บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรม โดยศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. ขอบข่ายวิชา CT212 โครงสร้างโปรแกรม (Program Structure)
2. ทฤษฎีการเรียนรู้
   - 2.1 ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์
     - 2.1.1 ความหมาย
     - 2.1.2 พื้นฐานสำคัญของคอนสตรัคติวิสต์
     - 2.1.3 โมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์
       - 2.1.3.1 SOI Model
       - 2.1.3.2 Open Learning Environment(OLEs)
       - 2.1.3.3 Constructivist Learning Environments(CLEs)
   - 2.2 ทฤษฎีพุทธิปัญญา(Cognitive Theory)
     - 2.2.1 ทฤษฎีเกสตัล(Gestalt Theory)
     - 2.2.2 ทฤษฎีสกีมา(Schema theory)
     - 2.2.3 เมนทอลโมเดล(Mental Model)
     - 2.2.4 ทฤษฎีประมวลผลข้อมูล(Information processing theory)
     - 2.2.5 ACT-R(The Adaptive Control of Thought-Rational)
3. ทฤษฎีความเข้าใจโปรแกรม
   - 3.1 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม
   - 3.2 ความสำคัญของความเข้าใจโปรแกรม
   - 3.3 ความหมายของความเข้าใจโปรแกรม(Program comprehension)
   - 3.4 โมเดลความเข้าใจโปรแกรม(Program comprehension models)
4. การเรียนบนเครือข่าย(Web-based learning)
   - 4.1 ความหมายของการเรียนบนเครือข่าย
   - 4.2 ประเภทของการเรียนบนเครือข่าย
   - 4.3 การจัดการเรียนการสอนบนเครือข่าย
   - 4.4 การออกแบบการเรียนการสอนบนเครือข่าย
   - 4.5 ประโยชน์การเรียนการสอนบนเครือข่าย
   - 4.6 การประเมินผลการเรียนการสอนบนเครือข่าย

5. ทฤษฎีสื่อ(Media theory)
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่าย
   6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจโปรแกรม

1. ขอบข่ายวิชา CT212 โครงสร้างโปรแกรม(Program Structure)

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำการศึกษาในรายวิชา CT212 โครงสร้างโปรแกรม สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง วิชานี้เป็นรายวิชาบังคับในหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ อีกทั้งเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการเชื่อมโยงไปสู่วิชาอื่น ๆในหลักสูตร เน้นเนื้อหาในเรื่อง การเขียนโปรแกรมเรียกตัวเอง(Recursive programming) การเรียนวิชานี้นักศึกษาต้องมีพื้นฐานความรู้ในการออกแบบโปรแกรมมาก่อน สามารถออกแบบแนวคิดในการแก้ปัญหาโปรแกรมเบื้องต้นได้ โดยนำความรู้ที่มีมาก่อนเชื่อมโยงกับความรู้ในเนื้อหารายวิชานี้ วัตถุประสงค์ของวิชานี้นั้นเพื่อมุ่งเน้นให้นักศึกษาสามารถสร้างหรือพัฒนาโปรแกรมเพื่อแก้ปัญหาได้ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ มีความรู้ในเรื่องของรูปแบบไวยากรณ์และความหมายคำสั่งภาษาโปรแกรม C++ สามารถจัดการข้อมูล ทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมและแก้ไขความผิดพลาดของโปรแกรมได้

สิ่งแวดล้อมในการเรียนการสอนนั้นอาจารย์ผู้สอนบรรยายในชั้นเรียน โดยเริ่มจากการอธิบายถึงโครงสร้างทั่วไปของภาษา C++ รูปแบบไวยากรณ์ภาษา ความหมายของคำสั่งโปรแกรม ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม ตัวอย่างโปรแกรมและกรณีศึกษาในการพัฒนาโปรแกรมในบริบทต่าง ๆ เนื้อหาในการเรียนการสอนนั้นจะต่อเนื่องกันไปโดยผู้สอนนำเสนอโครงสร้างการแก้ปัญหาโปรแกรมจากเบื้องต้นไปยังการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ปัจจัยที่สำคัญของการเรียนรู้นั้นนักศึกษาต้องสามารถนำความรู้ที่มีอยู่เดิมจากการเรียนที่ผ่านมานำมาผนวกกับความรู้ที่ได้รับใหม่ได้ นักศึกษาต้องมีความรู้รูปแบบไวยากรณ์ของภาษาโปรแกรม ความหมายของคำสั่งภาษาโปรแกรม จุดประสงค์ของโมดูลย่อย สามารถเชื่อมโยงโมดูลย่อยได้อย่างถูกต้อง เข้าใจการทำงานของคำสั่งและโมดูลต่าง ๆเพื่อให้โปรแกรมสามารถทำงานและแก้ไขปัญหาได้ตามวัตถุประสงค์ การเรียนรู้การเขียนโปรแกรมเรียกตัวเองนั้นเป็นสิ่งที่ยากสำหรับนักศึกษาที่ไม่มีประสบการณ์(Novice) เนื้อหาวิชานั้นยากต่อการทำความเข้าใจ ทำให้เกิดคำถามหรือปัญหาในระหว่างการเรียนรู้ เช่น ผู้เรียนไม่ทราบวัตถุประสงค์การทำงานของโปรแกรม ไม่ทราบถึงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม ไม่สามารถเขียนคำสั่งโปรแกรมได้ถูกต้อง ไม่ทราบวิธีการควบคุมการทำงานของโปรแกรม ไม่สามารถกำหนดตัวแปรหรือโครงสร้างข้อมูลที่เหมาะสม ไม่ทราบถึงค่าของตัวแปรต่าง ๆที่มีการเปลี่ยนแปลงในการทำงาน ซึ่งการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมเรียกตัวเองนี้ผู้เรียนต้องใช้ความคิดอย่างมากและอย่างลึกซึ้งในการทำความเข้าใจในคำสั่งโปรแกรมอีกทั้งสามารถเขียนคำสั่งโปรแกรมที่เหมาะสมไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆได้อย่างถูกต้อง

จากที่กล่าวมาข้างต้นเห็นได้ว่าวิชานี้มีความสำคัญเป็นอย่างมากเพราะวิชานี้เป็นการเรียนรู้ที่ผู้เรียนต้องใช้กระบวนการทางพุทธิปัญญา(Cognitive process)อย่างมาก ลักษณะของเนื้อหาจะมีความยากและซับซ้อนตามบริบทของปัญหา การเรียนรู้ของนักศึกษาในแต่ละคาบจะต้องมีการนำความรู้เดิมที่มีอยู่ผนวกกับความรู้ใหม่ที่ได้รับ ดังนั้นถ้าความรู้ที่มีอยู่เดิมไม่เพียงพอจะส่งผลให้เกิดความไม่เข้าใจโปรแกรมในสถานการณ์ใหม่ ๆที่เผชิญอยู่ ดังนั้นในการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพนักศึกษาต้องการความรู้รูปแบบไวยากรณ์คำสั่งภาษาโปรแกรม ความรู้ความหมายของคำสั่งโปรแกรม ความรู้ในการจัดการข้อมูล ความรู้จุดประสงค์ของโมดูลย่อย ความรู้ของการเชื่อมโยงโมดูลต่าง ๆ ความรู้ในการแก้ไขความผิดพลาดของโปรแกรม สามารถสร้างความรู้ใหม่ที่เกิดจากการนำความรู้เดิมที่มีอยู่ผนวกกับประสบการณ์ใหม่ รวมทั้งต้องการความเข้าใจการทำงานของคำสั่งและโมดูลต่าง ๆเพื่อให้โปรแกรมสามารถทำงานและแก้ไขปัญหาได้ตามวัตถุประสงค์ ความรู้ต่าง ๆที่นักศึกษาต้องการทั้งหมดที่ได้กล่าวมานี้คือ ความเข้าใจโปรแกรมนั่นเอง ซึ่งความเข้าใจโปรแกรมเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งสำหรับนักศึกษาที่เรียนรายวิชานี้

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้วิจัยต้องจัดกระบวนการเรียนรู้โดยเตรียมสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ให้แก่นักศึกษาอย่างเหมาะสม เพื่อให้นักศึกษาสามารถเป็นผู้กระทำสามารถสร้างหรือแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเองได้ สามารถเข้าใจเนื้อหา หลักการ ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งสามารถนำความรู้ที่ได้ลงสู่การปฏิบัติโดยแก้ไขความผิดพลาดของโปรแกรมให้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ได้ตลอดจนสามารถถ่ายโยงความรู้ไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงในการพัฒนาโปรแกรมในบริบทอื่น ๆ ได้ สอดรับกับนโยบายระดับชาติ และยุทธศาสตร์การพัฒนาของรัฐบาลในเรื่องการเติมปัญญาให้สังคมและการปฏิรูปการศึกษา สร้างความรู้ใหม่รวมถึงการพัฒนาทักษะที่จำเป็นให้นักศึกษาสามารถแข่งขันและดำรงชีวิตในสังคมยุคใหม่ได้

ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้เองจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายที่ส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรม เพื่อช่วยสนับสนุนการปรับสมดุลทางปัญญาให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้เดิมที่มีอยู่ผนวกกับประสบการณ์ใหม่ที่ได้รับ อีกทั้งเตรียมสิ่งแวดล้อมที่ส่งเสริมการขยายโครงสร้างทางปัญญาในการสร้างความเข้าใจโปรแกรมที่สอดคล้องกับลักษณะเนื้อหาและความต้องการของผู้เรียนให้สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ

2. ทฤษฎีการเรียนรู้

ทฤษฎีการเรียนรู้เป็นทฤษฎีที่เป็นพื้นฐานเกี่ยวกับวิธีการเรียนรู้ของมนุษย์ ที่นำมาพัฒนาการออกแบบการจัดการเรียนรู้ และสื่อการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ในการศึกษาครั้งนี้ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายที่ส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรมประกอบด้วย ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และทฤษฎีพุทธิปัญญา ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์(Constructivist theory) เป็นทฤษฎีที่มีหลักสำคัญเกี่ยวกับการเรียนรู้คือ ผู้เรียนจะต้องสร้างความรู้ขึ้นเอง ผู้สอนเป็นเพียงผู้ช่วยโดยหาวิธีการจัดการข้อมูลข่าวสารให้มีความหมายแก่ผู้เรียนหรือให้โอกาสผู้เรียนค้นพบความรู้ได้ด้วยตนเองโดยการลงมือกระทำ ความรู้ต่าง ๆจะถูกสร้างขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเอง โดยใช้ข้อมูลที่ได้รับมาใหม่รวมกับความรู้เดิมที่มีอยู่นำมาสร้างความหมายในการเรียนรู้ของตนเอง ความรู้และความเชื่อที่แตกต่างกันของแต่ละบุคคลจะขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมและขนบธรรมเนียมประเพณี และประสบการณ์ของผู้เรียนซึ่งสิ่งต่าง ๆเหล่านี้จะถูกนำมาเป็นพื้นฐานในการตัดสินใจและจะมีผลโดยตรงต่อการสร้างความรู้ใหม่ แนวคิดใหม่ หรือการเรียนรู้

2.1.1 ความหมาย

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ นักวิชาการได้ให้ความหมายไว้หลายท่านด้วยกัน เช่น Von Glaserfeld(1991) กล่าวว่า ผู้เรียนสร้างความหมายโดยอาศัยพื้นฐานประสบการณ์ของตนเอง และมีความเกี่ยวข้องกับการพัฒนาโครงสร้างทางปัญญา(Schema)

Piaget(1954) กล่าวว่าผู้เรียนแต่ละคนจะมีโครงสร้างภายในสมองของตนเองซึ่งยอมให้แต่ละคนสร้างความหมายจากประสบการณ์ของตนเอง

Vygotsay(1981) กล่าวว่า ภาษาเป็นเครื่องมือเบื้องต้นสำหรับการสร้างและตัวกลางที่ส่งผ่านความหมายในแต่ละบุคคล และเป็นหลักสำคัญในการแก้ปัญหา โดยภาษาเป็นตัวกลางซึ่งสามารถให้บุคคลมีการปฏิสัมพันธ์และแลกเปลี่ยนแนวคิดเพื่อที่จะเกิดความเข้าใจร่วมกันและสามารถบรรลุความคิดรวบยอดที่จะเรียนและปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเป็นการเพิ่มเติมประสบการณ์ของผู้เรียน

สรุปความหมายได้ว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นทฤษฎีที่มีหลักการสำคัญว่าในการเรียนรู้ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้กระทำ(Active) และสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง หรือมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่นที่สามารถช่วยผู้เรียนเรียนรู้และแก้ปัญหาในบริบทจริงได้(Real world context)

2.1.2 พื้นฐานสำคัญของคอนสตรัคติวิสต์

คอนสตรัคติวิสต์(Constructivism) เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการสร้างมากกว่าการรับรู้ มุ่งเน้นการสร้างความรู้ใหม่อย่างเหมาะสมของแต่ละบุคคล และสิ่งแวดล้อมมีความสำคัญในการสร้างความหมายตามความเป็นจริง(Duffy and Cummingham, 1996) วิธีการที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนมีหลักการที่สำคัญว่า ในการเรียนรู้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนลงมือกระทำในการสร้างความรู้ ความเชื่อพื้นฐานของคอนสตรัคติวิสต์มีรากฐานมาจากทฤษฎีดังต่อไปนี้

2.1.2.1 Cognitive Constructivism มีพื้นฐานมาจากแนวคิดของเพียเจต์(Piaget) แนวคิดของทฤษฎีนี้ เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ โดยการลงมือกระทำ เพียเจต์(Piaget) เชื่อว่าถ้าผู้เรียนถูกกระตุ้นด้วยปัญหาที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive

conflict) หรือเรียกว่าเกิดการเสียสมดุลทางปัญญา(Disequilibrium) ผู้เรียนต้องพยายามปรับโครงสร้างทางปัญญา(Cognitive structuring)ให้เข้าสู่ภาวะสมดุล(Equilibrium) โดยวิธีการดูดซึม (Assimilation) ได้แก่การรับข้อมูลใหม่จากสิ่งแวดล้อมเข้าไปไว้ในโครงสร้างทางปัญญา และ การปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา(Accommodation) คือการเชื่อมโยงโครงสร้างทางปัญญาเดิมหรือความรู้เดิมที่มีมาก่อนกับข้อมูลข่าวสารใหม่ จนกระทั่งผู้เรียนสามารถปรับโครงสร้างทางปัญญาเข้าสู่สภาพสมดุล หรือสามารถที่จะสร้างความรู้ใหม่ขึ้นมาได้หรือเกิดการเรียนรู้นั่นเอง

2.1.2.2 Social Constructivism เป็นทฤษฎีที่มีรากฐานมาจากวิก๊อทสกี (Vygotsky) ซึ่งมีแนวคิดที่สำคัญที่ว่า "ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาด้านพุทธิปัญญา"รวมทั้งแนวคิดเกี่ยวกับศักยภาพในการพัฒนาด้านพุทธิปัญญาที่อาจมีข้อจำกัดเกี่ยวกับช่วงของการพัฒนาที่เรียกว่า Zone of Proximal Development ถ้าผู้เรียนอยู่ต่ำกว่า Zone of Proximal Development จำเป็นที่จะต้องได้รับการช่วยเหลือในการเรียนรู้ ที่เรียกว่าฐานความช่วยเหลือ(Scaffolding) และวิก๊อทสกี้(Vygotsky) เชื่อว่าผู้เรียนสร้างความรู้โดยผ่านทางการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น ได้แก่ เด็ก กับ ผู้ใหญ่ พ่อแม่ ครูและเพื่อน ในขณะที่เด็กอยู่ในบริบทของสังคมและวัฒนธรรม(Social cultural context)

แนวคิดของทฤษฎีนี้มุ่งเน้นการสร้างความรู้มากกว่าการรับความรู้โดยเชื่อว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในของผู้เรียน โดยผู้เรียนเป็นผู้สร้าง(Construct) ความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็น กับความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีมาก่อน โดยพยายามนำความเข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์และปรากฏการณ์ที่ตนพบเห็นมาสร้างเป็นโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive structure) หรือที่เรียกว่า สกีมา(Schema) ซึ่งเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดของโครงสร้างทางปัญญาหรือโครงสร้างของความรู้ในสมอง โครงสร้างทางปัญญานี้จะประกอบด้วย ความหมายของสิ่งต่าง ๆที่ใช้ ภาษาหรือเกี่ยวกับเหตุการณ์หรือสิ่งที่แต่ละบุคคลมีประสบการณ์หรือเหตุการณ์อาจเป็นความเข้าใจหรือความรู้ของแต่ละบุคคล โครงสร้างทางปัญญาของบุคคลจะมีการพัฒนาโดยผ่านกระบวนการดูดซึม(Assimilation) ซึ่งเป็นการนำเอาสิ่งแวดล้อมภายนอกเข้าหรือความรู้ใหม่เข้ามาไว้ในโครงสร้างทางปัญญาและการปรับโครงสร้างทางปัญญา(Accommodation) เป็นการปรับโครงสร้างทางปัญญาของตนเองในการรับสิ่งแวดล้อมหรือความรู้ใหม่ โดยการเชื่อมโยงกับประสบการณ์เดิมหรือสกีมาของตนเอง เพื่อให้โครงสร้างทางปัญญาของแต่ละบุคคลเข้าสู่สภาพสมดุล(Equilibrium)หรือเกิดการเรียนรู้นั่นเอง(สุมาลี ชัยเจริญ, 2545)

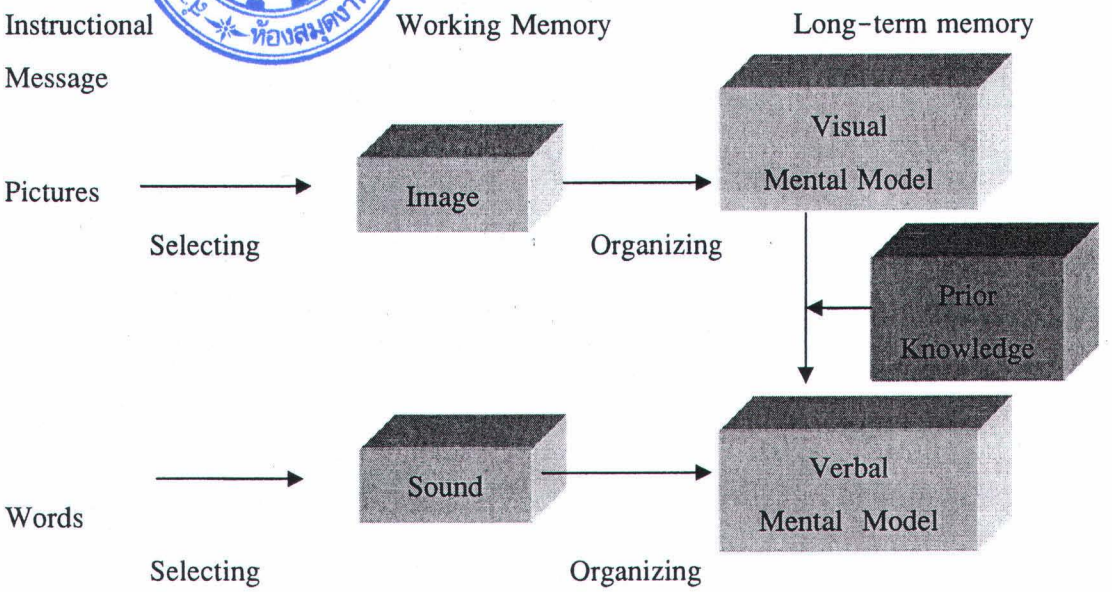
2.1.3 โมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

ในปัจจุบันแนวทางการศึกษาได้เปลี่ยนกระบวนทัศน์จากการสอนโดยครูผู้สอนหรือสื่อการสอนมาสู่การเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางที่ให้ความสำคัญต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยผ่านการปฏิบัติลงมือกระทำ แนวการจัดการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางนี้มีความสอดคล้องกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ซึ่งเน้นการสร้างความรู้ด้วยตนเอง ด้วยการลงมือกระทำหรือปฏิบัติที่ผ่านกระบวนการคิด โดยอาศัยประสบการณ์เดิม หรือความรู้เดิมที่มีอยู่แล้วเชื่อมโยงกับประสบการณ์ใหม่หรือความรู้ใหม่ เพื่อขยายโครงสร้างทางปัญญา การจัดสิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อการ

เรียนรู้หรือสร้างความรู้ของผู้เรียน ด้วยการนำวิธีการ เทคโนโลยี และนวัตกรรมหรือสื่อตลอดจนภูมิปัญญาท้องถิ่นมาใช้ร่วมกัน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ ดังนั้นในการจัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ของผู้เรียน จึงเป็นสิ่งสำคัญในสภาพสังคมปัจจุบัน สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ได้นำโมเดลการออกแบบสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ได้แก่ SOI model, Open Learning Environments: OLEs และ Constructivist Learning Environments(CLEs) ออกแบบสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายที่ส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรมเพื่อเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง สามารถสร้างความรู้ด้วยตนเองด้วยการลงมือกระทำ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1.3.1 SOI Model เป็นโมเดลการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ เชื่อว่าการเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนสร้างความรู้เองอย่างกระตือรือร้นด้วยการพยายามสร้างความหมายจากเนื้อหาที่ถูกนำเสนอแก่ผู้เรียน ซึ่งขึ้นอยู่กับการกระตุ้น(Activate) กระบวนการรู้คิดต่างๆ ของผู้เรียนในระหว่างการเรียนรู้ รวมทั้งการเลือกข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน การจัดระเบียบ และการบูรณาการข้อมูลที่ได้รับเข้ามากับข้อมูลที่มีอยู่เดิม(Existing knowledge) โดย SOI model นี้เป็นโมเดลการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้เกิดกระบวนการรู้คิด 3 กระบวนการที่สำคัญในการเรียนรู้แนวคอนสตรัคติวิสต์ โดย S หมายถึง การเลือก (Selection) O หมายถึง การจัดหมวดหมู่ (Organization) I หมายถึง การบูรณาการ(Integrating) (Mayer, 1996) ดังแสดงในภาพที่ 2.1 แสดงโมเดล SOI ซึ่งเป็นการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์จากคำ(Word) และ รูปภาพ (Picture) กระบวนการของโมเดลนี้เริ่มจากการเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องของผู้เรียน ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดเตรียมภาษาโปรแกรม เพื่อให้ผู้เรียนเลือกข้อความหรือคำสั่งโปรแกรมที่ผู้เรียนสนใจ ผู้เรียนจะสร้างสิ่งแทนข้อความหรือคำสั่งโปรแกรมเหล่านั้นกลุ่มย่อยๆในหน่วยความจำขณะเกิดการรับรู้ ถ้าผู้เรียนเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้อย่างเหมาะสมจะช่วยส่งเสริมให้เกิดการสร้างความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการออกแบบสารและแผนผังที่ส่งเสริมกระบวนการเลือกข้อมูลของผู้เรียน โดยเน้นถึงข้อความที่สำคัญ มีคำบรรยายอธิบายการทำงานของคำสั่งหรือส่วนของโปรแกรม มีคำอธิบายแผนผังของการทำงาน อีกทั้งมีการสรุปที่เน้นขั้นตอนหลักๆ ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องได้ง่าย ผู้เรียนจะทำการจัดระบบข้อมูลที่ได้รับแทนสัญลักษณ์ด้วยภาพ Kintsch(1988) อ้างถึงกิจกรรมนี้ว่าเป็นการสร้างรูปแบบสถานการณ์จากข้อมูลที่ถูกนำเสนอ กิจกรรมนี้เกิดขึ้นที่ความจำขณะปฏิบัติงาน โดยผลลัพธ์ของกระบวนการนี้คือการสร้างสิ่งที่ใช้แทนความเข้าใจที่เป็นรูปภาพ(Pictorial mental model) และการสร้างสิ่งแทนความเข้าใจที่เป็นคำพูด(Verbal mental model) ดังแสดงในภาพที่ 2.1

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 29 ต.ค. 2555
เลขทะเบียน 247606
เลขเรียกหนังสือ



ภาพที่ 2.1 แสดง SOI model of constructivist learning from Words and Pictures (Mayer, 1996)

ในการศึกษาครั้งนี้ SOI model มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาความเข้าใจโปรแกรมของผู้เรียน โดยนำ SOI model มาใช้ในการออกแบบสาร(Message design)ของสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่าย เพื่อช่วยส่งเสริมผู้เรียนให้เกิดการสร้างความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยนำเสนอข้อความประกอบด้วยคำบรรยาย และแผนภาพ ที่มีการจัดระเบียบสารสนเทศ ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถมองเห็น จดจำ และระลึกได้ง่าย ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่มีอยู่เชื่อมโยงกับแผนภาพหรือข้อความที่พบเห็น เพื่อสร้างความรู้ใหม่ได้ง่ายขึ้น

ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงมีความจำเป็นในการการนำ SOI model มาออกแบบโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายที่ส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรมให้แก่ผู้เรียน เพื่อสนับสนุนการปรับสมดุลทางปัญญาให้แก่ผู้เรียนทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ได้ง่ายขึ้น

2.1.3.2 Open Learning Environment(OLEs) หลักการนี้เป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวทางคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งออกแบบและพัฒนาโดย Michael Hannafinที่เน้นเกี่ยวกับการคิดแบบอเนกนัย(Divergent thinking) ซึ่งเป็นความสามารถทางสติปัญญาของมนุษย์ที่ตอบสนองต่อสิ่งเร้า ที่สามารถแสดงออกได้หลายแบบและหลายวิธี เป็นแนวคิดที่หลากหลาย(Multiple perspective) เหมาะกับการเรียนรู้ที่เป็นการแก้ปัญหาโดยเฉพาะเป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน(Hannafin, 1999) หลักการนี้ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆเช่น การสืบเสาะแสวงหาความรู้ของแต่ละบุคคล(Inquiry) การคิดแบบอเนกนัย (Divergent thinking) และแนวคิดที่หลากหลาย(Multiple perspective) ผู้เรียนสามารถเรียนรู้

ด้วยตนเอง และควบคุมการเรียนรู้โดยใช้เมตะคอกนิชั่น(Metacognition) ซึ่งการเรียนรู้จะผ่านประสบการณ์ของแต่ละบุคคล เป็นประสบการณ์ตรง เชิงรูปธรรมที่เกี่ยวข้องกับความเป็นจริง (Realistic)กับปัญหาที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้มีเครื่องมือและแหล่งทรัพยากรที่ส่งเสริมให้เกิดความพยายามในการเรียนรู้ของผู้เรียน

หลักการสำคัญของ Open Learning Environment(OLEs) สามารถสรุปได้ดังนี้ (Hannafin, 1999)

(1) การเข้าสู่บริบท(Enabling context) เป็นการสร้างแนวคิดที่ใช้ในการจัดสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ ซึ่งเป็นบริบทนำมาจากภายนอก โดยกำหนดปัญหาเฉพาะสำหรับผู้เรียน

(2) แหล่งการเรียนรู้(Resource)เป็นแหล่งที่เสนอข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆในการเรียน ประกอบด้วย แหล่งการเรียนที่คงที่(Static resource) เช่น เนื้อหาที่เป็นหลักการทฤษฎี หรือ กฎเกณฑ์ เป็นต้น และ แหล่งการเรียนรู้พลวัตร(Dynamic resource)เป็นแหล่งการเรียนที่มีการเปลี่ยนแปลงสารสนเทศอยู่ตลอดเวลา

(3) เครื่องมือ(Tool) เป็นวิธีการหรือวิถีทางสำหรับผู้เรียนใช้ในการจัดกระทำกับข้อมูลและสารสนเทศ แบ่งเป็น เครื่องมือกระบวนการ(Processing tool) จะสนับสนุนกระบวนการรู้คิดของผู้เรียน เครื่องมือจัดกระทำ(Manipulation tool) เพื่อทดสอบความตรงหรือสำรวจหรือความเชื่อหรือทฤษฎี เครื่องมือสื่อสาร(Communication tool) เพื่อสื่อสารระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และผู้สอน ตลอดจนผู้เชี่ยวชาญ

4) การช่วยเหลือ(Scaffolding) เป็นการแนะนำแนวทางและสนับสนุนความพยายามในการเรียนรู้ ประกอบด้วย ฐานการช่วยเหลือการสร้างความคิดรวบยอด(Conceptual scaffolding) ฐานการช่วยเหลือด้านความคิด(Metacognitive scaffolding) ฐานการช่วยเหลือด้านกระบวนการ(Procedural scaffolding) เป็นการแนะแนวทางวิธีการ ใช้แหล่งการเรียนและเครื่องมือ และฐานความช่วยเหลือด้านกลยุทธ์(Strategic scaffolding) ซึ่งแนะแนวทางเกี่ยวกับวิธีการที่ใช้ในการแก้ปัญหา

สรุปได้ว่า OLEs model เป็นการจัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวทางคอนสตรัคติวิสต์รูปแบบหนึ่ง ที่เน้นเกี่ยวกับการคิดแบบอเนกนัย(Divergent thinking) ซึ่งเป็นความสามารถทางสติปัญญาของมนุษย์ที่ตอบสนองต่อสิ่งเร้า ที่สามารถแสดงออกได้หลายแบบและหลายวิธีเป็นแนวคิดที่หลากหลาย(Multiple perspective) เหมาะกับการเรียนรู้ที่เป็นการแก้ปัญหา โดยเฉพาะเป็นปัญหาที่มีโครงสร้างซับซ้อน หลักการสำคัญของ Open Learning Environment(OLEs) ประกอบด้วย การเข้าสู่บริบท(Enabling context) แหล่งการเรียนรู้ (Resource) เครื่องมือ(Tool) การช่วยเหลือ(Scaffolding)

สำหรับงานวิจัยนี้หลักการของ OLEs มีความสำคัญและมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาความเข้าใจโปรแกรมของผู้เรียน ผู้วิจัยได้นำหลักการของ OLEs มาใช้ในการออกแบบโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายที่ส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรม โดยจัดสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เสนอสถานการณ์ปัญหาเป็นปัญหาจริงที่เกิด

ขึ้นในการพัฒนาโปรแกรม โดยกำหนดภาระงานที่ผู้เรียนจะต้องกระทำเพื่อสร้างความเข้าใจโปรแกรม ถ้าผู้เรียนไม่สามารถแก้ปัญหาตามภาระงานที่กำหนดได้ ผู้เรียนสามารถเสาะแสวงหาความรู้ได้จากแหล่งการเรียนรู้ที่จัดเตรียมไว้ให้ ถ้าไม่เข้าใจโปรแกรมผู้เรียนสามารถใช้การช่วยเหลือ(Scaffolding)เพื่อขอคำแนะนำถึงแนวความคิด กระบวนการหรือกลยุทธ์ที่ใช้ในการทำความเข้าใจโปรแกรม ซึ่งถ้าผู้เรียนไม่แน่ใจว่าเข้าใจได้ถูกต้องผู้เรียนอาจใช้เครื่องมือที่จัดเตรียมไว้เพื่อช่วยในการสนับสนุนการเรียนรู้หรือทดสอบความถูกต้องก็ได้ หลักการนี้เองสามารถช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ในด้านการสืบเสาะแสวงหาความรู้(Inquiry) ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองและควบคุมการเรียนรู้โดยใช้ เมตะคอกนิชั่น(Metacognition) เป็นประสบการณ์ตรงกับสถานการณ์ปัญหาที่เผชิญอยู่

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น จึงมีความจำเป็นที่จะนำหลักการ OLEs มาใช้ในการออกแบบโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายที่ส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรม เพื่อสนับสนุนและส่งเสริมการขยายโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียน ในการสร้างความเข้าใจโปรแกรมในสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

2.1.3.3 Constructivist Learning Environments(CLEs) หลักการนี้เป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวทางคอนสตรัคติวิสต์ที่พัฒนาโดย David H. Jonassen(1999) ที่มุ่งส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและพัฒนาความคิดรวบยอดที่เกิดจากสถานการณ์ที่มีความยุ่งยากซับซ้อน องค์ประกอบหลักของการออกแบบประกอบด้วย

(1) กรณีปัญหา ที่ไม่ได้ระบุจุดมุ่งหมายที่แน่นอน มีกระบวนการหาคำตอบที่หลากหลาย มีกระบวนการในการประเมินผลที่หลากหลาย โดยให้ผู้เรียนทำการตัดสินปัญหาและยืนยันคำตอบของตนเอง โดยการแสดงความคิดของตนเองหรือความเชื่อของตนเอง

(2) กรณีที่เกี่ยวข้อง ใช้ในกรณีที่ผู้เรียนมีประสบการณ์น้อย โดยจัดให้มีการเข้าถึงประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาซึ่งผู้เรียนสามารถนำมาอ้างอิงได้ เชื่อมโยงนำประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องมาใช้ได้ จุดประสงค์เริ่มต้นของการอธิบายกรณีที่เกี่ยวข้องคือ เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจประเด็นของปัญหาได้ชัดเจน โดยสนับสนุนให้ผู้เรียนจดจำได้ดี และกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความยืดหยุ่นทางปัญญา โดยจัดแหล่งอ้างอิงที่ผู้เรียนสามารถเปรียบเทียบได้เพื่อนำมาปรับใช้ให้เข้ากับปัญหาในปัจจุบัน อีกทั้งการนำเสนอที่หลากหลายของบริบทในระดับที่มีความซับซ้อนที่ฝังอยู่ในขอบข่ายความรู้ เป็นการเน้นย้ำความคิด ความเกี่ยวข้องภายในและการเชื่อมต่อ โดยการจัดเตรียมการแปลความหมายในบริบทที่หลากหลายเป็นการสนับสนุนให้เกิดความยืดหยุ่นทางปัญญา

(3) แหล่งข้อมูล จัดให้ผู้เรียนสามารถเลือกข้อมูลได้ในเวลาที่ต้องการ เป็นสิ่งแวดล้อมของฐานข้อมูลที่เชื่อมต่อกัน รวมไปถึงข้อความ รูปภาพ เสียง วีดีโอ และภาพเคลื่อนไหวที่เหมาะสมต่อการช่วยเหลือผู้เรียนในการแก้ปัญหา ใช้เวิลด์ไวด์เว็บเป็นสื่อที่รวบรวมและ

นำเสนอข้อมูลสารสนเทศที่มีลักษณะสื่อประสมที่มีการเชื่อมโยงหลายมิติ เพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดที่ต้องการสนับสนุนการแก้ปัญหา

(4) เครื่องมือทางปัญญา เพื่อช่วยเหลือผู้เรียนในการปฏิบัติภารกิจประกอบด้วยเครื่องมือจำลองความรู้คงที่และความรู้ที่เป็นพลวัตร เช่น ฐานความรู้ Spreadsheets ระบบผู้เชี่ยวชาญ และโครงสร้างสื่อประสม ซึ่งจัดเตรียมการนำเสนอความรู้อย่างเป็นทางการที่ระบุถึงวิธีการคิดวิเคราะห์ และการจัดการปรากฏการณ์ มีการอธิบายอย่างเป็นทางการที่ช่วยสนับสนุนให้เกิดความเข้าใจ เครื่องมือที่สนับสนุนการปฏิบัติที่สนับสนุนผู้เรียนสามารถเรียกดูผลของการทดสอบได้โดยง่ายที่ช่วยสนับสนุนการปฏิบัติ เช่นเครื่องคิดเลขหรือฐานข้อมูล เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล เช่นเครื่องมือการสืบค้นที่ช่วยอำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียน เครื่องมือในการสนทนาหรือการเรียนแบบร่วมมือ สนับสนุนชุมชนการสนทนาผ่านรูปแบบที่แตกต่างกันของการประชุมทางคอมพิวเตอร์ เช่น จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ กระดานข่าว บริการข่าวผ่านเครือข่าย การสนทนาบนเครือข่าย เป็นต้น

(5) การสนับสนุนทางสังคมหรือบริบท โดยออกแบบการสอนและเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับสิ่งแวดล้อมและบริบท โดยพิจารณาจากลักษณะกายภาพที่สำคัญ การจัดตั้ง และแง่มุมทางวัฒนธรรม

สรุปได้ว่าหลักการ CLEs เป็นรูปแบบการจัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวทางคอนสตรัคติวิสต์ ที่มุ่งส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและพัฒนาความคิดรวบยอดที่เกิดจากสถานการณ์ที่มีความยุ่งยากซับซ้อน การเรียนรู้มีความตื่นตัวและเน้นสภาพจริง องค์ประกอบหลักของการออกแบบประกอบด้วย คำถาม กรณี ปัญหา หรือโครงงาน เป็นฐานการเรียนรู้ซึ่งเป็นการเรียนรู้อย่างตื่นตัวและการเรียนรู้จากสภาพจริง กรณีที่เกี่ยวข้อง แหล่งข้อมูล เครื่องมือทางปัญญา เครื่องมือในการสนทนา/เรียนแบบร่วมมือ และการสนับสนุนทางสังคมหรือบริบท

สำหรับในการศึกษาครั้งนี้หลักการ CLEs มีความสำคัญและมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาความเข้าใจโปรแกรมของผู้เรียน ผู้วิจัยได้นำองค์ประกอบ กรณีที่เกี่ยวข้อง ของ CLEs มาใช้ในการออกแบบสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายที่ส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรมสำหรับผู้เรียนที่ไม่สามารถเข้าใจโปรแกรมตามสถานการณ์ปัญหาที่เสนอให้ได้ อันเนื่องมาจากมีประสบการณ์ในการเขียนภาษาโปรแกรมน้อย การจัดเตรียมกรณีที่เกี่ยวข้องจะช่วยสนับสนุนและส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรมของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ผู้เรียนสามารถเข้าถึงและเข้าใจประเด็นของปัญหาได้อย่างชัดเจน สามารถติดตามคำสั่งต่าง ๆเพื่อทำความเข้าใจการทำงานของโปรแกรม ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความยืดหยุ่นทางปัญญา จากการเรียนรู้นี้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงนำประสบการณ์ความเข้าใจโปรแกรมที่เกี่ยวข้องมาใช้อ้างอิงกับสถานการณ์ปัญหาที่เผชิญอยู่ได้

ดังนั้นหลักการ CLEs จึงเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการออกแบบโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายที่ส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรม เนื่องจากสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนที่มีประสบการณ์น้อยเกิดความยืดหยุ่นทางปัญญา โดยเชื่อมโยง

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องมาใช้ในการอ้างอิงเพื่อช่วยสนับสนุนการปรับสมดุลทางปัญญาให้แก่ผู้เรียนในการทำความเข้าใจโปรแกรมจากสถานการณ์ปัญหาที่เผชิญอยู่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 ทฤษฎีพุทธิปัญญา(Cognitive Theory)

ทฤษฎีพุทธิปัญญา เป็นทฤษฎีที่อธิบายเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยเน้นที่การเปลี่ยนแปลงทางกระบวนการคิดที่มนุษย์ใช้ในทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆบนโลก นักจิตวิทยากลุ่มพุทธิปัญญามีแนวความเชื่อว่า สมองเป็นสิ่งที่มีส่วนสำคัญต่อการเรียนรู้ จึงเน้นศึกษากระบวนการคิดของผู้เรียน และเชื่อว่าผู้เรียนมีส่วนร่วมในการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมภายนอก โดยเห็นว่ากระบวนการของการเรียบเรียงประสบการณ์และจัดให้เป็นรูปร่างหรือโครงสร้างที่มีความหมายทำให้มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมที่ได้จากการเรียนรู้ การเรียนรู้ตามแนวพุทธิปัญญา หมายถึง การเปลี่ยนแปลงความรู้ของผู้เรียนทั้งทางด้านปริมาณและด้านคุณภาพ คือนอกจากผู้เรียนจะมีสิ่งที่เรียนรู้เพิ่มขึ้นแล้ว ยังสามารถจัดรวบรวมเรียบเรียงสิ่งที่เรียนรู้เหล่านั้นให้เป็นระเบียบ เพื่อให้สามารถเรียกกลับมาใช้ได้ตามที่ต้องการ และสามารถถ่ายโยงความรู้และทักษะเดิม หรือสิ่งที่เรียนรู้มาแล้ว ไปสู่บริบทและปัญหาใหม่ (สุมาลี ชัยเจริญ, 2551 อ้างถึง Mayer, 1992)

ความเข้าใจโปรแกรมของผู้เรียนนั้นเกี่ยวข้องกับแนวคิดของทฤษฎีพุทธิปัญญาอย่างมากเพราะความเข้าใจโปรแกรมจะเกิดขึ้นได้นั้น ผู้เรียนจะต้องมีการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมภายนอกในที่นี้คือโปรแกรม เมื่อผู้เรียนเริ่มเพ็งพินิจ(Scan)คำสั่งโปรแกรมทีละคำสั่งผู้เรียนจะเข้ารหัสคำสั่งต่าง ๆเหล่านั้นเป็นสิ่งแทนความเข้าใจในสมอง มีการดูดซึมความรู้ใหม่ ๆตามประสบการณ์ที่ได้พิจารณาคำสั่งโปรแกรมเป็นลำดับ กระบวนการทำความเข้าใจโปรแกรมนี้ผู้เรียนต้องใช้ความคิดเป็นอย่างมากเพราะความหมายที่ผู้เรียนได้สร้างขึ้นจากคำสั่งโปรแกรมที่พิจารณานั้นได้รับอิทธิพลอย่างมากจากกระบวนการทางสมองที่ผู้เรียนทุ่มเทให้กับกระบวนการพิจารณา การเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนสามารถเพิ่มเติมมโนมติและความคิดเข้ากับโครงสร้างทางปัญญาโดยเข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่รู้อยู่เดิมกับสิ่งที่เรียนรู้ใหม่ได้อย่างถูกต้อง ความเข้าใจโปรแกรมจะสมบูรณ์เมื่อผู้เรียนสามารถทราบว่าโปรแกรมประกอบด้วยคำสั่งรูปแบบใดคำสั่งโปรแกรมเหล่านั้นมีความหมายอย่างไร ขั้นตอนการทำงานของคำสั่งโปรแกรมเหล่านั้นมีการไหลอย่างไร เพื่อวัตถุประสงค์อะไร ท้ายสุดภาพรวมของโปรแกรมทั้งหมดมีวัตถุประสงค์อะไร

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยนำทฤษฎีพุทธิปัญญามาใช้ในการสนับสนุนการปรับสมดุลทางปัญญาและส่งเสริมการขยายโครงสร้างทางปัญญาการสร้างความเข้าใจโปรแกรม โดยเน้นให้ผู้เรียนโปรแกรมสามารถดึงความรู้เดิมที่มีอยู่มาใช้ในการทำความเข้าใจโปรแกรมที่ได้รับจากการพิจารณาโปรแกรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังทฤษฎีที่จะกล่าวในรายละเอียดต่อไปนี้

2.2.1 ทฤษฎีเกสตัล (Gestalt Theory)

Gestalt มาจากภาษาเยอรมัน หมายถึง ทั้งหมด(Wholeness) รูปลักษณะที่สมบูรณ์(Configuration) หรือรูปแบบที่สมบูรณ์(Complete of Form) ตอนต้นศตวรรษที่ 20 จิตวิทยาเกสตัลท์ได้กำเนิดขึ้นโดยเคิร์ท เลวิน(Kurt Lewin) เคิร์ท คอฟคา(Kurt Koffka) วูฟแกง เคอรเลอร์(Wolfgang Koehler) และ แมค เวอร์ไทเมอร์(Max Wertheimer) แนวความคิดของ

ทฤษฎีนี้เน้นมองสิ่งต่าง ๆเป็นระบบทั้งหมดโดยผลรวมของส่วนย่อยจะไม่เท่ากับส่วนรวมทั้งหมด นักจิตวิทยากลุ่มนี้มีความเชื่อว่า มนุษย์จะรับรู้สิ่งต่าง ๆรอบ ๆตัวในลักษณะที่มีความหมาย ไม่รับรู้เฉพาะเพียงส่วนใดส่วนหนึ่ง หลักสำคัญของนักจิตวิทยากลุ่มเกสตัลท์มีพื้นฐานเกี่ยวข้องกับการรับรู้(Perception)และการแก้ปัญหา(Problem solving)โดยวิธีการหยั่งรู้(Insight) หลักการสำคัญเกี่ยวกับการรับรู้ของทฤษฎีนี้ได้แก่ 1)กฎของความใกล้ชิด(Law of Closure) 2)กฎของความสมมาตร(Law of Proximity) 3)กฎแห่งความคล้ายคลึงกัน(Law of Similarity) 4)หลักการของภาพและพื้น(Figure and Ground) ทฤษฎีเกสตัลท์สามารถนำมาใช้ในการออกแบบการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นเกี่ยวกับการรับรู้ (Perception) และความสัมพันธ์ของการรับรู้ที่มีต่อการเรียนรู้ Smith-Gratto and Fisher(1998) กล่าวไว้ว่า หน้าจอมีความเกี่ยวข้องกับการรับรู้ภาพของผู้เรียน การรับรู้ที่เหมาะสมจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการออกแบบ ซึ่งกฎการรับรู้ของเกสตัลท์สามารถใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในเรื่องของการรับรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยจัดมโนมติล่วงหน้า(Advance Organizers) และการวางโครงเรื่อง(Outline) เพื่อเป็นแผนที่ทางปัญญา(Cognitive map) ที่ทำให้ผู้เรียนสร้างกรอบแนวคิดหรือโครงสร้างทางปัญญา(Schema) ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจเรื่องราวต่าง ๆได้โดยง่าย

จากที่กล่าวมาเห็นได้ว่าทฤษฎีเกสตัลท์มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาความเข้าใจโปรแกรมของผู้เรียน ด้วยเหตุผลดังกล่าว ในการศึกษาครั้งนี้จะนำทฤษฎีเกสตัลท์มาใช้ในการออกแบบการรับรู้เพื่อสนับสนุนความเข้าใจโปรแกรมให้แก่ผู้เรียน เนื่องจากโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนแต่ละคนแตกต่างกันถ้ามีการออกแบบที่สนับสนุนให้ผู้เรียนได้รับแนวคิดรวบยอด (Concept attainment activities) ได้ง่ายจะทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมที่มีอยู่และประสบการณ์ที่ได้รับใหม่ ส่งผลให้เข้าใจโปรแกรมได้ง่าย

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงมีความจำเป็นที่จะนำทฤษฎีเกสตัลท์มาใช้ในการออกแบบโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ความเข้าใจโปรแกรม เพื่อสนับสนุนการปรับสมดุลทางปัญญา โดยเสนอสารสนเทศให้แก่ผู้เรียนที่ทำให้ผู้เรียนรับรู้ได้โดยง่าย มีการจัดมโนมติล่วงหน้าและโครงเรื่อง อีกทั้งนำเสนอสารสนเทศต่าง ๆในรูปของภาพ กราฟิก และเสียงเพื่อกระตุ้นแรงจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอดเป็นการสนับสนุนและส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรมของผู้เรียน

2.2.2 ทฤษฎีสกีมา(Schema theory)

ทฤษฎีสกีมา(Schema theory) เกิดขึ้นช่วงต้นปี ค.ศ. 1970 เป็นทฤษฎีที่ช่วยอธิบายเรื่องของความจำ การอ่านทำความเข้าใจ และการคิดเชิงวิทยาศาสตร์ สกีมา หมายถึงโครงสร้างทางปัญญาเป็นสิ่งแทนความรู้ในสมอง(Mental representation) ที่ประกอบด้วย วัตถุ(Objects) และเหตุการณ์(Event) มีลักษณะสำคัญดังนี้ 1) สกีมาเป็นโครงสร้างความจำ(Schema as Memory Structure) 2) สกีมาเป็นนามธรรม(Schema as Abstraction) 3) สกีมาเป็นเครือข่าย (Schema as Network) 4) สกีมามีโครงสร้างเป็นพลวัตร(Schema as Dynamic Structure) 5) สกีมาเป็นบริบท (Schema as Context) Neisser(1976) ได้พิสูจน์ว่าสกีมาไม่เพียงแต่เป็นตัว

กำหนดการตีความแต่จะมีผลต่อการคาดการณ์ล่วงหน้า ที่เรียกว่า "วงจรการรับรู้ (Perceptual Cycle)" การคาดการณ์ล่วงหน้าส่งผลต่อการสำรวจสิ่งแวดล้อมและการสำรวจสิ่งแวดล้อมก็จะนำไปสู่แหล่งการเรียนรู้สารสนเทศที่พบ จะช่วยขยายสกีมาตลอดเวลา และจะเกิดวงจรรับรู้ด้วยตนเอง(สุมาลี ชัยเจริญ, 2551) ทฤษฎีสกีมาเป็นทฤษฎีที่กล่าวถึงโครงสร้างทางปัญญาในสมองของมนุษย์ซึ่งใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลข่าวสารหรือความรู้เข้าไว้โดยการเชื่อมโยงสิ่งที่เราได้ยิน ได้เห็น ได้สัมผัสและทดลองจากสิ่งที่เรียนรู้ภายนอก ถ้ามีจัดเก็บหรือมีการเชื่อมโยงที่ดีเข้าไว้ในความทรงจำระยะยาว มนุษย์จะสามารถเรียกใช้ข้อมูลและตัดสินใจได้อย่างรวดเร็ว Salomon (1979) กล่าวไว้ว่า ระบบสัญลักษณ์เป็นเครื่องมือที่สามารถพัฒนาความคิดในการเรียนรู้และการพัฒนาทักษะของมนุษย์ได้ ในสาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาเรียกว่า การออกแบบสาร (Message design) การเรียนรู้ด้วยรูปแบบสัญลักษณ์ที่แตกต่างกันนั้นส่งผลให้มนุษย์เข้ารหัสและนำไปเก็บในโครงสร้างทางปัญญาแตกต่างกัน การเรียนรู้ด้วยข้อความจะมีการเข้ารหัสสร้างเป็นภาพและนำไปเก็บในสกีมา แต่ถ้าการเรียนรู้โดยรูปภาพและกราฟิก(Graphics) มนุษย์สามารถเข้ารหัสได้โดยตรง(Winn and Synder, 1996) ดังนั้นลักษณะของสารที่เป็นรูปภาพและกราฟิกเป็นสิ่งที่ทำให้มนุษย์จำได้ง่ายขึ้นเพราะสามารถนำทั้งสิ่งที่มองเห็นและจินตนาการเข้าไปในระบบความจำโดยตรง การปฏิสัมพันธ์ของรายการ(Item)ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันจะเร็วกว่ารายการที่อยู่ในกลุ่มที่ต่างกัน ส่วนใหญ่จะมีการเลือกจากความใกล้ชิดของแหล่งที่เกิดของรายการ ดังนั้นถ้าหากว่าความรู้ในหน่วยความจำถูกรวบรวมไว้โดยใช้เทคนิคการจับคู่สารสนเทศ (Information mapping) หรือแนวคิดของโครงสร้างต้นไม้ที่เป็นลำดับชั้นจะทำให้มนุษย์จดจำได้ดีขึ้นและสามารถเชื่อมต่อกับประสบการณ์ใหม่ ๆได้ง่ายขึ้น

สรุปได้ว่า สกีมาคือโครงสร้างทางปัญญาเป็นสิ่งแทนความรู้ในสมอง(Mental Representation) ที่ประกอบด้วย วัตถุ(Objects) และเหตุการณ์(Event) มีลักษณะเป็นโครงสร้างความจำ(Schema as Memory Structure) เป็นนามธรรม(Schema as Abstraction) เป็นเครือข่าย (Schema as Network) มีโครงสร้างเป็นพลวัตร(Schema as Dynamic Structure) และ เปลี่ยนไปตามบริบท (Schema as Context) สกีมาเป็นโครงสร้างทางปัญญาเป็นสิ่งแทนความรู้ที่เป็นความคิดรวบยอดในสมองประกอบด้วยชุดความรู้หลาย ๆชุดที่เอื้ออำนวยต่อการใช้ความรู้นั้น ๆในลักษณะที่แตกต่าง สกีมาเป็นสิ่งที่ผู้เรียนรายวิชา CT212 โครงสร้างโปรแกรมต้องการพัฒนาเป็นอย่างมากในการทำความเข้าใจโปรแกรม กระบวนการทำความเข้าใจโปรแกรมของผู้เรียนนั้นเริ่มจากผู้เรียนเพ็งพินิจ(Scan)คำสั่งโปรแกรม คำสั่งโปรแกรมเหล่านี้ถูกแทนเป็นวัตถุ(Object)ในสกีมาและเมื่อผู้เรียนทำความเข้าใจความหมายของคำสั่งโปรแกรมเหล่านี้ ความรู้ความหมายของคำสั่งเป็นเหตุการณ์(Event)ที่ถูกจัดเก็บในสกีมาของผู้เรียน ผู้เรียนแทนความรู้ของวัตถุและเหตุการณ์ที่กำลังเผชิญนี้ในรูปนามธรรม(Abstraction)นำไปจัดเก็บในโครงสร้างความจำ(Memory)ในสมองที่ผู้เรียนสามารถระลึกถึงหรือนำมาใช้ได้เมื่อต้องการ เมื่อผู้เรียนเพ็งพินิจ(Scan)คำสั่งโปรแกรมต่อ ๆไป โครงสร้างความจำที่เก็บความเข้าใจคำสั่งโปรแกรมจะเกิดการเปลี่ยนแปลง(Dynamic) เกิดกระบวนการดูดซึมทางปัญญาหรือปรับโครงสร้างทางปัญญาโดย

เชื่อมโยงความเข้าใจคำสั่งโปรแกรมใหม่ที่กำลังเผชิญอยู่ผนวกเข้ากับความเข้าใจคำสั่งโปรแกรมเดิมที่มีอยู่ในโครงสร้างความจำ ซึ่งความเข้าใจคำสั่งโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกันจะถูกเชื่อมโยงเข้าด้วยกันเป็นเครือข่าย(Network) และมีการปรับเปลี่ยนอย่างต่อเนื่องเมื่อเผชิญกับคำสั่งโปรแกรมใหม่ ๆตามบริบท(Context)ที่พิจารณาผู้เรียนสามารถตีความและคาดการณ์ล่วงหน้าได้ ความเข้าใจโปรแกรมจะสมบูรณ์เมื่อผู้เรียนสามารถแทนความคิดรวบยอดของคำสั่งโปรแกรมทั้งหมดในโครงสร้างความจำ ซึ่งเป็นวัตถุประสงค์การทำงานของโปรแกรมนั่นเอง การพัฒนาสกีมาของผู้เรียนนั้นเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างมากในกระบวนการทำความเข้าใจโปรแกรมซึ่งผู้เรียนต้องสร้างสิ่งแทนความรู้ของคำสั่งโปรแกรมอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งเป็นความเข้าใจทั้งโปรแกรม

จากที่กล่าวมาเห็นได้ว่าทฤษฎีสกีมามีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาความเข้าใจโปรแกรมของผู้เรียน ด้วยเหตุผลดังกล่าว ในการศึกษาครั้งนี้จะนำทฤษฎีสกีมามาใช้ในการออกแบบสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรม เพื่อช่วยให้ผู้เรียนโปรแกรมลดการจดจำคำสั่งโปรแกรมต่าง ๆ สนับสนุนการปรับสมดุลทางปัญญาของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนสร้างความรู้โดยสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีอยู่ได้อย่างมีความหมายเกิดเป็นความเข้าใจโปรแกรมในที่สุด

2.2.3 เมนทอลโมเดล(Mental Model)

เมนทอลโมเดล (Mental model) เป็นรูปแบบการทำความเข้าใจซึ่งเป็นโครงสร้างที่จัดเก็บความรู้เกี่ยวกับความเป็นจริงของโลก Mayer(1992) กล่าวว่า เมนทอลโมเดลคือ สิ่งที่สร้างขึ้นแทนวัตถุใด ๆถูกอธิบายด้วยรูปแบบการทำความเข้าใจ รูปแบบการทำความเข้าใจจะมีความคิดรวบยอดที่กว้างกว่าสกีมาเพราะว่าเป็นสิ่งที่กระทำเฉพาะเจาะจงท่ามกลางวัตถุทำให้เกิดการเรียนรู้ขึ้นภายในสกีมา เกิดการนึกคิดหรือการมองเห็นเป็นความสัมพันธ์ที่เป็นเหตุเป็นผล มองเห็นสิ่งที่สร้างขึ้นแทนวัตถุนั้นด้วยสติปัญญา(Mind eye)

รูปแบบการทำความเข้าใจ ช่วยในการอธิบายความเข้าใจของมนุษย์เกี่ยวกับวัตถุและเหตุการณ์ เป็นการสร้างสิ่งแทนความรู้ภายในสมองที่ตรงกันกับความคิดรวบยอดของภารกิจหรือเหตุการณ์ รูปแบบการทำความเข้าใจคือรูปแบบที่ค่อย ๆสร้างขึ้นในสติปัญญา(Mind)ของผู้เรียน เป็นผลจากการที่ผู้เรียนเรียนรู้และมีปฏิสัมพันธ์กับสถานการณ์การเรียนรู้(Laird, 1990) หรือเป็นสิ่งที่สร้างขึ้นแทนความรู้ที่ตื่นตัว(Active)ในขณะที่แก้ปัญหา โดยใช้กระบวนการทางสติปัญญา(Mental operation)สำหรับสรุปข้อวินิจฉัยที่อาจเกิดจากการรวมกันของหลักการที่สำคัญหรือโดยการสร้างสิ่งแทนความรู้ที่เป็นจินตนาการ(Imaginal representation) (Halford, 1993) Craik(1943) ได้กล่าวไว้ว่า เมนทอลโมเดลคือการแทนความรู้ที่เป็นความจริงของโลกหรืออาจเป็นสถานการณ์ที่สมมุติขึ้นก็ได้ กระบวนการภายในสมอง(Mind)เป็นโมเดลของการแทนความรู้ซึ่งมนุษย์ใช้สำหรับอธิบายถึงความเชื่อและการคาดหมายเหตุการณ์ โมเดลสามารถสร้างขึ้นจากสิ่งที่มองเห็นหรือสิ่งที่ได้รับหรือสิ่งที่สมมุติขึ้นหรือจากการแปลความหมายจากการสนทนาหรือการบรรยาย เมนทอลโมเดลสามารถแทนสิ่งที่เห็นได้ประจักษ์ว่าเป็นจริงและสิ่งที่เห็นว่าเป็นเท็จ โมเดลเหล่านี้อาจเป็นรูปภาพ รูปจำลอง หรืออาจแทนเป็นแนวคิดนามธรรมที่อยู่ใน

จิตใจ ซึ่งคุณลักษณะบางอย่างของเมนทอลโมเดลนั้นอาจก่อร่างขึ้นคงที่อย่างสมบูรณ์หรืออาจก่อร่างอย่างไม่สมบูรณ์บางครั้งมีการแทนที่ที่ไม่ถูกต้องมีข้อผิดพลาดซึ่งวัดได้ไม่แน่นอน อาจมีการเตรียมการแทนความรู้ของปรากฏการณ์ที่ซับซ้อนเป็นกลุ่มของกฎเงื่อนไข(If-then-else)กล่าวได้ว่าสามารถแทนความรู้ได้ในหลาย ๆลักษณะ

ก่อนปี ค.ศ.1980 เมนทอลโมเดลประกอบด้วยโมเดลโครงสร้าง(Structural) และโมเดลฟังก์ชัน(Functional) โมเดลโครงสร้างนั้นเป็นรูปแบบความเข้าใจที่เป็นข้อเท็จจริงเกี่ยวกับการทำงานของระบบ เป็นความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์การทำงานของระบบที่สามารถทำนายถึงผลที่เกิดขึ้น ลำดับของการกระทำรวมทั้งความคิดที่เกี่ยวพันธ์กับความพยายาม สำหรับโมเดลฟังก์ชันนั้น บางครั้งเรียกว่า Task-action mapping model เป็นความรู้เกี่ยวกับการกระบวนการหรือขั้นตอนที่กระทำในงาน เป็นการสร้างความรู้จากสิ่งที่กระทำอยู่ภายในขอบเขตที่กำหนดหรือสร้างความรู้จากระบบที่มีความคล้ายคลึงกัน โมเดลโครงสร้างเป็นบริบทอิสระ(Context free) ส่วนโมเดลฟังก์ชันเป็นบริบทที่ไวต่อสิ่งกระตุ้น(Context sensitive) Mayer(1989) ได้เสนอแนะเกณฑ์ 7 ประการ ในการสร้างเมนทอลโมเดลเพื่อช่วยพัฒนาความเข้าใจซึ่งอธิบายด้วยกราฟิกที่เป็นความสัมพันธ์ในเชิงเหตุผลได้แก่ 1)ความสมบูรณ์ 2)ความรัดกุม 3)การหยั่งรู้ 4)การสร้างสารสนเทศ 5)แนวคิดรวบยอด 6)ถูกต้อง 7)การพิจารณา Mayer and Gallini(1990) ได้หลอมการจัดรูปแบบสารสนเทศทั้ง 7 หลักเกณฑ์ ไว้ในรูปของกราฟิกและข้อความเข้าด้วยกันแสดงให้เห็นทั้งวัตถุและความสัมพันธ์ที่เป็นเหตุเป็นผล เรียกว่าระบบมัลติมีเดีย ระบบมัลติมีเดียนี้ปัจจุบันเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการพัฒนาเมนทอลโมเดลของผู้เรียน

สรุปได้ว่า เมนทอลโมเดลเป็นรูปแบบการทำความเข้าใจหรือสิ่งแทนความรู้ ใช้อธิบายความเข้าใจของมนุษย์เกี่ยวกับวัตถุและเหตุการณ์ เป็นการสร้างสิ่งแทนความรู้ภายในสมองที่ตรงกับความคิดรวบยอดของภารกิจหรือเหตุการณ์ที่ค่อย ๆสร้างขึ้นในกระบวนภายในสมอง(Mind)ของผู้เรียนจากการที่ผู้เรียนเรียนรู้และมีปฏิสัมพันธ์กับสถานการณ์การเรียนรู้ เมนทอลโมเดลในการศึกษาครั้งนี้เป็นรูปแบบการทำความเข้าใจโปรแกรมของผู้เรียนที่ค่อย ๆก่อรูปจากการเพ็งพินิจ(Scan)คำสั่งโปรแกรม ผู้เรียนต้องทำความเข้าใจถึงความสัมพันธ์ต่าง ๆของคำและประโยคต่าง ๆที่ปรากฏเห็นในโปรแกรมทั้งหมด เช่น ชื่อตัวแปร ชื่อฟังก์ชัน รูปแบบการทำงานของคำสั่ง ความหมายของคำสั่ง ความสัมพันธ์ที่เป็นเหตุเป็นผลของตัวแปรและกลุ่มคำสั่งซึ่งเป็นความหมายของการทำงานตามสถานการณ์ต่าง ๆ ลำดับขั้นตอนของของคำสั่งเป็นความเข้าใจทั้งโปรแกรม เมนทอลโมเดลมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาความเข้าใจโปรแกรมของผู้เรียน ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำเมนทอลโมเดลมาใช้สำหรับการออกแบบสารโดยใช้ข้อความและภาพกราฟิกทำให้ผู้เรียนสามารถเห็นภาพรวมและความสัมพันธ์ระหว่างส่วนประกอบต่าง ๆของโปรแกรม มีคำแนะนำในการช่วยเหลือการแก้ปัญหา มีการจัดหมวดหมู่สารสนเทศเพื่อลดภาระในการจดจำ(Cognitive load)และผู้เรียนสามารถเรียกใช้ข้อมูลต่าง ๆในเวลาที่ต้องการได้ อีกทั้งพัฒนาระบบมัลติมีเดียเพื่อให้ผู้เรียนเห็นวัตถุและเหตุการณ์ที่เป็นเหตุเป็นผล ช่วยพัฒนา

เมนทอลโมเดลเพื่อสนับสนุนและส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรมของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจโปรแกรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ด้วยเหตุผลดังกล่าวในการศึกษาครั้งนี้จะนำเมนทอลโมเดลมาใช้ในการออกแบบสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายที่ส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรม

2.2.4 ทฤษฎีประมวลผลข้อมูล(Information processing theory)

ทฤษฎีประมวลผลสารสนเทศเป็นกระบวนการพุทธิปัญญา(Cognitive process) ที่แสดงถึงสิ่งที่สร้างขึ้นจากความจริงของโลก เป็นการอธิบายถึงกลวิธีที่สาร(Message) เคลื่อนเข้ามาสู่ระบบความเข้าใจและนำไปสู่การประมวลผลและการปฏิบัติการในแต่ละขั้นตอน ธรรมชาติและหน้าที่ของหน่วยต่าง ๆที่ทำงานอยู่ภายในสมอง ความสามารถในการรับรู้ของมนุษย์ การปฏิสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบความจำ Atkinson และ Shiffrin(1968) กล่าวไว้ว่า ความจำประกอบด้วย ประสาทสัมผัส(Sensory register) หน่วยความจำระยะยาว(Long-term store) และ หน่วยความจำระยะสั้น(Short-term store) โดยที่สาร(Message) จะเคลื่อนเข้าไปอยู่ในหน่วยความจำระยะสั้นจากการชี้นำของประสาทการรับรู้ สารจะอยู่ในหน่วยความจำระยะสั้นเพียงชั่วคราว(Rehearsal buffer) ถ้าสารนี้ไม่เคลื่อนที่ผ่านเข้าไปในหน่วยความจำระยะยาวก็จะค่อย ๆลบเลือนและหายไปหลังจากนั้นประมาณ 15 นาที

รูปแบบของทฤษฎีประมวลผลสารสนเทศของ Eggen และ Kauchak(1999) ประกอบด้วยส่วนประกอบสำคัญ 3 ประการ 1) การจัดเก็บข้อมูล(Information stores) เป็นกระบวนการที่ใช้ในการเก็บข้อมูล เปรียบได้เสมือนกับแฟ้มเก็บข้อมูลของคอมพิวเตอร์ หรือสมุดบันทึกที่มนุษย์ใช้ในการเก็บข้อมูล ข้อมูลที่จัดเก็บตามทฤษฎีนี้ถูกเก็บตามการจัดการกับข้อมูล ได้แก่ ความจำที่เกิดจากประสาทสัมผัส ความจำที่เกิดจากการปฏิบัติ และความจำระยะยาว 2) กระบวนการทางสติปัญญา(Cognitive process) เป็นการกระทำของสติปัญญาในการแปลงข้อมูลและเคลื่อนย้ายข้อมูลจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง กระบวนการนี้ประกอบด้วยการเอาใจใส่ การรับรู้ การฝึกฝน การแปลงข้อมูล และการเรียกใช้ข้อมูล กระบวนการทางสติปัญญาเปรียบได้เสมือนกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งทำหน้าที่กำกับและแปลงข้อมูลในคอมพิวเตอร์ 3) เมตาคอกนิชั่น (Metacognition) หมายถึง การรับรู้เกี่ยวกับกระบวนการทางสมองและการควบคุมกระบวนการทางสมอง เมตาคอกนิชั่นเป็นรูปแบบหนึ่งของการจัดระเบียบตนเอง ทำหน้าที่ควบคุมและกำกับกระบวนการในการเคลื่อนย้ายข้อมูลจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ความรู้ต่าง ๆที่เกิดขึ้นของมนุษย์เกิดจากการกำกับข้อมูลในหน่วยความจำระยะยาวในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างกันและกันอย่างซับซ้อนเรียกว่าสกีมาตา(Schemata) ซึ่งอยู่ในรูปของ Declarative Knowledge หรือ Knowing what ได้แก่ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง มโนมติ หรือความคิดอื่น ๆ และ Procedural Knowledge หรือ Knowing how ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับวิธีปฏิบัติดำเนินการ เช่น การเขียนเรียงความ โดยมีการกระทำกับข้อมูลที่ควบคุมโดยเมตาคอกนิชั่น เป็นการตระหนักและการควบคุมกระบวนการเคลื่อนย้ายข้อมูลจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง เมื่อความรู้และทักษะด้านเมตาคอกนิชั่นพัฒนาขึ้น ผู้เรียนจะพัฒนาขีดความสามารถในการจัดระเบียบการเรียนรู้ด้วยตนเอง

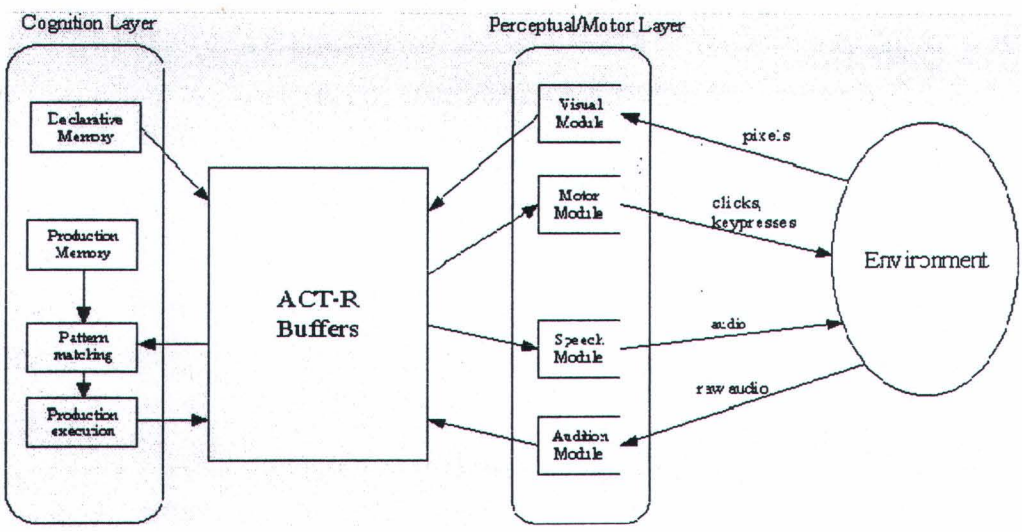
การออกแบบการสอนที่ผู้เรียนสามารถเลือกวิธีการในการทำกิจกรรมได้หลาย ๆ วิธี เป็นสิ่งที่ดีโดยเฉพาะอย่างยิ่งการให้ผู้เรียนตัดสินใจเลือกกลวิธีและควบคุมการเรียนด้วยตนเองในลักษณะของโปรแกรมการสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นพื้นฐาน(Computer-based Instructional programs) ที่ให้การตอบสนองอย่างหลากหลาย ผู้เรียนสามารถตรวจสอบในการเรียนรู้ด้วยตนเองและสามารถเปลี่ยนกลวิธีถ้าเกิดความเข้าใจหรือไม่เข้าใจ สื่อของความเข้าใจจะแปรผันไปแตกต่างกันไปตามธรรมชาติของผู้เรียนและการตอบสนองของผู้เรียนต่อสิ่งกระตุ้นเดียวกันซึ่งขึ้นกับความรู้ของแต่ละบุคคลและความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องต่อการเลือกกลวิธีการสอน ซึ่งนักออกแบบต้องทราบถึงทักษะความรู้เดิม แรงจูงใจ ความศรัทธา สไตล์การเรียน ระดับของความใส่ใจและพื้นฐานการพัฒนาของสติปัญญาของผู้เรียน จะขึ้นกับการสร้างสกีมาหรือความรู้ที่ผู้เรียนสร้างขึ้น

สรุปได้ว่า ทฤษฎีการประมวลผลข้อมูลเป็นแนวคิดทางการเรียนรู้ของจิตวิทยาพุทธิปัญญาที่เปรียบเทียบความคิดของมนุษย์กับกระบวนการประมวลผลข้อมูลของคอมพิวเตอร์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการจัดเก็บข้อมูลในหน่วยความจำที่เกิดจากประสาทสัมผัส(Sensory memory) ความจำที่เกิดจากการปฏิบัติ(Working memory) ความจำระยะยาว(Long-term memory) และการเคลื่อนย้ายข้อมูลจากที่จัดเก็บหนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง โดยกระบวนการใส่ใจ(Attention) การรับรู้(Perception) การท่องซ้ำ(Rehearsal) และการเข้ารหัส(Encoding) โดยใช้กระบวนการทางสติปัญญาและโดยการควบคุมของเมตาคอกนิชัน การศึกษาทฤษฎีการประมวลผลข้อมูลทำให้ทราบถึงความสามารถในการรับรู้ของมนุษย์รวมทั้งการปฏิสัมพันธ์ที่มาจากรูปแบบความจำ ซึ่งความเข้าใจโปรแกรมของผู้เรียนเกิดจากผู้เรียนใช้ประสาทสัมผัสในที่นี้คือตาในการเพ็งพินิจ(Scan)คำสั่งโปรแกรม คำสั่งต่าง ๆที่เพ็งพินิจ(Scan)จะถูกเก็บในหน่วยความจำระยะสั้นซึ่งจะเก็บได้เพียงชั่วคราวเท่านั้น ถ้าผู้เรียนใส่ใจในการเพ็งพินิจ(Scan) กระทำการเพ็งพินิจ(Scan)ซ้ำ ๆ อีกทั้งมีการนำเสนอคำสั่งโปรแกรมอยู่ในรูปแบบที่ดี ผู้เรียนสามารถเข้ารหัสคำสั่งต่าง ๆเหล่านั้นได้ง่ายจะทำให้ผู้เรียนสามารถจดจำคำสั่งโปรแกรมได้มากขึ้นและเคลื่อนย้ายข้อมูลมาเก็บที่หน่วยความจำระยะยาวได้มากขึ้น เกิดเป็นความรู้ในรูปของความสัมพันธ์ระหว่างกันและกันอย่างซับซ้อนเรียกว่าสกีมาตา(Schemata) ผู้เรียนทราบว่ามีอะไรที่อยู่ในโปรแกรมบ้าง(What) และรู้ถึงขั้นตอนของการปฏิบัติการในโปรแกรม(How) ดังนั้นการพัฒนาสกีมาตาของผู้เรียนนั้นเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งในการสนับสนุนการเรียนรู้การทำความเข้าใจโปรแกรมของผู้เรียน

จากที่กล่าวมาเห็นได้ว่าทฤษฎีประมวลผลสารสนเทศมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาความเข้าใจโปรแกรมของผู้เรียน ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ในการศึกษาครั้งนี้จะนำทฤษฎีประมวลผลสารสนเทศมาใช้ในการออกแบบสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายเพื่อส่งเสริมความเข้าใจ เพื่อพัฒนาสกีมาตาของผู้เรียนให้สามารถเข้าใจสิ่งที่มีอยู่ในโปรแกรมและรู้ถึงขั้นตอนการปฏิบัติการในโปรแกรม อันเป็นการส่งเสริมการปรับสมดุลทางปัญญาและส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรมของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2.2.5 ACT-R (The Adaptive Control of Thought-Rational)

ACT-R เป็นแบบจำลองของการพัฒนากระบวนการพุทธิปัญญาของมนุษย์ โดยใช้ในการพัฒนาแบบจำลองการแก้ปัญหา การเรียนรู้และหน่วยความจำ(Hochstrin, 2002) คุณลักษณะพื้นฐานเป็นทฤษฎีระบบผลผลิต แบบจำลอง ACT-R แบ่งหน่วยความจำระยะยาว ออกเป็นสองกลุ่ม คือ Declarative memory และ Procedural memory โดย Declarative knowledge จะถูกแทนเป็นหน่วยที่เรียกว่ากลุ่ม(Chunks) สำหรับ Procedural knowledge จะถูกแทนโดยผลผลิต (Production) ซึ่งประกอบด้วยกฎผลผลิต (Production rules) ดังแสดงในภาพที่ 2.2 แบบจำลอง ACT-R เป็นสถาปัตยกรรมทางปัญญาที่ครอบคลุมขอบเขตของงานทางปัญญาของมนุษย์ ที่มุ่งไปที่การเรียนรู้(Learning) และการแก้ปัญหา(Problem-solving) ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์กับงานในการแก้ปัญหาเช่น Tower of Hanoi puzzle, Memory for text หรือ Lists of words, Language comprehension, Communication and aircraft controlling งานส่วนมากเป็น Non-trival of tasks กล่าวคือเป็นระบบสัญลักษณ์ที่เป็นรูปแบบพิเศษ เช่น เครื่องหมายคณิตศาสตร์ หรือภาษาอังกฤษ หรือภาษาคอมพิวเตอร์ที่มีความหมายเฉพาะ แบบจำลอง ACT-R นั้นจะประมวลผลทักษะการเรียนรู้ เป็นการถ่ายโยงจาก Declarative knowledge ไปยัง Procedural knowledge ทำให้สามารถประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนจากการใช้ระบบ แบบจำลอง ACT-R สามารถนำมาใช้ในการออกแบบและสร้างโปรแกรมเพื่อให้ง่ายต่อผู้ศึกษามือใหม่(Novices)ในการเรียนรู้ แบบจำลอง ACT-R เป็นการทำนาย(Predictive) การบรรยาย(Descriptive) และการแนะนำ(Prescriptive) การออกแบบการสอนที่มีการพัฒนาโปรแกรมการสอน(Tutorial) เป็นแบบจำลอง ACT-R ที่แนะนำถึงกระบวนการเรียนรู้(Learning process)ที่สามารถช่วยเหลือผู้เรียนในการเรียนรู้ในการใช้ซอฟต์แวร์หรือทักษะอื่น ๆได้เป็นอย่างดี



ภาพที่ 2.2 แสดงระบบ ACT-R/PM (Hochstrin, 2002)

สรุปได้ว่า ACT-R (The Adaptive Control of Thought-Rational) เป็นแบบจำลองการพัฒนากระบวนการพุทธิปัญญาของมนุษย์ ในการแก้ปัญหา(Problem-solving) การเรียนรู้(Learning) เป็นการถ่ายโยงจาก Declarative knowledge ไปยัง Procedural knowledge แบบจำลองนี้สามารถใช้ประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนได้โดยเฉพาะผู้เรียนมือใหม่(Novices) ในการออกแบบโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมการสอน(Tutorial)เป็นแบบจำลอง ACT-R ที่สามารถช่วยเหลือผู้เรียนในการทำความเข้าใจโปรแกรม เป็นการเพิ่มทักษะทางปัญญาให้แก่ผู้เรียนที่ด้อยประสบการณ์ให้สามารถเข้าใจโปรแกรมได้ด้วยตนเอง ซึ่งแบบจำลองการเรียนรู้นี้จะเป็นผู้ช่วยในการเรียนรู้ ประกอบด้วยข้อความ ภาพ การบรรยายการทำงานของตัวแปร ลำดับของคำสั่งต่าง ๆในโปรแกรมอีกทั้งบรรยายความหมายของคำสั่งซึ่งเป็นไปตามรูปแบบหรือไวยากรณ์ภาษา C++ เพื่อให้ผู้เรียนทราบว่ามีอะไรอยู่ในโปรแกรม ทราบถึงกระบวนการแก้ปัญหาลำดับขั้นตอนของการแก้ปัญหา ซึ่งแบบจำลองนี้จะแสดงการเชื่อมโยงคำสั่งต่าง ๆทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และกระทำความเข้าใจได้เป็นลำดับจนกระทั่งเข้าใจโปรแกรมได้ทั้งหมด ผู้เรียนสามารถใช้แบบจำลองในการเรียนรู้นี้ได้ตามที่ต้องการ ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุมการเรียนรู้ด้วยตนเองตระหนักถึงความเข้าใจโปรแกรมของตนเอง ผู้เรียนใช้แบบจำลองนี้ซ้ำ ๆ เพื่อให้เกิดความเข้าใจโปรแกรมเพื่อสามารถประยุกต์นำไปแก้ปัญหากับสถานการณ์ปัญหาที่ใกล้เคียงกันได้

ดังนั้นแบบจำลอง ACT-R มีความสำคัญและความจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาความเข้าใจโปรแกรมของผู้เรียน ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำแบบจำลอง ACT-R มาออกแบบโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายที่ส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรมให้แก่ผู้เรียนโดยจัดเตรียมในรูปของแบบจำลองการเรียนรู้ความเข้าใจโปรแกรม ซึ่งแบบจำลองนี้เองสามารถส่งเสริมการขยายโครงสร้างทางปัญญาให้แก่ผู้เรียนทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจโปรแกรมได้

3. ความเข้าใจโปรแกรม

ความเข้าใจโปรแกรมเป็นแกนหลักที่สำคัญของวิศวกรรมซอฟต์แวร์ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพของงานที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจ เช่น การแก้ไขข้อผิดพลาด(Debugging) การบำรุงรักษา(Maintenance) การนำกลับมาใช้(Reuse) การสร้างใหม่(Re-engineering) การพัฒนา(Evolution) เป็นต้น ผู้เรียนที่พัฒนาโปรแกรมต้องการทักษะความเข้าใจโปรแกรมอย่างมากเพื่อให้โปรแกรมสามารถกระทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ และสามารถถ่ายโยงความรู้ไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงในการพัฒนาโปรแกรมในบริบทอื่น ๆได้ สอดรับกับนโยบายระดับชาติและยุทธศาสตร์การพัฒนาของรัฐบาลในเรื่องการเติมปัญญาให้สังคมและการปฏิรูปการศึกษาสร้างความรู้ใหม่รวมถึงการพัฒนาทักษะที่จำเป็นให้ผู้เรียนสามารถแข่งขันและดำรงชีวิตในสังคมยุคใหม่ได้

3.1 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม

โปรแกรมคือชุดคำสั่งที่สั่งให้คอมพิวเตอร์ปฏิบัติตาม การทำงานของโปรแกรมประกอบด้วยโครงสร้างการทำงาน 3 รูปแบบได้แก่ ลำดับ(Sequence) ทางเลือก(Selection) และการกระทำซ้ำ(Repetition) สามารถแบ่งขั้นตอนในการพัฒนาโปรแกรม(Software development method) ออกเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

1) ระบุความต้องการ(Problem) ความต้องการต่าง ๆอาจเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นซึ่งสามารถสอบถามได้จากบุคคลต่าง ๆที่เกี่ยวข้อง เป็นการทำความเข้าใจกับปัญหาที่ต้องการแก้ไข

2) วิเคราะห์ปัญหา(Analysis) โดยนำความต้องการต่าง ๆมาวิเคราะห์ถึงวิธีการในการแก้ปัญหา โดยนำปัญหาต่าง ๆเหล่านี้มากำหนดเป็นนิยาม(Abstraction)ของข้อมูลเข้า(Input) ข้อมูลออก(Output) การคำนวณ(Process) และเงื่อนไข(Condition)ในการปฏิบัติการต่าง ๆ

3) การออกแบบ(Design) เป็นการออกแบบอัลกอริทึม(Algorithm)เพื่อแก้ปัญหาโปรแกรม กระบวนการออกแบบ อาจแบ่งปัญหาออกเป็นปัญหาย่อย ๆเรียกว่า Top-down design ในแต่ละปัญหาย่อยจะกำหนดเป็นลำดับขั้นตอนในการแก้ปัญหาโดยละเอียดเรียกว่า Algorithm refinement เริ่มจากการกำหนดจุดเริ่มต้นของการทำงานโดยระบุถึงสถานะข้อมูลที่ต้องการ(Pre-condition) และ สถานะต่าง ๆของข้อมูลหลังจากสิ้นสุดการทำงาน(Post-condition) ต่อจากนั้นพิจารณาวิธีการ โดยแยกกระบวนการทำงานแก้ปัญหาออกเป็นกลุ่มของขั้นตอนที่ชัดเจน และแบ่งย่อยจนกระทั่งไม่สามารถแบ่งย่อยได้อีกมีการบรรยายสถานะต่าง ๆของข้อมูลการทำงานในแต่ละขั้นตอน และระบุการควบคุมที่สัมพันธ์กันระหว่างขั้นตอน พิจารณาลำดับการทำงานของขั้นตอน ต่อจากนั้นนำมาเขียนเป็นขั้นตอนการทำงานที่เรียงลำดับคำสั่งโปรแกรมโดยเขียนให้อ่านเข้าใจได้ง่าย ถูกต้อง และมีคำอธิบายการทำงานของคำสั่ง การแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมอาจใช้เครื่องมืออื่น ๆ เช่น ผังงาน(Flowchart) ผังโครงสร้าง(Structure chart) ซึ่งเป็นแผนภูมิในการแสดงการไหลของงาน โดยใช้สัญลักษณ์แทนการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอนทำงาน

4) สร้างโปรแกรม(Implementation) เป็นการถอดความจากอัลกอริทึมเป็นภาษาโปรแกรมให้ถูกต้องตามรูปแบบไวยากรณ์ของภาษา โดยเขียนจัดวรรค คอลัมภ์ให้เหมาะสมเพื่อให้อ่านเข้าใจและแก้ไขได้ง่าย มีคำอธิบายการทำงานในแต่ละขั้นตอนให้ชัดเจนว่ามีจุดมุ่งหมายอย่างไร อธิบายถึงข้อมูลที่นำเข้าและผลลัพธ์ของการทำงานอย่างละเอียด

5) ทดสอบและตรวจสอบความสมบูรณ์ของโปรแกรม(Testing)การทดสอบและพิสูจน์ความถูกต้องของโปรแกรม เป็นการทดสอบอย่างเป็นระบบเพื่อยืนยันการทำงานของโปรแกรมว่าถูกต้องเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ หากมีความผิดพลาดต้องแก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆที่เกิดขึ้นให้ได้ผลลัพธ์ตรงกับความต้องการของผู้ใช้ก่อนนำไปใช้งาน

6) บำรุงรักษาและแก้ไขโปรแกรม(Maintenance) การบำรุงรักษาเป็นการป้องกันและแก้ไขข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในขณะทำงาน

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

การพัฒนาโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพมีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับนักศึกษาภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหงเพราะจุดมุ่งหมายประการหนึ่งคือผลิตบัณฑิตที่มีความรู้ความสามารถในการพัฒนาโปรแกรมให้สามารถแข่งขันและดำรงชีวิตในสังคมยุคใหม่ได้

ดังนั้นการพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายที่ส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรม จึงมีความจำเป็นอย่างมากที่จะสนับสนุนและส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรมของผู้เรียน

3.2 ความสำคัญของความเข้าใจโปรแกรม

ความเข้าใจโปรแกรมเป็นแกนหลักที่สำคัญที่มีผลต่อประสิทธิภาพของงานที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจ ในการศึกษาครั้งนี้จะมุ่งเน้นในรายวิชา CT212 โครงสร้างโปรแกรม เรื่อง การเขียนโปรแกรมเรียกตัวเอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขั้นตอนของการทดสอบและตรวจสอบความสมบูรณ์ของโปรแกรม(Testing) การบำรุงรักษาและแก้ไขโปรแกรม(Maintenance) ถ้าหากผู้เรียนที่ยังไม่มีประสบการณ์ ไม่เข้าใจกระบวนการทำงานของโปรแกรมที่ดีพอจะต้องใช้ความเพียรพยายาม(Effort)อย่างมากในการแก้ไขปัญหา ความผิดพลาดของการทำงานโปรแกรมได้แก่

1) ความผิดช่วงแปลโปรแกรม(Compile time) เป็นความผิดพลาดทางวากยสัมพันธ์ซึ่งค้นพบและแก้ไขได้ง่าย ตัวแปลโปรแกรมจะตรวจสอบความผิดเหล่านี้ ผู้เรียนเพียงปรับเปลี่ยนวากยสัมพันธ์ให้ถูกต้องเท่านั้น

2) ความผิดช่วงกระทำการ(Run time) เป็นความผิดที่เกิดขึ้นระหว่างที่โปรแกรมกำลังปฏิบัติการซึ่งทำให้โปรแกรมหยุดการทำงาน ตัวอย่างลักษณะนี้เช่น การป้อนข้อมูลที่ไม่สอดคล้องกับชนิดของข้อมูลที่ได้ประกาศไว้ เช่น ประกาศข้อมูลเป็นเลขจำนวนเต็มแต่ผู้ใช้ป้อนอักขระเข้าไปแทน หรือ การคำนวณที่มีการหารโดยที่ตัวหารเป็นศูนย์ซึ่งคอมพิวเตอร์ไม่สามารถคำนวณให้ได้ เป็นต้น โดยปกติความผิดชนิดนี้จะมีข้อความบ่งบอกถึงความผิดพลาดที่เกิดขึ้นทางจอภาพ ผู้เรียนสามารถแก้ไขความผิดชนิดนี้ไม่ยากนัก

3) ความผิดทางตรรกะ(Logic error) เป็นกรณีของความผิดที่ผ่านขั้นตอนการแปลและการกระทำการซึ่งการประมวลผลโปรแกรมได้ผลลัพธ์ผิดพลาดไปจากความเป็นจริง ความผิดชนิดนี้ตรวจสอบได้ยาก

ความเข้าใจโปรแกรมเป็นสิ่งที่สำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งต่อผู้เรียนในการพัฒนาโปรแกรมซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพของงาน ซึ่งการที่ผู้เรียนมีความรู้เพียงทฤษฎีอย่างเดียวนั้นไม่เพียงพอแต่ต้องมีกระบวนการทางพุทธิปัญญา การพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมที่ส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรมจะช่วยสนับสนุนการปรับสมดุลทางปัญญา และส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรมของผู้เรียน ผู้เรียนสามารถเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ลดความพยายามและเวลาในการแก้ไขข้อผิดพลาดของโปรแกรม สามารถถ่ายโยงความรู้ไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงในการพัฒนาโปรแกรมในสถานการณ์ปัญหาอื่น ๆได้

3.3 ความหมายของความเข้าใจโปรแกรม(Program Comprehension)

นักวิชาการได้ให้ความหมายของความเข้าใจโปรแกรมไว้หลายท่านดังนี้

Deimel & Naveda(1990) กล่าวว่า ความเข้าใจโปรแกรม คือกระบวนการของการพูด(Talk)คำสั่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์และมีความเข้าใจในคำสั่งต่าง ๆเหล่านั้น

Burd et al(2000) ได้ให้ความหมายความเข้าใจโปรแกรมว่า เป็นกิจกรรมของความเข้าใจในระบบซอฟต์แวร์ที่กำลังสนใจอยู่ในเวลานั้น

"The activity of understanding existing software system"

Muller(1994) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นภาระของการสร้างเมนทอลโมเดลของซอฟต์แวร์ในระดับนามธรรมที่หลากหลาย ในช่วงจากโมเดลของคำสั่ง(Model of code)ไปยังโมเดลภายใต้งานประยุกต์หลัก(Model of application domain) เพื่อวัตถุประสงค์ในการบำรุงรักษา การประเมิน และการปรับโครงสร้าง

"The task of building mental models of the underlying software at various abstraction levels, ranging from models of the code itself "

Brien(2003) ได้กำหนดความเข้าใจโปรแกรมที่สูงขึ้นเป็น กระบวนการที่ผู้ปฏิบัติซอฟต์แวร์เข้าใจการสร้างซอฟต์แวร์โดยใช้ขอบข่ายความรู้(Domain) และ/หรือ รู้ความหมาย(Semantic) และ รู้รูปแบบ(Syntactic) ในการสร้างเมนทอลโมเดลของความเข้าใจที่เกี่ยวพันธ์กับสถานการณ์

"A process whereby a software practitioner understands a software artifact using both knowledge of the domain and/or semantic and syntactic knowledge, to build a mental model of its relation to the situation"

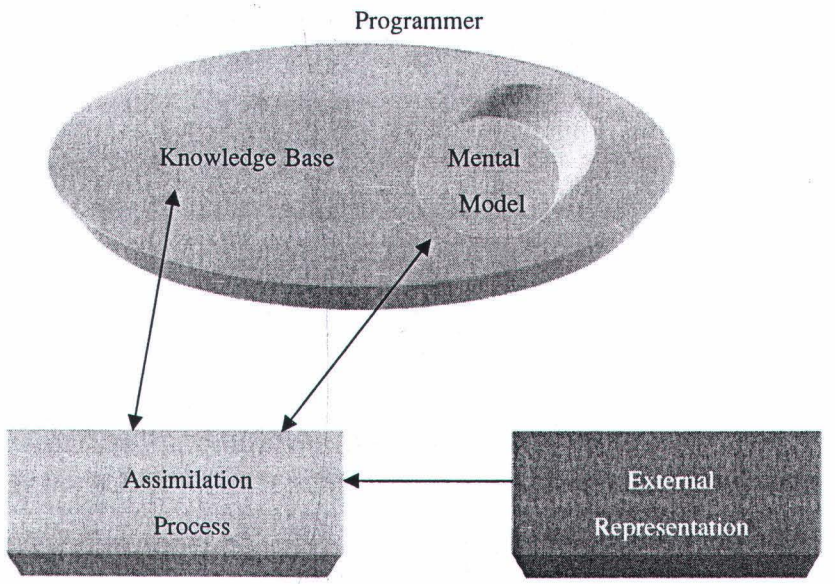
สรุปได้ว่า ความเข้าใจโปรแกรมในการศึกษาครั้งนี้ คือ กระบวนการที่ผู้เรียนกระทำการเพ็งพินิจ(Scan)หรือกวาดสายตาไปยังคำสั่งโปรแกรม และเข้าใจรูปแบบและความหมายของคำสั่งเหล่านั้น โดยใช้ความรู้จากความรู้ขอบข่ายของงานประยุกต์ ความรู้จากไวยากรณ์ภาษาและความหมายของโปรแกรม เพื่อสร้างเมนทอลโมเดลที่เกี่ยวพันธ์กับสถานการณ์นั้น ๆ สามารถแก้ไขความผิดพลาดของโปรแกรมก่อนนำไปปฏิบัติงานได้

3.4 โมเดลความเข้าใจโปรแกรม(Program Comprehension Models)

โมเดลความเข้าใจโปรแกรมมีด้วยกันหลายลักษณะขึ้นอยู่กับประสบการณ์ได้แก่ ความเข้าใจแบบล่างขึ้นบน(Bottom-up comprehension) หรือ ความเข้าใจแบบบนลงล่าง(Top-down comprehension) หรือเป็นแบบผสมผสานทั้งสองกระบวนการ โมเดลความเข้าใจแบบล่างขึ้นบน (Bottom-up comprehension models) เริ่มจากสิ่งแทนภายนอกคือคำสั่งโปรแกรมที่เขียนขึ้น (Source code) จะถูกเพ็งพินิจ(Scan)โดยผู้เรียน ต่อจากนั้นผู้เรียนจะนิยามแนวคิดและก่อรูปคำสั่งรวมเป็นกลุ่ม(Chunk) กลายเป็นสารสนเทศในระดับต่ำ(Low-level information) (Pennington, 1987) ความเข้าใจโปรแกรมจะเริ่มถูกสร้างจากความเข้าใจคำสั่งโปรแกรมในระดับล่างจากการเพ็งพินิจ(Scan)คำสั่งโปรแกรมหนึ่งคำสั่งก่อนและก่อรูปสร้างความเข้าใจเป็น

กลุ่ม(Chunking) ซึ่งบรรทัดคำสั่งหลาย ๆบรรทัดที่ผู้เรียนเพ็งพินิจ(Scan)จะก่อให้เกิดนามธรรมในระดับสูง(Higher-level abstractions)ในเวลาต่อมา โมเดลความเข้าใจแบบล่างขึ้นบนนี้เหมาะสมอย่างยิ่งกับสถานการณ์ที่โปรแกรมเมอร์ไม่คุ้นเคยกับงานหรือไม่มีความรู้ในขอบข่ายงานนั้น ๆ(Domain) สำหรับโมเดลความเข้าใจโปรแกรมแบบบนลงล่าง(Top-down comprehension models)นั้นเป็นทางเลือกในสถานการณ์ที่ผู้เรียนมีความรู้ในเรื่องนั้น ๆมาก่อน ผู้เรียนสามารถใช้ประโยชน์ของความรู้ที่มีอยู่เดิมในการสร้างความเข้าใจโปรแกรม ในรูปของการคาดหมายหรือตั้งสมมุติฐาน สมมุติฐานเหล่านี้จะมีการจับคู่กับคำสั่งโปรแกรมที่โปรแกรมเมอร์กำลังทำความเข้าใจ (Brooks, 1983)

โมเดลความเข้าใจโปรแกรมนั้นถึงแม้จะเน้นความสำคัญที่แตกต่างกัน แต่มีส่วนประกอบหลักจากโมเดลพุทธิปัญญา(Cognitive model) ที่สำคัญที่เหมือนกัน 4 ประการ ประกอบด้วย ฐานความรู้(Knowledge base) เมนทอลโมเดล(Mental model) ตัวแทนภายนอก (External representation) และ รูปแบบของการกระบวนการดูดซึม(Form of assimilation process) ดังแสดงในภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 แสดงองค์ประกอบหลักของโมเดลความเข้าใจโปรแกรม(Brien, 2003)

องค์ประกอบหลักของโมเดลความเข้าใจโปรแกรม มีรายละเอียดดังนี้

3.4.1 สิ่งแทนภายนอก(External representation) เป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญเป็นเครื่องมือช่วยเหลือผู้เรียนในการทำความเข้าใจคำสั่งโปรแกรมอาจอยู่ในรูปแบบของเอกสารระบบ(System documentation) คำสั่งโปรแกรม(Source code) คำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ (Expert advice) หรือเป็นคำสั่งโปรแกรมอื่น ๆที่คล้ายคลึงกัน

3.4.2 ฐานความรู้(Knowledge base) เป็นความรู้ที่สะสมมาของผู้เรียนหรืออาจเป็นความรู้ที่ได้รับใหม่ แบ่งได้เป็น 2 กลุ่มดังนี้

3.4.2.1 ความรู้ทั่วไป(General knowledge) ความรู้ในกลุ่มนี้เป็นความรู้ในเรื่องของประสบการณ์ของภาษาโปรแกรม(Programming language) ความรู้ความเข้าใจของรูปแบบการสร้างโปรแกรม ความรู้ในการปฏิบัติการซอฟต์แวร์ ความรู้ของระบบควบคุม ความรู้ระบบฐานข้อมูล ความรู้ในกลุ่มนี้มีความเกี่ยวพันธ์กันสูง(Strongly related) เป็นความรู้หลักที่มีอยู่(Existing knowledge) ของผู้เรียน

3.4.2.2 ความรู้เฉพาะงาน(Task-specific knowledge) ความรู้ในกลุ่มนี้จะเกี่ยวพันธ์โดยตรงกับงานความเข้าใจโปรแกรม เป็นความรู้เฉพาะงาน เช่นความรู้ในการออกแบบสารสนเทศ (Design information) สไตล์การเขียนโปรแกรม(Programming styles) ความรู้ภาพรวมของโปรแกรม(Overall goals of the program)

โดยทั่วไปผู้เรียนมีฐานความรู้ที่สะสมไว้ก่อน(Prior knowledge) ความรู้ที่มีอยู่(Existing)นี้เป็นความรู้ทั่วไปจะถูกนำมาเกี่ยวข้องหรือจับคู่(Match)กับโปรแกรมที่ผู้เรียนเพ็งพินิจ(Scan) เมื่อผู้เรียนทำการเพ็งพินิจ(Scan)คำสั่งโปรแกรมจะเกิดกระบวนการดูดซึมความรู้สร้างเป็นเมนทอลโมเดลของคำสั่งโปรแกรม เกิดเป็นความรู้ใหม่เป็นความรู้เฉพาะงาน(Task-specific knowledge) ความรู้ใหม่นี้ถูกรวบรวมขึ้นระหว่างกระบวนการทำความเข้าใจโปรแกรมของผู้เรียน ความรู้ใหม่นี้อาจเป็นความรู้กระแสควบคุม(Control flow) กระแสข้อมูล(Data flow) โครงสร้างซอฟต์แวร์(Software structure) รายละเอียดหรือสไตล์การสร้าง(Implementation details or styles) ในระดับนามธรรม(Abstraction level)ตั้งแต่ระดับต่ำ(Lower implementation) ไปจนถึงโครงสร้างสารสนเทศในระดับสูง

3.4.3 เมนทอลโมเดล(Mental model) เป็นรูปแบบการทำความเข้าใจโปรแกรมของผู้เรียน โดยค่อย ๆก่อรูปจากการเพ็งพินิจ(Scan)คำสั่งโปรแกรม เป็นความสัมพันธ์ที่เป็นเหตุเป็นผลกลายเป็นแนวความคิดรวบยอดในที่สุด รูปแบบความเข้าใจที่เกิดขึ้นนี้สามารถนำมาประกอบรวมกันสร้างเป็นความหมาย(Semantic Construct) การสร้างความหมายนี้อาจเป็นโครงสร้างข้อความ(Text structure) หรือกลุ่ม(Chunks) หรือแผนงาน(Plan) หรือสมมุติฐาน(Hypotheses) หรือการให้รหัสความรู้(Beacon) หรือ กฎการบรรยาย(Rule of discourse) เมนทอลโมเดลมีการปรับปรุงแก้ไขอย่างต่อเนื่องโดยกระบวนการดูดซึมโดยจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

3.4.3.1 โครงสร้างข้อความ(Text structure) เป็นรูปแบบการทำความเข้าใจที่ถูกก่อรูปจากคำสั่งโปรแกรมและโครงสร้างของโปรแกรมที่ผู้เรียนศึกษาอยู่ โครงสร้างข้อความโปรแกรมสามารถถูกดึงจากรูปแบบหรือสไตล์การเขียนคำสั่ง โครงสร้างเริ่มแรกนั้นจะถูกดึงจากโครงร่างของข้อความที่มีการใช้การเยื้องหรือคำอธิบายในกลุ่มคำสั่งหรือช่องว่างที่กำหนดกลุ่มของคำสั่ง โครงสร้างข้อความนี้สามารถทำให้ผู้เรียนเข้าใจถึงรูปแบบหรือวากยสัมพันธ์ที่มีความหมาย(Syntactic meaning) เช่น กลุ่มของฟังก์ชัน(Function blocks) กลุ่มของการทำงานวนรอบ(Iteration blocks) กลุ่มของการสร้างเงื่อนไข(Conditional construct) และอื่น ๆ โครงสร้าง

ข้อความเหล่านี้ถูกรวบรวมภายในเมนทอลโมเดลของผู้เรียนซึ่งถูกนำไปจัดเก็บในหน่วยความจำระยะยาว

3.4.3.2 กลุ่ม(Chunking) เป็นนามธรรมไวยากรณ์(Syntactic abstraction) หรือนามธรรม ความหมาย(Semantic abstraction)ของโครงสร้างข้อความภายในโปรแกรม Shneiderman(1980) บรรยายความหมายของกลุ่ม(Chunk) ไว้ว่า เป็นกระบวนการซึ่งผู้เรียนนำส่วนของสาระสำคัญของคำสั่งโปรแกรมรวมกันเป็นกลุ่ม(Chunk) และเมื่อนำหลาย ๆกลุ่ม(Chunk)มารวมกันสามารถสร้างกลุ่มในระดับที่สูงขึ้นได้(Higher level chunks) กลุ่ม(Chunk) นี้สามารถสร้างจากความรู้ความหมาย(Semantic)หรือวากยสัมพันธ์(Syntactic)ได้

3.4.3.3 แผนงาน(Plan) Mayrhauser(1995) ได้บรรยายแผนงานไว้ว่าเป็นส่วนความรู้สำหรับการพัฒนา(Developing)และการทวนสอบความถูกต้องตามที่คาดหมาย(Validating) การแปลความ(Interpretation)และการอนุมาน(Inference) แผนงานเป็นการประยุกต์จากความเข้าใจข้อความไปเป็นความเข้าใจโปรแกรม โดยจับความใส่ใจผู้เรียนระหว่างกระบวนการทำความเข้าใจ Mayrhauser(1995) ได้แบ่งแผนงานเป็น 2 กลุ่ม คือ Slot types และ Slot fillers

(1) Slot types เป็นความคิดที่เป็นนามธรรม มีลักษณะเป็นช่องที่สามารถเก็บสารสนเทศได้หรือที่เรียกว่าตัวแปร(Variable) แต่ละช่องจะบรรจุสารสนเทศตามที่กำหนดและสามารถปรับเปลี่ยนค่าได้ภายใต้ขอบเขตที่กำหนด เช่นโครงสร้างชนิดแถว เป็นต้น

(2) Slot filler เป็นการสร้างแผนงานโดยระบุตามรายละเอียดของปัญหา(Particular problem) เป็นการสร้างที่ระบุเฉพาะเจาะจง เช่นการสร้างรูทีนการเรียงลำดับข้อมูล โดยระบุว่าเป็นการเรียงลำดับที่ใช้วิธีการ Quick sort เป็นต้น

ตัวอย่างแผนงาน(Plan) การหาค่าเฉลี่ยของเลขจำนวนหนึ่ง

```
Initialize a running total
Ask user for a value
If  input is not the sentinel value then
    Add new value into running total
    Loop back to input
```

แผนงานจากตัวอย่างเป็นการอธิบายถึงการแทนปัญหาและการแก้ปัญหาประกอบด้วยกลุ่ม(Chunks)ของการกระทำในการเขียนโปรแกรมเพื่อสร้างผลลัพธ์ให้ตรงกับความต้องการ ผู้เรียนต้องทราบว่าจะกระทำอย่างไร(how) และทำไม(Why) ผู้เรียนต้องสามารถอธิบายได้(Explanation)

3.4.3.4 สมมุติฐาน (Hypotheses) Brooks(1983) ได้กล่าวไว้ว่า ผู้เรียนใช้วิธีการกระทำซ้ำ(Iterative) การกำหนด(Refining)และการปฏิเสธสมมุติฐาน(Rejecting

hypotheses)ระหว่างกระบวนการทำความเข้าใจ และความเข้าใจโปรแกรมสมบูรณ์ก็ต่อเมื่อเมนทอลโมเดลของผู้เรียนบรรจุลำดับชั้น(Hierarchical)ของสมมุติฐานที่ถูกต้อง ลำดับชั้นของสมมุติฐานนั้นเป็นสะพานที่เชื่อมระดับของปัญหาจากสมมุติฐานระดับสูงไปยังสมมุติฐานระดับต่ำเพื่อสร้างรายละเอียดอาจเป็นการคาดเดา(Conjectures) จากที่ไม่ค่อยแน่ใจ และค่อย ๆแน่ใจขึ้นจนกระทั่งเป็นความแน่ใจที่สมบูรณ์

3.4.3.5 สกีมา(Schemas) เป็นวิธีการบรรยายความรู้ของผู้เรียนที่เชี่ยวชาญ สกีมาสามารถกำหนดเป็นโครงสร้างข้อมูลซึ่งแทนแนวคิดทั่วไปที่ถูกจัดเก็บในหน่วยความจำ ในระหว่างการทำความเข้าใจโปรแกรมนั้นผู้เรียนจะกระตุ้นสกีมาจากหน่วยความจำโดยใช้ดัชนี (Indexes) ซึ่งเป็นคำสั่งที่เขียนขึ้นและอ้างอิงถึงสารสนเทศจริง

ตัวอย่างการประกาศตัวแปรที่เป็นโครงสร้างข้อมูลชนิด student

```
struct   student
{
        int       id ;
        string    name;
        char      grade;
};
student   students[100] ;
```

3.4.4 กระบวนการดูดซึม(Assimilation Process) เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนใช้เชื่อมโยงเมนทอลโมเดลและฐานความรู้เพื่อคาดเดาคำสั่งโปรแกรมที่เพ็งพินิจ(Scan) เพื่อสร้างหรือปรับปรุงเมนทอลโมเดลความเข้าใจโปรแกรมอย่างต่อเนื่อง เครื่องมือที่สำคัญในการดูดซึมความรู้ได้แก่ การให้รหัสความรู้(Beacon) กฎการบรรยาย(Rule of discourse) และกลยุทธ์ (Strategies) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.4.4.1 การให้รหัสความรู้(Beacon) เป็นการรู้จักหรือจดจำ(Recognizable) คุณลักษณะภายในโปรแกรมที่สำคัญและเป็นจุดเด่นที่สามารถใช้ในการทวนสอบความเป็นจริง (Verification) หรือ สร้างสมมุติฐานได้ อาจเป็นชื่อของกระบวนการหรือโมดูลฟังก์ชันเพื่อใช้สำหรับความเข้าใจในระดับสูง

3.4.4.2 กฎการบรรยาย(Rule of discourse) เป็นกฎหรือระเบียบแบบแผนในการเขียนโปรแกรม เช่น การประกาศชื่อตัวแปรหรือชื่อฟังก์ชันที่มีความหมาย คำสั่งในการเขียนโปรแกรมต้องไม่ซ้ำซ้อนกัน ควรมีการกำหนดค่าเริ่มต้นให้แก่ตัวแปรก่อนจะกระทำคำสั่งที่ส่งผลให้ตัวแปรนั้นมีค่าเปลี่ยนแปลง คำสั่งไม่ควรกระทำซ้ำในงานที่เหมือน ๆกัน คำสั่งเงื่อนไขไม่ควรใช้เมื่อกระทำงานในคำสั่งที่มีการประมวลผลแน่นอน และคำสั่งการทำงานวนรอบควรใช้

สำหรับการกระทำซ้ำ เป็นต้น กฎหรือระเบียบแบบแผนในการเขียนโปรแกรมเหล่านี้ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถคาดเดาและทำความเข้าใจโปรแกรมได้ง่าย

3.4.4.3 กลยุทธ์(Strategies) เป็นลำดับของกิจกรรรมที่กระทำโดยผู้เรียนในขณะที่ติดตามแผนงาน Littman(1986) แบ่งกลยุทธ์ไว้ 2 วิธีได้แก่ Systematic strategy และ As-needed strategy ซึ่งทั้งสองกลยุทธ์นี้ถูกกำหนดอยู่ภายในบริบทของการทำความเข้าใจโปรแกรมตลอดทั้งโปรแกรม

(1) Systematic strategy เป็นวิธีการที่ผู้เรียนพยายามทำความเข้าใจโปรแกรมทั้งหมดก่อนการแก้ไขปรับปรุงโปรแกรม ผู้เรียนต้องทำการทดสอบโปรแกรมทั้งหมดโดย เดินตามรอย(Track) ผ่านคำสั่งควบคุมและนามธรรมกระแสข้อมูลเพื่อให้ได้มาซึ่งความเข้าใจโปรแกรมโดยสมบูรณ์

(2) As-need strategy เป็นวิธีการที่ผู้เรียนพยายามเข้าใจกระบวนการทำงานของโปรแกรมภายในขอบเขตที่ต้องการเท่านั้น กลยุทธ์นี้ใช้เวลาน้อยกว่าวิธีแรกโดยผู้เรียนมุ่งเน้นไปที่คำสั่งที่เกี่ยวข้องกับงานที่ต้องการปรับเปลี่ยนเท่านั้น เครื่องมือกลยุทธ์ที่เป็นกลไกความเข้าใจโปรแกรมที่สำคัญ คือการจัดกลุ่ม(Chunking) และ การอ้างอิง(Cross-referencing)

สรุปได้ว่า ความเข้าใจโปรแกรมเป็นกระบวนการภายในสมองที่มีกระบวนการซับซ้อน ประกอบด้วยฐานความรู้ เมนทอลโมเดล ตัวแทนภายนอก และกระบวนการดูดซึม ผู้เรียนแต่ละคนจะมีกระบวนการทำความเข้าใจโปรแกรมแตกต่างกันขึ้นอยู่กับความรู้เดิมที่มีอยู่ ความรู้เหล่านี้อาจเป็นความรู้ทั่วไปหรือความรู้เฉพาะงานขึ้นกับประสบการณ์ของผู้เรียน กระบวนการทำความเข้าใจโปรแกรมนั้นเริ่มจากผู้เรียนเพ็งพินิจ(Scan)หรือกวาดสายตาไปยังคำสั่งโปรแกรม และทำความเข้าใจการทำงานของคำสั่งเหล่านั้น โดยใช้ความรู้จากความรู้ขอบข่ายของงานประยุกต์และความรู้จากไวยากรณ์ภาษาและความหมายของโปรแกรม เพื่อสร้างเมนทอลโมเดลที่เกี่ยวพันกับสถานการณ์นั้น ๆ จากการศึกษากระบวนการทำความเข้าใจโปรแกรมของผู้เรียนทำให้ทราบว่าโมเดลความเข้าใจโปรแกรมแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะตามประสบการณ์ของผู้เรียน หากผู้เรียนไม่มีประสบการณ์จะทำความเข้าใจโปรแกรมแบบล่างขึ้นบน โดยทำความเข้าใจแต่ละคำสั่งโปรแกรมและพยายามก่อรูปคำสั่งรวมเป็นกลุ่ม และขยายความเข้าใจโปรแกรมจนกระทั่งเข้าใจโปรแกรมทั้งโปรแกรม แต่ถ้าหากผู้เรียนมีประสบการณ์มีความรู้เดิมมากสามารถใช้ความรู้เดิมที่มีอยู่ในการคาดเดาหรือสร้างสมมุติฐานของโปรแกรมได้ ต่อจากนั้นจะเริ่มทำความเข้าใจโปรแกรมเพื่อพิสูจน์ว่าสิ่งที่คาดหมายนั้นเป็นจริง ผู้เรียนจะมีการปรับสมมุติฐานจนในที่สุดเข้าใจโปรแกรมทั้งโปรแกรม

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าความเข้าใจโปรแกรมเป็นสิ่งที่สำคัญและเป็นเรื่องที่ยาก เพราะการมีความรู้เพียงหลักการ ทฤษฎีเพียงอย่างเดียวไม่สามารถกระทำงานที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจโปรแกรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น การแก้ไขข้อผิดพลาด(Debugging) การบำรุงรักษา(Maintenance)การนำกลับมาใช้(Reuse)การพัฒนา(Evolution)การสร้างใหม่(Re-engineering)

เป็นต้น ซึ่งงานเหล่านี้ผู้เรียนต้องใช้กระบวนการพุทธิปัญญาที่ซับซ้อน ความเข้าใจโปรแกรมเป็นพื้นฐานที่สำคัญสำหรับผู้เรียนในการสร้างซอฟต์แวร์ ดังนั้นการพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายที่ส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรมของผู้เรียนจึงจำเป็นอย่างยิ่ง ในการพัฒนาความเข้าใจโปรแกรมของผู้เรียน การจัดเตรียมสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมจะช่วยสนับสนุนการปรับสมดุลทางปัญญา และส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรม เช่น เสนอสถานการณ์ปัญหากำหนดภารกิจให้แก่ผู้เรียนให้เกิดเสียสมดุลทางปัญญา จัดเตรียมฐานความรู้(Knowledge base)สำหรับผู้เรียนที่ขาดประสบการณ์เพื่อเติมเต็มส่วนของความรู้ที่ขาดหายไป จัดเตรียมเครื่องมือที่ส่งเสริมกระบวนการสร้างความเข้าใจในส่วนของเมนทอลโมเดล กระบวนการดูดซึม การปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมภายนอก ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยสิ่งแวดล้อมนี้ โดยที่ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนรู้ด้วยตนเองตามศักยภาพของแต่ละบุคคล ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ สามารถเข้าใจโปรแกรม สามารถถ่ายโยงความรู้ไปใช้ในการปฏิบัติงานจริงในการพัฒนาโปรแกรมในบริบทอื่นๆได้ อีกทั้งพัฒนาทักษะให้สามารถแข่งขันและดำรงชีวิตในสังคมยุคใหม่ได้

4. การเรียนบนเครือข่าย(Web-based learning)

การเรียนบนเครือข่ายเป็นรูปแบบหนึ่งของการศึกษาที่ผสมผสานกันระหว่างเทคโนโลยีปัจจุบันกับกระบวนการออกแบบการเรียนการสอน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนรู้และการแก้ปัญหาในเรื่องข้อจำกัดทางด้านสถานที่และเวลา โดยการเรียนบนเครือข่ายจะประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดสิ่งแวดล้อมที่ส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนการสอนได้หลายรูปแบบ เช่น การนำเสนอเนื้อหา การปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้เรียนและผู้สอนทำให้เกิดสิ่งแวดล้อมที่มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้(Collaborative environment) ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนได้ด้วยตนเองทำให้เกิดสิ่งแวดล้อมที่ยืดหยุ่น ผู้เรียนสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลที่มีอยู่มากมายโดยอาศัยคุณลักษณะของการเชื่อมโยงหลายมิติ(Hyperlink) ทั้งในรูปแบบของข้อความหลายมิติ(Hypertext) หรือสื่อหลายมิติ(Hypermedia) ผู้เรียนสามารถค้นคว้าข้อมูลในการเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นการสนองตอบแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เป็นการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลายและเกิดขึ้นได้ทุกเวลา ทุกสถานที่ ซึ่งสื่อต่างๆเหล่านี้สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเรียนรู้และแก้ปัญหาได้อย่างอิสระ

ในด้านการเรียนการสอนนั้นสามารถนำการบริการบนอินเทอร์เน็ตมาใช้ประโยชน์ได้ดังเช่น ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์(Electronics mail: E-mail) ใช้ติดต่อสื่อสารระหว่างอาจารย์หรือเพื่อนร่วมชั้นเรียนด้วยกัน กระดานข่าว(Web board) ใช้กำหนดประเด็นหรือกระทู้ตามที่อาจารย์กำหนด หรือตามผู้เรียนกำหนด เพื่อช่วยกันอภิปรายตอบประเด็นหรือกระทู้ ทั้งอาจารย์และผู้เรียน การสนทนา(Chat) ใช้สนทนาระหว่างผู้เรียนและอาจารย์ในห้องเรียนหรือชั่วโมงเรียนนั้นๆเสมือนว่ากำลังคุยกันอยู่ในห้องเรียนจริงๆ MSN(Window messager) ใช้สนทนาระหว่างผู้เรียนและผู้สอนในห้องเรียนเสมือนว่ากำลังคุยกันอยู่ในห้องเรียนจริงๆโดยที่ ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องอยู่ในเวลานั้น เวิลด์ไวด์เว็บ(WWW) เป็นการบริการบนอินเทอร์เน็ตในรูปของสื่อ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ประสมในรูปของตัวอักษร ภาพนิ่ง การเคลื่อนไหว หรือเสียง โดยอาศัยคุณลักษณะของการเชื่อมโยงหลายมิติ(Hyperlink) ทั้งในรูปแบบของข้อความหลายมิติ(Hypertext) หรือสื่อหลายมิติ (Hypermedia) เพื่อเชื่อมโยงแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องไว้ด้วยกัน เป็นการนำประโยชน์ของเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อการค้นคว้าข้อมูลในการเรียนรู้ด้วยตนเองและสนองตอบแนวคิดในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

สำหรับลักษณะการเรียนการสอนบนเครือข่าย ผู้เรียนจะเรียนผ่านจอมอนิเตอร์ที่เชื่อมโยงกับเครือข่าย ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ขึ้นอยู่กับความพร้อมของผู้เรียน ผู้เรียนสามารถติดต่อสื่อสารสนทนา อภิปรายกับผู้เรียนด้วยกัน อาจารย์ หรือ ผู้เชี่ยวชาญ รูปแบบการเรียนการสอนผ่านเครือข่าย จะมีความยืดหยุ่น ในเรื่องเวลาและสถานที่ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และแก้ปัญหาได้อย่างอิสระ โดยมีผู้สอนเป็นผู้เสนอแนะเป็นที่ปรึกษาพร้อมทั้งแนะนำแหล่ง ข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนให้ผู้เรียน ผู้เรียนสามารถทราบถึงความก้าวหน้าในการเรียนของตนเองหรือประเมินตนเองได้ (บุญเรือง เนียมหอม, 2540ข)

4.1 ความหมายของการเรียนบนเครือข่าย

การนำเทคโนโลยีปัจจุบัน โดยเฉพาะการบริการต่างๆบนอินเทอร์เน็ตมาออกแบบและพัฒนาเพื่อใช้ในการเรียนการสอนนั้น มีชื่อเรียกแตกต่างกันดังนี้ การจัดการเรียนการสอนผ่านเครือข่าย(Web-based instruction) หรือ การเรียนบนเครือข่าย(Web-based learning) หรือเครือข่ายฝึกอบรม(Web-based training) หรือ อินเทอร์เน็ตฝึกอบรม(Internet-based training) หรืออินเทอร์เน็ตช่วยสอน(Internet-based instruction) เวิลด์ไวด์เว็บฝึกอบรม(WWW-based training) และเวิลด์ไวด์เว็บช่วยสอน(WWW-based instruction) (สรรรัชต์ ห่อไพศาล, 2544) ทั้งนี้มีนักวิชาการและนักการศึกษามากมายได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

Clark(1996) ให้ความหมายว่า เป็นการเรียนการสอนรายบุคคลที่นำเสนอโดยการใช้เครือข่ายคอมพิวเตอร์สาธารณะหรือส่วนบุคคล และแสดงผลในรูปของการใช้เว็บบราวเซอร์สามารถเข้าถึงข้อมูลที่ติดตั้งไว้ได้โดยผ่านเครือข่าย

Khan(1997) ให้ความหมายว่า เป็นโปรแกรมไฮเปอร์มีเดียที่ช่วยในการสอน โดยการใช้ประโยชน์จากคุณลักษณะ และทรัพยากรของอินเทอร์เน็ตมาสร้างให้เกิดการเรียนรู้ อย่างมีความหมาย โดยส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ในทุกทาง

Parson(1997) ให้ความหมายว่า เป็นการสอนที่นำเอาสิ่งที่ต้องการส่งให้บางส่วน หรือทั้งหมด โดยอาศัยเครือข่าย ซึ่งเว็บช่วยสอนสามารถกระทำได้ในหลากหลายรูปแบบ และหลายหลายขอบเขต ที่เชื่อมโยงถึงกัน ทั้งการเชื่อมต่อบทเรียน วัสดุช่วยการเรียนรู้ และการศึกษาทางไกล

Relan and Gillani(1997) ให้ความหมายว่า เป็นการกระทำของคณะหนึ่งในการเตรียมการคิดในกลวิธีการสอนโดยกลุ่มคอนสตรัคติวิซึมและการเรียนรู้ในสถานการณ์ร่วมมือกันโดยใช้ประโยชน์จากคุณลักษณะและทรัพยากรในเวิลด์ไวด์เว็บ

Lannpere(1997) ให้ความหมายว่า เป็นการจัดการเรียนการสอนผ่านสิ่งแวดล้อมของเวิลด์ไวด์เว็บ ซึ่งอาจเป็นเพียงส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนในหลักสูตรมหาวิทยาลัย ส่วนประกอบการบรรยายในชั้นเรียน การสัมมนาโครงการกลุ่มหรือการสื่อสารระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน หรืออาจเป็นลักษณะของหลักสูตรที่เรียนผ่านเวิลด์ไวด์เว็บโดยตรงทั้งกระบวนการ การเรียนการสอนผ่านเครือข่ายนี้เป็นการรวมกันระหว่างการศึกษาและการฝึกอบรมเข้าไว้ด้วยกันโดยให้ความสนใจต่อการใช้ในระดับการเรียนที่สูงกว่าระดับมัธยมศึกษา

ใจทิพย์ ณ สงขลา(2542) ให้ความหมายว่า เป็นการผนวก คุณสมบัติไฮเปอร์มีเดียเข้ากับคุณสมบัติของเว็บเวิลด์ไวด์เว็บ เพื่อสร้างสิ่งแวดล้อมแห่งการเรียนในมิติที่ไม่มีขอบเขตจำกัดด้วยระยะทางและเวลาที่แตกต่างกันของผู้เรียน (Learning without Boundary)

วิชุดา รัตนเพียร(2545) ให้ความหมายว่า เป็นการนำเสนอโปรแกรมบทเรียนบนเว็บเพจโดยนำเสนอผ่านบริการเวิลด์ไวด์เว็บในเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งผู้ออกแบบและสร้างโปรแกรมการสอนผ่านเครือข่ายจะต้องคำนึงถึงความสามารถและบริการที่หลากหลายของอินเทอร์เน็ต และนำคุณสมบัติต่าง ๆเหล่านั้นมาใช้เพื่อประโยชน์ในการเรียนการสอนให้มากที่สุด

กิดานันท์ มลิทอง(2543) ให้ความหมายว่า เป็นการใช้เครือข่ายในการเรียนการสอน โดยอาจใช้เครือข่ายเพื่อนำเสนอบทเรียนในลักษณะสื่อหลายมิติของวิชาทั้งหมดตามหลักสูตร หรือใช้เพียงการเสนอข้อมูลบางอย่างเพื่อประกอบการสอนก็ได้ รวมทั้งใช้ประโยชน์จากคุณลักษณะต่าง ๆของการสื่อสารที่มีอยู่ในระบบอินเทอร์เน็ต เช่น การเขียนโต้ตอบกันทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์และการพูดคุยสดด้วยข้อความและเสียงมาใช้ประกอบด้วยเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

ถนอมพร เลาจรัสแสง(2544) ให้ความหมายว่า เป็นการผสมผสานกันระหว่างเทคโนโลยีปัจจุบันกับกระบวนการออกแบบการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนรู้และแก้ปัญหาในเรื่องข้อจำกัดทางด้านสถานที่และเวลา โดยการสอนบนเครือข่ายจะประยุกต์ใช้คุณสมบัติและทรัพยากรของเวิลด์ไวด์เว็บ ในการจัดสิ่งแวดล้อมที่ส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนการสอน ซึ่งการเรียนการสอนที่จัดขึ้นผ่านเว็บนี้อาจเป็นบางส่วนหรือทั้งหมดของกระบวนการเรียนการสอนก็ได้

ภาสกร เรืองรอง(2544) ให้ความหมายว่า เป็นการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในระบบอินเทอร์เน็ตมาออกแบบและจัดระบบเพื่อการเรียนการสอน สนับสนุนและส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย เชื่อมโยงเป็นเครือข่ายที่สามารถเรียนได้ทุกที่ทุกเวลา

จากให้ความหมายของนักวิชาการและนักการศึกษาทั้งภายในประเทศและต่างประเทศสามารถสรุปได้ว่า การเรียนบนเครือข่ายเป็นการจัดสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ที่ออกแบบอย่างมีระบบโดยอาศัยคุณสมบัติและทรัพยากรของเวิลด์ไวด์เว็บมาเป็นสื่อกลางในการถ่ายทอด เพื่อส่งเสริมสนับสนุนการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ เป็นการเรียนการสอนทั้งกระบวนการหรือเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการก็ได้ เพื่อช่วยขจัดปัญหาทางด้านสถานที่และเวลา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยในครั้งนี้ที่ออกแบบสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้โดยนำทรัพยากรของเวิลด์ไวด์เว็บมาเป็นสื่อกลางเพื่อ

ส่งเสริมสนับสนุนให้ผู้เรียนมีความเข้าใจโปรแกรม สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองโดยไม่มีข้อจำกัดด้านสถานที่และเวลา

4.2 ประเภทของการเรียนบนเครือข่าย

การนำประโยชน์จากอินเทอร์เน็ตมาใช้ในการเรียนการสอนบนเครือข่ายนั้น นักวิชาการและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับประเภทของการเรียนการสอนบนเครือข่ายไว้ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

Parson(1997) ได้แบ่งประเภทของการเรียนการสอนผ่านเครือข่าย ออกเป็น 3 ลักษณะ คือ 1)เว็บช่วยสอนแบบรายวิชาอย่างเดียว(Stand-alone courses) 2)เว็บช่วยสอนแบบเว็บสนับสนุนรายวิชา(Web supported courses) 3)เว็บช่วยสอนแบบศูนย์การศึกษา(Web pedagogical resources)

James(1997) ได้แบ่งประเภทของการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายเป็น 3 ลักษณะใหญ่ ๆโดยแยกตามโครงสร้าง และประโยชน์การใช้งาน ดังนี้ 1)โครงสร้างแบบค้นหา(Eclectic structures) ลักษณะของเว็บไซต์มีเฉพาะเครื่องมือในการสืบค้น 2)โครงสร้างแบบสารานุกรม (Encyclopedic structures) ใช้โครงสร้างข้อมูลในแบบต้นไม้ในการเข้าสู่ข้อมูล ซึ่งเหมือนกับหนังสือที่มีเนื้อหา และมีการจัดเป็นบทเป็นตอน 3)โครงสร้างแบบการเรียนการสอน(Pedagogic Structures) มีรูปแบบโครงสร้างหลากหลาย เช่นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือเครื่องมือมัลติมีเดีย

Doherty(2000) ได้แบ่งวิธีการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายมี 3 ลักษณะ คือ 1)การนำเสนอ(Presentation) อาจเป็นการนำเสนอแบบสื่อเดี่ยว เช่น ข้อความหรือรูปภาพ การนำเสนอแบบสื่อคู่ เช่น ข้อความกับรูปภาพ การนำเสนอแบบมัลติมีเดีย คือ ประกอบด้วยข้อความภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง 2)การสื่อสาร(Communication) การสื่อสารบนอินเทอร์เน็ตมีหลายแบบ เช่น การสื่อสารทางเดียว เช่น การดูข้อมูลจากเว็บเพจ การสื่อสารสองทาง เช่น การส่งไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์โต้ตอบกัน การสื่อสารแบบหนึ่งแหล่งไปหลายที่เป็นการส่งข้อความจากแหล่งเดียวแพร่กระจายไปหลายแหล่ง เช่น การอภิปรายจากคนเดียวให้คนอื่น ๆได้รับฟังด้วยหรือการประชุมผ่านคอมพิวเตอร์ (Computer conferencing) การสื่อสารหลายแหล่งไปสู่หลายแหล่ง เช่น การใช้กระบวนการกลุ่มในการสื่อสารบนเว็บโดยมีคนใช้หลายคนและคนรับหลายคนเช่นกัน 3)การทำให้เกิดความสัมพันธ์ (Dynamic Interaction) ซึ่งมี 3 ลักษณะคือการสืบค้นข้อมูล การหาวิธี การเข้าสู่เว็บ และการตอบสนองของมนุษย์ต่อการใช้เว็บ

Hannum(2000) ได้แบ่งประเภทของการเรียนการสอนผ่านเครือข่าย ออกเป็น 4 ลักษณะใหญ่ ๆคือ 1)รูปแบบการเผยแพร่ อาจอยู่รูปแบบห้องสมุด(Library model) รูปแบบหนังสือเรียน (Textbook model) หรือ รูปแบบการสอนที่มีปฏิสัมพันธ์ (Interactive instruction model) 2)รูปแบบการสื่อสาร (Communication model) เป็นรูปแบบที่อาศัยคอมพิวเตอร์มาเป็นสื่อเพื่อการสื่อสาร (Computer – Mediated communications model) 3)รูปแบบผสม (Hybrid model) รูปแบบการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายรูปแบบนี้เป็นการนำเอารูปแบบ 2 ชนิดคือ

รูปแบบการเผยแพร่กับรูปแบบการสื่อสารมารวมเข้าไว้ด้วยกัน 4)รูปแบบห้องเรียนเสมือน (Virtual classroom model)

จากการแบ่งประเภทของการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายของนักวิชาการและนักการศึกษาทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ สามารถแบ่งประเภทของการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายได้เป็นหลาย ๆลักษณะโดยแยกตามโครงสร้าง การสื่อสาร และประโยชน์การใช้งาน สำหรับในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำประโยชน์จากอินเทอร์เน็ตมาใช้ในการเรียนการสอนบนเครือข่ายเป็นเว็บช่วยสอนแบบเว็บสนับสนุนรายวิชา (Web supported courses) CT212 โครงสร้างโปรแกรม เรื่อง การเขียนโปรแกรมเรียกตัวเอง การนำเสนอแบบมัลติมีเดีย การสื่อสารบนอินเทอร์เน็ตแบบสองทางเป็นรูปแบบการสอนที่มีการปฏิสัมพันธ์ (Interactive instruction model)

4.3 การจัดการเรียนการสอนบนเครือข่าย

การจัดการเรียนการสอนบนเครือข่ายนั้นแตกต่างไปจากการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติ นักวิชาการศึกษาหลาย ๆท่านได้สรุปหลักการพื้นฐานของการจัดการเรียนการสอนบนเครือข่ายไว้ดังนี้

รูปแบบการสอนของกาเย(Gagne, 1992) กาเย่ได้เสนอกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้น ดังต่อไปนี้

1) สร้างความสนใจ สร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในบทเรียน

2) แจ้งจุดประสงค์ บอกให้ผู้เรียนทราบถึงผลของการเรียนให้เห็นประโยชน์ในการเรียน และเห็นแนวทางของการจัดกิจกรรมการเรียน

3) กระตุ้นให้ผู้เรียนทบทวนความรู้เดิมที่จำเป็นต่อการเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่

4) เสนอบทเรียนใหม่โดยใช้สื่อต่าง ๆ ที่เหมาะสมมาประกอบการสอน

5) ให้แนวทางการเรียนรู้ บอกแนวทางให้ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมด้วยตนเอง ผู้สอน แนะนำวิธีการทำกิจกรรม แนะนำแหล่งค้นคว้าให้ผู้เรียนไปศึกษาเอง

6) กระตุ้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติทำแบบฝึกหัด ให้ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมตามจุดประสงค์

7) การให้ข้อมูลป้อนกลับ ให้ผู้เรียนเห็นผลการปฏิบัติกิจกรรมหรือพฤติกรรมที่แสดงออก

8) การประเมินผลการเรียนตามจุดประสงค์

9) ส่งเสริมความแม่นยำและการถ่ายโอนการเรียนรู้เป็นการสรุป การย้ำ ทบทวนการเรียนที่ผ่านมา การให้ทำกิจกรรมเพิ่มพูนความรู้ หาความรู้เพิ่มเติมจากความรู้ที่ได้เรียนในชั้นเรียน

Angelo(1993) อ้างใน วิชุดา รัตนเพียร(2542) ได้สรุปหลักการพื้นฐานของการจัดการเรียนการสอนบนเครือข่ายไว้ 5 ประการดังนี้คือ

1) ในการจัดการเรียนการสอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนและผู้สอนสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ตลอดเวลา

2) การจัดการเรียนการสอนควรสนับสนุนให้มีการพัฒนาความร่วมมือระหว่างผู้เรียน ความร่วมมือระหว่างกลุ่มผู้เรียน

3) ควรสนับสนุนให้ผู้เรียนรู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง (Active Learners)

4) การให้ผลย้อนกลับแก่ผู้เรียนโดยทันทีทันใด ช่วยให้ผู้เรียนได้ทราบถึงความสามารถของตน อีกทั้งยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถปรับแนวทางวิธีการหรือพฤติกรรมให้ถูกต้องได้

5) ควรสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนที่ไม่มีขีดจำกัด สำหรับบุคคลที่ใฝ่หาความรู้การเรียนการสอนผ่านเครือข่ายเป็นการขยายโอกาสให้กับทุก ๆคนที่สนใจศึกษา

ปทีป เมธาคุณวุฒิ(2540) มีขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอนดังนี้

1) กำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน

2) การวิเคราะห์ผู้เรียน

3) การออกแบบเนื้อหารายวิชา สอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน

4) กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ตโดยใช้คุณสมบัติของอินเทอร์เน็ตที่เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอนนั้น ๆ

5) เตรียมความพร้อมสิ่งแวดล้อมการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ต

6) การปฐมนิเทศผู้เรียน ได้แก่ แจ้งวัตถุประสงค์ เนื้อหา และวิธีการเรียนการสอน เตรียมความพร้อมของ

7) จัดการเรียนการสอนตามแบบที่กำหนดไว้โดยในเว็บเพจจะมีเทคนิคและกิจกรรมต่าง ๆ ที่สามารถสร้างขึ้นได้แก่ การใช้ภาพกราฟฟิกส์ ภาพการเคลื่อนไหว แจ้งวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของรายวิชา หรือหัวข้อในแต่ละสัปดาห์ สรุปทบทวนความรู้เดิม หรือโยงไปหัวข้อที่ศึกษาแล้ว เสนอสาระของหัวข้อต่อไป เสนอแนะแนวทางการเรียนรู้

8) การประเมินผลผู้สอนสามารถใช้การประเมินผลระหว่างเรียนและการประเมินผลเมื่อสิ้นสุดการเรียน รวมทั้งการที่ผู้เรียนประเมินผลผู้สอนและการประเมินผลการจัดการเรียนการสอนทั้งรายวิชา เพื่อให้ผู้สอนนำไปปรับปรุงแก้ไขระบบการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ต

ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนการสอนบนเครือข่าย(ภาสกร, 2544)นั้น มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ความพร้อมของเครื่องมืออุปกรณ์ ระบบการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตพร้อมที่ผู้เรียนจะสามารถเรียกใช้งานได้ตลอดเวลา

2) ทักษะการใช้อินเทอร์เน็ต ผู้เรียนและผู้สอนจำเป็นต้องมีความพร้อม ด้านทักษะการใช้อินเทอร์เน็ตเบื้องต้น

3) ผู้เรียน ต้องมีความกระตือรือร้น มีความตื่นตัว ใฝ่รู้ ความรับผิดชอบ และความสามารถในการเลือก รับข้อมูล วิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล อีกทั้ง ต้องมีการพัฒนาทักษะในการอ่าน การเขียน การสนทนาและการอภิปรายอีกด้วย

4) ผู้สอน ต้องเปลี่ยนบทบาทมาเป็นผู้แนะนำ เป็นผู้อำนวยความสะดวก แก่ผู้เรียน โดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น กระตุ้นให้ผู้เรียนทำกิจกรรมต่าง ๆที่ส่งเสริมการเรียนรู้

5) เนื้อหาบทเรียน ผู้สอนต้องวิเคราะห์เนื้อหา วิเคราะห์ความสามารถของผู้เรียน เพื่อที่จะได้ออกแบบบทเรียน กิจกรรมต่าง ๆให้เหมาะสมกับแต่ละเนื้อหา และผู้เรียนแต่ละกลุ่ม และต้องมีการกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนที่ชัดเจน เพื่อให้ออกแบบบทเรียนได้ตรงกับวัตถุประสงค์อย่างแท้จริง

นักวิชาการศึกษาหลาย ๆท่านได้สรุปหลักการพื้นฐานของการจัดการเรียนการสอนบนเครือข่าย และเสนอกระบวนการเรียนการสอนไว้หลายขั้นตอน สำหรับในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำหลักการพื้นฐานของการจัดการเรียนการสอนบนเครือข่ายไว้ 5 ประการของ Angelo มาใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้แก่ 1)ในการจัดการเรียนการสอนส่งเสริมให้ผู้เรียนและผู้สอนสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ตลอดเวลา 2)การจัดการเรียนการสอนสนับสนุนให้มีการพัฒนาความร่วมมือระหว่างผู้เรียน ความร่วมมือระหว่างกลุ่มผู้เรียน 3)สนับสนุนให้ผู้เรียนรู้จักแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง (Active Learners) 4)การให้ผลย้อนกลับแก่ผู้เรียนโดยทันทีทันใดช่วยให้ผู้เรียนได้ทราบถึงความสามารถของตน อีกทั้งยังช่วยให้ผู้เรียนสามารถปรับแนวทางวิธีการหรือพฤติกรรมให้ถูกต้องได้ 5)สนับสนุนการจัดการเรียนการสอนที่ไม่มีขีดจำกัด สำหรับบุคคลที่ใฝ่หาความรู้ การเรียนการสอนผ่านเครือข่ายเป็นการขยายโอกาสให้กับทุก ๆคนที่สนใจศึกษา

4.4 การออกแบบการเรียนการสอนบนเครือข่าย

การออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนบนเครือข่ายให้มีประสิทธิภาพนั้นนักวิชาการ และนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับกระบวนการที่จะใช้เป็นแนวทางในการออกแบบการเรียนการสอนไว้ดังนี้

Dillon(1997) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนในการสร้างบทเรียนที่มีลักษณะเป็นสื่อหลายมิติ (Hypermedia) ซึ่งหลักการนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบและพัฒนาเว็บเพื่อการเรียนการสอน แนวคิดดังกล่าวมีขั้นตอน ดังนี้ ศึกษาเกี่ยวกับผู้เรียนและเนื้อหาที่จะนำมาพัฒนาเพื่อกำหนดวัตถุประสงค์และหาแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียน วางแผนเกี่ยวกับการจัดรูปแบบโครงสร้างของเนื้อหา ศึกษาคุณลักษณะของเนื้อหาที่จะนำ มาใช้เป็นบทเรียนว่าควรจะนำเสนอในลักษณะใด ออกแบบโครงสร้างเพื่อการเข้าถึงข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ โดยผู้ออกแบบควรศึกษาทำความเข้าใจกับโครงสร้างของบทเรียนแบบต่าง ๆ โดยพิจารณาจากลักษณะผู้เรียนและเนื้อหาว่าโครงสร้างลักษณะใดจะเอื้ออำนวยต่อการเข้าถึงข้อมูลของผู้เรียนได้ดี

ที่สุด ทดสอบรูปแบบเพื่อหาข้อผิดพลาด จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขและทดสอบซ้ำอีกครั้งจนแน่ใจว่าเป็นบทเรียนที่มีประสิทธิภาพก่อนที่จะนำไปใช้งาน

Hirumi and Bermudez(1996) เสนอกระบวนการในการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายไว้ 5 ขั้นตอน คือ 1)วิเคราะห์ทรัพยากรต่าง ๆที่เกี่ยวข้อง 2)ออกแบบการเรียนการสอน 3)พัฒนาเว็บเพจโดยวางโครงเรื่อง(Storyboard) ช่วยในการสร้างและกำหนดโครงสร้างของข้อมูล 4)นำเว็บไปใช้ในการเรียนการสอน 5)ประเมินผลการใช้งาน

Arvanitis(1997) ได้ให้ข้อเสนอแนะว่าในการสร้างเว็บไซต์นั้น ควรจะดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้ 1)กำหนดวัตถุประสงค์ โดยพิจารณาว่าเป้าหมายของการสร้างเว็บไซต์นี้เพื่ออะไร 2)ศึกษาคุณลักษณะของผู้ที่จะเข้ามาใช้ ว่ากลุ่มเป้าหมายใดที่ผู้สร้างต้องการสื่อสารข้อมูลอะไรที่พวกเขาต้องการ โดยขั้นตอนนี้ควรจะปฏิบัติควบคู่ไปกับขั้นตอนที่หนึ่ง 3)วางลักษณะโครงสร้างของเว็บ 4)กำหนดรายละเอียดให้กับโครงสร้าง ซึ่งพิจารณาจากวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้โดยตั้งเกณฑ์ใน การใช้ เช่น ผู้ใช้ควรจะทำอะไรบ้าง จำนวนหน้าควรมีเท่าใด มีการเชื่อมโยงมากน้อยเพียงไร 5)หลังจากนั้นจึงทำการสร้างเว็บแล้วนำไปทดลอง เพื่อหาข้อผิดพลาดและทำการปรับปรุง แก้ไข แล้วจึงค่อยนำเข้าสู่เว็บอินเทอร์เน็ตเป็นขั้นตอนสุดท้าย

Pernici and Casati(1997) ได้แยกย่อยกระบวนการออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การวิเคราะห์องค์ประกอบต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการออกแบบ ซึ่งประกอบด้วยการตั้งวัตถุประสงค์ การกำหนดผู้เรียน และสิ่งที่จำเป็นในด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ 2)ผู้สอนต้องกำหนดแนวทางในการสร้างเว็บไซต์ ได้แก่ เนื้อหาที่จะใช้ กิจกรรมต่าง ๆ ขั้นตอนการเรียนการสอน 3)การออกแบบในแนวกว้าง(Design in the Large) โดยผู้สอนจะต้องวางแผนลักษณะการเข้าสู่เนื้อหา (Navigation) ซึ่งรวมถึงการกำหนดรายการต่าง ๆ(Menus) และการเรียงลำดับของข้อมูล 4)การออกแบบในแนวแคบ (Design in the Small) คือการกำหนดรายละเอียดต่าง ๆ ที่มีในแต่ละหน้า

Quinlan(1997) เสนอวิธีดำเนินการ 5 ขั้นตอนเพื่อการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายที่มีประสิทธิภาพ คือ 1)ทำการวิเคราะห์ความต้องการของผู้เรียน รวมทั้งจุดแข็งและจุดอ่อน ของผู้เรียน 2)การกำหนดเป้าหมาย วัตถุประสงค์ และกิจกรรม 3)ควรเลือกเนื้อหาที่จะใช้นำเสนอพร้อมกับหางานวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องและช่วยสนับสนุนเนื้อหา 4)การวางโครงสร้างและจัดเรียงลำดับข้อมูลรวมทั้งกำหนดสารบัญ เครื่องมือ การเข้าสู่เนื้อหา (Navigational Aids) โครงร่างหน้าจอและกราฟิกประกอบ 5)ดำเนินการสร้างเว็บไซต์โดยอาศัยแผนโครงเรื่อง

Bailey and Blythe(2000) ได้เสนอกระบวนการ 3 ขั้นตอนง่าย ๆ ในการนำไปใช้ออกแบบเว็บไซต์เพื่อการเรียนการสอน ดังนี้ 1)ร่างเค้าโครงแนวคิดเบื้องต้นในด้านการนำเสนอการเชื่อมโยงและจัดเรียงเนื้อหา 2)การวางแผนผังแสดงโครงสร้างของเว็บไซต์ ซึ่งโดยทั่วไปจะมีโครงสร้างอยู่ 3 ลักษณะ คือ โครงสร้างแบบเส้นตรง(Linear) ซึ่งกำหนดเส้นทางเดียวให้แก่ผู้เรียนคือเริ่มจากหน้าแรกไปสู่หน้าต่อ ๆ ไป โครงสร้างแบบลำดับขั้น(Hierarchical) ซึ่งจะแบ่งระดับความสำคัญของข้อมูลลดหลั่นกันลงมาเป็นขั้น ๆ และโครงสร้างแบบแตกกิ่ง(Branching) ซึ่ง

จะมีเส้นทางที่แตกต่างกันในการเข้าสู่เนื้อหาแต่ละส่วน 3)เขียนแผนโครงเรื่อง โดยแสดงรายละเอียดที่จะมีอยู่ในแต่ละหน้า ไม่ว่าจะเป็นตัวอักษร เสียง วีดิทัศน์ และกราฟิก

Khan(1997) ได้กล่าวไว้ว่า การออกแบบเว็บที่ดีมีความสำคัญต่อการเรียนการสอนเป็นอย่างมาก ดังนั้นจึงควรทำความเข้าใจถึงคุณลักษณะ 2 ประการของโปรแกรมการเรียนการสอนผ่านเครือข่าย 1)คุณลักษณะหลัก (Key features) เป็นคุณลักษณะพื้นฐานของโปรแกรมการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายทุกโปรแกรม ตัวอย่างเช่น การสนับสนุนให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน ผู้สอน หรือผู้เรียน คนอื่นๆ การนำเสนอบทเรียนในลักษณะของสื่อหลายมิติ (Multimedia) การนำเสนอบทเรียนระบบเปิด (Open system) กล่าวคือ อนุญาตให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงเข้าสู่เว็บเพจอื่นๆที่เกี่ยวข้องได้ ผู้เรียนสามารถสืบค้นข้อมูลบนเครือข่ายได้ (Online search) ผู้เรียนควรที่จะสามารถเข้าสู่โปรแกรมการสอนผ่านเว็บจากที่ใดก็ได้ทั่วโลก รวมทั้งผู้เรียนควรที่จะสามารถควบคุมการเรียนของตนเองได้ 2)คุณลักษณะเพิ่มเติม (Additional features) เป็นคุณลักษณะประกอบเพิ่มเติม ซึ่งขึ้นอยู่ กับคุณภาพและความยากง่ายของการออกแบบ เพื่อนำมาใช้งานและการนำมาประกอบกับคุณลักษณะหลักของโปรแกรมการเรียนการสอนผ่านเครือข่าย ตัวอย่างเช่น ความง่ายในการใช้งานของโปรแกรมมีระบบป้องกันการลักลอบข้อมูล รวมทั้งระบบให้ความช่วยเหลือบนเว็บมีความสะดวกในการแก้ไข ปรับปรุงโปรแกรม เป็นต้น

Hall(1997) ได้กล่าวถึงการใช้เว็บในด้านการเรียนการสอนที่ดี จะต้องมีลักษณะดังนี้

1) ต้องสะดวกและไม่ยุ่งยากต่อการสืบค้นของผู้เรียน

2) ต้องมีความสอดคล้องตรงกันในแต่ละเว็บรวมถึงการเชื่อมโยงระหว่างเว็บต่างๆ

3) เวลาในการแสดงผลแต่ละหน้าจอจะต้องน้อยที่สุด หลีกเลี่ยงการใช้ภาพ กราฟิกขนาดใหญ่ ที่จะทำให้เสียเวลาในการดาวน์โหลด

4) มีส่วนที่ทำหน้าที่ในการจัดระบบเข้าสู่เว็บ นักออกแบบควรกำหนดให้ผู้เรียนได้เข้าสู่หน้าจอแรกที่มีคำอธิบาย มีการแสดงโครงสร้างภายในเว็บ เพื่อทราบถึงขอบเขตที่ผู้เรียนจะสืบค้น

5) ควรมีความยืดหยุ่นในการสืบค้น แม้จะมีการแนะนำว่าผู้เรียนควรจะเรียนอย่างไรตามลำดับ ขั้นตอนก่อนหลังแต่ก็ควรเพิ่มความยืดหยุ่นให้ผู้เรียนสามารถกำหนดเส้นทางการเรียนรู้ได้เอง

6) ต้องมีความยาวในหน้าจอให้น้อย แม้นักออกแบบส่วนใหญ่จะบอกว่าสามารถใช้ไฮเปอร์เท็กซ์ช่วยในการเลื่อนไปมาในพื้นที่ส่วนต่างๆ ในหน้าจอ แต่ในความเป็นจริงแล้วหน้าจอที่สั้น เป็นสิ่งที่ดีที่สุด

7) ไม่ควรมีจุดจบหรือกำหนดจุดสิ้นสุดที่ผู้เรียนไปไหนต่อไม่ได้ ควรมีการสร้างในแบบวนเวียนให้ผู้เรียนสามารถหาเส้นทางไปกลับระหว่างหน้าต่างๆได้ง่าย นอกจากนี้ยังควรให้ผู้เรียนสามารถกลับ ไปเรียนในจุดเริ่มต้นได้ด้วยโดยการคลิกเพียงครั้งเดียว

Jones and Farquar (1997) ได้แนะนำหลักการออกแบบเบื้องต้นที่จะเป็นจุดเริ่มในการพัฒนาเว็บเพื่อการเรียนการสอน ดังนี้ 1)ควรมีการจัดโครงสร้างหรือจัดระเบียบข้อมูลที่ชัดเจน รวมทั้งอาจมีการแสดงให้ผู้ใช้เห็นแผนที่โครงสร้างเพื่อป้องกันความสับสนได้ 2)กำหนดพื้นที่สำหรับการเลือก (Selectable areas) 3)กำหนดให้แต่หน้าจอภาพสั้น ๆ ทั้งนี้จากการวิจัยพบว่าผู้ใช้ไม่ชอบการเลื่อนขึ้นลง (Scroll) อีกทั้งยังเสียเวลาในการโหลดนานและยุ่งยาก 4) ลักษณะการเชื่อมโยงที่ปรากฏในแต่ละหน้า ต้องออกแบบให้มีความแตกต่างและชัดเจน 5) ต้องระวังเรื่องของตำแหน่งในการเชื่อมโยง 6)ความเหมาะสมของคำที่ใช้เชื่อมโยง คำที่ใช้สำหรับการเชื่อมโยงจะต้องเข้าใจง่ายมีความ ชัดเจนและไม่สั้นจนเกินไป 7)ความสำคัญของข้อมูลควรอยู่ส่วนบนของหน้าจอภาพ

ปทีป เมธาคุณวุฒิ (2540) กล่าวว่าการออกแบบโครงสร้างของการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายควรจะประกอบด้วย

1) ข้อมูลเกี่ยวกับรายวิชา ภาพรวมรายวิชา(Course overview)แสดงวัตถุประสงค์ของรายวิชา สังเขปรายวิชา คำอธิบายเกี่ยวกับหัวข้อการเรียน หรือหน่วยการเรียน

2) การเตรียมตัวของผู้เรียนหรือการปรับพื้นฐานผู้เรียน เพื่อที่จะเตรียมตัวเรียน

3) เนื้อหาบทเรียน พร้อมทั้งการเชื่อมโยงไปยังสื่อสนับสนุนต่าง ๆในเนื้อหาบทเรียนนั้น ๆ

4) กิจกรรมที่มอบหมายให้ทำพร้อมทั้งการประเมินผล การกำหนดเวลาเรียนการส่งงาน

5) แบบฝึกหัดที่ผู้เรียนต้องการฝึกฝนตนเอง

6) การเชื่อมโยงไปแหล่งทรัพยากรที่สนับสนุนการศึกษาค้นคว้า

7) ตัวอย่างแบบทดสอบ ตัวอย่างรายงาน

8) ข้อมูลทั่วไป(Vital information) แสดงข้อความที่จะติดต่อผู้สอนหรือผู้ที่เกี่ยวข้อง การลงทะเบียนค่าใช้จ่าย การได้รับหน่วยกิตและการเชื่อมโยงไปยังสถานศึกษาหรือหน่วยงานและมีการเชื่อมโยงไปสู่รายละเอียดของหน้าที่เกี่ยวข้อง

9) ส่วนแสดงประวัติของผู้สอนและผู้ที่เกี่ยวข้อง

10) ส่วนของการประกาศข่าว (Bulletin board)

11) ห้องสนทนา (Chat room) ที่เป็นการสนทนาในกลุ่มผู้เรียนและผู้สอน

จากที่กล่าวมาการเรียนการสอนผ่านเครือข่าย เป็นการจัดการอย่างจงใจและนำเสนอข้อมูลที่มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาการเรียนรู้โดยเฉพาะ ดังนั้นการออกแบบเว็บช่วยสอนจึงต้องพิจารณาให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์และการจัดระเบียบของเนื้อหาในบทเรียนที่สร้างขึ้น เพื่อช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นไปอย่างมีระบบ สำหรับในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำหลักการของ Bailey and Blythe(2000) เพื่อใช้ในการออกแบบเว็บไซต์เพื่อการเรียนการสอนดังนี้ 1)ร่างเค้าโครงแนวคิดเบื้องต้นในด้านการนำเสนอ การเชื่อมโยงและจัดเรียงเนื้อหา 2)การวางแผนผังแสดง

โครงสร้างแบบลำดับขั้น (Hierarchical) 3)เขียนแผนโครงเรื่อง โดยแสดงรายละเอียดที่จะมีอยู่ในแต่ละหน้า ไม่ว่าจะเป็นตัวอักษร เสียง วีดิทัศน์ และกราฟิก

4.5 ประโยชน์การเรียนการสอนบนเครือข่าย

ประโยชน์ของการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายมีมากมายหลายประการ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งเป็นมิติใหม่ของเครื่องมือและกระบวนการในการเรียนการสอน โดยมีผู้กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายไว้ดังนี้

ถนอมพร เลาหจรัสแสง(2544) ได้กล่าวถึงการสอนบนเครือข่ายมีข้อดีอยู่หลายประการ กล่าวคือ

1) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่อยู่ห่างไกล หรือไม่มีเวลาในการมาเข้าชั้นเรียนได้เรียนในเวลาและสถานที่ ๆ ต้องการ ซึ่งอาจเป็นที่บ้าน ที่ทำงาน หรือสถานศึกษาใกล้เคียงที่ผู้เรียนสามารถเข้าไปใช้บริการทางอินเทอร์เน็ตได้ การที่ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องเดินทางมายังสถานศึกษาที่กำหนดไว้จึงสามารถช่วยแก้ปัญหาในด้านของข้อจำกัดเกี่ยวกับเวลา และสถานที่ศึกษาของผู้เรียนเป็นอย่างดี

2) ช่วยการส่งเสริมให้เกิดความเท่าเทียมกันทางการศึกษา ผู้เรียนที่ศึกษาอยู่ในสถาบันการศึกษาในภูมิภาคหรือในประเทศหนึ่งสามารถที่จะศึกษา ถกเถียง อภิปราย กับอาจารย์ครูผู้สอนซึ่งสอนอยู่ที่สถาบันการศึกษาได้

3) ช่วยส่งเสริมแนวคิดในเรื่องของการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจากเว็บเป็นแหล่งความรู้ที่เปิดกว้างให้ผู้ที่ต้องการศึกษาในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง สามารถเข้ามาค้นคว้าหาความรู้ได้อย่างต่อเนื่องและตลอดเวลาการสอนบนเครือข่าย สามารถตอบสนองต่อผู้เรียนที่มีความใฝ่รู้รวมทั้งมีทักษะในการตรวจสอบการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Meta-cognitive skills) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4) ช่วยทลายกำแพงของห้องเรียนและเปลี่ยนจากห้องเรียนสี่ เหลี่ยมไปสู่โลกกว้างแห่งการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลต่าง ๆได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพสนับสนุนสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่เชื่อมโยงสิ่งที่เรียนกับปัญหาที่พบในความเป็นจริง โดยเน้นให้เกิดการเรียนรู้ตามบริบทในโลกแห่งความเป็นจริง(Contextualization) และการเรียนรู้จากปัญหา(Problem-based learning) ตามแนวคิดแบบConstructivism

5) ส่งเสริมประสิทธิภาพ เป็นวิธีการเรียนการสอนที่มีศักยภาพ เนื่องจากที่เว็บได้กลายเป็นแหล่งค้นคว้าข้อมูลทางวิชาการรูปแบบใหม่ครอบคลุมสารสนเทศทั่วโลกโดยไม่จำกัดภาษา การสอนบนเครือข่ายช่วยแก้ปัญหาของข้อจำกัดของแหล่งค้นคว้าแบบเดิมจากห้องสมุดอันได้แก่ ปัญหาทรัพยากรการศึกษาที่มีอยู่จำกัดและเวลาที่ใช้ในการค้นหาข้อมูล เนื่องจากเว็บมีข้อมูลที่หลากหลายและเป็นจำนวนมาก รวมทั้งการที่เว็บใช้การเชื่อมโยงในลักษณะของสื่อหลายมิติ ซึ่งทำให้การค้นหาทำได้สะดวกและง่ายดายกว่าการค้นหาข้อมูลแบบเดิม

6) ช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ที่กระตือรือร้น ทั้งนี้เนื่องจากคุณลักษณะของเว็บที่เอื้ออำนวยให้เกิดการศึกษา ในลักษณะที่ผู้เรียนถูกกระตุ้นให้แสดงความคิดเห็นได้อยู่ตลอดเวลาโดยไม่จำเป็นต้องเปิดเผยตัวตนที่แท้จริง ตัวอย่างเช่น การให้ผู้เรียนร่วมมือกันในการทำกิจกรรม

ต่าง ๆ บนเว็บการให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นและแสดงไว้บนเว็บบอร์ดหรือการให้ผู้เรียนมีโอกาสเข้ามาพบปะกับผู้เรียนคนอื่น ๆ อาจารย์ หรือผู้เชี่ยวชาญในเวลาเดียวกันที่ห้องสนทนา เป็นต้น

7) ช่วยเอื้อให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ ซึ่งการเปิดปฏิสัมพันธ์นี้อาจทำได้ 2 รูปแบบ คือ ปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนด้วยกันและ/หรือผู้สอน ปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนในเนื้อหาหรือสื่อการสอนบนเครือข่าย ซึ่งลักษณะแรกนี้จะอยู่ในรูปของการเข้าไปพูดคุยพบปะแลกเปลี่ยน ความคิดเห็นกัน ส่วนในลักษณะหลังนั้นจะอยู่ในรูปแบบของการเรียนการสอน แบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบที่ผู้สอนได้จัดหาไว้ให้แก่ผู้เรียน

8) เปิดโอกาสสำหรับผู้เรียนในการเข้าถึงผู้เชี่ยวชาญสาขาต่าง ๆทั้งในและนอกสถาบันจากในประเทศและต่างประเทศทั่วโลกได้สะดวก โดยผู้เรียนสามารถติดต่อสอบถามปัญหาขอข้อมูลต่าง ๆ ที่ต้องการศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญจริงโดยตรง ซึ่งไม่สามารถทำได้ในการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม นอกจากนี้ยังประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่ายเมื่อเปรียบเทียบกับการติดต่อสื่อสารในลักษณะเดิม ๆ

9) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงผลงานของตนสู่สายตาผู้อื่นอย่างง่ายดาย ทั้งนี้ไม่ได้จำกัดเฉพาะเพื่อน ๆ ในชั้นเรียนหากแต่เป็นบุคคลทั่วไปที่สนใจได้ทั่วโลก ดังนั้นจึงถือเป็นการสร้างแรงจูงใจภายนอกในการเรียนอย่างหนึ่งสำหรับผู้เรียน ผู้เรียนจะพยายามสร้างผลงานที่ดีเพื่อไม่ให้เสียชื่อเสียงตนเองนอกจากนี้ผู้เรียนยังมีโอกาสได้เห็นผลงานของผู้อื่นเพื่อนำมาพัฒนางานของตนเองให้ดียิ่งขึ้น

10) เปิดโอกาสให้ผู้สอนสามารถปรับปรุงเนื้อหาหลักสูตรให้ทันสมัยได้อย่างสะดวกสบายเนื่องจากข้อมูลบนเว็บมีลักษณะเป็นพลวัตร(Dynamic) ดังนั้นผู้สอนสามารถอัพเดตเนื้อหาหลักสูตรที่ทันสมัยแก่ผู้เรียนได้ตลอดเวลา นอกจากนี้การให้ผู้เรียนได้สื่อสารและแสดงความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ทำให้เนื้อหาการเรียนมีความยืดหยุ่นมากกว่าการเรียนการสอนแบบเดิมและเปลี่ยนแปลงไปตามความต้องการของผู้เรียนเป็นสำคัญ การสอนบนเครือข่ายสามารถนำเสนอเนื้อหาในรูปของมัลติมีเดีย ได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง เสียง ภาพเคลื่อนไหว วีดีทัศน์ ภาพ 3 มิติ โดยผู้สอนและผู้เรียนสามารถเลือกรูปแบบของการนำเสนอเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดทางการเรียน

ปรัชญนันท์ นิลสุข (2543ก) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะสำคัญของเว็บซึ่งเอื้อประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอน มีอยู่ 7 ประการ ได้แก่ 1)เว็บเปิดโอกาสให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนและผู้เรียนกับผู้เรียนหรือผู้เรียนกับเนื้อหาบทเรียน 2) เว็บสามารถนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบของสื่อประสม (Multimedia) 3)เว็บเป็นระบบเปิด (Open system) ซึ่งอนุญาตให้ผู้ใช้มีอิสระในการเข้าถึงข้อมูลได้ทั่วโลก 4)เว็บอุดมไปด้วยทรัพยากร เพื่อการสืบค้นออนไลน์ (Online search/resource) 5)ความไม่มีข้อจำกัดทางสถานที่และเวลาของการสอนบนเครือข่าย (Device, Distance and time independent) ผู้เรียนที่มีคอมพิวเตอร์ในระบบใดก็ได้ ซึ่งต่อเข้ากับอินเทอร์เน็ตจะสามารถเข้าเรียนจากที่ใดก็ได้ในเวลาใดก็ได้ 6)เว็บ

อนุญาตให้ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุม (Learner controlled) ผู้เรียนสามารถเรียนตามความพร้อมความถนัดและความสนใจของตน 7)เว็บมีความสมบูรณ์ในตนเอง (Self- contained) ทำให้สามารถจัดกระบวนการเรียนการสอนทั้งหมดผ่านเว็บได้

ประโยชน์ของการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายมีมากมายหลายประการ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน สำหรับในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำหลักการของปรัชญนันท์ นิลสุข (2543ก) ใช้สำหรับศึกษาความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อการเรียนด้วยโมเดลฯประกอบด้วย 1)เว็บเปิดโอกาสให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ (Interactive) 2)เว็บสามารถนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบของสื่อประสม (Multimedia) 3)เว็บเป็นระบบเปิด (Open system) 4)เว็บอุดมไปด้วยทรัพยากร เพื่อการสืบค้นออนไลน์ (Online search/resource) 5) ความไม่มีข้อจำกัดทางสถานที่และเวลาของการสอนบนเครือข่าย (Device, Distance and time independent) 6)เว็บอนุญาตให้ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุม (Learner controlled) ผู้เรียนสามารถเรียนตามความพร้อมความถนัดและความสนใจของตน 7)เว็บมีความสมบูรณ์ในตนเอง (Self-contained)

4.6 การประเมินผลการเรียนการสอนบนเครือข่าย

การประเมินผลการเรียนที่มีการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายนั้น มีลักษณะที่แตกต่างกันตามพื้นฐานความต้องการให้มีการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายที่มีคุณภาพและประสิทธิภาพต่อการเรียนการสอน สำหรับการประเมินการจัดการเรียนการสอนผ่านสามารถทำได้ทั้งผู้สอนประเมินผู้เรียนหรือให้ผู้เรียนประเมินผลผู้สอน ซึ่งองค์ประกอบที่ใช้เป็นมาตรฐานจะเป็นคุณภาพของการเรียนการสอน วิธีประเมินผลที่ใช้กันอยู่ในการประเมินผลมีหลายวิธีการ ซึ่งมีนักการศึกษาได้เสนอแนะวิธีการประเมินผลสำหรับการเรียนการสอนดังรายละเอียดต่อไปนี้

ปรัชญนันท์ นิลสุข(2543ข) กล่าวไว้ว่า การประเมินระหว่างเรียนสามารถกระทำได้ตลอดเวลา ระหว่างมีการเรียนการสอน เพื่อดูผลสะท้อนของผู้เรียนและดูผลที่คาดหวังไว้ อันจะนำไปปรับปรุงการสอนอย่างต่อเนื่องขณะที่การประเมินหลังเรียนมักจะใช้การตัดสินในตอนท้ายของการเรียนโดยการใช้แบบทดสอบเพื่อวัดผลตามจุดประสงค์ของรายวิชา

Potter(2000) ได้เสนอวิธีการประเมินการเรียนการสอนผ่านเครือข่าย ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ประเมินสำหรับการเรียนการสอนทางไกลผ่านเว็บของมหาวิทยาลัยจอร์จ เมสัน โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 4 แบบ คือ

1) การประเมินด้วยเกรดในรายวิชา (Course grades) เป็นการประเมินที่ผู้สอนให้คะแนนกับผู้เรียน ซึ่งวิธีการนี้กำหนดองค์ประกอบของวิชาชัดเจน เช่น คะแนน 100 % แบ่งเป็นการสอบ 30% จากการมีส่วนร่วม 10% จากโครงงานกลุ่ม 30% และงานที่มอบหมายในแต่ละสัปดาห์อีก 30% เป็นต้น

2) การประเมินรายคู่(Peer evaluation) เป็นการประเมินกันเองระหว่างคู่ของผู้เรียนที่เลือกจับคู่กันในการเรียนทางไกล โดยให้ทำโครงงานร่วมกันให้ติดต่อกันผ่านเว็บและสร้าง

โครงงานเป็นเว็บที่เป็นแฟ้มสะสมงาน โดยแสดงเว็บเป็นสาธารณะให้ผู้เรียนคนอื่นสามารถเข้าถึงได้เป็นการประเมินผลรายคู่จากโครงงาน

3) การประเมินต่อเนื่อง(Continuous evaluation) เป็นการประเมินที่ผู้เรียนต้องส่งงานทุก ๆสัปดาห์ให้กับผู้สอนโดยผู้สอนจะให้ข้อเสนอแนะและตอบกลับในทันที ถ้ามีสิ่งที่ผิดพลาดกับผู้เรียนก็จะแก้ไขและประเมินตลอดเวลาในช่วงระยะเวลาของวิชา

4) การประเมินท้ายภาคเรียน(Final course evaluation) เป็นการประเมินผลปกติของการสอนที่ผู้เรียนนำส่งสอน โดยการทำแบบสอบถามส่งผ่านไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์หรือเครื่องมืออื่นใด บนเว็บตามแต่จะกำหนด เป็นการประเมินตามแบบการสอนปกติที่จะต้องตรวจสอบความก้าวหน้า และผลสัมฤทธิ์การเรียนของผู้เรียน

Soward(1997) กล่าวไว้ว่า การประเมินการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายว่า จะต้องอยู่บนฐานที่ผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง ควรเน้นให้ผู้ใช้สามารถเข้าใช้ได้สะดวกการประเมินเว็บไซต์มีหลักการที่ต้องประเมินคือ

1) การประเมินวัตถุประสงค์(Purpose)จะต้องกำหนดวัตถุประสงค์ว่าเพื่ออะไร เพื่อใคร และกลุ่มเป้าหมายคือใคร

2) การประเมินลักษณะ (Identification) ควรจะทราบได้ทันทีเมื่อเปิดเว็บไซต์เป็นเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องใด ซึ่งในหน้าแรก (Homepage) จะทำหน้าที่เป็นปกในของหนังสือ (Title) ที่บอกลักษณะและรายละเอียดของเว็บนั้น

3) การประเมินภารกิจ (Authority) ในหน้าแรกของเว็บจะต้องบอกขนาดของเว็บและรายละเอียดของโครงสร้างของเว็บ เช่น แสดงที่อยู่และเส้นทางภายในเว็บ และชื่อผู้ออกแบบเว็บ

4) การประเมินการจัดรูปแบบและการออกแบบ (Layout and design) ผู้ออกแบบควรจะ ประยุกต์แนวคิดตามมุมมองของผู้ใช้ ความซับซ้อน เวลา รูปแบบที่เป็นที่ต้องการของผู้ใช้

5) การประเมินการเชื่อมโยง (Links) การเชื่อมโยงถือเป็นหัวใจของเว็บ เป็นสิ่งที่จำเป็นและมีผลต่อการใช้ การเพิ่มจำนวนเชื่อมโยงโดยไม่จำเป็นจะไม่เป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้ ควรใช้เครื่องมือสืบค้นแทนการเชื่อมโยงที่ไม่จำเป็น

6) การประเมินเนื้อหา (Content) เนื้อหาที่เป็นข้อความ ภาพ หรือเสียง จะต้องเหมาะสมกับเว็บและให้ความสำคัญกับองค์ประกอบทุกส่วนเท่าเทียมกัน

5. ทฤษฎีสื่อ (Media theory)

สื่อที่ใช้ในการเรียนการสอนมีหลายประเภท แต่ละประเภทจะมีระบบสัญลักษณ์ที่ใช้ส่งผ่านความรู้(Symbol system) แตกต่างกันซึ่งส่งผลต่อการรู้คิด(Cognition) ของผู้เรียน Salomon (1977) ได้อธิบายผลของสื่อที่มีต่อการเรียนรู้ โดยสรุปถึงสิ่งที่ควรนำมาพิจารณาเกี่ยวกับระบบสัญลักษณ์ของสื่อที่ส่งผลต่อการได้รับความรู้ได้แก่

1) ลักษณะที่แตกต่างของเนื้อหาวิชา(Specific domain of content)จะส่งผลต่อการประกอบภารกิจการเรียนรู้(Learning tasks)ในแต่ละวิชาแตกต่างกันไป

2) การได้มาซึ่งความรู้จะขึ้นอยู่กับตามความง่ายในการบันทึก เช่น ถ้าผู้เรียนมีสกีมาเดิมอยู่ก่อนก็จะสามารถบันทึกเรื่องเหล่านั้นได้ดี

3) การลงรหัส(Coding) ที่เฉพาะแต่ละบุคคลจะช่วยให้สามารถขยายโครงสร้างทางความคิดหรือปัญญา

4) ระบบสัญลักษณ์ของสื่อที่แตกต่างกัน จะมีผลต่อวิธีการที่แตกต่างกันในการประมวลสารสนเทศ (Processing) ที่ผู้เรียนต้องการ

5) ระบบสัญลักษณ์ของสื่อที่แตกต่างกัน มีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการภายในที่ใช้ในการประมวลสารสนเทศ ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการบันทึก(Recording) และการขยายความคิด (Elaboration)

ดังนั้น ระบบสัญลักษณ์ของสื่อจะเป็นตัวที่กำหนดว่าใครจะได้รับความรู้มากน้อยเท่าใดจากสาร(Message)ประเภทนั้น ๆ จากแนวคิดของ Salomon ที่ว่าสื่อ (Medium) มีความสามารถที่จะถ่ายทอดเนื้อหาผ่านระบบสัญลักษณ์ที่มีในสื่อแต่ละชนิด สื่อโทรทัศน์จะต้องการกระบวนการภายในในการประมวลข้อมูลน้อยกว่าการอ่านหนังสือ เพราะว่าโทรทัศน์มีระบบสัญลักษณ์ของสื่อคือ ภาพเคลื่อนไหวและเสียง ซึ่งจะผ่านไปอย่างรวดเร็วทำให้ผู้เรียนยังไม่ใช้การขยายความคิด ในขณะที่หนังสือมีระบบสัญลักษณ์ของสื่อคือ ตัวหนังสือ ดังนั้นในการอ่านหนังสือจะต้องมีการมีการสร้างภาพและนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ ซึ่งมีการใช้การขยายความคิดอย่างมาก ทำให้นำไปสู่การเข้าใจที่ลึกซึ้งมากว่าการดูโทรทัศน์ และนั่นย่อมหมายความว่าการดูโทรทัศน์มีแนวโน้มที่จะมีการขยายความคิด(Elaborate)น้อยกว่าการอ่านหนังสือ การขยายความคิด(Elaboration) หมายถึงกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในสมองที่เป็นการเชื่อมโยงความรู้เดิมกับสิ่งที่จะเรียนรู้ใหม่ อย่างไรก็ตามความหมายที่ดึงออกมาจากสื่อที่นำเสนอจะขึ้นกับตัวผู้เรียน ดังนั้นบุคคลใด ๆอาจได้รับข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวกับวิชานั้นได้เป็นอย่างดีถ้าพวกเขามีความคุ้นเคยกับเรื่องนั้น ๆ สำหรับการนำเสนอสารสนเทศที่ใหม่ที่ยังไม่คุ้นเคยจะได้รับผลอย่างมีนัยสำคัญในกรณีที่รับจากข้อมูลข่าวสารจากสื่อที่แตกต่าง

Salomon(1981) ได้เน้นลักษณะที่มีการแลกเปลี่ยนไปมา(Reciprocal nature) ของการสื่อสารทางด้านการเรียนการสอน ในการเรียนการสอนในชั้นเรียนและผู้เรียน Salomon ได้อภิปรายว่า โครงสร้างทางปัญญา(Schema) จะมีบทบาทในการกำหนดว่าสารนั้นจะมีการรับรู้ได้อย่างไร สื่อช่วยในการสร้างโครงสร้างทางปัญญาใหม่ ซึ่งจะมีผลต่อกระบวนการรู้คิดของมนุษย์ (Cognitive Processing การเลือกใช้สื่อควรมีความเหมาะสมกับผู้เรียน บริบท(Context) และภารกิจการเรียน(Task) เพราะการเรียนรู้สามารถที่จะก่อให้เกิดการกระตุ้นให้เกิดทักษะซึ่งจะมีความเกี่ยวพันธ์กับความต้องการในภารกิจการเรียนรู้(Learning task) ดังนั้น ภารกิจ(Task) จะเป็นตัวที่ทำให้เกิดการกระทำที่เกี่ยวกับการเปรียบเทียบที่มีการวิเคราะห์และสารผ่านการเข้ารหัสจะช่วยกระตุ้นให้เกิดมโนคติ(Imagery) สำหรับการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพจำเป็นต้องสร้างให้เกิด

ความสอดคล้องกันระหว่างความต้องการทางพุทธิปัญญา(Cognitive) ในภารกิจการเรียนรู้นั้น อีกทั้งทักษะที่ต้องการไปใช้ในการเข้ารหัสสาร และระดับที่ผู้เรียนจะเรียนแบบรอบรู้ในทักษะเหล่านี้ มีหลักการดังนี้

1) รหัสที่เป็นสัญลักษณ์ของเฉพาะสื่อแต่ละชนิดต้องการการแปลงที่เกิดขึ้นในกระบวนการภายในที่แตกต่างกัน และเป็นสิ่งที่ส่งผลต่อทักษะเฉพาะที่ต้องเรียนแบบรอบรู้

2) ระดับของความรู้ และทักษะที่แต่ละบุคคลได้ประมวล (Process) เข้าไปจะมีผลต่อผลกระทบที่เกิดจากลำดับของสื่อเฉพาะ

3) ลักษณะของการเรียนรู้งาน การประมวลสารสนเทศ สามารถส่งผลต่อลำดับของสื่อเฉพาะ

4) บริบททางสังคมในการนำเสนอสื่อ สามารถที่จะมีอิทธิพลที่ว่าสารใดที่จะถูกรับรู้จะมีความสัมพันธ์ที่มีการแลกเปลี่ยนไปมา ระหว่างสื่อและผู้เรียน ในแต่ละอย่างสามารถมีอิทธิพลซึ่งกันและกันและต่อสิ่งอื่น ๆ

สรุปได้ว่า ระบบสัญลักษณ์ที่ใช้ส่งผ่านความรู้(Symbol system)มีผลต่อการรู้คิด(Cognition) ของผู้เรียน โดยสื่อแต่ละประเภทจะส่งผลต่อกระบวนการรู้คิด(Cognition)ที่แตกต่างกัน การเลือกใช้สื่อที่มีความเหมาะสมกับผู้เรียน บริบท(Context) และภารกิจการเรียน (Task) จะก่อให้เกิดการกระตุ้นให้เกิดทักษะซึ่งจะมีความเกี่ยวพันธ์กับความต้องการในภารกิจการเรียนรู้ (Learning task) ดังนั้นภารกิจ(Task)จะเป็นตัวที่ทำให้เกิดการกระทำที่เกี่ยวกับการเปรียบเทียบที่มีการวิเคราะห์และสาร ผ่านการเข้ารหัสจะช่วยกระตุ้นให้เกิดมโนคติ (Imagery) ดังนั้นในการศึกษาในครั้งนี้ระบบสัญลักษณ์ของสื่อเป็นสิ่งที่สำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพจำเป็นที่ต้องสร้างให้เกิดความสอดคล้องกันระหว่างความต้องการทางพุทธิปัญญา (Cognitive) ในภารกิจการเรียนรู้นั้น อีกทั้งทักษะที่ต้องการไปใช้ในการเข้ารหัสสาร ด้วยเหตุผลดังกล่าวในการศึกษาครั้งนี้จึงมีความจำเป็นนำระบบสัญลักษณ์มาใช้ในการออกแบบสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายที่ส่งเสริมความเข้าใจโปรกรม

สำหรับในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีการเรียนบนเครือข่าย(Web-based learning)เป็นเครื่องมือที่ทำให้เกิดกระบวนการทางปัญญา ทำให้ผู้เรียนเกิดการสร้างความรู้พัฒนาความคิดในระดับสูง กิจกรรมสำหรับผู้เรียนนั้นจะมีการเตรียมโปรแกรมภาษาC++ และมีสถานการณ์ปัญหาเพื่อกำหนดงาน(Task) ให้ผู้เรียนกระทำ ผู้เรียนจะเกิดกระบวนการคิดว่าจะต้องทำอย่างไรถึงจะให้งานสำเร็จลงได้ตามที่กำหนด การจะใช้วิธีใดนั้นผู้เรียนจะเรียนรู้ไปวางแผนไป คิดไปทำไป เป็นการกระตุ้นการเรียนรู้ทางพุทธิปัญญาที่ซับซ้อนซึ่งไม่ได้ขยายสติปัญญาเท่านั้นยังช่วยปรับโครงสร้างทางความคิด สามารถประมวลผลสารสนเทศได้ในระดับสูง ในการแปลหรือสร้างเป็นสารสนเทศใหม่ เกิดการสร้างความรู้ (Knowledge construct)ใหม่ การเรียนบนเครือข่ายนั้นจะมีการเตรียมแหล่งเรียนรู้สำหรับผู้เรียนในการศึกษาคำสั่งภาษาโปรแกรม โดยให้ผู้เรียนเลือกโดยคลิกเข้าไปศึกษาเอง มีตัวอย่างที่คล้าย ๆกับสถานการณ์ปัญหาให้ ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้จากปัญหาที่ให้ ศึกษาวิธีการแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง ในระยะเวลาที่กำหนด ผู้เรียนสามารถวางแผนและนำผลงานมาแสดงได้

ซึ่งเป็นวิธีใดนั้นขึ้นอยู่กับผู้เรียน โดยผู้เรียนจะทำไปคิดไปวางแผนไปจนสำเร็จซึ่งความคิดที่เกิดขึ้นนี้เป็นความคิดในระดับสูง เป็นความคิดที่เกิดขึ้นด้วยกระบวนการที่ซับซ้อน และมีขั้นตอนการคิดหลายขั้น การฝึกคิดระดับสูงนี้จะเกิดขึ้นต่อเนื่องมาจากการฝึกทักษะและการรู้จำ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้นำเทคโนโลยีการเรียนบนเครือข่ายเป็นเครื่องมือเพื่อช่วยลดข้อจำกัดในกระบวนการทางปัญญา ส่งเสริมความจำ การคิด และการแก้ปัญหา ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองจากสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ที่กำหนดให้โดยมีลักษณะการเรียนที่ตื่นตัว(Active learner) เป็นการฝึกฝนปัญญาเพื่อให้เกิดกระบวนการคิดในระดับสูง เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่าย

สุมาลี ชัยเจริญ(2547) ทำการศึกษา เรื่องการพัฒนารูปแบบการสร้างความรู้โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบและพัฒนาการสร้างความรู้โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา 212 300 สื่อการสอน จำนวน 20 คน และ 215 242 สังคมศึกษาสำหรับครูประถม 2 จำนวน 50 คน รวม 70 ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2546 การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเอกสารและเชิงคุณภาพที่เป็นการวิเคราะห์โปรโตคอลการสัมภาษณ์ และการสำรวจความคิดเห็น ผลการวิจัยพบว่า 1) การศึกษาการสร้างความรู้หรือรูปแบบการทำความเข้าใจของผู้เรียนในขณะที่เรียนจากเทคโนโลยีสารสนเทศ ในการวิเคราะห์อาศัยพื้นฐานของ Merrienboer(1997) จำแนกรูปแบบการทำความเข้าใจ 2 ลักษณะ คือ Declarative knowledge และ Procedural knowledge ผลการสัมภาษณ์ พบว่า ผู้เรียนสร้างรูปแบบการทำความเข้าใจในลักษณะของ Declarative knowledge เป็นโครงสร้างทางปัญญาที่เป็น Complex schemas ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดรวบยอดต่าง ๆได้อย่างซับซ้อน General schemas ผู้เรียนสามารถอธิบายรายละเอียดและสรุปเป็นข้อสรุปโดยทั่วไปได้ Abstract schema มีลักษณะเป็น Conceptual model, Plan หรือ Script, Causal model สำหรับ Procedural knowledge มีหลายรูปแบบแตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะการเรียนรู้ของผู้เรียน 2) การสำรวจความคิดเห็นผู้เรียน พบว่า ผู้เรียนส่วนใหญ่เห็นว่าสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ มีความเหมาะสมในทุกด้านทั้ง ด้านเนื้อหา ด้านสื่อบนเครือข่าย ด้านการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้

อิศรา ก้านจักร(2547) ทำการศึกษา เรื่อง ผลการจัดการสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนว Constructivism: Open Learning Environment(OLEs) สำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาเมนทอลโมเดล ความคิดเห็นและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนในกระบวนการเรียนรู้ วิชา 212 700 เทคโนโลยีการศึกษาและการพัฒนาระบบการสอน ระดับปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีการศึกษา จำนวน 15 คน โดยใช้รูปแบบการวิจัยแบบ One group pretest - posttest design

และการวิจัยเชิงคุณภาพซึ่งเป็นการวิเคราะห์โปรโตคอล และการบรรยายเชิงวิเคราะห์ ผลการศึกษาพบว่า 1) รูปแบบการทำความเข้าใจของนักเรียนในขณะที่เรียนจากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนบนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ โดยอาศัยพื้นฐานในการวิเคราะห์รูปแบบการทำความเข้าใจอยู่ 2 ลักษณะ คือ Declarative knowledge และ Procedural knowledge ผลการสัมภาษณ์พบว่า นักเรียนสร้างรูปแบบการทำความเข้าใจในลักษณะของ Declarative knowledge เป็นโครงสร้างทางปัญญาที่เป็น Complex schema ซึ่งนักเรียนสามารถเชื่อมโยงหลักการ ทฤษฎีไปสู่ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ทางด้าน Procedural knowledge สามารถแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ ในแต่ละลักษณะพบความแตกต่างกันตามลักษณะของกลุ่มนักเรียน 2) นักเรียนมีความคิดเห็นต่อการเรียนสิ่งแวดล้อมทางการเรียนบนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ในทุก ๆด้านได้แก่ ด้านคุณลักษณะของสื่อบนเครือข่าย การออกแบบช่วยให้นักเรียนค้นหาสารสนเทศได้ง่ายและส่งเสริมการเรียนรู้ ด้านเนื้อหาที่ใช้ในการเรียนรู้ สารสนเทศที่จัดไว้สนับสนุนให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดและนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเพียงพอ ด้านสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้สนับสนุนให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้อย่างตื่นตัวทั้งร่างกายและสติปัญญา และเปิดโอกาสให้สร้างความรู้ด้วยตนเอง 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนบนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

สุมาลี ชัยเจริญ และ คณะ(2549) ทำการศึกษาเรื่อง กระบวนการคิดของนักศึกษาระดับปริญญาตรี วิชา 212 300 สื่อการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่เรียนจากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ การศึกษาครั้งนี้มุ่งที่จะพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้โดยอาศัยพื้นฐานทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ในการออกแบบและศึกษาผลของสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ฯที่มีต่อกระบวนการรู้คิดของผู้เรียนโดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อออกแบบและพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ วิชา 212 300 สื่อการสอน 2) เพื่อศึกษาแนวโน้มที่มีต่อการรับรู้ของผู้เรียนเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ 3) เพื่อศึกษาความพยายามของผู้เรียนที่ใช้ในขณะเรียนจากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ 4) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแนวโน้มที่มีต่อการรับรู้กับความพยายามของผู้เรียนที่ใช้ในขณะเรียน 5) เพื่อศึกษารูปแบบการทำความเข้าใจของผู้เรียนที่เรียนจากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ 6) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของผู้เรียนเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ 7) เพื่อศึกษาการใช้ฐานความช่วยเหลือของผู้เรียนที่เรียนจากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ 8) เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน วิชา 212 300 สื่อการสอนของผู้เรียนที่เรียนจากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในครั้งนี้ เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาการมัธยมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา 212 300 สื่อการสอน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 11 คน การศึกษาแนวโน้มการรับรู้ล่วงหน้า พบว่า 1) ผู้เรียนมีแนวโน้มการรับรู้ล่วงหน้าเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้เรียนบนเครือข่ายฯทั้ง 4 รายการอยู่ในระดับมาก ได้แก่ความยากที่จะเรียนรู้ ความชอบที่จะเรียนรู้

ความคาดหวังว่าสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายฯจะช่วยให้เกิดเรียนรู้ และความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้โดยเฉพาะอย่างยิ่งแนวโน้มเกี่ยวกับความคาดหวังว่าสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายฯจะช่วยทำให้เกิดการเรียนรู้ 2) ผลการประเมินตนเองของผู้เรียนเกี่ยวกับความพยายามที่ใช้ในขณะเรียนทั้ง 3 รายการอยู่ในระดับมากได้แก่ ความตั้งใจที่ใช้ในการเรียนรู้ ความคิดที่ใช้ในการเรียน ความพยายามในการทำความเข้าใจที่ใช้ในการเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งความพยายามในการทำความเข้าใจในขณะเรียนจากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ 3) แนวโน้มการรับรู้ของผู้เรียนเกี่ยวกับความชอบที่จะเรียนรู้สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ กับการประเมินตนเองเกี่ยวกับความพยายามที่ใช้ในการเรียนรู้จากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สำหรับแนวโน้มการรับรู้เกี่ยวกับความยาก ความคาดหวัง และความกระตือรือร้น ไม่พบความสัมพันธ์กับการประเมินตนเองเกี่ยวกับความพยายามด้านอื่น ๆได้แก่ ความตั้งใจและความคิดที่ใช้ในขณะเรียนจากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ 4) รูปแบบการทำความเข้าใจในลักษณะของความรู้ที่เป็น Declarative knowledge พบว่า ผู้เรียนมีรูปแบบในการทำความเข้าใจในลักษณะที่เป็น Complex schema ที่สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์อย่างซับซ้อนระหว่างแต่ละ Cognitive unit ในแต่ละเรื่องและในลักษณะของ Abstract schema ที่เป็น Causal model เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ต่าง ๆที่เกิดขึ้นในเชิงของเหตุผลที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันระหว่างสาเหตุและผลเกิดจากเหตุดังกล่าว ดังจะเห็นได้จากการที่ผู้เรียนที่สามารถอธิบายรูปแบบการใช้นวัตกรรมที่ส่งผลต่อลักษณะของผู้เรียนและวิธีการสอนที่มีความเหมาะสม และสามารถที่จะชี้ให้เห็นถึงเหตุและผลที่เกิดขึ้นในการใช้นวัตกรรมต่าง ๆได้และนอกจากนี้ยังพบว่าผู้เรียนมีการสร้าง Script หรือ Plan ที่แสดงให้เห็นถึง Action ที่เป็นลำดับเหตุการณ์ล่วงหน้าที่จะเกิดขึ้น จากผลการวิเคราะห์รูปแบบความเข้าใจที่เป็น Procedural knowledge สามารถสรุปได้ว่า กระบวนการเรียนรู้ที่เรียนจากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ฯของผู้เรียนแต่ละคนมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน ดังเช่น การเริ่มศึกษาที่สถานการณ์ปัญหา การค้นหาคำตอบโดยการศึกษาจากห้องสมุดทางปัญญา การสนทนาแลกเปลี่ยนความรู้ข้อคิดเห็นมุมมองทั้งในและนอกกลุ่มโดยการสนทนาผ่านเครือขายซึ่งกระบวนการทำความเข้าใจดังจะแตกต่างกันเฉพาะลำดับของการใช้สิ่งสนับสนุนที่จัดไว้ภายในสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ฯว่าจะเข้าไปศึกษาส่วนใดก่อนหลัง ซึ่งขึ้นอยู่กับวิธีการเรียนของผู้เรียนและเป้าประสงค์ของผู้เรียนในการเรียนรู้ว่าต้องการจะเรียนรู้ให้ลึกซึ้งในระดับใด อาจส่งผลให้รูปแบบการทำความเข้าใจมีความแตกต่างกัน 5) การศึกษาเกี่ยวกับการใช้ฐานการช่วยเหลือของผู้เรียนที่เรียนจากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ วิชา 212 300 สื่อการสอน ผลการศึกษาจะพิจารณาใน 2 ลักษณะ คือ (1) ลักษณะการช่วยเหลือที่อาศัยพื้นฐานจากหลักการของ Hannafin(1999) (2) รูปแบบการใช้ฐานความช่วยเหลือในระหว่างการเรียนจากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายฯที่เป็นกระบวนการลำดับขั้นตอน ผลปรากฏว่า ลักษณะการช่วยเหลือของฐานการช่วยเหลือพบว่า ผู้เรียนมีใช้ฐานการช่วยเหลืออยู่ 2 ประเภทคือ ฐานการช่วยเหลือด้านความคิดรวบยอด พบว่าจะช่วยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประเด็นสำคัญของ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ปัญหาและเนื้อหาที่แยกย่อยทำให้ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์เลือกเนื้อหาที่เกี่ยวข้องนำมาใช้แก้ปัญหาได้และช่วยสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรื่องที่ศึกษา และ ฐานการช่วยเหลือด้านกลยุทธ์ พบว่าจะช่วยอธิบายและเสนอแนะแนวทางในการแก้ปัญหาที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในการค้นหาคำตอบและวิเคราะห์คำตอบว่ามีความสัมบูรณ์หรือไม่ ส่วนฐานการช่วยเหลือด้านอื่น ๆ ผู้เรียนไม่ได้เข้าไปใช้ เนื่องจากสามารถแก้ปัญหาได้หลังจากที่เข้าไปใช้ฐานการช่วยเหลือเพียง 2 ฐานการช่วยเหลือข้างต้นเท่านั้น ในส่วนของรูปแบบการใช้ฐานการช่วยเหลือในขณะที่เรียน พบว่าสามารถสรุปได้ 3 รูปแบบคือ (1) รูปแบบการใช้ฐานการช่วยเหลือเมื่อไม่สามารถแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่ได้รับและไม่แน่ใจ (2) ใช้เพื่อตรวจสอบความถูกต้องกับแนวคิดของตนเองว่าสมบูรณ์หรือสอดคล้องกับปัญหาหรือไม่ และ (3) ไม่ได้ใช้ฐานการช่วยเหลือในการแก้ปัญหาเนื่องจากสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง 6) ผู้เรียนมีความคิดเห็นว่าสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ มีความเหมาะสมทั้ง 3 ด้านคือ ด้านเนื้อหาสารสนเทศที่จัดไว้ในขุมทรัพย์ทางปัญญาผู้เรียนคิดว่ามีความเพียงพอสำหรับการสนับสนุนในการเรียนและแก้ปัญหาสอดคล้องสภาพจริงและง่ายในการเข้าถึง ภาษาที่ใช้ทำให้สามารถทำความเข้าใจได้ง่าย ด้านคุณลักษณะของสื่อบนเครือข่าย พบกว่า การออกแบบเครื่องนำทางและสัญลักษณ์มีความคงที่ ซึ่งทำให้ไม่เกิดความสับสน การเชื่อมโยงและจัดหมวดหมู่ช่วยให้เข้าถึงสารสนเทศ ด้านการออกแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ สถานการณ์ปัญหาเป็นปัญหาเกิดขึ้นในสภาพจริงและช่วยกระตุ้นให้ค้นหาคำตอบอย่างต่อเนื่อง แหล่งข้อมูลช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนสามารถค้นพบคำตอบสารสนเทศเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา 7) ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ดังจะเห็นได้จากค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากค่าเฉลี่ยของคะแนนทดสอบก่อนเรียน

สุมาลี ชัยเจริญ และ คณะ(2550) ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาโมเดลต้นแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายที่ส่งเสริมการสร้างความรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาโมเดลต้นแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายที่ส่งเสริมการสร้างความรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ศึกษาการสร้างความรู้และความคิดเห็นของผู้เรียน กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะศึกษาศาสตร์ ชั้นปีที่ 3 ปีการศึกษา 2549 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่โมเดลต้นแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายที่ส่งเสริมการสร้างความรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เรียนเกี่ยวกับโมเดลต้นแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายฯ และแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับการสร้างความรู้ รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยก่อนการทดลอง แบบกลุ่มเดียวทดสอบหลังเรียน ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพเกี่ยวกับการสร้างความรู้ โดยการสัมภาษณ์เชิงลึก วิเคราะห์ข้อมูลการสร้างความรู้ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์โปรโตคอลโดยอาศัยพื้นฐานการสร้างความรู้ Meaning Making(Jonassen, 1999) และความคิดเห็นของผู้เรียนเกี่ยวกับโมเดลต้นแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายฯโดยการสรุปตีความตามลำดับ ดังสรุปผลต่อไปนี้ 1) การออกแบบและพัฒนาโมเดลต้นแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายที่ส่งเสริมการสร้าง

ความรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งสังเคราะห์ Key Concepts ที่สำคัญ โดยนำหลักการออกแบบตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ พุทธิปัญญานิยม และคุณลักษณะของสื่อ และการศึกษาบริบทเกี่ยวกับสภาพปัจจุบันในบริบทจริงที่เกี่ยวข้องการจัดการเรียนการสอนมาเป็นพื้นฐาน ประกอบด้วยหลักการและองค์ประกอบดังนี้ กระตุ้นโครงสร้างทางปัญญา ในลักษณะของการสร้างสถานการณ์ปัญหา การสนับสนุนการปรับสมดุลทางปัญญา โดยการจัดแหล่งเรียนรู้ ซึ่งประกอบด้วย ห้องสมุดทางปัญญา ลิงค์ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นที่รวบรวมลิงค์ต่าง ๆที่ผู้เรียนจำเป็นต้องใช้ในการแก้ปัญหาและมีเครื่องมือช่วยค้น การส่งเสริมการขยายโครงสร้างทางปัญญา โดยจัดให้เครื่องมือในการสนทนาที่สามารถแลกเปลี่ยน พร้อมทั้งแสดงแนวคิดของตนเองเพื่อส่งเสริมและขยายมุมมอง เช่น กระดานสนทนา และการร่วมมือกันแก้ปัญหา การส่งเสริมและช่วยเหลือการสร้างความรู้ในลักษณะของการสร้างฐานการช่วยเหลือและการโค้ช 2) การสร้างความรู้ของผู้เรียน พบว่า ผู้เรียนมีการสร้างความรู้แบบ Meaning making ที่เริ่มด้วย Experience phenomena คือมีประสบการณ์เกี่ยวกับ เหตุการณ์ วัตถุ หรือข้อเท็จจริง ที่ตนเองกำลังเผชิญ จากนั้นก็มีการแปลความหมายของสิ่งที่ได้มีประสบการณ์ดังกล่าว เช่นเรื่องราวที่ศึกษา โดยอาศัยพื้นฐานจากสิ่งที่รู้มาก่อนหรือประสบการณ์เดิมของตนเอง เรียกว่า Interpret experience และให้เหตุผล แล้วผู้เรียนจะนำกลับมาไตร่ตาองและสะท้อนแนวคิดและให้เหตุผลและสร้างเป็นความหมายของตนเอง และยังพบว่าผู้เรียนสามารถสร้างความหมายจากสิ่งที่เรียน ซึ่งมีพื้นฐานที่สำคัญ 2 ประการคือ 1. จากพื้นฐานประสบการณ์เดิมที่ตนเองมีมาก่อนโดยมากจะมาจากสภาพจริงที่ตนเองเคยเผชิญ เช่นจากการเรียนรู้เนื้อหาวิชาที่เคยเรียนรู้มาก่อนหน้านี้ รวมทั้งจากการผ่านประสบการณ์ที่ใกล้เคียงหรือเคยปฏิบัติจากการลงมือปฏิบัติหรือการสังเกต เช่นการสอนของครูในชั้นเรียนจริง และ 2. การแปลความหมายจากเนื้อหาที่เรียนและประสบการณ์เดิมรวมทั้งแนวคิดที่มีการแลกเปลี่ยนมุมมองที่หลากหลายกับเพื่อนในกลุ่มและกลุ่มอื่น ๆโดยการแปลความหมายนั้น ผู้เรียนจะดึงประเด็นที่เกี่ยวข้องมาจากเนื้อหาที่เรียน แปลงจากภาษาทางวิชาการเป็นความเข้าใจของตนเอง มีการเชื่อมโยงและกลั่นกรองมาเป็นความเข้าใจของเอง 3) ความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อโมเดลต้นแบบสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายที่ส่งเสริมการสร้างความรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ พบว่า ด้านคุณลักษณะของสื่อบนเครือข่าย มีการออกแบบที่ช่วยในการสร้างความเข้าใจและสร้างความหมายในสิ่งที่เรียนรู้ได้ง่าย ด้านเนื้อหาในการเรียนรู้เพียงพอสำหรับนำไปใช้ในการแก้ปัญหาและช่วยฝึกคิดแก้ปัญหา ด้านการออกแบบตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ผู้เรียนได้และแสวงหาความรู้โดยการลงมือกระทำอย่างตื่นตัวทั้งทางร่างกายและสติปัญญาโดยเฉพาะมีสถานการณ์ปัญหากระตุ้นให้คิดวิเคราะห์ให้ผู้เรียนหาแนวทางแก้ไขด้วยตนเอง ผู้สอนกระตุ้นให้เกิดความใฝ่รู้ใฝ่เรียนอย่างสม่ำเสมอและตลอดเวลา เป็นการเรียนที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองและก็เกิดกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเอง และยังเห็นว่าที่เด่นชัดจะเป็นสติปัญญามากกว่าด้านร่างกาย

สุชาติ วัฒนชัย, สุมาลี ชัยเจริญ, อิศรา ก้านจักร และ พรสวรรค์ อินศร(2551) ทำการศึกษาเรื่อง การออกแบบและพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ทาง

สมองของผู้เรียนโดยใช้ Brain-Based Learning การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ทางสมองของผู้เรียน โดยใช้ Brain-Based Learning กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ ได้แก่ ครูผู้สอนสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในระดับช่วงชั้นที่ 2 จำนวน 4 คน จำนวน 9 โครงเรียนรวมทั้งหมด 36 คน และนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 4-6 จำนวน 9 โรงเรียน รวมนักเรียน ทั้งหมดประมาณ 928 คน ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานเขตพื้นที่การศึกษา 5 จังหวัดขอนแก่น การศึกษาครั้งนี้ใช้รูปแบบการวิจัยและพัฒนาที่มีขั้นตอนสำคัญคือ (1) การศึกษาหลักการและทฤษฎี (2) การศึกษาสภาพบริบทสถานศึกษาเกี่ยวกับการเรียนการสอน (3) การสังเคราะห์กรอบแนวคิดการออกแบบนวัตกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมศักยภาพทางสมองของผู้เรียนโดยใช้ Brain-based learning (4) การออกแบบและพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ทางสมองของผู้เรียนโดยใช้ Brain-based learning และทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการสรุปตีความ ผลการวิจัยพบว่า 1) การออกแบบและพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ทางสมองของผู้เรียนโดยใช้ Brain-based learning พบว่ามีองค์ประกอบที่สำคัญของนวัตกรรมฯ ดังนี้ (1) สถานการณ์ปัญหา (2) ธนาคารความรู้ (3) ฐานการช่วยเหลือ (4) ประสบการณ์ที่มีความหมาย (5) ศูนย์พัฒนาพหุปัญญา (6) ห้องคลายเครียด (7) ห้องบันเทิง (8) การบริหารสมอง (9) การร่วมมือกันแก้ปัญหา 2) ประสิทธิภาพนวัตกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมศักยภาพการเรียนรู้ทางสมองของผู้เรียนโดยใช้ Brain-Based Learning พบว่ามีประสิทธิภาพ ซึ่งแสดงจากผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ การประเมินโดยผู้เรียนปรากฏว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้นวัตกรรมฯ และช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ทางสมองคือ พหุปัญญาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น

จารุณี ชามาตย์(2552) ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา ศึกษาการใช้โมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ฯการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ความสัมพันธ์ระหว่างการคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน รวมทั้งความคิดเห็นของผู้เรียน กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 2 กลุ่ม และนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 โปรแกรมวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 จำนวน 1 กลุ่ม ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงพัฒนา (Developmental research) แบบ Type II (Richey and Klein, 2007) ซึ่งประกอบด้วย 3 ระยะ ดังนี้ 1) การพัฒนาโมเดล 2) การตรวจสอบความตรงของโมเดล และ 3) การใช้โมเดล และทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดสร้างสรรค์ ความสัมพันธ์

ระหว่างการคิดสร้างสรรค์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้วยค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสหสัมพันธ์ และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ การคิดสร้างสรรค์ ด้วยการวิเคราะห์โปรโตคอล ผลการวิจัยพบว่า 1) โมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา ประกอบด้วย 8 องค์ประกอบที่สำคัญ คือ 1. สถานการณ์ปัญหา 2. แหล่งการเรียนรู้ 3. กรณีใกล้เคียง 4. เครื่องมือทางปัญญา 5. แลกเปลี่ยนเรียนรู้ 6. ศูนย์ให้คำแนะนำ 7. ห้องแลปการคิดสร้างสรรค์ และ 8.ฐานการช่วยเหลือ 2) การคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ฯ จากการศึกษาในระยะที่ 2 และ 3 มีค่าคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากแบบวัดการคิดสร้างสรรค์เท่ากับ 29.4 และ 28.84 ตามลำดับ อยู่ในระดับสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 70% และผลของการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนจากผลการสัมภาษณ์ พบว่า ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ตามกรอบของ Guilford (1967) ประกอบด้วย 1. การคิดคล่อง 2. การคิดยืดหยุ่น 3. การคิดริเริ่ม และ 4. การคิดละเอียดลออ 3) การใช้โมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ฯ พบว่า มีขั้นตอนที่สำคัญดังนี้ 1. การนำเข้าสู่บทเรียน 2. การจัดกลุ่มผู้เรียน 3. การเรียนรู้ด้วยโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ และ 4. การร่วมกันอภิปรายสรุปบทเรียนร่วมกัน 4) การคิดสร้างสรรค์มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน จากการศึกษาในระยะที่ 2 และ 3 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.71 และ 0.74 ตามลำดับ 5) ความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ฯ พบว่า ด้านเนื้อหา การเรียนรู้ ด้านสื่อบนเครือข่าย และด้านการออกแบบที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ มีการออกแบบที่เหมาะสมและช่วยสนับสนุนและส่งเสริมในการสร้างความรู้ และการคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน

อิศรา ก้านจักร(2552) ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ส่งเสริมเมนทอลโมเดลแบบผู้เชี่ยวชาญ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ ที่ส่งเสริมเมนทอลโมเดลแบบผู้เชี่ยวชาญ ศึกษาเมนทอลโมเดลแบบผู้เชี่ยวชาญของผู้เรียน การเปลี่ยนระดับเมนทอลโมเดลแบบผู้เชี่ยวชาญของผู้เรียน ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนระดับ เมนทอลโมเดลแบบผู้เชี่ยวชาญ รวมทั้งความคิดเห็นและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน กลุ่มเป้าที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 3 กลุ่ม ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงพัฒนา (Developmental research) แบบ Type II (Richey & Klein, 2007) ซึ่งประกอบด้วย 3 ระยะ ดังนี้ 1) การพัฒนาโมเดล 2) การตรวจสอบความตรงของโมเดล และ 3) การใช้โมเดล ผลการวิจัยพบว่า 1) โมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ส่งเสริมเมนทอลโมเดลแบบผู้เชี่ยวชาญประกอบด้วย 8 องค์ประกอบที่สำคัญคือ สถานการณ์ปัญหา ธนาคารความรู้ เครื่องมือทางปัญญา การเรียนรู้ร่วมกัน ศูนย์พัฒนาผู้เชี่ยวชาญ ห้องปฏิบัติการการกระตุ้นเมนทอลโมเดลแบบผู้เชี่ยวชาญ กรณีใกล้เคียง ฐานการช่วยเหลือ 2) เมนทอลโมเดลแบบผู้เชี่ยวชาญของผู้เรียนมีลักษณะสำคัญคือ (1) เป็นสิ่งแทนความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่อธิบายในลักษณะของโมเดล (2) ความเข้าใจนั้นมีการอธิบายถึงความเปลี่ยนแปลงจากสิ่งที่ตนเองเข้าใจไปยังสิ่งอื่น ๆ โดยสามารถเปลี่ยนแปลงกฎและ

กระบวนการไปสู่การแก้ปัญญาที่เผชิญได้ในทันที (3) สามารถอธิบายเหตุผลในลักษณะที่แสดงให้เห็นถึงการแสดงออกที่ไม่ใช่อธิบายเพียงเฉพาะหลักการ ทฤษฎี แต่มีการเชื่อมโยงข้อเท็จจริงและกฎที่ได้เรียนรู้มากับสถานการณ์ต่าง ๆที่เผชิญได้ 3) การเปลี่ยนระดับเป็นเมนทอลโมเดลแบบผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ผู้เรียนสามารถเปลี่ยนระดับได้เป็นดังนี้ Novice to competence จำนวน 4 คน และระดับ Novice to proficiency จำนวน 14 คน และระดับ Novice to expertise จำนวน 34 คน และมีรูปแบบการเปลี่ยนระดับเมนทอลโมเดลแบบผู้เชี่ยวชาญ 4 ลักษณะ 4) ปัจจัยที่เกี่ยวกับการเปลี่ยนระดับเมนทอลโมเดลแบบผู้เชี่ยวชาญ 5 ประการ คือ (1) การสร้างความเข้าใจของสิ่งที่ได้เรียนรู้ในลักษณะที่เป็นโมเดลหรือความคิดรวบยอด (2) ระดับของสถานการณ์ปัญหาที่มีความซับซ้อนแตกต่างกัน (3) ความสามารถในการเชื่อมโยงประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (4) การนำเสนอสารสนเทศที่แสดงความสัมพันธ์ในลักษณะที่เป็นแผนที่ความคิดรวบยอดหรือโมเดล และ (5) การฝึกหัดทางปัญญากับผู้เชี่ยวชาญ 5) ความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อโมเดลสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ ที่ส่งเสริมเมนทอลโมเดลแบบผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ด้านเนื้อหา ด้านการเรียนรู้บนเครือข่าย และด้านการออกแบบที่ส่งเสริมเมนทอลโมเดลแบบผู้เชี่ยวชาญ มีการออกแบบที่ดีและพัฒนาผู้เรียนให้เพิ่มระดับความเชี่ยวชาญในการแก้ปัญหา การตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ 6) ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และผ่านเกณฑ์ 70 % ที่ตั้งไว้

Nulden(1997) ได้ทำการศึกษาเรื่อง Designing Environments for Reflection and Collaborative Learning โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบสิ่งแวดล้อมสำหรับการเรียนรู้แบบไตร่ตรองและเรียนรู้ร่วมกัน ผลของการศึกษาพบว่าสิ่งแวดล้อมสำหรับการเรียนรู้แบบไตร่ตรองและเรียนรู้ร่วมกันเพื่อให้ผู้เรียนสามารถมีเหตุผลในการสร้างผลิตภัณฑ์ทางความคิด สามารถแก้ปัญหาและตระหนักถึงกิจกรรมต่าง ๆได้ด้วยตนเอง(Metacognition) ควรมีการนำระบบการประชุมอิเลคทรอนิกส์ เช่น Usenet news, WWW มาใช้ในการสร้างการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีฐานความช่วยเหลือ(Scaffolding) ช่วยแนะนำและสนับสนุนในการแก้ปัญหา ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในการเรียน จัดเตรียม Problem Based Learning (PBL) เพื่อเป็นแรงจูงใจในการให้ผู้เรียนได้ทำการค้นหาความรู้และทักษะใหม่ ๆ นอกจากนี้เป็นการเรียนรู้ที่เรียกว่า Learning-in-doing ให้ผู้เรียนได้มีการฝึกปฏิบัติในสภาพจริงของสังคมผ่านการสนทนาและกิจกรรมต่าง ๆที่เกี่ยวข้องและเป็น Open discovery กล่าวคือนักเรียนจะมีความรับผิดชอบในการที่จะกำหนดการเรียนเองว่าเมื่อใดหรือจะเรียนอย่างไร นอกจากนี้มีการใช้ Virtual classroom ซึ่งเป็นสิ่งแวดล้อมที่เป็น Computer-mediated environment ที่สนับสนุนกระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน การออกแบบสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้นั้นสนับสนุนทั้งการปฏิสัมพันธ์และการเรียนรู้แบบ Synchronous และ Asynchronous โดยกรอบแนวคิดใช้พื้นฐานของ Scardamailia and Brieter's (1993) ซึ่งมีกฎข้อบังคับ 10 ประการในการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสร้างสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ ได้แก่ 1) ผู้เรียนจะทำการควบคุมกระบวนการเรียนเอง 2) สนับสนุนและประกาศความคิด โดยสามารถแสดงความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องเข้าไปในสิ่งแวดล้อมได้ 3) มีโครงสร้างนำทางที่เป็นระบบและรวดเร็ว 4) มีการอ้างอิงในแหล่งของทรัพยากรต่าง ๆในสังคม หรือเชื่อมโยงไปยังทรัพยากรภายนอก 5) ผู้สอน

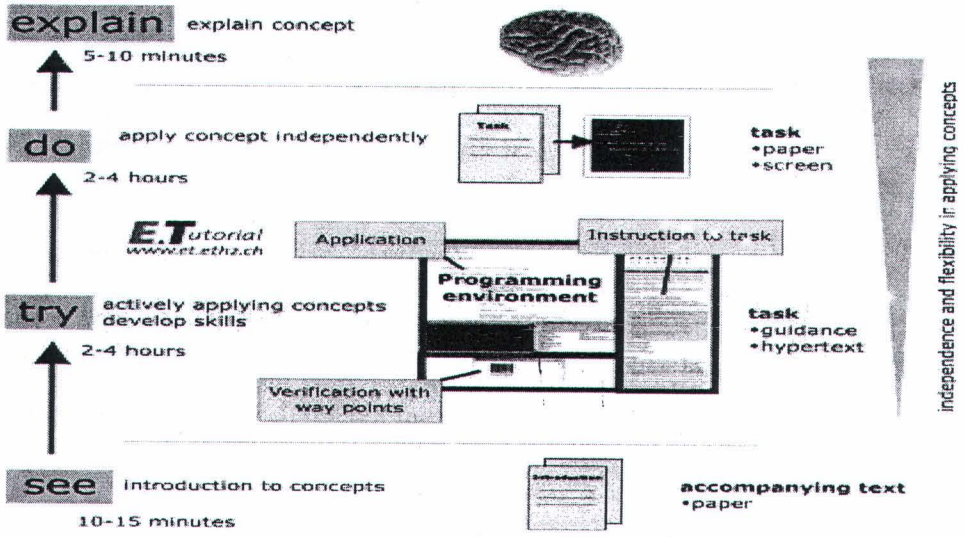
ควบคุมถึงข้อเสนอหรือปัญหาที่เกี่ยวข้องในการถกเถียงหรือส่วนต่าง ๆที่เกี่ยวข้อง 6)มีการใช้สื่อที่หลากหลาย ที่มีรูปแบบแตกต่างกันเช่นข้อความ กราฟ รูปภาพ หรืออื่น ๆ ที่สามารถติดต่อสื่อสารได้ในสิ่งแวดล้อมที่ออกแบบ 7)ควรมีการปิดบังชื่อที่มีการให้ข้อสังเกตุ 8) มีการปฏิสัมพันธ์ได้ทั้งแบบ Synchronous และ Asynchronous 9)ที่รองรับของระบบปฏิบัติการต้องเป็นอิสระไม่ขึ้นกับฮาร์ตแวร์ 10)มีโครงสร้างเป็นสิ่งจูงใจ เพื่อให้นักเรียนประหยัดเวลาและทรัพยากรรวมทั้งค่าใช้จ่าย ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบสิ่งแวดล้อมดังนี้ 1) จัดทำ Posting comment เป็นสิ่งแวดล้อมเปิด 2) สนับสนุนและประกาศความคิด 3) จัดเตรียมโครงสร้างที่เป็นลำดับชั้นในการหาฟังก์ชันต่าง ๆได้โดยง่าย 4) เตรียมความสามารถในการเชื่อมโยงทรัพยากรจากภายนอกผู้เรียนทุกคนจะมี web pages ที่ใช้ในการแสดง 5)ผู้สอนจะควบคุมข้อเสนอต่าง ๆ ซึ่งมีการลงมติถึงการใช้ประโยชน์ในหน้าที่ต่าง ๆ 6)มีการใช้สื่อประสม (Hypertext) เพื่อเชื่อมโยงสนับสนุนการแสดงที่ซับซ้อน 7) มีการปิดบังในส่วนที่มีการถูกสร้าง 8)เป็นการปฏิสัมพันธ์แบบเชื่อมโยงโดยตรง 9)ใช้ได้บนเครื่องคอมพิวเตอร์พีซีและแมค 10)มีโครงสร้างเพื่อเป็นสิ่งจูงใจ เพื่อให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียน

Hazeyama, Ogame & Miura(2005) ทำการศึกษาเรื่อง Cognitive Apprenticeship-based Object-oriented Software Engineering Education Support การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาการใช้ Cognitive Apprenticeship-based เพื่อสนับสนุนในการศึกษาการสร้างซอฟต์แวร์ การศึกษาครั้งนี้พบว่า การพัฒนาซอฟต์แวร์เชิงวัตถุนั้นต้องอาศัยความรู้อย่างมากการแก้ปัญหานั้นมีวิธีการหลากหลายซึ่งยากสำหรับผู้เรียนที่ไม่มีประสบการณ์ที่สามารถพัฒนาซอฟต์แวร์ให้สำเร็จได้ตามวัตถุประสงค์ ดังนั้นผู้เรียนจึงต้องได้รับการแนะนำหรือได้รับข้อเสนอแนะบนพื้นฐานของบริบทของการเรียนรู้ โดยใช้ Cognitive apprenticeship model ซึ่งประกอบไปด้วย (1) Modeling โดยผู้ชำนาญจะกระทำงานที่สามารถให้นักเรียนสามารถสังเกตและสร้าง Conceptual model ของกระบวนการได้ หรือผู้สอนแสดงและให้คำแนะนำตัวอย่างของภาษาโปรแกรม โดยเน้นให้นักเรียนเข้าใจถึงบทบาทของการสร้างซึ่งมีการเชื่อมโยงในการวิเคราะห์ การออกแบบ การเขียนโปรแกรม (2) Coaching โดย Peer review ซึ่งจะช่วยสังเกตนักเรียนและให้ข้อเสนอแนะเป็นนัยรวมทั้งผลป้อนกลับเพื่อให้นักเรียนเป็นผู้ชำนาญ (3) Scaffolding ฐานความช่วยเหลือจะสนับสนุนผู้สอนในการช่วยเหลือนักเรียนในการกระทำงานโดยให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่มในลักษณะการร่วมมือกัน ประกอบด้วย Process monitoring support โดยเตรียมแผนงานในการกระทำหน้าที่ต่าง ๆแสดงให้ผู้เรียนให้ทราบว่าต้องทำอะไรบ้างผู้เรียนสามารถบันทึกถึงความก้าวหน้าของการกระทำได้ตามรายการ Information sharing สร้างส่วนที่ทำให้สมาชิกในกลุ่มและทีมงานผู้สอนสามารถแบ่งปันความรู้กันได้ Inspection process support เป็นการประกันคุณภาพของผลลัพธ์ เพื่อให้สามารถตรวจพบข้อบกพร่อง พร้อมให้คำแนะนำเพื่อลดความเสี่ยงสำหรับผู้พัฒนามือใหม่ อีกทั้งมีการสนับสนุนการติดต่อสื่อสาร (Communication support) (4)Articulation ผู้พัฒนาสามารถบรรยาย Design rationale(DR) ในการนำไปใช้ในการสร้างไดอะแกรม มีรูปแบบในการบันทึกซึ่งสามารถตรวจสอบหรือพิจารณา

ได้ว่าถูกต้องหรือไม่ นอกจากนี้มีเครื่องมือที่สนับสนุน Cognitive apprenticeship (Tholander, 2002) ประกอบไปด้วย (1) Expert problem solving tracks เป็นการเก็บบันทึกการแก้ปัญหาของผู้เชี่ยวชาญในวิธีการต่าง ๆ โดยจัดเป็นหมวดหมู่เพื่อเป็นตัวอย่าง (2) A library of model patterns เป็นการวิเคราะห์รูปแบบที่ใช้ในระหว่างวิเคราะห์ระบบ ซึ่งมุ่งที่การถ่ายโยงของไดอะแกรมที่สร้างขึ้นในแต่ละระยะ (3) Assistance to encourage reflection ระบบจะถามนักเรียนเพื่อดูการไตร่ตรองของผู้เรียน

Faessler, et al.(2006) ได้ทำการศึกษาเรื่อง Evaluating student motivation in constructivistic, Problem-based introductory computer science courses การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาแรงจูงใจซึ่งส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน ผลของการศึกษาพบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนสร้างขึ้นจากแนวความคิดที่รอบรู้ (Mastery of concept) และ ทักษะ (Skill) โดยสิ่งที่จะสนับสนุนการแก้ปัญหานั้นจะเริ่มจากการสร้างโครงสร้างความรู้ของนักเรียนได้ด้วยตนเองโดยตรง (Self-directed construction) ในระดับลึกเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ การวิเคราะห์กระบวนการนั้นจะใช้วิธีสอบถามความสัมพันธ์ระหว่างแรงจูงใจและงานที่ระบุในการแก้ปัญหา ซึ่งแสดงเป็นลำดับของการแก้ปัญหาที่เลือก การจัดเตรียมปัญหาให้แก่นักเรียนนั้นจะสร้างเป็นกรอบแนวคิด(Concepts) เป็นโครงสร้างเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเห็นเนื้อหาของวิชาในบริบทที่มีความหมาย(Meaningful context) และเป็นประโยชน์ในระหว่างการเรียน ซึ่งแนวคิดนี้มีการเชื่อมโยงไปยังทักษะตามจุดมุ่งหมายของการสอนซึ่งใช้ Problem-Based Learning(PBL) โดยผู้เรียนสามารถติดต่อผ่านกิจกรรมทำให้เกิดความคิดที่สามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง กระบวนการต้องน่าสนใจ(Interesting) เกี่ยวข้องกัน (Relevant) และเป็นจริง(Realistic) ถ้าเป็นไปได้ต้องมีความสนุกสนาน(Entertaining) เพื่อเพิ่มแรงจูงใจ มิติของความสามารถทางปัญญา ประกอบด้วย 3 สิ่งได้แก่ แนวคิด(Concepts) ทักษะ (Skill) และความสามารถ(Capabilities) ซึ่งสามารถแสดงเป็นระดับของความสามารถได้ 3 แกน ประกอบด้วย Declarative Procedural และ Condition ของ Cognitive space(Mietzel, 2003) โดย Declarative จะบรรยายแนวคิด(อะไร:What) procedural จะแทนทักษะที่ต้องการในการแก้ปัญหา(อย่างไร: How) ส่วนCondition นั้นวัดความสามารถในการประยุกต์แนวคิดในการกำหนดปัญหา(ที่ไหนและเมื่อใด: Where and when) ซึ่งการพัฒนา 3 มิติในการเรียนรู้นี่เองเป็นตัวขับประสบการณ์ให้แก่บุคคลทำให้เป็นแรงเสริมให้สามารถประยุกต์ใช้ทักษะที่มีอยู่ได้เป็นอย่างดี วิธีการหนึ่งที่จะขยายมิติทางปัญญาทั้งสามมิติคือการสร้างฐานความช่วยเหลือ(Scaffolding) ที่สนับสนุนผู้เรียนซึ่งเป็นสิ่งที่นำทางผ่านไปในช่องว่างทางปัญญาของพวกเขา การสร้างความสามารถของนักเรียนนั้นอาจเริ่มจากปัญหาเล็ก ๆที่ เป็นการเรียนรู้แนวคิด มีการแทนแนวคิดต่อจากนั้นจึงมีปัญหาที่กระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียนให้ทำการประยุกต์แนวคิดโดยรวมหลาย ๆแนวคิดเพื่อแก้ปัญหาที่เป็นเนื้อหาใจความที่สำคัญโดยสามารถแทนแนวคิดในการแก้ปัญหานี้ในโลกของความเป็นจริงได้(Real world) ซึ่งความรู้นี้มีความยืดหยุ่น(Flexibly) จากการศึกษาพบว่าการแก้ปัญหาที่ดีนั้นต้องทำให้กระบวนการเรียนรู้นั้นเป็นมิตรกับสมองโดยแตก

ออกเป็น 4 ขั้นตอนคือ เห็น (See) พยายาม(Try) ทำ(Do) และอธิบาย(Explain) โดยให้ผู้เรียนได้เห็นถึงแนวคิด รวมทั้งสามารถที่จะมีโอกาสในการพยายามประยุกต์แนวคิดอย่างมีชีวิตชีวาด้วยคำแนะนำที่เหมาะสม และสามารถกระทำการประยุกต์ได้อย่างเป็นอิสระ พร้อมกับตรวจสอบถึงความเข้าใจโดยการอธิบายถึงการแก้ปัญหานี้แก่ผู้สอนได้ ซึ่งแบบจำลองทั้งสี่ขั้นตอนนี้เองใช้เป็นโครงสร้างในสิ่งแวดล้อมของการเรียนรู้ ดังแสดงในภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 แสดงโครงสร้างสิ่งแวดล้อมของการเรียนรู้ (Faessler, 2006)

ในขั้นตอนแรกนั้น จะมีการแนะนำแนวคิดที่เกี่ยวข้องโดยกล่าวแบบสรุปเป็นข้อความหรือเอกสาร เพื่อใช้เป็นพื้นฐานที่ผู้เรียนจะประยุกต์ใช้ในขั้นตอนที่ 2 ผู้เรียนจะมีการทำงานกับ E.Tutorial ซึ่งประกอบด้วยหน้าต่างหลาย ๆหน้าต่างซึ่งผู้เรียนสามารถกระทำทีละขั้นตอนเพื่อแก้ปัญหาด้วยคำสั่งต่าง ๆที่แสดงบนหน้าต่าง ซึ่งการแนะนำต้องเป็นโครงสร้างที่ผู้เรียนรู้มีชีวิตชีวาและเพิ่มความเป็นอิสระในการขยายความคิดให้ก้าวหน้าผ่านสื่อต่าง ๆเหล่านี้ ในขั้นตอนที่สามผู้เรียนต้องแก้ปัญหา และขั้นตอนสุดท้ายเป็นการแสดงคำอธิบายในการเรียนรู้ซึ่งผู้สอนสามารถประเมินถึงผลลัพธ์ของการเรียนรู้ได้ สำหรับในขั้นตอนที่สองและขั้นตอนที่สามนั้นผู้เรียนสามารถกระทำหลาย ๆรอบจนกระทั่งได้ผลลัพธ์ที่น่าพอใจได้ ผลสรุปของการทดลองนี้พบว่า แรงจูงใจนั้นขึ้นกับความยากง่ายของงานที่ได้รับและเวลาที่ใช้ในการแก้ปัญหาของงานนั้น การท่องจำในการปฏิบัติทำให้แรงจูงใจต่ำลง และแรงจูงใจสามารถทำให้กลับมาใหม่ได้ถ้างานนั้นเป็นงานที่อยากกระทำ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ พบว่า 1) การออกแบบและพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ มีการออกแบบที่อาศัยพื้นฐานทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ ในการพัฒนาโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ ซึ่งผลจากการวิจัยในการ

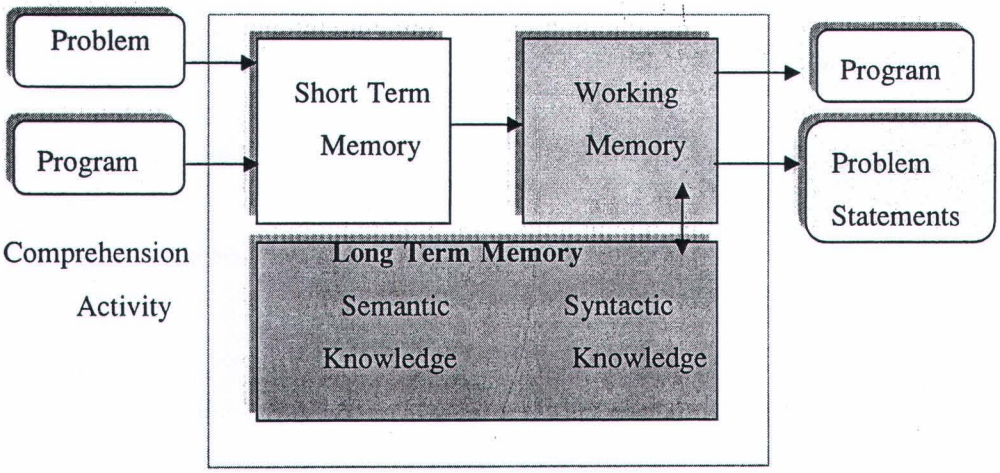
พัฒนาโมเดล จะประกอบไปด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ของโมเดลที่สามารถอธิบายได้ด้วยพื้นฐานของหลักการ และทฤษฎีที่นำมาใช้ในการออกแบบและพัฒนา (Hazeyama, 2005; Faessler, 2006; Nulden, 1997; สุมาลี ชัยเจริญ, 2549; สุมาลี ชัยเจริญ, 2550; สุพรรษา วงศ์กัลยา และ สุมาลี ชัยเจริญ, 2551; อิศรา ก้านจักร, 2552; จารุณี ชามาตย์, 2552; ธีรวัฒน์ สารมโน, สุมาลี ชัยเจริญ และ ชาลิสา โพธิ์นิ่มแดง, 2552) 2) ความคิดเห็นของผู้เรียนที่มีต่อโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ฯ ผู้เรียนมีความคิดเห็นว่า ด้านเนื้อหาในการเรียนรู้มีสารสนเทศที่จัดให้เพียงพอ ชัดเจน ครอบคลุมสำหรับการแก้ปัญหาในสถานการณ์ และสามารถนำไปใช้กับชีวิตประจำวันได้ ด้านสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ มีการกระตุ้นให้ผู้เรียนกระตือรือร้น ในการเรียนรู้ที่จะสืบเสาะแสวงหาสารสนเทศจากแหล่งต่าง ๆ นำมาใช้ในการแก้ปัญหาและภารกิจการเรียนที่ได้รับสนับสนุนให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง ส่งเสริมการเรียนแบบร่วมมือ ด้านการออกแบบสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่าย การออกแบบสถานการณ์ปัญหาและภารกิจในการเรียนรู้ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดแนวคิดที่หลากหลาย จากการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นผ่านประสบการณ์เรียนรู้ของแต่ละบุคคล (สุมาลี ชัยเจริญ, 2547; อิศรา ก้านจักร, 2547; จารุณี ชามาตย์, 2552) 3) ผลการจัดการสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนว Constructivism ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนจากสิ่งแวดล้อมทางการเรียนบนเครือข่ายที่พัฒนาตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน(สุมาลี ชัยเจริญ, 2549; จารุณี ชามาตย์, 2552; อิศรา ก้านจักร, 2552) เห็นได้ว่างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ มีความสำคัญและความจำเป็นอย่างยิ่งในการออกแบบโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายที่ส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรม ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ สนับสนุนให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเองอย่างไม่จำกัด

ผลจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการออกแบบเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน ประกอบไปด้วย (1)Problem-Based Learning(PBL) เป็นการกระตุ้นหรือแรงจูงใจให้ผู้เรียนสร้างความรู้โดยติดต่อผ่านกิจกรรมทำให้เกิดความคิดที่สามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง (2)ฐานความช่วยเหลือ(Scaffolding) สนับสนุนผู้เรียนในการแก้ปัญหา (3)การทำงานแบบร่วมมือกัน คือให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่ม (4)เครื่องมือในการติดต่อสื่อสาร เพื่อขยายโครงสร้างทางปัญญา (5)ตัวอย่างของโปรแกรมเพื่อให้ผู้เรียนเชื่อมโยงกระบวนการคิดนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ (6)แผนงานที่แสดงให้ผู้เรียนทราบกิจกรรม (7)การประกันคุณภาพของผลลัพธ์เพื่อให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบข้อบกพร่องได้ สิ่งแวดล้อมการเรียนรู้เหล่านี้สามารถส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรมของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจโปรแกรม

Shneiderman(1979) ได้ทำการศึกษาเรื่อง Syntactic Semantic Interactions in Programmer Behavior: A Model and Experimental Results โดยมีวัตถุประสงค์แสดงโครงร่างพุทธิปัญญา(Cognitive framework) เพื่อบรรยายพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องในการรวมโปรแกรม

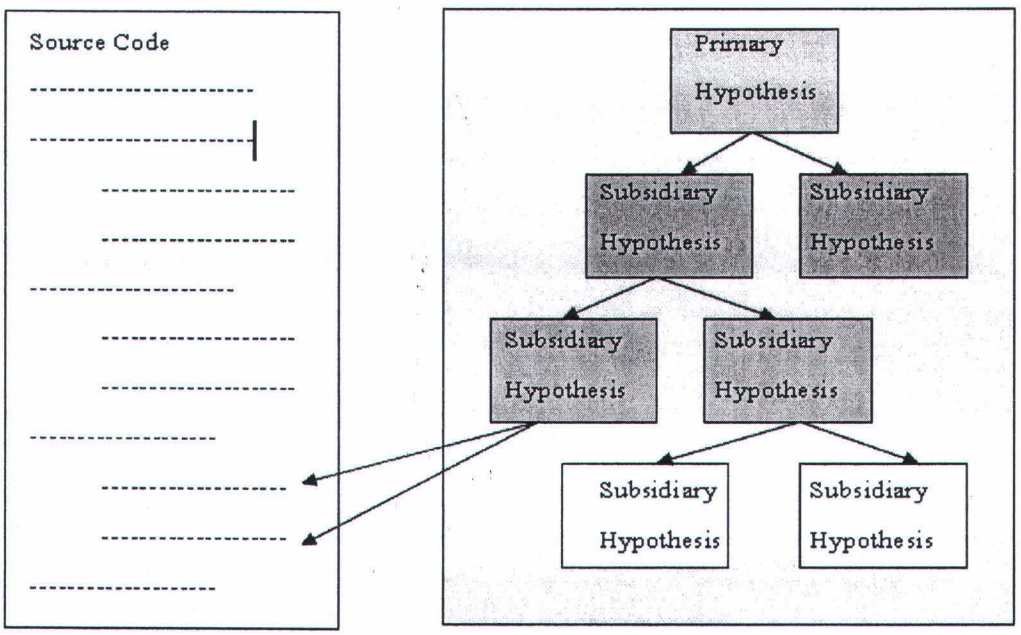
(Program composition) การเข้าใจ(Comprehension) การแก้จุดบกพร่อง(Debugging) การดัดแปลง(Modification) และการได้รับแนวคิดการเขียนโปรแกรม(Programming concepts) ทักษะ(Skill) และ ความรู้(Knowledge) ของโปรแกรมเมอร์ ผลการศึกษา พบว่า โปรแกรมเมอร์รักษาความรู้ที่มีความหมายและความรู้ที่เกี่ยวกับการสร้างประโยค ในหน่วยความจำของระยะยาว และใช้หน่วยความจำระยะสั้นและหน่วยความจำทำงานในการแสดงหน้าที่ที่หลากหลายที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม ความรู้ความหมายและความรู้ที่เกี่ยวกับการสร้างประโยคโดยส่วนมากจะแยกออกจากกัน ความรู้ความหมายนั้นจะถูกทำให้เป็นลำดับชั้น ๆและเป็นไม่ขึ้นต่อภาษาโปรแกรมใด ๆ ความรู้ที่เกี่ยวกับการสร้างประโยคจะประยุกต์ใช้กับภาษาโปรแกรมที่กำหนด ดังนั้นกระบวนการทำความเข้าใจโปรแกรมตามทฤษฎีนี้ ผู้อ่านโปรแกรมสามารถสร้างความหมายภายในเป็นหลายระดับ(Multilevel)เพื่อแทนโปรแกรมที่อ่าน การประมวลผลนั้นเป็นการเข้ารหัสจากรูปแบบหรือวากยสัมพันธ์โปรแกรมเป็นนามธรรมซึ่งไม่ถูกจดจำโดยตรง ความเข้าใจจะค่อย ๆก่อรูปขึ้นโดยการยอมรับหรือจดจำส่วนประกอบโปรแกรมที่เรียกว่ากลุ่ม(Chunk) ส่วนประกอบเหล่านี้ถูกรวบรวมอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งสามารถอธิบายการทำงานของโปรแกรมทั้งหมดได้ งานวิจัยนี้เป็นการแสดงโมเดลความเข้าใจโปรแกรมที่เป็นต้นแบบ ทำให้ทราบถึงพฤติกรรมโปรแกรมเมอร์ในการทำความเข้าใจที่เกี่ยวกับการสร้างประโยคหรือความหมายของโปรแกรม ซึ่งความรู้รูปแบบและความรู้ความหมาย(Syntactic & Semantic Knowledge) ดังแสดงในภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 แสดง Syntactic & Semantic Knowledge (Shneiderman, 1979)

Brooks(1983) ได้ศึกษาเรื่อง Towards a Theory of the Comprehension of Computer Programs โดยมีวัตถุประสงค์ศึกษาถึงทฤษฎีความเพียงพอ(Sufficiency theory) เป็นทฤษฎีที่แสดงถึงการประมวลผลที่โปรแกรมเมอร์พยายามทำความเข้าใจโปรแกรม สรุปได้ว่ามีปัจจัย 4 อย่างที่แปรผันตามพฤติกรรมของงานอันได้แก่ 1) การการคำนวณที่กระทำในโปรแกรม 2) คุณสมบัติของข้อความโปรแกรม 3) เอกสารที่จำเป็น 4) ความแตกต่างระหว่างการกระ

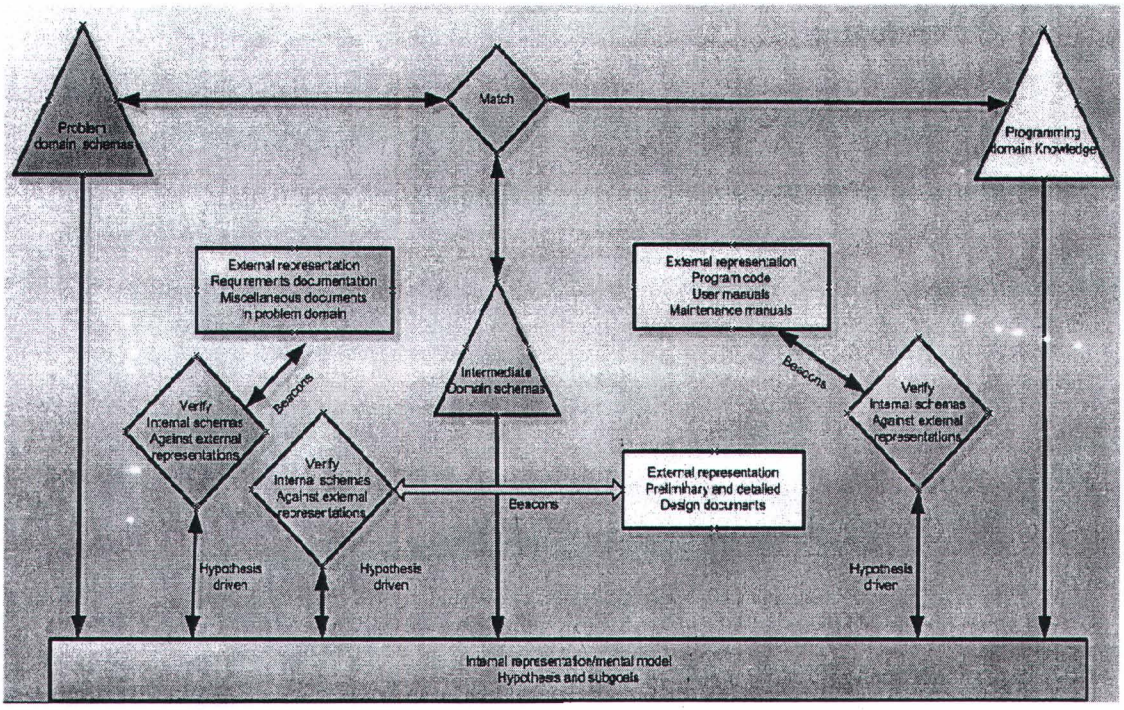
ทำงาน จุดเริ่มต้นของทฤษฎีนี้คือการวิเคราะห์โครงสร้างของความรู้ที่ถูกต้องในการทำความเข้าใจ ซึ่งเป็นมุมมองความรู้ที่ถูกรวบรวมไปยังขอบเขตงานที่กำหนด ซึ่งเป็นสะพานเชื่อมระหว่างปัญหาแรกเริ่มและโปรแกรม ผลของการศึกษาทำให้ทราบว่าการประมวลผลการเข้าใจโปรแกรมคือกระบวนการสร้างความรู้ใหม่ในลักษณะของ Top-down โดยโปรแกรมเมอร์จะทำการสร้างสมมุติฐานแรกเริ่มจากการคาดเดาที่ไม่ชัดเจน แต่จะถูกกลั่นกรองและถูกกระทำอย่างประณีตมีการขยายอยู่บนพื้นฐานของการอ่านจากโปรแกรมต้นฉบับและเอกสารอื่น ๆ จนกระทั่งโปรแกรมเมอร์จะมีความเข้าใจโปรแกรมสมบูรณ์เมื่อมีการจับคู่จาก Top level domain หรือ Problem domain ไปยัง Bottom level domain หรือ Programming domain โดยการกำหนดสมมุติฐานเริ่มต้นนั้นอาจสร้างขึ้นจากชื่อของโปรแกรมก่อน แต่จะถูกแก้ไขให้สละสลวย(Refines) และมีการขยาย(Elaborate) เพิ่มขึ้นจากสารสนเทศที่ดึงจากข้อความในโปรแกรมคำสั่งหรือจากเอกสารที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ โดยสมมุติฐานหลักจะถูกแยกเป็นสมมุติฐานย่อย ๆ ขึ้นอยู่กับแรงจูงใจของโปรแกรมเมอร์ในการทำความเข้าใจโปรแกรม การแบ่งจะกระทำต่อเนื่องจนกระทั่งสามารถผลิตสมมุติฐานที่โปรแกรมเมอร์สามารถจับคู่หรือแก้ไขกับคำสั่งโปรแกรมได้ ดังแสดงในภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 แสดง กระบวนการสร้างและแก้ไขสมมุติฐาน (Brook, 1983)

Brooks ได้กำหนดความรู้ที่โปรแกรมเมอร์ต้องมีในกระบวนการทำความเข้าใจโปรแกรม ได้แก่ Intra-domain knowledge และ Inter-domain knowledge โดย Intra-domain knowledge ความรู้เกี่ยวกับออปเจ็กต์(Object) แต่ละโดเมน ซึ่งรวมถึงคุณสมบัติ(Properties) และความสัมพันธ์(Relationship) การปฏิบัติการ(Operation) ซึ่งสามารถกระทำเป็นลำดับของ

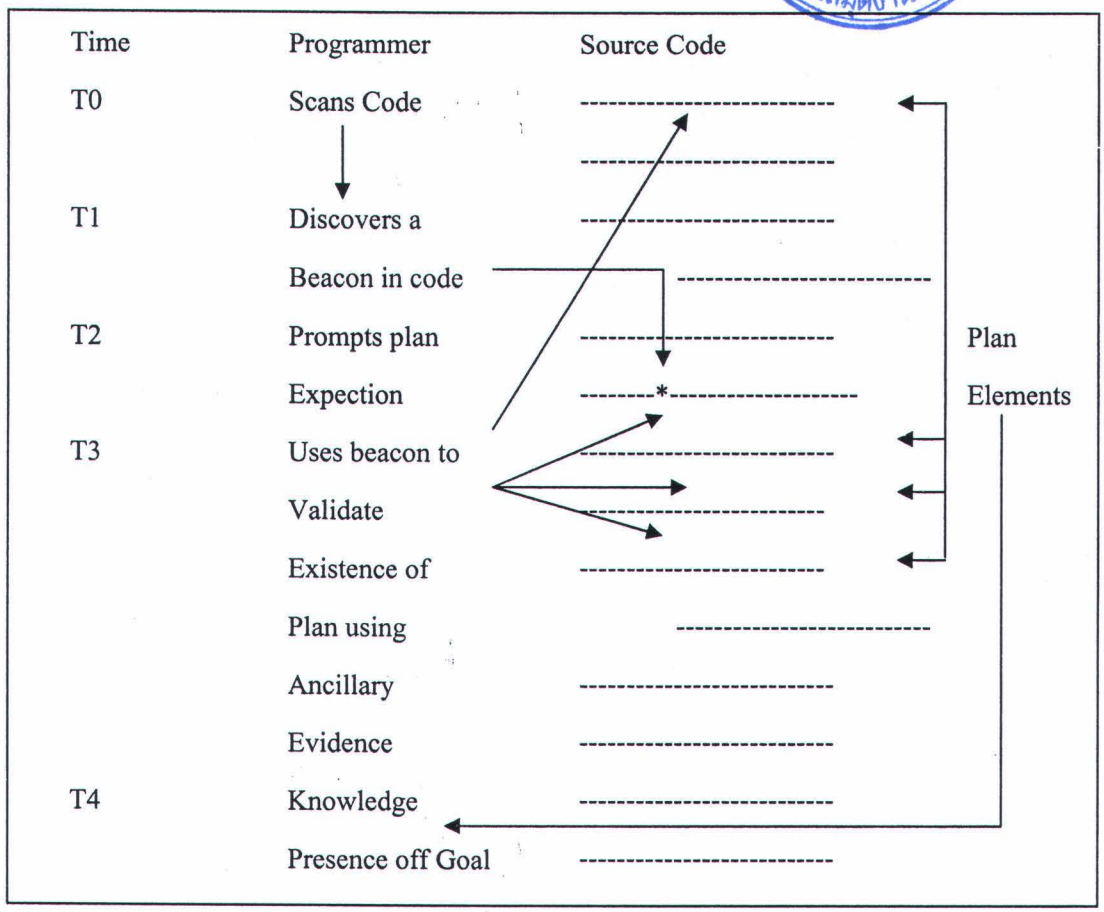
การปฏิบัติงานที่ประยุกต์ใช้ สำหรับ Inter-domain knowledge ความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างออปเจ็กต์และการกระทำที่ใช้ เช่น รูทีนเรียงลำดับ ขอบเขตของอัลกอริทึมนั้นสามารถจับคู่ไปยังลำดับของคำสั่ง ตัวแปร และฟังก์ชันหรือออปเจ็กต์ในขอบเขตของการเขียนโปรแกรม (Programming domain) ดังแสดงในภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 แสดง Top-down Model (Brook, 1983)

Soloway และ Ehrlich(1984) ได้ทำการศึกษาเรื่อง Empirical Studies of Programming Knowledge การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาถึงความแตกต่างระหว่างประสิทธิภาพของโปรแกรมเมอร์มือใหม่และโปรแกรมเมอร์ที่เชี่ยวชาญ เมื่อมีการเผชิญหน้ากับโปรแกรมที่มีแผนงานและโปรแกรมที่ไม่มีแผนงาน โดยประเมินถึงการใช้แผนงาน(Plan)การเขียนโปรแกรม และ กฎของการเขียนโปรแกรม(Rule of discourse) ผลของการศึกษา พบว่าโปรแกรมเมอร์ที่เชี่ยวชาญจะกระทำได้ดีกว่าโปรแกรมเมอร์มือใหม่สำหรับโปรแกรมที่มีแผนงานเนื่องจากมีประสบการณ์และคาดหมายกฎของการเขียนได้ดีกว่า แต่สำหรับโปรแกรมที่ไม่มีแผนงานนั้นโปรแกรมเมอร์มือใหม่จะกระทำได้มีประสิทธิภาพมากกว่า เนื่องจากโปรแกรมเมอร์ที่เชี่ยวชาญจะสับสนกับกฎที่ผิด(Violation) แต่จะคาดหวังได้ดีเกี่ยวกับโครงสร้างโปรแกรมและสไตล์การเขียนโปรแกรม การทดลองนี้ใช้วิธีการคิดดัง ๆ(Think aloud) ในการทดลอง เพื่อสังเกตถึงความเป็นจริงในการกระทำงาน ตามเวลาที่กำหนดและจับความตั้งใจของโปรแกรมเมอร์ ดังแสดงในภาพที่ 2.8

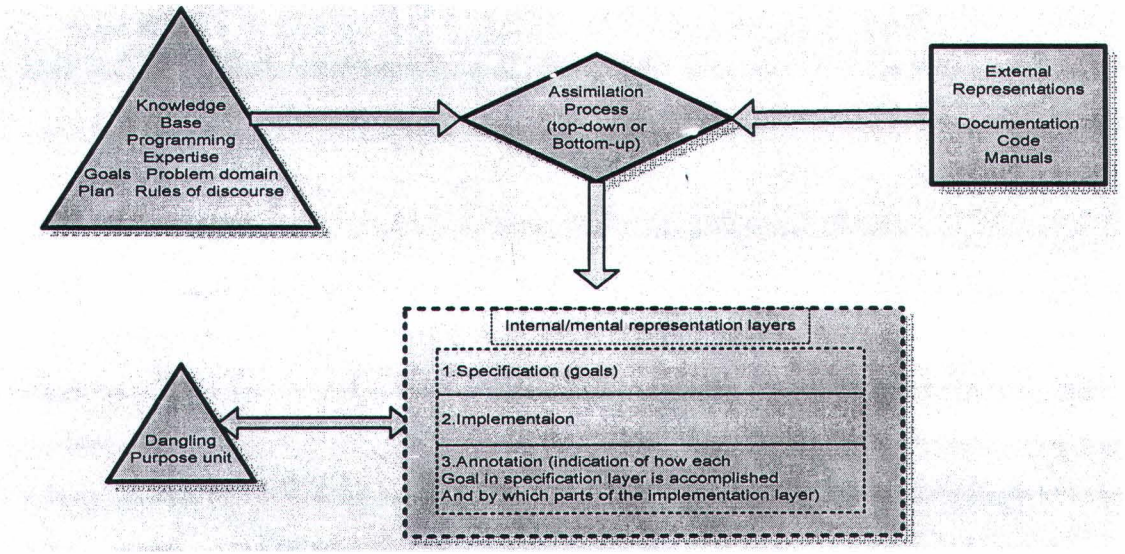
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย



ภาพที่ 2.8 แสดง Opportunistic Recognition of Programming Plans (Soloway & Ehrlich ,1984)

Letovsky(1986) ทำการศึกษาเรื่อง Cognitive Processes in Program Comprehension เป็นการศึกษาความพยายามของโปรแกรมเมอร์ในการบำรุงรักษาโปรแกรมสำหรับคำสั่งที่ไม่คุ้นเคย งานของการบำรุงรักษานี้ต้องการความเข้าใจโครงสร้างคำสั่งและการปฏิบัติดังนั้นแผนงาน(Plan) การแก้ไขที่เหมาะสมเป็นสิ่งที่สำคัญ การศึกษาการทำความเข้าใจโปรแกรมนี้ได้ติดตามรอย(Trace)ของกระบวนการคิดโดยการใช้ Think aloud ผลของการศึกษาพบว่า ผู้เรียนแสดงให้เห็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นคือมีการถามคำถามเพื่อให้ผู้บำรุงรักษาเดาคำตอบและนำมาแปลความ(Interpretation) โมเดลพุทธิปัญญาของ Letovsky นั้นจะมีการแบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบได้แก่ฐานความรู้ , เมนทอลโมเดล และกระบวนการดูดซึม 1)ฐานความรู้เป็นความเชี่ยวชาญของโปรแกรมเมอร์ และประสบการณ์หรือความรู้ที่มีมาก่อน(Background knowledge) ในเรื่องของขอบเขตความรู้การเขียนโปรแกรม ความรู้วากยสัมพันธ์ ความรู้ขอบเขตของปัญหาทั่วไป กฎของโปรแกรม แผนงาน วัตถุประสงค์ของโปรแกรม 2)เมนทอลโมเดล แทนรูปแบบภายในของผู้บำรุงรักษาหรือแนวความคิดของโปรแกรมที่แบ่งเป็น 3 ระดับ แบ่งเป็น Specification layer ซึ่งเป็นการบรรยายถึงวัตถุประสงค์ของโปรแกรม Implementation

layer เป็นการแสดงนามธรรมในระดับต่ำที่สุด และ Annotation layer เป็นระดับของคำอธิบายประกอบซึ่งเชื่อมโยงแต่ละวัตถุประสงค์ตามที่ได้ระบุไว้ในระดับที่หนึ่ง เป็นสภาพจริงในระดับการสร้าง โดยระดับเหล่านี้จะบรรจุมุมองนามธรรมของคำสั่งในระดับสูง, การสร้างรายละเอียดในระดับต่ำ และการจับคู่ระหว่างทั้งสองระดับ 3)กระบวนการดูดซึมสามารถเป็นการดึงฐานความรู้และส่วนช่วยเหลือภายนอกอันได้แก่คำสั่งโปรแกรมหรือเอกสารในการสร้างและแก้ไขเมนทอลโมเดล ซึ่งสามารถกระทำได้ทั้งแบบล่างขึ้นบนหรือบนลงล่างก็ได้ สำหรับระดับล่างเป็นคำสั่งโปรแกรมและในระดับบนเป็นภาพนามธรรมของโปรแกรม โดยผู้บำรุงรักษาโปรแกรมสามารถสลับวิธีการในการทำความเข้าใจให้เหมาะสมกับการได้รับความรู้ ดังแสดงในภาพที่ 2.9

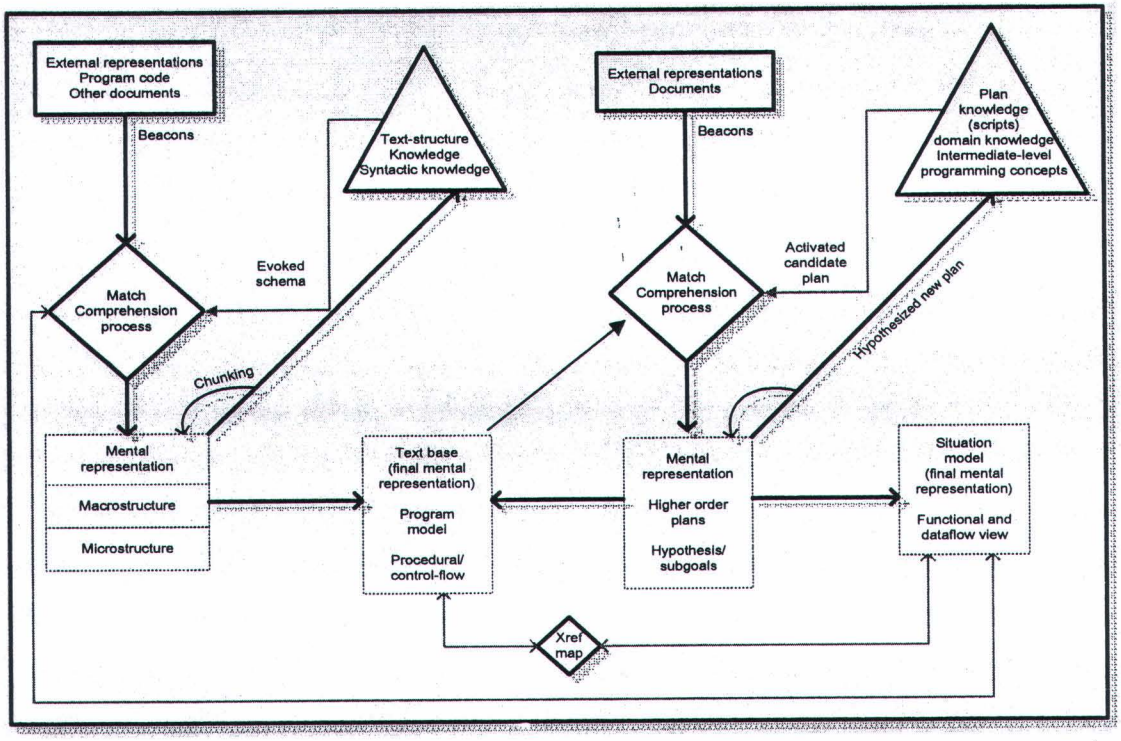


ภาพที่ 2.9 แสดง Comprehension Model (Letovsky, 1986)

Littman, et al.(1986) ทำการ ศึกษา เรื่อง Mental Models and Software Maintenance โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ทราบว่าความเข้าใจโปรแกรมประกอบขึ้นอย่างไร หน้าที่หรือองค์ประกอบที่สำคัญในการบำรุงรักษางานหรือส่งเสริมโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีอะไรบ้าง การวิเคราะห์ข้อมูลจากการวิเคราะห์โปรโตคอลของวีดีทัศน์ของโปรแกรมเมอร์ที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับโปรแกรมฐานข้อมูลบุคลากร ซึ่งวิเคราะห์กลยุทธ์ของความเข้าใจของโปรแกรมเมอร์คือ กลยุทธ์ระบบ(Systematic strategy) และกลยุทธ์ As-needed โดยมุ่งไปยังพฤติกรรมภายในของลำดับการศึกษาโปรแกรม ผลการศึกษา พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างการใช้วิธีการระบบเพื่อรับความรู้เกี่ยวกับโปรแกรมและแก้ไขโปรแกรมให้สำเร็จ สำหรับโปรแกรมเมอร์ที่ใช้กลยุทธ์ As-needed จะล้มเหลวในการแก้ไขโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมเมอร์ผู้ใช้ Systematic จะสามารถรวบรวมความรู้เกี่ยวกับการปฏิสัมพันธ์ที่เป็นเหตุเป็นผลขององค์ประกอบของโปรแกรมได้ดีกว่า

โปรแกรมเมอร์ผู้ใช้กลยุทธ์ As-needed ข้อสังเกตการศึกษาเชิงประจักษ์นี้ได้จากรายงานของโปรแกรมเมอร์ที่มีความเชี่ยวชาญจำนวน 10 คนที่กำลังปฏิบัติการหน้าที่ในการบำรุงรักษา เหตุผลของความแตกต่างนั้นคือความแตกต่างของการอ่านโปรแกรมงาน กุญแจที่ทำให้การแก้ไขสำเร็จคือความเข้าใจในการปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ การสันนิษฐานถึงสถานการณ์ต่าง ๆ ที่พยายามในการทำความเข้าใจการปฏิบัติการของโปรแกรมในภาพรวม งานวิจัยนี้จะมีประโยชน์ทำให้ทราบว่าโปรแกรมเมอร์ควรเข้าใจระบบงานก่อนที่จะปรับปรุงแก้ไขร่างต้นฉบับโปรแกรม

Pennington(1987a, 1987b) ทำการศึกษาเรื่อง Comprehension Strategies in Programming โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาโมเดลความเข้าใจโปรแกรมที่เป็นขั้นตอน (Procedural program comprehension) และทดสอบความแตกต่างระหว่างรูปแบบการแทนความเข้าใจที่สร้างขึ้นในขณะทำความเข้าใจโปรแกรมได้แก่ 1) Domain model ซึ่งคล้ายกับ โมเดลสถานการณ์ สะท้อนถึงเอ็นติตี้ของขอบเขตปัญหา ได้แก่ฟังก์ชัน และคำสั่งกระแสข้อมูล ซึ่งเป็นการถ่ายโยง(Transformations) ถูกประยุกต์ไปยังตัวแปร(Variable) ที่ปฏิบัติการในโปรแกรมเพื่อเปลี่ยนข้อมูลจากสถานะข้อมูลเข้า(Input)เป็นสถานะของผลลัพธ์(Output) สำหรับฟังก์ชันนั้นเป็นความรู้ที่แยกออกเป็นหน่วยย่อย ๆ ความเข้าใจนั้นต้องการความรู้ของขอบเขต(Domain)ของโปรแกรม 2) Program model คล้ายกับประพจน์ของข้อความ(Propositional textbase) สะท้อนถึงการแทนข้อความในโปรแกรม อันได้แก่ คำสั่งควบคุม หรือคำสั่งในการปฏิบัติงานต่าง ๆ โดยทั่วไปเป็นคำสั่งเพียง1คำสั่ง สำหรับกระแสควบคุม(Control flow) เป็นลำดับของบรรทัดคำสั่งที่ถูกปฏิบัติงาน ซึ่งเป็นนามธรรมในระดับต่ำ(Low level of abstraction) ซึ่งสามารถหาได้ในข้อความโปรแกรม วิธีการในการทดลอง โดยให้นักเรียนอ่านโปรแกรมโดยจำกัดเวลาและถามคำถามเพื่อสะท้อนความแตกต่างของแต่ละกลุ่ม ผลการศึกษา พบว่า รูปแบบการแทนความเข้าใจโปรแกรมของนักเรียนได้สนับสนุนโมเดลคู่(Dual model) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าคำสั่งการแสควบคุม(Control flow) และการแทนการปฏิบัติการ สร้างขึ้นจาก Program model โดย Pennington ได้สมมุติว่า ผู้อ่านใช้แผนงานความรู้(Plan knowledge) ในการสร้าง Situation model ซึ่งแผนงานเป็นกลุ่มของกิจกรรมเมื่ออยู่ในลำดับที่ถูกต้องก็จะได้รับวัตถุประสงค์ที่ตรงตามความต้องการ แผนงานเป็นพื้นฐานแรกของความสัมพันธ์ของกระแสข้อมูล สำหรับโปรแกรมเมอร์มือใหม่(Novice programmer) โปรแกรมเมอร์ที่ไม่มีประสบการณ์จะสร้าง Program model ได้ดีแต่สร้าง Domain model ได้ไม่ดี หลังจากเรียนรู้โปรแกรมที่เขียนด้วยภาษา FORTRAN และ COBOL รูปแบบการแทนความรู้(Mental Representation) จะขาดในส่วนของ Function knowledge แต่สำหรับโปรแกรมเมอร์ที่เชี่ยวชาญนั้นจะมีการสร้าง Domain model ได้ดีกว่าโปรแกรมเมอร์มือใหม่ ดังแสดงในภาพที่ 2.10



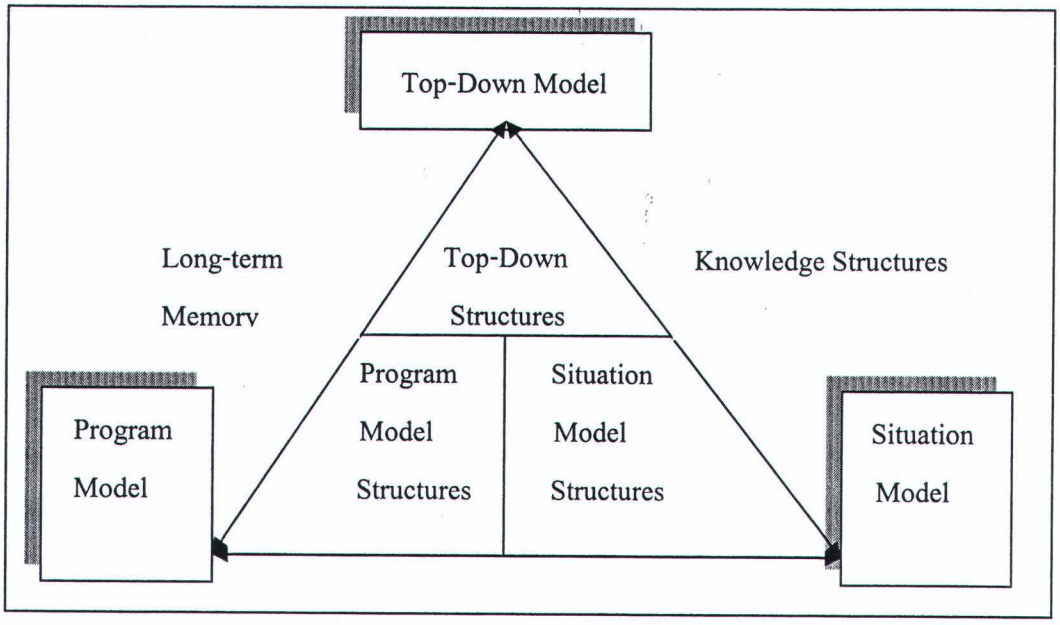
ภาพที่ 2.10 แสดง Bottom up Model (Pennington, 1987)

Crosby & Stelovsky(1990) ได้ทำการศึกษา เรื่อง How Do We Read Algorithms โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาถึงการเคลื่อนตาของโปรแกรมเมอร์ในการอ่านภาษาปาสคาลของโปรแกรมของการค้นหาแบบไบนารี(Binary search) และสไลต์ของการปฏิบัติงานตามขั้นตอน โดยทดสอบกับโปรแกรมเมอร์ที่มีประสบการณ์มากและน้อยจำนวน 19 คน การทดสอบนั้นจะทำการทดสอบก่อน โดยทดสอบความสามารถในการอ่านจับใจความของโปรแกรมเมอร์โดยเติมคำในช่องว่างเพื่อวัดการเข้าใจโปรแกรมโดยกำหนดเวลาในการทดสอบ ผลการศึกษา พบว่า รายงานส่วนมากเกี่ยวกับคุณภาพ คุณสมบัติและการทดลอง ไม่กำหนดสมมุติฐานที่เจาะจงใดใด ผู้มีประสบการณ์ในการอ่านสูงนั้นจะมีความตั้งใจมากในเรื่องของความหมายของคำสั่ง อย่างไรก็ตามกลยุทธ์ของการอ่านจะแตกต่างกันในความสนใจของคอมเมนต์และคำสั่ง จำนวนของการผ่านไปยังข้อความ ระดับของการเปรียบเทียบส่วนประกอบโปรแกรม ผลสรุปที่ได้จากงานวิจัยนี้มีประโยชน์ในการใช้สำหรับวิเคราะห์กราฟิกของข้อมูล

Corritore & Wiedenbeck (1991) ได้ทำการศึกษา เรื่อง What Do Novices Learn During Program Comprehension? มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการเข้าใจโปรแกรมคอมพิวเตอร์ของโปรแกรมเมอร์มือใหม่ ความสามารถในการทำความเข้าใจโปรแกรมคอมพิวเตอร์คือทักษะที่เริ่มต้นจากโปรแกรมเมอร์มือใหม่จนกระทั่งเป็นโปรแกรมเมอร์ผู้เชี่ยวชาญ รูปแทนการทำความเข้าใจของข้อความโปรแกรมของโปรแกรมเมอร์มือใหม่นั้นทดสอบจาก โปรแกรมเมอร์มือใหม่จำนวน 80 คน กำหนดให้ทดสอบในการทำความเข้าใจของส่วนโปรแกรมที่สั้น ๆ ผลการศึกษา

พบว่า โปรแกรมเมอร์มือใหม่ทำความเข้าใจโปรแกรมโดยทราบรายละเอียดที่สามารถแทนรูปแบบของความเข้าใจที่สนับสนุนงานที่กระทำได้โดยธรรมชาติโดยไม่มีโมเดลการใช้ที่อ้างอิงถึงโลกความจริง ในการศึกษาส่วนที่ 2 หาค่าควอร์ไทลล์จากการศึกษาความเข้าใจ ในโปรแกรมที่ยาวกว่า ผลของการวิจัย สรุปได้ว่าโปรแกรมเมอร์มือใหม่มีแนวโน้มแทนความรู้ในรายละเอียดของข้อความโปรแกรมที่อ้างอิงจากโลกของความเป็นจริงเพียงเล็กน้อย อย่างไรก็ตามกลยุทธ์การเข้าใจที่ถูกใช้แตกต่างกันสำหรับผู้มีความเข้าใจมากและผู้มีความเข้าใจน้อย ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมเมอร์มือใหม่ควรมีแนวความคิดเป็นนามธรรมให้มากขึ้น

Von Mayehauser and Vans(1995) ได้ศึกษาเรื่อง Program Understanding: Models and Experiments มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาโมเดลการรวมทฤษฎี(Integrated model) ของความเข้าใจซอฟต์แวร์ โดยรวมลักษณะสำคัญของโมเดลโปรแกรมและโมเดลสถานการณ์(Pennington, 1987) และ Top-down Model (Soloway & Ehrlich, 1984) เข้าด้วยกัน ผลของการวิจัยพบว่า โปรแกรมเมอร์ใช้การรวมของกระบวนการดูดซึมเมื่อต้องการทำความเข้าใจซอฟต์แวร์ โมเดลการรวม(Integrated model) ประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 4 อย่างได้แก่ Program model assimilation process, The situation model assimilation process, A top-down assimilation process และ A knowledge base โดย 3 องค์ประกอบแรกสะท้อนกระบวนการทำความเข้าใจของ (Pennington, 1987) และ (Soloway & Ehrlich, 1984) ตามลำดับขณะที่ฐานความรู้อ้างถึงความรู้ต้องการกระทำกับกระบวนการเหล่านี้ โปรแกรมเมอร์อาจสลับระหว่างองค์ประกอบทั้งสามในระหว่างกระบวนการทำความเข้าใจ โดย Top-down model เป็นส่วนสำคัญเมื่อโปรแกรมเมอร์มีความคุ้นเคยกับโปรแกรมหรืองานประยุกต์ สำหรับโปรแกรมเมอร์ที่ไม่คุ้นเคยกับคำสั่งจะสลับไปใช้ Bottom-up model โมเดลโปรแกรมและโมเดลสถานการณ์ถูกสร้างตามวิธีการหลาย ๆระดับ โดยโมเดลสถานการณ์เริ่มต้นจะถูกพัฒนาหลังจากที่โมเดลโปรแกรมบางส่วนถูกสร้างมาแล้ว และโมเดลทั้งสองถูกกำหนดด้วยกลยุทธ์ที่เหมาะสม การให้รหัสความรู้(Beacon) ระหว่างการสร้างของโปรแกรมอาจจะเป็นสมมุติฐานในระดับสูง เป็นสาเหตุของการกลับไปยัง Top-down model ดังแสดงในภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.11 แสดง Meta-Model (Von Mayrhauser & Vans, 1995)

Storey, Fracchia & Meller(1997) ได้ทำการศึกษาเรื่อง Cognitive Design Elements to Support the Construction of a Mental Model During Software Visualization มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบเครื่องมือที่สนับสนุนการสร้างเมนทอลโมเดล ผลการศึกษา พบว่าเครื่องมือซอฟต์แวร์ที่เป็นภาพ(Visualization tools) เป็นสิ่งที่นำทางในการวิเคราะห์และแสดงสารสนเทศของซอฟต์แวร์อย่างกว้างขวาง ในชั้นเรียนนั้นควรมีเครื่องมือในการสำรวจซอฟต์แวร์โดยการเตรียมการแทนโครงสร้างซอฟต์แวร์ในรูปของกราฟิก มีการเชื่อมโยงไปยังข้อความของคำสั่งโปรแกรมและเอกสาร งานวิจัยนี้บรรยายเป็นลำดับชั้นของความคิดที่เกิดขึ้นในระหว่างการออกแบบของเครื่องมือในการสำรวจซอฟต์แวร์ ลำดับชั้นของสมาชิกในการออกแบบนั้นดึงมาจากการโมเดลการทำความเข้าใจโปรแกรม

Corritore & Wiedenbeck (1999)ได้ทำการศึกษาเรื่อง Mental Representations of Expert Procedural and Object-Oriented Programmers in a Software Maintenance Task โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาถึงรูปแบบการทำความเข้าใจ(Mental representation) ของโปรแกรมเมอร์ที่เชี่ยวชาญในการเขียนโปรแกรมเป็นขั้นตอน(Procedural) และผู้เชี่ยวชาญที่เขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object-Oriented: OO) ในการบำรุงรักษาโปรแกรม เป้าหมายของการวิจัยคือ 1) เพื่อกำหนดเงื่อนไขและวิธีการของรูปแทนการทำความเข้าใจของความแตกต่างของผู้เชี่ยวชาญตามขั้นตอนและผู้เชี่ยวชาญเชิงวัตถุ 2) สำรวจรูปแบบการแทนความเข้าใจเริ่มต้นและขณะที่ความเข้าใจโปรแกรมค่อย ๆมากขึ้น 3) สอบวิวัฒนาการของรูปแบบการทำความเข้าใจของผู้เชี่ยวชาญตามขั้นตอนและผู้เชี่ยวชาญเชิงวัตถุข้างต้น ซึ่งผู้ถูกทดสอบจะทำการดัดแปลงโปรแกรมที่เหมือนกัน แบ่งเป็นโปรแกรมเมอร์ผู้เชี่ยวชาญตามขั้นตอน 15 คน และโปรแกรมเมอร์

ผู้เชี่ยวชาญการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ 15 คน ศึกษาและกระทำการแก้ไข 3 โปรแกรมใน 2 ส่วน ที่ห่างกัน 7-10 วัน พวกเขาต้องตอบชุดคำถาม 2 ชุด ที่ถูกออกแบบ เพื่อดึงกลุ่มของการแทนความรู้ในรูปแบบการทำความเข้าใจในเวลาที่ต่างกัน ผลการศึกษา พบว่า รูปแบบการแทนความเข้าใจเริ่มต้นนั้นของผู้เชี่ยวชาญเชิงวัตถุเกี่ยวข้องกับ Problem domain-based knowledge และบรรจุข้อมูลโปรแกรมที่ละเอียดค่อนข้างน้อยมาก ความเกี่ยวพันธ์กับผู้เชี่ยวชาญตามขั้นตอนของรูปแบบการทำความเข้าใจในระยะแรกนั้นมีความสมดุลมากกว่า มีการบรรจุ Domain-based knowledge และรายละเอียดโปรแกรม ภายหลังปฏิบัติการการดัดแปลงแก้ไข การแทนความเกี่ยวพันธ์ของขั้นตอนนั้นยังคงเหมือนเดิม ในขณะที่ความเกี่ยวพันธ์ของกลุ่มโปรแกรมเมอร์เชิงวัตถุ กลับมีความสมดุลมากกว่า ด้วยโปรแกรมและส่วนประกอบขอบเขต ผลลัพธ์นั้นโปรแกรมเมอร์ผู้เชี่ยวชาญสร้างรูปแทนการทำความเข้าใจเป็นแบบผสมรวมทั้งความรู้โปรแกรมที่ละเอียดเช่นเดียวกับความรู้ Domain-based เห็นได้ว่ารูปแทนการทำความเข้าใจของโปรแกรมเมอร์สะท้อนความเข้าใจโปรแกรมและชี้ทางงานที่ถูกกระทำให้เสร็จเช่นการแก้จุดบกพร่องหรือการดัดแปลงแก้ไข

Brien(2001) ได้ทำการศึกษาความเข้าใจโปรแกรม มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความแตกต่างระหว่างความเข้าใจโปรแกรมของโปรแกรมเมอร์ โดยการสัมภาษณ์โปรแกรมเมอร์นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์สกีมาโดยการถอดโปรโตคอล(Talk-aloud protocols) ของความแตกต่างระหว่างความเข้าใจที่ใช้วิธีการ Bottom-up และ Top-down แยกออกเป็น ความเข้าใจที่มีการสร้างสมมุติฐานก่อนที่ศึกษาส่วนของคำสั่งโปรแกรมที่เรียกว่า Expectation-bases และ Inference-based comprehension ซึ่งเป็นความเข้าใจที่โปรแกรมเมอร์ได้รับสมมุติฐานหลังการสร้างคำสั่ง ใช้เทคนิค Talk-aloud เพราะความเข้าใจโปรแกรมเป็นสิ่งที่ยากต่อการเปรียบเทียบ ผลจากการศึกษา พบว่า โปรแกรมเมอร์มีการแบ่งสกีมาของกระบวนการทางพุทธิปัญญาเป็น สามกระบวนการ โดยกระบวนการแรกใช้พื้นฐานโมเดลของ Brooks(1983) ชื่อว่า Expectation-based comprehension เป็นวัฏจักรของสมมุติฐานของโปรแกรมเมอร์ ที่ทำการสแกน(Scan)คำสั่งและตรวจสอบคำสั่งที่ปรากฏ กระบวนการที่สองบรรยายโดย Soloway(1984) เป็นโมเดลที่ชื่อว่า Inference-based comprehension ซึ่งโปรแกรมเมอร์ทำการสแกนคำสั่งและคาดเดาคำสั่งเป็นการนิยามสมมุติฐาน สำหรับกระบวนการที่สามนั้นเป็นการกำหนดสกีมาเป็นกระบวนการ Bottom-up ของ Pennington(1987) ซึ่งเป็นการศึกษาส่วนของคำสั่งโปรแกรมเริ่มต้น เป็นบรรทัดต่อบรรทัดนำไปสู่การรวมกัน และท้ายสุดสรุปเป็นวัตถุประสงค์ของส่วนคำสั่งนั้น ๆ คำถามที่ให้โปรแกรมเมอร์พูดออกมาเช่น “How did the programmer change the order”, “ What does this code segment do ?”, “Why did the programmer do this?” ซึ่งคำถาม “How” นั้นแสดงกระบวนการที่เป็น Top-down processing ซึ่งพยายามก่อรูปว่าวัตถุประสงค์จะถูกกระทำให้ได้รับความสำเร็จได้อย่างไร สำหรับคำถาม “What” และ “Why” นั้นเป็นคำถามภายใต้ Bottom-up processing เป็นการก่อรูปว่าอะไรที่คำสั่งโปรแกรมทำบ้างและเหตุผลที่กระทำ

Burkhardt, Detienne and Wiedenbeck (2002) ทำการศึกษาเรื่อง Object-Oriented Program Comprehension: Effect of Expertise, Task and phase โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินผลกระทบบนความเข้าใจของโปรแกรมในปัจจัย 3 อย่างได้แก่ Programmer expertise, Programming task และ Development of understanding over time ในการศึกษานี้ใช้วิธีการ Mental model บนพื้นฐานความเข้าใจบน Van Dijk and Kintsch's model (1983) จาก Textbase และ Situation model ผลการศึกษา พบว่า ความเข้าใจนั้นมีผลต่อประสิทธิภาพของงานที่เกี่ยวพันธ์กับความเข้าใจ อันได้แก่ โปรแกรมแก้ไขจุดบกพร่อง(Program debugging), การบำรุงรักษา(Maintenance) และ การนำกลับมาใช้(Reuse) โดยผู้อ่านจะสร้างสิ่งแทนความรู้จากข้อความอันได้แก่ Textbase ซึ่งอ้างถึงอะไรที่กล่าวในข้อความและกระทำอย่างไร ส่วน Situation model เป็นการแทนสถานการณ์ที่อ้างอิงโดยข้อความ วิธีการ Mental model ที่ประเมินความเข้าใจของโปรแกรมของ Dijk and Kintsch's model นั้นต้องคำนึงถึงบทบาทของ Domain knowledge ในความเข้าใจข้อความ แบ่งออกเป็น 3 ระดับได้แก่ Level1: The surface form representation Level2: The propositional textbase representation Level3: The situation model or mental model

Aschwanden and Crosby(2006) ได้ทำการศึกษาเรื่อง Code Scanning Patterns in Program Comprehension มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาถึงบทบาทของรหัสความรู้(Beacons)ในกระบวนการทำความเข้าใจโปรแกรม ผลการศึกษา พบว่า รหัสความรู้(Beacons) เป็นส่วนของคำสั่งที่ช่วยผู้พัฒนาโปรแกรมสามารถเข้าใจโปรแกรม โปรแกรมเมอร์ผู้เชี่ยวชาญจะสนใจรหัสความรู้ (Beacons) มากกว่าโปรแกรมเมอร์มือใหม่ รหัสความรู้(Beacons) เป็นสิ่งที่ใช้เชื่อมโยงระหว่างคำสั่งโปรแกรมและการสอบทวนความจริงของสมมุติฐาน รหัสความรู้(Beacons) เป็นกลุ่มของกุญแจที่แสดงให้เห็นประจักษ์ซึ่งแสดงถึงโครงสร้างข้อมูลเฉพาะหรือการปฏิบัติการในคำสั่งโปรแกรม เอกสาร(Documentation) เป็นประโยชน์อย่างมากในการทำความเข้าใจโปรแกรม ไม่ว่าเป็นการกำหนดชื่อตัวแปรหรือชื่อของฟังก์ชันที่ดี ซึ่งสามารถอธิบายในรายละเอียดได้ ผลลัพธ์ของการศึกษานั้นแสดงให้เห็นว่า รหัสความรู้(Beacons)ถูกใช้ในการเปรียบเทียบส่วนที่เกี่ยวพันธ์ให้มีความเข้าใจที่ถูกต้อง ซึ่งขึ้นอยู่กับขอบเขตของระดับความรู้(Domain level Knowledge)ในการพยายามทำความเข้าใจโปรแกรมด้วยความรู้ในงานประยุกต์(Application domain Knowledge) นั้นมีประโยชน์ต่อการทำความเข้าใจโปรแกรม ถ้ามีความคุ้นเคยกับสิ่งแวดล้อมของงานประยุกต์แนวโน้มในการทำความเข้าใจโปรแกรมจะดีกว่าโปรแกรมเมอร์ที่ไม่คุ้นเคย นอกจากนี้ปัจจัยที่ส่งผลต่อระดับของประสบการณ์นั้นรวมถึงความสามารถทางสติปัญญา(Intellectual capability) ฐานความรู้ (Knowledge base) สไตล์พุทธิปัญญา(Cognitive style) ระดับของแรงจูงใจ(Motivation level) คุณลักษณะของบุคคล(Personal characteristics) และลักษณะของพฤติกรรม(Behavioral characteristics) ปัจจัยทางพุทธิปัญญานั้นจะพบในการเขียนโปรแกรมที่มีความชำนาญ

สำหรับในการศึกษาครั้งนี้ เห็นได้ว่างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจโปรแกรม มีความสำคัญและความจำเป็นอย่างยิ่งในการออกแบบโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้บนเครือข่ายที่ส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรม ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ สนับสนุนให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเองอย่างไม่จำกัด ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงมีความจำเป็นที่จะนำผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจโปรแกรมมาใช้ในการออกแบบเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน จากการศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความเข้าใจโปรแกรมเห็นได้ว่ากระบวนการทำความเข้าใจโปรแกรมของโปรแกรมเมอร์จะแบ่งเป็น 3 กระบวนการคือ 1) Bottom-up ความเข้าใจจะก่อรูปขึ้นจากการจดจำเป็นส่วนประกอบโปรแกรมที่เรียกว่ากลุ่ม(Chunk) และรวบรวมอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งสามารถอธิบายการทำงานโปรแกรมทั้งหมดได้(Shneiderman, 1979; Pennington, 1987) 2) Top-down รูปแบบการแทนความเข้าใจเริ่มต้นของโปรแกรมเมอร์ที่เชี่ยวชาญจะเกี่ยวข้องกับ Problem domain-based knowledge รหัสความรู้(Beacons) เป็นส่วนของคำสั่งที่ช่วยให้โปรแกรมเมอร์ผู้เชี่ยวชาญเชื่อมโยงระหว่างคำสั่งโปรแกรมและเป็นการทวนสอบความจริงของสมมุติฐาน และแสดงถึงโครงสร้างข้อมูลเฉพาะหรือการปฏิบัติการในคำสั่งโปรแกรม(Brook, 1983; Soloway & Ehrlich, 1984; Letovsky, 1986) 3) Integrated model เป็นโมเดลที่ผสมระหว่าง Bottom up และ Top down (Von Mayehauser & Vans, 1995) กระบวนการทำความเข้าใจของผู้เรียนนั้นจะใช้รูปแบบใดขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของผู้เรียนได้แก่ขอบเขตของระดับความรู้(Domain level Knowledge) ความรู้ในงานประยุกต์(Application domain Knowledge) ความสามารถทางสติปัญญา(Intellectual capability) ฐานความรู้ (Knowledge base) สไตล์พุทธิปัญญา(Cognitive style) ระดับของแรงจูงใจ(Motivation level) คุณลักษณะของบุคคล(Personal characteristics) และลักษณะของพฤติกรรม(Behavioral characteristics) สำหรับเครื่องมือที่สนับสนุนโปรแกรมเมอร์ในการทำความเข้าใจโปรแกรม (Aschwanden and Crosby, 2006) คือสิ่งแวดล้อมที่สนับสนุนโปรแกรมเมอร์ด้วยหลายมุมมองของโปรแกรม ได้แก่ความหมายคำสั่ง คำอธิบาย การใช้ภาพกราฟิก ข้อความหลายมิติเป็นต้นการศึกษาว่าความเข้าใจโปรแกรมถูกประกอบขึ้นอย่างไรนั้นโดยการวิเคราะห์โปรโตคอลโปรแกรมเมอร์(Brien, 2001; Mayrhauser, 1994) โดยเตรียมคำถามเพื่อให้โปรแกรมเมอร์พูดออกมา คำถามที่ถามอย่างไร(How)เป็นคำถามที่ถามถึงกระบวนการที่เป็น Top-down คำถามที่ถามว่าอะไร(What)หรือทำไม(Why)เป็นคำถามที่ถามกระบวนการที่เป็น Bottom-up เพื่อศึกษาการก่อรูปของความเข้าใจโปรแกรมของผู้เรียน จากผลของการวิจัยดังกล่าวผู้วิจัยนำผลของการวิจัยมาใช้ในการการออกแบบโมเดลสิ่งแวดล้อมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความเข้าใจโปรแกรม