

การประยุกต์ใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้

เพื่อการพัฒนากระบวนสารสนเทศเพื่อการศึกษาในห้องเรียน

ณัฐพล พันธุ์วงศ์

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

Emails: natapon@it.kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันนี้เทคโนโลยีสารสนเทศได้เข้ามามีบทบาทในการพัฒนาระบบการเรียนการสอนเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาให้กับผู้เรียน อย่างไรก็ตามผู้เรียนที่ไม่มีโอกาสได้ใช้งานระบบคอมพิวเตอร์มากนักหรือเพิ่งใช้งานเป็นครั้งแรกอาจไม่คุ้นเคยกับการใช้งานระบบสารสนเทศผ่านทางส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบพื้นฐานเช่นแป้นพิมพ์และเมาส์ งานวิจัยในปัจจุบันได้มุ่งเน้นเพื่อพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้รูปแบบใหม่ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงและใช้งานระบบสารสนเทศได้ง่ายขึ้น ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้เป็นรูปแบบหนึ่งของส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อเพิ่มคุณภาพทางการศึกษา ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้เป็นรูปแบบวิธีการเชื่อมโยงผู้ใช้กับระบบสารสนเทศโดยการนำเอาวัตถุหรืออุปกรณ์ในชีวิตประจำวันมาใช้งาน ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และใช้งานระบบสารสนเทศได้อย่างง่าย บทความนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้สำหรับระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษา โดยทำการวิเคราะห์และสรุปถึงปัจจัยที่สำคัญในการประยุกต์ใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้ และแนวโน้มสำหรับงานวิจัยเกี่ยวกับส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้และระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษา

คำสำคัญ – ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้; ระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษา; การปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบสารสนเทศและผู้ใช้

1. บทนำ

ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้ (Tangible Users Interfaces) ได้ถูกนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายในการพัฒนาระบบสารสนเทศ โดยเป็นรูปแบบการติดต่อกับผู้ใช้ที่นำเอาอุปกรณ์หรือวัตถุที่จับต้องได้มาเป็นสื่อในการเชื่อมโยงระหว่างผู้ใช้งานและระบบสารสนเทศ [1,2,3] ดังนั้นผู้ใช้งานที่ไม่คุ้นเคยกับระบบคอมพิวเตอร์จะสามารถใช้งานระบบสารสนเทศได้ง่ายขึ้น เช่น ระบบ I/O Brush [4] ซึ่งเป็นระบบสำหรับการวาดภาพ โดยที่มีการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้เป็นรูปแบบพู่กันดังรูปที่ 1 ซึ่ง

ผู้ใช้งานสามารถใช้พู่กันนี้เก็บบันทึกข้อมูลสีจากวัตถุจริง และวาดรูปลงบนพื้นที่ที่จัดเตรียมไว้ ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และใช้งานระบบวาดภาพนี้ได้โดยง่าย หากเป็นการใช้งานเมาส์ในการวาดภาพผู้ใช้งานส่วนนี้อาจจะไม่คุ้นเคยในการใช้งานอุปกรณ์เหล่านี้ ทำให้ไม่สามารถทำการวาดภาพได้

แนวทางหนึ่งในการประยุกต์ใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้ คือการนำไปใช้งานกับระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษา ดังที่กล่าวไปแล้วว่าประโยชน์ที่สำคัญของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้คือความง่ายในการเรียนรู้และใช้งานของผู้ใช้ ดังนั้นเมื่อทำการประยุกต์ใช้งานกับระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษา ผู้เรียนจะสามารถเข้าถึงสื่อการ



รูปที่ 1. ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้ของระบบ I/O Brush ซึ่งมีลักษณะคล้ายพู่กัน ทำให้ผู้ใช้สามารถเรียนรู้และใช้งานระบบวาดภาพได้ง่ายยิ่งขึ้น

เรียนการสอนและทำการเรียนรู้จากบทเรียนได้ง่ายขึ้น [5,6] โดยได้มีการศึกษาพบว่าผู้เรียนโดยเฉพาะผู้เรียนระดับประถมศึกษาจะสามารถเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น หากมีการเรียนรู้ผ่านทางการเคลื่อนไหวทางกายภาพ (Physical Action) และเมื่อมีการใช้งานวัตถุที่จับต้องได้ (Physical Objects) ในห้องเรียน นักเรียนจะให้ความสนใจและสามารถเรียนรู้บทเรียนได้รวดเร็วกว่าการเรียนรู้แบบปกติ [7] เนื่องจากส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้เป็นรูปแบบของส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่ถูกพัฒนาให้มีรูปร่างลักษณะคล้ายคลึงกับการใช้งานจริงในชีวิตประจำวัน ทำให้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้มีความเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้กับระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษา ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้จะทำให้ผู้เรียนสามารถทำการเรียนรู้และเล่นหรือมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวทางกายภาพ (Play and Learn) ได้ในเวลาเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับผล

บทความนี้นำเสนอความหมายและประโยชน์ของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้ในหัวข้อที่ 2 หัวข้อที่ 3 นำเสนอตัวอย่างงานวิจัยต่าง ๆ ในปัจจุบันที่ได้ประยุกต์ใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้กับระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษา รวมทั้งทำการวิเคราะห์ถึงประโยชน์และรูปแบบกิจกรรมในห้องเรียนเมื่อมีการใช้งานส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้ ในหัวข้อที่ 4 นำเสนอการวิเคราะห์รูปแบบและปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงใน

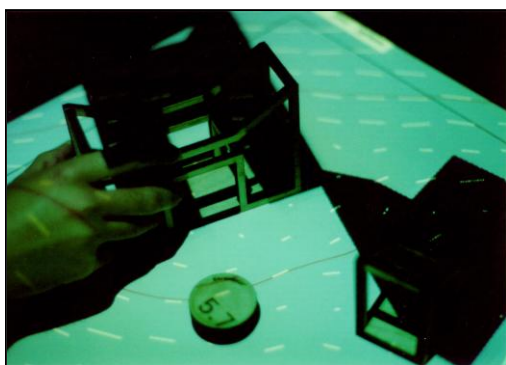


รูปที่ 2. ตัวอย่างของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้สำหรับการควบคุมเกม

การประยุกต์ใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้ รวมทั้งแนวโน้มในการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้สำหรับระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษา และหัวข้อที่ 5 กล่าวถึงบทสรุปของบทความนี้

2. ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้

ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้คือวิธีการที่ผู้ใช้ทำการควบคุมหรือแก้ไขข้อมูลของระบบสารสนเทศด้วยการปฏิสัมพันธ์กับวัตถุจริงที่จับต้องได้ ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้นั้นมีจุดเด่นคือการที่ผู้ใช้สามารถควบคุมการทำงานของระบบด้วยการปฏิสัมพันธ์ทางกายภาพ ผู้ใช้สามารถทำงานต่าง ๆ ได้ง่าย โดยเฉพาะการทำงานกับระบบที่ต้องการการควบคุมในระนาบสามมิติ เมื่อเปรียบเทียบกับส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบชี้และเลือกแล้วจะพบว่าการใช้งานส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้นั้นสามารถใช้งานได้ง่ายกว่ามาก เนื่องจากการปฏิสัมพันธ์ของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบชี้และเลือกจะเกิดขึ้นได้เพียงในระนาบสองมิติ เนื่องด้วยจอภาพและอุปกรณ์อื่น ๆ เช่นเมาส์สร้างขึ้นมาเพื่อการปฏิสัมพันธ์แบบสองมิติ แต่ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้นั้น ผู้ใช้สามารถควบคุมระบบด้วยการปฏิสัมพันธ์แบบสามมิติกับวัตถุจริงทำให้สามารถใช้งานระบบสารสนเทศได้ง่ายขึ้น เช่น Super Angry Bird Controller ดังรูปที่ 2 ที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อควบคุมการเล่นเกม Angry Bird โดยผู้เล่นสามารถยิงตัวละคร Angry Bird ได้ด้วยการเลื่อนและปล่อยวัตถุบนรางซึ่งเสมือนกับการยิงตัวละครนั้นจริง ๆ ซึ่งค่าต่าง ๆ เช่นความเร็วและมุมในการยิงของ Super Angry Bird Controller จะถูกนำไปใช้ควบคุมการยิงตัวละคร Angry Bird ในคอมพิวเตอร์ ด้วยส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบนี้แม้ผู้ใช้



รูปที่ 3. ระบบ Urp สำหรับการวางผังเมือง โดยผู้ใช้สามารถจัดวางวัตถุรูปทรงอาคารเพื่อออกแบบผังเมืองและระบบสามารถแสดงผลทิศทางและความเร็วของลมเพื่อใช้ในการประเมินผลในการวางผังเมืองได้

จะไม่มีประสบการณ์การใช้งานอุปกรณ์ในระบบคอมพิวเตอร์มาก่อนก็สามารถใช้งานระบบสารสนเทศได้

ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้นั้นมีได้ถือกำเนิดขึ้นในปีพ.ศ. 2538 ได้มีการนำเสนอแนวคิดเกี่ยวกับส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้เป็นครั้งแรกโดยเรียกว่า Graspable Interface [8] โดยที่อุปกรณ์ที่นำมาเป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (Graspable Handles) นั้นสามารถถูกใช้งานเพื่อจัดการข้อมูลดิจิทัล โดยผู้ใช้งานสามารถวางวัตถุรูปทรงลูกบาศก์บนภาพกราฟิก และเมื่อผู้ใช้ทำการหมุนหรือเลื่อนตำแหน่งของรูปทรงลูกบาศก์นั้นก็ส่งผลกระทบต่อตำแหน่งของภาพกราฟิกเปลี่ยนไป หลังจากนั้นในปี พ.ศ. 2540 Ishii [9] ได้นำเสนอนิยามที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้นของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้อง โดยนิยามของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้ของ Ishii นั้นคือ “ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงข้อมูลดิจิทัล (Bits) ได้โดยตรง ทำให้ข้อมูลดิจิทัลสามารถถูกจับต้องได้ (Tangible Bits)” ด้วยแนวคิดและคำจำกัดความที่ได้ถูกนำเสนอโดย Ishii นี้ ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้จึงได้ถือกำเนิดขึ้นเป็นรูปแบบใหม่ของส่วนติดต่อกับผู้ใช้และรูปแบบวิธีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้กับระบบสารสนเทศ เช่น Wendy Mackay [10] ได้พัฒนาระบบความจริงเสริมโดยใช้กระดาษเป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้ โดยผู้ใช้สามารถเขียนและวาดภาพบนกระดาษ และระบบ

สารสนเทศจะทำการรู้จำข้อความหรือรูปภาพบนกระดาษรวมทั้งตำแหน่งของกระดาษ เพื่อนำไปเปลี่ยนเป็นข้อมูลดิจิทัลเพื่อใช้งานในระบบสารสนเทศต่าง ๆ นอกจากนี้ Ishii [11] ได้พัฒนาระบบ Urp เพื่อใช้ในการวางผังเมืองโดยผู้ใช้งานสามารถจัดวางผังเมืองโดยวางวัตถุรูปทรงคล้ายอาคารต่าง ๆ บนพื้นที่ที่จัดเตรียมไว้ และระบบจะแสดงข้อมูลที่สำคัญสำหรับการวางผังเมืองเช่นทิศทางลมดังรูปที่ 3 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้ยังถูกนำไปประยุกต์ใช้ร่วมกับระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษาอีกด้วย เช่น ระบบ AlgoBlocks [12] ที่ถูกพัฒนาเพื่อใช้ในการเรียนการสอนวิชาการเขียนโปรแกรม (Programming) โดยผู้เรียนสามารถสร้างโปรแกรมได้โดยการเชื่อมต่อวัตถุ (Blocks) เข้าด้วยกัน ซึ่งแต่ละวัตถุนั้นถูกใช้แทนที่คำสั่งต่าง ๆ ของภาษาสำหรับการเขียนโปรแกรม (Programming Language)

ด้วยคุณลักษณะของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้ที่ผู้ใช้งานสามารถใช้งานระบบสารสนเทศผ่านทางวัตถุจริง ซึ่งหากผู้ออกแบบระบบสามารถออกแบบลักษณะของวัตถุที่เป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้ให้มีความสอดคล้องกับระบบนั้น ๆ จะทำให้ผู้ใช้งานสามารถเรียนรู้และใช้งานระบบสารสนเทศนั้นได้ง่ายยิ่งขึ้น นอกจากนี้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้ยังมีส่วนในการพัฒนารูปแบบการปฏิสัมพันธ์รูปแบบใหม่นอกจากการปฏิสัมพันธ์แบบชี้และเลือก (Point-and-Click) ของระบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบกราฟิก (Graphical User Interfaces) ที่ใช้งานกันในปัจจุบัน ซึ่งทำให้ผู้พัฒนาระบบสามารถพัฒนาระบบได้หลากหลายมากยิ่งขึ้นให้เหมาะสมกับงานและผู้ใช้ต่าง ๆ นอกจากนี้ด้วยการที่ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้นั้นประกอบไปด้วยวัตถุจริงหลายชิ้น ทำให้มีโอกาสนในการพัฒนาระบบที่ใช้พื้นที่ร่วมกัน (Shared Space) ซึ่งมีส่วนในการพัฒนาระบบที่ใช้งานได้โดยผู้ใช้งานมากกว่าหนึ่งคนในเวลาเดียวกัน ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างผู้ใช้และทำให้เกิดผลลัพธ์ของงานต่าง ๆ ที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3. ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้และระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษา

ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้มีคุณลักษณะสำคัญที่มีความเหมาะสมกับระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษาในห้องเรียนเนื่องจากรูปแบบของส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับวัตถุที่ใช้งานจริง ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และเข้าใจระบบสารสนเทศและเนื้อหาในบทเรียนได้ง่ายขึ้น ในหัวข้อนี้จะนำเสนอถึงประโยชน์ของการประยุกต์ใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้กับระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษาในห้องเรียน รวมทั้งหัวข้อบทเรียนและรูปแบบของกิจกรรมในห้องเรียนที่เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้

3.1. ประโยชน์ของการประยุกต์ใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้กับระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษา

จากการศึกษาของนักวิชาการทางการศึกษาหลายท่านสามารถยืนยันได้ถึงประโยชน์ในการประยุกต์ใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้กับระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษาในห้องเรียน Triona และคณะ [13] ได้นำเสนอถึงความสัมพันธ์ระหว่างการรับรู้และการเรียนรู้ เช่นหากระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษาามีวิธีการแสดงผลแบบสามมิติ ผู้เรียนจะตอบสนองกับบทเรียนได้ดีกว่าถ้าหากมีการปฏิสัมพันธ์โดยการสัมผัสกับวัตถุจริงเมื่อเปรียบเทียบกับปฏิสัมพันธ์ผ่านเมาส์หรือแป้นพิมพ์ซึ่งเป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบสองมิติ ซึ่งมีการศึกษาต่อเนื่องจากผลงานวิจัยนี้พบว่า การปฏิสัมพันธ์กับวัตถุจริงที่จับต้องได้นั้นมีส่วนส่งเสริมกระบวนการความคิดของผู้เรียนโดยเฉพาะผู้เรียนในระดับประถมศึกษา [6,14,15]

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่พบว่าส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้จะมีส่วนช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจและกระตือรือร้นในการเรียนรู้ เช่นเด็กเล็กจะมีความสนใจในการเรียนรู้หากบทเรียนในห้องเรียนมีกิจกรรมเสริม

นอกเหนือจากบทเรียน [16] ซึ่งส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้มีส่วนที่สนับสนุนผลการศึกษานี้ เนื่องจากผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมเสริมทางกายภาพร่วมกับบทเรียนในระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษาผ่านการใช้งานส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้ [17] นอกจากนี้สำหรับผู้เรียนที่มีปัญหาผิดปกติทางสมอง เช่นภาวะออทิสซึม ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้ก็สามารถช่วยให้ผู้เรียนมีสมาธิและสนใจต่อการเรียนรู้ได้ดีขึ้นเช่นกัน [18]

ประโยชน์ในอีกแง่หนึ่งของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้กับระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษาคือส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบนี้มีความเหมาะสมต่อระบบที่มีการใช้งานร่วมกันของผู้เรียนหลายท่านซึ่งสามารถเพิ่มความสามารถในการทำงานร่วมกันของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถสังเกตพฤติกรรมซึ่งกันและกันรวมทั้งเพิ่มโอกาสในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งนำมาสู่การสังเคราะห์ความรู้ใหม่ [12] จากการวิจัยหลายชิ้นพบว่าระดับความร่วมมือกันระหว่างผู้เรียนจะมีสูงเมื่อมีการประยุกต์ใช้งานส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้ แต่จะลดต่ำลงเมื่อประยุกต์ใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบอื่น ๆ [19]

โดยสรุปแล้วส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้มีความเหมาะสมกับระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษาเนื่องจากด้วยจุดเด่นที่สำคัญของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้ซึ่งง่ายต่อการเรียนรู้ ทำให้ผู้สอนและผู้เรียนสามารถเริ่มต้นการเรียนการสอนได้เร็วขึ้นโดยไม่ต้องกังวลถึงวิธีการใช้งานระบบ และเนื่องจากรูปแบบของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้นั้นเป็นวัตถุจริงที่จับต้องได้ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้บทเรียนต่าง ๆ ได้ด้วยการปฏิบัติจริง เช่นในบทเรียนการออกแบบผังเมืองของระบบ Urp ผู้เรียนจะสามารถฝึกฝนการออกแบบผังเมืองได้ด้วยการวางวัตถุจริงแทนที่การวาดภาพ และด้วยการแสดงผลข้อมูลเสริมเช่นทิศทางของแสงและลมจะทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจถึงคุณภาพของผลงานการออกแบบได้ด้วยตนเอง ผู้สอนสามารถนำเอาระบบสารสนเทศเช่นนี้ไปประยุกต์ใช้เพื่อเป็นส่วนเสริมต่อการเรียนรู้แบบปกติได้



รูปที่ 4. ระบบความจริงเสริมโดยการประยุกต์ใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้สำหรับระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์

3.2. หัวข้อบทเรียนที่เหมาะสมกับส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้

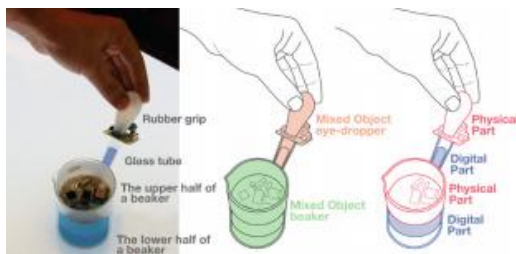
แม้ว่าส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้มีความเหมาะสมกับระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษา ส่วนติดต่อกับผู้ใช้นี้ อาจจะไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับหัวข้อบทเรียนบางหัวข้อ เมื่อศึกษาถึงงานวิจัยก่อนหน้านี้พบว่างานวิจัยเหล่านั้นมุ่งเน้นไปที่บทเรียนที่เกี่ยวกับเนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องกับโลกทางกายภาพ (Physical World) หรือวัตถุที่จับต้องได้ เนื่องจากผู้พัฒนาสามารถออกแบบระบบให้เหมาะสมได้ง่าย ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้ อาจจะไม่เหมาะสมกับหัวข้อบทเรียนที่ไม่สามารถแสดงผลหรือไม่มีความเกี่ยวข้องกับวัตถุทางกายภาพ เช่น ระบบสารสนเทศสำหรับวิชาทางด้านภาษาศาสตร์หรือกฎหมาย เป็นต้น ในหัวข้อนี้จะนำเสนอตัวอย่างงานวิจัย และหัวข้อบทเรียนที่มีการประยุกต์ใช้งานส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้

โมเดลกายภาพ (Physical Models) ได้ถูกใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์มาเป็นเวลาเนิ่นนาน เช่น การแสดงโครงสร้างโมเลกุลสำหรับส่วนประกอบทางเคมีต่าง ๆ เนื่องจากสามารถช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจถึงโครงสร้างและลักษณะของส่วนประกอบทางเคมีนั้น ๆ ได้

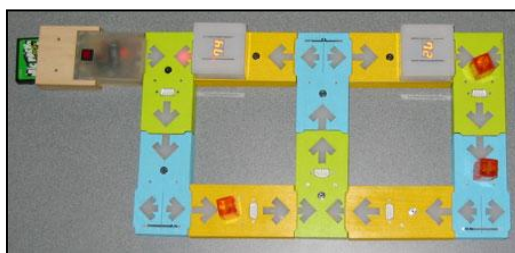
ง่ายขึ้น ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในรูปแบบของระบบความจริงเสริม [20] ดังตัวอย่างในรูปที่ 4 เมื่อผู้เรียนทำการปฏิสัมพันธ์กับโมเดลกายภาพ ระบบจะทำการแสดงข้อมูลเสริมที่เหมาะสมบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ โดยพิจารณาจากตำแหน่งและลักษณะของโมเดลกายภาพ ณ ขณะนั้น อีกตัวอย่างหนึ่งคือระบบ CheMO [21] ดังรูปที่ 5 โดยระบบนี้เป็นระบบที่ผู้เรียนใช้ในการเรียนรู้การผสมสารเคมีโดยไม่จำเป็นต้องผสมสารเคมีจริง ผู้เรียนสามารถเรียนรู้วิธีและผลลัพธ์ของการผสมสารเคมีในรูปแบบสารเคมีเสมือน และผู้เรียนสามารถปฏิสัมพันธ์กับระบบได้ผ่านทางส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้รูปทรงหลอดหยดและถ้วยปิกเกอร์

วิชาทางด้านการออกแบบทางวิศวกรรมก็มีความเหมาะสมกับส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้ ซึ่งตัวอย่างหนึ่งคือระบบ Urp ที่แสดงในรูปที่ 2 อีกตัวอย่างหนึ่งคือระบบ Flow Blocks สำหรับการเรียนรู้ในวิชาระบบพลวัต (Dynamic Systems) [6] ดังรูปที่ 6 โดยในระบบนี้ผู้เรียน (มุ่งเน้นไปที่นักเรียนระดับประถม) จะได้เรียนรู้ผลของระบบพลวัตที่สร้างขึ้นผ่านทางหน้าจอที่จะแสดงปริมาณการไหลที่จุดต่าง ๆ ในระบบที่สร้างขึ้น

การเล่าเรื่องในห้องเรียนเป็นแนวทางการเรียนการสอนแบบหนึ่งที่ยอมรับใช้เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนระดับประถมศึกษาหรือต่ำกว่า ได้มีการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการเล่าเรื่องในห้องเรียนนี้ โดยมีการประยุกต์ใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้ เช่น ระบบ JabberStamp [22] ซึ่งเป็นระบบที่ให้ผู้เรียนสามารถบันทึกเสียงต่าง ๆ ลงไปในภาพวาดได้ ดังรูปที่ 7 ระบบนี้จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลักสองชิ้นคือแท่งไมโครโฟนและแท่งลำโพง ผู้เรียนสามารถบันทึกเสียงลงในตำแหน่งต่าง ๆ ของภาพวาดโดยใช้แท่งไมโครโฟนเพื่อบันทึกเสียงของผู้ใช้ และเล่นเสียงนั้น ๆ โดยใช้แท่งลำโพง อีกตัวอย่างหนึ่งคือระบบ ReacToon [23] ซึ่งเป็นระบบที่ผู้เรียนสามารถสร้างภาพเคลื่อนไหวจากการเล่าเรื่องด้วยรูปภาพวาดแบบสองมิติได้



รูปที่ 5. ระบบ CheMO สำหรับการเรียนการสอนวิชาเคมี ที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้วิธีการผสมสารเคมีเสมือนผ่านการ ใช้งานส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้รูปทรงหล่อดหดยด และด้วยบิกเกอร์



รูปที่ 6. ระบบ Flow Blocks สำหรับการเรียนรู้เกี่ยวกับ ระบบพลวัต ซึ่งมีการประยุกต์ใช้งานส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบ จับต้องได้

วิชาการเขียนโปรแกรมเป็นอีกวิชาหนึ่งที่มีการประยุกต์ใช้งานส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้ โดยทั่วไปแล้วในการสร้างโปรแกรมนั้นผู้เรียนจำเป็นต้องใช้การพิมพ์คำสั่งโปรแกรม หรือการใช้ระบบที่พัฒนาโดยส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบกราฟิกซึ่งวิธีการเขียนโปรแกรมแบบนี้ อาจจะไม่เหมาะสมกับผู้เรียนที่ขาดความชำนาญหรือ ผู้เรียนระดับต้น ได้มีการวิจัยและพัฒนากระบวนทัศน์ เพื่อการศึกษาสำหรับวิชาการเขียนโปรแกรมโดยการประยุกต์ใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้ [13, 24] โดยระบบเหล่านี้จะประกอบไปด้วยวัตถุต่าง ๆ ซึ่งแต่ละวัตถุนั้นจะใช้ในการแทนที่คำสั่งหนึ่งคำสั่ง ดังตัวอย่างในรูปที่ 8 เมื่อผู้เรียนนำเอาวัตถุเหล่านั้นมาประกอบต่อกันก็จะสามารถสร้างโปรแกรมขึ้นมาได้ ระบบลักษณะนี้ทำให้ผู้เรียนที่ขาดความชำนาญสามารถให้ความสนใจกับ

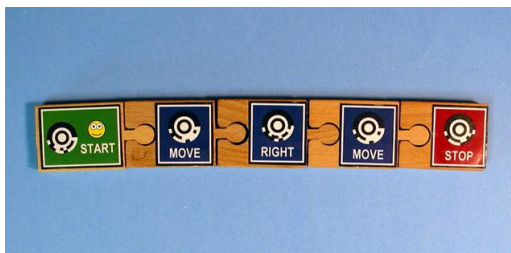


รูปที่ 7. ระบบ JabberStamp สำหรับการเล่าเรื่อง โดย ผู้ใช้สามารถบันทึกเสียงเพื่อเล่าเรื่องราวต่าง ๆ ในภาพวาด ได้ โดยการใช้งานส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้

กระบวนการความคิดเพื่อแก้ปัญหาเพียงอย่างเดียว ไม่จำเป็นต้องกังวลกับวิธีการเขียนโปรแกรมที่ไม่ชำนาญ

อีกหัวข้อบทเรียนหนึ่งก็คือวิชาทางด้านศิลปกรรม ตัวอย่างหนึ่งของการประยุกต์ใช้งานส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้กับการเรียนการสอนในวิชานี้ก็คือระบบ I/O Brush ดังรูปที่ 1 ซึ่งเป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้รูปทรง พู่กันที่มีการติดตั้งกล้องถ่ายภาพไว้ด้วย ผู้ใช้สามารถ บันทึกสีและลวดลายต่าง ๆ จากวัตถุจริงผ่านทางกล้อง ถ่ายภาพและนำไปวาดในพื้นที่ที่เตรียมไว้ ระบบนี้ถูกนำไป ทดลองใช้งานกับผู้เรียนระดับเด็กเล็กและพบว่าทำให้ ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะทางด้านศิลปะได้ดียิ่งขึ้นเมื่อ เปรียบเทียบกับการวาดภาพโดยการใช้พู่กันและสีจริง

จะเห็นได้ว่าการประยุกต์ใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับ ต้องได้ในการเรียนรู้ในห้องเรียนนั้นจะเหมาะสมกับหัวข้อ บทเรียนที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างหรือวัตถุทางกายภาพซึ่ง สามารถจับต้องได้ แม้ว่าจะมีความเป็นไปได้ที่จะสร้างส่วน ติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้กับบทเรียนที่ไม่เกี่ยวกับกับ วัตถุทางกายภาพโดยตรงเช่นวิชาการเขียนโปรแกรม แต่ จะเห็นได้จากตัวอย่างที่ได้อธิบายไปแล้วว่า ส่วนติดต่อกับ ผู้ใช้แบบจับต้องได้มีส่วนเพียงเพื่อให้ผู้เรียนที่ไม่คุ้นเคยกับ การใช้งานคอมพิวเตอร์ทั่วไปสามารถใช้งานระบบ สารสนเทศได้เท่านั้น ไม่สามารถสร้างความแตกต่าง เกี่ยวกับกิจกรรมในห้องเรียนหรือเพิ่มเติมข้อมูลการเรียนรู้



รูปที่ 8. ตัวอย่างของการประยุกต์ใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้กับระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษาในวิชาการเขียนโปรแกรม โดยวัตถุแต่ละชิ้นจะใช้แทนที่คำสั่งหนึ่งคำสั่งซึ่งผู้ใช้สามารถประกอบวัตถุเหล่านี้เข้าด้วยกันเพื่อสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์

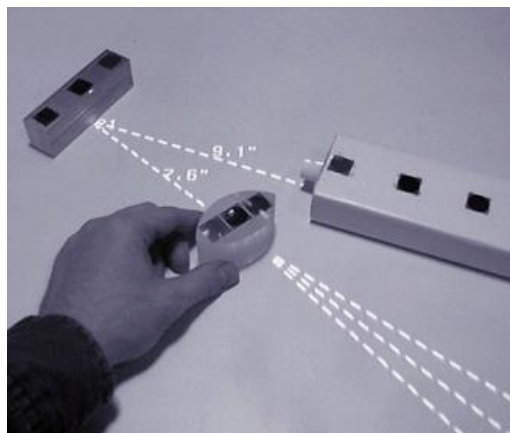
ใหม่ ๆ ที่นอกเหนือจากส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบเดิมได้ ในกรณีนี้ผู้ออกแบบจำเป็นต้องพิจารณาอย่างเหมาะสมเพื่อให้ผู้เรียนได้ใช้ประโยชน์จากส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้อย่างมากที่สุด

3.3. รูปแบบกิจกรรมการเรียนการสอนสำหรับการประยุกต์ใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้

เมื่อมีการประยุกต์ใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้ ผู้สอนสามารถกำหนดรูปแบบกิจกรรมในห้องเรียนให้สอดคล้องกับส่วนติดต่อกับผู้ใช้ได้ โดยในการใช้งานส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้นั้นสามารถประยุกต์ใช้กับกิจกรรมการเรียนการสอน 2 รูปแบบด้วยกัน คือกิจกรรมเพื่อการสำรวจ (Exploratory Activity) และกิจกรรมเพื่อการแสดงออก (Expressive Activity)

3.3.1. กิจกรรมเพื่อการสำรวจ

สำหรับกิจกรรมเพื่อการสำรวจนั้น ผู้เรียนจะเชื่อมต่อกับระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษาผ่านทางส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้เพื่อการค้นหาข้อมูลที่เตรียมไว้อยู่แล้วในบทเรียนนั้น ๆ ตัวอย่างของระบบที่พัฒนาขึ้นเพื่อกิจกรรมการเรียนการสอนรูปแบบนี้คือระบบ I/O Bulb [25] ซึ่งเป็นระบบที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้พฤติกรรมการเดินทางของแสงโดยการใช้งานส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้ดังรูปที่ 9 เมื่อผู้ใช้ทำการจัดวางองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น



รูปที่ 9. ระบบ I/O Bulb ซึ่งเป็นตัวอย่างของการประยุกต์ใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้กับกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อการค้นคว้า

แหล่งกำเนิดแสงรวมทั้งตัวกลางของแสงแล้ว ระบบจะแสดงผลให้ผู้เรียนได้รู้ถึงทิศทางการเดินทางของแสง

ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้มีความเหมาะสมกับรูปแบบกิจกรรมการเรียนการสอนในลักษณะนี้ด้วยเหตุผลหลักสองประการด้วยกัน เหตุผลแรกคือการปฏิสัมพันธ์กับระบบสารสนเทศผ่านทางส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้นั้นมีความง่ายในการใช้งานมากกว่าส่วนติดต่อกับผู้ใช้ในรูปแบบอื่น ทำให้ผู้เรียนสามารถใช้งานระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษาในรูปแบบกิจกรรมเพื่อการค้นคว้าได้ง่ายเช่นกัน เหตุผลที่สองคือหากหัวข้อบทเรียนมีความเกี่ยวข้องกับปัจจัยทางกายภาพ (เช่น ตำแหน่งของแหล่งกำเนิดแสง หรือลักษณะของตัวกลางของแสง ในระบบ I/O Bulb) การปรับค่าปัจจัยทางกายภาพผ่านทางส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้สามารถทำได้ง่ายกว่าส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบอื่น เนื่องจากผู้เรียนสามารถปรับค่าปัจจัยทางกายภาพด้วยการปฏิสัมพันธ์กับวัตถุโดยตรง

3.3.2. กิจกรรมเพื่อการแสดงออก

สำหรับกิจกรรมเพื่อการแสดงออกนี้ ผู้เรียนจะสร้างโมเดลหรือแสดงความคิดของตนเองด้วยการปฏิสัมพันธ์ผ่านทางส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้ ตัวอย่างหนึ่งของการประยุกต์ใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้กับกิจกรรม



รูปที่ 10. ระบบ Topobo ซึ่งเป็นตัวอย่างของการประยุกต์ใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้กับกิจกรรมเพื่อการแสดงออก ในรูปนี้ผู้เรียนทำการประกอบส่วนประกอบต่าง ๆ เพื่อแสดงแนวคิดในการสร้างตัวละคร

การเรียนการสอนแบบนี้คือระบบ Topobo [26] ดังรูปที่ 10 ซึ่งเป็นระบบที่ผู้เรียนใช้ในการสร้างการเคลื่อนไหวของตัวละครสำหรับการเล่าเรื่องในห้องเรียน ผู้เรียนสามารถประกอบวัตถุต่างๆ เข้าด้วยกันเป็นตัวละคร และบันทึกลักษณะการเคลื่อนไหวของชิ้นส่วนต่าง ๆ ได้

เหตุผลหลักที่ทำให้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้มีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอนแบบนี้ก็คือ การแสดงผลความคิดผ่านทางวัตถุที่จับต้องได้มีความง่าย ทำให้ผู้เรียนสามารถมุ่งความสนใจไปที่การคิดหาแนวคิดเพื่อการแสดงออกมากกว่าการศึกษาวิธีการแสดงผลแนวคิดนั้น ๆ

อย่างไรก็ตามสำหรับระบบที่พัฒนาเพื่อกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อการแสดงออกนี้สามารถพัฒนาขึ้นเพื่อให้สนับสนุนกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อการสำรวจได้ด้วยเช่นกัน ดังเช่นระบบ Urp ในรูปที่ 3 ซึ่งเป็นระบบที่ผู้เรียนสามารถแสดงแนวคิดในการออกแบบผังเมืองได้ (เป็นกิจกรรมเพื่อการแสดงออก) ในขณะเดียวกันระบบสามารถแสดงผลทิศทางลมและข้อมูลที่สำคัญเกี่ยวกับการวางผังเมือง (กิจกรรมเพื่อการสำรวจ) ทำให้ผู้เรียนสามารถค้นคว้าหรือเรียนรู้ทฤษฎีต่าง ๆ ได้ในเวลาเดียวกัน

4. แนวทางในการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้กับระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษา

จากหัวข้อที่แล้วจะพบว่า ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้มีความเหมาะสมในการประยุกต์ใช้งานกับระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษาเนื่องจากมีส่วนช่วยให้ผู้เรียนใช้งานระบบได้ง่ายขึ้น ผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมนอกบทเรียนได้ รวมทั้งมีส่วนในการเพิ่มทักษะในการทำงานร่วมกันของผู้เรียน อย่างไรก็ตามส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้นี้อาจจะไม่เหมาะสมกับการใช้งานในบทเรียนบางบทเรียนดังที่ได้ยกตัวอย่างไปแล้ว ซึ่งผู้สอนรวมทั้งผู้พัฒนาระบบจำเป็นต้องพิจารณาอย่างถี่ถ้วน ไม่เช่นนั้นระบบที่พัฒนาขึ้นอาจจะทำให้ประสิทธิภาพในการเรียนการสอนลดลงก็เป็นได้ นอกจากนี้ยังมีสิ่งที่จะต้องคำนึงถึงอีกนั่นคือรูปแบบกิจกรรมในห้องเรียน ผู้พัฒนาระบบและผู้สอนจำเป็นต้องออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ให้เหมาะสมกับกิจกรรมที่จะมีขึ้นในห้องเรียน นอกจากนี้ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงทั้งสองอย่างนี้แล้ว ยังมีปัจจัยอื่นๆ อีกที่จำเป็นต้องพิจารณาให้เหมาะสมในการพัฒนาระบบ ในหัวข้อนี้จะได้วิเคราะห์ถึงแนวทางที่ควรจะต้องพิจารณาในการประยุกต์ใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้กับระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษา รวมทั้งจะได้วิเคราะห์ถึงแนวโน้มในการพัฒนาระบบในอนาคตด้วยเช่นกัน

4.1. แนวทางการประยุกต์ใช้งานส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้กับข้อมูลดิจิทัลของระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษาให้มีประสิทธิภาพ

ในงานวิจัยต่าง ๆ เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้กับระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษาในห้องเรียนนั้นมักจะมีการวิเคราะห์ถึงแนวทางในการควมรวมระหว่างวัตถุจริง (ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้) กับข้อมูลดิจิทัล (ระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษา) เนื่องจากเป็นปัจจัยที่สำคัญในการพัฒนาระบบ หากว่าการใช้งานวัตถุจริงมาจนเกินไปอาจจะทำให้ผู้เรียนสนใจ



รูปที่ 11. ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้ในลักษณะคานทรงตัวสำหรับการเรียนการสอนเกี่ยวกับสมการทางคณิตศาสตร์

แต่กิจกรรมหรือการใช้งานวัตถุเหล่านั้นมากกว่าการสนใจเนื้อหาบทเรียนซึ่งอยู่ในรูปแบบข้อมูลดิจิทัล ในทางกลับกันหากมีการใช้งานวัตถุจริงเพื่อเป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้น้อยจนเกินไปก็อาจจะไม่สามารถใช้ประโยชน์จากส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้อย่างเต็มที่

ดังนั้นผู้พัฒนาระบบควรจะมีการเรียนรู้หรือทำการปรึกษากับผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิทยาศาสตร์การรับรู้ (Cognitive Science) ว่าจะมีการใช้งานวัตถุจริงร่วมกับข้อมูลดิจิทัลในรูปแบบใด หรือจะมีการออกแบบวัตถุจริงอย่างไรเพื่อให้การประยุกต์ใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้มีประสิทธิภาพมากที่สุด ตัวอย่างหนึ่งของการศึกษาและวิเคราะห์ถึงแนวทางในการรวมกันของวัตถุจริงและข้อมูลดิจิทัลคืองานวิจัยของ Ainsworth[27] ซึ่งนำเสนอกรอบความคิด (Framework) ในการออกแบบระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษาที่มีการใช้งานสื่อหลายรูปแบบ โดยสรุปของกรอบความคิดนี้คือหากผู้พัฒนาสามารถออกแบบระบบให้ผู้เรียนไม่รู้สึกถึงความแตกต่างระหว่างสื่อต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบแล้ว ผู้เรียนจะสามารถเรียนรู้และเข้าใจบทเรียนได้มากกว่าการพัฒนาแบบให้ผู้เรียนรับรู้ถึงความแตกต่างระหว่างสื่อที่ใช้ เพราะจะทำให้ผู้เรียนสนใจอยู่กับสื่อใดสื่อหนึ่งมากเกินไปดังตัวอย่างของการใช้งานวัตถุจริงมากเกินไปที่ได้กล่าวไปแล้วก่อนหน้านี้ นอกจากนี้งานวิจัยของ Ainsworth แล้วงานวิจัยของ Cheng [28] ที่นำเสนอกระบวนการวิเคราะห์ถึงรูปแบบการนำเสนอของสื่อการเรียนการสอนก็สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบส่วนติดต่อ

กับผู้ใช้ที่จับต้องได้และระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษาได้ด้วยเช่นกัน

4.2. แนวทางการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้

จากการศึกษาในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า การออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ให้เป็นรูปธรรม (Concrete) มีความสำคัญเป็นอย่างมาก การออกแบบให้เป็นรูปธรรมหมายถึงการออกแบบวัตถุที่เป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้ให้สามารถจับต้องได้และเข้าใจได้ง่ายโดยผู้ใช้งาน ตัวอย่างเช่นการออกแบบส่วนติดต่อผู้ใช้ในระบบ I/O Bulb ซึ่งมีลักษณะที่สอดคล้องโดยตรงกับทฤษฎีการเคลื่อนที่ของแสง ในระบบนี้ประกอบไปด้วยแหล่งกำเนิดแสงและวัตถุต่าง ๆ ที่ทำหน้าที่เป็นตัวกลางของแสง การออกแบบในลักษณะนี้ผู้เรียนจะสามารถใช้งานระบบได้ทันที และสามารถเข้าใจเนื้อหาบทเรียนได้มีประสิทธิภาพ

อย่างไรก็ตามการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบไม่เป็นรูปธรรม (Abstract) ก็มีส่วนที่จะพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนได้ด้วยเช่นเดียวกัน ตัวอย่างเช่นการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ในลักษณะคานทรงตัว (Balance Beam) สำหรับการเรียนรู้เกี่ยวกับกฎต่างๆ ของสมการทางคณิตศาสตร์ [29] (ค่าทางซ้ายและขวาของสมการต้องเท่ากัน เป็นต้น) ดังรูปที่ 11 การออกแบบลักษณะนี้จะเห็นได้ว่าคานทรงตัวอาจจะไม่เกี่ยวข้องโดยตรงกับสมการทางคณิตศาสตร์ แต่เมื่อผู้เรียนสามารถเข้าใจและใช้งานระบบได้แล้ว ผู้เรียนจะสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ เข้าด้วยกันและสามารถสังเคราะห์ความรู้ความเข้าใจได้ [30]

มีการศึกษาพบว่าการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้ให้เป็นรูปธรรมนั้นอาจจะไม่สามารถสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาที่ดีที่สุดได้ [31,32] เนื่องจากอาจจะเป็นการจำกัดความคิดของผู้เรียนเพราะมีส่วนให้ระบบที่พัฒนานั้นใช้งานง่ายจนเกินไปอาจจะทำให้ผู้เรียนรู้สึกเบื่อหน่ายต่อระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษา อีกทั้งยังไม่เป็นการสังเคราะห์ความคิดใด ๆ อีกด้วย แต่หากมีการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่กำหนดให้ผู้เรียนมีความ

จำเป็นต้องคิดหรือแก้ปัญหาบ้าง จะทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาวิธีการคิดและแก้ปัญหาได้ อย่างไรก็ตามการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบไม่เป็นรูปธรรมซึ่งมีความยากในการใช้งานมากจนเกินไปก็อาจจะมีส่วนให้ผู้เรียนรู้สึกไม่อยากเรียนรู้ผ่านทางระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษาด้วยเช่นกัน ดังนั้นผู้ออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้มีความจำเป็นจะต้องพิจารณาปัจจัยนี้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถใช้งานระบบและสังเคราะห์ความรู้ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.3. แนวโน้มในการวิจัยและพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้สำหรับระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษา

จากตัวอย่างของระบบสารสนเทศที่ได้กล่าวถึงก่อนหน้านี้ นั้น จะเห็นได้ว่าจะเป็นการออกแบบระบบโดยใช้วัตถุทางกายภาพ (Physical Objects) เพื่อเข้าถึงและแก้ไขข้อมูลดิจิทัล (Digital Information) และผลลัพธ์ของการแก้ไขข้อมูลนั้น ๆ จะเป็นในรูปแบบของข้อมูลดิจิทัลด้วยเช่นกัน ซึ่งเป็นลักษณะการสื่อสารทางเดียว ในปัจจุบันงานวิจัยเกี่ยวกับส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้ มีการพัฒนาระบบให้เป็นการสื่อสารลักษณะสองทางนั่นคือผู้ใช้เข้าถึงและแก้ไขข้อมูลดิจิทัลด้วยวัตถุทางกายภาพ และการแสดงผลของข้อมูลที่แก้ไขผ่านทางวัตถุทางกายภาพด้วยเช่นกัน การพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้ในลักษณะนี้เรียกว่าส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้ที่มีการถูกกระตุ้น (Actuated Tangible User Interfaces) ซึ่งส่วนติดต่อกับผู้ใช้รูปแบบนี้จะมีการใช้งานวัตถุทางกายภาพเช่นเดียวกับส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้ แต่สามารถสร้างการสื่อสารระหว่างผู้ใช้และระบบสารสนเทศในแบบสองทางได้ ในการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้ที่มีการถูกกระตุ้นนั้นจำเป็นจะต้องมีการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่สามารถกระตุ้นให้วัตถุต่าง ๆ มีการเคลื่อนไหวหรือเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้ ตัวอย่างเช่น ระบบ Navigational Blocks [33] ซึ่งเป็นระบบในการเก็บข้อมูลการท่องเที่ยวของผู้ใช้งาน วัตถุที่ใช้เป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้นั้นมีการติดตั้ง

อุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้สามารถเคลื่อนไหวไปยังจุดต่าง ๆ บนแผนที่ตามข้อมูลการท่องเที่ยวที่ได้บันทึกไว้ในฐานข้อมูล หรืออีกตัวอย่างหนึ่งคือ Pico [34] ซึ่งเป็นระบบการแสดงผลบนพื้นผิว (Surface Display) ที่สามารถตรวจจับตำแหน่งวัตถุและเคลื่อนย้ายตำแหน่งของวัตถุต่าง ๆ ได้ ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่มีจุดเด่นคือสามารถทำให้วัตถุที่ไม่มีชีวิตดูเหมือนมีชีวิตขึ้นมาซึ่งมีส่วนช่วยในการรับรู้ของผู้ใช้งาน

แนวคิดของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้ที่ถูกกระตุ้นนี้เริ่มถูกนำมาประยุกต์ใช้กับระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษา เช่น Brown และ Raffle [35] ได้นำเสนอการออกแบบระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างของโปรตีนโดยมีการประยุกต์ใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้ที่ถูกกระตุ้น โดยในการศึกษาพบว่าการออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้เพื่อให้ผู้เรียนเรียนรู้โครงสร้างโปรตีนหรือโมเลกุลแบบเดิมที่ทำได้เพียงการแสดงโครงสร้างของโมเลกุลของส่วนประกอบทางเคมีนั้นไม่เพียงพอต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน เนื่องจากไม่สามารถแสดงให้ผู้เรียนเห็นถึงโครงสร้างที่เปลี่ยนไป หรือการเคลื่อนไหวของโปรตีนในสถานการณ์ต่าง ๆ การประยุกต์ใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้ที่มีการถูกกระตุ้นนี้จะสามารถแก้ไขปัญหานี้ได้ โดยผู้เรียนสามารถกำหนดเหตุการณ์ต่าง ๆ ในระบบสารสนเทศ และระบบจะส่งข้อมูลไปยังส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้เพื่อให้รูปร่างลักษณะเปลี่ยนแปลงไป นอกจากนี้ Haipeng และ Sugimoto [36] ได้นำเสนอระบบที่มีส่วนติดต่อกับผู้ใช้เป็นหุ่นยนต์ที่มีเซนเซอร์ต่างๆ เกี่ยวกับการหมุนหรือตำแหน่งบนพื้นผิวเพื่อใช้ในการสร้างโปรแกรม หุ่นยนต์นี้ยังสามารถเคลื่อนที่หรือหมุนตามคำสั่งในโปรแกรมและเปลี่ยนขนาดและความสูงได้ ซึ่งระบบนี้ถูกนำไปประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนวิชาการเขียนโปรแกรมและการออกแบบผังเมือง จากการศึกษาพบว่าส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบนี้สามารถช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจในบทเรียน และผู้สอนสามารถเตรียมบทเรียนได้หลากหลายมากขึ้น เช่นในส่วนของการวางผังเมือง ผู้สอนสามารถ

แสดงให้เห็นถึงผลกระทบของความสูงต่อประสิทธิภาพของผลการออกแบบของนักศึกษา

ดังนั้นแนวโน้มในการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้สำหรับระบบต่าง ๆ รวมทั้งระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษา นั้น จะเป็นการพัฒนาในลักษณะส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่มีการถูกระงับ เนื่องจากวัตถุที่เป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้นั้นสามารถเป็นอุปกรณ์สำหรับป้อนข้อมูลให้กับระบบ และแสดงผลลัพธ์ของการประมวลผล ทำให้สามารถออกแบบระบบได้หลากหลาย และเป็นระบบที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ของผู้เรียนดังที่ได้อธิบายไปก่อนหน้านี้

นอกจากนี้ประเด็นที่ควรศึกษาและวิจัยเพิ่มเติมคือการประยุกต์ใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้กับระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษาสำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายหรือระดับอุดมศึกษา ทั้งนี้เนื่องจากระบบที่มีการพัฒนามาก่อนหน้านั้นนั้นจะมีความเหมาะสมกับผู้เรียนระดับเด็กเล็กหรือประถมศึกษา โดยมีการนำเสนอรูปแบบของส่วนติดต่อกับผู้ใช้ให้คล้ายกับของเล่นเพื่อดึงดูดผู้เรียนให้มีความสนใจต่อบทเรียน ซึ่งระบบเหล่านี้ไม่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายขึ้นไป อีกทั้งรูปแบบของการประยุกต์ใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้กับระบบสารสนเทศเพื่อศึกษานั้นจะเป็นลักษณะกิจกรรมทางกายภาพซึ่งอาจจะไม่เหมาะสมกับการเรียนการสอนในเนื้อหาในระดับสูง ดังนั้นการวิจัยเพื่อหาวิธีการประยุกต์ใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้ให้เหมาะสมกับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายขึ้นไปนั้นเป็นหัวข้อวิจัยที่น่าสนใจ เพื่อที่จะสามารถพัฒนาระบบสารสนเทศที่มีการใช้ประโยชน์ของส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้ และเหมาะสมกับผู้เรียนระดับสูงเหล่านั้น

5. บทสรุป

ระบบสารสนเทศเพื่อศึกษามีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องโดยเริ่มแรกนั้นมีการประยุกต์ใช้ส่วนกับผู้ใช้แบบกราฟิก แต่ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบกราฟิกนี้อาจจะไม่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับต้นหรือผู้ที่ไม่มีพื้นฐานเกี่ยวกับ

ระบบคอมพิวเตอร์ จึงได้มีการประยุกต์ใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้เนื่องจากเป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้ที่ช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจและใช้งานระบบได้ง่ายกว่าส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบอื่น ๆ รวมทั้งยังช่วยให้ผู้สอนสามารถออกแบบกิจกรรมในห้องเรียนที่นอกเหนือจากกิจกรรมการเรียนการสอนธรรมดาได้อีกด้วย บทความนี้ได้วิเคราะห์ประโยชน์รวมทั้งปัจจัยต่าง ๆ ที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบและประยุกต์ใช้ส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้กับระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษา นอกจากนี้บทความนี้ยังได้วิเคราะห์ถึงแนวโน้มในการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้ในอนาคตซึ่งพบว่าส่วนติดต่อกับผู้ใช้แบบจับต้องได้ที่มีการถูกระงับ และการประยุกต์ใช้กับระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษาสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายขึ้นไปนั้นเป็นหัวข้อวิจัยที่ควรได้รับการศึกษาและพัฒนาต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] P. Dourish, *Where the action is: the foundations of embodied interaction*, MIT Press, 2001.
- [2] E. Hornecker and J. Buur, "Getting a grip on tangible interaction: a framework on physical space and social interaction," in *Proc. CHI'06*, 2006, pp. 437-466.
- [3] S.R. Klemmer *et al.*, "How bodies matter: five themes for interaction design," in *Proc. DIS'06*, 2006, pp. 140-149.
- [4] K. Ryokai *et al.*, "I/O brush: beyond static collages," in *Proc. CHI'07*, 2007, pp. 1995-2000.
- [5] M. Resnick *et al.*, "Digital manipulatives: new toys to think with," in *Proc. CHI'98*, 1998, pp. 281-287.
- [6] O. Zuckerman *et al.*, "Extending tangible interfaces for education: digital montessori

- inspired manipulatives,” in *Proc. CHI'05*, 2005, pp. 859-868.
- [7] M. Montessori, *The Montessori method: scientific pedagogy as applied to child education in the children's houses*, Cambridge, Mass, 1912.
- [8] G.W. Fitzmaurice *et al.*, “Brick: Laying the foundations of graspable user interfaces,” in *Proc. CHI'95*, pp. 442-449, 1995.
- [9] H. Ishii, and B. Ullmer “Tangible bits: Towards seamless interfaces between people, bits and atoms,” in *Proc. CHI'97*, 1997, pp. 234-241.
- [10] W. E. Mackay and A. L. Fayard “Designing interactive paper: Lessons from three augmented reality projects,” in *Proc. IWAR'98*, 1998, pp. 1999.
- [11] J. Underkoffler and H. Ishii “Urp: a luminous-tangible workbench for urban planning and design,” in *Proc. CHI'99*, 1999, pp. 386-393.
- [12] H. Suzuki and H. Kato “AlgoBlock: a tangible programming language, a tool for collaborative learning,” in *Proc. Eurologo'93*, 1993, pp. 197-303.
- [13] L. M. Triona *et al.*, “Point and click or build by hand: comparing the effects of physical vs. virtual materials on middle school students' ability to optimize an engineering design,” in *Proc. CogSci'05*, 2005.
- [14] R.J.W. Sluis *et al.*, “Read-It: five-to-seven-year-old children learn to read in a tabletop environment,” in *Proc. IDC'04*, 2004, pp. 73-80.
- [15] L. Terrenghi *et al.*, “Point and click or build by hand: comparing the effects of physical vs. virtual materials on middle school students' ability to optimize an engineering design,” *Personal and Ubiquitous*, vol. 10, no. 2, 2006, pp. 153-158.
- [16] S. Price *et al.*, “Using tangibles to promote novel forms of playful learning,” *Interacting with Computers*, vol. 15, no. 2, 2003, pp. 169-185.
- [17] Y. Rogers *et al.*, “A conceptual framework for mixed reality environments: designing novel learning activities for young children,” *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, vol. 11, no. 6, 2002, pp. 677-686.
- [18] K. Sitdhisanguan and N. Chotikakamthorn, A. Dechaboon, and P. Out “Using tangible user interfaces in computer-based training systems for low-functioning autistic children,” *Personal and Ubiquitous Computing*, vol. 16, no. 2, 2012, pp. 143-155.
- [19] D. Shanton and H.R. Neale “The effects of multiple mice on children's talk and interaction,” *Journal of Computer Assisted Learning*, vol. 19, 2003, pp. 229-238.
- [20] M. Fjeld *et al.*, “Tangible user interface for chemistry education: comparative evaluation and redesign,” in *Proc. CHI'07*, 2007, pp. 805-808.
- [21] K. Song *et al.*, “CheMo: mixed object instruments and interactions for tangible chemistry experiments,” in *Proc. CHI'11*, 2011, pp. 2305-2310.
- [22] H. Raffle *et al.*, “JabberStamp: embedding sound and voice in traditional drawings,” in *Proc. IDC'07*, 2007, pp. 137-144.
- [23] A. Alves *et al.*, “Reactoon: Storytelling in tangible environment,” in *Proc. DIGITEL'10*, 2010, pp. 161-165.
- [24] H.S. Michael and J.K.J. Robert “Tangible programming in the classroom with tern,” in *Proc. CHI'07*, 2007, pp. 1965-1970.

- [25] J. Underkoffler and H. Ishii "Illuminating light: a casual optics workbench," in *Proc. CHI'99*, 1999, pp. 5-6.
- [26] J.P. Amanda *et al.*, "Topobo in the wild: longitudinal evaluations of educators appropriating a tangible interface," in *Proc. CHI'08*, 2008, pp. 1129-1138.
- [27] S. Ainsworth "DeFT: a conceptual framework for considering learning with multiple representations," *Learning and Instruction*, vol. 16, No. 3, 2006, pp. 183-198.
- [28] P.C.H. Cheng "Unlocking conceptual learning in mathematics and science with effective representational systems," *Comput. and Educ.*, vol. 33, No. 2-3, 1999, pp. 109-130.
- [29] A.L. Zeina, S.H. Michael "The BEAM: a digitally enhanced balance beam for mathematics education," in *Proc. IDC'10*, 2010, pp. 290-292.
- [30] M. Bassok and K.J. Holyoak "Interdomain transfer between isomorphic topics in algebra and physics," *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, vol. 15, No. 1, 1989, pp. 153-166.
- [31] K.P. O'Hara and S.J. Payne "The effects of operator implementation cost on planfulness of problem solving and learning," *Cognitive Psychology*, vol. 35, No. 1, 1998, pp. 34-70.
- [32] K. Sedig *et al.*, "Role of interface manipulation style and scaffolding on cognition and concept learning in learnware," *ACM Trans. on Computer-Human Interaction*, vol. 8, No. 1, 2001, pp. 34-59.
- [33] K. Camarata *et al.*, "Navigational blocks: Navigating information space with tangible media," in *Proc. IUI'02*, 2002, pp. 31-38.
- [34] J. Patten and H. Ishii "Mechanical constraints as computational constraints in tabletop tangible interfaces," in *Proc. CHI'07*, 2007, pp. 809-818.
- [35] A. Brown and H. Raffle "Opportunities for Actuated Tangible Interfaces to Improve Protein Study," in *Proc. CHI'09*, 2009, pp. 2417-2426.
- [36] M. Haipeng, and M. Sugimoto "HATs: interact using height-adjustable tangibles in tabletop interfaces," in *Proc. ITS'11*, 2011, pp. 71-74.