

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาดัชนีวัดความสำคัญของตัวแปรและเกณฑ์จุดตัดในการคัดเลือกตัวแปรบนพื้นฐานวิธีกำลังสองน้อยที่สุดบางส่วน สำหรับการจำแนกประเภทข้อมูล เพื่อนำดัชนีและเกณฑ์จุดตัดที่พัฒนามาใช้ในการคัดเลือกตัวแปร และเปรียบเทียบกับวิธีการคัดเลือกตัวแปรที่ใช้ดัชนี VIP ที่มีเกณฑ์จุดตัด 1.0 และนำไปศึกษาความสามารถของยีนที่ได้จากการคัดเลือกตัวแปรในการจำแนกประเภทเนื้อเยื่อมะเร็งลำไส้ใหญ่ และเนื้อเยื่อปกติ ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยแบ่งเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การพัฒนาดัชนีวัดความสำคัญของตัวแปรและเกณฑ์จุดตัดในการคัดเลือกตัวแปร

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบการคัดเลือกตัวแปร

ตอนที่ 3 การศึกษาความสามารถของยีนที่ได้จากการคัดเลือกตัวแปรในการจำแนกประเภทเนื้อเยื่อมะเร็งลำไส้ใหญ่ และเนื้อเยื่อปกติ

ตอนที่ 1 การพัฒนาดัชนีวัดความสำคัญของตัวแปรและเกณฑ์จุดตัดในการคัดเลือกตัวแปร

ขั้นตอนนี้เป็นการดำเนินการตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่ต้องการพัฒนาดัชนีวัดความสำคัญของตัวแปร และเกณฑ์จุดตัดในการคัดเลือกตัวแปรบนพื้นฐานวิธีกำลังสองน้อยที่สุดบางส่วน สำหรับการจำแนกประเภทข้อมูล ซึ่งมีวิธีการดำเนินงานดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคัดเลือกตัวแปร
2. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับดัชนีวัดความสำคัญของตัวแปรบนพื้นฐานวิธีกำลังสองน้อยที่สุดบางส่วน
3. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวัดความสอดคล้องของตัวแบบ เมื่อตัวแปรตามเป็นตัวแปรเชิงคุณภาพ
4. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการหาเกณฑ์จุดตัดสำหรับดัชนีวัดความสำคัญของตัวแปรในการคัดเลือกตัวแปร
5. เสนอกรอบแนวคิดเพื่อพัฒนาดัชนีวัดความสำคัญของตัวแปร และเกณฑ์จุดตัดในการคัดเลือกตัวแปรบนพื้นฐานวิธีกำลังสองน้อยที่สุดบางส่วน สำหรับการจำแนกประเภทข้อมูล โดยดัชนีวัดความสำคัญของตัวแปรทำนาย VIIC ที่พัฒนาขึ้น เป็นดังนี้

$$VIIC_j = \sum_{a=1}^h ACR_a \cdot (w_{aj} / \|w_a\|)^2 \quad (3.1)$$

โดยที่ $VIIC_j$ แทน Variable Importance Index for Classification ของตัวแปรทำนายที่ j
 ACR_o แทน Adjusted Count R^2 ขององค์ประกอบ t_o
 w_{oj} แทน น้ำหนักของตัวแปรทำนายที่ j ในองค์ประกอบ t_o
 $\|w_o\|$ แทน ขนาดของเวกเตอร์น้ำหนักขององค์ประกอบ t_o
 ส่วนเกณฑ์จุดตัด BCT ที่พัฒนาขึ้น เป็นดังนี้

$$BCT = Q_3 + 1.5 \times IQR \quad (3.2)$$

โดยที่ BCT แทน เกณฑ์จุดตัด BCT ซึ่งใช้สัญลักษณ์ BCT_{VIIC} และ BCT_{VIP} สำหรับ
 เกณฑ์จุดตัดของดัชนี VIIC และ VIP ตามลำดับ
 Q_1 และ Q_3 แทน ควอร์ไทล์ที่ 1 และ 3 ตามลำดับ ของดัชนี (VIIC หรือ VIP) ของ
 ตัวแปรบวกรวน

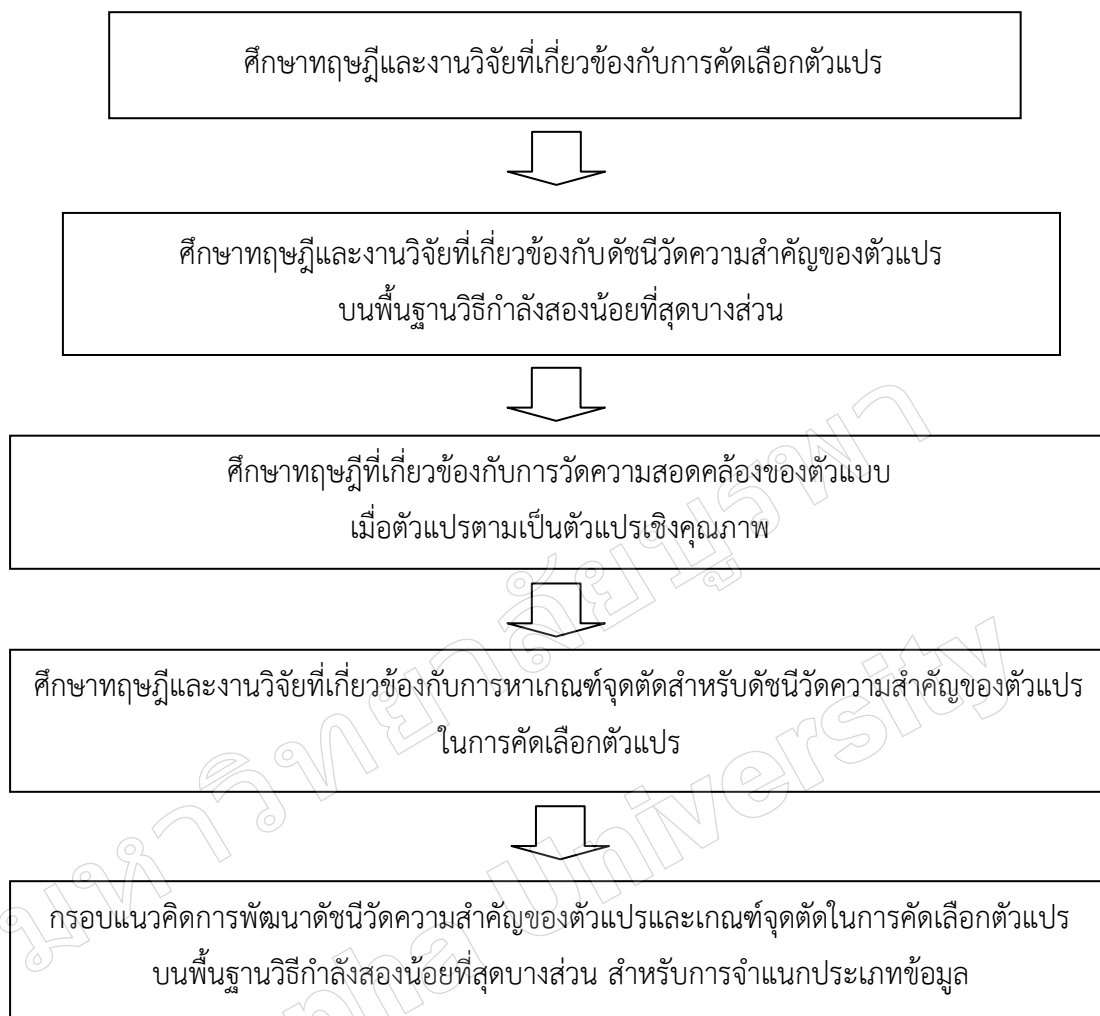
IQR แทน พิสัยระหว่างควอร์ไทล์ (Interquartile Range: $IQR = Q_3 - Q_1$)

จากดัชนีวัดความสำคัญ และเกณฑ์จุดตัดที่พัฒนาขึ้น นำมาใช้ในการคัดเลือกตัวแปรที่
 ประกอบด้วยดัชนีวัดความสำคัญของตัวแปร และเกณฑ์จุดตัด ได้ 2 วิธี ดังนี้

1) วิธี VIP-BCT เป็นการคัดเลือกตัวแปรที่ใช้ดัชนี VIP และใช้เกณฑ์จุดตัด BCT_{VIP}

2) วิธี VIIC-BCT เป็นการคัดเลือกตัวแปรที่ใช้ดัชนี VIIC และใช้เกณฑ์จุดตัด BCT_{VIIC}

สรุปแผนผังของการพัฒนาดัชนีวัดความสำคัญของตัวแปรและเกณฑ์จุดตัดในการคัดเลือก
 ตัวแปร บนพื้นฐานวิธีกำลังสองน้อยที่สุดบางส่วน สำหรับการจำแนกประเภทข้อมูล ได้ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 แผนผังการพัฒนาดัชนีวัดความสำคัญของตัวแปรและเกณฑ์จุดตัดในการคัดเลือกตัวแปร
สำหรับการจำแนกประเภทข้อมูล

ตอนที่ 2 การเปรียบเทียบการคัดเลือกตัวแปร

การศึกษาในขั้นตอนนี้เป็นการเปรียบเทียบการคัดเลือกตัวแปร 3 วิธี คือ (1) การคัดเลือกตัวแปรที่ใช้ดัชนี VIP ที่มีเกณฑ์จุดตัด 1.0 (VIP-1) (2) การคัดเลือกตัวแปรที่ใช้ดัชนี VIP และเกณฑ์จุดตัด BCT_{VIP} (VIP-BCT) และ (3) การคัดเลือกตัวแปรที่ใช้ดัชนี VIIC และเกณฑ์จุดตัด BCT (VIIC-BCT) โดยทดสอบกับข้อมูลจำลอง ซึ่งใช้โปรแกรม MATLAB มีขั้นตอนดังนี้

1. การจำลองข้อมูล
2. การคัดเลือกตัวแปร
3. การหาค่าเกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบการคัดเลือกตัวแปร

สำหรับรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนเป็นดังนี้

การจำลองข้อมูล

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนของการสร้างข้อมูล แต่ละหน่วยตัวอย่างประกอบด้วยข้อมูล

$\{x_i, y_i\}$ โดยกำหนดพารามิเตอร์ที่ใช้สำหรับการสร้างสถานการณ์ได้แก่ เปอร์เซนต์ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการจำแนกประเภทข้อมูล (กำหนด 4 ระดับ ได้แก่ 1%, 3%, 5% และ 10%) ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มข้อมูลของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง (กำหนด 3 ระดับ ได้แก่ 1, 3 และ 5) แบบแผนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่เกี่ยวข้อง (กำหนด 5 แบบแผน ได้แก่ ไม่สัมพันธ์กัน (Σ_1) สัมพันธ์กันที่ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คงที่ 0.5 (Σ_2) และ 0.9 (Σ_3) สัมพันธ์กันที่ระดับสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ไม่คงที่ ซึ่งกำหนดสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทำนายที่ i กับ j เท่ากับ $a^{|i-j|}$ เมื่อ a เท่ากับ 0.5 (Σ_4) และ 0.9 (Σ_5) และขนาดตัวอย่าง (กำหนด 3 ขนาด ได้แก่ 40, 70 และ 100 ตัวอย่าง)

ขั้นตอนการจำลองข้อมูล x_i, y_i เป็นดังนี้

1. สร้างตัวแปรทำนาย $x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ip})$ ซึ่งเป็นเวกเตอร์ของตัวแปรทำนายขนาด p ของหน่วยตัวอย่างที่ i ในงานวิจัยนี้กำหนด $p=2,000$ เป็นตัวแปรทำนายซึ่งประกอบด้วยตัวแปรที่เกี่ยวข้อง และตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้อง โดยตัวแปรแต่ละประเภทมีการแจกแจงดังนี้

1.1 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องของแต่ละกลุ่มข้อมูลมีการแจกแจงปรกติหลายตัวแปร (Multivariate Normal Distribution) โดยมีพารามิเตอร์เวกเตอร์ค่าเฉลี่ย μ_k ($k=-1, +1$) และเมทริกซ์ความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมเกี่ยว Σ ซึ่งได้จากการกำหนดความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มข้อมูลของตัวแปรที่เกี่ยวข้อง และแบบแผนความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่เกี่ยวข้อง ตามลำดับ โดยมีจำนวนตัวแปรที่เกี่ยวข้อง (d) สอดคล้องกับเปอร์เซนต์ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการจำแนกประเภทข้อมูลที่กำหนดไว้

1.2 ตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้องมีการแจกแจงปรกติ (Normal Distribution) โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และความแปรปรวนเท่ากับ 1 ซึ่งมีจำนวนเท่ากับ $p-d$

2. กำหนดค่าตัวแปรตาม y ของแต่ละกลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม -1 และ $+1$
3. สุ่มตัวอย่างด้วยขนาดตัวอย่างที่กำหนด
4. ในแต่ละสถานการณ์จะมีการทำซ้ำ 200 รอบ

การคัดเลือกตัวแปร

หลังจากที่มีข้อมูลพร้อม จากนั้นคัดเลือกตัวแปรด้วยการคัดเลือกตัวแปร 3 วิธี ได้แก่ วิธี VIP-1 วิธี VIP-BCT และวิธี VIIC-BCT ซึ่งการคัดเลือกตัวแปรแต่ละวิธีมีรายละเอียดดังนี้

1. วิธีการคัดเลือกตัวแปร VIP-1

- 1) ใช้วิธีการ PLS-R เมื่อนำเข้าข้อมูล X และ y เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ w_a และ $R^2(y, t_a)$ ขององค์ประกอบ a ($a=1,2,...,h$)
- 2) คำนวณค่าดัชนี VIP_j ($j=1,2,...,2000$)
- 3) เลือกตัวแปรทำนายที่ j เมื่อ $VIP_j > 1$

2. วิธีการคัดเลือกตัวแปร VIP-BCT

- 1) สร้างตัวแปรบรรพวน (X^*) ซึ่งได้จากวิธีเรียงสับเปลี่ยนตัวแปรทำนายเริ่มต้น (X)
- 2) รวมตัวแปรบรรพวนเข้ากับตัวแปรทำนายเริ่มต้น ($Z = [X X^*]$)
- 3) ใช้วิธีการ PLS-R เมื่อนำเข้าข้อมูล Z และ y เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ w_a และ $R^2(y, t_a)$ ขององค์ประกอบ a ($a=1,2,...,h$)
- 4) คำนวณค่าดัชนี VIP_j และดัชนี VIP_j^* ($j=1,2,...,2000$) สำหรับตัวแปรทำนายเริ่มต้น และตัวแปรบรรพวน ตามลำดับ
- 5) คำนวณเกณฑ์จุดตัด BCT_{VIP} จากสมการ (3.2)
- 6) เลือกตัวแปรทำนายที่ j เมื่อ $VIP_j > BCT_{VIP}$

3. วิธีการคัดเลือกตัวแปร VIIC-BCT มีขั้นตอนดังนี้

- 1) สร้างตัวแปรบรรพวน (X^*) ซึ่งได้จากวิธีเรียงสับเปลี่ยนตัวแปรทำนายเริ่มต้น (X)
- 2) รวมตัวแปรบรรพวนเข้ากับตัวแปรทำนายเริ่มต้น ($Z = [X X^*]$)
- 3) ใช้วิธีการ PLS-R เมื่อนำเข้าข้อมูล Z และ y เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ w_a และ t_a ($a=1,2,...,h$)
- 4) คำนวณค่า Adjusted Count R^2 ขององค์ประกอบ a (ACR_a) โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยแบบกำลังสองน้อยที่สุดสามัญ (Ordinary Least Square Regression) ในการสร้างตัวแบบเมื่อใช้องค์ประกอบ a เป็นตัวแปรทำนาย และทำนายกลุ่มที่ได้โดยใช้เกณฑ์การทำนายกลุ่มของ PLS-DA

- 5) คำนวณค่าดัชนี $VIIC_j$ และดัชนี $VIIC_j^*$ ($j=1,2,...,2000$) สำหรับตัวแปรทำนายเริ่มต้น และตัวแปรบรรพวน ตามลำดับ จากสมการที่ (3.1)

- 6) คำนวณเกณฑ์จุดตัด BCT_{VIIC} จากสมการที่ (3.2)

- 7) เลือกตัวแปรทำนายที่ j เมื่อ $VIIC_j > BCT_{VIIC}$

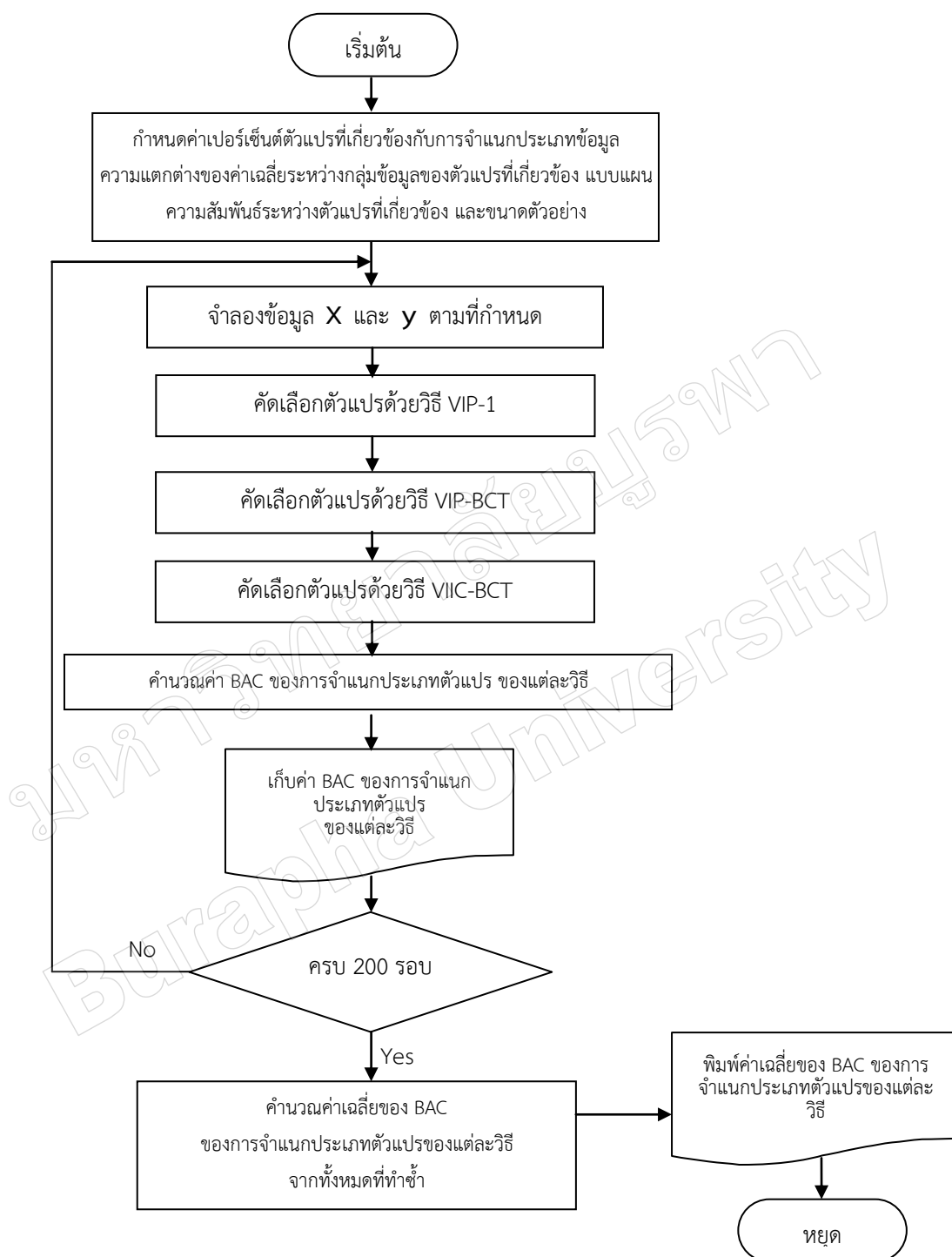
สำหรับการคำนวณค่าทั้งดัชนี $VIIC$ และดัชนี VIP จำนวนองค์ประกอบเป็นพารามิเตอร์หนึ่ง ซึ่งสำหรับข้อมูลจำลอง กำหนดจำนวนองค์ประกอบเป็น 3 องค์ประกอบ

การหาค่าเกณฑ์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบการคัดเลือกตัวแปรแต่ละวิธี

การเปรียบเทียบวิธีการคัดเลือกตัวแปรทั้ง 3 วิธีโดยใช้ BAC ของการจำแนกประเภทตัวแปร (แบ่งประเภทตัวแปรเป็นสองกลุ่มได้แก่ ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง และตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้องกับการจำแนกประเภทข้อมูล) ซึ่งเป็นค่าสัดส่วนความแม่นยำในการจำแนกประเภทตัวแปร โดยถ่วงน้ำหนักระหว่าง Sen และ Spe ของการจำแนกประเภทตัวแปร เมื่อ Sen คือสัดส่วนตัวแปรที่เกี่ยวข้องที่ได้รับการทำนายว่าเป็นตัวแปรที่เกี่ยวข้อง (ได้รับการคัดเลือก) และ Spe คือสัดส่วนตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้องที่ได้รับการทำนายว่าเป็นตัวแปรที่ไม่เกี่ยวข้อง (ไม่ได้รับการคัดเลือก) จากนั้นทดสอบนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เกี่ยวกับ BAC ของการคัดเลือกตัวแปรทั้ง 3 วิธี ว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One Way Analysis of Variance) โดยใช้สถิติทดสอบ F และ สถิติทดสอบ Welch ในกรณีที่ความแปรปรวนของค่า BAC ของแต่ละวิธีเท่ากัน และไม่เท่ากัน ตามลำดับ และเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธีผลต่างที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุด (Least Significant Difference: LSD) และวิธีดันเนตต์ที่ 3 (Dunnett's T3) ในกรณีที่ความแปรปรวนของค่า BAC ของแต่ละวิธีเท่ากัน และไม่เท่ากัน ตามลำดับ

สรุปขั้นตอนการดำเนินงานในการจำลองข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบการคัดเลือกตัวแปรดังภาพ

ที่ 9



ภาพที่ 9 แผนผังการจำลองข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบการคัดเลือกตัวแปร

ตอนที่ 3 การศึกษาความสามารถของยีนที่ได้จากการคัดเลือกตัวแปรในการจำแนกประเภทเนื้อเยื่อมะเร็งลำไส้ใหญ่ และเนื้อเยื่อปกติ

ในขั้นตอนนี้ได้นำการคัดเลือกตัวแปร ซึ่งได้แก่วิธี VIP-1 วิธี VIP-BCT และวิธี VIIC-BCT มาใช้ในการคัดเลือกยีนที่เกี่ยวข้องกับการจำแนกประเภทเนื้อเยื่อมะเร็งลำไส้ใหญ่ และเนื้อเยื่อปกติ และศึกษาความสามารถของยีนเหล่านี้ ในการจำแนกประเภทเนื้อเยื่อมะเร็งลำไส้ใหญ่ และเนื้อเยื่อปกติ โดยมีรายละเอียดดังนี้

กลุ่มตัวอย่าง

เป็นเนื้อเยื่อมะเร็งลำไส้ใหญ่จำนวน 40 ชิ้นเนื้อ และเนื้อเยื่อปกติ จำนวน 22 ชิ้นเนื้อ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยเป็นข้อมูลหัตถยภูมิของข้อมูลไมโครอาร์เรย์เกี่ยวกับมะเร็งลำไส้ใหญ่ ที่ได้จากการศึกษารูปแบบการแสดงออกของยีนของสิ่งมีชีวิตหลายยีนพร้อม ๆ กัน โดยเป็นข้อมูลที่เผยแพร่ในเว็บไซต์ <http://genomics-pubs.princeton.edu/oncology/affydata/index.html> (Alon et al., 1999) ประกอบด้วยเนื้อเยื่อจำนวน 62 ชิ้นเนื้อ โดยเป็นเนื้อเยื่อมะเร็งลำไส้ใหญ่ 40 ชิ้นเนื้อ และเนื้อเยื่อปกติ 22 ชิ้นเนื้อ ซึ่งมียีน (ตัวแปรทำนาย) จำนวน 2,000 ยีน

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ การคัดเลือกยีนที่เกี่ยวข้องกับการจำแนกประเภทเนื้อเยื่อมะเร็งลำไส้ใหญ่ และเนื้อเยื่อปกติ และการศึกษาความสามารถของยีนที่ได้จากการคัดเลือกตัวแปรในการจำแนกประเภทเนื้อเยื่อมะเร็งลำไส้ใหญ่ และเนื้อเยื่อปกติ

การคัดเลือกยีนที่เกี่ยวข้องกับการจำแนกประเภทเนื้อเยื่อมะเร็งลำไส้ใหญ่ และเนื้อเยื่อปกติ

1. รวบรวมข้อมูลไมโครอาร์เรย์เกี่ยวกับมะเร็งลำไส้ใหญ่
2. หาจำนวนองค์ประกอบที่ดีที่สุดสำหรับข้อมูล ที่ให้อัตราค่าคลาดเคลื่อนจากการจำแนกประเภทข้อมูลในข้อมูลทดสอบน้อยที่สุด โดยแบ่งข้อมูลด้วยวิธียกออก (Holdout) ซึ่งใช้อัตราส่วนข้อมูลฝึกฝน (Training Data) ต่อข้อมูลทดสอบ (Test Data) เท่ากับ 7:3
3. คัดเลือกยีน โดยใช้การคัดเลือกตัวแปร 3 วิธี ได้แก่ วิธี VIP-1 วิธี VIP-BCT และวิธี VIIC-BCT

การศึกษาความสามารถของยีนที่ได้จากการคัดเลือกตัวแปรในการจำแนกประเภทเนื้อเยื่อมะเร็งลำไส้ใหญ่ และเนื้อเยื่อปกติ

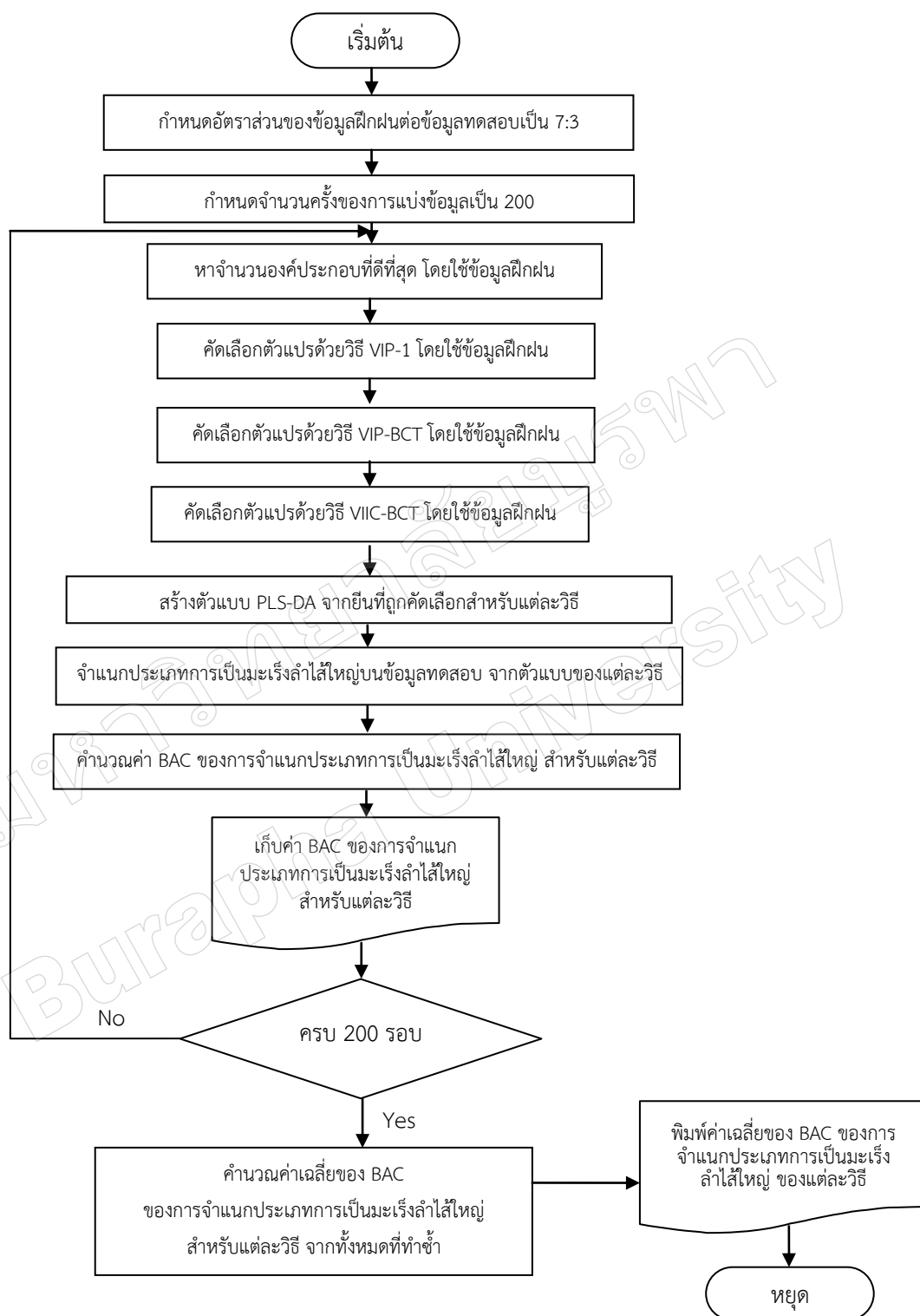
การวิเคราะห์ข้อมูลนี้เป็นการศึกษาความสามารถของยีนที่ได้จากการคัดเลือกตัวแปร ในการจำแนกประเภทเนื้อเยื่อมะเร็งลำไส้ใหญ่ และเนื้อเยื่อปกติ ซึ่งใช้วิธีการคัดเลือกตัวแปร 3 วิธี ได้แก่

วิธี VIP-1 วิธี VIP-BCT และวิธี VIIC-BCT โดยสร้างตัวแบบสำหรับการจำแนกประเภทด้วย PLS-DA มีวิธีดำเนินงานดังนี้

1. แบ่งข้อมูลเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลฝึกฝนและข้อมูลทดสอบ โดยใช้วิธียกออกด้วยอัตราส่วนข้อมูลฝึกฝนต่อข้อมูลทดสอบเท่ากับ 7:3
2. หาจำนวนองค์ประกอบที่ดีที่สุด ที่ให้อัตราค่าคลาดเคลื่อนจากการจำแนกประเภทเนื้อเยื่อมะเร็งลำไส้ใหญ่ และเนื้อเยื่อปกติ น้อยที่สุดด้วยวิธียกออก
3. คัดเลือกยีน โดยใช้การคัดเลือกตัวแปร 3 วิธี ได้แก่ วิธี VIP-1 วิธี VIP-BCT และวิธี VIIC-BCT
4. สร้างตัวแบบสำหรับการจำแนกประเภทด้วยวิธี PLS-DA จากยีนที่ได้รับคัดเลือกสำหรับแต่ละวิธี
5. จำแนกประเภทเนื้อเยื่อบนข้อมูลทดสอบ จากตัวแบบของแต่ละวิธี
6. คำนวณค่า BAC ของการจำแนกประเภทการเป็นมะเร็งลำไส้ใหญ่ สำหรับแต่ละวิธี
7. ทำซ้ำขั้นที่ 1 – 6 จำนวน 200 รอบ
8. หาค่าเฉลี่ยของ BAC จากการทำซ้ำจำนวน 200 รอบ ของการแบ่งส่วนข้อมูล สำหรับแต่ละวิธี และทดสอบนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ว่า BAC มีค่าเฉลี่ยมากกว่า 80% ด้วยการทดสอบ z (z-test)

การวัดความสามารถของยีนที่ได้จากการคัดเลือกตัวแปร ในการจำแนกประเภทเนื้อเยื่อ มะเร็งลำไส้ใหญ่ และเนื้อเยื่อปกติ นั้น พิจารณาจาก BAC ของการจำแนกประเภทการเป็นมะเร็งลำไส้ใหญ่ ซึ่งเป็นค่าความแม่นยำในการจำแนกประเภทเนื้อเยื่อ มะเร็งลำไส้ใหญ่ และเนื้อเยื่อปกติที่ ถ่วงน้ำหนักระหว่าง Sen และ Spe ของการจำแนกประเภทการเป็นมะเร็งลำไส้ใหญ่ โดยที่ Sen คือ สัดส่วนตัวอย่างเนื้อเยื่อ มะเร็งลำไส้ใหญ่ที่ได้รับการทำนายว่าเป็นเนื้อเยื่อ มะเร็งลำไส้ใหญ่ และ Spe คือ สัดส่วนตัวอย่างเนื้อเยื่อปกติที่ได้รับการทำนายว่าเป็นเนื้อเยื่อปกติ

สรุปขั้นตอนการศึกษาความสามารถของยีนที่ได้จากการคัดเลือกตัวแปรในการจำแนกประเภทเนื้อเยื่อ มะเร็งลำไส้ใหญ่ และเนื้อเยื่อปกติ ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 แผนผังการศึกษาความสามารถของยีนที่ได้จากการคัดเลือกตัวแปรในการจำแนกประเภทเนื้อเยื่อมะเร็งลำไส้ใหญ่ และเนื้อเยื่อปกติ