

การวิเคราะห์ทำนองเสียงดนตรีด้วยนิรอลเน็ตเวิร์ก

นายกมล เปี่ยมน้ำใจ



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2539

ISBN 974-635-619-4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I17162398

ANALYSIS OF MUSICAL MELODY BY A NEURAL NETWORK

MR. KAMOL PIEMNUMJAI

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Computer Engineering

Graduate School

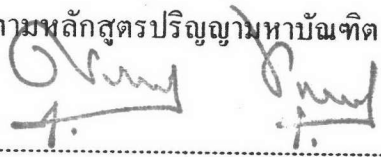
Chulalongkorn University

Academic Year 1996

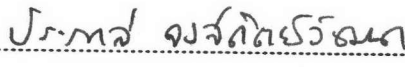
ISBN 974-635-619-4


หัวข้อวิทยานิพนธ์ การวิเคราะห์ทำนองเสียงดนตรีด้วยนิเวศดนตรี
โดย นาย กมล เปี่ยมน้ำใจ
ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ สมชาย ทยานยง
 นาวาโท ดร. อรัญ นำผล

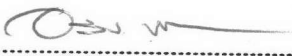
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

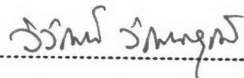

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ สุภวัฒน์ ชุติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร. ประภาส จงสิตย์วัฒนา)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ สมชาย ทยานยง)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(นาวาโท ดร. อรัญ นำผล)


..... กรรมการ
(อาจารย์ วิวัฒน์ วัฒนาวุฒิ)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

กมล เปี่ยมน้ำใจ : การวิเคราะห์ทำนองเสียงดนตรีด้วยนิวรอลเน็ตเวิร์ก

(ANALYSIS OF MUSICAL MELODY BY A NEURAL NETWORK)

อ. ที่ปรึกษา : รศ. สมชาย ทยานง อ.ที่ปรึกษาร่วม : นาวาโท คร. อรัญ นำผล

94 หน้า. ISBN 974-635-619-4

การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลทำนองเสียงดนตรีว่าส่วนใดของเสียงดนตรีมีโน้ตที่มีรูปร่างหรือทำนองแบบเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน โดยใช้นิวรอลเน็ตเวิร์กเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ รูปแบบของนิวรอลเน็ตเวิร์กที่ใช้ในการวิจัยนี้คือ การเรียนรู้แบบย้อนกลับ

ข้อมูลโน้ตดนตรีประกอบด้วยตัวแปรที่สำคัญสองตัวคือ ระดับเสียง และ จังหวะ ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลดังกล่าวเป็นตัวเลขไว้ในคอมพิวเตอร์ได้ ข้อมูลเหล่านี้จะถูกวิเคราะห์โดยนำเข้ากระบวนการฝึกและจำลองรูปแบบด้วยนิวรอลเน็ตเวิร์ก

ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ด้วยวิธีการทางนิวรอลเน็ตเวิร์กสามารถแยกได้ว่าเป็นทำนองเดียวหรือใกล้เคียงกัน

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2539

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

C618224

KEY WORD:

MAJOR COMPUTER SCIENCE
ANALYSIS / MUSICAL MELODY / NEURAL NETWORK
KAMOL PIEMNUMJAI : ANALYSIS OF MUSICAL MELODY BY A
NEURAL NETWORK. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. SOMCHAI
THAYANYONG. CO-ADVISOR : LIEUTENANT-COMMANDER ARAN
NAMPHOL , Ph.D. RTN. 94 pp. ISBN 974-635-619-4

The objective of this study is the comparison of musical melody data by verifying which part of musical melody has the same pattern or resemblance. A neural network based model is used as a tool to analyze these data. The neural network paradigm used in this study is Backpropagation.

The musical melody data consisted of two main variables, level of tone and rhythm, which data can be saved as numerical data to computer. These data will be analyzed by training and recalling process with a neural network.

It was found that the neural network can identified the same or similar pattern of musical melody.

ภาควิชา.....วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
สาขาวิชา.....วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา.....2539

ลายมือชื่อนิสิต.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ ด้วยความกรุณาและให้คำปรึกษาอย่างดี
ยิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษาของข้าพเจ้าคือ รศ. สมชาย ทยานยง และ น.ท. ดร. อรัญ นำผล
ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็นต่างๆ ของการวิจัยด้วยดีตลอดมา

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่กราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ที่ให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมา ขอ
ขอบคุณ เพื่อนๆ และ รุ่นพี่ ปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ทุกท่านที่ให้คำ
แนะนำ และให้กำลังใจแก่ผู้วิจัย จนสำเร็จการศึกษา

กมล เปี่ยมน้ำใจ

สารบัญ

| | หน้า |
|-----------------------|------|
| กิตติกรรมประกาศ | ก |
| สารบัญตาราง | ข |
| สารบัญภาพ | ค |

บทที่

| | |
|--|----|
| 1. บทนำ | 1 |
| - ความเป็นมาของปัญหา | 1 |
| - วัตถุประสงค์ของการวิจัย | 2 |
| - ขอบเขตที่ใช้ในการวิจัย | 2 |
| - ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน | 2 |
| - ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 3 |
| 2. แนวความคิดและทฤษฎี | 4 |
| - วิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์ทำนองเพลง | 4 |
| - นิเวรอลเน็ตเวิร์กเทียม | 4 |
| - นิเวรอน | 9 |
| - นิเวรอลเน็ตเวิร์กชั้นเดียว | 9 |
| - นิเวรอลเน็ตเวิร์กแบบหลายชั้น | 10 |
| - ประวัติโดยย่อของนิเวรอลเน็ตเวิร์ก | 11 |
| - ลักษณะทางชีววิทยาของเซลล์ประสาท | 16 |
| - คุณสมบัติของนิเวรอลเน็ตเวิร์ก | 19 |
| - ส่วนประกอบของนิเวรอลเน็ตเวิร์ก | 19 |
| - สารสนเทศที่ต้องใช้และผลลัพธ์ที่ได้จากนิเวรอลเน็ตเวิร์ก | 20 |
| - กระบวนการเรียนรู้ของนิเวรอลเน็ตเวิร์ก | 21 |
| - วัตถุประสงค์ของการสร้างแบบจำลองเซลล์สมองมนุษย์ | 21 |

| บทที่ | หน้า |
|---|------|
| - ประเภทการเรียนรู้ของนิวนอลเน็ตเวิร์ก | 21 |
| - ขั้นตอนวิธีการฝึก | 22 |
| - แบคเออร์เรอร์โพรปาเกชันพาราดีกั่ม (Back-Error Propagation Paradigm) | 24 |
| - การฝึกเน็ตเวิร์ก | 29 |
| - การประเมินการฝึกนิวนอลเน็ตเวิร์ก | 29 |
| - อัลกอริทึมการฝึกนิวนอลเน็ตเวิร์กแบบการแพร่ย้อนกลับ | 29 |
| - การใช้ค่าโมเมนตัม | 37 |
| | |
| 3. การออกแบบและพัฒนาโปรแกรม | 39 |
| - ลักษณะการจัดข้อมูลที่น่าเข้าสู่ระบบ | 39 |
| - ลักษณะข้อมูลที่ออกจากระบบ | 39 |
| - ลักษณะข้อมูลที่ใช้เป็นอินพุตสู่นิวรอลเน็ตเวิร์ก | 40 |
| - ลักษณะข้อมูลในชั้นแฮตต์พุดในนิวรอลเน็ตเวิร์ก | 41 |
| - ประเภทข้อมูลที่ใช้เป็นอินพุตเข้าสู่นิวรอลเน็ตเวิร์ก | 41 |
| - โปรแกรมต่างๆในระบบ | 42 |
| - ชุดโปรแกรมการสร้างข้อมูลเพื่อนำเข้านิวรอลเน็ตเวิร์ก | 42 |
| | |
| 4. กระบวนการดำเนินการ | 51 |
| - กระบวนการดำเนินการก่อนประมวลผลด้วยนิวรอลเน็ตเวิร์ก | 51 |
| - กระบวนการดำเนินการหลังประมวลผลด้วยนิวรอลเน็ตเวิร์ก | 55 |
| | |
| 5. ผลการวิจัย | 58 |
| - ข้อมูลที่ใช้ในการฝึกนิวรอลเน็ตเวิร์ก | 58 |
| - ข้อมูลที่ใช้ในการรำลึกและรายงานที่ได้ | 58 |
| | |
| 6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ | 64 |
| - สรุปผลการวิจัย | 64 |
| - ข้อเสนอแนะ | 64 |

| | หน้า |
|--|------|
| รายการอ้างอิง | 65 |
| ภาคผนวก | 66 |
| ภาคผนวก ก. คำอธิบายศัพท์ | 67 |
| ภาคผนวก ข. การคำนวณจำนวน โหนดที่ใช้ | 71 |
| ภาคผนวก ค. สัญญลักษณ์ที่ใช้ | 72 |
| ภาคผนวก ง. ตัวอย่างรายงาน | 73 |
| ภาคผนวก จ. ตัวอย่างชุดข้อมูลที่ใช้ฝึกนิรอลเน็ตเวิร์ก | 92 |
| ภาคผนวก ฉ. ตัวอย่างชุดข้อมูลที่นำเข้านิรอลเน็ตเวิร์กเพื่อรำลึกรูปแบบ | 93 |
| ประวัติผู้เขียน | 94 |

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|--|------|
| 4-1 แสดงเขตข้อมูลของแฟ้มที่เกิดจากโปรแกรม SG1B005 | 56 |
| 5-1 แสดงข้อมูลที่ใช้ในการฝึกนิวรอลเน็ตเวิร์ก | 58 |
| 5-2 แสดงข้อมูลค่าสัมประสิทธิ์การเรียนรู้ η และค่าโมเมนตัม α ที่ใช้ในการสอนรอบต่างๆ..... | 58 |
| 5-3 แสดงข้อมูลคู่เพลงที่ใช้เป็นชุดร่ำลึกเข้านิวรอลเน็ตเวิร์ก | 58 |
| 5-4 แสดงจำนวนระเบียบผลลัพธ์จากนิวรอลเน็ตเวิร์กผ่านโปรแกรม SG1B005 | 59 |
| 5-5 แสดงค่าความใกล้เคียงในช่วงต่างๆกับจำนวนระเบียบ รูปแบบ และ กลุ่ม | 59 |

สารบัญภาพ

| ภาพที่ | หน้า |
|--|------|
| 2-1 แสดงผังการทำงานของโปรแกรมป้อนข้อมูล | 5 |
| 2-2 แสดงการเทียบทำนองเพลงแต่ละเพลง | 7 |
| 2-3 แสดงส่วนประกอบของนิเวรอล | 9 |
| 2-4 ตัวอย่างนิเวรอลเน็ตเวิร์กแบบชั้นเดียว | 10 |
| 2-5 ตัวอย่างนิเวรอลเน็ตเวิร์กแบบหลายชั้น | 10 |
| 2-6 แสดงเซลล์ประสาททางชีววิทยา 1 | 18 |
| 2-7 แสดงเซลล์ประสาททางชีววิทยา 2 | 18 |
| 2-8 แสดงขั้นตอนวิธีการเทรนนิ่ง | 23 |
| 2-9 แสดงขั้นตอนการแพร่ไปข้างหน้า (Forward Propagation) | 25 |
| 2-10 แสดง (a) ฟังก์ชันซิกมอยด์ (Sigmoid function) (b) ฟังก์ชันขั้นบันได (step function) (c) ฟังก์ชันซิกมอยด์เคลื่อนไป c หน่วย ทางซ้ายไปค่าเทรชโฮลด์ (threshold) ที่ $-c$ | 26 |
| 2-11 แสดงการแพร่ย้อนกลับ (Bacward Propagation) | 27 |
| 2-12 แสดงการปรับปรุงค่าน้ำหนัก | 28 |
| 2-13 นิเวรอลเน็ตเวิร์กแบบแพร่ย้อนกลับที่มีชั้นแฝงชั้นเดียว | 30 |
| 2-14 นิเวรอลเน็ตเวิร์กแบบแพร่ย้อนกลับที่มีชั้นแฝง 2 ชั้น | 34 |
| 3-1 แผนภาพแสดงการนำข้อมูลสู่นิเวรอลเน็ตเวิร์กและข้อมูลที่ออกจากระบบ | 40 |
| 3-2 แผนภาพแสดงโปรแกรมต่างๆที่เชื่อมโยงกันในระบบ | 42 |
| 3-3 แผนภาพแสดงเพิ่มข้อมูลที่ใช้ในโปรแกรมรีพอร์เมต | 43 |
| 3-4 แผนภาพแสดงเพิ่มข้อมูลที่ใช้ในโปรแกรมสร้างข้อมูลเพื่อฝึกนิเวรอลเน็ตเวิร์ก I .. | 44 |
| 3-5 แผนภาพแสดงเพิ่มข้อมูลที่ใช้ในโปรแกรมสร้างข้อมูลเพื่อฝึกนิเวรอลเน็ตเวิร์ก II .. | 45 |
| 3-6 แผนภาพแสดงเพิ่มข้อมูลที่ใช้ในโปรแกรมสร้างข้อมูลเพื่อใช้ในการรำลึกข้อมูล ก่อนเข้านิเวรอลเน็ตเวิร์ก | 46 |
| 3-7 แผนภาพแสดงเพิ่มข้อมูลที่ใช้ในโปรแกรมค้นข้อมูลจากผลลัพธ์ ของนิเวรอลเน็ตเวิร์ก | 47 |
| 3-8 แผนภาพแสดงเพิ่มข้อมูลที่ใช้ในการสร้างข้อมูลผลลัพธ์จากนิเวรอลเน็ตเวิร์ก | 48 |

| ภาพที่ | หน้า |
|--|------|
| 3-9 แผนภาพแสดงเพิ่มข้อมูลที่ใช้ในโปรแกรมจัดกลุ่มข้อมูล | 49 |
| 3-10 แผนภาพแสดงข้อมูลที่ใช้โปรแกรมตรวจข้อมูลซ้ำกัน | 49 |
| 3-11 แผนภาพแสดงเพิ่มข้อมูลที่ใช้ในโปรแกรมแยกกลุ่มข้อมูล | 50 |
| 4-1 แสดงผังงานการสร้างชุดข้อมูลสำหรับฝึกนิเวรอลเน็ตเวิร์ก | 51 |
| 4-2 แสดงตัวอย่างการสร้างชุดข้อมูลสำหรับฝึกนิเวรอลเน็ตเวิร์ก | 52 |
| 4-3 แสดงผังงานการสร้างชุดข้อมูลสำหรับการรำลึกรูปแบบ | 54 |
| 4-4 แสดงตัวอย่างการสร้างชุดข้อมูลเพื่อการรำลึกรูปแบบ | 55 |
| 4-5 ผังงานแสดงขั้นตอนการสร้างชุดข้อมูลและออกรายงานหลังการประมวลผล นิเวรอลเน็ตเวิร์ก | 57 |