วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
ปีที่ 9 ฉบับที่ 1 มกราคม – เมษายน 2558

การศึกษาองค์ประกอบพื้นฐานที่มีผลต่อทักษะปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ

THE FACTOR STUDY OF FUNDAMENTAL EFFECT ON 3-DIMENSIONAL ANIMATION OPERATING SKILL

สรชัย ชวรางกูร ชาตรี เกิดธรรม และบุญเรือง ศรีเหรัญ
Sorrachai Shawarangkoon, Chatree Girdtham, and Boonruang Sriherun

หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบพื้นฐานที่มีผลต่อทักษะปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบ กลุ่มตัวอย่างทำการเลือกแบบเจาะจง นักศึกษาระดับอุดมศึกษา ที่เคยศึกษารายวิชาด้านคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ จำนวน 385 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบประเมินองค์ประกอบพื้นฐานที่มีผลต่อทักษะปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.957 การวิเคราะห์ข้อมูลขั้นแรกเป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจเพื่อจัดกลุ่มตัวแปร จากนั้นทำการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสองเพื่อทดสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ของโมเดล

ผลการวิจัย พบว่า

1) องค์ประกอบของพื้นฐานที่มีผลต่อทักษะปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ พื้นฐานด้านการนึกภาพมิติสัมพันธ์ พื้นฐานด้านคอมพิวเตอร์กราฟิก พื้นฐานด้านวิทยาศาสตร์และพื้นฐานด้านศิลปะ

2) โมเดลองค์ประกอบจากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง พบว่าหลังจากการปรับโมเดล ได้ค่า ไค-สแควร์สัมพัทธ์ (χ^2 / df) เท่ากับ 1.16, ค่าดัชนีระดับความกลมกลืน (GFI) เท่ากับ 0.95 ดัชนีระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (AGFI) เท่ากับ 0.92 และระดับนัยสำคัญ (P-value) เท่ากับ 0.059 สรุปได้ว่า โมเดลองค์ประกอบมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ABSTRACT

The objective of this research was to study of the fundamental effect on 3-dimensional animation operating skills with factor analysis. The sample of this research was 385 of undergraduate students who have studied courses in computer 3D animation. The research tool was evaluate form the fundamental effect on 3-dimensional animation operating skills has reliability was 0.957. The data analysis was

initially an exploratory factor analysis of group variables, then a second order confirmatory factor analysis to test the consistency of model.

The findings were as follows:

1) The factor of the fundamental effect on 3 -dimensional animation operating skills contains 4 fundamentals were spatial visualization fundamental, computer graphic fundamental, science fundamental, and art fundamental

2) The model form second order confirmatory factor analysis after model modification was: χ^2 / df = 1.16, GFI = 0.95, AGFI = 0.92 and P-value = 0.059 Conclude that the resulted model fitted the empirical data.

คำสำคัญ

ทักษะปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ การวิเคราะห์องค์ประกอบ

ความสำคัญของปัญหา

สถาบันอุดมศึกษาได้พยายามพัฒนาหลักสูตร โดยเน้นผลิตบัณฑิตด้านวิชาชีพที่คุณภาพรองรับอุตสาหกรรมด้านต่างๆ ให้สอดคล้องกับยุทธศาสตร์การพัฒนาและแผนงานวิจัยแบบบูรณาการ (2549) ซึ่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ เป็นหนึ่งในมหาวิทยาลัยที่ให้การส่งเสริมพัฒนาบุคลากรทางด้านวิชาชีพ ดังวิสัยทัศน์ของมหาวิทยาลัย (2552) ที่มุ่งเน้นความเป็นเลิศด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พัฒนาคนด้านวิชาชีพสู่มาตรฐานสากล และเสริมสร้างสังคมให้มีคุณภาพอย่างยั่งยืน โดยมีการพัฒนาหลักสูตรใหม่ ที่ได้มุ่งพัฒนาบุคลากรเข้าสู่อุตสาหกรรมซอฟแวร์ โดยเฉพาะอุตสาหกรรมด้านมัลติมีเดียและแอนิเมชั่นได้แก่ หลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีมัลติมีเดีย เพื่อเป็นการพัฒนาบัณฑิตเพื่อป้อนเข้าสู่อุตสาหกรรมดิจิทัลคอนเทนต์ (Digital Content) เพื่อประยุกต์สำหรับงานพัฒนาสื่อที่มีความหลากหลาย ทั้งด้านตัวอักษร ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วีดิทัศน์

สายงานทางด้านเทคโนโลยีมัลติมีเดียสายงานหนึ่งที่มีการจัดการเรียนสอน คือ สายงานทางด้านคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ (3D Animation) ที่เน้นการฝึกให้นักศึกษาสามารถเป็นนักสร้างภาพเคลื่อนไหว 3 มิติโดยใช้คอมพิวเตอร์ (3D Animator) โดยธรรมชาติของรายวิชาในสายงานนี้จะศึกษาเน้นการปฏิบัติโดยใช้โปรแกรมประยุกต์ (Application Program) ประเภท Computer-Generated Imagery หรือ CGI ซึ่งเกิดจากการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในการสร้างสรรค์งานโดยเผยแพร่ผ่านงานภาพยนตร์ โทรทัศน์ และวีดิทัศน์ประเภทต่างๆ เป็นการสร้างภาพแบบ 3 มิติ ซึ่งมีขนาดและสัดส่วน สีสันและคุณลักษณะ โดยลักษณะของโปรแกรมประยุกต์เป็นการจำลองภาพ 3 มิติในลักษณะของเวกเตอร์ แสดงผ่านจอภาพคอมพิวเตอร์ซึ่งมีลักษณะเป็น 2 มิติ โดยการสอนจะพบปัญหาว่าผู้เรียนมีความสับสนในการจำลองมิติทางมุมมอง ทำให้ผู้เรียนรู้สึกถึงความยากในการใช้งาน ส่งผลให้นักศึกษาไม่สามารถปฏิบัติงานตามคำสั่งที่ได้รับมอบหมายได้

ผู้วิจัยได้ให้ความสำคัญถึงการศึกษาพื้นฐานเกี่ยวข้องกับความถนัดทางการเรียนรู้ ตามที่ Carroll (1963) ได้กล่าวว่า ความถนัดทางการเรียนของผู้เรียนมีส่วนสำคัญที่จะทำให้เกิดความสำเร็จ

ของการเรียนรู้ โดยลักษณะทักษะปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิตินั้นเป็นการบูรณาการทักษะพื้นฐานหลายทักษะ ทั้งด้านศาสตร์ (Science) และศิลป์ (Art) ทำให้ผู้วิจัยเกิดความสนใจที่จะวิเคราะห์ถึงพื้นฐานที่มีผลต่อทักษะปฏิบัติคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) เพื่อเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์พัฒนาผู้เรียน และเป็นแนวทางในนวัตกรรมที่ช่วยพัฒนานักศึกษาให้มีทักษะปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติต่อไป

โจทย์วิจัย/คำถามวิจัย

พื้นฐานใดบ้างเป็นกลุ่มองค์ประกอบที่ส่งผลต่อทักษะปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาองค์ประกอบพื้นฐานที่มีผลต่อทักษะปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การกำหนดโมเดลองค์ประกอบ มีขั้นตอน ได้แก่

1.1 การกำหนดปัญหาของการเรียนการสอนรายวิชาคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ ที่มีปัญหาทางด้านพื้นฐานทักษะปฏิบัติของผู้เรียน

1.2 การศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีที่มีความเป็นไปได้ว่าจะองค์ประกอบพื้นฐานที่มีผลต่อทักษะปฏิบัติคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ

1.3 การสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้เชี่ยวชาญในการสอนรายวิชาคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ ว่ามีทักษะพื้นฐานใดที่ส่งมีต่อทักษะคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ

1.4 การสรุปข้อมูลและออกแบบโมเดลองค์ประกอบพื้นฐานที่มีผลต่อทักษะปฏิบัติคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ ทั้งสิ้น 25 ตัวแปร ได้แก่ 1) การมองภาพที่มีลักษณะเส้นซับซ้อน 2) การเข้าใจภาพในลักษณะกลับด้าน 3) การมองภาพในมุมมอง Perspective 4) การนึกภาพเมื่อมีการหมุนมุมมอง 5) การเข้าใจภาพฉาย (Orthographic) 6) การนึกภาพเมื่อภาพ 3 มิติ ถูกคลี่เป็น 2 มิติ 7) การจัดการไฟล์ข้อมูลทางคอมพิวเตอร์ 8) คำศัพท์เทคนิคที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์กราฟิก 9) ระบบสีทางคอมพิวเตอร์กราฟิก 10) การใช้โปรแกรมกราฟิกแบบเวกเตอร์ 11) การใช้โปรแกรมกราฟิกแบบราสเตอร์ 12) การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อพัฒนาภาพเคลื่อนไหว 13) ความคิดเชิงระบบ 14) ทักษะการสังเกตและจดจำ 15) การคำนวณทางคณิตศาสตร์ 16) การคำนวณรูปทรงเรขาคณิต 17) หลักการทางฟิสิกส์กลศาสตร์ 18) หลักการกายวิภาคและสรีรวิทยา 19) หลักการทางนิเทศศิลป์ 20) หลักทฤษฎีการทำภาพเคลื่อนไหว 21) ความคิดสร้างสรรค์ 22) การวาดภาพ 23) การปั้น 24) การถ่ายภาพ และ 25) การจัดแสงเงา

2. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่างของการวิจัย

2.1 ประชากร ได้แก่นักศึกษาระดับอุดมศึกษา ที่ศึกษารายวิชาด้านคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ

2.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาระดับอุดมศึกษา ที่เคยศึกษารายวิชาด้านคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ จำนวน 385 คน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบประเมินองค์ประกอบพื้นฐานที่มีผลต่อทักษะปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ มีรายละเอียดการสร้างเครื่องมือดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมินสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบ

3.2 กำหนดรูปแบบการประเมิน โดยออกแบบเป็นมาตรประมาณค่า 5 ระดับ

3.3 การกำหนดวัตถุประสงค์ให้มีความสอดคล้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษาตามโมเดลองค์ประกอบ

3.4 การออกแบบข้อคำถามให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ และนำแบบประเมินให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลจำนวน 5 ท่าน พิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาของแบบประเมิน ซึ่งแบบประเมินฉบับนี้ทุกข้อมีค่ามากกว่า 0.5

3.5 การแก้ไข ปรับปรุง ข้อคำถามตามคำแนะนำตามผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ

3.6 การนำแบบประเมินไปทดลองกับกลุ่มผู้ตอบ จำนวน 40 คน และนำผลมาวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนกของแบบประเมิน โดยแบบประเมินฉบับนี้มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.3-0.575

3.7 วิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมิน ซึ่งแบบประเมินฉบับนี้มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.957 สามารถนำแบบประเมินนี้ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างได้

4. วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

กระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง มีรายละเอียดดังนี้

4.1 ชี้แจงกลุ่มตัวอย่าง ถึงลำดับขั้นตอนของการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อให้กลุ่มเป้าหมายมีความเข้าใจตรงกัน

4.2 ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบประเมินพื้นฐานที่ส่งผลต่อทักษะปฏิบัติคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ พร้อมบันทึกคะแนนจากแบบประเมิน เพื่อนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์องค์ประกอบ

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์องค์ประกอบในงานวิจัยนี้ ใช้รูปแบบความสัมพันธ์เชิงโครงสร้าง (Structural Relationship Model) กระบวนการวิจัยประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ได้แก่ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

5.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ เป็นกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลตัวแปรตามกรอบแนวคิด โดยการนำข้อมูลจากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมทางสถิติ ซึ่งมีทั้งหมด 4 ขั้นตอน ได้แก่ มีรายละเอียดดังนี้

1) สร้างเมตริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างคู่ตัวแปร เพื่อหาความสัมพันธ์ในรูปแบบเส้นตรงระหว่างตัวแปรทุกคู่ที่ต้องการ

2) การสกัดองค์ประกอบ (Factor Extraction) เป็นการหาจำนวนองค์ประกอบ โดยงานวิจัยนี้เลือกการสกัดองค์ประกอบแบบองค์ประกอบหลัก (Principle Component Analysis)

3) การหมุนแกนองค์ประกอบ (Factor Rotation) เป็นขั้นตอนการแยกตัวแปรให้เห็นเด่นชัดว่า ควรจะจัดอยู่ในองค์ประกอบใด ในการวิจัยนี้เลือกใช้การหมุนแกนองค์ประกอบแบบ Varimax จำนวน 25 รอบ

4) การให้ความหมายองค์ประกอบ (Factor Meaning) เป็นขั้นตอนที่จะต้องกำหนดชื่อให้ความหมายแก่องค์ประกอบที่มีความสัมพันธ์กัน โดยพิจารณาองค์ประกอบนั้น ๆ ประกอบด้วยตัวแปรอะไรเป็นสมาชิกอยู่ และการตั้งชื่อให้ความหมายองค์ประกอบ

5.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง

เป็นขั้นตอนในการตรวจสอบความสอดคล้องผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และทำการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละองค์ประกอบ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเส้น มีรายละเอียดดังนี้

1) การวาดภาพโครงสร้างองค์ประกอบ เป็นการนำผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ มาทำการวาดภาพองค์ประกอบในโปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเส้น

2) ตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลและข้อมูลเชิงประจักษ์ ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเส้น ว่ามีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่

3) ปรับโมเดล เมื่อเกิดกรณีโมเดลและข้อมูลเชิงประจักษ์มีบางส่วนไม่สอดคล้องกัน ทำให้เกิดโมเดลที่ไม่สมบูรณ์ จึงต้องทำการปรับโมเดลเพิ่มเติม

4) การแปลผลโครงสร้างองค์ประกอบที่สมบูรณ์ เป็นการแสดงผลการวิเคราะห์โมเดลหลังจากการปรับโมเดล ให้เกิดเป็นโมเดลที่สมบูรณ์ที่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ เพื่อยืนยันอันดับสองถึงองค์ประกอบพื้นฐานที่มีผลต่อทักษะปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจองค์ประกอบของพื้นฐานที่มีผลต่อทักษะปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ ผลการวิเคราะห์พบว่ามีองค์ประกอบหลัก 4 องค์ประกอบ โดยผู้วิจัยได้ให้ความหมายองค์ประกอบดังนี้

1) องค์ประกอบพื้นฐานทางคอมพิวเตอร์กราฟิก ประกอบด้วย 7 องค์ประกอบย่อย ได้แก่ คำศัพท์เทคนิคที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์กราฟิก, การจัดการไฟล์ข้อมูลทางคอมพิวเตอร์, ระบบสีทางคอมพิวเตอร์กราฟิก, การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อพัฒนาภาพเคลื่อนไหว, การใช้โปรแกรมกราฟิกแบบเวกเตอร์, การใช้โปรแกรมกราฟิกแบบราสเตอร์ และ ความคิดเชิงระบบ

2) องค์ประกอบพื้นฐานทางศิลปะ ประกอบด้วย 7 องค์ประกอบย่อย ได้แก่ การวาดภาพ, ความคิดสร้างสรรค์, การปั้น, หลักทฤษฎีการทำภาพเคลื่อนไหว, หลักการทางนิเทศศิลป์, การจัดแสงเงาและการถ่ายภาพ

3) องค์ประกอบพื้นฐานทางการนึกภาพมิติสัมพันธ์ ประกอบด้วย 6 องค์ประกอบย่อย ได้แก่ การนึกภาพเมื่อมีการหมุนมุมมอง, การเข้าใจภาพฉาย (Orthographic), การเข้าใจภาพในลักษณะกลับด้าน, การมองภาพในมุมมอง Perspective, การนึกภาพเมื่อภาพ 3 มิติ ถูกคลี่เป็น 2 มิติ และการมองภาพที่มีลักษณะเส้นซับซ้อน

4) องค์ประกอบพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบย่อย ได้แก่ หลักการทางฟิสิกส์กลศาสตร์, การคำนวณทางคณิตศาสตร์, การคำนวณรูปทรงเรขาคณิต, หลักการกายวิภาคและสรีรวิทยา และทักษะการสังเกตและจดจำ

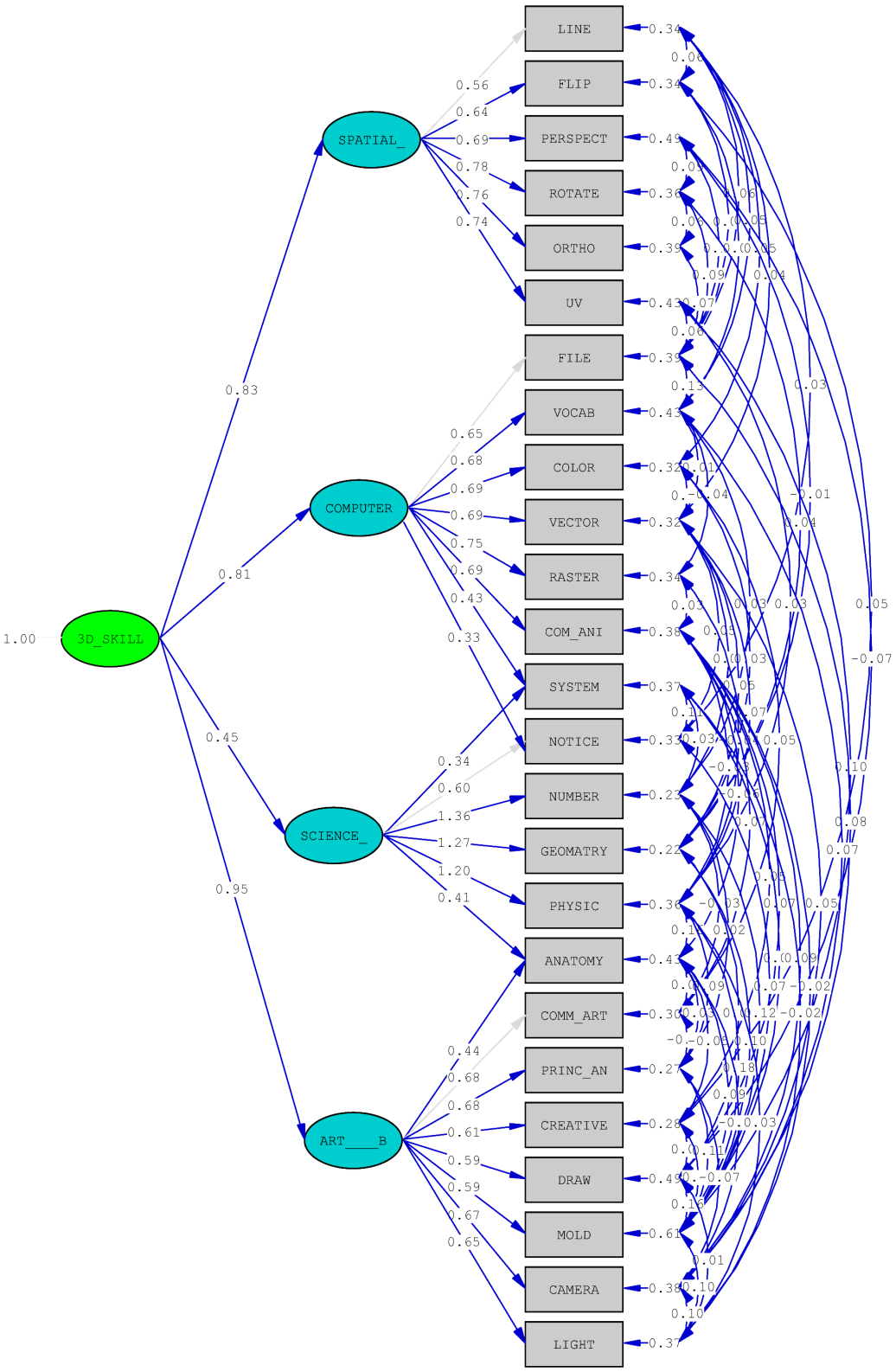
2. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสอง โดยการนำผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเส้น ซึ่งโมเดลจากการวิเคราะห์ครั้งแรก โมเดลยังไม่สมบูรณ์ ต้องผ่านกระบวนการปรับโมเดล (Model Modification) จึงได้โมเดลที่สมบูรณ์ (Fit Model) โดยที่โมเดลที่สมบูรณ์ได้ผลดังนี้

2.1 ผลของดัชนีความกลมกลืนของโมเดลที่สมบูรณ์ สรุปผลว่าโมเดลที่สมบูรณ์ผ่านเกณฑ์ดี โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลดัชนีความกลมกลืนของโมเดลองค์ประกอบกับข้อมูลเชิงประจักษ์หลังการปรับโมเดล

ดัชนีความกลมกลืน	เกณฑ์ดี	ค่าที่ได้	ผลการพิจารณา
ค่า P-Value	มากกว่า 0.05	0.059	ผ่าน
χ^2 / df	ไม่เกิน 2	1.16	ผ่าน
RMSEA	น้อยกว่า 0.05	0.021	ผ่าน
RMR	น้อยกว่า 0.05	0.026	ผ่าน
Standardized RMR	น้อยกว่า 0.05	0.031	ผ่าน
NFI	มากกว่า 0.9	0.99	ผ่าน
NNFI	มากกว่า 0.9	1.00	ผ่าน
CFI	มากกว่า 0.9	1.00	ผ่าน
IFI	มากกว่า 0.9	1.00	ผ่าน
RFI	มากกว่า 0.9	0.99	ผ่าน
GFI	มากกว่า 0.9	0.95	ผ่าน
AGFI	มากกว่า 0.9	0.92	ผ่าน
PNFI	มากกว่า 0.5	0.65	ผ่าน
PGFI	มากกว่า 0.5	0.58	ผ่าน
ECVI	น้อยกว่าค่า ECVI Saturated Model (1.69) และ ECVI for Independence (62.99)	1.26	ผ่าน
Model AIC	น้อยกว่าค่า Saturated AIC (650) และ Independence AIC (24313.56)	484.91	ผ่าน
Critical (CN)	มากกว่า 200	404.25	ผ่าน

2.2 สรุปผลลำดับน้ำหนักขององค์ประกอบหลักสำหรับโมเดลที่สมบูรณ์ โดยเรียงลำดับค่าน้ำหนักองค์ประกอบจากมากไปน้อย ได้แก่ พื้นฐานทางศิลปะมีน้ำหนักขององค์ประกอบเท่ากับ 0.95 พื้นฐานทางการนึกภาพมิติสัมพันธ์มีน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.83 พื้นฐานทางคอมพิวเตอร์มีน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.81 และพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์มีน้ำหนักองค์ประกอบเท่ากับ 0.45 ตามลำดับ โดยโมเดลเชิงเส้นองค์ประกอบที่สมบูรณ์แสดงดังภาพที่ 1



Chi-Square=228.91, df=197, P-value=0.05924, RMSEA=0.021

ภาพที่ 1 โมเดลเชิงเส้นองค์ประกอบที่สมบูรณ์

อภิปรายผล

การวิเคราะห์องค์ประกอบพื้นฐานที่มีผลต่อทักษะปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ ด้วยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ พบว่าองค์ประกอบหลักของพื้นฐานที่มีผลต่อทักษะปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ มีทั้งสิ้น 4 องค์ประกอบ ซึ่งมีประเด็นสำหรับการอภิปรายผล ดังนี้

1) ประเด็นพื้นฐานทางศิลปะ เป็นองค์ประกอบหนึ่งของพื้นฐานที่มีผลต่อทักษะปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ จากการวิเคราะห์ของผู้วิจัยพบว่าในการสร้างสรรค์งาน 3 มิติที่ดีนั้นจำเป็นต้องใช้หลักการทางศิลปะ ซึ่งต้องใช้หลักการทางด้านศิลปะเข้ามาเกี่ยวข้องในแง่ของการประยุกต์ใช้ความรู้ทางด้านทัศนศิลป์ และทักษะการออกแบบ รวมทั้งความคิดสร้างสรรค์ทางศิลปะเข้ามาเกี่ยวข้อง สอดคล้องกับ ณัฐนันท์ ศิริเจริญ (2552) ที่ได้กล่าวถึงพื้นฐานทางศิลปะไว้ว่า ในการปฏิบัติงานทางด้านคอมพิวเตอร์ 3 มิตินั้น การใช้งานโปรแกรมเป็นทักษะเพียงส่วนหนึ่งเท่านั้น โดยที่พื้นฐานทางศิลปะยังมีความจำเป็นเพื่อให้เกิดมุมมองที่น่าสนใจและมีองค์ประกอบศิลป์ ซึ่งพื้นฐานทางศิลปะทำให้เกิดทักษะ ความชำนาญ ความคิดสร้างสรรค์ จินตนาการ และสามารถนำศิลปะไปพัฒนาตนเองในด้านต่างๆ ได้อย่างเหมาะสม

2) ประเด็นพื้นฐานทางการนึกภาพมิติสัมพันธ์ เป็นองค์ประกอบหนึ่งของพื้นฐานที่มีผลต่อทักษะปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ จากการวิเคราะห์ของผู้วิจัยพบว่าในการปฏิบัติงานทางด้านคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิตินั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องมีพื้นฐานความเข้าใจเกี่ยวกับความซับซ้อนเชิงมิติ หรือจำเป็นความสามารถทางด้านการนึกภาพมิติสัมพันธ์เป็นพื้นฐานสำหรับการทำงานทางด้านคอมพิวเตอร์ 3 มิติ ซึ่งสอดคล้องกับที่ ล้วน สายยศ (2543) ได้กล่าวถึงสมรรถภาพทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ว่าเป็นการมองเห็นอย่างมีประสิทธิภาพ ได้รับรู้ทั้งขนาด รูปร่าง สี และการเคลื่อนไหว การมองเห็นและการแปลภาพได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง จึงเป็นเขาวน์ปัญญาส่วนหนึ่งของมนุษย์ที่ช่วยแก้ไขปัญหาต่างๆ ได้อย่างมีความสุข ซึ่งในชีวิตจริง รอบๆ ตัวเราจะเต็มไปด้วยภาพลักษณะต่างๆ ที่มีขนาด รูปร่าง และทิศทางเปลี่ยนแปลง ทำให้สร้างปัญหาในการแปลความหมายภาพเหล่านั้น และสอดคล้องกับที่สุจินต์ มั่นยืน (2534) ที่กล่าวว่า ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์นี้มีคุณค่ามากในวิชา เรขาคณิต วาดเขียน แผนที่ และการฝีมือ และในชีวิตจริงส่งผลให้เป็นนักออกแบบเขียนแปลน วิศวกร สถาปนิก นักวางผังมือ ซึ่งในปัจจุบันอาชีพเหล่านี้ล้วนเกี่ยวข้องกับการใช้งานคอมพิวเตอร์ 3 มิติ ทั้งสิ้น

3) ประเด็นพื้นฐานทางคอมพิวเตอร์กราฟิก เป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่มีผลต่อทักษะปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ จากการวิเคราะห์ของผู้วิจัยพบว่าคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ มีลักษณะเป็นการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสร้างสรรค์งานภาพกราฟิก ซึ่งจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานทางด้านคอมพิวเตอร์ และทักษะการใช้คอมพิวเตอร์กราฟิกพื้นฐาน ซึ่งสอดคล้องกับ ฐาปนีย์ แสงสว่าง (2547) กล่าวว่า ความสามารถพื้นฐานทางคอมพิวเตอร์ หมายถึงคุณลักษณะที่แสดงถึงความรู้ความเข้าใจ ทักษะ และเจตคติที่เกี่ยวข้องกับการใช้คอมพิวเตอร์ในระดับเบื้องต้น เพื่อเป็นพื้นฐานสำหรับการเพิ่มพูนความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์ในระดับที่สูงขึ้น ซึ่งพื้นฐานทางคอมพิวเตอร์นี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นทักษะปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติได้ เนื่องจากคอมพิวเตอร์ 3 มิตินี้ใช้คอมพิวเตอร์ในการประยุกต์ใช้งานออกแบบภาพกราฟิก

4) ประเด็นพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ เป็นองค์ประกอบหนึ่งของพื้นฐานที่มีผลต่อทักษะปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ จากการวิเคราะห์ของผู้วิจัยพบว่า ในชีวิตประจำวันมนุษย์ต้องนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามาเป็นพื้นฐานในการดำเนินชีวิตตลอดเวลา รวมทั้งการทำงานทางด้านคอมพิวเตอร์ด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ ภพ เลาหไพบูลย์ (2542) ที่กล่าวว่าปัจจุบันชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์ต้องพึ่งพาอาศัยความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งเข้าไปพัวพันกับทุกชีวิตในสังคม ไม่ว่าด้านอาหาร เครื่องนุ่งห่ม การก่อสร้างที่อยู่อาศัย สุขภาพอนามัย และด้านอื่นๆ เช่น การติดต่อโทรคมนาคม และคอมพิวเตอร์ รวมถึงการใช้ความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ

5) ประเด็นภาพรวมขององค์ประกอบพื้นฐานที่มีผลต่อทักษะปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ ซึ่งจากผลการวิจัยสรุปได้ว่า พื้นฐานที่ผู้เรียนที่จะเรียนวิชาทางคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติได้ดี ควรมีพื้นฐานประกอบด้วย 4 ด้านได้แก่ พื้นฐานทางการนึกภาพมิติสัมพันธ์ พื้นฐานทางคอมพิวเตอร์กราฟิก พื้นฐานทางศิลปะ และพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ จะทำให้การเรียนการสอนในการปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหวมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Landon (2008) ที่กล่าวว่า นักสร้างภาพเคลื่อนไหว 3 มิติที่ดี จำเป็นต้องมีทักษะในการมองเห็นความแตกต่างระหว่างภาพในรูปแบบ 2 มิติและ 3 มิติ ทักษะทางด้านศิลปะ ทักษะความชำนาญในการใช้งานคอมพิวเตอร์ รวมถึงการเข้าใจฟังก์ชั่นทางคณิตศาสตร์ ซึ่งจะส่งผลให้เกิดทักษะที่จำเป็นต้องมีของนักสร้างภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ ส่วนขององค์ประกอบย่อยขององค์ประกอบหลัก

6) ประเด็นการปรับโมเดลในการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเส้น เพื่อให้เกิดโมเดลที่สมบูรณ์ โดยพิจารณาจากเมทริกซ์ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และการพิจารณาองค์ประกอบเพิ่มเติม โดยการเพิ่มเส้นองค์ประกอบจำเป็นต้องมีเหตุผลเชิงทฤษฎีมาประกอบ ซึ่งเป็นกระบวนการในการปรับโมเดลให้มีความสมบูรณ์ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการปรับโมเดลในโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเส้น ตามที่ สุภมาส อังศุโชติ และคณะ (2551) ได้กล่าวไว้ว่า เป็นธรรมดาของการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเส้น ที่โมเดลอาจจะยังไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในการวิเคราะห์ครั้งแรก ผู้วิจัยอาจต้องปรับโมเดลตามสมควรเพื่อให้โมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัย

1.1 ผู้สอนรายวิชาทางด้านคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ ควรนำผลการวิจัยไปเป็นข้อมูลในการพัฒนาพื้นฐานองค์ประกอบด้านต่างๆ ก่อนที่จะให้ผู้เรียนจะศึกษาในรายวิชาคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติได้อย่างสมบูรณ์

1.2 ผลการวิจัยสามารถนำไปเป็นข้อมูลในการประเมินพื้นฐานของผู้เรียนในองค์ประกอบต่างๆ ก่อนที่จะศึกษารายวิชาคอมพิวเตอร์ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติได้

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการพัฒนานวัตกรรม เช่น หลักสูตร รูปแบบการสอน รูปแบบสื่อการศึกษา หรือรูปแบบการประเมิน ที่ส่งเสริมองค์ประกอบพื้นฐานที่ส่งผลต่อทักษะปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

ภาพเคลื่อนไหว 3 มิติ ของผู้เรียน โดยวิเคราะห์ถึงการพัฒนาให้สอดคล้องกับองค์ประกอบพื้นฐานแต่ละองค์ประกอบ

2.2 ควรมีการวิเคราะห์องค์ประกอบ ถึงพื้นฐานที่ส่งผลต่อทักษะปฏิบัติการในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับทักษะปฏิบัติการอื่นๆ เนื่องจากทักษะปฏิบัติการ บางครั้งจำเป็นที่ผู้เรียนจะต้องมีพื้นฐานหลายด้านมาบูรณาการองค์ความรู้

บรรณานุกรม

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). **คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

ฐัศแก้ว ศรีสด. (2542) **คอมพิวเตอร์กราฟิกส์.** กรุงเทพฯ: สถาบันราชภัฏธนบุรี.

ฐาปณีย์ แสงสว่าง. (2547). **ความสามารถพื้นฐานทางคอมพิวเตอร์ของนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์**. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิจัยและประเมินผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ณัฐนันท์ ศิริเจริญ. (2553). **พื้นฐานทางศิลปะ.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ.

พรรณี ลีกิจวัฒนะ. (2553). **การพัฒนาองค์ประกอบของสมรรถภาพครูเทคโนโลยีสารสนเทศระดับมัธยมศึกษา.** วารสารวิจัย มข. 15(11) พฤศจิกายน.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). **วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์.** พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2542). **แนวการสอนวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง). พิมพ์ครั้งที่ 3.** กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

มณเฑียร รัตนศิริวงศ์วุฒิ. (2552). **การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมออนไลน์สมรรถนะนักเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบ.** วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

มนต์ชัย เทียนทอง. (2545). **การออกแบบและพัฒนาคอร์สแวร์สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์.** กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ. (2552). **วารสารราชมงคลสุวรรณภูมิ**. ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 กรกฎาคม - ธันวาคม 2549.

ล้วน สายยศ. (2543). **"มิติสัมพันธ์สำคัญไฉน"** วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์ ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 มกราคม-เมษายน.

สุจินต์ มั่นยืน. (2534). **ผลการฝึกมิติสัมพันธ์ที่มีต่อความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.** วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร.

สุภมาส อังศุโชติ, สมถวิล วิจิตรวรรณา และรัชนีกูล ภิญโญภานุวัฒน์. (2551). **สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์ : เทคนิคการใช้โปรแกรม LISREL.** กรุงเทพฯ: บริษัท มิสชั่น มีเดีย จำกัด,

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2549). **แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550-2554).** สืบค้นจาก http://www.ldd.go.th/Thai-html/05022007/PDF/PDF01/index.htm.

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. (2547). **แผนการวิจัยบูรณาการ ประจำปี 2549.** กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

Carroll, J.B. (1963). **“A model of School learning”** Teacher College Record 64 (May 1963) .

Landon, C. (2008). 3D **Computer Animation : What Skills and Training You Need To Be A Great Animator.** Retrieved from http://ezinearticles.com/?3D-Computer-Animation---What-Skills-and-Training-You-Need-To-Be-A-Great-Animator&id=5007322.