บทประพันธ์เพลงอิเล็กโทรอะคูสติก ลอเรนซ์ เริสเลอร์ เฮนอน สำหรับวงขนาดเล็กและซินธิไซเซอร์ระบบโมดูลาร์

LORENZ, ROESSLERE, HENON ELECTROACOUSTIC MUSIC COMPOSITION FOR CHAMBER ENSEMBLE AND MODULAR SYNTHESIZER

ประดิษฐ์ แสงไกร[1], เจตนิพิฐ สังข์วิจิตร[2] และพลังพล ทรงไพบูลย์[3]

สาขาวิชาเอก: ดนตรี; ดศ.ม. วิทยาลัยดนตรี มหาวิทยาลัยรังสิต

pradit.saengkrai@icloud.com

บทคัดย่อ

บทประพันธ์*เพลง ลอเรนซ์, เริสเลอร์, เฮนอน สำหรับวงขนาดเล็กและอิเล็กทรอนิก* เป็นเพลงคลาสสิกร่วมสมัยบทใหม่ที่ประพันธ์ขึ้นเพื่อสร้างสรรค์ผลงานดนตรีซึ่งผสมผสานลักษณะการประพันธ์เพื่อเครื่องดนตรีอะคูสติกและเสียงอิเล็กทรอนิกบนหลักการของการประพันธ์เพลงแบบสร้างเงื่อนไข โดยประยุกต์หลักการสร้างเงื่อนไขและดนตรีศตวรรษที่ 20 โดยเฉพาะการสร้างเงื่อนไขเพื่อให้ได้มาซึ่งค่าตัวแปรต่างๆของบทประพันธ์ตามเทคนิคการประพันธ์แบบดนตรีโครงสร้างนิจลักษณ์

ลอเรนซ์, เริสเลอร์, เฮนอน ใช้สมการทางคณิตศาสตร์เพื่อจัดการโครงสร้างของบทประพันธ์ทั้งค่าโน้ต ค่าความดัง ค่าความยาว โดยใช้วิธีการถอดค่าจากทฤษฎีโกลาหลลอเรนซ์ เริสเลอร์ และเฮนอนแม็พตามลำดับ ผนวกกับการออกแบบเสียงสังเคราะห์ด้วยซินธิไซเซอร์ระบบโมดูลาร์ ซึ่งกระบวนการในบทประพันธ์เพลงแต่ละบทได้ใช้วิธีการได้มาซึ่งค่าผลลัพธ์จากสมการแตกต่างกัน โดยบทแรกผู้ประพันธ์ใช้การทำงานของโมดูลไมโครออร์นาเมนท์แอนด์ไครม์ (Micro Ornament and Crime) ในโหมดโลวเรนซ์ (Low Rents) จำลองค่าจากสมการ แล้วจึงนำผลลัพธ์ที่ได้มาถอดค่าเพื่อจัดการค่าโน้ต ค่าความดัง และมิติของเสียง โดยบทประพันธ์แรกจะใช้ระบบเสียงแบบ 48 เสียงเท่าและ 12 เสียงเท่าบรรเลงไปพร้อมกัน บทที่สองผู้ประพันธ์ใช้โปรแกรมแม็กซ์เพื่อได้มาซึ่งค่าผลลัพธ์จากสมการเพื่อจัดการความดัง และความยาวเสียงภายในบทประพันธ์ นอกจากนี้ยังใช้ระบบการสร้างรูปแบบจังหวะแบบยูคลิเดียนมาใช้ในช่วงกลางของบทประพันธ์ บทประพันธ์ที่สามได้ใช้หลักการสร้างเงื่อนไขบนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อสร้างไฟล์มีดีขึ้น แล้วจึงนำทำนองที่ได้มากระจายให้เครื่องดนตรีต่างๆบรรเลงโดยคำนึงถึงขอบเขตระดับเสียงของเครื่องดนตรีนั้นๆเป็นหลัก บทประพันธ์ทั้งสามเพลงใช้ซินธิไซเซอร์ระบบโมดูลาร์เป็นเครื่องบรรเลงเดี่ยว หลังจากจัดเตรียมวัดถุดิบทางดนตรีและวางแผนเชิงโครงสร้างต่างๆเป็นที่เรียบร้อย จากนั้นจึงพัฒนาและประกอบส่วนต่างๆเหล่านั้นเข้าด้วยกันจนได้บทเพลงที่มีความหลากหลายทั้งทางด้าน จังหวะ ทำนอง เสียงประสานและสีสันต่างๆ ทั้งยังมีโครงสร้างและสุนทรียภาพทางดนตรีที่น่าสนใจ อย่างไรก็ดี บทประพันธ์นี้มีความท้าทายต่อผู้บรรเลงเป็นอย่างสูงเนื่องจากเป็นเพลงที่มีความยากทั้งด้านการแสดงและเตรียมการ จำเป็นต้องมีการซ้อมอย่างเพียงพอและการเตรียมการบรรเลงที่มีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: เพลงอิเล็กโทรอะคูสติก, ดนตรีโครงสร้างนิจลักษณ์, ลอเรนซ์, เริสเลอร์, เฮนอน, วงขนาดเล็ก, อิเล็กทรอนิก, ซินธิไซเซอร์ระบบโมดูลาร์

ABSTRACT

The composition Lorenz, Roessler, Henon for chamber ensemble and modular synthesizer are an original contemporary classical music pieces. They were composed based on strange attractor equations which are applied to manage pitch, dynamic and note duration and combined acoustic and electronic composition techniques altogether which is the identity of Formalized Music composition technique.

Formalized Music is the primary technique extensively employed in these compositions, accompanied by the incorporation of sound design using a modular synthesizer. The process of each composition used different approaches on obtaining result from equation. In the first composition, the composer used Micro Ornament and Crime module in Low Rentz mode to obtain the value of Lorenz equation and then took the value of the result to manage pitch, dynamic, duration and dimension of the soumd. The 48 equal temperament and regular 12 equal temperament tuning system were used together by the composer. In the second composition the composer used Max software to aid in finding values from Roessler equation to manage pitch and duration in the composition. In addition, the composer used Euclidean rhythm pattern in the middle part of the composition. In the third composition, the composer used algorithm on software to generate MIDI file and then spread the obtained melody to all instruments in the ensemble according to registration of each instrument. All of these compositions used modular synthesizer to play cadenza part, The next procedure is to prepare musical raw material and plan various structures then develop and ensemble all material together to get the composition which has rhythmic, melodic, harmonic and timbre variety. Furthermore, the composition has value in both of structure and appreciation. However, the compositions are challenging according to difficulty in performing and preparation. Thus they needs efficient preparation and rehearsal.

Keywords: Electroacoustic Music, Formalized Music, Ensemble, Electronic, Lorenz, Roessler, Henon, Modular Synthesize

1. บทนำ

ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือที่สำคัญมากในการสร้างงานศิลปะ ดนตรีก็ถือเป็นสื่ออีกแขนงหนึ่งที่คอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทอย่างสูงในหลายขั้นตอน หนึ่งในประเภทของดนตรีที่คอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมากก็คือดนตรีอิเล็กทรอนิกส์และดนตรีอิเล็กโทรอะคูสติก ทั้งนี้จะพบได้ว่านักประพันธ์หลายๆท่านได้ให้ความสนใจกับเทคนิกการประพันธ์หลายแบบที่เป็นวิถีใหม่ซึ่งต่างจากขนบการประพันธ์เพลง เช่น ดนตรีโครงสร้างนิจลักษณ์ที่ใช้คณิตศาสตร์เพื่อจัดการค่าต่างๆภายบทประพันธ์ ไม่ว่าจะเป็นการใช้ทฤษฎีความน่าจะเป็น (Probability) , ตรรกะ (Logic) หรือคณิตศาสตร์ขั้นสูง อาทิ บทประพันธ์ของยานนิส เซนาคิส (Iannis Xenakis) ในบทประพันธ์ไดอะมอร์โฟซีส *(Diamorphoses,* 1957*)* และคอนแคร็ท พีเอช *(Concret PH,* 1958*)* เทคนิคการประพันธ์แบบสิบสองแถวเรียงของคาร์ลไฮนซ์ สต็อคเฮาเซน (Karlheinz Stockhausen) ในบทประพันธ์*คลาเวียร์สตึคหมายเลข 11 (Klavierstück XI,* 1956*)* และการใช้เสียงสังเคราะห์เข้ามาผสมกับวงดนตรีอะคูสติก อาทิ บทประพันธ์ของปิแอร์ บูเลซ (Pierre Boulez) ในบทประพันธ์เรปงส์ (*Répons,* 1981) ก็ถือเป็นอีกทางเลือกหนึ่งเพื่อสร้างบทประพันธ์เพลงในยุคดังกล่าว

การประยุกต์คณิตศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์เพื่อการสร้างบทประพันธ์สามารถทำได้หลายรูปแบบ อาทิ ความน่าจะเป็น (Probability) หรือการใช้ทฤษฎีโกลาหล (Chaos Theory) ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของผลงานการประพันธ์เพลงแบบดนตรีโครงสร้างนิจลักษณ์ (Formalized Music) ในส่วนของความน่าจะเป็นนั้นสามารถจัดหมวดหมู่ได้โดยใช้รูปแบบการกระจายจากมัธยฐานแบบต่างๆ ทางด้านของทฤษฎีโกลาหลสามารถอธิบายได้ด้วยสูตรทางคณิตศาสตร์เช่นกัน ซึ่งมีทั้งการกระจายค่าแบบสองมิติและสามมิติ ซึ่งในทางคณิตศาสตร์จะใช้ส่วนหนึ่งของทฤษฎีโกลาหลดังกล่าวอธิบายการกระจายตัวของสสารที่ไม่สามารถคงสภาพได้อย่างถาวรอย่างเช่นแก๊ซหรือของเหลว การกระจายค่าของสสารดังกล่าวจะใช้สูตรการคำนวณที่เรียกว่าสเตรนจ์แอ็ทแทร็กเตอร์ (Strange Attractor) ยกตัวอย่างเช่น ชุดสมการลอเรนซ์ (Lorenz Equation) ชุดสมการเริสเลอร์ (Rossler Equation) ชุดสมการเฮนอนแม็พ (Hénon Map Equation) เป็นต้น

ประเด็นที่น่าสนใจจากตัวอย่างบทประพันธ์ที่กล่าวมาข้างต้นอีกอย่างหนึ่งคือการสร้างเงื่อนไขโดยคณิตศาสตร์ขั้นสูงสำหรับการประพันธ์เพลง วิธีการได้มาซึ่งผลลัพธ์จากเงื่อนไขที่วางไว้สามารถทำได้ทั้งบนซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์ ซึ่งจากประสบการณ์ของผู้ประพันธ์พบว่าทั้งสองระบบมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน ซอฟท์แวร์ที่ใช้รับค่าต่างๆเพื่อมาประมวลผลในการสร้างบทประพันธ์แบบปฏิสัมพันธ์ที่พบเห็นในงานลักษณะเช่นนี้มีอยู่ด้วยกันหลายประเภท อาทิ แม็กซ์(Max) เพียวดาตา (Pure Data) ซุปเปอร์คอลไลเดอร์(Supercollider) ซีซาวนด์(Csound) เป็นต้น ซึ่งลักษณะเด่นของการใช้คณิตศาสตร์ขั้นสูงเพื่อช่วยในการประพันธ์เพลงแบบสร้างเงื่อนไขคือสามารถนำมาใช้เพื่อควบคุมโครงสร้างโดยรวมของบทประพันธ์ทั้งในมหภาคและจุลภาค ดังนั้นทิศทางในการประพันธ์เพลงประเภทนี้จึงมุ่งเน้นไปที่การออกแบบอัลกอริธึมเพื่อสร้างเงื่อนไขเพื่อให้ได้มาซึ่งค่าต่างๆที่สามารถนำมาใช้สร้างบทประพันธ์ได้

จากแนวคิดและทฤษฎีดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นในการได้มาซึ่งค่าจากสมการลอเรนซ์ เริสเลอร์ และ เฮนอนแม็พ เป็นประเด็นที่ผู้ประพันธ์ให้ความสนใจ ดังนั้นผู้ประพันธ์จึงต้องการสร้างบทประพันธ์ใหม่ โดยการนำทฤษฎีที่กล่าวมาทั้งหมดมาผสมผสานกับการสร้างเสียงสังเคราะห์และเทคนิคการประพันธ์บทเพลงแบบสร้างเงื่อนไขโดย

คณิตศาสตร์ขั้นสูงเพื่อประพันธ์บทเพลงใหม่สำหรับวงดนตรีขนาดเล็กและซินธิไซเซอร์ระบบโมดูลาร์สามบท อันได้แก่ ลอเรนซ์ เริสเลอร์ และเฮนอน ตามชุดสมการที่ได้กล่าวมาข้างต้น

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อประพันธ์เพลงอิเล็คโทรอะคูสติกบทใหม่ โดยนำเสนอรูปแบบการประพันธ์ที่ใช้หลักการประพันธ์แบบสร้างเงื่อนไขโดยประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ขั้นสูงเพื่อควบคุมค่าต่างๆในบทประพันธ์ตามหลักการของดนตรีโครงสร้างนิจลักษณ์

2. เพื่อเผยแพร่บทประพันธ์เพลงอิเล็กโทรอะคูสติกผ่านการแสดงในวาระต่างๆ ทั้งในแบบคอนเสิร์ต และในเทศกาลดนตรีร่วมสมัย

3. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ขั้นสูงและเป็นแนวทางสำหรับผู้ที่สนใจสามารถนำไปสร้างบทประพันธ์เพลงของตนได้ต่อไป

3. แนวคิดในการประพันธ์

จากการศึกษาผลงานจากนักประพันธ์ที่กล่าวมาและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ผู้ประพันธ์ได้เลือกนำแนวคิดรวมถึงวิธีการบางประการของนักประพันธ์เหล่านั้น พร้อมทั้งทฤษฎีและเทคนิคต่างๆที่เป็นประโยชน์มาประยุกต์ใช้ในบทประพันธ์เพลงอิเล็กโทรอะคูสติก *ลอเรนซ์ เริสเลอร์ เฮนอน* สำหรับวงดนตรีขนาดเล็กและซินธิไซเซอร์ระบบโมดูลาร์ เพื่อให้บรรลุต่อวัตถุประสงค์ตามที่ตั้งไว้ ดังนี้

1) ประพันธ์และพัฒนาอัลกอริทึมเพื่อใช้เป็นแหล่งกำเนิดองค์ประกอบต่างๆและโครงสร้างของบทประพันธ์ตามหลักการของดนตรีโครงสร้างนิจลักษณ์

2) ประยุกต์ใช้หลักการทางคณิตศาสตร์เพื่อกำหนดโครงสร้างของบทประพันธ์ทั้งระดับมหภาคและจุลภาค

3) วางโครงสร้างของบทเพลงในมิติต่างๆ ทั้งความยาวของแต่ละบทประพันธ์ ความเร็ว น้ำหนักดัง-เบา ระดับเสียงสูง-ต่ำ และอื่นๆ

4) สังเคราะห์เสียงอิเล็กทรอนิกส์ชนิดต่างๆโดยใช้ซินธิไซเซอร์ระบบโมดูลาร์

5) สร้างบทเพลงจากองค์ประกอบทางดนตรีต่างๆและข้อกำหนดที่วางไว้

3.1 โครงสร้างบทประพันธ์

บทประพันธ์ลอเรนซ์, เริสเลอร์, เฮนอนได้รับแรงบันดาลใจจากทฤษฎีผีเสื้อขยับปีก (Butterfly Effect) ซึ่งค้นพบโดยดร.เอ็ดเวิร์ด เอ็น ลอเรนซ์ (Edward N. Lorenz, 1917-2008) ที่พยายามใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อพยากรณ์อากาศ นักวิทยาศาสตร์ท่านนี้ใช้ชีวิตกับการป้อนข้อมูลตัวเลขเข้าแบบจำลองคณิตศาสตร์ ตัวเลขดังกล่าวปกติแล้วมักประกอบด้วยตัวเลขหลังจุดทศนิยมหลายหลัก แต่การตัดจุดทศนิยมแบบปัดเศษเพียงเล็กน้อยมีผลกระทบอย่างมหาศาลกับค่าผลลัพธ์ที่ได้ ซึ่งทฤษฎีดังกล่าวสอดคล้องกับวลีที่ว่าเด็ดดอกไม้สะเทือนถึงดวงดาว ต่อมาในภายหลังก็มีทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ที่สืบเนื่องทฤษฎีผีเสื้อขยับปีกเกิดขึ้นมากมายเพื่อจุดประสงค์ในการจำลองปรากฏการณ์ต่างๆในธรรมชาติ ซึ่งทฤษฎีเหล่านี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับโครงสร้างบทประพันธ์ได้ทั้งระดับมหภาคอย่างโครงสร้างหลักของบทประพันธ์ย่อยลงไปถึงระดับอนุภาคอย่างการสังเคราะห์เสียงดังนั้นผู้ประพันธ์จึง

ต้องการจำลองการเปลี่ยนแปลงค่าที่ใช้ในสมการตามทฤษฎีดังกล่าวเพื่อสร้างบทประพันธ์ตามหลักการของการประพันธ์เพลงโครงสร้างนิจลักษณ์ (Xenakis, 1992) ซึ่งชุดสมการที่ผู้ประพันธ์เลือกใช้มีอยู่ 3 ชุดด้วยกันคือ สมการลอเรนซ์ สมการเริสเลอร์ และสมการเฮนอนแม็พ สมการทั้งสามชุดมีค่าสมการดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบค่าสมการลอเรนซ์, เริสเลอร์, เฮนอนแม็พ

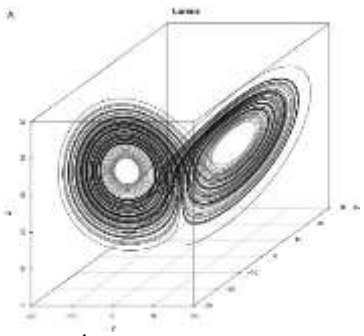
ชุดสมการ	x_{n+1}	y_{n+1}	z_{n+1}
ลอเรนซ์	$\sigma(y-x)$	-xz+rx-y	xy-bz
เริสเลอร์	-y-z	x+ay	b+z(x-c)
เฮนอนแม็พ	$1-ax^2+y$	bx	

ค่าตัวแปรในสมการลอเรนซ์มีอยู่ด้วยกัน 6 ค่าคือ x, y, z, σ, r, b ซึ่งค่าตัวแปรต่างๆแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือค่าที่กำหนดตายตัวคือค่า σ, r, b และค่าที่มีการวนซ้ำเพื่อให้ได้ซึ่งค่าใหม่หลังจากผ่านการคำนวณตามสมการแล้วคือค่า x, y, z โดยในที่นี้กำหนดให้ x_{n+1}, y_{n+1}, z_{n+1} เป็นค่าใหม่ของ x, y, z

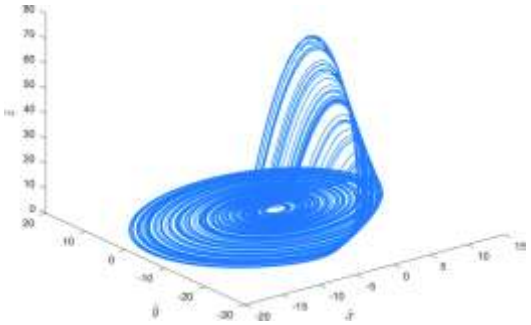
ค่าตัวแปรในสมการเริสเลอร์มีอยู่ด้วยกัน 6 ค่าคือ x, y, z, a, b, c ซึ่งค่าตัวแปรต่างๆแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือค่าที่กำหนดตายตัวคือค่า a, b, c และค่าที่มีการวนซ้ำเพื่อให้ได้ซึ่งค่าใหม่หลังจากผ่านการคำนวณตามสมการแล้วคือค่า x, y, z โดยในที่นี้กำหนดให้ x_{n+1}, y_{n+1}, z_{n+1} เป็นค่าใหม่ของ x, y, z

ค่าตัวแปรในสมการเฮนอนแม็พมีอยู่ด้วยกัน 4 ค่าคือ x, y, a, b ซึ่งค่าตัวแปรต่างๆแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือค่าที่กำหนดตายตัวคือค่า a, b และค่าที่มีการวนซ้ำเพื่อให้ได้ซึ่งค่าใหม่หลังจากผ่านการคำนวณตามสมการแล้วคือค่า x, y โดยในที่นี้กำหนดให้ x_{n+1}, y_{n+1} เป็นค่าใหม่ของ x, y

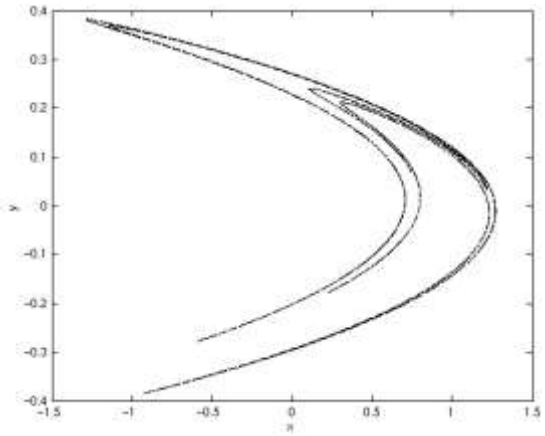
เมื่อสร้างกราฟจากสมการทั้งสามชุดจะได้รูปแบบกราฟดังนี้



รูปที่ 1 กราฟสมการลอเรนซ์



รูปที่ 2 กราฟสมการเริสเลอร์



รูปที่ 3 กราฟสมการเฮนอนแม็พ

ผู้ประพันธ์ได้ประยุกต์ใช้ชุดสมการทั้ง 3 ชุดมาปรับใช้โดยยึดหลักตามวิธีการประพันธ์ดนตรีแบบโครงสร้างนิจลักษณ์ผนวกกับการใช้โมดูลซินธิไซเซอร์หรือคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยคำนวณค่าจากสมการ แล้วนำค่าผลลัพธ์ที่ได้มาใช้ควบคุมบทประพันธ์ตามองค์ประกอบของเสียงดังนี้

1) ระดับเสียง

2) ความเข้มของเสียง

3) ความยาวของเสียง

ทั้งนี้ผู้ประพันธ์ได้กำหนดในบทประพันธ์ทั้งสามบทมีความแตกต่างกันโดยไล่เรียงการควบคุมค่าต่างๆ ภายในบทประพันธ์จากน้อยไปหามาก โดยผู้ประพันธ์ได้วางแนวคิดจากการใช้ชีวิตจากอดีตจนถึงปัจจุบัน ไล่เรียงจากการที่มนุษย์ซึ่งใช้อารมณ์และความรู้สึกในการเลือกทางเลือกต่างๆไล่ไปจนถึงการใช้เทคโนโลยีเพื่อช่วยในการตัดสินทางเลือกอย่างสมบูรณ์ซึ่งสามารถอธิบายด้วยเส้นเวลาดังต่อไปนี้

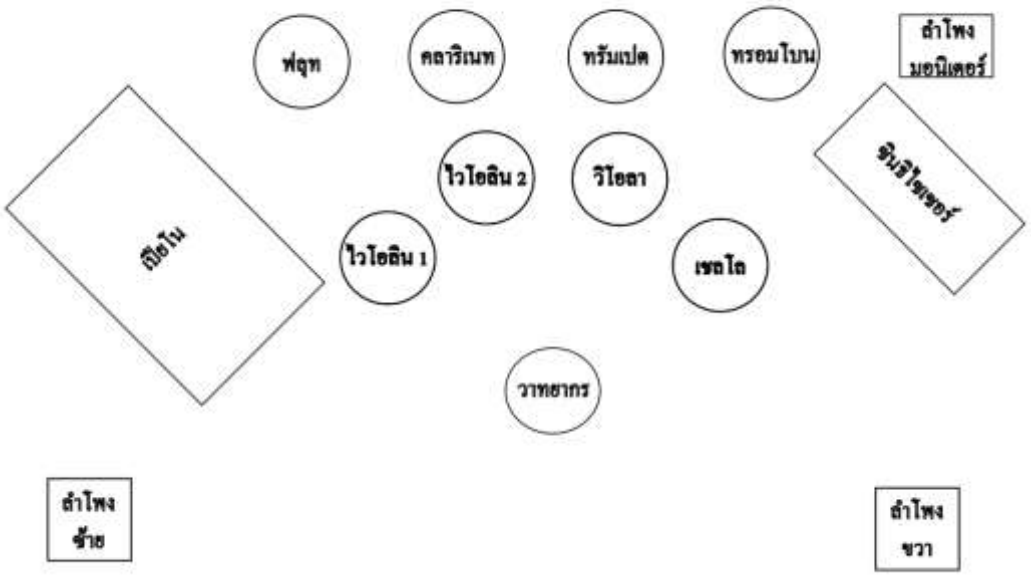
รูปที่ 4 เส้นเวลาแนวคิดของบทประพันธ์ทั้งสามบท

จากรรูปที่ 4 ผู้ประพันธ์ได้ตีความให้บทประพันธ์แรกใช้โครงสร้างนิจลักษณ์แบบหลวมคือกำหนดภาพรวมและผลลัพธ์ที่คาดว่าน่าจะได้ แต่สามารถสอดแทรกค่าโน้ตที่อยู่นอกเหนือจากผลลัพธ์ที่ได้จากสมการได้เล็กน้อยตามความเหมาะสมตามการเคลื่อนที่ของทำนอง บทประพันธ์ที่สองการควบคุมค่าต่างๆในบทประพันธ์จะอยู่ตรงกลางระหว่างการสอดแทรกอารมณ์ความรู้สึกของผู้ประพันธ์และการใช้เทคโนโลยีเข้ามาควบคุม บทประพันธ์ที่สามจะเป็นการใช้ค่าจากสมการเพื่อควบคุมบทประพันธ์อย่างสมบูรณ์

นอกจากนี้ผู้ประพันธ์ได้เลือกใช้กระบวนการสร้างคลื่นเสียงบนซินธิไซเซอร์ระบบโมดูลาร์เพื่อเป็นโครงสร้างหลักของบทประพันธ์และการสร้างเสียงประสานจากเสียงสังเคราะห์ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวจะใช้ข้อมูลขาออกที่ได้จากการประมวลผลบนหน่วยประมวลผลของโมดูลซินธิไซเซอร์ระบบโมดูลาร์ควบคุมค่าพารามิเตอร์ต่างๆบนโมดูลซินธิไซเซอร์ประเภทออสซิเลเตอร์

สำหรับเครื่องดนตรีที่ใช้ ผู้ประพันธ์ได้คำนึงถึงการทับซ้อนของโอเวอร์โทนฮาร์โมนิกของเสียงเครื่องดนตรีตระกูลต่างๆโดยสลับสับเปลี่ยนเพื่อให้เกิดความหลากหลายของเสียงโดยใช้หลักการคิดเบื้องต้นอ้างอิงถึงสมการทั้งสามชุดเป็นสมการที่ใช้จำลองสิ่งที่มีอยู่ในธรรมชาติดั่งวลีที่กล่าวไว้ว่าเด็ดดอกไม้สะเทือนถึงดวงดาว ผู้ประพันธ์จึงเลือกใช้เครื่องดนตรีทั้งประเภทเครื่องสี เครื่องลมไม้ เครื่องลมทองเหลือง เครื่องกระทบ ดังมีรายชื่อดังต่อไปนี้

1) ไวโอลิน 1
2) ไวโอลิน 2
3) วิโอล่า
4) เชลโล่
5) ฟลูต
6) คลาริเนท
7) ทรัมเปต
8) ทรอมโบน
9) เปียโน
10) ซินธิไซเซอร์ระบบโมดูลาร์



รูปที่ 5 ตำแหน่งที่ตั้งของวงดนตรีและลำโพงสำหรับเสียงซินธิไซเซอร์

3.2 การเรียบเรียงเสียงดนตรี

3.2.1 ลอเรนซ์ (Lorenz)

บทเพลงนี้ได้ใช้โครงสร้างของสมการลอเรนซ์ซึ่งมีลักษณะคล้ายปีกผีเสื้อเป็นโครงสร้างหลักในการประพันธ์ มีลักษณะการเปลี่ยนแปลงค่าต่างๆอย่างเชื่องช้าเพื่อให้เห็นชัดถึงลักษณะการเคลื่อนที่ของค่า x, y, z โดยใช้ค่า x ควบคุมระดับเสียงสูง-ต่ำ ใช้ค่า y ควบคุมความเข้มของเสียง ใช้ค่า z ควบคุมค่ามิติตื้นลึกของเสียง กลุ่มเครื่องดนตรีจะแบ่งเป็น 4 กลุ่ม

1) กลุ่มที่ 1 มีฟลูต คลาริเนท ทรัมเปต ทรอมโบน ใช้ดำเนินทำนองและสร้างนอยส์ในรูปแบบต่างๆเพื่อจำลองสภาพการเคลื่อนไหวของมวลอากาศ

2) กลุ่มที่ 2 เป็นสตริงควอเต็ท ใช้เลียนค่าจากการถอดจากสมการเพื่อสร้างระดับเสียงสูง-ต่ำและความดัง-เบา อีกทั้งยังทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่างเสียงนอยส์จากเครื่องกลุ่มที่ 1 และเครื่องกลุ่มที่ 3

3) กลุ่มที่ 3 เปียโน ใช้เพิ่มลดแรงกระแทกของมวลเสียงโดยรวม

4) กลุ่มที่ 4 เป็นเสียงจากโมดูลซีโรพอยท์ออสซิลเลเตอร์ (Zero Point Oscillator) ซึ่งควบคุมผ่านการรับค่าสัญญาณขาเข้าจากเครื่องดนตรีกลุ่มที่ 1, 2, 3 และรีเวิร์บที่สร้างจากโมดูลไมโครเบิร์ส (uBurst)

แนวคิดสำคัญในบทประพันธ์นี้คือการกำหนดค่าระดับเสียงไว้อย่างละเอียดกว่าบทประพันธ์ทั่วไปอันเนื่องจากผู้ประพันธ์ต้องการให้เกิดการแกว่งของความถี่เมื่อเครื่องดนตรีที่เล่นระบบ 12 เสียงเท่าบรรเลงพร้อมกับเครื่องดนตรีที่เล่นระบบ 48 เสียงเท่า ผลลัพธ์จากการแกว่งดังกล่าวทำให้เกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่าความถี่เฮเตอโรไดนิง ดังนั้นผู้ประพันธ์จะกำหนดผลลัพธ์ที่ต้องการไว้อย่างชัดเจน แต่เมื่อผู้เล่นบรรเลงผิดเพี้ยนจากผลลัพธ์ที่ต้องการก็

ถือว่าอนุโลมให้เกิดขึ้นได้เพื่อแสดงให้เห็นถึงแนวคิดรวมของบทประพันธ์ที่ว่าการเปลี่ยนแปลงสิ่งต่างๆเพียงเล็กน้อยก็ก่อให้เกิดผลลัพธ์ที่เปลี่ยนแปลงอย่างมหาศาลได้

3.2.2 เริสเลอร์ (Roessler)

บทประพันธ์นี้ผู้ประพันธ์ได้ใช้โครงสร้างของสมการเริสเล่อร์ซึ่งมีลักษณะคล้ายก้นหอยเป็นโครงสร้างหลักในการประพันธ์ ผู้ประพันธ์จะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการคำนวณค่าและแปลงค่าที่ได้ออกมาเป็นค่าควบคุมโครงสร้างของบทประพันธ์ (Cope, 1997) โดยแบ่งเป็นค่าระดับเสียงและค่าความยาวโน้ต สำหรับค่าระดับเสียงที่ใช้จะประยุกต์เอาแนวคิดของเทคนิคการประพันธ์เพลงแบบแถวเรียงผนวกกับแบบโครงสร้างนิจลักษณ์ ทั้งนี้การประยุกต์ใช้แนวคิดของการประพันธ์ดนตรีแบบแถวเรียงนี้มิได้ทำตามกฎของวิธีการประพันธ์ดังกล่าวทั้งหมด กล่าวคือผู้ประพันธ์อนุโลมให้ใช้ค่าที่ได้จากการคำนวณซ้ำได้ตามผลการคำนวณเป็นหลักและอนุโลมให้ใช้ผลลัพธ์ที่ออกมาเป็นคอร์ดเมเจอร์หรือไมเนอร์ได้ โดยจะกำหนดนำค่าที่ได้มาใช้ตามกลุ่มเครื่องดนตรีดังนี้

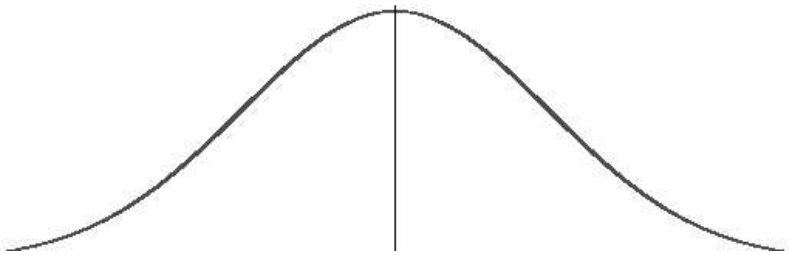
1) กลุ่มที่ 1 มีฟลูต คลาริเนท ใช้บรรเลงทำนองที่ได้ค่ามาจากการถอดสมการ

2) กลุ่มที่ 2 มีทรัมเปต ทรอมโบน ใช้บรรเลงทำนองที่ได้มาจากการถอดสมการ

3) กลุ่มที่ 3 เป็นสตริงควอเต็ท ใช้บรรเลงทำนองรองซึ่งได้มาจากการถอดสมการ

4) กลุ่มที่ 4 เปียโน ใช้สร้างภาพรวมของเสียงประสาน ระดับเสียง

5) กลุ่มที่ 5 เป็นเสียงจากโมดูลซีโรพอยท์ออสซิลเลเตอร์ โดยใช้การเลียนเสียงซินธิไซเซอร์บุคลา หรือนิยมเรียกเสียงประเภทนี้ว่าเสียงซินธิไซเซอร์ฝั่งตะวันตก ในบทประพันธ์ที่สองนี้จะแบ่งออกเป็นสามช่วง แต่ละช่วงจะมีความแตกต่างกัน โดยผู้ประพันธ์ได้แรงบันดาลใจของภาพรวมของบทประพันธ์นี้จากกราฟแสดงค่าการกระจายค่าสุ่มแบบโค้งปกติซึ่งเป็นกราฟแสดงผลการกระจายค่าสุ่มรูปแบบหนึ่งตามรูปต่อไปนี้



รูปที่ 6 กราฟแสดงค่าการกระจายค่าสุ่มแบบปกติ

จากกราฟดังกล่าวผู้ประพันธ์ได้นำมาประยุกต์ใช้โดยนำมาควบคุมความหนาแน่นของเสียงในบทประพันธ์ กล่าวคือในช่วงต้นจะมีความหนาแน่นของเสียงไม่มาก ไล่ระดับความหนาแน่นของเสียงที่ใช้จากเครื่องดนตรีให้มากขึ้นในช่วงกลางบทประพันธ์ และกลับมาเบาบางอีกครั้งในช่วงท้ายของบทประพันธ์

3.2.3 เฮนอน (Henon)

บทเพลงนี้ได้ใช้โครงสร้างของสมการเฮนอนแม็พซึ่งแตกต่างจากสมการทั้งสองชุดที่ใช้ก่อนหน้านี้เนื่องจากมีค่าขาออกเพียงสองค่าคือ x และ y รูปแบบจังหวะเร็วและคงที่แสดงให้เห็นถึงความโกลาหล ใช้การจำลองค่าจากสมการโดยใช้ซอฟท์แวร์ หลังจากนั้นจึงเอ็กซ์พอร์ตออกมาเป็นไฟล์มิดีแล้วนำมาอิมพอร์ตลงในโปรแกรม

บันทึกโน้ต หลังจากนั้นจึงกระจายโน้ตวลีต่างๆตามความสมบูรณ์ของวลีที่ได้ แล้วจึงกระจายโน้ตภายในวลีออกเป็นโน้ตของแต่ละเครื่องดนตรี โดยคำนึงถึงระดับเสียงที่เครื่องนั้นๆสามารถบรรเลงได้เป็นหลัก กลุ่มเครื่องดนตรีจะแบ่งเป็น 4 กลุ่ม

1) กลุ่มที่ 1 ประกอบไปด้วยเครื่องลมไม้และเครื่องลมทองเหลืองทั้งหมด

2) กลุ่มที่ 2 เปียโน ใช้สร้างรูปแบบและทำนองหลัก

3) กลุ่มที่ 3 เป็นสตริงควอเต็ท ใช้สร้างทำนองหลักควบคู่ไปกับเสียงประสาน

4) กลุ่มที่ 4 เป็นเสียงจากซินธิไซเซอร์ระบบโมดูล่าร์ โดยจะใช้โมดูลมิวเทเบิลอินสตรูเมนท์แพลท (Mutable Instruments Plait)

3.3 การสร้างชุดของวัตถุดิบสำหรับการประพันธ์

วัตถุดิบในการประพันธ์สำหรับบทเพลงทั้ง 3 บทมี 3 ส่วนที่สำคัญคือเสียงนอยส์ที่สร้างจากเครื่องดนตรี, ระดับเสียงที่ได้จากการถอดสมการทั้ง 3 ชุดและจังหวะยูคลิเดียน

3.3.1 นอยส์

เสียงนอยส์ที่ใช้ในบทประพันธ์ประกอบไปด้วยเสียงจากเครื่องลมไม้, เครื่องสาย ซึ่งใช้จำลองแนวคิดเบื้องต้นของสมการที่ใช้อธิบายการเคลื่อนตัวของสภาพภูมิอากาศบนโลก ประกอบกับเสียงอิเล็กทรอนิกที่ได้จากการสังเคราะห์เสียง ลักษณะของการสร้างเสียงนอยส์มีดังต่อไปนี้

1) เสียงลมเปล่าบนเครื่องเป่า (Stone, p. 186)

2) เสียงตัดลมด้วยลิ้น (Stone, p. 188)

3) การกระแทกลิ้นบนเครื่องเป่า (Stone, p. 188)

4) การตบกำพวด (Stone, p. 200)

4) การกระทบสายของเครื่องสายด้วยหางม้า (Stone, p. 315)

5) การสีเครื่องสายใกล้หย่อง (Stone, p. 308)

6) การสีเครื่องสายบนหย่อง (Stone, p. 308)

7) เสียงนอยส์จากซินธิไซเซอร์ระบบโมดูลาร์

3.3.2 ชุดระดับเสียง

ชุดระดับเสียงที่ใช้ในบทประพันธ์บทแรกจะใช้วิธีการจัดลำดับขั้นค่าผลลัพธ์จากสมการตามชื่อบทประพันธ์โดยกำหนดให้บทประพันธ์แรกใช้ระบบเสียงแบบ 48 เสียงเท่าคู่ขนาดไปกับระบบ 12 เสียงเท่าแบบดั้งเดิม เพลงที่สองใช้ระบบ 12 เสียงเท่า และบทประพันธ์ที่สามให้อยู่ในระดับ 12 เสียงเท่าโดยแบ่งเป็นชุดระดับเสียงที่ใช้บนเครื่องดนตรีอะคูสติกและชุดระดับเสียงที่ใช้กับเสียงสังเคราะห์ โดยกระบวนการได้มาซึ่งค่าโน้ตจะดำเนินการตามลำดับดังนี้

1) สุ่มเก็บตัวอย่างค่าที่ได้จากสมการอันเกิดจากการประมวลผลบนโมดูลออร์นาเมนท์แอนด์ไครม์
2) นำค่าที่ได้มาตรวจวัดเป็นค่าความถี่ในหน่วยเฮิร์ตซ
3) นำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบหาค่าระดับเสียงที่ใกล้เคียงในระบบ 12 เสียงเท่าพร้อมทั้งหาค่าความเพี้ยนในระบบเซ็นต์

4) นำค่าที่ได้จากข้อ 4) ไปเปรียบเทียบหาค่าระดับเสียงในระบบ 48 เสียงเท่า

5) กำหนดผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้เมื่อระดับเสียงที่ได้จากข้อ 3) และข้อ 4) บรรเลงพร้อมกัน

ในบทประพันธ์ที่สองจะใช้คอมพิวเตอร์ในการช่วยคำนวณให้ได้มาซึ่งค่าโน้ตและค่าความยาวโน้ต โดยผู้ประพันธ์กำหนดให้ใช้ระดับเสียงในระบบ 12 เสียงเท่าตลอดบทประพันธ์ ทั้งนี้กระบวนการให้ได้มาซึ่งค่าโน้ตมีลำดับความคิดและกระบวนการดังนี้

1) จำลองค่าจากสมการด้วยชุดคำสั่งบนซอฟท์แวร์คอมพิวเตอร์

2) กำหนดมิติพิกัดในการคำนวณให้มีขนาด 12 แถว 10 คอลัมน์

3) กำหนดการใช้แถวและคอลัมน์โดยให้คอลัมน์ที่ 1 ถึง 7 เป็นระดับเสียงสำหรับเครื่องดนตรี และคอลัมน์ที่ 8 ถึง 10 เป็นความยาวเสียงโดยมีหน่วยนับเป็นเขบ็ตสองชั้น

4) เลือกแถวหรือคอลัมน์ที่เหมาะสม

ในบทประพันธ์ที่สามผู้ประพันธ์จะใช้อัลกอริทึมที่วางไว้เป็นตัวกำหนดค่าระดับเสียงและความยาวโน้ตในระบบมิติ โดยระดับเสียงที่ใช้จะเป็นระบบ 12 เสียงเท่า หากผลลัพธ์ที่ได้สูงหรือต่ำเกินไปกว่าขอบเขตระดับเสียงที่เครื่องดนตรีจะสามารถเล่นได้ให้แปลงค่าที่ได้ให้เป็นตัวหยุด

3.3.3 รูปแบบจังหวะ

รูปแบบจังหวะที่ใช้ในบทประพันธ์บทแรกจะไม่ยึดจังหวะตายตัว การบันทึกโน้ตจะเป็นเพียงการกำหนดเวลาคร่าวๆว่าเหตุการณ์ต่างๆในบทประพันธ์เกิดขึ้นที่เวลาใดและจะเกิดความถี่เฮเตอโรไดนิงที่ความถี่เท่ากับกี่เฮิร์ตซ ความยาวโน้ตจะไม่ได้ขึ้นอยู่กับค่าจากสมการทั้งหมด

บทประพันธ์ที่สองจะแบ่งออกเป็นสามช่วง ช่วงแรกจะใช้ค่าที่ได้จากสมการซึ่งใช้โปรแกรมแม็กซ์ในการช่วยคำนวณเพื่อถอดค่าจากสมการซึ่งผู้ประพันธ์จะนำค่าที่ได้จากการคำนวณความยาวโน้ตมาใช้อย่างตรงตัวตามหลักการประพันธ์ดนตรีแบบโครงสร้างนิจลักษณ์ ซึ่งความยาวโน้ตที่ได้นี้จะเป็นตัวกำหนดรูปแบบจังหวะ โดยที่กำหนดให้เปียโนบรรเลงในจังหวะตกของแต่ละห้องเพื่อเป็นจังหวะนับซึ่งง่ายต่อการที่เครื่องดนตรีชิ้นอื่นๆจะฟังเพื่อเป็นสัญญาณในการนับจังหวะ ส่วนที่สองของบทประพันธ์จะใช้จังหวะแบบยูคลิเดียนในการคำนวณและแบ่งวลีต่างๆ ทั้งหมดในอัตราจังหวะที่แตกต่างกัน โดยที่ในจังหวะแบบยูคลิเดียนจะใช้ชุดตัวเลขความยาวของรูปแบบจังหวะ (n) และจำนวนจังหวะ (k) ซึ่งทั้งค่า n และ k จะต้องไม่เกิน 32 จังหวะ

จากรูปแบบจังหวะที่ได้ผู้ประพันธ์กำหนดให้ 1 คือจังหวะเคาะ 0 สามารถเป็นได้ทั้งตัวหยุดหรือลากเสียงยาวไปยังโน้ตถัดไปก็ได้ ทั้งนี้จังหวะนับจะมีความยาวเท่ากับโน้ตใดก็ได้แต่จำเป็นจะต้องเป็นจังหวะนับที่สม่ำเสมอเท่ากันตลอด และในส่วนที่สามจะกลับไปใช้เทคนิคการบรรเลงคล้ายคลึงกับบทประพันธ์แรกแต่มิได้ระบุว่าต้องการความถี่เฮเตอโรไดนิงแบบจำเพาะ

ส่วนบทประพันธ์สุดท้ายจะใช้ค่าจังหวะต่างๆจากการถอดค่าด้วยวิธีการที่แตกต่างออกไป คือการใช้เงื่อนไขที่คิดค้นโดยเครก สจวร์ต แซป(Craig Steward Sapp) โดยอัลกอริธึมที่นำมาใช้จะได้ผลลัพธ์ออกมาเป็นค่าโน้ตที่ก่อให้เกิดจังหวะแบบอสมมาตร เมื่อได้ค่าโน้ตที่สร้างขึ้นเป็นไฟล์มีดีแล้วจึงกระจายโน้ตที่ได้ออกเป็นส่วนของเครื่องดนตรีต่างๆโดยคำนึงถึงขอบเขตของเสียงเครื่องดนตรีนั้นๆเป็นหลัก (Sapp, 2002)

3.4 การพัฒนาวัตถุดิบในการประพันธ์

จากกระบวนการให้ได้มาซึ่งค่าต่างๆตามที่กล่าวมาแล้วในข้อ 3.1 และ 3.2 นั้น ผู้ประพันธ์จะนำองค์ประกอบต่างๆมาจัดระเบียบโดยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนคือการควบคุมระดับเสียง (Pitch Organization) และ การสร้างกระสวนและอัตราจังหวะ (Rhythmic Organization)

3.4.1 การควบคุมระดับเสียง (Pitch Organization)

ผู้ประพันธ์พัฒนาวัตถุดิบโดยคาดคะเนผลที่คาดว่าจะได้รับจากการเล่นระดับเสียงนั้นๆตามหลักการของการสังเคราะห์เสียง ซึ่งมีทั้งผลทางตรงจากการเล่นระดับเสียงบนเครื่องดนตรีซึ่งเกิดจากการถอดสมการเพื่อใช้ควบคุมระดับเสียง และผลทางอ้อมอันเกิดมาจากตัวแปรที่ได้วางไว้คือ

1) การสร้างคลื่นความถี่เฮเตอโรไดนิง (Heterodyning Frequency) ของเสียงเครื่องดนตรีกับข้อมูลขาออกซึ่งเป็นเสียงอิเล็กทรอนิกส์ วิธีการดังกล่าวทำได้โดยการเล่นระดับเสียงที่ใกล้เคียงกันเช่น 440 เฮิร์ตซ และ 444 เฮิร์ตซมาเล่นพร้อมกัน ผลลัพธ์ที่ได้จะเท่ากับคลื่นความถี่เฮเตอโรไดนิงที่ 4 เฮิร์ตซ ทั้งนี้แนวคิดดังกล่าวสามารถทำได้เป็นทอดๆ อาจจะสร้างความถี่ขัดแย้งระหว่างเครื่องดนตรีกับเครื่องดนตรีเพื่อให้เกิดความถี่ขัดแย้งที่หนึ่ง แล้วนำไปสร้างความถี่ขัดแย้งกับเสียงอิเล็กทรอนิกส์ ทั้งนี้ผู้ประพันธ์จะอ้างอิงผลลัพธ์จากการบรรเลงเครื่องดนตรีจริงในระบบ 12 เสียงเท่าและ 48 เสียงเท่าพร้อมกันเป็นหลักซึ่งเป็นผลทางอ้อมจากการสร้างเสียงที่ความถี่ต่างกันเล็กน้อยก่อให้เกิดความถี่ผลลัพธ์ที่แตกต่างออกไปจากความถี่ต้นกำเนิด(Risset, 1986)

2) การเชื่อมโยงระดับเสียง (Portamento) เนื่องจากค่าของผลลัพธ์ของสมการที่ใช้ในบทประพันธ์แรกและบทประพันธ์ที่สองเป็นค่าต่อเนื่อง การเชื่อมโยงระดับเสียงจึงให้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกับค่าผลลัพธ์จากสมการมากที่สุด อีกทั้งยังเป็นการแสดงให้เห็นลักษณะการเคลื่อนไหวของค่าผลลัพธ์ที่ได้จากสมการอีกด้วย

3.4.2 การสร้างกระสวนและอัตราจังหวะ (Rhythmic Organization)

ในบทประพันธ์แรกผู้ประพันธ์จะยึดถือค่าความถี่เฮเตอโรไดนิงที่คาดว่าจะได้ขณะบรรเลงเป็นตัวกำหนดอัตราจังหวะ ยกตัวอย่างเช่นหากเกิดความถี่เฮเตอโรไดนิงที่ 1 เฮิร์ตซจะเทียบเท่าจังหวะนับ 1 ครั้งต่อวินาที หรือค่าความยาวโน้ตเป็นตัวดำ แต่ถ้าหากเกิดความถี่เฮเตอโรไดนิงที่ 4 เฮิร์ซจะเทียบเท่าจังหวะนับ 4 ครั้งต่อวินาที หรือค่าความยาวโน้ตเป็นเขบ็ตสองชั้นเป็นต้น จากนั้นจะยึดถือช่วงเวลาที่เกิดปรากฏการณ์ตามสมมติฐานที่วางไว้เป็นที่ตั้ง แล้วทำการจัดรูปแบบอัตราจังหวะตามเหตุการณ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้น

ในบทประพันธ์ที่สองผู้ประพันธ์จะยึดถือประโยคการบรรเลงของเปียโนในช่วงกลางของบทประพันธ์ซึ่งอยู่ในรูปแบบจังหวะยูคลิเดียน E{11, 8} เป็นจุดเริ่มต้นในการคำนวณค่าอัตราจังหวะ กำหนดให้กลุ่มเครื่องเป่าไม้และเครื่องเป่าทองเหลืองใช้รูปแบบจังหวะยูคลิเดียน E{6, 5} และกลุ่มเครื่องสายใช้รูปแบบจังหวะยูคลิเดียน E{9, 6} จากนั้นจึงคำนวณว่าหากบรรเลงในรูปแบบจังหวะยูคลิเดียนดังกล่าวโดยใช้โน้ตทั้ง 12 ตัวจากคอลัมน์ที่ผ่านการถอดค่าโดยใช้ซอฟท์แวร์จะต้องบรรเลงทั้งหมดประมาณ 11 ห้อง เหลือเศษเพียงเล็กน้อย จากนั้นจึงนำสิ่งที่ได้จากการคำนวณนี้ไปใช้ในช่วงแรกของบทประพันธ์ ช่วงท้ายของบทประพันธ์จะใช้การนับจังหวะโดยอ้างอิงวินาที

ในบทประพันธ์ที่สามผู้ประพันธ์จะยึดถือค่าจังหวะที่ได้จากอัลกอริทึมอย่างเคร่งครัด โดยจัดรูปแบบประโยคตามวลีที่ได้จากการสร้างค่าต่างๆตามเงื่อนไขที่กำหนด แล้วจึงแบ่งอัตราจังหวะของแต่ละวลีเพื่อสะดวกต่อการให้จังหวะของวาทยากร

3.5 การสังเคราะห์เสียงที่ใช้ในบทประพันธ์

ผู้ประพันธ์ได้ใช้ซินธิไซเซอร์ระบบโมดูลาร์ในการสังเคราะห์เสียงต่างๆในบทประพันธ์ ซึ่งแบ่งออกเป็น

1) โมดูลประเภทสร้างคลื่นเสียง (Oscillator) ได้แก่ โซลิดสเตทเฟทซีโรพอยท์ออสซิเลเตอร์ (Solid State Fate Zero Point Oscillator), มิวเทเบิลอินสตรูเมนท์แพลทส์ (Mutale Instruments Plaits), เมคนอยส์วอกเกิลบัก (Make Noise Wogglebug)

2) โมดูลประเภทสร้างรูปร่างเสียง (Envelope Generator) ได้แก่ มิวเทเบิลอินสตรูเมนท์ไทด์ (Mutable Instruments Tides) และเบฟาโคแรมเพจ (Befaco Rampage)

4) โมดูลประเภทปรับแต่งเสียง (Effect) ได้แก่ ไมโครเบิร์ส (uBurst)

5) โมดูลประเภทสร้างค่าแรงดันไฟฟ้า (Gate and CV generator) ได้แก่ ไมโครออร์นาเมนท์แอนด์ไครม์ (Micro Ornament and Crime), เมคนอยส์วอกเกิลบัก (Make Noise Wogglebug)

6) โมดูลประเภทออฟเซ็ตและจำกัดขนาดสัญญาณไฟฟ้า (Offset and Attenuverter) ได้แก่อินเทลลิเจลควอแดร็ท (Intellijel Quadratt)

7) โมดูลอื่นๆ ได้แก่ อินเทลลิเจลมัลท์ (Intellijel Mult)

โดยที่วิธีการสังเคราะห์เสียงจะประกอบด้วยเสียงจากการสังเคราะห์เสียงแบบกล้ำความถี่ (Frequency Modulation)ในบทประพันธ์แรก, การเลียนลักษณะซินธิไซเซอร์ฝั่งตะวันตกในบทประพันธ์ที่สอง, การสังเคราะห์เสียงแบบอ้างอิงกายภาพ (Physical Modeling Synthesis)ในบทประพันธ์ที่สาม ประกอบกับการสังเคราะห์เสียงโดยใช้อณูเสียง (Granular Synthesis) และเอฟเฟกต์ต่างๆเพื่อเพิ่มมิติให้บทเพลง

4. ผลการวิจัย

บทประพันธ์ *ลอเรนซ์, เริสเลอร์, เฮนอน* ถูกสร้างขึ้นจากการถอดค่าจากสมการโกลาหล 3 ชุด คือสมการลอเรนซ์, เริสเลอร์, เฮนอนแม็พ เพื่อให้ได้มาซึ่งค่าระดับเสียง ค่าความดัง ค่ามิติตื้นลึกของเสียง การประยุกต์การสร้างเงื่อนไขแบบต่างๆของดนตรีในศตวรรษที่ 20 โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์เข้ามาจัดการบทประพันธ์ อาทิ บทประพันธ์ของยานนิส เซนาคิส, คาร์ลไฮนส์ สต็อคเฮาเซน และปีแอร์ บูเลซ สามารถสรุปตามวัตถุประสงค์ของการค้นคว้าได้ดังนี้

ก. ผู้ประพันธ์ได้ประพันธ์เพลงอิเล็คโทรอะคูสติกบทใหม่ โดยนำเสนอรูปแบบการประพันธ์ที่ใช้หลักการประพันธ์แบบสร้างเงื่อนไขโดยประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ขั้นสูงเพื่อควบคุมค่าต่างๆในบทประพันธ์ตามหลักการของดนตรีโครงสร้างนิจลักษณ์

ข. ผู้ประพันธ์ได้เผยแพร่บทประพันธ์เพลงอิเล็กโทรอะคูสติกผ่านช่องทางยูทูบแชนแนลของผู้ประพันธ์เอง และในอนาคตสามารถนำผลงานการประพันธ์ชิ้นนี้ไปแสดงในเทศกาลดนตรีต่างๆได้

ค. ผู้ประพันธ์ได้ศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้คณิตศาสตร์ขั้นสูง ซึ่งสามารถขยายผลได้เป็นวงกว้างและหลากหลาย เนื่องจากในทางคณิตศาสตร์ยังมีสมการอีกหลากหลายประเภทที่สามารถนำมาใช้ควบคุมตัวแปรในบทประพันธ์ได้ พร้อมทั้งเป็นแนวทางสำหรับผู้ที่สนใจสามารถนำไปสร้างบทประพันธ์เพลงของตนได้

ผู้ประพันธ์คาดหวังผลที่ได้จากการประพันธ์เพลงคลาสสิกร่วมสมัยบทนี้ สามารถให้คุณค่าต่อการฟังทั้งทางแนวและสุนทรียภาพ รวมถึงคุณค่าทางวิชาการด้านการประพันธ์เพลงอิเล็กโทรอะคูสติกและดนตรี โครงสร้างนิจลักษณ์ของประเทศไทย อีกทั้งเป็นตัวอย่างให้แก่ผู้ที่สนใจเทคนิคการประพันธ์แบบดังกล่าวจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ พร้อมทั้งเป็นแนวทางหนึ่งเพื่อใช้พัฒนาแนวคิดและวิธีการประพันธ์เพลงคลาสสิกร่วมสมัยของตนเองได้ต่อไป

5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

บทประพันธ์เพลงอิเล็กโทรอะคูสติก *ลอเรนซ์, เริสเลอร์, เฮนอน* สำหรับวงขนาดเล็กและซินธิไซเซอร์ระบบโมดูลาร์นี้ เป็นบทประพันธ์ที่ต้องใช้นักดนตรีที่มีความสามารถสูงพอสมควร เนื่องจากมีเทคนิคการบรรเลงที่ค่อนข้างยากอยู่หลายช่วง ทั้งยังต้องอาศัยเสียงจากซินธิไซเซอร์มาผสมผสานอีกด้วย ทำให้ต้องมีการบริหารจัดการเพื่อความสัมฤทธิ์ผลตามที่ต้องการ สามารถแบ่งปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นได้เป็น 3 กลุ่มดังนี้

5.2.1 ปัญหาด้านความถูกต้องในการบรรเลง

เป็นปัญหาสำคัญที่สุดเนื่องจากบทประพันธ์ *ลอเรนซ์, เริสเลอร์, เฮนอน* มีความซับซ้อนทั้งในส่วนของจังหวะและระดับเสียง นักดนตรีและวาทยากรจำเป็นต้องวิเคราะห์และจดจำบทเพลงบางส่วนให้ได้ก่อนบรรเลง พร้อมทั้งมีการวางแผนในการฝึกซ้อมมาเป็นอย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบทเพลง *เฮนอน* ซึ่งเป็นบทเพลงที่ยากที่สุดในบทประพันธ์ทั้งสามบท เนื่องจากรูปแบบจังหวะและทำนองของวลีต่างๆคล้ายคลึงกันอยู่หลายแห่ง ประกอบกับการแบ่งกลุ่มจังหวะภายในวลีมีความหลากหลายพอสมควร และเป็นบทเพลงที่มีอัตราจังหวะค่อนข้างเร็วจึงยากต่อการบรรเลง วิธีการที่จะสัมฤทธิผลตามสมมติฐานที่วางไว้คือนักดนตรีจำเป็นจะต้องจัดแบ่งการซ้อมเป็นการซ้อมส่วนบุคคล, การซ้อมตามกลุ่มเครื่องดนตรี และการซ้อมรวมวงตามลำดับเพื่อให้เกิดความคุ้นชินต่อวลีของเพลงเพื่อหลีกเลี่ยงความผิดพลาดขณะแสดง

ปัญหาอีกอย่างหนึ่งที่คาดว่าจะได้พบในการแสดงผลงานคือการควบคุมจังหวะให้สม่ำเสมอและสอดคล้องกันระหว่างวงดนตรีและซินธิไซเซอร์ แนวทางการแก้ไขปัญหามีอยู่ด้วยกัน 2 ทางคือ

1) ผู้วิจัยจัดเตรียมแทร็คเมโทรนอม แล้วส่งสัญญาณออดิโอไปยังวาทยากร โดยวาทยากรจะต้องใส่หูฟังในขณะทำการแสดง วิธีการนี้จำเป็นจะต้องเจาะจงความเร็วของจังหวะตายตัวบนโปรแกรมทำดนตรี อาทิ แอปเปิลลอจิกโปร (Apple Logic Pro) เอเบิลตันไลฟ์ (Ableton Live) หรือรีพเปอร์ (Reaper) แล้วทำการส่งสัญญาณจากแทร็คเมโทรนอมจากโปรแกรมไปยังวาทยากร
2) ผู้บรรเลงซินธิไซเซอร์ใช้วิธีการเคาะจังหวะตามจังหวะในขณะบรรเลงเป็นระยะ

ทั้งสองวิธีที่ได้กล่าวมามีทั้งข้อดีและข้อเสีย วิธีการแรกข้อดีคือความเร็วจะไม่คลาดเคลื่อน แต่ก็มีข้อเสียคือจังหวะอาจมีความแข็งกระด้างและไม่เป็นธรรมชาติ วิธีที่สองมีข้อดีคือจังหวะขณะบรรเลงเป็นธรรมชาติ ไม่แข็งกระด้างจนเกินไป แต่มีข้อเสียคืออาจเกิดความคลาดเคลื่อนในเชิงจังหวะได้ ทั้งนี้วิธีการแรกจำเป็นจะต้องใช้อุปกรณ์เพิ่มเติมคืออุปกรณ์รับส่งสัญญาณเสียงหรือออดิโออินเทอร์เฟซเพื่อลดความหน่วงของสัญญาณจากคอมพิวเตอร์ไปยังปลายทาง

5.2.2 ปัญหาด้านการจัดการทางเทคนิคของซินธิไซเซอร์ระบบโมดูลาร์

เสียงอิเล็กทรอนิกที่สร้างจากซินธิไซเซอร์ในระบบโมดูลาร์ในบางครั้งจะออกมาในลักษณะคล้ายการสุ่ม จึงยากต่อการคาดเดาและไม่เหมือนกันในการบรรเลงแต่ละครั้ง เนื่องจากการทำงานของโมดูลบางตัวเป็นรูปแบบอะนาล็อก ทำให้เกิดค่าแรงดันไฟฟ้าที่ไม่ตรงกันในการบรรเลงแต่ละครั้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบทประพันธ์ *ลอเรนซ์* ในช่วงบรรเลงเดี่ยว ผู้ประพันธ์จึงใช้วิธีการกำหนดเวลาให้แน่นอนพร้อมทั้งการเขียนคำสั่งในการควบคุมค่าพารามิเตอร์ต่างๆในการบันทึกโน้ตเพื่อให้การบรรเลงร่วมกันระหว่างซินธิไซเซอร์และวงดนตรีขนาดเล็กเป็นไปอย่างราบรื่น

5.2.3 ปัญหาเรื่องการจัดความสมดุลย์ระหว่างเสียงอะคูสติกและซินธิไซเซอร์

การบรรเลงเพลงที่ผสมเสียงอะคูสติกและอิเล็กทรอนิกอยู่ด้วยกันนั้น มักจะมีปัญหาทางด้านความสมดุลย์ระหว่างเสียงทั้งสองประเภทอยู่เสมอ ทั้งนี้การใช้ระบบการขยายเสียงโดยใช้ไมโครโฟนเพื่อจับเสียงเครื่องดนตรีอะคูสติก แล้วจึงส่งสัญญาณผ่านมิกเซอร์ออกไปยังระบบขยายเสียงจึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะทำให้ความสมดุลย์ของเครื่องดนตรีทั้งสองประเภทเป็นไปอย่างราบรื่น การซักซ้อมและปรับระดับเสียงอิเล็กทรอนิกให้พอดีกับเสียงอะคูสติกอย่างน้อย 1 ชั่วโมงก็จะช่วยทำให้ความสมดุลย์ระหว่างเครื่องดนตรีทั้งสองประเภทอยู่ในระดับที่พอดี ไม่ดังหรือเบาจนกลบเสียงของเครื่องดนตรีอีกประเภทหนึ่ง นอกจากนี้ยังมีปัญหาของสภาพอะคูสติกของสถานที่ที่ทำการแสดง เนื่องจากสถานที่การแสดงแต่ละที่จะมีมิติของสถานที่และวัสดุที่ใช้ ซึ่งส่งผลต่อสภาพเสียงก้องเมื่อทำการแสดงอีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

Cope, D. (1997). Techniques of the Contemporary Composer. (1st ed.). New York: Schirmer Books.

Stone, K, (1980). Music Notatio in the Twentieth Century. (1st ed.). New York: W.W. Norton & Company.

Licata, T. (2022). Electroacoustic Music: analytical perspectives. (1st ed). Connecticut : Greenwood Press.

Xenakis, I. (1992). Formalized Music: thought and mathematics in composition. (Revised ed.). New York : Pendragon Press.