

บทประพันธ์เพลงมหาบัณฑิตนิพนธ์: ซิมโฟนิคโพลีเอ็ม “อปัญญาประดิษฐ์”



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศิลปกรรมศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาดุริยางคศิลป์ตะวันตก ภาควิชาดุริยางคศิลป์  
คณะศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2562  
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

MASTER MUSIC COMPOSITION: SYMPHONIC POEM “THE ARTIFICIAL  
(UN)INTELLIGENCE”



Mr. Thawin Laithong

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Fine and Applied Arts in Western Music

Department of Music

FACULTY OF FINE AND APPLIED ARTS

Chulalongkorn University

Academic Year 2019

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

บทประพันธ์เพลงมหาบัณฑิตนิพนธ์: ซิมโฟนิคโป

เอ็ม “อัญญาประดิษฐ์”

โดย

นายธาวิน ไล่ทอง

สาขาวิชา

ดุริยางคศิลป์ตะวันตก

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ฤทธิ์ ธรรมบุตร

คณะศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศิลปกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะศิลปกรรมศาสตร์  
(ศาสตราจารย์ ดร.บุษกร บิณฑสันต์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ  
(ศาสตราจารย์ ดร.วีระชาติ เปรมานนท์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(ศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ฤทธิ์ ธรรมบุตร)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เด่น อยู่ประเสริฐ)

CHULALONGKORN UNIVERSITY

ธาวิน ไล่ทอง : บทประพันธ์เพลงมหาบัณฑิตนิพนธ์: ซิมโฟนิคโพเอเอ็ม “อปัญญาประดิษฐ์”. ( MASTER MUSIC COMPOSITION: SYMPHONIC POEM “THE ARTIFICIAL (UN)INTELLIGENCE”) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ศ. ดร.ณรงค์ฤทธิ์ ธรรมบุตร

บทประพันธ์ซิมโฟนิคโพเอเอ็ม “อปัญญาประดิษฐ์” งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อสร้างสรรค์ผลงานการประพันธ์เพลงที่นำประเด็นเกี่ยวกับวิทยาการคอมพิวเตอร์ปัญญาประดิษฐ์ ซึ่งเป็นประเด็นสำคัญและมีความเกี่ยวข้องกับความเป็นไปมนุษย์ทุกคนในอนาคตอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้เข้ามาเชื่อมโยงกับบทประพันธ์เพลงร่วมสมัย โดยนำเสนอในลักษณะของดนตรีพรรณนา ซึ่งบรรยายถึงจินตนาการและมุมมองของผู้ประพันธ์ที่มีต่อปัญญาประดิษฐ์ แบ่งออกเป็นสามกระบวน แต่ละกระบวนพรรณนาถึงประเด็นสำคัญของปัญญาประดิษฐ์ได้แก่ ขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาทางคอมพิวเตอร์ การแก้ปัญหาแบบศึกษาสำนึกของมนุษย์ และการแก้ไขจุดบกพร่องทางโปรแกรม

บทประพันธ์นี้มีการนำเครื่องดนตรีสังเคราะห์เสียงซินธิไซเซอร์มาบรรเลงผสมกับวงออร์เคสตราเพื่อให้เกิดสีสันที่แปลกใหม่และเพื่อสร้างบรรยากาศของกระบวนการปัญญาประดิษฐ์ตามจินตนาการของผู้ประพันธ์ โดยผู้ประพันธ์ได้รับอิทธิพลและแรงบันดาลใจมาจากกลุ่มดนตรีมินิมัล จึงนำการเวียนซ้ำของลักษณะจังหวะมาเป็นจุดสำคัญของบทประพันธ์ ใช้การขัดกันของจังหวะแบบโพลีริธึมรวมถึงผสมผสานแนวคิดและเทคนิคของดนตรีในศตวรรษที่ 20 เพื่อให้บทเพลงเกิดความร่วมสมัยมากขึ้น โดยบทเพลงมีความยาวประมาณ 14 นาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาขาวิชา ดุริยางคศิลป์ตะวันตก

ลายมือชื่อนิสิต .....

ปีการศึกษา 2562

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

# # 6186713835 : MAJOR WESTERN MUSIC

KEYWORD: Symphonic Poem, Artificial Intelligence, Minimalism, Synthesizer

Thawin Laithong : MASTER MUSIC COMPOSITION: SYMPHONIC POEM “THE ARTIFICIAL (UN)INTELLIGENCE”. Advisor: Prof. NARONGRIT DHAMABUTRA, Ph.D.

Symphonic Poem “The Artificial (Un)intelligence” is related to computer science and artificial intelligence, which are significantly issued of our time that will soon affect humanity unavoidably. This composition was presented in the style of program music, describing composer’s concept and imagination on artificial intelligence.

This composition is presented in the style of program music, describing composer’s concept and imagination on artificial intelligence. The composition consists of three movements. This composition is scored for orchestra and synthesizer. The composer is influenced by minimalism, by using repeating of patterns and techniques from contemporary music. The estimate duration of “The Artificial (Un)Intelligence” is 14 minutes.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

Field of Study: Western Music

Student's Signature .....

Academic Year: 2019

Advisor's Signature .....

## กิตติกรรมประกาศ

บทประพันธ์ซิมโฟนิคโพเอ็ม “อปัญญาประดิษฐ์” ผู้ประพันธ์ได้รับความอนุเคราะห์จากผู้ทรงคุณวุฒิหลายท่าน ซึ่งสละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษา คำแนะนำ และความรู้ ทำให้บทประพันธ์เพลงนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี ผู้ประพันธ์จึงใคร่ขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ฤทธิ์ ธรรมบุตร อาจารย์ที่ปรึกษาและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ผู้สละเวลาดูแลและให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ทั้งด้านความรู้ความเข้าใจและด้านสภาพจิตใจ แนะนำผู้ประพันธ์ตั้งแต่เริ่มศึกษาการประพันธ์เพลงจนกระทั่งบทเพลงนี้เสร็จสมบูรณ์

ศาสตราจารย์ ดร.วีรชาติ เปรมานนท์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่สละเวลามาให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เด่น อยู่ประเสริฐ กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย ที่สละเวลามาให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

อาจารย์ทุกท่านในภาควิชาดุริยางคศิลป์ตะวันตก คณะศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ให้ความรู้และให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

อาจารย์อานันต์ จันทรวีโรจน์ ผู้ที่ให้คำแนะนำในการประพันธ์เพลงตั้งแต่ข้าพเจ้าเริ่มต้นศึกษาการประพันธ์เพลง ทำให้ข้าพเจ้ามีมุมมองที่กว้างไกลมากขึ้นและมีความมั่นใจในการสร้างผลงานสร้างสรรค์มากขึ้น

ดร.วานิช โปตวนิช ผู้สอนทักษะการบรรเลงดนตรีแก่ข้าพเจ้า และผู้แนะแนวทางในการศึกษาต่อด้านการประพันธ์เพลงอย่างจริงจัง

ครอบครัวและเพื่อนๆ ที่สนับสนุนและให้กำลังใจข้าพเจ้าตลอดช่วงระยะเวลาการทำวิทยานิพนธ์ขึ้นนี้

ธาวิน ไส้ทอง

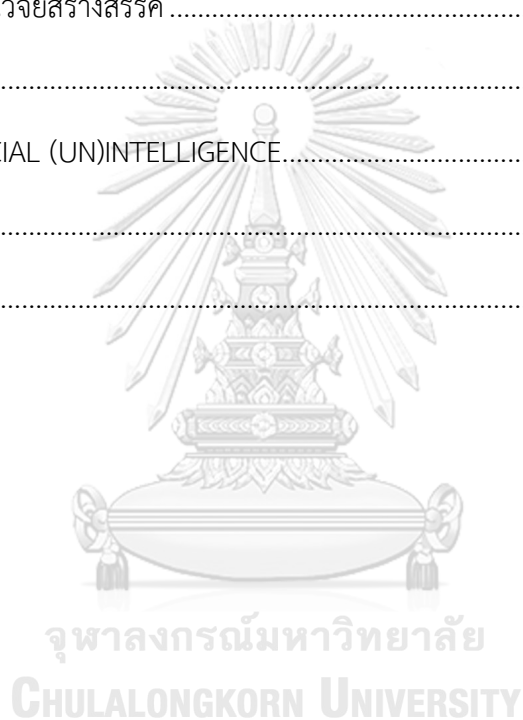
## สารบัญ

	หน้า
.....	ค
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
1.1 ความเป็นมาและแรงบันดาลใจ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการประพันธ์เพลง.....	1
1.3 ขอบเขตของการประพันธ์เพลง .....	2
1.4 วิธีดำเนินการประพันธ์เพลง .....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligence).....	4
2.1.1 อัลกอริทึม (algorithm).....	4
2.1.2 การแก้ปัญหาแบบศึกษาสำนึก (heuristic approach).....	5
2.1.3 รหัสไบนารี (binary code) .....	5
2.1.4 การดีบั๊ก (debug) .....	6
2.2 ดนตรีพรรณนา (program music).....	6
2.3 ดนตรีมินิมัล (minimalism).....	7
บทที่ 3 อรรถาธิบายบทประพันธ์ซิมโฟนิคโพเอ็ม “ปัญญาประดิษฐ์” .....	8

3.1 แนวคิดหลักในการประพันธ์เพลง.....	8
3.1.1 ลักษณะทั่วไปของเพลง.....	8
3.1.2 การจัดการเกี่ยวกับจังหวะ.....	8
3.1.3 การจัดการเกี่ยวกับความถี่ของเสียง.....	8
3.1.4 การจัดการเกี่ยวกับสีสันทันของเสียง.....	8
3.1.5 การจัดการเกี่ยวกับความหนาแน่นของเสียง.....	9
3.1.6 การประสานเสียง.....	9
3.1.7 การใช้เทคนิคการประพันธ์ดนตรีในศตวรรษที่ยี่สิบ.....	9
3.1.8 การใช้เทคนิคการประพันธ์กลุ่มดนตรีมินิมัล.....	9
3.2 สัจศิลปะและการวิเคราะห์.....	9
3.2.1 โครงสร้างบทประพันธ์เพลงในแต่ละกระบวนการ.....	9
3.2.2 การสื่อความหมายในแต่ละกระบวนการ.....	10
3.2.2.1 การสื่อความหมายในกระบวนการที่ 1 “Algorithm”.....	10
3.2.2.2 การสื่อความหมายในกระบวนการที่ 2 “Heuristic”.....	10
3.2.2.3 การสื่อความหมายในกระบวนการที่ 3 “Debug”.....	11
3.2.3 อรรถาธิบายบทประพันธ์ซิมโฟนิคโพเอ็ม “อัญญาประดิษฐ์”.....	11
3.2.3.1 อรรถาธิบายกระบวนการที่ 1 “Algorithm”.....	11
3.2.3.1.1 ตอน A ของกระบวนการที่ 1.....	12
3.2.3.1.2 ตอน B ของกระบวนการที่ 1.....	17
3.2.3.1.3 การย้อนความตอน A ของกระบวนการที่ 1.....	19
3.2.3.2 อรรถาธิบายกระบวนการที่ 2 “Heuristic”.....	22
3.2.3.2.1 ตอนเกริ่นนำของกระบวนการที่ 2.....	22
3.2.3.2.2 ตอน A ของกระบวนการที่ 2.....	23
3.2.3.2.3 ตอน B ของกระบวนการที่ 2.....	25



3.2.3.2.4 การย้อนความตอน A ของกระบวนที่ 2 .....	27
3.2.3.3 อรรถาธิบายกระบวนที่ 3 “Debug” .....	29
3.2.3.3.1 ตอน A ของกระบวนที่ 3 .....	29
3.2.3.3.2 ตอน B ของกระบวนที่ 3.....	32
3.2.3.3.3 ตอน C ของกระบวนที่ 3 .....	32
บทที่ 3 บทสรุป.....	35
3.3 บทสรุปผลงานวิจัยสร้างสรรค์ .....	35
3.4 ข้อเสนอแนะ .....	35
บทที่ 4 THE ARTIFICIAL (UN)INTELLIGENCE.....	36
บรรณานุกรม.....	118
ประวัติผู้เขียน.....	120



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและแรงบันดาลใจ

ปัจจุบันพัฒนาการทางเทคโนโลยีและวิทยาศาสตร์พัฒนาอย่างรวดเร็วขึ้นเป็นอย่างมากจนมีอิทธิพลส่งผลกระทบต่อถึงการดำรงชีวิตของมนุษย์ทุกคนอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ประเด็นที่เป็นที่ถกเถียงกันเป็นอย่างมากในขณะนี้คือการใช้ความรู้ทางวิทยาการคอมพิวเตอร์ (computer science) เพื่อพัฒนาปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligence) คือการออกแบบโปรแกรมที่มีความสามารถในการคิดคำนวณคล้ายสมองของมนุษย์ มีศักยภาพในการทำงานแทนมนุษย์และสามารถพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากกว่ามนุษย์อย่างไร้ขีดจำกัด นอกจากนั้นยังสามารถเรียนรู้และวิวัฒนาการไปโดยสมบูรณ์อย่างอิสระไม่ขึ้นอยู่กับผู้สร้างอีกต่อไป ศักยภาพของปัญญาประดิษฐ์ทำให้มนุษย์เปรียบเสมือนมีพลังอำนาจในการสร้างสรรค์หรือทำลายล้างมากขึ้น ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อทั้งผลดีและผลเสียต่อโลกธรรมชาติ และมนุษย์ทุกคน ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของประเด็นนี้และเลือกแนวคิดนี้มาสร้างบทประพันธ์สร้างสรรค์นี้ขึ้นมาเพื่อสะท้อนมุมมอง และแนวคิดของผู้ประพันธ์ที่มีต่อปัญญาประดิษฐ์

บทประพันธ์ซิมโฟนิคโพเอ็ม “อปัญญาประดิษฐ์” เป็นบทประพันธ์ที่บรรยายถึงหลักการการทำงานของวิทยาการคอมพิวเตอร์พื้นฐานที่เป็นรากฐานในการพัฒนาปัญญาประดิษฐ์ เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงมุมมองของผู้ประพันธ์ที่มีต่อปัญญาประดิษฐ์ว่า “เมื่อปัญญาประดิษฐ์เข้ามาช่วยทำให้การดำเนินชีวิตของมนุษย์ง่ายขึ้น มนุษย์จึงไม่จำเป็นต้องทำสิ่งที่ทดแทนได้ด้วยปัญญาประดิษฐ์ จนกระทั่งสูญเสียความสามารถเหล่านั้นไปในที่สุด อาจสรุปได้ว่าความรุ่งโรจน์ของปัญญาประดิษฐ์จะเป็นสาเหตุของความเสื่อมถอยของมนุษย์ในอนาคต” จึงเป็นที่มาของชื่อบทประพันธ์ โดยเรียงร้อยเป็น 3 กระบวน ผู้ประพันธ์ได้นำความรู้และประสบการณ์ส่วนตัวทางด้านการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นหลักในการสร้างสรรค์ผลงานชิ้นนี้ โดยนำเสนอออกมาในรูปแบบของดนตรีพรรณนา (program music) จากมุมมองและจินตนาการของผู้ประพันธ์ที่มีต่อปัญญาประดิษฐ์ ผู้ประพันธ์นำคำสำคัญเกี่ยวกับวิทยาการคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นชื่อของแต่ละกระบวนดังนี้

1. “Algorithm” คือ ขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาทางคอมพิวเตอร์
2. “Heuristic” คือ การแก้ปัญหาแบบศึกษาสำนึกของมนุษย์
3. “Debug” คือ การแก้ไขจุดบกพร่องทางโปรแกรม

### 1.2 วัตถุประสงค์ของการประพันธ์เพลง

1. เพื่อสร้างบทประพันธ์ที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว

2. เพื่อเสริมสร้างจินตนาการให้กับผู้ฟังทั่วไป
3. เพื่อแสดงออกถึงเทคนิคลีลาดนตรีแบบสมัยใหม่และแบบดั้งเดิมให้แก่ผู้ฟัง
4. เพื่อนำเสนอมุมมอง และแนวคิดของผู้ประพันธ์ที่มีต่อปัญหาประดิษฐ์

### 1.3 ขอบเขตของการประพันธ์เพลง

ซิมโฟนิคโพเอ็ม “อปัญหาประดิษฐ์” เป็นบทประพันธ์สำหรับวงออร์เคสตรา มีความยาวโดยประมาณ 14 นาที แบ่งออกเป็น 3 กระทบวน แต่ละกระทบวนมีเอกลักษณ์ทางลีลาการบรรเลงเฉพาะตัวที่แตกต่างกัน พรรณนาถึงเรื่องราวที่สะท้อนมุมมองและแนวคิดของผู้ประพันธ์ที่มีต่อระบบการทำงานของคอมพิวเตอร์ เรียงร้อยเรื่องราวต่อเนื่องกันสอดคล้องกับขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้น โดยกระทบวนแรก “Algorithm” พรรณนาถึงขั้นตอนแรกในการพัฒนาโปรแกรมได้แก่ การออกแบบโครงสร้างการทำงานทางโปรแกรมที่สามารถสร้างสรรค์ได้อย่างอิสระ เป็นขั้นตอนที่ผู้ประพันธ์ต้องการนำเสนอความสนุกสนานและสะท้อนให้เห็นศักยภาพปัญหาประดิษฐ์ที่น่าตื่นตาตื่นใจ ต่อมาในกระทบวนที่สอง “Heuristic” พรรณนาถึงการรับรู้และยอมรับกับข้อผิดพลาดของมนุษย์ที่เกิดขึ้นขณะพัฒนาโปรแกรม สะท้อนไปถึงความไม่แน่นอนของธรรมชาติ นำไปสู่กระทบวนสุดท้าย “Debug” พรรณนาถึงการแก้ไขข้อผิดพลาดของโปรแกรม สะท้อนให้เห็นถึงข้อดีของมนุษย์ที่สามารถใช้การแก้ปัญหาแบบสามัญสำนึกมาแก้ไขข้อผิดพลาดได้และนำไปสู่การเรียนรู้ข้อผิดพลาดและนำมาใช้ในการปรับตัวของมนุษย์ให้ดียิ่งขึ้น บทเพลงนี้ประพันธ์ขึ้นสำหรับวงออร์เคสตราและซินธิไซเซอร์ ประกอบด้วยรายชื่อเครื่องดนตรีดังนี้

- Flutes I, II (1st & 2nd Doubling Piccolo)
- Oboes I, II
- Clarinets I, II in B<sup>b</sup>
- Bassoons I, II
- Horns I, II in F
- Trumpets I, II in B<sup>b</sup>
- Trombones I, II
- Tuba
- Crotales
- Timpani
- Percussion
- Synthesizers I-VIII or Computer lines
- Strings

#### 1.4 วิธีดำเนินการประพันธ์เพลง

1. ศึกษาความหมายและตีความเกี่ยวกับปัญญาประดิษฐ์
2. วางโครงสร้างรูปแบบทำนองหลัก ทำนองรอง การประสานเสียง การดำเนินจังหวะและ
3. สังคีตลักษณ์
4. ขอคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
5. สร้างลีลาและเอกลักษณ์บทประพันธ์ตามจินตนาการและความสร้างสรรค์ของผู้ประพันธ์
6. เขียนรายงานการวิจัย
7. จัดพิมพ์และนำเสนอเป็นรูปเล่มวิทยานิพนธ์ซึ่งประกอบด้วยบทอรรถาธิบายและ  
โน้ตเพลงที่สมบูรณ์
8. เผยแพร่บทประพันธ์

#### 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เกิดบทประพันธ์เพลงสำหรับวงออร์เคสตราที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว
2. เกิดข้อคิดที่ดีต่อการปรับตัวเข้ากับการเปลี่ยนแปลงของโลกยุคใหม่
3. เกิดผลงานสร้างสรรค์ทางวิชาการรูปแบบใหม่
4. เป็นแนวทางในการศึกษาสำหรับผู้สนใจศึกษาบทเพลงร่วมสมัย

## บทที่ 2

### วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligence)

ปัญญาประดิษฐ์เป็นสาขาหนึ่งในด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ และวิศวกรรม ซึ่งเป็นการเรียนรู้เกี่ยวกับกระบวนการการคิด การกระทำ การให้เหตุผล การปรับตัว หรือการอนุมานเพื่อนำมาสร้างอัลกอริทึมสำหรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถมีกระบวนการคิดที่คล้ายคลึงกับมนุษย์ ปัญญาประดิษฐ์จึงมีศักยภาพในการทำงานที่มนุษย์สามารถทำได้ และสามารถทำให้สำเร็จได้อย่างรวดเร็ว ปัญญาประดิษฐ์จึงถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการรับมือกับปัญหาที่ซับซ้อนเกินกว่าที่มนุษย์จะสามารถรับมือได้ หรือเป็นเครื่องมือที่ใช้ทำงานที่มีลักษณะซ้ำซากแทนมนุษย์ ยกตัวอย่างการศึกษาปัญญาประดิษฐ์ประเภทโครงข่ายประสาทเทียมที่สร้างขึ้นเพื่อจำลองการทำงานโครงข่ายประสาทชีวภาพที่อยู่ในสมองของสัตว์ โดยสามารถเรียนรู้ที่จะทำงานที่ได้รับมอบหมายได้จากการเรียนรู้ผ่านตัวอย่างจำนวนมากที่ถูกป้อนเข้าสู่โปรแกรม โดยจะไม่ถูกโปรแกรมกำหนดด้วยกฎเกณฑ์ตายตัวด้วยระบบอัตโนมัติ ปัจจุบันปัญญาประดิษฐ์ประเภทโครงข่ายประสาทเทียมถูกนำมาใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างหลากหลาย ได้แก่ ระบบการจดจำใบหน้า (facial recognition system) หรือ การแปลภาษาอย่างทันที (real-time translation) ที่ถูกนำมาใช้ในสมาร์ทโฟนอย่างแพร่หลาย เป็นต้น ผู้ประพันธ์เลือกศึกษาหัวข้อต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของคอมพิวเตอร์หรือปัญญาประดิษฐ์เพื่อนำมาใช้ในบทประพันธ์ชิ้นนี้ ประกอบด้วย อัลกอริทึม (algorithm), การแก้ปัญหาแบบศึกษาสำนึก (heuristic approach), รหัสไบนารี (binary code) และการดีบั๊ก (debugging)

##### 2.1.1 อัลกอริทึม (algorithm)

อัลกอริทึมคือ ขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาทางคอมพิวเตอร์ที่ผู้พัฒนาโปรแกรมเป็นผู้วางแผนไว้ในขั้นตอนการสร้างโปรแกรมขึ้นมา จึงเป็นตัวกำหนดเพื่อให้โปรแกรมสามารถทำงานได้อย่างใดอย่างหนึ่งได้ โดยมีลำดับหรือวิธีการในการแก้ไขปัญหาใดปัญหาหนึ่งอย่างเป็นระบบและชัดเจน เมื่อนำเข้าข้อมูลจะได้ผลลัพธ์เช่นไรขึ้นอยู่กับกระบวนการทั้งหมดที่ถูกระบุไว้โดยผู้พัฒนาโปรแกรมและสามารถเข้าใจได้ตรงกันได้ผ่านภาษาคอมพิวเตอร์ต่างๆ เช่น C++, Java, HTML เป็นต้น

โดยพื้นฐานอัลกอริทึมจะประกอบด้วยวิธีการเป็นขั้นตอน ซึ่งส่วนมากมีลักษณะแบบวนซ้ำ (iterate) หรือ เวียนเกิด (recursive) โดยใช้ตรรกะ (logic) และ/หรือ ในการเปรียบเทียบขั้นตอนต่างๆ จนกระทั่งเสร็จสิ้นการทำงานของอัลกอริทึม ในการใช้งานจริงอัลกอริทึมจะมีลักษณะโครงสร้างตัวอย่างดังนี้

**Algorithm “จำนวนเต็มที่มีค่ามากที่สุดในรายการ”**

Input: รายการจำนวนเต็ม

กำหนดตัวแปร  $X$  มีค่าเท่ากับ 0**for each** *item* **in** รายการจำนวนเต็ม, **do****if** the *item*  $> X$ , **then** $X = \textit{item}$ **return**  $X$ 

จากในตัวอย่างอัลกอริธึม “จำนวนเต็มที่มีค่ามากที่สุดในรายการ” บรรทัดที่ 4 มีการใช้เครื่องหมายการดำเนินงาน (operator) ประเภท for each ซึ่งหมายถึงการทำเวียนซ้ำจนกว่าคำตอบจะเป็นไปตามที่กำหนด ในบริบทของตัวอย่างนี้คือให้โปรแกรมทำงานแบบวนซ้ำจนกว่าตัวแปร *item* ในรายการจะครบทั้งหมด

ข้อดีของอัลกอริธึมคือ สามารถรับประกันคุณภาพของคำตอบได้ กล่าวคือสามารถพิสูจน์ถึงความเหมาะสมที่สุด (optimality) หรือระบุขอบข่ายคุณภาพของคำตอบได้ รวมถึงสามารถรับประกันช่วงเวลาและความเร็วที่ใช้ในการคำนวณเพื่อหาคำตอบ ซึ่งจะตรงกันข้ามกับการแก้ปัญหาแบบศึกษาสำนึกแบบมนุษย์

**2.1.2 การแก้ปัญหาแบบศึกษาสำนึก (heuristic approach)**

การแก้ปัญหาแบบศึกษาสำนึกเป็นหลักการที่มนุษย์ใช้ในการประเมินและตัดสินใจ เป็นวิธีลัดทางความคิดที่มนุษย์ทำได้ง่าย สามารถใช้ได้โดยสัญชาตญาณ โดยวิธีการคือการเพ่งความสนใจไปยังส่วนหนึ่งของปัญหาที่ซับซ้อนแล้วไม่ใส่ใจในส่วนอื่น ซึ่งข้อดีของการแก้ปัญหาแบบนี้คือสามารถแก้ปัญหาที่ซับซ้อนได้อย่างรวดเร็ว

อย่างไรก็ตามการแก้ปัญหาแบบศึกษาสำนึกจำเป็นที่จะต้องใช้วิจารณญาณของมนุษย์ในการตัดสินใจว่าสิ่งใดคือข้อสำคัญของปัญหาและเพ่งไปที่สิ่งนั้น กระบวนการนี้จึงแตกต่างจากการแก้ปัญหาแบบอัลกอริธึมโดยสิ้นเชิง การแก้ปัญหาแบบศึกษาสำนึกจึงมักถูกนำมาใช้ในวงการวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์เพื่อเปรียบเทียบกับวิธีการแก้ปัญหาแบบอัลกอริธึม เพื่อให้เห็นข้อแตกต่างและสามารถทำความเข้าใจกับความหมายของทั้งสองกระบวนการได้มากขึ้น

**2.1.3 รหัสไบนารี (binary code)**

รหัสไบนารีเป็นระบบเลขที่ใช้เลขฐานสองจำนวนอย่างน้อย 4 บิตแทนเลขฐานสิบ 0 ถึง 9 และ 8 บิต แทนตัวอักษรภาษาอังกฤษทั้ง 26 ตัว ที่ใช้เป็นวิธีการเข้ารหัสของคอมพิวเตอร์เพื่อความสะดวกในการแสดงผลจากการคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยเลขฐานสิบเข้ารหัสฐานสองจะเป็นตัวกำหนดให้คอมพิวเตอร์สามารถทำงานได้ด้วยการส่งสัญญาณทาง

กระแสไฟฟ้าไปที่ตัวประมวลผลในไมโครชิปได้รู้ว่าจะต้องเปิดและปิดตอนไหนโดยแทนค่าด้วยเลข 0 แทนการปิด และ 1 แทนการเปิด โดยเมื่อนำมาเรียงต่อกันจำนวน 8 ตัวจะได้เป็นชุดรหัสไบนารีหนึ่งชุด เช่น ชุดตัวเลข 01100001 เมื่อเข้ารหัสด้วยคอมพิวเตอร์จะสามารถแปลงออกมาเป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษหนึ่งตัวได้แก่ตัวอักษร “a” เป็นต้น โดยในสถานการณ์จริงรหัสไบนารีจะอยู่รวมกันเป็นกลุ่มใหญ่

ตัวอย่างชุดรหัสไบนารีที่สามารถแปลค่าเป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษได้เป็นคำว่า “artificial (un)intelligence”

```
0110000101110010011101000110100101100110011010010110001101101001011
0000101101100001000000010100001110101011011100010100101101001011011
1001110100011001010110110001101100011010010110011101100101011011100
110001101100101
```

#### 2.1.4 การดีบั๊ก (debug)

ดีบั๊กคือการแก้ข้อผิดพลาดในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่กระทำโดยนักพัฒนาโปรแกรม ซึ่งมีความจำเป็นไม่น้อยไปกว่าขั้นตอนเมื่อเริ่มต้นออกแบบเขียนโปรแกรม โดยปัญหาที่เกิดขึ้นมักจะเกิดขึ้นจากความผิดพลาดของนักพัฒนาโปรแกรมตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบอัลกอริทึมที่อาจพลาด โดยข้อผิดพลาดเหล่านี้จะถูกเรียกว่า บั๊กซอฟต์แวร์ (bug) โดยปัญหาเหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อการทำงานของโปรแกรมทั้งมากและน้อย หากบั๊กซอฟต์แวร์มีความสำคัญมากจะถูกเรียกว่าอาการเออเร่อ (error) ส่งผลให้โปรแกรมไม่สามารถทำงานต่อไปได้ จำเป็นจะต้องเริ่มต้นโปรแกรมใหม่เท่านั้น หรือบั๊กซอฟต์แวร์ที่เป็นเพียงข้อผิดพลาดเพียงเล็กน้อยส่งผลให้โปรแกรมดำเนินได้อย่างไม่ราบรื่นเท่าที่ควร อาการเช่นนี้จะถูกเรียกว่า กลิตช์ (glitch)

#### 2.2 ดนตรีพรรณนา (program music)

ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันดนตรีเป็นส่วนหนึ่งของการดำรงชีวิตของมนุษย์และมีพัฒนาการที่หลากหลาย ดนตรีบางประเภทสามารถสร้างจินตภาพถึงเหตุการณ์ต่างๆ ให้กับผู้ฟังได้ ทั้งโดยตั้งใจหรือมีตั้งใจของผู้ประพันธ์ แต่มีกลุ่มนักประพันธ์เพลงในยุคฟื้นฟูศิลปวิทยาการ (renaissance period) ที่ตั้งใจให้ผู้ฟังเกิดจินตภาพถึงภาพหรือเรื่องราวต่างๆ เมื่อได้รับฟังบทเพลง โดยดนตรีลักษณะนี้ถูกเรียกว่าดนตรีพรรณนา (program music)

ดนตรีพรรณนาเริ่มมีบทบาทตั้งแต่ยุคฟื้นฟูศิลปวิทยาการและพัฒนาสืบเนื่องกันต่อมาจนเป็นที่นิยมมากขึ้นในสมัยโรแมนติกตอนปลาย (romantic period) โดยพัฒนาเป็นบทดุริยางคนิพนธ์ (symphonic poem) ผู้วิจัยได้บททวนวรรณกรรมเพลงที่เกี่ยวข้องได้แก่

Pictures at an Exhibition ประพันธ์โดยโมเดสต์ มุซอร์กสกี (Modest Mussorgsky; ค.ศ. 1839-1881) บทเพลงสำหรับเปียโนประกอบด้วย 10 ท่อนย่อยที่แต่ละท่อนบรรยายถึงภาพต่างๆ ท่อนละหนึ่งภาพ เริ่มต้นจากท่อนแรก Promenade ผู้ประพันธ์ใช้ทำนองในท่อนแรกเป็นทำนองหลักที่จะนำกลับมาใช้เพื่อสอดแทรกอยู่ในแต่ละท่อนอย่างสม่ำเสมอ เป็นบทเพลงที่ได้รับความนิยมและถูกนำมาเรียบเรียงใหม่สำหรับวงออร์เคสตราโดยนักประพันธ์หลายคน หนึ่งในนั้นคือ โมริส ราเวล (Maurice Ravel; ค.ศ. 1875-1937)

The Planets: Suite for large orchestra ประพันธ์โดย กุสตาฟ ธีโอดอร์ โฮลชต์ (Gustav Theodore Holst; ค.ศ.1874-1934) บทเพลงสำหรับวงออร์เคสตราขนาดใหญ่ ประกอบไปด้วย 7 ท่อนเพลง โดยสร้างขึ้นโดยใช้แรงบันดาลใจจากลักษณะเด่นเชิงโหราศาสตร์ เนื่องจากผู้ประพันธ์มีความสนใจในการศึกษาเรื่องโหราศาสตร์เป็นอย่างมาก จึงสามารถนำมาสร้างเป็นบทเพลงโดยแต่ละท่อนสร้างขึ้นจากจินตนาการของผู้ประพันธ์ที่มีต่อดวงดาวแต่ละดวง พรรณนาให้ผู้ฟังเกิดจินตนาการถึงบรรยากาศหรือความโดดเด่นของดวงดาวแต่ละดวงที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละท่อนเพลง

### 2.3 ดนตรีมินิมัล (minimalism)

ดนตรีมินิมัลได้รับความนิยมมากในช่วงศตวรรษที่ 1980 จวบจนถึงปัจจุบัน เป็นประเภทของดนตรีที่สร้างขึ้นจากการจัดการกับหน่วยที่น้อยที่สุดของดนตรี เช่น การมีโน้ตหลักอยู่จำนวนหนึ่ง และผู้ประพันธ์นำมาพัฒนาคลี่คลายความคิดออกไปด้วยการเวียนซ้ำหรือค่อยๆ เปลี่ยนไปสู่เนื้อหาดนตรีอื่นๆ ที่ละน้อยจนผู้ฟังอาจไม่ทันสังเกต การเวียนซ้ำถือเป็นหัวใจสำคัญของดนตรีประเภทนี้ จนดนตรีมินิมัลถูกเรียกในอีกชื่อหนึ่งว่า “ดนตรีแบบซ้ำ” (repetitive music) ผู้วิจัยได้ทบทวนวรรณกรรมเพลงที่เกี่ยวข้องได้แก่

Short Ride in a Fast Machine ประพันธ์โดย จอห์น แอดัมส์ (John Adams; ค.ศ. 1947-ปัจจุบัน) บทประพันธ์สำหรับออร์เคสตรา บทประพันธ์ที่ถูกจัดกลุ่มอยู่ในดนตรีประเภทมินิมัล เนื่องจากมีการใช้เทคนิคในการประพันธ์ที่สอดคล้องกับดนตรีประเภทนี้ ดังนี้ ด้านการประสานเสียงใช้แบบโหมด (mode) โดยมีการใช้กาสับเปลี่ยนของโหมด (mode) อย่างกะทันหันตามแนวคิดการเปิดปิด (gating) ของผู้ประพันธ์ ในด้านของจังหวะมีการเวียนซ้ำของจังหวะออสตินาโต (ostinato) และการสร้างจังหวะขัด (rhythmic dissonance) ด้วยการเปลี่ยนชีพจรจังหวะ (pulse) อย่างต่อเนื่อง



### บทที่ 3

## อรรถาธิบายบทประพันธ์ซิมโฟนิคโพเอ็ม “อปัญญาประดิษฐ์”

### 3.1 แนวคิดหลักในการประพันธ์เพลง

#### 3.1.1 ลักษณะทั่วไปของเพลง

บทประพันธ์ซิมโฟนิคโพเอ็ม “อปัญญาประดิษฐ์” เป็นบทประพันธ์เพลงสำหรับวงออร์เคสตราความยาวประมาณ 14 นาที เป็นผลงานประเภทดนตรีพรรณนา ที่บรรยายถึงหลักการการทำงานของวิทยาการคอมพิวเตอร์พื้นฐานที่เป็นรากฐานในการพัฒนาปัญญาประดิษฐ์ โดยแบ่งออกเป็น 3 กระทบวน (movement) ได้แก่

1. “Algorithm” คือ ขั้นตอนวิธีการแก้ปัญหาทางคอมพิวเตอร์
2. “Heuristic” คือ การแก้ปัญหาแบบศึกษาสำนึกของมนุษย์
3. “Debug” คือ การแก้ไขจุดบกพร่องทางโปรแกรม

โครงสร้างหลักของเพลง 3 กระทบวนคือ เร็ว-ช้า-เร็ว ตามแบบแผนที่เหมาะสมกับเรื่องราวที่ผู้ประพันธ์ต้องการจะนำเสนอ โดยแต่ละท่อนเสนอลักษณะพื้นผิวของดนตรี (texture Music) ที่แตกต่างกันออกไป โดยคำนึงถึงองค์ประกอบสำคัญที่ใช้ในการประพันธ์เพลงได้แก่ จังหวะ (rhythm) ความถี่ของเสียง (frequency) ความหนาแน่นของเสียง (density) สีสนของเครื่องดนตรี (timbre) และการประสานเสียง (harmony)

#### 3.1.2 การจัดการเกี่ยวกับจังหวะ

ในบทเพลงจะพบการใช้จังหวะขัดแบบโพลีริธึม (polyrhythm) ตลอดทั่วทั้งเพลง เพื่อให้เกิดความซับซ้อนในรูปแบบที่ผู้ประพันธ์เห็นว่ามีความสอดคล้องกับบรรยากาศของการทำงานของปัญญาประดิษฐ์ตามจินตนาการของผู้ประพันธ์ และช่วยทำให้การบรรเลงเวียนซ้ำอันเป็นเอกลักษณ์ของบทเพลงประเภทดนตรีมินิมัลมีความน่าสนใจมากขึ้น

#### 3.1.3 การจัดการเกี่ยวกับความถี่ของเสียง

ในบทเพลงผู้ประพันธ์เลือกใช้ระดับเสียงไดอาโทนิค 7 โน้ตธรรมดาที่อยู่ในโหมด (mode) ต่างๆ ผู้ประพันธ์ไม่ต้องการให้เกิดความซับซ้อนของความถี่ของเสียงมาก เพราะได้เน้นให้เกิดความซับซ้อนไปที่องค์ประกอบจังหวะมากแล้ว

#### 3.1.4 การจัดการเกี่ยวกับสีสนของเสียง

ในบทเพลงมีการใช้เครื่องดนตรีที่มีแหล่งกำเนิดเสียงแบบสังเคราะห์จากคลื่นไฟฟ้าซินธิไซเซอร์ ผู้ประพันธ์ต้องการนำเสนอเอกลักษณ์ของบทเพลงที่เกี่ยวกับเทคโนโลยี บรรเลงร่วมกับเครื่องดนตรีอคูสติคในวงออร์เคสตรา โดยมีการออกแบบเสียงซินธิไซเซอร์ที่เรียบง่ายที่สุด ใช้คลื่น

เสียงประเภทฟันเลื่อย (sawtooth waveform) โดยไม่มีการดัดแปลงการเน้นเสียงใดๆ บรรเลงเป็นการเปิดและปิดคลื่นสัญญาณเสียงในระดับเสียงต่างๆ เท่านั้น

### 3.1.5 การจัดการเกี่ยวกับความหนาแน่นของเสียง

ผู้ประพันธ์ต้องการสร้างความหนาแน่นของเสียงที่เกิดจากการขัดกันของจังหวะแบบโพลีริธึมที่ดำเนินอยู่ในหลายแนวเสียงพร้อมๆ กัน จึงเน้นไปที่การใช้เทคนิคการนำออสตินาโตจังหวะมาบรรเลงซ้อนทับกัน รวมถึงการสอดประสานของทำนองเพื่อให้เกิดความซับซ้อน สร้างความหนาแน่นจากการบรรเลงซ้อนทับกันของช่วงทำนองเวียนซ้ำ

### 3.1.6 การประสานเสียง

ในบทเพลงจะใช้การประสานเสียงตามแบบดนตรีโทนาล (Tonal) ผสมผสานกับการประสานเสียงแบบโมด (Mode) โดยจะไม่เน้นไปที่การเคลื่อนคอร์ดมากนัก แต่จะเน้นการเวียนซ้ำอยู่กับที่และค่อยๆ พัฒนาช่วงทำนองเวียนซ้ำอย่างต่อเนื่อง

### 3.1.7 การใช้เทคนิคการประพันธ์ดนตรีในศตวรรษที่ยี่สิบ

ในบทเพลงผู้ประพันธ์นำเทคนิคการประพันธ์ดนตรีในศตวรรษที่ยี่สิบมาใช้เพื่อให้เกิดความร่วมสมัยของบทเพลงและเพื่อให้สามารถสื่อความหมายได้ตรงตามจุดประสงค์ของบทเพลงมากขึ้น ประกอบด้วย 1) เทคนิคการบันทึกโน้ตแบบกล่อง (box notation) ใช้เพื่อสร้างให้เกิดบรรยากาศของความอิสระทางจังหวะตามธรรมชาติของผู้บรรเลง 2) เทคนิคการประพันธ์เชิงสัญลักษณ์ (symbolism) โดยนำรหัสไบนารี (binary code) ที่เป็นหลักการพื้นฐานในการทำงานคอมพิวเตอร์มาแปลงเป็นทำนองและซ่อนความหมายไว้ในบทเพลง 3) เทคนิคการเปลี่ยนอัตราจังหวะ (metric modulation) เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนซีพจรจังหวะอย่างกะทันหัน 4) เทคนิคการยืดขยายจังหวะ (augmentation)

### 3.1.8 การใช้เทคนิคการประพันธ์กลุ่มดนตรีมินิมัล

ผู้ประพันธ์ได้รับอิทธิพลและแรงบันดาลใจมาจากกลุ่มดนตรีมินิมัล จึงนำการเวียนซ้ำของลักษณะจังหวะและทำนองมาเป็นจุดสำคัญของบทประพันธ์ โดยสร้างขึ้นเป็นออสตินาโต (ostinato) แบบต่างๆ นำมาใช้ในการดำเนินของเพลงและพัฒนาออกไปด้วยการตัดแต่งออสตินาโต เช่นการเพิ่มหรือลดจังหวะลงทีละหนึ่งหน่วยเป็นต้น

## **3.2 สังกิตลักษณ์และการวิเคราะห์**

### 3.2.1 โครงสร้างบทประพันธ์เพลงในแต่ละกระบวน

บทเพลงซิมโฟนิคโพเอ็ม “อัญญาประดิษฐ์” อยู่ในสังคิตลักษณ์แบบแยกตอน (sectional form) แบ่งออกเป็น 3 กระบวนดังนี้

### กระบวนการที่ 1 – “Algorithm”

ตอน A	ห้องที่ 1-75
ตอน B	ห้องที่ 76-107
ตอน A’	ห้องที่ 108-145

### กระบวนการที่ 2 – “Heuristic”

ตอนเกริ่นนำ	ห้องที่ 1-14
ตอน A	ห้องที่ 15-53
ตอน B	ห้องที่ 54-69
ตอน A’	ห้องที่ 70-154

### กระบวนการที่ 3 – “Debug”

ตอน A	ห้องที่ 1-38
ตอน B	ห้องที่ 39-112
ตอน C	ห้องที่ 113-168

## 3.2.2 การสื่อความหมายในแต่ละกระบวนการ

### 3.2.2.1 การสื่อความหมายในกระบวนการที่ 1 “Algorithm”

ผู้ประพันธ์ต้องการพรรณนาถึงเหตุการณ์ที่ผู้ประพันธ์ได้เรียนรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการทำงานของคอมพิวเตอร์ที่เต็มไปด้วยความน่าตื่นตาตื่นใจ จึงต้องการนำเสนอแนวคิดในการสร้างบรรยากาศที่เมื่อฟังแล้วเกิดจินตนาการถึงการทำงานของระบบคอมพิวเตอร์โดยอิงจากอัลกอริธึม (algorithm) เป็นหลัก จึงนำคำว่า “Algorithm” มาใช้ตั้งเป็นชื่อกระบวนการ มีความยาว 4:36 นาที อยู่ในสังคีตลักษณ์แบบสามตอน A-B-A นำเสนอโดยการใช้ลักษณะจังหวะขัดแบบโพลีริธึม (polyrhythm) เป็นเทคนิคการประพันธ์หลักของกระบวนการ โดยได้รับแรงบันดาลใจจากการทำงานแบบวนซ้ำของอัลกอริธึม ผู้ประพันธ์จึงสร้างออสตินาโตสำหรับบรรเลงวนซ้ำเป็นแบบต่างๆ เพื่อนำมาใช้และพัฒนากระจายอยู่ตลอดทั้งกระบวนการ

### 3.2.2.2 การสื่อความหมายในกระบวนการที่ 2 “Heuristic”

ผู้ประพันธ์ต้องการพรรณนาถึงเหตุการณ์ที่ผู้ประพันธ์ได้รู้จักกับข้อผิดพลาดทางโปรแกรม (bug) ที่เกิดขึ้นจากข้อผิดพลาดของผู้เขียนโปรแกรมเอง จึงต้องการนำเสนอความรู้สึกผิดหวัง ผิดพลาด และความไม่สมบูรณ์แบบของมนุษย์เมื่อนำมาเทียบกับคอมพิวเตอร์ การแก้ปัญหาเหล่านั้นทำให้ผู้ประพันธ์เห็นถึงความสำคัญของการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าที่มนุษย์สามารถทำได้ดีจากการสำมัญสำนึก ผู้ประพันธ์จึงนำคำว่า “Heuristic” มาใช้เป็นชื่อของกระบวนการ มีความยาว 5:06 นาที อยู่ในสังคีตลักษณ์แบบสามตอน A-B-A ในกระบวนการนี้นำเสนอด้วยแนวทำนองหลักที่สร้างขึ้นจากโน้ตโอเวอร์โทน (overtone) ในชุดฮาร์โมนิก (harmonic series) สาเหตุที่ผู้ประพันธ์เลือกนำโน้ตจากชุด

ฮาร์โมนิกมาใช้เพราะเป็นทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ที่ใช้อธิบายกฎการทำงานของเสียงตามธรรมชาติ ผู้ประพันธ์ต้องการสื่อถึงความเป็นจริงตามธรรมชาติที่ไม่สามารถบิดเบือนไปได้ และนำเสนอเสน่ห์ของความไม่แน่นอนของธรรมชาติที่มีการเปลี่ยนแปลงไปอยู่เสมอ ตรงข้ามกับคอมพิวเตอร์ที่มีความแน่นอนและไม่รู้จักถึงการเปลี่ยนแปลง ผู้ประพันธ์จึงใช้เทคนิคบ้นทิกโนต์แบบกล่อง (box notation) และการใช้โน้ตที่มีลักษณะจังหวะหลายพยางค์เพื่อสร้างให้เกิดความหลากหลายของจังหวะและเกิดบรรยากาศที่แสดงถึงความอิสระของเสียง

### 3.2.2.3 การสื่อความหมายในกระบวนที่ 3 “Debug”

เป็นตอนสรุปที่ผู้ประพันธ์ต้องการพรรณนาถึงกระบวนการแก้ไขปัญหาของผู้พัฒนาโปรแกรม มีความยาว 4:20 นาที อยู่ในสัปดาห์ลักษณะแบบสามตอน A-B-C ใช้เทคนิคบรรเลงเป็นช่วงทำนองเวียนซ้ำที่มีขนาดยาว บรรเลงซ้อนกันเป็นจังหวะขัดแบบโพลีริธึม (polyrhythm) บรรเลงอยู่ตลอดทั้งเพลง โดยมีการย้ายโมดจากไมเนอร์ได้แก่ E ฟรีเจียน และ D ดอเรียน ไปสู่เมเจอร์ C ไอโอเนียน และการใช้เทคนิคประพันธ์เพลงเชิงสัญลักษณ์โดยนำระบบการเข้ารหัสไบนารีของคอมพิวเตอร์มาเป็นแรงบันดาลใจในการประพันธ์และซ่อนความหมายไว้ในบทเพลง ในตอนท้ายของกระบวนเป็นการสรุปใจความของบทเพลงโดยแทนกลุ่มทำนองเป็นแต่ละบทบาทของเรื่องราวได้แก่ ปัญญาประดิษฐ์ มนุษย์ และความเป็นจริงของโลก เพื่อต้องการนำเสนอแนวคิดของการแก้ปัญหาที่ไม่เพียงใช้ความรู้เพียงด้านใดด้านหนึ่งเท่านั้น หากแต่ใช้ความรู้ความเข้าใจอย่างผสมผสานมาใช้ประโยชน์ทั้งในการพัฒนาปัญญาประดิษฐ์และเยียวยาจิตใจของมนุษย์เองด้วย ข้อผิดพลาดทำให้มนุษย์พัฒนาขึ้น แตกต่างจากคอมพิวเตอร์ที่เมื่อพบปัญหาแล้วจะล้มเหลวลง ผู้ประพันธ์จึงเลือกนำคำว่า “Debug” มาใช้เป็นชื่อของกระบวนสุดท้าย

## 3.2.3 อรรถาธิบายบทประพันธ์ซิมโฟนิคโพเอ็ม “อปัญญาประดิษฐ์”

### 3.2.3.1 อรรถาธิบายกระบวนที่ 1 “Algorithm”

กระบวนที่ 1 ประกอบด้วยการบรรเลงวนซ้ำของช่วงของลักษณะจังหวะแบบต่างๆ ตลอดทั้งกระบวน โดยผู้ประพันธ์ได้สร้างช่วงของลักษณะจังหวะไว้ทั้งหมด 6 แบบ โดยแบ่งได้ออกเป็นสองชนิดได้แก่ ออสตินาโตจังหวะ (rhythmic ostinato) และออสตินาโตทำนอง (melodic ostinato)

1. ออสตินาโตจังหวะ (rhythmic ostinato) ผู้ประพันธ์ให้ความสำคัญที่รูปแบบของจังหวะมากกว่าระดับเสียง จึงจับกลุ่มเป็นออสตินาโตจังหวะทั้งหมด 5 แบบ เมื่อนำไปใช้ในจุดต่างๆ ของบทเพลงผู้ประพันธ์ใส่ระดับเสียงให้กับออสตินาโตจังหวะให้เข้ากับบันไดเสียงของเพลงและเสียงประสาน ณ ขณะนั้น

- 1.1 ออสตินาโตจังหวะแบบที่ 1 มีความยาวเท่ากับโน้ตเข็ตหนึ่งชั้น 2 ตัว
- 1.2 ออสตินาโตจังหวะแบบที่ 2 มีความยาวเท่ากับโน้ตเข็ตสองชั้น 2 ตัว
- 1.3 ออสตินาโตจังหวะแบบที่ 3 มีความยาวเท่ากับโน้ตเข็ตสองชั้น 3 ตัว

1.4 ออสตินาโตจังหวะแบบที่ 4 มีความยาวเท่ากับโน้ตเช็ตสองชั้น 5 ตัว

1.5 ออสตินาโตจังหวะแบบที่ 5 มีความยาวเท่ากับโน้ตเช็ตสองชั้น 3 ตัว

ตัวอย่างที่ 1 : ออสตินาโตจังหวะแบบที่ 1-5



2. ออสตินาโตทำนอง (melodic ostinato) ผู้ประพันธ์สร้างออสตินาโตทำนองขึ้น 2 แบบ เมื่อนำไปใช้ในบทเพลงจะใส่รูปแบบจังหวะแบบต่างๆ ให้กับออสตินาโตทำนองด้วย เพื่อให้เกิดเอกลักษณ์ที่มีความหลากหลายมากขึ้นของทำนอง

2.1 ออสตินาโตทำนองแบบที่ 1 ประกอบด้วยโน้ต 8 ตัว ได้แก่ F A<sup>b</sup> C B<sup>b</sup> F A<sup>b</sup> G E<sup>b</sup>

2.2 ออสตินาโตทำนองแบบที่ 2 ประกอบด้วยโน้ต 12 ตัว ได้แก่ F B<sup>b</sup> C E<sup>b</sup> F C B<sup>b</sup> G F G C G

ตัวอย่างที่ 2 : ออสตินาโตทำนองแบบที่ 1



ตัวอย่างที่ 3 : ออสตินาโตทำนองแบบที่ 2



3.2.3.1.1 ตอน A ของกระบวนที่ 1

เริ่มต้นเพลงด้วยอัตราความเร็วอยู่ที่โน้ตตัวดำเท่ากับ 128 อยู่ในอัตราจังหวะ 4/4 บันโดเสียง E<sup>b</sup> เมเจอร์ บรรเลงเป็นโหมด (mode) B<sup>b</sup> มิกโซลิดีเยน เริ่มต้นบทเพลงห้องแรกด้วยกลุ่มเครื่องสาย บรรเลงออสตินาโตจังหวะแบบต่างๆ โดยมีเครื่องหมายเน้นเสียง (articulation) แบบสั้น (staccato) และ สั้นที่สุด (staccatissimo) กำกับอยู่ทั้งหมด เมื่อบรรเลงประกอบกันทุกแนวเสียงจะเกิดเป็น ลักษณะจังหวะที่ซับซ้อนขึ้น และเกิดการสลับไปมาของมิติการกำเนิดเสียงอย่างรวดเร็ว โดยเริ่มต้นที่ ละเครื่องจนกระทั่งเต็มทั้งกลุ่มเครื่องสาย โดยเรียงลำดับจากไวโอลิน II เริ่มต้นตั้งแต่ห้องแรกของบท เพลง บรรเลงออสตินาโตจังหวะแบบที่ 1 โดยสลับกันไปมาระหว่างระดับเสียง B<sup>b</sup> และ A<sup>b</sup> วนเช่นนี้ ต่อเนื่อง ต่อมาไวโอลาเริ่มบรรเลงในห้องที่สอง บรรเลงออสตินาโตจังหวะแบบที่ 2 เป็นชั้นคู่ E<sup>b</sup>, B<sup>b</sup> สลับกับ B<sup>b</sup>, F วนเช่นนี้ต่อเนื่อง ในห้องที่ 5 ไวโอลิน I บรรเลงออสตินาโตจังหวะแบบที่ 3

ประกอบด้วยระดับเสียง A<sup>b</sup> และ F วนเช่นนี้ต่อเนื่อง ในห้องที่ 6 เชลโล โอโบ และบาสซูนบรรเลง ออสตินาโตจังหวะแบบที่ 4 ในระดับเสียง B<sup>b</sup>

ตัวอย่างที่ 4 : ออสตินาโตจังหวะช่วงต้นเพลง [ห้องที่ 1-7]

จากนั้นในห้องที่ 8 ฟลูตและคลาริเน็ตเริ่มบรรเลงออสตินาโตทำนองแบบที่ 1 ประกอบด้วย โน้ต F A<sup>b</sup> C B<sup>b</sup> F A<sup>b</sup> G E<sup>b</sup> โดยแต่ละโน้ตมีความยาว 6 จังหวะ บรรเลงเป็นลักษณะแคนนอน (canon) เหลื่อมกัน 2 ห้อง ระหว่างฟลูตและคลาริเน็ตเพื่อให้เกิดการสอดประสานของทำนองขึ้น ช่วยสร้างความรู้สึกถึงความซับซ้อนของระบบการทำงานของคอมพิวเตอร์

ตัวอย่างที่ 5 : ออสตินาโตทำนองแบบที่ 1 บรรเลงโดยฟลูตและคลาริเน็ต [ห้องที่ 8-19]

ห้องที่ 20 ทริมเป็ต I และ II บรรเลง ออสตินาโตจังหวะแบบที่ 5 ด้วยการเน้นเสียงแบบสั้นที่สุด (staccatissimo) เป็นโน้ตเชบ็ตสองชั้น 2 จังหวะและหยุด 1 จังหวะ โดยบรรเลงเหลื่อมกัน ระหว่าง ทริมเป็ต I และ ทริมเป็ต II เพื่อสร้างความซับซ้อนของจังหวะให้มากขึ้น ผู้ประพันธ์ต้องการแสดงถึงความสามารถของคอมพิวเตอร์ที่สามารถทำงานหลายรายการในขณะเดียวกันได้สอดคล้องกัน อย่างสมบูรณ์แบบ กลุ่มเครื่องลมทองเหลืองเสียงต่ำบรรเลง ออสตินาโตทำนองแบบที่ 1 โดยนำ

ทำนองมาแยกให้ขาดจากกันและบรรเลงลึกลับกับดับเบิลเบสและโครทาลส์ (crotales) จากนั้นค่อยๆ ลดค่าน็อตให้จังหวะมีความถี่มากขึ้นทีละนิดโดยเริ่มจากโน้ตตัวดำ 2 จังหวะ โน้ตตัวดำ 3 จังหวะ โน้ตตัวดำ 4 จังหวะ โน้ตสามพยางค์สองจังหวะ โน้ตเข้บ็ดหนึ่งชั้น และ โน้ตสามพยางค์หนึ่งจังหวะในท้ายที่สุดก่อนส่งเข้าการเปลี่ยนบทบาทเครื่องดนตรีดำเนินออสตินาโตจังหวะ

**ตัวอย่างที่ 6 :** ออสตินาโตจังหวะแบบที่ 5 บรรเลงโดย ทรัมเป็ต I, II และกลุ่มเครื่องลมทองเหลืองเสียงต่ำบรรเลงออสตินาโตทำนองแบบที่ 1 [ห้องที่ 20-31]

Musical score for Example 6, measures 20-31. The score is in 4/4 time and features a brass section (Trumpets, Trombones, Bass Trombone, and Tuba) and a woodwind section (Trumpets, Trombones, Bass Trombone, and Tuba). The brass instruments play a rhythmic pattern of eighth notes, while the woodwinds play a melodic line. Dynamics range from mp to ff.

ห้องที่ 32 ย้ายการดำเนินออสตินาโตจังหวะทั้งหมดจากการบรรเลงด้วยเครื่องสาย เครื่องลมไม้ และเครื่องลมทองเหลือง มาเป็นการบรรเลงด้วยซินธิไซเซอร์เพื่อเปลี่ยนสีของเสียงโดยทันที คงไว้เพียงออสตินาโตทำนองที่ดำเนินโดยฟลูตและคลาริเน็ตเท่านั้นที่ยังดำเนินต่อไปเท่านั้น

**ตัวอย่างที่ 7 :** การบรรเลงออสตินาโตจังหวะของซินธิไซเซอร์ [ห้องที่ 32-36]

Musical score for Example 7, measures 32-36. The score is in 4/4 time and features a synthesizer section (Synthesizer II, III, IV, V, VI, VII, VIII). The synthesizers play a rhythmic pattern of eighth notes, while Synthesizer VII and VIII play a melodic line. Dynamics range from mf to ff.

ห้องที่ 37 ทรัมเปิดกลับมาบรรเลงออสตินาโตจังหวะแบบที่ 5 อีกครั้ง แต่ครั้งนี้เพิ่มการใส่สเตรทมิวท์ (straight mute) และมีทรอมโบนบรรเลงด้วย

ตัวอย่างที่ 8 : ทรัมเปิดและทรอมโบนบรรเลงออสตินาโตแบบที่ 5 [ห้องที่ 37-48]

Musical score for Example 8, measures 37-48. The score is for a brass section including Trumpet in Bb I, Trumpet in Bb II, Trombone I, Trombone II, Tpt. I, Tpt. II, Tbn. I, and Tbn. II. The music features a rhythmic pattern with dynamic markings such as *con sord.* and *mp*.

ในห้องที่ 46 ซินธิไซเซอร์ ฟลูต และปิคโคโล บรรเลงออสตินาโตทำนองแบบที่ 2 ประกอบด้วยโน้ต F B<sup>b</sup> C E<sup>b</sup> F C B<sup>b</sup> G F B<sup>b</sup> C G มีความยาว 1 ห้อง โดยสลับระหว่างซินธิไซเซอร์กับ ฟลูต และปิคโคโลอย่างต่อเนื่อง

ตัวอย่างที่ 9 : ซินธิไซเซอร์ ฟลูต และปิคโคโลบรรเลงออสตินาโตทำนองแบบที่ 2 ตอบโต้กัน [ห้องที่ 46-49]

Musical score for Example 9, measures 46-49. The score is for Piccolo, Flute II, and Synthesizer I. The music features a rhythmic pattern with dynamic markings such as *f*.

นอกจากนั้นเพิ่มการดำเนินออสตินาโตจังหวะด้วยเครื่องลมไม้โดยประกอบด้วย โอโบ I บรรเลงออสตินาโตจังหวะแบบที่ 3 ระดับเสียง A<sup>b</sup> และ F โอโบ II บรรเลงออสตินาโตจังหวะแบบที่ 1 ระดับเสียง B<sup>b</sup> และ A<sup>b</sup> คลาริเน็ต I และ 2 บรรเลงออสตินาโตจังหวะแบบที่ 2 ระดับเสียง B<sup>b</sup> สลับกับ F และ E<sup>b</sup> สลับกับ E<sup>b</sup>

ตัวอย่างที่ 10 : กลุ่มเครื่องลมไม้บรรเลงออสตินาโตจังหวะแบบต่างๆ [ห้องที่ 46-50]

Musical score for Example 10, measures 46-50. The score is for Oboe I, Oboe II, Clarinet in Bb I, and Clarinet in Bb II. The music features a rhythmic pattern with dynamic markings such as *p*.



ฮอร์น ทูบา และดับเบิลเบส บรรเลงออสตินาโตทำนองที่มีการปรับเปลี่ยนระดับเสียงไปเล็กน้อย แต่ยังคงความยาวโน้ตเดิมไว้โดยยาวโน้ตละ 6 จังหวะเท่าเดิม

**ตัวอย่างที่ 11 : ฮอร์น, ทูบา และดับเบิลเบสบรรเลงออสตินาโตทำนอง [ห้อง 46-54]**

ห้องที่ 60 ออสตินาโตทำนองแบบที่ 2 ถูกนำเสนออีกครั้ง บรรเลงโดยโอโบและซินธิไซเซอร์ สลับกับ คลาริเน็ตและโครทาลีส

**ตัวอย่างที่ 12 : โอโบ และซินธิไซเซอร์บรรเลงออสตินาโตทำนองแบบที่ 2 สลับกัน [ห้องที่ 60-64]**

ไวโอลิน วิโอลา และบาสซูน บรรเลงออสตินาโตทำนองแบบที่ 2 เช่นกัน แต่ถูกทำการขยายค่าโน้ตออก (augmentation) โดยมีค่าโน้ตเท่ากับโน้ตตัวดำ

**ตัวอย่างที่ 13 : ไวโอลิน วิโอลา และบาสซูน บรรเลงออสตินาโตทำนองแบบที่ 2 ที่ถูกทำการขยายค่าโน้ตออก (augmentation) เป็น 4 เท่าจากเดิม [ห้องที่ 60-66]**

ห้องที่ 68 กลุ่มเครื่องลมทองเหลืองบรรเลงออสตินาโตทำนองแบบที่ 2 ที่ถูกนำมาขยายจังหวะออก (augmentation) ทรัมเป็ตและฮอร์นมีค่าโน้ตเท่ากับโน้ตตัวดำโดยบรรเลงเหลื่อมกัน

ฮอร์นจะเริ่มบรรเลงช้ากว่าทรัมเป็ต 2 จังหวะ ส่วนทรอมโบนมีค่านोटเป็นโน้ตตัวขาวและจะเริ่มต้นช้ากว่าฮอร์นอีก 2 จังหวะ

**ตัวอย่างที่ 14 :** ทรัมเป็ต ฮอร์น และทรอมโบน บรรเลงออสตินาโตทำนองแบบที่ 2 ที่ถูกนำมาขยายจังหวะออก (augmentation) [ห้องที่ 68-75]

ในขณะเดียวกันนั้นกลุ่มเครื่องสายบรรเลงประกอบด้วยออสตินาโตทำนองแบบที่ 2 ที่ถูกนำมาเปลี่ยนค่านोटเป็นสามพยางค์สองจังหวะ และค่อยๆ เพิ่มความถี่ของจังหวะมากขึ้นทีละน้อย โดยเพิ่มขึ้นดังนี้ สามพยางค์สองจังหวะ เขบีตหนึ่งชั้น สามพยางค์หนึ่งจังหวะ และท้ายที่สุดเป็นเขบีตสองชั้นในห้องที่ 75 เพื่อเพิ่มความเข้มข้นของเสียงก่อนส่งเข้าตอน B ของกระบวน

**ตัวอย่างที่ 15 :** ออสตินาโตทำนองแบบที่ 2 ถูกนำมาเปลี่ยนค่านोटให้ถี่ขึ้นโดยกลุ่มเครื่องสาย [ห้องที่ 68-75]

### 3.2.3.1.2 ตอน B ของกระบวนที่ 1

ตอน B เริ่มต้นในห้องที่ 76 มีการเปลี่ยนจังหวะให้เร็วขึ้นโดยใช้เทคนิคการเปลี่ยนอัตราจังหวะ (metric modulation) โดยผู้ประพันธ์ต้องการคงความถี่ของจังหวะเขบีตสองชั้นในห้องที่ 75 ไว้แต่เปลี่ยนชีพจรจังหวะ (pulse) ของเพลงไปเป็นสามพยางค์แทน จึงเพิ่มอัตราความเร็วเป็นโน้ตตัวดำเท่ากับ 170 และย้ายศูนย์กลางเสียงเป็น G ไมเนอร์

ตัวอย่างที่ 16 : การเปลี่ยนอัตราจังหวะ (metric modulation) ในตอน B [ห้องที่ 74-79]

The image shows a musical score for five instruments: Violin I, Violin II, Viola, Violoncello, and Contrabass. The score is in 4/4 time until measure 75, where it changes to 3/4 time. The tempo is marked as quarter note = 128, and the new tempo is marked as quarter note = 170. The dynamics are marked as ff. The score is in G major and consists of measures 74-79.

ซินธิไซเซอร์ บรรเลงออสตินาโตจังหวะแบบต่างๆ ที่ถูกขยายจังหวะออก (augmentation) โดยเพิ่มค่าเป็นสองเท่าจากเดิมดังนี้ ซินธิไซเซอร์ II บรรเลงออสตินาโตจังหวะแบบที่ 1 มีความยาวเท่ากับโน้ตเช็ทหนึ่งชั้น 2 ตัว ระดับเสียง D และ C สลับกันไปมา ซินธิไซเซอร์ III บรรเลง ออสตินาโตจังหวะแบบที่ 3 มีความยาวเท่ากับโน้ตเช็ทหนึ่งชั้น 3 ตัว โดยมีจังหวะหยุดตรงกลาง 1 ตัว และโน้ตตัวแรกและตัวสุดท้ายอยู่ระดับเสียง G เช่นเดียวกันแต่สลับอีกเทพกันไปมา ซินธิไซเซอร์ IV และ V บรรเลง ออสตินาโตจังหวะแบบที่ 2 มีความยาวเท่ากับโน้ตเช็ทหนึ่งชั้น 2 ตัว ในระดับเสียง G สลับกับ D และ D สลับกับ A ซินธิไซเซอร์ VI บรรเลง ออสตินาโตจังหวะแบบที่ 4 มีความยาวเท่ากับโน้ตเช็ทหนึ่งชั้น 5 ตัว โดยบรรเลงแค่จังหวะที่ 1 และ 3 เป็นระดับเสียง D

ตัวอย่างที่ 17 : ซินธิไซเซอร์บรรเลงออสตินาโตจังหวะที่ถูกขยายจังหวะออก (augmentation) ช่วงต้นของตอน B ในกระบวนที่ 1 [ห้องที่ 76-81]

The image shows a musical score for five synthesizers: Synthesizer II, III, IV, V, and VI. The score is in 4/4 time and consists of measures 76-81. The score shows a polyrhythmic pattern with various note values and rests. The dynamics are marked as ff.

ในตอน B ผู้ประพันธ์พยายามสร้างการขัดกันของจังหวะแบบโพลีริธึม (polyrhythm) โดยแบ่งเป็นสอง กลุ่มเครื่องเสียงสูงประกอบด้วย ปิคโคโล ฟลูต โอโบ คลาริเน็ต ไวโอลิน วิโอลา และเชลโล บรรเลงเป็นส่วนโน้ตแบบสามพยางค์ ส่วนกลุ่มเครื่องเสียงต่ำประกอบด้วย บาสซูน ทูบา ดับเบิล เบส และเพอร์คัชชันบรรเลงเป็นส่วนโน้ตแบบสองพยางค์

ตัวอย่างที่ 18 : การบรรเลงจังหวะขัด (polyrhythm) ห้องที่ [80-83]

Musical score for Example 18, measures 80-83. The score is for a full orchestra and includes parts for Clarinet in B♭ I & II, Bassoon I, Tuba, Percussion (Snare and Bass Drum), Violin I & II, Viola, Violoncello, and Contrabass. The music features a complex polyrhythmic pattern with triplets and a steady drum accompaniment.

ในข้อที่ 88 เซลโล และฮอร์น บรรเลงเป็นยูนิซัน (unison) โดยนำเสนอทำนองใหม่ที่สร้างจากบันไดเสียง 8 เสียง (octatonic scale) เพื่อสร้างความรู้สึกลึกลับและทรงพลังของปัญญาประดิษฐ์

ตัวอย่างที่ 19 : การนำเสนอทำนองใหม่บนบันไดเสียง 8 เสียง (octatonic scale) [ห้องที่ 88-95]

Musical score for Example 19, measures 88-95. The score is for a full orchestra and includes parts for Horn in F I & II, Viola, Violoncello, Horn in F I & II, and Viola. The music features a new melodic line based on an octatonic scale, played in unison by the horns and strings.

3.2.3.1.3 การย้อนความต่อน A ของกระบวนที่ 1

ในข้อที่ 108 เปลี่ยนศูนย์กลางกลับเป็นศูนย์กลางเสียงดั้งเดิมของตอน A และปรับอัตราความเร็วกลับมาเท่าเดิมที่โน้ตตัวดำเท่ากับ 128 ไวโอลิน 1 เริ่มบรรเลง ออสตินาโดจังหวะแบบที่ 1

ตามด้วย ไวโอลิน 2 บรรเลงออสตินาโตจังหวะแบบที่ 3 วิโอลาบรรเลงออสตินาโตจังหวะแบบที่ 2 และเชลโลบรรเลงออสตินาโตจังหวะแบบที่ 4

**ตัวอย่างที่ 20 :** การกลับมาของศูนย์กลางเสียงและจังหวะเพลงในตอน A' [ห้องที่ 108-114]

Violin I  
Violin II  
Viola

108  $\text{♩} = 128$   
*p* *mp* *mp*

ในห้องที่ 115 กลุ่มเครื่องลมทองเหลืองบรรเลงออสตินาโตจังหวะ โดยนำเอาออสตินาโตจังหวะแบบต่างๆ ที่เคยบรรเลงมาในช่วงต้นเพลงมาผสมผสานและค่อยๆ พัฒนาไป เริ่มจากทริ้มเปิดบรรเลงเป็นออสตินาโตจังหวะแบบที่ 1 ที่ขยายเพิ่มจังหวะเป็น 2 เท่า (augmentation) จากนั้นเครื่องดนตรีอื่นๆ ในกลุ่มเครื่องลมทองเหลืองค่อยๆ บรรเลงร่วมกันจนครบทั้งกลุ่ม

**ตัวอย่างที่ 21 :** การพัฒนาออสตินาโตจังหวะของกลุ่มเครื่องลมทองเหลืองในช่วงการย้อนความตอน A กระบวนที่ 1 [ห้องที่ 115-145]

Trumpet in B $\flat$  I  
Trumpet in B $\flat$  II  
Horn in F I  
Horn in F II  
Trumpet in B $\flat$  I  
Trumpet in B $\flat$  II

115 *pp* *p* *pp* *p*  
124 *f* *f* *f* *f*

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

The image displays two staves of musical notation for a brass ensemble. The first staff, labeled '131', includes parts for Horn in F I, Horn in F II, Trumpet in B♭ I, Trumpet in B♭ II, Trombone I, and Trombone II. The second staff, labeled '141', includes parts for Horn in F I, Horn in F II, Trumpet in B♭ I, Trumpet in B♭ II, Trombone I, Trombone II, and Tuba. Both staves show complex rhythmic patterns with many slurs and accents, indicating a technically demanding piece. A large watermark is visible in the background of the second staff.

ห้องที่ 147 ช่วงท้ายของเพลงผู้ประพันธ์พยายามสร้างให้เกิดบรรยากาศคล้ายกับการขาดหายหรือบกพร่องของสัญญาณทางคอมพิวเตอร์ (glitch) จึงสร้างให้มีการหยุดบรรเลงสลับกับบรรเลง โดยให้โอโบ บาสซูน เครื่องลมทองเหลือง และกลุ่มเพอร์คัชชันบรรเลง 2 โน้ตสุดท้ายของห้องที่ 147 วนซ้ำ แล้วค่อยๆ เพิ่มจังหวะหยุดที่เป็นเซบ็ตสองชั้นขึ้นขึ้นทีละ 1 ตัว โดยเริ่มจากเซบ็ตสองชั้น 5 ตัวไปจนถึง 10 ตัว

ตัวอย่างที่ 22 : การเพิ่มจังหวะหยุดเพื่อสร้างบรรยากาศคล้ายการบกพร่องของสัญญาณทางคอมพิวเตอร์ (glitch) [ห้องที่ 147-152]

ในขณะเดียวกันกลุ่มเครื่องเครื่องสาย ใช้วิธีการตัดแต่งออสตินาโตจังหวะที่ดำเนินอยู่ออกทีละนิดโดยเริ่มจากตัดเป็นจังหวะเท่ากับเบสสองชั้น 2 ตัว ไปจนถึง 6 ตัว และเพิ่มจังหวะที่เล่นจาก 2 ตัว ไปจนถึง 4 ตัว ก่อนบรรเลงเป็นปกติในสองจังหวะสุดท้ายก่อนจะจบเพลง

ตัวอย่างที่ 23 : การตัดแต่งออสตินาโตจังหวะในกลุ่มเครื่องสาย [ห้องที่ 146-152]

### 3.2.3.2 อรรถาธิบายกระบวนการที่ 2 “Heuristic”

#### 3.2.3.2.1 ตอนเกริ่นนำของกระบวนการที่ 2

เริ่มต้นเพลงด้วยอัตราความเร็วอยู่ที่โน้ตตัวดำเท่ากับ 94 อัตราจังหวะ 4/4 ศูนย์กกลางเสียง B<sup>b</sup> เมเจอร์ ในห้องที่ 1-14 เครื่องสายบรรเลงเป็นคู่สองเมเจอร์โดยมีจังหวะที่ถี่มากขึ้นทีละน้อยก่อนเข้าสู่ตอน A ของกระบวนการ

ตัวอย่างที่ 24 : กลุ่มเครื่องสายบรรเลงจังหวะถี่มากขึ้นทีละน้อย [ห้องที่ 1-14]

3.2.3.2.2 ตอน A ของกระบวนที่ 2

ในห้องที่ 15 เริ่มต้น A ด้วยกลุ่มเครื่องลมทองเหลืองนำเสนอทำนองที่สร้างจากชุดโน้ตฮาร์โมนิก (harmonic series) ทั้งขาขึ้นและขาลงโดยพัฒนาส่งต่อกันไปมาระหว่างทรัมเป็ต ฮอรั่น และทรอมโบน ผู้ประพันธ์เลือกนำโน้ตจากโอเวอร์โทน (overtone) จากชุดฮาร์โมนิก มาสร้างทำนอง เพราะต้องการใช้เป็นตัวแทนของความเป็นจริงตามธรรมชาติ ที่ตรงกันข้ามกับคอมพิวเตอร์ นำเสนอแนวคิดของการพยายามควบคุมธรรมชาติของมนุษย์ด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ตัวอย่างที่ 25 : กลุ่มเครื่องลมทองเหลืองบรรเลงทำนองที่สร้างจากชุดโน้ตฮาร์โมนิก (harmonic series) [ห้องที่ 23-28]

ในขณะเดียวกันซินธิไซเซอร์และกลุ่มเครื่องสายบรรเลงคลอด้วยจังหวะขัดแบบโพลีริธึม (polyrhythm) โดยในกลุ่มเครื่องสายใช้วิธีการบันทึกโน้ตพิเศษแบบกล่อง (box notation) เพื่อให้เกิดจังหวะที่หลากหลายจากการบรรเลงของผู้บรรเลงของแต่ละคนอย่างอิสระตามธรรมชาติ โดย



พยายามใช้การแบ่งย่อยจังหวะที่มีจำนวนพยางค์เป็นเลขคี่เพื่อสร้างให้เกิดความรู้สึกไม่ลงตัว ซึ่งขัดแย้งกับธรรมชาติของคอมพิวเตอร์

ตัวอย่างที่ 26 : กลุ่มเครื่องสายบรรเลงอิสระด้วยเทคนิคการบันทึกโน้ตแบบกล่อง (box notation) [ห้องที่ 47-50]

The musical score for measures 47-50 features five staves: Violin I, Violin II, Viola, Violoncello, and Contrabass. The key signature is two flats (B-flat and E-flat) and the time signature is 4/4. The music is marked *mp*. Box notation is used to highlight specific rhythmic groups: a 9-measure triplet in Violin I, a 7-measure triplet in Violin II, a 5-measure triplet in Viola, and a 3-measure triplet in Violoncello. The Contrabass part consists of sustained chords.

ขณะเดียวกันซินธิไซเซอร์บรรเลงคลอเป็นคู่ 2 เมเจอร์ ประกอบด้วยโน้ต C-D และ F-G ในลักษณะจังหวะที่ขัดกันแบบโพลีริทึม (polyrhythm) ผู้ประพันธ์พยายามใช้ส่วนโน้ตที่คละกันระหว่างโน้ตสองพยางค์ (duplet) และสามพยางค์ (triplet)

ตัวอย่างที่ 27 : ซินธิไซเซอร์บรรเลงเป็นออสตินาโตในจังหวะโพลีริทึม (polyrhythm) [ห้องที่ 15-18]

The musical score for measures 15-18 features four staves labeled Synthesizer I, II, III, and IV. The key signature is two flats and the time signature is 4/4. The music is marked *mf*. Synthesizer I plays a steady eighth-note pattern. Synthesizer II and III play eighth-note patterns with triplet markings. Synthesizer IV plays a pattern of quarter notes with triplet markings.

กลุ่มเครื่องลมไม้บรรเลงเป็นรูปแบบวนซ้ำที่สร้างขึ้นจากส่วนโน้ตแบบต่างๆ ผู้ประพันธ์พยายามใช้ส่วนโน้ตที่มีจำนวนพยางค์เป็นเลขคี่เพื่อให้เกิดผลลัพธ์เช่นเดียวกับตัวอย่างที่ 31 ประกอบด้วยฟลูตและปิคโคโลบรรเลงโน้ตเก้าพยางค์สองจังหวะสองชุดต่อเนื่องกัน โอโบและบาสซูนบรรเลงห้าพยางค์สองจังหวะ

ตัวอย่างที่ 28 : กลุ่มเครื่องลมไม้บรรเลงคลอด้วยลักษณะจังหวะที่มีจำนวนพยางค์เป็นเลขคี่ [ห้องที่ 22-27]

Musical score for woodwinds (Flute I, Piccolo, Oboe I, Oboe II, Clarinet in Bb I, Clarinet in Bb II, Bassoon I, Bassoon II) showing a rhythmic pattern with odd-numbered syllables per measure. The score includes dynamic markings such as *p*, *f*, and *pp*.

ห้องที่ 51 เปลี่ยนอัตราจังหวะเป็น 12/8 พร้อมทั้งเปลี่ยนความเร็วเป็นตัวดำประจูดเท่ากับ 64 เป็นช่วงเชื่อมไปสู่ตอน B ด้วยเทคนิคการเปลี่ยนอัตราจังหวะ (metric modulation) เตรียมพร้อมก่อนเข้าสู่ตอน B ของกระบวนที่ 2

ตัวอย่างที่ 29 : การเปลี่ยนอัตราจังหวะ (metric modulation) ก่อนเข้าสู่ตอน B ของกระบวนที่สอง [ห้องที่ 49-55]

Musical score for a full orchestra (Flute I, Flute II, Oboe I, Oboe II, Clarinet in Bb I, Clarinet in Bb II, Bassoon I, Bassoon II, Timpani, Violin I, Violin II, Viola, Violoncello, Contrabass) showing a metric modulation from 12/8 to 4/4. The score includes tempo markings such as  $\text{♩} = 64$  and  $\text{♩} = \text{♩}$ , and dynamic markings such as *p*, *f*, and *pp*.

### 3.2.3.2.3 ตอน B ของกระบวนที่ 2

ห้องที่ 54 เปลี่ยนอัตราจังหวะเป็น 4/4 ด้วยการเปลี่ยนอัตราจังหวะ (metric modulation) โดยเทียบตัวดำประจูดเท่ากับตัวดำ โดยมีความเร็วเท่ากับ 64 เช่นเดิม และเปลี่ยนศูนย์กลางเสียงเป็น Eb เมเจอร์ ในตอน B นำเสนอทำนองใหม่ที่สร้างจากการนำโน้ต 4 ตัวแรกของออสตินาโตทำนองแบบ

ที่ 2 จากกระบวนแรกของบทเพลง ได้แก่ B $\flat$  E $\flat$  F A $\flat$  มาพัฒนาต่อเป็นทำนองใหม่ในลีลาของการสอดประสานกันระหว่างฟลูต คลาริเน็ต โอโบ และบาสซูน โดยมีการพัฒนาทำนองที่คล้ายกับการด้นสด (improvisation) เพื่อให้ผู้ฟังเกิดความรู้สึกถึงความเป็นธรรมชาติของทำนอง

**ตัวอย่างที่ 30** : นำเสนอทำนองใหม่ในลีลาของการสอดประสานของกลุ่มเครื่องลมไม้ [ห้องที่ 49-55]

Musical score for Flute I, Clarinet in B $\flat$  I, and Bassoon I, measures 54-58. The score is in 4/4 time with a tempo of 64. It features a polyrhythmic texture with triplets and accents.

ขณะเดียวกันไวโอลิน 2 วิโอลา และเชลโลบรรเลงคลอด้วยจังหวะขัดโพลีริธึม (polyrhythm) โดยไวโอลินบรรเลงโน้ตตัวดำเป็นจังหวะพื้น วิโอลาบรรเลงโน้ตเจ็ดพยางค์สี่จังหวะ และเชลโลบรรเลงสามพยางค์หนึ่งจังหวะ

**ตัวอย่างที่ 31** : กลุ่มเครื่องสายบรรเลงคลอด้วยลักษณะจังหวะขัดในตอน B ของกระบวนที่ 2 [ห้องที่ 54-58]

Musical score for Violin I, Violin II, Viola, Violoncello, and Contrabass, measures 54-58. The score is in 4/4 time with a tempo of 64. It features a polyrhythmic texture with triplets and accents.

ห้องที่ 70 เปลี่ยนจังหวะเร็วขึ้นอย่างฉับพลันเป็นอัตราความเร็วตัวดำเท่ากับ 188 ซินธิไซเซอร์บรรเลงคลอเป็นคอร์ดแตก (arpeggio) ประกอบด้วยโน้ต C G F C ที่นำมากระจายให้กับซินธิไซเซอร์ทั้ง 8 บรรเลงสลับกัน โดยผู้ประพันธ์ใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวช่วยในการสุ่ม (random) เพื่อทำให้เกิดเสียงที่มีมิติซ้ำขวาสลับกันเป็นสุ่มอย่างรวดเร็ว

ตัวอย่างที่ 32 : กลุ่มซินธิไซเซอร์บรรเลงคลอเป็นคอร์ดแตก (arpeggio) [ห้องที่ 70-74]

Musical score for Synthesizer I-VIII, measures 70-74. The score shows arpeggiated chords for eight synthesizers. The tempo is marked as 188. The dynamics are marked as mp (mezzo-piano).

ห้องที่ 71 กลุ่มเครื่องลมทองเหลืองนำเสนอโมทีฟจังหวะแบบใหม่ โดยมีการยืดขยายความยาวโมทีฟจังหวะ (augmentation) ที่ต่างกันระหว่างฮอร์น ทรัมเป็ต ทรอมโบน และทูบา

ตัวอย่างที่ 33 : กลุ่มเครื่องลมทองเหลืองนำเสนอโมทีฟจังหวะที่มีความยาวต่างกัน [ห้องที่ 78-83]

Musical score for Horn in F I, Trumpet in Bb I, Trumpet in Bb II, Trombone I, Trombone II, and Tuba, measures 78-83. The score shows different rhythmic patterns for each instrument. The dynamics are marked as f (forte).

3.2.3.2.4 การย่นความตอน A ของกระบวนที่ 2

ห้องที่ 118 นำทำนองที่สร้างจากชุดโน้ตฮาร์โมนิก (harmonic series) ในตอน A ของกระบวนกลับมาอีกครั้งโดยในครั้งนี้มีความเข้มข้นของเสียงมากขึ้นจากความดัง (dynamic) และการบรรเลงคลอของเครื่องลมไม้ที่ซับซ้อนมากขึ้นด้วยจังหวะที่มีจำนวนพยางค์หลากหลายมากขึ้น

ตัวอย่างที่ 34 : กลุ่มเรื่องลมทองเหลืองบรรเลงทำนองชุดโน้ตฮาร์โมนิก (harmonic series) [ห้องที่ 124-130]

Musical score for Example 34, measures 124-130. The score is for a brass section: Horn in F I, Horn in F II, Trumpet in Bb I, Trumpet in Bb II, Trombone I, and Trombone II. The key signature is two flats (Bb) and the time signature is 4/4. The music features a harmonic series starting on a low note, with dynamics ranging from *ff* to *mp*.

ตัวอย่างที่ 35 : กลุ่มเรื่องลมไม้บรรเลงคลอเป็นจังหวะห้าพยางค์ หกพยางค์ และเจ็ดพยางค์ [ห้องที่ 118-123]

Musical score for Example 35, measures 118-123. The score is for a woodwind section: Flute I, Flute II, Oboe I, Oboe II, Clarinet in Bb I, Clarinet in Bb II, Bassoon I, and Bassoon II. The key signature is two flats (Bb) and the time signature is 4/4. The music features rhythmic patterns of five, six, and seven notes, with dynamics ranging from *p* to *ff*.

ห้องที่ 150 ผู้ประพันธ์ต้องการให้เกิดบรรยากาศของการค่อยๆ ขาดหายไปของสัญญาณไฟฟ้า จึงให้ซินธิไซเซอร์ที่บรรเลงคอร์ดแตกค่อยๆ เกิดการขาดหายไปของจังหวะจึงเพิ่มจังหวะหยุดลงทีละน้อยจนจบกระบวน

ตัวอย่างที่ 36 : การเพิ่มจังหวะหยุดให้ซินธิไซเซอร์ที่บรรเลงเป็นคอร์ดแตก [ห้องที่ 151-155]

The image shows a musical score for eight synthesizers (I through VIII) across measures 151 to 155. The score is written in 4/4 time and features a variety of rhythmic patterns, including eighth and sixteenth notes, and rests. The synthesizers are arranged in a vertical stack, with Synthesizer I at the top and Synthesizer VIII at the bottom. The notation includes stems, beams, and note heads, with some notes being beamed together. The score is presented in a clean, professional layout with a white background and black notation.

### 3.2.3.3 อรรถาธิบายกระบวนที่ 3 “Debug”

#### 3.2.3.3.1 ตอน A ของกระบวนที่ 3

กระบวนที่ 3 เริ่มต้นด้วยอัตราความเร็วตัวดำเท่ากับ 157 อยู่ในอัตราจังหวะ 4/4 บันไดเสียง C เมเจอร์ บรรเลงเป็นโมด E ฟริเจียน เริ่มต้นบทเพลงด้วยกลุ่มเครื่องลมไม้บรรเลงวนซ้ำของช่วงของทำนองที่เป็นการไล่ลงของบันไดเสียงโมด E ฟริเจียน ประกอบด้วยโน้ต E D C B A G F E โดยในแต่ละแนวเสียงมีลักษณะจังหวะที่แตกต่างกัน ผู้ประพันธ์ต้องการให้เกิดบรรยากาศที่คล้ายการทำงานของคอมพิวเตอร์ที่มีการทำงานหลายอย่างในขณะเดียวกันได้อย่างสอดคล้องลงตัว จึงมีการเชื่อมกันของจังหวะโดยยืดขยายความยาวช่วงทำนองให้แตกต่างกันในแต่ละแนวเสียงด้วยดังนี้ ฟลูต I ไวโอลิน 1 และซินธิไซเซอร์ I บรรเลงเป็นเข็บบีสองชั้นความยาว 6 ห้อง ฟลูต II บรรเลงเป็นเข็บบีสองชั้นความยาว 5 ห้อง โอโบ I บรรเลงเป็นสามพยางค์สี่จังหวะความยาว 5 ห้อง โอโบ II บรรเลงเป็นสามพยางค์สองจังหวะความยาว 5 ห้อง คลาริเน็ต I บรรเลงเป็นสามพยางค์หนึ่งจังหวะความยาว 4 ห้อง คลาริเน็ต II และไวโอลา บรรเลงเป็นเข็บบีหนึ่งชั้นความยาว 5 ห้อง บาสซูน I และ II บรรเลงเป็นเข็บบีหนึ่งชั้นความยาว 6 ห้อง ไวโอลิน 1 บรรเลงเป็นเข็บบีสองชั้นความยาว 6 ห้อง ไวโอลิน 2 บรรเลงเป็นสามพยางค์หนึ่งจังหวะความยาว 5 ห้อง วิโอลาบรรเลงเป็นเข็บบีหนึ่งชั้นความยาว 5 ห้อง เซลโลบรรเลงเป็นสามพยางค์สองจังหวะความยาว 4 ห้อง ดับเบิลเบสบรรเลงเป็นตัวดำความยาว 6 ห้อง ซินธิไซเซอร์ I และ II บรรเลงเป็นเข็บบีสองชั้นความยาว 6 ห้อง ซินธิไซเซอร์ III และ IV บรรเลงเป็นสามพยางค์หนึ่งจังหวะความยาว 4 ห้อง ซินธิไซเซอร์ V บรรเลงเป็นเข็บบีหนึ่งชั้นความยาว 5 ห้อง

ตัวอย่างที่ 37 : การบรรเลงวนซ้ำของช่วงทำนองบันไดเสียงโมด E ปริเจียนขาลงในลักษณะ  
จังหวะและความยาวห้องต่างๆ [ห้องที่ 7-15]

ห้องที่ 31 ฮอรั่นและทรอมโบนำเสนอทำนองใหม่ที่สร้างขึ้นมาจากการเล่นนำโน้ต 4 ตัวแรก  
จากออสตินาโตทำนองของกระบวนที่ 1 ประกอบด้วยระดับเสียง E G B A นำกลับมาใช้อีกครั้งเพื่อ  
สร้างทำนองใหม่

ตัวอย่างที่ 38 : ฮอรั่นและทรอมโบนำเสนอทำนอง ในตอน A ของกระบวนที่ 3 [ห้องที่ 32-38]

ห้องที่ 39 เครื่องลมทองเหลืองบรรเลงเสียงสูงสลับต่ำที่ได้รับแรงบันดาลใจจากการประพันธ์  
เชิงสัญลักษณ์ (symbolism) โดยผู้ประพันธ์นำชุดรหัสไบนารี (binary code) ที่ประกอบด้วยเลข 0  
และ 1 มาใช้แทนเสียงสูงและต่ำ โดยเลข 0 แทนเสียงต่ำ และเลข 1 แทนเสียงสูง ในประโยคนี้นเมื่อนำ  
การบรรเลงของเครื่องลมทองเหลืองมาเรียงแล้วจะได้ “ต่ำ-สูง สูง-ต่ำ ต่ำ-ต่ำ ต่ำ-สูง” แปลงเป็น  
ตัวเลขแล้วจะได้ 01100001 แปลงเป็นตัวอักษรได้ “a” ในรหัสไบนารี และ “ต่ำ-สูง สูง-ต่ำ สูง-ต่ำ ต่ำ-

สูง” แปลงเป็นตัวเลขแล้วจะได้ 01101001 แปลงเป็นตัวอักษรได้ “i” เมื่อนำมาต่อกันรวมกันเป็นคำว่า “ai” ซึ่งเป็นตัวย่อของคำว่าปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligence)

ตัวอย่างที่ 39 : กลุ่มเครื่องลมทองเหลืองบรรเลงชุดรหัสไบนารีแทนด้วยเสียงสูงต่ำ [ห้องที่ 39-44]

ห้องที่ 51 กลองทอมบรรเลงเสียงสูงสลับต่ำที่เป็นรหัสเช่นเดียวกับตัวอย่างที่ 43 ที่แปลงมาจากรหัสตัวเลขฐานสอง (binary code) คำว่า “ai”

ตัวอย่างที่ 40 : กลองทอมบรรเลงชุดรหัสไบนารีแทนด้วยเสียงสูงต่ำ [ห้องที่ 51-54]

ห้องที่ 51 ซินธิไซเซอร์ VII และ VIII บรรเลงออสตินาโตทำนองแบบที่ 2 จากกระบวนที่หนึ่ง โดยซินธิไซเซอร์ VII ทำการเปลี่ยนลักษณะจังหวะจากเข็บบีสองชั้นเดิมเป็นสามพยางค์หนึ่งจังหวะ และตัดบางโน้ตโน้ตที่ไม่ตรงกันออกไป บรรเลงพร้อมไปกับซินธิไซเซอร์ VIII ที่เปลี่ยนลักษณะจังหวะจากเข็บบีสองชั้นเดิมเป็นเข็บบีหนึ่งชั้น เพื่อเพิ่มความน่าสนใจให้มากขึ้นจากทำนองเดิมที่นำมาใช้ด้วยการสร้างจังหวะขัด



ตัวอย่างที่ 41 : ซินธิไซเซอร์ VII และ VIII บรรเลงออสตินาโตทำนองแบบที่ 2 ในรูปลักษณะ จังหวะสามพยางค์ขัดกับสองพยางค์ [ห้องที่ 51]

### 3.2.3.3.2 ตอน B ของกระบวนที่ 3

ห้องที่ 75 ในตอน B กลุ่มเครื่องสายและซินธิไซเซอร์บรรเลงการวนซ้ำของช่วงของทำนอง คล้ายกับเครื่องลมไม้ในตอน A แต่เปลี่ยนบันไดเสียงเป็นโหมด D ดอเรียน ประกอบด้วยโน้ต D C B A G F E D

ตัวอย่างที่ 42 : การวนซ้ำของช่วงทำนองบันไดเสียงโหมด D ฟริเจียนในตอน B ของกระบวน ที่ 3 [ห้องที่ 75-79]

ห้องที่ 83 ทริมเป็ต I และ II บรรเลงออสตินาโตทำนองแบบที่ 2 โดยบรรเลงเหลื่อมกัน 1 ห้อง เพื่อให้เกิดการสอดประสานของทำนองขึ้น

ตัวอย่างที่ 43 : ออสตินาโตทำนองแบบที่ 2 บรรเลงโดยทริมเป็ตตอน B ของกระบวนที่ 3 [ห้องที่ 75-79]

### 3.2.3.3.3 ตอน C ของกระบวนที่ 3

ห้องที่ 113 การบรรเลงซ้ำของช่วงทำนองเปลี่ยนเป็นบรรเลงในบันไดเสียงโหมด (mode) ไอโอเนียน (ionian) กลุ่มเครื่องลมไม้และเครื่องสายเริ่มบรรเลงทีละเครื่องเป็นการซ้ำช่วงทำนองเช่นเดิม แต่พลิกกลับเป็นบันไดเสียงขาขึ้นแทน โดยที่ซินธิไซเซอร์ยังบรรเลงเป็นบันไดเสียงขาลงเช่นเดิม ผู้ประพันธ์ต้องการให้เกิดการบรรเลงสวนกันระหว่างเครื่องดนตรีหรือคูดิกและเครื่องดนตรีเสียงสังเคราะห์ เพื่อแทนการตีความของการเข้าใจความแตกต่างระหว่างธรรมชาติมนุษย์และคอมพิวเตอร์

โดยใช้เครื่องดนตรีที่บรรเลงโดยมนุษย์ได้แก่กลุ่มเครื่องลมไม้และกลุ่มเครื่องสายแทนธรรมชาติของมนุษย์ และใช้เครื่องดนตรีเสียงสังเคราะห์ซินธิไซเซอร์แทนธรรมชาติของคอมพิวเตอร์ เมื่อบรรเลงไปด้วยกันเกิดการสอดประสานที่ไพเราะ

**ตัวอย่างที่ 44 :** ซินธิไซเซอร์บรรเลงช่วงทำนองเวียนซ้ำเป็นบันไดเสียงขาลง สวนทางกับกลุ่มเครื่องสายที่บรรเลงเป็นบันไดเสียงขาขึ้น [ห้องที่ 135-140]

ห้องที่ 136 กลองทอมและโครทาลส์ (crotales) บรรเลงเสียงสูงสลับต่ำแทนคำรหัสไบนารี “ต่ำ-สูง-สูง-ต่ำ-สูง-ต่ำ-ต่ำ-ต่ำ” แปลงเป็นตัวเลขแล้วจะได้ 01101000 ซึ่งเป็นรหัสแทนตัวอักษรภาษาอังกฤษ “h” และ “ต่ำ-สูง-สูง-ต่ำ-สูง-สูง-ต่ำ-สูง” แปลงเป็นตัวเลขแล้วจะได้ 01101101 ซึ่งเป็นรหัสแทนตัวอักษรภาษาอังกฤษ “m” นำทั้งสองตัวอักษรมารวมกันแล้วจะได้ “hm” ซึ่งเป็นตัวย่อของคำว่า “human” มีความหมายว่ามนุษย์

**ตัวอย่างที่ 45 :** กลองทอมและโครทาลส์บรรเลงเสียงสูงสลับต่ำแทนรหัสไบนารี “hm” [ห้องที่ 136-139]

ในช่วงท้ายของตอน C ของกระบวนที่ 3 ก่อนจะจบเพลง ผู้ประพันธ์ต้องการนำเสนอสามอย่างพร้อมกันเพื่อเป็นบทสรุปของเพลง โดยกลุ่มซินธิไซเซอร์ที่บรรเลงช่วงทำนองวนซ้ำขาลงเป็นตัวแทนของปัญญาประดิษฐ์ ส่วนกลุ่มเครื่องลมไม้และเครื่องสายบรรเลงที่บรรเลงช่วงทำนองวนซ้ำเป็นขาขึ้นเป็นตัวแทนของมนุษย์ที่ปรับมุมมองและเรียนรู้จากการศึกษาปัญญาประดิษฐ์ และทำนองหลักเป็นทำนองที่สร้างจากชุดโน้ตฮาร์โมนิก (harmonic series) ตัวแทนของความเป็นจริงดำเนินอยู่เสมอ

ตัวอย่างที่ 46 : ช่วงท้ายของตอน C ในกระบวนที่ 3 [ห้องที่ 164-168]

This musical score is for Example 46, measures 164-168. It is written in 4/4 time and features a variety of instruments and synthesizers. The score is divided into two systems. The first system includes Flute I and II, Oboe I and II, Clarinet in Bb I and II, Bassoon I and II, Horn in F I and II, Trumpet in Bb I and II, Trombone I, II, and Bass, and Tuba. The second system includes Synthesizer I through VI. The score is marked with dynamics such as *ff* (fortissimo) and *p* (piano). The Flute and Oboe parts feature rapid sixteenth-note passages. The Clarinet and Bassoon parts feature triplet patterns. The Horn and Trombone parts feature sustained notes. The Synthesizer parts feature various rhythmic patterns, including triplets and sixteenth-note runs.

## บทที่ 3

### บทสรุป

#### 3.3 บทสรุปผลงานวิจัยสร้างสรรค์

บทประพันธ์ซิมโฟนิคโพเอ็ม “อปัญญาประดิษฐ์” เป็นบทประพันธ์สร้างสรรค์สำหรับวงออร์เคสตรา ลักษณะพิเศษของบทประพันธ์คือการนำประเด็นเกี่ยวกับวิทยาการคอมพิวเตอร์ ปัญญาประดิษฐ์มาสร้างเป็นบทเพลงขึ้นมา บทประพันธ์นี้สามารถพรรณนาเกี่ยวกับปัญญาประดิษฐ์ได้ใกล้เคียงตามที่คุณประพันธ์ต้องการ ผู้ประพันธ์ได้ทุ่มเทร่างกายและแรงใจในการค้นคว้าและประพันธ์บทเพลงนี้อย่างเต็มที่และหวังว่าผลงานชิ้นนี้จะสร้างแรงบันดาลใจให้กับนักประพันธ์เพลงอื่นๆ ได้ศึกษาต่อไปในอนาคต

#### 3.4 ข้อเสนอแนะ

บทประพันธ์ซิมโฟนิคโพเอ็ม “อปัญญาประดิษฐ์” สามารถพัฒนาต่อยอดไปได้ สามารถเพิ่มความยาวของแต่ละท่อนออกไปอีกได้ เพื่อให้อารมณ์ของแต่ละส่วนถ่ายทอดออกมาได้มากขึ้น และสามารถเพิ่มวงขับร้องประสานเสียง หรือเครื่องดนตรีไฟฟ้าอื่นๆ เพื่อเพิ่มสีสันของบทเพลงได้

ในบทประพันธ์การบรรเลงร่วมกันระหว่างซินธิไซเซอร์และเครื่องดนตรีคูสติค ผู้ประพันธ์เสนอแนะให้ผู้จัดการบรรเลงใช้คอมพิวเตอร์ในการควบคุมซินธิไซเซอร์ทั้งหมด 8 แนวเสียง จะสะดวกกว่าการใช้ซินธิไซเซอร์ 8 เครื่องและ 8 ผู้บรรเลง เนื่องจากรูปแบบการประพันธ์ในบางช่วงของแนวซินธิไซเซอร์มีส่วนจังหวะที่ซับซ้อนและบรรเลงได้ยาก ซึ่งจะสะดวกกว่าหากใช้คอมพิวเตอร์ในการบรรเลง แต่การทำเช่นนี้อาจจะนำไปสู่อีกปัญหาหนึ่งคือปัญหาการบรรเลงเหลื่อมกันระหว่างคอมพิวเตอร์และนักดนตรี

ผู้ประพันธ์แนะนำให้วาทยากรหรือผู้บรรเลงใช้เครื่องมือทำจังหวะ (metronome) ที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์โดยตรงเพื่อหลีกเลี่ยงการเหลื่อมกันของจังหวะและอาจทำให้ไม่สามารถบรรเลงต่อไปได้ โดยในบทเพลงผู้ประพันธ์ตั้งใจไม่ให้มีการเปลี่ยนจังหวะแบบค่อยๆ ช้าลงหรือเร็วขึ้น แต่จะเปลี่ยนแบบฉับพลันทันที เพื่อให้ง่ายต่อการตั้งค่าเครื่องมือทำจังหวะ ผู้ประพันธ์แนะนำให้ใช้โปรแกรมสำหรับทำเพลงบนคอมพิวเตอร์ (digital audio workstation) ในการให้สัญญาณจังหวะแก่วาทยากรและผู้บรรเลง เนื่องจากสามารถตั้งค่าการเปลี่ยนของจังหวะเร็วขึ้นหรือช้าลงไว้ล่วงหน้าก่อนทำการแสดงได้ตามต้องการ

บทที่ 4

THE ARTIFICIAL (UN)INTELLIGENCE

THAWIN LAITHONG

THE ARTIFICIAL  
(UN)INTELLIGENCE

FOR ORCHESTRA AND SYNTHESIZER



## INSTRUMENTATION

Flutes I, II (1<sup>st</sup> & 2<sup>nd</sup> Doubling Piccolo)

Oboes I, II

Clarinets I, II in Bb

Bassoon

Horns I, II in F

Trumpets I, II in Bb (with straight mute)

Trombones I, II (with straight mute)

Tuba

Timpani

Percussion (3 Players)

- Crotales
- Cymbal suspended
- Pair of Cymbals
- Bass Drum
- Snare
- Tom (High and Low)

Synthesizers I-VIII (Sawtooth Patch)

or

Computer Lines and Speakers

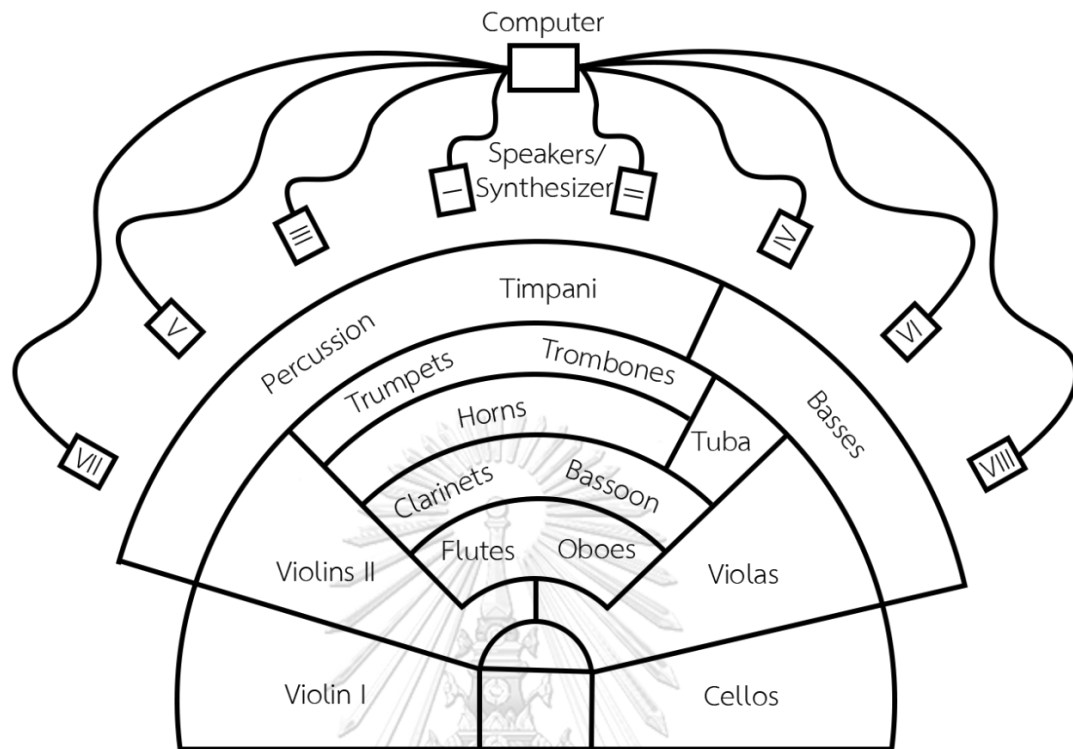
Strings (16.16.14.12.10)

The score is transposed

Crotales sound two octaves higher than written

Duration: ca. 14 minutes

The following plan indicates the grouping of the various instruments :



### PERFORMANCE NOTES

This work can be performed in two way – the first, perform with 8 *synthesizers*; the second, perform with 8 *computer lines* and 8 *speakers*.

If performed with 8 synthesizers, create a patch by using sawtooth waveform with fast attack, fast release and no decay.

If performed with computer lines, all sound should be coming from digital audio workstation running on the main computer and send to 8 speakers.

Preferably use digital audio workstation on the main computer to program all tempo changes and send metronome signal to conductor and all performers to be able to play in sync with the synthesizers.

### PROGRAM NOTES

“Artificial (un)Intelligence” is a symphonic poem that represents functions of artificial intelligence divided into three movements. The first, “Algorithm” represents the core of computer programming in the style of joy and excitement. Second, “Heuristic”, opposite to the first movement, this movement represent the failure of the computer due to human’s error, The last, “Debug” represents the learning process of human that come from solving artificial intelligence failure and apply to develop themselves in the future.

# ARTIFICIAL (UN)INTELLIGENCE

## I. Algorithm

Thawin Lathong  
(2020)

*J* = 128

Flute I  
Flute II  
Oboe I  
Oboe II  
Clarinet in Bb I  
Clarinet in Bb II  
Bassoon I  
Bassoon II  
Horn in F I  
Horn in F II  
Trumpet in Bb I  
Trumpet in Bb II  
Trombone I  
Trombone II  
Bass Trombone  
Tuba  
Timpani  
Percussion  
Percussion  
Percussion  
Crotales  
Synthesizer I  
Synthesizer II  
Synthesizer III  
Synthesizer IV  
Synthesizer V  
Synthesizer VI  
Synthesizer VII  
Synthesizer VIII

*J* = 128

Violin I  
Violin II  
Viola  
Violoncello  
Contrabass



8

Fl. I

Fl. II

Ob. I

Ob. II

Cl. I

Cl. II

Bsn. I

Bsn. II

Hn. I

Hn. II

Tpt. I

Tpt. II

Tbn. I

Tbn. II

B. Tbn.

Tba.

Timp.

Perc. I

Perc. II

Perc. III

Crot.

Synth I

Synth II

Synth III

Synth IV

Synth V

Synth VI

Synth VII

Synth VIII

Vln. I

Vln. II

Vla.

Vcl.

Cb.

*f*

*p*

*mf*

*pizz.*

Fl. I  
Fl. II  
Ob. I  
Ob. II  
Cl. I  
Cl. II  
Bsn. I  
Bsn. II  
Hn. I  
Hn. II  
Tpt. I  
Tpt. II  
Tbn. I  
Tbn. II  
B. Tbn.  
Tba.  
Timp.  
Perc. I  
Perc. II  
Perc. III  
Crot.  
Synth I  
Synth II  
Synth III  
Synth IV  
Synth V  
Synth VI  
Synth VII  
Synth VIII  
Vln. I  
Vln. II  
Vla.  
Vcl.  
Cb.

*mp*

20  
Fl. I  
Fl. II  
Ob. I  
Ob. II  
Cl. I  
Cl. II  
Bsn. I  
Bsn. II  
Hn. I  
Hn. II  
Tpt. I  
Tpt. II  
Tbn. I  
Tbn. II  
B. Tbn.  
Tba.  
Timp.  
Perc. I  
Perc. II  
Perc. III  
Crot.  
Synth I  
Synth II  
Synth III  
Synth IV  
Synth V  
Synth VI  
Synth VII  
Synth VIII  
Vln. I  
Vln. II  
Vla.  
Vcl.  
Cb.

26

Fl. I  
Fl. II  
Ob. I  
Ob. II  
Cl. I  
Cl. II  
Bsn. I  
Bsn. II  
Hn. I  
Hn. II  
Tpt. I  
Tpt. II  
Tbn. I  
Tbn. II  
B. Tbn.  
Tba.  
Timp.  
Perc. I  
Perc. II  
Perc. III  
Crot.  
Synth I  
Synth II  
Synth III  
Synth IV  
Synth V  
Synth VI  
Synth VII  
Synth VIII  
Vln. I  
Vln. II  
Vla.  
Vc.  
Cb.

This page of a musical score contains the following parts and staves:

- Fl. I (Flute I)
- Fl. II (Flute II)
- Ob. I (Oboe I)
- Ob. II (Oboe II)
- Cl. I (Clarinet I)
- Cl. II (Clarinet II)
- Bsn. I (Bassoon I)
- Bsn. II (Bassoon II)
- Hr. I (Horn I)
- Hr. II (Horn II)
- Tpt. I (Trumpet I)
- Tpt. II (Trumpet II)
- Tbn. I (Tuba I)
- Tbn. II (Tuba II)
- B. Tbn. (Baritone Tuba)
- Tba. (Tuba)
- Timp. (Timpani)
- Perc. (Percussion) - three staves
- Crot. (Cymbal)
- Synth I (Synthesizer I)
- Synth II (Synthesizer II)
- Synth III (Synthesizer III)
- Synth IV (Synthesizer IV)
- Synth V (Synthesizer V)
- Synth VI (Synthesizer VI)
- Synth VII (Synthesizer VII)
- Synth VIII (Synthesizer VIII)
- Vln. I (Violin I)
- Vln. II (Violin II)
- Vla. (Viola)
- Vc. (Violoncello)
- Cb. (Contrabasso)

The score includes various musical notations such as notes, rests, and dynamic markings like *mf* (mezzo-forte).

This page of a musical score, numbered 45, features a variety of instruments. The woodwind section includes Flute I and II, Oboe I and II, Clarinet I and II, Bassoon I and II, and Horn I and II. The brass section consists of Trumpet I and II, Trombone I and II, and Baritone/Tuba. The percussion section includes three Percussion parts and a Cymbal. The synthesizer section has eight parts, with Synth II-VI playing complex rhythmic patterns. The string section includes Violin I and II, Viola, Violoncello, and Contrabasso. The score is written in a key signature of two flats and a common time signature. It begins with a dynamic marking of *ff* and includes performance instructions such as *con sord.* and *pp con sord.* for the trumpets. The flute parts feature long, sustained notes with phrasing slurs. The synthesizer parts are highly rhythmic, often using sixteenth-note patterns.

This page of a musical score, numbered 46, contains the following instruments and parts:

- Flutes:** Fl. I and Fl. II. Fl. I has a measure with a fermata and a dynamic marking of *f*. Fl. II has a measure with a fermata and a dynamic marking of *f*. Both have a section labeled "Piccolo" starting in the final measure.
- Oboes:** Ob. I and Ob. II. Both have a section labeled "To Picc." starting in the final measure.
- Clarinets:** Cl. I and Cl. II. Both have a section labeled "To Picc." starting in the final measure.
- Bassoons:** Bsn. I and Bsn. II. Both have a section labeled "To Picc." starting in the final measure.
- Horns:** Hn. I and Hn. II. Both have a section labeled "To Picc." starting in the final measure.
- Trumpets:** Tpt. I and Tpt. II. Both have a section labeled "To Picc." starting in the final measure.
- Timpani:** Tbn. I and Tbn. II. Both have a section labeled "To Picc." starting in the final measure.
- Other Percussion:** B. Tbn., Tba., and Timp. (Tympani).
- String Section:** Vln. I, Vln. II, Vla., Vc., and Cb. (Double Bass).

The score includes various dynamic markings such as *f* (forte), *p* (piano), *mf* (mezzo-forte), and *ff* (fortissimo). It also features performance instructions like "con sord." (con sordina) and "arco" (arco).

This page of a musical score, numbered 47, contains the following parts and staves:

- Picc.** Piccolo
- Fl. II** Flute II
- Ob. I** Oboe I
- Ob. II** Oboe II
- Cl. I** Clarinet I
- Cl. II** Clarinet II
- Bsn. I** Bassoon I
- Bsn. II** Bassoon II
- Hn. I** Horn I
- Hn. II** Horn II
- Tpt. I** Trumpet I
- Tpt. II** Trumpet II
- Tbn. I** Trombone I
- Tbn. II** Trombone II
- B. Tbn.** Baritone Trombone
- Tba.** Tuba
- Timp.** Timpani
- Perc. II** Percussion II (three staves)
- Crot.** Crotales
- Synth I** Synthetizer I
- Synth II** Synthetizer II
- Synth III** Synthetizer III
- Synth IV** Synthetizer IV
- Synth V** Synthetizer V
- Synth VI** Synthetizer VI
- Synth VII** Synthetizer VII
- Synth VIII** Synthetizer VIII
- Vln. I** Violin I
- Vln. II** Violin II
- Vla.** Viola
- Vc.** Violoncello
- Cb.** Contrabasso

The score includes various musical notations such as dynamics (*ff*, *p*, *mf*), articulation marks, and rests. A page number '9' is located at the bottom center of the page.



This page of a musical score, numbered 48, contains the following instruments and parts:

- Woodwinds:** Piccolo (Picc.), Flute II (Fl. II), Oboe I (Ob. I), Oboe II (Ob. II), Clarinet I (Cl. I), Clarinet II (Cl. II), Bassoon I (Bsn. I), Bassoon II (Bsn. II), Horn I (Hn. I), Horn II (Hn. II), Trumpet I (Tpt. I), Trumpet II (Tpt. II), Trombone I (Tbn. I), Trombone II (Tbn. II), Baritone Trombone (B. Tbn.), and Tuba (Tba.).
- Percussion:** Timpani (Timp.), three Percussion II parts (Perc. II), and Cymbals (Crot.).
- Electronic:** Eight Synthesizer parts (Synth I through Synth VIII).
- Strings:** Violin I (Vln. I), Violin II (Vln. II), Viola (Vla.), Violoncello (Vc.), and Contrabass (Cb.).

The score is written in a key signature of two flats (B-flat and E-flat) and a common time signature (C). It features a variety of dynamic markings such as *ff*, *p*, *mf*, and *mp*, as well as performance instructions like "senza sord." (without mutes) and "To Fl." (To Flute). The page concludes with a double bar line and a page number "10" at the bottom center.

30

Picc.

Fl. II

Ob. I

Ob. II

Cl. I

Cl. II

Bsn. I

Bsn. II

Hn. I

Hn. II

Tpt. I

Tpt. II

Tbn. I

Tbn. II

B. Tbn.

Tba.

Timp.

Perc.

Perc.

Perc.

Crot.

Synth I

Synth II

Synth III

Synth IV

Synth V

Synth VI

Synth VII

Synth VIII

Vln. I

Vln. II

Vla.

Vc.

Cb.

*ff*

*mp*

*mp*

*f*

*p*

*mf*

*f*

*pizz.*

*f*

*p*

60

Perc. *mp*

Fl. II *mp*

Ob. I *mp*

Ob. II *mp*

Cl. I *mp*

Cl. II *mp*

Bsn. I *mp*

Bsn. II *mp*

Hn. I

Hn. II

Tpt. I

Tpt. II

Tbn. I

Tbn. II

B. Tbn.

Tba.

Timp.

Perc. II

Perc. II

Perc. II

Crot.

Synth I

Synth II

Synth III

Synth IV

Synth V

Synth VI

Synth VII

Synth VIII

Vln. I

Vln. II

Vla. *arco*

Vc. *arco*

Cb. *arco*

73  $\text{♩} = \text{♩}$  ( $\text{♩} = 170$ )

Picc.  $\text{♩} = \text{♩}$  ( $\text{♩} = 170$ )

Fl. I

Fl. II

Ob. I

Ob. II

Cl. I

Cl. II

Bsn. I

Bsn. II

Hn. I

Hn. II

Tpt. I

Tpt. II

Tbn. I

Tbn. II

B. Tbn.

Tba.

Timp.

Perc. II Snare  $f$

Perc. II Bass drum  $pp$  Cymbal  $f$

Perc. II Gong  $pp$   $f$

Crot.

Synth I

Synth II  $f$

Synth III  $f$

Synth IV  $f$

Synth V

Synth VI  $f$

Synth VII

Synth VIII

Vin. I  $ff$

Vin. II  $ff$

Vla.  $ff$

Vc.  $ff$

Cb.  $ff$

13

This page of a musical score, numbered 52, contains the following parts and staves:

- Woodwinds:** Piccolo (Picc.), Flute II (Fl. II), Oboe I (Ob. I), Oboe II (Ob. II), Clarinet I (Cl. I), Clarinet II (Cl. II), Bassoon I (Bsn. I), Bassoon II (Bsn. II), Horn I (Hn. I), Horn II (Hn. II), Trumpet I (Tpt. I), Trumpet II (Tpt. II), Trombone I (Tbn. I), Trombone II (Tbn. II), Baritone Trombone (B. Tbn.), and Tuba.
- Percussion:** Percussion I (Perc. I), Percussion II (Perc. II), Percussion III (Perc. III), and Cymbal (Crot.).
- Synthesizers:** Synth I through Synth VIII.
- Strings:** Violin I (Vln. I), Violin II (Vln. II), Viola (Vla.), Violoncello (Vc.), and Contrabass (Cb.).

The score is written in a key signature of two flats (B-flat and E-flat) and a common time signature (C). It features complex rhythmic patterns, including triplets and sixteenth-note runs, particularly in the woodwind and string sections. Dynamics such as *f* (forte), *mf* (mezzo-forte), and *p* (piano) are indicated throughout. The page concludes with a double bar line.

87

Perc. Fl. II Ob. I Ob. II Cl. I Cl. II Bsn. I Bsn. II Hn. I Hn. II Tpt. I Tpt. II Tbn. I Tbn. II B. Tbn. Tba. Timp. Perc. II Perc. II Crot. Synth I Synth II Synth III Synth IV Synth V Synth VI Synth VII Synth VIII Vln. I Vln. II Vla. Vcl. Cb.

This page of a musical score, numbered 54, contains the following instruments and parts:

- Woodwinds:** Piccolo (Picc.), Flute II (Fl. II), Oboe I (Ob. I), Oboe II (Ob. II), Clarinet I (Cl. I), Clarinet II (Cl. II), Bassoon I (Bsn. I), Bassoon II (Bsn. II), Horn I (Hn. I), Horn II (Hn. II), Trumpet I (Tpt. I), Trumpet II (Tpt. II), Trombone I (Tbn. I), Trombone II (Tbn. II), Baritone Trombone (B. Tbn.), and Tuba (Tba.).
- Percussion:** Timpani (Timp.), Percussion I (Perc. I), Percussion II (Perc. II), Percussion III (Perc. III), and Cymbal (Crot.).
- Synthesizers:** Synth I, Synth II, Synth III, Synth IV, Synth V, Synth VI, Synth VII, and Synth VIII.
- Strings:** Violin I (Vin. I), Violin II (Vin. II), Viola (Vla.), Violoncello (Vc.), and Contrabass (Cb.).

The score is written in a common time signature (C) and a key signature of two flats (B-flat major or D-flat minor). It features complex rhythmic patterns, including triplets and sixteenth-note runs, particularly in the woodwind and string sections. Dynamic markings such as *ff* (fortissimo) and *f* (forte) are present throughout the score.

This page of a musical score, numbered 55, contains the following instruments and parts:

- Picc. (Piccolo)
- Fl. II (Flute II)
- Ob. I (Oboe I)
- Ob. II (Oboe II)
- Cl. I (Clarinet I)
- Cl. II (Clarinet II)
- Bsn. I (Bassoon I)
- Bsn. II (Bassoon II)
- Hn. I (Horn I)
- Hn. II (Horn II)
- Tpt. I (Trumpet I)
- Tpt. II (Trumpet II)
- Tbn. I (Trombone I)
- Tbn. II (Trombone II)
- B. Tbn. (Baritone Trombone)
- Tba. (Tuba)
- Timp. (Timpani)
- Perc. II (Percussion II)
- Perc. III (Percussion III)
- Crot. (Cymbal)
- Synth I (Synthesizer I)
- Synth II (Synthesizer II)
- Synth III (Synthesizer III)
- Synth IV (Synthesizer IV)
- Synth V (Synthesizer V)
- Synth VI (Synthesizer VI)
- Synth VII (Synthesizer VII)
- Synth VIII (Synthesizer VIII)
- Vin. I (Violin I)
- Vin. II (Violin II)
- Vla. (Viola)
- Vc. (Violoncello)
- Cb. (Contrabasso)

The score includes various musical notations such as dynamics (e.g., *ff*, *f*, *mf*, *mp*, *p*), articulation, and performance instructions. The page concludes with a page number '17' at the bottom center.



108  $\text{♩} = \text{♩} (\text{♩} = 128)$

Picc.  $\text{♩} = \text{♩} (\text{♩} = 128)$

Fl. II  $\text{♩} = \text{♩} (\text{♩} = 128)$

Ob. I  $\text{♩} = \text{♩} (\text{♩} = 128)$

Ob. II  $\text{♩} = \text{♩} (\text{♩} = 128)$

Cl. I  $\text{♩} = \text{♩} (\text{♩} = 128)$

Cl. II  $\text{♩} = \text{♩} (\text{♩} = 128)$

Bsn. I  $\text{♩} = \text{♩} (\text{♩} = 128)$

Bsn. II  $\text{♩} = \text{♩} (\text{♩} = 128)$

Hn. I  $\text{♩} = \text{♩} (\text{♩} = 128)$

Hn. II  $\text{♩} = \text{♩} (\text{♩} = 128)$

Tpt. I  $\text{♩} = \text{♩} (\text{♩} = 128)$

Tpt. II  $\text{♩} = \text{♩} (\text{♩} = 128)$

Tbn. I  $\text{♩} = \text{♩} (\text{♩} = 128)$

Tbn. II  $\text{♩} = \text{♩} (\text{♩} = 128)$

B. Tbn.  $\text{♩} = \text{♩} (\text{♩} = 128)$

Tba.  $\text{♩} = \text{♩} (\text{♩} = 128)$

Timp.  $\text{♩} = \text{♩} (\text{♩} = 128)$

Perc. I  $\text{♩} = \text{♩} (\text{♩} = 128)$

Perc. II  $\text{♩} = \text{♩} (\text{♩} = 128)$

Perc. III  $\text{♩} = \text{♩} (\text{♩} = 128)$

Crot.  $\text{♩} = \text{♩} (\text{♩} = 128)$

Synth I  $\text{♩} = \text{♩} (\text{♩} = 128)$

Synth II  $\text{♩} = \text{♩} (\text{♩} = 128)$

Synth III  $\text{♩} = \text{♩} (\text{♩} = 128)$

Synth IV  $\text{♩} = \text{♩} (\text{♩} = 128)$

Synth V  $\text{♩} = \text{♩} (\text{♩} = 128)$

Synth VI  $\text{♩} = \text{♩} (\text{♩} = 128)$

Synth VII  $\text{♩} = \text{♩} (\text{♩} = 128)$

Synth VIII  $\text{♩} = \text{♩} (\text{♩} = 128)$

Vln. I  $\text{♩} = \text{♩} (\text{♩} = 128)$

Vln. II  $\text{♩} = \text{♩} (\text{♩} = 128)$

Vla.  $\text{♩} = \text{♩} (\text{♩} = 128)$

Vc.  $\text{♩} = \text{♩} (\text{♩} = 128)$

Cb.  $\text{♩} = \text{♩} (\text{♩} = 128)$

*p*

*mp*

*mp*

*mp*

*div.*

*div.*

125

Picc. - - - - -  
Fl. II - - - - -  
Ob. I - - - - -  
Ob. II - - - - -  
Cl. I - - - - -  
Cl. II - - - - -  
Bsn. I - - - - -  
Bsn. II - - - - -  
Hn. I - - - - -  
Hn. II - - - - -  
Tpt. I *pp* - - - - -  
Tpt. II *pp* - - - - -  
Tbn. I - - - - -  
Tbn. II - - - - -  
B. Tbn. - - - - -  
Tba. - - - - -  
Timp. - - - - -  
Perc. II - - - - -  
Perc. II - - - - -  
Perc. II - - - - -  
Crot. - - - - -  
Synth I - - - - -  
Synth II *mf* - - - - -  
Synth III *mf* - - - - -  
Synth IV *mf* - - - - -  
Synth V *mf* - - - - -  
Synth VI *mf* - - - - -  
Synth VII *f* - - - - -  
Synth VIII *f* - - - - -  
Vln. I *mf* - - - - -  
Vln. II *mf* - - - - -  
Vla. *mf* - - - - -  
Vc. *mf* - - - - -  
Cb. *mf* - - - - -

120

Picc.  
Fl. II  
Ob. I  
Ob. II  
Cl. I  
Cl. II  
Bsn. I  
Bsn. II  
Hn. I  
Hn. II  
Tpt. I  
Tpt. II  
Tbn. I  
Tbn. II  
B. Tbn.  
Tba.  
Timp.  
Perc.  
Perc.  
Perc.  
Crot.  
Synth I  
Synth II  
Synth III  
Synth IV  
Synth V  
Synth VI  
Synth VII  
Synth VIII  
Vln. I  
Vln. II  
Vla.  
Vc.  
Cb.  
*f*  
*pizz.*

125

Picc. *p* *mp*

Fl. I *p* *mp*

Fl. II *p* *mp*

Ob. I -

Ob. II -

Cl. I *p* *mp*

Cl. II *p* *mp*

Bsn. I -

Bsn. II -

Hn. I *f*

Hn. II *f*

Tpt. I *f*

Tpt. II *f*

Tbn. I -

Tbn. II -

B. Tbn. -

Tba. -

Timp. -

Perc. II -

Perc. II -

Perc. II -

Crot. *f*

Synth I *f*

Synth II *f*

Synth III *f*

Synth IV *f*

Synth V *f*

Synth VI *f*

Synth VII *f*

Synth VIII *f*

Vln. I *f*

Vln. II *f*

Vla. *f*

Vcl. *f*

Cb. *f*

120

Picc.  
Fl. I, II  
Ob. I, II  
Cl. I, II  
Bsn. I, II  
Hn. I, II  
Tpt. I, II  
Tbn. I, II  
B. Tbn.  
Tbn.  
Timp.  
Perc.  
Crot.  
Synth I-VIII  
Vln. I, II  
Vla.  
Vcl.  
Cb.

129

Pec.  
Fl. I  
Fl. II  
Ob. I  
Ob. II  
Cl. I  
Cl. II  
Bsn. I  
Bsn. II  
Hn. I  
Hn. II  
Tpt. I  
Tpt. II  
Tbn. I  
Tbn. II  
B. Tbn.  
Tba.  
Timp.  
Perc. II  
Perc. II  
Perc. II  
Crot.  
Synth I  
Synth II  
Synth III  
Synth IV  
Synth V  
Synth VI  
Synth VII  
Synth VIII  
Vln. I  
Vln. II  
Vla.  
Vc.  
Cb. arco

129

Pec.

Fl. I

Fl. II

Ob. I

Ob. II

Cl. I

Cl. II

Bsn. I

Bsn. II

Hn. I

Hn. II

Tpt. I

Tpt. II

Tbn. I

Tbn. II

B. Tbn.

Tba.

Timp.

Perc.

Perc.

Perc.

Crot.

Synth I

Synth II

Synth III

Synth IV

Synth V

Synth VI

Synth VII

Synth VIII

Vln. I

Vln. II

Vla.

Vc.

Cb.

163

Picc. *ff*

Fl. II *ff*

Ob. I *ff*

Ob. II *ff*

Cl. I *ff*

Cl. II *ff*

Bsn. I *ff*

Bsn. II *ff*

Hr. I *ff*

Hr. II *ff*

Tpt. I *ff*

Tpt. II *ff*

Tbn. I *ff*

Tbn. II *ff*

B. Tbn. *ff*

Tba. *ff*

Timp. *ff*

Perc. I

Perc. II *mf*

Perc. III

Crot. *ff*

Synth I *ff*

Synth II *ff*

Synth III *ff*

Synth IV *ff*

Synth V *ff*

Synth VI *ff*

Synth VII *ff*

Synth VIII *ff*

Vln. I *ff*

Vln. II *ff*

Vla. *ff*

Vc. *ff*

Cb. *ff*

25



148

Perc. I  
Fl. I  
Fl. II  
Ob. I  
Ob. II  
Cl. I  
Cl. II  
Bsn. I  
Bsn. II  
Hn. I  
Hn. II  
Tpt. I  
Tpt. II  
Tbn. I  
Tbn. II  
B. Tbn.  
Tuba  
Timp.  
Perc. II  
Perc. III  
Crot.  
Synth I  
Synth II  
Synth III  
Synth IV  
Synth V  
Synth VI  
Synth VII  
Synth VIII  
Vln. I  
Vln. II  
Vla.  
Vc.  
Cb.

II. Heuristic

*J* = 94

Flute I  
Piccolo  
Oboe I  
Oboe II  
Clarinet in Bb I  
Clarinet in Bb II  
Bassoon I  
Bassoon II  
Horn in F I  
Horn in F II  
Trumpet in Bb I  
Trumpet in Bb II  
Trombone I  
Trombone II  
Bass Trombone  
Tuba

*J* = 94

Timpani  
Percussion  
Crotales  
Synthesizer I  
Synthesizer II  
Synthesizer III  
Synthesizer IV  
Synthesizer V  
Synthesizer VI  
Synthesizer VII  
Synthesizer VIII

*J* = 94

Violin I  
Violin II  
Viola  
Violoncello  
Contrabass

*ppp* *p* *mf* *f* *f* *f*

*div.* *div. a 3*

12

Fl. I

Picc.

Ob. I

Ob. II

Cl. I

Cl. II

Bsn. I

Bsn. II

Hn. I

Hn. II

Tpt. I

Tpt. II

Tbn. I

Tbn. II

B. Tbn.

Tba.

Timp.

Perc.

Crot.

Synth I

Synth II

Synth III

Synth IV

Synth V

Synth VI

Synth VII

Synth VIII

Vln. I

Vln. II

Vla.

Vcl.

Cb.

div.

div. a 3

*f*

*ff*

28

This page of a musical score, numbered 67, contains the following parts and markings:

- Fl. I:** Starts at measure 15 with a *mp* dynamic and a 9-measure slur.
- Picc.:** Enters at measure 15 with a *mp* dynamic and a 9-measure slur.
- Ob. I & II:** Play a rhythmic pattern with dynamics *p*, *f*, and *p*.
- Cl. I & II:** Play a simple rhythmic pattern with a *mf* dynamic.
- Bsn. I & II:** Play a rhythmic pattern with dynamics *p*, *f*, and *p*.
- Hrn. I & II:** Play a sustained note with a *mp* dynamic.
- Brass (Tpt., Tbn., B. Tbn., Tba.):** All parts are silent.
- Timpani (Timp.):** Silent.
- Percussion (Perc.) & Crotales (Crot.):** Silent.
- Synths I-III:** Synth I and II play a rhythmic pattern with a *mf* dynamic. Synth III plays a sustained note with a *mf* dynamic.
- Synth IV:** Plays a rhythmic pattern with a *mf* dynamic.
- Synth V-VIII:** All parts are silent.
- Vln. I & II:** Play a rhythmic pattern with a *f* dynamic. Vln. II has a *uniso.* marking and a 7-measure slur.
- Vla.:** Plays a rhythmic pattern with a *f* dynamic. Has a *uniso.* marking and a 5-measure slur.
- Vc. & Cb.:** All parts are silent.

22

Fl. I

Picc.

Ob. I

Ob. II

Cl. I

Cl. II

Bsn. I

Bsn. II

Hn. I

Hn. II

Tpt. I

Tpt. II

Tbn. I

Tbn. II

B. Tbn.

Tbn.

Timp.

Perc.

Crot.

Synth I

Synth II

Synth III

Synth IV

Synth V

Synth VI

Synth VII

Synth VIII

Vln. I

Vln. II

Vla.

Vcl.

Cb.



35

Fl. I

Picc.

Ob. I

Ob. II

Cl. I

Cl. II

Bsn. I

Bsn. II

Hn. I

Hn. II

Tpt. I

Tpt. II

Tbn. I

Tbn. II

B. Tbn.

Tba.

Timp.

Perc.

Crot.

Synth I

Synth II

Synth III

Synth IV

Synth V

Synth VI

Synth VII

Synth VIII

Vln. I

Vln. II

Vla.

Vc.

Cb.

This page of a musical score, numbered 71, contains the following instruments and parts:

- Flutes:** Fl. I (measures 41-44)
- Piccoboy:** Picc. (measures 41-44)
- Oboes:** Ob. I and Ob. II (measures 41-44)
- Clarinets:** Cl. I and Cl. II (measures 41-44)
- Bassoons:** Bsn. I and Bsn. II (measures 41-44)
- Horns:** Hn. I and Hn. II (measures 41-44)
- Trumpets:** Tpt. I and Tpt. II (measures 41-44)
- Trombones:** Tbn. I, Tbn. II, B. Tbn., and Tba. (measures 41-44)
- Timpani:** Timp. (measures 41-44)
- Percussion:** Perc. (measures 41-44)
- Cymbals:** Crot. (measures 41-44)
- Synthesizers:** Synth I through Synth VIII (measures 41-44)
- Violins:** Vln. I and Vln. II (measures 41-44)
- Viola:** Vla. (measures 41-44)
- Violoncello:** Vc. (measures 41-44)
- Double Bass:** Cb. (measures 41-44)

The score includes various musical notations such as dynamics (p, f, ff, mf), articulation (accents), and phrasing slurs. The woodwinds and strings play rhythmic patterns, while the brass and horns play sustained notes. The synthesizers provide a complex, layered texture.



Musical score for orchestra and strings, measures 47-54. The score includes parts for Flute I, Piccolo, Oboe I, Oboe II, Clarinet I, Clarinet II, Bassoon I, Bassoon II, Horn I, Horn II, Trumpet I, Trumpet II, Trombone I, Trombone II, Baritone Trombone, Tuba, Timpani, Percussion, Crotales, Synth I-VIII, Violin I, Violin II, Viola, Violoncello, and Contrabass.

Measures 47-54 are marked with a tempo of  $\text{♩} = 64$ . The score includes various dynamics such as *p*, *f*, *pp*, and *mp*. The percussion section includes Timpani, Percussion, and Crotales. The string section includes Violin I, Violin II, Viola, Violoncello, and Contrabass. The woodwind section includes Flute I, Piccolo, Oboe I, Oboe II, Clarinet I, Clarinet II, Bassoon I, Bassoon II, Horn I, Horn II, Trumpet I, Trumpet II, Trombone I, Trombone II, Baritone Trombone, and Tuba. The synth section includes Synth I through Synth VIII.

This page of a musical score, numbered 73, contains staves for various instruments. The score is written in 4/4 time with a key signature of two flats (B-flat and E-flat). The tempo is marked as  $J = 64$  and the meter is  $J = J$ . The woodwind section includes Flute I (Fl. I), Piccolo (Picc.), Oboe I (Ob. I), Oboe II (Ob. II), Clarinet I (Cl. I), Clarinet II (Cl. II), Bassoon I (Bsn. I), and Bassoon II (Bsn. II). The brass section includes Horn I (Hn. I), Horn II (Hn. II), Trumpet I (Tpt. I), Trumpet II (Tpt. II), Trombone I (Tbn. I), Trombone II (Tbn. II), Baritone Trombone (B. Tbn.), and Tuba (Tba.). The percussion section includes Timpani (Timp.), Percussion II (Perc. II), and Crotales (Crot.). There are seven Synthesizer (Synth) staves, numbered I through VII. The string section includes Violin I (Vln. I), Violin II (Vln. II), Viola (Vla.), Violoncello (Vc.), and Contrabass (Cb.). The score features dynamic markings such as *f* (forte) and *p* (piano), and includes various musical notations like triplets, slurs, and accents. The page number 35 is centered at the bottom.

61

Fl. I

Picc.

Ob. I

Ob. II

Cl. I

Cl. II

Bsn. I

Bsn. II

Hn. I

Hn. II

Tpt. I

Tpt. II

Tbn. I

Tbn. II

B. Tbn.

Tba.

Timp.

Perc.

Crot.

Synth I

Synth II

Synth III

Synth IV

Synth V

Synth VI

Synth VII

Synth VIII

Vln. I

Vln. II

Vla.

Vc.

Cb.

70  $\text{♩} = 188$

Fl. I  
Picc.  
Ob. I  
Ob. II  
Cl. I  
Cl. II  
Bsn. I  
Bsn. II  
Hn. I  
Hn. II  
Tpt. I  
Tpt. II  
Tbn. I  
Tbn. II  
B. Tbn.  
Tba.  
Timp.  
Perc.  
Crot.  
Synth I  
Synth II  
Synth III  
Synth IV  
Synth V  
Synth VI  
Synth VII  
Synth VIII  
Vln. I  
Vln. II  
Vla.  
Vc.  
Cb.

$\text{♩} = 188$

*p* *mf* *f* *div.*

77

Fl. I

Picc.

Ob. I

Ob. II

Cl. I

Cl. II

Bsn. I

Bsn. II

Hn. I

Hn. II

Tpt. I

Tpt. II

Tbn. I

Tbn. II

B. Tbn.

Tba.

Timp.

Perc.

Crot.

Synth I

Synth II

Synth III

Synth IV

Synth V

Synth VI

Synth VII

Synth VIII

Vln. I

Vln. II

Vla.

Vc.

Cb.

78

79

80

81

82

f

div.

f

This page of a musical score, numbered 77, contains the following instruments and parts:

- Flutes:** Fl. I and Fl. II (Piccolo).
- Clarinets:** Cl. I and Cl. II.
- Bassoons:** Bsn. I and Bsn. II.
- Brass:** Horns I and II, Trumpets I and II, Trombones I and II, Baritone Trombone (B. Tbn.), and Tuba (Tba.).
- Percussion:** Timpani (Timp.), Percussion (Perc.), and Cymbals (Crot.).
- Strings:** Violins I and II, Viola (Vla.), Violoncello (Vc.), and Contrabass (Cb.).
- Other:** Synth I through Synth VIII.

The score is written in a common time signature. The woodwind and brass sections feature complex rhythmic patterns, often with triplets and accents. The string section provides a steady accompaniment with triplets. The percussion parts include cymbal rolls and timpani patterns. Dynamic markings such as *f* (forte) and *ff* (fortissimo) are used throughout. The string parts include markings for *unis.* (unison) and *ff*.

This page of a musical score, numbered 78, contains the following instruments and parts:

- Flutes:** Fl. I and Fl. II, both playing a melodic line with frequent rests.
- Picc.** Piccolo flute, playing a melodic line with frequent rests.
- Oboes:** Ob. I and Ob. II, both silent.
- Clarinets:** Cl. I and Cl. II, playing a melodic line with frequent rests.
- Bassoons:** Bsn. I and Bsn. II, both silent.
- Horns:** Horns I and II, playing a rhythmic pattern of eighth notes.
- Trumpets:** Tpt. I and Tpt. II, playing a rhythmic pattern of eighth notes.
- Trombones:** Tbn. I, Tbn. II, B. Tbn., and Tuba, all playing a rhythmic pattern of eighth notes.
- Percussion:** Timp. (Timpani) and Perc. (Percussion) are silent.
- Crotchet:** Crot. (Crotchet) playing a rhythmic pattern of eighth notes.
- Synthesizers:** Synth I through Synth VIII, each playing a melodic line with frequent rests.
- Violins:** Vin. I and Vin. II, playing a rhythmic pattern of eighth notes.
- Viola:** Vla., playing a rhythmic pattern of eighth notes.
- Violoncello:** Vc., playing a rhythmic pattern of eighth notes.
- Contrabass:** Cb., playing a rhythmic pattern of eighth notes.

58

Fl. I

Picc.

Ob. I

Ob. II

Cl. I

Cl. II

Bsn. I

Bsn. II

Hn. I

Hn. II

Tpt. I

Tpt. II

Tbn. I

Tbn. II

B. Tbn.

Tba.

Timp.

Perc.

Crot.

Synth I

Synth II

Synth III

Synth IV

Synth V

Synth VI

Synth VII

Synth VIII

Vln. I

Vln. II

Vla.

Vc.

Cb.



105

Fl. I  
Picc.  
Ob. I  
Ob. II  
Cl. I  
Cl. II  
Bsn. I  
Bsn. II  
Hn. I  
Hn. II  
Tpt. I  
Tpt. II  
Tbn. I  
Tbn. II  
B. Tbn.  
Tba.  
Timp.  
Perc.  
Crot.  
Synth I  
Synth II  
Synth III  
Synth IV  
Synth V  
Synth VI  
Synth VII  
Synth VIII  
Vln. I  
Vln. II  
Vla.  
Vc.  
Cb.

111

Fl. I

Picc.

Ob. I

Ob. II

Cl. I

Cl. II

Bsn. I

Bsn. II

Hr. I

Hr. II

Tpt. I

Tpt. II

Tbn. I

Tbn. II

B. Tbn.

Tba.

Timp.

Perc.

Crot.

Synth I

Synth II

Synth III

Synth IV

Synth V

Synth VI

Synth VII

Synth VIII

Vln. I

Vln. II

Vla.

Vcl.

Cb.

*pp*

Sustain

*p*

43

118

Fl. I  
Picc.  
Ob. I  
Ob. II  
Cl. I  
Cl. II  
Bsn. I  
Bsn. II  
Hn. I  
Hn. II  
Tpt. I  
Tpt. II  
Tbn. I  
Tbn. II  
B. Tbn.  
Tba.  
Timp.  
Perc.  
Bass drum  
Crot.  
Synth I  
Synth II  
Synth III  
Synth IV  
Synth V  
Synth VI  
Synth VII  
Synth VIII  
Vln. I  
Vln. II  
Vla.  
Vcl.  
Cb.

This page of a musical score, numbered 83, features a variety of instruments and parts. The top section includes woodwinds: Flute I (Fl. I), Piccolo (Picc.), Oboe I (Ob. I), Oboe II (Ob. II), Clarinet I (Cl. I), Clarinet II (Cl. II), Bassoon I (Bsn. I), and Bassoon II (Bsn. II). Below these are brass instruments: Horn I (Hn. I), Horn II (Hn. II), Trumpet I (Tpt. I), Trumpet II (Tpt. II), Trombone I (Tbn. I), Trombone II (Tbn. II), Baritone (B. Tbn.), and Tuba (Tba.). The percussion section consists of Timpani (Timp.), Percussion II (Perc. II) with a Sustain pedal and Bass drum, and Cymbals (Crot.). The synthesizer section includes eight parts labeled Synth I through Synth VIII. The string section at the bottom includes Violin I (Vln. I), Violin II (Vln. II), Viola (Vla.), Violoncello (Vc.), and Contrabass (Cb.). The score is written in a common time signature and includes various dynamic markings such as *p*, *ff*, *f*, *mp*, and *mf*. It also features articulation marks like accents and slurs, and some parts have a 'Sustain' pedal indicated. The page number '125' is visible at the top left of the first staff.

This page of an orchestral score contains measures 132 through 138. The instrumentation includes:

- Flute I:** Features a melodic line with frequent triplets and slurs.
- Picc.** (Piccolo): Mirrors the melodic line of Flute I.
- Oboe I & II:** Play a steady accompaniment of eighth notes.
- Clarinet I & II:** Similar to the oboes, they provide a consistent eighth-note accompaniment.
- Bassoon I & II:** Also play eighth-note accompaniment, with some dynamic markings.
- Horn I & II:** Horn I has a long note starting in measure 135. Horn II has a similar entry.
- Trumpet I & II:** Play sustained notes with dynamic markings of *mp*.
- Trombone I & II:** Play sustained notes with dynamic markings of *f* and *mp*.
- Baritone Trombone:** Plays a sustained note with a dynamic marking of *p*.
- Tuba:** Plays a sustained note with a dynamic marking of *mp*.
- Timpani:** Features a rhythmic pattern of eighth notes with dynamic markings of *f* and *p*.
- Percussion:** Indicated by a double bar line.
- Crotales:** Indicated by a double bar line.
- Synthesizers I-VIII:** Each has a unique rhythmic pattern of eighth and sixteenth notes.
- Violins I & II:** Play a rhythmic accompaniment of eighth notes with dynamic markings of *f* and *p*.
- Viola:** Plays a rhythmic accompaniment of eighth notes with dynamic markings of *f* and *p*.
- Violoncello (Vc.):** Plays a rhythmic accompaniment of eighth notes with dynamic markings of *f* and *p*.
- Contrabass (Cb.):** Plays a rhythmic accompaniment of eighth notes with dynamic markings of *f* and *p*.

139

Fl. I

Picc.

Ob. I

Ob. II

Cl. I

Cl. II

Bsn. I

Bsn. II

Hn. I

Hn. II

Tpt. I

Tpt. II

Tbn. I

Tbn. II

B. Tbn.

Tba.

Timp.

Perc.

Crot.

Synth I

Synth II

Synth III

Synth IV

Synth V

Synth VI

Synth VII

Synth VIII

Vln. I

Vln. II

Vla.

Vcl.

Cb.

47

This page of a musical score, numbered 146, features a variety of instruments. The woodwind section includes Flute I, Piccolo, Oboe I and II, Clarinet I and II, Bassoon I and II, Horn I and II, Trumpet I and II, Trombone I and II, and Baritone/Tuba. The brass section includes Trombone I and II, Baritone/Tuba, and Tuba. The string section includes Violin I and II, Viola, Violoncello, and Contrabasso. The percussion section includes Timpani, Percussion, and Crotchet. The score is divided into measures, with dynamic markings such as *mp*, *pp*, *p*, *f*, and *ff* indicating volume levels. The woodwinds play melodic lines with triplets and slurs, while the brass and strings provide harmonic support with sustained notes and rhythmic patterns. The percussion instruments are mostly silent, with some activity in the crotchet.





III. Debug

♩ = 157

Flute I *f*

Flute II *f* *Simile*

Oboe I

Oboe II

Clarinet in Bb I

Clarinet in Bb II

Bassoon I

Bassoon II

Horn in F I

Horn in F II

Trumpet in Bb I

Trumpet in Bb II

Trombone I

Trombone II

Bass Trombone

Tuba

Timpani *f* *Simile*

Percussion

Percussion

Percussion

Crotales

Synthesizer I

Synthesizer II

Synthesizer III

Synthesizer IV

Synthesizer V

Synthesizer VI

Synthesizer VII

Synthesizer VIII

Violin I *f* *Simile*

Violin II

Viola

Violoncello

Contrabass

This page of a musical score contains staves for various instruments. The woodwind section includes Flute I and II (Fl. I, Fl. II), Oboe I and II (Ob. I, Ob. II), Clarinet I and II (Cl. I, Cl. II), Bassoon I and II (Bsn. I, Bsn. II), Horn I and II (Hn. I, Hn. II), Trumpet I and II (Tpt. I, Tpt. II), Trombone I and II (Tbn. I, Tbn. II), Baritone Trombone (B. Tbn.), and Tuba (Tbn.). The percussion section includes Timpani (Timp.), three Percussion parts (Perc. I, II, III), and Cymbals (Crot.). The string section includes Violin I and II (Vln. I, Vln. II), Viola (Vla.), Violoncello (Vc.), and Contrabass (Cb.).

The score is divided into five measures. The Flute I and II parts play a continuous sixteenth-note pattern. The Oboe I part has a melodic line with triplets and slurs. The Clarinet I part has a melodic line with triplets and slurs. The Bassoon I part has a melodic line with triplets and slurs. The Horn I and II parts are silent. The Trumpet I and II parts are silent. The Trombone I and II parts are silent. The Baritone Trombone part is silent. The Tuba part is silent. The Timpani part is silent. The Percussion parts are silent. The Cymbals part is silent. The Violin I and II parts are silent. The Viola part is silent. The Violoncello part is silent. The Contrabass part is silent.

Dynamic markings include *mf* (mezzo-forte) for Flute I and II, *f* (forte) for Oboe I, Clarinet I, and Bassoon I, and *mp* (mezzo-piano) for Clarinet I. The word *Simile* is used for Oboe I, Clarinet I, and Bassoon I.

Fl. I  
 Fl. II  
 Ob. I  
 Ob. II  
 Cl. I  
 Cl. II  
 Bsn. I  
 Bsn. II  
 Hn. I  
 Hn. II  
 Tpt. I  
 Tpt. II  
 Tbn. I  
 Tbn. II  
 B. Tbn.  
 Tbn.  
 Timp.  
 Perc.  
 Perc.  
 Perc.  
 Crot.  
 Synth. I  
 Synth. II  
 Synth. III  
 Synth. IV  
 Synth. V  
 Synth. VI  
 Synth. VII  
 Synth. VIII  
 Vln. I  
 Vln. II  
 Vla.  
 Vc.  
 Cb.

Musical score for page 90, featuring woodwinds, brass, strings, and percussion. The score includes parts for Flute I and II, Oboe I and II, Clarinet I and II, Bassoon I and II, Horn I and II, Trumpet I and II, Trombone I, II, and Bass Trombone, Timpani, Percussion, Cymbal, and eight Synthesizer parts. Violin I and II, Viola, Violoncello, and Contrabass are also present. The score contains various musical notations such as triplets, dynamics (mf, f, Simile), and rests.

Musical score for page 91, measures 76-80. The score includes staves for Flutes I & II, Oboes I & II, Clarinets I & II, Bassoons I & II, Horns I & II, Trumpets I & II, Trombones I, II, and Bass Trombone, Tuba, Timpani, Percussion, Synthesizers I-VIII, Violins I & II, Viola, Violoncello, and Contrabass. The woodwinds and strings have active parts with various dynamics and articulations, while brass and percussion are mostly silent.

Measures 76-80. Dynamics include *mf* and *f*. Articulations include triplets and accents. The word "Simile" is present above the Violin I and II staves.

21

Fl. I  
Fl. II  
Ob. I  
Ob. II  
Cl. I  
Cl. II  
Bsn. I  
Bsn. II  
Hn. I  
Hn. II  
Tpt. I  
Tpt. II  
Tbn. I  
Tbn. II  
B. Tbn.  
Tbn.  
Timp.  
Perc.  
Perc.  
Perc.  
Crot.  
Synth. I  
Synth. II  
Synth. III  
Synth. IV  
Synth. V  
Synth. VI  
Synth. VII  
Synth. VIII  
Vln. I  
Vln. II  
Vla.  
Vc.  
Cb.

25

Fl. I  
Fl. II  
Ob. I  
Ob. II  
Cl. I  
Cl. II  
Bsn. I  
Bsn. II  
Hn. I  
Hn. II  
Tpt. I  
Tpt. II  
Tbn. I  
Tbn. II  
B. Tbn.  
Tbn.  
Timp.  
Perc.  
Perc.  
Perc.  
Crot.  
Synth. I  
Synth. II  
Synth. III  
Synth. IV  
Synth. V  
Synth. VI  
Synth. VII  
Synth. VIII  
Vln. I  
Vln. II  
Vla.  
Vc.  
Cb.

*mf*  
*mf*  
*mf*  
*mf*  
*mf*  
*mf*  
*mp*  
*f*

*Simile*  
*Simile*  
*Simile*  
*Simile*  
*Simile*  
*Simile*  
*Simile*  
*Simile*

This page of a musical score, numbered 94, contains the following parts and staves:

- Flutes:** Fl. I and Fl. II
- Oboes:** Ob. I and Ob. II
- Clarinets:** Cl. I and Cl. II
- Bassoons:** Bsn. I and Bsn. II
- Horns:** Hn. I and Hn. II
- Trumpets:** Tpt. I and Tpt. II
- Trombones:** Tbn. I, Tbn. II, B. Tbn., and Tbn.
- Timpani:** Timp.
- Percussion:** Perc. (three staves) and Crot.
- Synthesizers:** Synth. I through Synth. VIII
- Strings:** Vln. I, Vln. II, Vla., Vc., and Cb.

The score includes various musical notations such as triplets, slurs, and dynamic markings like *p* and *mf*. The woodwinds and strings play rhythmic patterns, while the brass and synth parts provide harmonic support.

25

Fl. I  
Fl. II  
Ob. I  
Ob. II  
Cl. I  
Cl. II  
Bsn. I  
Bsn. II  
Hn. I  
Hn. II  
Tpt. I  
Tpt. II  
Tbn. I  
Tbn. II  
B. Tbn.  
Tbn.  
Timp.  
Perc.  
Perc.  
Perc.  
Crot.  
Synth. I  
Synth. II  
Synth. III  
Synth. IV  
Synth. V  
Synth. VI  
Synth. VII  
Synth. VIII  
Vln. I  
Vln. II  
Vla.  
Vc.  
Cb.



39

Fl. I  
Fl. II  
Ob. I  
Ob. II  
Cl. I  
Cl. II  
Bsn. I  
Bsn. II  
Hn. I  
Hn. II  
Tpt. I  
Tpt. II  
Tbn. I  
Tbn. II  
B. Tbn.  
Tbn.  
Timp.  
Perc. II (bass drum)  
Perc. II (snare)  
Perc. II  
Crot.  
Synth. I  
Synth. II  
Synth. III  
Synth. IV  
Synth. V  
Synth. VI  
Synth. VII  
Synth. VIII  
Vln. I  
Vln. II  
Vla.  
Vc.  
Cb.

45

Fl. I  
Fl. II  
Ob. I  
Ob. II  
Cl. I  
Cl. II  
Bsn. I  
Bsn. II  
Hn. I  
Hn. II  
Tpt. I  
Tpt. II  
Tbn. I  
Tbn. II  
B. Tbn.  
Tbn.  
Timp.  
Perc.  
Perc.  
Perc.  
Crot.  
Synth. I  
Synth. II  
Synth. III  
Synth. IV  
Synth. V  
Synth. VI  
Synth. VII  
Synth. VIII  
Vln. I  
Vln. II  
Vla.  
Vc.  
Cb.

This page of a musical score, numbered 98, contains staves for various instruments. The woodwind section includes Flutes I and II, Oboes I and II, Clarinets I and II, Bassoons I and II, and Bassoon III. The brass section includes Horns I and II, Trumpets I and II, Trombones I and II, and Bass Trombone. The percussion section includes Timpani, Cymbal, High tom, Low tom, and Crotales. The keyboard section includes Synthesizers I through VIII. The string section includes Violins I and II, Viola, Cello, and Double Bass. The score features complex rhythmic patterns, including triplets and sixteenth-note runs, and dynamic markings such as *ff*, *mp*, and *mf*. A 'Simile' instruction is present for the string parts.

38

Fl. I  
Fl. II  
Ob. I  
Ob. II  
Cl. I  
Cl. II  
Bsn. I  
Bsn. II  
Hn. I  
Hn. II  
Tpt. I  
Tpt. II  
Tbn. I  
Tbn. II  
B. Tbn.  
Tbn.  
Timp.  
Perc.  
Perc.  
Perc.  
Crot.  
Synth. I  
Synth. II  
Synth. III  
Synth. IV  
Synth. V  
Synth. VI  
Synth. VII  
Synth. VIII  
Vln. I  
Vln. II  
Vla.  
Vcl.  
Cb.

*mp* *ff* *mp* *ff*

65

Fl. I  
Fl. II  
Ob. I  
Ob. II  
Cl. I  
Cl. II  
Bsn. I  
Bsn. II  
Hn. I  
Hn. II  
Tpt. I  
Tpt. II  
Tbn. I  
Tbn. II  
B. Tbn.  
Tbn.  
Timp.  
Perc.  
Perc.  
Perc.  
Crot.  
Synth. I  
Synth. II  
Synth. III  
Synth. IV  
Synth. V  
Synth. VI  
Synth. VII  
Synth. VIII  
Vln. I  
Vln. II  
Vla.  
Vc.  
Cb.

*mp* *ff* *mp* *ff* *mp*

This page of a musical score, numbered 101, contains staves for various instruments. The woodwind section includes Flutes I and II, Oboes I and II, Clarinets I and II, Bassoons I and II, Horns I and II, Trumpets I and II, Trombones I and II, Baritone Trombone, and Tuba. The percussion section includes Timpani, Percussion I and II, and Crotales. The string section includes Violins I and II, Viola, Violoncello, and Contrabass. The score is divided into measures, with dynamic markings such as *f*, *mf*, *mp*, *p*, and *ff*. The word "Simile" is used to indicate that an instrument should play in a similar manner to a preceding passage. The woodwinds and strings play complex rhythmic patterns, often involving triplets and sixteenth notes. The brass section provides harmonic support with sustained notes and rhythmic patterns. The percussion section includes a complex drum pattern and crotales.

78

Fl. I

Fl. II

Ob. I

Ob. II

Cl. I

Cl. II

Bsn. I

Bsn. II

Hn. I

Hn. II

Tpt. I

Tpt. II

Tbn. I

Tbn. II

B. Tbn.

Tbn.

Timp.

Perc. II

Perc. II

Perc. II

Crot.

Synth. I

Synth. II

Synth. III

Synth. IV

Synth. V

Synth. VI

Synth. VII

Synth. VIII

Vln. I

Vln. II

Vla.

Vcl.

Cb.

Simile

f

54

Fl. I

Fl. II

Ob. I

Ob. II

Cl. I

Cl. II

Bsn. I

Bsn. II

Hn. I

Hn. II

Tpt. I

Tpt. II

Tbn. I

Tbn. II

B. Tbn.

Tbn.

Timp.

Perc. II

Perc. II

Perc. II

Crot.

Synth. I

Synth. II

Synth. III

Synth. IV

Synth. V

Synth. VI

Synth. VII

Synth. VIII

Vln. I

Vln. II

Vla.

Vc.

Cb.

Simile

55

56

57

58

59



90

Fl. I  
Fl. II  
Ob. I  
Ob. II  
Cl. I  
Cl. II  
Bsn. I  
Bsn. II  
Hn. I  
Hn. II  
Tpt. I  
Tpt. II  
Tbn. I  
Tbn. II  
B. Tbn.  
Tbn.  
Timp.  
Perc. II  
Perc. II  
Perc. II  
Crot.  
Synth. I  
Synth. II  
Synth. III  
Synth. IV  
Synth. V  
Synth. VI  
Synth. VII  
Synth. VIII  
Vln. I  
Vln. II  
Vla.  
Vc.  
Cb.

Simile

*mp*

96

Fl. I  
Fl. II  
Ob. I  
Ob. II  
Cl. I  
Cl. II  
Bsn. I  
Bsn. II  
Hn. I  
Hn. II  
Tpt. I  
Tpt. II  
Tbn. I  
Tbn. II  
B. Tbn.  
Tbn.  
Timp.  
Perc. II  
Perc. II  
Perc. II  
Crot.  
Synth. I  
Synth. II  
Synth. III  
Synth. IV  
Synth. V  
Synth. VI  
Synth. VII  
Synth. VIII  
Vln. I  
Vln. II  
Vla.  
Vc.  
Cb.

Simile  
pp  
mp  
p

67

103

Fl. I  
Fl. II  
Ob. I  
Ob. II  
Cl. I  
Cl. II  
Bsn. I  
Bsn. II  
Hn. I  
Hn. II  
Tpt. I  
Tpt. II  
Tbn. I  
Tbn. II  
B. Tbn.  
Tbn.  
Timp.  
Perc.  
Perc.  
Perc.  
Crot.  
Synth. I  
Synth. II  
Synth. III  
Synth. IV  
Synth. V  
Synth. VI  
Synth. VII  
Synth. VIII  
Vln. I  
Vln. II  
Vla.  
Vc.  
Cb.

*mp*  
*pp*  
*pp*  
*pp*  
*pp*  
*mp*  
*mp*  
*mp*  
*mp*

Detailed description: This page of a musical score, numbered 106, contains 36 staves. The top section includes woodwinds: Flutes I and II, Oboes I and II, Clarinets I and II, Bassoons I and II, Horns I and II, Trumpets I and II, Trombones I and II, Baritone Trombone, and Tuba. The middle section includes Percussion (three staves) and Crotales. The bottom section includes eight Synthesizer parts (Synth. I-VIII), Violins I and II, Viola, Violoncello, and Contrabass. The score begins with a rehearsal mark '103'. The woodwind parts feature complex rhythmic patterns, including triplets and sixteenth-note runs. The brass parts are mostly sustained notes with dynamic markings like *mp* and *pp*. The percussion parts are mostly rests, except for the Crotales which play a steady eighth-note pattern. The synthesizer parts have various rhythmic and melodic lines, with Synth. I featuring a dense sixteenth-note texture. The string parts are mostly rests.

108

Fl. I  
Fl. II  
Ob. I  
Ob. II  
Cl. I  
Cl. II  
Bsn. I  
Bsn. II  
Hn. I  
Hn. II  
Tpt. I  
Tpt. II  
Tbn. I  
Tbn. II  
B. Tbn.  
Tbn.  
Timp.  
Perc.  
Perc.  
Perc.  
Crot.  
Synth. I  
Synth. II  
Synth. III  
Synth. IV  
Synth. V  
Synth. VI  
Synth. VII  
Synth. VIII  
Vln. I  
Vln. II  
Vla.  
Vc.  
Cb.

Musical score for page 108, measures 113-118. The score includes parts for Flute I and II, Oboe I and II, Clarinet I and II, Bassoon I and II, Horn I and II, Trumpet I and II, Trombone I and II, Bass Trombone, Tuba, Timpani, Percussion, Cymbal, Synthesizer I-VIII, Violin I and II, Viola, Violoncello, and Contrabass. The score features various dynamics such as *mp*, *mf*, *p*, and *f*, and includes performance instructions like *Simile*. The flute parts have a dense texture starting in measure 115. The oboe part has a melodic line with triplets. The synthesizer parts have complex rhythmic patterns. The violin I part has a tremolo-like texture starting in measure 115.

219

Fl. I *Simile*

Fl. II

Ob. I

Ob. II

Cl. I

Cl. II

Bsn. I *mf*

Bsn. II

Hn. I

Hn. II

Tpt. I

Tpt. II

Tbn. I

Tbn. II

B. Tbn.

Tbn.

Timp.

Perc. II

Perc. II

Perc. II

Crot.

Synth. I

Synth. II

Synth. III

Synth. IV

Synth. V

Synth. VI *Simile*

Synth. VII

Synth. VIII

Vln. I *mf*

Vln. II *p*

Vla.

Vc.

Cb.

223

Fl. I  
Fl. II  
Ob. I  
Ob. II  
Cl. I  
Cl. II  
Bsn. I  
Bsn. II  
Hn. I  
Hn. II  
Tpt. I  
Tpt. II  
Tbn. I  
Tbn. II  
B. Tbn.  
Tbn.  
Timp.  
Perc.  
Perc.  
Perc.  
Crot.  
Synth. I  
Synth. II  
Synth. III  
Synth. IV  
Synth. V  
Synth. VI  
Synth. VII  
Synth. VIII  
Vln. I  
Vln. II  
Vla.  
Vc.  
Cb.

mf  
mp  
Simile  
Simile  
p

200

Fl. I

Fl. II

Ob. I

Ob. II

Cl. I

Cl. II

Bsn. I

Bsn. II

Hn. I

Hn. II

Tpt. I

Tpt. II

Tbn. I

Tbn. II

B. Tbn.

Tbn.

Timp.

Perc.

Perc.

Perc.

Crot.

Synth. I

Synth. II

Synth. III

Synth. IV

Synth. V

Synth. VI

Synth. VII

Synth. VIII

Vln. I

Vln. II

Vla.

Vc.

Cb.

Simile

pp

mf

Bass Drum



220

Fl. I  
Fl. II  
Ob. I  
Ob. II  
Cl. I  
Cl. II  
Bsn. I  
Bsn. II  
Hn. I  
Hn. II  
Tpt. I  
Tpt. II  
Tbn. I  
Tbn. II  
B. Tbn.  
Tbn.  
Timp.  
Perc.  
Perc. Cymbal  
Perc. High tom  
Perc. Low tom  
Crot.  
Synth. I  
Synth. II  
Synth. III  
Synth. IV  
Synth. V  
Synth. VI  
Synth. VII  
Synth. VIII  
Vln. I  
Vln. II  
Vla.  
Vc.  
Cb.

*sfz* *p* *f* *mf*

74

742

Fl. I  
Fl. II  
Ob. I  
Ob. II  
Cl. I  
Cl. II  
Bsn. I  
Bsn. II  
Hn. I  
Hn. II  
Tpt. I  
Tpt. II  
Tbn. I  
Tbn. II  
B. Tbn.  
Tbn.  
Timp.  
Perc.  
Perc.  
Perc.  
Crot.  
Synth. I  
Synth. II  
Synth. III  
Synth. IV  
Synth. V  
Synth. VI  
Synth. VII  
Synth. VIII  
Vln. I  
Vln. II  
Vla.  
Vc.  
Cb.

*mf* *ff*

748

Fl. I  
Fl. II  
Ob. I  
Ob. II  
Cl. I  
Cl. II  
Bsn. I  
Bsn. II  
Hn. I  
Hn. II  
Tpt. I  
Tpt. II  
Tbn. I  
Tbn. II  
B. Tbn.  
Tbn.  
Timp.  
Perc.  
Perc.  
Perc.  
Crot.  
Synth. I  
Synth. II  
Synth. III  
Synth. IV  
Synth. V  
Synth. VI  
Synth. VII  
Synth. VIII  
Vln. I  
Vln. II  
Vla.  
Vc.  
Cb.

This page of a musical score, numbered 115, contains the following parts and staves:

- Flutes:** Fl. I and Fl. II
- Oboes:** Ob. I and Ob. II
- Clarinets:** Cl. I and Cl. II
- Bassoons:** Bsn. I and Bsn. II
- Horns:** Hn. I and Hn. II
- Trumpets:** Tpt. I and Tpt. II
- Trombones:** Tbn. I, Tbn. II, and B. Tbn.
- Timpani:** Timp.
- Percussion:** Perc. I, Perc. II, and Crot.
- Synthesizers:** Synth. I through Synth. VIII
- Strings:** Vln. I, Vln. II, Vla., Vc., and Cb.

The score is written in 4/4 time and includes various musical notations such as triplets, dynamics (mf, f, p), and articulation marks. The woodwinds and strings play active melodic and rhythmic lines, while the brass and percussion provide harmonic support and rhythmic patterns.

239

Fl. I  
Fl. II  
Ob. I  
Ob. II  
Cl. I  
Cl. II  
Bsn. I  
Bsn. II  
Hn. I  
Hn. II  
Tpt. I  
Tpt. II  
Tbn. I  
Tbn. II  
B. Tbn.  
Tba.  
Timp.  
Perc.  
Perc.  
Perc.  
Crot.  
Synth. I  
Synth. II  
Synth. III  
Synth. IV  
Synth. V  
Synth. VI  
Synth. VII  
Synth. VIII  
Vln. I  
Vln. II  
Vla.  
Vc.  
Cb.

Detailed description: This page of a musical score covers measures 239 to 244. The instrumentation includes woodwinds (Flutes I & II, Oboes I & II, Clarinets I & II, Bassoons I & II, Horns I & II, Trumpets I & II, Trombones I & II, Baritone Trombone, and Tuba), percussion (Tympani, three Percussion parts, and Cymbals), eight Synthesizer parts, and strings (Violins I & II, Viola, Violoncello, and Contrabass). The score is written in a standard staff format with various musical notations such as notes, rests, and articulation marks. The woodwinds and strings have more active parts, while the brass and percussion parts are more sparse.

164

Fl. I  
Fl. II  
Ob. I  
Ob. II  
Cl. I  
Cl. II  
Bsn. I  
Bsn. II  
Hn. I  
Hn. II  
Tpt. I  
Tpt. II  
Tbn. I  
Tbn. II  
B. Tbn.  
Tba.  
Timp.  
Perc.  
Perc.  
Perc.  
Crot.  
Synth. I  
Synth. II  
Synth. III  
Synth. IV  
Synth. V  
Synth. VI  
Synth. VII  
Synth. VIII  
Vln. I  
Vln. II  
Vla.  
Vc.  
Cb.

79

## บรรณานุกรม

- Adams, John. "Short Ride in a Fast Machine." London: Boosey & Hawkes, 1986.
- Chemuturi, Murali. *Computer Programming for Beginners: A Step-by-Step Guide*. Florida: CRC Press, 2019.
- Flasinski, Mariusz. *Introduction to Artificial Intelligence*. Switzerland: Springer, 2016.
- Holst, Gustav. "The Planets Suite for Large Orchestra." London: Ernst Eulenburg Ltd, 1979.
- Mussorgsky, Modest. "Pictures at an Exhibition for Piano." New York: G. Schirmer Inc, 2008.
- ณรงค์ฤทธิ์ ธรรมบุตร. การประพันธ์เพลงร่วมสมัย. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.
- ณัชชา พันธุ์เจริญ. ทฤษฎีดนตรี. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์เกศกะรัต, 2559.
- . พจนานุกรมศัพท์ดุริยางคศิลป์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์เกศกะรัต, 2553.
- ยวัล โนอาห์ แฮรารี. เซเปียนส์ ประวัติย่อมนุษยชาติ. แปลโดย ดร.นำชัย ชีววิวรรณ. กรุงเทพฯ: ยิปซี กรุ๊ป, 2561.



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
**CHULALONGKORN UNIVERSITY**



## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ธาวิน ไล่ทอง
วัน เดือน ปี เกิด	13 ธ.ค. 2537
วุฒิการศึกษา	ปริญญาบัณฑิต สาขาวิชาดนตรีศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ที่อยู่ปัจจุบัน	36 ซ.ประชาราษฎร์ 16/1 ถ.ประชาราษฎร์ ต.ตลาดขวัญ อ.เมือง นนทบุรี 11000



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY