ผลของรูปแบบการนำทางในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน

นางสาวศิวนิต อรรถวุฒิกุล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาโสตทัศนศึกษา ภาควิชาหลักสูตร การสอน และเทคโนโลยีการศึกษา
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2547
ISBN 974-17-6680-7
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF NAVIGATION TYPES IN VIRTUAL REALITY LESSONS ON WEB UPON LEARNING ACHIEVEMENT OF MATHAYOM SUKSA THREE STUDENTS WITH DIFFERENT COGNITIVE STYLES

Miss Siwanit Auttawutikul

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education in Audio - Visual Communications
Department of Curriculum, Instruction and Educational Technology
Faculty of Education
Chulalongkorn University
Academic Year 2004

ISBN 974-17-6680-7

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของรูปแบบการนำทางในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน
โดย	นางสาวศิวนิต อรรถวุฒิกุล
สาขาวิชา	โสตทัศนศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ใจทิพย์ ณ สงขลา

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะครุศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. พฤทธิ์ ศิริบรรณพิทักษ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร.บุญเรือง เนียมหอม)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ใจทิพย์ ณ สงขลา)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.กิดานันท์ มลิทอง)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นางสาวศิวนิต อรรถวุฒิกุล : ผลของรูปแบบการนำทางในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน (EFFECTS OF NAVIGATION TYPES IN VIRTUAL REALITY LESSONS ON WEB UPON LEARNING ACHIEVEMENT OF MATHAYOM SUKSA THREE STUDENTS WITH DIFFERENT COGNITIVE STYLES) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ใจทิพย์ ณ สงขลา, 138 หน้า. ISBN 974-17-6680-7.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของรูปแบบการนำทางในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบแฟคทอเรียล 2x2 โดยมีกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม) ปีการศึกษา 2547 ซึ่งได้มาโดยการให้นักเรียนทำแบบวัดแบบการคิดเดอะกรุป เอมเบดเดด ฟิกเกอร์ เทสท์ (The Group Embedded Figures Test : GEFT) เพื่อแบ่งผู้เรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ (Field Independence : FI) และกลุ่มฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ (Field Dependence : FD) มากลุ่มละ 40 คน รวมทั้งสิ้น 80 คน แล้วจึงแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 4 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน เพื่อเข้ารับการทดลองดังนี้ 1)ผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ เรียนจากบทเรียนเสมือนจริงที่มีการนำทางเป็นแบบค้นหาคำ (Search Box) 2)ผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ เรียนจากบทเรียนเสมือนจริงที่มีการนำทางเป็นแบบสัญรูป (Icon) 3)ผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ เรียนจากบทเรียนเสมือนจริงที่มีการนำทางเป็นแบบค้นหาคำ (Search Box) 4)ผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ เรียนจากบทเรียนเสมือนจริงที่มีการนำทางเป็นแบบสัญรูป (Icon) นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way ANOVA) และทดสอบค่า (t-test)

ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนที่มีแบบการคิดต่างกันเมื่อเรียนด้วยบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แตกต่างกัน ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. นักเรียนเมื่อเรียนด้วยบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ ที่มีรูปแบบการนำทางในบทเรียนต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

3. ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการนำทางในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บกับรูปแบบการคิดของนักเรียน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ภาควิชาหลักสูตร การสอน และเทคโนโลยีการศึกษา ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชาโสตทัศนศึกษา ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา 2547

4683753227 : MAJOR AUDIO – VISUAL COMMUNICATIONS
KEY WORD: NAVIGATION TYPES / VIRTUAL REALITY / COGNITIVE STYLES

SIWANIT AUTTAWUTIKUL : EFFECTS OF NAVIGATION TYPES IN VIRTUAL REALITY LESSONS ON WEB UPON LEARNING ACHIEVEMENT OF MATHAYOM SUKSA THREE STUDENTS WITH DIFFERENT COGNITIVE STYLES. THESIS ADVISOR : JAITIP NA -SONGKLA, Ph.D. 138 pp. ISBN 974-17-6680-7.

The purpose of this research was to study effects of navigation types in virtual reality lessons on web upon learning achievement of mathayom suksa three with different cognitive styles. The research was 2 X 2 Factorial design. The samples of this research were mathayom suksa three students at Chulalongkorn University Demonstration School in 2004, which were examined by The Group Embedded Figures Test (GEFT) and were randomized from students with Field Independence group and Field Dependence group, each group consisted of 40 students. The samples were divided into four experimental groups, each group consisted of 20 students as follows : 1) students with FI studying from Search Box 2) students with FI studying from Icon 3) students with FD studying from Search Box 4) students with FD studying from Icon. The data were analyzed by using Two-Way ANOVA of Variance.

The results were as follows :

1. There was a significant difference upon learning achievement of students with different cognitive styles learning from virtual reality lessons on web at 05.
2. There was no significant difference upon learning achievement of students learning from virtual reality lessons on web with different navigation types.
3. There was no interaction between navigation types and cognitive styles in virtual reality lessons on web upon learning achievement.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department Curriculum, Instruction and Educational Technology — Student's signature.....

Field of study Audio - Visual Communications — Advisor's signature.....

Academic year 2004

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีก็ด้วยความอนุเคราะห์ และความกรุณาอย่างสูงจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ใจทิพย์ ณ สงขลา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ซึ่งดูแลเอาใจใส่คอยให้คำปรึกษา แนะนำ และให้ข้อคิดเห็น ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ผู้วิจัยซาบซึ้ง และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.บุญเรือง เนียมหอม ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.กิดานันท์ มลิทอง กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาตรวจสอบให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องเพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์นิพนธ์ ทรายเพชร อาจารย์ประเสริฐ หอมดี ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเนื้อหา รองศาสตราจารย์ ดร.ปุณณรัตน์ พิชญ์ไพบูลย์ ดร.อนุชัย ธีระเรืองไชยศรี และดร.ปานใจ ธารทัศนวงศ์ ผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย ที่ได้เสียสละเวลาในการพิจารณา และให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือเป็นอย่างดียิ่ง

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์คณะครุศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาหลักสูตร การสอน และเทคโนโลยีการศึกษา ที่กรุณาถ่ายทอดความรู้ทางวิชาการให้คำปรึกษา และประสบการณ์ที่มีค่ายิ่งตลอดระยะเวลาที่เข้าศึกษา

ขอขอบพระคุณอาจารย์ เจ้าหน้าที่ห้องสมุดไอที และนักเรียนโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูล และการทดลองในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย และสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาที่ให้ความอนุเคราะห์ทุนอุดหนุนการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณปรัชญา ไพศาลวิภัชพงศ์ คุณนครา กิตติศิริกุล ที่สละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษา และความช่วยเหลือในการสร้างเครื่องมือวิจัยครั้งนี้ ขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ทุกท่าน โดยเฉพาะพี่เล็ก-สมชาย และเจี๊ยบ-นภาภรณ์ สำหรับความช่วยเหลือ คำแนะนำในสิ่งดีๆ และเป็นกำลังใจให้เสมอ

ท้ายสุดนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณย่า คุณพ่อ คุณแม่ คุณอา น้องชาย และสมาชิกทุกคนในครอบครัว ที่คอยให้การสนับสนุน ดูแลเอาใจใส่ ด้วยความรัก ความห่วงใย และเป็นกำลังใจที่สำคัญยิ่งตลอดมา จนทำให้ผู้วิจัยได้ประสบความสำเร็จมาจนถึงทุกวันนี้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย……..ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ……จ
กิตติกรรมประกาศ……..ฉ
สารบัญ……ช
สารบัญตาราง……..ญ
สารบัญภาพ……..ฏ

บทที่

1. บทนำ……..……..1
    ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา……..1
    วัตถุประสงค์ของการวิจัย……..……..9
    สมมติฐานของการวิจัย……..……..9
    ขอบเขตของการวิจัย……..9
    คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย……..……..10
    ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ……..11
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง……..12
    1. ความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality)…….. 13
        1.1 ความหมายของความเป็นจริงเสมือน……..……..13
        1.2 ประวัติและความเป็นมาของความเป็นจริงเสมือน……..16
        1.3 ประเภทและหลักการทำงานของความเป็นจริงเสมือน……..……19
        1.4 ภาษาเวอร์เมอว (VRML : Virtual Reality Modeling Language)…..……28
        1.5 หลักการและทฤษฎีในการออกแบบความเป็นจริงเสมือนบนเว็บด้วยภาษาเวอร์เมอว (VRML)……31
        1.6 การใช้งานความเป็นจริงเสมือนเพื่อการศึกษา……38

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

1.7 รูปแบบวิธีการเรียนการสอน และการใช้ความเป็นจริงเสมือน
ในวิชาวิทยาศาสตร์ 41
2. ระบบการนำทาง (Navigation System) 47
2.1 ความหมาย ของระบบนำทาง 47
2.2 ประเภทของการนำทาง 48
2.3 รูปแบบเครื่องมือในระบบการนำทาง 49
2.4 คุณสมบัติและหลักการออกแบบระบบการนำทาง 53
3. แบบการคิด (Cognitive Style) 56
3.1 ความหมายของแบบการคิด 56
3.2 ประเภทของแบบการคิด 57
3.3 วิธีการจำแนกแบบการคิดของบุคคล 58
3.4 ลักษณะของบุคคลที่มีแบบการคิดต่างกัน 60
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 64
3. วิธีดำเนินการวิจัย 75
การออกแบบงานวิจัย 75
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 76
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 78
วิธีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 79
วิธีดำเนินการทดลอง 84
การวิเคราะห์ข้อมูล 85
สถิติที่ใช้ในการวิจัย 85
4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 87
5. สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ 96
สรุปผลการวิจัย 101

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

อภิปรายผลการวิจัย..... 101
ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้.....105
ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป..... 106
รายการอ้างอิง..... 107
บรรณานุกรม.....116
ภาคผนวก..... 117
ภาคผนวก ก รายนามรายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย.....118
ภาคผนวก ข รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเนื้อหา..... 119
ภาคผนวก ค การหาประสิทธิภาพสื่อ บทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ.....120
ภาคผนวก ง ค่าความยากง่าย อำนาจจำแนกและความเที่ยง..... 123
ภาคผนวก จ ตัวอย่างเครื่องมือ : แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน..... 125
ภาคผนวก ฉ ตัวอย่างเครื่องมือ : แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งาน
บทเรียน.....129
ภาคผนวก ช ค่าเฉลี่ยแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานบทเรียน..... 132
ภาคผนวก ซ ภาพการทดลองของกลุ่มตัวอย่าง..... 133
ภาคผนวก ฌ ภาพตัวอย่างบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ..... 134
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 138

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของเครื่องมือระหว่างความเป็นจริงเสมือนประเภทต่างๆ...19

2 แสดงนิยามของคำถามประเภทต่างๆ และตัวอย่างคำถาม..... 45

3 เปรียบเทียบคุณลักษณะของผู้เรียนระหว่างผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบ ฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ และแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์.....62

4 แสดงการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง..... 77

5 แสดงการแบ่งนักเรียนเข้ากลุ่มทดลอง..... 77

6 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบ ก่อนเรียน.....88

7 แสดงค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน..... 89

8 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....90

9 แสดงค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบความแตกต่างของ ค่าเฉลี่ย (Dependent t-test) ของคะแนนในการทำแบบทดสอบก่อนเรียน และคะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....91

10 แสดงค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของระยะเวลาที่กลุ่มทดลอง ทั้ง 4 กลุ่มใช้ในบทเรียน.....92

11 แสดงค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของจำนวนครั้งที่กลุ่มทดลอง ทั้ง 4 กลุ่ม ใช้เครื่องมือนำทางในบทเรียน..... 93

12 แสดงค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของจำนวนครั้งที่กลุ่มทดลอง ทั้ง 4 กลุ่ม ใช้ปุ่มกลับไปมุมมองเริ่มต้นในบทเรียน.....94

13 แสดงผลการทดสอบหนึ่งต่อหนึ่ง (One – on – one testing)..... 120

14 แสดงผลการทดสอบกลุ่มเล็ก (Small group testing) 121

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

15 แสดงผลการทดสอบกลุ่มใหญ่ (Large group testing)..... 122
16 แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบทั้งหมด n = 20.....123
17 แสดงค่าเฉลี่ย (X) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานบทเรียน.....132

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพประกอบที่		หน้า
1	แสดงภาพระบบรับสัมผัสเต็มรูปแบบ	20
2	แสดงภาพจอภาพสวมศีรษะ	21
3	แสดงภาพบูม	21
4	แสดงภาพเคฟว์	22
5	แสดงภาพถุงมือรับสัมผัส	23
6	แสดงภาพระบบรับสัมผัสบางส่วน หรือกึ่งรับสัมผัส	23
7	แสดงภาพแว่นตามองภาพ 3 มิติ	24
8	แสดงจอภาพขนาดใหญ่	24
9	แสดงภาพคันโยกควบคุมการเคลื่อนที่ของภาพ 3 มิติ	25
10	แสดงภาพระบบความเป็นจริงเสมือนผ่านหน้าจอ	26
11	แสดงจอภาพ	26
12	แสดงภาพสเปซบอล	27
13	แสดงภาพไซเบอร์แมน	27
14	แสดงขั้นตอนการเรียนในบทเรียนเสมือนจริงบนเว็บ	80

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 มาตรา 66 ได้กำหนดไว้ว่า “นักเรียนมีสิทธิได้รับการพัฒนาขีดความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในโอกาสแรกที่ทำได้เพื่อให้มีความรู้ และทักษะเพียงพอที่จะใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต” (พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ, 2542) อาจกล่าวได้ว่า การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันควรเน้นการจัดการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนได้มีบทบาทสำคัญในกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเองให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ การจัดเนื้อหาสาระ และกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจ และความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลนั้นเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะ กระบวนการทางความคิด การจัดการกับสถานการณ์ต่างๆ และการประยุกต์ความรู้มาใช้ในชีวิตได้เป็นอย่างดี

ด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีและการสื่อสารสมัยใหม่ที่มนุษย์สามารถรับข่าวสารข้อมูล และติดต่อสื่อสารกันได้อย่างรวดเร็ว จึงมีทางเลือกมากมายที่จะนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน โดยเฉพาะการจัดการเรียนการสอนบนเว็บที่นำคุณสมบัติของไฮเปอร์มีเดียและเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมาใช้ในการเรียนการสอน (ใจทิพย์ ณ สงขลา , 2542) และตามที่ Khan (1997) ได้ให้ความหมายของการเรียนการสอนบนเว็บว่า เป็นการเรียนโดยใช้สื่อหลายมิติเป็นพื้นฐานในการสอนโดยมีแหล่งข้อมูล และคุณสมบัติที่มีประโยชน์ของเวิลด์ ไวด์ เว็บ เพื่อสร้างให้เกิดสภาพการเรียนรู้ และสนับสนุนการเรียนรู้ ซึ่งตรงกับที่ ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2544) กล่าวว่าการเรียนการสอนบนเว็บ เป็นการผสมผสานกันระหว่างเทคโนโลยีปัจจุบันกับกระบวนการออกแบบการเรียนการสอน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนรู้ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ดีกับการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่างๆ มากมายโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้สอดคล้อง และเป็นไปตามหลักการดังกล่าวข้างต้นนั้น ย่อมจะเป็นไปได้โดยไม่ยากนักเมื่อนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วย

ปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีใหม่ๆ มาประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนบนเว็บเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ และทำให้เกิดความหลากหลายในการใช้งาน ซึ่งเทคโนโลยีหนึ่งที่กำลัง

ได้รับความนิยมคือ Virtual reality หรือ "ความเป็นจริงเสมือน" เป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับการศึกษาในยุคใหม่ และอนาคตเป็นอย่างมาก เพราะเป็นที่ทราบกันดีในวงการศึกษาว่าการสร้างจินตนาการเป็นวิธีการในการเสนอข้อมูล และมโนทัศน์แก่ผู้เรียนเพื่อช่วยให้เกิดความเข้าใจ และการปรับตัวให้เข้ากันได้ในสังคม และเพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์นี้จึงมีการใช้สื่อการสอนสร้างสรรค์ประเภทต่างๆ เพื่อเพิ่มพูนประสบการณ์แก่ผู้เรียนได้เป็นอย่างดี (กิดานันท์ มลิทอง, 2543) เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนจะช่วยให้การกำหนดแนวคิดเชิงเปรียบเทียบให้มีความใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น ผู้ใช้สามารถเคลื่อนที่ไปรอบๆ ห้อง มองเห็นวัตถุต่างๆ คล้ายสภาพแวดล้อมจริง เพิ่มความน่าสนใจ ส่งเสริมให้จดจำข้อมูลได้มากขึ้น ซึ่งจะเอื้อต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ และสนับสนุนให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า สืบเสาะแสวงหาความรู้และค้นพบ เพื่อให้เกิดกระบวนการทางความคิด สามารถวิเคราะห์ วิจารณ์ สังเคราะห์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

"ความเป็นจริงเสมือน" หรือ VR (Virtual Reality) หรือ "สิ่งแวดล้อมเสมือน" (Virtual Environment) หมายถึง การจำลองสภาพการณ์แบบ 3 มิติทางคอมพิวเตอร์ ที่ให้ข้อมูลการรับรู้ เช่น ภาพ เสียง หรืออื่นๆ ซึ่งทำให้มนุษย์มีความรู้สึกราวกับว่าอยู่ในสถานการณ์นั้นจริงๆ มีประสบการณ์ในสภาพแวดล้อมเสมือนนั้น โดยสามารถใช้แค่เพียงคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ซอฟแวร์ และอุปกรณ์เพียงไม่กี่ชนิด ผู้ใช้สามารถเรียนรู้ผ่าน "ความจริงเสมือน" โดยเข้าไปสัมผัสประสบการณ์ในสถานที่เสมือนที่บางครั้งไม่สามารถเข้าไปถึงได้ในโลกแห่งความจริง เช่น ในสถานที่ ที่ใหญ่หรือเล็กเกินกว่าที่เราจะมองเห็นและเข้าไปถึงได้ (William, 1997)สอดคล้องกับที่พุทธิพงศ์ จิตรปฏิมา (2542) กล่าวว่าความเป็นจริงเสมือนเป็นการใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานที่เทียมซึ่งดูเสมือนจริง สถานที่เหล่านี้เรียกว่า โลกเสมือนจริง (Virtual World) ซึ่งเราสามารถสำรวจโลกเสมือนได้อย่างเสรี ไปในที่ที่ต้องการ และยังสามารถเคลื่อนย้ายวัตถุต่างๆ ได้เหมือนจริง ทั้งนี้เกิดจากการสร้างขึ้นด้วยคอมพิวเตอร์กราฟิก 3 มิติทั้งสิ้น เพื่อสนองตอบประสาทสัมผัสของมนุษย์ทันทีในเวลานั้น คือจะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นทันทีตามการกระทำของผู้ใช้ และเมื่อเราทำการบางอย่าง เช่น เข้าใกล้วัตถุ วัตถุนั้นก็จะมีขนาดใหญ่ขึ้น

Kalawsky (1996) ได้แบ่งระบบความเป็นจริงเสมือน ตามวิธีการใช้ และหลักการทำงานของอุปกรณ์เทคโนโลยีที่ต่างกันไว้ 3 ประเภท ใหญ่ๆ ประเภทแรกคือ ระบบรับสัมผัสเต็มรูปแบบ (Fully-Immersive VR) เป็นระบบที่ให้ประสบการณ์เสมือนจริงที่ดีที่สุด และเป็นต้นแบบของระบบความเป็นจริงเสมือนที่เกิดขึ้นในยุคแรก ผู้ใช้สามารถรับรู้ข้อมูลด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 อย่างเต็มรูปแบบโดยผ่านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์เสริมพิเศษ เช่น จอภาพสวมศีรษะ (Head-Mounted

Display : HMD) อุปกรณ์ประเภท บูม (Binocular Omni-Orientation Monitor : BOOM) ,เคฟว์ (Cave Automatic Virtual Environment : CAVE), ถุงมือรับสัมผัส (Sensor Glove) เป็นต้น เพื่อเป็นตัวช่วยรับสัมผัสกับคอมพิวเตอร์ ประเภทที่สองคือ ระบบรับสัมผัสบางส่วน หรือกึ่งรับสัมผัส (Semi-Immersive VR) เป็นระบบที่นำเอาแนวความคิดมาจากการจำลองการบินมาใช้เป็นระบบประมวลผลกราฟิกสมรรถนะสูง หลักการทำงานคล้ายระบบรับสัมผัสเต็มรูปแบบ แต่พัฒนาเป็นระบบจอภาพให้มีมุมกว้างออกไป (wide angle display) ส่งสัญญาณที่เป็นความถี่สูง และจอภาพขนาดใหญ่จะทำให้ผู้ใช้งานมีความรู้สึกสมจริง มีอุปกรณ์แสดงผลหลัก ได้แก่ จอภาพขนาดใหญ่ (a large screen monitor), ระบบฉายภาพอย่างกว้าง (wide-screen projection system) และแว่นตามองภาพ 3 มิติ (Shutter Glasses) เป็นต้น

ส่วนประเภทที่สามคือ ระบบความเป็นจริงเสมือนผ่านหน้าจอ (Non-Immersive VR หรือ Desktop VR) เป็นระบบที่ให้ประสบการณ์เสมือนจริงที่น้อยที่สุด เป็นการรับสัมผัสด้วยการใช้ประสาทสัมผัสทางตาดูภาพผ่านจอมอนิเตอร์ และควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ด้วยมือบังคับอุปกรณ์เพื่อเปลี่ยนมุมมอง เสมือนว่าได้เคลื่อนที่อยู่ในสถานที่นั้นจริง ซึ่งผู้ใช้จะต้องใช้จินตนาการสูงกว่าประเภทอื่นๆ และมีปฏิสัมพันธ์กับระบบ โดยจะนั่งอยู่หน้าจอและใช้อุปกรณ์ที่ควบคุมด้วยมือ เช่น คีย์บอร์ด (Keyboard), เมาส์ (Mouse), แทร็กบอล (Trackball), จอยสติก (Joystick) ระบบความเป็นจริงเสมือนผ่านหน้าจอนี้ถูกพัฒนาขึ้นในยุคหลังเพื่อพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์ในเชิงธุรกิจ ซึ่งต่อมาก็ได้รับความนิยม และมีการพัฒนามาใช้ในวงการต่างๆ มากขึ้น เนื่องจากระบบรับสัมผัสเต็มรูปแบบต้องใช้อุปกรณ์เสริมที่มีราคาแพง และขนาดใหญ่จึงมีการหันมาพัฒนาทางด้านซอฟต์แวร์แทนเพื่อลดการใช้อุปกรณ์เสริมลงให้เหลือเพียงการทำงานบนจอคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC : Person Computer)

ดังนั้นเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนผ่านหน้าจอนี้ จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับการศึกษาในยุคใหม่ และอนาคตเป็นอย่างมาก เพราะจัดเป็นสื่อสิ่งเร้าที่ดี แปลกใหม่น่าสนใจ สามารถสำรวจสถานที่ และสิ่งของที่มีอยู่ที่ผู้เรียนยังไม่อาจเข้าถึงได้ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการรับรู้ และเรียนรู้ได้ด้วยตนเองหรือร่วมมือกันอย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อทำให้บทเรียนมีความน่าสนใจ นำเสนอข้อมูลได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง และจดจำได้มากขึ้น เช่น เป็นสื่อการเรียนการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนทำความเข้าใจ และมีความคิดรวบยอดในวิชาที่มีความเป็นนามธรรม หรือเป็นรูปธรรมที่เข้าใจยาก ใช้ในการศึกษาทดลองในสถานการณ์ หรือสภาวะที่เป็นอันตราย ด้วยการรับสัมผัสผ่านเทคโนโลยีเพื่อรับรู้และตีความสิ่งที่เห็นอย่างมีจินตนาการเพื่อตอบสนอง และสนับสนุนการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองฝึกการสำรวจสิ่งแวดล้อมเสมือน ที่ไม่

สามารถเดินทางไปถึงหรือเดินทางลำบากในสถานการณ์จริง(กิดานันท์ มลิทอง, 2543 และ Stephen, 1996) และเป็นเครื่องมือที่สำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนไม่รู้สึกโดดเดี่ยวในการเรียนบนเว็บ แต่กลับรู้สึกเสมือนได้ท่องเที่ยว และสร้างความคิดรวบยอดจากภาพที่เห็นได้ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างรวดเร็วโดยที่ครูไม่ต้องใช้เวลาอธิบายหรือใช้ตัวหนังสืออธิบายในเว็บเพจมากไปเหมือนกับการอ่านหนังสือ (Alan, Phillip, and Brian,1999)

อย่างไรก็ตามมีนักวิจัยที่ทำการศึกษาการใช้งานความเป็นจริงเสมือนพบว่า การเรียนรู้ภายในความเป็นจริงเสมือนนั้นคงมีปัญหาอยู่บ้าง เช่น ความผิดพลาดจากความเข้าใจผิดเกี่ยวกับความคิดรวบยอดของเนื้อหาที่ผู้ออกแบบต้องการนำเสนอ ความผิดพลาดที่เกิดจากการรับรู้ถึงสถานที่ที่ไม่ใช่ของจริง และระยะทางที่ลวงตาภายในสิ่งแวดล้อมนั้น อีกทั้งรายละเอียดต่างๆ ที่อาจทำให้หลงทางในขณะที่ผู้ใช้เปลี่ยนมุมมองหรือเคลื่อนที่ การหลงทางในขณะคลิกและลากวัตถุ ซึ่งการรับรู้ที่ผิดพลาดนี้จะส่งผลให้ผู้ใช้รับข้อมูลผิดไปด้วย จนกลายเป็นปัญหาของการเรียนรู้ที่นักวิจัยไม่ควรละเลย และควรได้รับการวิจัยพัฒนาในด้านการออกแบบการเรียนการสอนให้รัดกุมเพื่อป้องกันการเกิดปัญหาดังกล่าว ซึ่งส่วนใหญ่จะเกิดกับระบบความเป็นจริงเสมือนผ่านหน้าจอ นอกจากนี้ Shneiderman (1992) ยังพบว่าการสร้างความเป็นจริงเสมือน และการออกแบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างกราฟิกกับผู้ใช้ (GUIs : Graphical User Interface) นั้นยังคงพบปัญหาการนำเสนอกราฟิก และเนื้อหาอย่างต่อเนื่องกันตลอดภายในความเป็นจริงเสมือน บางครั้งอาจสร้างความสับสนให้กับผู้ใช้ได้ โดยเฉพาะในการเรียนการสอน ซึ่งบ่อยครั้งที่ผู้เรียนสับสนกับเนื้อหา และหลงทางกับการเคลื่อนที่อยู่ภายในสิ่งแวดล้อมเสมือนนั้น และต้องใช้ปุ่มเริ่มใหม่ (reset หรือ restart) เพื่อกลับมาเริ่มต้นใหม่บ่อยๆ

จากปัญหาที่นักวิจัยพบดังกล่าวการออกแบบการนำทางในบทเรียนที่ดี น่าจะเป็นสิ่งที่ช่วยแก้ปัญหาในการรับรู้ที่ผิดพลาด และทำให้ผู้ใช้งานเข้าถึงข้อมูลได้อย่างสะดวกยิ่งขึ้น ซึ่งตรงกับที่ Gombrich (1979) เสนอว่าผู้ออกแบบความเป็นจริงเสมือนต้องคำนึงถึงการรับรู้ของผู้ใช้เป็นหลักเพราะความผิดพลาดในการรับรู้อาจจะเกิดจากความแตกต่างจากการเรียนรู้ในสิ่งแวดล้อมจริงทั่วไปที่ต่างจากการเรียนรู้ในความเป็นจริงเสมือน ดังนั้นเมื่อมีการหลงทางเกิดขึ้นควรจะต้องมีปุ่มอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้อย่างสะดวก และ Gibson (1979) ให้คำแนะนำว่า นอกจากเครื่องมือนำทางจะมีความสำคัญแล้ว การให้ความช่วยเหลืออื่นๆ แก่ผู้ใช้ก็มีความสำคัญด้วยเช่นกัน ได้แก่ การบอกคำแนะนำช่วยเหลือ และสามารถย้อนกลับไปจุดเริ่มต้นได้ตลอดเวลา นอกจากนี้ในการออกแบบเว็บไซต์ให้ประสบความสำเร็จได้ ไม่เพียงแต่การออกแบบสิ่งแวดล้อมให้กระตุ้นความมีส่วนร่วมของผู้เรียนกับเนื้อหาเท่านั้น แต่ยังต้องออกแบบถึงวิธีการใน

การให้ผู้เรียนท่องไปในเว็บไซต์อย่างสะดวกที่สุด การออกแบบการนำทางเป็นการออกแบบส่วนต่อประสานระหว่างผู้ใช้กับเนื้อหา และในขณะเดียวกันการนำทางช่วยสื่อให้ผู้เรียนทราบถึงโครงสร้างของบทเรียน กระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นและการต้องการสำรวจไปในเว็บไซต์ และที่สำคัญการออกแบบการนำทางที่ดีจะต้องมีความสม่ำเสมอกันทั้งบทเรียน (ถนอมพร เลาหจรัสแสง, 2545)

การนำทางเป็นหัวใจสำคัญในการนำเสนอเนื้อหา เป็นสิ่งที่ดึงดูดให้ผู้เรียนสนใจเข้ามาเรียนรู้บทเรียน ซึ่งเนื้อหาในบทเรียนนั้นจะไม่มีประโยชน์เลย ถ้าผู้ใช้ค้นหาสิ่งที่ต้องการไม่พบ ความสำเร็จของการเรียนรู้บทเรียนมาจากการที่ผู้ใช้สามารถพึ่งพาระบบการนำทางในการไปถึงที่หมายได้ โดยหลักการออกแบบการนำทางให้เหมาะสม และมีประสิทธิภาพ เพื่อที่จะสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน น่าสนใจ เข้าใจง่าย มีการตอบสนองผู้ใช้โดยมีระบบที่ช่วยให้ผู้ใช้ทราบถึงตำแหน่งในบทเรียน สามารถที่จะเลือกไปทางใดได้บ้าง และไปได้อย่างไร ดังมีผู้เชี่ยวชาญหลายท่านกล่าวถึงการนำทางไว้ดังนี้

กิดานันท์ มลิทอง (2543) กล่าวว่า การนำทางสามารถเป็นไปได้หลายรูปแบบ อาทิเช่น ปุ่ม แถบเครื่องมือ สัญรูป ข้อความเชื่อมโยง กราฟิก เคลื่อนไหว ฯลฯ เราสามารถใช้ภาพถ่าย ภาพลายเส้น หรือภาพกราฟิกต่างๆ เพื่อเป็นเครื่องนำทางแก่ผู้อ่าน หรืออาจใช้แผนที่ภาพ ซึ่งเป็นภาพพร้อมจุดเชื่อมโยงที่มองไม่เห็น เพื่อเชื่อมโยงไปสู่เว็บเพจอื่นๆ ก็ได้เช่นกัน

ทธฤษพงศ์ เฟื่องวุฒิ (2543) กล่าวถึง การนำทางต่างๆ ที่อยู่บนเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ว่าเป็นหัวใจหลักในการทำงานของระบบโดยรวมทั้งหมด การออกแบบการนำทางต่างๆ มีส่วนสัมพันธ์โดยตรงกับเรื่องของการนำทาง ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็นการนำทางแบบเชื่อมโยงตัวอักษร หมายถึง ลักษณะของการเชื่อมโยงที่ใช้ตัวอักษรในการสร้างเพื่อการเชื่อมโยงไปยังที่ต่างๆ โดยมากจะอยู่ในข้อความที่เป็นหัวข้อหรือไม่ก็เป็นข้อความสำคัญต่างๆ การใช้ตัวอักษรเป็นการเชื่อมโยงสามารถทำได้ง่าย เนื่องจากไม่จำเป็นต้องตกแต่งข้อความให้เป็นรูปต่างๆ และสามารถทำให้เอกสารมีขนาดเล็ก ซึ่งจะเป็นผลให้ระยะเวลาในการดาวน์โหลดมาแสดงบนบราวเซอร์เป็นไปได้อย่างรวดเร็ว และการนำทางแบบการเชื่อมโยงกราฟิก หมายถึง การนำรูปภาพต่างๆ มาสร้าง อาจเป็นสัญลักษณ์ เพื่อการเชื่อมโยงไปยังที่ต่างๆ ซึ่งคุณสมบัติจะเหมือนกับเชื่อมโยงแบบตัวอักษร แต่มีจุดเด่นคือเรื่องความสวยงาม ที่สามารถออกแบบให้สวยงามได้มากกว่าแบบตัวอักษร และสามารถนำภาพมาทำเป็นการเชื่อมโยงได้ทันที

ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2545) อธิบายการสร้างเครื่องช่วยนำทางไว้ว่า เครื่องช่วยนำทางควรสร้างให้มีความชัดเจนโดยมีการใช้ไอคอนและกราฟิก หรือข้อความสำหรับเชื่อมโยงที่คงที่ เพื่อช่วยให้ผู้ใช้งานเกิดความมั่นใจว่าจะสามารถนำทางไปในที่ๆ ต้องการโดยไม่เสียเวลามากเกินไป

ใจทิพย์ ณ สงขลา (2547) กล่าวว่า ระบบนำทาง (Navigation System) เป็นเทคนิควิธีสำคัญของการนำเสนอเนื้อหาในการเรียนการสอนบนเว็บ การกำหนดระบบนำทางที่ดีจะช่วยให้รู้ว่ากำลังศึกษาอยู่ในส่วนใด และควรจะศึกษาต่อไปที่ใด ทำให้ผู้เรียนไม่สับสน และสามารถเข้าถึงเนื้อหาได้อย่างครบถ้วนตรงตามความต้องการที่แตกต่างกันในแต่ละบุคคล

การใช้ระบบการนำทางที่หลากหลายในโปรแกรมแบบไฮเปอร์มีเดียจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งาน เนื่องจากผู้ใช้มีความต้องการที่แตกต่างกัน ตั้งแต่การเข้ามาดูข้อมูลทั่วๆ ไป การค้นหาข้อมูลเฉพาะด้าน การอ่านข้อมูลอย่างละเอียด หรือเพื่อความบันเทิง ซึ่งการตอบสนองความต้องการที่แตกต่างกันนี้ ต้องใช้ระบบการนำทางที่ต่างกัน เช่น ระบบเมนู และสารบัญ จะเหมาะกับการศึกษาข้อมูลทั่วไป การใช้ระบบสืบค้นเหมาะกับการค้นข้อมูลเฉพาะ นอกจากนี้ผู้ใช้งานแต่ละคนก็มีความชอบต่อการนำทางที่แตกต่างกันด้วย อย่างไรก็ตามหากมีระบบการนำทางมากเกินไป ผู้ใช้อาจจะสับสน และหน้าจออาจดูไม่เป็นระเบียบ หากมีน้อยเกินไปก็จะไม่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างครอบคลุม

นอกจากการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาใช้ในการออกแบบการเรียนการสอน แล้วนั้นปัจจัยด้านผู้เรียนก็มีความสำคัญ โดยเฉพาะในเรื่องความแตกต่างทางด้านรูปแบบการคิด (Cognitive style) ของผู้เรียน การจัดการเรียนการสอนให้มีคุณภาพ จึงจำเป็นจะต้องรู้ว่าผู้เรียนที่มีลักษณะแตกต่างกันจะมีการรับรู้สิ่งต่างๆ ด้วยวิธีการต่างๆ กัน เชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งต่างๆ ไม่เหมือนกัน และมีการนำข้อมูลข่าวสารไปย่อยหรือไปจัด ระเบียบด้วยวิธีการแตกต่างกัน และจากการศึกษายังพบอีกว่ามีความแตกต่างทางพฤติกรรมการเรียนรู้ และวิธีการเรียนรู้ของบุคคลในเรื่องของการรับรู้ การจำ การคิด รวมทั้งความเข้าใจ สติปัญญา การเปลี่ยนแปลงข่าวสารและการนำข่าวสารที่ได้รับไปใช้ประโยชน์นั้นแต่ละบุคคลมีกระบวนการที่แตกต่างกันไป และแบบการคิดยังมีอิทธิพลต่อบุคลิกภาพ พฤติกรรม การรับรู้ การแก้ปัญหา ความสนใจ พฤติกรรมทางสังคม และการสร้างมโนทัศน์เกี่ยวกับตนเองอีกด้วย ผู้วางแผนจัดการเรียนการสอนจึงต้องพิจารณาแบบการคิดของผู้เรียนให้เข้าใจ เพื่อนำมาจัดแผนและเตรียมโครงสร้างเนื้อหา รูปแบบที่จะนำเสนอแก่ผู้เรียนให้ตรงกับรูปแบบการคิดของผู้เรียนแต่ละคน ซึ่งตรงกับที่ Wey และ Waugh (1993), Liu และ Reed (1994) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแบบการคิด กับวิธีการเรียนรู้ ใน

การเรียนด้วยโปรแกรมไฮเปอร์มีเดีย พบว่า ผู้เรียนที่มีแบบการคิดที่ต่างกันจะมีวิธีการเรียนรู้ และได้ประโยชน์จากการออกแบบบทเรียนที่ต่างกัน

Witkin และ คณะ (1971) กล่าวว่า ความแตกต่างของบุคคลที่มีแบบการคิดต่างกันนั้น แบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ คนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์(Field Dependence) จะเรียนรู้ได้ดีที่สุดเมื่อเนื้อหาความรู้ได้ถูกรวบรวมเป็นหมวดหมู่ เป็นระบบ มีคำสั่งหรือแนวทางในการปฏิบัติชัดเจน มีแรงจูงใจจากภายนอก ส่วนคนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ (Field Independence) จะเป็นผู้เรียนที่กระตือรือร้นสามารถจัดเนื้อหาความรู้ให้เป็นหมวดหมู่ และเป็นระบบได้ด้วยตนเอง ดังนั้นคนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์จำเป็นต้องมีสื่อการสอนอื่นช่วยในการเรียนรู้

ลักษณะแบบการคิดทั้งสองแบบนี้จะทำให้พฤติกรรมการเรียนรู้แตกต่างกัน 2 ลักษณะ คือ การใช้ตัวกลางในการเรียนรู้และการใช้ประโยชน์จากความเด่นชัดของตัวชี้แนะ กล่าวคือผู้ที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์จะมีความสามารถในการสรุปหลักการต่างๆ จากประสบการณ์ของตนได้ดีกว่าผู้ที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์เช่น ในการเรียนเนื้อหาที่มีโครงสร้างคลุมเครือ ผู้เรียนต้องสรุปหลักการด้วยตนเอง ผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์จะสามารถใช้ประโยชน์จากตัวกลางในการเรียนรู้เพื่อเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ และสรุปเป็นหลักการได้ดีกว่ากลุ่มที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์อีกลักษณะหนึ่ง คือการใช้ประโยชน์จากความเด่นชัดของตัวชี้แนะ ซึ่งตัวชี้แนะที่เด่นชัดมากจะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่าตัวชี้แนะที่เด่นชัดน้อย ตัวชี้แนะที่เด่นชัดจะส่งผลต่อผู้ที่มีความคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์มากกว่าผู้ที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ (พัชรี เกียรตินันทวิมล, 2530) สอดคล้องกับที่ Liu and Reed (1994) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแบบการคิด วิธีการเรียนรู้ ในการเรียนวิชาภาษาผ่านโปรแกรมไฮเปอร์มีเดีย พบว่าผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์จะใช้ประโยชน์จากระบบดัชนี ในการค้นหาข้อมูลที่เชื่อมโยงสัมพันธ์กันมากกว่า และชอบที่จะกำหนดเส้นทางในการศึกษาด้วยตนเอง ในขณะที่ผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ชอบที่จะเรียนตามขั้นตอนที่บทเรียนเรียงลำดับมาให้ เนื่องจากผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์รู้สึกพอใจที่จะใช้บทเรียนโดยไม่มีการกังวลเรื่องของ การหลงทางในเนื้อหา ในขณะที่ผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์กังวลว่าจะหลงทาง จึงพยายามเรียนตามเส้นทางที่กำหนด ให้มากที่สุด ผลของการศึกษาสอดคล้องกับทฤษฎีที่ว่าผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์มีความต้องการตัวช่วยเหลือ จากภายนอกเพื่อช่วยแก้ปัญหา ในขณะที่ผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบ

ฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์สามารถใช้ประโยชน์ จากตัวชี้แนะภายในที่มีอยู่ในการช่วยแก้ไขปัญหาได้ด้วยตนเอง

จากงานวิจัยที่ผ่านๆ มาพบว่าผู้เรียนที่มีรูปแบบการคิดที่แตกต่างกันทั้งแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ และแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ มีกลยุทธ์ในการเลือกใช้เครื่องมือนำทางที่ต่างกันในระบบไฮเปอร์มีเดีย ดังนั้นรูปแบบการคิดจึงเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญในการประเมินว่าควรเลือกเครื่องมือนำทางชนิดใดไปใช้ในระบบติดต่อกับผู้ใช้ในโปรแกรมไฮเปอร์มีเดียเพื่อการเรียนการสอน จากผลการวิจัยจะได้ข้อแนะนำว่า ดัชนี เครื่องมือค้นหาคำ และเครื่องมือนำต่างชนิดอื่นๆ ที่ใช้ในการหาข้อมูลที่จำเพาะเจาะจง เหมาะกับผู้เรียนที่มีรูปแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงลักษณะของผู้เรียนกลุ่มนี้ที่ให้ความสนใจกับรายละเอียดปลีกย่อย แต่ในทางกลับกัน กลุ่มผู้เรียนแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์มีแนวโน้มที่จะใช้งานเครื่องมือที่มีการใช้งานแบบตรงไปตรงมา ต้องการเนื้อหาที่มีโครงสร้าง และข้อแนะนำเพิ่มเติมต่างๆ ดังนั้นในระบบไฮเปอร์มีเดียควรเตรียมเครื่องมือที่มีโครงสร้าง และบ่งบอกการใช้งานไว้ชัดเจน เช่น การใช้ระบบแผนที่ ระบบเมนู หรือแบบสัญรูป เป็นต้น

จากปัญหาทั้งหมดที่กล่าวมาแล้วนั้นในการจัดทำบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ (Virtual reality lessons on web) จำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยที่สำคัญ 2 ประการ ได้แก่ปัจจัยด้านรูปแบบการคิดของผู้เรียน ซึ่งแบ่งเป็นแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ และแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ และปัจจัยด้านรูปแบบการนำทางในบทเรียน ซึ่งเครื่องมือนำทางที่ใช้ได้ในบทเรียนมีอยู่หลายชนิด แต่งานวิจัยนี้ได้เลือกเครื่องมือที่สอดคล้องกับแบบการคิดทั้งสอง พบว่ารูปแบบการนำทาง (Navigation Types) แบบค้นหาคำ (Search Box) น่าจะมีความเหมาะสมกับผู้เรียนแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์เนื่องจากผู้เรียนกลุ่มนี้ชอบที่จะค้นหาข้อมูลที่เชื่อมโยงสัมพันธ์กันและชอบกำหนดเส้นทางในการศึกษาด้วยตนเอง ในขณะที่รูปแบบการนำทางแบบสัญรูป (Icon) มีความเหมาะสมกับผู้เรียนแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ที่เป็นกลุ่มผู้เรียนที่ต้องใช้ประโยชน์จากตัวกลางที่มีความเด่นชัดในการเรียนรู้เพื่อเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ อันจะส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

ดังนั้นงานวิจัยชิ้นนี้จึงมุ่งที่จะนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างความเข้าใจในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องดาราศาสตร์และอวกาศ ที่มีเนื้อหาซับซ้อน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ และศึกษากับนักเรียนที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน คือ แบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ และแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ โดยีบทเรียนที่มี

รูปแบบการนำทางในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ 2 รูปแบบ คือ การนำทางเป็นแบบค้นหาคำ และการนำทางเป็นแบบสัญรูป ผลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการออกแบบ และพัฒนาบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ โดยมีรูปแบบบทเรียนที่ต้องคำนึงถึงคุณลักษณะเฉพาะของนักเรียนที่มีรูปแบบการเรียนแตกต่างกัน และจะเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนในการออกแบบจัดการเรียนการสอนบนเว็บด้วยบทเรียนความเป็นจริงเสมือน ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน เมื่อเรียนด้วยบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ

2. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเมื่อเรียนด้วยบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ ที่มีรูปแบบการนำทางต่างกัน

3.เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ ของรูปแบบการคิดของนักเรียน กับรูปแบบการนำทางในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สมมติฐานของการวิจัย

สมมติฐานของการวิจัยเรื่อง ผลของรูปแบบการนำทางในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ วิชาวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน มีดังนี้ คือ

1.นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีรูปแบบการคิดต่างกัน เมื่อเรียนด้วยบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน

2.นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เมื่อเรียนด้วยบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บที่มีรูปแบบการนำทางในบทเรียนต่างกันจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน

3.มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างรูปแบบการนำทางในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ กับรูปแบบการคิดของนักเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนที่กำลังเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2547

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนที่กำลังศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ของโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม)

3. เนื้อหาที่ใช้ในบทเรียน คือ เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน

พุทธศักราช 2544 ของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ซึ่งผ่านการตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

4. บทเรียนที่ใช้การวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ สร้างจากภาษาเวอร์เมอว และประมวลผลร่วมกับโปรแกรมเสริมผ่านทางบราวเซอร์เวิลด์ ไวด์ เว็บ ซึ่งผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญด้านกราฟิก และการออกแบบเว็บไซต์ 3 ท่าน และผ่านการตรวจสอบหาประสิทธิภาพสื่อด้วยเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 ดังคำอธิบายของวชิราพร อัจฉริยโกศล (2536) มีความหมายดังนี้

90 ตัวแรก หมายถึง คะแนนรวมเฉลี่ยของกลุ่ม (Class Mean) คิดเป็นร้อยละ

90 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละ 90 ของนักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์แต่ละข้อของสื่อ

ซึ่งมีรูปแบบการนำทางในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ 2 รูปแบบ คือ แบบค้นหาคำ และแบบสัญรูป

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ มี 2 แบบ คือ

1.1 รูปแบบการนำทางในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ 2 รูปแบบ ดังนี้

- แบบค้นหาคำ
- แบบสัญรูป

1.2 รูปแบบการคิด 2 แบบ คือ

- ฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์
- ฟิลด์ ดิเพนเดนซ์

2. ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1.บทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ หมายถึง เว็บไซต์ที่ใช้โปรแกรมภาษาเวอร์เมอว (VRML) ในการสร้างความเป็นจริงเสมือน 3 มิติ บนหน้าจอ ผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ตที่มีปฏิสัมพันธ์แบบทันทีระหว่างกราฟฟิกกับนักเรียนด้วยการบังคับเมาส์ให้เคลื่อนที่เปลี่ยนมุมมองต่างๆ ไปตามความต้องการของนักเรียน เพื่อสำรวจดาราศาสตร์และอวกาศ

2. รูปแบบการนำทาง หมายถึง การเชื่อมโยงไปยังตำแหน่งต่างๆ ในบทเรียนความเป็นจริงเสมือน เพื่อเป็นตัวกลาง และเป็นตัวชี้แนะในการเรียนรู้เนื้อหาในบทเรียนความเป็นจริงเสมือน ซึ่งมี 2 รูปแบบ คือ แบบค้นหาคำ และแบบสัญรูป

3. รูปแบบการคิด หมายถึง ความแตกต่างระหว่างบุคคลในด้านการรับรู้ การจำการคิด ความเข้าใจ การแปลงข่าวสาร และการนำข่าวสารไปใช้ประโยชน์ แบ่งเป็น 2 แบบ คือ

3.1 แบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ คือ บุคคลที่มีความสามารถในการรับรู้สิ่งเร้าโดยการวิเคราะห์ และจำแนกส่วนย่อยของสิ่งเร้าได้ดี โดยยึดเกณฑ์จากการทดสอบด้วยแบบวัดการคิด เดอะกรุป เอมเบดเดด ฟิกเกอร์ เทสท์ เท่ากับคะแนนตั้งแต่ 13-18 คะแนน จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน

3.2 แบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ คือ บุคคลที่มีความสามารถในการรับรู้สิ่งเร้าในลักษณะภาพรวมโดยยึดเกณฑ์จากการทดสอบด้วยแบบวัดแบบการคิด เดอะกรุป เอมเบดเดด ฟิกเกอร์ เทสท์ เท่ากับคะแนนตั้งแต่ 0-6 คะแนน จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน (post test) วัดความรู้ ความเข้าใจ ของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ ที่สร้างขึ้น โดยประเมินจากคะแนนของนักเรียนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทันทีหลังเรียน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ผลการวิจัยครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการออกแบบ และพัฒนาบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ ที่มีรูปแบบการนำทางในบทเรียน ที่ต้องคำนึงถึงคุณลักษณะเฉพาะของนักเรียนที่มีรูปแบบการเรียนแตกต่างกัน

2. ผลการวิจัยครั้งนี้จะเป็นแนวทางให้ครูผู้สอน ใช้ในการจัดการเรียนการสอนด้วยบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บในวิชาอื่นๆ เช่น วิชาสังคมศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์ ต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักการแนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการวิจัยเรื่อง ผลของรูปแบบการนำทาง ในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน ครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาเอกสารต่างๆ จากสื่อสิ่งพิมพ์ และสื่ออิเล็กทรอนิกส์ โดยแบ่งเนื้อหาที่ศึกษาออกเป็น 3 กลุ่มตามลำดับดังนี้

1. ความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality)
    - 1.1 ความหมายของความเป็นจริงเสมือน
    - 1.2 ประวัติและความเป็นมาของความเป็นจริงเสมือน
    - 1.3 ประเภทและหลักการทำงานของความเป็นจริงเสมือน
    - 1.4 ภาษาเวอร์เมอว (VRML : Virtual Reality Modeling Language)
    - 1.5 หลักการและทฤษฎีในการออกแบบความเป็นจริงเสมือนบนเว็บด้วยภาษาเวอร์เมอว
    - 1.6 การใช้งานความเป็นจริงเสมือนเพื่อการศึกษา
    - 1.7 รูปแบบวิธีการเรียนการสอน และการใช้ความเป็นจริงเสมือนในวิชาวิทยาศาสตร์
2. ระบบการนำทาง (Navigation System)
    - 2.1 ความหมายของระบบการนำทาง
    - 2.2 ประเภทของระบบการนำทาง
    - 2.3 รูปแบบเครื่องมือในระบบการนำทาง
    - 2.4 คุณสมบัติและหลักการออกแบบระบบการนำทาง
3. แบบการคิด (Cognitive Style)
    - 3.1 ความหมายของแบบการคิด
    - 3.2 ประเภทของแบบการคิด
    - 3.3 วิธีการจำแนกแบบการคิดของบุคคล
    - 3.4 ลักษณะของบุคคลที่มีแบบการคิดต่างกัน
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ความเป็นจริงเสมือน

1.1 ความหมายของความเป็นจริงเสมือน

“ความเป็นจริงเสมือน” หรือบางครั้งเรียกว่า “สิ่งแวดล้อมเสมือน” (Virtual Environments) ได้รับความสนใจมาตั้งแต่ทศวรรษที่ 1960 และได้มีนักวิจัยบางท่านใช้คำว่า "Artificial Reality" คือ ความเสมือนจริงแบบเทียม ต่อมาในปี 1984 เริ่มใช้คำทับศัพท์ว่า “ไซเบอร์สเปส” (Cyberspace) จนถึงปัจจุบันมีการใช้คำว่าโลกเสมือน (Virtual Worlds) อย่างแพร่หลาย ซึ่งทั้งหมดนี้มีความหมายอย่างเดียวกัน (Sutherland, 1965 : Gibson ,1984 : Balaguer, 1993 อ้างถึงใน Mazuryk and Gervautz, 1996)

บิดาแห่งความเป็นจริงเสมือน Ivan Sutherland (1965) ได้กล่าวถึงความหมายของ ”ความเป็นจริงเสมือน” ไว้ในหนังสือพื้นฐานการนำเสนอ (The Ultimate Display) ว่าหมายถึง การที่มนุษย์มองเห็นโลกเสมือนจริงผ่านระบบคอมพิวเตอร์ โดยการใช้จอภาพสวมศีรษะร่วมกับคอมพิวเตอร์กราฟิก 3 มิติ (3D : 3 Dimension) ร่วมกับการทำงานของระบบประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของมนุษย์ แล้วทำให้เกิดความรู้สึกเสมือนว่าอยู่ในสถานที่นั้นเคลื่อนที่ได้จริง ได้ยินเสียง และทำกิจกรรมนั้นๆ ได้จริง

นอกจากนี้ยังมีนักการศึกษา และนักวิจัยอีกหลายท่าน ได้ให้ความหมายของ “ความเป็นจริงเสมือน” ไว้ดังนี้

Cheryl (1991) กล่าวถึง “ความเป็นจริงเสมือน” ว่าเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ต่อการศึกษานับตั้งแต่มนุษย์รู้จักและเข้าใจเกี่ยวกับการรับรู้ภาพ ความเป็นจริงเสมือนนี้เป็นระบบการสร้างรูปแบบการเรียนรู้ของมนุษย์ โดยการรับสัมผัสผ่านเทคโนโลยีผสานกับระบบประสาทสัมผัสของมนุษย์รวมกัน เพื่อรับรู้ข้อมูลที่อยู่รอบตัวอย่างมีจินตนาการ

Rigole (1996) ให้ความหมายของ “ความเป็นจริงเสมือน” ว่าเป็นสภาวะที่คอมพิวเตอร์ทำการจำลองสิ่งที่เป็นจริงหรือสภาพแวดล้อม 3 มิติ ที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้ ซึ่งระดับปฏิสัมพันธ์ที่ผู้ใช้สามารถทำได้จะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพ และชนิดของฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในปัจจุบันผู้ใช้สามารถเข้าไปสู่สภาพแวดล้อมเสมือนโดยการใช้อุปกรณ์ HMD ซึ่งแสดงผลในหน้าจอ ที่ตามองเห็น และสร้างเสียงแบบรอบด้านที่จะช่วยเพิ่มความรู้สึกเกี่ยวกับมิติด้านระยะทาง และความรู้ในความเป็นจริงเสมือนได้ อุปกรณ์ประเภทถุงมือหรือชุดสวมร่างกายที่มีโครงข่ายเซ็นเซอร์อยู่ภายในที่สามารถตรวจจับความเคลื่อนไหวและท่าทางของผู้สวมใส่ทำให้เกิดความรู้สึกใกล้เคียงความเป็นจริงเมื่อ

อยู่ในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง นอกจากนี้ผู้ใช้ยังสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับวัตถุต่างๆ เช่นเดียวกับในโลกแห่งความเป็นจริงด้วย

William (1997) กล่าวว่า "ความจริงเสมือน" หรือ "สิ่งแวดล้อมเสมือน" หมายถึง การจำลองสภาพการณ์แบบ 3 มิติ ทางคอมพิวเตอร์ ที่ให้ข้อมูลการรับรู้ เช่น ภาพ เสียง หรืออื่นๆ ซึ่งทำให้มนุษย์มีความรู้สึกราวกับว่าอยู่ในสถานการณ์นั้นจริงๆ มีประสบการณ์ในสภาพแวดล้อมเสมือนนั้น โดยสามารถใช้แค่เพียงคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ซอฟแวร์ และอุปกรณ์เพียงไม่กี่ชนิด ผู้ใช้สามารถเรียนรู้ผ่าน "ความเป็นจริงเสมือน" โดยเข้าไปสัมผัสประสบการณ์ในสถานที่เสมือนที่บางครั้งไม่สามารถเข้าไปถึงได้ในโลกแห่งความจริง เช่น ในสถานที่ ที่ใหญ่หรือเล็กเกินไปกว่าที่เราจะมองเห็นและเข้าไปถึงได้

Hurwicz (2000) ได้ให้ความหมายกว้างๆ ของ "ความเป็นจริงเสมือน" คือ ข้อมูลแบบ 3 มิติ ที่มีปฏิสัมพันธ์ได้ ซึ่งในรูปแบบที่ง่ายที่สุดนั้นก็คือภาพ 3 มิติ ของวัตถุชิ้นที่ผู้ใช้สามารถหมุนไปรอบๆ เพื่อดูจากมุมมองต่างๆ ได้ แต่รูปแบบที่ซับซ้อนขึ้นมาก็จะเป็นโลกเสมือนจริงที่ผู้ใช้สามารถรู้สึกว่าเข้าไปและมีปฏิสัมพันธ์ด้วยได้ และสำหรับรูปแบบที่ซับซ้อนมากที่สุดนั้นผู้ใช้จำเป็นต้องสวมอุปกรณ์สำหรับเทคโนโลยีเสมือนจริง เช่น แว่นตา หรือถุงมือ ซึ่งจะทำให้เกิดความรู้สึกสมจริงมากยิ่งขึ้น ลักษณะการปฏิสัมพันธ์ผ่านความเป็นจริงเสมือน ทำให้ผู้ใช้สามารถเลือกใช้ข้อมูลได้ตามที่ต้องการ โดยไม่ต้องค้นหาจากฐานข้อมูลหรือข้อความช่วยเหลือ และลักษณะการนำเสนอข้อมูลแบบ 3 มิติ จะส่งเสริมให้สามารถสื่อความหมายของข้อมูลได้ดีขึ้นไม่ว่าจะเป็นข้อมูลที่เป็นนามธรรม หรือวัตถุ บุคคล หรือสถานที่ใด ๆ

Ilic (2000) อธิบายว่า "ความเป็นจริงเสมือน" เป็นภาพกราฟิก 3 มิติ ซึ่งมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้ใช้งาน ที่มีทั้งเสียง การสัมผัสในสิ่งที่จำลองขึ้นที่เสมือนจริง โดยมีแนวคิดสำคัญ 2 แนวคิด คือ มุมมองที่เสมือนจริง หมายถึงสามารถที่จะมองโลกแห่งความเป็นจริงเสมือนจากมุมใดก็ได้ และการมีปฏิสัมพันธ์ หมายถึง ผู้ใช้สามารถมีปฏิสัมพันธ์กับวัตถุต่างๆ ในสิ่งแวดล้อมเสมือนที่สร้างขึ้น มีวิธีการนำเสนอ และวิธีการรับสัมผัสด้วยระบบการทำงานที่ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนข้อมูลนำเข้า (Input Devices) และส่วนแสดงผล (Output Devices) ซึ่งทั้ง 2 ส่วนนี้จะทำงานประสานกันอย่างเป็นระบบ

นอกจากนี้ Burdea, and Coiffet (2003) ยังได้อธิบายความหมายของ "ความเป็นจริงเสมือน" ว่าเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นให้ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด ซึ่ง

ประกอบไปด้วยอุปกรณ์นำเข้า และอุปกรณ์แสดงผล ที่สามารถทำให้ผู้ใช้งานรู้สึกเสมือนว่าได้สัมผัส และเข้าไปอยู่ในเหตุการณ์ที่จำลองขึ้นมานั้นจริงๆ

สำหรับในประเทศไทย ตามศัพท์บัญญัติราชบัณฑิตยสถาน สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ 19 มิถุนายน 2544 (ราชบัณฑิตยสถาน, 2542) ได้บัญญัติศัพท์ภาษาไทย ของคำว่า " Virtual Reality " ว่า " ความเป็นจริงเสมือน " และแปลความหมายไว้ว่าสภาวะเสมือนจริงที่จำลองโดยเทคนิคทางคอมพิวเตอร์นอกจากนี้ยังมีผู้เชี่ยวชาญหลายท่านได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

นิตยา กาญจนะวรรณ (2535) กล่าวว่า ที่นักคอมพิวเตอร์เรียกว่า "ความเป็นจริงเสมือน" นี้ นักจิตวิทยาเรียกกันว่า "ความไม่น่าเชื่ออย่างลอยๆ" (Suspending disbelief) ซึ่งคือการที่คอมพิวเตอร์แสดงภาพกราฟิกอย่างซับซ้อนขึ้นมาเป็นภาพ 3 มิติ และแสดงผลออกมาได้อย่างหลากหลาย ตั้งแต่บนจอคอมพิวเตอร์ไปจนถึงจอแบบโรงภาพยนตร์ และแสดงภาพในเลนส์ภายในหมวกที่ผู้เล่นกำลังสวมใส่อยู่ ซึ่งโลกของความเป็นจริงเสมือนต่างจากคอมพิวเตอร์กราฟิกแบบธรรมดาทั่วไป คือ ให้สัมผัสซ้อนไม่ว่าจะเป็นเสียง หรือการสัมผัส การรับรู้ด้านต่างๆ และมีลักษณะการโต้ตอบด้วย

พุทธิพงศ์ จิตรปฏิมา (2542) กล่าวว่าความเป็นจริงเสมือนเป็นการใช้คอมพิวเตอร์สร้างสถานที่เทียมซึ่งดูเสมือนจริง สถานที่เหล่านี้เรียกว่า โลกเสมือนจริง (Virtual World) ซึ่งเราสามารถสำรวจโลกเสมือนได้อย่างเสรี ไปในที่ที่ต้องการ และยังสามารถเคลื่อนย้ายวัตถุต่างๆ ได้เหมือนจริง ทั้งนี้เกิดจากการสร้างขึ้นด้วยคอมพิวเตอร์กราฟิก 3 มิติ ทั้งสิ้น เพื่อสนองตอบประสาทสัมผัสของมนุษย์ทันทีในเวลานั้น คือจะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นทันทีตามการกระทำของผู้ใช้ และเมื่อเรากระทำการบางอย่าง เช่น เข้าใกล้วัตถุ วัตถุนั้นก็จะมีขนาดใหญ่ขึ้น

กิดานันท์ มลิทอง (2543) กล่าวว่า "ความเป็นจริงเสมือน" หรือที่เรียกกันย่อๆ ว่า VR เป็นกลุ่มเทคโนโลยีเชิงโต้ตอบที่ผลักดันให้ผู้ใช้เกิดความรู้สึกเสมือนการเข้าร่วมอยู่ภายในสิ่งแวดล้อมที่ไม่ได้มีอยู่จริงหากแต่มีการสร้างขึ้นด้วยคอมพิวเตอร์ พัฒนาการของความเป็นจริงเสมือนได้รับอิทธิพลมาจากแนวคิดง่ายๆ หากแต่มีอำนาจมากเกี่ยวกับการที่จะนำเสนอสารสนเทศอย่างไรให้ดีที่สุด นั่นคือ ถ้าผู้ออกแบบสามารถให้ประสาทสัมผัสของมนุษย์มีความค่อยเป็นค่อยไปในปฏิสัมพันธ์กับโลกทางกายภาพซึ่งเป็นสิ่งที่อยู่ล้อมรอบตัวเราแล้ว มนุษย์ก็จะสามารถรับ และเข้าใจสารสนเทศได้ง่ายขึ้นถ้าสารสนเทศนั้นกระตุ้นการรับรู้สัมผัสของผู้รับ

ยืน ภู่วรวรรณ (2545) ได้ให้ความหมาย Virtual Reality ไว้ในพจนานุกรมคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตว่า หมายถึง สภาวะเสมือนจริง ใช้อธิบายถึงโลกแห่งเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่สร้างสภาพจำลองแบบหลายมิติให้กับผู้ใช้ เสมือนเข้าไปอยู่ในสภาวะแบบนั้นจริงๆ หรืออยู่ในนั้นได้ และเมื่อเข้าไปอยู่ในนั้นจะทำให้รู้สึกราวกับว่าได้ตกเข้าไปอยู่ในโลกแห่งความฝัน ภายในสภาพแวดล้อมแบบเสมือนจริงนี้

วิทยา วัณณสุโภประสิทธิ์ (2545) ได้ให้ความหมายไว้ว่า คือ วิวัฒนาการที่มาจากศาสตร์และงานวิจัยที่เรียกว่า Haptic ซึ่งเป็นศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับความรู้สึกที่ได้รับจากการสัมผัสของมนุษย์ เช่น ภาพ เสียง และองค์ประกอบอื่นๆ เพื่อทำให้มนุษย์รู้สึกเหมือนกับได้อยู่ในสภาพแวดล้อมจริง และสามารถสัมผัส (Interact) กับสภาพแวดล้อมนั้นได้ สภาพแวดล้อมที่ได้ถูกโปรแกรมในคอมพิวเตอร์จำลองไว้ล่วงหน้า เรียกว่า “สภาพแวดล้อมเสมือน (Virtual Environment) และเพื่อให้เกิดความรู้สึกเสมือนจริงนั้นต้องประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลักคือ มนุษย์หรือผู้ใช้ เครื่องมืออุปกรณ์สำหรับสร้างความรู้สึกที่เรียกว่า “Haptic interfaces” และ “สภาพแวดล้อมเสมือน” (Virtual Environment) ที่ต้องการจำลอง

จากการให้ความหมาย และคำจำกัดความจากผู้เชียวชาญหลายท่านดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่า "ความเป็นจริงเสมือน" หรือ "Virtual Reality" เป็นเทคโนโลยีที่มีการใช้คอมพิวเตอร์สร้างสิ่งต่างๆ ซึ่งดูเสมือนจริงขึ้นด้วยระบบคอมพิวเตอร์กราฟิก 3 มิติ สร้างสิ่งที่เป็นนามธรรมในความเป็นจริงให้มีตัวตนเป็นรูปธรรม จับต้องได้เคลื่อนที่ได้ขึ้นมา เพื่อทำให้ผู้ใช้รู้สึกเหมือนเข้าไปอยู่ในสิ่งแวดล้อม 3 มิติ ที่ถูกสร้างขึ้นนั้น มีการเคลื่อนที่ซ้าย ขวา เสมือนการมองด้วยตาปกติ มีปฏิสัมพันธ์ตอบโต้ทันทีระหว่างผู้ใช้กับระบบคอมพิวเตอร์หรือวัตถุในนั้น และมีอุปกรณ์เสริมในการรับสัมผัส เช่น หน้ากาก ถุงมือรับสัมผัส เป็น

1.2 ประวัติและความเป็นมาของความเป็นจริงเสมือน

ความเป็นจริงเสมือนอาจจะดูเหมือนเป็นเทคโนโลยีใหม่ แต่ที่จริงแล้วเป็นวิวัฒนาการอย่างหนึ่งของเทคโนโลยีที่สืบทอดมาจากระบบจำลองการบินที่ใช้ในกองทัพมากว่า 40 ปี เมื่อรัฐบาลประเทศสหรัฐอเมริกาได้ทำการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีทางการทหาร และการจำลองสถานการณ์การบินภายในเครื่องบินของกองทัพอากาศในสมัยนั้น ซึ่งต่อมาในช่วงปี พ.ศ.2503-2512 (ค.ศ.1960-1969) มีนักประดิษฐ์ชื่อ Ivan Sutherland (1965) ได้คิดค้นและประดิษฐ์จอภาพสวมศีรษะ 3 มิติ รุ่นแรกได้สำเร็จจึงได้รับฉายาว่าเป็น “บิดาแห่งเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน” และถือเป็นต้นกำเนิดของการพัฒนาอุปกรณ์และกราฟิก 3 มิติ

จุดเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ที่สุดของการพัฒนาการมาจากองค์การนาซา (NASA) ในช่วงปี พ.ศ.2513-2532 (ค.ศ.1970-1989) จากการวิจัยในห้องปฏิบัติการวิจัยอวกาศอาร์มสตรอง ได้สร้าง Virtual Interface Environment Workstation ขึ้นมาเพื่อวางแผนการสงครามในอวกาศ โดยดัดแปลงและพัฒนาระบบกราฟิกให้ทันสมัย ระบบนี้เป็นระบบแรกที่ผนวกส่วนประกอบต่างๆ ที่สำคัญของความเป็นจริงเสมือนเข้าด้วยกัน เช่น กราฟิกคอมพิวเตอร์, วีดิโอ, เสียงสเตอร์ริโอ และจอขยายภาพแบบสวมหัว เป็นต้น ในขณะที่นักบินมองออกไปในโลกความเป็นจริงเสมือนซึ่งปรากฏอยู่เบื้องล่าง จะเห็นว่ามีเครื่องบินอื่นปรากฏอยู่รอบข้างเสมือนว่ากำลังบินอยู่ในสถานการณ์จริงทุกประการ และในระยะเดียวกันนั้น มีการวิจัยเกี่ยวกับความเป็นจริงเสมือนในมหาวิทยาลัยต่างๆ ในสหรัฐอเมริกาเช่นกัน ซึ่งในยุคนั้นถือได้ว่าเป็นยุคที่กำลังบุกเบิก ค้นคว้าวิจัยและพัฒนาความเป็นจริงเสมือนอย่างจริงจัง ทำให้ความเป็นจริงเสมือนได้รับความสนใจจากบุคคลทั่วไปอย่างรวดเร็ว และในช่วงประมาณ พ.ศ.2533-2534 (ค.ศ.1990-1991) หลังจากที่โครงการต่างๆ ได้เกิดขึ้น ทำให้หลายวงการต่างมีความหวังว่า จะสามารถพัฒนาอุปกรณ์ของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนให้มีราคาถูกลง และใช้ประโยชน์ได้ทั่วไปอย่างคุ้มค่าในอนาคต (กิดานันท์ มลิทอง, 2543)

ในปี พ.ศ. 2536 (ค.ศ.1993) เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนได้รับความนิยมอย่างรวดเร็วและแผ่วงกว้างทางด้านการบันเทิงโดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถาบัน บันเทิงดิสนีย์เวิลด์ที่มีการใช้เทคโนโลยีนี้ และต่อมาได้ขยายวงกว้างออกไปยังวงการแพทย์ วิศวกรรม วิทยาศาสตร์ เกมคอมพิวเตอร์ และโดยเฉพาะการศึกษาและฝึกอบรม จนกระทั่งปี พ.ศ. 2538 (ค.ศ.1995) มีการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนมาใช้ในวงการศึกษามีความเข้มข้นมากขึ้น มีการทำวิจัยและค้นคว้าอย่างจริงจังโดยเฉพาะทางด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์หลายแขนง เช่น มหาวิทยาลัยกรุงวอชิงตัน ประเทศสหรัฐอเมริกามีทดลองใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนในการศึกษาวิชาฟิสิกส์และระบบการโคจร เคลื่อนที่ของวัตถุในจักรวาลซึ่งเป็นเรื่องที่เข้าใจได้ยาก การคิดและการคำนวณมีความซับซ้อน ซึ่งได้ผลเป็นที่น่าพอใจและมีการทำวิจัยพัฒนาหลังจากนั้นเรื่อยมา ดังนั้นในช่วงนี้เทคโนโลยี ความเป็นจริงเสมือนจึงเข้ามามีบทบาทมากขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งไม่ใช่เป็นเพียงการจำลองสถานการณ์ เท่านั้นแต่ยังเป็นการจัดประสบการณ์ใหม่ให้กับผู้ใช้อีกทางหนึ่ง (Kimberley, 1995)

ในระหว่างปี พ.ศ.2537-2540 (ค.ศ.1994-1997) (Tony and others, 1994-1997 อ้างถึงใน มิ่งขวัญ ทรัพย์ถาวร, 2545) พบว่า มีหลายสาขาวิชาและหลายสถาบันทั่วโลกศึกษา และวิจัยเกี่ยวกับ "ความเป็นจริงเสมือน" อย่างจริงจังสรุปผลดังนี้

ประเทศสหรัฐอเมริกา จัดได้ว่าเป็นผู้นำทางด้านการค้นคว้าวิจัยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนมากที่สุด ซึ่งมีสถาบันที่เป็นแกนนำ ได้แก่ มหาวิทยาลัยบราวด์ (Brown University) วิจัยเรื่องการใช้ภาพ 3 มิติในความเป็นจริงเสมือน มหาวิทยาลัยโคลัมเบีย (Columbia University) ศึกษาวิจัยเรื่องการแปลงข้อมูลให้เป็นภาพ 3 มิติเสมือนจริง สถาบันจอร์เจีย ค้นคว้าเรื่องของการจินตทัศน์ข้อมูล มหาวิทยาลัยแห่งรัฐอีลินอยส์ (University of Illinois) สถาบัน MIT ศึกษาเรื่องการสร้างโลกเสมือน และสถานการณ์จำลอง องค์การนาซ่า (NASA) AMES สถาบันบัณฑิตศึกษาแนเวล (the Naval Postgraduate School) มหาวิทยาลัยนอร์ทแคโรไลน่า (University of North Carolina at Chapel Hill) ศึกษาเรื่องการเคลื่อนที่ในสิ่งแวดล้อมเสมือน และการออกแบบฮาร์ดแวร์ และมหาวิทยาลัยวอชิงตันมีการเริ่มใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนในการจัดฝึกอบรม

สำหรับในทวีปยุโรปมีประเทศต่างๆ ที่ยอมรับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนแตกต่างกันออกไป เช่น ในอังกฤษ มีการค้นคว่าวิจัยเกี่ยวกับความเป็นจริงเสมือนมากในช่วงกลางศตวรรษที่ 1980 เพราะได้รับความสนใจจากสถาบันอาวกาศของอังกฤษ และมีเงินสนับสนุนจากหน่วยงานด้านอุตสาหกรรมและธุรกิจ ซึ่งงานวิจัยนี้ส่งผลให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ทางธุรกิจมากมาย ประเทศเยอรมัน มีศูนย์กลางความเป็นจริงเสมือนอยู่ที่ สถาบันฟรุนฮูเฟอร์ (Fraunhofer Institute in Darmstadt) ศึกษาถึงประโยชน์ของการใช้ ความเป็นจริงเสมือน มหาวิทยาลัยเดฟท์เทคโนโลยี (Delft University of Technology) ด้านการสร้างปฏิสัมพันธ์ในความเป็นจริงเสมือน สถาบันวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์สวีดีช ประเทศสวีเดน (The Swedish Institute of Computer Science) ศึกษาถึงการจัดการกับระบบความเป็นจริงเสมือน สถาบันโสตทัศนศึกษาแห่งชาติ ประเทศฝรั่งเศส (the French National Institute for Audiovisual Applications) ศึกษาวิจัยเรื่องการสร้างความเป็นจริงเสมือนทางไกล การออนไลน์ ทางด้านการศึกษา และเป็นผู้นำการวิจัยทางด้านหุ่นยนต์ และเทคโนโลยีการพัฒนาระบบปฏิสัมพันธ์อย่างเต็มรูปแบบ (Immersive VR) มหาวิทยาลัยในประเทศเนเธอร์แลนด์ ศึกษาเรื่องการใช้ความเป็นจริงเสมือนในการฝึกอบรมและการสร้างสถานการณ์จำลองในอวกาศ ส่วนในภูมิภาคเอเชียมีประเทศญี่ปุ่นเป็นผู้นำในการค้นคว้าวิจัยเรื่องเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนในมหาวิทยาลัยกรุงโตเกียว (the University of Tokyo) นอกจากนี้ยังใช้ในงานด้านวิศวกรรม และอุตสาหกรรมในบริษัทโตชิบา และมิซูชิตาในงานวางแผน และออกแบบผลิตภัณฑ์ และในปัจจุบันมีบทบาทมากขึ้นในประเทศไทยเกี่ยวกับการสร้างผลงานด้านวิศวกรรมศาสตร์

จากการศึกษาค้นคว้าจากหลายสาขาวิชา และหลากหลายสถาบันทั่วโลกทำให้ "ความเป็นจริงเสมือน" เป็นอีกหนึ่งเทคโนโลยีที่กำลังก้าวหน้าอย่างมาก ด้วยวิวัฒนาจากการค้นคว้าวิจัย

อย่างต่อเนื่อง และประกอบกับได้มีการพัฒนาอุปกรณ์ ซอฟต์แวร์สำหรับสร้างความเป็นจริงเสมือนให้มีราคาถูกลงมาก และความซับซ้อนของการใช้เทคโนโลยีก็ลดน้อยลง จึงทำให้ "ความเป็นจริงเสมือน" ได้รับความนิยมในวงการต่างๆ เป็นอย่างมาก แตกต่างจากในอดีตที่ใช้งานความเป็นจริงเสมือนเฉพาะในผู้เชี่ยวชาญสาขาเฉพาะทางเท่านั้น

1.3 ประเภทและหลักการทำงานของความเป็นจริงเสมือน

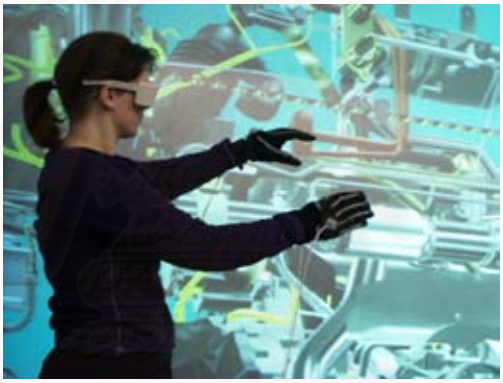
ในปี 1996 Kalawsky (1996) ได้แบ่งระบบความเป็นจริงเสมือน ตามวิธีการใช้ และหลักการทำงานของอุปกรณ์เทคโนโลยีที่ต่างกันไว้ 3 ประเภท ใหญ่ๆ คือ ระบบรับสัมผัสเต็มรูปแบบ (Fully-Immersive VR), ระบบรับสัมผัสบางส่วนหรือกึ่งรับสัมผัส (Semi-Immersive VR) และระบบความเป็นจริงเสมือนผ่านหน้าจอ (Non-Immersive VR หรือ Desktop VR) ดังตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของเครื่องมือระหว่างความเป็นจริงเสมือนประเภทต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบคุณสมบัติของเครื่องมือระหว่างความเป็นจริงเสมือนประเภทต่างๆ (Kalawsky, 1996)

คุณสมบัติของเครื่องมือ	ประเภทของความเป็นจริงเสมือน		
	ระบบรับสัมผัสผ่านหน้าจอ	ระบบรับสัมผัสบางส่วนหรือกึ่งรับสัมผัส	ระบบรับสัมผัสเต็มรูปแบบ
ความละเอียดของการแสดงผล	สูง	สูง	ปานกลาง - ต่ำ
ระดับการรับสัมผัส	ต่ำ	ปานกลาง - สูง	สูง
ความรู้สึกการเคลื่อนที่ในสถานการณ์	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
ค่าใช้จ่าย	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
การพัฒนา	ต่ำ	ต่ำ	ปานกลาง - สูง
ความสมจริง	ไม่มี - ต่ำ	ปานกลาง-สูง	ปานกลาง - สูง

ประเภทที่ 1 คือ ระบบรับสัมผัสเต็มรูปแบบ (Fully-Immersive VR ย่อมาจาก Fully-Immersive Virtual Reality) เป็นระบบที่ให้ประสบการณ์เสมือนจริงที่ดีที่สุด และเป็นต้นแบบของระบบความเป็นจริงเสมือนที่เกิดขึ้นในยุคแรก และยังคงได้รับความสนใจตลอดมาจนกระทั่ง

ปัจจุบัน เป็นระบบที่ผู้ใช้สามารถรับรู้ข้อมูลด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 อย่างเต็มรูปแบบโดยผ่านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์เสริมพิเศษ ผู้ใช้จะต้องสวมใส่อุปกรณ์ เช่น จอภาพสวมศีรษะ (Head-Mounted Display : HMD) อุปกรณ์ประเภท บูม (Binocular Omni-Orientation Monitor : BOOM) ,เคฟว์ (Cave Automatic Virtual Environment : CAVE), ถุงมือรับสัมผัส (Sensor Glove) เพื่อเป็นตัวช่วยรับสัมผัสสัมผัสกับคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์เหล่านี้จะครอบคลุมอวัยวะสัมผัสของผู้ใช้ได้แก่ ตา มือ และผิวหนัง ซึ่งเป็นอวัยวะที่ทำให้เราสามารถติดต่อกับโลกภายนอกได้ และเมื่อผู้ใช้สวมจอภาพซึ่งประกอบด้วยจอมอนิเตอร์เล็กๆ ทำหน้าที่แสดงภาพ 3 มิติ และเครื่องรับรู้เล็กๆ ที่เป็นแม่หล็กไฟฟ้าภายในจอภาพจะส่งข้อมูลเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของศีรษะไปยังคอมพิวเตอร์วงจรไฟฟ้า และซอพแวร์จะจัดการให้เกิดภาพในจอมอนิเตอร์ในขณะที่เรามองดูรอบๆ ด้วยการหันศีรษะก้มหรือเงย ภาพที่ถูกแสดงผลก็จะเปลี่ยนมุมมองเลื่อนไปตามสายตาของผู้ใช้เช่นเดียวกับการมองปกติ



ภาพประกอบที่ 1 : แสดงภาพระบบรับสัมผัสเต็มรูปแบบ
(ที่มา : http://www.avrrc.lboro.ac.uk/)

อุปกรณ์ในส่วนแสดงผลข้อมูล ได้แก่

จอภาพสวมศีรษะ (Head-Mounted Display : HMD) หรือที่รู้จักกันอีกชื่อหนึ่งว่า “ชุดแว่นตา” (goggles) เป็นอุปกรณ์ความเป็นจริงเสมือนชิ้นแรกที่ อีแวน ซูธอร์แลนด์ พัฒนาขึ้นและทดลองใช้เป็นผลสำเร็จในปี 1965 ชื่อว่า " Sword of Damocles." แต่มีขนาดใหญ่ และมีราคาแพงมาก ซึ่งหลังจากนั้นอีก 20 ปีมีการพัฒนาโดยบริษัทวิจัยวีพีแอล (VPL Research) ให้มีขนาดเล็กลง และราคาถูกลงเรียกว่า ระบบ อายโฟน (Eye Phone System) และได้รับความนิยมมากขึ้น ประกอบด้วยแว่นตาที่บรรจุมอนิเตอร์ขนาดเล็กซึ่งทำด้วยกระจก 3 มิติ (Stereoscopic glasses) กระจกนี้ทำมุมกว้างประมาณ 140 องศา ครอบคลุมการมองเห็นในแนวนอนเกือบทั้งหมด เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถมองเห็นสิ่งที่เป็นนามธรรม หรือที่ว่าประดิษฐ์ในลักษณะ 3 มิติ ในโลกของความ

เป็นจริงเสมือนได้ นอกจากนี้อุปกรณ์นี้ยังมีหูฟังในระบบที่เรียกว่า 3-D sound เพื่อให้ผู้ใช้สามารถได้ยินเสียงรอบทิศทาง ซึ่งขึ้นอยู่กับว่าเสียงนั้นเกิดขึ้นในทิศทางใด (กิดานันท์ มลิทอง, 2543)

ภาพประกอบที่ 2 : แสดงภาพจอภาพสวมศีรษะ

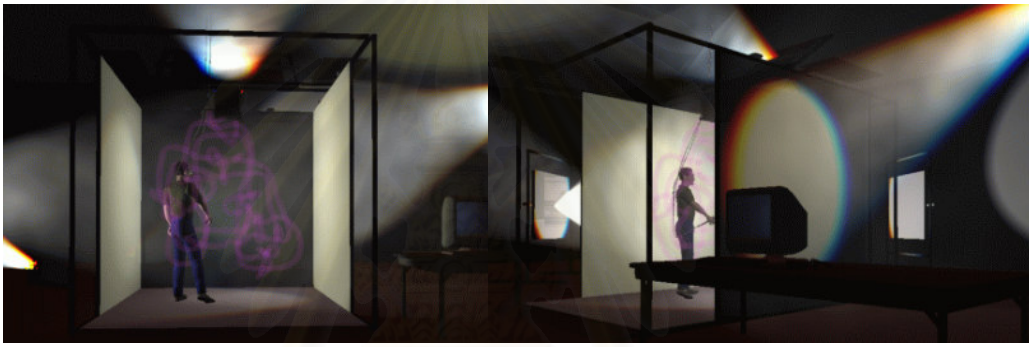
(ที่มา : http://www.vrealities.com/hmd.html)

บูม (Binocular Omni-Orientation Monitor : BOOM) พัฒนาขึ้นโดยบริษัทเฟกสเปส (Fakespace Systems Inc) มีลักษณะเป็นกล่องมีจอมอนิเตอร์มองภาพ 3 มิติ เล็กๆ ที่มีเลนส์สองตาเป็นอุปกรณ์ มีที่จับเพื่อช่วยกำหนดทิศทางการมองของผู้ใช้ มีขาตั้ง และคันโยก ซึ่งผู้ใช้จะต้องโยกคันโยกเพื่อเปลี่ยนมุมมองหรือเคลื่อนที่ในสิ่งแวดล้อมเสมือน ซึ่งจะเชื่อมต่อกับสัญญาณคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ยังสามารถทำงานร่วมกับถุงมือเพื่อรับสัมผัสอย่างสมบูรณ์แบบด้วยการจับต้องสิ่งของในสิ่งแวดล้อมเสมือนได้ด้วย ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเป็น BOOM HF (BOOM Hands Free) โดยนำไปใช้กับการจำลองภาพภายในยานพาหนะ หรือห้องจำลองนักบิน โดยผู้ใช้จะอยู่ในท่ายืนหรือนั่งก็ได้แล้วใช้มือทั้งสองข้างควบคุมคันบังคับอุปกรณ์จริง หรืออุปกรณ์เสมือนที่อยู่ข้างตัวเสมือนว่าได้ใช้งานในสถานการณ์จริง (Fakespace Systems Inc, 2004)

ภาพประกอบที่ 3 : แสดงภาพบูม

(ที่มา : http://www.evl.uic.edu/brenda/vart/boom.html)

เคฟว์ (Cave Automatic Virtual Environment : CAVE) เป็นระบบการสร้างภาพลวงตา 3 มิติ เสมือนจริง โดยติดตั้งอุปกรณ์ไว้ในห้องสี่เหลี่ยมทรงลูกบาศก์ มีจอมอนิเตอร์รอบทิศทางและพื้นห้องทุกด้าน เท่าขนาดของผนังจริง ผู้ใช้จะเข้าไปอยู่ในห้องนั้นโดยสวมใส่อุปกรณ์แว่นตาสร้างภาพน้ำหนักเบา (lightweight stereo glasses) ทำให้รู้สึกว่ากำลังเดินอยู่ในสถานที่นั้นๆ เสมือนจริง อุปกรณ์นี้จะควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ที่แสดงผลอย่างต่อเนื่องมีการปรับทิศทางตามมุมมองของผู้ใช้ทันทีที่ผู้ใช้เคลื่อนไหว นอจากนั้นยังมีระบบจอภาพแบบ Surround displays ที่จะช่วยให้การแสดงผลมีมุมมองกว้างมากขึ้น หากนำมาใช้ในกับเคฟว์ก็จะทำให้เกิดภาพเสมือนจริงที่มีคุณภาพสูง มีข้อเสียตรงที่มีราคาแพงมากและการติดตั้งต้องใช้อุปกรณ์ที่มีความแม่นยำสูง (Fakespace Systems Inc, 2004)

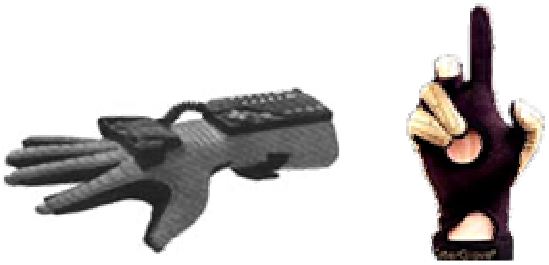


ภาพประกอบที่ 4 : แสดงภาพเคฟว์

(ที่มา : http://www.evl.uic.edu/brenda/vart/cave.html)

อุปกรณ์ในส่วนข้อมูลนำเข้า ได้แก่

ถุงมือรับสัมผัส (Sensor Glove / Data Glove) เป็นถุงมือมีสายเชื่อมต่อเป็นตัวเซ็นเซอร์ที่นิ้ว ภายในของผิวหน้าของถุงมือจะมีตัวกระตุ้นการสัมผัส เพื่อเป็นเครื่องรับรู้การเคลื่อนที่และส่งสัญญาณไปยังคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์จะรับความรู้สึกว่ามือของผู้ใช้กำลังจับวัตถุนั้นอยู่ ถุงมือนี้จะทำให้ผู้ใช้เข้าถึงสิ่งแวดล้อมเสมือน 3 มิติ สามารถจับต้องและรู้สึกได้ถึงวัตถุสิ่งของซึ่งไม่มีอยู่จริง มีทั้งแบบมีสายและไร้สาย (Barron, 1994)



ภาพประกอบที่ 5 : แสดงภาพถุงมือรับสัมผัส
(ที่มา : www.simsol.co.uk/cyberglove.shtml)

ประเภทที่ 2 คือ ระบบรับสัมผัสบางส่วน หรือกึ่งรับสัมผัส เป็นระบบที่นำเอาแนวความคิดมาจากการจำลองการบินมาใช้เป็นระบบประมวลผลกราฟิกสมรรถภาพสูง หลักการทำงานคล้ายกับรุ่นแรกคือระบบรับสัมผัสเต็มรูปแบบ แต่พัฒนาระบบจอภาพให้มีมุมกว้างออกไป (wide angle display) ส่งสัญญาณที่เป็นความถี่สูง และจอภาพขนาดใหญ่จะทำให้ผู้ใช้งานมีความรู้สึกสมจริง อย่างไรก็ตามการทำให้ได้ภาพที่มีคุณภาพสูงจำเป็นต้องอาศัยความชำนาญในการติดตั้งอุปกรณ์ฉายภาพ เพื่อให้ได้สี รูปทรง และความคมชัดตรงกับความเป็นจริง ความละเอียดของระบบฉายภาพ ต้องอยู่ในช่วง1000 ถึง 3000 เส้น ซึ่งแสดงภาพได้ละเอียดกว่าจอภาพสวมศีรษะ (Head-Mounted Display : HMD) หากต้องการได้ภาพในระดับสูงสุด จำเป็นต้องใช้ระบบฉายภาพแบบ multiple projection systems ซึ่งมีราคาแพง อุปกรณ์แสดงผลหลัก ได้แก่ จอภาพมอนิเตอร์ขนาดใหญ่ (a large screen monitor), ระบบจอภาพอย่างกว้าง (wide-screen projection system), แว่นตามองภาพ 3 มิติ (Shutter Glasses) เป็นต้น อุปกรณ์ในส่วนข้อมูลนำเข้า ได้แก่ จอยสติก หรือ คันโยก (Joystick) และอุปกรณ์ควบคุมการเคลื่อนที่ในสิ่งแวดล้อม 3 มิติ

ภาพประกอบที่ 6 : แสดงภาพระบบรับสัมผัสบางส่วน หรือกึ่งรับสัมผัส
(ที่มา : http://www.fakespace.com/software1.shtml)

อุปกรณ์ในส่วนแสดงผลข้อมูล_ ได้แก่

แว่นตามองภาพ 3 มิติ เป็นแว่นที่มีเลนส์เป็นมอนิเตอร์ขนาดเล็กที่ตาทั้ง 2 ข้าง สามารถแสดงผลในลักษณะ 3 มิติ ลวงตาให้ผู้ใช้เห็นว่ากำลังยืนอยู่ในสถานที่นั้น มองเห็นวัตถุต่างๆ ห่างจากตัวผู้ใช้ และสามารถมองไปรอบๆ รู้สึกถึงความลึกของภาพ และเดินสำรวจได้ โดยจะมีการเชื่อมต่อสัญญาณกับคอมพิวเตอร์เช่นกัน (Fakespace Systems Inc,_2004)

ภาพประกอบที่ 7 : แสดงภาพแว่นตามองภาพ 3 มิติ

(ที่มา : http://www.vrex.com/products/images/vrv_glass.jpg)

จอภาพมอนิเตอร์ขนาดใหญ่ (a large screen monitor), ระบบจอภาพฉายโทรทัศน์ขนาดใหญ่ (a large screen television projector) หรือระบบจอภาพฉายโทรทัศน์ขนาดขยายหลายเท่า (multiple television projection systems) ความละเอียดของระบบฉายภาพ อยู่ในช่วง1000 ถึง 3000 เส้น ซึ่งแสดงภาพได้ละเอียดกว่าจอภาพสวมศีรษะ (Head-Mounted Display : HMD) หากต้องการได้ภาพในระดับสูงสุด จำเป็นต้องใช้ระบบฉายภาพแบบ multiple projection systems ซึ่งมีราคาแพง อุปกรณ์แสดงผลหลัก (Fakespace Systems Inc,_2004)

ภาพประกอบที่ 8 : แสดงจอภาพขนาดใหญ่

(ที่มา : www.fakespacesystems.com/prod_specials.htm)

อุปกรณ์ในส่วนข้อมูลนำเข้า ได้แก่

คันโยกควบคุมการเคลื่อนที่ของภาพ 3 มิติ (3D joystick) อุปกรณ์ควบคุมการเคลื่อนที่ในสิ่งแวดล้อม 3 มิติ (fly through) ที่สามารถเตรียมการสำหรับผู้ใช้หลายคนในสิ่งแวดล้อมเสมือนเดียวกัน ซึ่งอาจเป็นการเรียน แบบร่วมมือเหมาะกับการจัดฝึกอบรมที่ใช้สถานการณ์จำลองกับกลุ่มคนหลายคนจะเหมาะสม และคุ้มค่า ประหยัดกว่าการเรียนแบบเดี่ยว เพราะภาพที่แสดงผลออกมามีขนาดใหญ่ และคุณภาพสูงมาก สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย และสิ้นเปลืองพลังงาน อุปกรณ์นี้จะมีอิสระในการเคลื่อนที่ใน 6 ทิศทางโดยมีการจับการเคลื่อนที่ทั้งแกน X, Y และZ รวมถึงมีปุ่มกดที่สามารถโปรแกรมเดินหน้าถอยหลังได้ (www.inition.co.uk, 2002)

ภาพประกอบที่ 9 : แสดงภาพคันโยกควบคุมการเคลื่อนที่ของภาพ 3 มิติ
(ที่มา : http://www.joystickreview.com/logitech/wingmanforce3d.asp)

ประเภทที่ 3 ระบบความเป็นจริงเสมือนผ่านหน้าจอ หรือที่นักวิจัย เช่น Krueger (1991) เรียกว่า ระบบเสมือนจริงแบบเทียม (artificial reality) เป็นระบบที่ให้ประสบการณ์เสมือนจริงที่น้อยที่สุด เป็นการรับสัมผัสด้วยการใช้ประสาทสัมผัสทางตาดูภาพผ่านจอมอนิเตอร์ และควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ด้วยมือบังคับอุปกรณ์เพื่อเปลี่ยนมุมมอง เสมือนว่าได้เคลื่อนที่อยู่ในสถานที่นั้นจริง ซึ่งผู้ใช้จะต้องใช้จินตนาการสูงกว่าประเภทอื่นๆ และมีปฏิสัมพันธ์กับระบบ โดยจะนั่งอยู่หน้าจอ และใช้อุปกรณ์ที่ควบคุมด้วยมือ เช่น คีบอร์ด (Keyboard), เมาส์ (Mouse), แทร็กบอล (Trackball) เป็นต้น

ระบบความเป็นจริงเสมือนผ่านหน้าจอ นี้ถูกพัฒนาขึ้นในยุคหลังเพื่อพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์ในเชิงธุรกิจ ซึ่งต่อมาก็ได้รับความนิยม และมีการพัฒนามาใช้ในวงการต่างๆ มากขึ้น เนื่องจากระบบรับสัมผัสเต็มรูปแบบ ต้องใช้อุปกรณ์เสริมที่มีราคาแพง และขนาดใหญ่จึงมีการหันมาพัฒนาทางด้านซอฟต์แวร์แทนเพื่อลดการใช้อุปกรณ์เสริมลงให้เหลือเพียงการทำงานบนจอคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

ภาพประกอบที่ 10 : แสดงภาพระบบความเป็นจริงเสมือนผ่านหน้าจอ

(ที่มา : http://www.dfn-expo.de/Technologie/DocShow-VR/stereo.html)

อุปกรณ์ในส่วนแสดงผลข้อมูล ได้แก่

จอมอนิเตอร์แสดงผล (Monitors) เป็นอุปกรณ์ที่คนใช้คอมพิวเตอร์ทุกคนต้องมีในชุดคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลระบบมัลติมีเดียทั่วไป

ภาพประกอบที่ 11 : แสดงจอภาพ

(ที่มา : http://www.cs.brown.edu/courses/cs196-2/lectures/12Feb02.pdf)

อุปกรณ์ในส่วนข้อมูลนำเข้า ได้แก่

สเปซบอล (SpaceBall) เป็นอุปกรณ์นำเข้าที่ผู้ใช้วางมือบนลูกบอล แล้วหมุนเพื่อบังคับทิศทาง โดยอุปกรณ์จะสามารถตรวจจับแรงและทิศทางการหมุนของลูกบอลแล้วส่งสัญญาณไปยังคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ยังมีปุ่มต่างๆ ที่ฐานของอุปกรณ์ที่จะเพิ่มรูปแบบปฏิสัมพันธ์ ต่อมามีการพัฒนารูปแบบให้สามารถใช้สองมือในการควบคุมได้พร้อมกัน ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานได้มากขึ้น (Mazuryk and Gervautz, 1996)

ภาพประกอบที่ 12 : แสดงภาพสเปซบอล

(ที่มา : http://www.inition.co.uk/)

ไซเบอร์แมน (CyberMan) เป็นอุปกรณ์ที่ขยายความสามารถเพิ่มจากเมาส์แบบปกติ สามารถเคลื่อนที่ได้ 2 มิติ โดยไซเบอร์แมนนี้จะสามารถเคลื่อนที่ได้ถึง 6 ทิศทาง และในอุปกรณ์มีมอเตอร์ที่ช่วยให้ผู้ใช้เกิดความรู้สึกสั่นสะเทือนได้ ได้รับความนิยมในการใช้เล่นเกมส์ (Mazuryk and Gervautz, 1996)

ภาพประกอบที่ 13 : แสดงภาพไซเบอร์แมน

(ที่มา : http://incolor.inebraska.com/logitech_cyberman.htm)

นอกจากนี้ยังมีคีบอร์ด, ปากกาดิจิทัล (Digital Pen) ซอฟต์แวร์ และภาษาคอมพิวเตอร์ ที่ช่วยสร้างภาพ 3 มิติเชิงโต้ตอบ เช่น โปรแกรม Superscape, VRML, CAD เป็นต้น และเบราเซอร์ที่จะช่วยในการประมวลผล (3D web browsers) ซึ่งในปัจจุบันมีอยู่มากมายหลายโปรแกรม ให้เลือกใช้ตามความเหมาะสม และอุปกรณ์ซอฟต์แวร์นี้เองจะเป็นส่วนที่ผู้ใช้ได้รับสัมผัส และควบคุมการเคลื่อนที่ในสิ่งแวดล้อมเสมือน (ชีวาวัฒน์ บุญศิวนนท์, 2544)

1.4 ภาษาเวอร์เมอว (VRML : Virtual Reality Modeling Language)

เนื่องจากความแพร่หลายในการใช้งานอินเทอร์เน็ต และเว็บทำให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนที่สามารถใช้งานบนอินเทอร์เน็ตได้โดยรูปแบบมาตรฐานที่มีการยอมรับ และใช้งานในปัจจุบันก็คือ “VRML” หรือ “Virtual Reality Modeling Language” อ่านออกเสียงว่า "เวอร์เมอว" เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้กำหนดพารามิเตอร์หรือค่าต่างๆ ในการสร้างโลกเสมือน (virtual worlds) ที่เป็นเครือข่ายบนอินเทอร์เน็ต และสามารถเข้าถึงผ่านทางไฮเปอร์ลิงค์บนเว็บ ซึ่งมีประวัติความเป็นมาดังนี้

ในปี ค.ศ. 1989 บริษัท Sillcon Graphic (http://www.sgi.com) โดย Rikk Carey และ Paul Stauss ได้เริ่มโครงการใหม่ที่มีชื่อรหัสว่า “Scenario” ในการออกแบบโครงสร้างสำหรับโปรแกรมประยุกต์ที่เป็นกราฟิก 3 มิติที่มีปฏิสัมพันธ์ โดยการสร้างการโต้ตอบแบบหลากหลายและสภาพแวดล้อมให้แก่กราฟิก 3 มิติ จนกระทั่งในปี ค.ศ.1992 ได้เกิด 3D Toolkil ชื่อ " Lris Inventor " ซึ่งเป็นเครื่องมือสร้างโปรแกรมประเภท 3 มิติ ตัวแรกจากโครงการนี้ และต่อมาได้ชื่อว่าภาษาเวอร์เมอว ซึ่งพัฒนามาจากภาษา C++ เป็นส่วนที่สำคัญของ Inventor Toolkil คือ รูปแบบไฟล์ที่ใช้ในโปรแกรม หลังจากนั้น 2 ปีต่อมา “Inventor Toolkil” ถูกพัฒนาขึ้นโดยเรียกว่า " Open Inventor " ณ การประชุม World Wide Web ประจำปีครั้งแรกที่กรุงเจนิวา ประเทศสวิซเซอร์แลนด์ ทิม เบอเนอลี และ เดฟ แรกเกต (Tim Berners-Lee และ Dave Raggett) ได้จัดการสัมมนา Birds-of-a-Feather (BOF) ขึ้น เพื่อศึกษาเกี่ยวกับอินเตอร์เฟสแบบเสมือนจริงใน World Wide Web โดยมีนาย Marll Pesee, Tony Parisi, Perners - Lee และ David Ragget ได้นำเสนอในที่ประชุมว่าให้มีการวางโครงการที่จะสร้างภาษาสำหรับสร้างภาพกราฟิก 3 มิติ สร้างการเชื่อมโยงของวัตถุ ประกอบไปด้วยรูปร่าง สี ขนาด ในรูปแบบลักษณะของ 3 มิติ จึงได้พิจารณาให้มีการติดต่อในรูปแบบเสมือนจริงกับเวิลด์ ไวด์ เว็บ (World Wide Web : WWW) ขึ้น ในครั้งแรกได้ให้ชื่อของภาษาคอมพิวเตอร์ชนิดใหม่นี้ว่า Virtual Reality Markup Language (VRML) แต่หลังจากนั้นชื่อของภาษาได้เปลี่ยนเป็น Virtual Reality Modeling Language แทน ซึ่งสื่อความหมายในการสร้างภาพจำลองทางกราฟฟิกแบบ 3 มิติ ได้ดีกว่าชื่อเดิม ภายหลังการสัมมนา ได้มีผู้สนใจ และแสดงความคิดเห็นผ่านทางอีเมล์มาอย่างมากมาย ซึ่งถือเป็นการร่วมกันกำหนดคุณสมบัติของภาษาเวอร์เมอว เวอร์ชัน 1.0 นับจากนั้นมา มาร์ค พีซ (Mark Pesec) แห่งบริษัทเลรีน (Labyrinth Group) ได้ประกาศข้อกำหนดฉบับร่างของภาษาเวอร์เมอว เวอร์ชัน 1.0 ขึ้นมา จากนั้น Gavin Bell ได้พัฒนาข้อจำกัดของภาษาเวอร์เมอว เวอร์ชัน 1.0 ขึ้นมาใช้ในเดือนตุลาคม ปี ค.ศ. 1994 ณ การ ประชุมนานาชาติครั้งที่ 2 ของ เวิลด์ ไวด์ เว็บ ที่เมืองชิคาโก้ และข้อจำกัดนั้นได้ถูกตีพิมพ์ขึ้นจนกระทั่งในเดือนสิงหาคม ปี ค.ศ. 1995 ได้มีการพัฒนาภาษาเวอร์เมอว จากเวอร์ชัน 1.1 มาเป็น

เวอร์ชัน 2.0 ในปัจจุบัน โดยได้เพิ่มความสามารถในแง่ของการทำภาพเคลื่อนไหว การโต้ตอบกับผู้ใช้ รวมทั้งระบบเสียงในรูป แบบ 3 มิติ และในเดือนสิงหาคม ปี ค.ศ. 1996 ณ งาน " SIGGRAPH 96 " ในเมืองนิวออร์ลีน ภาษาเวอร์เมอว เวอร์ชัน 2 ถูกเปิดตัวอย่างเป็นทางการ วิวัฒนาการของภาษา 2.0 ได้รับมาตรฐาน ISO 14772 และเป็นที่ยอมรับทั่วไป (Bell, 1995)

นอกจากนี้ มีผู้เชี่ยวชาญหลายท่านได้อธิบายความหมายของ “VRML” ไว้ดังนี้

Carey และ Bell (1997) ให้ความหมายของ “VRML” ไว้ว่า

1. VRML เป็นรูปแบบของข้อมูล 3 มิติที่แลกเปลี่ยนกันได้ (3D interchange format) ซึ่งข้อมูล 3 มิติเหล่านี้เป็นสิ่งที่ใช้กันทั่วไปในโปรแกรมประยุกต์ต่างๆ เช่น แหล่งกำเนิดแสง (light sources), มุมมอง (viewpoints), เรขาคณิต (geometry), ภาพเคลื่อนไหว (animation) คุณสมบัติของสื่อ (material properties), ภาพพื้นผิว (texture mapping), หมอกควัน (fog) และการเปลี่ยนสภาพอย่างเป็นลำดับขั้น (hierarchical transformations) เป็นต้น ซึ่งหนึ่งในเป้าหมายหลักของการออกแบบภาษาเวอร์เมอว ก็คือ เพื่อให้เกิดรูปแบบของข้อมูล 3 มิติที่แลกเปลี่ยนกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ภาษาเวอร์เมอว เป็นรูปแบบ 3 มิติที่มีความคล้ายคลึงกันกับ HTML นั่นหมายถึง ภาษาเวอร์เมอว เป็นภาษาที่มีรูปแบบที่เรียบง่าย ใช้ได้กับหลายระบบ (multiplatform) เพื่อทำการสร้างเว็บเพจแบบ 3 มิติ ซึ่งจะมีประโยชน์กับการใช้งานบางประเภทมาก เช่น เกมส์ วิศวกรรม วิทยาศาสตร์ ทางการศึกษา หรือ สถาปัตยกรรม เป็นต้น ซึ่งโดยทั่วไปต้องการการมีปฏิสัมพันธ์เป็นอย่างมาก มีการแสดงภาพเคลื่อนไหวการให้ผู้ใช้งานมีส่วนร่วมและทำการสำรวจข้อมูลที่เป็นมากกว่ารูปแบบตัวอักษรหรือภาพนิ่งในเว็บเพจทั่วไป

3. ภาษาเวอร์เมอว เป็นเทคโนโลยีที่รวมลักษณะ 3 มิติ 2 มิติ ตัวอักษร และสื่อประสม เข้าไว้ในรูปแบบเดียวกัน เมื่อสื่อเหล่านี้รวมกันด้วยการใช้ภาษาโปรแกรมที่ใช้งานได้บนอินเทอร์เน็ต ทำให้เกิดโปรแกรมประยุกต์ชนิดใหม่ที่มีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งานได้ในสภาพแวดล้อมแบบ 3 มิติ

ชีวาวัฒน์ บุญศิวนนท์ (2544) กล่าวว่า ภาษาเวอร์เมอว เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อสร้างระบบความเป็นจริงเสมือนผ่านหน้าจอออนไลน์ได้ผ่านทางอินเทอร์เน็ต และเป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยเลือกใช้ในการทำวิจัยครั้งนี้ โดยใช้สร้างรูปเสมือนเป็นกราฟิก 3 มิติประกอบกับความสามารถในการโต้ตอบกับผู้ใช้ทันที ประมวลผลร่วมกับโปรแกรมเสริม (Plug-in) ผ่านทางเบราเซอร์ระบบเวิร์ด วาย เว็บ ของเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ช่วยสร้างความรู้สึกว่าผู้ใช้ได้เข้าไปอยู่ในโลก 3 มิตินั้นจริงๆ และนอกจากภาษาเวอร์เมอว ยังมีความสามารถทางด้านกราฟิก 3 มิติแล้ว ยังจะสามารถนำเสนอด้วยสื่อมัลติมีเดียระบบเสียง 3 มิติ ภาพเคลื่อนไหวซึ่งสามารถโต้ตอบ

เปลี่ยน มุมมองของผู้ใช้ในเวลาจริงได้อย่างอิสระโดยผ่านการรับสัมผัสภายในฉาก 3 มิติ ด้วยการควบคุมการเคลื่อนที่ของผู้ใช้ด้วยเมาส์ คีย์บอร์ด หรือ จอยสติก เป็นต้น

จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง (2545) ให้คำอธิบายไว้ว่า ภาษาเวอร์เมอว อาศัยหลักการแสดงผลกราฟิกทั้ง 2 มิติ และ 3 มิติ โดยอาศัยวิธีการแบบ "OpenGL" ซึ่งเป็นวิธีการแสดงผลของบริษัท Silicon graphic ที่ถูกนำเสนอในปี คศ. 1992 ใช้สำหรับการกำหนดค่าของวัตถุต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นตำแหน่ง (coordinate) รายละเอียดพื้นผิว (texture) จุดเด่นของ OpenGL คือไม่ขึ้นอยู่กับระบบปฏิบัติการจึงทำให้ผู้พัฒนาโปรมแกรมไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงว่าจะใช้กับเครื่องชนิดใด และระบบปฏิบัติการแบบใด ในการสร้างภาพนั้น OpenGL จะทำการสร้างภาพวัตถุโดยสร้างรูปร่างพื้นฐานของวัตถุก่อน และเก็บใน Frame buffer ภาพวัตถุพื้นฐานในระบบคอมพิวเตอร์คือ จุด เส้นตรง ภาพหลายเหลี่ยม และบิตแมพ (bitmap) ภาพของวัตถุที่ถูกสร้างขึ้นนั้นส่วนประกอบแต่ละส่วนจะเป็นอิสระต่อกัน โดยลักษณะเด่นของภาษาเวอร์เมอว คือการแสดงวัตถุทั้งคงที่และเคลื่อนไหว และยังสามารถทำงานร่วมกับมัลติมีเดียอื่นๆ เช่น เสียง (voice), ภาพ (image), ภาพยนตร์ (movies) โดยผ่านตัวประมวลผลคือ บราวเซอร์ (browser) นอกจากนั้นคือสนับสนุนลักษณะ 3 มิติ application programming interface (API) อีกด้วย โดยหลักการทำงานของภาษาเวอร์เมอว นั้นคล้ายกับ HTML (Hyper Text Markup Language) คือ การเขียนโปรแกรมในลักษณะภาษา (Text Mode) โดยใช้โปรแกรมเขียนภาษาคอมพิวเตอร์ทั่วไป (Text Editor) เป็นเครื่องมือพื้นฐาน แล้วจึงใช้เบราเซอร์ (Browser) เป็นตัวประมวลผลข้อมูลให้เกิดภาพ 3 มิติ (Interpreter) ทางจอมอนิเตอร์ โดยทำงานภายใต้แบบอย่างพื้นฐานของ web Browser-server ทั่วไป โดยอาศัยรูปแบบ URL ซึ่งเป็นรูปแบบมาตรฐานสำหรับระบบเวิลด์ ไวด์ เว็บ โดยกำหนดให้ขั้นต้นด้วย HTTP (Hypertext transfer Protocol) โดยเซิร์ฟเวอร์ภาษาเวอร์เมอว ทำหน้าที่แปลคำร้องของบราวเซอร์ ขณะดาวน์โหลดเซอร์เวอร์ทำการส่งเอกสารที่เป็น Tag ของเอกสารหรือเรียกว่า Multipurpose Internet Mail Extensions (MIME) ซึ่งภาษาเวอร์เมอว มีลักษณะเป็น cross-word/cross-vrml (x-world/x-vrml) โดยผู้ใช้สามารถดูด้วยบราวเซอร์ ที่เรียกว่า VRML browser ได้ โดยอาศัย ไฟล์ข้อมูลในรูปแบบภาษาเวอร์เมอว (*.wrl) ซึ่งเป็นเป็นรูปแบบกลาง สำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูล 3 มิติ อาศัยการนำเสนอวัตถุ (object) เป็นแบบเนสท์ (nesetd) โดยส่งข้อมูลรูปแบบทั้งหมดมาก่อนและตามด้วยระดับความละเอียดภายหลังอาศัยหลักการ LOD (level of detail) เปลี่ยนแปลงไปมาโดยอัตโนมัติและทำการเรนเดอร์ เพื่อสร้างแบบจำลองกราฟฟิก 3 มิติ ที่ เวอร์เมอวบราวเซอร์นั้นเอง ส่วนเอกสารที่เป็นเสียงหรือวีดีโอจะถูกส่งมาตามลำดับ

จึงอาจจะสรุปได้ว่า ภาษา เวอร์เมอว เป็นเครื่องมือในการสร้างโลกเสมือนจริงแบบใหม่ที่เรียกว่า "สังคมไร้พรมแดน" (cyberspace) และ "สังคมเสมือนจริง" (on-line Virtual Comminations) ขึ้นมาจำลองสังคมมนุษย์ในโลกแห่งความจริงมาไว้ในโลกของคอมพิวเตอร์ 3 มิติ (3D graphic) ที่สร้างการโต้ตอบกับผู้ใช้ทันที (real-time interactive) ในระบบ 3 มิติ (sound 3D) ภาพเคลื่อนไหว (animation) ควบคุมมุมมองในการชมแบบจำลอง 3 มิติ 3 ทางคือ การเดิน (walk) การหมุน (rotate) และการบิน (fly) นอกจากนี้ยังสามารถสร้างสิ่งที่เป็นนามธรรมในความเป็นจริงให้มีตัวตนเป็นรูปธรรม จับต้องได้เคลื่อนที่ได้ เพื่อสร้างความเข้าใจ และตอบสนองการเรียนรู้ของมนุษย์ในรูปแบบ 3 มิติ

1.5 หลักการและทฤษฎีในการออกแบบความเป็นจริงเสมือนบนเว็บด้วยภาษาเวอร์เมอว

การออกแบบการเรียนการสอนในความเป็นจริงเสมือนควรเริ่มต้นพิจารณาจากวัตถุประสงค์ของบทเรียนนั้นๆ เป็นสำคัญ และการวางแผนที่ดีตั้งแต่การเขียนสตอรีบอร์ดวางโครงสร้างให้รอบคอบ ชัดเจนก่อนลงมือสร้างจริง ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจเนื้อหา และรับรู้ข้อมูลในความเป็นจริงเสมือนได้อย่างถูกต้อง มีผู้เชี่ยวชาญหลายท่านได้ให้ความคิดเห็นถึงหลักการออกแบบความเป็นจริงเสมือนในแง่มุมต่างๆ ดังต่อไปนี้

Gombrich (1979) ให้คำแนะนำว่า ผู้ออกแบบความเป็นจริงเสมือนต้องคำนึงถึงการรับรู้ของผู้ใช้เป็นหลัก เพราะการเรียนรู้ในความเป็นจริงเสมือนแตกต่างจากการเรียนรู้จากภาพนิ่งหรือภาพเคลื่อนไหวธรรมดา ผู้ใช้จะต้องเป็นผู้ควบคุมการเคลื่อนที่สำรวจสิ่งแวดล้อมด้วยตัวเอง และรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสทางตาในการมองโดยใช้การสังเกตเป็นหลัก ในขณะที่กำลังเคลื่อนที่อยู่ในความเป็นจริงเสมือนจะมีการกวาดสายตาไปรอบๆ ภายในสิ่งแวดล้อมเสมือนนั้นตลอดเวลา ดังนั้นผู้ออกแบบจะต้องนำเสนอข้อมูลให้ชัดเจน คือ บอกว่าวัตถุหรือสถานที่ที่ผู้ใช้กำลังเผชิญอยู่นั้น คืออะไร สถานที่ใด ชี้แนะแนวทางให้ผู้ใช้รู้เป็นนัยว่าเคลื่อนที่ต่อไปแล้วจะได้เจออะไรบ้าง มีการทิ้งปริศนาคำถามเพื่อสร้างความน่าสนใจตื่นเต้นชวนให้ค้นหาทำให้ผู้ใช้เกิดการคาดเดา ท้าทาย และเกิดเป็นแรงจูงใจให้ต้องสำรวจต่อไป เพื่อค้นหาคำตอบ ไม่ควรอธิบายเนื้อหาละเอียดในจุดเดียวกันจนหมด ไม่ควรใช้ตัวหนังสือมากเหมือนการอ่านหนังสือ และกราฟิกที่ใช้ต้องชัดเจนถูกต้อง มีการสร้างจุดเด่นเพื่อเน้นความน่าสนใจหรือปุ่มที่ต้องการให้คลิกเพื่อมีปฏิสัมพันธ์

Brown (1988) แนะนำการออกแบบความเป็นจริงเสมือนว่า ควรจัดข้อมูลให้มีตำแหน่งที่เหมาะสมรวมกลุ่มไม่กระจัดกระจายเป็นสัดส่วนเข้าใจง่ายและมีปฏิสัมพันธ์ที่ไม่ซับซ้อนเกินไป

ต้องคำนึงถึงขนาดหรือจำนวนของผู้ใช้ อาจจะมีการจัดหน้าจอเช่นเดียวกับสื่อ Hypermedia ทั่วๆ ไปคือมีการแบ่งเนื้อหาเป็นหน้าคล้ายหนังสือและจัดให้มีปุ่ม "หน้าถัดไป" (Next page) หรือ "หน้าที่แล้ว" (Previous page) ให้ผู้ใช้คลิกเพื่อเลื่อนไปในหน้าที่ต้องการหรือสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ตลอดเวลาที่ต้องการและไม่ควรมีเครื่องมือนำทางมากเกินไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้งานตามแต่ที่เหมาะสม

Laurel (1991)กล่าวถึงการออกแบบความเป็นจริงเสมือนว่า นักออกแบบสามารถสร้างสรรค์และสร้างโลกจินตนาการให้เป็นจริงได้ในลักษณะของความเป็นจริงเสมือนได้ทุกรูปแบบตามความสามารถของโปรแกรมเมอร์ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ความเสมือนจริง (Realism) เป็นการเลียนแบบของจริง ซึ่งการสร้างภาพความเป็นจริงเสมือนลักษณะนี้ ผู้ออกแบบต้องศึกษาถึงรูปร่างลักษณะและโครงสร้างเดิมของวัตถุหรือสถานที่ของจริงให้ละเอียดก่อนเพื่อความถูกต้องของข้อมูล และประเภทที่ 2 คือ ไม่เสมือนจริง (Non - Realism) เป็นการออกแบบความเป็นจริงเสมือนในลักษณะของการสร้างโลกจินตนาการโดยไม่ยึดหลักความเป็นจริง หรือออกแบบในลักษณะของนามธรรม เกินจริงหรือสิ่งที่ไม่มีอยู่จริงในธรรมชาติ นอกจากนี้ยังรวมถึงการดัดแปลงจากของจริงให้มีลักษณะผิดเพี้ยนไปตามจินตนาการของนักออกแบบอย่างอิสระในเชิงศิลปะ

Andrea and others (1996; อ้างถึงใน มิ่งขวัญ ทรัพย์ถาวร, 2545) กล่าวว่าหลักการออกแบบความเป็นจริงเสมือน มี 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นวางแผน (Planning) การวางแผนมีองค์ประกอบย่อยดังนี้

1.1 ตั้งวัตถุประสงค์ของการผลิต (Goals) คือ ขั้นแรกของการวางแผน ซึ่งก็คือการกำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ในวิชาที่ต้องการจะสอนก่อน นั่นเอง หรือเป็นการกำหนดขอบเขตของการเรียนรู้และตอบคำถามว่าเราสร้างเว็บไซต์ความเป็นจริงเสมือนนี้ทำไม เพื่อใคร นำเสนอเรื่องอะไร และผู้เรียนหรือผู้ใช้จะได้อะไรจากการเรียนหรือการเข้ามาชม

1.2 กำหนดสภาพแวดล้อม (Setting) คือ ขั้นของการวางแผนจัดสภาพแวดล้อมตาม วัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ให้เอื้อต่อการเรียนรู้ในรูปแบบ 3 มิติ และร่างแผนที่ในสิ่งแวดล้อมว่าจะเป็นอย่างไรเชื่อมโยงอย่างไรและกำหนดตำแหน่งของวัตถุต่างๆ อย่างชัดเจนเพื่อให้ผู้เรียนจะสามารถบอกตัวเองได้ว่ากำลังอยู่ที่ใดในสิ่งแวดล้อมเสมือน

1.3 ลำดับขั้นของเนื้อหา (Storyboarding) คือ การเขียนถึงขั้นตอนต่างๆในรูปแบบของสคริป ตามที่ได้วางแผนไว้อย่างเป็นขั้นตอน กำหนดทุกอย่างให้สมบูรณ์ที่สุดตามวัตถุประสงค์ เช่นเดียวกับการเขียนสตอรีบอร์ดของภาพยนต์ว่าจะจัดฉายอย่างไร ฉากและ

องค์ประกอบฉากเป็นอย่างไรซึ่งหลังจากนี้สตอรีบอร์ดจะเปรียบเสมือนคู่มือในการผลิตจนถึงเสร็จสิ้น เพื่อความสะดวกในขั้นการผลิต ที่จะสามารถจัดวางกราฟิก และฉากให้เป็นไปตามนั้นทั้งหมดโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่หากจะมีการแก้ไข ต้องกลับไปเปลี่ยนแปลงแก้ไขในขั้นตอนของการ Setting ใหม่

1.4 ออกแบบ (Design Document) คือหลังจากเขียนสตอรีบอร์ดแล้ว ต่อไปจะเป็นการออกแบบการนำเสนอเนื้อหา ข้อความ กราฟิก การเชื่อมโยงคำอธิบายในรูปแบบ HTML หรือ การโต้ตอบในจุดต่างๆ ให้ละเอียดขึ้น

1.5 กำหนดอุปกรณ์ (Constraints) คือ การเตรียมฮาร์ดแวร์หรือเครื่องคอมพิวเตอร์ให้เหมาะกับการใช้ความเป็นจริงเสมือน เพื่อความสะดวกในการแสดงผลข้อมูล

2. ขั้นสร้าง (Building) เป็นขั้นของการลงมือสร้างตามสตอรีบอร์ดที่ได้วางแผนไว้แต่แรกด้วยซอฟต์แวร์ โดยใช้หลักการสร้างกราฟิก 3 มิติทั่วไป ดังนี้

2.1 Structure คือ การกำหนดโครงสร้าง เช่นรูปร่าง รูปทรง มิติ แสงเงา ให้สมจริง

2.2 Position and Orientation คือการกำหนดตำแหน่งทางกราฟิก ของวัตถุ 3 มิติ ได้แก่ แกน X ในแนวความกว้าง แกน Y ในแนวดิ่ง และแกน Z ในแนวความลึก ให้สมดุล

2.3 Geometry การกำหนดโครงสร้างทางเรขาคณิต ให้วัตถุเป็นรูปร่างและมีมุมมอง 360 องศา เมื่อผู้เรียนมองในมุมที่ต่างกัน จะเห็นภาพตามมุมมองในมิตินั้น ซึ่งเป็นกระบวนการที่เรียกว่า "Modeling" ในการสร้างความเป็นจริงเสมือน

2.4 Materials คือการจัดวัสดุ พื้นผิว ของกราฟิกตามเนื้อหาให้สมจริง

2.5 Sound เป็นการใส่เสียงประกอบ

2.6 Lighting การจัดแสง เงาในลักษณะ 3 มิติ หรือการใส่ spotlight ในจุดที่ต้องการเน้นความสนใจ

3. ขั้นเขียนโปรแกรม (Programming) เป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก ที่ผู้เขียนโปรแกรมจะต้องทำด้วยความระมัดระวังเนื่องจากเป็นขั้นตอนของการรวมทุกอย่างที่วางแผนไว้ มาประกอบรวมกันโดยใช้โปรแกรมเป็นตัวเชื่อมและในขั้นตอนนี้โปรแกรมเมอร์สามารถใส่เทคนิคพิเศษโดยการเขียนโปรแกรมภาษา JAVA ภาษา C หรือ C++ รวมเข้าไปได้ซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้และจินตนาการของโปรแกรมเมอร์

4. ขั้นทดสอบประสิทธิภาพ (Experiencing) เป็นการทดสอบหาประสิทธิภาพเพื่อหาความผิดพลาดจากคอมพิวเตอร์หลายๆ เครื่องที่มีความเร็วของฮาร์ดดิสต่างๆ กัน และทดสอบกับผู้ใช้หลายๆ คนเพื่อปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้งานออนไลน์จริง

นอกจากนี้ในการสร้างเว็บไซต์ผู้วิจัยได้ใช้หลักวิธีการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บตามคำแนะนำของ Ritchie and Hoffman, (1997) ที่ได้เสนอแนะว่า ในการออกแบบโปรแกรมการเรียนการสอนบนเว็บเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุดควรอาศัยหลักกระบวนการเรียนการสอน 7 ขั้น ดังนี้

1. การสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียน (Motivating the Learning) การออกแบบควรเร้าความสนใจ โดยการให้ภาพกราฟิกขนาดใหญ่ ภาพเคลื่อนไหว สี และเสียงประกอบเพื่อกระตุ้นผู้เรียนให้อยากเรียนรู้ ควรใช้กราฟิกขนาดใหญ่ไม่ซับซ้อน การเชื่อมโยงไปยังเว็บอื่นน่าสนใจ เกี่ยวข้องกับเนื้อหา

2. บอกวัตถุประสงค์ของการเรียน (Identifying what is to be Learned) เพื่อเป็นการบอกให้ ผู้เรียนรู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหา และเป็นการบอกถึงเค้าโครงของเนื้อหาซึ่งจะเป็นผลให้ การเรียนรู้มีประสิทธิภาพขึ้น อาจบอกเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือวัตถุประสงค์ทั่วไปโดยใช้ คำสั้นๆ หลีกเลี่ยงคำที่ไม่เป็นที่รู้จัก ใช้กราฟิกง่ายๆ เช่น กรอบ หรือลูกศร เพื่อให้การแสดงวัตถุประสงค์น่าสนใจยิ่งขึ้น การเชื่อมโยงไปยังเว็บภายนอกอาจทำให้ผู้เรียนลืมวัตถุประสงค์ของบทเรียน การแก้ไขปัญหานี้คือ ผู้ออกแบบควรเลือกที่จะเชื่อมโยงลิงค์ภายนอกที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนเท่านั้น

3. ทบทวนความรู้เดิม (Reminding Learners of Past Knowedge) เพื่อเป็นการเตรียมพื้นฐานผู้เรียนสำหรับความรู้ใหม่ การทบทวนไม่จำเป็นต้องเป็นการทดสอบเสมอไป อาจใช้การกระตุ้น ให้ผู้เรียนนึกถึงความรู้ที่ได้รับมาก่อนเรื่องนี้โดยใช้เสียงพูด ข้อความ ภาพ หรือใช้หลายๆ อย่างผสมผสานกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของเนื้อหา มีการแสดงความเหมือนความแตกต่างของโครงสร้างบทเรียน เพื่อที่ผู้เรียนจะได้รับความรู้ใหม่โดยเร็ว นอกจากนั้นผู้ออกแบบควรต้องทราบ ภูมิหลังของผู้เรียนและทัศนคติของผู้เรียน

4. สร้างความกระตือรือร้นให้ผู้เรียนที่จะเรียนรู้ (Requiring Active Involvement) การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนมีความตั้งใจที่จะรับความรู้ใหม่ ผู้เรียนที่มีลักษณะ กระตือรือร้นจะรับความรู้ได้ดีกว่าผู้เรียนที่มีลักษณะเฉื่อย ผู้เรียนจะจดจำได้ดี ถ้ามีการนำเสนอเนื้อหาดี สัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมของผู้เรียน ผู้ออกแบบบทเรียนควรหาเทคนิคต่างๆ เพื่อใช้กระตุ้นผู้เรียนให้นำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ รวมทั้งต้องพยายามหาทางทำให้การศึกษาความรู้ใหม่ของผู้เรียนกระจ่างชัดมากขึ้น พยายามให้ผู้เรียนรู้จักเปรียบเทียบ แบ่งกลุ่ม หาเหตุผล คำตอบด้วยตนเอง โดยผู้ออกแบบบทเรียนต้องค่อยๆ ชี้แนวทางจากมุมกว้างแล้วรวบรัดให้แคบลง รวมทั้งใช้ข้อความกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด

5. ให้คำแนะนำและให้ข้อมูลย้อนกลับ (Providing Guidance and Feedback) การให้คำแนะนำและให้ข้อมูลย้อนกลับในระหว่างที่ผู้เรียนศึกษาอยู่ในเว็บ เป็นการกระตุ้นความสนใจ

ของผู้เรียนดี จะทราบความก้าวหน้าในการเรียนของตนเอง การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนร่วมคิดร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา การถาม การตอบ จะทำให้ผู้เรียนจดจำได้มากกว่าการอ่านหรือลอกข้อความเพียงอย่างเดียว ควรให้ผู้เรียนตอบสนองวิธีใดวิธีหนึ่งเป็นครั้งคราว หรือตอบคำถามได้หลายๆ แบบเช่นเติมคำลงในช่องว่าง จับคู่ แบบฝึกหัดแบบปรนัย โดยใช้ความสามารถของโปรแกรม CGI (Common Gateway Interface) ซึ่งเป็นโปรแกรมเกี่ยวกับปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบ

6. ทดสอบความรู้ (Testing) เพื่อให้แน่ใจว่าผู้เรียนได้รับความรู้ ผู้ออกแบบสามารถออกแบบทดสอบแบบออนไลน์ หรือออฟไลน์ก็ได้ เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถประเมินผล การเรียนของตนเองได้ อาจจัดให้มีการทดสอบระหว่างเรียน หรือทดสอบท้ายบทเรียน ทั้งนี้ควรสร้างข้อสอบให้ตรงกับจะประสงค์ของบทเรียน ข้อสอบ คำตอบและข้อมูลย้อนกลับควรอยู่ในกรอบเดียวกันและแสดงต่อเนื่องกันอย่างรวดเร็ว ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาวเกินไปควรบอกให้ผู้เรียนถึงวิธีตอบ ให้ชัดเจน คำนึงถุงความแม่นยำและความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ

7. การนำความรู้ไปใช้ (Providing Enrichment and Remediation) เป็นการสรุปแนวคิดสำคัญควรให้ผู้เรียนทราบว่าความรู้ใหม่มีส่วนสัมพันธ์กับความรู้เดิมอย่างไรควรเสนอแนะสถานการณ์ที่จะนำความรู้ใหม่ไปใช้ และบอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่ใช้อ้างอิงหรือค้นคว้า

จากคำแนะนำการออกแบบบทเรียนของนักวิชาการหลายท่านที่กล่าวมานั้น ผู้วิจัยสามารถสรุปเพื่อนำไปออกแบบบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บได้ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียน เพื่อให้ทราบถึงขอบเขตเค้าโครงของเนื้อหาที่จะนำเสนอตามความเหมาะสม รวมทั้งให้ตรงกับเป้าหมายที่ต้องการเมื่อผู้เรียนเรียนรู้จบ โดยชี้แจงวัตถุประสงค์นี้ก่อนที่ผู้เรียนจะเข้าสู่บทเรียน และทบทวนความรู้เดิมให้ผู้เรียนเล็กน้อย เพื่อเป็นการเตรียมพื้นฐานผู้เรียนให้เท่าๆ กัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของเนื้อหา

2. กำหนดสภาพแวดล้อมตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ให้เอื้อต่อการเรียนรู้ในรูปแบบ 3 มิติ เขียนขั้นตอนต่างๆ ในรูปแบบของสตอรีบอร์ดตามที่ได้วางแผนไว้อย่างเป็นขั้นตอน โดยส่วนแรกคือการทดสอบก่อนเรียนเพื่อทดสอบความรู้เดิมของผู้เรียนก่อนเข้าสู่บทเรียน ต่อมาคือส่วนของการฝึกการใช้เมาส์อย่างถูกวิธีเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของวัตถุ 3 มิติ ให้คล่อง และทำความเข้าใจในวิธีการเรียนรู้เนื้อหาในบทเรียนก่อนเข้าสู่บทเรียน และในระหว่างที่ผู้เรียนศึกษาอยู่ในบทเรียนจะมีแบบฝึกหัดให้ได้ทดลองทำและมีการให้คำแนะนำ ข้อมูลย้อนกลับ

3. สร้างบทเรียนตามสตอรีบอร์ด (Storyboard) ที่ได้วางแผนไว้ โดยออกแบบความเป็นจริงเสมือนในลักษณะของการสร้างโลกจินตนาการ ยึดหลักตามความเป็นจริงเท่าที่ทำได้ และใช้หลักการทฤษฎีการเรียนการสอนเข้ามาช่วย เพื่อสร้างแรงจูงใจให้กับผู้เรียนศึกษาค้นคว้าใน

บทเรียน เช่น จัดการเรียนรู้แบบใช้คำถาม (Questioning Method) โดยป้อนคำถามในลักษณะต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนใช้ความคิดเชิงเหตุผล วิเคราะห์ วิจารณ์ สังเคราะห์ หรือการประเมินค่าเพื่อจะตอบคำถามเหล่านั้น เพื่อมุ่งพัฒนากระบวนการเรียนรู้แบบการค้นพบด้วยตนเอง (Pure Discovery Method)

4. ทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนและการนำบทเรียนไปใช้ ก่อนการนำบทเรียนำไปใช้งานจริงผู้ออกแบบควรนำบทเรียนไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีความใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างจริงโดยทดสอบกับผู้ใช้หลายๆ คนเสียก่อน เพื่อศึกษาข้อบกพร่อง ความผิดพลาดเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปใช้งานจริง

5. การประเมินผล เป็นสิ่งที่สำคัญและมีความจะเป็นที่ต้องวัดและประเมินผลการใช้งานบทเรียนทุกครั้ง เพื่อได้ทราบว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ บรรลุตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ อาจประเมินก่อนเรียน ระหว่าเรียนและหลังเรียนโดยวิธีการต่างๆ และสามารถนำมาเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านั้นในการออกแบบการเรียนการสอนครั้งต่อไป

ในการสร้างโปรแกรมเสมือนจริงผ่านเว็บ จำเป็นต้องอ้างอิงถึงมาตรฐานเพื่อให้ข้อมูลมีความเข้ากันได้กับโปรแกรมที่ใช้อ่านข้อมูล โดยในปัจจุบันนี้ภาษาโปรแกรมภาษาเวอร์เมอว ได้รับการยอมรับให้เป็นมาตรฐานสำหรับโปรแกรมเสมือนจริงผ่านเว็บ และถูกนำไปใช้ในทางการศึกษาและการบันเทิง และการใช้ในการแสดงเนื้อหา ใช้ในทางการแพทย์ ทางวิศวกรรม และสาขาวิทยาศาสตร์ประยุกต์อื่นๆ เช่น นักเคมีใช้เทคโนโลยี VR ในการพิจารณาถึงปฏิกิริยาเคมีที่ซับซ้อน (Hurwicz, 2000)

ชีวาวัฒน์ บุญศิวนนท์ (2544) ได้อธิบายถึงหลักการสร้างความเป็นจริงบนเว็บด้วยภาษาเวอร์เมอวไว้ดังนี้

<u>ขั้นที่ 1 เตรียมอุปกรณ์ ฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์</u>

1. เตรียมเครื่องคอมพิวเตอร์ หากเป็นเครื่องพีซี ควรมีความเร็วของซีพียูตั้งแต่ 500 MHz ขึ้นไป หน่วยความจำหลัก (RAM) อย่างน้อย 64 เมกกะไบต์ขึ้นไป มีการ์ดแสดงผลแบบ VGA (Video Graphics Array) หรือ Super VGA (Video Graphics Array) หรือชนิดที่สนับสนุนการทำงานลักษณะ 3 มิติ แรมแสดงผลอย่างน้อย 16 เมกะไบต์ ฮาร์ดดิสก์ควรเหลือเนื้อที่ว่าง 200 เมกะไบต์ และระบบปฏิบัติการอาจจะใช้ Microsoft Windows 98/ ME/ 2000/ XP/ NT 4.0

2. เตรียมเบราเซอร์เพื่อเป็นตัวทำหน้าที่ประมวลผลกราฟิก (rendering) ภาษาเวอร์เมอว อาจเลือกใช้ Internet Explorer หรือโปรแกรม Netscape Navigator เวอร์ชัน 4.0 ขึ้นไป

3. ติดตั้งโปรแกรมเสริมปลักอิน (Plug-in) ซึ่งมีให้เลือกใช้หลายโปรแกรม เช่น Cortona VRML Client, Version 4.2 (บริษัท Parallel Graphics) ซึ่งผู้วิจัยใช้ในการวิจัยครั้งนี้, Cosmo (บริษัทPlayerPlatinum Technology, Inc.), Blaxxun CC3D (บริษัท Blaxxun Interactive), WorldView (บริษัท Platinum Technology, Inc.) ซึ่งสามารถดาวน์โหลดได้จากอินเทอร์เน็ต โดยเลือกติดตั้งให้เหมาะสมกับระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้

ขั้นที่ 2 การสร้างกราฟิก 3 มิติที่เป็นภาษาเวอร์เมอว

วิธีที่ 1. เขียนโปรแกรมภาษาเวอร์เมอว ขึ้นมาเองด้วยระบบภาษาคอมพิวเตอร์ (Text Mode) โดยใช้โปรแกรมเขียน Text Editor เช่น VrmlPad 2.0, NotePad, WordPad เป็นต้น โดยเลือกเขียนโปรแกรมภาษาเวอร์เมอว เวอร์ชัน 1.0, 2.0 หรือ 97 ตามความถนัดของโปรแกรมเมอร์

วิธีที่ 2. ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปซึ่งเป็นเครื่องมือที่สำคัญช่วยในการออกแบบ และสร้างไฟล์ภาษาเวอร์เมอวได้ง่ายและสะดวกกว่าการเขียนโปรแกรมที่มีความซับซ้อนมาก เป็นเครื่องมือสร้างภาพ 3 มิติ (Modeling) ซึ่งสร้างไฟล์ให้อยู่ในรูปภาษาเวอร์เมอว ได้ มีอยู่หลายโปรแกรม เช่น

- โปรแกรม 3D Studio Max 5 ขึ้นไป ของบริษัท Kinetix ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีชื่อเสียงในการสร้างภาพเคลื่อนไหว 3 มิติคุณภาพสูงที่ใช้ทั่วไปในรายการโทรทัศน์ หรือแม้แต่ในภาพยนตร์ ได้บรรจุฟังก์ชันในการสร้างไฟล์ภาษาเวอร์เมอวไว้ในโปรแกรมด้วย (ผู้วิจัยใช้งานโปรแกรมนี้ในการสร้างเครื่องมือ)
- โปรแกรม Vizx3d 2.4 พัฒนามาจากโปรแกรม Spazz3D
- โปรแกรม Internet Space Builder (ISB) Version 3.0
- โปรแกรม WalkThrough Pro 2.5.1

ซึ่งโปรแกรมเหล่านี้สามารถหาดาวน์โหลดได้จากอินเทอร์เน็ต

ขั้นที่ 3 การประมวลผลข้อมูลกราฟิก 3 มิติ (rendering)

เป็นขั้นตอนสุดท้ายในการแสดงภาพความเป็นจริงเสมือน 3 มิติ หลังจากการออกแบบและเขียนโปรแกรมมาแล้ว จะได้ไฟล์ภาพที่มีนามสกุลเป็น *wrl *vrml *wrl.gz หรือ *wrz จากนั้นให้นำไฟล์ที่สร้างนี้ไปเปิด โดยผ่านทางเบราเซอร์ระบบเวิร์ด วาย เว็บ (World Wide Web : WWW) อาจใช้โปรแกรม Internet Explorer หรือโปรแกรม Netscape Navigator ก็ได้ เบราเซอร์จะทำการประมวลผล (rendering) ภาพ 3 มิติ จากไฟล์ที่ได้ ร่วมกับโปรแกรมเสริมที่ผู้ใช้ติดตั้งไว้สุดท้ายก็จะได้หน้าเว็บเพจความเป็นจริงเสมือน 3 มิติ ตามที่ได้ออกแบบไว้

การใช้งานความเป็นจริงเสมือนผ่านเว็บอาจประสบปัญหาบางประการ ได้แก่ ปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพของภาพ 3 มิติที่ได้ ซึ่งพบว่าหากเป็นภาพ 3 มิติคุณภาพสูง จะทำให้ไฟล์มีขนาดใหญ่ และผู้ใช้ประสบปัญหาในการรอระหว่างที่ดาวน์โหลดไฟล์ นอกจากนี้ความเร็วของการ์ดแสดงผลในเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้ก็ส่งผลต่อความต่อเนื่องของการแสดงผลด้วย อย่างไรก็ตามปัจจุบันทั้งเรื่องความช้าของระบบเครือข่าย และคุณภาพของการ์ดแสดงผลจะค่อยๆ ลดลง ปัญหาอีกอย่างหนึ่งก็คือ ผู้ใช้ไม่สามารถใช้งานข้อมูล 3 มิติโดยการใช้เว็บเบราเซอร์โดยทั่วไปได้ จำเป็นจะต้องมีโปรแกรมเสริมเพื่อช่วยให้เว็บเบราเซอร์แสดงผลได้อย่างถูกต้อง

1.6 การใช้งานความเป็นจริงเสมือนเพื่อการศึกษา

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนได้ถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่องมาหลายทศวรรษ ก่อให้เกิดการประยุกต์ใช้ในสาขาต่างๆ อย่างมากมาย มีการคาดการณ์กันว่าความเป็นจริงเสมือนจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและเทคโนโลยีสารสนเทศ มีการแสดงแนวคิดสร้างสรรค์ในรูปแบบใหม่ ซึ่งเป็นความก้าวหน้าครั้งยิ่งใหญ่ทางเทคโนโลยีที่จะสนับสนุนการศึกษาได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยมีวิธีการนำมาส่งเสริมการเรียนรู้ได้ในหลายลักษณะ เช่น การนำเสนอภาพที่แสดงแนวคิดเชิงนามธรรมแก่ผู้เรียน การสังเกตการณ์ในระดับอะตอม การมีปฏิสัมพันธ์หรือการไปสู่สภาพแวดล้อมที่อยู่ห่างไกล หรือต้องใช้เวลานาน หรือมีปัญหาด้านความปลอดภัย

ดังเช่นที่กองทัพเรือสหรัฐอเมริกาได้ใช้โปรแกรมจำลองการบินในการฝึกอบรมนักบินทั้งในการนำร่องแบบปกติและในสถานการณ์เฉพาะ จำลองสนามรบได้ใช้ข้อมูลจริงจากสงครามทะเลทรายในการพัฒนา โปรแกรมจำลองเหล่านี้อาจใช้ได้ทั้งการฝึกหัด การวางแผน และการใช้ระบบจำลองแบบกระจาย (distributed simulation) จะทำให้ผู้ใช้หลายๆ คนจากที่ห่างไกลสามารถเข้ามาอยู่ในสิ่งแวดล้อมเดียวกันได้ นอกจากนี้เครื่องมือในการฝึกอบรมอาจนำไปใช้กับประชาชนทั่วไปได้ด้วย ตัวอย่างเช่น รถยนต์เสมือนอาจนำไปใช้กับการฝึกหัดขับรถยนต์ซึ่งจะลดความเสี่ยงต่อการสูญเสียทรัพย์สินหรือบาดเจ็บของผู้เรียนมือใหม่ได้ นอกจากนี้ความเป็นจริงเสมือนเป็นเครื่องมือในการมอง และจัดการข้อมูลที่เป็นเชิงนามธรรมได้ ทำให้ผู้เรียนทำความเข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น ยกตัวอย่างเช่น การไหลเวียนของพลังงานและข้อมูลการสื่อสารที่สามารถมองเห็นได้แบบ 3 มิติ องค์การนาซาได้พัฒนาอุโมงค์ลมแบบเสมือน ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้มือในการออกท่าทางรอบๆ เครื่องบินแบบเสมือน และสามารถมองเห็นกระแสลมที่เกิดขึ้นได้ วิศวกรของบริษัทโกดักได้ใช้แบบจำลอง 3 มิติในการแสดงปฏิสัมพันธ์ระหว่างความร้อน อุณภูมิ และแรงดัน นอกจากนี้สิ่งแวดล้อมแบบเสมือนจริงยังให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์กับการเรียนรู้แนวคิดทาง

ฟิสิกส์ เช่น ในห้องปฏิบัติการฟิสิกส์เสมือนจริงที่ผู้เรียนสามารถควบคุมแรงโน้มถ่วง แรงเสียดทาน และเวลาได้ (Erenay, and Hashemipour, 2003)

สถาบันการศึกษาหลายแห่งในสหรัฐอเมริกาได้เริ่มเห็นความจำเป็นในการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนมาใช้ในการศึกษามากขึ้น ดังที่ กิดานันท์ มลิทอง (2543) ได้ยกตัวอย่างมหาวิทยาลัยอีสต์แคโรไลนาที่ได้มีการจัดตั้งห้องปฏิบัติการขึ้นโดยมีหน้าที่ในการจัดหาการใช้ที่เหมาะสมของความเป็นจริงเสมือนในการศึกษาประเมินซอฟต์แวร์ และฮาร์ดแวร์ทางด้านความเป็นจริงเสมือนตรวจสอบผลกระทบของความเป็นจริงเสมือนในการศึกษา แพร่กระจายความรู้ทางด้านนี้ให้กว้างขวางออกไปให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ และคิดหาหนทางในการที่จะนำความเป็นจริงเสมือนเข้าไปเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนในระดับชั้นต่างๆ นอกจากนี้ ยังมีผู้วิจัยในห้องปฏิบัติการนี้ได้ใช้ซอฟต์แวร์ ชื่อเวอร์ทัส วอกทรู (Virtus Walk Through) ในการออกแบบห้องเรียนเสมือน 3 มิติ และผู้เรียนสามารถเดินเข้าไปในห้องเรียนเสมือนนี้ เพื่อจัดโต๊ะ และเก้าอี้ที่ใช้เรียนในลักษณะต่างๆ ให้เสมือนว่าเรียนอยู่ในห้องเรียนจริง เพื่อศึกษาว่าจะต้องจัดห้องเรียนอย่างไรที่จะเหมาะสมกับการเรียนมากที่สุด และสุดท้ายได้ทำการประเมินผลโปรแกรมความเป็นจริงเสมือนของบริษัทต่างๆ เพื่อดูว่าโปรแกรมใดจะเหมาะสมในการนำมาใช้เรียนมากที่สุดทั้งในด้านราคา การใช้อย่างคุ้มค่ารวมถึงความง่าย และสะดวกในการใช้ ซึ่งนักวิจัยได้คาดการณ์ว่าจะสามารถนำความเป็นจริงเสมือนมาใช้ในการศึกษาได้โดยเริ่มจากการสอนวิชา คณิตศาสตร์ เฟอเนส (Furness) ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญในวงการเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือน ได้นำความเป็นจริงเสมือนมาใช้ปรับโครงสร้างทางการศึกษา เช่น กับผู้เรียนวิชาคณิตศาสตร์ หรือวิศวกรรมศาสตร์ ที่จะไม่ต้องคร่ำเคร่งกับการอ่านตำราหรือการคำนวณเพียงอย่างเดียวแต่สามารถใช้ระบบความเป็นจริงเสมือนช่วยให้ผู้เรียนเข้าไปอยู่ในโลกเสมือน 3 มิติ จัดการกับสิ่งที่ค้นพบและดูว่ากฎเกณฑ์ต่างๆ ที่เรียนมาจะสามารถใช้ทำงานได้อย่างไร นอกจากนี้ ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนจะทำให้สารานุกรมกลายมาเป็นพิพิธภัณฑ์เสมือน ที่สามารถท่องเที่ยวอยู่ภายในสถานที่นั่นๆ ได้โดยอาจไม่ต้องเดินทางไปถึงสถานที่จริง (กิดานันท์ มลิทอง, 2543)

นอกจากนี้ ผู้เรียนใน Trentron, North Carolina ได้สร้างสภาพแวดล้อมเสมือนจริงในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งนำไปสู่การคำนวนขนาด และราคาที่ต้องใช้ในการทาสีห้อง และปูพรม โดยใช้ข้อมูลจากโฆษณาในหนังสือพิมพ์เป็นข้อมูลพื้นฐานมาใช้คำนวณมูลค่าในการทาสีและปูพรมที่เกิดขึ้นผู้เรียนในออสเตรเลียมีการใช้ Desktop VR สร้างวัตถุทางเรขาคณิต (geometric solids) ซึ่งเดิมใช้เป็นโมเดลจำลองที่ทำจากไม้ ผลของการใช้เทคโนโลยีใหม่นี้ทำให้ผู้เรียนสามารถศึกษาจากทั้งภายนอกและภายในรูปทรงย่อหรือขยายวัตถุนั้น แยกและประกอบ

กลับเป็นวัตถุชิ้นนั้น ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจต่อวัตถุนั้นได้มากกว่าวิธีการเรียนจากโมเดลไม้จำลอง หรือแม้แต่การนำ VR ไปใช้กับการเรียนการสอนในเด็กที่มีความพิการดังเช่นการศึกษาของนักวิจัยในคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนอร์ธ แคโรไลนา พบว่าเด็กที่เป็นออทิสติกอาจใช้เวลาใน 1 วันในการเรียนรู้การใช้ชีวิตจริงผ่านการฝึกด้วยโลกเสมือนจริง โดยโลกเสมือนจริงนี้จะสร้างสภาพแวดล้อมที่มีความปลอดภัยต่อผู้เรียนที่จะทดลองทำสิ่งต่างๆ การฝึกกิจกรรมพื้นฐาน เช่น การข้ามถนนด้วยตนเอง เป็นต้น และผลจากการวิจัยนี้อาจนำไปสู่การใช้ประโยชน์ในการรักษาโรคสมาธิสั้น (Attention Deficit Disorder) และ Learning disabilities อื่นๆ (Rigole, 1996)

Rigole (1996) ได้สรุปประโยชน์ของการนำเอาเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนมาใช้ในทางการศึกษาว่ามีข้อดีอยู่หลายประการ ดังนี้ ทำให้เกิดแรงจูงในในการเรียนรู้ สามารถแสดงให้เห็นถึงกระบวนการหรือคุณสมบัติบางอย่าง ได้ดีกว่าการใช้สื่อชนิดอื่น สามารถเข้าไปสำรวจวัตถุต่างๆ ในระยะที่ใกล้มากๆ ได้ กำหนดการมีสิทธิในการมีส่วนร่วมในสิ่งแวดล้อมต่างๆ ได้หากต้องการ ให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์เรียนรู้ด้วยตนเอง ได้เข้าใจบทเรียนได้อย่างถ่องแท้ในช่วงเวลาที่ไม่จำกัดเหมือนในชั้นเรียนทำให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์เรียนรู้ใหม่ๆ ผ่านทางการปฏิบัติด้วยตนเอง และเป็นกิจกรรมที่ต้องอาศัยปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้เกิดการมีส่วนร่วมแบบเชิงรุก

Stephen (1996 อ้างถึงใน มิ่งขวัญ ทรัพย์ถาวร) กล่าวว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนจะเข้ามามีบทบาทกับวงการศึกษา และการวิจัยอยู่ 3 อย่างได้แก่

1. เป็นวิชาใหม่ในวงการศึกษาที่น่าสนใจ สำหรับผู้เรียนนักศึกษารุ่นใหม่ เพราะจัดว่าเป็นวิชาใหม่ที่น่าสนใจ น่าเรียนรู้ ส่งเสริมการใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการคิดออกแบบและจินตนาการผสมผสานกับหลักทฤษฎีความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์กราฟิก 3 มิติ และสามารถช่วยให้ผู้เรียนวิชานี้สามารถสร้างโลกของตนเองอย่างอิสระเพื่อประโยชน์ในด้านต่างๆ

2. เป็นสื่อกลางระหว่างการสอน และการวิจัย สำหรับครูผู้สอน และนักวิจัย ที่จะต้องศึกษา ค้นคว้า องค์ความรู้เกี่ยวกับความเป็นจริงเสมือนเพื่อประโยชน์ในงานสอน และการวิจัยต่อไป นอกจากนี้ยังเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพเยี่ยมในการสอนวิชาต่างๆ ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนด้วยตนเอง และประหยัดเวลาในการสอนของผู้สอนได้มาก

3. เป็นสื่อกลางที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เพราะการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนนี้ใช้ได้ทั้งการเรียนคนเดียวหรือเรียนเป็นกลุ่ม ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการสอนของผู้สอน โดยเฉพาะการเรียนการสอนผ่านเว็บที่สามารถใช้ภาษาเวอร์เมอว ในการออกแบบเว็บไซต์ให้เป็นการเรียนแบบร่วมมือได้เป็นอย่างดี และน่าสนใจ

ลักษณะของกิจกรรมต่างๆ จะสนับสนุนการศึกษาของผู้เรียนให้เกิดความรู้ เกิดการจดจำ และสร้างความรู้ใหม่เมื่อได้เรียนรู้จากการปฏิบัติด้วยตนเองโดยใช้เครื่องมือในความเป็นจริงเสมือนโดยอาจให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ ได้ทำโครงการกลุ่ม ได้ร่วมอภิปราย ทัศนศึกษา และการจำลองมโนทัศน์ที่มองเห็นได้ ซึ่งไม่สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพในการเรียนการสอนในชั้นเรียนตามปกติ นอกจากนี้ในสภาพความเป็นจริงเสมือนยังทำให้ทั้งเด็ก และผู้ใหญ่มีความสนใจและเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ได้

ดังนั้นเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจสำหรับการศึกษาในยุคใหม่ และอนาคตเป็นอย่างมาก เพราะจัดเป็นสื่อสิ่งเร้าที่ดี แปลกใหม่ น่าสนใจ สามารถสำรวจสถานที่ และสิ่งของที่มีอยู่ที่ผู้เรียนยังไม่อาจเข้าถึงได้ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการรับรู้ และเรียนรู้ได้ด้วยตนเองหรือร่วมมือกันอย่างมีประสิทธิภาพ และจากข้อมูลข้างต้นเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนสามารถประยุกต์ใช้ได้อย่างหลากหลายโดยเฉพาะในการออกแบบในสาขาต่างๆ ซึ่งในปัจจุบัน ความเป็นจริงเสมือนได้นำมารวมอยู่ในซอฟต์แวร์เพื่อการศึกษา เพื่อทำให้บทเรียนสนุกสนาน และจดจำได้มากขึ้น การจำลองสถานการณ์ความเป็นจริงเสมือนจะช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด ฝึกการตัดสินใจ และพร้อมที่จะเผชิญผลที่จะเกิดขึ้นตามมา แต่ถึงแม้ว่าการนำความเป็นจริงเสมือนมาใช้ในการศึกษาจะไม่สามารถนำมาใช้ได้ในทุกๆ โรงเรียนก็ตาม ทั้งนี้เนื่องจากงบประมาณของแต่ละโรงเรียนอาจจะไม่เพียงพอ และบุคลากรในด้านนี้ยังมีน้อย แต่เนื่องจากคอมพิวเตอร์ และซอฟต์แวร์ทางด้านนี้มีราคาถูกลงมาก และอุปกรณ์ที่ใช้ในเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนก็มีหลายระดับให้เลือกใช้ จึงเป็นที่หวังอย่างยิ่งว่า จะมีการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนมาใช้ในวงการศึกษามากขึ้นในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้เสริมสร้างประสิทธิภาพ และประสิทธิผลในการเรียนการสอนมากขึ้นในอนาคต

1.7 รูปแบบวิธีการเรียนการสอน และการใช้ความเป็นจริงเสมือนในวิชาวิทยาศาสตร์

ความเป็นจริงเสมือน และสิ่งแวดล้อมเสมือนจริงเป็นเทคโนโลยีที่แพร่หลายทางการศึกษา มีงานวิจัยหลายเรื่องที่ให้ความสนใจกับการศึกษาถึงผลกระทบของสิ่งแวดล้อมเสมือนจริงที่มีต่อการเรียนรู้ และการสร้างความรู้ของผู้เรียน จากรายงานของมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติ (National Science Foundation : NSF) ของอเมริกา ได้แสดงถึงคุณสมบัติต่างๆ ของเทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนซึ่งเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ และให้มุ่งเน้นไปที่ศักยภาพของความเป็นจริงเสมือนที่จะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนในแง่มุมต่างๆ ที่มีความซับซ้อน และต้องอาศัยความรู้ในสาขาต่างๆ

ประกอบกัน ทั้งทางด้านสมุทรศาสตร์ เคมีของบรรยากาศ การปลดปล่อยรังสี เป็นต้น ดังนั้นการใช้ความเป็นจริงเสมือนและสิ่งแวดล้อมเสมือนจริงจึงสามารถเข้าถึงผู้เรียนได้มากกว่าการใช้เพียงการบรรยายของครูหรือการเรียนรู้จากตัวหนังสือเท่านั้น (Yalr and et al , 2001)

เพื่อที่จะช่วยสนับสนุนกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงสามารถนำความเป็นจริงเสมือนมาประยุกต์ใช้กับวิธีการสอนแบบต่างๆ ได้หลายแบบ เช่น วิธีการสอนแบบค้นพบ วิธีการสอนแบบใช้คำถาม ซึ่งเป็นวิธีการสอนแบบที่เน้นตัวผู้เรียนเป็นหลัก เป็นวิธีการสอนที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของนักจิตวิทยาคนสำคัญในกลุ่มพุทธินิยม (Cognitvism) เช่น เปียเจท์ (Piaget) บรูเนอร์ (Bruner) และออซูเบล (Ausubel) ซึ่งนักจิตวิทยากลุ่มนี้เชื่อว่าความรู้เป็นกระบวนการมิใช่ผลผลิต ดังนั้นจึงเน้นกระบวนของความคิดซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในช่วงของการเรียนรู้ของผู้เรียน ลักษณะการสอนของครูจึงไม่ได้มุ่งให้ผู้เรียนท่องจำ แต่จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการแสวงหาความรู้ สำรวจ ค้นคว้า และผู้เรียนได้คิดอย่างมีเหตุผล นักจิตวิทยา และนักการศึกษาได้แบ่งลักษณะการสอนของวิธีการสอนแบบค้นพบ ดังนี้

Briggs and other (1968; อ้างถึงในวาทินี สรรพวัฒน์, 2545) ได้แบ่งลักษณะการสอนของวิธีการสอนแบบค้นพบออกเป็น 5 แบบ คือ

1. การค้นพบโดยบังเอิญ (Fortutions) เป็นการสอนที่ผู้สอนไม่ชี้แนะให้ ไม่ว่ากรณีใดๆ แต่ผู้เรียนจะค้นพบจากการศึกษาด้วยตนเอง

2. การค้นพบจากการจัดสถานการณ์ของผู้สอน (Free and Exploratory) ซึ่งผู้สอนจะจัดเตรียมอุปกรณ์ และกำหนดสถานการณ์ที่จะเป็นให้ไม่มีการซักถาม ผู้เรียนใช้อุปกรณ์ตามที่กำหนดให้

3. การค้นพบจากการแนะแนวทาง (Guided Discovery) เป็นการสอนที่ผู้สอนจัดเตรียมคำถามเริ่มต้นลักษณะของการถาม เป็นการถามแบบให้ผู้เรียนคิด บางครั้งอาจจะมีอุปกรณ์ประกอบด้วย

4. การค้นพบโดยการชี้แนะ (Directed Discovery) เป็นการสอนที่ผู้สอนชี้แนะทางให้ค้นพบสิ่งที่ต้องการจะสอน

5. การค้นพบจากโปรแกรม (Programmed Discovery) มีลักษณะคล้ายการเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรม ซึ่งมีบัตรงานสั่งให้ผู้เรียนทำไปตามขั้นตอน

Cooney, and other (1975) ได้แบ่งลักษณะการสอนของวิธีการสอนแบบค้นพบออกเป็น 2 แบบ คือ

1. การค้นพบจากการแนะแนวทาง (Guided Discovery) เป็นการสอนที่ผู้สอนพยายามจะดึงเอาความรู้ที่มีอยู่ในตัวผู้เรียนออกมาใช้ โดยอาศัยคำถาม หรือการอธิบายที่ได้เตรียมไว้เป็นอย่างดี เพื่อนำเด็กไปสู่การค้นพบ ความคิดรวบยอด หรือหลักเกณฑ์ต่างๆ

2. การค้นพบอย่างแท้จริง (Pure Discovery or Unguided Discovery) เป็นการสอนที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนควรจะเข้าถึงความคิดรวบยอด หรือหลักการต่างๆ ด้วยตนเอง อาจจะอาศัยการแนะนำบ้างเพียงส่วนน้อยหรือไม่ต้องแนะนำ ยกเว้นการอธิบายเกี่ยวกับคำศัพท์ หรือข้ออ้างอิง

สุวิทย์ และอรทัย มูลคำ, (2545) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ (Discovery Method) ไว้ว่าเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบ หรือความรู้ด้วยตนเอง โดยผู้สอนจะเป็นผู้สร้างสถานการณ์ในลักษณะที่ผู้เรียนจะเผชิญกับปัญหา เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการสังเกต การคิดวิเคราะห์ ทำให้เกิดการเรียนรู้ และสามารถสรุปหรือค้นพบหลักการกฎเกณฑ์ ประเด็นสำคัญหรือความจริงได้ด้วยตนเอง และทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ หลักการหรือกฎเกณฑ์ต่างๆ และสามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่หลากหลายได้ การจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ อาจแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ คือ

1. การค้นพบที่มีแนวทาง (Guide Discovery Method) เป็นวิธีการที่ผู้สอนนำผู้เรียนเข้าสู่เนื้อหาโดยการใช้คำถามที่สร้างขึ้นอย่างเหมาะสม และอธิบายเพื่อให้ผู้เรียนได้ค้นพบความคิดรวบยอดหรือหลักการ

2. การค้นพบด้วยตนเอง (Pure Discovery Method) เป็นวิธีการที่คาดหวังว่าผู้เรียนจะไปสู่ความคิดรวบยอดและหลักการได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องรับคำแนะนำจากผู้สอน กระบวนการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนค้นพบความรู้ด้วยตนเองนี้ จะมีลักษณะให้ผู้เรียนลงมือคิด ลงมือกระทำด้วยตนเองหลายเรื่องหลายด้าน สรุปความคิดรวบยอดที่หลากหลายมาผูกโยง เป็นหลักการที่ผู้เรียนสร้างขึ้นได้เอง และนำไปใช้ในโอกาสต่างๆ ต่อไป

ข้อดี และข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบ มีดังนี้ (สุวิทย์ และอรทัย มูลคำ 2545)

<u>ข้อดี</u>

1. ช่วยให้ผู้เรียนได้คิดอย่างมีเหตุผล
2. ช่วยให้ผู้เรียนจดจำสิ่งที่ค้นพบได้นาน และเข้าใจอย่างแจ่มแจ้ง
3. ผู้เรียนมีความมั่นใจ เพราะได้เรียนรู้สิ่งใหม่อย่างเข้าใจจริง

4. ช่วยให้ผู้เรียนมีพัฒนาการทางด้านความคิด ปลูกฝังนิสัยรักการค้นคว้าเพื่อหาคำตอบด้วยตนเอง

5. ก่อให้เกิดแรงจูงใจ ความพึงพอใจในตนเองต่อการเรียนสูง

6. ผู้เรียนรู้วิธีสร้างความรู้ด้วยตนเอง เช่น การหาข้อมูล การวิเคราะห์ และสรุปทักษะที่เรียนจากการค้นพบ จะถ่ายทอดไปยังการเรียนเรื่องใหม่ได้โดยง่าย

ข้อจำกัด

1. ต้องใช้เวลาในการเรียนการสอนมากพอสมควร

2. ไม่เหมาะกับชั้นเรียนที่ผู้เรียนมีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกันมาก เพราะผู้เรียนที่เรียนรู้ได้ช้าจะเกิดความท้อแท้ใจเมื่อเห็นเพื่อนในห้องทำได้

3. เหมาะสำหรับเนื้อหาบางตอน และเนื้อหาที่ไม่เคยเรียนมาก่อน

4. วิธีการสอนแบบค้นพบที่ต้องคิดเหตุผลและตั้งสมมุติฐาน เหมาะกับผู้เรียนในวัยที่สามารถเรียนรู้เกี่ยวกับนามธรรมได้

5. ผู้เรียนที่มีความสามารถไม่มากนัก จะมีความยุ่งยากใจมากในการเรียนโดยวิธีนี้ โดยเฉพาะที่ต้องสรุปบทเรียนด้วยตนเอง

นอกจากนี้ยังมีวิธีการสอนที่น่าสนใจ และจะสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้ความเป็นจริงเสมือนได้อีกรูปแบบหนึ่ง คือ การสอนแบบใช้คำถาม (Questioning Method) หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบใช้คำถาม เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนากระบวนการทางความคิดของผู้เรียน โดยผู้สอนจะป้อนคำถามในลักษณะต่างๆ ที่เป็นคำถามที่ดี สามารถพัฒนาความคิดผู้เรียน ถามเพื่อให้ผู้เรียนใช้ความคิดเชิงเหตุผล วิเคราะห์ วิจารณ์ สังเคราะห์ หรือ การประเมินค่าเพื่อจะตอบคำถามเหล่านั้น เพื่อมุ่งพัฒนากระบวนการทางความคิดของผู้เรียน โดยมีองค์ประกอบสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบใช้คำถาม ดังนี้ (สุวิทย์ และอรทัย มูลคำ, 2545) 1) คำถามประเภทต่างๆ ควรมีลักษณะเป็นคำถามที่ดี มีคุณภาพ และสามารถพัฒนาความคิดผู้เรียนได้ 2) เทคนิคการใช้คำถามของผู้สอน 3) การตอบคำถามของผู้เรียน ซึ่งมีกระบวนการการจัดการเรียนรู้แบบใช้คำถามมีขั้นตอนสำคัญ ดังต่อไปนี้

1. ขั้นวางแผนการใช้คำถาม ผู้สอนควรจะมีการวางแผนไว้ล่วงหน้าว่าจะใช้คำถามเพื่อวัตถุประสงค์ใด รูปแบบหรือประการใดที่จะสอดคล้องกับเนื้อหาสาระและวัตถุประสงค์ของบทเรียน

2. ขั้นเตรียมคำถาม ผู้สอนควรจะเตรียมคำถามที่จะใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการสร้างคำถามอย่างมีหลักเกณฑ์

3. ขั้นการใช้คำถาม ผู้สอนสามารถจะใช้คำถามในทุกขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และอาจจะสร้างคำถามใหม่ที่นอกเหนือจากคำถามที่เตรียมไว้ก็ได้ ทั้งนี้ต้องเหมาะสมกับเนื้อหาสาระและสถานการณ์นั้นๆ

4. ข้อสรุปและประเมินผล ในการสรุปบทเรียนผู้สอนอาจจะใช้คำถามเพื่อการสรุปบทเรียนก็ได้ โดยการประเมินผล ผู้สอนและผู้เรียนร่วมกันประเมินผลการเรียนรู้ โดยใช้วิธีการประเมินผลตามสภาพจริง

เทคนิคการใช้คำถามที่จัดระดับจุดมุ่งหมายตามระดับความรู้จากต่ำไปสูง 6 ระดับ คือ ระดับความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และประเมินผล ซึ่งผู้สอนสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้สามารถแบ่งได้ดังตารางต่อไปนี้ (Bloom, 1956; สุวิทย์ และอรทัย มูลคำ, 2545; ทิศนา แขมมณี, 2545)

ตารางที่ 2 แสดงนิยามของคำถามประเภทต่างๆ และตัวอย่างคำถาม

ระดับความรู้	ประเภทคำถาม
1. ถามความรู้ ความจำ (Knowledge)	คำถามที่มาจากการสังเกต การจำได้ ที่เป็นความคิดหลัก มีคำตอบแน่นอน ถามเนื้อหาเกี่ยวกับข้อเท็จจริง คำจำกัดความ คำนิยาม คำศัพท์ กฎ ทฤษฎี ถามเกี่ยวกับใคร, อะไร, เมื่อไร, ที่ไหน รวมทั้งใช่หรือไม่ เป็นต้น
2. ถามความเข้าใจ (Comprehension)	ความสัมพันธ์ และโครงสร้างของสิ่งที่เรียน คำถามที่ต้องใช้ความรู้ ความจำมาประกอบเพื่ออธิบายด้วยคำพูดของตนเอง เป็นคำถามที่สูงกว่าความรู้ ถามเกี่ยวกับ อธิบาย ขยายความ เปรียบเทียบ สรุป ย่อ บอกใจความสำคัญ แปลความหมาย เป็นต้น
3. ถามการนำไปใช้ (Application)	คำถามที่นำความรู้และความเข้าใจไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ ถามเกี่ยวกับ การปฏิบัติ แสดง สาธิต ผลิต จัด เลือก ประยุกต์ ปรับปรุง และแก้ปัญหา เป็นต้น
4. ถามการวิเคราะห์ (Analysis)	คำถามที่ให้จำแนกแยกแยะเรื่องราวต่างๆ ว่าประกอบด้วยส่วนย่อยอะไรบ้าง โดยอาศัยหลักการทฤษฎี ที่มีของเรื่องราว หรือเหตุการณ์นั้น สามารถรู้ว่าอะไรเป็นสาเหตุ อะไรเป็นผล ถามเกี่ยวกับ จำแนกแยกแยะ หาข้ออ้างอิง หาความสัมพันธ์ ข้อสรุป ระบุ ตรวจสอบ เป็นต้น

5. ถามสังเคราะห์ (Synthesis)	คำถามที่ใช้กระบวนการคิด เพื่อสรุปความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลย่อยๆ ขึ้นเป็นหลักการหรือแนวคิดใหม่ ถามเกี่ยวกับ ดัดแปลง แก้ไข ตั้งสมมติฐาน ตั้งจุดมุ่งหมาย ทำนาย ออกแบบ แจกแจงรายละเอียด จัดหมวดหมู่ เป็นต้น
6. ถามประเมินผล (Evaluation)	คำถามที่ให้ผู้เรียนตีคุณค่าโดยใช้ความรู้ ความรู้สึก ความคิดเห็นในการกำหนดเกณฑ์เพื่อประเมินค่าสิ่งเหล่านั้น ถามเกี่ยวกับ วิพากษ์วิจารณ์ ตัดสิน ประเมิน ตีค่า สรุป กำหนด แสดงความคิดเห็น ให้เหตุผล เป็นต้น

ข้อดี และข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบใช้คำถาม มีดังนี้ (สุวิทย์ และอรทัย มูลคำ, 2545)

<u>ข้อดี</u>

1. ผู้เรียนกับผู้สอนสื่อความหมายกันได้ดีขึ้น
2. ช่วยให้ผู้เรียนเข้าร่วมกิจกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. สร้างแรงจูงใจ และกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน
4. ช่วยเน้น และทบทวนประเด็นสำคัญของสาระการเรียนรู้ที่เรียน
5. ช่วยในการประเมินผลการเรียนการสอน ให้เข้าใจความสนใจที่แท้จริงของผู้เรียน และวินิจฉัยจุดแข็งจุดอ่อนของผู้เรียนได้
6. ช่วยสร้างลักษณะนิสัยในการคิดให้กับผู้เรียน ตลอดจนนิสัยใฝ่รู้ใฝ่เรียนตลอดชีวิต

<u>ข้อจำกัด</u>

1. สอนจะต้องคิดเตรียม โดยเลือกใช้คำถามประเภทต่างๆ ที่เหมาะสมกับเนื้อหาสาระและวิธีจัดการเรียนรู้ ซึ่งจะต้องใช้เวลาเตรียมมากพอสมควร
2. เนื่องจากผู้เรียนมีความสามารถต่างๆ กัน บางครั้งผู้สอนจำเป็นจะต้องใช้ไหวพริบในการใช้และปรับคำถามให้เหมาะสมกับสถานการณ์ ดังนั้นผู้สอนจำเป็นจะต้อง เข้าใจประเภทของคำถามอย่างลึกซึ้ง จึงจะนำไปใช้ได้ดี

จากลักษณะการสอนของวิธีการสอนแบบค้นพบ และวิธีการสอนแบบใช้คำถามที่กล่าวมานั้น พอจะสรุปได้ว่า เป็นวิธีการสอนที่ให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบหรือความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งผู้สอนจะต้องสร้างสถานการณ์ในรูปแบบที่ผู้เรียนจะพบกับปัญหา จากนั้นจึงให้ผู้เรียนเสาะแสวงหาวิธีการแก้ปัญหานั้นด้วยตนเอง เป็นกระบวนการค้นหาวิธีแก้ปัญหา ภายใต้การแนะแนวทางของผู้สอน โดยเน้นไปที่ผู้เรียนค้นพบอะไร ช่วยให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดอย่างมีเหตุผล เข้าใจ และจำได้นาน หากแต่มีข้อจำกัด ถ้าผู้สอนไม่รู้วิธีการสอนอย่างถ่องแท้จะทำให้เสียเวลา เพราะเนื้อหาแต่ละเรื่องนั้นจะต้องรู้จักเลือกวิธีการสอนอย่างเหมาะสม ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำวิธีการสอนแบบ

ดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบบทเรียน สร้างบทเรียนความเป็นจริงเสมือนในวิชาวิทยาศาสตร์ ครั้งนี้ โดยการให้ผู้เรียนพบปัญหาหรือคำถาม แล้วทำการเสาะแสวงหาคำตอบด้วยตนเอง เพื่อให้ผู้เรียนได้มีบทบาทสำคัญในกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเองให้มากที่สุด โดยลักษณะของคำถามที่ใช้ในบทเรียนมีหลายประเภท เช่น คำถามเพื่อการจำแนก คำถามเพื่อการเปรียบเทียบ คำถามเพื่อให้สังเกต และคำถามเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุผล เป็นต้น

2. ระบบการนำทาง (Navigation System)

2.1 ความหมายของระบบการนำทาง

ระบบการนำทาง ถือเป็นสิ่งสำคัญในบทเรียน เป็นสิ่งที่ช่วยในการเข้าถึงข้อมูลอย่างสะดวก และเป็นหัวใจสำคัญของบทเรียน การมีเนื้อหาที่ดีนั้นจะเป็นสิ่งที่ดึงดูดให้ผู้ใช้เข้ามาใช้งาน แต่เนื้อหานั้นจะไม่ถูกใช้ประโยชน์ หากผู้ใช้ค้นหาสิ่งที่ต้องการไม่พบ ความสำเร็จส่วนหนึ่งจึงมาจากการที่ผู้ใช้สามารถพึ่งพาระบบการนำทางในการไปถึงที่หมายได้ มีผู้ที่กล่าวถึงไว้หลายท่านดังนี้

Alessi and Trollip (1991) อธิบายการนำทางว่าเป็นหัวข้อหลักประการหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงในการสร้างสื่อไฮเปอร์มีเดีย เนื่องจากฐานข้อมูลขนาดใหญ่ที่ถูกนำมาใช้ในสื่อประเภทนี้มักทำให้ผู้ใช้งานสับสนได้ง่าย และไม่ทราบว่าตนเองอยู่ที่ตำแหน่งใดภายในสื่อนั้น การอำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้งาน จำเป็นต้องจัดระบบการนำทางเพื่อรู้ว่าตนเองอยู่ที่ใด ข้อมูลที่ต้องการอยู่ที่ตำแหน่งใด และการไปให้ถึงตำแหน่งที่ต้องการในบทเรียนทำได้อย่างไร

กิดานันท์ มลิทอง (2543) กล่าวว่า ระบบการนำทางสามารถเป็นไปได้หลายรูปแบบ อาทิ เช่น ปุ่ม แถบเครื่องมือ สัญรูป ข้อความเชื่อมโยง กราฟิกเคลื่อนไหว ฯลฯ เราสามารถใช้ภาพถ่าย ภาพลายเส้น หรือภาพกราฟิกต่างๆ เพื่อเป็นเครื่องนำทางแก่ผู้อ่าน หรืออาจใช้แผนที่ภาพ ซึ่งเป็นภาพพร้อมการเชื่อมโยงที่มองไม่เห็น เพื่อช่วยในการนำทางไปสู่ส่วนอื่นๆ ได้เช่นกัน

ทธฤษพงศ์ เฟื่องวุฒิ (2543) ได้กล่าวถึง ระบบการนำทางต่างๆ ที่อยู่บนเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ว่า เป็นหัวใจหลักในการทำงานของระบบโดยรวมทั้งหมด การออกแบบระบบการนำทางที่ดีจะช่วยให้ผู้ใช้งานได้ง่าย เข้าถึงเนื้อหาได้อย่างรวดเร็ว และได้แบ่งการนำทางออกได้เป็น 2 แบบใหญ่ๆ คือ การนำทางแบบตัวอักษร, การนำทางแบบกราฟิก เป็นต้น

ธวัชชัย ศรีสุเทพ (2540) กล่าวว่า ระบบนำทางเป็นส่วนที่ช่วยให้ผู้ใช้งานเข้าไปค้นคว้าหาข้อมูลได้อย่างคล่องตัวไม่หลงทาง โดยสามารถรู้ได้ว่าตัวเองกำลังอยู่ที่ใด ทำให้ไม่รู้สึกสับสน อาจ

ประกอบด้วยองค์ประกอบหลายๆ อย่าง เช่น เมนูบาร์ (Menu Bar), เมนูป๊อปอัพ (Pop-Up Menu) หรือ ดัชนี หรือ ไซต์แมป (Site map) เป็นต้น

ใจทิพย์ ณ สงขลา (2547) ได้ให้ความหมายไว้ว่า หมายถึงการนำเสนอเครื่องมือนำทางร่วมกัน และ/หรือการให้สารสนเทศในพื้นที่หนึ่งของเพจ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจภาพรวมของเนื้อหาในเว็บไซต์อย่างเป็นระบบ และสามารถเข้าสู่เนื้อหาในส่วนต่างๆ ของเว็บไซต์ได้อย่างสะดวกรวดเร็ว ซึ่งคำสั่งของการนำทางควรมีโครงสร้างในการทำงานที่ง่ายไม่ซับซ้อน และผู้อ่านสามารถรู้ได้เอง ระบบการนำทางที่ดีจึงทำหน้าที่เป็นแผนผังของเนื้อหา (content mapping) บอกภาพรวมของเนื้อหาสาระ และทำให้ผู้เรียนสามารถจัดผังความคิดในการเรียนได้

2.2 ประเภทของระบบการนำทาง

ประเภทของระบบการนำทางในบทเรียนที่มีการใช้เครื่องมือนำทางนั้น มีความเกี่ยวข้องกันกับโครงสร้างของเนื้อหาบทเรียน ซึ่งโดยทั่วไปโครงสร้างบทเรียนแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ โครงสร้างแบบเส้นตรง แบบต้นไม้ และแบบเครือข่าย ดังนั้นในการพิจารณาถึงประเภทของระบบการนำทางในบทเรียนจึงจำเป็นต้องทำควบคู่ไปกับโครงสร้างของบทเรียนด้วย ในที่นี้แบ่งลักษณะประเภทของระบบการนำทางในบทเรียนเป็น 3 ลักษณะ ดังต่อไปนี้ (Evans and Edwards, 1999)

1. ลักษณะต่อเนื่อง (sequential) เครื่องมือนำทางในลักษณะนี้ สำหรับบทเรียนที่มีโครงสร้างแบบเส้นตรง จะเป็นการให้ผู้เรียนเลือกว่าต้องการไปสู่บทเรียนถัดไป หรือกลับไปสู่บทเรียนที่ผ่านมาแล้ว เปรียบเสมือนกับการเปิดหนังสือไป-กลับทีละหน้า แต่ถ้าเป็นบทเรียนที่มีโครงสร้างแบบต้นไม้ การเคลื่อนที่ไปข้างหน้าจะเป็นได้ทั้งการไปสู่บทเรียนถัดไปในระดับเดียวกัน หรือบทเรียนย่อยลงไปภายใต้หัวข้อนั้น แต่การเคลื่อนที่กลับหลังจะเป็นการไปสู่บทเรียนก่อนหน้านี้ที่อยู่ในระดับเดียวกัน หรือหัวที่ใหญ่ขึ้นก็ได้ และสำหรับบทเรียนที่มีโครงสร้างเป็นเครือข่าย เครื่องมือนำทางที่มีลักษณะต่อเนื่อง จะทำหน้าที่นำเสนอเส้นทางการเรียนรู้แบบต่างๆ ซึ่งผู้เรียนสามารถเลือกได้ แต่การเคลื่อนที่ไป - กลับยังทำได้กับหัวข้อที่อยู่ติดกันภายในเส้นทางเท่านั้น ไม่สามารถกระโดดข้ามลำดับได้

2. ลักษณะเมนู (menu) ระบบเมนูจะทำให้เกิดทางเลือกตั้งแต่ 2 ทางขึ้นไป ผู้เรียนที่อยู่ในหน้าบทเรียนหนึ่งๆ จะสามารถกระโดดไปสู่บทอื่นที่กำหนดไว้ในเมนูได้ สำหรับบทเรียนที่มีโครงสร้างแบบเส้นตรงนั้น เครื่องมือนำทางแบบเมนูจะช่วยให้ผู้เรียนกระโดดไปสู่หัวข้อใด ๆ ก็ได้จากหัวข้อที่เรียนอยู่ ในบทเรียนที่มีโครงสร้างแบบต้นไม้ จะมีเมนูที่แสดงถึงบทเรียนในระดับเดียวกัน และบทเรียนย่อย โดยเมนูของบทเรียนในระดับเดียวกันจะมีความคงที่ แต่เมนูของบทเรียนย่อยนี้จะเปลี่ยนไปตามหัวข้อบทเรียนที่กำลังเรียนอยู่ สำหรับบทเรียนที่มีโครงสร้างแบบ

เครือข่าย ระบบเมนูจะให้ทางเลือกในการเข้าถึงบทเรียนส่วนใดๆ ก็ได้ โดยที่แต่ละหน้าอาจใช้เมนูที่ต่างกันก็ได้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมที่พิจารณา

3. ลักษณะแผนผัง (map) นระบบนำทางที่เป็นแผนผัง ผู้เรียนจะสามารถเข้าถึงส่วนใดๆ ของบทเรียนก็ได้ โดยไม่คำนึงถึงตำแหน่งบทเรียนที่เรียนอยู่ และยังสามารถเห็นแผนผังได้ตลอดเวลา โดยเป็นแผนผังที่มีหน้าตาคงที่ ไม่ว่าจะเข้าไปเรียนในบทเรียนใด ในบทเรียนที่มีโครงสร้างแบบเส้นตรงนั้น การนำเอาระบบนำทางแบบแผนผังมาใช้จะให้ผลเช่นเดียวกับระบบเมนู แต่ในบทเรียนที่มีโครงสร้างแบบต้นไม้ ระบบแผนผังจะให้ผู้เรียนเข้าถึงบทเรียนส่วนใดก็ได้ ไม่ถูกจำกัดเพียงการไปสู่หัวข้อในระดับเดียวกันหรือหัวข้อย่อยเท่านั้น และยังแสดงถึงตำแหน่งในโครงสร้างต้นไม้แก่ผู้เรียนด้วย และในบทเรียนในมีโครงสร้างแบบเครือข่าย การใช้เครื่องมือนำทางแบบแผนผัง จะทำให้ไปสู่หัวข้อใดๆ ก็ได้เช่นเดียวกับระบบเมนู

บทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บมักไม่ใช้การเคลื่อนที่ในลักษณะต่อเนื่อง เนื่องจากมีความไม่สอดคล้องกับลักษณะของการนำเสนอเนื้อหาในบทเรียน ซึ่งบทเรียนเสมือนจริงต้องการให้ผู้เรียนเคลื่อนที่ หรือสำรวจได้อย่างอิสระ แต่การกำหนดระบบนำทางในลักษณะต่อเนื่องจะทำให้เกิดการจำกัดของการใช้งานคุณสมบัติดังกล่าวของความเป็นจริงเสมือน

2.3 รูปแบบเครื่องมือในระบบการนำทาง

รูปแบบเครื่องมือในระบบการนำทางอาจประกอบด้วยองค์ประกอบหลายๆ อย่าง เช่น ไฮเปอร์ลิงค์ แบบเมนู แผนที่ หรือการค้นหาคำ เป็นต้น ซึ่งอาจจะมีอยู่ในหน้าเฉพาะ หรือในทุกหน้าของเว็บเพจ ที่สามารถให้ผู้ใช้คลิกผ่านโครงสร้างข้อมูลไปยังส่วนอื่นๆ ได้ การเข้าถึงรูปแบบ และองค์ประกอบของระบบการนำทางเหล่านี้ จะทำให้ผู้ออกแบบความเข้าใจและสามารถออกแบบระบบนาวิเกชันด้วยองค์ประกอบที่เหมาะสมได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่ให้หลากหลายหรือจำกัดเกินไปตามความคิดสร้างสรรค์ของผู้ออกแบบเอง ทั้งนี้ผู้วิจัยได้จำแนกรูปแบบเครื่องมือในระบบการนำทางตามที่ Alessi and Trollip (1991) ใจทิพย์ ณ สงขลา (2547) และ Nijs, (1998) ได้เสนอไว้ดังนี้

1. ไฮเปอร์ลิงค์ (Hyperlinks) หมายถึง ข้อความ, สัญรูป, รูปภาพ, ลูกศรหรือวัตถุใดๆ ที่ผู้ใช้เลือกแล้ว เกิดการทำตามคำสั่งที่กำหนดไว้ เช่น การเปิดเอกสารใหม่ขึ้นมา การเล่นไฟล์เสียง เป็นต้น ซึ่งการนำทางในโปรแกรมไฮเปอร์มีเดียจะใช้ไฮเปอร์ลิงค์ เป็นส่วนมาก ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเลือกใช้ไฮเปอร์ลิงค์ลักษณะต่างๆ มีหลายประการ ได้แก่ ชนิดของวัตถุที่ใช้ในการเชื่อมโยง จุดประสงค์ของการเชื่อมโยง ความหนาแน่น ความเด่นชัด ตำแหน่งบนหน้าจอ การยืนยัน การทำ

เครื่องหมาย การชี้นำด้วยความหมาย ระยะทางที่เชื่อมโยงไปถึง และการปรับเปลี่ยนได้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ข้อความ (Text) การใช้ข้อความในการเชื่อมโยงเป็นเครื่องมือนำทางที่ง่ายในการแสดงผลบนเบราเซอร์และสามารถปรากฏบนจออย่างรวดเร็ว การออกแบบที่ใช้เครื่องมือนำทางด้วยข้อความ ควรกำหนดให้ระดับความยาวของข้อความใกล้เคียงกัน และไม่เกินลงไปบรรทัดที่สอง รวมทั้งอาจใช้วิธีการบางอย่างที่ทำให้ผู้เรียนรู้ว่าข้อความเหล่านี้คือเครื่องมือระบบนำทาง เช่น วิธีการชี้แนให้ผู้ดูสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน ด้วยการเน้นที่กลุ่มของเมนูหรือระบบนำทางนั้นด้วยกราฟิกหรือให้สีที่แตกต่างจากพื้นหลัง ทำให้ผู้เรียนเห็นข้อความที่เป็นเครื่องมือนำทางแตกต่างจากข้อความที่เป็นเนื้อหา หรือรวมทั้งอาจใช้ตาราง สารบัญ หรือแผนที่เว็บไซต์ประกอบ

1.2 สัญรูป (Icon) หรือรูปภาพ (Graphics) ควรเป็นการเชื่อมโยงในรูปแบบที่มีความกระทัดรัด และอาจทำให้เข้าใจความหมายของข้อความกำกับได้มากขึ้น เมื่อเทียบกับการใช้ข้อความเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้จำนวนของสัญรูปหรือรูปภาพที่นำมาใช้ควรมีเท่าที่จำเป็นในแต่ละหน้าเท่านั้น โดยพิจารณาจากความจำเป็นในการใช้งานเป็นสำคัญ และเนื่องจากผู้ใช้มักจะกวาดสายตาบนหน้าเว็บ นอกจากนี้ยังช่วยดึงดูดความสนใจของผู้ใช้ได้ ควรพยายามใช้สัญรูปหรือรูปภาพที่มีตัวอักษรกำกับ เพื่อป้องกันความสับสนของผู้ใช้ ยกเว้นแต่จะเป็นสัญรูปหรือรูปภาพที่มีความหมายสากลและเป็นที่เข้าใจทั่วไป

1.3 ลูกศร เครื่องมือในระบบนำทางแบบลูกศรเป็นเครื่องมือสามัญที่เข้าใจได้อย่างทั่วไป แสดงความหมายให้ผู้เรียนไปยังเนื้อหาลำดับต่อไป และย้อนหลังไปยังเนื้อหาก่อนหน้า เครื่องมือในระบบนำทางชนิดนี้ ให้แนวทางกับผู้เรียนในการศึกษาตามลำดับ

2. ระบบเมนู (menu) การนำทางแบบระบบเมนูเป็นที่ใช้กันแพร่หลายสำหรับการนำทางแบบไม่เป็นเส้นตรง (nonlinear navigation) ข้อดีของระบบเมนู คือทำให้ผู้ใช้งานรู้ว่าตนเองอยู่ ณ ตำแหน่งใด และจะไปตำแหน่งอื่นได้อย่างไร ซึ่งเปรียบได้กับหน้าสารบัญของหนังสือ ที่ให้ภาพรวมและโครงสร้างของเนื้อหาทั้งหมด เมื่อใดที่ผู้ใช้เริ่มหลงทิศทาง ก็สามารถใช้ระบบเมนูกลับไปสู่หน้าจอที่คุ้นเคยได้เสมอ ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมไฮเปอร์มีเดียนั้นพบว่า เมนูแบบพูลดาวน์ใช้ได้สะดวกทำให้ผู้ใช้ทราบตำแหน่งที่อยู่ และวิธีไปถึงตำแหน่งอื่นๆ ได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ระบบเมนูยังมีรูปแบบอื่นๆ ดังนี้

2.1 เมนูแบบพูลดาวน์ (pull-down menu) เป็นส่วนประกอบของฟอร์มที่มีลักษณะเด่นคือ มีรายการให้เลือกมากมายแต่ใช้พื้นที่น้อยมากเมื่อเปรียบเทียบองค์ประกอบชนิดอื่นๆ การนำ pull-down menu มาให้เป็นการนำทางจะช่วยให้ผู้ใช้เลือกรายการย่อยเข้าไปสู่เป้าหมายอย่างสะดวก เมนูนี้เหมาะสำหรับข้อมูลประเภทเดียวกันที่มีจำนวนมาก เช่น รายชื่อประเทศ จังหวัด หรือภาษา แต่ไม่เหมาะกับข้อมูลจำนวนน้อย หรือข้อมูลต่างประเภทกัน คุณควร

ระวังไม่ใช้เมนูแบบพูลดาวน์มากจนเกินไป การใช้เมนูนี้เป็นการนำทางหลายๆ แห่งในหนึ่งหน้าอย่างไม่เหมาะสมกลับจะสร้างความสับสนให้กับผู้ใช้ เพราะไม่มีการแสดงความสัมพันธ์ของข้อมูลภายในไซท์ และผู้ใช้หน้าใหม่ อาจไม่รู้ว่ามีรายการให้เลือกภายใต้เมนูนั้นก็เป็นได้

2.2 เมนูแบบป๊อปอัพ (Pop-Up Menu) เป็นเมนูอีกรูปแบบหนึ่งที่มีลักษณะคล้าย pull-down menus แต่รายการย่อยของเมนูจะปรากฏขึ้นเองเมื่อผู้ใช้นำ เมาส์ไปวางเหนือตำแหน่งในรายการของเมนูหลัก จากนั้นผู้ใช้ก็สามารถเลื่อนเมาส์ไปเลือกรายการต่างที่ปรากฏ ขึ้นได้ ซึ่งสามารถพัฒนาเมนูแบบนี้ได้โดยภาษาจาวาสคริปต์ (javascript) วิธีนี้จะช่วยให้หน้าเว็บดูไม่รกเกินไปด้วยลิงค์จำนวนมาก และยังช่วยประหยัดพื้นที่แสดงรายการย่อยของเมนูได้

2.3 เมนูต้นไม้ โครงสร้างเว็บไซต์แบบลำดับชั้นสามารถแสดงให้ผู้เรียนเห็นได้อย่างง่ายและรวดเร็ว ด้วยการใช้เมนูที่มีลักษณะที่สามารถขยายเพื่อให้เห็นเมนูย่อยภายในเมนูใหญ่ได้ เมื่อผู้เรียนคลิกที่สัญลักษณ์ + และสามารถยุบเมนูลงเมื่อผู้เรียนเลือกคลิกที่สัญลักษณ์ - เมนูลักษณะนี้ประหยัดเนื้อที่ในการนำเสนอและสามารถตอบสนองผู้เรียนที่ต้องการให้แสดงรายละเอียดของรายการที่จะเลือกได้

2.4 เมนูตามรอยเส้นทาง (Breadcrumb trails) การใช้เมนูเพื่อแสดงลำดับชั้นของโครงสร้างเว็บไซต์ทำให้ผู้เรียนรู้ว่าตนเองอยู่ที่ส่วนใดของเว็บไซต์ รอยของเส้นทางแสดงให้ผู้เรียนเห็นทางที่ได้เข้ามาโดยทั่วไปจากส่วนบนสุดซ้ายของเพจตามลำดับ การออกแบบระบบนำทางแบบรอยของแนวทางเหมาะสมกับเว็บไซต์ที่มีความซับซ้อนมาก ประหยัดพื้นที่การแสดงผลและง่ายสำหรับผู้ดู

3. ระบบดัชนี (index)

ระบบดัชนีที่เรียงตามตัวอักษรมีข้อดีคือทำให้ผู้ใช้สามารถหาคำหรือวลีที่ต้องการได้โดยไม่ต้องทราบตัวสะกดทั้งหมด และสามารถเห็นคำใกล้เคียงอื่นๆ ได้ ซึ่งนับว่าเป็นข้อดีที่เหนือว่าระบบการสืบค้นแบบค้นหาคำ และข้อดีอีกอย่างหนึ่งของระบบดัชนีคือ ผู้ใช้สามารถค้นหาเรื่องที่เกี่ยวข้องโดยใช้คำที่ไม่ปรากฏอยู่ในเรื่องนั้นเลยก็ได้ เป็นลักษณะของการใช้ดัชนีคำคล้าย เช่น บทความที่กล่าวถึงเรื่อง Jazz เมื่อค้นจากคำว่า Improvisation ก็สามารถได้บทความดังกล่าวออกมาด้วย เพราะเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกัน เป็นต้น

4. สารบัญ (Table of content)

สารบัญเป็นส่วนที่แสดงถึงภาพกว้างๆ ของเนื้อหา หรือฐานข้อมูลทั้งหมด ซึ่งสารบัญในไฮเปอร์มีเดียมีความแตกต่างจากสารบัญในหนังสือเนื่องจาก ในหนังสือนั้น สารบัญจะแสดงหัวข้อของบทและเลขหน้าเรียงตามลำดับ แต่ในไฮเปอร์มีเดียเป็นเนื้อหาที่ไม่ใช่เชิงเส้นตรง แต่ยังมีโครงสร้าง ดังนั้นสารบัญในไฮเปอร์มีเดียจึงแสดงถึงโครงสร้างนี้แต่ไม่ได้กำหนดลำดับก่อนหลังไว้

เสมอไป เช่น เนื้อหาทางด้านภูมิศาสตร์ที่แสดงสารบัญเป็นชื่อของรัฐต่าง ๆ ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเลือกอ่านหัวข้อใดก่อนก็ได้

5. แผนที่ (map)

แผนที่ในที่นี้รวมถึงแผนที่ทางภูมิศาสตร์ (geographical map) และแผนผังทางมโนทัศน์ (conceptual map) จุดเด่นของแผนที่คือสามารถให้ภาพที่มองเห็นได้ของข้อมูลที่ไม่เป็นเชิงเส้นตรง กำหนดระดับชั้นได้ และไม่จำเป็นต้องใช้ตัวอักษรในการอธิบายมาก นอกจากนี้การที่แผนที่สามารถแสดงถึงโครงสร้างได้ จึงเป็นการนำทางที่ช่วยการจัดระบบและนำเสนอข้อมูลได้ด้วยในตัว

6. เส้นเวลา (timeline)

เส้นเวลาเป็นวิธีที่จะแสดงถึงยุคสมัยต่าง ซึ่งผู้ใช้สามารถเข้าถึงเนื้อหาได้ตามเวลาดังกล่าวนี้ จุดด้อยของการใช้เส้นเวลาก็คืออาจทำให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ที่ไม่ถูกต้องว่าประวัติศาสตร์เป็นสิงที่เกิดเป็นตอนๆ และเป็นไปตามลำดับ อย่างไรก็ตามข้อเสียดังกล่าวก็ยังไม่มีน้ำหนักมากนักเมื่อเปรียบเทียบกับการที่นักออกแบบสามารถกำหนดกิจกรรมให้เส้นเวลาช่วยในการเรียนรู้ได้ เช่น ผู้เรียนที่คุ้นเคยกับเส้นเวลาประวัติศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกาเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเส้นเวลาประวัติศาสตร์ของประเทศจีนที่ยาวกว่ากันมาก จะก่อให้เกิดความรู้สึกที่ยิ่งใหญ่และอยากเรียนรู้ประเทศจีน เป็นต้น

7.หมวดหมู่รูปภาพ (picture collection)

หมวดหมู่รูปภาพเป็น การนำทางที่มักใช้ในทางศิลปะ รวมถึงการศึกษากายวิภาค วัฒนธรรม และเรื่องราวทางวิทยาศาสตร์อื่นๆ เช่นเว็บเกี่ยวกับพิพิธภัณฑ์ หรือ ห้องสมุด ซึ่งได้รับความนิยมนำมาใช้กับการนำทางมากขึ้นเรื่อยๆ โดยบางบริเวณของกราฟิกนั้น จะถูกกำหนดให้เป็นลิงค์ไปยังส่วนต่างๆ ตามต้องการ เพียงใส่คำอธิบายในส่วนของ ALT (alternative text) ให้ครบถ้วนเพื่อผู้ใช้จะได้รู้ว่าบริเวณนั้นจะถูกลิงค์ไปยังที่ใด การนำทางรูปแบบนี้มีส่วนที่คล้ายคลึงกับแผนที่คือ ช่วยทำให้ผู้ใช้จดจำได้ดีขึ้น และมีความสวยงาม แต่ไม่ได้แสดงถึงโครงสร้างของเนื้อหาข้อมูลอย่างเช่นในแผนที่

8. ระบบการสืบค้นแบบค้นหาคำ (search box)

การค้นหาคำมีความสำคัญมากต่อโปรแกรมไฮเปอร์มีเดียที่มีฐานข้อมูลขนาดใหญ่ การค้นหาคำแบบสืบค้นจะทำให้ผู้ใช้สามารถค้นหาเนื้อหาได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ แต่เหมาะกับเนื้อหาที่กำกับด้วยตัวหนังสือเท่านั้น ยังไม่มีระบบสืบค้นที่ค้นหาจากเสียงต่างๆ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว โดยตรง เป็นการนำทางหนึ่งที่มีประโยชน์สำหรับเว็บที่มีข้อมูลปริมาณมาก ทำให้ผู้ใช้ ค้นหาสิ่งที่ต้องการได้อย่างรวดเร็วโดยระบุคีย์เวิร์ดที่สนใจ เนื่องจากข้อมูลในเว็บไซท์นั้นอาจไม่ได้จัดระบบไว้ตรงกับความสนใจของผู้อ่าน ซึ่งจุดด้อยของการสืบค้นคือ ผู้ใช้จะเกิดการหลงทาง

ได้ง่าย ยกตัวอย่างเช่น สืบค้นคำว่า Mississippi River ผลที่ได้จะแสดงถึงแม่น้ำ Mississippi แต่ไม่รู้ว่าอยู่ในส่วนใดของประเทศอเมริกา ต่างจากการคลิกเลือกจากแผนที่ นอกจากนี้กรณีที่ฐานข้อมูลมีขนาดใหญ่ อาจทำให้ได้ผลการสืบค้นมากมายเป็นร้อยข้อมูล ซึ่งมากเกินความต้องการและทำให้สับสนได้ว่าจะเลือกข้อมูลใด

9. ระบบที่คั่นหนังสือและประวัติการใช้งาน (bookmark and historic)

ในระบบที่คั่นหนังสือ ผู้ใช้สามารถกำหนดให้โปรแกรมจดจำหน้าที่ต้องการไว้ได้ เช่น กำหนดแล้วเก็บไว้ในระบบเมนูแบบพูลดาวน์ เมื่อต้องการก็สามารถเลือกกลับมาที่หน้านั้นๆ ได้ และผู้ใช้จะกำหนดให้จดจำกี่หน้าก็ได้ ระบบประวัติการใช้งานนี้โปรแกรมไฮเปอร์มีเดียจะทำการจัดเก็บประวัติการใช้งานของผู้ใช้โดยอัตโนมัติว่าไปที่หน้าไหนบ้างตามลำดับ ซึ่งผู้ใช้สามารถใช้ระบบนี้กลับไปสู่หน้าที่เคยผ่านมาแล้วได้ ทั้งระบบที่คั่นหนังสือและประวัติการใช้งานมักพบในไฮเปอร์มีเดียที่มีฐานข้อมูลขนาดใหญ่เช่นเว็บ แต่ไม่นิยมสร้างไว้ในระบบขนาดเล็ก

2.4 คุณสมบัติและหลักการออกแบบระบบการนำทาง

การออกแบบระบบนำทางนับว่ามีความสำคัญเป็นอันดับสองรองจากการออกแบบเนื้อหาในเว็บไซต์เพื่อการศึกษา เนื่องจากระบบเครื่องมือนำทางนั้นจะทำหน้าที่เสมือนเครื่องมือในการจัดลำดับเนื้อหา ถ้าไม่มีการออกแบบเครื่องมือนำทางที่ดี ผู้เรียนอาจสับสนกับโครงสร้างของเนื้อหา และทำให้ไม่สามารถเข้าถึงเนื้อหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น อาจข้ามเนื้อหาบางส่วนไปหรืออาจไม่สามารถเข้าถึงเนื้อหาที่เหมาะสมหรือต้องการได้ ดังนั้นระบบนำทางจึงควรจะมีคุณสมบัติของดังนี้ (ใจทิพย์ ณ สงขลา, 2547)

1. ระบบการนำทางต้องเสนอว่าผู้เรียนกำลังศึกษาอยู่ ณ ที่ใด เช่น การให้แผนที่นำทางแสดงให้เห็นสถานะของการเชื่อมโยงนั้น กับความสัมพันธ์ของการเชื่อมโยงส่วนในอื่นๆ ของเว็บไซต์อย่างชัดเจน

2. ระบบการนำทางช่วยให้ผู้เรียนรู้ได้ว่าศึกษาเรื่องใดมาแล้ว เช่น การใช้เทคนิควิธีการเปลี่ยนแปลงสีหรือลักษณะของการเชื่อมโยงที่ผู้เรียนได้เคยเข้าศึกษามาแล้ว หรือการเก็บบันทึกการเข้าศึกษาของผู้เรียนและแจ้งให้ผู้เรียนทราบ

3. ระบบการนำทางสามารถชี้แนะให้ผู้เรียนตัดสินใจได้ว่าควรจะศึกษาเรื่องใดต่อไป ระบบนำทางสามารถให้ข้อมูลโครงสร้างการเชื่อมโยงทั้งเว็บไซต์ และอาจแสดงให้ผู้เรียนรู้ว่าได้ศึกษาข้อมูลใดมาแล้วบ้าง จึงทำให้ผู้เรียนสามารถตัดสินใจที่จะเลือกไปยังส่วนใดของเว็บไซต์ต่อไป ทั้งนี้ระบบนำทางอาจยังนำให้ผู้เรียนไปสู่ยังเนื้อหาส่วนใดส่วนหนึ่งอย่างเจาะจงได้ ด้วยวิธีการสร้างเชื่อมโยงที่นำทางไปยังส่วนนั้น ๆ

ในการพัฒนาบทเรียนบนเว็บนั้น การออกแบบระบบนำทางเป็นส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญมาก เนื่องจากหากระบบนำทางในบทเรียนทำหน้าที่อย่างไม่มีประสิทธิภาพแล้ว ผู้เรียนก็จะประสบกับปัญหาอุปสรรคมากมาย แต่ถ้าสามารถออกแบบระบบนำทางได้ดี ในบทเรียนก็จะมีความกลมกลืน ต่อเนื่องอำนวยความสะดวกต่อการเรียนรู้ได้ อย่างไรก็ตามข้อพิจารณาในการออกแบบระบบนำทางนั้นมีอยู่หลากหลายมุมมองทั้งแง่ของประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน ความสวยงาม จำนวนและชนิดของเครื่องมือที่ใช้ ดังนั้น Fleming (1998) ได้เสนอข้อแนะนำในการออกแบบระบบนำทางไว้ 5 ข้อ ดังต่อไปนี้

1. ให้ความสำคัญกับเป้าหมายและความต้องการของผู้เรียน

ในการออกแบบระบบนำทางในบทเรียน จำเป็นต้องมีการคาดการณ์ถึงพฤติกรรมของผู้เรียนในการเรียนบทเรียนซึ่งจะนำไปสู่การตอบสนองต่อเป้าหมายและความต้องการของผู้เรียน ยกตัวอย่างเช่น หากเป็นเว็บไซต์ขายหนังสือ สิ่งที่ผู้ใช้ต้องการคือเข้ามาเลือกหาหนังสือที่ต้องการ ดังนั้นความต้องการอาจเป็นได้ตั้งแต่การค้นหาหนังสือที่รู้ตัวเล่มมาก่อน ไม่ว่าจะเป็นชื่อเรื่อง ชื่อผู้แต่ง เป็นต้น หรือ การค้นหาหนังสือที่มีเนื้อหาคล้ายคลึงกัน หรือการต้องการคำแนะนำในการเลือกซื้อหนังสือในบางหมวด ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะนำไปสู่การกำหนดชนิดและจำนวนของเครื่องมือนำทางที่จำเป็นจะต้องใช้ต่อไป ทำนองเดียวกันกับบทเรียนในเว็บไซต์ ซึ่งนอกจากความต้องการของผู้เรียนแล้ว เป้าหมายของผู้เรียน ซึ่งต้องสอดคล้องกับเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของบทเรียนก็ต้องเป็นสิ่งที่นักออกแบบต้องคำนึงถึงด้วยเช่นกัน

2. ใช้ระบบนำทางที่ทำงานได้จริง

ระบบนำทางที่ดีไม่จำเป็นจะต้องมีจำนวนและประเภทเครื่องมือที่หลากหลาย แต่ให้มีในจำนวนที่พอเหมาะแก่การใช้งาน และมีคุณสมบัติที่เอื้อประโยชน์ต่อการใช้งาน เช่น เป็นระบบที่เข้าใจได้ง่าย มีความคงที่ในบทเรียน ให้ผลป้อนกลับที่จำเป็นได้ สอดคล้องกับบริบทเนื้อหา มีทางเครื่องมือทางเลือกให้ใช้ มองเห็นได้ชัดเจน สนับสนุนเป้าหมายการใช้งานของผู้ใช้

3. วางแผนการใช้งานระบบนำทางในส่วนย่อยๆ ของบทเรียนด้วย

มีอยู่หลายบทเรียนที่ให้ความสำคัญกับระบบนำทางเฉพาะในส่วนหน้าแรกหรือเมนูหลักเท่านั้น แต่ภายในเนื้อหาบทเรียนย่อยๆ ไม่มีระบบนำทางหรือมีจำกัด ดังนั้นผู้เรียนจำเป็นต้องย้อนกลับมาที่จุดเริ่มต้นอยู่เสมอ และทำให้เกิดความรู้สึกไม่ต่อเนื่องในการเรียนรู้ การป้องกันปัญหานี้ทำได้ตั้งแต่ขั้นการเขียนสตอรีบอร์ด เนื่องจากสตอรีบอร์ดจะแสดงถึงขั้นตอนในแต่ละหน้าจอที่มีความเกี่ยวข้องกัน ซึ่งจะช่วยให้นักออกแบบนึกถึงระบบนำทางที่จำเป็นในการไปสู่หน้าจอที่เกี่ยวข้องและมีความสำคัญได้ นอกจากนี้ขั้นตอนการกำหนดโครงสร้างเว็บไซต์ก็มีความสำคัญเช่นกัน เพราะเป็นส่วนรากฐานที่จะกำหนดความเป็นไปในบทเรียนทั้งหมด

4. การใช้เครื่องมือทางลัด

การใช้เครื่องมือทางลัดเพื่อเข้าถึงเนื้อหาที่จำเพาะเจาะจง ก็เป็นส่วนที่มีความสำคัญที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้เขาถึงเนื้อหาที่ต้องการอย่างรวดเร็วและสะดวก เครื่องมือเหล่านี้ได้แก่ เครื่องมือค้นหา แผนผัง สารบัญหัวข้อ ระบบเมนูแบบดึงลง หรือพูลดาวน์เมนู ซึ่งแนวคิดเกี่ยวกับการใช้เครื่องมือทางลัดเหล่านี้ก็คือ การนำผู้ใช้ไปสู่เนื้อหาที่ต้องการให้ได้เร็ว และสะดวกที่สุด ดังนั้นหากไม่ต้องสนองต่อทั้งความเร็วและความสะดวกแล้ว จำเป็นต้องปรับปรุงเครื่องมือให้ดีขึ้น เช่น หากเครื่องมือค้นหามีตัวเลือกต่างๆ มากมายที่ไม่เป็นจำเป็น จะทำให้ผู้ใช้เกิดความรู้สึกยุ่งยาก หรือการออกแบบระบบเมนูที่สวยงามแต่ต้องรอนาน เป็นต้น

5. คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล

ความแตกต่างระหว่างบุคคลอาจมองได้ในหลายลักษณะ เช่น อายุ รูปแบบการคิด ความถนัดหรือชำนาญในการใช้คอมพิวเตอร์ เป็นต้น ซึ่งความแตกต่างระหว่างบุคคลเหล่านี้ส่งผลต่อความชอบ และประสิทธิภาพที่เกิดขึ้นจากการใช้งานระบบนำทางที่แตกต่างกัน ดังนั้นนักออกแบบเว็บ จำเป็นจะต้องออกแบบระบบนำทางที่ใช้เป็นทางเลือกไว้ควบคู่กับระบบนำทางหลักเสมอ เช่น การออกแบบระบบสืบค้น หรือระบบแผนผังเว็บไซต์ ไว้ประกอบกับระบบเมนูที่ใช้เป็นหลัก เป็นต้น

นอกจากนี้ กิดานันท์ มลิทอง (2542) ยังได้เสนอแนะหลักการออกแบบระบบการนำทางให้เหมาะสม และมีประสิทธิภาพ เพื่อประโยชน์ต่อผู้ใช้งานได้อย่างสะดวกคล่องตัวในการเคลื่อนที่และจะเกิดความเข้าใจถึงโครงสร้างของเนื้อหาได้อย่างชัดเจนไว้ดังต่อไปนี้

1. คำนึงถึง ความสวยงาม ความชัดเจน และเข้าใจง่าย ไม่สร้างความสับสนให้แก่ผู้ใช้ มีรูปแบบที่สื่อความหมาย เหมาะสมทั้งหน้า โดยทั่วไปมักใช้ลักษณะการเชื่อมโยงมาตรฐานของบราวเซอร์ เพราะเป็นสิ่งที่ผู้ใช้ส่วนใหญ่เข้าใจดีอยู่แล้ว ไม่ควรปรับแก้ไขให้ผิดไป หากออกแบบในลักษณะที่เป็นกราฟิกสัญลักษณ์ก็ควรให้สื่อความหมายได้ง่าย หากกราฟิกที่ใช้สวยงามแต่เข้าใจยาก ก็ควรมีคำอธิบายที่สั้นๆ และชัดเจนประกอบอยู่ด้วยกัน

2. มีการตอบสนองผู้ใช้ โดยมีระบบที่ช่วยให้ผู้ใช้ทราบว่าตอนนี้ตนเองอยู่ในตำแหน่งใด เช่น การเปลี่ยนแปลงสีหรือลักษณะของรายการปัจจุบันให้แตกต่างไปจากรายการอื่น รวมทั้งการช่วยให้ผู้ใช้ทราบว่าตนได้ผ่านเนื้อหาใดไปบ้างแล้ว โดยการใช้สีที่แตกต่างกันระหว่างลิงค์ที่ผ่านมาแล้วกับที่ยังไม่เข้าไป

3. ระดับของการมองเห็นหรือตำแหน่งของระบบการนำทางก็ส่งผลต่อความชัดเจนด้วยเช่นกัน จึงควรอยู่ในที่ๆ มองเห็นได้ ส่วนมากนิยมวางไว้ด้านบนสุดหรือด้านซ้ายมือของจอ หากเนื้อหาในหน้านั้นมีความยาวมากกว่าหนึ่งหน้าจอคอมพิวเตอร์ ก็ควรมีระบบการนำทางไว้ในบริเวณด้านล่างด้วย นอกจากนั้นยังต้องคำนึงถึงด้วยว่าขนาดของระบบการนำทางที่ใช้นั้นทำให้

สิ้นเปลืองเนื้อที่บนหน้าจอหรือไม่ เพราะหากใช้พื้นที่มากเกินไปจะทำให้สิ้นเสียพื้นที่ในการนำเสนอเนื้อหาไปโดยเปล่าประโยชน์

จากที่ได้ศึกษามาทั้งหมดนั้น สามารถสรุปได้ว่าการออกแบบระบบการนำทางต้องคำนึงถึงความสวยงาม และความชัดเจน ตำแหน่งของการนำทางที่จะส่งผลต่อการมองเห็นได้ง่าย สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งคือ ไม่ให้ผู้ใช้ต้องเรียนรู้วิธีใช้ระบบการนำทางด้วยตนเองมากเกินไปนัก การนำทางหลายแบบผสมผสานกันจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดมุมมองที่หลากหลายต่อเนื้อหาเกิดโครงสร้างทางความคิด และสามารถแปลผลข้อมูล และประยุกต์ใช้ข้อมูลในสถานการณ์ต่างๆ ได้จนถึงขั้นคิดแก้ปัญหา อย่างไรก็ตามหากมีรูปแบบการนำทางมากเกินไป ผู้ใช้อาจจะสับสน และหน้าจออาจดูไม่เป็นระเบียบ แต่ถ้ามีน้อยเกินไปก็จะไม่ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างครอบคลุม อย่างไรก็ตามนักออกแบบควรจะเลือกใช้วิธีการออกแบบระบบโครงสร้างการนำทางที่เหมาะสมที่สุด และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามต้องการ รวมถึงมีคำแนะนำวิธีใช้งานเครื่องมือนำทางให้กับผู้ใช้งานด้วย

3. แบบการคิด (Cognitive Style)

แบบการคิดมีขอบเขตในการศึกษาได้หลายรูปแบบ มิติของแบบการคิดที่ได้รับการศึกษาและวิจัยมากเพื่อนำไปใช้ในวงการศึกษา และเป็นแบบที่น่าจะมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้บนเว็บ คือ แบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ (Field Independence : FI) และแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ (Field Dependence : FD) ซึ่งเป็นบุคคลที่มีความสามารถแยกรายละเอียดการรับรู้ การจดจำ การแก้ปัญหา และการตัดสินใจที่มีต่อการประมวลข้อมูลข่าวสารซึ่งจะเชื่อมโยงไปสู่ความสามารถทางปัญญา ความรู้สึก และสังคมที่แตกต่างกัน

3.1 ความหมายของแบบการคิด

ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันได้มีผู้ให้ความสนใจ และศึกษาในเรื่องแบบการคิดกันมาก และจากผลการวิจัยหลายเรื่องเกี่ยวกับแบบการคิดให้การสนับสนุนว่าแบบการคิดเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่ส่งผลส่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในลักษณะของการรับรู้ การจำ การคิด การแก้ปัญหา และการตัดสินใจที่มีต่อการประมวลข้อมูลข่าวสาร และประสบการณ์ของบุคคล ซึ่งจะเชื่อมโยงไปสู่ความสามารถทางปัญญา ความรู้สึก และสังคมมิติ โดยมีนักการศึกษา และนักจิตวิทยาหลายท่านได้ให้นิยาม และอธิบายความหมายของแบบการคิดไว้ต่างๆ กัน ดังต่อไปนี้

Kogan (1971) ได้ให้ความหมายของแบบการคิดว่า “เป็นความแตกต่างระหว่างบุคคลในด้านการรับรู้ การจำ การคิด ความเข้าใจ การแปลงข่าวสาร และการนำข่าวสารไปใช้ประโยชน์”

Witkin และ คณะ (1971) กล่าวโดยสรุปว่า แบบการคิดเป็นลักษณะบุคลิกภาพของบุคคลที่แสดงให้เห็นถึงการรับรู้ และกระบวนการคิดของแต่ละบุคคล ซึ่งค่อนข้างจะมีความคงเส้นคงวา โดยมีลักษณะ ดังนี้

1. แบบการคิดเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการรับรู้ มากกว่าขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการจดจำ

2. แบบการคิดมีอิทธิพลต่อบุคลิกภาพของบุคคล และเป็นตัวชี้ลักษณะที่เด่นในตัวบุคคลให้แสดงออกมา

3. แบบการคิดเป็นสิ่งที่ติดตัวบุคคลแต่ละคน ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามอายุแต่ไม่อาจ ทำให้รูปแบบการคิดของบุคคลนั้นๆ เปลี่ยนแปลงจากเดิมไปโดยสิ้นเชิง

4. แบบการคิดมีคุณลักษณะเด่น 2 คุณลักษณะ คือ แบบการคิดแบบอิสระ และแบบการคิดแบบพึ่งพิง

Ausburn และ Ausburn (1978) ได้ให้มโนทัศน์ของแบบการคิดว่าเป็น "มิติทางจิตวิทยา" ซึ่งแสดงถึงการได้มาของข่าวสาร และกระบวนการสนเทศ หรืออาจกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่า เป็นเรื่องของความแตกต่างระหว่างบุคคลในการเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วยการรับรู้ ความคิด ความจำ จินตภาพและการแก้ปัญหาซึ่งระดับของกระบวนการเรียนรู้นี้มิใช่เป็นเพียงเรื่องของทักษะหรือความสามารถเท่านั้น แต่เป็นความถนัดและยังเป็นความแตกต่างระหว่างบุคคลในการ ศึกษาข่าวสาร การเก็บข่าวสาร การจัดทำอันมีขั้นตอนต่างๆ รวมถึงการนำข่าวสารไปใช้ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ จะแสดงถึงความคิดทางสมองที่แตกต่างกัน

Saracho และ Spodek (1981 อ้างถึงใน ณัฐกร สงคราม, 2543) ให้ความหมายของแบบการคิดว่า เป็นคุณลักษณะของการรับรู้สิ่งเร้า สิ่งแวดล้อม สติปัญญา และพฤติกรรมทางสังคมของแต่ละบุคคลที่แตกต่างกันออกไป

อย่างไรก็ตามจากความหมายของแบบการคิดที่ยกมาเป็นตัวอย่างดังกล่าวนั้น สามารถสรุปได้ว่า แบบการคิด หมายถึง ลักษณะการคิด การรับรู้ การจำ ความเข้าใจ การแก้ปัญหา และการนำไปใช้ในเนื้อหา หรือสิ่งที่ได้มาของบุคคลที่ส่งผลต่อบุคลิกภาพ พฤติกรรมและการเรียนรู้ในด้านต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การแก้ปัญหา ทักษะความสามารถรวมทั้งด้านทัศนคติของแต่ละคน

3.2 ประเภทของแบบการคิด

วิธีการแบ่งประเภทบุคคลตามแบบการคิดตามทฤษฎีของ Witkin และ คณะ (1977) นี้ ได้แบ่งรูปแบบการคิดของบุคคลโดยตัดสินจากความสามารถของบุคคลที่จะเอาชนะอิทธิพลจากการลวงให้ไขว้เขวของภาพ ขณะที่บุคคลกำลังพยายามจัดจำแนกสิ่งเร้า ออกเป็น 2 รูปแบบ คือ

1. ฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์เป็นรูปแบบการคิดของบุคคลที่เป็นอิสระ จากการลวงของภาพที่เป็นพื้นได้มาก เป็นบุคคลที่มีการรับรู้เนื้อหาสาระของสิ่งเร้าหรือข้อมูลอย่างมีการวิเคราะห์สาระหรือสิ่งเร้านั้นอย่างละเอียดถี่ถ้วนมากกว่าที่จะรับรู้สาระนั้นอย่างรวมๆ ทั้งยังสามารถสรุป และแก้ปัญหาในสิ่งเร้าต่างๆ ที่เสนอมาโดยจะรวบรวมจัดสาระสิ่งเร้าที่เสนอใหม่ และจดจำสิ่งเร้าในรูปของมโนทัศน์ที่ซับซ้อนได้

2. ฟิลด์ ดิเพนเดนซ์เป็นแบบการคิดของบุคคลที่มีลักษณะการคิดวกวน สับสนอันเนื่องมาจากอิทธิพลการลวงของภาพที่เป็นพื้น จนขาดการพินิจพิเคราะห์ในสาระที่ได้รับ จะตกอยู่ภายใต้อิทธิพลของสิ่งแวดล้อมและค่อนข้างจะถูกโน้มน้าวให้ดูสาระหรือสิ่งเร้าที่นำเสนอในภาพรวม และมักใช้ประสบการณ์เดิมของตนมาตรวจสอบข้อมูลหรือสิ่งเร้าที่ได้รับ

3.3 วิธีการจำแนกแบบการคิดของบุคคล

การจำแนกแบบการคิดของบุคคลตามวิธีของ Witkin และ คณะ (1971) ในอดีต มีอยู่ 2 วิธี คือ วิธีแรกเป็น การทดสอบที่เรียกว่า ร็อดแอนเฟรมเทสท์ (Rod-and-Frame Test : RFT) ผู้เข้ารับการทดสอบจะเข้าไป อยู่ในห้องปฏิบัติการที่มีกรอบสี่เหลี่ยม และเส้นเรืองแสง (Luminous Square Frame and Rod) ซึ่งอยู่แนวเดียวกันทั้งกรอบและเส้นเรืองแสงสามารถหมุนตามเข็มและทวนเข็มนาฬิกาได้อย่างเป็นอิสระ ต่อกัน เมื่อเริ่มการทดลองจะเห็นทั้งกรอบ และเส้นเรืองแสงวางอยู่ในลักษณเอียง วิทกิน จำแนกแบบการคิดโดยพิจารณาลักษณะการปรับเส้นเรืองแสงของผู้รับการทดสอบ วิทกินพบว่า บางคน ปรับเส้นโดยยึดกรอบเรืองแสงเป็นหลัก เช่น ถ้าวางกรอบ 30 องศา ผู้นั้นจะปรับเส้นเรืองแสงเอียง 30 องศาตามแนวกรอบ โดยที่เข้าใจว่าตนเองปรับเส้นเรืองแสงได้ตรงตั้งฉากกับแนวพื้นราบแล้ว กลุ่มนี้ จัดเป็นพวกที่ต้องพึ่งพิงสภาพแวดล้อม หรือผู้ที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์นั่นเอง แต่จะมีคนอีก กลุ่มหนึ่งที่สามารถปรับวัตถุได้ตรงโดยไม่ขึ้นกับความเอียงของกรอบเรืองแสง พวกนี้จัดเป็นกลุ่มฟิลด์ ดิเพนเดนซ์เพราะไม่ต้องพึ่งพาสภาพแวดล้อม

วิธีที่สอง เรียกว่า เดอะบอดี้ เอดจัสท์เมนท์ เทสท์ (The Body-Adjustment Test : BAT) เป็นการทดสอบการปรับตำแหน่งของตนเองโดยผู้เข้ารับการทดสอบจะนั่งอยู่บนเก้าอี้ที่สามารถปรับให้เอนไปมาได้ในลักษณะตามเข็มและทวนเข็มนาฬิกา เก้าอี้ดังกล่าวจะตั้งอยู่ในห้องที่

สามารถ ปรับระนาบการหมุนได้เช่นกัน เมื่อเริ่มการทดสอบเก้าอี้และห้องจะอยู่ในลักษณะเอียง ผู้เข้ารับการ ทดสอบซึ่งนั่งอยู่บนเก้าอี้จะต้องปรับเก้าอี้ที่ตนนั่งให้อยู่ในลักษณะที่ตั้งฉากกับพื้นโลก จากการทดสอบ พบว่าบางคนสามารถปรับเก้าอี่ให้ตั้งฉากกับพื้นโลกได้ วิทกินเรียกกลุ่มนี้ว่าเป็นบุคคลที่มีแบบการคิด แบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ส่วนคนที่ปรับเก้าอี้โดยขึ้นอยู่กับความเอียงของพื้นห้องถือว่าเป็นกลุ่มที่มี แบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์

ต่อมาวิทกินได้พัฒนาวิธีการทดสอบไปจากเดิม โดยเปลี่ยนจากการทดสอบในห้องทดลองมาเป็น การทดสอบที่เรียกว่า เดอะเอมเบดเดด ฟิกเกอร์ เทสท์ (The Embedded Figures Test : EFT) ได้รับการพัฒนาโดย Herman A.Witkin, Phillip K. Oltman, Evelyn Raskin & Stephen A. Karp (1971) ซึ่งเป็นการทดสอบรายบุคคลเกี่ยวกับการรับรู้สิ่งต่างๆ จาก สภาพแวดล้อม โดยแบบทดสอบที่ใช้ในการจำแนกแบบการคิดด้วยวิธีนี้ ในปัจจุบันได้พัฒนาออกมาอีก 2 แบบ คือ แบบทดสอบ เดอะ ชิลเดรน เอมเบดเดด ฟิกเกอร์ เทสท์ (The Children Embedded Figures Test : CEFT) สำหรับใช้ทดสอบกับเด็กที่มีช่วงอายุ 5 - 10 ขวบ ซึ่งต้องใช้วัดเป็นรายบุคคล และแบบทดสอบ เดอะกรุป เอมเบดเดด ฟิกเกอร์ เทสท์ (The Group Embedded Figures Test : GEFT) ซึ่งใช้สำหรับวัดบุคคลทั่วไปที่มีอายุตั้งแต่ 10 ขวบขึ้นมา และสามารถวัดได้กับคนครั้งละมากๆ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้แบบทดสอบเดอะ เอมเบดเดด ฟิกเกอร์ เทสท์ เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งมีอายุมากกว่า 10 ปี ขึ้นไป และต้องทำการทดลองเป็นกลุ่มใหญ่ โดยแบบทดสอบเดอะ เอมเบดเดด ฟิกเกอร์ เทสท์ นี้ เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้เข้ารับการทดสอบค้นหารูปภาพทรงเรขาคณิตง่ายๆ ที่กำหนดให้ ซึ่งจะซ่อนอยู่ในภาพใหญ่ที่มีความซับซ้อนอีกที โดยมีระยะเวลาเป็นเกณฑ์กำหนด บุคคลใดที่มี แบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์จะมองเห็นภาพที่ซ่อนอยู่ในความซับซ้อนได้ง่าย ในขณะที่บุคคล ที่มีลักษณะแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์จะมองเห็นยากเนื่องจากถูกรบกวนด้วยความซับซ้อนของภาพใหญ่ แบบทดสอบนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอน ตอนที่หนึ่งมีภาพให้ค้นหา 7 ภาพ กำหนดให้ใช้เวลา ในการค้นหาภาพ 2 นาที ส่วนตอนที่ 2 และตอนที่ 3 มีภาพให้ค้นหาตอนละ 9 ภาพ ซึ่งกำหนดให้ใช้ เวลาในค้นหาภาพ ตอนละ 5 นาที รวมเวลาในการทำแบบทดสอบนี้ทั้งหมด 12 นาที การตรวจ ให้คะแนนจะตรวจให้คะแนนเฉพาะตอนที่ 2 และตอนที่ 3 โดยให้คะแนนภาพที่ถูกต้องภาพละ 1 คะแนน ผู้ที่ได้คะแนนตั้งแต่ 0-6 คือผู้ที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ผู้ที่ได้คะแนน 13-18 คะแนน เป็นผู้ที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ส่วนผู้ที่ได้คะแนน 7-12 คะแนน ถือว่าเป็นกลุ่มผสม (Field-mixed : FM) หรือกลุ่มกลางที่ไม่มีแบบการคิดเอนเอียงไปเป็นแบบใด

3.4 ลักษณะของบุคคลที่มีแบบการคิดต่างกัน

รูปแบบการคิดมีลักษณะเด่นอยู่ 2 ลักษณะ (Bipolar) คือ ลักษณะฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ โดยแท้ และลักษณะ ฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ โดยแท้ แต่ก็ยังมีบุคคลที่มีแบบการคิด 2 ลักษณะรวมกัน ซึ่งจะมีอย่างหนึ่งมาก หรือน้อยกว่านั้น สามารถวัดได้จากคะแนนที่ได้จากการทดสอบด้วย แบบทดสอบเดอะเอมเบดเดด ฟิกเกอร์ เทสท์

จากการศึกษาค้นคว้า และรวบรวมงานวิจัย พบว่าผู้ที่มีแบบการคิดต่างกัน จะมีลักษณะเฉพาะตัวที่แตกต่างกัน คือ แบบการคิดมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นๆ อีกหลายด้าน เช่น เรื่องของเพศ วัย ระดับสติปัญญา เป็นต้น ผลจากการศึกษาพบว่า เพศหญิงจะมีความเป็นฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ มากกว่าเพศชาย ส่วนในเรื่องพัฒนาการของความเป็นฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ และฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ในตัวบุคคลพบว่า ความเป็นฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ในตัวคนเรา จะเพิ่มขึ้นในอัตราที่สัมพันธ์กับระดับอายุ ในช่วง 8 - 15 ปี ความเป็นฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์จะเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ อายุ 15 - 24 ปี ความเป็นฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์จะแสดงออกอย่างชัดเจน และเมื่อคนมีอายุมากขึ้น และเข้าสู่วัยชรา ความเป็นฟิลด์ ดิเพนเดนซ์จะค่อยๆ เพิ่มขึ้น (Witkin and other,1971)

ผู้ที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์จะรับรู้สิ่งเร้าในภาพรวม สิ่งแวดล้อมจะมีอิทธิพลต่อการรับรู้สิ่งเร้า ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการวิเคราะห์เนื้อหาจะมีความเชื่อตามค่านิยมและบรรทัดฐานของสังคม สนใจต่อบุคคลอื่นที่อยู่รอบตัวเป็นอย่างมาก และสร้างความสนิทสนมต่อผู้ที่มีปฏิสัมพันธ์ด้วย ในขณะที่ผู้ที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์จะรับรู้สิ่งเร้าในส่วนที่เป็นรายละเอียด จะยึดมั่นในความเชื่อของตนเองเป็นหลัก จะชอบอยู่ตามลำพัง และไม่สนใจต่อบุคคลอื่น (Saracho and Spodek, 1981 อ้างถึงใน ณัฐกร สงคราม, 2543)

บุคคลที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์จะสามารถเรียนและจำได้ดีในการเรียนรู้เกี่ยวกับการวิเคราะห์จำแนกแยกแยะในทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และยังสนใจที่จะเรียนในเรื่องที่เป็นนามธรรม และทฤษฎีต่างๆ แต่สำหรับบุคคลที่มี แบบการคิด แบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์จะสามารถเรียนได้ดีในการเรียนเรื่องทั่วๆ ไปในด้านสังคมศาสตร์ (Goodenough, 1976)

ในด้านการเข้าถึงเนื้อหา ผู้ที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์จะสามารถเจาะเข้าถึงเนื้อหาส่วนย่อยที่เป็นส่วนประกอบของเนื้อหาสาระส่วนรวม และเข้าใจด้วยว่าส่วนย่อยนั้นเป็นส่วนที่แยกต่างหาก ออกมาจากส่วนรวมทั้งหมดอย่างไร และเป็นผู้ที่สามารถนำระบบโครงสร้างของการแก้ปัญหาของตนเองไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้ ในทางตรงข้ามบุคคล

ประเภทที่ฟิลด์ ดิเพนเดนซ์จะต้องอาศัยการมองเห็นเนื้อหาสาระที่เป็นส่วนรวมทั้งหมดก่อนเพื่อเป็นแนวทาง สำหรับทำความเข้าใจเนื้อหาส่วนย่อยซึ่งเป็นส่วนประกอบของส่วนรวมทั้งหมด และจะไม่สามารถ แยกแยะเนื้อหาสาระได้โดยไม่มีบริบทหรือสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องเข้ามาช่วย (สมพร จารุนัฏ, 2540)

ผู้ที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์จะทำงานโดยมุ่งที่ตัวงาน และอาจไม่ต้องการกรอบหรือระบบโครงสร้างอะไรมาช่วยนำทางในการแก้ปัญหาเท่าไหร่นัก รวมทั้งสามารถแยกแยะปัญหาใหญ่ออกเป็นส่วนประกอบย่อยได้ดีกว่าผู้ที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ซึ่งจะมีลักษณะตรงกันข้าม กล่าวคือทำงานที่มุ่งตัวบุคคลอื่น สนใจว่าคนอื่นๆ จะพูดหรือทำอะไรมากกว่าอย่างอื่น ชอบอยู่กับคนอื่นและชอบทำงานเป็นกลุ่ม เมื่อเนื้อหาสาระที่จะต้องเรียนขาดโครงสร้างหรือกรอบนำทาง และผู้เรียนจะต้องสร้างขึ้นเองในการที่จะเข้าใจเนื้อหาสาระ บุคคลประเภทฟิลด์ ดิเพนเดนซ์มักจะประสบปัญหามากกว่าบุคคลประเภทฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ผู้เรียนที่มีลักษณะแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์อาจจะต้องการความชัดเจนอย่างมากในเนื้อหาสาระที่จะต้องอ่านและในงานที่จะต้องทำ ตรงกันข้ามผู้เรียนแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์อาจจะพอใจทำงานที่มีการเสนอแนะอย่างหลวมๆ มี แนวทางปฏิบัติภายในกรอบกว้างๆ เพื่อที่จะได้ใช้ความคิดอย่างกว้างขวางอิสระ (สมพร จารุนัฏ, 2540)

ในการเรียนรู้ และการใช้ประโยชน์จากความเด่นชัดของตัวชี้แนะ ผู้ที่มีรูปแบบการคิดทั้งสองแบบนี้จะมีพฤติกรรมการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน 2 ลักษณะ กล่าวคือผู้ที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์จะมีความสามารถในการสรุปหลักการต่างๆ จากประสบการณ์ของตนได้ดีกว่าผู้ที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ เช่น ในการเรียนเนื้อหาที่มีโครงสร้างคลุมเครือ ผู้เรียนต้อง สรุปหลักการด้วยตนเอง ผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์จะสามารถใช้ประโยชน์จากตัวกลางในการเรียนรู้เพื่อเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ และสรุปเป็นหลักการได้ดีกว่ากลุ่มที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์อีกลักษณะหนึ่งคือการใช้ประโยชน์จากความเด่นชัดของตัวชี้แนะ ซึ่งตัวชี้แนะที่เด่นชัดมากจะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่าตัวชี้แนะที่เด่นชัดน้อย และจะส่งผลต่อผู้ที่มีความคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์มากกว่าผู้ที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ (พัชรี เกียรตินันทวิมล, 2530)

นอกจากนี้ Ramirez และ Castaneda (1974) ยังได้สรุปคุณลักษณะของผู้เรียนโดยเปรียบเทียบระหว่างผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ และแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบคุณลักษณะของผู้เรียนระหว่างผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ และแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์

ลักษณะผู้เรียน (Student Characteristics)	**แบบการคิด**	
	ฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์	**ฟิลด์ ดิเพนเดนซ์**
ลักษณะบุคลิกภาพโดยรวม (Overall characteristics)	มุ่งความสนใจเป็นส่วนๆ มากกว่าสนใจในภาพรวมทั้งหมด	มุ่งความสนใจเป็นภาพรวม หรือองค์รวม มากกว่าแยกสนใจเป็นส่วนๆ
	เป็นคนที่ให้ความสนใจต่อสิ่งที่สนใจและวิเคราะห์ความแตกต่างได้เป็นอย่างดี	เป็นคนที่ให้ความสนใจกับความสัมพันธ์และลักษณะทางสังคม
	อธิบายหรือแสดงให้เห็นสิ่งที่สนใจโดยมุ่งไปที่รูปแบบเรื่องราว	อธิบายหรือแสดงให้เห็นสิ่งที่สนใจในลักษณะที่เชื่อมโยงกับรูปแบบเรื่องราว
ความสัมพันธ์กับเพื่อน (Relationship to peers)	ชอบที่จะทำงานคนเดียว เป็นอิสระ	ชอบที่จะทำงานร่วมกับผู้อื่นเพื่อทำให้งานประสบความสำเร็จบรรลุเป้าหมาย
	ชอบที่จะแข่งขันและได้รับความสนใจเป็นรายบุคคลเป็นพิเศษ	ชอบที่จะช่วยเหลือคนอื่นๆ
	เป็นบุคคลที่มุ่งสนใจในงานที่ทำเป็นหลักและไม่สนใจสภาพแวดล้อมในสังคมขณะที่ทำงาน	เป็นบุคคลที่มีอารมณ์อ่อนไหว ง่ายต่อการรับความรู้สึก และความคิดเห็นจากผู้อื่น
ความสัมพันธ์ส่วนตัวกับผู้สอน (Personal relationship to teacher)	ไม่ค่อยมีความสนิทสนมกับผู้สอน	แสดงออกซึ่งความรู้สึกที่ดีต่อผู้สอน
	มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนเฉพาะกับงานที่ได้รับมอบหมาย	ชอบถามคำถามเกี่ยวกับรสนิยมของผู้สอนและประสบการณ์ส่วนตัว มักจะมีพฤติกรรมเลียนแบบผู้สอน
ความสัมพันธ์ด้านการเรียนการสอนกับผู้สอน (Instructional relationship to teacher)	ชอบที่จะลองทำงานใหม่โดยไม่ต้องการความช่วยเหลือจากผู้สอน	ต้องการคำแนะนำและการอธิบายอย่างกระจ่างจากผู้สอน
	ใจร้อนที่จะเริ่มงาน และต้องการที่จะทำให้เสร็จโดยเร็ว	ชอบรางวัลจากผู้สอนโดยตรง
	ไม่ต้องการรางวัลทางสังคม	มีแรงจูงใจสูงเมื่อได้ทำงานร่วมกับผู้สอนเป็นการส่วนตัว

ลักษณะผู้เรียน (Student Characteristics)	แบบการคิด	
	ฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์	**ฟิลด์ ดิเพนเดนซ์**
ลักษณะของหลักสูตรที่ส่งเสริมการเรียนรู้ (Characteristics of curriculum that facilitate learning)	เน้นการให้รายละเอียดของความคิดรวบยอด	มีการอธิบายวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและสิ่งที่คาดว่าจะได้รับจากหลักสูตรแก่ผู้เรียน
	ควรเน้นความคิดรวบยอดทางด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์	นำเสนอความคิดรวบยอดเกี่ยวกับสิ่งที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์หรือสังคม หรือนำเสนอในลักษณะของเรื่องราว
	เน้นการมอบหมายแหล่งข้อมูลที่ทำให้เกิดการค้นพบด้วยตนเอง	เน้นแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับความสนใจและประสบการณ์ส่วนบุคคล

จากการศึกษาค้นคว้า และรวบรวมงานวิจัยทั้งหมดทำให้ผู้วิจัยสามารถสรุปลักษณะของบุคคลที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ และแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ได้ดังนี้

1. ด้านการรับรู้ บุคคลที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์จะรับรู้สิ่งเร้าในรายละเอียดในคุณลักษณะของการวิเคราะห์ โดยมุ่งไปที่ความจริง และหลักการ สามารถค้นหาข้อมูลที่ซ่อนไว้ในภาพรวมได้ ในขณะที่บุคคลที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์

2. ด้านการจัดการข้อมูล และความคิด บุคคลที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์จะมีความจำดีในเรื่องความคิดที่เป็นนามธรรม แสดงถึงการคิดอย่างมีระบบ มีลำดับขั้นตอน สามารถจัดระบบข้อมูลได้ด้วยตนเอง แยกแยะความแตกต่างของมโนทัศน์ได้ ในขณะที่บุคคลที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์มีความจำดีในเรื่องของความคิด และข้อมูลที่แสดงออกเป็นคำพูด แยกแยะความแตกต่างของมโนทัศน์อย่างกว้างๆ เชื่อมโยงเนื้อหา และมโนทัศน์เข้ากับประสบการณ์ของตนเอง

3. ด้านการเรียนรู้ บุคคลที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์จะเรียนรู้สังคมเฉพาะงานที่ตนเองสนใจหรือที่มีความมุ่งหมายเท่านั้น สนใจเรียนรู้ในเรื่องสิ่งที่ไม่มีชีวิต เข้าใจได้ยาก และสิ่งที่ไม่เกี่ยวกับการสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์ ในขณะที่บุคคลที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์สนใจ และเรียนรู้ได้ดีในเรื่องที่เกี่ยวกับมนุษย์ และสังคม

4. ด้านการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมและสังคม บุคคลที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์มักไม่ชอบที่จะเข้าสังคม ชอบที่จะทำงานคนเดียว ชอบงานที่เกี่ยวกับวิชาการและเทคโนโลยี ในขณะที่บุคคลที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์มีความสนใจในบุคคล ชอบทำงานร่วมกับผู้อื่น ชอบงานที่เกี่ยวกับด้านสังคมศาสตร์

5. ด้านอารมณ์ บุคคลที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์จะเป็นอิสระจากผู้ที่มีอำนาจเหนือกว่า และรับผลกระทบจากคำวิจารณ์น้อยกว่า ในขณะที่บุคคลที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์จะตกอยู่ใต้อิทธิพลของผู้ที่มีอำนาจเหนือกว่า มีความอ่อนไหวต่อการแสดงความรู้สึก และคำวิจารณ์ และไม่ค่อยแน่ใจในความสามารถของตนเอง

6. ด้านแรงจูงใจ บุคคลที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์มักจะเกิดแรงจูงใจจากเกรด การแข่งขัน การเลือกกิจกรรม และการเห็นว่างานนั้นมีประโยชน์ต่อตนเอง ในขณะที่บุคคลที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์เกิดแรงจูงใจจากคำชม การช่วยเหลือ รางวัลจากภายนอก และการเห็นคุณค่าของงานจากการทำประโยชน์ต่อผู้อื่น

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับรูปแบบการนำทาง ในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับผู้เรียนที่มีรูปแบบการคิดต่างกันนั้น พบว่ายังไม่มีผู้ใดศึกษาเกี่ยวกับหัวข้อที่กล่าวมาโดยตรง จึงขอสรุปและนำเสนอในส่วนที่เกี่ยวข้องเป็นส่วนๆ ดังต่อไปนี้

งานวิจัยที่เกี่ยวกับรูปแบบการคิด และรูปแบบการเชื่อมโยงแบบต่าง ๆ ที่พบในบทเรียนไฮเปอร์เท็กซ์

Wang and Jonassen (1993) ได้ทำการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างแบบการคิดกับโปรแกรมไฮเปอร์เท็กซ์ในการสอนวิชาการถ่ายโลหิต ผลการทดลองพบว่า ผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ใช้เวลาในช่วงของการทดลองปฏิบัติและใช้จำนวนหน้าจอในการเรียนมากกว่าผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์นอกจากนี้ยังพบว่าผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์สามารถเรียนได้ครอบคลุมเนื้อหาทั้งบทเรียนมากกว่า ถึงแม้จะดูว่ามองเนื้อหาในแต่ละหน้าจออย่างผิวเผิน แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนที่มีแบบการคิดต่างกันเลือกวิธีการเรียนรู้ที่แตกต่างกันในสภาพการเรียนการสอนแบบไฮเปอร์มีเดีย

Weller, Repman and Lan (1993) ได้ทดลองโดยใช้โปรแกรมไฮเปอร์มีเดีย กับการสอนผู้เรียนที่ใช้แบบทดสอบเดอะกรุป เอมเบดเดด ฟิกเกอร์ เทสท์ แยกประเภทของแบบการคิดแล้ว ผลการทดลองพบว่าคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์สูงกว่าผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้จากการสังเกตพบว่าผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ตอบคำถามน้อยกว่าและ ไม่ค่อยสนใจกับการอธิบายเนื้อหาในบทเรียน

Liu and Reed (1994) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแบบการคิด วิธีการเรียนรู้ ในการเรียนวิชาภาษาผ่านโปรแกรมไฮเปอร์มีเดีย ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์มีรูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างจากผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ โดยผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์จะใช้ประโยชน์จาก Index ในการค้นหาข้อมูลที่เชื่อมโยงสัมพันธ์กันมากกว่า และชอบที่จะกำหนดเส้นทางในการศึกษา ด้วยตนเอง ในขณะที่ผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ชอบที่จะเรียนตามขั้นตอนที่บทเรียนเรียงลำดับมาให้ ซึ่งผู้วิจัย ได้อภิปรายผลว่า เนื่องจากผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์รู้สึกพอใจที่จะใช้บทเรียนโดยไม่มีการกังวลเรื่องของ การหลงทางในเนื้อหา ในขณะที่ผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์กังวลว่าจะหลงทาง จึงพยายามเรียนตามเส้นทางที่กำหนด ให้มากที่สุด ผลของการศึกษาสอดคล้องกับทฤษฎีที่ว่า ผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์มีความต้องการตัวช่วยเหลือ จากภายนอกเพื่อช่วยแก้ปัญหา ในขณะที่ผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์สามารถใช้ประโยชน์ จากตัวชี้แนะภายในที่มีอยู่ในการช่วยแก้ไขปัญหาได้ด้วยตนเอง

Korthauer and Koubek (1994) ทำการทดลองเพื่อหาผลของแบบการคิดที่มีต่อการเรียนด้วยระบบไฮเปอร์เท็กซ์ โดยแยกผู้เรียนออกเป็น 4 กลุ่ม ตามลักษณะการมีประสบการณ์ในวิชากับลักษณะของแบบการคิด แต่ละกลุ่มจะถูกตั้งคำถามให้ตอบ ซึ่งคำถามในแต่ละหัวข้อจะมาจากการนำเสนอเนื้อหาที่มีอยู่ 2 เงื่อนไข คือ แบบมีการให้ข้อสรุปใจความสำคัญของเนื้อหาที่แน่นอนชัดเจน กับแบบที่ไม่มีการสรุปใจความสำคัญ ผลการทดลองพบว่าผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ที่มีประสบการณ์จะตอบคำถามได้ดีกว่า ผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ที่มีประสบการณ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อคำถามนั้นมาจากเงื่อนไขแบบมีการให้ข้อสรุปใจความสำคัญของเนื้อหาที่แน่นอนชัดเจน

Lin and Davidson (1996) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลระหว่างโครงสร้างของการเชื่อมโยงและแบบการคิดที่มีต่อผลการเรียนและทัศนคติของผู้เรียนในสภาพแวดล้อม การเรียนการสอนด้วยโปรแกรมไฮเปอร์เท็กซ์ โดยทำการทดลองกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 139 คนที่ผ่านการแยกแบบการคิดด้วยแบบทดสอบ เดอะกรุป เอมเบดเดด ฟิกเกอร์ เทสท์ แล้ว โดยเงื่อนไขด้านโครงสร้างการเชื่อมโยง ของโปรแกรมไฮเปอร์เท็กซ์ที่ใช้ในการทดลองแบ่งออกเป็น 5 แบบ คือ โครงสร้างแบบ Linear Linking โครงสร้างแบบ Hierarchical Linking โครงสร้างแบบ Hierarchical-associative Linking โครงสร้างแบบ associative Linking และโครงสร้างแบบ random Linking ผลการวิจัยพบว่า ไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ว่ามีปฏิสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้าง

การเชื่อมโยงกับแบบการคิด ไม่ว่าจะเป็นด้านผลการเรียนหรือทัศนคติหรือผลโดยตรงจากโครงสร้างการเชื่อมโยงต่อผลสัมฤทธิ์การเรียน ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนส่วนใหญ่เรียนจากโครงสร้างแบบ Linear Linking ได้ดีที่สุด ยิ่งไปกว่านั้นงานวิจัยยังพบว่าผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ชอบลักษณะที่มีโครงสร้างมากกว่าที่คาดไว้ ในส่วนของทัศนคติของแต่ละกลุ่มพบว่าผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์มีทัศนคติทางบวกที่มากกว่า

Melara (1996) ได้ศึกษาผลของรูปแบบการเรียน (Learning Style) กับสภาพการเรียนรู้ด้วยโปรแกรมไฮเปอร์เท็กซ์ 2 รูปแบบ โดยบทเรียนทั้ง 2 แบบใช้เนื้อหาที่เหมือนกันแต่แตกต่างใน ด้านรูปแบบและวิธีการเชื่อมโยงเนื้อหาความรู้ในโครงสร้างบางส่วน โดยแบ่งเป็นแบบ Hierarchical-like Structure กับแบบ Network-like Structure กลุ่มทดลองในครั้งนี้เป็นนักศึกษาวิทยาลัย จำนวน 40 คน ผลการวิจัยพบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของแต่ละกลุ่ม บทเรียนไฮเปอร์เท็กซ์ทั้ง 2 แบบ มีประสิทธิภาพที่เท่ากันในการสอนและช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนตามความชอบตามประสบการณ์ โดยที่รูปแบบ Network-like Structure ปรับตัวเข้ากับรูปแบบการเรียนได้ดีกว่ารูปแบบแบบ Hierarchical-like Structure นอกจากนี้ผลการวิจัยยังพบว่าเวลาในการเรียนด้วยบทเรียนทั้งสองรูปแบบมีความแตกต่างกัน

Schoon (1997) ทำการวิจัยประสิทธิภาพของการกำหนดเส้นทางในการสืบค้นข้อมูลบนเว็บที่มีรูปแบบการเชื่อมโยงที่แตกต่างกัน รวมทั้งพิสูจน์ความแตกต่างระหว่างการมีประสบการณ์และการไม่มีประสบการณ์ของผู้ใช้ในด้านประสิทธิภาพในการสืบค้นด้วยรูปแบบโครงสร้างที่แตกต่างกัน ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบของเว็บไซต์ที่มีการสืบค้นแบบดาว (Star) และแบบลำดับขั้น (Hierarchy) มีประสิทธิภาพในการสืบค้นข้อมูลมากกว่าแบบเส้นตรง (Linear) และแบบเรียงลำดับ (Sequential) นอกจากนี้พบว่าเพศหญิงใช้เวลาในการสืบค้นข้อมูลมากกว่าเพศชาย และเพศหญิงที่มีประสบการณ์น้อยกว่าเพศชายมักจะต้องกลับไปเริ่มต้นใหม่และเข้าไปสืบค้นใหม่อยู่บ่อยครั้ง

Chou and Lin (1998) วิจัยถึงผลของการใช้แผนที่นำทาง ในผู้เรียนที่มีแบบการคิดต่างกันต่อความสามารถในการค้นหาข้อมูล การพัฒนาแผนผังความรู้ (cognitive map) และทัศนคติของผู้เรียนกลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 121 คน ในประเทศไต้หวัน ถูกแบ่งออกเป็นกลุ่มผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์และผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์โดยแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ไม่ใช้แผนที่ (none) กลุ่มที่ใช้แผนที่ภาพรวม (global map) หมายถึงแสดงทุกหัวข้อในเว็บ โดยใช้สีในการจำแนกหัวข้อที่เรียนอยู่ หัวข้อที่ผ่านมาแล้ว และ

หัวข้อที่ยังไม่เรียน กลุ่มที่ใช้แผนที่เฉพาะที่ (local map) หมายถึง แสดงเฉพาะหัวข้อที่อยู่ใกล้เคียงกับหัวข้อที่กำลังเรียน กลุ่มที่ใช้แผนที่เฉพาะที่ซึ่งแสดงตำแหน่งได้ (local tracking map) จะคล้ายกับแผนที่เฉพาะที่ แต่จะแสดงตำแหน่งปัจจุบันเป็นสีแดง และ update ได้ตามหัวข้อที่ไปถึง และกลุ่มที่ใช้แผนที่ทุกประเภท (all-maps) กลุ่มตัวอย่างทำการค้นหาหัวข้อที่กำหนด ผลการศึกษาพบว่าชนิดของแผนที่ในบทเรียนแบบแผนที่ภาพรวมทำให้ผู้เรียนสามารถค้นหาข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่า และพัฒนาแผนผังความรู้ได้มากกว่ากลุ่มที่ใช้แผนที่ชนิด และกลุ่มที่ไม่ใช้แผนที่อย่างมีนัยสำคัญ สำหรับกลุ่มที่ใช้แผนที่ทุกประเภท นั้นมีผลคล้ายคลึงกับแผนที่ภาพรวม ก็เนื่องจากผู้เรียนในกลุ่มที่ใช้แผนที่ทุกประเภท เลือกใช้แผนที่แบบภาพรวม ถึงร้อยละ 84 และในส่วนของแบบการคิดนั้น พบว่ากลุ่มผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์มีการพัฒนาที่แผนผังความรู้ได้มากกว่ากลุ่มผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์อย่างมีนัยสำคัญ แต่ผลต่อประสิทธิภาพการค้นหาข้อมูลไม่แตกต่างกัน

ณัฐกร สงคราม (2543) ศึกษาอิทธิพลของแบบการคิดและโครงสร้างของโปรแกรมการเรียนการสอนผ่านเว็บที่มีต่อผลสัมฤธิ์ทางการเรียนวิชาพื้นฐานคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาของนิสิตระดับปริญญาตรีคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบว่าผู้เรียนที่มีแบบการคิดต่างกันเมื่อเรียนจากโปรแกรมการเรียนการสอนผ่านเว็บมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องจากในการทดลองนี้วัดผลสัมฤธิ์ทางการเรียนในระดับความรู้ความเข้าใจซึ่งถือว่าอยู่ในระดับเบื้องต้น และเนื้อหาที่ใช้เป็นเรื่องพื้นฐานทั่วไปที่ม่มีความซับซ้อนเท่าใดนัก และยังบอกว่าผู้เรียนที่มีแบบการคิดต่างกันเมื่อเรียนจากโปรแกรมการเรียนการสอนผ่านเว็บที่มีโครงสร้างต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เนื่องมาจากโครงสร้างบทเรียนแบบเรียงลำดับแม้จะมีเส้นทางในการเรียนที่ชัดเจนแต่ขณะเดียวกันก็อาจทำให้เกิดความเบื่อหน่ายได้ เนื่องจากผู้เรียนไม่สามารถกำหนดเส้นทางการสืบค้นได้ด้วยตนเอง และให้คำแนะนำว่าในการออกแบบอาจนำเสนอด้วยโครงสร้างแบบใดก็ได้โดยให้เหมาะสมกับพฤติกรรมการเรียนของผู้เรียนเป็นหลัก

Chen และ Macredie (2002) ทดลองการใช้เครื่องมือนำทางหลายชนิดในระบบไฮเปอร์มีเดียเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้ในการกำหนดโครงสร้างการค้นหาข้อมูลได้ด้วยตนเอง โดยผู้ใช้สามารถเลือก และผสมผสานการใช้เครื่องมือเหล่านี้ในการกำหนดกลยุทธ์การค้นหาข้อมูลตามที่ตนเองถนัด จากงานวิจัยพบว่าผู้เรียนที่มีรูปแบบการคิดในระดับที่แตกต่างกันทั้งแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ และแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ มีกลยุทธ์ในการเลือกใช้เครื่องมือนำทางที่ต่างกันในระบบไฮเปอร์มีเดีย ดังนั้นรูปแบบการคิดจึงเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญในการประเมินว่า

ควรเลือกเครื่องมือนำทางชนิดใดไปใช้ในระบบติดต่อกับผู้ใช้ในโปรแกรมไฮเปอร์มีเดียเพื่อการเรียนการสอน และได้ข้อแนะนำว่าเครื่องมือนำทางแบบดัชนี เครื่องมือนำทางแบบเครื่องมือค้นหา และเครื่องมือนำทางชนิดอื่นๆ ที่ใช้ในการหาข้อมูลที่จำเพาะเจาะจงเหมาะกับผู้เรียนที่มีรูปแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงลักษณะของผู้เรียนกลุ่มนี้ที่ให้ความสนใจกับรายละเอียดปลีกย่อย แต่ในทางกลับกันกลุ่มผู้เรียนแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์มีแนวโน้มที่จะใช้งานเครื่องมือที่มีการใช้งานแบบตรงไปตรงมาต้องการเนื้อหาที่มีโครงสร้างและข้อแนะนำเพิ่มเติมต่างๆ ดังนั้นในระบบไฮเปอร์มีเดียควรเตรียมเครื่องมือที่มีโครงสร้างและบ่งบอกการใช้งานไว้ชัดเจน เช่น การใช้ระบบแผนที่ หรือเมนูเป็นต้น

ชมพูนุช สามารถ (2545) ได้ศึกษาผลของรูปแบบการนำเสนอภาพ และข้อความในบทเรียนบนเว็บเรื่อง พืช ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการจำของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน พบว่า ผู้เรียนที่มีรูปแบบคิดแบบ ฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า ผู้เรียนที่มีรูปแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ เนื่องจากแบบการคิดเป็นเรื่องของความแตกต่างระหว่างบุคคลในด้านการรับรู้ การจำ การคิด ความเข้าใจ การแปลงข่าวสารและการนำข่าวสารไปใช้ประโยชน์ และไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการนำเสนอภาพ และข้อความที่ต่างกัน คือ รูปแบบการนำเสนอภาพทีละส่วนและข้อความทั้งหมด รูปแบบการนำเสนอภาพทั้งหมดและข้อความทีละส่วน และรูปแบบการนำเสนอภาพและข้อความพร้อมกันทั้งหมด ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการจำของผู้เรียนมีรูปแบบการคิดต่างกัน แสดงว่าผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาจากบทเรียนได้ทั้ง 3 รูปแบบ

กัญติมา พรหมอักษร (2545) ศึกษาผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบการคิดของผู้เรียนกับแบบการสอนมโนทัศน์ของบรูเนอร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่าผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์มีลักษณะที่ชอบทำงานเป็นกลุ่ม ชอบอยู่กับคนอื่น สนใจสิ่งที่ผู้อื่นพูดหรือทำ ลักษณะบุคลิกภาพ โดยรวม (Overall characteristics) เป็นคนที่ให้ความสนใจกับความสัมพันธ์ และลักษณะทางสังคม ชอบที่จะทำงานร่วมกับผู้อื่นเพื่อทำให้งานประสบความสำเร็จบรรลุเป้าหมาย ชอบที่จะช่วยเหลือคนอื่นๆ และต้องการคำแนะนำ การอธิบายอย่างกระจ่างจากผู้สอน ดังนั้นผู้เรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์จึงอาจไม่เหมาะสมกับการเรียนแบบเดี่ยวบนเว็บ

Alomyan, and Au (2004) ได้ศึกษาถึงผลของปัจจัยหลายๆ ชนิด ได้แก่ รูปแบบการคิด แรงจูงในใฝ่สัมฤทธิ์ ความรู้ก่อนเรียน และทัศนคติของผู้เรียน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

บนเว็บ โดยทำการศึกษากับผู้เรียนในชั้นปีที่สองวิชาจิตวิทยาการศึกษาในระดับมหาวิทยาลัย จำนวน 71 คน โดยใช้แบบวัดรูปแบบการคิด Richard Riding's Cognitive Style Analysis (CSA) ในการจำแนกนักศึกษาเป็น 2 กลุ่มคือแบบฟิล ดิเพนเดนซ์ และแบบฟิล อินดิเพนเดนซ์ อย่างไรก็ตามมีผู้เรียนเพียง 53 คนที่ได้ทำแบบวัดรูปแบบการคิด สำหรับทัศนคติ ใช้แบบวัด 6 ข้อ แรงจูงใจใช้แบบวัด 5 ข้อ ซึ่งพัฒนาขึ้นและตรวจสอบคุณภาพแล้ว สำหรบความรู้ก่อนเรียนใช้ผลการเรียนวิชาทางจิตวิทยาการศึกษาที่เคยผ่านมา ผู้เรียนจะได้ทำแบบทดสอบก่อนเรียน และเรียนบทเรียนบนเว็บจำนวน 2 หัวข้อ จากนั้นทำการทดสอบหลังเรียน ผลการศึกษาพบว่า แบบการคิดของผู้เรียนไม่ว่าจะเป็นแบบฟิล ดิเพนเดนซ์ หรือแบบฟิล อินดิเพนเดนซ์ไม่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ในการเรียนบนเว็บอย่างมีนัยสำคัญ แต่ปัจจัยด้านความรู้ก่อนเรียน และแรงจูงใจ เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญและส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ

William (1993) ศึกษาการนำความเป็นจริงเสมือนมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิส ว่าเหมาะสมกับการเรียนรู้ในความเป็นจริงเสมือนมากที่สุด เพราะช่วยให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาบูรณาการเข้ากับความรู้ใหม่ที่ค้นพบได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้เกิดทักษะทางวิทยาศาสตร์ได้ดี และพฤติกรรมของผู้เรียนที่ต่างกันจะสามารถค้นพบความรู้ได้ไม่เท่ากัน ซึ่งหากเป็นการเรียนแบบร่วมมือจะช่วยให้แลกเปลี่ยนความรู้กันได้ สำหรับวิชาที่เหมาะสมนั้น คือวิชาที่มีเนื้อหาซับซ้อน และยากที่จะทำความเข้าใจจากครูหรือหนังสือได้ และต่อมาในปี 1997 วิลเลี่ยม นำผลการวิจัยเดิมมาทำการวิจัยเชิงทดลองเพื่อสอนเรื่อง "การเปลี่ยนแปลงของโลก" โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสให้ผู้เรียนกลุ่มตัวอย่างสำรวจโลกเสมือนด้วยระบบรับสัมผัสเต็มรูปแบบ พบว่าผู้เรียนส่วนใหญ่สามารถเข้าใจได้ดี และพฤติกรรมที่ต่างกันของผู้เรียนไม่ส่งผลใดๆ ในการทดลองครั้งนี้

Philip and others (1994) ศึกษาการใช้เว็บไซต์ความเป็นจริงเสมือนด้วยภาษาเวอร์เมอว ในการออกแบบศึกษาโครงสร้างและการทำงานของหูมนุษย์ ในรูปแบบเสมือน 3 มิติ เพื่อสอนวิชากายวิภาค (Anatomy) ในหัวข้อ "VRML:A TOOL FOR VISUALIZING ANATOMY IN MEDICAL EDUCATION" โดยให้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาในภาควิชาชีวเคมีสามารถเลือกศึกษาเรื่องต่างๆ ได้อย่างอิสระผ่านทางเว็บไซต์ความเป็นจริงเสมือน ซึ่งแต่ละคนเลือกศึกษาเรื่องใดก่อนหลังไม่เท่ากันในระเวลา 1 คอร์สพบว่า เมื่อสิ้นสุดภาคการศึกษานักศึกษาทุกคนสามารถสอบผ่าน และได้คะแนนในระดับดี ซึ่งผู้สอนไม่ต้องทำการสอนในห้องเรียนแต่อย่างใด

Bruce, Karen and Frank (1994) นักวิจัยประเทศสหรัฐอเมริการ่วมกันสร้างเว็บไซต์ความเป็นจริงเสมือนด้วยภาษาเวอร์เมอวร่วมกับจาวา (JAVA) เพื่อออกแบบระบบนิเวศน์เสมือน 3 มิติ (digital ecosystem) โดยให้กลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เรียนเกรด 12 ไม่จำกัดจำนวน ออนไลน์เรียนแบบร่วมมือในระยะเวลา 1-2 ปี ในหัวข้อสวนสาธารณะออนไลน์ “Nerve Garden: a Public Terrarium in Cyberspace” ผู้เรียนจะออนไลน์จากที่ใดก็ได้เพื่อเรียนรู้เรื่องสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศน์วิชาชีววิทยา เช่น พืชชนิดต่างๆ แมลง พลังงาน การเจริญเติบโต เป็นต้น ผู้เรียนจะได้สำรวจและสามารถออกแบบต้นไม้ของตนเองได้ซึ่งจะต้องช่วยกันดูแลสวนที่เกิดขึ้นใหม่ได้เหมือนจริงทุกประการ ซึ่งนักวิจัยสรุปว่าผู้เรียนสามารถที่จะเรียนรู้ถึงวิถีชีวิตในระบบนิเวศน์ การเปลี่ยนต่างๆ ได้อย่างเป็นธรรมชาติโดยที่ไม่มีผู้สอน เป็นการค้นพบความรู้ด้วยตนเอง ลองผิดลองถูกบ้าง ร่วมมือปรึกษากัน ช่วยกันแก้ไขปัญหา ดูแลสวนและต้นไม้ของตนให้เจริญเติบโต และปรากฏผลสุดท้ายว่ามีผู้เรียนออนไลน์เข้ามาปลูกต้นไม้เสมือนไว้จำนวนมาก และยังดูแลสวนในระบบนิเวศน์เสมือนเป็นอย่างดี รู้จักควบคุมแสง น้ำ ออกซิเจนให้อยู่ในระดับปริมาณที่เหมาะสม ซึ่งแสดงว่าผู้เรียนเข้าใจ

Taylor and Disinger (1997) ได้ทำสำรวจถึงระดับการยอมรับของนักการศึกษาด้านสิ่งแวดล้อมต่อการใช้เทคโนโลยีเสมือนจริงทางการศึกษาสิ่งแวดล้อม ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากเทคโนโลยีนี้ โดยผู้วิจัยได้พัฒนาแบบสำรวจและส่งให้กับกลุ่มเป้าหมาย ประกอบด้วยนักการศึกษาด้านสิ่งแวดล้อมจำนวน 400 คนและ นักพัฒนาทางเทคโนโลยีเสมือนจริงและโปรแกรมเมอร์อีกจำนวน 40 คน ซึ่งได้รับตอบกลับจากกลุ่มนักการศึกษาด้านสิ่งแวดล้อมจำนวน 192 ฉบับ ผลการสำรวจพบว่าในจำนวนนักการศึกษา 192 คนนี้ ร้อยละ 56 ระบุว่าหากมีเทคโนโลยีเสมือนจริงให้ใช้งาน จะนำมาใช้ในการเรียนการสอนของตน ร้อยละ 35 ยังไม่แน่ใจ และร้อยละ 19 ไม่ตอบคำถามนี้ สำหรับความคิดเห็นเรื่องประโยชน์ที่จะได้รับจากเทคโนโลยีเสมือนจริงนี้ ทั้งนักวิชาการและโปรแกรมเมอร์มีความเห็นคล้ายกันว่าเป็นเรื่องความสามารถในการให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์ในสถานที่ที่ไม่สามารถเข้าถึงได้ในชีวิตจริง รวมถึงสำรวจวัตถุต่าง ๆ ในสภาพที่กำหนดได้ นอกจากนี้ความเห็นเพิ่มเติมจากโปรแกรมเมอร์เกี่ยวกับผลกระทบของเทคโนโลยีเสมือนจริงและช่วงเวลาที่จะเกิดขึ้น พบว่าโปรแกรมเมอร์คาดการณ์ว่าจะมีการใช้งานในระดับประถมศึกษาภายใน 10 ปี และในระดับอุดมศึกษาภายใน 7 ปี

Chris , Ben and Alex (1999) ศึกษาเรื่องการใช้ความเป็นจริงเสมือนในการสำรวจดวงจันทร์ กลุ่มทดลองคือผู้เรียนเกรด 3 ถึงเกรด 6 โดยแบ่งเป็นกลุ่มคละเกรด ใช้หลักการเรียนแบบสืบเสาะ ค้นพบด้วยตนเอง และเป็นการเรียนแบบร่วมมือ พบว่าผู้เรียนในระดับต่างๆ ให้ความ

สนใจกับพื้นผิว ของดวงจันทร์และสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบตัวต่างกันตามวัยและความรู้เดิม ผู้เรียนในระดับสูงกว่าจะสนใจศึกษาและเก็บรายละเอียดมากกว่า เช่นผู้เรียนเกรด 5 และ 6 สนใจเรื่องวัตถุแปลกปลอมในอวกาศ ชั้นบรรยากาศ โครงสร้างทางเคมีของสิ่งต่างๆ ในขณะที่เกรด 3 สนใจรูปร่างๆ ของหินและพื้นผิวที่ขุขระของดวงจันทร์ แต่มีสิ่งที่ทุกคนเหมือนกันคือทุกคนมีความตั้งใจที่จะสำรวจเก็บข้อมูลสามารถแก้ปัญหาวิเคราะห์สิ่งต่างๆ รอบตัวและพยายามทำความเข้าใจกับสิ่งที่สำรวจพบ บรรลุวัตถุประสงค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และผู้สอนพึงพอใจกับการใช้สื่อนี้ในระดับสูง

Alan, Phillip, and Brian (1999) ร่วมกันศึกษาถึงการใช้ความเป็นจริงเสมือนผ่านหน้าจอในการสอนวิชาชีววิทยาเรื่องสิ่งแวดล้อมเสมือนของเซลล์ (The Virtual Cell: An Interactive Virtual Environment for Cell Biology) โดยใช้วิธีออนไลน์เว็บไซต์ความเป็นจริงเสมือนที่สร้างด้วยภาษาเวอร์เมอวนำเสนอหลักการเรียนรู้แบบลงมือกระทำ กลุ่มตัวอย่างคือผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสาขาวิทยาศาสตร์ โดยเปิดโอกาสให้กลุ่มตัวอย่างสำรวจแบบเดี่ยวหรือสำรวจร่วมกับคนอื่นก็ได้อย่างอิสระเพื่อสำรวจและเรียนรู้ โครงสร้าง และหน้าที่การทำงานของเซลล์สิ่งมีชีวิต DNA ในรูปแบบ 3 มิติ และสิ่งแวดล้อมทางเคมีที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเซลในสถานการณ์ต่างๆ ผลการวิจัยสรุปว่าความเป็นจริงเสมือนผ่านเว็บนี้เป็นสื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้สอนไม่จำเป็นต้องอธิบายรายละเอียดให้เสียเวลา เพราะผู้เรียนสามารถค้นพบคำตอบที่ซับซ้อนได้ด้วยตัวเอง และการเรียนรู้ในอนาคตจะเป็นการเรียนแบบลงมือกระทำ มากกว่าการเรียนแบบฟังครูอย่างเดียว

Andras (1999) ศึกษาการรับรู้จากการจำลองสถานการณ์การขับรถภายในห้องทดลองความเป็นจริงเสมือนแบบรับสัมผัสเต็มรูปแบบ และใช้อุปกรณ์จอภาพสวมศีรษะ เพื่อพัฒนารูปแบบของสถานการณ์จำลองการขับรถให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดตั้งแต่การเคลื่อนไหวของคนขับ และสถานการณ์ที่เกิดตามจริง โดยเลียนแบบความเป็นจริงทุกประการ กลุ่มตัวอย่างคืออาจารย์จาก Collge de France ประเทศฝรั่งเศส ซึ่งผลที่ได้คือผู้ใช้สามารถรับรู้ถึงความลึกในการเคลื่อนที่ได้ประมาณ 3 - 3.5 เมตร สามารถเข้าใจถึงวิธีการควบคุมได้เสมือนจริงน่าสนใจ สามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าของการขับขี่บนท้องถนนในสถานการณ์จำลองได้อย่างสมบูรณ์ แต่พบปัญหาบางอย่างว่าผู้ใช้รับรู้ถึงระยะทางและการเคลื่อนที่ผิดพลาด ซึ่งเกิดจากความสามารถในการรับรู้ของแต่ละคนที่ไม่เท่าเทียมกัน และผู้ใช้บางคนเสนอว่าควรมีเครื่องมือนำทางอุปกรณ์อำนวยความสะดวกในการควบคุมการเคลื่อนที่ หรือแผงควบคุมให้กับผู้ขับขี่เพื่อเพิ่มความปลอดภัยสามารถควบคุมองศาของการขับเคลื่อนอย่างแม่นยำ

Denise, Paul and Simon (1999) ศึกษาถึงประโยชน์ของความเป็นจริงเสมือน และผลกระทบที่มีต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน พบว่าความเป็นจริงเสมือนช่วยให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เข้าใจเนื้อหาได้ดี สนุกสนานกับการเรียนด้วยตนเองในเว็บ และทำให้ผู้เรียนมีความตั้งใจในการเรียนมากกว่าการเรียนปกติ และมีอิสระในการค้นหาความจริงด้วยตนเอง

Andrew, and others (1999) ร่วมกันวิจัยถึงการใช้ความเป็นจริงเสมือนเพื่อการเรียนรู้เรื่องของโลก และการโคจรของวัตถุในอวกาศ ในหัวข้อการเรียนรู้แบบร่วมมือในโลกเสมือนจริง (The Round Earth Project Collaborative VR for Conceptual Learning) เป็นการเรียนแบบร่วมมือในลักษณะรับสัมผัสเต็มรูปแบบใส่อุปกรณ์สร้างภาพและใช้สถานการณ์จำลอง โดยมีกลุ่มตัวอย่างจำนวน 34 คน อายุระหว่าง 6 - 10 ปี ใช้เวลาทดลอง 3 ครั้ง สรุปผลการวิจัย พบว่ากลุ่มผู้เรียนมีความเข้าใจเรื่องโลกและจักรวาลมากขึ้นกว่าเดิม ซึ่งวัดได้จากการพูดคุยซักถามก่อนทดลองและหลังทดลอง ก่อนทดลองกลุ่มตัวอย่างบางคนไม่ทราบข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องนี้เลย แต่หลังการทดลองกลุ่มตัวอย่างช่วยกันตอบคำถามอย่างมั่นใจสนุกสนาน และถูกต้อง

Eugenia, Panayiotis and Tassos (1999) ภาควิชาการศึกษาประฐมวัย มหาวิทยาลัยโลนนีน่า (University of Ioannina) ประเทศกรีกร่วมมือกันศึกษาถึงการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสมือนช่วยในการสอนของครูวิชาชีววิทยาเป็นการศึกษานำร่อง เพื่อทดลองใช้ความเป็นจริงเสมือน ในฐานะสื่อช่วยในการเรียนการสอนโดยเริ่มต้นทดลองเรื่อง "เซลล์ของพืช" ที่มีผลต่อความเข้าใจของผู้เรียนเกี่ยวกับโครงสร้างของเซลล์ และกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชและทัศนคติการใช้สื่อของครู โดยมีกลุ่มตัวอย่างคือครูประถมจำนวน 39 คน อายุระหว่าง 35-54 ปี แต่ละคนมีประสบการณ์เกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ในระดับที่เท่ากัน คืออยู่ในระดับปานกลาง ทดลองสอนผู้เรียนประถม โดยใช้ระยะเวลา 2 ปี หรือทดลองกับผู้เรียน 2 รุ่น ซึ่งสรุปผลการทดลองดังนี้ ครูให้ความสนใจกับการใช้สื่อความเป็นจริงเสมือนนี้ 92.1% ช่วยลดภาระการสอนของครูได้มาก และสื่อ นี้ช่วยให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการสอนในด้านความเข้าใจ 84.2 %

Haik, and others (2002) ได้เปรียบเทียบประสิทธิภาพของเครื่องมือนำทางต่างๆ ที่ส่งผลต่อการใช้งานเทคโนโลยี Virtual 3D desktop โดยใช้โปรแกรม 3D GUI / NIVEs โดยออกแบบการทดลองเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 : Environment-only หมายถึง การใช้เมาส์ในการเคลื่อนที่ไปในสภาพ 3 มิติ กลุ่มที่ 2 : Environment with simple map เป็นการใช้เครื่องมือนำทางแบบแผนที่ กลุ่มที่ 3 : Environment with simple map and arrows เป็นการใช้เครื่องมือนำทางแบบแผนที่และลูกศรนำทาง และกลุ่มที่ 4 : Environment with navigation map เป็นการใช้เครื่องมือแผนที่

ชนิดนำทาง คือ สามารถคลิ๊กในแผนที่เพื่อไปยังตำแหน่งที่ต่องการได้โดยตรง ในแต่ละกลุ่มนั้น ผู้ถูกทดลองจะถูกถามถึงทิศทางของห้อง 4 ห้อง ในโลกเสมือนจริง และคลิ๊กเมนูในแต่ละห้อง ซึ่งจะมีคำสั่งให้ผู้ถูกทดลองปฏิบัติตาม และเมื่อทำตามคำสั่งเสร็จแล้ว โปรแกรมจะบันทึกเวลาไว้ ผลการศึกษาพบว่าในแง่ของการใช้เวลานั้น กลุ่มที่ใช้เวลาสั้นจนถึงนานที่สุดเรียงตามลำดับได้แก่ กลุ่มที่ 4 (104.41 วินาที) กลุ่มที่ 3 (208.33 วินาที) กลุ่มที่ 2 (248.16 วินาที) และ กลุ่มที่ 1 (273.08 วินาที) ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 แต่สำหรับผลในด้านการจำตำแหน่งของข้อมูลนั้นไม่ต่างกัน กล่าวโดยสรุปแล้วผลการวิจัยนี้ได้แสดงให้เห็นถึงความจำเป็นและประสิทธิภาพของระบบนำทางที่มีความสำคัญต่อสภาพ 3 มิติ โดยเฉพาะเครื่องมือในกลุ่มที่ 3 คือ แผนที่ชนิดนำทาง ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการลดระยะเวลาในการเข้าถึงข้อมูล และช่วยให้ผู้ใช้รู้ตำแหน่งของตนในสภาพแวดล้อมแบบ 3 มิติ ได้เป็นอย่างดี

LI Fung-Chun and others (2001) ศึกษาผลของการใช้สิ่งแวดล้อมเสมือนที่มีผลต่อการเรียนรู้ของนักศึกษาในวิทยาลัยครูไทนาน (National Tainan Teachers College) ภาควิชาวิทยาศาสตร์โลก (Earth Science) ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด จำนวน 80 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองเรียนบนเว็บไซต์ ที่สร้างด้วยภาษาเวอร์เมอว และกลุ่มควบคุมเรียนบนเว็บไซต์ที่เป็นการเรียนผ่านเว็บในรูปแบบธรรมดา ทั้ง 2 กลุ่มเรียนวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษาเรียนรู้สภาพแวดล้อมเสมือน แม่น้ำ ภูเขา เมือง แบบภาพ 3 มิติ วิเคราะห์ปัญหาเกี่ยวกับมลภาวะของสิ่งแวดล้อม การแก้ปัญหาเฉพาะหน้าในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและวัดความเข้าใจจากผลต่างคะแนนการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าทั้ง 2 กลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ คือกลุ่มทดลองสามารถทำคะแนนสอบหลังเรียนได้สูงกว่า ซึ่งแสดงว่าการใช้ความเป็นจริงเสมือนทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจดีกว่าการเรียนในเว็บปกติ และค้นหาได้อย่างอิสระเพื่อสำรวจสิ่งแวดล้อมเสมือนนี้ช่วยให้เกิดการคิดได้ดี

มิ่งขวัญ ทรัพย์ถาวร (2545) ศึกษาการเปรียบเทียบการควบคุมการเคลื่อนที่แบบอิสระและแบบจำกัดของบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บที่มีต่อความเข้าใจในการเรียนวิชาชีววิทยาของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่ารูปแบบการควบคุมการเคลื่อนที่ที่ต่างกันระหว่างการควบคุมการเคลื่อนที่แบบอิสระและแบบจำกัดส่งผลต่อความเข้าใจในการเรียนวิชาชีววิทยาของผู้เรียนต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งกลุ่มทดลองที่ใช้วิธีการเคลื่อนที่แบบจำกัดมีความเข้าใจในการเรียนสูงกว่ากลุ่มทดลองที่ใช้วิธีการเคลื่อนที่แบบอิสระ แสดงให้เห็นว่าถึงแม้วิธีการควบคุมการเคลื่อนที่ด้วยตนเองในสิ่งแวดล้อมเสมือนจะเป็นสิ่งเร้าที่ดึงดูดความสนใจ และ

ช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจเนื้อหาที่ซับซ้อนได้ด้วยตัวเอง แต่ก็ยังเป็นตัวแปรสำคัญที่จะช่วยส่งผลให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนได้มากหรือน้อยไม่เท่ากัน ทั้งนี้เป็นเพราะว่าการเรียนด้วยตนเองในบทเรียนเสมือนจริงนั้น มีความแตกต่างจากสื่อมัลติมีเดียประเภทอื่น และเสนอว่าควรมีการกำหนดพื้นที่สำหรับการเคลื่อนที่และการเรียนรู้ในสิ่งแวดล้อมเสมือนให้กระชับมีขอบเขตเพื่อนำเสนอเนื้อหาเป็นส่วนๆ จะสามารถช่วยให้ ผู้เรียนเสาะแสวงหาความรู้ในเชิงวิทยาศาสตร์ได้ง่ายขึ้น เพื่อเป็นการอำนวยความสะดวกในการค้นหาคำตอบและใช้ปุ่มเป็นตัวช่วยนำทางให้เข้าถึงข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว

จากการศึกษากรอบแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทั้งหมดที่ผ่านมาเกี่ยวกับการใช้ความเป็นจริงเสมือน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาถึง ผลของรูปแบบการนำทางในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน และจะเป็นแนวทางในการออกแบบ และพัฒนาบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ ที่มีรูปแบบการนำทางในบทเรียน ที่ต้องคำนึงถึงคุณลักษณะเฉพาะของผู้เรียนที่มีรูปแบบการเรียนแตกต่างกัน อีกทั้งยังจะเป็นแนวทางให้ครูผู้สอน ใช้ในการจัดการเรียนการสอนด้วยบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บในวิชาอื่นๆ เช่น วิชาสังคมศาสตร์ วิชาคณิตศาสตร์ ต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาผลของรูปแบบการนำทางในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน เป็นการวิจัยเชิงทดลองเพื่อศึกษาผลของนักเรียนที่มีรูปแบบการคิด (Cognitive Styles) ต่างกัน 2 รูปแบบ คือ แบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ (Field Independence : FI) และแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ (Field Dependence : FD) ที่เรียนจากบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ ที่มีรูปแบบการนำทาง (Navigation Types) 2 รูปแบบ คือ แบบค้นหาคำ (Search Box) และแบบสัญรูป (Icon)

วิธีวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research Design) ที่มีกลุ่มทดลอง 4 กลุ่ม โดยไม่มีกลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นการทดลองแบบ 2 x 2 Factorial Design มีลักษณะดังนี้

E_1 : O_1 X_1 O_2

E_2 : O_1 X_2 O_2

®

E_3 : O_1 X_1 O_2

E_4 : O_1 X_2 O_2

®	คือ	การสุ่มเลือกกลุ่มตัวอย่างเพื่อเข้ากลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม
E_1 E_2 E_3 และ E_4	คือ	กลุ่มทดลองที่ 1 2 3 และ4 ตามลำดับ
O_1	คือ	การวัดผลก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง
O_2	คือ	การวัดผลหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง
X_1 และ X_2	คือ	การจัดกระทำ (Treatment) หรือการให้ตัวแปรทดลองเป็นตัวแปรอิสระ ในการวิจัยครั้งนี้มี 2 แบบ ได้แก่ - รูปแบบการนำทางแบบค้นหาคำ (Search Box) - รูปแบบการนำทางแบบสัญรูป (Icon) ตามลำดับ

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนที่กำลังเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2547

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนที่กำลังศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ของโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม) โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) จากประชากรทั้งหมด ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยมีเกณฑ์ในการเลือกโรงเรียน มีดังนี้

- เป็นโรงเรียนที่มีนักเรียนชายหญิง คละผลการเรียนใน แต่ละห้องเรียน
- มีห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ และโปรแกรมอินเทอร์เน็ต พร้อม
- เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ ในภาคเรียนที่ 2

จากนั้นให้นักเรียนทั้งหมด 7 ห้อง รวมทั้งสิ้น 241 คน ทำแบบวัดแบบการคิดเดอะกรุป เอมเบดเดด ฟิกเกอร์ เทสท์ (The Group Embedded Figures Test : GEFT) ซึ่งได้รับการพัฒนาโดย Herman A.Witkin, Phillip K. Oltman, Evelyn Raskin & Stephen A. Karp (1971) เพื่อจำแนกแบบการคิดของนักเรียนออกเป็น 2 แบบ คือ แบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ และแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ ซึ่งจะได้นักเรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ จำนวนทั้งสิ้น 168 คน แบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ จำนวนทั้งสิ้น 38 คน และกลุ่มผสม (Field-mixed : FM) จำนวนทั้งสิ้น 45 คน (ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ไม่นำมาเป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษา)

จากนั้นสุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มแบบแยกประเภท (Stratified Random Sampling) เพื่อจัดเข้ากลุ่มตัวอย่างดังนี้

1. นักเรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ 168 คน คัดเลือกมา 40 คน จัดเข้ากลุ่มทดลอง กลุ่มที่ 1 และ 2 กลุ่มละ 20 คน

2. นักเรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ ที่มีอยู่ทั้งหมด 38 คน จัดเข้ากลุ่มทดลอง กลุ่มที่ 3 และ 4 กลุ่มละ 19 คน

รวมทั้งสิ้นจำนวน 4 กลุ่ม 78 คน เพื่อเข้ารับการทดลองเรียนบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ ที่มีรูปแบบการนำทางต่างกัน ดังรายละเอียดการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างในตารางที่ 4 และ 5

ตารางที่ 4 แสดงการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

รายละเอียดการคัดเลือก	**วิธีการ**	**ผลการคัดเลือก**			
1.คัดเลือกโรงเรียน	พิจารณาตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้โดยการเลือกแบบเจาะจง	โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 7 ห้อง จำนวนทั้งสิ้น 241 คน			
2.คัดเลือกนักเรียน	ให้ทำแบบวัดแบบการคิดเดอะกรุป เอมเบดเดด ฟิกเกอร์ เทสท์	FI 168 คน		FM 45 คน	FD 38 คน
3.คัดเลือกนักเรียนกลุ่มตัวอย่างครั้งที่ 1	สุ่มแบบแยกประเภท	FI 40 คน		FD 38 คน	
4.คัดเลือกนักเรียนกลุ่มตัวอย่างครั้งที่ 2 เข้ากลุ่มทดลอง	แบ่งกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลอง	FI 20 คน	FI 20 คน	FD 19 คน	FD 19 คน

ตารางที่ 5 แสดงการแบ่งนักเรียนเข้ากลุ่มทดลอง

รูปแบบการนำทาง	รูปแบบการคิด		รวม (คน)
	ฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์	ฟิลด์ ดิเพนเดนซ์	
มีการนำทางเป็นแบบค้นหาคำ	20	19	40
มีการนำทางเป็นแบบสัญรูป	20	19	40
รวม (คน)	40	38	78

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังต่อไปนี้

1. แบบวัดการคิดเดอะกรุป เอมเบดเดด ฟิกเกอร์ เทสท์

2. บทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ ที่มีรูปแบบการนำทางในบทเรียนต่างกัน

3. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4. แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานบทเรียน

1.แบบวัดการคิดเดอะกรุป เอมเบดเดด ฟิกเกอร์ เทสท์ มีวิธีการทดสอบทำได้โดย ให้ผู้ทดสอบหาภาพที่กำหนด ซึ่งเป็นภาพแบบง่ายที่ซ่อนอยู่ในภาพที่ซับซ้อน โดยใช้ ดินสอลากเส้นภาพที่มีรูปแบบง่ายๆ ที่กำหนด ซึ่งซ่อนอยู่ในภาพที่ซับซ้อน การมองภาพจะแบ่งเป็น 3 ตอน ตอนที่ 1 มี 7 ภาพ ใช้เวลาในการมองภาพ 2 นาที ตอนที่ 2 มี 9 ภาพ ใช้เวลาในการมองภาพ 5 นาที ตอนที่ 3 มี 9 ภาพ ใช้เวลาในการมองภาพ 5 นาที รวมเวลาทั้ง 3 ตอน 12 นาที สำหรับคะแนนที่ผู้ทดสอบทำได้จะนำมาคิดเฉพาะตอนที่ 2 กับตอนที่ 3 เท่านั้น โดยให้คะแนนภาพที่ถูกต้องภาพละ 1 คะแนน ทำให้มีคะแนนเต็มอยู่ 18 คะแนน ผู้ที่ได้คะแนนตั้งแต่ 0 – 6 จัดอยู่ในกลุ่มฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ ผู้ที่ได้คะแนนระหว่าง 7 – 12 จัดอยู่ในกลุ่มผสม สำหรับผู้ที่ได้คะแนนระหว่าง 13 – 18 คะแนน จัดอยู่ในกลุ่มฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ ในการทำแบบทดสอบจะต้องจับเวลาอย่างเคร่งครัดเพื่อให้ผลที่ออกมาเที่ยงตรงตามความเป็นจริง ในการเตรียมการทดสอบต้องมีอุปกรณ์ดังนี้ คือ

- นาฬิกาจับเวลา
- แบบทดสอบ
- ดินสอชนิดอ่อนขนาด 2B หรือ 4B
- ยางลบ

2. บทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ ที่มีรูปแบบการนำทางในบทเรียนต่างกัน ซึ่งผ่านการตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาจากผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชียวชาญด้านกราฟิก และการออกแบบเว็บไซต์ 3 ท่าน และผ่านการตรวจสอบหาประสิทธิภาพสื่อด้วยเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 ดังคำอธิบายของ วชิราพร อัจฉริยโกศล (2536) มีความหมายดังนี้

90 ตัวแรก หมายถึง คะแนนรวมเฉลี่ยของกลุ่ม (Class Mean) คิดเป็นร้อยละ

90 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละ 90 ของนักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์แต่ละข้อของสื่อ

3. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อวัดความรู้ ความเข้าใจ ของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ ก่อนเรียน และวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ของ

บทเรียนเรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่มีข้อคำถาม และตัวเลือกตอบเดียวกัน แต่มีการสลับข้อ และตัวเลือกไว้ในแต่ละชุด ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ

4. แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ เรื่อง ดาราศาสตร์ และอวกาศ เป็นแบบสอบถามที่สร้างขึ้นเพื่อสำรวจความคิดเห็นในการใช้งานบทเรียน แบบสอบถามชุดนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานบทเรียนของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ แบบสอบถามมีข้อคำถามแบบมาตรประมาณค่า 4 ระดับ จำนวน 16 ข้อ

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เป็นคำถามปลายเปิด 2 ข้อ

วิธีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บที่มีรูปแบบการนำทางต่างกัน เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการผลิตตามกระบวนการศึกษาเนื้อหา และวิเคราะห์รายละเอียดตามเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

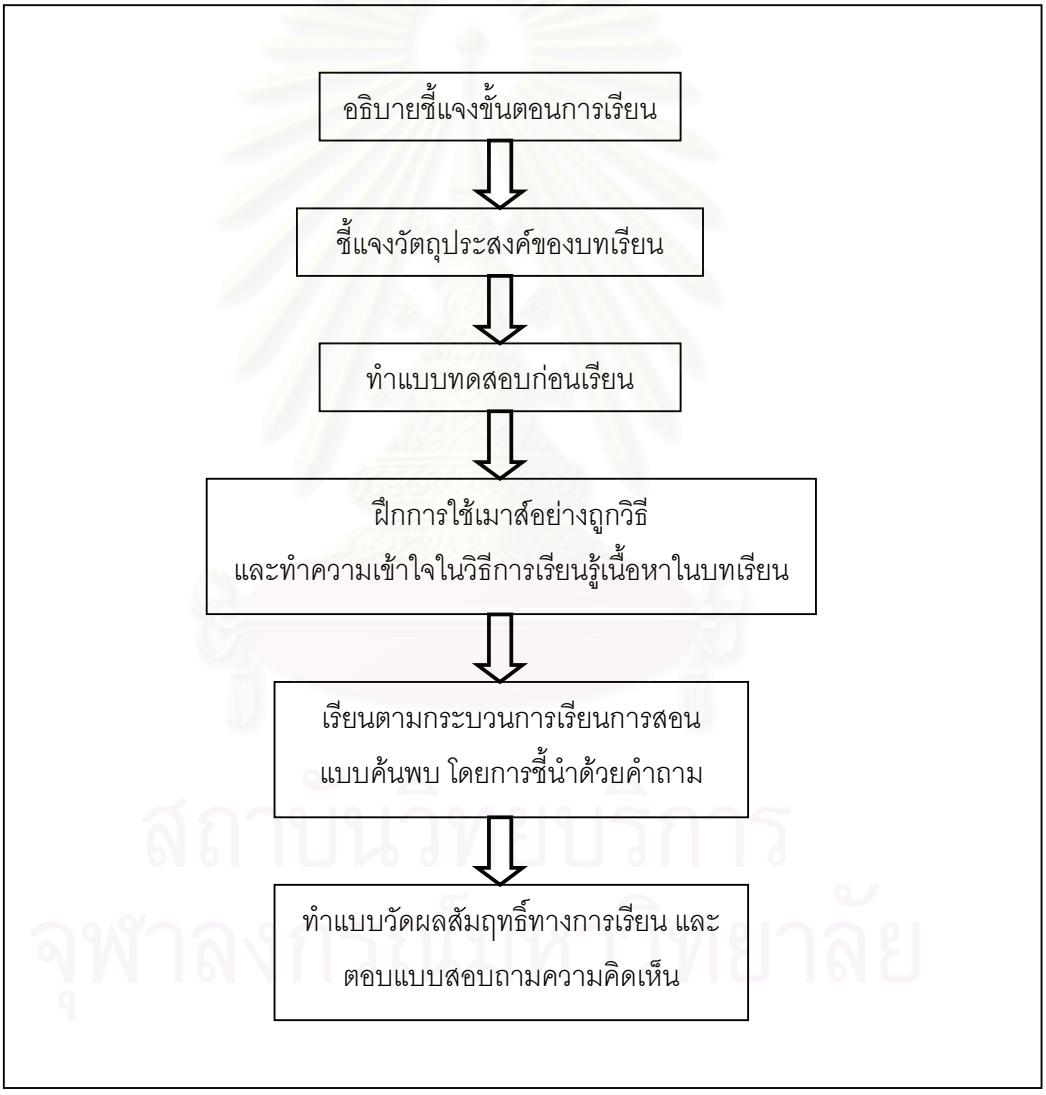
1.1 ศึกษาโปรแกรม การออกแบบ และรวบรวมเนื้อหา ข้อมูลจากเอกสาร สิ่งพิมพ์ และงานวิจัยต่างๆ

1.2 วิเคราะห์เนื้อหา และรายละเอียด เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ

1.3 ออกแบบบทเรียน และกำหนดวัตถุประสงค์ให้ครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมด โดยใช้รูปแบบวิธีการสอนแบบค้นพบ (Briggs and other, 1968 ; Cooney, and other, 1975 ; สุวิทย์ และอรทัย มูลคำ, 2545) ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถาม (Bloom, 1956; สุวิทย์ และอรทัย มูลคำ, 2545; ทิศนา แขมมณี, 2545) โดยการให้นักเรียนพบปัญหาหรือคำถาม แล้วทำการเสาะแสวงหาคำตอบด้วยตนเอง เพื่อให้นักเรียนได้มีบทบาทสำคัญในกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเองให้มากที่สุด โดยลักษณะของคำถามที่ใช้ในบทเรียนมีหลายประเภท เช่น คำถามเพื่อการจำแนก คำถามเพื่อการเปรียบเทียบ คำถามเพื่อให้สังเกต และคำถามเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างเหตุผล เป็นต้น

1.4 ออกแบบการบันทึกข้อมูลการติดตามการใช้งานบทเรียน โดยบันทึกจำนวนครั้งที่นักเรียนใช้เครื่องมือนำทางในบทเรียน จำนวนครั้งที่นักเรียนใช้ปุ่มกลับไปมุมมองเริ่มต้น และระยะเวลาระหว่างที่นักเรียนใช้ในบทเรียนเพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

1.5 นำเนื้อหาที่ออกแบบมาเขียนโครงเรื่อง (Story Board) โดยยึดหลักการออกแบบความเป็นจริงเสมือนตามที่ผู้วิจัยได้ศึกษารวบรวมจากหลักการ ทฤษฎีและคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญท่านต่างๆ มีขั้นตอนการเรียนในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บดังภาพประกอบที่ 14



ภาพประกอบที่ 14 แสดงรูปแบบการเรียนในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ

1.6 จากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบความถูกต้องและความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) การลำดับเนื้อหา ภาพประกอบ และความครบถ้วนของเนื้อหาตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ แล้วนำไปปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

1.7 นำโครงเรื่อง (Story Board) ที่ผ่านการตรวจสอบแล้วมาสร้างบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ ภาษาเวอร์เมอว (VRML) ด้วยโปรแกรม 3D STUDIO MAX ซึ่งไฟล์ที่ได้จะมีนามสกุล *wrl ที่ทำหน้าที่ประมวลผลร่วมกับโปรแกรมเสริม เช่น โปรแกรม Cortona VRML Client, Version 4.2 หรือ Cosmo ผ่านทางเบราเซอร์ระบบเวิล์ด ไวด์ เว็บ จากนั้นใช้โปรแกรม Macromedia Flash และ Dreamweaver มาสร้างส่วนประกอบอื่นๆ ในโครงสร้างบทเรียน ทั้ง 2 แบบ กำหนดตำแหน่งจุดเชื่อมโยง สี ตัวหนังสือ สีพื้นหลัง และองค์ประกอบศิลป์อื่นๆ ตามทฤษฎีและจากข้อค้นพบต่างๆ ในงานวิจัย

1.8 จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสร้าง และออกแบบเว็บไซต์การเรียนการสอน 3 ท่าน และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสมต่างๆ และให้คำแนะนำเพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไข

1.9 ตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือด้วยการนำบทเรียนที่สร้างขึ้นไปทดสอบหาประสิทธิภาพสื่อ 3 ขั้นตอน ตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 กับนักเรียนที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 ทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One-on-one testing) นำบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บทั้ง 2 แบบ ให้นักเรียนที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 2 คน ทดลองใช้กับบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บทั้ง 2 แบบ เพื่อศึกษาหาข้อบกพร่องของบทเรียนและความสามารถในการใช้งานบทเรียน ของนักเรียนว่าเรียนได้อย่างคล่องแคล่ว และทำความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนได้หรือไม่ จากนั้นให้ลองทำแบบทดสอบหลังเรียนทันที ให้นักเรียนช่วยบอกข้อบกพร่องที่ควรแก้ไขปรับปรุง ซึ่งในขั้นต้น ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่ายังไม่ผ่านเกณฑ์ 90/90 จึงนำผลคะแนน ความผิดพลาด และคำแนะนำมาปรับปรุงแก้ไขให้มีประสิทธิภาพตามที่กำหนด

ขั้นที่ 2 ทดสอบกลุ่มเล็ก (Small group testing) นำบทเรียนที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองกับนักเรียนที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน โดยแบ่งให้ทดลองแบบละ 5 คน โดยมีวิธีการปฏิบัติเช่นเดียวกับการทดลองจริงทุกประการ และมีการทำแบบทดสอบหลังเรียนทันที แล้วนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียน ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่าผ่านเกณฑ์ 90/90 จึงนำมาตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมให้มีประสิทธิภาพตามที่กำหนดมากยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 3 ทดสอบกลุ่มใหญ่ (Large group testing) นำบทเรียนที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองกับนักเรียนที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน โดยแบ่งเป็นบทเรียนละ 10 คน จากนั้นให้นักเรียนทำแบบทดสอบมาวิเคราะห์ตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่องมือตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 เช่นเดียวกับขั้นที่ 2 โดยที่ 90 ตัวแรก หมายถึง คะแนนรวมเฉลี่ยของกลุ่ม (Class Mean) คิดเป็นร้อยละ และ 90 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละ 90 ของนักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์แต่ละข้อของสื่อ จากนั้นตรวจสอบ และปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมพร้อมทั้งขอคำปรึกษาจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อแก้ไขสื่อให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด และพร้อมที่จะนำไปทดลองจริง ซึ่งผลการทดสอบแสดงไว้ในตารางการหาประสิทธิภาพสื่อบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บเรื่อง ดาราศาสตร์ และอวกาศ ตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 : ภาคผนวก ค

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นแบบวัดวัดความรู้ ความเข้าใจ เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ แบบทดสอบที่มีข้อคำถามแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาเนื้อหา และวิเคราะห์รายละเอียด เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ของกรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ

2.2 สร้างแบบทดสอบวัดความรู้ ความเข้าใจ ในส่วนที่เกี่ยวกับเนื้อหาในบทเรียนตามวัตถุประสงค์ โดยโครงสร้างเป็นแบบทดสอบที่มีข้อคำถามแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก แต่ละข้อมีคำตอบที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว โดยสร้างไว้ 30 ข้อ ให้ครอบคลุมเนื้อหาที่กำหนด ตามคำแนะนำที่ให้ออกข้อสอบเกินจำนวนที่ต้องการจริง ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 25 (บุญชม ศรีสะอาด , 2535) ซึ่งข้อสอบที่ต้องการจริงในการเก็บข้อมูลของการวิจัยครั้งนี้คือ 20 ข้อ

2.3 นำแบบทดสอบไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ตรวจสอบตามความตรงของเนื้อหา และความครอบคลุมของเนื้อหา จากนั้นนำมาแก้ไข และปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

2.4 นำแบบทดสอบที่ได้รับการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิแล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนระดับระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เคยเรียนเรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ มาแล้ว จำนวน 30 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย

2.5 นำแบบทดสอบที่นักเรียนทำแล้วนำมาตรวจให้คะแนน โดยให้คะแนนข้อที่ถูกต้อง ข้อละ 1 คะแนน แล้วนำไปไปวิเคราะห์รายข้อ เพื่อหาความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) จากนั้นคัดเลือกข้อสอบให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ มีระดับความยากอยู่ระหว่าง .20 ถึง .80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ซึ่งจะได้ข้อสอบตามเกณฑ์จำนวน 20 ข้อ (ดังแสดงในตารางวิเคราะห์ความยากง่าย และอำนาจจำแนก : ภาคผนวก ง)

2.6 นำแบบทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกแล้ว 20 ข้อไปคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบโดยนำคะแนนที่ได้ของแต่ละคนในข้อสอบทั้งฉบับมาหาค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง ด้วยสูตรของ แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ได้ค่าความเที่ยง = .85 ก่อนนำไปใช้จริง

3. แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บเรื่อง ดาราศาสตร์ และอวกาศ เป็นแบบสอบถามที่สร้างขึ้นเพื่อสำรวจความความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานบทเรียน ว่ามีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด เพื่อจะเป็นประโยชน์ และเป็นแนวทางในการออกแบบ พัฒนาบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนต่อไป แบบสอบถามชุดนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานบทเรียนของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ แบบสอบถามมีข้อคำถามแบบมาตรประมาณค่า 4 ระดับ จำนวน 16 ข้อ

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เป็นคำถามปลายเปิด 2 ข้อ

ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษารวบรวมข้อมูลต่างๆ จากเอกสาร ตำรา งานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องตลอดจนการสัมภาษณ์ผู้รู้ และเชี่ยวชาญ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างเครื่องมือ

3.2 นำข้อมูลที่ได้มาออกแบบสร้างเป็นแบบสอบถามให้ครอบคลุมทั้ง 3 ส่วน ดังนี้ 1) ส่วนที่เกี่ยวกับรูปแบบการนำเสนอ 2) ส่วนของตัวอักษร ข้อความ ภาพประกอบ สัญลักษณ์ต่างๆ 3) ส่วนของการใช้ปุ่มนำทาง ในการใช้งานบทเรียน ซึ่งเป็น แบบสอบถามมีข้อคำถามแบบมาตรประมาณค่า 4 ระดับ จำนวน 16 ข้อ โดยแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

4	หมายถึง	มีความคิดเห็นว่าเหมาะสมในระดับมากที่สุด
3	หมายถึง	มีความคิดเห็นว่าเหมาะสมในระดับมาก
2	หมายถึง	มีความคิดเห็นว่าเหมาะสมในระดับปานกลาง
1	หมายถึง	มีความคิดเห็นว่าเหมาะสมในระดับน้อย

สร้างข้อคำถามข้อเสนอแนะเพิ่มเติมในการใช้งานในบทเรียน ซึ่งเป็นคำถามปลายเปิด 2 ข้อ เพื่อให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น

3.3 นำแบบสอบถามที่สร้างเสร็จแล้วเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมของเนื้อหา ลักษณะของคำถาม และสำนวนภาษา และนำมาปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้ง

3.4 นำแบบแบบสอบถามที่ได้รับการปรับปรุงตามคำแนะนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน โดยให้ผู้ตอบช่วยตรวจสอบความเข้าใจของภาษาที่ใช้ และข้อบกพร่องที่ควรแก้ไขปรับปรุง จากนั้นนำแบบสอบถามมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์พร้อมทั้งขอคำปรึกษาจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อแก้ไข และใช้เป็นแบบสอบถามในการวิจัยต่อไป

วิธีดำเนินการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูล ตามลำดับดังนี้

1. ให้นักเรียนทั้งหมด 7 ห้อง รวมทั้งสิ้น 241 คน ทำแบบวัดแบบการคิดเดอะกรุป เอมเบดเดด ฟิกเกอร์ เทสท์ จากนั้นนำแบบวัดการคิดไปตรวจคิดคะแนน เพื่อแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มตามแบบการคิด และสุ่มกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลอง (ดังตารางที่ 4 และ5)

2. เตรียมสถานที่ และเครื่องมือ ซึ่งสถานที่ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ คือ ห้องสมุดไอทีของโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม) เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล จอสี (VGA) จำนวนทั้งหมด 40 เครื่อง โดยนักเรียน 1 คน ต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ดำเนินการติดตั้งโปรแกรม Web browser โปรแกรม Microsoft Internet Explorer ซึ่งเป็นตัวทำหน้าที่ประมวลผลกราฟิก และติดตั้งโปรแกรมเสริม Cortona VRML Client, Version 4.2

3. ดำเนินการทดลองโดยให้กลุ่มตัวอย่าง นั่งประจำเครื่องตามที่จัดไว้ ผู้วิจัยอธิบายชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใจถึงขั้นตอนการเรียน และวัตถุประสงค์ของบทเรียน แล้วจึงให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบก่อนเรียน จากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างฝึกการใช้เมาส์อย่างถูกวิธีเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของวัตถุ 3 มิติ ให้คล่อง และทำความเข้าใจในวิธีการเรียนรู้เนื้อหาในบทเรียน

4. ให้กลุ่มตัวอย่างเรียนบทเรียนตามกระบวนการเรียนการสอนแบบค้นพบ โดยการชี้นำด้วยคำถาม และบันทึกจำนวนครั้งที่นักเรียนใช้เครื่องมือนำทางในบทเรียน จำนวนครั้งที่นักเรียนใช้ปุ่มกลับไปมุมมองเริ่มต้น และระยะเวลาระหว่างที่นักเรียนใช้ในบทเรียนเพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

5. เมื่อศึกษาบทเรียนจบแล้ว จึงให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทันที และตอบแบบสอบถามความคิดเห็นในการใช้งานบทเรียน จากนั้นนำผลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ค่าทางสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows ดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (ONE-WAY ANOVA) ของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ เพื่อเปรียบเทียบว่ากลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม มีความรู้พื้นฐานไม่แตกต่างกัน

2. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน เมื่อเรียนด้วยบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บที่มีเครื่องมือนำทางต่างกัน

3. วิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (TWO-WAY ANOVA) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่มเพื่อหาปฏิสัมพันธ์ระหว่างเครื่องมือนำทางในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ กับรูปแบบการคิดของนักเรียน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Dependent t-test) ของคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม ที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน เมื่อเรียนด้วยบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บที่มีเครื่องมือนำทางต่างกัน

5. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของระยะเวลาระหว่างที่นักเรียนใช้ จำนวนครั้งที่นักเรียนใช้เครื่องมือนำทาง และจำนวนครั้งที่นักเรียนใช้ปุ่มกลับไปมุมมองเริ่มต้นในบทเรียน และแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บเรื่อง ดาราศาสตร์ และอวกาศ โดยมีเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยดังนี้

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง มีความเหมาะสมในการใช้งานบทเรียนในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง มีความเหมาะสมในการใช้งานบทเรียนในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง มีความเหมาะสมในการใช้งานบทเรียนในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.00 หมายถึง มีความเหมาะสมในการใช้งานบทเรียนในระดับมากที่สุด

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

1.1 หาความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1.2 หาค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วยการคำนวณจากสูตรสัมประสิทธิ์ แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient)

2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows ดังต่อไปนี้

2.1 ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$)

2.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2.3 ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Dependent t-test)

2.4 ความแปรปรวนทางเดียว (ONE-WAY ANOVA)

2.5 ความแปรปรวนสองทาง (TWO-WAY ANOVA)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของรูปแบบการนำทางในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน ซึ่งการออกแบบการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงทดลอง ที่มีกลุ่มทดลอง 4 กลุ่ม โดยไม่มีกลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นการทดลองแบบ 2 x 2 Factorial Design โดยตัวแปรในการทดลองมี 2 ตัวแปร คือ รูปแบบการคิด (Cognitive Styles) 2 รูปแบบ คือ แบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ (Field Independence : FI) และแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ (Field Dependence : FD) และบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ ที่มีรูปแบบการนำทาง (Navigation Types) 2 รูปแบบ คือ แบบค้นหาคำ (Search Box) และแบบสัญรูป (Icon)

โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลผลคะแนนของการทำแบบทดสอบก่อนเรียน และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และข้อมูลจากการติดตามการใช้งานบทเรียน ได้แก่

1. ระยะเวลาที่นักเรียนใช้ในบทเรียน
2. จำนวนครั้งที่นักเรียนใช้เครื่องมือนำทาง
3. จำนวนครั้งที่นักเรียนใช้ปุ่มกลับไปมุมมองเริ่มต้น
4. ความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานบทเรียน

เพื่อนำมาวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติ และทดสอบสมมติฐาน โดยมีลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลจากทดลอง

1. การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ ของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม

2. การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน เมื่อเรียนด้วยบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บที่มีเครื่องมือนำทางต่างกัน

3. การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่มเพื่อหาปฏิสัมพันธ์ระหว่างเครื่องมือนำทางในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ กับรูปแบบการคิดของนักเรียน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม ที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน เมื่อเรียนด้วยบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บที่มีเครื่องมือนำทางต่างกัน

ตอนที่ 2 ข้อมูลจากการติดตามการใช้งานบทเรียน

1. การวิเคราะห์ระยะเวลาที่นักเรียนใช้ในบทเรียน
2. การวิเคราะห์จำนวนครั้งที่นักเรียนใช้เครื่องมือนำทางในบทเรียน
3. การวิเคราะห์จำนวนครั้งที่นักเรียนใช้ปุ่มกลับไปมุมมองเริ่มต้นในบทเรียน
4. การวิเคราะห์ความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานบทเรียนของนักเรียน

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 ข้อมูลจากการทดลอง

1. การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ ของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม

ตารางที่ 6 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ ของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม

แหล่งของความแปรปรวน	SS	df	MS	F	Sig.
ระหว่างกลุ่ม	21.380	3	7.127	.648	.587
ภายในกลุ่ม	814.068	74	11.001		
รวม	835.449	77			

*p < .05

จากตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ ของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม พบว่าคะแนนเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน ทั้ง 4 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่ากลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม มีความรู้พื้นฐานไม่แตกต่างกัน

2. การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม ที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน เมื่อเรียนด้วยบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บที่มีเครื่องมือนำทางต่างกัน

ตารางที่ 7 แสดงค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม ที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน เมื่อเรียนด้วยบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บที่มีเครื่องมือนำทางต่างกัน

รูปแบบการนำทาง	แบบการคิดของนักเรียน				รวม	
	ฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์		ฟิลด์ ดิเพนเดนซ์			
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.
แบบค้นหาคำ (Search Box)	15.40	2.41	13.37	3.20	14.41	2.97
แบบสัญรูป (Icon)	15.25	3.16	12.95	2.68	14.13	3.12
รวม (คะแนน)	15.32	2.78	13.16	2.92	14.27	3.03

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม ที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน เมื่อเรียนด้วยบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บที่มีเครื่องมือนำทางต่างกัน พบว่า นักเรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ มีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 15.32 คะแนน สูงกว่านักเรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 13.16 คะแนน ส่วนนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนที่มีรูปแบบการนำทางต่างกัน คือ นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการนำทางแบบค้นหาคำ มีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 14.41 คะแนน ใกล้เคียงกับนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการนำทางแบบสัญรูป ซึ่งมีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 14.13 คะแนน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่มเพื่อหาปฏิสัมพันธ์ระหว่างเครื่องมือนำทางในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ กับรูปแบบการคิดของนักเรียน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ 8 แสดงผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม ที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน เมื่อเรียนด้วยบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บที่มีเครื่องมือนำทางต่างกัน

แหล่งของความแปรปรวน	SS	df	MS	F	Sig.
แบบการคิดของนักเรียน	91.519	1	91.519	11.031	.001*
รูปแบบการนำทาง	1.589	1	1.589	.191	.663
ปฏิสัมพันธ์	.358	1	.358	.043	.836
ความคลาดเคลื่อน	613.918	74	8.296		
รวม	16589.000	78			

*p < .05

จากตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม หลังจากเรียนบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ พบว่า นักเรียนที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน เมื่อเรียนด้วยบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ มีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ($\overline{X}$ =15.32) สูงกว่านักเรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ ($\overline{X}$ =13.16)

เมื่อพิจารณาจากบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ ที่มีรูปแบบการนำทางในบทเรียนต่างกันพบว่า เมื่อนักเรียนเรียนด้วยบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ ที่มีรูปแบบการนำทางในบทเรียนต่างกันจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

การศึกษาปฏิสัมพันธ์ของตัวแปร ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการคิดของนักเรียน กับรูปแบบการนำทางในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4. การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม ที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน เมื่อเรียนด้วยบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บที่มีเครื่องมือนำทางต่างกัน

ตารางที่ 9 แสดงค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Dependent t-test) ของคะแนนในการทำแบบทดสอบก่อนเรียน และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม ที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน เมื่อเรียนด้วยบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บที่มีเครื่องมือนำทางต่างกัน

กลุ่มตัวอย่าง		$\overline{X}$	S.D.	t
นักเรียนที่มีแบบการคิดฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์	ก่อนเรียน	10.45	3.20	-11.456*
ที่มีรูปแบบการนำทางแบบค้นหาคำ	หลังเรียน	15.40	2.41	
นักเรียนที่มีแบบการคิดฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์	ก่อนเรียน	10.75	3.27	-6.415*
ที่มีรูปแบบการนำทาง แบบสัญรูป	หลังเรียน	15.25	3.16	
นักเรียนที่มีแบบการคิดฟิลด์ ดิเพนเดนซ์	ก่อนเรียน	9.95	3.57	-4.843*
ที่มีรูปแบบการนำทางแบบค้นหาคำ	หลังเรียน	13.37	3.20	
นักเรียนที่มีแบบการคิดฟิลด์ ดิเพนเดนซ์	ก่อนเรียน	9.37	3.22	-7.989*
ที่มีรูปแบบการนำทาง แบบสัญรูป	หลังเรียน	12.95	2.68	

* $p<.05$

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของคะแนนในการทำแบบทดสอบก่อนเรียน และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม ที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน เมื่อเรียนด้วยบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บที่มีเครื่องมือนำทางต่างกัน พบว่า คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยในการทำแบบทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตอนที่ 2 ข้อมูลจากการติดตามการใช้งานบทเรียน

นอกจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแล้ว ในการทดลองครั้งนี้ ยังได้มีการบันทึกระยะเวลาที่นักเรียนใช้ในบทเรียน จำนวนครั้งที่นักเรียนใช้เครื่องมือนำทาง จำนวนครั้งที่นักเรียนใช้ปุ่มกลับไปมุมมองเริ่มต้น และความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานบทเรียนของนักเรียนในกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม ที่เข้าไปศึกษาบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ เพื่อนำมาวิเคราะห์ตามวิธีการทางสถิติ ดังแสดงผลต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ระยะเวลาที่นักเรียนใช้ในบทเรียน

ตารางที่ 10 แสดงค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของระยะเวลาที่กลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่มใช้ในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ

รูปแบบการนำทาง	แบบการคิดของนักเรียน				รวม	
	ฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์		ฟิลด์ ดิเพนเดนซ์			
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.
แบบค้นหาคำ	43.35	6.53	36.42	8.73	39.97	8.35
แบบสัญรูป	39.75	6.73	34.89	7.68	37.38	7.53
รวม (นาที)	41.55	6.80	35.66	8.15	38.68	8.01

จากตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาที่กลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่มใช้ในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ พบว่า นักเรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ มีค่าเฉลี่ยของระยะเวลาที่ใช้เท่ากับ 41.55 นาทีต่อคน สูงกว่านักเรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ดิเพนเดนซ์ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของระยะเวลาที่ใช้เท่ากับ 35.66 นาทีต่อคน

สำหรับนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนที่มีรูปแบบการนำทางต่างกัน คือ นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการนำทางแบบค้นหาคำ และแบบสัญรูป พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการนำทางแบบค้นหาคำมีค่าเฉลี่ยของระยะเวลาที่ใช้เท่ากับ 39.87 นาทีต่อคน และนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการนำทางแบบสัญรูปมีค่าเฉลี่ยของระยะเวลาที่ใช้เท่ากับ 37.38 นาทีต่อคน

2. การวิเคราะห์จำนวนครั้งที่นักเรียนใช้เครื่องมือนำทางในบทเรียน

ตารางที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของจำนวนครั้งที่กลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม ใช้เครื่องมือนำทางในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ

รูปแบบการนำทาง	แบบการคิดของนักเรียน				รวม	
	ฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์		ฟิลด์ ดิเพนเดนซ์			
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.
แบบค้นหาคำ	7.75	5.02	7.05	4.48	7.41	4.72
แบบสัญรูป	17.60	10.05	21.79	11.99	19.64	11.10
รวม (ครั้ง)	12.68	9.29	14.42	11.64	13.53	10.47

จากตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งที่กลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่มใช้ในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ พบว่า นักเรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ มีค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งที่ใช้เครื่องมือนำทางเท่ากับ 12.68 ครั้งต่อคน และนักเรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ มีค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งที่ใช้เครื่องมือนำทางเท่ากับ 14.42 ครั้งต่อคน

สำหรับนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนที่มีรูปแบบการนำทางต่างกัน คือ นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการนำทางแบบค้นหาคำ และแบบสัญรูป พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการนำทางแบบค้นหาคำมีค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งที่ใช้เครื่องมือนำทางเท่ากับ 19.64 ครั้งต่อคน และนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการนำทางแบบสัญรูปมีค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งที่ใช้เครื่องมือนำทางเท่ากับ 7.41 ครั้งต่อคน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. การวิเคราะห์จำนวนครั้งที่นักเรียนใช้ปุ่มกลับไปมุมมองเริ่มต้นในบทเรียน

ตารางที่ 12 แสดงค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของจำนวนครั้งที่กลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม ใช้ปุ่มกลับไปมุมมองเริ่มต้นในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ

รูปแบบการนำทาง	แบบการคิดของนักเรียน				รวม	
	ฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์		ฟิลด์ ดิเพนเดนซ์			
	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.	$\overline{X}$	S.D.
แบบค้นหาคำ	11.85	5.29	12.79	6.81	12.31	6.02
แบบสัญรูป	11.20	5.00	12.11	5.44	11.64	5.17
รวม (ครั้ง)	11.52	5.09	12.45	6.09	11.97	5.58

จากตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งที่กลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่มใช้ในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ พบว่า นักเรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ มีค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งที่ใช้ปุ่มกลับไปมุมมองเริ่มต้นเท่ากับ 11.52 ครั้งต่อคน และนักเรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ มีค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งที่ใช้ปุ่มกลับไปมุมมองเริ่มต้นเท่ากับ 12.45 ครั้งต่อคน

สำหรับนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนที่มีรูปแบบการนำทางต่างกัน คือ นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการนำทางแบบค้นหาคำ และแบบสัญรูป พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการนำทางแบบค้นหาคำมีค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งที่ใช้ปุ่มกลับไปมุมมองเริ่มต้นเท่ากับ 12.31 ครั้งต่อคน และนักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการนำทางแบบสัญรูปมีค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งที่ใช้ปุ่มกลับไปมุมมองเริ่มต้นเท่ากับ 11.64 ครั้งต่อคน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. การวิเคราะห์ความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานบทเรียนของนักเรียน

ผลการวิเคราะห์แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานบทเรียนที่กลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่มใช้ในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ พบว่า โดยเฉลี่ยแล้วนักเรียนมีความคิดเห็นว่าบทเรียนมีความเหมาะสมในระดับมาก ค่าเฉลี่ยรวมทุกข้อคำถามมีค่าเท่ากับ 3.25 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.73 โดยค่าเฉลี่ยสูงสุด 3 อันดับแรกได้แก่ “ภาพประกอบในบทเรียน มีสีสันสวยงาม น่าสนใจ” มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.63 รองลงมาคือ “การค้นหาข้อมูลที่ต้องการได้สะดวก รวดเร็ว” มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.55 และ “การเข้าถึงเนื้อหาในบทเรียนได้สะดวก และรวดเร็ว” มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.54 ตามลำดับ

สำหรับความคิดเห็นอื่นๆ ระบุว่าส่วนที่ส่วนที่ชอบ และน่าสนใจที่สุดในบทเรียน คือ การนำเสนอ ภาพประกอบ และกราฟิก 3D ของดาวต่างๆ ในบทเรียน มีสีสันสวยงาม น่าสนใจ การเข้าไปค้นหาข้อมูลโดยใช้เครื่องมือต่างๆ น่าสนใจ ง่ายต่อการค้นหา และรูปแบบบทเรียนมีความแปลกใหม่ น่าสนใจ การใช้งานแปลกไปจากบทเรียนอื่นๆ ส่วนอุปสรรคที่พบในการใช้งานบทเรียน พบว่าเครื่องคอมพิวเตอร์บางเครื่องมีปัญหาด้านฮาร์ดแวร์ จึงทำให้เกิดการขัดข้องในการใช้งาน ต้อง Restart เครื่องคอมพิวเตอร์ใหม่ และบางคนเกิดความสับสนในช่วงแรกของการใช้งาน แต่เมื่อใช้ไปสักระยะก็จะสามารถใช้งานบทเรียนได้คล่องขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาผลของรูปแบบการนำทางในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน โดยมีวัตถุประสงค์ในการวิจัย สมมติฐานของการวิจัย วิธีการดำเนินการวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูลผลการวิจัย อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน เมื่อเรียนด้วยบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ

2. เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเมื่อเรียนด้วยบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ ที่มีรูปแบบการนำทางต่างกัน

3.เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ ของรูปแบบการคิดของนักเรียน กับรูปแบบการนำทางในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

สมมติฐานของการวิจัย

สมมติฐานของการวิจัยเรื่อง ผลของรูปแบบการนำทางในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ วิชาวิทยาศาสตร์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน มีดังนี้ คือ

1.นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีรูปแบบการคิดต่างกัน เมื่อเรียนด้วยบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน

2.นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เมื่อเรียนด้วยบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บที่มีรูปแบบการนำทางในบทเรียนต่างกันจะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน

3.มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างรูปแบบการนำทางในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ กับรูปแบบการคิดของนักเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิธีการดำเนินการวิจัย

การออกแบบการวิจัย

วิธีวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ที่มีกลุ่มทดลอง 4 กลุ่ม โดยไม่มีกลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นการทดลองแบบ 2 x 2 Factorial Design

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนที่กำลังศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2547 ของโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม) ทั้งหมด 7 ห้อง รวมทั้งสิ้น 241 คน ที่ผ่านการทำแบบวัดแบบการคิด เดอะกรุป เอมเบดเดด ฟิกเกอร์ เทสท์ (The Group Embedded Figures Test : GEFT) เพื่อจำแนกแบบการคิดของนักเรียนออกเป็น 2 แบบ คือ แบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ (Field Independence) และแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ (Field Dependence)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังต่อไปนี้

1.แบบวัดการคิดเดอะกรุป เอมเบดเดด ฟิกเกอร์ เทสท์ มีวิธีการทดสอบทำได้โดยให้ผู้ทดสอบหาภาพที่กำหนด ซึ่งเป็นภาพแบบง่ายที่ซ่อนอยู่ในภาพที่ซับซ้อน โดยใช้ ดินสอลากเส้นภาพที่มีรูปแบบง่ายๆ ที่กำหนด ซึ่งซ่อนอยู่ในภาพที่ซับซ้อน การมองภาพจะแบ่งเป็น 3 ตอน ตอนที่ 1 มี 7 ภาพ ใช้เวลาในการมองภาพ 2 นาที ตอนที่ 2 มี 9 ภาพ ใช้เวลาในการมองภาพ 5 นาที ตอนที่ 3 มี 9 ภาพ ใช้เวลาในการมองภาพ 5 นาที รวมเวลาทั้ง 3 ตอน 12 นาที สำหรับคะแนนที่ผู้ทดสอบทำได้จะนำมาคิดเฉพาะตอนที่ 2 กับตอนที่ 3 เท่านั้น โดยให้คะแนนภาพที่ถูกต้องภาพละ 1 คะแนน ทำให้มีคะแนนเต็มอยู่ 18 คะแนน ผู้ที่ได้คะแนนตั้งแต่ 0 – 6 จัดอยู่ในกลุ่มฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ ผู้ที่ได้คะแนนระหว่าง 7 – 12 จัดอยู่ในกลุ่มผสม สำหรับผู้ที่ได้คะแนนระหว่าง 13 – 18 คะแนน จัดอยู่ในกลุ่มฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์

2. บทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ ที่มีรูปแบบการนำทางในบทเรียนต่างกัน 2 รูปแบบ คือ แบบค้นหาคำ (Search Box) และแบบสัญรูป (Icon)

<u>การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ</u>

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ โดยการหาความตรงตามเนื้อหา และทดสอบหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ โดยมีขั้นตอน ดังนี้

2.1 การหาความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือที่ออกแบบไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา 3 ท่าน ตรวจความตรงตามเนื้อหา ความครอบคลุมของ

เนื้อหา และให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการสร้าง และออกแบบเว็บไซต์การเรียนการสอน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องความเหมาะสมต่างๆ และให้คำแนะนำเพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไข

2.2 การทดสอบหาประสิทธิภาพสื่อตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90 (วชิราพร อัจฉริยโกศล, 2536) กับนักเรียนที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นที่ 1 ทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One-on-one testing)

ขั้นที่ 2 ทดสอบกลุ่มเล็ก (Small group testing)

ขั้นที่ 3 ทดสอบกลุ่มใหญ่ (Large group testing)

2.3 นำมาตรวจสอบแก้ไขปรับปรุงพร้อมทั้งขอคำปรึกษาจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อแก้ไขสื่อให้มีประสิทธิภาพมากที่สุดพร้อมที่จะนำไปทดลองจริง

3. แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เพื่อวัดความรู้ ความเข้าใจ ของนักเรียนที่เรียนจากบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บก่อนเรียน และวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ของบทเรียนเรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่มีข้อคำถาม และตัวเลือกตอบเดียวกัน แต่มีการสลับข้อ และตัวเลือกไว้ในแต่ละชุด ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ

<u>การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ</u>

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ โดยการหาความตรงตามเนื้อหา ความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง (Reliability) โดยมีขั้นตอน ดังนี้

3.1 การหาความตรงตามเนื้อหา นำแบบทดสอบไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน ตรวจสอบตามความตรงของเนื้อหา และความครอบคลุมของเนื้อหา จากนั้นนำมาแก้ไข และปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ แล้วนำไปทดสอบครั้งที่ 1 กับกลุ่มตัวอย่าง ที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

3.2 การหาความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) จากนั้นคัดเลือกข้อสอบให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ มีระดับความยากอยู่ระหว่าง .20 ถึง .80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ซึ่งจะได้ข้อสอบตามเกณฑ์จำนวน 20 ข้อ (ดังแสดงในตารางวิเคราะห์ความยากง่าย และอำนาจจำแนก : ภาคผนวก ง)

3.3 การหาค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงของแบบทดสอบ โดยนำคะแนนที่ได้ของแต่ละคนในข้อสอบทั้งฉบับมาหาค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยง ด้วยสูตรของ แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Alpha Coefficient) ได้ค่าความเที่ยง = .85 ก่อนนำไปใช้จริง

4. แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ เรื่อง ดาราศาสตร์ และอวกาศ เป็นแบบสอบถามที่สร้างขึ้นเพื่อสำรวจความความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานบทเรียน ว่ามีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด เพื่อจะเป็นประโยชน์ และเป็นแนวทางในการออกแบบ พัฒนาบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนต่อไป แบบสอบถามชุดนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ

ตอนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานบทเรียนของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ แบบสอบถามมีข้อคำถามแบบมาตรประมาณค่า 4 ระดับ จำนวน 16 ข้อ

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เป็นคำถามปลายเปิด 2 ข้อ

<u>การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ</u>

4.1 ผู้วิจัยได้นำเครื่องมือเสนอให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ดู ตรวจความครอบคลุมของเนื้อหา ลักษณะของคำถาม และความถูกต้องของภาษาเพื่อให้เกิดความเข้าใจแก่ผู้ตอบแบบสอบถาม แล้วนำแบบสอบถามมาปรับปรุงแก้ไขและเสนออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบอีกครั้ง

4.2 นำแบบแบบสอบถามที่ได้รับการปรับปรุงตามคำแนะนำไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน โดยให้ผู้ตอบช่วยตรวจสอบความเข้าใจของภาษาที่ใช้ และข้อบกพร่องที่ควรแก้ไขปรับปรุง จากนั้นนำแบบสอบถามมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์พร้อมทั้งขอคำปรึกษาจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อแก้ไข และใช้เป็นแบบสอบถามในการวิจัยต่อไป

วิธีดำเนินการทดลอง

1. ให้นักเรียนทั้งหมด 7 ห้อง รวมทั้งสิ้น 241 คน ทำแบบวัดแบบการคิดเดอะกรุป เอมเบดเดด ฟิกเกอร์ เทสท์ จากนั้นนำแบบวัดการคิดไปตรวจคิดคะแนน เพื่อแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มตามแบบการคิด และสุ่มกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลอง (ดังตารางที่ 4 และ5)

2. เตรียมสถานที่ และเครื่องมือ ซึ่งสถานที่ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ คือ ห้องสมุดไอทีของโรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (ฝ่ายมัธยม) เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล จอสี (VGA) จำนวนทั้งหมด 40 เครื่อง โดยนักเรียน 1 คน ต่อคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ดำเนินการติดตั้งโปรแกรม Web browser โปรแกรม Microsoft Internet Explorer ซึ่งเป็นตัวทำหน้าที่ประมวลผลกราฟิก และติดตั้งโปรแกรมเสริม Cortona VRML Client, Version 4.2

3. ดำเนินการทดลองโดยให้กลุ่มตัวอย่าง นั่งประจำเครื่องตามที่จัดไว้ ผู้วิจัยอธิบายชี้แจงให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใจถึงขั้นตอนการเรียน และวัตถุประสงค์ของบทเรียน แล้วจึงให้กลุ่มตัวอย่างทำ

แบบทดสอบก่อนเรียน จากนั้นให้กลุ่มตัวอย่างฝึกการใช้เมาส์อย่างถูกวิธีเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของวัตถุ 3 มิติ ให้คล่อง และทำความเข้าใจในวิธีการเรียนรู้เนื้อหาในบทเรียน

4. ให้กลุ่มตัวอย่างเรียนบทเรียนตามกระบวนการเรียนการสอนแบบค้นพบ โดยการชี้นำด้วยคำถาม และบันทึกจำนวนครั้งที่นักเรียนใช้เครื่องมือนำทางในบทเรียน จำนวนครั้งที่นักเรียนใช้ปุ่มกลับไปมุมมองเริ่มต้น และระยะเวลาระหว่างที่นักเรียนใช้ในบทเรียนเพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

5. เมื่อศึกษาบทเรียนจบแล้ว จึงให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทันที และตอบแบบสอบถามความคิดเห็นในการใช้งานบทเรียน จากนั้นนำผลที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ค่าทางสถิติต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS for Windows ดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (ONE-WAY ANOVA) ของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ เพื่อเปรียบเทียบว่ากลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม มีความรู้พื้นฐานไม่แตกต่างกัน

2. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน เมื่อเรียนด้วยบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บที่มีเครื่องมือนำทางต่างกัน

3. วิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (TWO-WAY ANOVA) ของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่มเพื่อหาปฏิสัมพันธ์ระหว่างเครื่องมือนำทางในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ กับรูปแบบการคิดของนักเรียน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย (Dependent t-test) ของคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองทั้ง 4 กลุ่ม ที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน เมื่อเรียนด้วยบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บที่มีเครื่องมือนำทางต่างกัน

5. วิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของระยะเวลาระหว่างที่นักเรียนใช้ จำนวนครั้งที่นักเรียนใช้เครื่องมือนำทาง และจำนวนครั้งที่นักเรียนใช้ปุ่มกลับไปมุมมองเริ่มต้นในบทเรียน และแบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บเรื่อง ดาราศาสตร์ และอวกาศ โดยมีเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยดังนี้

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง มีความเหมาะสมในการใช้งานบทเรียนในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง มีความเหมาะสมในการใช้งานบทเรียนในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง มีความเหมาะสมในการใช้งานบทเรียนในระดับมาก
ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.00 หมายถึง มีความเหมาะสมในการใช้งานบทเรียนในระดับมากที่สุด

สรุปผลการวิจัย

ทำการศึกษาผลของรูปแบบการนำทางในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน ปรากฏผลการวิจัยดังนี้

1. นักเรียนที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน เมื่อเรียนด้วยบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

2.นักเรียนเมื่อเรียนด้วยบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ ที่มีรูปแบบการนำทางในบทเรียนต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

3.ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการนำทางในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ กับรูปแบบการคิดของนักเรียนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเรื่อง ผลของรูปแบบการนำทางในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน ผู้วิจัยได้อภิปรายผลเป็นรายข้อตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ดังนี้

1. นักเรียนที่มีแบบการคิดต่างกันเมื่อเรียนด้วยบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัย กล่าวคือ นักเรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ มีค่าเฉลี่ยคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเท่ากับ 15.32 คะแนน ซึ่งสูงกว่านักเรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ เท่ากับ 13.16 คะแนน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Weller, Repman and Lan (1993) ที่ได้ทดลองโดยใช้โปรแกรมไฮเปอร์มีเดีย กับการสอนนักเรียนที่ใช้แบบทดสอบ GEFT แยกประเภทของแบบการคิดแล้ว ผลการวิจัยพบว่าคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ สูงกว่านักเรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ และตรงกับที่ ชมพูนุช สามารถ (2545) ได้ศึกษาผลของรูปแบบการนำเสนอภาพ และ

ข้อความในบทเรียนบนเว็บพบว่านักเรียนที่มีรูปแบบคิดแบบ ฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่า นักเรียนที่มีรูปแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ เพราะแบบการคิดเป็นเรื่องของความแตกต่างระหว่างบุคคลในด้านการรับรู้ การจำ การคิด ความเข้าใจ การแปลงข่าวสารและการนำข่าวสารไปใช้ประโยชน์

เนื่องจากนักเรียนกลุ่มที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์เป็นรูปแบบการคิดของบุคคลที่เป็นอิสระ จากการลวงของภาพที่เป็นพื้นได้มาก เป็นบุคคลที่มีการรับรู้เนื้อหาสาระของสิ่งเร้าหรือข้อมูลอย่างมีการวิเคราะห์สาระหรือสิ่งเร้านั้นอย่างละเอียดถี่ถ้วนมากกว่าที่จะรับรู้สาระนั้นอย่างรวมๆ ทั้งยังสามารถสรุป และแก้ปัญหาในสิ่งเร้าต่างๆ ที่เสนอมาโดยจะรวบรวมจัดสาระสิ่งเร้าที่เสนอใหม่ และจดจำสิ่งเร้าในรูปของมโนทัศน์ที่ซับซ้อนได้ ส่วนนักเรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ เป็นบุคคลที่มีลักษณะการรับรู้แบบรวมในสิ่งเร้าหรือข้อมูลที่ได้รับ สามารถเรียนรู้ได้ดีเกี่ยวกับเรื่องในทางสังคมศาสตร์ และต้องอาศัยการมองเนื้อหาสาระที่เป็นส่วนรวมทั้งหมดก่อน เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับทำความเข้าใจเนื้อหาส่วนย่อย ซึ่งเป็นส่วนประกอบของส่วนรวมทั้งหมด และไม่สามารถแยกแยะเนื้อหาสาระได้ดีโดยไม่มีบริบทหรือสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องมาช่วยในการเรียนรู้ (Witkin และ คณะ, 1977 ; Ramirez and Castaneda, 1974 ; สมพร จารุนัฏ , 2540) นอกจากนี้ผลการศึกษาของกัญติมา พรหมอักษร (2545) พบว่า นักเรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ มีลักษณะที่ชอบทำงานเป็นกลุ่ม ชอบอยู่กับคนอื่น สนใจสิ่งที่ผู้อื่นพูดหรือทำ ลักษณะบุคลิกภาพโดยรวมเป็นคนที่ให้ความสนใจกับความสัมพันธ์ และลักษณะทางสังคม ชอบที่จะทำงานร่วมกับผู้อื่นเพื่อทำให้งานประสบความสำเร็จบรรลุเป้าหมาย ชอบที่จะช่วยเหลือคนอื่นๆ และต้องการคำแนะนำการอธิบายอย่างกระจ่างจากผู้สอน ดังนั้นนักเรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ จึงอาจไม่เหมาะสมกับการเรียนแบบเดี่ยวบนเว็บ

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาข้อมูลจากการติดตามการใช้งานบทเรียนโดยการบันทึกระยะเวลาที่นักเรียนใช้ในบทเรียนพบว่า นักเรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ใช้เวลาในการศึกษาบทเรียนนานกว่านักเรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ ตรงกับที่ Wang and Jonassen (1993) ได้ทำการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างแบบการคิดกับโปรแกรมไฮเปอร์เท็ก พบว่า นักเรียนแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ใช้เวลาในช่วงของการทดลองปฏิบัติ และใช้จำนวนหน้าจอในการเรียนมากกว่านักเรียนแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ และสามารถเรียนได้ครอบคลุมเนื้อหาทั้งบทเรียนมากกว่า ซึ่งแสดงถึงการวิจัยครั้งนี้ว่า ระยะเวลาที่นักเรียนใช้ในบทเรียนนานขึ้นแสดงถึงความสนใจที่นักเรียนมีต่อบทเรียน สามารถดึงดูดให้นักเรียนค้นหาความรู้ศึกษาบทเรียนเป็นระยะเวลานาน และสำหรับกรณีนี้เวลาที่ศึกษาบทเรียนนานขึ้นไม่น่าจะเกิดจากปัญหาที่

นักเรียนไม่เข้าใจวิธีการใช้งานในบทเรียน ดังข้อมูลจากผลการวิเคราะห์แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานบทเรียนของนักเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่าบทเรียนมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก คือ มีความคิดว่าภาพประกอบในบทเรียนมีสีสันสวยงามน่าสนใจ การค้นหาข้อมูลที่ต้องการ และการเข้าถึงเนื้อหาในบทเรียนทำได้ได้สะดวก รวดเร็ว

2.นักเรียนเมื่อเรียนด้วยบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ ที่มีรูปแบบการนำทางในบทเรียนต่างกัน คือ แบบค้นหาคำ และแบบสัญรูปมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ อย่างไรก็ตามข้อมูลจากการติดตามการใช้งานบทเรียนพบว่า จำนวนครั้งที่ใช้เครื่องมือนำทางในบทเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กล่าวคือ นักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการนำทางแบบค้นหาคำ มีค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งที่ใช้เครื่องมือนำทางเท่ากับ 19.64 ครั้งต่อคน มากกว่านักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการนำทางแบบสัญรูป ซึ่งมีค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งที่ใช้เครื่องมือนำทางเท่ากับ 7.41 ครั้งต่อคน

แต่เมื่อพิจารณาจากจำนวนครั้งที่นักเรียนใช้เครื่องมือนำทางในบทเรียนเทียบกับจำนวนครั้งที่ใช้ปุ่มกลับไปมุมมองเริ่มต้น (Reset) นั้นจะพบว่า เมื่อนักเรียนมีการใช้เครื่องมือนำทางในบทเรียนน้อยครั้ง นักเรียนก็จะใช้ปุ่มกลับไปมุมมองเริ่มต้นเพิ่มขึ้น ดังนี้ เมื่องนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนที่มีเครื่องมือนำทางแบบค้นหาคำ มีค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งที่ใช้เครื่องมือนำทางในบทเรียนเท่ากับ 7.41 ครั้งต่อคน และมีค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งที่ใช้ปุ่มกลับไปมุมมองเริ่มต้นมากกว่า คือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.31 ครั้งต่อคน ส่วนนักเรียนใช้เครื่องมือนำทางแบบสัญรูป มีค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งที่ใช้เครื่องมือนำทางในบทเรียนเท่ากับ 19.64 ครั้งต่อคน และมีค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งที่ใช้ปุ่มกลับไปมุมมองเริ่มต้นน้อยกว่า คือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.64 ครั้งต่อคน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนไม่สะดวกในการใช้งานเครื่องมือนำทางแบบค้นหาคำมากนัก จึงใช้การค้นหาจากระบบ VR ที่มีมาให้กับบทเรียน เช่น ปุ่มหมุนมุมมอง และปุ่มเลื่อนมุมมอง และปุ่มกลับไปมุมมองเริ่มต้นเพื่อช่วยในการนำทางทดแทน ในทางกลับกันสำหรับนักเรียนที่ใช้เครื่องมือนำทางแบบสัญรูปมีความสะดวกในการใช้เครื่องมือมากกว่า จึงทำให้จำนวนครั้งที่นักเรียนใช้ปุ่มกลับไปมุมมองเริ่มต้นน้อยกว่า ด้วยเหตุนี้จึงทำให้นักเรียนเมื่อเรียนด้วยบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ ที่มีรูปแบบการนำทางในบทเรียนต่างกัน คือ แบบค้นหาคำ และแบบสัญรูป มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

3. ไม่พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบการนำทางในบทเรียน คือ แบบค้นหาคำ และแบบสัญรูปกับรูปแบบการคิดของนักเรียน คือ แบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ แบบการคิดแบบ

ฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานในการวิจัย นั่นหมายถึงนักเรียนที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน ไม่ว่าจะเรียนด้วยบทเรียนที่มีรูปแบบการนำทางในบทเรียนต่างกันก็ไม่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกัน สามารถอธิบายได้ดังนี้

แม้ว่าทฤษฎีที่เกี่ยวกับนักเรียนที่มีแบบการคิดต่างกัน คือ แบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ และแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์จะพบว่ามีความถนัด ในการเรียนที่ต่างกัน กล่าวคือ ความเด่นชัดของตัวชี้แนะ ซึ่งตัวชี้แนะที่เด่นชัดมากจะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีกว่าตัวชี้แนะที่เด่นชัดน้อย และจะส่งผล ต่อผู้ที่มีความคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์มากกว่าผู้ที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ (พัชรี เกียรตินันทวิมล, 2530) ตรงกับที่ Chen และ Macredie (2002) ที่พบว่าดัชนี (index) เครื่องมือค้นหา (search) และเครื่องมือนำทางที่ใช้ในการหาข้อมูลที่จำเพาะเจาะจง เหมาะกับนักเรียนที่มีรูปแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ แต่ในทางกลับกันกลุ่มนักเรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์เหมาะที่จะใช้งานเครื่องมือนำทางที่มีการใช้งานแบบตรงไปตรงมา เช่น การใช้ระบบแผนที่ (map) หรือเมนู (menu) และ ที่พบว่านักเรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์ จะใช้ประโยชน์จาก Index ในการค้นหาข้อมูลที่เชื่อมโยงสัมพันธ์กันมากกว่า และชอบที่จะกำหนดเส้นทางในการศึกษาด้วยตนเอง ในขณะที่นักเรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ ชอบที่จะเรียนตามขั้นตอนที่บทเรียนเรียงลำดับมาให้ หากแต่การวิจัยครั้งนี้ เนื่องจากนักเรียนมีการใช้เครื่องมือค้นหาจากระบบ VR ที่มีมาให้กับบทเรียน เช่น ปุ่มหมุนมุมมอง และปุ่มเลื่อนมุมมอง และปุ่มกลับไปมุมมองเริ่มต้น ซึ่งเป็นทางเลือกในการใช้งานบทเรียนได้อีกทางหนึ่งที่น่าจะชดเชยความแตกต่างระหว่างรูปแบบการนำทางในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ กับรูปแบบการคิดของนักเรียนที่มีอยู่ได้ จึงเป็นสาเหตุให้นักเรียนที่มีรูปแบบการคิดแตกต่างกันทั้ง 2 แบบ สามารถใช้งานเครื่องมือนำทางในบทเรียนเพื่อเข้าไปค้นหาข้อมูลได้ไม่แตกต่างกัน

4. การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน เมื่อเรียนด้วยบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บที่มีเครื่องมือนำทางต่างกัน พบว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทุกกลุ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ตรงกับที่ Denise, Paul and Simon (1999) สรุปประโยชน์ของความเป็นจริงเสมือน และผลกระทบที่มีต่อการเรียนรู้ของนักเรียนในงานวิจัยว่าความเป็นจริงเสมือนจะช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น เข้าใจเนื้อหาได้ดี สนุกสนานกับการเรียนด้วยตนเองในเว็บ ตั้งใจเรียนมากกว่าการเรียนปกติ มีอิสระในการค้นหาความจริงด้วยตนเอง แสดงถึงบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ

นี้มีประสิทธิภาพในการเรียนการสอน ประกอบกับการนำวิธีการสอนแบบค้นพบและการจัดการเรียนรู้แบบใช้คำถามมาเป็นรูปแบบการเรียนในบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ ที่มุ่งพัฒนากระบวนการทางความคิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนใช้ความคิดเชิงเหตุผล วิเคราะห์ วิจารณ์ สังเคราะห์ หรือ การประเมินค่าเพื่อจะตอบคำถามเหล่านั้น โดยให้นักเรียนค้นหาคำตอบหรือความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งผู้สอนจะต้องสร้างสถานการณ์ในรูปแบบที่นักเรียนจะพบกับปัญหา จากนั้นจึงให้นักเรียนเสาะแสวงหาวิธีการแก้ปัญหานั้นด้วยตนเอง โดยเน้นไปที่นักเรียนค้นพบอะไร ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดอย่างมีเหตุผล เข้าใจ และจำเนื้อหาบทเรียนได้นานยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ยังมีการเตรียมความพร้อมของการใช้งานเครื่องมือในบทเรียนโดยให้นักเรียนทดลองควบคุมการบังคับเมาส์ในลักษณะของวัตถุ 3 มิติ ให้คล่อง โดยใช้เครื่องมือในระบบ VR ที่มีมาให้กับบทเรียน เช่น ปุ่มหมุนมุมมอง และปุ่มเลื่อนมุมมอง และปุ่มกลับไปมุมมองเริ่มต้น ด้วยตนเองก่อนเข้าสู่เรียนบทเรียน ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้การใช้งาน และเคลื่อนที่ไปสู่ส่วนต่างๆ ในบทเรียนได้อย่างคล่องแคล่ว อีกทั้งในเรื่องของเวลาที่ให้นักเรียนศึกษานั้นก็มิได้มีการจำกัดเวลาในการใช้งานบทเรียน หากเป็นการปล่อยให้นักเรียนค้นหาได้อย่างอิสระ จึงทำให้นักเรียนทุกกลุ่มมีการใช้งานบทเรียนได้อย่างเต็มที่ และเมื่อเรียนรู้จนพอใจแล้ว จึงให้ออกจากบทเรียน และทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากเรียนเสร็จทันที ดังนั้นนักเรียนเมื่อเรียนด้วยบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ นี้จึงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นทุกกลุ่ม

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

จากผลการวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบ และพัฒนาบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ โดยนักเรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ เป็นแบบการคิดที่เหมาะสมกับบทเรียนประเภทนี้ เพราะจะมีความสามารถในการพึ่งตนเองได้ และสามารถเข้าถึงเนื้อหาส่วนย่อยที่เป็นส่วนประกอบของเนื้อหาสาระส่วนรวม และเข้าใจด้วยว่าส่วนย่อยนั้นเป็นส่วนที่แยกต่างหากออกมาจากส่วนรวมทั้งหมดอย่างไร และยังเป็นผู้ที่สามารถนำโครงสร้างระบบของตนเองไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ ได้ ส่วนนักเรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ ซึ่งมีลักษณะที่ชอบทำงานเป็นกลุ่ม ชอบอยู่กับคนอื่น สนใจสิ่งที่ผู้อื่นพูดหรือทำ ลักษณะบุคลิกภาพโดยรวมเป็นคนที่ให้ความสนใจกับความสัมพันธ์ และลักษณะทางสังคม ชอบที่จะทำงานร่วมกับผู้อื่นเพื่อทำให้งานประสบความสำเร็จบรรลุเป้าหมาย ชอบที่จะช่วยเหลือคนอื่นๆ และต้องการคำแนะนำการอธิบายอย่างกระจ่างนั้น การนำบทเรียนประเภทนี้ไปใช้จึงควรมีกิจกรรมอื่นๆ เสริมเข้ามาในกระบวนการเรียนการสอนด้วย เช่น การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น โต้ตอบกันระหว่างกลุ่มหรือระหว่างรายบุคคล เป็นต้น

เนื่องจากบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บที่มีรูปแบบการนำทางต่างกัน 2 แบบ คือ แบบค้นหาคำ และแบบสัญรูป ในการวิจัยครั้งนี้ไม่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่อย่างใด จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ทั้ง 2 รูปแบบ โดยบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บนี้จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ดี สนุกสนานกับการเรียน และมีอิสระในการค้นหาข้อมูล โดยสนับสนุนกระบวนการเรียนการสอนแบบค้นพบ ซึ่งทำให้นักเรียนได้มีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ด้วยตนเองได้เป็นอย่างมาก

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยที่มีวัตถุประสงค์ในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับการวัดความรู้ ความเข้าใจของนักเรียนเท่านั้น ซึ่งเป็นเพียงส่วนหนึ่งของผลที่เกิดจากกระบวนการเรียนรู้ ดังนั้นหากมีการวิจัยครั้งต่อๆ ไป จึงควรมีการวิจัยเกี่ยวกับผลกระทบจากการใช้งานบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ ที่มีต่อการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ที่สูงขึ้น เช่น ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา การตัดสินใจ เป็นต้น

2. จากข้อมูลจากการติดตามการใช้งานบทเรียนอาจระบุได้ว่านักเรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ อินดิเพนเดนซ์จะใช้เวลาในการค้นหาความรู้ศึกษาบทเรียนเป็นระยะเวลานาน และให้ความสนใจบทเรียนความเป็นจริงเสมือนมากกว่านักเรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์จึงควรนำกลยุทธ์เสริมอื่นๆ มาใช้ประกอบกับบทเรียนเพิ่มขึ้น เช่น การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นโต้ตอบกันระหว่างกลุ่มหรือระหว่างรายบุคคล ไม่ว่าจะเป็นแบบเผชิญหน้าหรือออนไลน์ก็ตาม เพื่อตอบสนองต่อลักษณะนักเรียนที่มีแบบการคิดแบบฟิลด์ ดิเพนเดนซ์ ซึ่งเป็นบุคคลที่มีลักษณะชอบทำงานร่วมกับผู้อื่น มีแรงจูงใจสูงเมื่อได้ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม และชอบช่วยเหลือคนอื่นๆ เพื่อให้งานประสบความสำเร็จบรรลุเป้าหมาย และสนใจบทเรียนได้นานยิ่งขึ้นต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กัญติมา พรหมอักษร. ผลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างแบบการคิดของนักเรียนกับแบบการสอนมโนทัศน์ของบรูเนอร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสารัตถศึกษา คณะครุศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545

กิดานันท์ มลิทอง. สรรค์สร้างหน้าเว็บและกราฟิกบนเว็บ. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

กิดานันท์ มลิทอง. เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง. คอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบ. [ออนไลน์]. กรุงเทพมหานคร : โครงการตำราคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, 2545. แหล่งที่มา : http://www.kmitl.ac.th/~klchatur/comresource.html [24 กันยายน 2547].

ใจทิพย์ ณ สงขลา. การออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บ ในระบบการเรียนอิเล็กทรอนิกส์. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

ชมพูนุช สามารถ. ผลของรูปแบบการนำเสนอภาพ และข้อความในบทเรียนบนเว็บเรื่อง พืชที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการจำของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีรูปแบบการคิดต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545

ชีวาวัฒน์ บุญศิวนนท์. VRML:เทคนิคการสร้างกราฟิก 3 มิติ บนอินเทอร์เน็ต. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด, 2544.

ณัฐกร สงคราม. อิทธิพลของแบบการคิดและโครงสร้างของโปรแกรมการเรียนการสอนผ่านเว็บที่มีต่อผลสัมฤธิ์ทางการเรียนวิชาพื้นฐานคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาของนิสิตระดับปริญญาตรีคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543

ถนอมพร เลาหจรัสแสง. Designing e-learning : หลักการออกแบบและการสร้างเว็บเพื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพมหานคร : อรุณการพิมพ์, 2543.

ทธฤษพงศ์ เฟื่องวุฒิ. Title Web Design. กรุงเทพมหานคร , 2543.

ทิศนา แขมมณี. ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

ธวัชชัย ศรีสุเทพ. คัมภีร์ Web Design. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โปรวิชั่น, 2544.

นิตยา กาญจนะวรรณ. ความเป็นจริงเสมือน, ธุรกิจคอมพิวเตอร์ บิซิเนส คอมพิวเตอร์แมกะซีน. ปีที่ 4 ฉบับที่ 46 ธ.ค. 2535. กรุงเทพมหานคร : ด่านสุธาการพิมพ์, หน้า167-173

บุญชม ศรีสะอาด. การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาส์น, 2535.

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545

พัชรี เกียรตินันทวิมล. การศึกษาปัจจัยคัดสรรที่ส่งผลและที่รับผลของแบบการเรียนของนักศึกษาพยาบาล. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาจิตวิทยา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.

พุทธิพงศ์ จิตรปฏิมา. คอมพิวเตอร์กราฟิกและภาพเคลื่อนไหว. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์นานมีบุ๊คส์, 2542.

มิ่งขวัญ ทรัพย์ถาวร. การเปรียบเทียบการควบคุมการเคลื่อนที่แบบอิสระและแบบจำกัดของบทเรียนเสมือนจริงบนเว็บที่มีต่อความเข้าใจในการเรียนวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

ยืน ภู่วรวรรณ. พจนานุกรมคอมพิวเตอร์และอินเตอร์เน็ต. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น,2545.

ราชบัณฑิตยสถาน. [ออนไลน์]. 2542. แหล่งที่มา : http://www.royin.go.th/thai-project.html [2 มิถุนายน 2547].

วชิราพร อัจฉริยโกศล. การประเมินสื่อการเรียนการสอน. วารสารครุศาสตร์. ปีที่ 21 ฉบับที่ 3 ม.ค. – มี.ค. 2536 : 13-31.

วาทินี สรรพวัฒน์. การนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บ วิชาวิทยาศาสตร์ที่ใช้หลักการเรียนรู้แบบค้นพบด้วยการทดลอง สำหรับนักศึกษาสถาบันราชภัฏ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

วิทยา วัณณสุโภประสิทธิ์. เทคโนโลยีเครื่องจักกลเสมือน, วารสารส่งเสริมเทคโนโลยี. ปีที่29 ฉบับที่ 162 เม.ย.- พ.ค. 2545. กรุงเทพมหานคร : ประชุมทองพรินติ้งจำกัด.หน้า 73-75.

สมพร จารุนัฏ. การวางแผนการเรียนการสอน สื่อและกระบวนการ. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2540.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. 21 วิธีจัดการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนากระบวนการคิด. กรุงเทพมหานคร : ภาพพิมพ์, 2545.

ภาษาอังกฤษ

Alan, R. W., Phillip, E., McClean and Brian, M. Slator. The Virtual Cell: An Interactive Virtual Environment for Cell Biology, Departments of Botany/Biology, Plant Science,and Computer Science North Dakota State University, [online]. Available from : http://wwwic.ndsu.edu/abstracts/ed-media.htm [2004, June]

Alessi, S.M., & Trollip, S.R. Multimedia for learning: Methods and development, 3rd edition. Boston: Allyn & Bacon, 2001.

Alessi, S.M. and Trollip, S.R., Computer Based Instruction ; Methods and Development. 2d ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, 1991.

Alomyan, H. and Au, W. Exploration of Instructional Strategies and Individual Difference within the Context of Web-based Learning. International Education Journal, 4 (4), (2004) : 86-91.

Andras K, Simulation and Perception of Movement. Research Division Technocentre Renault : France, 1999.

Andrea, L., Ames, John, L., Moreland and David, R. N. The VRML 2.0 Sourcebook, Professional, New York: Reference and Trade Group, 1996.

Andrew, J., Thomas, M., Stellan, O.,and Mark, G.. The Round Earth Project - Collaborative VR for Conceptual Learning. University of Illinois at Chicago, Chicago USA , [online]. 1999. Available from : http://www.evl.uic.edu/roundearth [2004, November]

Ausburn, Lynna J., and Floyd B. Ausburn. Cognitive styles: Some information and implications for instructional design. Education Communication and Technology Journal. 26(4) (1978) : 337-354.

Barron, Ann E. Multimedia technologies for traing : an introduction. Englewood, Libraries unlimited, Ind. 1994.

Bell, G. The Virtual Reality Modeling Language version 1.0 Specification. Silicon Graphics, Inc. Anthony Parisi, Intervista Software Mark Pesce, VRML List Moderator 26 MAY 1995. [online]. 1999. available from : http://www.cs.vu.nl/~eliens/documents/vrml/reference/COPYRIGH.HTM [2004,December]

Briggs, Edith E.; Lee S. Shulman; and Evan Keislak. Learning by Discovery : A Critical Appraisal. Chicago : Rand McNally and Company, 1968.

Bloom, B.S. Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Handbook I, cognitive domain. New York ; Toronto: Longmans, Green. [online]. 1956.http://www.kcmetro.cc.mo.us/longview/ctac/blooms.htm [2004, September]

Brown, C. M. Human-Computer Interface Design Guidelines, Norwood: Ablex. Norwood, NJ: Ablex Publishing, 1988.

Bruce, D., Karen, M. and Frank, R. Nerve Garden: a Public Terrarium in Cyberspace, Biota.org ,Consortium Special Interest Group , Scotts Valley USA , [online]. Available from : http://www.biota.org/papers/ngalife.htm [2004, September]

Burdea, G.C. and Coiffet, P. Virtual Reality Technology. Second Edition. Indianapolis, john wiley&Sons, IN June 2003.

Carey, R., and Bell, G. The Annotated VRML 97 Reference Manual. Boston : Addison Wesley Longman Ltd. April 1997. http://accad.osu.edu/~pgerstma/ clsaa/vnv/resources/info/AnnotatedVrmlRef/ch1.htm [2004, October]

Chen, S.Y., Macredie, R.D. Cognitive styles and hypermedia navigation: development of learning model. Journal of the American Society for Information Science and Technology 53,1 (2002) : 3-15.

Cheryl, E. Virtual Reality:Education, [online]. available from : http://www.hitl.washington.edu/scivw/EVE/II.A.Education.html [2004, November]

Chou, C., and Lin H. The Effect of Navigation Map Types and Cognitive Styles on Learners' Performance in a Computer-Networked Hypertext Learning System. Journal of Educational Multimedia and Hypermedia 7,2-3 (1998) : 151-76.

Chris, S., Ben, G. and Alex, H., Mars Explorer : Still from Cooperative Learning Experiment, [1999] available from : [online]. http://www.evl.uic.edu/cavern/seminars/limbo2/Mars/ [2004, September]

Cooney, T. J., Davis, E. J. and Henderson, K. B. Dynamics of Teaching Secondary School Mathematics. Boston: Houghton Mifflin Co., 1975.

Denise, W., Paul, B.,and Simon, H. What is the Value of Virtual Reality for Conceptual Learning? Towards a Theoretical Framework .Computing Department : The Open University, England , 1999. [online]. available from : http://www.cbl.leeds.ac.uk/~euroaied/papers/Whitelock1/ [2004, August]

Erenay, O., and Hashemipour, M. Virtual Reality in Engineering Education: A CIM Case Study. The Turkish Online Journal of Educational Technology [Online]. 2003. Available from : http://www.tojet.net/articles/228.htm [2005, February 4].

Eugenia, N., Panayiotis, T., Tassos, A. M., IN-SERVICE TEACHERS' ATTITUDES TOWARDS VIRTUAL REALITY (VR). Department of Primary Education, School of Education, University of Ioannina, Greece , 1999.

Evans, C., and Edwards, M. Navigational Interface Design for Multimedia Courseware. Journal of Educational Multimedia and Hypermedia . 8,2 (1999) : 151-174.

Fakespace Systems Inc, Corporate Headquarters 11 East Church Street, Fourth Floor, Marshall town, Iowa USA [Online]. 2004. Available from : http://www.fakespace.com [2004, October]

Fleming, J. Designing Web Navigation [online]. 1998. Available at : http://www.ahref.com/guides/design/199808/0831jefprintable.html [10 Oct 2004].

Gibson, J.J .The ecological approach to visual perception Houghton Mifflin, New York, 1979.

Goldstein, K. M. and Blackman, S. Theretical approachs to cognitive style. In Personality Theory, Measurement and Research. London: Methuen, (1981) : 121-133.

Gombrich, E. H. The sense of order: a study in the psychology of decorative art Phaidon, Oxford, 1979.

Goodenough, D.R. The Role of Individual Differences in Field Dependence as a factor in Learning and Memory. Psychology Bulletin. 83 (1976) : 675-694.

Hurwicz, M. Web Virtual Reality and 3D - in VRML or XML? [Online]. 2000. Available from: http://www.webdevelopersjournal.com/articles/virtual_reality.html [2005, February 4].

Haik, E., Barker, T., Sapsford, J., and Trainis, S. Investigation into effective navigation in desktop virtual interfaces. In Proceedings Web 3D 2002. symposium 7th international conference on 3D web technology. New York: The Association for computing Machinery. 2002.

Ilic, V. Virtual Reality Input and Output Devices. p. 2 : [online]. available from : http://www.esat.kuleuven.ac.be/~veycken/HJ84/info-VR/IO.pdf [2004,December]

James, G., Chris, S. and Andy, M. The UK's Leading Stereoscopic 3D and Virtual Reality Experts Stuart Cupit. Inition ltd London, UK, [online]. Available from : http://www.inition.co.uk [2005, February]

John, B. VR Displays lectures. Department of Computer Science, Brown University Providence, RI [online]. February 12, 2002. Available from : http://www.cs.brown.edu [2005, February]

Kalawsky, R.S., Professor. Exploiting Virtual Reality Techniques in Education an Training: Technological Issues. Advanced VR Research Centre, Loughborough University of Technology, [online]. 1996. Available from : http://www.lboro.ac.uk [2004, October]

Kalawsky, R.S., Professor. Human Computer Interface Aspects of Virtual Design Environments. Loughborough University Leicestershire, UK, [online]. December 2002 Available from : http://www.avrrc.lboro.ac.uk [2004, October]

Khan, B.H., (Ed.). Web- based instruction. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technologies Publications, 1997.

Kimberley, O. Ethics and Virtual Reality: A Discussion, Human Interface Technology Laboratory of the Washington Technology Center : University of Washington, 1995.

Kogan, N. Educational implications of cognitive styles In CS Lesser, ed. psychology and education practice. Glenview, Illinois: Scett Foreman and Company, 1971.

Korthauer, R.D., and Koubek, R.J. An empirical evaluation of knowledge, cognitive style, and structure upon the performance of hypertext task. International Journal of Human-Computer Interaction, 6 (4) (1994) : 373-390.

Krueger, M. Artificial Reality II. Reading, MA: Addison-Wesley, 1991.

Laurel, B. Computers as Theatre Addison-Wesley. (n.p.) :1991

LI Fung-Chun , Hu Jyr-Ching , Hsu Shih-Hao , Huang Chia-Hui , Chen Cheng-Hung , Su Yu-Ming , Tarng Chau-Rong , LEE Chin-Hui and LIN Li-Fang., Create Virtual Reality of Rivers to Enhance Student Learning of National Tainan Teachers College in Earth Science, Department of Nature Science Education, National Tainan Teachers College, Taiwan, 2000.

Lin, C.H., and Davidson, G.V. Effects of linking structure and cognitive style on students' performance and attitude in a computer-based hypertext environment. Journal of Educational Computing Research. 15(4) (1996) : 317-329.

Liu, M., and Reed, W. M. The relationship between the learning strategies and learning styles in a hypermedia environment. Computers in Human Behavior. 10(4) (1994) : 419-434.

Mazuryk, T., and Gervautz, M. Virtual Reality : History, Application, Technology and Future. Institute of Computer Graphics. Vienna University of Technology, Austria. [Online]. 1996. available from : http://www.cg.tuwien.ac.th [2004, August]

Melara, G.E. Investigating Learning Styles on Different Hypertext Environments: Hierarchical-Like and Network-Like Structures. Journal of Computing Research. 14(4) (1996) : 313-328.

Nijs, S. How to use navigation icons on a web site [Online]. 1998. Available from : http://www.ddj.com/print [2005, Jan.10]

Olivia, N. S., and Bernard, S., The Teachers' Cognitive Style s and Their Educational Implications, Educational Forum 45:153–159, Jan. 1981. Available from from : http://www.ala.org/ala/aaslbucket/slmr/refmontgomery.htm [2004, August]

Philip, A. W., and W.R.J. Funnell ., VRML: A Tool for Visualizing Anatomy in Medical Education Departments of Electrical and Biomedical Engineering McGill University, Canada, 1994.

Ramirez and Castaneda. Some attributes of field independence and field dependence cognitive styles. [On-Line]. 1974. Available: http://www.nwrel.org/cnorse/booklets/ccc/11.html [2004, August]

Rigole, N. Virtual Reality: What VRML Has To Offer Distance Education. [Online]. 1996. Available from: http://www.mindspring.com/~rigole/vr.htm [2005, February 4]

Ritchie, D.C. & Hoffman, B. Using Instructional Design to Amplify Learning on the World Wide Web. San Diego State University, Instructional Technology Initiatives. [Online]. March 1996. Available from: http://ccwf.cc.utexas.edu/~mcmanus/physics/poster/poster.html [2004, August]

Ritchie, D. C., & Hoffman, B. Incorporating instructional design principles with the World Wide Web. In B. H. Khan (Ed.), Web-based instruction (pp. 135-138). Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications. [Online]. 1997. Available from: http://edWeb.sdsu.edu/clrit/WWWInstrdesign/WWWInstrDesign.html [2004, August]

Saracho, O.N., and Spodek, B. Teacher's Cognitive Styles : Educational Implication. The Education Forum. 55 (1981): 153-159.

Schoon, P.L. World Wide Web Hypertext Linkage Patterns (Internet). Thesis (PH.D.) Illinois State University, 1997.

Silicon Graphics, Inc. SGI, Crittenden Lane Mountain View, CA 94043 USA. [online]. 1993-2005. Available from : http://www.sgi.com [2004, August]

Shutter Glasses : The VR Visualizer shutter glasses allow 3D viewing on your computer monitor. VRex Inc. Elmsford, NY. [online]. Available from : http://www.vrex.com [2005, February]

Sutherland, I.E., The Ultimate Display . Proceedings of IFIPS Congress, New York, May 1965, Vol. 2, pp. 506-508.

Taylor, G.L., and Disinger, J.F. The potential role of virtual reality in environmental education. The Journal of Environmental Education 28 (spring 1997): 38-43.

The CyberGlove. Simulation Solutions UK, Simsol, Broadstone House, Broadstone Road, [online]. Available from : http://www.simsol.co.uk

Tony, P. and Neil, T. VRML99, the VRML99 Conference in Paderborn : Germany February , [online]. 1999. Available from : http://www.c-lab.de/vrml99/home.html [2004, August]

Vajpeyi, P. Myron, K. [Online]. Available from: http://bubblegum.parsons.edu [2005, February 4].

Virtual realities global distributor of quality virtual reality products. Virtual Realities, Inc. Galveston, TX. [online]. Available from : http://www.vrealities.com [2005, February]

Wang, S. R., and Jonassen, D. H. Investigating the effects of individual differences on performance in cognitive flexibility hypertexts. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, Atlanta, Georgia. 1993.

Weller, H. G.; Repman, J.; and Lan, W. Do individual differences matter? Learner characteristics and achievement in hypermedia-based instruction. Poster presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, Atlanta. Georgia. 1993

William, W. A Conceptual Basis for Educational Applications of Virtual Reality, [online]. 1993. Available from : http://www.hitl.washington.edu [2004, October]

William, W. The Impact of Three-Dimension Immersive Virtual Environment on Modern Pedagogy, [online]. 1997. Available from : http://www.hitl.washington.edu/projects/learning_center/pf [2004, October]

WingMan Force 3D. [online]. Available from : http://www.joystickreview.com [2005, February]

Witkin, H. A., & Goodenough, D. R. Cognitive styles: Essence and origins: Field dependence and independence. New York: International Universities Press, Inc. 1986.

Witkin, H.A.; Moore, C.A.; Goodenough, D.R.; and Cox, P.W. Field dependence and field independence cognitive style and their educational implication. Review of Educational Research. 47. (1977) : 1-64.

Witkin, H.A.; Oltman, P.K.; Raskin, E.; and Karp, S.A. Manual of the Embedded Figures Test. California: Consulting Psychologists, 1971.

YALR, Y., Mintz, R., and Litvak, S. 3D-virtual reality in science education: an implication for astronomy teaching. The Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching 20,3. (2001).

บรรณานุกรม

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพมหานคร : พิมพ์ที่โรงองค์การค้าของคุรุสภา, 2534

จาคูไลน์ และ ซิมมอน มิททัน, เปิดโลกดาราศาสตร์. แปลโดย นิพนธ์ ทรายเพชร. พิมพ์ครั้งที่ 5 กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์นานมีบุ๊คส์, 2547.

ชูศรี วงศ์รัตนะ. เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 7 กรุงเทพมหานคร : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

นิพนธ์ ทรายเพชร. จักรวาลและอวกาศ. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์บริภัณฑ์เพื่อการศึกษา, 2529.

ปิยะบุตร สุทธิดารา. 3 Ds max 6 basic. นนทบุรี : ไอดีซี, 2547.

รุจิราพรรณ รุ่งรอด. ดาราศาสตร์พื้นฐาน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร :สำนักพิมพ์ต้นอ้อ แกรมมี่, 2540

ลอล่า โฮเวล; คราสติน โรเจอร์ และคลลอลิน แฮนเดอร์สัน, โลกและอวกาศ. แปลโดย นิพนธ์ ทรายเพชร. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์นานมีบุ๊คส์, 2547.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

1. ดร.ปานใจ ธารทัศนวงศ์
   ผู้อำนวยการศูนย์คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
   วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ อ.เมือง จ. นครปฐม
2. รองศาสตราจารย์ ดร.ปุณณรัตน์ พิชญไพบูลย์
   ภาควิชาศิลปศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. ดร.อนุชัย ธีระเรืองไชยศรี
   ภาควิชาบริหารเภสัชกิจ คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. อาจารย์อมรินทร์ อำพลพงษ์
   หัวหน้าหมวดวิชาคอมพิวเตอร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเนื้อหา

1. อาจารย์นิพนธ์ ทรายเพชร
   ราชบัณฑิต สำนักวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาดาราศาสตร์และอวกาศ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี (สสวท.)
2. อาจารย์ประเสริฐ หอมดี
   ผู้อำนวยการอุทยานวิทยาศาสตร์พระจอมเกล้า ณ หว้ากอ
   ต.คลองวาฬ อ.เมือง จ.ประจวบคีรีขันธ์
3. อาจารย์น้ำผึ้ง มีนิล
   หมวดวิชาวิทยาศาสตร์โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

การหาประสิทธิภาพสื่อ บทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ เรื่อง ดาราศาสตร์ และอวกาศ ตามเกณฑ์มาตรฐาน 90/90

ขั้นที่ 1 ทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One-on-one testing)

ตารางที่ 13 แสดงผลการทดสอบหนึ่งต่อหนึ่ง (One - on – one testing)

ข้อสอบ / นักเรียน	จุดประสงค์ที่ 1							จุดประสงค์ที่ 2							จุดประสงค์ที่ 3						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	รวม
บทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ มีรูปแบบการนำทางเป็นแบบค้นหาคำ																					
คนที่ 1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	16
บทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ มีรูปแบบการนำทางเป็นแบบสัญรูป																					
คนที่ 2	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	18
รวมคะแนน	2	1	2	1	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2	34
	12 ข้อ = 85.71%							12 ข้อ = 85.71%							10 ข้อ = 83.33%						34 ข้อ = 85%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นที่ 2 ทดสอบกลุ่มเล็ก (Small group testing)

ตารางที่ 14 แสดงผลการทดสอบกลุ่มเล็ก (Small group testing)

ข้อสอบ / นักเรียน	จุดประสงค์ที่ 1							จุดประสงค์ที่ 2							จุดประสงค์ที่ 3						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	รวม
บทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ มีรูปแบบการนำทางเป็นแบบค้นหาคำ																					
คนที่ 1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
คนที่ 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
คนที่ 3	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
คนที่ 4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
คนที่ 5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
บทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ มีรูปแบบการนำทางเป็นแบบสัญรูป																					
คนที่ 6	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	17
คนที่ 7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	18
คนที่ 8	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	17
คนที่ 9	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
คนที่ 10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	18
รวมคะแนน	9	8	10	6	10	10	10	8	10	7	10	10	10	10	10	10	7	10	9	9	183
	63 ข้อ = 90%							**65 ข้อ = 92.85%**							**55 ข้อ = 91.66%**						**183 ข้อ = 91.5%**

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นที่ 3 ทดสอบกลุ่มใหญ่ (Large group testing)

ตารางที่ 15 แสดงผลการทดสอบกลุ่มใหญ่ (Large group testing)

ข้อสอบ / นักเรียน	จุดประสงค์ที่ 1							จุดประสงค์ที่ 2							จุดประสงค์ที่ 3						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	รวม
บทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ มีรูปแบบการนำทางเป็นแบบค้นหาคำ																					
คนที่ 1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	17
คนที่ 2	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	14
คนที่ 3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
คนที่ 4	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	16
คนที่ 5	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	18
คนที่ 6	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
คนที่ 7	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	17
คนที่ 8	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	18
คนที่ 9	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	17
คนที่ 10	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
บทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ มีรูปแบบการนำทางเป็นแบบสัญรูป																					
คนที่ 11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
คนที่ 12	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
คนที่ 13	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
คนที่ 14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	18
คนที่ 15	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	17
คนที่ 16	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
คนที่ 17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
คนที่ 18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
คนที่ 19	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	18
คนที่ 20	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
รวมคะแนน	18	17	17	16	16	20	20	16	19	16	20	17	20	18	19	20	18	20	15	19	361
	124 **ข้อ** = 88.57%							126 **ข้อ** = 90%							111 **ข้อ** = 92.5%						361 **ข้อ** = 90.3%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

ค่าความยากง่าย อำนาจจำแนกและความเที่ยง

ตารางที่ 16 แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบทั้งหมด n = 20 เลือกใช้ข้อที่มีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.2-0.8 และมีค่าอำนาจจำแนกมากกว่า 0.2 ขึ้นไป

ข้อที่	ค่าความยาก	RH	RL	ค่าอำนาจจำแนก	ข้อที่เลือกใช้เป็นข้อสอบ
1	0.90	1.00	0.80	0.20	-
2	0.83	0.93	0.73	0.20	-
3	0.63	0.80	0.47	0.33	1
4	0.40	0.60	0.20	0.40	2
5	0.97	1.00	0.93	0.07	-
6	0.87	1.00	0.73	0.27	-
7	0.53	0.67	0.40	0.27	3
8	0.70	0.93	0.47	0.47	4
9	0.83	0.93	0.73	0.20	-
10	0.90	1.00	0.80	0.20	-
11	0.27	0.47	0.07	0.40	5
12	0.73	0.93	0.53	0.40	6
13	0.70	0.80	0.60	0.20	-
14	0.80	0.93	0.67	0.27	7
15	0.17	0.20	0.13	0.07	-
16	0.53	0.80	0.27	0.53	8
17	0.70	0.93	0.47	0.47	9
18	0.67	0.73	0.60	0.13	-
19	0.50	0.67	0.33	0.33	10
20	0.80	0.93	0.67	0.27	11
21	0.70	1.00	0.40	0.60	12
22	0.73	0.93	0.53	0.40	13
23	0.70	0.93	0.47	0.47	14
24	0.73	0.93	0.53	0.40	15
25	0.47	0.53	0.40	0.13	-
26	0.73	0.87	0.60	0.27	16

ข้อที่	ค่าความยาก	RH	RL	ค่าอำนาจจำแนก	ข้อที่เลือกใช้เป็นข้อสอบ
27	0.57	0.73	0.40	0.33	17
28	0.80	0.93	0.67	0.27	18
29	0.63	0.80	0.47	0.33	19
30	0.67	0.93	0.40	0.53	20

หมายเหตุ เครื่องหมาย (-) หมายถึง ข้อที่ตัดออก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ

ตัวอย่างเครื่องมือ : แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ

1.ข้อใดคือความสัมพันธ์ระหว่าง ดวงอาทิตย์ และโลก ที่ผิด?

ก. แสงอาทิตย์ใช้เวลาเดินทาง 8.3 นาที กว่าจะถึงโลก

ข. ดวงอาทิตย์เป็นดาวฤกษ์ที่อยู่ใกล้โลกมากที่สุด

ค. พลังงานทั้งหมดบนโลกได้มาจากดวงอาทิตย์

ง. โลกหมุนรอบตัวเองพร้อมกับโคจรรอบดวงอาทิตย์

2.หากสังเกตตำแหน่งจุดดวงอาทิตย์ ดวงอาทิตย์จะหมุนรอบตัวเองกินเวลารอบละประมาณกี่วัน?

ก. 45 วัน

ข. 40 วัน

ค. 30 วัน

ง. 25 วัน

3.ระหว่างดาวอังคาร กับดาวศุกร์ ดาวดวงใดมีสภาวะเอื้อต่อสิ่งมีชีวิตมากกว่ากัน เพราะเหตุใด?

ก. ดาวอังคาร เพราะมีร่องรอยคล้ายธารน้ำ มีฤดูหนาวและฤดูร้อน

ข. ดาวศุกร์ เพราะได้ชื่อว่าเป็นดาวเคราะห์ฝาแฝดกับโลก

ค. ดาวอังคาร เพราะมีดวงจันทร์เป็นบริวารเหมือนโลก

ง. ดาวศุกร์ เพราะมีอุณหภูมิในตอนกลางวัน และกลางคืน ไม่ต่างกัน

4.ข้อใดไม่ใช่เหตุผลที่ดาวพุธไม่เอื้อต่อการให้สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ได้?

ก. เพราะดาวพุธใหญ่เป็นอันดับที่ 8

ข. เพราะดาวพุธมีอุณหภูมิในตอนกลางวัน และกลางคืน ต่างกันมาก

ค. เพราะดาวพุธมีมวลน้อย จึงมีแรงดึงดูดน้อยไม่สามารถเก็บน้ำและก๊าซได้

ง. เพราะดาวพุธมีรัศมี และระยะห่างจากดวงอาทิตย์น้อยที่สุดในระบบสุริยะ

5.อุณหภูมิบนดาวเคราะห์ที่อยู่ใกล้ และไกลจากดวงอาทิตย์มากที่สุด มีความแตกต่างกันอย่างไร?

ก. ดาวเคราะห์ที่อยู่ใกล้ และไกลจากดวงอาทิตย์มีอุณหภูมิไม่ต่างกัน

ข. อยู่ใกล้จากดวงอาทิตย์ มีอุณหภูมิร้อนมากกว่า ที่อยู่ไกลจากดวงอาทิตย์

ค. ที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์ มีอุณหภูมิร้อนน้อยกว่า ที่อยู่ไกลจากดวงอาทิตย์

ง. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

6."มีลักษณะเหมือนลูกบอลสีฟ้า เป็นฝาแฝดกับดาวมฤตยู ทั้งขนาด และสี " ดาวดวงนี้คือดาวอะไร ?

ก. ดาวศุกร์ (Venus)

ข. ดาวเนปจูน (Neptune)

ค. ดาวพลูโต (Pluto)

ง. ดาวเสาร์ (Saturn)

7.ดาวเคราะห์ทั้งหลาย และโลกต่างก็โคจรรอบดวงอาทิตย์ เพราะเหตุใด?

ก. เพราะ ดวงอาทิตย์มีขนาดใหญ่ที่สุดในระบบสุริยะ

ข. เพราะ ดวงอาทิตย์มีมวลมากกว่าร้อยละ 99 ของมวลทั้งหมดในระบบสุริยะ

ค. เพราะ ดาวเคราะห์ทั้งหลาย และโลกเคลื่อนที่ภายใต้แรงดึงดูจากดวงอาทิตย์

ง. เพราะ ดาวเคราะห์ทั้งหลาย และโลกเคลื่อนตัวอย่างเป็นระบบตามเส้นวงโคจร

8.ดาวดวงใดหมุนรอบตัวเองเร็วที่สุด และช้าที่สุดตามลำดับ?

ก. อังคารเร็วที่สุด โลกช้าที่สุด

ข. โลกเร็วที่สุด อังคารช้าที่สุด

ค. ดาวศุกร์เร็วที่สุด ดาวพฤหัสบดีช้าที่สุด

ง. ดาวพฤหัสบดีเร็วที่สุด ดาวศุกร์ช้าที่สุด

9.เป็นดาวดวงแรกที่ค้นพบด้วยการอาศัยกล้องโทรทรรศน์ ใช้เวลาหมุนรอบดวงอาทิตย์นานรอบละ 84 ปี มีชื่อเรียกว่า "ดาวมฤตยู" คือดาวดวงใด ?

ก. ดาวเสาร์ (Saturn)

ข. ดาวเนปจูน (Neptune)

ค. ดาวยูเรนัส (Uranus)

ง. ดาวพลูโต (Pluto)

10. เป็นดาวที่ได้ชื่อว่า "ดาวเคราะห์น้ำแข็ง" และมีวงโคจรต่างจากดาวเคราะห์ดวงอื่นๆ ดาวดวงนี้คือดาวอะไร ?

ก. ดาวศุกร์ (Venus)

ข. ดาวพุธ (Mercury)

ค. ดาวยูเรนัส (Uranus)

ง. ดาวพลูโต (Pluto)

11.ข้อใดคือดาวเคราะห์วงใน (Inferior Planets) ทั้งหมด เมื่อใช้โลกเป็นเกณฑ์?

ก. ดาวพุธ (Mercury) และโลก (Earth)

ข. ดาวพุธ (Mercury) และดาวศุกร์ (Venus)

ค. ดาวศุกร์ (Venus) และดาวอังคาร (Mars)

ง. ดาวอังคาร (Mars) และดาวพฤหัสบดี (Jupiter)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

12.ดาวเคราะห์ดวงใดที่ไม่มีโอกาสมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า?

ก. ดาวยูเรนัส (Uranus)

ข. ดาวพฤหัสบดี (Jupiter)

ค. ดาวศุกร์ (Venus)

ง. ดาวเสาร์ (Saturn)

13.ข้อความที่เกี่ยวกับดาวเคราะห์วงนอก (Superior Planets) ข้อใดถูกต้อง เมื่อใช้โลกเป็นเกณฑ์?

ก. ดาวเคราะห์วงนอก คือ ดาวเคราะห์ที่อยู่ไกลจากดวงอาทิตย์มากที่สุดรวมทั้งโลก

ข. ดาวเคราะห์วงนอก คือ ดาวเคราะห์ที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากกว่าโลก

ค. ดาวเคราะห์วงนอก คือ ดาวเคราะห์ที่อยู่ไกลจากดวงอาทิตย์มากกว่าโลก

ง. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

14.ดาวเคราะห์วงนอกที่สามารถเห็นได้ด้วยตาเปล่า คือ ดาวเคราะห์ดวงใดบ้าง?

ก. ดาวพุธ ดาวศุกร์ และดาวอังคาร

ข. ดาวยูเรนัส ดาวเนปจูน และดาวพลูโต

ค. ดาวพฤหัสบดี ดาวยูเรนัส และดาวเนปจูน

ง. ดาวอังคาร ดาวพฤหัสบดี และดาวเสาร์

15.เป็นดาวเคราะห์ดวงที่ใช้เวลาโคจรรอบดวงอาทิตย์นานที่สุด คือ ดาวเคราะห์ดวงใด เพราะเหตุใด?

ก. ดาวพฤหัสบดี เพราะมีมวลสารมากที่สุดถึง 318 เท่าของโลก

ข. ดาวศุกร์ เพราะมีแกนหมุนเอียงทำมุมมากที่สุดถึง 178 องศา

ค. ดาวเสาร์ เพราะมีระยะเวลาหมุนรอบตัวเองนานที่สุด

ง. ดาวพลูโต เพราะมีรัศมีของวงโคจรมากที่สุด

16."เป็นดาวเคราะห์ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่าโลก 10 เท่า และหมุนรอบตัวเองเร็วที่สุด" คือดาวเคราะห์ดวงใด?

ก. ดาวศุกร์ (Venus)

ข. ดาวเสาร์ (Saturn)

ค. ดาวพฤหัสบดี (Jupiter)

ง. ดาวอังคาร (Mars)

17. ข้อใดไม่ใช่เหตุผลที่ทำให้โลกเป็นดาวเคราะห์ดวงเดียวที่มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ได้?

ก. เพราะพบก๊าซออกซิเจนในชั้นบรรยากาศ

ข. เพราะโลกมีระยะทางห่างจากดวงอาทิตย์เป็นลำดับที่ 3

ค. เพราะโลกมีพื้นผิวส่วนใหญ่ปกคลุมด้วยน้ำถึง 2 ใน 3 ของพื้นโลก

ง. เพราะมีสัณฐานกลมคล้ายผลส้ม มีขั้นโลกทั้งสองแบนและป่องตรงกลาง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

18.ดาวเคราะห์ดวงใดมีอุณหภูมิสูงสุดในเวลากลางวัน?

ก. ดาวพลูโต (Pluto)

ข. โลก (Earth)

ค. ดาวพุธ (Mercury)

ง. ดาวเสาร์ (Saturn)

19.ดาวเคราะห์ดวงใดมีระยะทางห่างจากโลกน้อยที่สุด?

ก. ดาวอังคาร (Mars)

ข. ดาวศุกร์ (Venus)

ค. ดาวพุธ (Mercury)

ง. ดาวพฤหัสบดี (Jupiter)

20.ข้อใดเป็นดาวเคราะห์ที่มีขนาดเล็กกว่าโลกทุกดวง?

ก. ดาวพุธ/ดาวศุกร์/ดาวเนปจูน/ดาวยูเรนัส

ข. ดาวอังคาร/ดาวยูเรนัส/ ดาวเนปจูน/ดาวพลูโต

ค. ดาวศุกร์/ดาวอังคาร/ดาวเนปจูน/ดาวยูเรนัส

ง. ดาวพุธ/ดาวศุกร์/ดาวอังคาร/ดาวพลูโต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฉ

ตัวอย่างเครื่องมือ : แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ เรื่อง ดาราศาสตร์และอวกาศ

คำชี้แจง

แบบสอบถามชุดนี้สร้างขึ้นเพื่อสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ดาราศาสตร์ และอวกาศ คำตอบของนักเรียนจะเป็นประโยชน์ และเป็นแนวทางในการออกแบบ พัฒนาบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนต่อไป แบบสอบถามชุดนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม

ขอให้ท่านเขียนเครื่องหมาย √ ลงในช่อง [ ] หน้าข้อความที่ตรงกับความเป็นจริง

1. เพศ [ ] ชาย [ ] หญิง
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (เกรดเฉลี่ยสะสม) ของผู้ตอบแบบสอบถาม

[ ] ต่ำกว่า 1.80 [ ] 1.80 - 1.99 [ ] 2.00 - 2.49

[ ] 2.50 - 2.99 [ ] 3.00 - 3.49 [ ] 3.50 - 4.00

ตอนที่ 2 ความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ดาราศาสตร์ และอวกาศ

โปรดทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องระดับความคิดเห็น ที่ตรงกับความเป็นจริงคือ

มากที่สุด หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับมากที่สุด
มาก หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับมาก
ปานกลาง หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับปานกลาง
น้อย หมายถึง มีความคิดเห็นในระดับน้อย

ข้อ	ข้อความ	ระดับความคิดเห็น			
		มากที่สุด 4	มาก 3	ปานกลาง 2	น้อย 1
รูปแบบการนำเสนอ					
1	บทเรียนมีความน่าสนใจ				
2	บทเรียน ให้ความเพลิดเพลิน สนุกสนาน				
3	บทเรียนช่วยให้จำเนื้อหาได้ดีขึ้น				
4	การนำเสนอบทเรียนเข้าใจง่าย				
5	การวางตำแหน่งต่างๆ ในบทเรียนดูง่าย ไม่สับสน				
ตัวอักษร ข้อความ ภาพประกอบ และสัญลักษณ์ต่าง ๆ					
6	ภาษา และข้อความ ที่ใช้ในบทเรียน เข้าใจง่าย				
7	รูปแบบตัวอักษร และข้อความในบทเรียน อ่านง่าย และชัดเจน				
8	สีตัวอักษร ข้อความ และสีพื้นหลัง ที่ใช้ ในบทเรียน มีความชัดเจน สวยงาม				
9	ภาพประกอบในบทเรียน มีสีสันสวยงาม น่าสนใจ				
10	สัญลักษณ์ต่างๆ ในบทเรียน ดูเข้าใจง่าย และชัดเจน				
รูปแบบการนำทาง					
11	ปุ่มเชื่อมโยงเข้าไปยังหน้าต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ใช้งานง่าย				
12	ความชัดเจน และตำแหน่งของปุ่มในบทเรียน เข้าใจง่าย ชัดเจน				
13	เข้าถึงเนื้อหาในบทเรียนได้สะดวก และรวดเร็ว				
14	ค้นหาข้อมูลที่ต้องการได้สะดวก และรวดเร็ว				
15	การเคลื่อนที่ไปยังดาวต่างๆ ทำได้สะดวก และรวดเร็ว				
16	ปุ่มเชื่อมโยง/กล่องค้นหาไปดาวต่างๆ ทำได้สะดวก ง่ายต่อการใช้งาน				

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ส่วนที่ชอบ และน่าสนใจที่สุดในบทเรียน คือ.....

.....

.....

.....

.....

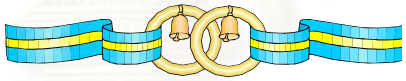
อุปสรรคที่พบในการใช้งานบทเรียน คือ.....

.....

.....

.....

.....



ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีค่ะ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ช
ค่าเฉลี่ยแบบสอบถามความคิดเห็น
เกี่ยวกับการใช้งานบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ

ตารางที่ 17 แสดงค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนการประเมิน แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานบทเรียน ของกลุ่มทดลอง

ข้อที่	รายการ	ค่าสถิติ		แปลความหมาย
		$\overline{X}$	S.D.	
	รูปแบบการนำเสนอ			
1	บทเรียนมีความน่าสนใจ	3.26	.63	มาก
2	บทเรียน ให้ความเพลิดเพลิน สนุกสนาน	3.10	.69	มาก
3	บทเรียนช่วยให้จำเนื้อหาได้ดีขึ้น	2.95	.82	มาก
4	การนำเสนอบทเรียนเข้าใจง่าย	3.29	.90	มาก
5	การวางตำแหน่งต่างๆ ในบทเรียนดูง่าย ไม่สับสน	3.44	.86	มาก
	ตัวอักษร ข้อความ ภาพประกอบ และสัญลักษณ์ต่างๆ			
6	ภาษา และข้อความ ที่ใช้ในบทเรียน เข้าใจง่าย	3.10	.62	มาก
7	รูปแบบตัวอักษร และข้อความในบทเรียน อ่านง่าย และชัดเจน	2.94	.89	มาก
8	สีตัวอักษร ข้อความ และสีพื้นหลังที่ใช้ ในบทเรียน มีความชัดเจน สวยงาม	3.27	.62	มาก
9	ภาพประกอบในบทเรียน มีสีสันสวยงาม น่าสนใจ	3.63	.56	มากที่สุด
10	สัญลักษณ์ต่างๆ ในบทเรียน ดูเข้าใจง่าย และชัดเจน	3.28	.56	มาก
	รูปแบบการนำทาง			
11	ปุ่มเชื่อมโยงเข้าไปยังหน้าต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ใช้งานง่าย	3.21	.71	มาก
12	ความชัดเจน และตำแหน่งของปุ่มในบทเรียน เข้าใจง่าย ชัดเจน	3.03	.72	มาก
13	เข้าถึงเนื้อหาในบทเรียนได้สะดวก และรวดเร็ว	3.54	.66	มากที่สุด
14	ค้นหาข้อมูลที่ต้องการได้สะดวก และรวดเร็ว	3.55	.68	มากที่สุด
15	การเคลื่อนที่ไปยังดาวต่างๆ ทำได้สะดวก และรวดเร็ว	3.42	.86	มาก
16	ปุ่มเชื่อมโยง/กล่องค้นหาไปดาวต่างๆ ทำได้สะดวก ง่ายต่อการใช้งาน	3.27	.62	มาก
	รวม	**3.25**	**0.73**	มาก

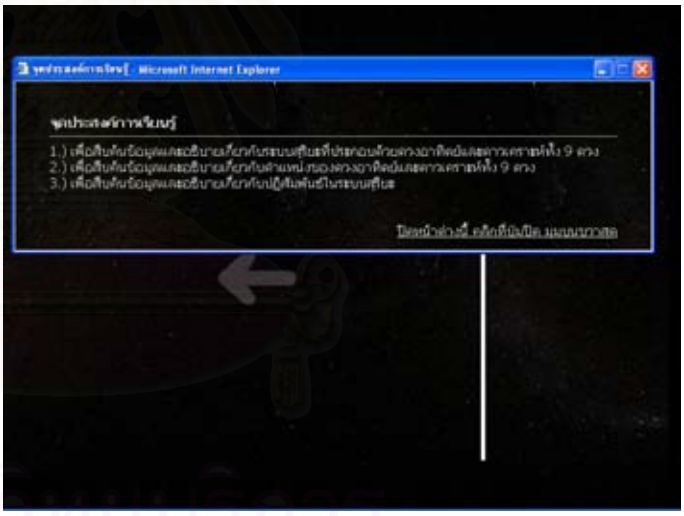
ภาคผนวก ซ

ภาพการทดลองของกลุ่มตัวอย่าง

ภาคผนวก ฌ

ภาพตัวอย่างบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ
วิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องดาราศาสตร์และอวกาศ

ภาพหน้าจอรายการหลัก
แสดงส่วนต่างๆ ของบทเรียน

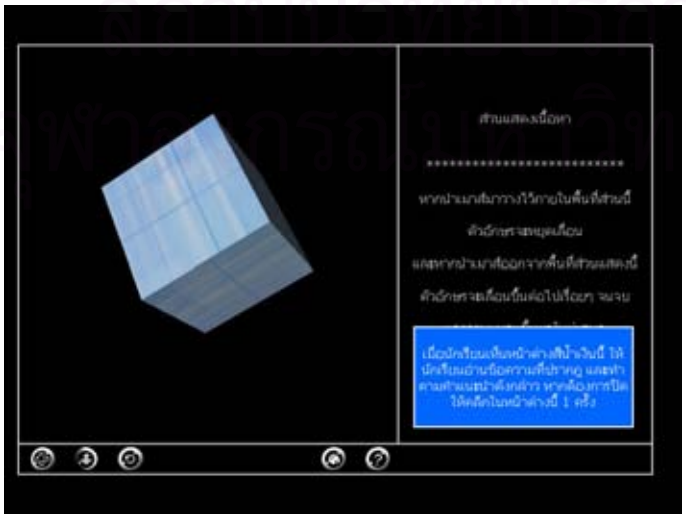


ภาพหน้าจอ
แสดงจุดประสงค์การเรียนรู้

ภาพหน้าจอแสดงการทบทวน
ความรู้พื้นฐานก่อนการเรียน

ภาพหน้าจอ
แสดงแบบทดสอบก่อนเรียน
และแบบทดสอบ
วัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียน

ภาพหน้าจอ
แสดงการยืนยันการตอบ
คำถามในแบบทดสอบ



ภาพหน้าจอแสดงแสดงคำอธิบาย
การใช้งานบทเรียน และ
การฝึกใช้เมาส์ควบคุมการเคลื่อนที่
ของของวัตถุ 3 มิติ

ภาพหน้าจอแสดงบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ
รูปแบบการนำทางแบบค้นหาคำ (Search Box)

ภาพหน้าจอแสดงบทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ
รูปแบบการนำทางแบบสัญรูป (Icon)

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวศิวนิต อรรถวุฒิกุล เกิดเมื่อวันที่ 10 มิถุนายน พ.ศ. 2518 ที่จังหวัดราชบุรี สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีครุศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับ 2) สาขาการศึกษานอกระบบโรงเรียน วิชาเอกคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2540 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาโสตทัศนศึกษา ภาควิชาหลักสูตร การสอน และเทคโนโลยีการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2546

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย