



ผ่านพื้นที่และเวลา: บริบทเสียง 5 มิติแรกของเอกภพ



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรดุริยางคศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสังคีตวิจัยและพัฒนา แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2560

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ผ่านพื้นที่และเวลา: บริบทเสียง 5 มิติแรกของเอกภาพ



โดย
นายพงษ์สกร รัตนภัทรกุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรดุริยางคศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสังคีตวิจัยและพัฒนา แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

THROUGH TIME AND SPACE: A SONIFICATION OF THE FIRST 5 DIMENSIONS
OF THE UNIVERSE



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for Master of Music (Music Research and Development)
Graduate School, Silpakorn University
Academic Year 2017
Copyright of Graduate School, Silpakorn University

หัวข้อ ผ่านพื้นที่และเวลา: บริบทเสียง 5 มิติแรกของเอกภพ
โดย พงษ์สกร รัตนภัทรกุล
สาขาวิชา สังคีตวิज्ञัยและพัฒนา แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ดร. Jean-David Stephane Caillouet

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรดุริยางคศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.จุไรรัตน์ นันทานิช)


พิจารณาเห็นชอบโดย

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอกราช เจริญนิิตย์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ดร. Jean-David Stephane Caillouet)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศักดิ์ศรี วงศ์ธราดล)

..... ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ดร. จิรเดช เสตะพันธุ์)



57701313 : สังคีตวิจัยและพัฒนา แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญาโทบัณฑิต

คำสำคัญ : มิติ, พื้นที่, เวลา, การประพันธ์ดนตรี, บริบทเสียง

นาย พงษ์สกร รัตนภัทรกุล: ผ่านพื้นที่และเวลา: บริบทเสียง 5 มิติแรกของเอกภพ อาจารย์
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ดร. Jean-David Stephane Caillouet

สืบเนื่องด้วยผู้วิจัยมีความสนใจอย่างยิ่งในทฤษฎีของการกำเนิดจักรวาล เอกภพคู่ขนาน และ การเชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์และศิลปะ ซึ่งต้องการนำเสนอและสะท้อนความสัมพันธ์ของการรับรู้เรื่องเป็นเวลาและพื้นที่ไปสู่การสร้างสรรคงานประพันธ์ จุดมุ่งหมายของงานวิจัยชิ้นนี้ ต้องการถ่าย ทอดประสบการณ์การรับรู้ของมิติที่ 0 ถึง 5 จากทฤษฎีควอนตัมไปสู่บริบทของดนตรี

ขั้นตอนการตีความต่อไปนี้จะถูกนำมาใช้เป็นแนวทางตั้งแต่ต้นจนจบ (1) มิติที่ 0 อนุภาคที่เล็กที่สุดของเสียง (2) มิติที่ 1 ทิศทางของเสียงในแนวนอนและรูปร่างของทำนอง ความยาวของเหตุการณ์เสียง (3) มิติที่ 2 เสียงประสานและสเปกตรัมของเสียง (4) มิติที่ 3 ความหนาแน่น ปริมาณมวลเสียงและความดังของปรากฏการณ์เสียง (5) มิติที่ 4 ตำแหน่งและทิศทางการเคลื่อนที่ในพื้นที่และเวลา อุปมากับกระบวนการความคิดเรื่องเวลาในอดีต ปัจจุบันและอนาคตผ่านการเปลี่ยนแปลง ลักษณะรูปร่างและเหตุการณ์เสียง (6) มิติที่ 5 ความเป็นไปได้ที่หลากหลายของโลกฟิสิกส์จากหนึ่ง แนวคิดทางดนตรีสามารถที่จะไปสู่ลักษณะที่แตกต่างกันไป

งานวิจัยนี้ได้รวบรวมศาสตร์ทั้งสองเข้าด้วยกัน นำเสนอผ่านดนตรีอะคูสติคสำหรับนักดนตรี 29 คน ซึ่งถูกจัดวางตำแหน่งเพื่อมุ่งหมายที่จะให้บรรลุถึงภาพรวมของรูปพรรณแบบไฮโลโพนี สะท้อนให้เห็นถึงแนวความคิดของเวลาและพื้นที่ที่ปรากฏ เงื่อนไขการตีความของมิติ ต่าง ๆ และรูปแบบของการรับรู้ของเวลาและพื้นที่ บทประพันธ์ดนตรีนี้มุ่งมั่นที่จะให้ข้อมูลต่อผู้ชมและง่ายต่อการเข้าใจความคิดทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เสียงเป็นสื่อกลาง การรวมของสองศาสตร์นี้มีวิธีการเข้าถึงจุดมุ่มมองที่ไม่ซ้ำกันผ่านทางที่จะสำรวจและเป็นเทคนิคที่ทำลายต่อการประพันธ์ดนตรี จุดมุ่มมองทางวิทยาศาสตร์จะถูกสื่อถึงในทุกส่วนของดนตรีตั้งแต่การจัดการโครงสร้างของเหตุการณ์เสียง ความซับซ้อนของเสียงประสาน ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของเวลาและการเคลื่อนไหวของทำนอง

57701313 : Major (Music Research and Development)

Keyword : DIMENSIONS, SPACE, TIME, MUSIC COMPOSITION, SONIFICATION

MR. PONGSAKORN RATTANAPATTARAKUL : THROUGH TIME AND SPACE: A SONIFICATION OF THE FIRST 5 DIMENSIONS OF THE UNIVERSE THESIS ADVISOR : PH.D. JEAN-DAVID STEPHANE CAILLOUET

Following a strong interest in the theories of the creation of the universe, parallel worlds and the inter-connections between science and art, I decided to reflect on the relative perceptions of time and space through the creation of a musical work. This research aims at translating the experiences and perceptions of the dimensions 0 to 5 described in quantum theory into a musical context.

The following interpretation process is used as a filter and guide throughout: (1) The 0th dimension: the smallest particle of sound. (2) The 1st dimension: the horizontal direction of sound and melodic contours, the length of the sonic events. (3) The 2nd dimension: the harmonic and spectral profile of sound (4) The 3rd dimension: the density, weight of sound pressure and overall loudness of the sonic phenomenon. (5) The 4th dimension: the position, direction and spatialisation of sonic gestures through time and space. Creating perception with the time paradigm of past, present and future through transformations of sonic events. (6) The 5th dimension: the multiple possible permutations explored in the world of physics; a single musical idea might exist in opportunities variations.

This interdisciplinary research is presented through an acoustic music composition for 29 musicians whose positioning aims at achieving holophonic textures reflecting the temporal and spatial concepts depicted. This research illustrates the concepts described above, providing an imaginary interpretation of the various dimensions and modes of perception of time and space. This composition intends to inform the audience and facilitate an understanding of those scientific ideas through the medium of sound. This interdisciplinary approach also offers a unique view point through which to explore and challenge the techniques of music composition. The scientific view point will inform various, from the organisational structures of the sonic events, complex harmonies, the relations between time ratios and alternative melodic motions and gestures.

กิตติกรรมประกาศ

บทประพันธ์เพลง Shake จากงานวิจัยเรื่อง “ผ่านพื้นที่และเวลา: บริบทเสียง 5 มิติแรกของเอกภพ” เป็นงานที่จำลองมิติของเสียงตามนิยามทางวิทยาศาสตร์การรับรู้สภาวะความเป็นจริง สัมผัสภาพของพื้นที่และเวลา บทประพันธ์นี้เป็นงานสำหรับฟลูต 4 เบสคลาริเน็ต 1 ไวโอลิน 14 วิโอลา 4 เชลโล 4 และดับเบิลเบส 2 รวมผู้บรรเลงทั้งหมด 29 คน ได้รับการสนับสนุนจากท่านอาจารย์ผู้มีพระคุณดังต่อไปนี้

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกราช เจริญนิത്യ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ให้ความเมตตาในการสอบวิทยานิพนธ์ผลงานด้านการประพันธ์เพลงและงานวิจัยที่สำคัญในครั้ง ซึ่งจะเป็แรงผลักดันให้ข้าพเจ้า ทำในสิ่งที่ท้าทายและมีคุณภาพมากขึ้นต่อไปในอนาคต ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

อาจารย์ ดร. Jean-David Caillouet อาจารย์ที่ปรึกษาหลักวิทยานิพนธ์ ผู้ให้คำแนะนำให้แนวคิดและมุมมองที่ดีเสมอมา มอบประสบการณ์และวิธีการประพันธ์เพลงที่น่าสนใจ ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือตั้งแต่เริ่มสืบค้นข้อมูลตลอดจนถึงขั้นตอนการทำวิจัยและการประพันธ์เพลงจนงานชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยรักและเคารพ ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศักดิ์ศรี วงศ์รัตล อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมวิทยานิพนธ์ ผู้ให้คำแนะนำทางด้านการประพันธ์เพลงและการเขียนงานวิจัย เป็นผู้มอบโอกาสและประสบการณ์ที่ดีที่มีคุณค่าอย่างยิ่งและช่วยเปิดมุมมองเกี่ยวกับเทคนิควิธีการประพันธ์ให้ข้าพเจ้าได้สร้างสรรค์ผลงานด้วยวิธีใหม่ ๆ ได้หลากหลายมากขึ้นจนงานชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

อาจารย์ ดร. จิรเดช เสตะพันธุ์ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ให้คำชี้แนะและมอบวิสัยทัศน์ที่เป็นประสบการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้าเสมอมา ขอขอบพระคุณความรู้อันมีคุณค่าในด้านการประพันธ์เพลงและคำแนะนำในการปรับปรุงและพัฒนางานวิจัย ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ข้าพเจ้าหวังว่าบทประพันธ์ที่ผสมผสานศาสตร์ระหว่างดนตรีและวิทยาศาสตร์เข้าด้วยกัน รวมถึงขั้นตอนการวิจัยทั้งหมดนี้ จะเป็นวิทยานิพนธ์ที่สร้างคุณประโยชน์และเป็นแนวทางให้กับผู้สนใจ หากมีส่วนหนึ่งส่วนใดในงานวิจัยชิ้นนี้ขาดตกบกพร่อง ข้าพเจ้ายินดีน้อมรับข้อเสนอแนะเพื่อเป็นประโยชน์สูงสุดต่อไปในภายภาคหน้าและกราบขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย ขอขอบพระคุณด้วยความจริงใจเป็นอย่างสูง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ.....	3
บทที่ 2 เอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 แนวคิดเรื่องมิติ.....	4
2.2 อนุภาคคลื่นเสียงในอะตอม.....	4
2.3 ดนตรีสเปกตรัม (Spectral Music).....	5
2.4 รูปพรรณโฮโลโฟนิค (Holophonic)	7
2.5 เทสเซอแร็กต์ (Tesseract).....	8
2.6 แนวคิดในการสร้างบทประพันธ์ด้วยการใช้แบบจำลอง.....	9
2.7 อินเทอร์เน็ตสตาร์.....	10
2.8 Les Espaces Acoustiques	11
2.9 Pithoprakta.....	14
2.10 Terretektorh	16

2.11 Gruppen	20
บทที่ 3 วิธีดำเนินวิจัย.....	23
3.1 สำรวจและทดลองสร้างลูกบาศก์ไฮเปอร์คิวบ์.....	23
3.2 สร้างแบบจำลองตำแหน่งการจัดวางเครื่องดนตรีในบทประพันธ์.....	23
3.3 กำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของเสียงในพื้นที่.....	25
3.4 เลือกเสียงที่จะใช้เป็นโน้ตหลักของสเปกตรัม.....	25
3.5 โครงสร้างในการประพันธ์ดนตรี.....	28
3.6 บทประพันธ์ทดลอง EMIT.....	28
3.7 บทประพันธ์ทดลอง Parallel Illusion.....	32
บทที่ 4 วิเคราะห์บทประพันธ์และเทคนิคการประพันธ์.....	34
4.1 ช่วงแรกของบทประพันธ์ Shake.....	36
4.2 ช่วงที่สองของบทประพันธ์ Shake.....	37
4.3 ช่วงที่สามของบทประพันธ์ Shake.....	41
4.4 ช่วงสุดท้ายของบทประพันธ์ Shake.....	46
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย.....	48
5.1 โครงสร้างของบทประพันธ์.....	48
5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น.....	48
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	49
รายการอ้างอิง.....	50
ภาคผนวก.....	52
บทประพันธ์ทดลอง EMIT for Flute, Clarinet, Violin, Cello, Percussion, Piano.....	53
บทประพันธ์ทดลอง Parallel Illusion for Flute, Viola, Piano.....	81
บทประพันธ์ Shake for Flute, Bass Clarinet, Violin, Viola, Cello, Double Bass.....	89
ภาพวาดความคิดแรกสู่บทประพันธ์ Shake.....	127



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 การสั่นของพาร์เซียลในช่วงที่ 1 ถึง 4.....	6
ภาพที่ 2 การทดลองบนแผ่นโลหะ Chladni Plate.....	7
ภาพที่ 3 รูปแสดงรูปพรรณดนตรีแบบโฮโลโฟนิก.....	8
ภาพที่ 4 เทสเซอร์เก็ตแสดงมิติร่วมของลูกบาศก์ 3 มิติ.....	9
ภาพที่ 5 บทประพันธ์ Les Espaces Acoustiques ท่อน Partiels โดย Gérard Grisey.....	12
ภาพที่ 6 โน้ตพาร์เซียลในบทประพันธ์ Les Espaces Acoustiques ท่อน Partiels.....	12
ภาพที่ 7 บทประพันธ์ Les Espaces Acoustiques ท่อน Partiels นาที่ที่ 14.58.....	13
ภาพที่ 8 บทประพันธ์ Les Espaces Acoustiques ท่อน Partiels นาที่ที่ 15.17.....	14
ภาพที่ 9 ภาพร่าง Cloud of Points ในบทประพันธ์ Pithoprakta โดย Iannis Xenakis.....	15
ภาพที่ 10 การจัดตำแหน่งเครื่องดนตรีในบทประพันธ์ Terretektorh โดย Iannis Xenakis.....	17
ภาพที่ 11 หน้าแรกของบทประพันธ์ Terretektorh.....	18
ภาพที่ 12 บทประพันธ์ Terretektorh ห้องที่ 121-135.....	19
ภาพที่ 13 อัตราความเร็วในบทประพันธ์ Gruppen โดย Karlheinz Stockhausen.....	20
ภาพที่ 14 การกระจายโน้ตของ Cowbells ในบทประพันธ์ Gruppen.....	21
ภาพที่ 15 แสดงหน้าแรกของบทประพันธ์ Gruppen.....	21
ภาพที่ 16 บทประพันธ์ Gruppen นาที่ที่ 2.12.....	22
ภาพที่ 17 แบบจำลองการจัดตำแหน่งเครื่องดนตรีภายในวง.....	24
ภาพที่ 18 แบบจำลองการจัดพื้นที่วงย่อยแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม.....	24
ภาพที่ 19 แบบจำลองการเคลื่อนที่ของเสียงในพื้นที่ของวง.....	25
ภาพที่ 20 แสดงช่วงกว้างของเสียงของเครื่องดนตรีที่นำไปใช้ในบทประพันธ์.....	26
ภาพที่ 21 ขั้นตอนและอุปกรณ์ที่ใช้ดำเนินการบันทึกและวิเคราะห์โน้ต D2 ของเบสคลาริเน็ต.....	27

ภาพที่ 22 ผลการวิเคราะห์เสียงด้วยโปรแกรม iZotope RX 5	27
ภาพที่ 23 ผลการวิเคราะห์สเปกตรัมเทียบกับตำแหน่งของคีย์เปียโน	28
ภาพที่ 24 แสดงโน้ตหน้าแรกของบทประพันธ์ EMIT.....	29
ภาพที่ 25 เทคนิค Random Improvise ในบทประพันธ์ EMIT ห้องที่ 2.....	30
ภาพที่ 26 เทคนิค Air Tone, Tremolo, Glissando ในบทประพันธ์ EMIT ห้องที่ 4	30
ภาพที่ 27 บทประพันธ์ EMIT ห้องที่ 7.....	31
ภาพที่ 28 หน้าแรกของบทประพันธ์ Parallel illusion	32
ภาพที่ 29 เทคนิค Half Pressure Trill และ Flautando ในบทประพันธ์ Parallel Illusion.....	33
ภาพที่ 30 เทคนิค Whistle Tones และ Key Click ในบทประพันธ์ Parallel Illusion.....	33
ภาพที่ 31 ตำแหน่งผู้เล่นทั้งหมดในบทประพันธ์ Shake.....	34
ภาพที่ 32 หน้าแรกของบทประพันธ์ Shake.....	35
ภาพที่ 33 การผสมเทคนิคของเครื่องสายในช่วงต้นเพลง.....	36
ภาพที่ 34 ภาพรวมการขยายทิศทางเสียงของบทประพันธ์ Shake จากหน้าที่ 3-5	37
ภาพที่ 35 ช่วงที่สองของประพันธ์ Shake	38
ภาพที่ 36 เทคนิคเลียนเสียง (Blurring Technique).....	39
ภาพที่ 37 ตัวอย่าง Polyrhythm ที่ 1	40
ภาพที่ 38 ตัวอย่าง Polyrhythm ที่ 2	40
ภาพที่ 39 เงื่อนไขในการเลือก Improvise.....	41
ภาพที่ 40 บทประพันธ์ Shake ช่วงที่สาม หน้าที่ 21-22	42
ภาพที่ 41 การจำลองตามแบบ Tesseract	43
ภาพที่ 42 โน้ตช่วงที่จำลอง Tesseract ในบทประพันธ์ Shake หน้าที่ 26-27.....	44
ภาพที่ 43 เทคนิค Improvise แบบ Random Speech.....	45
ภาพที่ 44 แบบร่างการจัดวางเสียงในสกอรีในช่วงสุดท้ายของบทประพันธ์ Shake	46
ภาพที่ 45 โน้ตช่วงสุดท้ายสะท้อนความคิดเรื่องการบิดโค้งของเวลา	47

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

จักรวาล หรือ เอกภพ (Universe) ประกอบไปด้วยพื้นที่ ดวงดาวต่าง ๆ สสาร ธาตุ พลังงาน รวมถึงสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ที่อยู่บนโลกใบนี้ ดนตรีถูกใช้สร้างความเข้าใจเกี่ยวกับจักรวาลมานานแล้วนับตั้งแต่ Music of The Spheres โดย ปิทาโกรัส จนถึง Harmonies of Nature โดย จี. ฮาร์ทวิก¹ ส่วนทางด้านวิทยาศาสตร์ นักฟิสิกส์ได้ค้นหาคำตอบของอนุภาคที่เล็กที่สุดของทุกสรรพสิ่งในจักรวาล ซึ่งอนุภาคนั้นถูกเรียกว่า “สตริง” (String)² เปรียบได้กับการค้นหาหน่วยที่เล็กที่สุดของเสียงในระดับจุลภาค (Micro Sound) ซึ่งสตริงเป็นอนุภาคที่สั้นในรูปแบบที่ต่างกันเมื่อรวมกันจึงเปรียบเสมือนตัวโน้ตในวงดนตรีของจักรวาล³ แนวคิดเหล่านี้จากปรัชญาสู่วิทยาศาสตร์แสดงให้เห็นความเชื่อมโยงระหว่างดนตรีกับจักรวาลอย่างไม่สามารถแยกออกจากกันได้ ซึ่งปัญหาคือการรับรู้ของมนุษย์ที่มีประสบการณ์เพียงแค่รูปแบบ 3 มิติ การทำงานวิจัยชิ้นนี้จะสร้างสภาวะจำลองของการมีอยู่ของเสียง โดยมีต้นกำเนิดจากโน้ตเพียง 1 ตัว และอธิบายให้เข้าใจด้วยแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับการเข้าใจรูปแบบมิติที่สูงขึ้น

ก่อนปี ค.ศ. 1915 อวกาศและเวลาเป็นค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง ทั้งสองสิ่งนี้เปลี่ยนไปในทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไปโดย อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ อวกาศและเวลากลายเป็นปริมาณที่มีค่าเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อวัตถุเคลื่อนที่หรือมีแรงกระทำจะส่งผลต่อความโค้งของอวกาศและเวลา⁴ จากทฤษฎีสัมพัทธภาพทั่วไปส่งผลให้เวลาเป็นมิติหนึ่งที่เราเรียกว่ามีตัวตนและแทบจะจับต้องได้ เดวิด โบดานิส (David Bodanis) ได้กล่าวไว้ว่าเราล้วนประสบกับสัมพัทธภาพบางอย่างที่เกี่ยวข้องกับเสียงอยู่เสมอ เมื่อคุณได้ยินเสียงดนตรีที่หนวกหูเพียงคุณย้ายไปไกลจากที่นั่น เสียงจะเบาเองไม่ได้เป็นเพราะ

¹ ไบรอัน กรีน, มหัศจรรย์ทฤษฎีสตริง, แปลจาก The Elegant Universe, แปลโดย อรรถกฤต ฉัตรภูมิ และปริญญา การดำรง, (กรุงเทพฯ: มติชน, 2556), 157.

² เรื่องเดียวกัน, 34-36.

³ เรื่องเดียวกัน, 167.

⁴ สตีเฟน ฮอว์กิง, ประวัติย่อของกาลเวลา ฉบับภาพประกอบ, พิมพ์ครั้งที่ 4, แปลจาก The Illustrated A brief history of time, แปลโดย ปิยะบุตร บุรีคำ และอรรถกฤต ฉัตรภูมิ, (กรุงเทพฯ: มติชน, 2556) 66.

ดนตรีเบาลงแต่เป็นเพราะตำแหน่งของคุณที่สัมพันธ์กับมันได้เปลี่ยนไป⁵ นอกจากนี้ทฤษฎีสัมพัทธภาพยังสร้างเงื่อนไขความเป็นไปได้ที่ทำให้จักรวาลมีมากกว่า 4 มิติ การค้นหาคำตอบของทฤษฎีแห่งสรรพสิ่งที่รวมเป็นจักรวาลในมุมมองของนักฟิสิกส์ถูกตั้งสมมติฐานขึ้นหลายทฤษฎี โดยมีความเชื่อว่ามีมิติรวมกันอยู่มากกว่า 3 มิติ ซึ่งในทฤษฎีเอ็ม⁶ ระบุว่ามามีถึง 11 มิติ ในเอกภพของเรามีลักษณะ 3 มิติ ได้แก่ ทิศทางตะวันออก-ตะวันตก เหนือ-ใต้ และบน-ล่าง โดยปกติแล้วมนุษย์มีความสามารถในการรับรู้สัมผัสต่าง ๆ ทางหูและสายตาในขอบเขตจำกัดเพียง 3 มิติบวกด้วยเวลาอีก 1 มิติ หมายความว่าสามารถรับรู้เหตุการณ์และเข้าใจสภาวะของสิ่งที่เกิดขึ้นเพียงปัจจุบัน ณ พื้นที่หนึ่งเท่านั้น ตัวอย่างของเหตุการณ์ทั่วไปบนโลกสามมิติ เช่น หากจะนัดหมายเพื่อนจะต้องบอกสถานที่นัดคือที่ไหนและเจอกันเมื่อไหร่ซึ่งเมื่อไหร่ก็คือเวลาที่เป็นมิติที่ 4⁷ รวมแล้วเรียกว่าอวกาศ 4 มิติ

งานวิจัยชิ้นนี้แสดงถึงมุมมองของมิติทางดนตรีในด้านเสียงพื้นที่และเวลาโดยสะท้อนแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ซึ่งองค์ประกอบต่าง ๆ ถูกจัดการให้เกิดความสอดคล้องและสื่อถึงเหตุการณ์เสียง (sonic event) ที่เกิดขึ้นทั้งหมดโดยประกอบด้วยมิติที่ 1 ไปจนถึงมิติที่ 5 ผู้วิจัยได้มองลึกลงไปเสียง ๆ หนึ่ง ซึ่งถูกแยกออกเป็นสเปกตรัมเพื่อค้นหาเสียงที่อยู่ภายในอีกระดับเป็นอนุภาคเสียงที่เล็กที่สุดและมองเรื่องของเวลาเป็นมิติที่สามารถซ้อนกันได้ มีความบิดโค้งของพื้นที่เวลารวมไปถึงการเคลื่อนที่ของเสียง สัดส่วนจังหวะ กลุ่มของเหตุการณ์เสียง กลุ่มของเครื่องดนตรีภายในพื้นที่และรูปแบบการจัดการตำแหน่งนักดนตรีที่ได้กำหนดไว้ในบทประพันธ์และมีลักษณะรูปพรรณดนตรีแบบโฮโลโฟนี (Holophony)⁸ ผู้วิจัยคาดหวังว่างานประพันธ์ชิ้นนี้จะเป็นหนึ่งในแบบจำลองของมิติที่เป็นประโยชน์และสามารถนำแนวคิดของวิธีการจัดการในดนตรีอะคูสติคได้

⁵ บิล ไบรสัน, ประวัติย่อของเกือบทุกสิ่ง จากจักรวาลถึงเซลล์, พิมพ์ครั้งที่ 5, แปลจาก A Short History of Nearly Everything, แปลโดย โดมมร ศุขปรีชา และวิลลาวัลย์ ฤทธิศานต์, (กรุงเทพฯ: วงกลม, 2552), 162-163.

⁶ สตีเฟ่น ฮอว์กิง และเลียวนาร์ด มลอดีโนว์, ประวัติย่อของเอกภพ, พิมพ์ครั้งที่ 2, แปลจาก The Grand Design, แปลโดย ภาณุ ตำนานิชกุล, (กรุงเทพฯ: มติชน, 2555), 169.

⁷ คิป ธอร์น, ทะลุมิติวิทยาศาสตร์กับอินเทอร์สเตลลาร์, พิมพ์ครั้งที่ 2, แปลจาก The Science of Interstellar, แปลโดย อรรถกฤต ฉัตรภูมิจ, (กรุงเทพฯ: มติชน, 2558), 194.

⁸ Panayiotis A. Kokoras, "Towards a Holophonic Musical Texture", *JMM: The Journal of Music and Meaning* 4, (Winter 2007): sec.5.3, accessed November 1, 2015, available from <http://www.musicandmeaning.net/issues/showArticle.php?artID=4.5>

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของมิติระหว่างวิทยาศาสตร์ ศิลปะและดนตรี เพื่อนำมาใช้สร้างแนวคิดในการประพันธ์ดนตรี

1.2.2 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการอธิบายและสร้างปรากฏการณ์ทางการรับรู้ที่มากกว่า 3 มิติในรูปแบบของดนตรีอะคูสติค

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ศึกษานิยามของมิติในด้านวิทยาศาสตร์และศิลปะ

1.3.2 ศึกษางานประพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องมิติของเสียง พื้นที่ และเวลา

1.3.3 สร้างบทประพันธ์ดนตรีสำหรับเครื่องดนตรีอะคูสติค

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.4.1 เป็นแนวทางสำหรับศึกษาและต่อยอดงานวิจัยด้านการประพันธ์ดนตรี

1.4.2 เกิดความรู้และความเข้าใจเรื่องของมิติ



บทที่ 2

เอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดเรื่องมิติ

มิติ เป็นคำที่ใช้สื่อความหมายของสิ่งที่สามารถเคลื่อนหรือมีทิศทางในการขยายออกไปได้ สิ่งนั้นมีลักษณะเป็นได้ทั้งรูปธรรมและนามธรรม เช่น มิติของพื้นที่ มิติของความคิด มิติของโอกาส

เรขาคณิต เป็นเรื่องเกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงตำแหน่งของจุดและเส้น เส้นที่ถูกลากเชื่อมเป็นรูปปิด คือ ลักษณะของรูปสองมิติโดยแต่ละรูปจะเรียกว่าหน้า เมื่อนำรูปสองมิติมาประกอบกันแต่ละหน้าจนปิดครบทุกหน้าหรือนำมายืดออกให้มีความลึกจะกลายเป็นรูปทรงสามมิติ

ทฤษฎีศิลป์ เป็นเรื่องของศิลปะและปรากฏว่ามีการใช้คำว่ามิติเพื่ออธิบายความเข้าใจเรื่องศิลปะอย่างชัดเจนในหลายด้าน ในเรื่องของจุดและเส้นมีพื้นฐานเช่นเดียวกับเรขาคณิตเป็นแนวทางในการสร้างศิลปะ 2 มิติ และศิลปะ 3 มิติ นอกจากนี้องค์ประกอบของสีและแสงเงาถูกเรียกเป็นมิติเช่นกัน

มิติของจักรวาลหรือเอกภพ⁹ เป็นเรื่องของทิศทางที่ขยายออกได้ มิติที่ 1 คือ ความยาว (Length) มิติที่ 2 คือ ความสูง (Height) มิติที่ 3 คือ ความลึก (Depth) มิติที่ 4 คือ เวลา (Time) มิติที่ 5 คือ ความเป็นไปได้ที่จะมีโลกอื่นซึ่งอาจเหมือนหรือต่างกับโลกของเรา

2.2 อนุภาคคลื่นเสียงในอะตอม

ความรู้เรื่องเสียงของมนุษย์¹⁰ กว่าร้อยปีที่ผ่านมา นักฟิสิกส์เข้าใจว่าความร้อนนั้นเป็นเพียงพลังงานที่เก็บไว้ใน การสั่นสะเทือนของอะตอม ในช่วงทศวรรษที่ 1930 นักฟิสิกส์เริ่มต้นการสร้างแบบจำลองการสั่นสะเทือนของอะตอม สิ่งนี้จะคล้ายกับแนวคิดของแสงที่เป็นทั้งคลื่นและอนุภาคที่เราเรียกว่า “โฟตอน” นักฟิสิกส์เรียกอนุภาคคลื่นเสียงว่า “โฟนอนส์” (Phonons) ซึ่งมาจากคำว่าเสียงในภาษากรีก ปัจจุบันนักฟิสิกส์ให้โฟนอนส์เป็นกึ่งอนุภาคที่มีทั้งคลื่นและคุณสมบัติของอนุภาค โฟนอนส์เป็นสิ่งที่ส่งทั้งเสียงและความร้อน ตัวอย่างในโลหะความร้อนส่วนใหญ่จะถูกส่งไปโดยการเคลื่อนที่ของ

⁹ Matt Williams, **A UNIVERSE OF 10 DIMENSIONS**, accessed December 12, 2015, available from <http://www.universetoday.com/48619/a-universe-of-10-dimensions/>

¹⁰ Joseph Heremans, accessed December 12, 2015, available from <http://theconversation.com/magnetic-fields-can-control-heat-and-sound-39154>

อิเล็กทรอนิกส์ในอะตอมแต่ในวัสดุอื่น ๆ ความร้อนจะถูกขนส่งเป็นพิเศษด้วยโฟนอน ดังนั้นในทางกลศาสตร์เสียงและคุณสมบัติทางความร้อนของคลื่นเสียงได้ถูกกำหนดไว้เป็นเวลานานแล้ว ซึ่งก่อนหน้านี้ยังไม่มีใครเคยคิดว่าคลื่นเสียงอาจจะมีคุณสมบัติของแม่เหล็ก ด้วยเหตุของการสั่นสะเทือนของอะตอมนั้นมีคุณสมบัติของแม่เหล็ก

ต้นปี ค.ศ. 1907 อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์ คาดการณ์ว่าการสั่นสะเทือนอัลตราโซนิกอาจเกิดขึ้นในระดับของโครงสร้างอะตอม ไอน์สไตน์ได้สร้างทฤษฎีที่ใช้รูปแบบของตาข่ายแบบปกติ คือตาข่ายหนึ่งมิติ คล้ายกับรูปแบบทางกายภาพของเชือกตึงที่เป็นกลุ่มจำนวนมากโยงด้วยลวดสปริง รูปแบบดังกล่าวอาจจะพูดอย่างกว้าง ๆ ไปถึงโครงสร้างอื่น ๆ ตัวอย่างเช่น ตาข่ายสามมิติมีความสามารถเหนี่ยวนำให้เกิดการสั่นสะเทือนแบบอัลตราโซนิกได้ภายใต้แรงที่เหมาะสม เปลี่ยนพวกมันกลายเป็นไฟฟ้ากระแสสลับความถี่สูงซึ่งพลังงานนี้ไม่ได้มีความต่อเนื่อง อย่างไรก็ตามมันเป็นควอนตัมด้วยโครงสร้างอะตอมที่กลายเป็นหน่วยที่ไอน์สไตน์เรียกมันว่า “โฟนอน” โดยคล้ายกับโฟตอนที่หน่วยของควอนตัมของแสงจนกระทั่งปี ค.ศ. 1913 ตาข่ายแบบปกติได้รับการยืนยันการทดลองในฐานะที่เป็นโครงสร้างอะตอมของคริสตัล นักวิทยาศาสตร์ระบุว่าความถี่ของการสั่นสะเทือนขึ้นอยู่กับมวลของอะตอม และลักษณะของแรงระหว่างอะตอม ดังนั้นจะต่ำกว่าน้ำหนักของอะตอมและสูงกว่าความถี่ของไฟฟ้ากระแสสลับ ปรากฏการณ์เสียงที่ซับซ้อนเกิดขึ้นเมื่อพลังงานจากโฟนอนชนกับโฟนอนอื่น ๆ หรืออนุภาคอะตอมอื่น ๆ เมื่อต้นตอของการกระตุ้นมีหลายตัวหรือเป็นโครงสร้างอะตอมที่ผิดปกติ โฟนอนจะแพร่กระจายในรูปแบบเมฆเหมือนการจับกลุ่มที่เรียกว่า โพลารอน และแหล่งพลังงานแสงยังสามารถกระตุ้นหรือแทรกเข้ากับการสั่นสะเทือนกลศาสตร์ได้ ดังนั้นโฟตอนจึงแสงสามารถกระจายโฟนอนเสียงได้¹¹

อนุภาคที่เล็กที่สุดของทุกสรรพสิ่งในจักรวาลคือ สตริง และจากข้อมูลข้างต้นซึ่งเป็นการวิจัยเพื่อค้นหาอนุภาคที่เล็กที่สุดของเสียงจะเห็นได้ว่าเสียง แสง ความร้อนและคลื่นแม่เหล็กเป็นสิ่งที่มีความเกี่ยวข้องกันในระดับอะตอม ดังนั้นโฟนอนจึงเรียกได้ว่าอยู่ในมิติที่ 0 ของตัวโน้ตอย่างแท้จริง

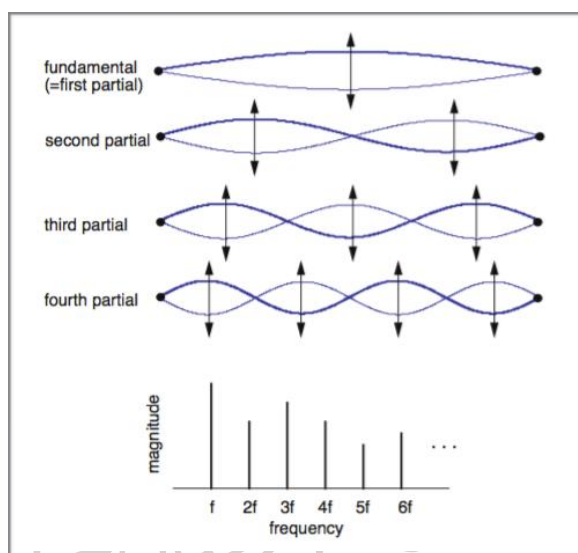
2.3 ดนตรีสเปกตรัม (Spectral Music)

สเปกตรัม¹² (Spectrum) คือ ซายน์เวฟ (Sine Wave) แต่ละคลื่นที่มีค่าจำกัดของเสียงการรวมกันของซายน์เวฟสามารถใช้ในการอธิบายวิเคราะห์และสังเคราะห์เสียงได้ ซึ่งนักฟิสิกส์คิดว่าสเปกตรัมของรูปแบบคลื่นนั้นมีความสัมพันธ์กันอย่างดีกับความคิดในเรื่องการรับรู้คุณลักษณะของ

¹¹ Curtis Roads, *Microsound*, (Cambridge: The Mit Press, 2001), 34.

¹² William A. Sethares, *Tuning, Timbre, Spectrum, Scale*, (London: Springer, 2005), 13.

เสียงอีกด้วย เจอรราร์ด กริเซย์ (Gérard Grisey) และทริสตัน มูเรล (Tristan Murail) เป็นสองนักประพันธ์ดนตรีสเปกตรัมชาวฝรั่งเศสที่เป็นที่รู้จักดีที่สุด บทเพลงของทั้งสองส่งเสริมความงามที่เฉพาะเจาะจงซึ่งช่วยให้เกิดความโดดเด่นในลักษณะเสียง นักประพันธ์ในสายสเปกตรัมใช้องค์ประกอบหลักในการประพันธ์และอ้างอิงที่มาจากโอเวอร์โทนซีรีส์ให้เป็นแนวคิดหลักของทฤษฎี



ภาพที่ 1 การสั่นของพาร์เชียลในช่วงที่ 1 ถึง 4

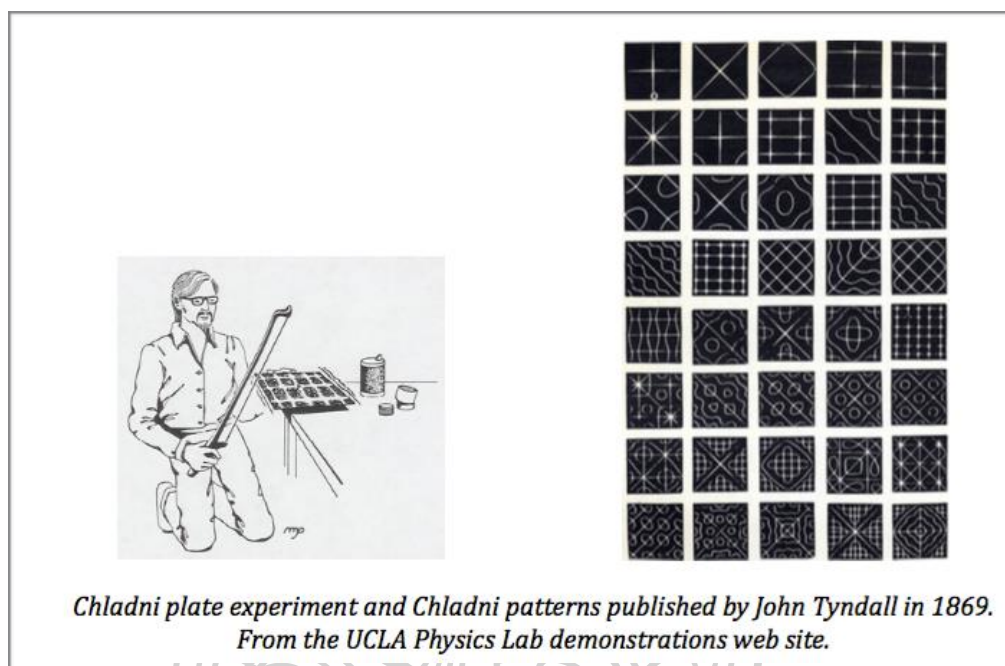
ที่มา: (William A. Sethares, *Tuning, Timbre, Spectrum, Scale*, p.19)

จากรูปการสั่นของสายนั้นเป็นแนวคิดของฮาร์โมนิกหรือสเปกตรัม สายที่ถูกดึงไว้ทั้งสองข้าง เมื่อมีการสั่นของสายความยาวเท่ากับหนึ่งช่วงสายเรียกว่าเป็นโน้ตพื้นฐานซึ่งก็คือ พาร์เชียลที่หนึ่ง (First Partial) เมื่อมีช่วงการสั่น 2 ช่วงต่อความยาวทั้งหมดคือ พาร์เชียลที่สอง (Second Partial) เมื่อมีช่วงการสั่น 3 ช่วงต่อความยาวทั้งหมดคือ พาร์เชียลที่สาม (Third Partial) และแบ่งขึ้นไปตามจำนวนช่วงของการสั่นของสายเป็นพาร์เชียลต่าง ๆ ¹³

ดร.ราเชล ฮอลล์ (Dr. Rachel Hall) ได้กล่าวถึงฮาร์โมนิก (Harmonic) และอินฮาร์โมนิก (Inharmonic) ในสเปกตรัมว่าเรื่องของฮาร์โมนิกเป็นสิ่งที่นำมาใช้บนเครื่องสายและเครื่องเป่ามานานแล้ว เพราะเสียงจากการสั่นนั้นเรียกว่าเป็นคลื่นเสียง 1 มิติ นั้นมีเพียงเสียงที่กำเนิดจากเครื่องเดียว ส่วนเครื่องประเภทกลองและระฆังจะให้กำเนิดเสียงที่เป็นอินฮาร์โมนิก (Inharmonic) เนื่องจากกลองนั้นมีสองหน้าทำให้การสั่นพ้องที่เกิดขึ้นไม่เป็นแบบฮาร์โมนิกเรียกว่ามีคลื่นมากกว่าหนึ่งคลื่นจึงเป็น

¹³ William A. Sethares, *Tuning, Timbre, Spectrum, Scale*, (London: Springer, 2005), 19.

คลื่นเสียง 2 มิติ และระฆังต้องใช้การสั่นพ้องถึงสามส่วนนับว่าเป็นคลื่นเสียง 3 มิติ อาจจะเป็นที่เข้าใจได้ยากหากไม่สามารถเห็นภาพซึ่งมีการทดลองบนแผ่นโลหะที่เรียกว่า Chladni Plate โดยนำคันชักมาสีเพื่อให้สามารถเห็นภาพของคลื่นที่แตกต่างกันและเข้าใจได้ว่าการสั่นของนั้นมีรูปร่างและวิธีคิดอย่างไร¹⁴



ภาพที่ 2 การทดลองบนแผ่นโลหะ Chladni Plate





ที่มา: <http://demoweb.physics.ucla.edu/content/60-chladni-plate>

2.4 รูปพรรณโฮโลโฟนิค (Holophonic)

แนวคิดเรื่องเสียงแบบโฮโลโฟนิคหรือเสียงที่เป็นอิสระ ในปี ค.ศ. 1966 ปีแอร์ เชฟเฟอร์ (Pierre Schaeffer) กล่าวถึงดนตรีอิเล็กทรอนิกส์ในหนังสือ *Traité des Objets Musicaux* ว่า ทฤษฎีของเขานิยามวัตถุเสียงให้หมายถึงปรากฏการณ์เสียงใด ๆ หลังจากนั้นปี ค.ศ. 1994 เดนิส สมอลเลย์ (Denis Smalley) เสนอว่าเงื่อนไขการรวมกันจากทฤษฎีจุดมุมมองด้วยสเปกตรัมและรูปร่างของเสียงว่าลักษณะของเสียงในการกระจายตัวขององค์ประกอบในพื้นที่ของสเปกตรัมและพฤติกรรมที่เกิดบนเวลานั้นไม่ควรมองว่าเป็นหน่วยที่อิสระและปี ค.ศ. 1991 ฌอง โคลด ริสเสท (Jean-

¹⁴ Rachel Hall, “Harmonic and Inharmonic Spectra”, accessed December 22, 2015, available from <http://people.sju.edu/~rhall/SoundingNumber/spectra.pdf>

Claude Risset) ใช้เงื่อนไขการรวมของสเปกตรัมเพื่อการบอกลักษณะคุณภาพของเสียงที่เกิดจากการรวมไปสู่ส่วนประกอบที่เป็นเอกลักษณ์เสียงหนึ่งเสียง

Period	Graphic representation	Type
400 - 1450		Monophonic Texture
1450-1750		Polyphonic Texture
1750-1950		Homophonic Texture
1950-		Holophonic Texture

ภาพที่ 3 รูปแสดงรูปพรรณดนตรีแบบโฮโลโฟนิค

ที่มา: <http://www.musicandmeaning.net/issues/showArticle.php?artID=4.5>

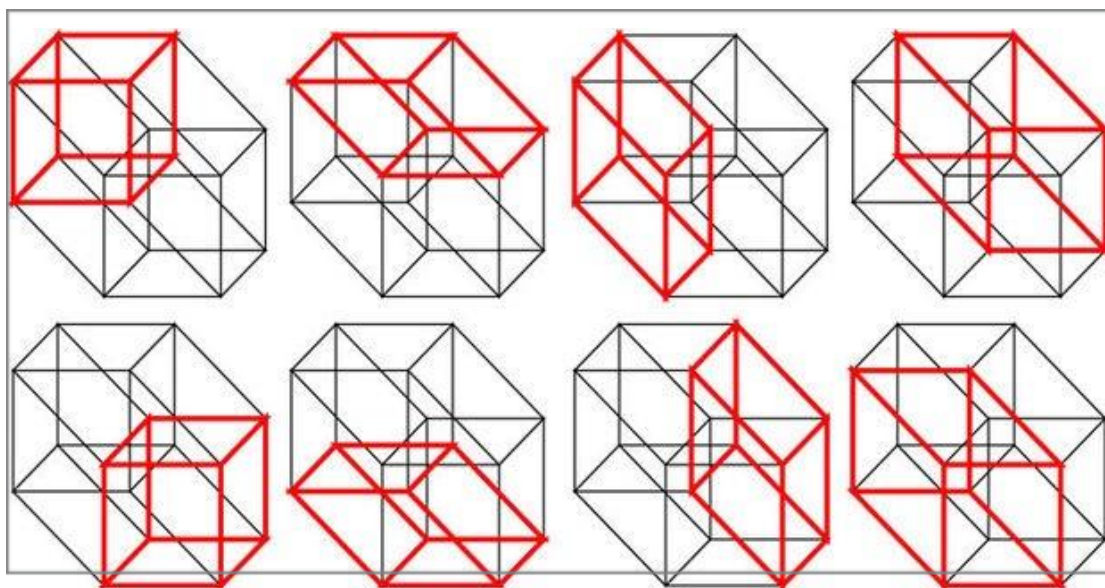
รูปพรรณดนตรีแบบโฮโลโฟนิค (Holophonic Texture) มาจากคำว่า Holo ในภาษากรีก แปลว่าทั้งหมดและ Phone แปลว่าเสียง รวมแล้วหมายถึงลักษณะพื้นผิวของเสียงแต่ละส่วนที่เป็นอิสระจากกันซึ่งแตกต่างจาก Holophonic ที่เป็นระบบเสียงเช่นเดียวกับ Holography ที่เป็นภาพสามมิติ รูปพรรณดนตรีแบบโฮโลโฟนิคเป็นที่เข้าใจได้ดีที่สุดในการสังเคราะห์กระแสของเสียงที่เกิดขึ้นพร้อม ๆ กันไปสู่การเชื่อมโยงของเสียงภายในและจุดรวมรูปพรรณดนตรีเช่นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบริบททางดนตรีด้วยลักษณะรูปร่างที่หลากหลายผ่านกระบวนการพัฒนาโครงสร้างของเสียง

2.5 เทสเซอร์แอกต์ (Tesseract)

เทสเซอร์แอกต์¹⁵ (Tesseract) เป็นวัตถุ 4 มิติ โดยแบบจำลองมาตรฐานของเทสเซอร์แอกต์นั้นคือ ลูกบาศก์ไฮเปอร์คิวบ์ (Hypercube) ซึ่งอยู่ในรูปของวัตถุ 3 มิติ ถ้านำลูกบาศก์มาเคลื่อนที่จะทำให้เทสเซอร์แอกต์มี 8 หน้า ซึ่งแต่ละหน้าคือลูกบาศก์และมีจำนวนน้อยกว่าอยู่ 1 มิติ ดังนั้นจะพบว่ามีลูกบาศก์ 3 มิติอยู่ถึง 8 ลูก เพราะเทสเซอร์แอกต์และแต่ละหน้าของเทสเซอร์แอกต์ใช้มิติเวลาร่วมกันอยู่

¹⁵ คิป ธอร์น, ทะลุมิติวิทยาศาสตร์กับอินเตอร์สเตลลาร์, พิมพ์ครั้งที่ 2, แปลจาก The Science of Interstellar, แปลโดย อรรถกฤต ฉัตรภูมิจิ, (กรุงเทพฯ: มติชน, 2558), 260-261.

ผู้ประพันธ์ได้ใช้แนวคิดของแบบจำลองนี้กำหนดเหตุการณ์เสียง 3 มิติให้เกิดการเคลื่อนไหวในมิติร่วมของเวลาเพื่อเป็นแนวคิดในการวางโครงสร้างในการประพันธ์



ภาพที่ 4 เทสเซอร์เร็กต์แสดงมิติร่วมของลูกบาศก์ 3 มิติ

ที่มา: <https://cdn.instructables.com/FNB/DKMN/H0OJ336G/FNBDKMNH0OJ336G.LARGE.jpg>

2.6 แนวคิดในการสร้างบทประพันธ์ด้วยการใช้แบบจำลอง

ขั้นตอนการเลือกข้อมูลโดยอียานนิส เซนาคิส (Iannis Xenakis)¹⁶ ซึ่งมักใช้แบบจำลองจากสูตรคณิตศาสตร์หรือแบบของสถาปัตยกรรม เพื่อนำมาใช้เป็นอีกแนวทางสำหรับการประพันธ์ดนตรี เซนาคิสพัฒนาสิ่งที่เขาเรียกว่า “เพลงสัญลักษณ์” ที่ดึงหลักการของตรรกะสัญลักษณ์มาใช้โดยมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

1. แนวความคิดครั้งแรก (สัญชาตญาณ ข้อมูลชั่วคราวหรือชัดเจน)
2. นิยามของหน่วยเสียงและของสัญลักษณ์เหล่านั้นที่เชื่อมต่อกับข้อจำกัดของวิธีการที่เป็นไปได้ (เสียงเครื่องดนตรี เสียงอิเล็กทรอนิกส์ เสียงรบกวน ชุดของหน่วยเสียงที่ใช้สังเคราะห์รูปแบบที่มีความต่อเนื่องหรือแบบกระจายเป็นจุดเล็ก ๆ ฯลฯ)
3. นิยามของการเปลี่ยนแปลง หน่วยเสียงเหล่านี้ต้องผ่านหลักวิธีการประพันธ์ในมุมมองภาพรวมขนาดใหญ่ (Macrocomposition: ทางเลือกทั่ว ๆ ไปภายใต้กรอบของเหตุผลคือการรวมกันใหม่

¹⁶ Iannis Xenakis, *Formalized Music: Thought and Mathematics in Composition*, ed. Sharon Kanach (New York: Pendragon Press, 1992) 22.

และการตั้งค่าของความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยและชุดและสัญลักษณ์เหล่านั้นตามนิยามในข้อ 2 และวิธีการจัดการของการดำเนินการเหล่านี้ในการจัดหมวดหมู่ของเวลาซึ่งช่วยให้ต่อเนื่องและพร้อมกัน)

4. Microcomposition (ทางเลือกและการกำหนดรายละเอียดของความสัมพันธ์ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หรือแบบสุ่มจากองค์ประกอบในข้อ 2) คือ การรวมกันใหม่ภายนอกเวลาและภายในเวลา

5. ลำดับที่วางไว้จากข้อ 3 และข้อ 4 (โครงการและรูปแบบของงานที่สมบูรณ์)

6. การเตรียมการคำนวณ ตรวจสอบป้อนข้อมูลและการปรับเปลี่ยนขั้นสุดท้ายของโปรแกรมตามลำดับ

7. ผลของสัญลักษณ์สุดท้ายตามวิธีการที่กำหนดไว้ (เขียนลักษณะของเพลงลงบนกระดาษเป็นโน้ตแบบปกติการแสดงออกเชิงตัวเลขและกราฟหรือวิธีการอื่น ๆ ด้วยโน้ตระบบ Solfeggio)

8. การทำให้เสียงนั้นเป็นจริงตามที่กำหนด (เล่นด้วยวงออร์เคสตราโดยตรงหรือด้วยดนตรีไฟฟ้าหรือใช้คอมพิวเตอร์สร้างและแปลงหน่วยของเสียงเหล่านั้น)

จากวิธีการของเซนาคิส ผู้วิจัยได้นำมาใช้อ้างอิงเป็นแนวทางเบื้องต้นในการตัดสินใจเพื่อเลือกข้อมูลให้เหมาะสมกับงานประพันธ์ ซึ่งมีความสอดคล้องกันในแนวคิดด้านสถาปัตยกรรมที่นำความสัมพันธ์ของจุดและเส้นมาใช้ในงาน งานชิ้นนี้จะมีข้อแตกต่างคือมีความอิสระในรูปแบบที่นำมาใช้สูงกว่าจึงลดขั้นตอนที่อาจมีการคำนวณเชิงคณิตศาสตร์ เพื่อเหตุผลในการรักษาสมดุลของสุนทรียศาสตร์ให้ยังคงมีความเป็นอิสระและยืดหยุ่นได้ตามความเหมาะสม

2.7 อินเทอร์เน็ตสตาร์

อินเทอร์เน็ตสตาร์¹⁷ เป็นภาพยนตร์วิทยาศาสตร์ที่อ้างอิงหลักทฤษฎีทางฟิสิกส์ ดร.อรรถกฤต ฉัตรภูติ ได้กล่าวไว้ในคำนำของหนังสือทฤษฎีวิทยาศาสตร์กับอินเทอร์เน็ตสตาร์ว่า ความน่าสนใจอย่างยิ่งของภาพยนตร์เรื่องนี้ทำให้มีการจัดเสวนาเกี่ยวกับภาพยนตร์เรื่องนี้ถึง 2 ครั้งที่คุณะวิทาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ภาพยนตร์เรื่องนี้ได้สะท้อนแนวคิดของมิติโดยใช้ “เทสเซอร์แอกต์” (tesseract) มาเป็นส่วนหนึ่งในการอธิบายเรื่องราว คริสโตเฟอร์ โนแลน ผู้เขียนและกำกับได้แสดงแนวคิดให้ใช้เทสเซอร์แอกต์เป็นแบบจำลองของฉากที่อยู่ในเหตุการณ์มิติที่ 4 โดยมีศาสตราจารย์คิป ธอร์น เป็นผู้ให้คำปรึกษาทั้งหมด เทสเซอร์แอกต์ได้ช่วยอธิบายความเข้าใจลักษณะของเหตุการณ์ที่เกิด

¹⁷ Christopher Nolan, director, *Interstellar* [motion picture], USA: Warner Bros. Pictures and Paramount Pictures, 2014.

ขึ้นในเรื่องได้เป็นอย่างดี ฉากที่คู่เปอร์ติดอยู่ในทาสเซอแร็กต์และมองเข้าไปในห้องของลูกสาว¹⁸ แสดงถึงการติดอยู่ในมิติของเวลาทำให้เห็นห้องในเวลาต่างกัน จากแนวคิดนี้ผู้วิจัยได้นำแบบจำลองทาสเซอแร็กต์มาเป็นตัวอย่างเพื่อสร้างจินตภาพของเสียงในช่วงเวลาของมิติที่ 4 ในงานวิจัยชิ้นนี้

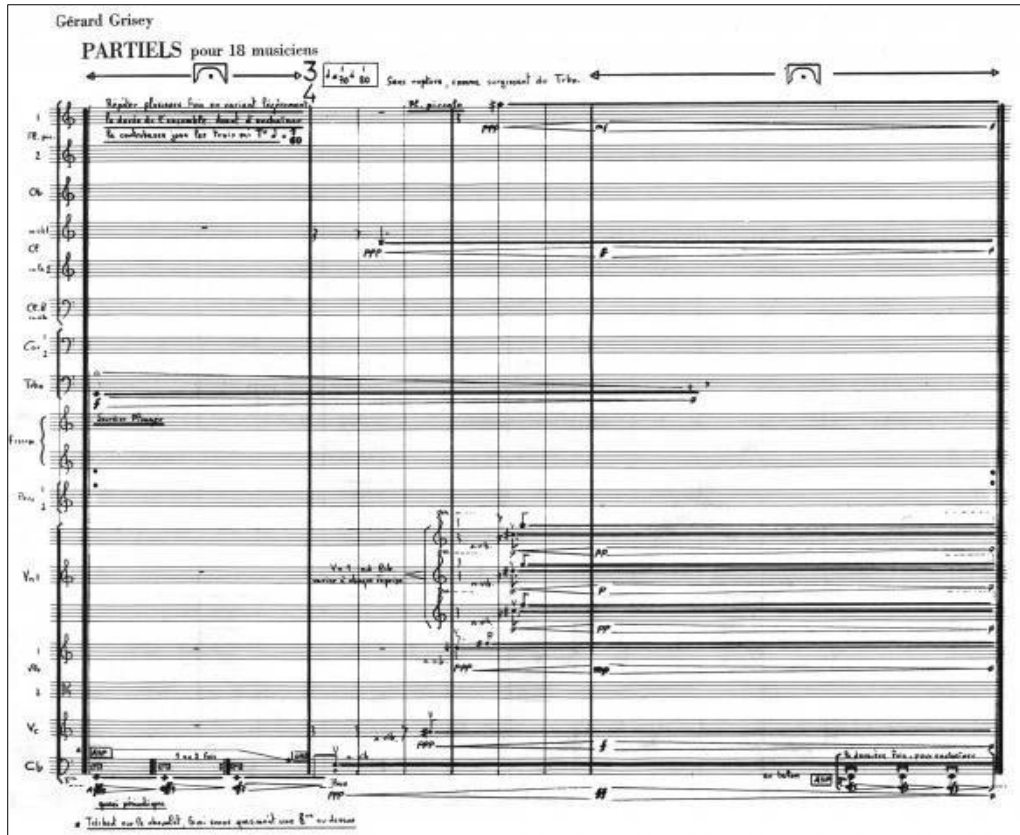
2.8 Les Espaces Acoustiques

Les Espaces Acoustiques¹⁹ เป็นงานใหญ่ที่สุดของ เจอรราร์ด กริเซย์ Gérard Grisey ถูกแต่งขึ้นในช่วงปี ค.ศ. 1974-1985 และเป็นผลงานที่ทำให้ปรากฏมุมมองทางดนตรีของเขาชัดเจนที่สุดในขณะประพันธ์กริเซย์วิเคราะห์รายละเอียดของสเปกตรัมเสียง ชุดของความถี่ที่ไม่ซ้ำกันเหล่านี้แสดงให้เห็นลักษณะของเสียงได้อย่างชัดเจน ตัวอย่างเช่นความแตกต่างของโน้ต Middle C ที่เล่นบนเปียโนและไวโอลิน กริเซย์ สามารถที่จะเลียนแบบเสียงต่าง ๆ อย่างใกล้เคียงโดยการใช้เครื่องดนตรีกลุ่มหนึ่ง เขาเรียกเทคนิคนี้ว่า “การสังเคราะห์เสียงเครื่องดนตรี” (Instrumental Synthesis) ตัวอย่างที่โดดเด่นของเทคนิคที่เกิดขึ้นเป็นตอนแรกเริ่มของเพลงในท่อนแยกที่ 3 ชื่อว่า “Partiels” เริ่มจากโน้ต E ต่ำบนเครื่องทอราบบอนตามด้วยเครื่องสาย และเครื่องลมไม้ที่ถูกเลือกไว้ทำหน้าที่เล่นเสียงในความถี่ต่าง ๆ จากสเปกตรัมเสียงโดยเลียนแบบสีสันและลักษณะเสียงของทอราบบอนในช่วงที่สั้นไหวของเสียง Partiels ซึ่งเปิดตัวขึ้นด้วยความโดดเด่นมากที่สุดด้วยการใช้วิธีการสังเคราะห์เสียงเครื่องดนตรี



¹⁸ คิป ธอร์น, ทะลุมิติวิทยาศาสตร์กับอินเตอร์สเตลลาร์, พิมพ์ครั้งที่ 2, แปลจาก The Science of Interstellar, แปลโดย อรรถกฤต ฉัตรภูมิจิ, (กรุงเทพฯ: มติชน, 2558), 261-269.

¹⁹ Thomas May, accessed October 28, 2015, available from <https://articulatesilences.wordpress.com/2012/10/11/les-espaces-acoustiques-gerard-grisey/>



ภาพที่ 5 บทประพันธ์ Les Espaces Acoustiques ท่อน Partiels โดย Gérard Grisey

ในนาที่ที่ 0.00-3.40 ลักษณะเสียงของโน้ต E ต่ำบนเครื่องทอรัมโบนถูกเลียนแบบด้วยกลุ่มของเครื่องดนตรีต่าง ๆ ซึ่งท่อนนี้เป็นงานสำหรับ 18 เครื่องดนตรี

Partial

43	
38	
34 Violins	
30	
26	
22 Piccolo	
18 Viola	
14 Viola	
10 Cello	
6 Clarinet	
4 Cb(*)	
2 Trombone	
1 Cb	

THE FIRST HARMONIC STRUCTURE OF PARTIELS

ภาพที่ 6 โน้ตพาร์เชียลในบทประพันธ์ Les Espaces Acoustiques ท่อน Partiels

ความถี่ทั้งหมดในรูปตัวอย่างเป็นกลุ่มของความถี่ที่ซ้อนกันของโน้ต E ต่ำ เพราะฉะนั้นจึงเรียกสเปกตรัมนี้ว่า “Harmonic” ถ้าส่วนประกอบใด ๆ ไม่เป็นเลขจำนวนเต็มที่ซ้อนกันจากโน้ตฐานปรากฏการณ์นี้จะเรียกว่า “Inharmonic” และสามารถมีระดับที่แตกต่างกันของ Inharmonic ได้ ซึ่งการพัฒนาในตอนแรกของ Partiels จะขึ้นอยู่กับแนวความคิดนี้²⁰

ภาพที่ 7 บทประพันธ์ Les Espaces Acoustiques ท่อน Partiels นาทีที่ 14.58

²⁰François Rose, “Introduction to the Pitch Organization of French Spectral Music” **Perspectives of New Music**, Vol. 34, No. 2 (Summer 1996), accessed October 19, 2015, available from <http://www.jstor.org/stable/833469>, 9.

ภาพที่ 8 บทประพันธ์ Les Espaces Acoustiques ท่อน Partiels นาที่ที่ 15.17

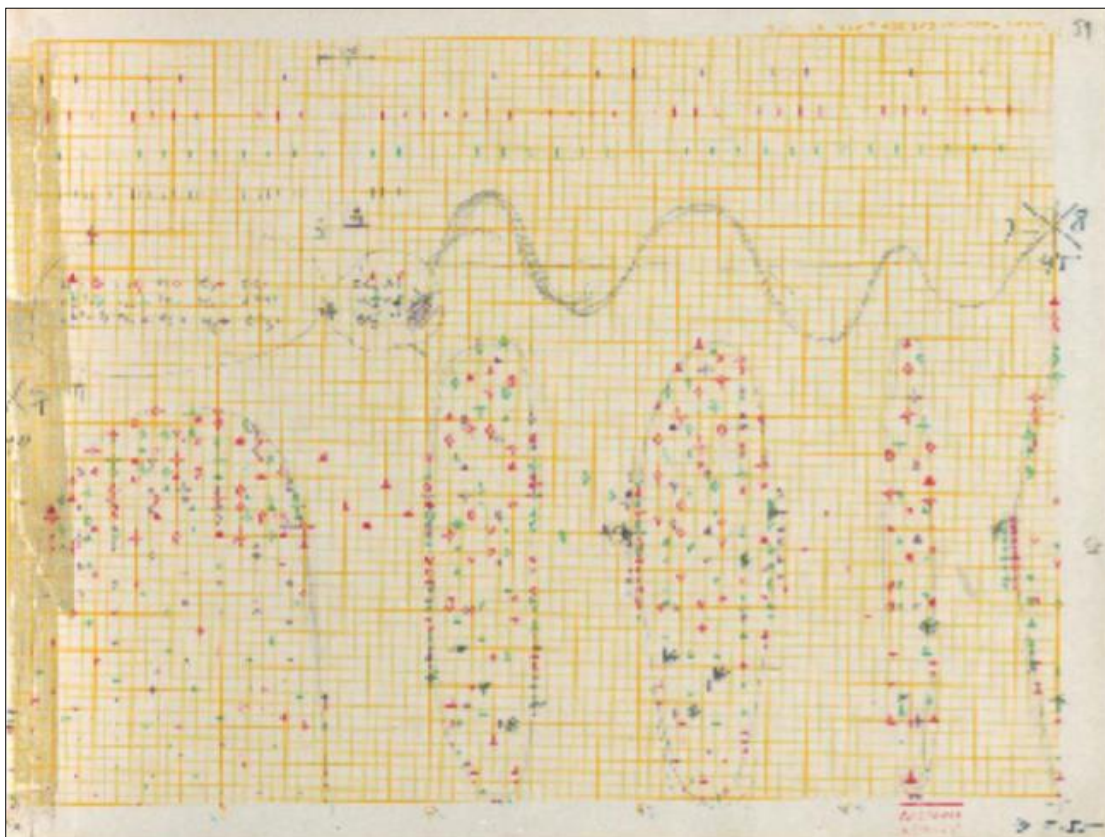
การสำรวจช่วงกว้างที่หลากหลายโดยสร้างพื้นผิวของเสียง และมีจุดที่โดดเด่นเป็นพิเศษคือ ช่วงที่กลุ่มเสียงกำลังกระเพื่อมอย่างค่อย ๆ เป็นค่อย ๆ ไปตั้งแต่นาทีที่ 12.28-15.03 โดยเปลี่ยนสีสัน และความหนาแน่นตามการเข้าและออกของเครื่องดนตรีที่ต่างกันไป

2.9 Pithoprakta

Iannis Xenakis เกิดในครอบครัวชาวกรีกศึกษาในประเทศกรีซ วัฒนธรรมกรีกโบราณ ละคร สถาปัตยกรรม ปรัชญาและคณิตศาสตร์ส่งอิทธิพลอย่างลึกซึ้งต่อความคิดในงานประพันธ์ นอกจากนี้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ยังเป็นปัจจัยหนุนในการพัฒนาความคิดทั้งสองด้าน ทั้งทางดนตรีและสถาปัตยกรรมของเขาคือ²¹ บทประพันธ์ Pithoprakta เป็นงานหลังจาก Metastasis ที่ผู้ประพันธ์อ้างว่าเขียนจากทฤษฎีแห่งพลังงานจลน์ แมกเวล - โบลทซ์มาน ของก๊าซ หลังจากเพลงนี้ได้เผยแพร่

²¹ Jonathan Cross, **Music and Mathematics: From Pythagoras to Fractals**, ed. John Fauvel, Raymond Flood and Robin Wilson (New York: Oxford University Press, 2006), 145-146.

เป็นครั้งแรกทำให้เซนาคิสได้รับการยอมรับในเรื่องเสียงที่เป็นเอกลักษณ์ คือ “Cloud of Points” มวลของจุดเสียงทำให้ได้ยินเสียงในลักษณะเป็นเม็ดเสียงเล็ก ๆ เปรียบได้ว่าเป็นเสียงคล้ายเม็ดฝนและเสียงจ๊กจั่น ลักษณะเสียงเช่นนี้ทำให้ผู้ฟังจำเพลงของเซนาคิสได้อย่างเป็นเอกลักษณ์



ภาพที่ 9 ภาพร่าง Cloud of Points ในบทประพันธ์ Pithoprakta โดย Iannis Xenakis
ที่มา: Ivan Hewett, Carey Lovelace, Sharon Kanach and Mekhi Xenakis, **Drawing Papers 88**, p.29²²

ภาพร่างนี้แสดงให้เห็นถึงลักษณะ Cloud of Points ที่เกิดขึ้นในงาน Pithoprakta และจากแนวคิดของอียานนิส เซนาคิส (Iannis Xenakis) ได้ถูกเขียนลงในโปรแกรมโน้ตของเพลง Pithoprakta ว่าเสียงแต่ละเสียงสูญเสียความสำคัญของตนเพื่อประโยชน์ของทั้งหมดและมองว่าทั้ง

²² Ivan Hewett, Carey Lovelace, Sharon Kanach and Mekhi Xenakis, “Iannis Xenakis: Composer, Architect, Visionary”, **Drawing Papers 88**, (The Drawing Center, 2010), 29.

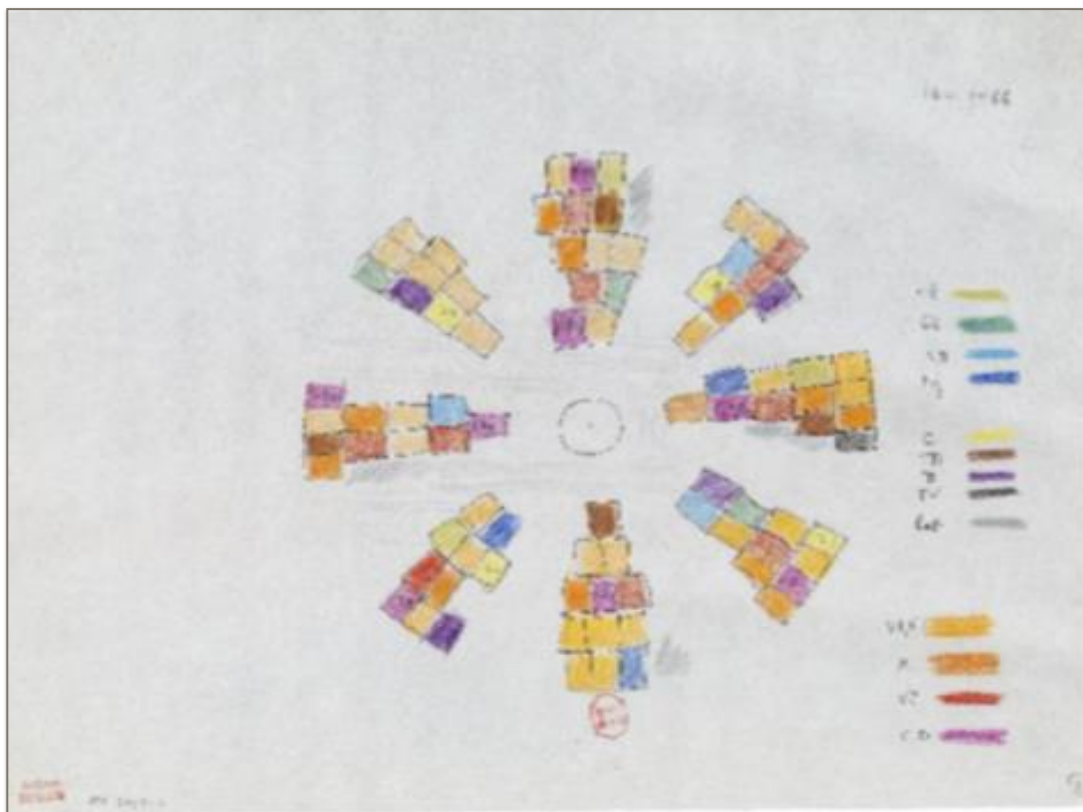
หมดนันเป็นกลุ่มเสียง²³ ซึ่งแสดงถึงเสียงทั้งหมดที่เป็นอิสระจากกันและถูกผสมเข้าด้วยกันมีพื้นผิวของดนตรีในลักษณะโฮโลโฟนิค (Holophonic Texture) ผู้วิจัยนำแนวคิดส่วนนี้มาใช้เป็นแนวทางพัฒนาเสียงที่เกิดขึ้นจากเครื่องดนตรีที่อยู่ในตำแหน่งที่กระจายตัวกันเพื่อสร้างชั้นของมวลเสียง (Sound Cloud) ที่จะเกิดขึ้นในบทประพันธ์

2.10 Terretektorh

Terretektorh เป็นงานประพันธ์สำหรับนักดนตรี 88 คน โดยกำหนดพื้นที่ในการนั่งบรรเลงเป็นวงกลมซึ่งนักดนตรีทุกคนจะล้อมรอบวาทยกรที่อยู่ตรงกลาง เซนาคิสกำหนดว่าผู้ฟังจะนั่งอยู่ภายในหมู่นักดนตรีทั้ง 88 คน โดยมีเก้าอี้วางแทรกไว้ในวงให้นั่งฟังเพื่อสร้างจุดประสงค์ในการรับฟังเสียงที่แตกต่างกันในแต่ละส่วนของวง การจัดการแสดงในครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1965 นั้น ผู้ฟังจะถูกกระตุ้นให้ย้ายที่นั่งเพื่อจะรับรู้เสียงที่เกิดขึ้นในตำแหน่งอื่น ๆ แต่ผู้ฟังไม่ค่อยจะเต็มใจนักและมีความรู้สึกว่าตนเองถูกบังคับ



²³ Panayiotis A. Kokoras, “Towards a Holophonic Musical Texture”, **JMM: The Journal of Music and Meaning** 4, (Winter 2007): sec.5.3, accessed November 1, 2015, available from <http://www.musicandmeaning.net/issues/showArticle.php?artID=4.5>



ภาพที่ 10 การจัดตำแหน่งเครื่องดนตรีในบทประพันธ์ Terretektorh โดย Iannis Xenakis
ที่มา: Ivan Hewett, Carey Lovelace, Sharon Kanach and Mekhi Xenakis, **Drawing Papers 88**, p.61²⁴

ในงานชิ้นนี้เขาคิดมีจุดประสงค์ให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เล่นและผู้ฟัง มีการออกแบบการเคลื่อนที่ของเสียงให้เกิดลักษณะการวนเป็นวง ในช่วง 74 ห้องแรกจะสร้างสนามเสียงให้เกิดเสียงในมิติแนวนอนเท่านั้น และต่อมาก่อนที่จะเกิดมิติในแนวตั้งเสียงของสเปกตรัมจะเริ่มขึ้นในภายหลังอย่างสมบูรณ์และเป็นเนื้อเดียวกัน เกิดเสียงสองมิติและจะขยายไปสู่พื้นที่เสมือนสามมิติ ในช่วงห้องที่ 97 จะเกิดเสียงที่หมุนวนจำนวนมาก ในมิติแนวตั้งจะมีหลายชั้นเสียงที่มีความโดดเด่นและกระจายอยู่ในที่ต่าง ๆ เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้เสียงรวมกันในแต่ละพื้นที่ ในช่วงกลางของเพลงจะถูกควบคุมเป็นสัดส่วนแบ่งเป็นสามชั้นในมิติแนวตั้งที่อยู่ด้านบนของส่วนอื่น ๆ ระหว่างโน้ตโครมาติกในเสียงต่ำและคอร์ดแปดเสียงจากเครื่องลมไม้สลับกับเครื่องกระทบ

²⁴ Ivan Hewett, Carey Lovelace, Sharon Kanach and Mekhi Xenakis, “Iannis Xenakis: Composer, Architect, Visionary”, **Drawing Papers 88**, (The Drawing Center, 2010), 61.

TERREKTORH di Ixerakis (Anir-4) 1

The image shows a handwritten musical score on a grid background. The title "TERREKTORH" is written in bold capital letters at the top center. Below it, "di Ixerakis (Anir-4)" is written. The score consists of multiple staves, each with musical notation including notes, stems, and rests. There are several systems of staves, with measure numbers 10, 30, 40, 50, and 60 clearly marked. Some parts of the score are circled, and there are various annotations and markings throughout. At the bottom right, there is a signature and some additional notes.

ภาพที่ 11 หน้าแรกของบทประพันธ์ Terrektorh

จุดที่โดดเด่นอีกช่วงคือนับตั้งแต่ห้อง 117 เป็นจุดที่เกิด Sound Point จากเครื่องกระทบไปเรื่อย ๆ แล้วย่อย ๆ รวมกันมากขึ้นจนเป็นมวลเสียง ผู้วิจัยได้ศึกษาประโยชน์จากวิธีการแยกเสียงออกเป็นชั้น ๆ เพื่อสร้างมิติของเสียงให้ผู้ฟังสามารถรับรู้ได้ง่ายขึ้น รวมถึงแนวคิดในการเคลื่อนวนของเสียงซึ่งเป็นตัวอย่างที่ดีในการนำมาใช้เป็นแนวทางสำหรับงานประพันธ์ชิ้นนี้ได้

2.11 Gruppen

Gruppen for 3 Orchestra เป็นผลงานประพันธ์ของคาร์ลไฮนซ์ สตอคเฮาเซน (Karlheinz Stockhausen) แต่งขึ้นในช่วงปี ค.ศ. 1955-1957 สำหรับวงออเคสตรา 3 วงที่แยกออกจากกัน ในขณะที่สตอคเฮาเซนคิดงานชิ้นนี้ขึ้นมานั้นเป็นการท้าทายขีดจำกัดของความรู้ความเข้าใจที่มีในเวลานั้น ซึ่งงานชิ้นนี้มีลักษณะเป็นการสำรวจพื้นที่และองค์ประกอบของรูปแบบที่ถูกจัดวางขึ้นเพื่อให้เสียงสามารถเคลื่อนไปในพื้นที่การแสดงได้และได้จัดวางองค์ประกอบของสัดส่วนจังหวะ ความดังของแต่ละโน้ต จำนวนเครื่องดนตรีในออเคสตราแต่ละวงไปจนถึงอัตราความเร็วที่ออเคสตราแต่ละวงบรรเลง

The scale of tempos
should denote 12 steps (to be sensed as equally large) between ♩ = 60 and ♩ = 120. The metronome values are rounded off:

♩ = 60	♩ = 90
♩ = 63,5	♩ = 95
♩ = 67	♩ = 101
♩ = 71	♩ = 107
♩ = 75,5	♩ = 113,5
♩ = 80	♩ = 120
♩ = 85	

ภาพที่ 13 อัตราความเร็วในบทประพันธ์ Gruppen โดย Karlheinz Stockhausen

9 percussionists play:

13 Almglocken (cowbells), pitches approximately:

Each cowbell actually produces several tones; the dominating tone should have the indicated pitch.

ภาพที่ 14 การกระจายโน้ตของ Cowbells ในบทประพันธ์ Gruppen

Alle Rechte vorbehalten

Nr. 6 Gruppen für drei Orchester

Karlheinz Stockhausen

Ein Lautstärke-Zeichen im Quadrat gibt die maximale oder dominierende Lautstärke einer Gruppe oder Teilgruppe an.

6/4 = 120

mf

Flöte
Altflöte
Trompete
Trommel
Marimbaphon
Harfe
Viola
Violoncelli

Holztrommel
Klarinetten
Violinen
Bratschen pos.
Violoncelli

ภาพที่ 15 แสดงหน้าแรกของบทประพันธ์ Gruppen

ในงานมักปรากฏเทคนิคการประพันธ์แบบ Pointillism มีลักษณะเสียงเป็นจุดหรือโน้ตช่วงสั้นบรรเลงและส่งต่อไปยังอีกเครื่องดนตรีอื่น สิ่งที่ปรากฏอีกอย่างคือมักเล่นโน้ตเสียงเดี่ยวซ้ำ ๆ และไม่มี ความเกี่ยวข้องกับการไหลเคลื่อนของโน้ตอื่น²⁵

²⁵ James L. McHard, *The Future of Modern Music*. 3rd ed. (Michigan: Iconic Press, 2008) 195-197.

18

pp **tutti molto legato**

Flöten I, 2.
Englischhorn
Hörner I, 2.
Trompeten I, 2.
Posunen I, 2.
Marimbaphon
Klavier
Cello/Double Bass
Violen I, II
Violen III, IV
Bratschen
Violoncelli
cello (Viol. V)
Bn.

Holztrummeln
Makul
Kleine Flöte
Kleine Klarinette
Alplocken
Bask. Trommel
Makul (mit der Handtrommel)
Hörschellen
Vibraphon (Motor, erheben)
Klavier
Soli
Beyre minimal

6/4 (♩=90) **pp** (+ *sfz*)

sub. **pp**

12/4 3/4 ♩=67

Marimbaphon
Celeste
Klavier

ภาพที่ 16 บทประพันธ์ Gruppen นาที่ที่ 2.12

จากรูปแสดงช่วงที่ใช้อัตราส่วนจังหวะและความเร็วที่แตกต่างกันในวงย่อยแต่ละวง

บทที่ 3

วิธีดำเนินวิจัย

3.1 สํารวจและทดลองสร้างลูกบาศก์ไฮเปอร์คิวบ์

ผู้วิจัยได้ทดลองสร้างแบบจำลองทศเชอแร็กต์ 4 มิติ โดยได้สร้างลูกบาศก์ไฮเปอร์คิวบ์ขึ้นจำนวน 2 ชุดที่มีขนาดแตกต่างกันดังนี้ ลูกบาศก์ขนาด 4 เซนติเมตรและลูกบาศก์ขนาด 7 เซนติเมตรจากการสำรวจพบว่ามีความสัมพันธ์ในวัตถุ 4 มิติทั้ง 2 ขนาดมีความเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของเวลาอย่างชัดเจนโดยแสดงผลในลักษณะดังนี้

3.1.1 เมื่อสังเกต ณ ตำแหน่งหนึ่งจะปรากฏเป็นลูกบาศก์ 3 มิติเพียง 1 ลูก

3.1.2 เมื่อสังเกต ณ ตำแหน่งหนึ่งจะปรากฏเป็นลูกบาศก์ 3 มิติจำนวน 2 ลูก

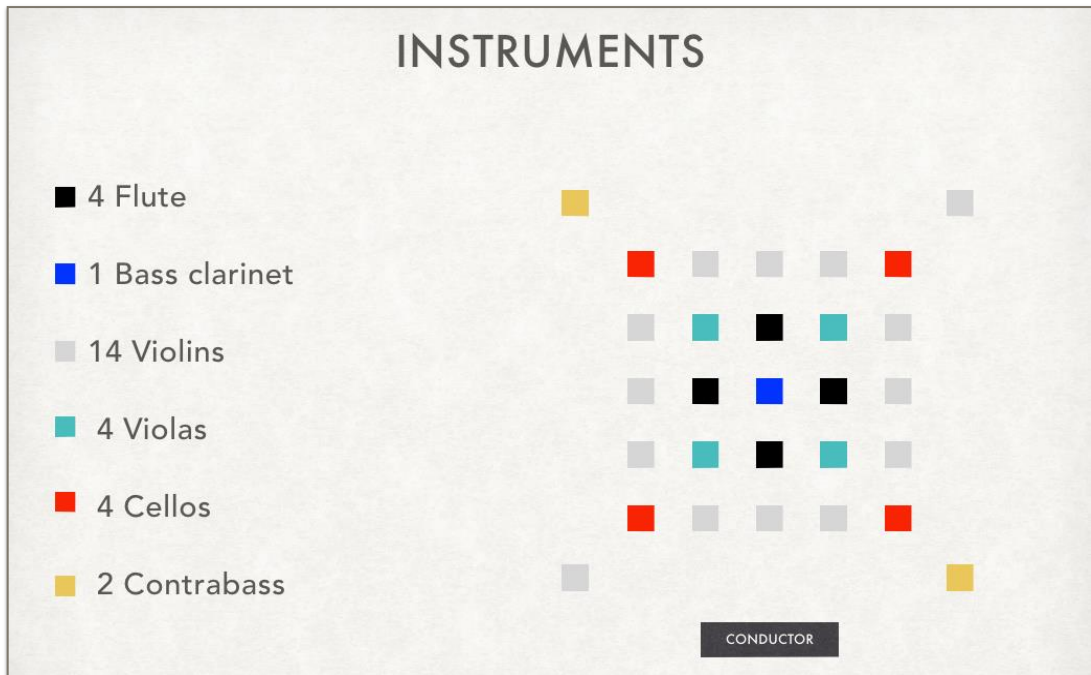
3.1.3 เมื่อสังเกตจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งจะปรากฏเป็นลูกบาศก์ 3 มิติจำนวน 2 ลูกเคลื่อนห่างออกจากกัน

3.1.4 เมื่อสังเกตจากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งจะปรากฏเป็นลูกบาศก์ 3 มิติจำนวน 2 ลูกเคลื่อนเข้าหากัน

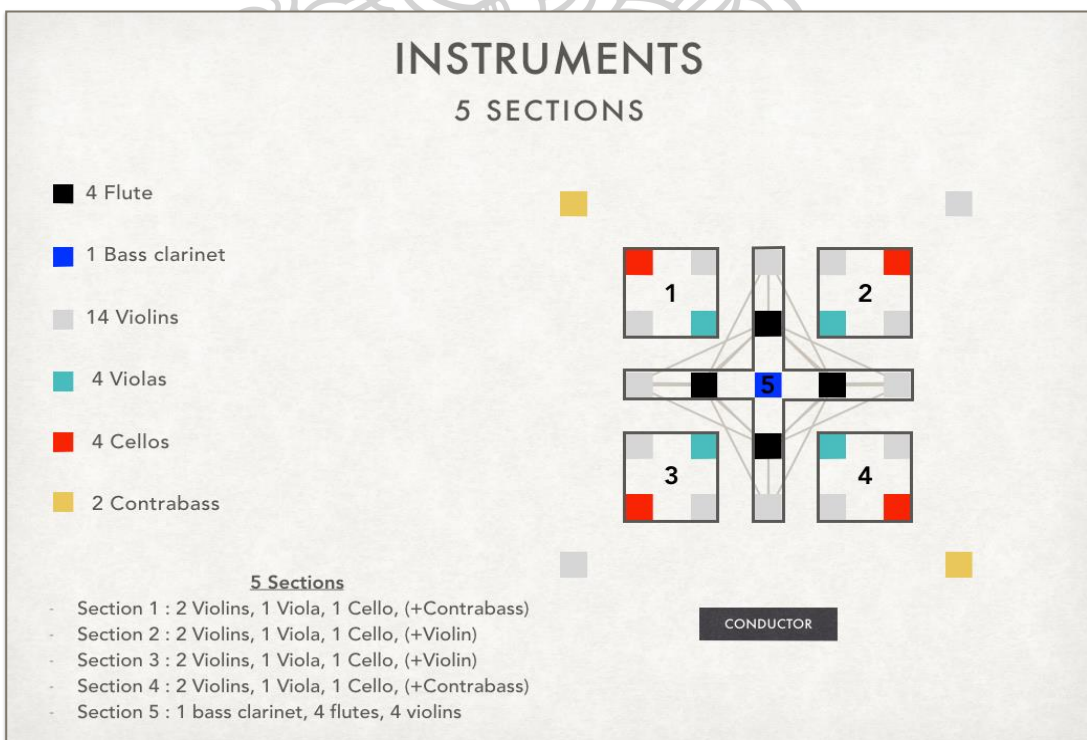
ผลที่ได้จากการสำรวจนี้นำไปใช้สร้างแนวทางการเคลื่อนที่ของเสียงภายในพื้นที่การบรรเลงของวงจากเหตุการณ์เสียง 3 มิติ ไปสู่ทิศทางการร่วมของเวลา 4 มิติ โดยผลที่ได้จากการเคลื่อนเข้าและออกจากกันของลูกบาศก์เสมือนความเลือนลางจากเหตุการณ์หนึ่งไปสู่อีกเหตุการณ์หนึ่ง จึงนำเทคนิคการเลือนเสียง (Blurring Technique) มาใช้และยังนำแนวคิดนี้มาพัฒนาเหตุการณ์ความเป็นไปได้แบบ 5 มิติ ที่จะปรากฏอยู่ในงานประพันธ์นี้เช่นกัน

3.2 สร้างแบบจำลองตำแหน่งการจัดวางเครื่องดนตรีในบทประพันธ์

จากแนวคิดของทศเชอแร็กต์ ผู้วิจัยได้คิดตำแหน่งการจัดวางเครื่องดนตรีโดยมีพื้นฐานมาจากรูปสี่เหลี่ยมและมีเงื่อนไขให้สามารถมีพื้นที่สี่เหลี่ยมซ้อนกันได้ เพื่อให้เกิดความเป็นไปได้ในการเคลื่อนที่ของเสียงที่จะเป็นแบบจำลองของมิติที่ 4 และ 5



ภาพที่ 17 แบบจำลองการจัดตำแหน่งเครื่องดนตรีภายในวง

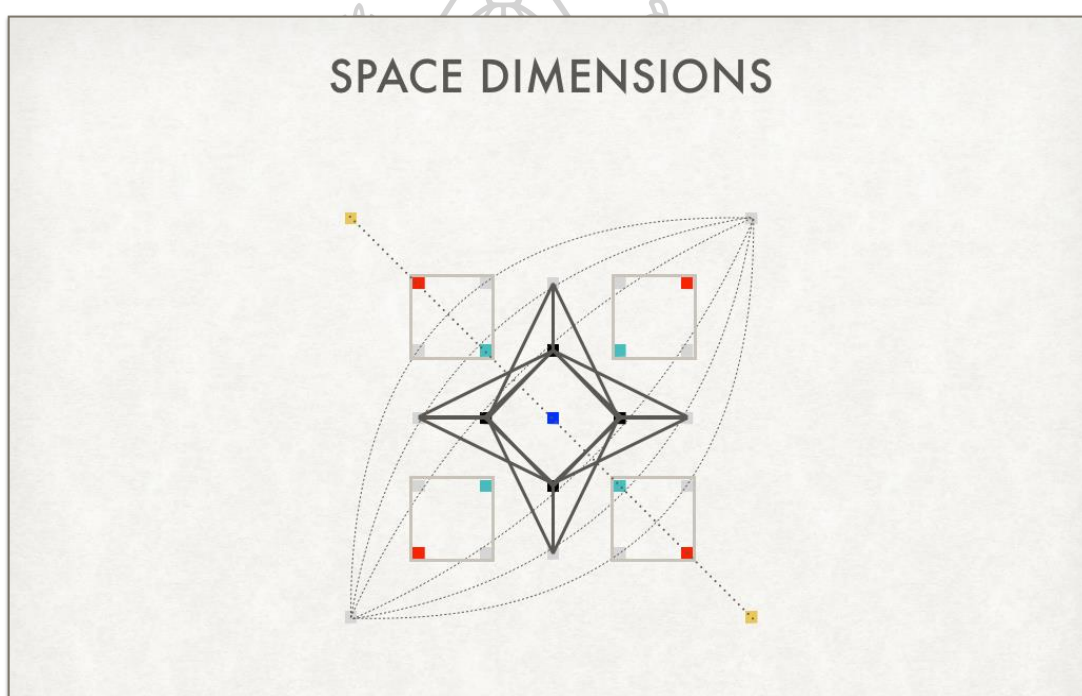


ภาพที่ 18 แบบจำลองการจัดพื้นที่วงย่อยแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม

เมื่อได้แบบจำลองของพื้นที่แล้วจึงจัดวางตำแหน่งเครื่องดนตรี โดยประกอบด้วยเครื่องลมไม้ และเครื่องสาย ซึ่งมีการกระจายประเภทของเครื่องดนตรีให้แบ่งออกเป็นกลุ่มได้อย่างสมมาตรกัน

3.3 กำหนดทิศทางการเคลื่อนที่ของเสียงในพื้นที่

เมื่อทราบตำแหน่งและกลุ่มของเครื่องดนตรีแล้ว จึงกำหนดทิศทางการเคลื่อนที่เพื่อใช้เป็นแบบจำลองสำหรับสร้างวิธีคิดในการประพันธ์ เพื่อให้เกิดความสอดคล้องกับชุดของเหตุการณ์เสียงที่จะถูกแจกแจงในแต่ละช่วงของบทประพันธ์โดยสามารถเคลื่อนที่จากกลุ่มสู่กลุ่ม เคลื่อนที่ในแนวเฉียง เคลื่อนกระจายจากกึ่งกลางหรือเคลื่อนที่ในทิศทางตรงกันข้ามสลับไปมาได้



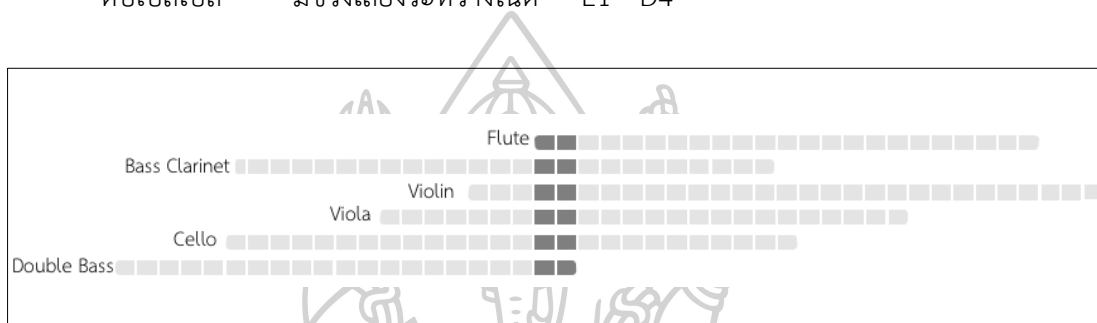
ภาพที่ 19 แบบจำลองการเคลื่อนที่ของเสียงในพื้นที่ของวง

3.4 เลือกเสียงที่จะใช้เป็นโน้ตหลักของสเปกตรัม

ประเภทของเครื่องดนตรีทั้งหมดประกอบไปด้วย ฟลูต เบสคลาริเน็ต ไวโอลิน วิโอลา เซลโล และดับเบิลเบส ผู้วิจัยเลือกเครื่องเบสคลาริเน็ตไว้ที่ตำแหน่งกึ่งกลางของวงเพื่อบรรเลงโน้ตหลัก ซึ่งวิธีการเลือกเสียงที่จะนำมาใช้เป็นโน้ตหลักนั้น ผู้วิจัยใช้วิธีสุ่มโดยหาค่าเฉลี่ยของโน้ตที่เป็น Common

Tone ของทุกเครื่องและจะนำโน้ตที่ได้มาเล่นแทนในช่วงเสียงที่ต่ำที่สุดของเบสคลาริเน็ต โดยเครื่องดนตรีทั้งหมดมีช่วงเสียงดังนี้²⁶

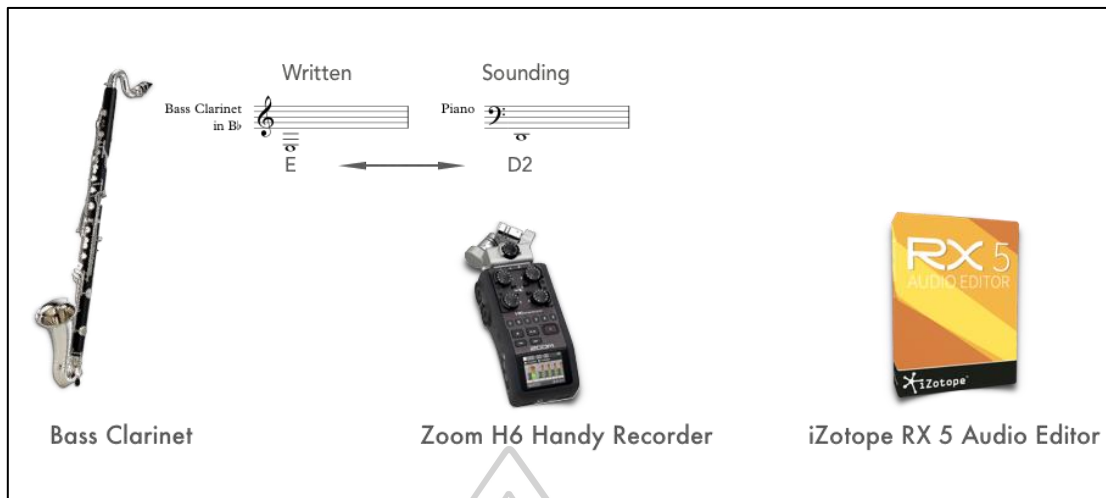
ฟลูต	มีช่วงเสียงระหว่างโน้ต	C4 - D7
เบสคลาริเน็ต	มีช่วงเสียงระหว่างโน้ต	Db2 - F5
ไวโอลิน	มีช่วงเสียงระหว่างโน้ต	G3 - G7
วีโอลา	มีช่วงเสียงระหว่างโน้ต	C3 - E6
เซลโล	มีช่วงเสียงระหว่างโน้ต	C2 - G5
ดับเบิลเบส	มีช่วงเสียงระหว่างโน้ต	E1 - D4



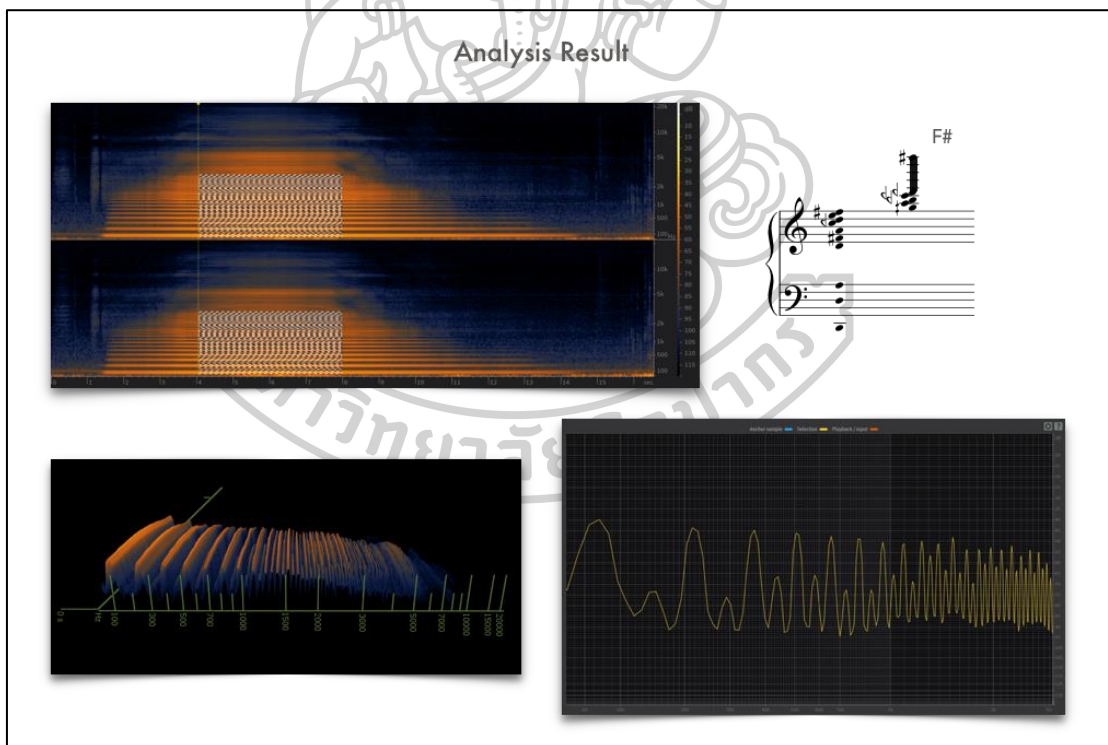
ภาพที่ 20 แสดงช่วงกว้างของเสียงของเครื่องดนตรีที่นำไปใช้ในบทประพันธ์

จากการสุ่มและวิเคราะห์จะพบว่าโน้ตช่วง C4-D4 เป็น Common Tone ของทุกเครื่องดนตรี ด้วยเหตุนี้ผู้ประพันธ์จึงตัดสินใจเลือกโน้ต D เพื่อนำมาเป็นโน้ตหลักของสเปกตรัมในบทประพันธ์และเปลี่ยนให้เบสคลาริเน็ตเล่นที่โน้ต D2 ต่อมาได้ทำการวิเคราะห์สเปกตรัมเสียงของเบสคลาริเน็ตโดยใช้ โปรแกรม iZotope RX 5 Audio Editor

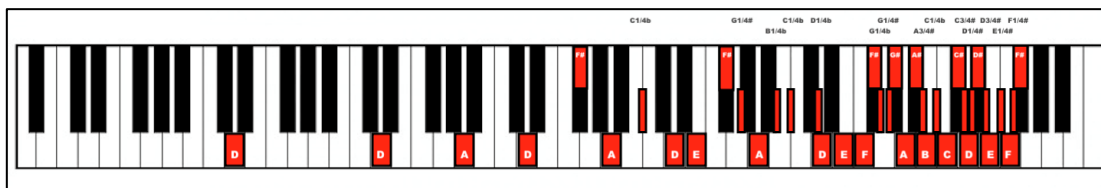
²⁶ Kent Kennan and Donald Grantham, *The Technique of Orchestration*, 6th ed. (USA: Pearson Education, 2002) 386-388.



ภาพที่ 21 ขั้นตอนและอุปกรณ์ที่ใช้ดำเนินการบันทึกและวิเคราะห์โน้ต D2 ของเบสคลาริเน็ต



ภาพที่ 22 ผลการวิเคราะห์เสียงด้วยโปรแกรม iZotope RX 5



ภาพที่ 23 ผลการวิเคราะห์สเปกตรัมเทียบกับตำแหน่งของคีย์เปียโน

3.5 โครงสร้างในการประพันธ์ดนตรี

โครงสร้างและรูปแบบการประพันธ์ถูกกำหนดให้แสดงวัตถุประสงค์ความสัมพันธ์ในแต่ละมิติ โดยภาพรวมจะแสดงเหตุการณ์เสียงของทุกมิติซึ่งค่อย ๆ พัฒนาจากมิติที่ 1 ไปสู่มิติที่ 5 บนรากฐานความคิดตามแบบวิทยาศาสตร์และผสมผสานเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการกำเนิดจักรวาล เช่น ความสัมพันธ์ของเวลาอวกาศที่บิดโค้งเพื่อร้อยเรียงเรื่องราวในบทประพันธ์ตลอดชิ้นงาน

3.6 บทประพันธ์ทดลอง EMIT

EMIT เป็นผลงานชิ้นแรกที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัยเรื่องผ่านพื้นที่และเวลา: บริบทเสียง 5 มิติแรกของเอกภพ โดยหลังจากได้ทำการเลือกเสียงที่จะใช้เป็นโน้ตหลักของสเปกตรัมและได้ชุดเสียงของโน้ตเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงทำการทดลองโดยมุ่งความสำคัญในเรื่องของการเลือกใช้ชุดเสียงจากสเปกตรัมเพื่อสังเคราะห์เสียงให้ใกล้เคียงกับโน้ต D2 ของเบสคลาริเน็ต ซึ่งเทคนิคนี้เรียกว่า Instrumental Synthesis เป็นงานประพันธ์สำหรับนักดนตรี 6 คน ประกอบด้วย Flute, Clarinet, Violin, Cello, Piano และ Percussion มีคติดลักษณะแบบ Sonata บทประพันธ์นี้ได้รับแรงบันดาลใจมาจากนิยามของมิติและเวลาตามแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ซึ่งถ่ายทอดด้วยดนตรีแบบ Spectral music แสดงให้เห็นถึงกลุ่มความถี่ของฮาร์โมนิกที่ซ้อนกันอยู่บนโน้ตเสียง D และนำมาขยายออกเพื่อให้ผู้ฟังได้รับรู้ถึงสเปกตรัมของเสียงที่ซ่อนอยู่ภายใน รวมไปถึงความหนาแน่นของปริมาณมวลและความดังของเสียง สัดส่วนของเวลาที่เหลื่อมล้ำกันเพียงเล็กน้อยทำให้เกิดรายละเอียดเล็ก ๆ ที่เคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่อง

EMIT

Pongsakorn Rattanapattarakul

The musical score is written for a 4/4 time signature with a tempo of quarter note = 80. The instruments and their parts are as follows:

- Flute:** Starts with a *ff* dynamic, playing a melodic line. An instruction "improvise as fast as possible" is written above the staff. The part concludes with an "Air tone" and a *pp* dynamic.
- Clarinet in B \flat :** Mirrors the Flute's initial melodic line with *ff* dynamics, also including the "improvise as fast as possible" instruction and ending with an "Air tone" and *pp* dynamic.
- Violin:** Begins with *ff* dynamics and a "sul pont." instruction. It includes the "improvise as fast as possible" instruction and ends with a "Sul D" instruction.
- Violoncello:** Starts with *ff* dynamics and a "sul pont." instruction. It includes the "improvise as fast as possible" instruction and ends with a "Sul D" instruction and a *f* dynamic.
- Bass Drum:** Features a rhythmic pattern starting with *p* and *ff* dynamics, followed by *p*, *mp*, and *p* dynamics.
- Cymbals:** Marked with *p*, *mp*, and *p* dynamics.
- Vibraphone:** Indicated by a symbol and a *p* dynamic.
- Piano:** The piano part is currently blank.

ภาพที่ 24 แสดงโน้ตหน้าแรกของบทประพันธ์ EMIT

improvise as fast as possible

ff

sul pont. improvise as fast as possible

ff

sul pont. improvise as fast as possible

ff

ภาพที่ 25 เทคนิค Random Improvise ในบทประพันธ์ EMIT ห้องที่ 2

ผู้ประพันธ์เลือกใช้เทคนิค Random Improvise ในช่วงแรกของเพลง โดยสร้างชุดโน้ตที่แตกต่างกันในแต่ละเครื่องดนตรี เพื่อสร้างมวลรวมของเสียงด้วยโน้ตที่ได้มาจากชุดการทดลองสเปกตรัมของเบสคลาริเน็ต

Air tone

pp

Sul D

Sul D

f

Cymbals

p mp p

ภาพที่ 26 เทคนิค Air Tone, Tremolo, Glissando ในบทประพันธ์ EMIT ห้องที่ 4

ผู้ประพันธ์เลือกใช้เทคนิค Air Tone ในเครื่องลมไม้และในขณะเดียวกันเครื่องสายใช้เทคนิค Tremolo พร้อมกับการ Glissando และมีการใช้เสียงรบกวนเพื่อผสมให้เกิดความต่อเนื่องของมวลเสียงทั้งหมด ซึ่งเทคนิคเหล่านี้ได้ถูกนำมาใช้ซ้ำตลอดบทเพลง

2

Fl.

Cl.

Vln.

Vc.

Vib.

Pno.

ppp

p

ppp

p

mf

ppp

ppp

ภาพที่ 27 บทประพันธ์ EMIT ห้องที่ 7

ผู้ประพันธ์เลือกโน้ตให้เครื่องดนตรีแต่ละชิ้นโดยแบ่งให้ Vibraphone และ Piano เล่นโน้ตที่มีค่าเป็นโน้ตพื้นฐานและฮาร์โมนิกเท่านั้น ส่วนเครื่อง Flute, Clarinet และ Violin จะใช้โน้ตที่เป็นอินฮาร์โมนิก

ผลงาน EMIT ได้ถูกคัดเลือกให้ร่วมบรรเลงในคอนเสิร์ต “Multilatérale Ensemble Asian Tour 2016” โดยศิลปินวง Multilatérale Ensemble จากประเทศฝรั่งเศส ในวันที่ 19 มีนาคม พ.ศ. 2559 ณ หอประชุมเล็ก ศูนย์วัฒนธรรมแห่งประเทศไทย

3.7 บทประพันธ์ทดลอง Parallel Illusion

Parallel Illusion ใช้แนวคิดเรื่องมิติคู่ขนานในการประพันธ์สะท้อนการเกิดเหตุการณ์เสียงต่างมิติที่เกิดขึ้นในขณะเดียวกัน ซึ่งผู้ประพันธ์ต้องการให้เกิดการล้อเหตุการณ์เสียงกันไปมา โดยเลือนลางบ้าง เหมือนกันบ้าง ซ้อนกันบ้างหรือแสดงทางเลือกของเหตุการณ์เสียงที่ไม่ตรงกันอย่างสิ้นเชิง บางครั้งเสมือนเป็นการลวงการรับรู้ของมนุษย์เพราะมนุษย์มีขีดจำกัดในการเข้าถึงสัมพัทธภาพของมิติที่อยู่ห่างออกไป งานประพันธ์ชิ้นนี้จึงนำเสนอแนวคิดในการประพันธ์ที่ไม่เฉพาะเจาะจงในเรื่องของความงามทางดนตรี บทประพันธ์นี้เป็นงานสำหรับเครื่องดนตรี 3 ชิ้น ประกอบด้วย Flute, Viola และ Piano

Parallel Illusion
2017
Pongsakorn R.

The musical score for "Parallel Illusion" is presented in three staves. The top staff is for Flute, the middle for Viola, and the bottom for Piano. The Flute part begins with a tempo marking of 60 and a rubato instruction. It features a series of notes with various dynamics (pp, p, n, f, mp) and articulation (trills, accents). The Viola part includes vibrato and non-vibrato markings, with dynamics ranging from pp to p. The Piano part is marked with a tempo of 60 and rubato, featuring damp and l.v. (left hand) markings with dynamics pp and mp.

ภาพที่ 28 หน้าแรกของบทประพันธ์ Parallel illusion

จากรูปในช่วงแรกของบทประพันธ์นี้ได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของเสียงจากโน้ตตัว D เพียงเสียงเดียวเพื่อเป็นต้นแบบให้บทประพันธ์ที่จะเกิดขึ้นในงานวิจัยโดยเสียงในช่วงแรกนี้เริ่มจาก ฟลูต ใช้เทคนิค Air Tone ค่อย ๆ แปรสภาพไปเป็นแบบกึ่งลมกึ่งเสียง Half Air - Half Tone พร้อมกับ การเปลี่ยนระดับความดังที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงและเปลี่ยนแปลงไปเป็นเสียงปกติหลังจากโน้ต ชุดแรก ผู้ประพันธ์ได้ทดลองผสมเทคนิคอื่นเพิ่มเข้าไปเพื่อให้เกิดสีสันของเสียงที่มีความหลากหลาย และน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

The image shows a musical score for Flute (Fl.) and Viola (Vla.). The Flute part starts at measure 35 with a dynamic of *mf*, then *pp*, and *p*. It includes a section labeled '40 whistle tones' with a dynamic of *p*. The Viola part starts at measure 35 with a dynamic of *f*, then *p*, *mf*, *p*, *mf*, and *pp*. It includes techniques like 'half pressure', 's.t. tr.', 's.p.', 'ord.', and 'flautando'. A 'sul D' instruction is also present.

ภาพที่ 29 เทคนิค Half Pressure Trill และ Flautando ในบทประพันธ์ Parallel Illusion

ในตอนที่ 36 ของบทประพันธ์ Parallel Illusion วิโอลาใช้เทคนิค Half Pressure Trill โดย กดน้ำหนักลงบนสายเพียงครั้งหนึ่งของน้ำหนักปกติและในตอนที่ 40 วิโอลาใช้เทคนิค Flautando เพื่อเลียนเสียงให้ใกล้เคียงโทนเสียงของฟลูตมากที่สุด

The image shows a musical score for Flute (Fl.) starting at measure 68. It includes a section labeled '68 whistle tones + key click' with a dynamic of *p*.

ภาพที่ 30 เทคนิค Whistle Tones และ Key Click ในบทประพันธ์ Parallel Illusion

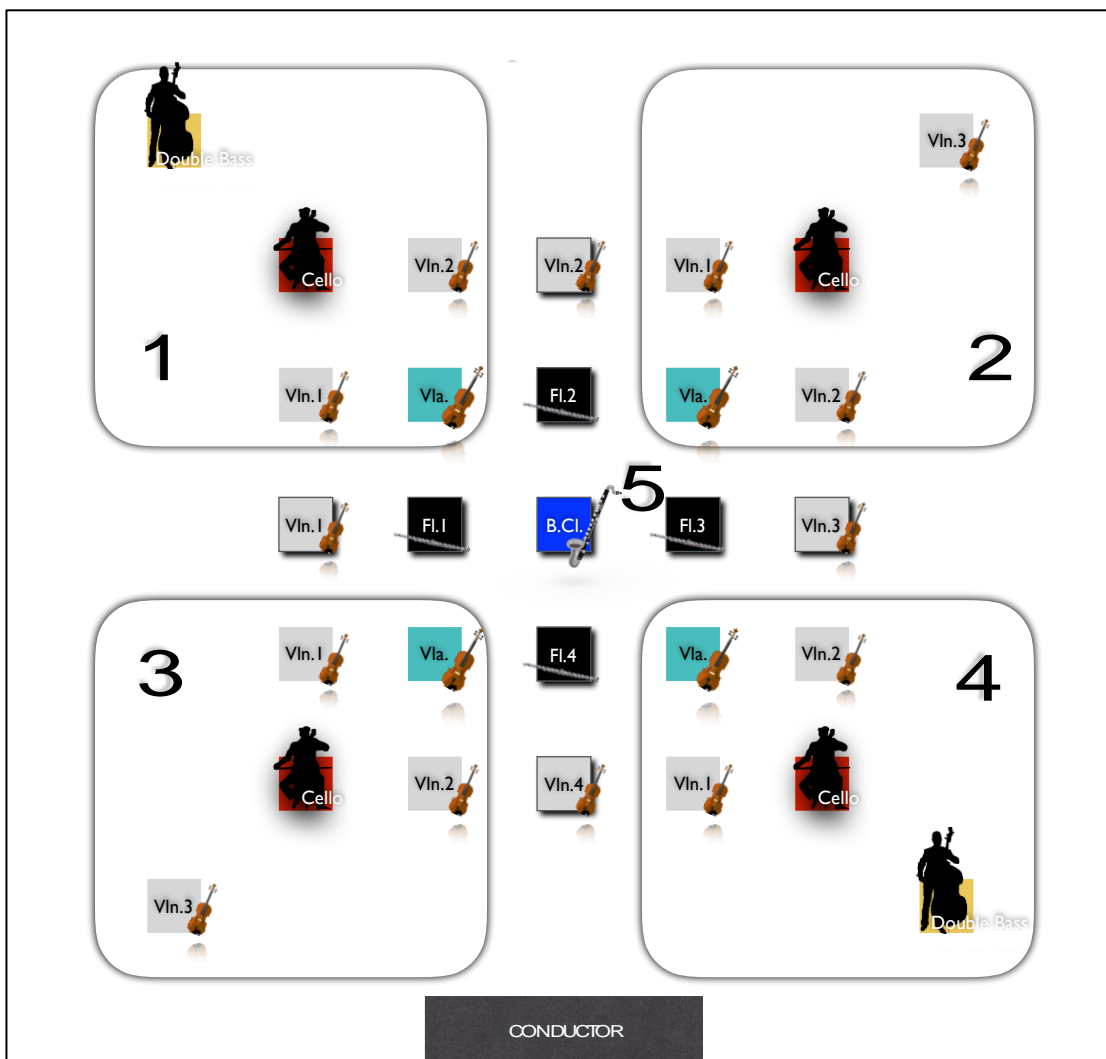
ในตอนที่ 70 ของบทประพันธ์ Parallel Illusion ได้ทดลองผสมเทคนิค Whistle Tones และ Key Click เข้าด้วยกันและสามารถทำงานด้วยกันได้เป็นอย่างดี

บทประพันธ์ Parallel Illusion ได้นำมาแสดงครั้งแรกในโครงการอบรม “2017 NIRMITA COMPOSERS WORKSHOP” โดยนักดนตรีจากประเทศสหรัฐอเมริกาจาก NIRMITA COMPOSERS INSTITUTE ในวันที่ 25 กรกฎาคม พ.ศ. 2560 ณ คณะดุริยางคศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 4

วิเคราะห์บทประพันธ์และเทคนิคการประพันธ์

บทประพันธ์เพลง Shake เป็นผลงานประพันธ์จากการทดลองโดยใช้แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายมิติต่าง ๆ โดยกล่าวถึง 5 มิติแรกในการทำความเข้าใจสภาวะการณ์มีอยู่ของเสียงในเอกภพโดยใช้เครื่องดนตรีทั้งหมดจำนวน 29 ชิ้นและแบ่งออกเป็น 5 กลุ่มย่อยดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 31 ตำแหน่งผู้เล่นทั้งหมดในบทประพันธ์ Shake

Shake
A comic visualization of SD
for 29 motion

Pengakorn Rattanasattiarathul
2018

Section 1

Section 2

Section 3

Section 4

Section 5

ภาพที่ 32 หน้าแรกของบทประพันธ์ Shake

ในหน้าแรกของบทประพันธ์ Shake มีวิธีการจัดการแบ่งกลุ่มเครื่องดนตรีออกเป็น 5 กลุ่มดังนี้

กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยเครื่องสาย Violin I, Violin II, Viola, Violoncello, Double Bass

กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยเครื่องสาย Violin I, Violin II, Violin III, Viola, Violoncello

กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยเครื่องสาย Violin I, Violin II, Violin III, Viola, Violoncello

กลุ่มที่ 4 ประกอบด้วยเครื่องสาย Violin I, Violin II, Viola, Violoncello, Double Bass

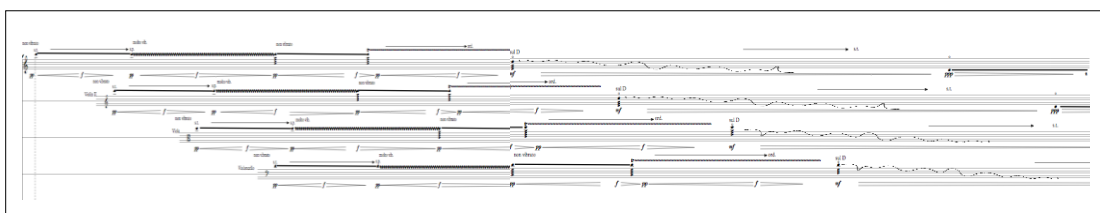
กลุ่มที่ 5 ประกอบด้วยเครื่องลมไม้ Flute I, Flute II, Flute III, Flute IV, Bass Clarinet

และเครื่องสาย Violin I, Violin II, Violin III, Violin IV

4.1 ช่วงแรกของบทประพันธ์ Shake

ช่วงแรกของบทประพันธ์ Shake เป็นช่วงที่จำลองแนวคิดของอนุภาคสตรง แสดงสถานะสั่นสะเทือนของอนุภาค 1 มิติ โดยมีความเป็นไปได้ในการสั่นของเสียงเดียวที่มีรูปแบบหลากหลาย ผู้วิจัยนำแนวคิดนี้สะท้อนขั้นตอนในการเปลี่ยนแปลงของเสียง 1 มิติก่อนไปสู่สถานะเสียง 2 มิติ โดยกำหนด ให้เริ่มจากความถี่ของเสียงและค่อย ๆ เพิ่มปริมาณมวลเสียงตลอดจนการสร้างรูปแบบ การสั่น สะเทือนของโน้ตที่มีสีสนมากขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงเสียงในช่วงนี้มีการพัฒนาความต่อเนื่องโดยใช้เทคนิคในการประพันธ์ที่หลากหลายและผสมผสานเข้าด้วยกันตามลำดับดังต่อไปนี้

- 4.1.1 เปลี่ยนตำแหน่งการสั่นสายของเครื่องสายจาก Sul Tasto ไปยัง Sul Ponticello
- 4.1.2 เพิ่มเทคนิคการสั่นสายด้วยการทำ Vibrato
- 4.1.3 เพิ่มความถี่ของโน้ตด้วยการใช้เทคนิค Tremolo
- 4.1.4 ผสมเทคนิค 2 อย่างเข้าด้วยกันประกอบด้วย Tremolo และ Trill ไปพร้อมกัน
- 4.1.5 ย้ายตำแหน่งการส้อมอยู่ในตำแหน่งปกติ Ordinario
- 4.1.6 เปลี่ยนเทคนิคในมือซ้ายจาก Trill ไปยังเทคนิค Random Harmonic Glissando บนสาย D
- 4.1.7 เปลี่ยนตำแหน่งการส้อมไปยัง Sul Tasto อีกครั้ง
- 4.1.8 ลดความถี่ลงและลากเสียงฮาร์โมนิคอย่างแผ่วเบาจนเลือนหายไป



ภาพที่ 33 การผสมเทคนิคของเครื่องสายในช่วงต้นเพลง



ภาพที่ 34 ภาพรวมการขยายทิศทางเสียงของบตประพันธ์ Shake จากหน้าที่ 3-5

โน้ตในหน้าที่ 3-5 ปรากฏเทคนิคที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงจากเสียง 1 มิติก่อนไปสู่ 2 มิติ และมีการจัดวางเสียงโดยต้องการให้เสียงเคลื่อนที่ไปรอบ ๆ ในพื้นที่ในการบรรเลงเพื่อสะท้อนแนวคิดมิติที่ 3 ซึ่งเกี่ยวกับปริมาณความหนาแน่นของมวลเสียง วิธีการจัดวางเสียงมีลักษณะที่เกิดขึ้นในเวลาทีละเล็กลำกัันทีละน้อย โดยมีจุดเริ่มของเสียงจากภายในกลุ่มที่ 2 ไปยังกลุ่มที่ 1 ไปยังกลุ่มที่ 3 และตามด้วยกลุ่มที่ 4 ในช่วงของเหตุการณ์ระหว่างนี้ผู้ประพันธ์มีความตั้งใจให้ผู้ฟังเกิดประสบการณ์ได้ยินเสียงที่ไหลเวียนและมวลเสียงที่เปลี่ยนแปลง ในขณะเดียวกันวิธีการนี้จะช่วยเพิ่มความแตกต่างของปริมาณความหนาแน่นของมวลเสียงที่เกิดขึ้นได้ดียิ่งขึ้น

4.2 ช่วงที่สองของบตประพันธ์ Shake

ช่วงที่สองเป็นช่วงที่มีการปรากฏเสียงของสเปกตรัมจากโน้ตในหน้าที่ 8 สเปกตรัมเริ่มปรากฏขึ้น เฝยมิติเสียงที่เกิดจากอนุภาคเสียง 1 มิติที่มีขนาดเล็กและถูกยึดขยายออกเพื่อให้ผู้ฟังเข้าใจบริบทของมิติเสียงตามแบบวิทยาศาสตร์ผ่านกลุ่มเสียงและมีลักษณะโอบล้อมเสียง D ไว้ สะท้อนแนวคิดของการสั่นในช่วงเสียงสเปกตรัม เป็นการปรากฏของเสียงในมิติที่ 2 โดยผู้ประพันธ์นำคลื่นเสียงสเปกตรัมของโน้ตในมิติที่ 1 มาใช้เพื่อสะท้อนให้เห็นถึงการมีอยู่จริงของโน้ตอื่น ๆ ที่เกิดจากเสียงเพียงเสียงเดียวและมีการจัดวางเสียงโดยค่อย ๆ เพิ่มโน้ตที่ได้จากค่าสเปกตรัมเข้ามาทีละโน้ต

The image displays a page from a musical score, specifically the second section of the 'Shake' piece. The page is numbered '8' in the top left corner. A large section marker 'B' is positioned at the top center, with a 4/4 time signature below it. The score is divided into two main parts by a vertical dotted line. The left part contains staves for Violin I (Vn. I), Violin II (Vn. II), and Cello/Double Bass (C. & D. B.). The right part contains staves for Violin (Vn.), Viola, Double Bass, Flute I, Flute II, and Flute III. The music is written in 4/4 time, and the dynamics are marked with 'p' (piano). The score includes various musical notations such as notes, rests, and slurs.

ภาพที่ 35 ช่วงที่สองของประพันธ์ Shake

The image displays a musical score for Violin II, Viola, and Double Bass, illustrating the Blurring Technique. The score is divided into three systems. The first system shows Violin II, Viola, and Double Bass parts. The second system shows Violin I, Violin II, Violin III, and Double Bass parts. The third system shows Violin I, Violin II, Viola, Violoncello, and Double Bass parts. The technique is characterized by overlapping notes and a sense of motion, with dynamic markings like 'pp' and 'p'.

ภาพที่ 36 เทคนิคเลือนเสียง (Blurring Technique)

หน้าที่ 13 ปรากฏเทคนิคเลือนเสียง (Blurring Technique) อย่างโดดเด่นและชัดเจนที่สุด ใน บทประพันธ์ โดยผู้ประพันธ์จัดองค์ประกอบให้เหตุการณ์เสียงถูกเคลื่อนไปเป็นกลุ่ม มีลักษณะ เลือน ลางและสะท้อนกันสลับไปมาอย่างชัดเจน

ภาพที่ 37 ตัวอย่าง Polyrhythm ที่ 1

ช่วงที่มีการใช้สัดส่วนจังหวะที่ต่างกันอย่าง Polyrhythm เพื่อให้เกิดการเพิ่มความเร็วของสัดส่วนเวลาและบ่งบอกถึงความไม่คงที่ของเวลาในมิติที่ 4

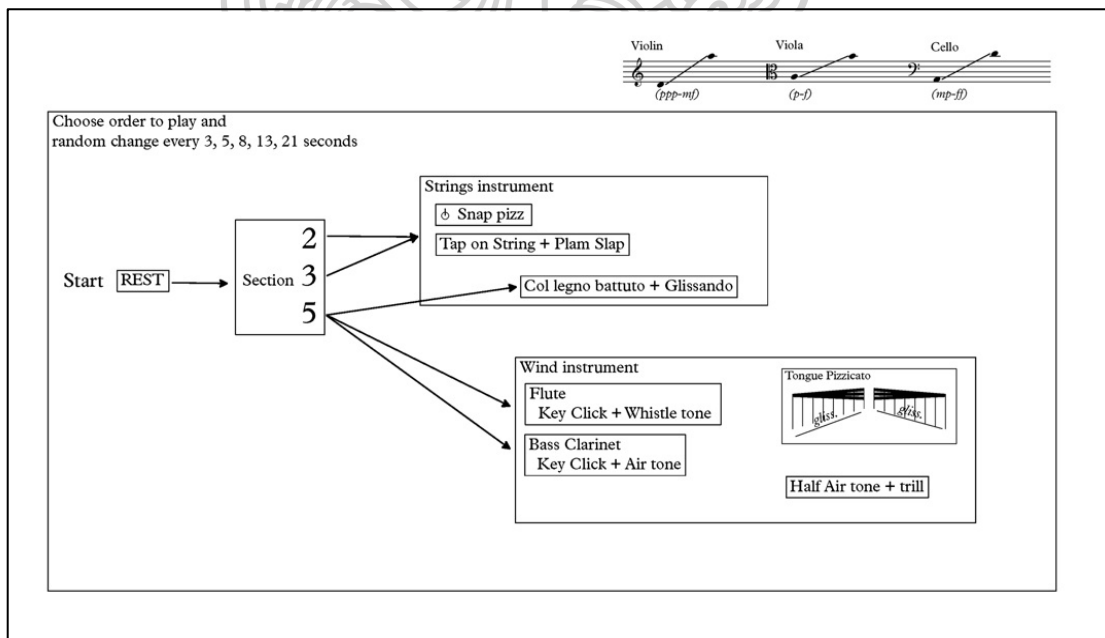
ภาพที่ 38 ตัวอย่าง Polyrhythm ที่ 2

แสดงการใช้เทคนิค Polyrhythm ปรากฏขึ้นและโดดเด่นมากที่สุดในโน้ตหน้าที 19 ซึ่งในแต่ละเครื่องดนตรีใช้สัดส่วนที่หลีกเลี่ยงการทับซ้อนกันและประกอบด้วยการใช้เทคนิคที่ต่างกันไป เพื่อไปสู่วิธีการประพันธ์แบบ Complexity ในช่วงต่อไป

4.3 ช่วงที่สามของบทประพันธ์ Shake

ช่วงที่สามแสดงสัมพัทธ์ภาพของมิติคู่ขนานเพื่อจำลองเหตุการณ์ความสัมพันธ์ของแต่ละมิติที่มีทางเลือกต่างกันเป็นช่วงที่เกิดเหตุการณ์ในรูปแบบ 5 มิติ สะท้อนแนวคิดโอกาสของการเลือกเหตุการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้นในแต่ละกลุ่มและมีรูปพรรณที่เป็นไฮโลโฟนิกและมีความเป็น Complexity โดยใช้วิธีการประพันธ์ตามกระบวนการดังนี้

- 4.3.1 กำหนดให้กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 4 เป็นเหตุการณ์เสียง (Sonic Event) ที่มีโครงสร้างตามแบบ Mobius Loop คือเหตุการณ์จะวนเป็นวงกลมจากหน้าไปหลังและมาบรรจบกัน ซึ่งเป็นหนึ่งในแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของการออกไปสู่ Hyperspace หรือมิติที่ 5 โดยเทคนิคการประพันธ์ที่เกิดในช่วงนี้เป็นการใช้ Retrograde และ Invert เพื่ออธิบายแบบจำลอง
- 4.3.2 กำหนดให้กลุ่มเครื่องดนตรีที่ 2, 3, 5 บรรเลงโดยสุ่มเลือกการ Improvise และมีเงื่อนไขให้เปลี่ยนการ Improvise ทุก ๆ 3, 5, 8, 13, 21 วินาทีซึ่งเป็นตัวเลขที่นำมาจาก Fibonacci Series คือเลขจำนวนเต็มที่ได้มาจากผลบวกของเลขสองจำนวนก่อนหน้า โดยเริ่มจากเลข 0 และ 1 เชื่อกันว่าเป็นสัดส่วนความงามที่มีอยู่ในทุกสรรพสิ่งของจักรวาล

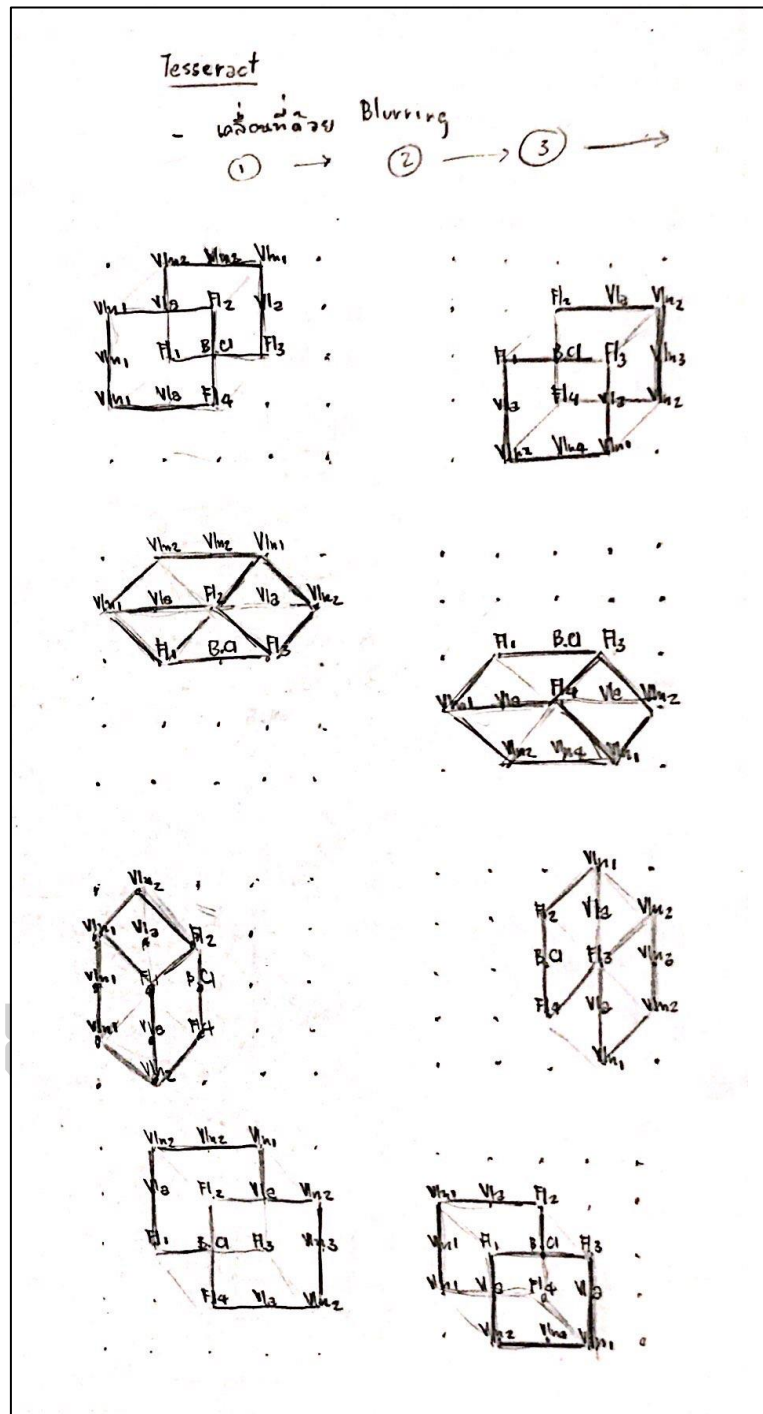


ภาพที่ 39 เงื่อนไขในการเลือก Improvise

The image displays a musical score and its corresponding MIDI piano roll for the 'Shake' section of 'บทประพันธ์ Shake'. The score is divided into five numbered measures (1, 2, 3, 4, 5). Measure 1 shows a piano introduction with a tempo change to 120 BPM. Measure 2 is the start of the 'Shake' section, marked with a 'Shake' tempo change to 120 BPM. Measures 3, 4, and 5 continue the 'Shake' section. The piano roll shows the MIDI data for the piano part, including notes, rests, and dynamic markings. A MIDI piano roll window is also visible, showing the piano part's settings and parameters.

ภาพที่ 40 บทประพันธ์ Shake ช่วงที่สาม หน้า 21-22





ภาพที่ 41 การจำลองตามแบบ Tesseract

แสดงแบบร่างของการจำลอง Tesseract ที่ใช้อธิบายพื้นที่ 4 มิติ ถูกลนำมาสร้างเงื่อนไขในการปรากฏของเสียงในพื้นที่การบรรเลงของวง โดยผู้ประพันธ์กำหนดให้กระจายสเปกตรัมเสียงไปในตำแหน่งต่าง ๆ เพื่อสร้างความกลมกลืนเท่า ๆ กันในทุกพื้นที่

The image shows a musical score for a piece titled "F Tesseract". The score is written for a string quartet, with four staves for Violin I, Violin II, Viola, and Cello. The music is in 3/4 time and features complex rhythmic patterns, including triplets and sixteenth notes. The score is divided into two systems, with the first system starting at measure 26 and the second system starting at measure 27. The notation includes various musical symbols such as clefs, time signatures, and dynamic markings.

ภาพที่ 42 โน้ตช่วงที่จำลอง Tesseract ในบทประพันธ์ Shake หน้าที่ 26-27

โน้ตในหน้า 26-27 ของบทประพันธ์ Shake จะแสดงภาพรวมของโน้ตที่เกิดขึ้นจากแบบจำลอง tesseract มีการขยายสัดส่วนของเวลาด้วยการเปลี่ยนอัตราจังหวะจากอัตรา 3/4 ไป 7/8 ไป 4/4 ซึ่งเป็นการเพิ่มส่วนโน้ตเข้บ็ต 1 ชั้นเข้าไปในแต่ละห้องเพลงตามลำดับ โดยเริ่มจากห้องที่มีอัตราจังหวะ 3/4 จะมีจำนวนเข้บ็ต 1 ชั้น 6 ตัวใน 1 ห้องและห้องถัดไปเพิ่มสัดส่วนเวลาโดยขยายออกด้วยการเพิ่มโน้ตเข้บ็ต 1 ชั้นเข้าไปอีกห้องละ 1 ตัวตามลำดับจึงปรากฏอัตราจังหวะ 3/4 ไปสู่ 7/8 และตามด้วยอัตรา 4/4 กระบวนการนี้เกิดขึ้นเพื่อสะท้อนแนวคิดของมิติพื้นที่และเวลาอย่างตรงไปตรงมา ช่วงนี้เป็นการเชื่อมต่อก่อนเข้าสู่แนวคิดของพื้นที่เหนือ 4 มิติ ที่เรียกว่า Hyperspace สะท้อนความการรับรู้ที่มนุษย์ยังไม่มีประสบการณ์โดยจะเข้าสู่ท่อนต่อไป

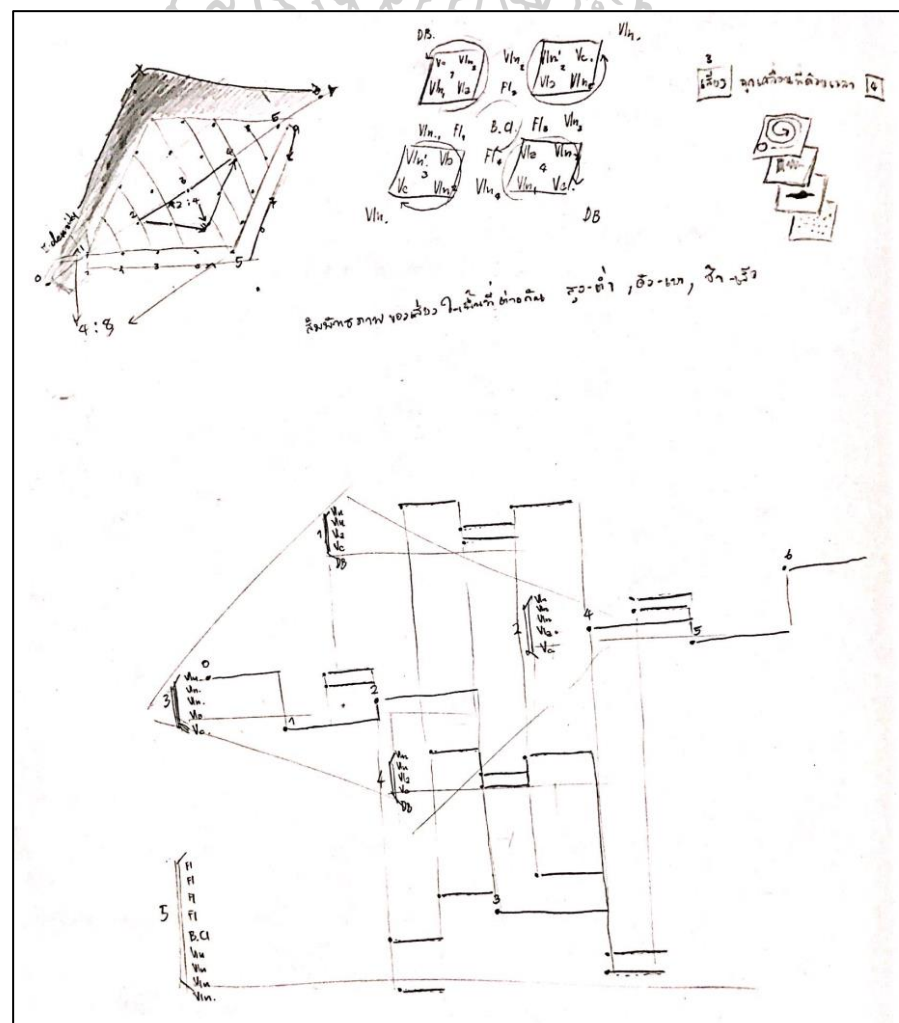
The image displays a musical score for a piece titled "Random Speech". At the top, a word cloud contains terms such as "Multiverse", "Consciousness", "Golden ratio", "Dimension", "Tesseract", "Space", "illusion", "Relativity", "Density", "Information", "Space-time", "Special", "Kant's", "String", and "Impulses". The score includes staves for Violin I (Vln. I), Violin II (Vln. II), Viola, and Cello/Double Bass (Vcllo/Bs.). The word cloud is repeated in the middle section of the score. The bottom section of the score shows a more detailed musical arrangement with various dynamics and articulations.

ภาพที่ 43 เทคนิค Improvise แบบ Random Speech

ในช่วงนี้ได้จำลองบรรยากาศของเสียงที่แตกต่างไปจากการไหลของมวลเสียงตั้งแต่ช่วงต้นเพลงเพื่อสะท้อนแนวคิดของพื้นที่ Hyperspace ซึ่งเป็นการรับรู้ที่แตกต่างไปจากแนวคิดดั้งเดิมที่ต้องการขยายอนุภาคเสียงจาก 1 มิติ เป็นท่อนที่ปรากฏวิธีการบรรเลงด้วยการพูด Random Speech โดยให้เลือก Improvise ข้อความที่ปรากฏขึ้นอย่างอิสระ ในขณะที่เดียวกันกลุ่มเครื่องที่ 5 ซึ่งฟลูตจะเกิดการผสมชุดเสียงของสเปกตรัมโดยได้ชุดเสียงไม่ซ้ำกันเลยตลอดช่วงเวลา

4.4 ช่วงสุดท้ายของบทประพันธ์ Shake

ในช่วงสุดท้ายของบทประพันธ์กล่าวถึงการบิดโค้งของเวลา เพื่อสรุปสัมพัทธภาพในการเดินของเสียงผ่านพื้นที่ทั้งหมด เสียงจะเดินทางจากมุมหนึ่งและผ่านพื้นที่ทั้งหมดของวงไปยังอีกมุมหนึ่ง โดยเปรียบเสมือนพื้นที่ที่บิดโค้งของอวกาศจึงทำให้เวลาในการไหลผ่านของเสียงไม่เท่ากัน ซึ่งผู้ประพันธ์วิเคราะห์การเคลื่อนที่ทั้งหมดเพื่อจัดการให้เสียงในแต่ละจุดถึงที่หมายพร้อมกัน



ภาพที่ 44 แบบร่างการจัดวางเสียงในสกอรีในช่วงสุดท้ายของบทประพันธ์ Shake

37

The musical score on page 37 includes the following parts and markings:

- Violin I:** *pp*
- Violin II:** *pp*
- Viola:** *pp*
- Violoncello:** *pp*
- Double Bass:** *pp*
- Flute I:** *pp*
- Flute II:** *pp*
- Clarinet:** *pp*
- Trumpet:** *pp*
- Trombone:** *pp*
- Drum:** *pp*
- Timpani:** *pp*
- Violin III:** *pp*
- Violin IV:** *pp*

Additional markings include *ppp* and *pp* dynamics, and a *Tr. Vc.* marking for the Violoncello part.

ภาพที่ 45 โน้ตช่วงสุดท้ายสะท้อนความคิดเรื่องการบิดโค้งของเวลา

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

5.1 โครงสร้างของบทประพันธ์

จากกระบวนการศึกษาค้นคว้าความหมายของคำว่า “มิติ” ตามหลักการทางฟิสิกส์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการทดลองสร้างบทประพันธ์ที่แสดงบริบทเสียงทั้ง 5 มิติแรกของเอกภพผ่านพื้นที่และเวลา ในผลงานที่ชื่อว่า “Shake” สำหรับนักดนตรี 29 คน โดยวิธีการวางโครงสร้างของบทประพันธ์ได้พิจารณาและสรุปเป็นประเด็นได้ดังนี้

- 5.1.1 การมีอยู่จริงของอนุภาคเสียง 1 มิติในอนุภาคสตรึง โดยโครงสร้างการประพันธ์จะแสดงความเปลี่ยนแปลงของโน้ตและมุ่งให้เห็นถึงการสั่นสะเทือนของอนุภาคเสียงเพียงเสียงเดียว
- 5.1.2 เสียงทั้งหมดในที่ชอบอยู่ในโน้ต 1 มิติ เชื่อมโยงความสัมพันธ์ไปสู่สเปกตรัมของเสียงได้โน้ตที่เป็นฮาร์โมนิคและอินฮาร์โมนิคเพื่อนำไปใช้ในบทประพันธ์
- 5.1.3 มิติของความหนาแน่นเชิงปริมาณ ใช้เลือกจำนวนเครื่องดนตรี ความดัง-เบาของมวลเสียง เพื่อสะท้อนสัมพันธ์ภาพเชิงปริมาณ
- 5.1.4 มิติของพื้นที่และเวลาที่สอดคล้องและสัมพันธ์กับการจัดพื้นที่การบรรเลงของวง การจัดการกระจายเครื่องดนตรีในแต่ละพื้นที่อย่างสมดุลกัน เพื่อสะท้อนสัมพันธ์ภาพของพื้นที่
- 5.1.5 มิติของโอกาสในการเลือกเหตุการณ์ นำไปสู่การใช้เทคนิค Improvise เพื่อสะท้อนสัมพันธ์ภาพของเหตุการณ์

ประเด็นทั้ง 5 นี้ผู้ประพันธ์ได้นำมาเป็นองค์ประกอบทางการประพันธ์ตั้งแต่ต้นจนจบเพื่อตีความมิติต่าง ๆ ให้ใกล้เคียงกับทางวิทยาศาสตร์มากที่สุด

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น

บทประพันธ์นี้ใช้แบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เป็นโครงสร้างในการประพันธ์ ซึ่งในบางครั้งวิธีการเชื่อมเหตุการณ์ของทั้ง 5 กลุ่ม จำเป็นจะต้องให้ผู้บรรเลงได้เห็นสกออร์เพลงทุกคน เนื่องจากมีการเชื่อมต่อเสียงผ่านพื้นที่ในแต่ละกลุ่มอย่างต่อเนื่อง บางครั้งมีการสลับไปมา นักดนตรีจำนวน 29 คนนี้มีหน้าที่แตกต่างกันโดยต้องบรรเลงในตำแหน่งของตนเองและไม่ซ้ำกัน ซึ่งจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาการฝึกซ้อมนานเพื่อให้ทุกตำแหน่งหน้าที่เข้าใจกันและกันได้เป็นอย่างดี

5.3 ข้อเสนอแนะ

ผู้ประพันธ์คิดว่าสามารถพัฒนางานชิ้นนี้ในลักษณะสื่อผสม เพื่อให้เกิดประสบการณ์การรับรู้ที่สูงขึ้นและผลลัพธ์ของงานนี้อาจเป็นประโยชน์และเกิดความน่าสนใจ เข้าถึงและเข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น ดังนั้นการย่อมิติทั้ง 5 ให้ถูกจำกัดในรูปแบบของเสียงอะคูสติก เป็นหัวข้อที่มีความท้าทายต่อผู้วิจัยเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งผู้วิจัยตระหนักดีถึงการตีความนิยามตามหลักวิทยาศาสตร์มาสู่เสียงดนตรี อย่างไรก็ตามก็ ตามจุดเริ่มต้นเล็ก ๆ นี้ จะเป็นการตอบโจทย์ของปัญหาการรับรู้ของมนุษย์ที่มีประสบการณ์เพียง 3 มิติให้เกิดความรู้ความเข้าใจมิติอื่น ๆ มากขึ้น



รายการอ้างอิง

- กรีน, ไบรอัน. *มหัศจรรย์ทฤษฎีสตริง*. แปลจาก The Elegant Universe. แปลโดย อรรถกฤต ฉัตรภูมิ และปริญญา การดำรง. กรุงเทพฯ: มติชน, 2556.
- ธอร์น, คิป. *ทฤษฎีวิทยาศาสตร์กับอินเทอร์สเตลลาร์*. พิมพ์ครั้งที่ 2. แปลจาก The Science of Interstellar. แปลโดย อรรถกฤต ฉัตรภูมิ. กรุงเทพฯ: มติชน, 2558.
- ไบรสัน, บิล. *ประวัติศาสตร์ของเกือบทุกอย่าง จากจักรวาลถึงเซลล์*. พิมพ์ครั้งที่ 5. แปลจาก A Short History of Nearly Everything. แปลโดย ไทมร ศุขปรีชา และวิลาวัณย์ ฤดีศานต์. กรุงเทพฯ: วงกลม, 2552.
- ฮอว์กิง, สตีเฟน. *ประวัติศาสตร์ของกาลเวลา ฉบับภาพประกอบ*. พิมพ์ครั้งที่ 4. แปลจาก The Illustrated A brief history of time. แปลโดย ปิยะบุตร บุรีคำ และอรรถกฤต ฉัตรภูมิ. กรุงเทพฯ: มติชน, 2556.
- ฮอว์กิง, สตีเฟน และมลอติโนว์, เลียนวาร์ต. *ประวัติศาสตร์ของเอกภพ*. พิมพ์ครั้งที่ 2. แปลจาก The Grand Design. แปลโดย ภาณุ ตำนวานิชกุล. กรุงเทพฯ: มติชน, 2555.
- Cross, Jonathan. *Music and Mathematics: From Pythagoras to Fractals*. Edited by John Fauvel, Raymond Flood and Robin Wilson. New York: Oxford University Press, 2006.
- Hall, Rachel. "Harmonic and Inharmonic Spectra."
<http://people.sju.edu/~rhall/SoundingNumber/spectra.pdf>, n.d.
- Heremans, Joseph. "Magnetic Fields Can Control Heat and Sound." March 24, 2015.
- Hewett, Ivan, Carey Lovelace, Sharon Kanach, and Mekhi Xenakis. *Drawing Papers* 88. Iannis Xenakis: Composer, Architect, Visionary. The Drawing Center, 2010.
- Kennan, Kent, and Donald Grantham. *The Technique of Orchestration*. 6th ed. USA: Pearson Education, 2002.
- Kokoras, Panayiotis A. "Towards a Holophonic Musical Texture." *JMM: The Journal of Music and Meaning*, no. 4 (Winter 2007): sec.5.3.
- May, Thomas. "Les Espaces Acoustiques, Gérard Grisey." In *Articulate Silences*.
<https://articulatesilences.wordpress.com/2012/10/11/les-espaces-acoustiques-gerard-grisey/>: October 11, 2012.

McHard, James L. *The Future of Modern Music*. 3rd ed. Michigan: Iconic Press, 2008.

Nolan, Christopher. "Interstellar." USA: Warner Bros, Pictures and Paramount Pictures, 2014.

Roads, Curtis. *Microsound*. Cambridge: The Mit Press, 2001.

Rose, François. "Introduction to the Pitch Organization of French Spectral Music."

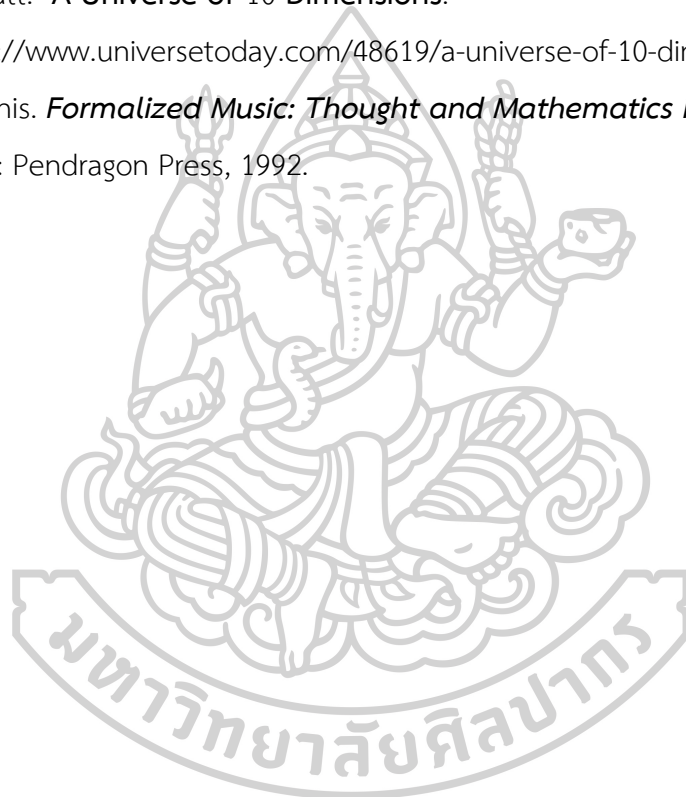
Perspectives of New Music 34, no. 2 (Summer 1996): 9.

Sethares, William A. *Tuning, Timbre, Spectrum, Scale*. London: Springer, 2005.

Williams, Matt. "A Universe of 10 Dimensions."

<http://www.universetoday.com/48619/a-universe-of-10-dimensions/>, 2016

Xenakis, Iannis. *Formalized Music: Thought and Mathematics in Composition*. New York: Pendragon Press, 1992.





ภาคผนวก



บทประพันธ์ทั้งสอง EMIT
for
Flute, Clarinet, Violin, Cello, Percussion, Piano

EMIT

2016

Pongsakorn Rattanapattarakul

4/4 ♩ = 80

Flute: *ff* improvise as fast as possible, Air tone, *pp*

Clarinet in B♭: *ff* improvise as fast as possible, Air tone, *pp*

Violin: *ff* sul pont. improvise as fast as possible, Sul D

Violoncello: *ff* sul pont. improvise as fast as possible, *f*

Bass Drum: *p* *ff* Cymbals *p* *mp* *p* Vibraphone



2

Musical score for Flute (Fl.), Clarinet (Cl.), Violin (Vln.), Viola (Vc.), Vibraphone (Vib.), and Piano (Pno.). The score is divided into two systems, each containing six measures. The Flute and Clarinet parts feature a dynamic shift from *ppp* to *p* in the second measure of each system. The Violin part also features a dynamic shift from *ppp* to *p*. The Viola part features a dynamic shift from *mf* to *p* in the second measure, and then *f* to *mf* in the fifth measure. The Vibraphone part features a dynamic shift from *ppp* to *p* in the second measure. The Piano part features a dynamic shift from *ppp* to *p* in the second measure. The score is marked with a '7' at the beginning of the first system.

15

Fl. *ppp* *pp* *p* *pp* *p* *mp*

Cl. *ppp* *p* *pp* *p* *mp*

Vln. *ppp* *p* *ppp* *mp*

Vc. *mf* *f* *mf* *f*

Vib. *ppp* *ppp* *pp*

Pno. *ppp* *ppp* *pp*

Detailed description: This page of a musical score, numbered 15, features six staves. The Flute (Fl.) and Clarinet (Cl.) staves are in treble clef with a key signature of one sharp (F#). The Flute part has notes on the first and second lines, with dynamics *ppp*, *pp*, *p*, *pp*, *p*, and *mp*. The Clarinet part has notes on the first and second lines, with dynamics *ppp*, *p*, *pp*, *p*, and *mp*. The Violin (Vln.) staff is in treble clef with a key signature of one sharp, showing dynamics *ppp*, *p*, *ppp*, and *mp*. The Viola (Vc.) staff is in bass clef with a key signature of one sharp, showing dynamics *mf*, *f*, *mf*, and *f*. The Vibraphone (Vib.) staff is in treble clef with a key signature of one sharp, showing dynamics *ppp*, *ppp*, and *pp*. The Piano (Pno.) staff is in grand staff with a key signature of one sharp, showing dynamics *ppp*, *ppp*, and *pp*. The score includes various musical notations such as beams, slurs, and dynamic markings.

22

Fl.

Cl.

Vln.

Vc.

Vib.

Pno.

$2/4$ $5/8$ $\text{♩} = 160$

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

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

pp *mf* *p* *f* *p* *f*

f *mf* *ff* *p* *f* *p* *f*

pp *p*

$2/4$ $5/8$ $\text{♩} = 160$

Detailed description: This is a page of a musical score for six instruments: Flute (Fl.), Clarinet (Cl.), Violin (Vln.), Viola (Vc.), Vibraphone (Vib.), and Piano (Pno.). The score is divided into two systems. The first system covers measures 22 to 26. The second system covers measures 27 to 31. The time signature changes from 2/4 to 5/8 in measure 25. The tempo is marked as quarter note = 160. Dynamics include piano (p), mezzo-piano (mp), mezzo-forte (mf), piano-forte (p < f), fortissimo (ff), and pianissimo (pp). The Flute and Clarinet parts have a melodic line with dynamics p, mp, mf, p < f, and p < f. The Violin part has a melodic line with dynamics pp, mf, p < f, and p < f. The Viola part has a triplet of eighth notes in measure 22, followed by a melodic line with dynamics f, mf, ff, p < f, and p < f. The Vibraphone part has a block of chords in measures 23 and 24 with dynamics pp and p. The Piano part has a block of chords in measures 23 and 24 with dynamics pp and p. The score is written in treble clef for all instruments.

Musical score for measures 36-40, featuring Flute (Fl.), Clarinet (Cl.), Violin (Vln.), Viola (Vc.), Vibraphone (Vib.), and Piano (Pno.).

Flute (Fl.): Measures 36-40. Dynamics: *p*, *f*, *p*, *f*. Includes triplet markings in measures 38 and 39.

Clarinet (Cl.): Measures 36-40. Dynamics: *f*. Includes triplet markings in measures 37 and 38.

Violin (Vln.): Measures 36-40. Dynamics: *p*, *f*, *p*.

Viola (Vc.): Measures 36-40. Dynamics: *f*, *p*, *f*, *p*.

Vibraphone (Vib.): Measures 36-40. Consistent eighth-note accompaniment.

Piano (Pno.): Measures 36-40. Consistent eighth-note accompaniment.

41

Fl.

p — *f* *p* — *f* *p* — *f*

Cl.

p — *f* *p* — *f* *p* — *f*

Vln.

p — *f* *p* — *f* *p* — *f*

Vc.

p — *f* *mf*

Vib.

p *p* < *f* *p* < *f* *p* *mf*

Pno.

4/4

Musical score for measures 46 and 47. The score is in 4/4 time with a tempo marking of $\text{♩} = 80$. The dynamic marking is *mf*. The instruments are Flute (Fl.), Clarinet (Cl.), Violin (Vln.), Viola (Vc.), Vibraphone (Vib.), and Piano (Pno.).

Measure 46:

- Flute: Quarter notes G4, A4, B4, followed by a triplet of eighth notes G4, A4, B4.
- Clarinet: Quarter notes G3, A3, B3, followed by a triplet of eighth notes G3, A3, B3.
- Violin: Quarter notes G4, A4, B4, followed by a triplet of eighth notes G4, A4, B4.
- Viola: Quarter notes G3, A3, B3, followed by a triplet of eighth notes G3, A3, B3.
- Vibraphone: Quarter notes G4, A4, B4, followed by a triplet of eighth notes G4, A4, B4.
- Piano: Quarter notes G3, A3, B3, followed by a triplet of eighth notes G3, A3, B3.

Measure 47:

- Flute: Quarter notes C5, B4, A4, followed by a triplet of eighth notes G4, A4, B4.
- Clarinet: Quarter notes C5, B4, A4, followed by a triplet of eighth notes G4, A4, B4.
- Violin: Quarter notes C5, B4, A4, followed by a triplet of eighth notes G4, A4, B4.
- Viola: Quarter notes C5, B4, A4, followed by a triplet of eighth notes G4, A4, B4.
- Vibraphone: Quarter notes C5, B4, A4, followed by a triplet of eighth notes G4, A4, B4.
- Piano: Quarter notes C5, B4, A4, followed by a triplet of eighth notes G4, A4, B4.

48

Fl. *f*

Cl. *f*

Vln. *f*

Vc. *f*

Vib. *p* *mf*

Pno.

10

51 **155** ♩ = 160

Fl. *p* *f* *p* *f* *p*

Cl. *p* *f* *p* *f* *p*

Vln. *p* *f* *p* *f* *p*

Vc. *p* *f* *p* *f* *p*

Vib.

Pno. *p* ♩ = 160

Detailed description: This page of a musical score covers measures 51 to 55. It features six staves: Flute (Fl.), Clarinet (Cl.), Violin (Vln.), Viola (Vc.), Vibraphone (Vib.), and Piano (Pno.). Measures 51 and 52 are marked with a large '155' and a tempo marking of ♩ = 160. The Flute, Clarinet, Violin, and Viola parts play a melodic line consisting of quarter notes: G4 (p), A4 (f), B4 (p), C5 (f), and D5 (p). The Viola part includes a slur over the first two notes. The Piano part has a dynamic marking of *p* and a melodic line in the right hand consisting of quarter notes: G4, A4, B4, C5, and D5. The left hand of the piano has a rhythmic accompaniment of eighth notes: G3, A3, B3, C4, D4, E4, F4, G4. The Vibraphone part is silent throughout these measures.

56

Fl.

Cl.

Vln.

Vc.

Vib.

Pno.

The musical score consists of six staves. The Flute (Fl.) and Clarinet (Cl.) staves are in the upper system, Violin (Vln.) and Viola (Vc.) in the middle system, and Vibraphone (Vib.) and Piano (Pno.) in the lower system. The music is in 4/4 time. The Flute and Violin parts feature dynamic markings of *f* and *p* with crescendo and decrescendo hairpins. The Clarinet part has similar dynamics. The Viola part has a more complex rhythmic pattern with dynamic markings. The Vibraphone part has a simple melodic line with dynamic markings. The Piano part has a simple accompaniment with dynamic markings.

12

62

Fl.

p *f* *p* *f*

Cl.

f

Vln.

p *f* *p*

Vc.

f *p* *f* *p*

Vib.

Pno.

Detailed description: This page of a musical score covers measures 62 to 65. It features six staves: Flute (Fl.), Clarinet (Cl.), Violin (Vln.), Viola (Vc.), Vibraphone (Vib.), and Piano (Pno.). The Flute part begins with a dynamic of *p* and alternates with *f* in the first two measures, then features triplet figures in the last two measures. The Clarinet part starts with a forte (*f*) dynamic and includes triplet markings. The Violin part alternates between *p* and *f* dynamics. The Viola part also alternates between *f* and *p*. The Vibraphone part has a steady eighth-note pattern. The Piano part provides a sparse accompaniment with occasional chords and eighth notes.

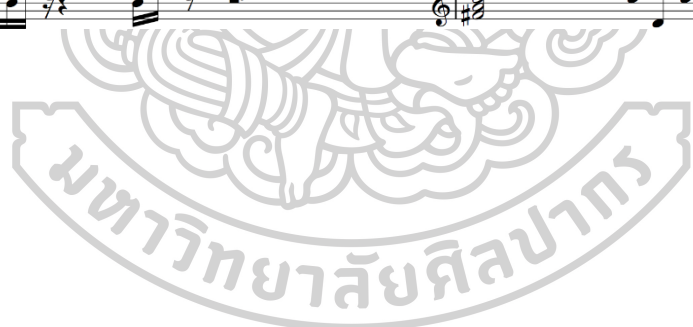
Musical score for measures 72-74. The score includes staves for Flute (Fl.), Clarinet (Cl.), Violin (Vln.), Viola (Vc.), Vibraphone (Vib.), and Piano (Pno.).

- Fl.:** Measures 72-74. Measure 72 starts with a treble clef and a key signature of one flat. Measure 73 has a **3/4** time signature. Measure 74 has a **6/4** time signature.
- Cl.:** Measures 72-74. Measure 72 starts with a treble clef and a key signature of one flat. Measure 73 has a **3/4** time signature. Measure 74 has a **6/4** time signature.
- Vln.:** Measures 72-74. Measure 72 starts with a treble clef and a key signature of one flat. Measure 73 has a **3/4** time signature. Measure 74 has a **6/4** time signature. The instruction "sul tasto" and dynamic "ppp" are present in measure 74.
- Vc.:** Measures 72-74. Measure 72 starts with a bass clef and a key signature of one flat. Measure 73 has a **3/4** time signature. Measure 74 has a **6/4** time signature.
- Vib.:** Measures 72-74. Measure 72 is a whole rest. Measure 73 has a **mf** dynamic and a triplet of eighth notes. Measure 74 has a **mf** dynamic and a triplet of eighth notes.
- Pno.:** Measures 72-74. Measure 72 starts with a grand staff and a key signature of one flat. Measure 73 has a **3/4** time signature. Measure 74 has a **6/4** time signature.

Musical score for measures 75-76. The score includes staves for Flute (Fl.) and Violin (Vln.).

- Fl.:** Measures 75-76. Measure 75 starts with a treble clef and a key signature of one flat. Measure 75 has a **6/4** time signature and a tempo marking of $\text{♩} = 40$. Measure 76 has a **mf** dynamic. The instruction "mf" is present in measure 75.
- Vln.:** Measures 75-76. Measure 75 starts with a treble clef and a key signature of one flat. Measure 76 has a **mf** dynamic.

Musical score for Flute (Fl.), Clarinet (Cl.), Violin (Vln.), Viola (Vib.), and Piano (Pno.). The score is for measures 76 and 77. The Flute part features a complex melodic line with many sharps and accidentals, spanning both measures. The Clarinet part has a rest in measure 76 and enters in measure 77 with a series of eighth notes, marked with a forte (f) dynamic. The Violin and Viola parts are mostly silent, with the Viola playing a few notes in measure 77. The Piano part provides harmonic support with chords and moving lines in both measures.



Musical score for measures 78-79. The score includes five staves: Flute (Fl.), Clarinet (Cl.), Violin (Vln.), Viola (Vib.), and Piano (Pno.).

- Flute (Fl.):** Measures 78-79 feature a complex melodic line with many accidentals and slurs.
- Clarinet (Cl.):** Measures 78-79 feature a sustained note with a slur.
- Violin (Vln.):** Measures 78-79 feature a sustained note with a slur, marked *pp* and *ord.*
- Viola (Vib.):** Measures 78-79 feature a sustained note with a slur, marked *mp* and *ord.*
- Piano (Pno.):** Measures 78-79 feature a complex rhythmic pattern in the right hand, marked *mf*, and a simple bass line in the left hand.



Musical score for Flute (Fl.), Clarinet (Cl.), Violoncello (Vc.), Vibraphone (Vib.), and Piano (Pno.). The score is in 4/4 time and starts at measure 80. The Flute part features a melodic line with slurs and dynamics of *mf*. The Clarinet part has a rhythmic accompaniment with accents and dynamics of *ff*, *mp*, and *mf*. The Violoncello part consists of sustained notes with dynamics of *p*, *mf*, and *p*. The Vibraphone part is marked *p* and includes the instruction "with bow". The Piano part features a melodic line with slurs and dynamics of *mf*. A large "4/4" time signature is prominently displayed above the Flute and Piano staves.



Musical score for Flute (Fl.), Clarinet (Cl.), Violin (Vln.), Viola (Vc.), and Piano (Pno.). The score is in 3/4 time and consists of three measures. The Flute and Clarinet parts feature rapid sixteenth-note passages with slurs and accents. The Violin part begins in the second measure with a *ppp* dynamic. The Viola part has a dynamic contour of *mf* to *p* in the first measure, *p* in the second, and *mf* to *p* in the third. The Piano part features a rhythmic accompaniment of eighth notes in the right hand and a bass line in the left hand, with a *p* dynamic in the third measure.



85

Fl. *p*

Cl. *p*

Vln. *p* *pp*

Vc. *mf* *p* *ff*

Vib. *p* *mf* *mf* with bow

Pno. *mf*

3
4

91 $\text{♩} = 120$

Fl.

Cl.

Vln.

Vc.

Vib.

Pno.

3/4 2/4 3/4 4/4

3 3 3 3

Detailed description: This page of a musical score covers measures 91 to 94. The score is for five instruments: Flute (Fl.), Clarinet (Cl.), Violin (Vln.), Viola (Vc.), and Piano (Pno.). The music is in a key with one sharp (F#) and a tempo of 120. The time signature changes from 3/4 in measure 91 to 2/4 in measure 92, then back to 3/4 in measure 93, and finally to 4/4 in measure 94. The Flute and Clarinet parts feature melodic lines with triplet markings. The Violin, Viola, and Piano parts provide harmonic support, with the Piano part showing a clear bass line and chordal accompaniment. The score is written in a clean, professional style with standard musical notation.

98 **4/4**

Fl. *mf* *p*

Cl. *mf*

Vln. *p* *mp* *mf* *mf* *pizz.*

Vc. *p* *mp* *mf* *mf* *ord.*

Pno. **4/4**



103

Fl. *f* *p* *f*

Cl.

Vln. arco *pp*

Vc. sul pont. *f* *p* *p*

Vib. *pp* *mf* 7 *ced.* \wedge

Pno. *pp*

Detailed description: This page of a musical score covers measures 103 to 106. The Flute part (Fl.) has a melodic line with dynamics *f*, *p*, and *f*. The Clarinet (Cl.) plays a rhythmic accompaniment. The Violin (Vln.) starts with a half note and then plays a sustained *pp* line. The Viola (Vc.) has a melodic line with dynamics *f* and *p*, including a *sul pont.* instruction. The Vibraphone (Vib.) has a melodic line with dynamics *pp* and *mf*, featuring a 7th fret and a *ced.* (crescendo) marking. The Piano (Pno.) provides harmonic support with chords and arpeggios, ending with a *pp* dynamic.

108

Fl. *p* *mf* *ppp*

Cl. *p* *mf* *ppp*

Vln. *p* *mf* *ppp* sul pont.

Vc. *f* *f* *mf* sul pont.

Vib. *p* *mf* *p* *ppp* Vibraphone

Pno. *mf* *ppp*

Detailed description: This page of a musical score covers measures 108 to 111. The score is arranged in a system with six staves. The Flute (Fl.) part starts with a whole note G4 (marked *p*), followed by a half note G4 (marked *mf*), and then rests for two measures before a final whole note G4 (marked *ppp*). The Clarinet (Cl.) part begins with a half note G3 (marked *p*), followed by a half note G4 (marked *mf*), and then rests for two measures before a final whole note G4 (marked *ppp*). The Violin (Vln.) part has a whole note G4 (marked *p*), followed by a whole note G4 (marked *mf*), and then rests for two measures before a final whole note G4 (marked *ppp*). The instruction "sul pont." is written above the staff for the second and third measures. The Viola (Vc.) part starts with a whole note G3 (marked *f*), followed by a whole note G3 (marked *f*), and then a half note G3 (marked *mf*). The instruction "sul pont." is written above the staff for the second and third measures. The Vibraphone (Vib.) part begins with a whole note G3 (marked *p*), followed by a half note G4 (marked *mf*), then rests for two measures, and ends with a whole note G4 (marked *ppp*). The Piano (Pno.) part starts with a half note G4 (marked *mf*), followed by a half note G4 (marked *ppp*), and then rests for two measures before a final whole note G4 (marked *ppp*). The score includes various dynamics (*p*, *mf*, *f*, *ppp*), articulation marks like slurs and accents, and performance instructions such as "sul pont." and "Vibraphone".

113

Fl. *p* *ppp* *p* *ppp*

Cl. *p* *ppp* *p* *ppp*

Vln. *p* *ppp* *p* *ppp*

Vc. *p* *f* *mf* *f* *mf*

Vib. *ppp* *ppp*

Pno. *ppp* *ppp*

Detailed description: This musical score page contains six staves for measures 113, 114, and 115. The Flute (Fl.) and Clarinet (Cl.) parts are in treble clef, with dynamics *p*, *ppp*, *p*, and *ppp* across the measures. The Violin (Vln.) part is also in treble clef with the same dynamics. The Viola (Vc.) part is in bass clef, with dynamics *p*, *f*, *mf*, *f*, and *mf*. The Vibraphone (Vib.) part is in treble clef, playing sustained chords with dynamics *ppp*. The Piano (Pno.) part is in grand staff (treble and bass clefs), playing sustained chords with dynamics *ppp*.

121

Fl. *pp* *p* *pp* *p* *mp*

Cl. *p* *pp* *p* *mp*

Vln. *p* *ppp* *mp*

Vc. *f* *mf* *f* *f* (triplets)

Vib. *ppp* *pp*

Pno. *ppp* *pp*

Detailed description: This page of a musical score covers measures 121 to 124. The Flute (Fl.) part begins with a half note G4 (pp) in measure 121, followed by a half note A4 (p) in measure 122. In measure 123, it plays a half note G4 (pp), and in measure 124, it plays a half note A4 (p) and a half note B4 (mp). The Clarinet (Cl.) part has a half note G4 (p) in measure 121, a half note A4 (pp) in measure 122, a half note G4 (p) in measure 123, and a half note A4 (mp) in measure 124. The Violin (Vln.) part has a half note G4 (p) in measure 121, a half note A4 (ppp) in measure 123, and a half note B4 (mp) in measure 124. The Viola (Vib.) part has a half note G4 (ppp) in measure 123 and a half note A4 (pp) in measure 124. The Piano (Pno.) part has a half note G4 (ppp) in measure 123 and a half note A4 (pp) in measure 124. The Violoncello (Vc.) part has a half note G3 (f) in measure 121, a half note A3 (mf) in measure 122, a half note B3 (f) in measure 123, and a triplet of G3, A3, B3 (f) in measure 124.

Musical score for measures 128-133, featuring Flute (Fl.), Clarinet (Cl.), Violin (Vln.), Viola (Vc.), Vibraphone (Vib.), and Piano (Pno.).

Fl. / Cl.: Measures 128-133. Flute and Clarinet parts are identical. Measure 128: *p* (piano), triplet of eighth notes. Measure 129: *mp* (mezzo-piano) to *mf* (mezzo-forte) crescendo. Measure 130: *mf*. Measure 131: *p* (piano), triplet of eighth notes. Measure 132: *mp* (mezzo-piano) to *mf* (mezzo-forte) crescendo. Measure 133: *mf*. Both parts have rests in measures 129, 130, 132, and 133.

Vln.: Measures 128-133. Violin part. Measure 128: *pp* (pianissimo), quarter note. Measure 129: *mf* (mezzo-forte), quarter note. Measure 130: *pp* (pianissimo), quarter note. Measure 131: *mf* (mezzo-forte), quarter note. Measure 132: *pp* (pianissimo), quarter note. Measure 133: *mf* (mezzo-forte), quarter note. Rest in measure 129.

Vc.: Measures 128-133. Viola part. Measure 128: *mf* (mezzo-forte), triplet of eighth notes. Measure 129: *ff* (fortissimo), quarter note. Measure 130: *mf* (mezzo-forte), triplet of eighth notes. Measure 131: *ff* (fortissimo), quarter note. Measure 132: *mf* (mezzo-forte), triplet of eighth notes. Measure 133: *ff* (fortissimo), quarter note. Rest in measure 129.

Vib.: Measures 128-133. Vibraphone part. Measure 128: *pp* (pianissimo), triplet of eighth notes. Measure 129: *p* (piano), triplet of eighth notes. Measure 130: *pp* (pianissimo), triplet of eighth notes. Measure 131: *p* (piano), triplet of eighth notes. Measure 132: *pp* (pianissimo), triplet of eighth notes. Measure 133: *p* (piano), triplet of eighth notes.

Pno.: Measures 128-133. Piano part. Measure 128: *pp* (pianissimo), quarter note; *p* (piano), quarter note. Measure 129: *pp* (pianissimo), quarter note; *p* (piano), quarter note. Measure 130: *pp* (pianissimo), quarter note; *p* (piano), quarter note. Measure 131: *pp* (pianissimo), quarter note; *p* (piano), quarter note. Measure 132: *pp* (pianissimo), quarter note; *p* (piano), quarter note. Measure 133: *pp* (pianissimo), quarter note; *p* (piano), quarter note.

134

Fl. Air tone *ppp*

Cl. Air tone *ppp*

Vln. *ppp*

Vc. sul pont. *fff* *ppp*

Vib. Bass Drum *ppp*

Pno. *ppp*

Detailed description: This page of a musical score covers measures 134 through 139. The score is arranged in a system with six staves. The Flute (Fl.) and Clarinet (Cl.) parts are in treble clef. The Violin (Vln.) and Viola (Vc.) parts are also in treble clef, while the Viola part is in bass clef. The Vibraphone (Vib.) part is in treble clef. The Piano (Pno.) part is in grand staff (treble and bass clefs). The Flute and Clarinet parts feature 'Air tone' markings and a *ppp* dynamic marking in measure 139. The Violin and Viola parts feature a *ppp* dynamic marking in measure 139. The Viola part features a 'sul pont.' marking and a *fff* dynamic marking in measure 134, with a *ppp* dynamic marking in measure 139. The Vibraphone part features a 'Bass Drum' marking and a *ppp* dynamic marking in measure 139. The Piano part features a *ppp* dynamic marking in measure 139. The score is written in a common time signature.



2 12

Fl. *p* *mp* *p* *f* *n* *n*

(tr)

Vla. *mp*

Pno. *mp* *f* *fff*

19

Fl. *p* *fff* *f* *mp* *mf*

Vla. *mf* *vibrato* *p* *mp* *mf*

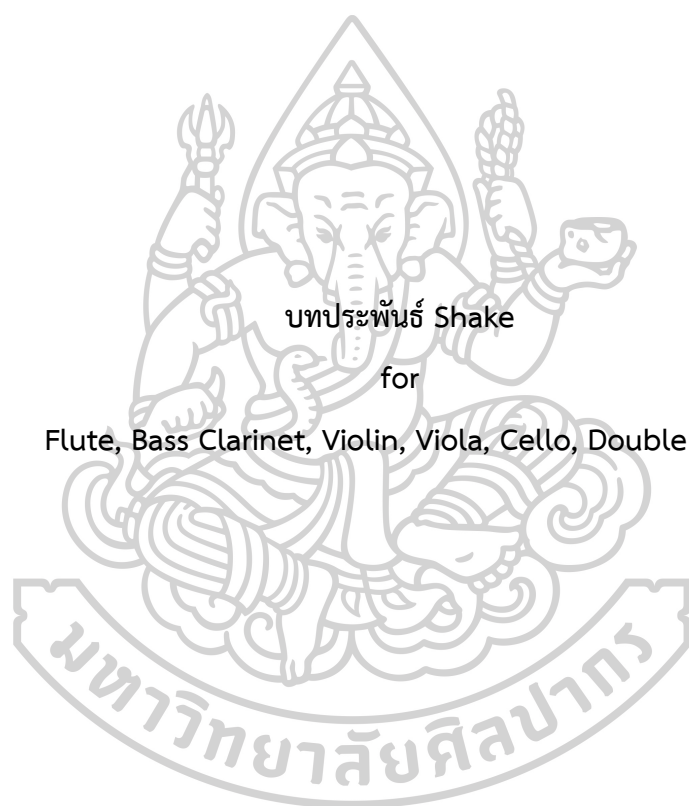
Pno. *p* *f*

71

Fl. *mf* Air tone *pp* *p* *pp* *p* *pp* *pp* whistle tones 7

Vla. *ord.* *sul D* *half pressure* *f* *p* *mf* *pppp* *s.p.*

Pno. *no sound* *p* *n* *no sound*



บทประพันธ์ Shake

for

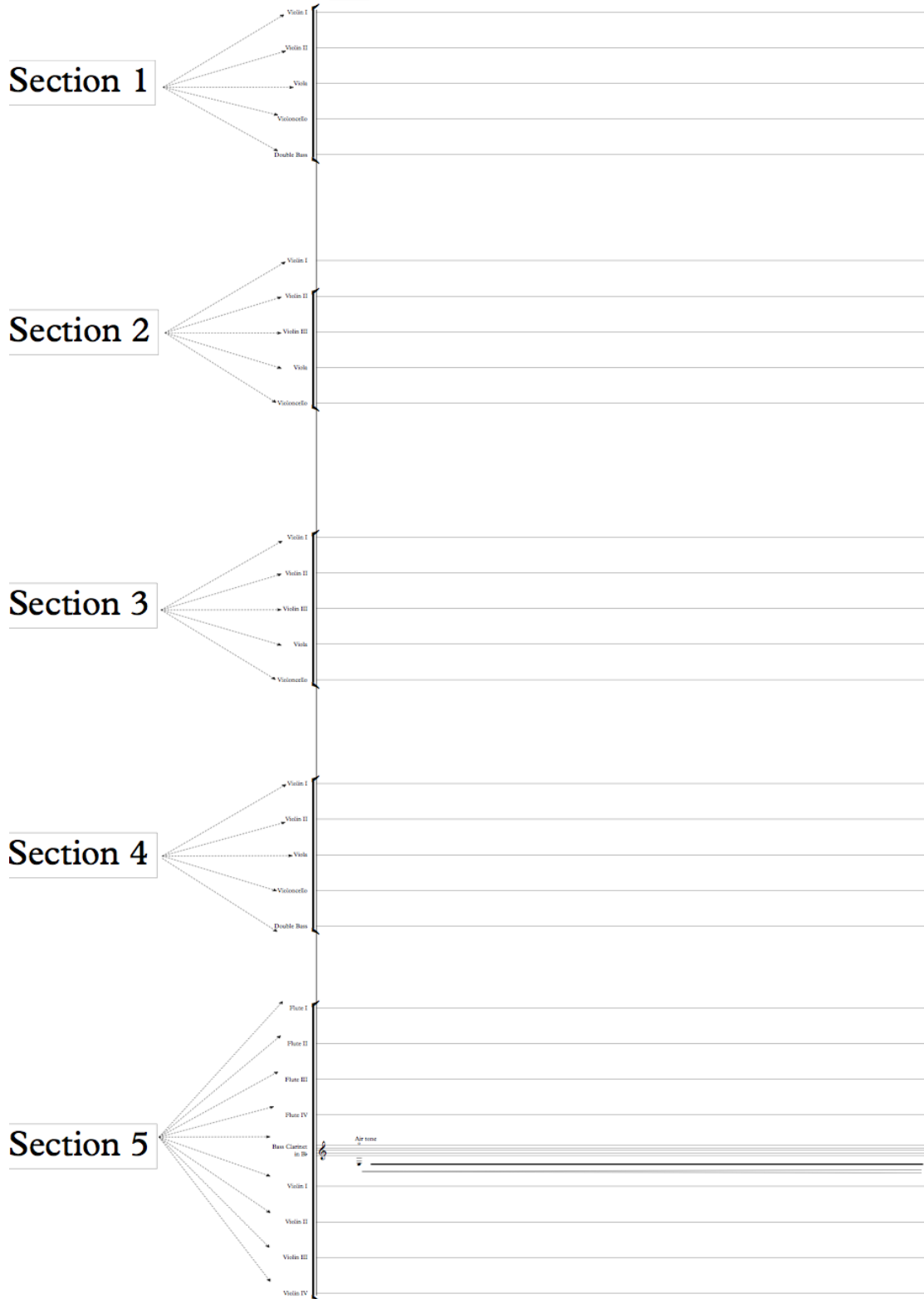
Flute, Bass Clarinet, Violin, Viola, Cello, Double Bass

Shake

A sonic visualization of SD
for 29 musician

Pingsakorn Rattanapattarakul
2018

A
Non memo
Ruhani



2

This page of a musical score contains the following elements:

- Violin Section:** Staves for Violins I, II, and III. The Violin III staff has a *pp* dynamic marking.
- Viola Section:** Staves for Violas I, II, and III.
- Cello and Double Bass Section:** Staves for Cello I, Cello II, and Double Basses I, II, III, and IV. The Cello I staff has a *ppp* dynamic marking.
- Performance Instructions:** A *non ottava* instruction is present above the Violin III staff, with a vertical dotted line extending down to the Cello I staff.
- Staff Groupings:** The staves are grouped with brackets on the left side, indicating the Violin section, Viola section, Cello/Double Bass section, and a final Violin section.

The image shows a page of a musical score for a string quartet, specifically measures 11 through 12. The score is written for four instruments: Violin I, Violin II, Viola, and Violoncello. The notation includes various performance markings such as dynamics (f, pp), articulation (accents), and vibrato instructions (non vibrato, molto vib.).

Violin I: Measure 11 starts with a *pp* dynamic and a *non vibrato* instruction. It features a series of notes with accents. Measure 12 begins with a *pp* dynamic and a *non vibrato* instruction, followed by notes with accents and a *molto vib.* instruction.

Violin II: Measure 11 starts with a *pp* dynamic and a *non vibrato* instruction. It features notes with accents. Measure 12 begins with a *pp* dynamic and a *non vibrato* instruction, followed by notes with accents and a *molto vib.* instruction.

Viola: Measure 11 starts with a *pp* dynamic and a *non vibrato* instruction. It features notes with accents. Measure 12 begins with a *pp* dynamic and a *non vibrato* instruction, followed by notes with accents and a *molto vib.* instruction.

Violoncello: Measure 11 starts with a *pp* dynamic and a *non vibrato* instruction. It features notes with accents. Measure 12 begins with a *pp* dynamic and a *non vibrato* instruction, followed by notes with accents and a *molto vib.* instruction.

This page contains a musical score for Violin I, Violin II, Viola, and Violoncello. The score is written in a standard musical notation with various dynamics and performance instructions. The instruments are listed on the left side of the page: Vln. I, Vln. II, Vla., Vcl., and Vcl. II. The score includes dynamic markings such as *pp*, *f*, and *mf*, and performance instructions like *non vibrato*, *molto vib.*, and *end.*. The score is divided into two systems, with the first system containing the main body of the music and the second system containing a shorter section. The notation includes stems, beams, and various musical symbols.

This page contains a musical score for Violin I, Violin II, and Viola. The score is written in a single system with three staves. The Violin I staff is in the upper position, Violin II in the middle, and Viola in the lower. The music features a complex rhythmic pattern with frequent accents and dynamic markings. The dynamic range is wide, from *ppp* (pianississimo) to *f* (forte). Performance instructions include *non vibrato* and *molto vib.* (much vibrato). The score includes various articulation marks such as accents and slurs, and dynamic markings like *ppp*, *f*, and *mf*. The notation is dense, with many notes and rests, and includes some specific performance directions like *col D* (colored D) and *col. s.l.* (coloratura).

This musical score is for a percussion ensemble, consisting of 11 staves. The notation includes various rhythmic patterns, dynamic markings, and performance instructions.

- Staff 1 (Bass):** Features a series of horizontal lines representing a sustained low-frequency sound, with a dynamic marking of *ppp*.
- Staff 2 (Tenor):** Similar to the first staff, with horizontal lines and a *ppp* dynamic marking.
- Staff 3 (Treble):** Contains rhythmic notation with notes and rests, including a *ppp* dynamic marking.
- Staff 4 (Bass):** Similar to the first two staves, with horizontal lines and a *ppp* dynamic marking.
- Staff 5 (Tenor):** Similar to the first two staves, with horizontal lines and a *ppp* dynamic marking.
- Staff 6 (Bass):** Similar to the first two staves, with horizontal lines and a *ppp* dynamic marking.
- Staff 7 (Tenor):** Similar to the first two staves, with horizontal lines and a *ppp* dynamic marking.
- Staff 8 (Bass):** Similar to the first two staves, with horizontal lines and a *ppp* dynamic marking.
- Staff 9 (Tenor):** Similar to the first two staves, with horizontal lines and a *ppp* dynamic marking.
- Staff 10 (Bass):** Similar to the first two staves, with horizontal lines and a *ppp* dynamic marking.
- Staff 11 (Tenor):** Similar to the first two staves, with horizontal lines and a *ppp* dynamic marking.

The score includes several performance instructions and markings:

- Flute I, II, III, IV:** Each flute part has an *air tone* marking above the staff.
- Drum:** The drum part includes a *Slap tongue* marking and a *Slap tongue + Key Click* marking.
- Dynamic Markings:** The *ppp* (pianississimo) marking is used throughout the score.
- Articulation:** There are various articulation marks, including accents and slurs, throughout the notation.

8

B

4
4 ♩ = 60-64

Viola *p*

Violoncello *p*

Double Bass *p*

Db.

4
4

Vln. III

Db.

Flute I *p*

Flute II *p*

Flute III

B. Cl.

Musical score for Violin I, Violin II, Viola, Violoncello, Double Bass, and Double Bass. The score is written in a standard musical notation with a treble clef and a key signature of one flat. The Violin I and Violin II parts are in the upper staves, while the Viola, Violoncello, and Double Bass parts are in the lower staves. The Double Bass part is marked with a 'D.B.' label. The score consists of three measures of music.



Musical score for strings and woodwinds. The top system features a Clarinet in B-flat (Cl. Bb) and a Bassoon (Bsn.) in the upper staves, and Violin I, Violin II, and Violin III in the lower staves. The bottom system features Violin IV. The music is in 4/4 time and includes various dynamics such as *pp*, *p*, and *mp*.

Violin *pp*

Violin part musical notation, starting with a *pp* dynamic marking.

Violin section musical score for Violin I, Violin II, Violin III, and Violin IV. The score includes dynamic markings such as *mp*, *pp*, and *arco*.

Viola

Violoncello

This block contains the first system of the musical score. It features two staves: Viola (top) and Violoncello (bottom). The Viola part begins with a melodic line in treble clef, while the Violoncello part provides a rhythmic accompaniment in bass clef. The music is written in a common time signature.

Viola

pp

This block shows a single staff for the Viola, marked with a piano-piano (*pp*) dynamic. The staff contains a few notes, possibly representing a specific performance instruction or a short melodic fragment.

Violoncello

This block shows a single staff for the Violoncello, continuing the rhythmic accompaniment from the first system. It features a series of notes with stems, typical of a cello part.

Viola

Violoncello

Double Bass

This block contains the second system of the musical score. It features three staves: Viola (top), Violoncello (middle), and Double Bass (bottom). The Viola part continues its melodic line, while the Violoncello and Double Bass parts provide a rhythmic accompaniment. Dynamics such as *p* and *mf* are indicated.

pp

pp

pp

This block shows the final system of the musical score. It features three staves: Viola (top), Violoncello (middle), and Double Bass (bottom). The music concludes with a final chord or note, marked with a piano-piano (*pp*) dynamic.

Viol II

Viol I

Violon

Violon

Violon

Violon

Violon

Violon I

Violon II

Violon III

Viola

Violoncello

Viol II

Viol I

Violon

Violin I
Violin II
Viola
arco
pp

This system contains the first four staves of the score. It includes parts for Violin I, Violin II, Viola, and a double bass line. The double bass line is marked 'arco' and 'pp'. The system concludes with a dynamic marking of 'pp' and a fermata over the final measure.

Violin I
Violin II
Violin III
arco
pp

This system contains the next four staves of the score. It includes parts for Violin I, Violin II, Violin III, and a double bass line. The double bass line is marked 'arco' and 'pp'. The system concludes with a dynamic marking of 'pp' and a fermata over the final measure.

This system contains five staves of the score. It includes parts for Violin I, Violin II, Violin III, Viola, and a double bass line. The system concludes with a dynamic marking of 'pp' and a fermata over the final measure.

Violin I
Violin II
Viola
Violoncello
Double Bass

This system contains the final four staves of the score. It includes parts for Violin I, Violin II, Viola, Violoncello, and Double Bass. The system concludes with a dynamic marking of 'pp' and a fermata over the final measure.

end.
arco

This system contains two staves. The first staff is marked 'end.' and the second staff is marked 'arco'.

14 **C**

The musical score is divided into three systems. The first system (measures 14-17) includes Violin I, Violin II, Viola, Violoncello, and Double Bass. The second system (measures 18-21) includes Violoncello and Double Bass. The third system (measures 22-25) includes Flute I, Flute II, Flute III, Flute IV, and Bass Clarinet in Bb. The score contains various musical notations such as dynamics (pp, p, mp, f), articulation (acc, stacc), and performance instructions (arco, s.p.).

Violin I: *pp*, *pp*, *pp*, *pp*

Violin II: *pp*, *pp*, *pp*, *pp*

Viola: *pp*, *pp*, *pp*, *pp*

Violoncello: *pp*, *pp*, *pp*, *pp*

Double Bass: *pp*, *pp*, *pp*, *pp*

Flute I: *ppp*

Flute II: *ppp*

Flute III: *ppp*

Flute IV: *ppp*

Bass Clarinet in Bb: *p*

10

Violin I
Violin II
Viola
Violoncello

Violin II
Violin III
Viola
Violoncello

Violin I
Violin II
Viola
Violoncello

Violin I
Violin II
Viola
Violoncello
Double Bass

Bassoon

Violin III
Violin IV

D

1

The musical score for section D, page 106, is organized into five systems. The first system features piano (ppp), strings (p), and woodwinds (ppp). The second system includes Violin I (p), woodwinds (ppp), and strings (ppp). The third system consists of woodwinds (mf) and strings (ppp). The fourth system is primarily strings (ppp). The fifth system includes woodwinds (ppp) and strings (ppp). Performance instructions such as 'col legno battuto' and 'pizz' are present throughout the score.

This musical score page contains several staves for different instruments. The top section features a **Double Bass** staff with dynamics *p*, *ff*, and *pp*, and markings for *end.* and *s.p.*. Below it is a **Violoncello** staff with dynamics *p* and *ff*, and markings for *end.* and *s.p.*. The middle section includes a **Bass** staff with dynamics *p* and *ff*, and markings for *end.* and *s.p.*. The lower section contains a **Key Click** staff with dynamics *pp*, *mp*, and *ppp*, and markings for *ppp*, *f*, and *pp*. The bottom section includes a **Acoustic** staff with dynamics *p*, *mp*, and *ppp*, and markings for *ppp*, *f*, and *pp*. A **Base Clarinet** staff is also present with dynamics *pp* and *ppp*. The score is written in a single system with various musical notations including notes, rests, and dynamic markings.

E Multiverse

Violin I
mf

Vla. *mf*
Vcl. *mf*
Cb. *mf*

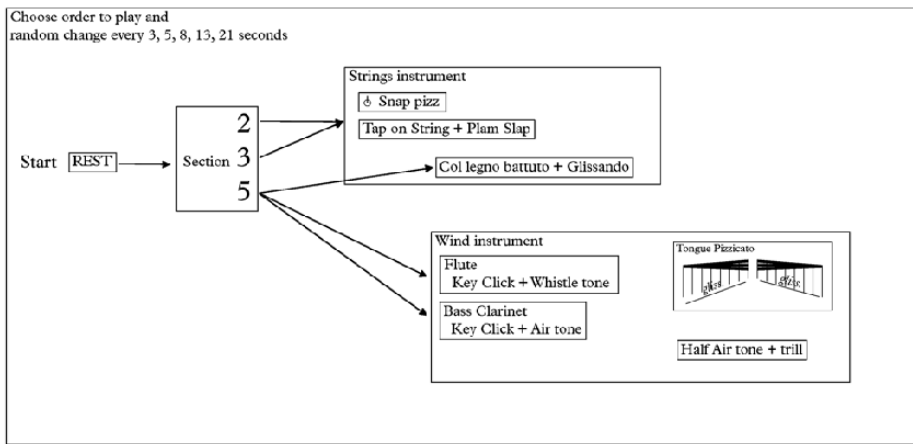
Vla. *mf*
Vcl. *mf*

Vla. *mf*
Vcl. *mf*

Vla. *mf*
Vcl. *mf*
Cb. *mf*

B. Cl. *mf*

1

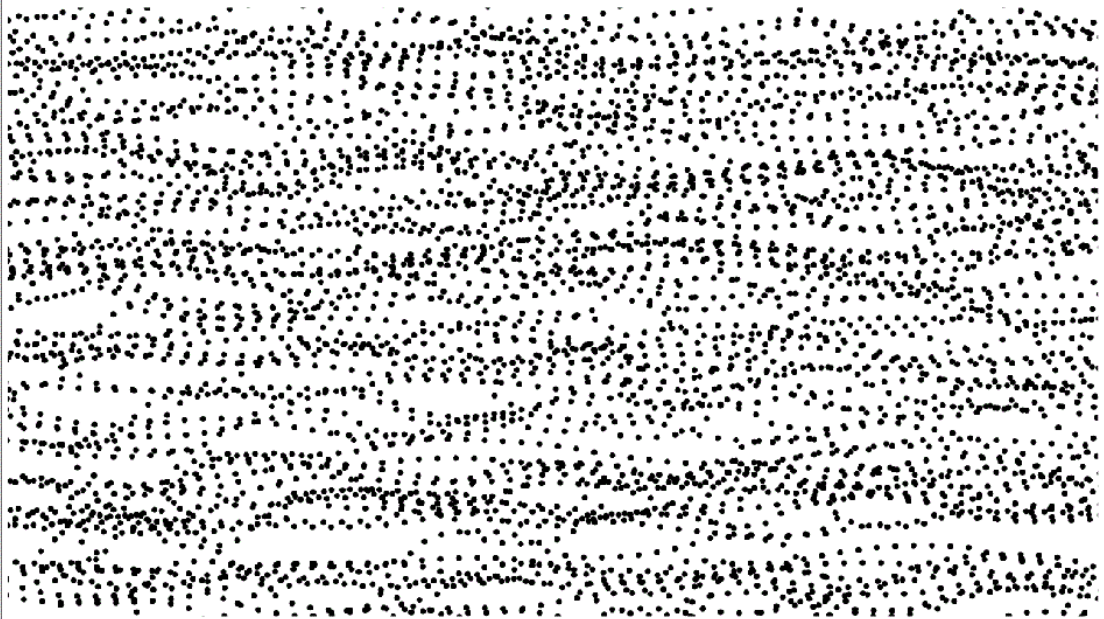


4

2
3
5

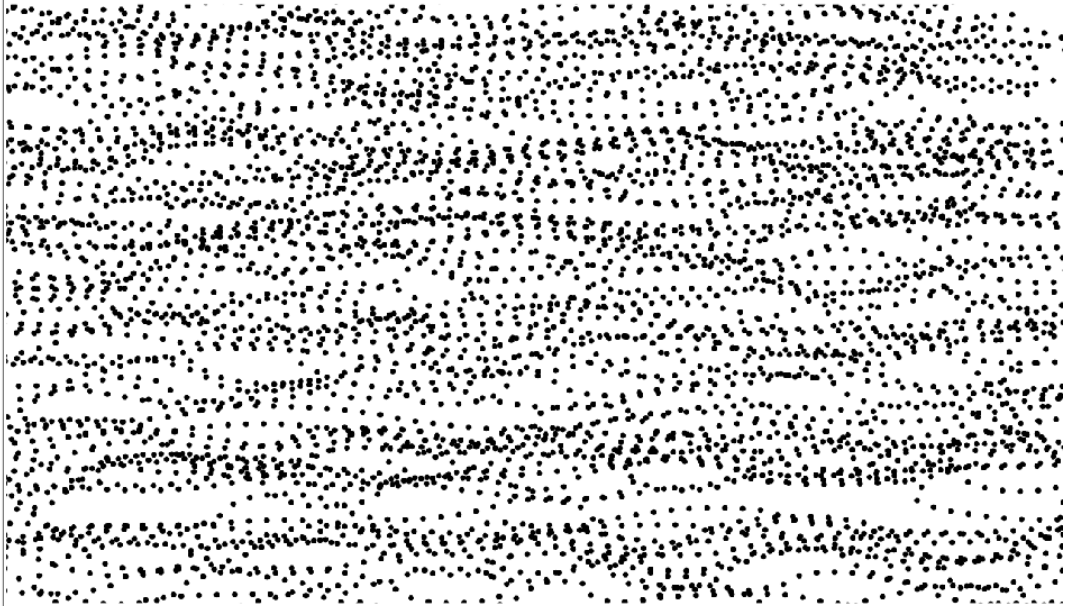
The image shows a page of a musical score for Violin I (Vn. I), Violin II (Vn. II), and Double Bass (Db.). The score is divided into two systems. The top system contains the first two staves (Vn. I and Vn. II) and the bottom staff (Db.). The middle section of the page is completely blacked out, obscuring the musical notation. To the left of this blacked-out section, the numbers 2, 3, and 5 are printed vertically, likely indicating measure numbers. The bottom system contains the continuation of the Vn. I, Vn. II, and Db. staves. A large, semi-transparent watermark is visible at the bottom of the page, containing the Thai text "วิทยาลัย" (College).

Musical score for the top section of the page. It consists of three staves: a Violin staff (top), and two piano accompaniment staves (middle and bottom). The Violin part is marked with a dynamic of *pp* and features a melodic line with various ornaments and phrasing. The piano accompaniment provides a rhythmic and harmonic foundation.



Musical score for the bottom section of the page. It consists of three staves: a Violin staff (top), and two piano accompaniment staves (middle and bottom). The Violin part is marked with a dynamic of *pp* and features a melodic line with various ornaments and phrasing. The piano accompaniment provides a rhythmic and harmonic foundation.

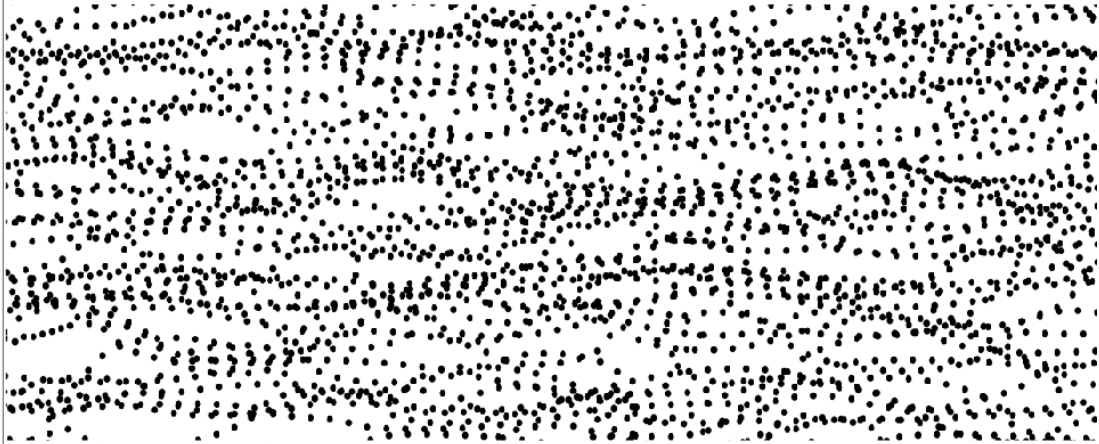
Musical score for Violin 1 (Vln. 1), Violin 2 (Vln. 2), Viola (Vi.), and Double Bass (DK.). The score is written on four staves. The Violin 1 staff is in treble clef, Violin 2 in alto clef, Viola in bass clef, and Double Bass in bass clef. The music consists of several measures with various notes, rests, and dynamic markings such as *ppp* and *ff*.



Musical staves for Viola (Vi.) and Double Bass (DK.). The Viola staff is in alto clef and the Double Bass staff is in bass clef. The staves are mostly empty, with some faint markings at the bottom.

วิทยาลัยศ...

Musical score for strings, consisting of four staves (Violin I, Violin II, Viola, and Cello/Double Bass). The notation includes various rhythmic values and dynamic markings such as *mf*.



Musical score for strings, including staves for Viola, Violoncello (Cello/Double Bass), Violin I, and Viola. The notation includes dynamic markings such as *p* and *mf*, and a *mf* marking above the second Viola staff. The score concludes with a *mf* marking and the word *end.* at the bottom.



26

F Tesseract

Violin I *ppp*
Violin II *ppp*
Viola *ppp*
Cello/Double Bass *ppp*

3/4

Violin I *ppp*
Violin II *ppp*

Violin I *ppp*
Violin II *ppp*

Violin I *ppp*
Violin II *ppp*
Viola *ppp*
Cello/Double Bass *ppp*

Flute I *ppp*
Flute II *ppp*
Flute III *ppp*
Flute IV *ppp*
Bass Clarinet in Bb *ppp*
Violin I *ppp*
Violin II *ppp*
Violin III *ppp*
Violin IV *ppp*

Musical score for Violin I, Violin II, and Viola in 4/4 time. Measures 6-7. Dynamics include *ppp* and *pp*.

Musical score for Violin I, Violin II, and Viola in 4/4 time. Measures 8-9. Dynamics include *ppp*.

Musical score for Violin I, Violin II, and Viola in 4/4 time. Measures 10-11. Dynamics include *ppp* and *pp*.

Musical score for Violin I, Violin II, and Viola in 4/4 time. Measures 12-13. Dynamics include *ppp* and *mp*.

Musical score for Flute, Violin I, Violin II, Violin III, and Violin IV in 4/4 time. Measures 14-15. Dynamics include *ppp* and *mp*. Includes the instruction "To R. Cl.".

28 **G**

Violin I

Viola

Violin I *col legno battuto*
p

Violin I *col legno battuto*
p

Violin I *col legno battuto*
fpp

Violin II *col legno battuto*
fpp

Viola *col legno battuto*
p

PI I *mp*

PI II *mp*

PI III *mp*

PI IV *mp*

Violin I *pp*

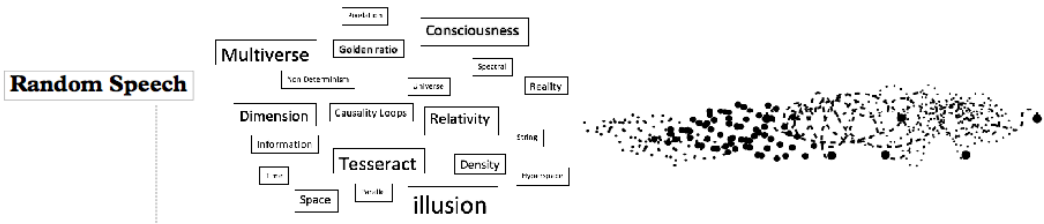
Violin II *pp*

Violin III *pp*

Violin IV *col legno battuto*
p

This page of a musical score contains staves for Violin I, Violin II, Viola, Violoncello, Double Bass, and Bass Clarinet. The Violin I and II parts feature complex rhythmic patterns with dynamic markings such as *f*, *p*, and *mf*. The Viola part includes markings for *col legno battuto* and *and. mos.*. The Violoncello and Double Bass parts also show *col legno battuto* markings. The Bass Clarinet part is marked *mf*. The score is written in a standard musical notation with various dynamics and performance instructions.

This page of a musical score contains several systems of staves. The top system includes a woodwind staff with a dynamic marking of *f* and a tempo marking of *mod. and. arco*. Below it are two string staves (Violin I and Violin II) with dynamic markings of *mp* and *mf*. The second system consists of a single woodwind staff with a dynamic marking of *f*. The third system is a woodwind staff with a dynamic marking of *f* and a tempo marking of *mod. and. arco*. The fourth system shows a woodwind staff with a dynamic marking of *mp* and a string staff with a dynamic marking of *mf*. The fifth system is a large section with multiple staves, including woodwinds and strings, with dynamic markings of *f*, *mp*, and *mf*. At the bottom right, there are three staves labeled Violin II, Violin III, and Violin IV.

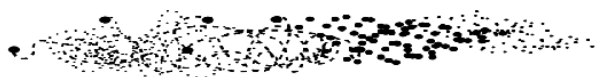
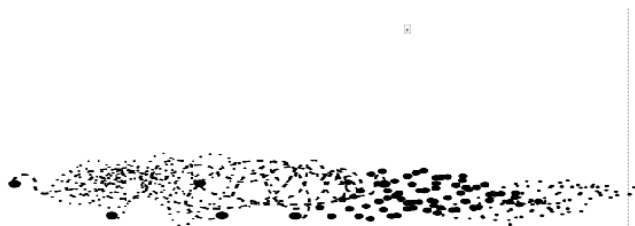


Musical score for Violin I and Violin II. A 'Random Speech' box is connected to the score. A conceptual diagram is overlaid on the score, similar to the one above.

Musical score for Viola and Violoncello. A large conceptual diagram is overlaid on the score, similar to the one above.

Musical score for Violin I and Violin II.

Musical score for Viola and Violoncello.



Double Bass *pizz.*

pp

Violin I

pp

Violin II

pp

Violin III

pp

Violoncello

pp

Violin I

p

Violin II

Double Bass

Fl. I

mf

Fl. II

mf

Fl. III

mf

Fl. IV

Violin I

p

Violin II

p

Violin III

p

Violin IV

b

Violin I

Musical notation for Violin I, Viola, and Violoncello. The Violin I part is in treble clef with a *pp* dynamic marking. The Viola part is in alto clef with a *pp* dynamic marking. The Violoncello part is in bass clef with a *pp* dynamic marking. The notes are: Violin I (G4), Viola (C5), Violoncello (G3).

Musical notation for Double Bass (Dn.) in bass clef, showing a rhythmic pattern of eighth notes.

Musical notation for Violin II (Vln II) in treble clef with a *pp* dynamic marking, showing a long note.

Musical notation for Violin II (Vln II) in treble clef with a *pp* dynamic marking, showing a long note.

Musical notation for Violin II (Vln II) in treble clef with a *pp* dynamic marking, showing a long note.

Musical notation for Violin II (Vln II) in treble clef with a *pp* dynamic marking, showing a long note.

Musical notation for Violoncello (Vcl.) in bass clef with a *pp* dynamic marking, showing a long note.

Musical notation for Violin II (Vln II) in treble clef with a *pp* dynamic marking, showing a long note.

Musical notation for Viola in alto clef with a *pp* dynamic marking, showing a long note.

Musical notation for Violoncello (Vcl.) in bass clef with a *pp* dynamic marking, showing a long note.

Musical notation for Double Bass (Dn.) in bass clef, showing a rhythmic pattern of eighth notes.

Musical notation for Flute II in treble clef with a *pp* dynamic marking, showing a long note.

Musical notation for Flute III in treble clef with a *pp* dynamic marking, showing a long note.

Musical notation for Bass Clarinet in Bb in bass clef, showing a long note.

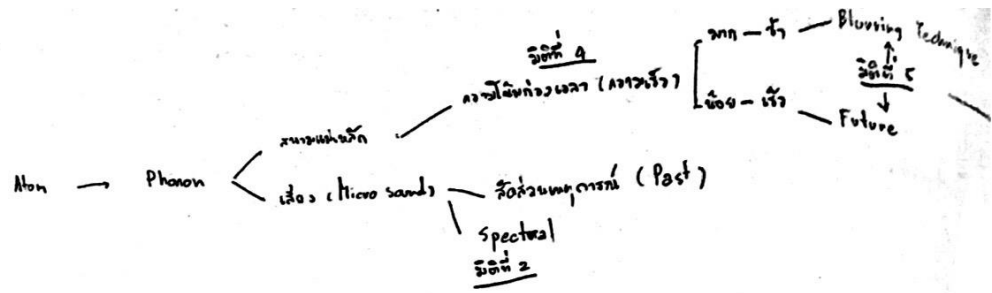
Musical notation for Violin II (Vln II) in treble clef with a *pp* dynamic marking, showing a long note.

Musical notation for Violin III (Vln III) in treble clef with a *pp* dynamic marking, showing a long note.

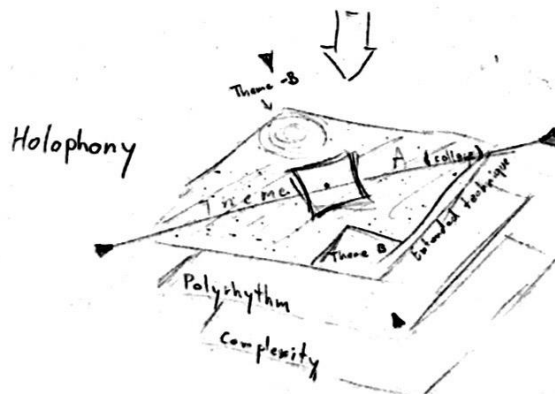
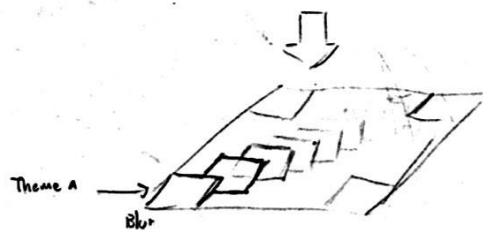
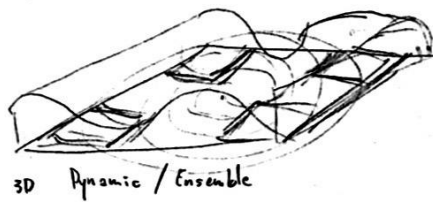
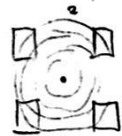
This page of a musical score contains several systems of staves. The top system includes a treble clef staff with a *pp* dynamic marking, followed by two empty staves (alto and bass clefs). The second system features a large bass clef staff with a melodic line and a *pp* dynamic marking. The third system contains staves for Violin I, Violin II, and Violoncello, all marked *pp*. A separate staff labeled 'Viola' is also present, marked *pp*. The fourth system includes a treble clef staff with a *pp* dynamic marking, followed by two empty staves. The fifth system features a large bass clef staff with a complex rhythmic pattern and a *pp* dynamic marking. The sixth system contains a treble clef staff with a *pp* dynamic marking. The seventh system includes a treble clef staff with a *pp* dynamic marking, followed by two empty staves. The eighth system features a treble clef staff with a *pp* dynamic marking, followed by two empty staves. The ninth system contains staves for Violin I and Violin IV, both marked *pp*.



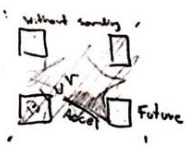
ภาพวาดความคิดแรกสู่บทประพันธ์ Shake



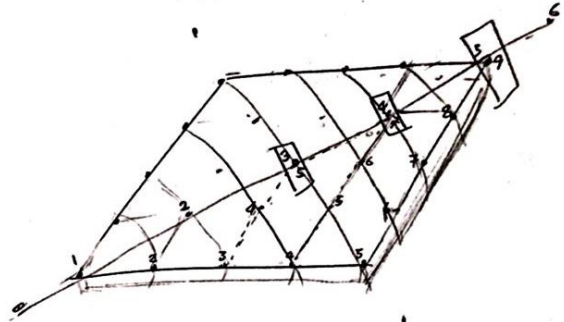
Spectrum 1 (horizontal) → Horizontal line



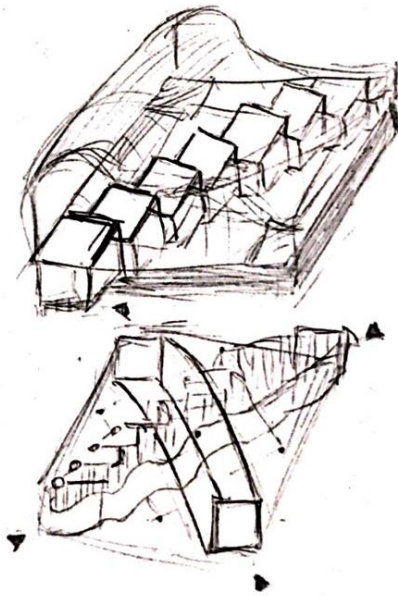
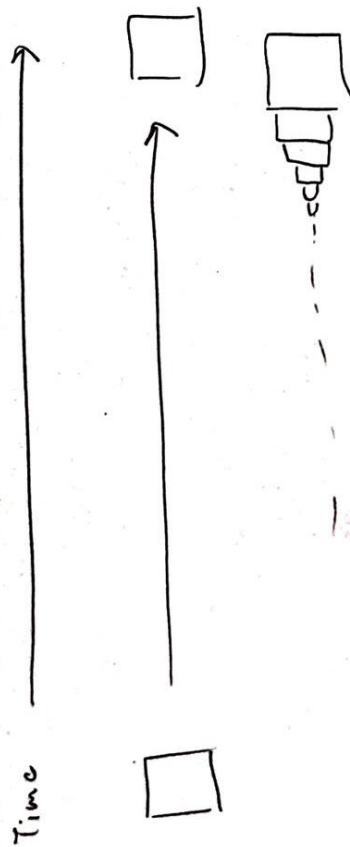
Hiperspace $\langle \text{လက်ကိုင်} \rangle$



အချိန်အကွာ

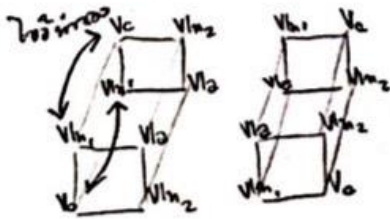


5:9
4:7
3:5



မိမိ — ဇာတ်ကဏ္ဍ

Tesseract



V1 ₁	V1 ₂	V1 ₁	V1 ₂
Vc	Vc	Vc	Vc
S	A	S	A
B	T	T	B



V1 ₁	V1 ₂
Vc	Vc
V1 ₁	V1 ₂
V1 ₂	V1 ₂
V1 ₁	V1 ₂
V1 ₂	V1 ₂
Vc	Vc

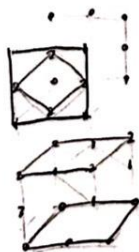
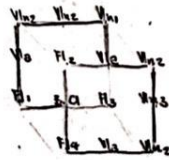
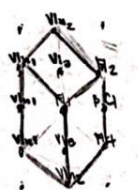
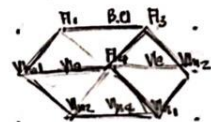
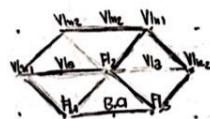
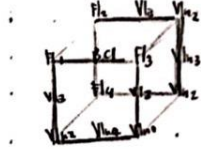
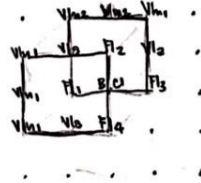
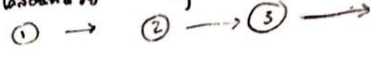
SB	AB
ST	AT
ST	AT
SB	AB



1227 12242

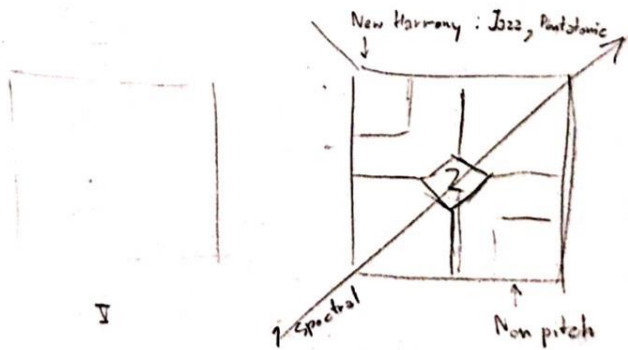
Tesseract

- 1227 12242 Blurring

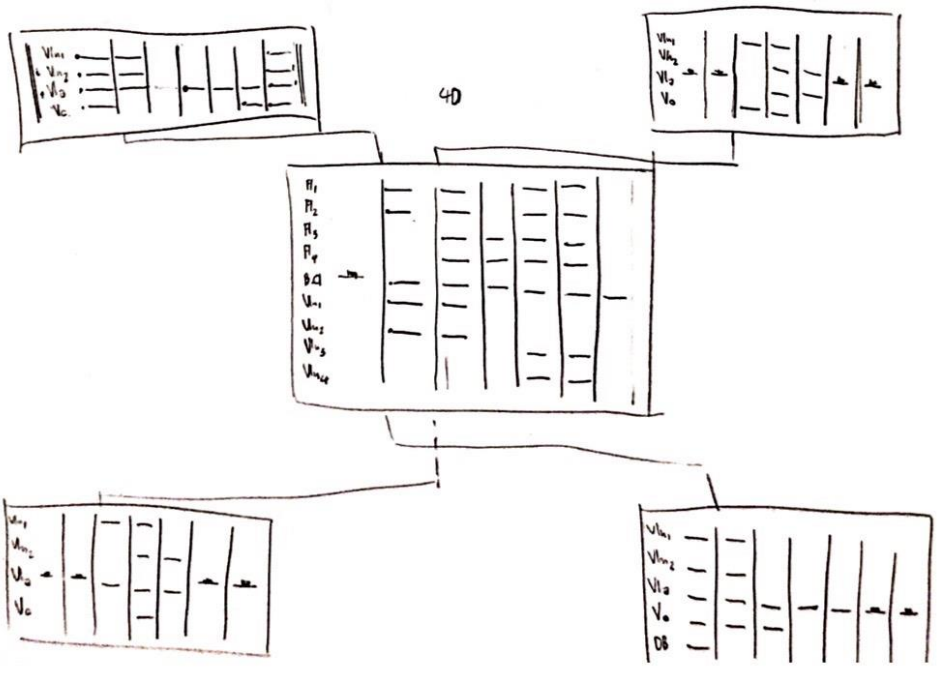
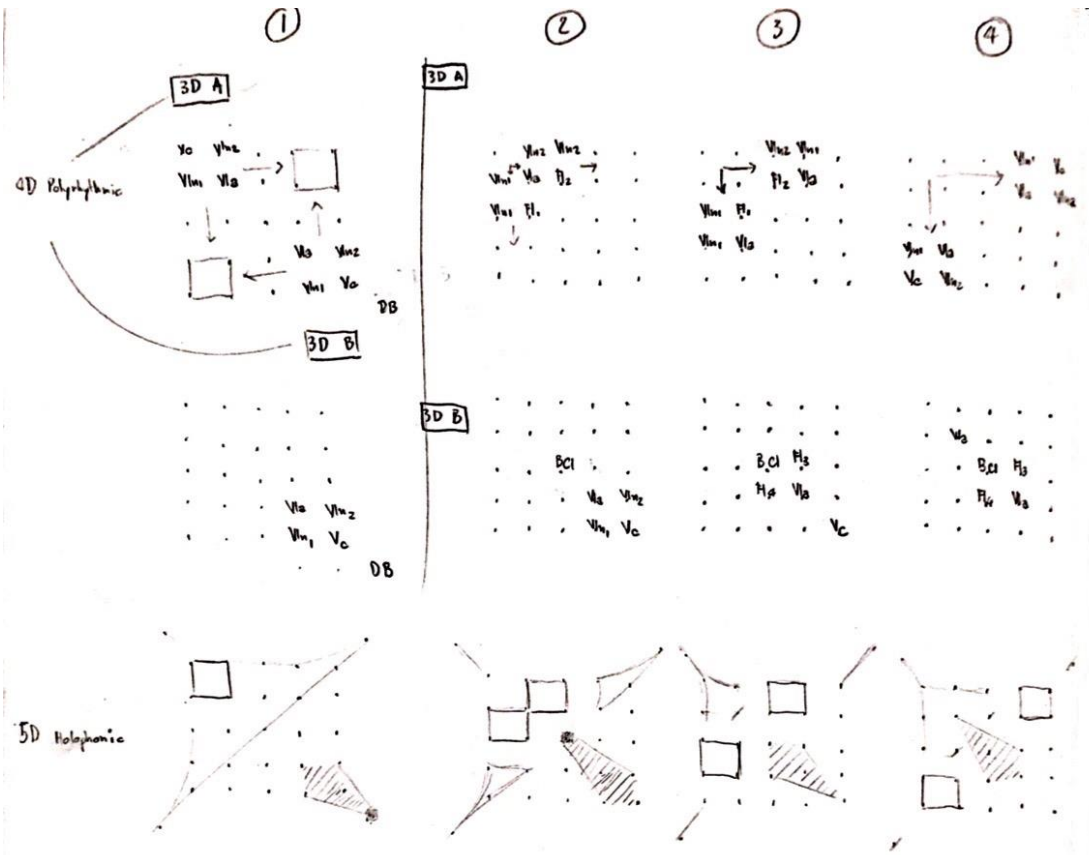


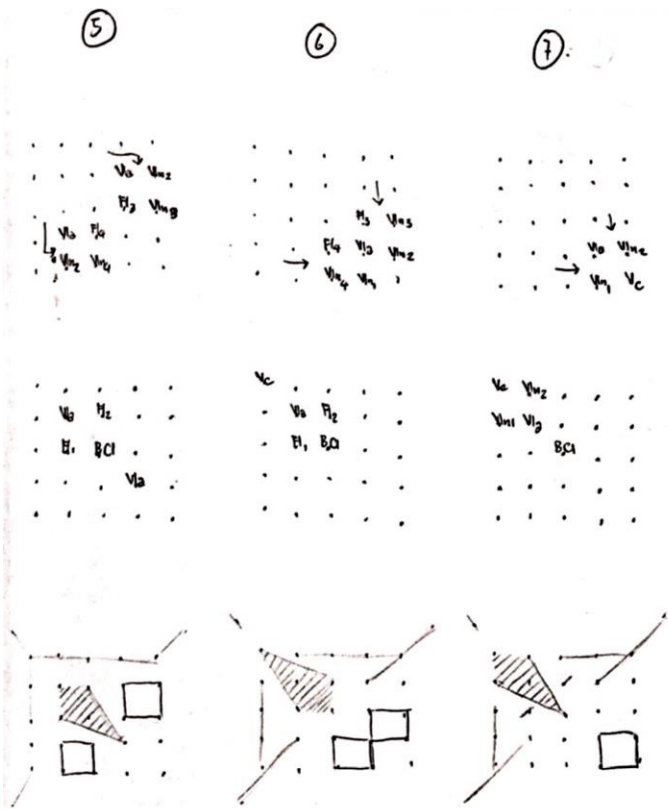
g^5	$f^{\sharp 5}$	$e^{\flat 5}$	$d^{\sharp 5}$	$c^{\flat 5}$
$g^{\flat 4}$	$f^{\sharp 4}$	$e^{\flat 4}$	$d^{\sharp 4}$	$c^{\flat 4}$
$g^{\flat 3}$	$f^{\sharp 3}$	$e^{\flat 3}$	$d^{\sharp 3}$	$c^{\flat 3}$
$g^{\flat 2}$	$f^{\sharp 2}$	$e^{\flat 2}$	$d^{\sharp 2}$	$c^{\flat 2}$
$g^{\flat 1}$	$f^{\sharp 1}$	$e^{\flat 1}$	$d^{\sharp 1}$	$c^{\flat 1}$

I



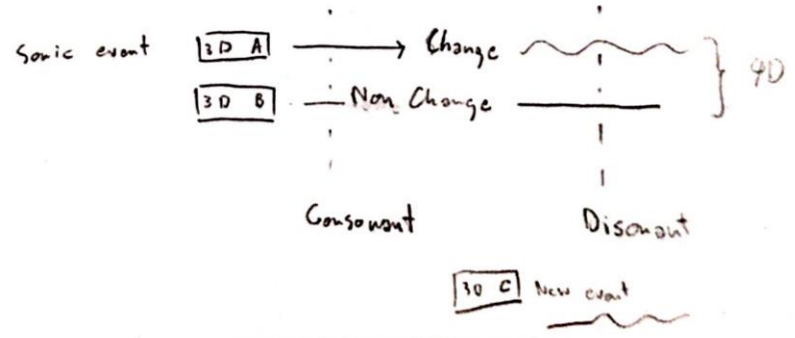
I





3D } 4D
 3D }
 3D - } 5D

... .. = 3D



Reality ความเป็นจริง

Crystal = วัสดุคริสตัล

2D ที่มีความถี่เดียว เรียกว่า quasicrystal

as fast as possible $f = 60 \text{ bpm}$

ความถี่ของเสียง 10-35 kHz / 120ms

4D quasicrystal

ไม่แน่นอน

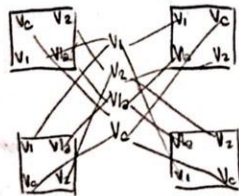
3D quasicrystal

ไม่แน่นอน

2D quasicrystal = 4D

ไม่แน่นอน

Spectral



2D Quasi

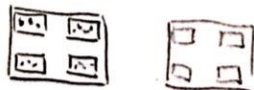
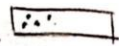
1 pitch : 1 Instrument

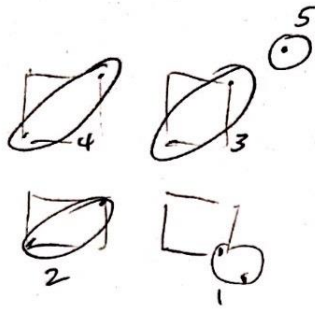
3D Model



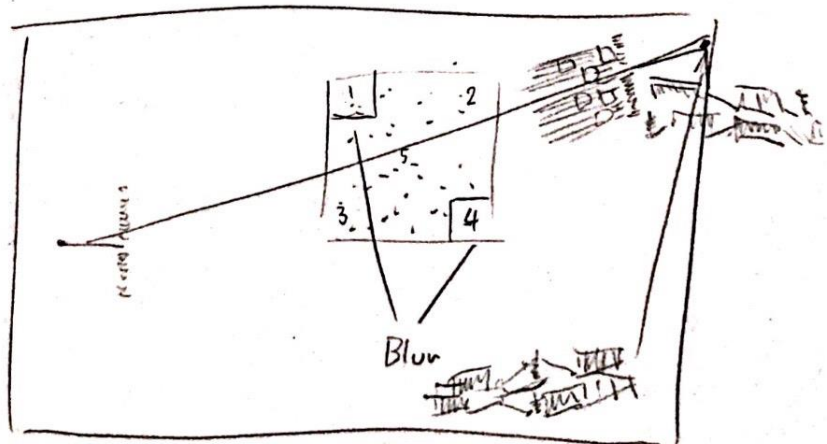
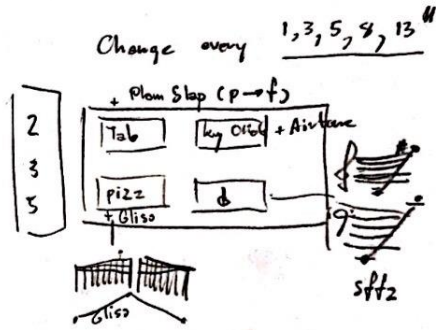
3D quasicrystal

3-4 pitch : 1 Instrument
play random in order (as fast as possible)





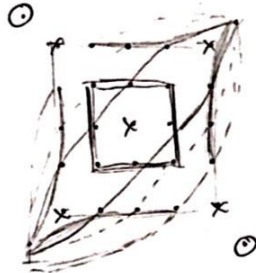
Low → High



12 Vln.
8 Vla.
5 Vlc.
2 DB.

for 29 musicians

Time & Space

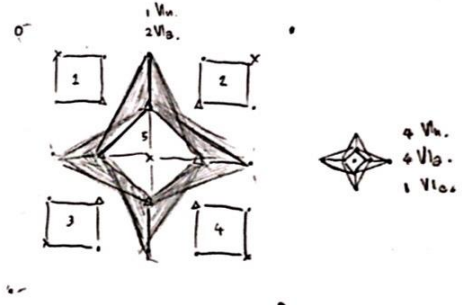
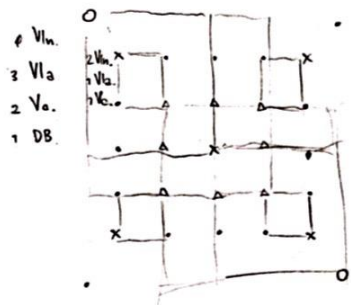
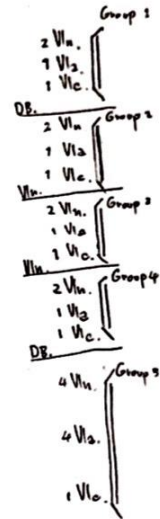


Layer

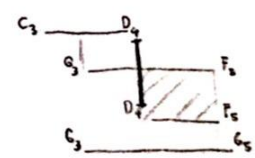
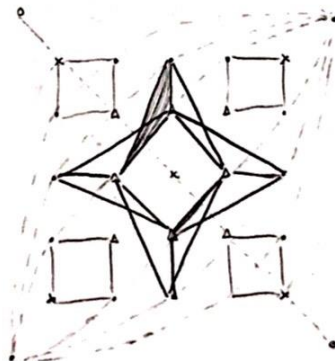


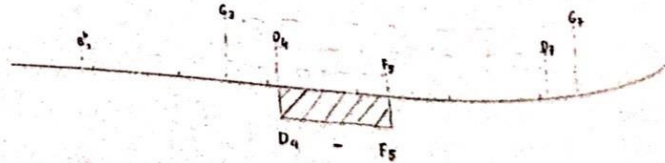
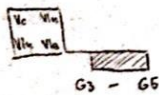
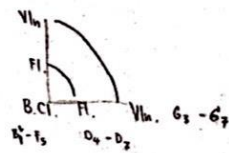
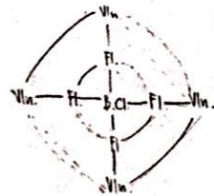
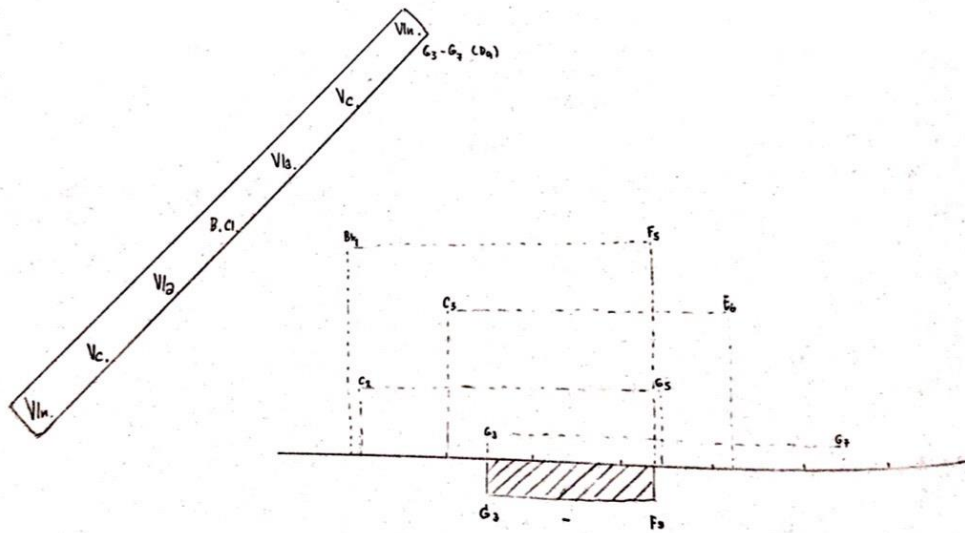
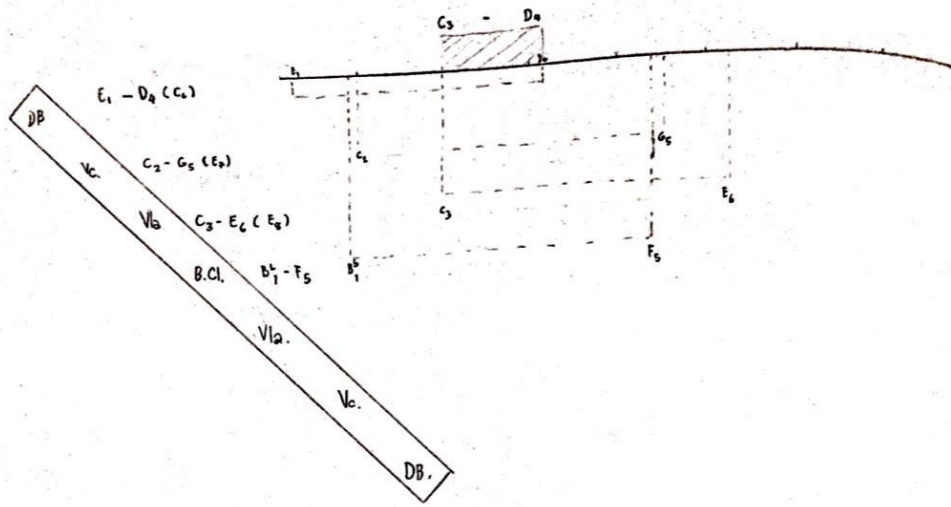
A = 10 Vln.
B = 6 Vln.
C = 6 Vln.

Blurring technique.



Holophonic





ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	พงษ์สกร รัตนภัทรกุล
วัน เดือน ปี เกิด	29 พฤศจิกายน 2527
สถานที่เกิด	สงขลา
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2534 อนุปริญญา โรงเรียนอนุปริญญาสุวรรณหงส์ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา พ.ศ. 2540 ประถมศึกษา โรงเรียนแสงทองวิทยา อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา พ.ศ. 2543 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย ๒ อ.หาดใหญ่ จ. สงขลา พ.ศ. 2546 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนหาดใหญ่วิทยาลัย สายวิทย์- คณิต อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา พ.ศ. 2551 ปริญญาตรี ศิลปศาสตรบัณฑิต (ดนตรี) สาขาการประพันธ์เพลง วิทยาลัยดุริยางคศิลป์ มหาวิทยาลัยมหิดล อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม
ที่อยู่ปัจจุบัน	199/379 ม.8 อิงกมล ซ.10 ถ.กาญจนวนิช ต.บ้านพรุ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90250
ผลงานตีพิมพ์	Through Time and Space: A Sonic Visualization of the 5 Dimensions of the Universe นำเสนอในงาน PGVIM's International Symposium “Music and Socio-Cultural Developments of the ASEAN” การประชุมวิชาการนานาชาติทางด้านดนตรี “ดนตรีกับการพัฒนาสังคมและวัฒนธรรมในภูมิภาคอาเซียน” 7th – 9th September 2016 Princess Galyani Vadhana Institute of Music