

การวิเคราะห์ตัวประกอบ (Factor Analysis)

ความหมายของการวิเคราะห์ตัวประกอบ (Factor Analysis)

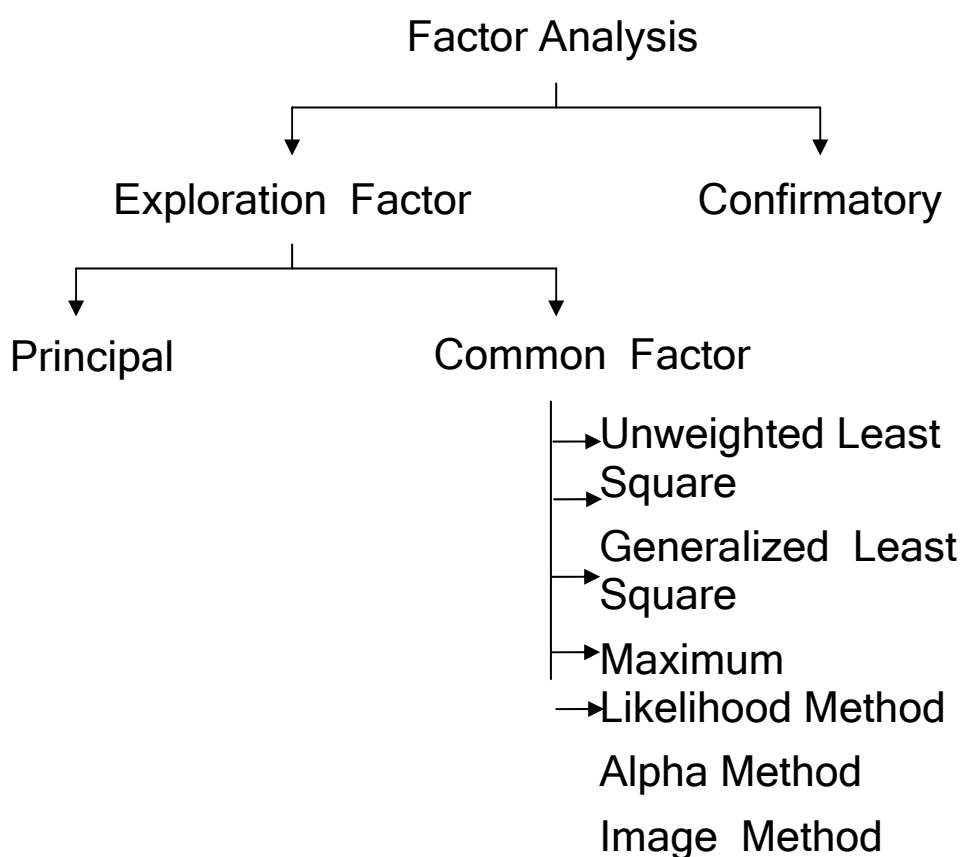
การวิเคราะห์ตัวประกอบ (Factor Analysis) หรือบางครั้งเรียกว่า การวิเคราะห์ปัจจัยเป็นเทคนิคที่จะจับกลุ่มหรือรวมกลุ่มหรือรวมตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันไว้ในกลุ่มหรือปัจจัยเดียวกัน ตัวแปรที่อยู่ในปัจจัยเดียวกันจะมีความสัมพันธ์กันมาก โดยความสัมพันธ์นั้นอาจจะเป็นในทิศทางบวก (ไปในทิศทางเดียวกัน) หรือทิศทางลบ (ไปในทางตรงกันข้าม) ก็ได้ ส่วนตัวแปรที่คนละปัจจัยจะไม่มีความสัมพันธ์กันหรือมีความสัมพันธ์กันน้อย หรือในอีก ความหมายหนึ่งของการวิเคราะห์องค์ประกอบ หรือเรียกว่า การวิเคราะห์ตัวประกอบ เป็นเทคนิคทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์ผลการวัด โดยใช้เครื่องมือหรือเทคนิคหลายชุดหรือหลายด้านอาจใช้แบบทดสอบแบบวัด แบบสำรวจ ฯลฯ อาจใช้ชุดเดียวแต่มีการวัดแยกเป็นรายด้านหรือหลายชุดก็ได้ ผลการวิเคราะห์จะช่วยให้ทราบว่าเครื่องมือหรือเทคนิคเหล่านั้นวัดแต่ละองค์ประกอบมากน้อยเพียงใด สำหรับการพิจารณาผลจากการวิเคราะห์จะใช้หลักเหตุผล ระบุ (หรือกำหนดชื่อ) องค์ประกอบที่วัดนั้น ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบจะปรากฏค่าต่าง ๆ ที่สำคัญ คือ ค่า Communalities ซึ่งเขียนด้วย h^2 เป็นค่าความแปรปรวนที่แต่ละฉบับ (ด้าน) แบ่งให้กับแต่ละ องค์ประกอบ เป็นส่วนที่ชี้ถึงว่าแต่ละฉบับ (ด้าน) วัดองค์ประกอบนั้นร่วมกับตัวแปรอื่นมากน้อยเพียงใด ค่า Eigenvalues เป็นผลรวมกำลังสองของสัมประสิทธิ์ขององค์ประกอบรวมในแต่ละองค์ประกอบ ซึ่งต้องมีค่าไม่ต่ำกว่า 1 จึงจะถือว่าเป็นองค์ประกอบหนึ่ง ๆ ที่แท้จริง ส่วน Factor Loading เป็นค่าน้ำหนัก องค์ประกอบที่แต่ละฉบับ (ด้าน) วัดในองค์ประกอบนั้น นอกจากนี้ ส.ว.สนา ก็ได้กล่าวถึงการวิเคราะห์องค์ประกอบว่าจะยึดหลักที่ว่าตัวแปรหรือข้อมูลต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กันมากนั้นเนื่องมาจากตัวแปรเหล่านี้มีองค์ประกอบร่วมกัน (Common Factor) สังเกตได้จากการจัดกลุ่มของ ตัวแปรหรือค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ดังนั้น สามารถใช้องค์ประกอบร่วมแทนตัวแปรกลุ่มนั้นได้ ทำให้ทราบถึงโครงสร้างและแบบแผนของข้อมูล ทำให้หาองค์ประกอบร่วมของตัวแปรได้ และสามารถหาน้ำหนักองค์ประกอบ (Factor Loading) ของตัวแปรแต่ละตัวได้ ซึ่งค่าน้ำหนักองค์ประกอบนี้สามารถอธิบายได้ถึง ความแปรปรวนร่วมระหว่างกันของตัวแปร ทำให้ทราบถึงโครงสร้างและแบบแผนของข้อมูล ทำให้หาองค์ประกอบร่วมของแต่ละตัวได้ ซึ่งค่าน้ำหนักองค์ประกอบนี้ สามารถอธิบายได้ถึงความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรกับองค์ประกอบนั้น อันแสดงถึงขนาด (Magnitude) ของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกับองค์ประกอบ(กัลยา วาณิชยปัญญา, 2544)

วัตถุประสงค์ของเทคนิค Factor Analysis

วัตถุประสงค์ของเทคนิค Factor Analysis มีดังนี้

1) เพื่อศึกษาว่าตัวประกอบรวมที่จะสามารถอธิบายความสัมพันธ์ร่วมกันระหว่างตัวแปรต่าง ๆ โดยที่จำนวนตัวประกอบรวมที่หาได้จะมีจำนวนน้อยกว่า จำนวนตัวแปรนั้นมีตัวประกอบรวมอะไรบ้าง โมเดลนี้เรียกว่า Exploration Factor Analysis Model

2) เพื่อต้องการทดสอบสมมุติฐาน เกี่ยวกับโครงสร้างของตัวประกอบว่า ตัวประกอบแต่ละตัวประกอบแต่ละตัวประกอบด้วยตัวแปรอะไรบ้าง และตัวแปรแต่ละตัวมีน้ำหนักหรืออัตราความสัมพันธ์กับตัวประกอบมากน้อยเพียงใดตรงกับที่คาดคะเนไว้หรือไม่ หรือสรุปได้ว่าเพื่อต้องการทดสอบว่าตัวประกอบอย่างนี้ตรงกับโมเดลหรือตรงกับบททฤษฎีที่มีอยู่หรือไม่ โมเดลนี้เรียกว่า Confirmatory Factor Analysis Model



รูปที่ 1 แสดง Basic Concepts ของ Factor Analysis Model

ประโยชน์ของเทคนิค Factor Analysis

ประโยชน์ของเทคนิค Factor Analysis มีดังนี้

1) ลดจำนวนตัวแปร โดยการรวมตัวแปรหลาย ๆ ตัวให้อยู่ในปัจจัยเดียวกัน ปัจจัยที่ได้ถือเป็นตัวแปรใหม่ที่สามารถหาค่าข้อมูลของปัจจัยที่สร้างขึ้นได้ เรียกว่า Factor Score แล้ว จึงสามารถนำปัจจัยดังกล่าวไปเป็นตัวแปรสำหรับการวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป เช่น การวิเคราะห์ความถดถอยและสหสัมพันธ์ (Regression and Correlation Analysis) การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) การทดสอบสมมติฐาน t-test Z-test และการวิเคราะห์จำแนกกลุ่ม (Discriminant Analysis) เป็นต้น

2) ใช้ในการแก้ปัญหาอันเนื่องมาจากการที่ตัวแปรอิสระของเทคนิคการวิเคราะห์สมการความถดถอยมีความสัมพันธ์กัน (Multicollinearity) ซึ่งวิธีการอย่างหนึ่งในการแก้ปัญหานี้ คือ การรวมตัวแปรอิสระที่มีความสัมพันธ์ไว้ด้วยกัน โดยการสร้างเป็นตัวแปรใหม่หรือเรียกว่าปัจจัย โดยใช้เทคนิค Factor Analysis แล้วนำปัจจัยดังกล่าวไปเป็นตัวแปรอิสระในการวิเคราะห์ความถดถอยต่อไป

3) ทำให้เห็นโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษา เนื่องจากเทคนิค Factor Analysis จะหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation) ของตัวแปรทีละคู่แล้วรวมตัวแปรที่สัมพันธ์กันมากไว้ในปัจจัยเดียวกันจึงสามารถวิเคราะห์โครงสร้างที่แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ที่อยู่ในปัจจัยเดียวกันได้ ทำให้สามารถอธิบายความหมายของแต่ละปัจจัยได้ ตามความหมายของตัวแปรต่าง ๆ ที่อยู่ในปัจจัยนั้น ทำให้สามารถนำไปใช้ในการวางแผนได้ เช่น ศึกษาถึงตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้า

ขั้นตอนการวิเคราะห์ของเทคนิค Factor Analysis

ขั้นตอนการวิเคราะห์ของเทคนิค Factor Analysis มีขั้นตอนต่าง ๆ ที่สำคัญ 4 ขั้นตอนดังนี้คือ

1) การสร้างเมตริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างคู่ของตัวแปรทุกตัว (Correlation Matrix) การสร้างเมตริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างคู่ของตัวแปรทุกตัวเป็นขั้นตอนแรกของการวิเคราะห์ปัจจัยที่จะดำเนินการหาความสัมพันธ์ในรูปแบบเส้นตรงโดยวิธีของ Pearson Correlation ระหว่างตัวแปรทุกคู่ที่ต้องการนำมาจัดกลุ่ม ซึ่งจะอยู่ในรูปของ Correlation Matrix การหาความสัมพันธ์จะมีประโยชน์ในการนำตัวแปรไปใช้ในการจัดกลุ่มด้วยวิธีของการวิเคราะห์ตัวประกอบ โดยมีการพิจารณาดังนี้

1.1 ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรคู่ใดมีค่าใกล้ +1 หรือ -1 แสดงว่าตัวแปรคู่นั้นมีความสัมพันธ์กันมาก ควรอยู่ใน Factor เดียวกัน

1.2 ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรคู่ใดมีค่าใกล้ศูนย์แสดงว่าตัวแปรคู่นั้น ไม่มีความสัมพันธ์กันหรือสัมพันธ์กันน้อยมาก ควรอยู่คนละ Factor

1.3 ถ้ามีตัวแปรที่ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น หรือมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ ที่เหลือน้อยมาก ควรอยู่คนละ Factor

1.4 ถ้ามีตัวแปรที่ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นหรือมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ ที่เหลือน้อยมาก ควรตัดตัวแปรนั้นออกจากการวิเคราะห์

การสกัดปัจจัย (Factor Extraction)

วัตถุประสงค์ของการสกัดปัจจัย คือ การหาจำนวน Factor ที่สามารถใช้ตัวแปรทั้งหมดทุกตัวได้ วิธีการสกัดปัจจัยมีหลายวิธี ดังนั้นจะต้องตัดสินใจเลือกใช้วิธีใด เพราะแต่ละวิธีจะให้ผลแตกต่างกัน วิธีการสกัดปัจจัยแบ่งออกเป็น 2 วิธีใหญ่ ๆ คือ

1) วิธีองค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis : PCA) วิธีนี้อาศัยหลักความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรที่ใช้เป็นข้อมูลองค์ประกอบหลักตัวแปรคือ การผสมเชิงเส้นตรง (Linear Combination) ของตัวแปรที่อธิบายการผันแปรของข้อมูลได้มากที่สุด จากนั้นหาการผสมที่สองที่สามารถอธิบายการผันแปรได้มากที่สุดเป็นอันดับที่สอง โดยที่ไม่สัมพันธ์กับการผสมแรก ทำเช่นนี้เรื่อยไปจนได้องค์ประกอบหลัก (หรือปัจจัย) ที่สามารถอธิบายการผันแปรของทุกตัวแปรได้ครบถ้วน ซึ่งองค์ประกอบหลักจะอธิบายการผันแปรได้น้อยลงตามลำดับและทุกองค์ประกอบไม่สัมพันธ์กัน

2) วิธีองค์ประกอบร่วม (Common Factor Analysis : CFA) วิธีนี้สามารถแบ่งได้เป็น 5 วิธีดังนี้คือ

2.1 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดไม่ปรับน้ำหนัก (Unweighted Least Square) เป็นวิธีการสกัดปัจจัย โดยจะกำหนดจำนวนไว้ตายตัวและพยายามหาเมตริกซ์แบบแผนของปัจจัย (Factor Pattern Matrix) ที่ทำให้ผลรวมของความแตกต่างกำลังสองระหว่างเมตริกซ์ ที่คำนวณได้หรือเมตริกซ์ความสัมพันธ์ที่สร้างขึ้นใหม่ และเมตริกซ์ความสัมพันธ์เดิมระหว่างตัวแปรมีค่าน้อยที่สุด

2.2 วิธีกำลังสองน้อยที่สุดทั่วไป (Generalized Least Square : ULS) เป็นวิธีการที่ใช้หลักเกณฑ์อย่างเดียวกันกับวิธีอื่น ๆ ที่นอกเหนือไปจากวิธีองค์ประกอบหลัก เพียงแต่มีการถ่วงน้ำหนักความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในเชิงปฏิภาคกลับกับความเด่นเฉพาะ (Uniqueness) ของตัวแปรนั้น โดยให้ค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่มีความเด่นเฉพาะมากมี น้ำหนักน้อยกว่าค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่มีความเด่นเฉพาะต่ำ ซึ่งความเด่นเฉพาะของ ตัวแปรคือ อัตราความไม่สัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสองตัว สามารถวัดได้จากค่าสัมประสิทธิ์ ความสัมพันธ์เชิงส่วน (Partial Correlation Coefficient)

2.3 วิธีความเป็นไปได้สูงสุด (Maximum Likelihood Method : ML) เป็นวิธีการที่ใช้หาค่าโดยการประมาณที่สามารถจะใช้หาค่าโดยการประมาณที่สามารถจะใช้เมตริกซ์ความสัมพันธ์ที่คำนวณได้ใกล้กับเมตริกซ์ที่ได้จากการสังเกตโดยสมมติว่าข้อมูลนั้นเป็นข้อมูล ตัวอย่างที่มีการกระจายปกติหลายตัวแปร (Multivariate Normal Distribution) และโดยการปรับ น้ำหนักค่าความสัมพันธ์ในเชิงปฏิภาคกลับกับความเด่นเฉพาะของตัวแปรซึ่งจะทำการคำนวณซ้ำหลาย ๆ ครั้ง จนกว่าจะได้เมตริกซ์ที่ใกล้กับเมตริกซ์ที่ได้จากการสังเกต

2.4 วิธีอัลฟา (Alpha Method) เป็นการใช้อย่างเดียวกับวิธีการแยกปัจจัยแบบอื่น ๆ คือ มีการตั้งข้อสมมติฐานไว้ว่าตัวแปรแต่ละตัวมีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ ปัจจัยร่วมและปัจจัยเฉพาะ แต่ที่แตกต่างจากวิธีการอื่นๆ คือ แทนที่จะถือว่าจำนวนกรณีที่จะใช้ในการวิเคราะห์เป็นจำนวนตัวอย่าง กลับถือว่าจำนวนตัวแปรนั้นเป็นตัวอย่างของคุณสมบัติของประชากร (Population Parameters) วัตถุประสงค์ของวิธีการแยกปัจจัยโดยอาศัยค่าอัลฟา คือ หาปัจจัยที่เป็นตัวแทนของคุณสมบัติของประชากร หรือ มีอัตราการใช้ได้ทั่วไปสูงสุด (Maximum Generalizability) อัตราการใช้ได้ทั่วไปที่วัดได้โดยค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อถือได้ คือ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson Reliability Coefficient) หรือค่าอัลฟาของครอนบาค

(Cronbach's Alpha) วิธีการแยกปัจจัยดังกล่าวนี้ สมมติว่าตัวแปรนั้นได้มาจากข้อมูลของประชากรทั้งหมด แต่ตัวแปรนั้นเป็นตัวอย่างของตัวแปรทั้งหมด

2.5 วิธีเงา (Image Method) เป็นวิธีการแยกปัจจัยอีกวิธีหนึ่งซึ่งสมมติว่า ตัวแปรแต่ละตัวแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เกิดจากปัจจัยร่วมและส่วนที่เกิดจากปัจจัยเฉพาะสัดส่วนที่แน่นอนของทั้งสองส่วนนี้คำนวณได้จากการประมาณ โดยอาศัยเมตริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ทฤษฎีเงา (Image Theory) ซึ่งกัทแมน (Guttman) เป็นผู้พัฒนา ส่วนที่เป็นส่วนร่วมของตัวแปรคาดประมาณได้จากความสัมพันธ์เชิงเส้นของตัวแปรตัวนั้นกับตัวแปรที่เหลือทั้งหมด ส่วนที่เรียกว่าเงาของตัวแปรนั้น (The Image of the Variable) ส่วนเฉพาะของ ตัวแปรก็คือ ส่วนที่ไม่สามารถคาดประมาณได้จากความสัมพันธ์เชิงเส้นกับตัวแปรอื่น ส่วนนี้เรียกว่า ด้านเงา (Anti – image)

การหมุนแกนปัจจัย (Factor Rotation)

เป็นขั้นตอนที่จะดำเนินการแยกตัวแปรให้เห็นเด่นชัดว่าตัวแปรหนึ่ง ๆ ควรจะจัดอยู่ในกลุ่มหรือในปัจจัยใด เนื่องจากในการสกัดปัจจัยจะได้ปัจจัยหรือปัจจัยหลายปัจจัย ซึ่งแต่ละปัจจัยจะเกิดการรวมของตัวแปรแบบเชิงเส้นตรงแต่ปัญหาที่เกิดขึ้น คือ ตัวแปรหนึ่ง ๆ อาจจะเป็นสมาชิกในหลายปัจจัยซึ่งยากต่อการให้ความหมายของปัจจัยและการกำหนดชื่อปัจจัยหรืออาจได้ความหมายของแต่ละปัจจัยไม่ชัดเจน การหมุนแกนจะเป็นวิธีการที่จะทำให้สมาชิกของแต่ละตัวแปรในปัจจัยหนึ่ง ๆ ชัดเจนขึ้น วิธีการหมุนแกนปัจจัยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธี ใหญ่ ๆ คือ

1) การหมุนแกนแบบมุมฉาก (Orthogonal) เป็นวิธีการหมุนแกนแบบที่ให้แกนของปัจจัยหมุนจากตำแหน่งเดิมในลักษณะตั้งฉากกันตลอดเวลาที่มีการหมุนแกนเรียกว่าเป็นการหมุนแกนแบบที่ปัจจัยแต่ละปัจจัยไม่มีความสัมพันธ์กันเลย วิธีการหมุนแกนแบบมุมฉากสามารถจำแนกได้ 3 วิธีย่อย ๆ ดังนี้

1.1 แบบควอดติแมกซ์ (Quartimax) วัตถุประสงค์ของการหมุนแบบควอดติแมกซ์ คือ การลดความซับซ้อนเชิงตัวประกอบของตัวแปรน้อยลงที่สุดเท่าที่จะทำได้โดยหมุนแกนของ ตัวประกอบไปในทางที่ทำให้ตัวแปรมีน้ำหนักสูงต่อตัวประกอบหนึ่ง และไม่มีหรือแทบจะไม่มีน้ำหนักต่อตัวประกอบนั้น ๆ อีก ความสลับซับซ้อนเชิงตัวประกอบของตัวแปรวัดได้จาก ความแปรปรวนรวมจากกำลังสองของน้ำหนักของตัวประกอบของตัวแปร อัตราความแปรปรวนรวมวัดได้จากค่าเฉลี่ยของกำลังสองของค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ย ซึ่งอัตราความแปรปรวนรวมมากที่สุด เมื่อตัวแปรตัวหนึ่งมีกำลังสองของน้ำหนักของตัวแปรค่าใด ค่าหนึ่งในแถวเท่ากับ ค่าความร่วมกันและค่าที่เหลือเป็นศูนย์ ดังนั้น ค่าสูงสุดของอัตราความร่วมกันของค่ากำลังสองของน้ำหนักตัวประกอบ คือ ความสลับซับซ้อนที่ง่ายที่สุดของตัวแปรนั้น

1.2 แบบวาริแมกซ์ (Varimax) วิธีการนี้พยายามที่จะลดจำนวนตัวแปรที่มีน้ำหนักปัจจัยมากบนแต่ละปัจจัยให้เหลือน้อยที่สุดจะทำให้ได้เฉพาะตัวแปรที่มีค่าสัมประสิทธิ์ใน การรวมตัวแบบเชิงเส้นสูงหรืออีกนัยหนึ่ง ก็คือ มุ่งไปที่ความแตกต่างหรือความแปรปรวนของแต่ละตัวประกอบโดยพยายามทำให้ตัวประกอบแต่ละคอลัมน์แตกต่างกันให้มากที่สุดซึ่งจะช่วยให้ตีความหมายของปัจจัยได้ง่าย

1.3 แบบอิกวาแม็กซ์ (Equamax) เป็นการผสมระหว่างแบบควอดติกแม็กซ์และแบบวาริแม็กซ์ ที่ต้องการแปรความหมายทั้งปัจจัยและตัวแปร โดยเป็นการลดจำนวนทั้งจำนวนตัวแปรในแต่ละปัจจัยและลดจำนวนปัจจัยที่ใช้อธิบายความหมายของตัวแปร

2) การหมุนแบบมุมแหลม (Oblique Rotation) เป็นวิธีการหมุนแกนแบบที่ให้แกนของปัจจัยหมุนจากตำแหน่งเดิมในลักษณะเป็นมุมแหลม และไม่ตั้งฉากกันตลอดเวลาที่มีการหมุนแกน โดยการหมุนแกนแบบนี้สามารถที่จะระบุระดับความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยโดยการกำหนดจำนวนองศาของมุมแหลมตั้งแต่ 0 ถึง 90 องศา ถ้าต้องการให้ปัจจัยที่ได้มีความสัมพันธ์กันสูงให้กำหนดค่าจำนวนองศาต่ำๆ (ถ้ากำหนดเป็น 0 องศาแสดงว่าให้ปัจจัยมีความสัมพันธ์กันสูงสุด) แต่ถ้าต้องการให้ปัจจัยที่จะได้ มีความสัมพันธ์กันน้อยให้กำหนดค่าจำนวนองศาสูงๆ (ถ้ากำหนดเป็น 90 องศา แสดงว่าให้ปัจจัยไม่มีความสัมพันธ์กันเลยและจะกลายเป็นการหมุนแกนแบบมุมฉาก)

การให้ความหมายแก่ปัจจัย (Factor Meaning)

การให้ความหมายแก่ปัจจัยเป็นขั้นตอนที่จะต้องกำหนดชื่อหรือให้ความหมายแก่ปัจจัยหรือตัวแปรที่ได้โดยพิจารณาว่าในปัจจัยนั้นๆ ประกอบด้วยตัวแปรอะไรบ้างที่เป็นสมาชิกอยู่แต่เนื่องจากในปัจจัยหนึ่งๆ ประกอบไปด้วยตัวแปรทุกตัวที่เป็นสมาชิก โดยมีน้ำหนักของการเป็นสมาชิกแตกต่างกัน ดังนั้นก่อนจะให้ความหมายแก่ปัจจัยใด ๆ ควรจะต้องพิจารณาเลือกตัวแปรที่น่าจะเป็นสมาชิกของปัจจัยนั้นๆ มากที่สุด หลังจากนั้นจึงให้ความหมายแก่ปัจจัยที่ได้แต่ละปัจจัย ซึ่งขั้นตอนในการพิจารณา (ศิริชัย พงษ์วิชัย, 2544) มีดังนี้

1) จัดตัวแปรเข้าเป็นสมาชิกปัจจัยเดียว เป็นขั้นตอนที่จะต้องดำเนินการแยกตัวแปรให้ เห็นชัดว่าตัวแปรหนึ่ง ๆ ควรจะจัดอยู่ในกลุ่มหรือในปัจจัยใด โดยนำค่าน้ำหนักปัจจัย หรือสัมประสิทธิ์ของแต่ละปัจจัย (Factor Loading) ที่ได้ล่าสุดจากการหมุนแกนแล้วและเลือกเฉพาะ Factor ที่มีค่า Eigenvalues หรือค่า Percent of Variance สูงตามขั้นตอนการคัดเลือกปัจจัยแล้ว จึงพิจารณาค่าน้ำหนักปัจจัยหรือสัมประสิทธิ์ของแต่ละปัจจัยของปัจจัยทั้งหมดที่เลือกมาน้ำหนักปัจจัยหรือค่าสัมประสิทธิ์ของปัจจัยใดมีค่ามากที่สุดหมายความว่าปัจจัยนั้นมีความสัมพันธ์กับตัวแปรนั้นมากที่สุด แสดงว่าตัวแปรนั้น ๆ ควรเป็นสมาชิกของปัจจัยนั้นมากกว่าที่จะเป็นสมาชิกของปัจจัยอื่น

2) เลือกตัวแปรที่มีผลสูงต่อปัจจัย จากขั้นตอนที่ผ่านมาถึงแม้จะได้ตัวแปรที่เป็นสมาชิกในปัจจัยเดียว แต่ตัวแปรบางตัวที่เข้ามาเป็นสมาชิกในปัจจัยอาจจะมื่อน้ำหนัก การเข้า รวมตัวหรือมีผลต่อการอธิบายปัจจัยนั้น ๆ ได้ต่ำ ซึ่งอาจจะกล่าวได้ว่าถึงแม้จะไม่มีตัวแปรดังกล่าวก็สามารถให้ความหมายของปัจจัยได้เพียงพอแล้ว การพิจารณาจะพิจารณาจากค่าน้ำหนัก หรือสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรจากตัวแบบการรวมตัวแบบเส้นตรง โดยจะเลือกตัวแปรที่มีค่าสัมประสิทธิ์สูงซึ่งอาจจะใช้วิธีทดสอบความสัมพันธ์ทางสถิติ

3) การให้ความหมายแก่ปัจจัย เป็นขั้นตอนที่จะต้องให้ความหมายหรือกำหนดชื่อแก่แต่ละปัจจัยซึ่งในขั้นตอนนี้จะต้องอาศัยประสบการณ์ในการกำหนด หรือให้ชื่อที่สื่อความหมายแก่แต่ละปัจจัยจะทำให้ได้โดยพิจารณาลักษณะของตัวแปรที่อยู่ในปัจจัยนั้น ๆ

สรุป การวิเคราะห์ตัวประกอบเป็นเทคนิคการจับกลุ่มหรือรวมตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันไว้ในกลุ่มหรือปัจจัยเดียวกัน มีขั้นตอนการวิเคราะห์ คือ 1) การสร้างเมตริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างคู่ของตัวแปรทุกตัว 2) การสกัดปัจจัย 3) การหมุนแกนปัจจัย 4) การให้ความหมายแก่ปัจจัย

ทฤษฎีการวิเคราะห์องค์ประกอบ

วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis:PCA) เป็นวิธีการทางสถิติ ใช้สร้างเมทริกซ์ของความแปรปรวนร่วม (Covariance Matrix) จากข้อมูลภาพ ถูกนำไปใช้ในการบีบอัดข้อมูล และการสร้างภาพใบหน้าไอเกน (Eigen Faces)

เรานำการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักมาใช้ลดขนาดข้อมูล ข้อมูลของแพคเกจที่นั้นอยู่ในรูปของเวกเตอร์ 1 มิติอยู่แล้ว นำเวกเตอร์ของทุกชุดข้อมูลมาจัดให้อยู่ในรูปแบบของเมทริกซ์ โดยเวกเตอร์ของชุดข้อมูลที่ 1 จะเป็นแถวที่ 1 ของเมทริกซ์ เวกเตอร์ของชุดข้อมูลที่ 2 จะเป็นแถวที่ 2 ของเมทริกซ์ จนถึง เวกเตอร์ของชุดข้อมูลที่ n จะเป็นแถวที่ n ของเมทริกซ์ ดังนั้นจะได้เมทริกซ์ A มีมิติเป็น I และ j โดยที่ I หมายถึงข้อมูลชุดที่ i และ j หมายถึงมิติที่ ดังภาพที่ 2.1

$$\begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & \dots & A_{1m} \\ A_{21} & A_{22} & \dots & A_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{n1} & A_{n2} & \dots & A_{nm} \end{bmatrix} \quad m = w * h ; n = \text{number of pattern}$$

ภาพที่ 2.1 เมทริกซ์ A ที่จะใช้ในการคำนวณสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบ

หลังจากเตรียมข้อมูลเรียบร้อยแล้ว สามารถทำการคำนวณได้ตามขั้นตอนดังนี้

2.1 คำนวณค่าเฉลี่ยของภาพในแต่ละหลัก

$$M_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_{ij} \quad 1 \leq j \leq m \quad (2.1)$$

2.2 คำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของภาพใบหน้า

$$C_{ij} = A_{ij} - M_j \quad 1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq m \quad (2.2)$$

2.3 สร้างเมทริกซ์ของความแปรปรวน

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_i C_i^T \quad (2.3)$$

2.4 คำนวณค่าไอเกน

$$\lambda = SS^T \quad (2.4)$$

2.5 คำนวณเวกเตอร์ไอเกน

$$e = \frac{CS}{\sqrt{\lambda}} \quad \text{เมื่อ} \quad C = [C_{ij}] \quad (2.5)$$

ผลลัพธ์จะได้ค่าไอเกน และเวกเตอร์ไอเกน ข้อมูลทั้ง 2 มีความสมนัยกัน (Correspondence) ซึ่งกันและกัน เวกเตอร์ไอเกนเป็นข้อมูลที่เปลี่ยนรูปแล้ว ไม่สามารถเห็นเป็นเวกเตอร์แพกเก็ตแบบเดิมได้ การนำข้อมูลเดิมกลับมาต้องนำเวกเตอร์ไอเกนมาคำนวณอีกครั้ง ดังสมการที่ 2.6

เมื่อ

ไอเกนแพกเก็ตแรก (1st Eigen Package) คือการเลือกเวกเตอร์ไอเกนแรกของทุกเวกเตอร์ข้อมูลมาคำนวณ ส่วนไอเกนแพกเก็ตอื่นๆก็ทำในรูปแบบเดียวกัน

นอกจากนี้ ผศ.ดร. วินิจ เทือกทอง รองอธิการบดีฝ่ายวางแผนและพัฒนา ได้กล่าวถึง การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) ไว้ดังนี้

ในการที่ผู้วิจัยใช้หลักการวิเคราะห์องค์ประกอบ เพื่อใช้ในการลดตัวแปรที่ผู้วิจัยสนใจที่ศึกษาโดยอาจกระทำการรวมตัวแปรย่อยๆ ให้เป็นตัวแปรใหญ่ขึ้นมาใหม่ ซึ่งตัวแปรย่อยที่ถูกรวมเป็นตัวแปรใหม่ก็จะมี การให้น้ำหนักแก่ตัวแปรย่อยเหล่านั้น ดังนั้นหลักการวิเคราะห์องค์ประกอบจะมีขั้นตอนในการวิเคราะห์ ดังนี้

1. ให้ทำการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ [ดูในบทที่ 4] ว่าสัมพันธ์กันหรือไม่ ถ้าตัวแปรใดมีความสัมพันธ์กันมากก็ควรใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบ แต่ถ้าตัวแปรมีความสัมพันธ์กันน้อยก็ไม่ควรใช้
2. ถ้าการสกัดองค์ประกอบของตัวแปร เพื่อจะทำการหาองค์ประกอบพบว่า แต่ละองค์ประกอบจะสามารถใช้ตัวแปรทั้งหมดที่เราศึกษาแทนได้ก็องค์ประกอบ วิธีที่เรานิยมใช้กันมา คือ วิธี PCA หรือ Principal Component Analysis โดยมีหลักการว่าองค์ประกอบแต่ละตัวจะสามารถเขียนเป็น Linear Combination ของตัวแปรอะไรก็ได้บ้าง ซึ่งสภาพจริงก็จะเป็นการคำนวณหาค่าน้ำหนักของตัวแปรย่อย เพื่อสร้างเป็นตัวแปรองค์ประกอบใหม่
3. การหมุนแกนองค์ประกอบ เพื่อช่วยให้ผู้วิจัยทราบว่าตัวแปรย่อยที่เราศึกษาควรอยู่ในตัวแปรองค์ประกอบใดบ้าง การหมุนแกนจะมีอยู่ 2 วิธี คือ
 - 1) การหมุนแกนแบบตั้งฉาก (Orthogonal Rotation) เพื่อดูว่าตัวแปรย่อยใดอยู่ใกล้แกนขององค์ประกอบ ก็ให้จัดตัวแปรย่อยนั้นอยู่ในองค์ประกอบดังกล่าว
 - 2) การหมุนแกนแบบไม่ตั้งฉากหรือที่เราเรียกว่า Obligate Rotation)

ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์องค์ประกอบ

จากข้อคิดของ Comrey และ Lee (1992) ได้ให้ข้อเสนอแนะในการวิเคราะห์องค์ประกอบว่าควรใช้ขนาดตัวอย่างเท่าใดถึงจะดี โดยกำหนดขอบเขตของตัวอย่างดังนี้

| ขนาดตัวอย่าง | ความเหมาะสมของการวิเคราะห์ |
|--------------|----------------------------|
| 50 | แย่มาก |
| 100 | แย่ |
| 200 | กำลังดี |
| 300 | ดี |
| 500 | ดีมาก |
| 1000 | ดีที่สุด |

นั่นคือ การวิเคราะห์องค์ประกอบควรมีหน่วยตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาไม่ต่ำกว่าร้อยละ
ตัวอย่าง นอกจากนี้ยังมีข้อคิดจากนักสถิติบางคนที่ว่าควรใช้ขนาดตัวอย่างไม่ต่ำกว่า 10 เท่าของตัวแปรที่ผู้วิจัยสนใจ

ตัวอย่าง

สมมติว่าผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลจากการศึกษางานวิจัยชิ้นหนึ่ง โดยเก็บข้อมูลจากตัว
แปรย่อยจำนวน 4 ตัว ได้แก่ X_1, X_2, X_3, X_4 จากคนจำนวน 5 คน ดังตาราง

| คนที่ | X_1 | X_2 | X_3 | X_4 |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 32 | 64 | 65 | 67 |
| 2 | 61 | 37 | 62 | 65 |
| 3 | 59 | 40 | 45 | 43 |
| 4 | 36 | 62 | 34 | 35 |
| 5 | 62 | 46 | 43 | 40 |

ขั้นตอนที่ 1 ทำการหาตารางความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรย่อย 4 ตัว ได้ค่าความสัมพันธ์ดังตาราง

| | X_1 | X_2 | X_3 | X_4 |
|-------|--------|--------|--------|--------|
| X_1 | 1 | - .953 | - .055 | - .130 |
| X_2 | - .953 | 1 | - .091 | - .036 |
| X_3 | - .055 | - .091 | 1 | .990 |
| X_4 | - .130 | - .036 | .990 | 1 |

ขั้นตอนที่ 2 การสกัดองค์ประกอบจะได้

| | องค์ประกอบ 1 | องค์ประกอบ 2 |
|-------|--------------|--------------|
| X_1 | - .400 | .900 |
| X_2 | .251 | - .947 |
| X_3 | .932 | .348 |
| X_4 | .956 | .280 |

จะเห็นว่า องค์ประกอบที่ 1 มี X_3, X_4
 องค์ประกอบที่ 1 มี X_1, X_2

ขั้นตอนที่ 3 หมุนแกน

1) หมุนแบบตั้งฉากจะได้

| | องค์ประกอบ 1 | องค์ประกอบ 2 |
|-------|--------------|--------------|
| X_1 | - .086 | .981 |
| X_2 | - .071 | - .979 |
| X_3 | .994 | .026 |
| X_4 | .997 | - .040 |

2) หมุนแกนแบบ Oblique จะได้

| | องค์ประกอบ 1 | องค์ประกอบ 2 |
|-------|--------------|--------------|
| X_1 | - .069 | .982 |
| X_2 | - .088 | - .977 |
| X_3 | .994 | .023 |
| X_4 | .997 | - .043 |

จากการหมุนแกนของการวิเคราะห์องค์ประกอบและพบว่าตัวแปรย่อย 4 ตัว สามารถรวมตัวแปรใหม่ได้เป็น 2 ตัว โดยเราอาจตั้งชื่อตัวแปรใหม่ เช่น

$$F_1 = .994 X_3 + .997 X_4$$

$$F_2 = .982 X_1 + (-.977) X_2$$

เป็นต้น จากนั้นจึงนำตัวแปร F_1 และ F_2 ไปวิเคราะห์ต่อ

ตัวอย่างงานวิจัยที่ใช้เทคนิค การวิเคราะห์องค์ประกอบ(Factor Analysis)

ชื่องานวิจัย การวิเคราะห์องค์ประกอบและพัฒนาระบบข้อมูลสารสนเทศทางการศึกษาผ่านระบบอินเทอร์เน็ต
ของศูนย์เครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาจังหวัดสมุทรสงคราม

ชื่อภาษาอังกฤษ Factor Analysis and Development of Educational Information System via
Internet System for Educational Distribution Node Center of
Samutsongkhram

คำสำคัญ การวิเคราะห์องค์ประกอบ, ข้อมูลสารสนเทศทางการศึกษา , ระบบอินเทอร์เน็ต

ชื่อผู้วิจัย ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข
Prachyanun Nilsook, Ph.D.

ตำแหน่ง หัวหน้าศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร
วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม อ.เมืองฯ จ.สมุทรสงคราม (75000)

วุฒิการศึกษา ค.ด. เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา

สถานที่ติดต่อ วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม อ.เมืองฯ จ.สมุทรสงคราม (75000)

prachyanun@hotmail.com

<http://www.prachyanun.com>

โทรศัพท์ 01-7037515 , 034-720660

ระยะเวลาวิจัย ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2547 ถึง 31 สิงหาคม 2548

ประเภทงานวิจัย งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก

คณะกรรมการการวิจัยการศึกษา การศาสนาและการวัฒนธรรม

กระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ.2548

งานวิจัยเรื่องนี้ เกิดขึ้นได้เนื่องจากสิ่งสำคัญในการหาความต้องการจำเป็น อันจะทราบถึงความต้องการ
จริงของผู้ให้บริการและผู้ใช้บริการข้อมูลอันจะทำให้การพัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศผ่านระบบอินเทอร์เน็ตมี
ประสิทธิภาพยิ่งขึ้นในอนาคต และเป็นการส่งเสริมการจัดทำฐานข้อมูลและการพัฒนาโครงข่ายข้อมูลข่าวสารในระดับ
ต่างๆ เพื่อใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจและการบริหารจัดการการพัฒนา (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ,
2545) สอดคล้องกับแผนพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 9 และแผนแม่บทในการพัฒนา
เทคโนโลยีสารสนเทศของกระทรวงศึกษาธิการ

ผู้วิจัยซึ่งเป็นผู้ดูแลระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาจังหวัดสมุทรสงคราม มีภารกิจตามนโยบาย
ของกระทรวงศึกษาธิการในการจัดตั้งศูนย์ปฏิบัติการ (Operating Center) และจัดทำระบบ

ข้อมูลสารสนเทศทางการศึกษาผ่านระบบอินเทอร์เน็ต จึงดำเนินการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยวิเคราะห์องค์ประกอบของข้อมูลสารสนเทศตามความต้องการของครูอาจารย์และผู้บริหารในท้องถิ่น นำมาพัฒนาเป็นเว็บระบบข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ตของศูนย์เครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาสำหรับจังหวัดสมุทรสงคราม เพื่อประโยชน์ในการบริหารจัดการทางการศึกษาของท้องถิ่นและเป็นต้นแบบในการพัฒนาระบบข้อมูลสารสนเทศผ่านอินเทอร์เน็ตสำหรับศูนย์อื่นๆ ต่อไป

โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย คือ

1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบของข้อมูลสารสนเทศทางการศึกษาตามความต้องการของครูอาจารย์และผู้บริหารสถานศึกษาจังหวัดสมุทรสงคราม
2. เพื่อพัฒนาระบบข้อมูลสารสนเทศทางการศึกษาผ่านระบบอินเทอร์เน็ตของศูนย์เครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาจังหวัดสมุทรสงคราม

การวิเคราะห์องค์ประกอบของการศึกษาวิจัยครั้งนี้ใช้กรอบแนวคิด ข้อมูลสารสนเทศที่โรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (กองนโยบายและแผน, 2537) จะต้องมีส่วนที่ต้องปฏิบัติอยู่ 6 ด้านคือ

1. ด้านวิชาการ
2. ด้านกิจการนักเรียน
3. ด้านอาคารสถานที่
4. ด้านบุคลากร
5. ด้านการเงินพัสดุ
6. ด้านความสัมพันธ์กับชุมชน

การพัฒนาเว็บข้อมูลสารสนเทศทางการศึกษา ใช้กรอบแนวคิดการประเมินคุณภาพของเว็บ (Everheart, 1996) ซึ่งแบ่งกรอบการประเมินผลออกเป็น

1. ความทันสมัย (Currency)
2. เนื้อหาและข้อมูล (Content and Information)
3. ความน่าเชื่อถือ (Authority)
4. การเชื่อมโยงข้อมูล (Navigation)
5. ความชัดเจนของข้อมูล (Experience)
6. ความเป็นมัลติมีเดีย (Multimedia)
7. การให้ข้อมูล (treatment)
8. การเข้าถึงข้อมูล (Access)
9. ความหลากหลายของข้อมูล (Miscellaneous)

และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นครูอาจารย์และผู้บริหารของโรงเรียนในจังหวัดสมุทรสงคราม สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีการศึกษา 2547 จำนวน 1,125 คน โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างเป็น 2 กลุ่มได้แก่

1. กลุ่มตัวอย่างที่ 1 เพื่อให้เพียงพอในการวิเคราะห์องค์ประกอบที่จะต้องใช้อุ่มตัวอย่างมากกว่า 20 เท่าของตัวแปรที่ศึกษาซึ่งมีตัวแปรจำนวน 46 ตัวแปร ใช้การสุ่มอย่างง่ายจำนวน 1, 089 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ 2 เป็นครูอาจารย์ผู้เข้าอบรมการสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ตามโครงการของโรงเรียนในฝัน เป็นการเจาะจงกลุ่มตัวอย่างจำนวน 36 คน เพื่อการประเมินข้อมูลสารสนเทศผ่านระบบอินเทอร์เน็ต

การวิจัยนี้ มุ่งศึกษา**ตัวแปรอิสระ** อันได้แก่

1. การวิเคราะห์องค์ประกอบของข้อมูลสารสนเทศทางการศึกษา 6 ด้าน จำนวนตัวแปรที่ได้จากการสังเคราะห์จำนวน 46 ตัวแปร
 - 1.1 ด้านวิชาการ
 - 1.2 ด้านกิจการนักเรียน-นักศึกษา
 - 1.3 ด้านอาคารสถานที่
 - 1.4 ด้านบุคลากร
 - 1.5 ด้านธุรการการเงินพัสดุ
 - 1.6 ด้านความสัมพันธ์กับชุมชน
2. การประเมินผลการพัฒนาข้อมูลผ่านระบบอินเทอร์เน็ต
 - 2.1 ความทันสมัย (Currency)
 - 2.2 เนื้อหาและข้อมูล (Content and Information)
 - 2.3 ความน่าเชื่อถือ (Authority)
 - 2.4 การเชื่อมโยงข้อมูล (Navigation)
 - 2.5 ความชัดเจนของข้อมูล (Experience)
 - 2.6 ความเป็นมัลติมีเดีย (Multimedia)
 - 2.7 การให้ข้อมูล (treatment)
 - 2.8 การเข้าถึงข้อมูล (Access)
 - 2.9 ความหลากหลายของข้อมูล (Miscellaneous)

และ **ตัวแปรตาม** ได้แก่

1. ผลของการวิเคราะห์องค์ประกอบข้อมูลสารสนเทศ
2. ผลการประเมินข้อมูลสารสนเทศทางการศึกษาผ่านระบบอินเทอร์เน็ต

โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ

1. แบบสอบถามองค์ประกอบข้อมูลสารสนเทศทางการศึกษาสำหรับครูอาจารย์และผู้บริหารสถานศึกษาชั้นพื้นฐาน 6 ด้าน จำนวน 46 ข้อ เป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale)
2. แบบประเมินผลคุณภาพของเว็บไซต์ 9 ด้าน (Everheart, 1996) จำนวน 20 ข้อ
3. โปรแกรมคอมพิวเตอร์และเว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser)

ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูลและนำข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถามมาทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของข้อมูลสารสนเทศทางการศึกษาตามความต้องการจำเป็น เพื่อนำไปจัดทำเป็นเว็บไซต์ในขั้นตอนต่อไป ซึ่งในการพัฒนาเว็บไซต์ข้อมูลสารสนเทศทางการศึกษานั้นมี 5 ขั้นตอนคือ **ขั้นตอนที่ 1. การวิเคราะห์ (Analysis)** ผู้วิจัยนำข้อมูลจากผลการวิจัยจากแบบสอบถามมาทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของข้อมูลสารสนเทศทางการศึกษาทั้ง 6 ด้าน จำนวน 46 ตัวแปร มาทำการเรียงลำดับความต้องการจำเป็นและองค์ประกอบที่สำคัญของข้อมูลตามความต้องการของครูอาจารย์ และผู้บริหารสถานศึกษาชั้นพื้นฐานในจังหวัดสมุทรสงคราม

ขั้นตอนที่ 2. การออกแบบ (Design) ผู้วิจัยได้นำผลการวิเคราะห์องค์ประกอบข้อมูลสารสนเทศทางการศึกษา มาทำการเขียนแผนผังมโนทัศน์ (Concept Mapping) ข้อมูลสารสนเทศทางการศึกษาทั้ง 6 ด้าน แล้วนำมาออกแบบเครือข่ายของเนื้อหา (Content Network) เพื่อจัดลำดับความต้องการจำเป็นสำหรับนำไปจัดทำเว็บไซต์ โดยพบว่า ความต้องการจำเป็นอยู่ในระดับมากทุกด้าน จึงนำข้อมูลทั้งหมดนำเสนอในหน้าแรกทั้งหมด การออกแบบจัดทำในลักษณะที่เป็นเมนูให้เลือกหัวข้อตามผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทั้งหมด

ขั้นตอนที่ 3 การพัฒนา (Development) การพัฒนาเว็บไซต์ตามการออกแบบเป็นสร้างเว็บระบบข้อมูลสารสนเทศทางการศึกษาโดยออกแบบและพัฒนาด้วยโปรแกรม Macromedia Dreamweaver MX การสร้างงานกราฟิกส์ด้วยโปรแกรม Photo Shop และจัดทำเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งเป็นข้อมูลสารสนเทศทางการศึกษาด้วยโปรแกรม Acrobat ได้ไฟล์จำนวน 507 ไฟล์

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นตอนการนำไปใช้งาน (Implementation) การนำไปใช้งานผู้วิจัยได้ทำการติดตั้งเว็บระบบข้อมูลสารสนเทศทางการศึกษาที่สร้างขึ้นในระบบอินเทอร์เน็ต โดยใช้ชื่อเว็บไซต์ศูนย์เครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาจังหวัดสมุทรสงครามติดตั้งในพื้นที่ <http://www.thaive.com/ictss/index.html> ทำการทดสอบการทำงานของข้อมูลสารสนเทศทางการศึกษาผ่านระบบอินเทอร์เน็ต เพื่อหาข้อบกพร่องของการทำงาน โดยทำการตรวจสอบตามแบบประเมินทั้ง 9 ด้าน

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผล (Evaluation) การประเมินผลเป็นส่วนหนึ่งตามวัตถุประสงค์ของการพัฒนาข้อมูลสารสนเทศทางการศึกษาผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ผู้วิจัยได้ใช้กลุ่มตัวอย่างคือครูอาจารย์ผู้เข้าอบรมการจัดทำหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ตามโครงการพัฒนาบุคลากรโรงเรียนในฝันของโรงเรียนอัมพวันวิทยาลัย ระหว่างวันที่ 2-4 พฤษภาคม พ.ศ.2548 จำนวน 36 คน ทำการประเมินผลเว็บไซต์โดยใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมงตามแบบประเมินผลของ เอเวอร์ฮาร์ด (Everheart, 1996) ทั้ง 9 ด้าน ลักษณะข้อคำถามเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการวิจัย SPSS for Windows version 10 จำนวน 3 ขั้นตอน คือ

1. การหาค่าระดับของข้อมูลสารสนเทศทางการศึกษา เป็นการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. การวิเคราะห์องค์ประกอบข้อมูลสารสนเทศใช้วิธีการสกัดองค์ประกอบหลัก (Principal Component) และหมุนแกนองค์ประกอบแบบอโรทอนอล ด้วยวิธีวาริแมกซ์ (Varimax) การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อคำถามในแบบสอบถามทุกข้อ ใช้สูตรเพียร์สันโปรดักโมเมนต์ (Pearson's Product Moment Correlation Coefficient) พิจารณาองค์ประกอบที่มีค่าโอเกนมากกว่า 1 จากนั้นคัดเลือกตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบเกิน 0.50 ขึ้นไปเป็นองค์ประกอบสำคัญส่วนตัวแปรที่มีน้ำหนักองค์ประกอบน้อยกว่า 0.50 ไม่นำมาพิจารณา นำผลการวิเคราะห์องค์ประกอบแต่ละด้านไปแปลผลและกำหนดชื่อองค์ประกอบ
3. การวิเคราะห์ผลการประเมินเว็บไซต์ข้อมูลสารสนเทศทางการศึกษา ของศูนย์เครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาจังหวัดสมุทรสงครามจำนวน 9 ด้าน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยทำเป็นรายข้อและภาพรวมคะแนนการประเมินผลเป็นร้อยละ

โดยสรุปแล้วสถิติที่ใช้ในการวิจัยการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยผู้วิจัยได้ใช้สถิติในการวิจัย โดยแบ่งออกเป็น

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่
 - 1.1 ค่าเฉลี่ย
 - 1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 - 1.3 ร้อยละ
2. การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis)
 - 2.1 การคำนวณหาเมตริกส์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรใช้สูตรสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's Product Correlation Coefficient)
 - 2.2 การสกัดองค์ประกอบ (Factor Extraction) วิธีการสกัดองค์ประกอบหลัก (Principal Component Method)
 - 2.3 การหมุนแกนองค์ประกอบแบบอโรทอนอลด้วยวิธีวาริแมกซ์ (Varimax Orthogonal Rotation)

สรุปผลการวิจัย ได้ดังนี้

1. สถานภาพผู้ตอบแบบสอบถามที่เป็นครูอาจารย์และผู้บริหารสถานศึกษา พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศชายน้อยกว่าเพศหญิง ส่วนใหญ่มีประสบการณ์การปฏิบัติงาน 35 ปี ขึ้นไป

และระดับการศึกษาสูงสุดส่วนใหญ่คือระดับปริญญาตรี และส่วนใหญ่มีตำแหน่งอาจารย์ 2 จำนวนบุคลากรในสถานศึกษาส่วนใหญ่คือได้แก่ 10 – 50 คน และส่วนใหญ่มีจำนวนนักเรียนในสถานศึกษา 101 - 500 คน

2. ข้อมูลสารสนเทศทางการศึกษาตามความต้องการจำเป็นของครูอาจารย์และผู้บริหารสถานศึกษา 6 ด้าน โดยรวมอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณารายชื่อพบว่าอยู่ในระดับมากทุกข้อ เรียงตามลำดับคือ ด้านวิชาการ ด้านบุคลากร ด้านธุรการ การเงินและพัสดุ ด้านกิจการนักเรียน ด้านความสัมพันธ์ระหว่างโรงเรียนกับชุมชน และด้านอาคารสถานที่

3. การวิเคราะห์องค์ประกอบข้อมูลสารสนเทศทางการศึกษาตามความต้องการของครูอาจารย์และผู้บริหารสถานศึกษา พบว่า ได้องค์ประกอบที่สำคัญ 6 องค์ประกอบ ได้แก่

3.1 องค์ประกอบที่ 1 ด้านอาคารสถานที่ ประกอบด้วย 7 ตัวแปร ได้แก่ ข้อมูลสนามกีฬา สนามเด็กเล่น สวนหย่อม สระน้ำ ต้นไม้ ข้อมูลแผนผังเส้นทาง ถนน ทางเดิน คูระบายน้ำ ที่ทิ้งขยะ ข้อมูลโต๊ะเก้าอี้เครื่องปรับอากาศ และสิ่งอำนวยความสะดวก ข้อมูลการซ่อมบำรุงและรักษาอาคารสถานที่ในโรงเรียน ข้อมูลระบบไฟฟ้าและประปาโรงเรียน ข้อมูลอาคารเรียน โรงอาหาร โรงฝึกงาน หอประชุม บ้านพัก และข้อมูลระบบโทรศัพท์ ระบบสื่อสารและเสียงตามสาย

3.2 องค์ประกอบที่ 2 ด้านความสัมพันธ์ระหว่างโรงเรียนและชุมชน ประกอบด้วย 7 ตัวแปร ได้แก่ ข้อมูลการเผยแพร่ความรู้แก่ชุมชน ข้อมูลประชาสัมพันธ์กิจกรรมโรงเรียนและชุมชน ข้อมูลภูมิปัญญาท้องถิ่น ภูมิปัญญาไทย วิชาชีพชาวบ้านในชุมชน ข้อมูลการได้รับความช่วยเหลือจากชุมชนเช่น การรับบริจาค ข้อมูลการบริการชุมชน เช่น การให้ใช้สถานที่ การบริการวัสดุ ข้อมูลประชาสัมพันธ์งานของโรงเรียน และข้อมูลสมาคม มูลนิธิ ชมรม กองทุน ภายในโรงเรียน

3.3 องค์ประกอบที่ 3 ด้านวิชาการ ประกอบด้วย 7 ตัวแปร ได้แก่ ข้อมูลการเรียนการสอน เช่น ตารางสอน แผนการสอน ข้อมูลหลักสูตรแต่ละระดับชั้น ข้อมูลสื่อการเรียนการสอน เช่น จำนวนสื่อวิธีการใช้ ข้อมูลการวัดผลและประเมินผล ข้อมูลการนิเทศการสอน เช่น การให้คำปรึกษาครู การช่วยเหลือครู และข้อมูลการวิจัยและพัฒนาการเรียนการสอน

3.4 องค์ประกอบที่ 4 ด้านบุคลากร ประกอบด้วย 7 ตัวแปร ได้แก่ ข้อมูลการปฏิบัติงาน การกำหนดตำแหน่ง สรรหา โอนย้าย ข้อมูลการลา การออก การพ้นราชการ บำเหน็จบำนาญ ข้อมูลการพิจารณาความดีความชอบ การเลื่อนขั้น การเลื่อนตำแหน่ง ข้อมูลการรักษาระเบียบวินัย การอุทธรณ์ร้องทุกข์ ข้อมูลประวัติบุคลากร ทะเบียนประวัติ การวางแผนบุคลากร ข้อมูลการศึกษาต่อ ฝึกอบรม สัมมนา และข้อมูลสวัสดิการสุขภาพ ความปลอดภัย และสิทธิประโยชน์

3.5 องค์ประกอบที่ 5 ด้านธุรการ การเงินและพัสดุ ประกอบด้วย 6 ตัวแปร ได้แก่ ข้อมูลทะเบียนเอกสาร พัสดุ การงานและรายงานประจำปี ข้อมูลพัสดุและครุภัณฑ์ในโรงเรียนข้อมูลสารบรรณ หนังสือราชการ หนังสือเข้า-ออก ข้อมูลเงินงบประมาณ เงินบำรุงการศึกษา เงินบริจาค ข้อมูลงานรักษาความปลอดภัย เวรยาม และข้อมูลกรรมการสถานศึกษาและผู้อนุการโรงเรียน

3.6 องค์ประกอบที่ 6 ด้านกิจการนักเรียน ประกอบด้วย 6 ตัวแปร ได้แก่ ข้อมูลกิจกรรมนักเรียนในแต่ละภาคเรียน ข้อมูลบริการนักเรียน เช่น การตรวจสอบสุขภาพ ระเบียบสะสม ข้อมูลการ

รับนักเรียน เช่น การลงทะเบียน, การปฐมนิเทศ ข้อมูลงานกิจกรรมลูกเสือและเนตรนารี ข้อมูลงานปกครอง
นักเรียน กฎระเบียบและวินัยนักเรียน และข้อมูลประวัตินักเรียน ลำมะโน การย้ายและจำหน่ายนักเรียน

4. ผลการประเมินเว็บไซต์ข้อมูลสารสนเทศทางการศึกษา ศูนย์เครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา
จังหวัดสมุทรสงคราม ทั้ง 9 ด้าน พบว่า ผลการประเมินเว็บไซต์โดยรวมได้ร้อยละ 78.29 อยู่ในระดับปานกลาง