมณ์จากเสียงดนตรี

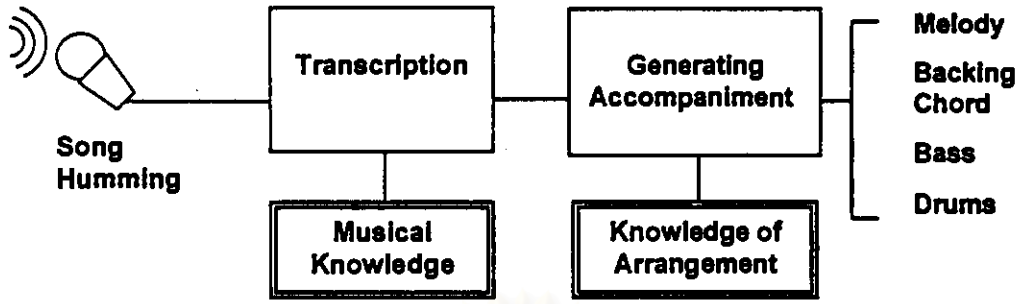
2.3 การแปลงสัญญาณเสียงเพลงด้วยระบบดนตรีในคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer – Music System – Song Transcription and Its Application) [4]

เป็นงานวิจัยที่กล่าวถึงระบบแปลงสัญญาณเสียงเพลงให้เป็นข้อมูลคอมพิวเตอร์ (Song Transcription System) อันประกอบด้วยทำนองเพลงและองค์ประกอบอื่นๆของเพลง เพื่อแก้ปัญหาการป้อนข้อมูลดนตรีเข้าสู่คอมพิวเตอร์ และเพื่อนำมาใช้ในการแต่งเพลง ในระบบนี้จะประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ คือ อุปกรณ์แปลงสัญญาณเสียง Analog เป็น Digital (A / D Convertor) อุปกรณ์ประมวลผลเสียง (Digital Signal Processor) อุปกรณ์สังเคราะห์เสียงดนตรี (Music Synthesizer) ไมโครโฟน และเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computar) ซึ่งรูปภาพที่ 2.2 จะแสดงอุปกรณ์ต่างๆของระบบนี้

ขั้นตอนการทำงานของระบบจะแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังรูปภาพที่ 2.3 ขั้นแรกคือ การแปลงสัญญาณเสียงเป็นโน้ตเพลง (Transcription) โดยใช้ความรู้ทางด้านดนตรี และขั้นที่สองคือ การวิเคราะห์หาองค์ประกอบของเพลง (Generation Accompaniment) คือ คอร์ด เบส และกลองโดยใช้ความรู้ของการเรียบเรียงเสียงประสาน เมื่อได้ทำนองเพลงและองค์ประกอบต่างๆครบ ระบบสามารถจะนำข้อมูลมาเล่นผ่านทางอุปกรณ์สังเคราะห์เสียงดนตรีได้พร้อมกัน



รูปภาพที่ 2.2 อุปกรณ์การทำงานของระบบแปลงสัญญาณเสียงเพลง



รูปภาพที่ 2.3 ขั้นตอนการทำงานของระบบแปลงสัญญาณเสียงเพลง

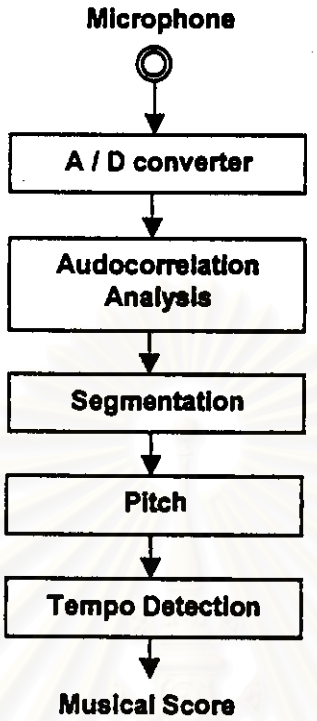
2.3.1 การแปลงสัญญาณเสียงเป็นโน้ตเพลง (Transcription)

การวิเคราะห์เพื่อแปลงสัญญาณเสียงเพลงเป็นโน้ตของทำนองเพลง จะประกอบด้วยการทำงานดังนี้

1. การแกะข้อมูลระดับเสียงของโน้ตเพลง (Pitch)
2. การวัดข้อมูลความยาวของโน้ตเพลง (Length)
3. การวัดข้อมูลจังหวะของเพลง (Tempo)

ระดับเสียงของมนุษย์จะอยู่ที่ความถี่ 70 Hz ถึง 1,000 Hz และอัตราส่วนระหว่างความถี่และความยาวของโน้ตตัวขาวคือ 1.059 ซึ่งเป็นตัวเลขที่จะใช้ในการคำนวณเพื่อตรวจสอบวัดระดับเสียง โดยต้องอาศัยความแม่นยำและความเสถียรของระบบเป็นสำคัญ ซึ่งการปรับปรุงความถูกต้องของฟังก์ชันวิเคราะห์ความสัมพันธ์อัตโนมัติ (Auto Correlation Function) จะทำให้ระบบมีความเสถียรอยู่ได้ในกรณีที่มีคลื่นรบกวนมาก (Noise) ซึ่งวิธีนี้เป็นวิธีที่เหมาะสมที่จะใช้กับเครื่องดนตรี

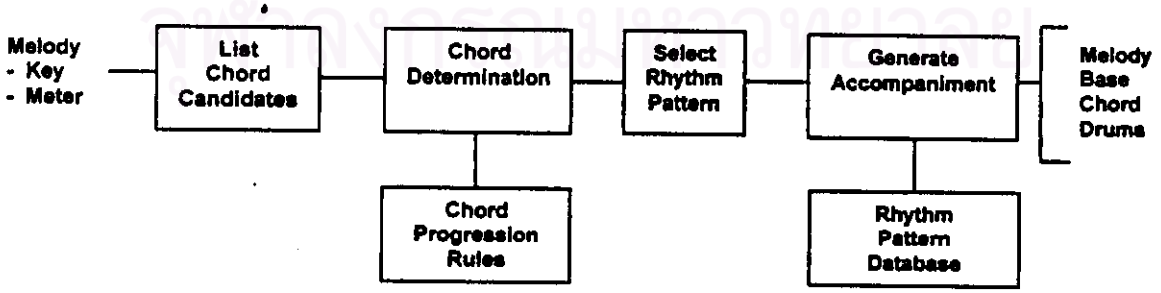
ในรูปภาพที่ 2.4 จะแสดงขั้นตอนของการแปลงสัญญาณเสียงเป็นโน้ตเพลง ซึ่งจะใช้อุปกรณ์แปลงสัญญาณเสียง Analog เป็น Digital (A / D Converter) ก่อนเป็นอันดับแรก และต่อมาส่วนวิเคราะห์ความสัมพันธ์อัตโนมัติ (Auto Correlation Analysis) จะทำหน้าที่วิเคราะห์หาระดับเสียงและกำลังของเสียงออกมาเป็นแผนภาพระดับเสียง (Pitch Histrogram) ถัดจากนั้นส่วนแยกองค์ประกอบ (Segmentation) จะทำหน้าที่หาความยาวของโน้ตเพลง และส่วนเลือกระดับเสียง (Pitch Determination) จะทำหน้าที่ใช้แผนภาพระดับเสียงวิเคราะห์หาระดับเสียงของโน้ตดนตรีว่าเป็นระดับเสียง C D E F G A หรือ B และอยู่ในขั้นคู่แปด (Octave) ใด ในขั้นสุดท้ายส่วนจับจังหวะ (Tempo Detection) จะทำหน้าที่คำนวณหาอัตราส่วนจังหวะของเพลงว่ามีอัตราส่วนเป็นจังหวะสามสี่หรือจังหวะสี่สี่ ทั้งนี้ การทำงานทั้งหมดจะเป็นไปแบบทำงานทันที (Real Time)



รูปภาพที่ 2.4 ขั้นตอนการแปลงสัญญาณเสียงเป็นโน้ตเพลง

2.3.2 การวิเคราะห์หาองค์ประกอบของเพลง (Generation Accompaniment)

การวิเคราะห์หาองค์ประกอบของเพลงจะแสดงได้ดังรูปภาพที่ 2.5 ในขั้นเลือกคอร์ดเพลง (Chord Determination) จะกระทำทีละสองจังหวะ โดยเลือกเพียงคอร์ดเดียวจากคอร์ดพื้นฐานหกคอร์ดในคีย์ของบทเพลง ซึ่งจะใช้โน้ตเพลงและกฎของการเดินคอร์ดเป็นข้อตัดสินในการเลือกคอร์ดที่เหมาะสม ถัดมา ในขั้นวิเคราะห์หาองค์ประกอบของเพลง (Generate Accompaniment) จะเลือกรูปแบบจังหวะของเพลง เช่น จังหวะแปดบีต(8-Beat) มาร์ช (March) บีกิน (Beguine) และอื่นๆ ซึ่งการเดินคอร์ดจะถูกนำมาคำนวณใหม่อีกครั้งเพื่อให้เหมาะสมกับจังหวะของเพลง



รูปภาพที่ 2.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์หาองค์ประกอบของเพลง

2.3.3 สรุป

ส่วนหนึ่งของงานวิจัยนี้ ได้มีการกล่าวถึงระเบียบวิธีการจัดคอร์ดเพลงอย่างสั้นๆ แต่ค่อนข้างมีความสำคัญ ซึ่งจะได้ใช้เป็นแนวทางของการพัฒนาโปรแกรมจัดคอร์ดเพลงต่อไป

2.4 การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการแต่งแนวทำนอง (Computer Aided Melody Composition) [1]

ระบบช่วยแต่งแนวทำนอง เป็นแนวทางการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ประโยชน์ทางด้านการแต่งเพลง โดยทำหน้าที่เสนอแนวทำนองใหม่ๆให้กับผู้ใช้ ระบบจะอาศัยฐานข้อมูลต่างๆ รวมทั้งอัลกอริทึมของการสร้างโครงจังหวะ และกระบวนการสุ่มภายใต้ลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นในรูปแบบต่างๆประกอบกับกฎเกณฑ์ควบคุมการแต่งแนวทำนอง เพื่อทำการสร้างโครงจังหวะและสร้างชุดของตัวโน้ตขึ้น

การสร้างแนวทำนองสามารถทำได้สามลักษณะคือ สร้างแนวทำนองจากตัวอย่างแนวทำนอง สร้างแนวทำนองขึ้นเอง และใช้ทั้งสองวิธีผสมกัน นอกจากนั้น ยังสามารถทำการแปลงกุญแจเสียงของแนวทำนองผลลัพธ์ให้อยู่ในกุญแจเสียงที่ต้องการได้ และที่สำคัญ ระบบช่วยแต่งแนวทำนองถูกออกแบบมาให้อยู่ในลักษณะที่เป็นส่วนๆ (Module) โดยในบางส่วนของระบบ ผู้ใช้สามารถปรับปรุงหรือพัฒนาส่วนของโปรแกรมขึ้นเองได้ จากนั้นจะสามารถเพิ่มเติมส่วนที่พัฒนาแล้วเข้ามาในระบบเพื่อการใช้งานต่อไปได้

จากผลการทดลองใช้ระบบช่วยแต่งแนวทำนอง บนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์รุ่น PC XT ที่มีหน่วยขับจานแม่เหล็กชนิดติดแน่น พบว่าในการแต่งแนวทำนองที่มีขนาด 32 ห้องเพลง ซึ่งเป็นขนาดของเพลงโดยทั่วไป ภายใต้พารามิเตอร์ต่างๆ จะใช้เวลาโดยเฉลี่ย 27 วินาที ส่วนการทดลองบนเครื่องที่ใช้หน่วยขับจานแม่เหล็กชนิดอ่อน จะใช้เวลาโดยเฉลี่ย 43 วินาที โดยแนวทำนองที่ได้มีเปอร์เซนต์การใช้งานได้ประมาณ 55%

2.4.1 สรุป

งานวิจัยนี้ เป็นแนวทางของการสร้างแนวทำนองเพลงใหม่จากคอร์ดเพลง ซึ่งเป็นความสามารถประการหนึ่งของโปรแกรมจัดคอร์ดเพลง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย