เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนด้วยวิธีการอุปมาอุปไมย

ภัสมะ เจริญพงษ์[1] และ นพพร โชติกกำธร[2]

[1]คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

[2]คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Email: patsama@tni.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอแนวทางการสอนโดยใช้วิธีการอุปมาอุปไมย เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนได้ง่ายยิ่งขึ้น แต่การสอนด้วยวิธีการดังกล่าวมีอุปสรรคอยู่ที่การเลือกใช้อุปมาอุปไมยให้เหมาะสม ทำให้เกิดแนวคิดการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการค้นหาอุปมาอุปไมยที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังได้กล่าวถึงกรณีศึกษาของโปรแกรมประยุกต์ที่เกี่ยวข้องกับการสืบค้นหาความสัมพันธ์เชิงอุปมาอุปไมย ได้แก่ โปรแกรมมาร์วิน (MARVIN) และโปรแกรมค็อคสเก็ตช์ (CogSketch) โดยใช้เทคนิคการจับคู่เชิงโครงสร้าง (Structure Mapping) และ การให้เหตุผลเชิงมิติสัมพันธ์ (Spatial Reasoning) โดยเทคนิคแรกใช้เพื่อการเปรียบเทียบความสัมพันธ์เชิงอุปมาอุปไมย ส่วนเทคนิคที่สอง ใช้เพื่อให้สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ โดยอาศัยการวาดภาพสเก็ตช์แทนการระบุความสัมพันธ์เป็นข้อความและตัวดำเนินการในภาษาเอ็กเอ็มแอล

คำสำคัญ – analogies model; MARVIN; CogSketch; structure mapping; spatial reasoning

Abstract

This paper describes the teaching approach using analogies in order to encourage students to understand lessons better. The problem in choosing appropriate analogies leads to the idea of applying information technology to support the search for appropriate analogies. MARVIN and CogSketch are examples of such tools. This paper describes fundamental concepts used for development of these tools, which are Structure Mapping and Spatial Reasoning techniques. The first technique is used for mapping between source and target in analogies. The second one is used to recognize and understand the relation of various objects in the sketch instead of expressing the relation by phases and operators in XML language.

Keywords – analogies model; MARVIN; CogSketch; structure mapping; spatial reasoning

1. บทนำ

ในการสนทนาใดๆ เมื่อฝ่ายหนึ่งต้องการอธิบายแนวคิดที่มีความซับซ้อน ผู้อธิบายมักยกตัวอย่างเปรียบเทียบกับสิ่งที่เป็นเรื่องง่ายกว่าซึ่งคาดว่าผู้ร่วมสนทนามีความคุ้นเคยอยู่แล้วมาช่วยสร้างความเข้าใจ การเปรียบเทียบลักษณะนี้เป็นรูปแบบการเปรียบเทียบเชิงอุปมาอุปไมย (Analogy) ที่เกิดขึ้นระหว่างการสนทนาโดยผู้อธิบายไม่ได้มีการวางแผนไว้ล่วงหน้า จึงไม่สามารถแน่ใจได้ว่าเมื่อใช้การเปรียบเทียบดังกล่าวแล้วผู้ฟังจะเข้าใจได้เร็วขึ้นตามที่คาดหวังหรือไม่

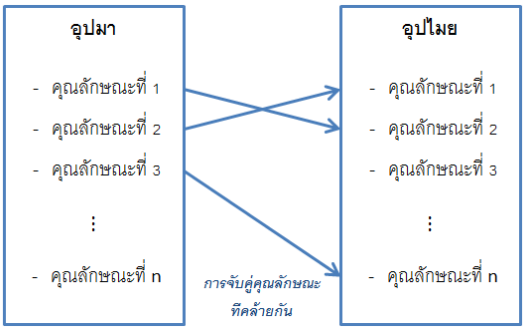
ในการเรียนการสอนการเปรียบเทียบเชิงอุปมาอุปไมยเป็นรูปแบบสำคัญของการสอนที่เพิ่มขึ้นมาในวิธีการเรียนการสอน ซึ่งการเรียนรู้ด้วยวิธีนี้ควรจะเกี่ยวข้องกับประสบการณ์ในชีวิตจริงผ่านการจำลองและการประยุกต์ [1] โดยเมื่อครูต้องการอธิบายเกี่ยวกับเนื้อหาเรื่องใหม่ในบทเรียนให้กับนักเรียนก็จะใช้การเปรียบเทียบเชิงอุปมาอุปไมยเนื้อหานั้นกับเนื้อหาอื่นๆ ที่นักเรียนมีความเข้าใจและคุ้นเคยเป็นอย่างดีอยู่แล้ว แต่ครูมีความจำเป็นที่จะต้องมั่นใจว่าการเปรียบเทียบเชิงอุปมาอุปไมยที่ใช้สามารถช่วยส่งเสริมความเข้าใจได้จริง ไม่ใช่ว่าเมื่อใช้การเปรียบเทียบแล้วกลับทำให้กลายเป็นอุปสรรคต่อความเข้าใจของนักเรียนเหมือนที่อาจเกิดขึ้นกับการเปรียบเทียบในการสนทนาอื่นๆ การวางแผนการสอนด้วยการเตรียมการอุปมาอุปไมยที่จะใช้ไว้ก่อนจะทำให้มั่นใจได้ว่าการยกตัวอย่างเปรียบเทียบนั้นจะมีประสิทธิภาพสามารถทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาได้ถูกต้อง แม้บ่อยครั้งเมื่อต้องการจะทำการเปรียบเทียบเนื้อหาเรื่องใหม่ในบทเรียน ครูก็ไม่สามารถหาการเปรียบเทียบที่ดีและเหมาะสมมาใช้ได้ดังที่ต้องการ จึงมีความพยายามที่จะพัฒนาวิธีการในการจัดเก็บ ค้นคืนการอุปมาอุปไมยที่เคยสร้างไว้ หรือมีผู้อื่นสร้างไว้กลับมาใช้ใหม่ เพื่อให้ครูมีทางเลือกมากขึ้นในการหาอุปมาอุปไมยที่เหมาะสมกับเนื้อหาที่ต้องการสอนด้วยการสืบค้นการอุปมาอุปไมยจากฐานข้อมูลที่เตรียมไว้

ในบทความนี้นำเสนอหลักการและเครื่องมือในการใช้อุปมาอุปไมยในการสอนให้มีประสิทธิภาพ โดยในหัวข้อที่ 2 จะได้กล่าวถึงแนวทางการใช้อุปมาอุปไมยในการสอนให้มีประสิทธิภาพ จากนั้นในหัวข้อที่ 3 จะได้นำเสนอกรณีศึกษาโปรแกรมประยุกต์ที่ได้มีผู้พัฒนาเพื่อมาสนับสนุนวิธีการสอนในลักษณะดังกล่าว หัวข้อที่ 4 เป็นการกล่าวถึงเทคนิคที่ผู้พัฒนาระบบดังกล่าวนำมาใช้ว่ามีหลักการอย่างไร และมีบทบาทอย่างไรในการที่จะนำมาใช้พัฒนาวิธีการค้นคืนการอุปมาอุปไมย

2. การใช้การอุปมาอุปไมยในการเรียนการสอน

การอุปมาอุปไมย คือ การเปรียบเทียบสิ่งที่มีความคล้ายคลึงกัน 2 สิ่ง เรียกสิ่งที่คุ้นเคยอยู่แล้วว่า analog หรือ อุปมา (พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตสถาน พ.ศ. 2542) และเรียกสิ่งที่ไม่คุ้นเคยว่า target หรือ อุปไมย (พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตสถาน พ.ศ. 2542) ทั้งสองสิ่งนี้มักจะต้องใช้คู่กัน เพราะเมื่อมีสิ่งที่ต้องการเปรียบเทียบก็ต้องมีต้นแบบในการเปรียบเทียบด้วยเสมอ แต่ทั้งอุปมาและอุปไมยต่างก็มีลักษณะเป็นของตัวเอง อุปมาและอุปไมยที่ใช้เปรียบเทียบกันได้ก็จะต้องมีลักษณะที่คล้ายกัน โดยที่ยิ่งสามารถหาลักษณะที่คล้ายกันได้มากเท่าไรก็ยิ่งจัดเป็นการอุปมาอุปไมยที่ดีมากขึ้นเท่านั้น ดังรูปที่ 1 ซึ่งแสดงให้เห็นอุปมาและอุปไมยที่มีคุณลักษณะที่คล้ายคลึงกันอยู่หลายประการ

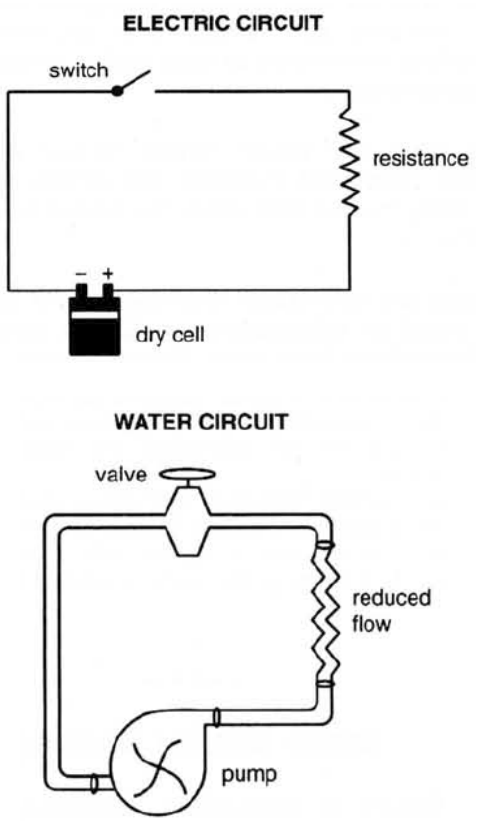
ตัวอย่างการอุปมาอุปไมยที่เป็นที่รู้จักและมีการใช้กันอย่างแพร่หลายถือได้ว่าเป็นที่ยอมรับว่าเป็นการอุปมาอุปไมยที่ดี ได้แก่ การเปรียบเทียบโครงสร้างของระบบสุริยะกับโครงสร้างอะตอม หรือ การเปรียบเทียบวงจรไฟฟ้ากับระบบปั๊มน้ำ (ดูรูปที่ 2 ประกอบ) เป็นต้น



รูปที่ 1. แสดงการจับคู่คุณลักษณะที่คล้ายกันของอุปมากับอุปไมย ปรับปรุงจาก [1]

การอุปมาอุปไมยนำมาใช้ประโยชน์เพื่อทำให้สามารถอธิบายถึงสิ่งที่ไม่คุ้นเคยให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น ซึ่งในการเรียนการสอนได้มีการนำการอุปมาอุปไมยนี้ไปใช้เพื่ออธิบายแนวคิด (Concept) ที่ซับซ้อน ยากต่อการทำความเข้าใจเพื่อสร้างความเข้าใจเบื้องต้นให้กับนักเรียน โดยยกประเด็นที่ใกล้ตัว เข้าใจง่าย เป็นรูปธรรม มาอธิบายเรื่องไกลตัว มีความซับซ้อนในการทำความเข้าใจ เป็นนามธรรม

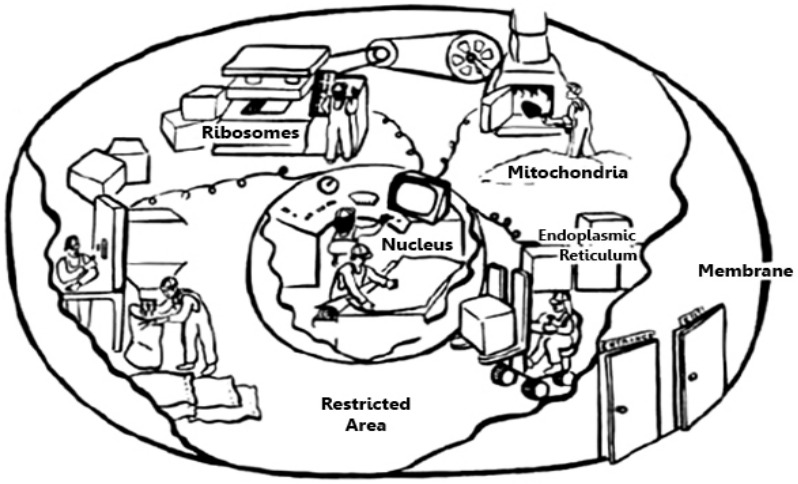
แต่ปัญหาอย่างหนึ่งที่พบในการใช้การอุปมาอุปไมย คือนักเรียนบางคนอาจจะมีความเข้าใจที่ผิดพลาดไปจากความตั้งใจของครู ซึ่งมีสาเหตุหลายประการ ประการแรก คือ อุปมาที่นำมาใช้ไม่ใช่สิ่งที่นักเรียนคุ้นเคย หรืออาจจะมีความเข้าใจไม่เพียงพอ เนื่องมาจากเด็กแต่ละคนอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน ทำให้มีประสบการณ์และความรู้ที่แตกต่างกันไป ประการที่สอง คือ ครูใช้การอุปมาอุปไมยอย่างหยาบ (Simple analogies) ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจที่ผิดพลาดไป การใช้การอุปมาอุปไมยอย่างหยาบก็คือการอธิบายเปรียบเทียบที่ไม่ชัดเจนว่าประเด็นหลักของการเปรียบเทียบที่ต้องการให้นักเรียนเข้าใจคืออะไร ไม่มีการแยกแยะรายละเอียดของการอุปมาอุปไมยว่ามีส่วนใดเหมือนกัน คล้ายกัน และส่วนใดที่แตกต่างกันระหว่างอุปมากับอุปไมยที่ใช้วิธีการในการ



รูปที่ 2. การอุปมาอุปไมยระหว่างวงจรไฟฟ้ากับระบบปั๊มน้ำ [1]

แก้ปัญหาเรื่องความแตกต่างกันของพื้นฐานความเข้าใจของอุปมา และการป้องกันความเข้าใจผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้น คือ การใช้แบบจำลองในการสร้างการอุปมาอุปไมยเพื่อการสอน (The Teaching with Analogies Model) ซึ่งคิดค้นโดย Shawn M. Glynn [1-2] ที่มีการแบ่งขั้นตอนในการอุปมาอุปไมยในการสอนไว้ 6 ขั้นตอน เพื่อให้สามารถใช้การอุปมาอุปไมยอย่างละเอียด (Elaboration analogies) ได้อย่างเหมาะสม ได้แก่

1. **เกริ่นนำให้นักเรียนเข้าใจถึงอุปไมยที่ต้องการสอน**
2. **ทบทวนอุปมาที่นักเรียนคุ้นเคยเพื่อสร้างความมั่นใจว่านักเรียนจะไม่เข้าใจไปในประเด็นอื่น**



รูปที่ 3. การอุปมาอุปไมยเรื่องเซลล์กับโรงงาน [1]

3. **ชี้ให้เห็นลักษณะที่มีความสัมพันธ์กันของอุปมาและอุปไมย**
4. **เชื่อมโยงความสัมพันธ์ที่มีความคล้ายกันจากอุปมาและอุปไมย**
5. **อธิบายให้ชัดเจนโดยแยกเป็นส่วนๆ เพื่อเปรียบเทียบระหว่างอุปมากับอุปไมย**
6. **วาดภาพสรุปเกี่ยวกับอุปไมยที่ได้อธิบายไปแล้ว**

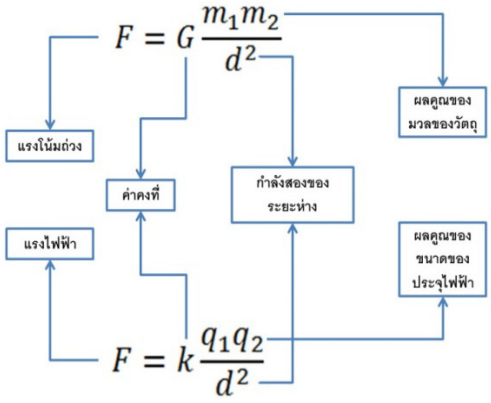
หลังจากได้มีการเผยแพร่แบบจำลองนี้ไปสู่ครูผู้สอนตามโรงเรียน ทีมงานวิจัยของผู้คิดค้นได้ทำการติดตามสังเกตการณ์การใช้งานจริงของแบบจำลองที่ออกแบบไว้ว่ามีการดำเนินการอย่างไร ดังตัวอย่างต่อไปนี้

กรณีที่ 1 การอุปมาอุปไมยเรื่อง เซลล์กับโรงงาน [1]

ครูจะเริ่มต้นด้วยการนำขั้นตอนที่ 1-4 มาอธิบายให้เป็นเรื่องราวที่ต่อเนื่องไม่น่าเบื่อ โดยการบอกว่าเซลล์ของสัตว์ก็เหมือนกับโรงงานมีการทำงานเพื่อสร้างสิ่งต่างๆ ซึ่งแต่ละส่วนของโรงงานมีการทำงานที่แตกต่างกัน โดยในการเริ่มต้นอธิบายรายละเอียดจะมีการเน้นว่าเซลล์มีส่วนประกอบ เช่น นิวเคลียสที่ทำงานเหมือนกับเป็นศูนย์ควบคุมการทำงานของโรงงาน ไรโบโซมทำหน้าที่ในการสร้างโปรตีนเหมือนกับเครื่องจักรของโรงงานที่ทำหน้าที่ในการผลิต ไมโทคอนเดรียก็ทำหน้าที่เหมือนกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แล้วเข้าสู่ขั้นตอนที่ 5 โดยอธิบายการแยกแยะให้เห็นลักษณะที่สัมพันธ์กันของอุปมาและอุปไมย คือ โรงงานและเซลล์ เพื่อใช้การทำงานของโรงงานอธิบายว่าส่วนประกอบต่างๆ ของเซลล์มีหน้าที่อะไร นอกจากนี้เมื่ออธิบายจบแล้วครูคนนี้ยังได้มีการเขียนสรุปการทำงานของเซลล์ดังรูป 3 เพื่อให้แน่ใจว่าเป้าหมายที่จะให้นักเรียนเข้าใจการทำงานส่วนต่างๆ ภายในเซลล์จะไม่มีความเข้าใจที่ผิดเพี้ยนไปจากที่ควรจะเป็นตามขั้นตอนที่ 6

กรณีที่ 2 เรื่อง กฎของคูลอมบ์และกฎของนิวตัน [1]

ครูจะเริ่มจากขั้นตอนที่ 1 และ 2 ก่อนด้วยการเล่าเรื่องความเป็นมาของการถ่ายโอนประจุไฟฟ้าที่ Benjamin Franklin ได้ค้นพบจากการทดลอง แล้ว Joseph Priestley นำไปศึกษาต่อไปจนค้นพบเรื่องแรงไฟฟ้าจากการนำไปเปรียบเทียบกับกฎแรงโน้มถ่วงของนิวตัน และในท้ายที่สุด Charles Coulomb ได้นำหลักการนี้มาพัฒนาเป็น “กฎของคูลอมบ์” ที่เป็นการคำนวณเกี่ยวกับแรงไฟฟ้า เมื่อเล่าจบครูก็เข้าสู่เป้าหมายในการ



รูปที่ 4. การอุปมาอุปไมยสูตรการคำนวณเรื่องแรงโน้มถ่วงจาก “กฎของนิวตัน” กับ แรงไฟฟ้าจาก “กฎของคูลอมบ์” ปรับปรุงจาก [3]

สอนคือการอุปมาอุปไมยการคำนวณจาก “กฎของคูลอมบ์” กับการคำนวณเรื่องแรงจาก “กฎของนิวตัน” ตามขั้นตอนที่ 3-6 ไปพร้อมๆ กัน โดยแสดงสูตรการคำนวณทั้งสองเปรียบเทียบกัน แล้วอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับความเหมือนของการคำนวณจากกฎทั้งสอง โดยใช้ภาพประกอบดังรูปที่ 4 แต่ไม่ลืมที่จะเน้นย้ำความแตกต่างที่ว่า m แทนมวลของวัตถุ ในขณะที่ q แทนค่าประจุของอนุภาค ส่วนค่าคงที่ G ในกฎของนิวตันมีขนาดเล็กมาก ต่างจากค่าคงที่ k ในกฎของคูลอมบ์ที่เป็นค่าขนาดใหญ่ นอกจากนี้แรงโน้มถ่วงยังมีเพียงคุณสมบัติในการดึงดูดกัน แต่แรงไฟฟ้าจะมีการดึงดูดกันเมื่อมีประจุที่ต่างกัน และมีการผลักกันเมื่อประจุเหมือนกัน

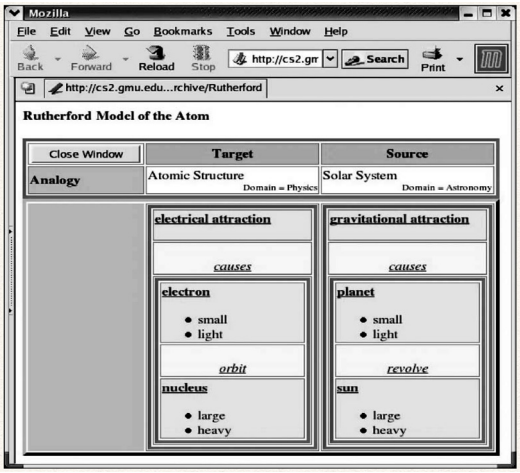
การอุปมาอุปไมยสูตรทั้งสองจาก “กฎของนิวตัน” และ “กฎของคูลอมบ์” โดยแยกแยะในรายละเอียดนี้นอกจากจะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจการคำนวณได้ง่ายขึ้นแล้ว ยังชี้ประเด็นที่แตกต่างของกฎทั้งสองเพื่อป้องกันการเข้าใจแนวคิดของกฎทั้งสองผิดไปอีกด้วย โดยการดำเนินการตามแบบจำลองในการสร้างการอุปมาอุปไมยเพื่อการสอน นั้นไม่จำเป็นต้องมีลำดับที่แน่นอนตามแบบจำลอง แต่สามารถรวมเอาแต่ละขั้นตอนมารวมกันได้ตามความเหมาะสมในการใช้อธิบายให้เกิดผลดีที่สุดก็ได้

ปัญหาในการประยุกต์ใช้อุปมาอุปไมยในการเรียนการสอน คือการเลือกอุปมาอุปไมยที่เหมาะสมกับหัวข้อการสอน ซึ่งต้องอาศัยประสบการณ์และทักษะในการเปรียบเทียบ ขณะที่ในบางหัวข้ออาจจะไม่ชัดเจนว่าอุปมาและอุปไมยที่เหมาะสมหรือใช้ได้กับกรณีดังกล่าวเป็นอย่างไร ตลอดจนปัญหาของหลายๆ กรณีที่มีบางส่วนของความสัมพันธ์ขัดแย้งกันภายในตัวอุปมาอุปไมยที่นำมาใช้อธิบาย แต่อาจถูกละเลยเนื่องจากความซับซ้อนของความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ในอุปมาและอุปไมย ที่เมื่อไม่ได้อธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจอาจส่งผลในด้านลบต่อการเรียนการสอน คือทำให้เกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนหรือผิดพลาดมากขึ้นไปอีก ปัญหาดังกล่าว ทำให้เกิดมีความพยายามที่จะนำเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาใช้จัดเก็บและค้นหาความสัมพันธ์ในเชิงอุปมาอุปไมยของสิ่งต่างๆ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถค้นหาสิ่งที่มีความสัมพันธ์ในเชิงอุปมาอุปไมยตรงกับเนื้อหาที่ต้องการสอนได้อย่างเหมาะสม หลากหลาย และทำให้ผู้ใช้สามารถทราบถึงความเหมือนและความแตกต่างของสิ่งที่นำมาเปรียบเทียบจนสามารถชี้จุดเหมือนและจุดต่างแก่ผู้เรียนเมื่อนำการอุปมาอุปไมยนั้นไปใช้ในการสอนได้

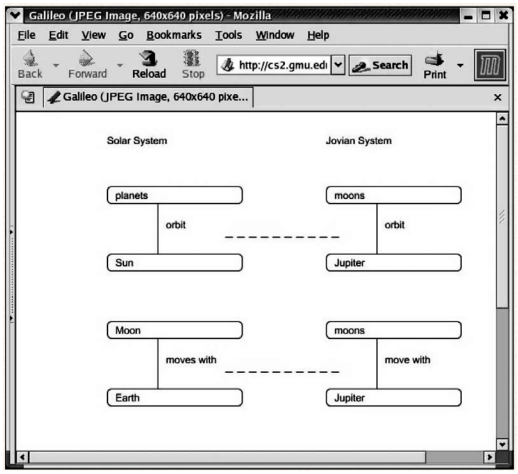
ในหัวข้อต่อไปจะได้ยกตัวอย่างกรณีศึกษาการพัฒนาและประยุกต์ใช้โปรแกรมและระบบคอมพิวเตอร์เพื่อสนับสนุนการสอนด้วยอุปมาอุปไมยตามแนวทางที่ได้กล่าวมาข้างต้น

3. กรณีศึกษาโปรแกรมประยุกต์เพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนโดยใช้การอุปมาอุปไมย

อันดับแรกขอแยกส่วนประกอบของระบบสารสนเทศที่จะใช้เกี่ยวกับการอุปมาอุปไมยนี้ออกตามลักษณะเด่นในการใช้งานเป็นสองส่วนคือ ส่วนของการจัดเก็บ ค้นหา และนำกลับมาใช้ กับอีกส่วนหนึ่งคือส่วนของการติดต่อกับผู้ใช้ด้วยการนำเสนอการอุปมาอุปไมยเป็นภาพ ซึ่งในที่นี้จะได้



รูปที่ 5. ตัวอย่างโปรแกรมมาร์วินแสดงผลการค้นหาในลักษณะตาราง [5]



รูปที่ 6. ตัวอย่างโปรแกรมมาร์วินแสดงผลการค้นหาในลักษณะรูปภาพแสดงความสัมพันธ์ [5]

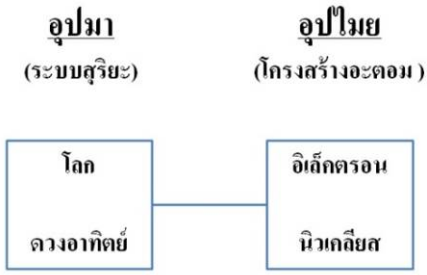
ยกกรณีศึกษาสองกรณีที่มีความโดดเด่นที่แตกต่างกันในแต่ละประเด็นดังกล่าว ดังนี้

3.1 ระบบฐานข้อมูลอุปมาอุปไมยของโปรแกรมมาร์วิน

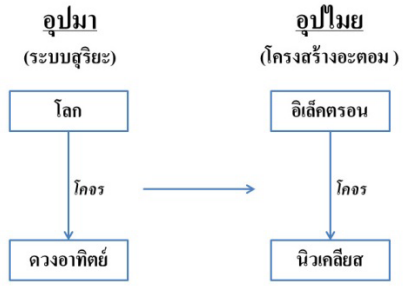
Foxwell และ Menascé ได้พัฒนาระบบฐานข้อมูลผ่านเว็บเพื่อใช้ในการนำเสนอและสร้างการอุปมาอุปไมยให้เป็นภาพที่เข้าใจง่าย โดยวางจุดมุ่งหมายในการพัฒนาไว้ว่า เพื่อเป็นการสร้างตัวแทนเชิงสัญลักษณ์ให้กับการอุปมาอุปไมยซึ่งจับเอามาจากขอบเขตและความหลากหลายของวิธีที่มนุษย์ใช้ในสร้างการอุปมาอุปไมย [4-5] แล้วกำหนดหลักการในการพัฒนาระบบว่า 1) ระบบมีการนำเสนอที่ดูง่าย กะทัดรัด เพื่ออธิบายการอุปมาอุปไมยโดยใช้รูปแบบข้อความตามมาตรฐานเอ็กเอ็มแอล ที่สามารถเข้าถึงได้จากทุกที่ด้วยระบบเว็บ (web-based application) 2) ระบบมีการสร้างการอุปมาอุปไมยให้อยู่ในรูปแบบที่หลากหลายทั้งแบบตารางและภาพกราฟิกด้วยการแปลงข้อมูลโดยตรงมาจากเอ็กเอ็มแอล ผ่านทางเอ็กเอสแอล (XSL : Extensible Stylesheet Language) 3) ระบบมีการจัดเก็บ ค้นคืน และจัดลำดับการอุปมาอุปไมยด้วยวิธีการทำงานบนพื้นฐานของระบบเว็บ [5] กล่าวคือการใช้งาน MARVIN ต้องกระทำผ่านโปรแกรมประเภทเว็บเบราว์เซอร์นั่นเอง

จากหลักการที่วางไว้ รูปแบบการอุปมาอุปไมยที่สร้างขึ้นบนระบบดังกล่าวได้รับการพัฒนาให้มีรูปแบบที่เรียบง่ายและไม่ซับซ้อน ดังรูปที่ 5 และ 6 นอกจากนี้ผู้พัฒนาได้จำแนกรูปแบบโครงสร้างการอุปมาอุปไมยให้ตอบสนองแนวคิดเรื่องความเรียบง่ายและกะทัดรัด เพื่อนำไปใช้ในการจับคู่การอุปมาอุปไมยเชิงโครงสร้างไว้ 5 ประเภท [1] คือ

1. ConceptSet: C={C_1, C_2, C_3, ..., C_n} เป็นการนำวัตถุในความสัมพันธ์ที่ใช้เปรียบเทียบมาเขียนในรูปเซตของวัตถุ โดยให้ความสำคัญกับลำดับในการเรียงสมาชิกในเซตนั้นๆ เช่น ConceptSet ของอุปมาคือ {โลก, ดวงอาทิตย์} และ ConceptSet ของอุปไมยคือ {อิเล็คตรอน, นิวเคลียส} จากการเปรียบเทียบโครงสร้างอะตอมกับระบบสุริยจักรวาล [6] (ดูรูปที่ 7 ประกอบ)

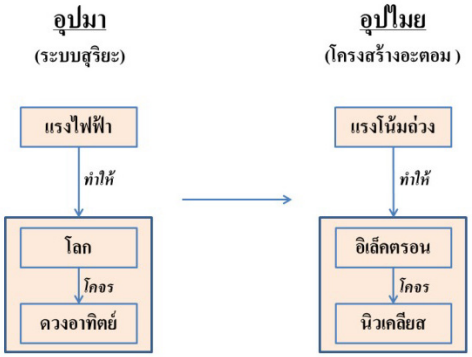


รูปที่ 7. การอุปมาอุปไมยแบบ ConceptSet ของระบบสุริยะกับโครงสร้างอะตอม ปรับปรุงจาก [5]

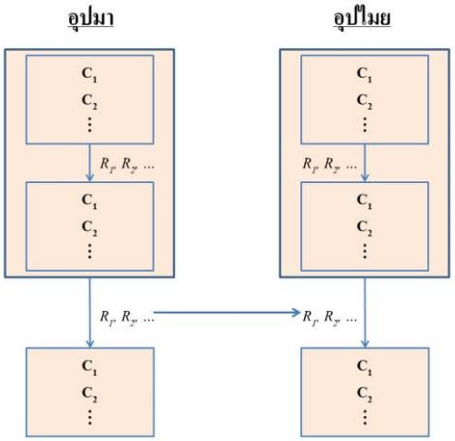


รูปที่ 8. การอุปมาอุปไมยแบบ PrimaryRelation-Structure ของระบบสุริยะกับโครงสร้างอะตอม ปรับปรุงจาก [5]

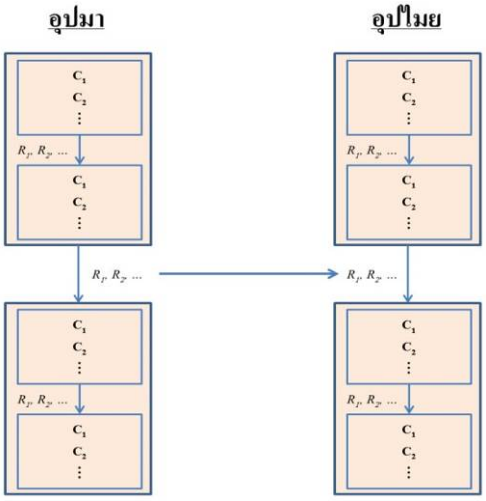
2. PrimaryRelationStructure: P=(C_a, R, C_b) เป็นการจัดรูปแบบความสัมพันธ์ของ ConceptSet ที่ได้มาจากแนวคิดทั้งอุปมาและอุปไมย คือการรวม 2 ConceptSet เข้าด้วยกันโดยเลือกใช้ความสัมพันธ์แบบใดแบบหนึ่งเพียงแบบเดียวในแต่ละ PrimaryRelationStructure เช่น ({โลก}, โคจร รอบ, {ดวงอาทิตย์}) (ดูรูปที่ 8 ประกอบ) แม้ในความเป็นจริงแล้ว 2 ConceptSet ใดๆ อาจมีความสัมพันธ์ได้มากกว่า 1 แบบก็ได้ [6] เช่น “ดวงอาทิตย์ใหญ่กว่าโลก” “ดวงอาทิตย์ร้อนกว่าโลก” เป็นต้น
3. ConceptToRelationStructure: (C, R, P) เป็นการจัดรูปแบบความสัมพันธ์ของ ConceptSet ไปสู่ PrimaryRelationStructure คือเชื่อมโยง ConceptSet เข้ากับ PrimaryRelationStructure ด้วยความสัมพันธ์แบบใดแบบหนึ่ง [6] เช่น “แรงโน้มถ่วงทำให้โลกหมุนรอบดวงอาทิตย์” สามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ตามรูปแบบได้เป็น ({แรงโน้มถ่วง}, ทำให้, ({โลก}, หมุนรอบ, {ดวงอาทิตย์})) (ดูรูปที่ 9 ประกอบ)
4. RelationToConceptStructure: (P, R, C) เป็นการจัดรูปแบบความสัมพันธ์ของ Primary-RelationStructure ไปสู่ ConceptSet คือเชื่อมโยง PrimaryRelationStructure เข้ากับ ConceptSet ด้วยความสัมพันธ์แบบใดแบบหนึ่ง [6] (ดูรูปที่ 10 ประกอบ)



รูปที่ 9. การอุปมาอุปไมยแบบ ConceptToRelation-Structure ของระบบสุริยะกับโครงสร้างอะตอม ปรับปรุงจาก [5]



รูปที่ 10. การอุปมาอุปไมยแบบ RelationToConcept-Structure [5]



รูปที่ 11. อุปมาอุปไมยแบบ RelationToRelation-Structure [5]

5. RelationToRelationStructure: เป็นการจัดรูปแบบความสัมพันธ์ของ Primary-RelationStructure ไปสู่ PrimaryRelation-Structure คือเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่าง PrimaryRelationStructure 2 อันเข้าด้วยกันด้วยความสัมพันธ์แบบใดแบบหนึ่ง [6] (ดูรูปที่ 11 ประกอบ)

เมื่อได้กำหนดรูปแบบของการอุปมาอุปไมยทั้ง 5 ประเภทนี้แล้ว ผู้พัฒนาก็ได้สร้าง DTD (Document Type Definition) เพื่อกำหนดรูปแบบข้อความเอ็กเอ็มแอล (XML content model) สำหรับใช้เป็นเครื่องแสดงการอุปมาอุปไมยของรูปแบบทั้ง 5 นี้บนระบบ โดยเมื่อต้องการสร้างแนวคิดเพื่อการอุปมาอุปไมยเรื่องใดขึ้นมาใหม่ ทำได้โดยการสร้างไฟล์เอ็กเอ็มแอลขึ้นมา ระบุส่วนประกอบต่างๆ ของแนวคิดไม่ว่าจะเป็นคุณสมบัติของแนวคิด ความสัมพันธ์ โครงสร้างความสัมพันธ์และโครงสร้างการอุปมาอุปไมยจากรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งใน 5 แบบข้างต้น แล้วนำไฟล์เอ็กเอ็มแอลนั้นไปประมวลผลเป็นเอกสารเอชทีเอ็มแอล (HTML) เพื่อแสดงผลในลักษณะที่เป็นตารางหรือรูปภาพตามที่ต้องการบนเว็บเบราว์เซอร์ การค้นคืนแนวคิดนั้นสามารถทำได้โดยการสร้างคำค้นตามรูปแบบที่ผู้พัฒนาระบบออกแบบไว้ เช่น หากต้องการค้นหาแนวคิดที่มีส่วนประกอบเป็นนิวเคลียสจากเรื่องใดเรื่องหนึ่ง คำค้นที่จะต้องใช้ก็คือ Concept:nucleus ระบบก็จะแสดงผลแนวคิดที่มีส่วนประกอบใดส่วนประกอบหนึ่งเป็น nucleus กลับคืนมาให้ หรือหากใช้คำค้น Concept:nucleus AND Relation:cause ระบบก็จะแสดงผลแนวคิดที่มีส่วนประกอบเป็น nucleus และมีความสัมพันธ์ cause กลับมาให้ [6]

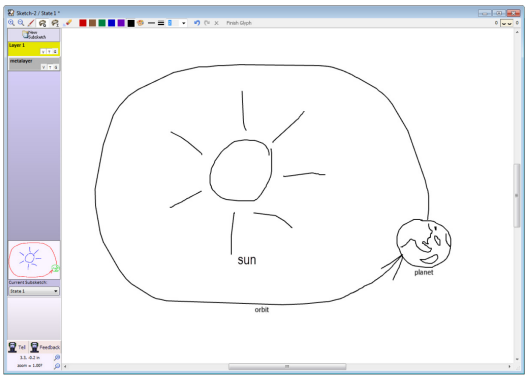
ประโยชน์ของระบบฐานข้อมูลอุปมาอุปไมย ดังเช่นกรณีของโปรแกรมมาร์วินดังกล่าวข้างต้น คือ ทำให้สามารถค้นคืนอุปมาอุปไมยที่ได้สร้างขึ้นไว้แล้ว ให้นำกลับมาใช้ได้อีก ไม่ว่าจะเป็นเนื้อหาเดิมที่มีการสร้างการอุปมาอุปไมยไว้แล้วซึ่งถูกจัดเก็บอยู่ในระบบ หรืออาจจะเป็นเนื้อหาวิชาใหม่ที่ระบบตรวจพบว่ามีความสัมพันธ์กับอุปมาอุปไมยที่มีอยู่เดิมในระบบแล้ว นอกจากนี้รายละเอียดความสัมพันธ์ที่มีอยู่ในคู่อุปมาอุปไมย ที่ระบบสามารถแสดงผลออกมาได้นั้นจะเป็นประโยชน์ต่อผู้สอนในการใช้เป็นข้อมูลประกอบการประยุกต์ใช้อุปมาอุปไมยในการเรียนการสอน ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแบบจำลองในการสร้างการอุปมาอุปไมยเพื่อการสอนที่กล่าวมาแล้วข้างต้นได้

แต่ปัญหาหนึ่งที่พบจากการใช้งานโปรแกรมระบบฐานข้อมูลมาร์วิน คือเมื่อต้องการสร้างแนวคิดต่างๆ ที่ใช้อธิบายในการเรียนการสอนตามรูปแบบการอุปมาอุปไมยทั้ง 5 ประเภทนี้ยังทำได้ค่อนข้างยาก ประกอบกับต้องใช้เวลาในการที่จะสรุปหรือแยกแยะส่วนประกอบและโครงสร้างของอุปมาและอุปไมยออกมาให้อยู่ภายใต้รูปแบบทั้ง 5 ประเภทอีกด้วย และเมื่อสามารถสร้างแนวคิดขึ้นมาได้ตามรูปแบบแล้ว ภาพที่ดูง่ายตามที่ระบบสร้างขึ้นยังไม่ชัดเจนเพียงพอที่จะใช้อธิบายได้อย่าง

ละเอียดตามแบบจำลองในการสร้างการอุปมาอุปไมยเพื่อการสอน (The Teaching with Analogies Model) ของ Glynn เพราะเมื่อครูผู้สอนจะอธิบายแนวคิดที่มีความซับซ้อนก็ไม่สามารถวาดภาพที่จะสร้างความเข้าใจที่ละเอียดเพียงพอได้ในรูปเดียวจากระบบนี้ ดังเช่นตัวอย่างเรื่องเซลล์กับโรงงานนั้น ก็ไม่สามารถจะแยกแยะรายละเอียดการทำงานของส่วนต่างๆ ของเซลล์มาเปรียบเทียบกับการทำงานของโรงงานได้ชัดเจนเหมือนกับการอธิบายโดยละเอียดและวาดรูปสรุปตามแบบจำลองของ Glynn ได้

3.2 ค็อคสเก็ตช์

ค็อคสเก็ตช์เป็นโปรแกรมที่อาศัยการวาดรูป เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ตามความต้องการของผู้ใช้แทนการอธิบายเป็นข้อความหรือตัวดำเนินการเพื่อระบุความสัมพันธ์ (เช่นการใช้เอ็กเอ็มแอลในกรณีของโปรแกรมมาร์วิน) โดยโปรแกรมดังกล่าวมีความสามารถในการเชื่อมโยงหรือหาความสัมพันธ์ระหว่างภาพสเก็ตช์ต่าง ๆ เช่น ระหว่างภาพที่ผู้ใช้วาดกับภาพความสัมพันธ์อื่นที่มีอยู่ในฐานข้อมูลของระบบ ทำให้สามารถใช้สืบค้นความสัมพันธ์ระหว่างภาพสเก็ตช์ที่ได้มีการสร้างเก็บไว้แล้วด้วยวิธีการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของส่วนประกอบต่างๆ ภายในภาพกับภาพสเก็ตช์ที่ผู้ใช้ระบบวาด ความสามารถในการเปรียบเทียบภาพสเก็ตช์นี้เกิดจากการที่ระบบสามารถทำความเข้าใจภาพได้ โดยอาศัยการตีความด้วยความสัมพันธ์เชิงมิติสัมพันธ์ (spatial relation) [7] โดยผู้ใช้สามารถวาดภาพสเก็ตช์ลงไปบนใบงานที่ระบบเตรียมไว้ให้ แล้วใช้การระบุคำอธิบายลงไปที่ภาพสเก็ตช์นั้นทั้งด้วยวิธีการระบุเป็นคำอธิบายรวม หรือจะแยกระบุคำอธิบายให้กับแต่ละวัตถุในภาพก็ได้ วิธีการดังกล่าวนี้ทำให้การรู้จำ (Recognition) ภาพสเก็ตช์ไม่มีความจำเป็นสำหรับระบบนี้ [8] ผู้พัฒนาเรียกส่วนการ



รูปที่ 12. แสดงลักษณะของสัญลักษณ์ในโปรแกรมค็อคสเก็ตช์

ระบุคำอธิบายให้กับภาพสเก็ตช์นี้ว่า สัญลักษณ์ (Glyph) ซึ่งแต่ละสัญลักษณ์จะประกอบไปด้วยสองส่วน คือ ลายเส้นหมึก (Ink) และ ข้อความ (Content) ซึ่งลายเส้นหมึก คือเซตของจุดที่ผู้ใช้วาดลงไป และข้อความคือสิ่งที่ทำให้รู้ว่าสัญลักษณ์นั้นคืออะไร ดังรูปที่ 12 ที่มีส่วนที่เป็น **ภาพสเก็ตช์ของดวงอาทิตย์ เป็น ลายเส้นหมึก และ คำว่า “sun” เป็นส่วนข้อความที่ระบุว่าสัญลักษณ์นี้คือดวงอาทิตย์**

คุณสมบัติที่น่าสนใจของโปรแกรมค็อคสเก็ตช์ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับบทความนี้ อยู่ที่ความสามารถของระบบที่สามารถประมวลผลสัญลักษณ์ที่สร้างขึ้นได้ ในลักษณะของการประมวลผลเชิงอุปมาอุปไมยโดยใช้ทฤษฎีการจับคู่เชิงโครงสร้างของ Gentner [9] โดยนำ Structure Mapping Engine (SME) [11] มาใช้เปรียบเทียบวัตถุต่างๆ ในภาพสเก็ตช์ที่ผู้ใช้วาดลงไปตรวจหาความคล้ายหรือความแตกต่างของภาพสเก็ตช์นั้นได้

การใช้การวาดภาพในโปรแกรมค็อคสเก็ตช์แทนการระบุความสัมพันธ์ด้วยภาษาเอ็กเอ็มแอลดังเช่นโปรแกรมมาร์วินเป็นแนวทางหนึ่งที่น่าสนใจในการลดความยุ่งยากของการระบุความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ที่ใช้ในการสืบค้นความสัมพันธ์เชิงอุปมาอุปไมยกับความสัมพันธ์อื่นที่มีอยู่ในระบบ แต่จุดเด่นที่ผู้พัฒนากล่าวไว้ในเรื่องของการสร้าง

สัญลักษณ์นั้น ผู้เขียนเห็นว่ายังมีความยากและซับซ้อนในการระบุข้อความให้กับสัญลักษณ์อยู่ กล่าวคือผู้ใช้ระบบต้องมีการฝึกฝนการใช้งานพอสมควรจึงจะสามารถใช้งานระบบได้อย่างชำนาญ ซึ่งประเด็นนี้จะเป็นอุปสรรคต่อการส่งเสริมให้ครูผู้สอนนำโปรแกรมไปใช้อย่างแพร่หลาย อีกทั้งคุณสมบัติในการค้นคืนภาพสเก็ตช์โดยใช้หลักการอุปมาอุปไมยซึ่งเป็นปัญหาหลักในการสร้างการอุปมาอุปไมยเพื่อสนับสนุนการเรียนการสอนนั้น ในโปรแกรมค็อคสเก็ตช์เองก็ยังไม่ได้มีการนำมาใช้มากนัก

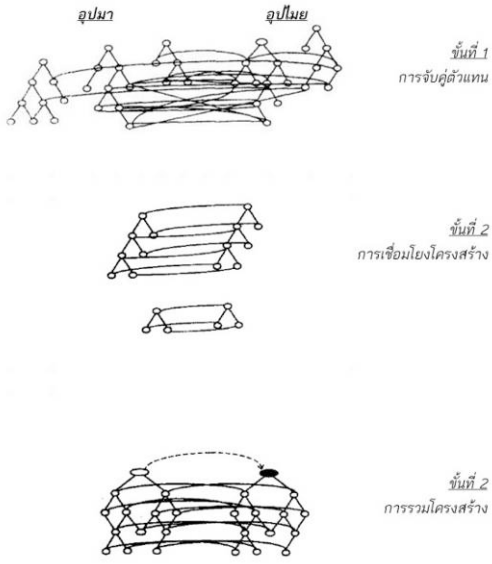
4. หลักการพื้นฐานของเทคนิคที่ใช้ในระบบค้นคืนการอุปมาอุปไมย

จากโปรแกรมประยุกต์ที่ได้กล่าวถึงในหัวข้อก่อนหน้านี้ สังเกตได้ว่าการสร้างระบบที่จะสนับสนุนการเรียนการสอนด้วยการอุปมาอุปไมยนั้นมีส่วนประกอบที่สำคัญอยู่ด้วยกัน 3 ส่วน คือ ส่วนติดต่อผู้ใช้ ส่วนค้นหาเปรียบเทียบความสัมพันธ์เชิงอุปมาอุปไมย และส่วนของฐานข้อมูล ซึ่งจากโปรแกรมตัวอย่างข้างต้นจะขอกล่าวถึงเฉพาะเทคนิคที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการค้นคืนการอุปมาอุปไมยใน 2 ส่วนแรก ได้แก่ การจับคู่เชิงโครงสร้าง และ การให้เหตุผลเชิงมิติสัมพันธ์

4.1 การจับคู่เชิงโครงสร้าง

ในการศึกษาเกี่ยวกับโปรแกรมมาร์วินและค็อคสเก็ตช์ นั้น ผู้เขียนพบว่าผู้พัฒนาระบบทั้งสองมีการกล่าวถึงเทคนิคในการจับคู่เพื่อเปรียบเทียบอุปมากับอุปไมยไว้ตรงกันคือ ทฤษฎีการจับคู่เชิงโครงสร้าง [7-8] ที่นำวิธีคิดในเรื่องกระบวนการเปรียบเทียบของมนุษย์ตามหลักจิตวิทยามาตีความเพื่อให้เกิดเป็นกระบวนการที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้บนคอมพิวเตอร์ได้นั่นเอง กระบวนการเปรียบเทียบดังกล่าว ได้แก่ การเปรียบเทียบเชิงอุปมาอุปไมยและการเปรียบเทียบความคล้ายคลึงกัน (Similarity) ซึ่งแม้จะมีความแตกต่างกันในเรื่องของความซับซ้อนของกระบวนการ กล่าวคือ การเปรียบเทียบเชิงอุปมาอุปไมย เป็นกระบวนการที่ซับซ้อนกว่าซึ่งถูกใช้ในการคิดค้นที่สร้างสรรค์ เช่น ในการเปรียบเทียบแบบอุปมาอุปไมยเพื่อสอนเรื่องแรงดึงดูดของดวงอาทิตย์ที่ทำให้โลกโคจรอยู่รอบดวงอาทิตย์ได้ กับ การทดลองโดยการผูกสิ่งของไว้ที่ปลายเชือกแล้วหมุนไปรอบๆ ทั้งสองสิ่งนี้ไม่มีความคล้ายคลึงกันเลยในทางกายภาพแต่สามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์ที่โลกหมุนอยู่รอบดวงอาทิตย์ได้ ด้วยการนำเสนอในส่วนของความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุเท่านั้น ในขณะที่ การเปรียบเทียบความคล้ายคลึงกัน เป็นกระบวนการรับรู้ที่ไม่ซับซ้อน ไม่ต้องใช้ความคิดมากเท่ากับการอุปมาอุปไมย ดังตัวอย่างกรณีศึกษาเกี่ยวกับเด็กอายุ 25 เดือนที่เล่นของเล่นใหม่ที่ประกอบด้วยประตู 6 บาน ที่แต่ละบานมีกุญแจที่เป็นสีเดียวกันกับประตูอยู่ โดยกุญแจกับประตูที่สีเดียวกันเท่านั้นที่จะใช้ในการเปิดประตูได้ ซึ่งเด็กคนนี้ก็สามารถเปิดประตูได้โดยการใช้กุญแจที่มีสีเดียวกันกับประตูนั้น แต่เมื่อเขาได้รับกุญแจดอกที่เจ็ดที่เป็นสีขาวซึ่งไม่มีประตูสีเดียวกันอยู่ หลังจากที่เด็กคนนี้ใช้เวลาพิจารณาอยู่สักครู่หนึ่ง เขาก็หันมาถามหาประตูสีขาวกับผู้ปกครอง [10] กรณีนี้เป็นความคล้ายคลึงกัน ซึ่งเป็นการรวมการสังเกตและการจับคู่ไว้ด้วยกันจากคุณสมบัติทางกายภาพคือลักษณะและสีของวัตถุ

การจับเอากระบวนการอุปมาอุปไมยตามวิธีคิดของมนุษย์มาพัฒนาระบบ คณะผู้พัฒนาได้กำหนดลักษณะของการอุปมาอุปไมยไว้ว่ามีความเกี่ยวข้องกับวิธีการจัดวางของโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างอุปมาและอุปไมย ซึ่งมีข้อบังคับเชิงจิตวิทยา 3 ประการได้แก่ 1) การจัดวางโครงสร้างต้องมี โครงสร้างที่ตรงกัน (Structurally Consistent) หมายความว่า รูปแบบโครงสร้างต้องมีการเชื่อมโยงแบบขนาน (Parallel Connectivity) และมีความสอดคล้องกันแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One-to-one Correspondence) ระหว่างส่วนต่างๆ ในโดเมนของอุปมาและโดเมนของอุปไมย การเชื่อมโยงแบบขนาน



รูปที่ 13. ขั้นตอนการทำงานของ Structure-Mapping Engine [10]

ดังกล่าว คือ การจับคู่ความสัมพันธ์ที่ตรงกันขององค์ประกอบต่างๆ ในโดเมนของอุปมาและโดเมนของอุปไมย [11] เช่น การเปรียบเทียบของระบบสุริยะกับโครงสร้างอะตอม ดวงอาทิตย์มีความสอดคล้องกันกับนิวเคลียส และแรงโน้มถ่วงของดวงอาทิตย์มีความสอดคล้องกันกับแรงดึงดูดจากนิวเคลียส เพราะว่าองค์ประกอบเหล่านี้มีบทบาทเหมือนกันในโครงสร้างความสัมพันธ์ 2) เป็นการมุ่งเน้นที่ความสัมพันธ์ตามที่กล่าวมาการอุปมาอุปไมยต้องมีความเกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ที่เหมือนกัน แต่ต้องไม่เกี่ยวข้องกับคำอธิบายขององค์ประกอบที่ตรงกัน 3) ต้องมีการสอดคล้องกันอย่างเป็นระบบ (Systematicity) การอุปมาอุปไมยจะทำการจับคู่ความสัมพันธ์ที่เชื่อมต่อกันอย่างเป็นระบบ [9] เซตของการจับคู่ความสัมพันธ์ถูกเชื่อมต่อกับความสัมพันธ์ในลำดับชั้นที่สูงขึ้นทำให้เกิดการอุปมาอุปไมยที่ดีขึ้น

จากการกำหนดกระบวนการอุปมาอุปไมยตามการจัดวางโครงสร้างดังกล่าวนี้ เป็นหลักพื้นฐานของการพัฒนาเทคนิคของ Structure-Mapping Engine (SME) [11] ขึ้นมาเพื่อใช้ในการจับคู่ความสัมพันธ์ระหว่างโดเมนของอุปมากับโดเมนของอุปไมยโดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ (ดูรูปที่ 13 ประกอบ)

ขั้นที่ 1 SME จะนำตัวแทน (The representation) โดเมนของอุปมาและโดเมนของอุปไมยมาจับคู่หาความสอดคล้องกันขององค์ประกอบต่างๆ จากโดเมนทั้งสอง

ขั้นที่ 2 นำความสัมพันธ์ที่สอดคล้องกันจากการจับคู่กันในขั้นที่ 1 มาเชื่อมต่อกันเป็นกลุ่มโครงสร้างของความคล้ายคลึงกัน (เรียกว่า Kernel)

ขั้นที่ 3 นำ Kernel เหล่านั้นมารวมกันเป็นโครงสร้างความคล้ายคลึงกันขนาดใหญ่เรียกว่าตัวแปลความหมาย (The interpretation)

เมื่อได้ตัวแปลความหมายแล้ว SME จะทำการประเมินผลโครงสร้างของตัวแปลความหมายนี้ แล้วนำมาสรุปผลหาข้อสรุปที่ดีที่สุดซึ่งก็คือตัวแปลความหมายที่ได้รับผลการประเมินโครงสร้างสูงที่สุด ซึ่งโดยทั่วไป SME จะหาข้อสรุปที่ดีที่สุดนี้มากกว่า 1 ข้อสรุป

4.2 การให้เหตุผลเชิงมิติสัมพันธ์

การให้เหตุผลเชิงมิติสัมพันธ์ คือ การนำข้อสรุปจากการนำข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้าง รูปทรง จากภาพสเก็ตช์มารวบรวมไว้ด้วยกัน [12] โดยมีความเกี่ยวข้องกับเรื่องความสัมพันธ์เชิงมิติสัมพันธ์ของสัญลักษณ์ในโปรแกรมค็อคสเก็ตช์ ซึ่งจะขอกล่าวถึงประเภทของความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ที่นำมาใช้ในการให้เหตุผลเชิงพื้นที่ 2 ประเภท คือ Qualitative topological relationships กับ Positional Relationships เพื่อให้พอเข้าใจเกี่ยวกับการพิจารณาความสัมพันธ์เชิงพื้นที่

Qualitative topological relationships เป็นการนำเซตของความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างระหว่าง

สัญลักษณ์มาหาความแตกต่างกันบนพื้นฐานที่ว่าสัญลักษณ์ทั้งสองมีความสัมพันธ์กันดังต่อไปนี้หรือไม่

1) Disjoint (DC) **คือความสัมพันธ์ที่สัญลักษณ์แยกออกจากกันโดยสิ้นเชิงไม่มีพื้นที่ส่วนใดร่วมกันเลย**
2) Touching (EC) **เป็นความสัมพันธ์ที่สัญลักษณ์มีส่วนพื้นที่ร่วมกัน มีการสัมผัสกัน**
3) Inside one and other (TPP, NTPP) **คือการที่สัญลักษณ์อันหนึ่งอันใดอยู่ภายในสัญลักษณ์อันอื่นๆ**

ความแตกต่างเหล่านี้จะถูกนำมาใช้ในหลายๆ ทาง ได้แก่ การคำนวณดูว่าสัญลักษณ์แต่ละอันอยู่ในทางใดของอีกอันหนึ่ง ถ้าหากว่าสัญลักษณ์นั้นมีความสัมพันธ์กันแบบ Disjoint แล้วก็จะไม่ต้องทำการคำนวณต่อไปอีก หรือนำไปใช้ในการแปลความหมายเชิงแนวคิดของความสัมพันธ์ระหว่างสัญลักษณ์ โดยเมื่อสัญลักษณ์สองอันที่แสดงในภาพสเก็ตช์มีคำอธิบายที่เหมือนกัน ก็จะจัดเป็นความสัมพันธ์แบบ Touching เป็นต้น

Positional Relationships ความสัมพันธ์ของตำแหน่งจะทำให้ระบบมีข้อมูลเชิงคุณภาพเกี่ยวกับตำแหน่งและทิศทาง โดยความสัมพันธ์ของตำแหน่งระหว่างลายเส้นหมึกของสัญลักษณ์จะถูกอธิบายในมุมมองของระบบพิกัดตามระนาบของภาพสเก็ตช์ว่า อยู่บน ล่าง ซ้ายหรือขวาของกันและกัน ในขณะที่การระบุตำแหน่งเชิงพื้นที่ของสัญลักษณ์จะถูกอธิบายในแบบของทิศทางตามรูปแบบเข็มทิศ เช่น สนามเด็กเล่นอยู่ทางทิศใต้ของโรงเรียน และอยู่ทางทิศตะวันออกของถนน

การให้เหตุผลเชิงพื้นที่จะมีการดำเนินการเมื่อสัญลักษณ์มีการเปลี่ยนแปลงไม่ว่าจะเป็น การเพิ่ม การย้าย การเปลี่ยนขนาด หรือถูกลบออกไป การประมวลผลก็จะถูกดำเนินการใหม่ตามหลักการความสัมพันธ์ที่กล่าวมาข้างต้น ข้อสรุปเกี่ยวกับคุณสมบัติของภาพที่ได้จากการประมวลผลก็จะถูกเปลี่ยนแปลงปรับปรุงตามลักษณะของสัญลักษณ์ที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงไปด้วย แล้วข้อสรุปเหล่านี้ก็จะนำไปใช้ในการจับคู่เปรียบเทียบภาพต่อไป

ซึ่งความสามารถของเทคนิคการให้เหตุผลเชิงพื้นที่นี้ถูกนำไปใช้ในการเปรียบเทียบภาพสเก็ตช์อันเป็นหลักพื้นฐานที่สำคัญในการทำงานของโปรแกรมค็อคสเก็ตช์ในการเปรียบเทียบตำแหน่ง ทิศทาง หรือความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละสัญลักษณ์ในภาพสเก็ตช์ เพื่อนำมาประมวลผลว่าลักษณะของส่วนประกอบต่างๆ ภายในภาพเป็นไปตามภาพต้นแบบหรือไม่ เส้นลูกศรที่มักใช้วาดเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุภายในภาพหันไปในทิศทางที่ถูกต้องหรือเปล่า โดยส่วนที่เห็นการทำงานของเทคนิคการให้เหตุผลเชิงพื้นที่ได้อย่างชัดเจนในเรื่องนี้ คือในการวาดเส้นลูกศรความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุลงไป แล้วต้องการสร้างคำอธิบายความสัมพันธ์ให้กับลูกศรนั้น ระบบจะเลือกวัตถุต้นทางและปลายทางของความสัมพันธ์ไว้ให้ ในลักษณะที่เป็นคำแนะนำเบื้องต้นนั่นเอง ซึ่งเมื่อเราเปลี่ยนทิศทางของหัวลูกศรคำแนะนำนั้นก็จะเปลี่ยนไปด้วย ซึ่งเป็นการช่วยให้การวาดภาพและสร้างการรับรู้ในระบบทำได้สะดวกขึ้น

5. บทสรุป

การใช้อุปมาอุปไมย คือ หนึ่งในกระบวนการหลักของสร้างความรู้ความเข้าใจ [13] อย่างไรก็ดีการเลือกใช้และทำความเข้าใจอุปมาอุปไมยที่เหมาะสมเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงเป็นอย่างยิ่ง โปรแกรมประยุกต์เพื่อช่วยในการสืบค้นความสัมพันธ์เชิงอุปมาอุปไมยเป็นเครื่องมือหนึ่งที่เป็นประโยชน์และลดอุปสรรคดังกล่าวได้ แต่จากการศึกษาโปรแกรมประยุกต์ที่เกี่ยวข้องดังกล่าว ยังพบอุปสรรคในการใช้งานอยู่ กรณีของโปรแกรมมาร์วินมีการนำเสนอลักษณะเด่นในเรื่องการสร้างภาพเปรียบเทียบ การจัดเก็บ และการค้นคืนเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งพบความยุ่งยากในการใช้งานที่ไม่สะดวก ต้องใช้ความรู้เชิงเทคนิคเกี่ยวกับภาษาเอ็กเอ็มแอลมาสร้างการอุปมาอุปไมย และเมื่อต้องการค้นคืนก็ต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการคิวรี (Query) ข้อมูลเพื่อนำมาสร้าง

คำค้นที่เหมาะสมตามรูปแบบที่ผู้พัฒนาวางไว้ ในขณะที่โปรแกรมค็อคสเก็ตช์มีการใช้งานที่สะดวกมากกว่าในส่วนของการสร้างภาพเปรียบเทียบการอุปมาอุปไมยด้วยวิธีการวาดภาพสเก็ตช์ลงไปบนระบบแล้วใช้เทคนิคในการประมวลผลภาพเชิงเปรียบเทียบในการวิเคราะห์ความหมายของภาพ เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการค้นหาวิเคราะห์ภาพ แต่ยังมีความยุ่งยากในการที่ต้องกำหนดคำอธิบายให้กับส่วนประกอบต่างๆ ของภาพเพื่อให้ระบบสามารถรับรู้ได้ว่าสิ่งที่ผู้ใช้วาดลงไปนั้นคืออะไร

เป็นที่น่าสนใจว่าหากมีการพัฒนาระบบการสร้างภาพเชิงอุปมาอุปไมยโดยเอาข้อดีของทั้งสองระบบมาใช้ร่วมกันจะทำให้ระบบที่เกิดขึ้นมีความน่าใช้งานและส่งเสริมการสอนโดยใช้การอุปมาอุปไมยให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยการนำส่วนติดต่อผู้ใช้แบบเดียวกับโปรแกรมค็อคสเก็ตช์มาใช้ในการค้นคืนภาพที่ถูกจัดเก็บจากฐานข้อมูลของระบบ แต่ปัญหาอยู่ที่การออกแบบฐานข้อมูลที่ใช้ในการจัดเก็บภาพและการตีความหมายภาพเพื่อใช้ในการค้นหานั้นควรจะใช้วิธีการไหนเพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้อย่างง่ายดาย และมีประสิทธิภาพด้วยการค้นคืนที่รวดเร็ว

เอกสารอ้างอิง

[1] S. M. Glynn *et al*., "Analogies: Explanatory Tools in Web-Based Science Instruction", *Educational Technology*, vol. 47, no. 5, pp. 45-50, Sep.-Oct. 2007.

[2] S. M. Glynn, "Methods and strategies: The Teaching-With-Analogies Model", *Science and Children*, vol. 44, no. 8, pp. 52-55, Apr.-May. 2007.

[3] S. M. Glynn, "Making science concepts meaningful to students: Teaching with analogies". In S. Mikelskis-Seifert, U. Ringelband, & M. Brückmann (Eds.), *Four decades of research in science education: from curriculum development to quality improvement,* Münster, Germany, pp. 113-125.

[4] H. J. Foxwell, and D. A. Menascé, "Web-Based Representation and Visualization of Analogies", in *Proc. of the IADIS International Conference WWW/Internet 2002, ICWI 2002*, Lisbon, Protugal, pp. 693-698. Nov. 2002,

[5] H. J. Foxwell, and D. A. Menascé, "MARVIN: A Web-Based System for Representing, Retrieving, and Visualizing Analogies", *World Wide Web*, vol. 7, no. 4, pp. 385-419, Dec. 2004.

[6] H. J. Foxwel, "A Web-Based System for Representing, Retrieving, and Visualizing Analogies", *Ph.D. dissertation*, George Mason University, Fairfax, Virginia, 2003.

[7] K. Forbus *et al*., "CogSketch", in *Proc. of the Twenty-Third AAAI Conference on Artificial Intelligence,* Chicago, Illinois, USA, pp. 1878-1879, Jul. 2008.

[8] K. Forbus *et al*., "CogSketch: Sketch Understanding for Cognitive Science Research and for Education", *Topics in Cognitive Science*, vol. 3, no. 4, pp. 648-666, Oct. 2011.

[9] D. Gentner, "Structure-Mapping: A Theoretical Framework for Analogy", *Cognitive Science*, vol. 7, no. 2, pp. 155-170, Apr. 1983.

[10] D. Gentner, and A. B. Markman, "Structure Mapping in Analogy and Similarity", *American Psychologist*, vol. 52, no. 1, pp. 45-56, Jan. 1997.

[11] B. Falkenhainer *et al*., "The Structure-Mapping Engine", in *Proc. of the Fifth National Conference on Artificial Intelligence,* Los Altos, CA, USA, pp. 272-277, Aug. 1986.

[12] K. D. Forbus *et al*., "Qualitative Spatial Reasoning for Visual Grouping in Sketches", in *Proc. of the 16th International Workshop on Qualitative Reasoning*, Brasilia, Brazil, pp.79-86, Aug. 2003.

[13] K. D. Forbus *et al*., "Exploring Analogy in the Large", *The Analogical Mind*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, pp. 24-58.