# บทที่ 2

## วรรณคดีที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาบทความ งานวิจัยและตำราต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้สถิติในการวิจัยการกำหนดขนาดตัวอย่าง และการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางการศึกษา ผู้วิจัยได้เสนอวรรณคดีที่เกี่ยวข้องเป็น 4 ตอนประกอบด้วย ตอนที่ 1 มโนทัศน์พื้นฐานสำหรับการวิจัย ตอนที่ 2 การกำหนดขนาดตัวอย่าง ตอนที่ 3 ระเบียบวิธีการวิจัยและพัฒนาคอมพิวเตอร์ทางการศึกษา ตอนที่ 4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยรายละเอียดแต่ละตอนมีดังนี้

### ตอนที่ 1 มโนทัศน์พื้นฐานสำหรับการวิจัย

ในการทำความเกี่ยวกับกระบวนการวิจัย มีความจำเป็นที่จะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับคำศัพท์สำคัญอันเป็นมโนทัศน์พื้นฐานสำหรับการวิจัย ซึ่งคำศัพท์อันเป็นพื้นฐานการวิจัย ได้แก่ ตัวแปร มาตราการวัด และประเภทของตัวแปร

1. ตัวแปร (variable)

ตัวแปร คือ สิ่งที่โดยทั่วไปแล้วสามารถแปรค่าได้ต่าง ๆ กันในประชากรหรือในกลุ่มตัวอย่างที่เรานำมาศึกษา เช่น ส่วนสูง หรือน้ำหนักของแต่ละคนในกลุ่มตัวอย่างที่เราศึกษา เป็นต้น ส่วนสูงเป็นตัวแปรเพราะแต่ละคนมีความสูงต่าง ๆ กัน เพศของแต่ละคนในกลุ่มตัวอย่างก็เป็นตัวแปรเช่นเดียวกัน เพราะบางคนเป็นผู้หญิง บางคนเป็นผู้ชาย ส่วนสูงของแต่ละคนจะแปรค่าตามมาตราของความสูง เช่น บางคนสูง 160 เซ็นติเมตร บางคน 158 เซ็นติเมตร บางคน 163 เซ็นติเมตร เป็นต้น น้ำหนักก็เช่นกัน จะแปรค่าตามมาตรของน้ำหนักแล้วแต่ว่าใครจะหนักเท่าไรแตกต่างกันไป เพศแปรค่าได้เป็นเพศชาย เพศหญิง จะเห็นได้ว่าตัวแปรแต่ละตัวจะแปรค่าไปตามหน่วยของมาตราการวัดที่ใช้วัดค่าตัวแปรนั้น ๆ จากตัวอย่างที่ยกมานี้ ถ้ามีคำถามว่า ตัวแปรที่ค่าของมันไม่แปรค่าจะยังคงเรียกว่าตัวแปรหรือไม่ เช่น ถ้าทุกคนในกลุ่มที่ศึกษา มีส่วนสูง 165 เซ็นติเมตรเท่ากันหมด ในกรณีนี้ส่วนสูงยังคงเป็นตัวแปรอยู่หรือไม่ คำตอบคือ ส่วนสูงยังเป็นตัวแปรเช่นกัน แต่ในกรณีนี้เรียกว่า ตัวแปรคงที่ (fixed variable) คือสภาพโดยทั่วไปของตัวแปรนั้นสามารถแปรค่าได้ เพียงแต่ในกลุ่มตัวอย่างที่เรานำมาศึกษานั้นค่าของมันไม่แปร ซึ่งถือเป็นค่าคงที่ (constant) เนื่องจากค่าของสิ่งนั้นจะไม่แปร เช่น จำนวนวันในเดือนสิงหาคม เป็นต้น หรือค่าคงที่ในสมการถดถอยพหุก็เช่นกัน ถ้ายังเป็นสมการเดิม ค่านี้ก็ยังคงเดิม นอกจากเราไปสุ่มตัวอย่างมาใหม่แล้วสร้างสมการใหม่ ค่าคงที่นี้จึงจะเปลี่ยนไป

2. มาตราการวัด (measurement scales)

ในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับตัวแปร มาตราต่าง ๆ ที่ใช้วัดค่าของแต่ละตัวแปร นับว่าเป็นสิ่งสำคัญที่ควรได้ทำความเข้าใจให้ชัดเจนในขั้นต้น เพราะการแปรค่าของตัวแปรไม่ว่าจะเป็นตัวแปรใดก็ตาม จะแปรค่าตามมาตราการวัดไม่ประเภทใดก็ประเภทหนึ่งต่อไปนี้

2.1 มาตรานามบัญญัติ (nominal scale)

มาตรานี้เป็นมาตราวัดระดับต่ำที่สุด ซึ่งเป็นการกำหนดสัญลักษณ์ หรือตัวเลขเพื่อจำแนกจัดประเภทสิ่งของ หรือคุณลักษณะต่าง ๆ ซึ่งตัวเลขที่กำหนดขึ้นเป็นเพียงการจำแนกประเภทลักษณะต่าง ๆ ภายในตัวแปรเท่านั้น เช่น ศาสนาที่นับถืออาจจะแปรค่าเป็น พุทธ คริสต์ อิสลาม ถ้ากำหนดให้ พุทธ = 1, คริสต์ = 2, อิสลาม = 3 ตัวเลข 1, 2 หรือ 3 จะบอกถึงศาสนาที่นับถือตามที่กำหนดไว้เท่านั้น มิได้สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์แต่ประการใด ในมาตราการวัดนี้สามารถจำแนกตามลักษณะของตัวแปรได้ 3 แบบคือ

TRUE DICHOTOMOUS คือ ตัวแปรตามมาตรานี้ที่สามารถจำแนกลักษณะเป็นเพียง 2 ลักษณะที่แท้จริงตามธรรมชาติ เช่น เพศ (ชาย,หญิง) สถานภาพสมรส (โสด,ไม่โสด) เป็นต้น

FORCED DICHOTOMOUS คือ ตัวแปรตามมาตรานี้ที่สามารถจำแนกลักษณะเป็น 2 ลักษณะ โดยเกณฑ์ในการจำแนกจะถูกกำหนดขึ้นเองให้เป็น 2 กรณี เช่น ผลการสอบ (ผ่าน,ไม่ผ่าน) จำแนกระดับการศึกษาของครู (ระดับต่ำกว่าปริญญาตรี, สูงกว่าปริญญาตรี) เป็นต้น

POLYTOMOUS คือตัวแปรตามมาตรานี้ที่สามารถจำแนกลักษณะได้มากกว่า 2 ลักษณะ เช่น ศาสนาที่นับถือ (พุทธ, คริสต์, อิสลาม) หมายเลขประจำตัวนิสิต, หมายเลขห้อง, หมายเลขประจำตัวผู้เสียภาษีอากร, หมายเลขทะเบียนรถ, ตัวเลขที่ระบุสายรถเมล์, เลขที่บ้าน, หมายเลขโทรศัพท์, เบอร์นักฟุตบอล เป็นต้น

2.2 มาตราอันดับ (ordinal scale)

มาตรานี้จะมีความละเอียดของการวัดเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับมาตรานามบัญญัติ เพราะตัวเลขที่แสดงอันดับหรือลำดับ จะมีความหมายที่บอกให้ทราบถึงตำแหน่งของค่านั้นเมื่อเทียบกับค่าอื่นในกลุ่มเดียวกัน เช่น ลำดับที่ของผลการเรียนในชั้น คนที่สอบได้ลำดับที่ 2 คะแนนของเขาก็จะอยู่ในตำแหน่งที่สูงกว่าคะแนนของคนที่สอบได้ลำดับที่ 3 เพียงแต่ว่าไม่ได้วัดละเอียดลงไปถึงตัวค่าจริงของสิ่งที่วัดนั้น

ตัวอย่างตัวแปรที่วัดในมาตรานี้คือ ยศทางทหาร, ตำแหน่งทางวิชาการ, ความแข็งของธาตุ, ตำแหน่งคะแนนการสอบ, การจัดอันดับต่าง ๆ เช่น ความสวยของนางงาม, ความสวยของการดัดลายมือ

2.3 มาตราช่วง (interval scale)

มาตรานี้จะมีการวัดค่าที่ละเอียดไปถึงค่าจริงของสิ่งที่วัด ตัวเลขที่วัดได้จากมาตรานี้จะมีช่วงห่างที่เท่ากัน ค่าที่เป็นศูนย์ในมาตรานี้เป็นเพียงค่าที่กำหนดขึ้นเองเท่านั้น จะไม่ใช่ศูนย์แท้ เช่นคะแนนผลการเรียนในวิชาต่าง ๆ นักเรียนที่ได้คะแนน 0 ไม่ได้หมายความว่าเขาไม่มีความรู้เลย ในวิชานั้น

ดังนั้นมาตรานี้จึงสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างของสิ่งที่วัดได้ แต่จะบอกความแตกต่างเป็นจำนวนเท่าไม่ได้ ตัวอย่างตัวแปรที่วัดในมาตรานี้คือ มาตราการวัดอุณหภูมิแบบเซลเซียส และฟาเรนไฮต์, คะแนนสอบ, คะแนนสติปัญญา (IQ)

2.4 มาตราอัตราส่วน (ratio scale)

มาตรานี้เป็นมาตราที่วัดได้ละเอียดที่สุด ตัวเลขที่วัดได้จะสื่อความหมายตรงตามค่าของสิ่งที่วัดและเป็นมาตราที่มีค่าศูนย์แท้ คือ ถ้าตัวเลขที่วัดได้มีค่าเป็นศูนย์ก็แสดงว่าสิ่งที่วัดนั้นมีค่าเป็นศูนย์ด้วย

ตัวอย่างตัวแปรที่มีค่าแปรตามมาตรานี้คือ น้ำหนัก, ความสูง, ระยะทาง, อายุ, เวลา, ความเร็ว, อุณหภูมิแบบเคลวิน, ความยาว, พื้นที่, ปริมาตร, ปริมาณน้ำฝน, แรงต้านทานไฟฟ้า, ความแข็งของวัตถุ, จำนวนเม็ดเลือดขาว

3. ประเภทของตัวแปร

3.1 ตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม (independent and dependent variable)

คำว่า "ตัวแปรอิสระ" และ "ตัวแปรตาม" มักจะใช้กันบ่อยในการวิจัยเชิงทดลองหรือ กึ่งทดลอง เพราะมักจะเป็นเรื่องของการสรุปความเป็นเหตุเป็นผลต่อกันของสิ่งที่ศึกษา ตัวแปรอิสระหรือบางทีเรียกว่าตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เกิดขึ้นก่อน และถือว่าเป็นเหตุของของตัวแปรตามซึ่งเป็นตัวแปรที่คาดคะเนว่าจะได้รับจากการทดลอง ตัวอย่างของการศึกษาที่จะแสดงให้เห็นถึงลักษณะของตัวแปรอิสระหรือตัวแปรตามคือ สมมติว่าครูต้องการจะทดสอบผลที่เกิดขึ้นกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากการสอนสามวิธี ได้แก่ วิธี A, วิธี B และวิธี C โดยครูอาจสอนนักเรียนแต่ละกลุ่ม (พื้นความรู้ความสามารถเดิมเท่าเทียมกัน) ด้วยวิธีสอนในแต่ละวิธี แล้ววัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพื่อจะได้นำมาเปรียบเทียบกัน แบบนี้วิธีสอนก็คือ ตัวแปรอิสระ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคือ ตัวแปรตาม หรือถ้าหากผู้วิจัยจะเปรียบเทียบความวิตกกังวลระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง แบบนี้เพศจะถือว่าเป็นตัวแปรอิสระ และความวิตกกังวลคือตัวแปรตาม จากตัวอย่างที่ยกมาทั้งสองตัวอย่างนี้จะเห็นว่าตัวแปรอิสระนั้นอาจนำจะจำแนกออกไปได้เป็น 2 แบบ คือ ตัวแปรอิสระที่สามารถจัดกระทำได้ (active variable) และตัวแปรอิสระที่ไม่สามารถจัดกระทำได้ แต่จะเป็นการจัดกระทำที่อยู่ในตัวแปรนั้นเอง (attribute variable) โดยลักษณะแต่ละอย่างจะเป็นเสมือนกับเหตุที่ทำให้เกิดผลในตัวแปรตาม ผู้วิจัยเป็นเพียงผู้เลือกกำหนดว่ากลุ่มใดมีลักษณะใด แต่ไม่ได้จัดกระทำหรือสร้างลักษณะนั้นขึ้นมา ตัวอย่างที่ยกเพิ่มเติมสำหรับตัวแปรอิสระทั้ง 2 ประเภทตามที่กล่าวมานี้ เช่น สมมติว่าผู้วิจัยต้องการทราบผล

ของอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมที่มีต่อคุณภาพของสินค้าที่คนงานผลิตออกมาได้ ผู้วิจัยอาจจะแบ่งคนงานออกเป็น 3 กลุ่ม แล้วปรับอุณหภูมิในห้องทำงานของแต่ละกลุ่มให้ต่างกัน แล้วนำคุณภาพสินค้าที่ผลิตได้จากแต่ละห้องมาเปรียบเทียบกัน กรณีนี้อุณหภูมิจัดว่าเป็นตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น ซึ่งแปรค่าเพราะการจัดกระทำโดยผู้วิจัย (active variable) แต่ถ้าในตัวอย่างเดียวกันนี้ ถ้าผู้วิจัยต้องการจะรู้ว่า ในกลุ่มของคนงานที่มีอายุต่างกันนั้นสินค้าที่ผลิตได้มีคุณภาพแตกต่างกันหรือไม่ กรณีนี้ผู้วิจัยอาจเลือกแบ่งกลุ่มคนงานออกเป็นช่วงวัยต่าง ๆ เช่น กลุ่มที่มีอายุ 16 - 21 ปี, 25 - 34 ปี เป็นต้น แล้วเปรียบเทียบคุณภาพผลผลิตของแต่ละกลุ่ม แบบนี้กลุ่มอายุก็จะเป็นตัวแปรอิสระซึ่งเกิดจากการกำหนดกลุ่มของผู้วิจัย ตามลักษณะช่วงอายุของแต่ละกลุ่ม (attribute variable)

ลักษณะของงานวิจัยที่ตัวแปรต้นเป็นตัวแปรที่เกิดจากการจัดกระทำโดยตรงของผู้วิจัย หรือผู้ดำเนินการทดลอง มักจะเรียกว่าเป็นการวิจัยในเชิงทดลอง (experimental research) ไม่ว่าจะทำในห้องทดลอง (laboratory) หรือทำในสภาพธรรมชาติ (natural setting) และเช่นเดียวกัน การวิจัยที่การจัดกระทำเกี่ยวกับตัวแปรอิสระเกิดขึ้นจากการเลือกกำหนดกลุ่มตัวอย่างตามลักษณะที่มีอยู่แล้วในตัวแปรนั้น มักจะเรียกว่าเป็นการวิจัยที่ศึกษาความสัมพันธ์ (correlation research)

3.2 เมื่อพิจารณาตามค่าความต่อเนื่อง สามารถจำแนกตัวแปรออกเป็น ตัวแปรต่อเนื่อง และตัวแปรไม่ต่อเนื่อง (continuous variable and discrete variable)

ตัวแปรต่อเนื่อง (continuous variable) เป็นตัวแปรที่มีค่าละเอียดเป็นไปได้ทุกค่า เช่น อายุ ความสูง น้ำหนัก ระดับสติปัญญา เป็นต้น ลักษณะที่สำคัญของตัวแปรต่อเนื่อง คือ เราสามารถวัดลงไปได้ละเอียดตามที่ต้องการได้ ซึ่งความละเอียดในการวัด (refineness) จะช่วยเพิ่มความถูกต้อง (exactness) ของตัวเลขที่วัดได้ คือ สามารถทำให้ค่าที่วัดได้สามารถเข้าใกล้ค่าที่แท้จริงของสิ่งที่วัดมากขึ้น เช่น อายุของคน อาจจะวัดได้เป็นปี เดือน วัน หรือละเอียดลงไปมากกว่านั้นก็ได้ เป็นต้น

ตัวแปรไม่ต่อเนื่อง (discrete variable หรือ categorical variable) เป็นตัวแปรที่ไม่สามารถวัดลงไปละเอียดเช่นนั้นได้ เช่น จำนวนสมาชิกในครอบครัว หรือจำนวนหนังสือในห้องสมุด เป็นต้น สมาชิกในครอบครัวอาจจะมี 3 หรือ 5 หรือ 6 คน แต่จะไม่มี 3.5 หรือ 5.2 คน คือ หน่วยในการวัดของมันจะหยุดที่จำนวนคนเท่านั้น จะซอยลงไปมากกว่านั้นไม่ได้ โดยหลักทั่ว ๆ ไปอาจกล่าวได้ว่า ตัวแปรไม่ต่อเนื่องนี้คือ ตัวแปรที่วัดได้โดยการนับนั่นเอง แต่อย่างไรก็ตามอาจจะกล่าวได้ว่า ตัวแปรต่อเนื่องทุกตัวถ้าจะวัดให้ละเอียดลงไปก็จะไปถึงจุดที่มีความไม่ต่อเนื่องเช่นกัน ขึ้นอยู่กับว่าผู้วัดต้องการจะวัดให้ละเอียดแค่ไหน

3.3 เมื่อพิจารณาจากลักษณะของสิ่งที่แปร (qualitative variable and quantitative variable)

ตัวแปรเชิงคุณลักษณะหรือตัวแปรเชิงคุณภาพเป็นตัวแปรที่มีลักษณะสามารถแยกประเภทที่แตกต่างกันได้ แปรค่าตามลักษณะของมันซึ่งแบ่งออกไปตามประเภท (category) เช่น สีของผม, ที่ตั้งของโรงเรียน, เพศ, เชื้อชาติ เป็นต้น การแปรค่าของตัวแปรแบบนี้จะแปรในมาตรานามบัญญัติ (nominal scale) ซึ่งเป็นมาตรวัดที่ค่อนข้างหยาบคือ ตัวเลขใช้เพียงแต่จำแนกประเภทเท่านั้น เช่น 1 = ชาย 2 = หญิง เป็นต้น ตัวเลขที่ได้จึงไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ การเปรียบเทียบบอกได้แต่เพียงลักษณะของแต่ละค่าที่แปรไปเท่านั้น

ตัวแปรเชิงปริมาณ เป็นตัวแปรที่สามารถให้ค่าเป็นตัวเลขได้ต่างกัน ตัวเลขนี้อาจจะได้จากการนับหรือการวัด มีลักษณะที่เป็นลำดับที่หรือค่าที่แปรตามค่าจริงทั้งในแบบที่ต่อเนื่อง (continuous) และไม่ต่อเนื่อง (discrete) และทั้งในมาตราที่มีศูนย์แท้และไม่ใช่ศูนย์แท้ เช่นลำดับที่ของการเป็นบุตร จำนวนบุตร คะแนนวิชาสถิติ อายุ เป็นต้น

ตัวแปรที่แปรค่าในลักษณะนี้ค่าที่แปรสามารถนำมาจัดอันดับ หรือเปรียบเทียบขนาดกันได้ เป็นตัวแปรที่ระดับของการวัดทำได้ละเอียดกว่า เมื่อเทียบกับตัวแปรในเชิงคุณลักษณะหรือคุณภาพ

**ตอนที่ 2 การกำหนดขนาดตัวอย่าง**

การเก็บรวมรวมข้อมูลทางการวิจัย โดยทั่วไปประชากรที่ผู้วิจัยสนใจมีขนาดใหญ่ ผู้วิจัยไม่สามารถเก็บข้อมูลจากทุกหน่วยได้ การเลือกสมาชิกจำนวนหนึ่งจากกลุ่มประชากรมาใช้ในการวิจัยคือการสุ่มตัวอย่าง (random sampling) ซึ่งการสุ่มตัวอย่างหากมีเทคนิคหรือขั้นตอนการสุ่มเป็นอย่างดีจะส่งผลให้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดีของประชากรได้ และขั้นตอนสำคัญขั้นตอนหนึ่งของการสุ่มตัวอย่างก็คือ การกำหนดขนาดตัวอย่างซึ่งเป็นปัญหาของนักวิจัยอีกประการหนึ่งว่าจำนวนกลุ่มตัวอย่างเท่าไรจึงจะมีขนาดที่เหมาะสมสำหรับการดำเนินงานวิจัย ซึ่งผู้ทำงานด้านสถิติได้พยายามสร้างรูปแบบของการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างไว้ให้ใช้กันหลายรูปแบบ มีการกำหนดเป็นสูตรการคำนวณ การสร้างเป็นตารางสำเร็จ ทำให้สามารถเลือกใช้ได้ตามความเหมาะสมในแต่ละสถานการณ์

การกำหนดขนาดตัวอย่างสำหรับการวิจัยแต่ละประเภทนั้นจะพิจารณาจากองค์ประกอบของสถิติทดสอบที่ต่างกัน แล้วแต่ว่างานวิจัยนั้นจัดอยู่ในประเภทใด เช่น ถ้าเป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ ก็จะมีกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก หรืออาจจะเจาะจงเลยว่าจะศึกษากับใคร ถ้าเป็นงานวิจัยเชิงสำรวจ หรือเชิงบรรยายก็จะพิจารณาจากองค์ประกอบหนึ่ง งานวิจัยเชิงทดลองก็จะพิจารณาอีกองค์ประกอบหนึ่ง ซึ่งงานวิจัยที่ผู้วิจัยศึกษากันมากคือ การวิจัยเชิงสำรวจหรือเชิงบรรยาย และงานวิจัยเชิงทดลอง

2.1 การกำหนดขนาดตัวอย่างของการวิจัยเชิงสำรวจหรือการวิจัยเชิงบรรยาย จากการศึกษาสามารถแบ่งการกำหนดขนาดตัวอย่างของงานวิจัยนี้เป็น 4 กรณีดังนี้

1) การกำหนดขนาดตัวอย่างในการทดสอบค่าเฉลี่ยเมื่อทราบขนาดของประชากรหรือประชากรมีจำนวนจำกัด

สูตรในการคำนวณ

$$n_u = \frac{NZ^2\sigma^2}{NE^2 + Z^2\sigma^2}$$ (อ้างถึงใน ศิริชัย กาญจนวาสี และคณะ, 2540)

$n_u$ คือ ขนาดของตัวอย่างที่ต้องการกำหนดเมื่อต้องการศึกษาค่าเฉลี่ย ($\mu$) จากประชากร

N คือ ขนาดประชากร (จำนวนทั้งสิ้นของประชากร)

Z คือ ค่าที่กำหนดจากค่าความเชื่อมั่นที่ผู้วิจัยต้องการจะใช้เพื่องานการสรุปผล

$\sigma^2$ คือ ค่าความแปรปรวนของตัวแปรหลักที่ต้องการศึกษา

E คือ คะแนนความคลาดเคลื่อนที่ผู้วิจัยสามารถจะยอมให้เกิดขึ้นได้ในการสรุปผล

2) การกำหนดขนาดตัวอย่างในการทดสอบค่าเฉลี่ยเมื่อไม่ทราบขนาดของประชากรหรือประชากรมีขนาดที่ใหญ่มาก

สูตรในการคำนวณ

$$n_u = \frac{Z^2\sigma^2}{E^2}$$ (อ้างถึงใน ศิริชัย กาญจนวาสี และคณะ, 2540)

$n_u$ คือ ขนาดของตัวอย่างที่ต้องการกำหนดเมื่อต้องการศึกษาค่าเฉลี่ย ($\mu$) จากประชากร

Z คือ ค่าที่กำหนดจากค่าความเชื่อมั่นที่ผู้วิจัยต้องการจะใช้เพื่องานการสรุปผล

$\sigma^2$ คือ ค่าความแปรปรวนของตัวแปรหลักที่ต้องการศึกษา

E คือ คะแนนความคลาดเคลื่อนที่ผู้วิจัยสามารถจะยอมให้เกิดขึ้นได้ในการสรุปผล

3) การกำหนดขนาดตัวอย่างในการทดสอบสัดส่วนเมื่อทราบขนาดของประชากรหรือประชากรมีจำนวนจำกัด

สูตรในการคำนวณ

$$n_p = \frac{NZ^2P(1-P)}{NE^2 + Z^2P(1-P)}$$ (อ้างถึงใน ศิริชัย กาญจนวาสี และคณะ, 2540)

$n_p$ คือ ขนาดของตัวอย่างที่ต้องการกำหนดเมื่อต้องการศึกษาค่าสัดส่วน (P) จากประชากร

N คือ ขนาดประชากร (จำนวนทั้งสิ้นของประชากร)

Z คือ ค่าที่กำหนดจากค่าความเชื่อมั่นที่ผู้วิจัยต้องการจะใช้เพื่องานการสรุปผล

E คือ ค่าสัดส่วนความคลาดเคลื่อนที่ผู้วิจัยสามารถจะยอมให้เกิดขึ้นได้ในการสรุปผล

P คือ ค่าสัดส่วนของลักษณะที่ต้องการศึกษา (จากตัวแปรหลัก)

4) การกำหนดขนาดตัวอย่างในการทดสอบสัดส่วนเมื่อไม่ทราบขนาดของประชากรหรือประชากรมีขนาดที่ใหญ่มาก

สูตรในการคำนวณ

$$n_p = \frac{Z^2P(1-P)}{E^2}$$ (อ้างถึงใน ศิริชัย กาญจนวาสี และคณะ, 2540)

$n_p$ คือ ขนาดของตัวอย่างที่ต้องการกำหนดเมื่อต้องการศึกษาค่าสัดส่วน (P) จากประชากร

Z คือ ค่าที่กำหนดจากค่าความเชื่อมั่นที่ผู้วิจัยต้องการจะใช้เพื่องานการสรุปผล

E คือ ค่าสัดส่วนความคลาดเคลื่อนที่ผู้วิจัยสามารถจะยอมให้เกิดขึ้นได้ในการสรุปผล

P คือ ค่าสัดส่วนของลักษณะที่ต้องการศึกษา (จากตัวแปรหลัก)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2 การกำหนดขนาดตัวอย่างของการวิจัยเชิงทดลองสำหรับการทดสอบค่าเฉลี่ย ซึ่ง Cohen (1977) และ Kirk (1995) กล่าวถึงการกำหนดขนาดตัวอย่างสำหรับสถิติทดสอบ t-test และ F-test ซึ่งสามารถใช้กำหนดขนาดตัวอย่างได้ ดังนี้คือ

1) กรณีการทดสอบ t-test

1.1) t-test 1 กลุ่ม

สูตรในการคำนวณ

$$Z_\beta = \frac{d(n-1)\sqrt{n}}{(n-1)+1.21(z_\alpha - 1.06)} - Z_\alpha$$ (Kirk, 1995)

n คือ ขนาดตัวอย่าง

$Z_\beta$ คือ ค่า z จากตารางการแจกแจงแบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับค่า $\beta$

$Z_\alpha$ คือ ค่า z จากตารางการแจกแจงแบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับค่า $\alpha$

d คือ ขนาดอิทธิพล

1.2) t-test 2 กลุ่ม อิสระ

สูตรในการคำนวณ

$$Z_\beta = \frac{d(n-1)\sqrt{2n}}{2(n-1)+1.21(z_\alpha - 1.06)} - Z_\alpha$$ (Cohen, 1977 & Kirk, 1995)

n คือ ขนาดตัวอย่าง

$Z_\beta$ คือ ค่า z จากตารางการแจกแจงแบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับค่า $\beta$

$Z_\alpha$ คือ ค่า z จากตารางการแจกแจงแบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับค่า $\alpha$

d คือ ขนาดอิทธิพล

1.3) t-test 2 กลุ่ม สัมพันธ์

สูตรในการคำนวณ

$$Z_\beta = \frac{d(n-1)\sqrt{n}}{(n-1)+.605(z_\alpha - 1.06)\sqrt{2(1-\rho)}} - Z_\alpha$$ (Kirk, 1995)

n คือ ขนาดตัวอย่าง

$Z_\beta$ คือ ค่า z จากตารางการแจกแจงแบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับค่า $\beta$

$Z_\alpha$ คือ ค่า z จากตารางการแจกแจงแบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับค่า $\alpha$

d คือ ค่าขนาดอิทธิพลของสถิติทดสอบ t

$\rho$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษา

2) กรณีการทดสอบ F-test

การคำนวณขนาดตัวอย่างและอำนาจทางสถิติสำหรับทดสอบ F-test นั้น Cohen (1977) ได้นำเสนอไว้ดังนี้

สูตรในการคำนวณ

$$Z_{1-\beta} = \frac{\sqrt{2(u+\lambda) - \frac{u+2\lambda}{u+\lambda}} - \sqrt{(2v-1)\frac{uF_c}{v}}}{\sqrt{\frac{uF_c}{v} + \frac{u+2\lambda}{u+\lambda}}}$$ (Cohen, 1977)

K คือ จำนวนกลุ่มที่ต้องการทดสอบ

$Z_{1-\beta}$ คือ ค่า z จากตารางการแจกแจงแบบปกติ ที่ระดับนัยสำคัญเท่ากับค่า $1-\beta$

Fc คือ ค่า F ที่เป็นเกณฑ์การทดสอบนัยสำคัญจากตารางอำนาจทางสถิติของ โคเฮน (Cohen, 1977)

n คือ ขนาดตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม

f คือ ค่าขนาดอิทธิพลของสถิติทดสอบ F-test

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



$\lambda$ = $f^2 n\ (u+1)$

v = $(u+1)\ (n-1)$

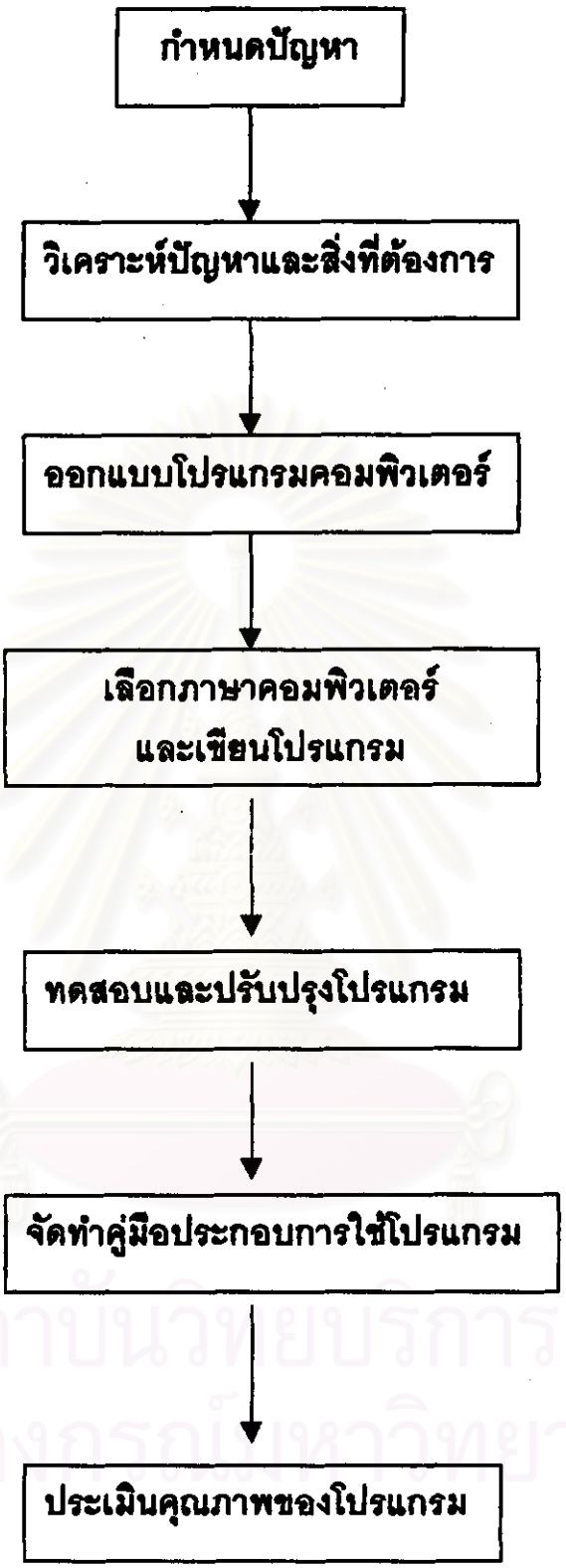
u = $(K-1)$

**ตอนที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัยและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางการศึกษา**

การวิจัยและพัฒนา (research and development) เป็นงานวิจัยที่มุ่งค้น พัฒนาและประดิษฐ์สิ่งใหม่ ๆ ออกมาใช้ในสังคม และในปัจจุบันนี้เทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทในทางการศึกษามากขึ้น ทั้งในทางการเรียน การสอน และในระบบการทำงาน ทำให้เกิดการวิจัยเกี่ยวกับทางการศึกษามากขึ้น จึงเป็นแนวทางไปสู่การพัฒนาและสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในระบบการทำงานมากขึ้น

การศึกษาเทคนิคการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น คอมพิวเตอร์เบื้องต้นและการพัฒนาโปรแกรม ซึ่งเขียนโดยวันพร ปั้นเก่าและ ธนาวรรณ จันทรัตนไพบูลย์ (2528) เทคนิคการออกแบบโปรแกรม เขียนโดย ถาวร อานุภาพไตรรงค์ (2528) และจากงานวิจัยเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ของพลากร กรพิทักษ์ (2533) งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาโปรแกรมไมโครโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่องานประเมินผลทางการศึกษาของโรงเรียนอัญสัมชัญคอนแวนต์ ของศรีไพร ศักดิ์รุ่งพงศากุล (2533) งานวิจัยเรื่องการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อกำหนดขนาดตัวอย่างและอำนาจทางสถิติสำหรับการทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิต ของทวีศิลป์ กุลนภาดล (2538) ผู้วิจัยสามารถสรุปขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมได้ 7 ขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดปัญหา
2. การวิเคราะห์ปัญหาและสิ่งที่ต้องการ
3. การออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์
4. การเลือกภาษาคอมพิวเตอร์และเขียนโปรแกรม
5. ทดสอบและปรับปรุงโปรแกรม
6. จัดทำคู่มือประกอบการใช้โปรแกรม
7. ประเมินคุณภาพของโปรแกรม




แผนภูมิที่ 1 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายละเอียดแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

1. การกำหนดปัญหา

เป็นขั้นตอนแรกในการพัฒนาโปรแกรม เมื่อผู้วิจัยทราบถึงหัวข้อที่สนใจจะศึกษาแล้ว ผู้วิจัยต้องกำหนดขอบข่ายหรือปัญหาของงาน รวบรวมรายละเอียดของงาน ต้องวิเคราะห์ปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องแล้วระบุให้ชัดเจนว่าผู้วิจัยมีความประสงค์จะศึกษาอะไร เมื่อได้ปัญหาที่จะทำวิจัยแล้ว จะต้องทำการกำหนดประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการศึกษานั้นให้ชัดเจน

2. วิเคราะห์ปัญหาและสิ่งที่ต้องการ

เมื่อได้ปัญหาในการพัฒนาโปรแกรมแล้วขั้นตอนต่อไปผู้วิจัยจะต้องศึกษาวิเคราะห์โดยละเอียดว่าต้องการให้คอมพิวเตอร์ทำอะไรมีรูปแบบผลลัพธ์เป็นอย่างไร ต้องการข้อมูลอะไรเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามต้องการ และการประมวลผลจะมีขั้นตอนและใช้สูตรอะไรบ้าง การวิเคราะห์จึงเป็นงานขั้นวางแผนเพื่อเตรียมการให้พร้อมที่จะเขียนโปรแกรมโดยแบ่งวิธีการวิเคราะห์งานเป็น 5 หัวข้อดังนี้

2.1 สิ่งที่ต้องการ เป็นการพิจารณาอย่างกว้าง ๆ ถึงงานที่ต้องการให้คอมพิวเตอร์ทำว่ามีอะไรบ้าง เช่น ต้องการให้คำนวณคะแนนเฉลี่ย ต้องการให้พิมพ์รายการคะแนน ต้องการให้คำนวณเวลาเรียนของนักเรียน ต้องการให้แสดงข้อคำถาม หรือต้องการให้แสดงข้อความที่ต้องการออกมา งานแต่ละชนิดต้องการให้คอมพิวเตอร์แสดงผลลัพธ์อย่างไรควรจะเขียนไว้เป็นข้อ ๆ ให้ชัดเจน การพิจารณาสิ่งที่ต้องการดูได้จากคำสั่งหรือปัญหาที่จะทำว่าต้องการให้คอมพิวเตอร์ทำอะไรบ้าง

2.2 ผลลัพธ์ที่ต้องการแสดง เป็นการวิเคราะห์ถึงลักษณะของการรายงานหรือรูปแบบของผลลัพธ์ที่ต้องการให้คอมพิวเตอร์แสดงผลลัพธ์ออกมาว่าควรจะมีลักษณะอย่างไร มีรายละเอียดที่ต้องการในรายงานมากน้อยเพียงใด ปัญหาหรืองานบางอย่างอาจไม่กำหนดลักษณะของรายงานออกมาให้ชัดเจนว่าต้องการรายงานอย่างไร มีรายละเอียดอย่างไร ผู้วิจัยจะต้องทำการศึกษาว่าระบบเดิมหรือระบบที่สร้างมีรูปแบบใดบ้างที่ต้องการออกรายงาน เพื่อความสะดวกของผู้นำผลลัพธ์ไปใช้ การวิเคราะห์ผลลัพธ์ หรือรายงานนั้นเป็นส่วนสำคัญ และจะต้องพิจารณาอย่างละเอียดรอบคอบ เพราะการวิเคราะห์รายงานได้ดีขึ้นนั้น จะทำให้เราทราบจุดหมายที่ต้องการให้คอมพิวเตอร์ทำ และจะได้หาวิธีที่ไปสู่จุดหมายนั้นได้ ซึ่งเป็นการกำหนดขอบเขตงานที่เราจะทำนั่นเอง ในการวิเคราะห์ผลลัพธ์อาจวางรูปแบบออกมาอย่างคร่าว ๆ เหมือนกับที่จะให้คอมพิวเตอร์แสดงออกมา

2.3 ข้อมูลที่ต้องนำเข้าเป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องมาจากการวิเคราะห์ลักษณะของผลลัพธ์ คือ หลังจากได้ลักษณะของรายงานที่ต้องการแน่นอนแล้วก็ต้องมาพิจารณาต่อว่าถ้าต้องให้ได้ลักษณะผลลัพธ์ดังกล่าว ข้อมูลที่ต้องนำเข้าเพื่อให้คอมพิวเตอร์ทำงานควรจะมีลักษณะหรือรูปแบบอย่างไรเพื่อที่

จะได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ การพิจารณาข้อมูลนำเข้านั้น นอกจากจะดูลักษณะของผลลัพธ์แล้ว อาจจะต้องนึกถึงขั้นตอนในการประมวลผลด้วย

2.4 ตัวแปรที่ใช้ เป็นการกำหนดชื่อแทนความหมายของข้อมูลต่าง ๆ เพื่อความสะดวกในการอ้างถึงข้อมูลนั้น และรวมไปถึงการเขียนโปรแกรมด้วย การตั้งชื่อตัวแปรที่ใช้ในงานหรือปัญหาใด ๆ ควรตั้งให้มีความหมาย และเกี่ยวข้องกับข้อมูล ถ้าเป็นไปได้ก็ควรอยู่ภายใต้กฎเกณฑ์ของภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม โดยทั่ว ๆ ไปการตั้งชื่อตัวแปรจะพิจารณาความหมายของข้อมูลว่าตรงกับคำใดในภาษาอังกฤษ แล้วนำมาดัดแปลง หรือย่อ ให้เข้ากับหลักเกณฑ์ของภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้

2.5 วิธีการประมวลผล เป็นการบอกขั้นตอนของคำสั่ง วิธีการหรือการคำนวณที่ใช้ในโปรแกรมเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ โดยเริ่มตั้งแต่การสั่งให้เครื่องรับข้อมูลแล้วนำไปประมวลผลแสดงผลลัพธ์ออกมาขั้นตอนนี้ต้องแสดงการทำงานที่ต่อเนื่องตามลำดับ จึงต้องจัดลำดับก่อนหลังให้ถูกต้อง สลับลำดับไม่ได้ เพราะจะทำให้ไม่สามารถประมวลผลหรือได้ผลลัพธ์ไม่ตรงตามที่ต้องการ ในขั้นตอนวิธีการประมวลผลนี้ถ้ายิ่งกระทำให้ละเอียดก็จะช่วยเขียนโปรแกรมให้ง่ายขึ้น

3. การออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์

การกำหนดลำดับ และความครบถ้วนของขั้นตอนของโปรแกรมให้ถูกต้อง โดยไม่อาศัยการออกแบบไว้ล่วงหน้านั้นจะทำให้มีโอกาสผิดพลาดได้มาก ดังนั้นงานในส่วนนี้จะเป็นการออกแบบลักษณะว่าในโปรแกรมต้องมีขั้นตอนตั้งแต่ต้นจนจบเป็นอะไรบ้าง มีลำดับก่อนหลังอย่างไร วิธีการในการออกแบบขั้นตอนนั้นได้มีผู้คิดไว้หลายวิธีเช่น การเขียนเป็นอัลกอริทึมซึ่งจะอธิบายการทำงานแต่ละขั้นตอนด้วยคำหรือประโยคที่สื่อความหมายให้คนเข้าใจได้ง่ายหรือจะมีรูปประโยคคล้ายกับคำสั่งของภาษาคอมพิวเตอร์ซึ่งเรียกว่า pseudo code หรือการเขียนผังงาน (flowchart) ซึ่งใช้สัญลักษณ์ที่เป็นรูปแทนขั้นตอนต่าง ๆ เป็นต้น และควรกำหนดชื่อเซต หรือรายการข้อมูล ผลลัพธ์หรือผลลัพธ์ชั่วคราว (ถ้ามี) ขึ้นด้วยเพื่อใช้อ้างถึงในขั้นตอนต่าง ๆ ซึ่งจะเป็นการเพิ่มความสะดวกและถูกต้องในการเขียนขั้นตอน และโปรแกรม ดังนั้นการออกแบบขั้นตอนสำหรับโปรแกรมขั้นก่อนการเขียนโปรแกรมนี้จะช่วยให้ขั้นตอนในโปรแกรมถูกต้องรัดกุม และที่สำคัญคือ เป็นการแยกความยุ่งยากในส่วนของขั้นตอนออกจากงานเขียนคำสั่งในโปรแกรม ซึ่งจะต้องเขียนให้ถูกต้องตามกฎเกณฑ์ของภาษาคอมพิวเตอร์ และยังต้องเก็บผลการออกแบบขั้นตอนนี้ไว้สำหรับการทำความเข้าใจขั้นตอนของโปรแกรมในภายหลัง ซึ่งสะดวกกว่าการทำความเข้าใจจากตัวโปรแกรมโดยตรงมาก หลักฐานการออกแบบขั้นตอนนี้จะถูกเก็บไว้กับรายงานโปรแกรมในเอกสารประกอบโปรแกรม

4. เลือกภาษาคอมพิวเตอร์ และเขียนโปรแกรม

ขั้นตอนนี้เป็นการเปลี่ยนขั้นตอนการทำงานต่าง ๆ ที่แสดงไว้ในผังงาน มาเขียนคำสั่งด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ ภาษาใดภาษาหนึ่งตามที่ต้องการ และในการที่จะเลือกคอมพิวเตอร์ภาษาใดนั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะและประเภทของงานนั้น ๆ ว่าเป็นงานที่ควรใช้ภาษาใด เช่น ถ้าเป็นงานด้านธุรกิจควรเลือกใช้ภาษาโคบอล ถ้าเป็นการคำนวณทางวิทยาศาสตร์ควรใช้ภาษาฟอร์แทรน ถ้าเป็นการพิมพ์รายงานใช้ภาษาอาร์พีจี ถ้าเป็นงานเกี่ยวกับฐานข้อมูลควรใช้ภาษาดีเบส หรือ ฟอกซ์โปร หรือภาษาวิชวลเบสิค นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงขีดจำกัดของเครื่อง และตัวแปรภาษาของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ และการเลือกใช้ภาษายังต้องพิจารณาถึงความถนัด และความชำนาญของผู้เขียนโปรแกรมว่าสามารถใช้ภาษาที่เลือกนั้นหรือไม่ โปรแกรมแปลภาษาส่วนมากจะใช้รายงานหรือแสดงข้อความออกมาให้ทราบว่ามีข้อผิดพลาดตรงไหนเพราะอะไร เพื่อสะดวกต่อการแก้ไข

5. การทดสอบและแก้ไขโปรแกรม

เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของคำสั่งหรือโปรแกรมที่เขียนขึ้น เมื่อโปรแกรมที่เขียนขึ้นผ่านขั้นตอนการแปลได้เป็น object program จากการปฏิบัติการของเครื่องคอมพิวเตอร์ตามคำสั่งของโปรแกรมนั้นมิได้หมายความว่าจะได้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องเสมอไป เพราะโปรแกรมนั้นอาจมีขั้นตอนที่ไม่ถูกต้อง หรือมีการกำหนดงานไม่ตรงกับที่ต้องการ ฉะนั้นเพื่อให้ได้โปรแกรมไว้ใช้งานอย่างมั่นใจหรือเชื่อถือได้ จะต้องมีการทดสอบโปรแกรมเสียก่อน ในการทดสอบนี้สามารถทำได้โดยการสั่งให้เครื่องทำงานตามคำสั่งในโปรแกรม ถ้าในโปรแกรมนั้นมีการกำหนดให้เครื่องรับข้อมูลเข้าไปประมวลผลก็จะต้องนำตัวอย่างหรือข้อมูลจริงส่งเข้าไป แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้มาตรวจสอบกับผลลัพธ์ที่ถูกต้องซึ่งจัดกระทำด้วยวิธีอื่น ควรทำการทดสอบหลาย ๆ ครั้ง เช่นส่งข้อมูลประมวลผลหลาย ๆ ชุด ถ้าเปรียบเทียบแล้วได้ผลตรงกันจึงจะยอมรับว่าโปรแกรมนั้นใช้ได้ แต่ถ้าผลลัพธ์ไม่ตรงกันจะต้องพิจารณาว่าความผิดพลาดนี้ เกิดขึ้นจากข้อมูลหรือโปรแกรม ถ้าข้อมูลผิดพลาดก็ส่งเข้าไปประมวลผลใหม่แล้วเปรียบเทียบเช่นเดิม ถ้าโปรแกรมผิดพลาดก็ต้องค้นหาว่าผิดพลาดที่ใด อย่างไร ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากการกำหนดการคำนวณหรือการเปรียบเทียบผิด มีการสลับที่ขั้นตอน หรือขั้นตอนไม่ครบถ้วน เป็นต้น เรียกข้อผิดพลาดประเภทนี้ว่า Logical Error ส่วนข้อผิดพลาดที่เกิดจากการเขียนรหัสคำสั่งไม่ถูกต้องตามหลักไวยากรณ์ของภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ ข้อผิดพลาดประเภทนี้เรียกว่า Syntax Error หรือ Coding Error การหาข้อผิดพลาดเหล่านี้จะค้นหาจากขั้นตอนที่ออกแบบใช้ประกอบไปกับตัวโปรแกรมที่เครื่องแสดงออกมาให้ด้วยก็จะทำให้สะดวกรวดเร็วกว่าการค้นหาจากโปรแกรมโดยตรง

6. จัดทำเอกสารประกอบโปรแกรม

เนื่องจากการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยประมวลผลข้อมูลต่าง ๆ ส่วนมากจะเป็นการทำงานที่ต่อเนื่องและใช้ระยะเวลายาวนาน ฉะนั้นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นก็จะถูกใช้ไปตามกำหนดระยะเวลานั้นด้วย แต่เมื่อมีการใช้ไประยะหนึ่งอาจมีการเปลี่ยนไป เช่น งาน คน หรือระบบเครื่องอาจเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ซึ่งทำให้โปรแกรมที่มีอยู่ไม่เหมาะสม จะต้องมีการพัฒนาโปรแกรมขึ้นมาใหม่ หรืออาจจะแก้ไขโปรแกรมที่มีอยู่ ฉะนั้นถ้าได้มีการจัดทำเอกสารประกอบการพัฒนาโปรแกรมไว้ ก็จะเป็นแนวทางแก้ไขหรือศึกษาวิธีการใช้โปรแกรมได้สะดวกขึ้น ในการทำเอกสารนี้ควรจะเริ่มทำ และรวบรวมตั้งแต่ขั้นตอนแรกของการพัฒนาโปรแกรมตามลำดับลงมา มิฉะนั้นอาจทำให้ลืมได้โดยเฉพาะการพัฒนาโปรแกรมที่มีขนาดใหญ่ซึ่งใช้เวลานาน หรืออาจไม่อยากย้อนกลับไปทำ ในเอกสารประกอบโปรแกรมนี้ควรประกอบด้วย เนื้อหาของปัญหา สูตรหรือทฤษฎีที่ใช้ ขั้นตอนสำหรับโปรแกรมรูปแบบของข้อมูลและผลลัพธ์เนื้อหาโปรแกรม รายละเอียดการใช้และข้อจำกัดของโปรแกรมตลอดจนตัวอย่างการทำงานนั้น ๆ

7. ประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรม

การประเมินคุณภาพโปรแกรม (software evaluation) ที่พัฒนาขึ้น เป็นการประเมินระบบการทำงานภายในโปรแกรม (systemmatic internal review) โดยประเมิน 2 แนวทางดังนี้

7.1 ประเมินคุณภาพโปรแกรมโดยผู้พัฒนาโปรแกรม

1. ความถูกต้องของโปรแกรม เพื่อประเมินดูว่าโปรแกรมสั่งงานในแต่ละขั้นตอนได้ตรงตามข้อกำหนดลักษณะที่ระบุไว้หรือไม่ เช่น การป้อนข้อมูลเข้า รูปแบบของผลลัพธ์

2. ความเชื่อถือได้ของโปรแกรม โดยสั่งให้โปรแกรมทำงานเหมือนกัน 2 ครั้ง เปรียบเทียบผลลัพธ์ว่าตรงกันหรือไม่

3. ความทนทานต่อความผิดพลาดของผู้ใช้โปรแกรม เป็นความสามารถของโปรแกรมที่จะยังทำงานต่อไปได้ตามปกติ หรือย้อนกลับไปให้ใส่ข้อมูลใหม่เมื่อกรณีผู้ใช้กำหนดคำสั่งผิดพลาด ประเมินโดยทดลองทำให้เกิดข้อผิดพลาดทุกขั้นตอน แล้วโปรแกรมสามารถทำงานต่อโดยมีทางเลือกให้ผู้ใช้โปรแกรมสามารถปฏิบัติงานต่อไปได้

4. ความเร็วในการประมวลผลประเมินโดยการจับเวลาในการทำงานของโปรแกรมแต่ละส่วน ตั้งแต่เริ่มเข้าสู่โปรแกรมจนกระทั่งได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ

7.2 ประเมินคุณภาพของโปรแกรมโดยผู้ใช้โปรแกรม เป็นการประเมินโปรแกรมในเรื่องผลย้อนกลับของผู้ใช้โปรแกรมในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. คู่มือการใช้โปรแกรม (documentation) เป็นการประเมินในเรื่องความชัดเจน สอดคล้องของคู่มือการใช้โปรแกรม

2. รูปแบบการใช้โปรแกรม (formative) เป็นการประเมินโปรแกรมในด้านการรับข้อมูล การดำเนินงานของโปรแกรม ความรู้พื้นฐานของผู้ใช้โปรแกรม การแสดงผล และขั้นตอนการใช้งาน

3. ประสิทธิภาพ และประโยชน์ของโปรแกรมโดยส่วนรวม (summative) เป็นการประเมินโปรแกรมในด้านประสิทธิภาพ

**ตอนที่ 4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องผู้วิจัยได้แบ่งงานวิจัยออกเป็น 2 กลุ่ม คือ งานวิจัยที่ศึกษาปัญหาในการทำวิจัย และงานวิจัยที่ศึกษาเพื่ออำนวยความสะดวกในการทำวิจัยแก่นักวิจัยในด้านสถิติและการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 งานวิจัยที่ศึกษาปัญหาในการวิจัยมีผู้ศึกษาคือ

สมหวัง พิริยานุวัฒน์ และคิริชัย กาญจนวาสี (2523) ได้ทำการวิจัยเรื่องการทำวิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต พบว่า ในเรื่องของการวางแผนและปัญหาทางวิชาการ ปัญหาที่นิสิตประสบร่วมกันมากที่สุดคือ ปัญหาทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นสาเหตุที่ทำให้นิสิตส่วนใหญ่ทำวิทยานิพนธ์ไม่เสร็จภายใน 1 ภาคการศึกษา

พรทิพย์ ทิพย์พืช (2527) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ตัวแปรที่สัมพันธ์กับระยะเวลาที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทของข้าราชการครูกรมสามัญศึกษาซึ่งได้รับอนุมัติให้ลาศึกษาต่อเต็มเวลาระหว่างปีการศึกษา 2521-2523 พบว่า ตัวแปรที่สำคัญที่สามารถจำแนกความแตกต่างของกลุ่มผู้จบต่าง ๆ กัน คือ ตัวแปรด้านปัญหาในการทำวิทยานิพนธ์ ได้แก่ ปัญหาความสามารถทางสถิติของผู้วิจัย

จารึก อาจวารินทร์ (2529) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ตัวประกอบสมรรถภาพของนักวิจัยทางการศึกษา พบว่า ตัวประกอบที่สำคัญที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพของนักวิจัยทางการศึกษาตัวหนึ่งคือความสามารถในการเลือกใช้เทคนิคการวิเคราะห์ทางสถิติ ประกอบด้วยตัวแปร 5 ตัวแปรคือ

1. มีความรู้ในความแตกต่างของสถิติประเภทต่าง ๆ
2. มีความรู้ในมโนทัศน์ หรือ ทฤษฎีพื้นฐานของเทคนิคสถิติที่ใช้ในการวิจัย
3. มีความรู้ในบทบาทและความสำคัญของสถิติที่ใช้ในการวิจัย

4. มีความรู้ในข้อตกลงเบื้องต้น (assumption) และการตรวจสอบความเป็นไปได้ของข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติ รวมทั้งผลกระทบที่ตามมาถ้ามีการฝ่าฝืนข้อตกลงเบื้องต้นเหล่านั้น
5. มีความสามารถในการเลือกใช้เทคนิคทางสถิติเพื่อใช้ในการวิจัยได้อย่างเหมาะสม

อนงค์ ปิยะกมลานนท์ (2530) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ตัวแปรจำแนกกลุ่มผู้ใช้เวลาต่ำสุด และสูงสุดของหลักสูตร ในการสำเร็จการศึกษาระดับมหาบัณฑิต สาขาสังคมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบว่า ตัวแปรที่สำคัญตัวหนึ่งคือปัญหาในการทำวิทยานิพนธ์ ในเรื่องการค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ความร่วมมือจากกลุ่มตัวอย่างและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง การเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล

กวิสนา นกสกุล (2531) ได้ศึกษาองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับความสำเร็จในการทำปริญญานิพนธ์ของนิสิตบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร พบว่า องค์ประกอบด้านประสบการณ์วิชาการของนิสิตที่ใช้เวลาต่างกันในการทำวิทยานิพนธ์ ได้แก่ ความรู้ด้านสถิติสำหรับการวิจัย ความสามารถในการสร้างเครื่องมือวิจัย และความสามารถในการเขียนรายงาน

ศิริชัย กาญจนวาสี และคณะ (2535) ได้ทำการศึกษาเรื่องการเลือกใช้สถิติที่เหมาะสมสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์ โดยได้สังเคราะห์งานวิจัยทางสังคมศาสตร์ 150 เรื่องเพื่อทราบปัญหาของการวิจัยและปัญหาการเลือกใช้สถิติสำหรับการวิจัย สารสนเทศการวิเคราะห์งานวิจัยเมื่อนำมาพิจารณาร่วมกับหลักการวิจัย และทฤษฎีการวิเคราะห์ทางสถิติได้นำไปสู่การกำหนดตัวแปรสำคัญของการเลือกใช้สถิติสำหรับการวิจัยและตารางรูปแบบการเลือกใช้สถิติที่เหมาะสมสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์ พบว่า

1. งานวิจัยทางสังคมศาสตร์ที่ทำมาแล้วส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยที่มุ่งบรรยายลักษณะของตัวแปรที่ศึกษาโดยใช้รูปแบบเชิงสำรวจ รองลงมาได้แก่ งานวิจัยที่มุ่งอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปร ทดสอบความแตกต่างระหว่างประชากร และแสวงหาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุตามลำดับ ปัญหาของการวิจัยที่พบมีหลายประการซึ่งสามารถส่งผลกระทบต่อคุณภาพของการวิจัย สำหรับปัญหาการใช้สถิติที่สำคัญได้แก่ การเลือกใช้สถิติที่มีเป้าหมายของการวิเคราะห์ไม่สอดคล้องกับเป้าหมายของการวิจัยที่ต้องการ

2. ตัวแปรที่สำคัญที่นำไปสู่การเลือกใช้สถิติได้อย่างเหมาะสม สำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์นั้นประกอบด้วย เป้าหมายของการวิจัย คุณสมบัติของตัวแปรที่ศึกษา ลักษณะของประชากร/กลุ่มตัวอย่าง และความรู้ในเทคนิคการวิเคราะห์ทางสถิติ

3. เป้าหมายของการวิจัยทางสังคมศาสตร์สามารถจำแนกได้เป็น 6 ประเภท ได้แก่ การวิจัยที่มุ่งบรรยายตัวแปร ทดสอบความแตกต่างระหว่างประชากร อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรหรือ

การทำนาย จัดระบบหรือโครงสร้างของกลุ่มตัวแปร แสวงหาความสัมพันธ์เชิงสาเหตุ และพัฒนา/ทดสอบทฤษฎี โดยอาศัยการสร้างสถานการณ์จำลองหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์จากเป้าหมายของการวิจัยดังกล่าวเพื่อพิจารณารายละเอียดของตัวแปรและประชากร สามารถนำไปสู่การเลือกใช้สถิติสำหรับการวิจัย

สิริรัตน์ คุณจักร (2538) ได้ทำการวิจัยเรื่องการวิเคราะห์ตัวแปรจำแนกความสำเร็จในการทำวิทยานิพนธ์ ระหว่างนิสิตระดับมหาบัณฑิต สาขาสังคมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่สำเร็จการศึกษา ภายในสองปีการศึกษา และมากกว่าสองปีการศึกษา พบว่า ความสามารถในการเลือกเทคนิคการวิเคราะห์ทางสถิติ เป็นตัวแปรที่มีน้ำหนักเด่นในสมการจำแนก และมีแนวโน้มเป็นลักษณะของกลุ่มนิสิตที่สำเร็จการศึกษา ภายใน 4 ภาคการศึกษา

จากงานวิจัยของ สมหวัง พิธิยานุวัฒน์และศิริชัย กาญจนวาสี, พรทิพย์ ทิพย์พิช, อนงค์ ปิยะกมลานนท์, กริสนา นกสกุล, ศิริชัย กาญจนวาสีและคณะ, จารึก อาจวาริน์ทร์ และสิริรัตน์ คุณจักร จัดว่าเป็นงานวิจัยกลุ่มที่ศึกษาที่แสดงให้ทราบว่าปัญหาที่สำคัญในการทำวิจัยปัญหาหนึ่งคือการเลือกสถิติในการวิเคราะห์

4.2 งานวิจัยที่ศึกษาเพื่ออำนวยความสะดวกในการทำวิจัยแก่นักวิจัยในด้านสถิติและวิจัย มีผู้ศึกษาไว้ดังนี้

พิไลวรรณ พุทธมงคล (2531) ได้พัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติสำหรับทดสอบสมมติฐานทางสถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์ ซึ่งโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมานี้จะช่วยให้การทดสอบสมมติฐานทางสถิติที่ไม่ใช้พารามิเตอร์บนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์สามารถทำได้สะดวกและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ชลธิชา ศรีนาคา (2534) ได้พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติด้านการหาความสัมพันธ์และการวิเคราะห์ความถดถอยซึ่งได้พัฒนาเฉพาะกรณีตัวแปรตาม 1 ตัว และขั้นตอนการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย เป็นระบบที่ช่วยเสนอแนะวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์และลักษณะของข้อมูลที่ผู้ใช้มีอยู่ นอกจากนี้ยังเสนอเนื้อหารายละเอียด ของวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ และตัวอย่างลักษณะข้อมูลที่ผู้ใช้ ระบบที่พัฒนาเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่ยังไม่ได้เก็บรวบรวมข้อมูลสามารถใช้ระบบช่วยในการกำหนดประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติ และสำหรับผู้ที่กำหนดประเภทของการวิเคราะห์แล้วระบบนี้จะช่วยเสริมความมั่นใจในการเลือกใช้ประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติ หรือวิธีวิเคราะห์ทางสถิติ โดยโปรแกรมสำเร็จรูปที่พัฒนาขึ้นมานี้ พัฒนาด้วยเทอร์โบปาสคาลรุ่น 5.5

สุภาเพ็ญ คูณแสง (2534) ได้พัฒนาระบบการตัดสินใจเลือกวิธีทางสถิติในด้านการวางแผนการทดลองและการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้แนวคิด เงื่อนไข และทฤษฎีบทต่าง ๆ เป็นเกณฑ์ในการกำหนดทางเลือกวิธีการทางสถิติ ผลการพัฒนาคือ ระบบจะช่วยตัดสินใจเลือกวิธีการทางสถิติ โดยใช้หลักเกณฑ์ของวิธีการทางสถิติ และข้อกำหนดของผู้ใช้ นอกจากการเสนอวิธีการทางสถิติแล้ว ยังได้เสนอเนื้อหารายละเอียดของแต่ละวิธีการ คือ ข้อดีและข้อเสีย เงื่อนไขต่าง ๆ การสุ่ม ทรีทเมนต์ ตัวอย่างการจัดหน่วยทดลอง และตัวอย่างลักษณะข้อมูล ระบบนี้จะเป็นประโยชน์ต่อกลุ่มผู้ใช้ โดยกลุ่มผู้ใช้ที่มีความรู้ทางสถิติน้อยจะได้รับประโยชน์ในการเลือกวิธีการทางสถิติ ส่วนกลุ่มผู้ใช้ที่มีความรู้ทางสถิติอยู่แล้ว จะได้รับประโยชน์ในความมั่นใจในการเลือกวิธีการทางสถิติ โดยโปรแกรมสำเร็จรูปที่พัฒนาขึ้นมานี้ พัฒนาด้วยเทอร์โบปาสคาลรุ่น 5.5

สายัน เกื้อสกุล (2534) ได้พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติในด้านทดสอบสมมติฐาน ซึ่งประกอบด้วยหัวข้อการทดสอบคุณลักษณะประชากร ทดสอบรูปแบบของประชากร และทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ระบบที่พัฒนานี้เป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่ยังไม่ได้เก็บรวบรวมข้อมูลสามารถใช้ระบบช่วยในการกำหนดประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติ และสำหรับผู้ที่กำหนดประเภทของการวิเคราะห์แล้วระบบนี้จะช่วยเสริมความมั่นใจในการเลือกใช้ประเภทของการวิเคราะห์ทางสถิติ หรือวิธีวิเคราะห์ทางสถิติ โดยโปรแกรมสำเร็จรูปที่พัฒนาขึ้นมานี้ พัฒนาด้วยเทอร์โบปาสคาลรุ่น 5.5

อัญชลี พลอยแก้ว (2534) ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปเพื่อประมาณขนาดตัวอย่างสำหรับวิธีการสุ่มตัวอย่าง เมื่อประชากรมีการแจกแจงแบบปกติ และใกล้เคียงแบบปกติ ผู้ใช้สามารถประมาณขนาดตัวอย่างได้จากกราฟเส้น หรือจากโปรแกรมสำเร็จรูปโดยมีการกำหนดค่าระดับนัยสำคัญ ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผัน ค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ในการประมาณค่าเฉลี่ยประชากร ค่าความเคลื่อนสัมพัทธ์ในการประมาณค่าสัดส่วนประชากรและค่าสัดส่วนจากตัวอย่าง นอกจากนี้ยังมีคำแนะนำเกี่ยวกับการใช้โปรแกรม ความหมายของคำศัพท์ที่เกี่ยวข้องกับการประมาณขนาดตัวอย่างและศัพท์เฉพาะทางสถิติ โดยโปรแกรมสำเร็จรูปที่พัฒนาขึ้นมานี้ พัฒนาด้วยเทอร์โบปาสคาลรุ่น 5.5

ทวีศิลป์ กุลนาถดล (2538) ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อกำหนดขนาดตัวอย่างและอำนาจทางสถิติสำหรับการทดสอบความแตกต่างของค่ามัชฌิมเลขคณิต ซึ่งโปรแกรมสามารถกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างและอำนาจทางสถิติ สำหรับสถิติทดสอบ t-test 1 กลุ่ม, 2 กลุ่มอิสระ, 2 กลุ่มสัมพันธ์ และสถิติทดสอบ F – test 3 กลุ่ม ถึง 10 กลุ่ม โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเขียนโดยใช้ชุดคำสั่งของภาษา ฟอกซ์โปร รุ่น 2.5

สุรพงศ์ แดงสุริยศรี (2538) ได้สร้างโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อให้คำปรึกษาการใช้สถิติสำหรับงานวิจัยทางสังคมศาสตร์ ซึ่งโปรแกรมสามารถแสดงเรื่องราวความรู้ทางสถิติเบื้องต้น จนถึงระดับที่ใช้งานวิจัยที่ไม่ซ้ำซ้อนมากนัก ให้กับผู้ที่ต้องการเรียนรู้และสนใจเรื่องราวทางสถิติ โดยแสดงผลเป็นภาษาไทยทั้งบนจอภาพและเครื่องพิมพ์

ความรู้ทางสถิติที่มีในโปรแกรมประกอบด้วย

1. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับค่าสถิติ
2. สถิติเชิงพรรณา
3. การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยและสัดส่วน
4. การทดสอบไคสแควร์
5. การวิเคราะห์ความแปรปรวน
6. การวิเคราะห์การถดถอยสหสัมพันธ์
7. การทดสอบแบบไม่ใช่พารามิเตอร์

จากงานวิจัยของชลธิชา ศรีนาคา, สุภาเพ็ญ คูณแสง, สายัน เกื้อสกุล, อัญชลี พลอยแก้ว, สุรพงษ์ แดงสุริยศรี, พิไลวรรณ พุทธมงคล และทวีศิลป์ กุลนภาดล จัดเป็นกลุ่มพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับอำนวยความสะดวกแก่ผู้วิจัยในด้านสถิติและวิจัย

เมื่อพิจารณาการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทำให้เห็นว่าการเลือกใช้สถิติวิเคราะห์ข้อมูลเป็นปัญหาที่สำคัญในการวิเคราะห์ข้อมูล และได้มีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่ออำนวยความสะดวกสำหรับการทำวิจัยไว้หลายเรื่อง ในส่วนของการเลือกใช้สถิติที่ชลธิชา ศรีนาคา, สุภาเพ็ญ คูณแสง และสายัญ เกื้อสกุลได้พัฒนาระบบการตัดสินในการเลือกใช้สถิติในการวิจัยไว้ ยังมีสถิติอีกจำนวนหนึ่งที่ทั้งสามยังไม่ได้พัฒนา เช่น สถิติด้านการจัดกลุ่ม จำแนกกลุ่ม การวิเคราะห์องค์ประกอบ เป็นต้น และเกณฑ์ในการเลือกใช้สถิติของศิริชัย กาญจนวิสีและคณะ ได้ผ่านการตัดสินจากผู้เชี่ยวชาญว่าสามารถใช้ในการเลือกกลุ่มเทคนิคการวิเคราะห์ทางสถิติได้ ส่วนการกำหนดขนาดตัวอย่างที่อัญชลี พลอยแก้วและทวีศิลป์ กุลนภาดลพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ในการกำหนดขนาดตัวอย่างสำหรับการทดสอบค่าเฉลี่ยและทดสอบสัดส่วนเน้นการวิจัยเชิงทดลอง แต่ในกรณีที่เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจหรืองานวิจัยเชิงบรรยายซึ่งเป็นงานวิจัยที่มีผู้ศึกษาเป็นจำนวนมาก โปรแกรมที่ทั้งสองพัฒนายังไม่ครอบคลุม ผู้วิจัยจึงจะพัฒนาเพิ่มในประเด็นการทดสอบค่าเฉลี่ยในกรณีที่ขนาดประชากรจำกัดและในกรณีที่ประชากรมีขนาดใหญ่มาก กับการทดสอบสัดส่วนในกรณีที่ขนาดประชากรจำกัดและในกรณีที่ประชากรมีขนาดใหญ่มาก