ทรานสิชั่นโมเดล (RTM-STM-STSSM) กับการจำลองสถานะการปฏิสัมพันธ์ของระบบผู้เชี่ยวชาญ

Using Transition Model (RTM-STM-STSSM) in Characterizing Interaction Simulation of Expert System

สินีภคนัญ จรูญศารทูล

Sineepakanan Charoonsaratul

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธนบุรี

Faculty of Science and Technology, Thonburi University

บทคัดย่อ

บทความนี้ เป็นตัวอย่างรูปแบบและแนวทางการใช้ Transition Model ในการจำลองสถานะการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ สำหรับเป็นโมเดลระบบกฎเหตุผลของระบบผู้เชี่ยวชาญที่จะกำหนดไว้ในการปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ ซึ่งอธิบายพฤติกรรมของสถานการณ์จำลอง ดังตัวอย่างกรณีศึกษา “แบบจำลองภาชนะวัดสาร 6J4U” อันเป็นโมเดลภาชนะตวงสาร J และ U ที่ไม่มีมาตรวัด ซึ่งมีขนาดความจุ 6 ลิตรและ 4 ลิตร ตามลำดับ โดยเป็นโมเดลการปฏิสัมพันธ์ที่สามารถจำลองการวัดสารฯ ที่มีปริมาณสารเป้าหมายในภาชนะที่แตกต่างกันได้ถึง 35 ปริมาณ นอกจากนี้ในแต่ละกรณีสถานะปริมาณสารเป้าหมายก็ยังสามารถมีสถานะปริมาณสารเริ่มต้นที่แตกต่างกันด้วย และจาก 9 กรณีศึกษา “แบบจำลองภาชนะวัดสาร 6J4U” ด้วยการใช้ Transition Model 3 แบบ (แบบ RTM แบบ STM และแบบ STSSM) จำลองสถานะการปฏิสัมพันธ์ภายใต้ระบบการใช้เหตุผลของผู้เชี่ยวชาญที่ผู้เรียนได้ออกแบบกำหนดไว้ในการแก้ปัญหา พบว่า ระบบกฎเหตุผลของระบบผู้เชี่ยวชาญที่จะกำหนดไว้ในการปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ ไม่ว่าจะด้วยการใช้ Transition Model แบบใดในการจำลอง ต่างก็ควรต้องพิจารณาถึงปริมาณสารที่เป้าหมายคำตอบและปริมาณสารที่เริ่มต้น อีกทั้งแต่ละระดับปริมาณสารเป้าหมายและปริมาณสารเริ่มต้นเดียวกันก็ยังสามารถจำลองโมเดลที่แตกต่างกันได้หลายแบบ โดยขึ้นอยู่กับจำนวนและขั้นตอนในการใช้กฎจากเริ่มต้นให้ไปสู่เป้าหมาย ผลการดำเนินการ จากความคิดเห็นผู้เรียนจำนวน 94 ราย พบว่าด้านต่าง ๆ ที่ผู้เรียนได้รับได้บูรณาการอยู่ในเกณฑ์ผ่าน (ค่าร้อยละเกิน 50) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเห็นความแตกต่างของการใช้ RTM จะต้องเดินตามลำดับที่กำหนดไว้ในโมเดลแต่สามารถเดินไปสู่คำตอบเป้าหมายลำดับถัด ๆ ไปได้ (ถ้ามีหลายคำตอบเป้าหมาย) ส่วนการใช้ STM นอกจากจำนวนการใช้กฎจะเท่ากันกับการใช้ RTM เพื่อเดินไปสู่คำตอบเป้าหมายลำดับแรก แล้วก็ยังสามารถมีจำนวนที่น้อยกว่าหรือมากกว่าได้ นอกจากนี้การใช้ STSSM จะช่วยวิเคราะห์แบบ Target Seeking เพื่อเลือกทางเดินการใช้กฎโดยให้มีจำนวนการใช้กฎที่ต้องการ และ/หรือโดยให้มีจำนวนคำตอบที่ผู้ใช้ต้องการ

คำสำคัญ: การปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์, ระบบผู้เชี่ยวชาญ, ทรานสิชั่นโมเดลแบบรูล์, ทรานสิชั่นโมเดลแบบสเตท

Abstract

This article is an example and the approach of using Transition Model in characterizing expert system interaction simulation; human and computer interaction which describes the behavior of a simulation model (for example, case study “6J4U no scale container-measured substance simulation”). This rule or state transition model describe the behavior of case study “6J4U no scale container-measured substance simulation”, which J and U no scale containers have 6 and 4 litres capacity respectively. This model provides a framework from which we can define the Rule-based Expert System Simulation of 6J4U no scale container-measured substance which set different up to be 35 started capacity and which used the rules to determine the target capacity answer for measuring substances by no scale containers. We also show how this model helps us to describe by focusing on each started capacity to reach the target capacity. By going through the 9 exercises of mapping rule-based system simulation that mimic the reasoning of human expert in solving a knowledge intensive problem to this transition model, whether using the RTM, the STM, and the STSSM ,we identify a reasonably target capacity for each started capacity should be considered for a general user interaction, including could also different in various ways depending on the amount and procedure for applying the rules from the start to the target. The results of rule-based expert system simulation, in the interaction teaching on the process of design showed that after the 94 students surveyed, the various aspects of the study have been favorably (Over 50 percent), especially, identifying the different between using RTM and using STM from the same start. That is, the RTM will have to follow according to the order set out in the model, but can walk to the next sequence target (when there are multiple answers targets defined), the STM not only a number of rules using from rule-based system will be the same as the RTM (if the first sequence target) but can also have fewer or more. More over, STSSM; the STM plus State Transition Support Systems (STSS), increased additional potential factor, in Target Seeking Analysis, not only the required number of rules using but also the required number of target answers.

Keywords: HCI (Human and Computer Interaction), expert system, rule transition model, state transition model.

บทนำ

การปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์

องค์ประกอบด้านลักษณะและขั้นตอนกระบวนการปฏิสัมพันธ์ของระบบ เป็นหนึ่งองค์ประกอบที่สำคัญของการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ (Human and Computer Interaction--HCI) อันเป็นศาสตร์การเรียนการสอนเกี่ยวกับองค์ประกอบของปฏิสัมพันธ์ของมนุษย์และคอมพิวเตอร์ การวิเคราะห์งาน การวิเคราะห์ผู้ใช้ กระบวนการของการออกแบบ การออกแบบปฏิสัมพันธ์ การจำลองเหตุการณ์ การสร้างต้นแบบ การพัฒนาปฏิสัมพันธ์ และการใช้งาน เป็นต้น

กระบวนการออกแบบการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ จะให้ความสำคัญกับการออกแบบกระบวนการทำงาน สถานะการทำงาน ปัจจัยนำเข้า และผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการทำงาน ในแต่ละสถานะของการปฏิสัมพันธ์ บางกรณีการปฏิสัมพันธ์จะต้องเกี่ยวข้องกับระบบผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งในการออกแบบที่จะต้องเลียนแบบการใช้เหตุผลของผู้เชี่ยวชาญมนุษย์ในการแก้ปัญหานั้น สามารถแสดงความรู้เป็นระบบกฎเหตุผลที่กำหนดไว้ใช้ได้ อีกทั้งในการพัฒนาโมเดลการจำลองสถานะการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ของระบบผู้เชี่ยวชาญมักจะให้ความสำคัญที่คุณลักษณะของแบบจำลอง กล่าวคือ ในการจำลองโมเดลระบบผู้เชี่ยวชาญนั้น ระบบกฎเหตุผล

ที่กำหนดไว้ต้องตอบสนองข้อจำกัดเป้าหมาย โดยเป็นแบบจำลองที่มีการเปลี่ยนแปลงของสถานะการปฏิสัมพันธ์ที่มุ่งไปสู่คำตอบเป้าหมาย ภายใต้ข้อกำหนดกฎที่ใช้ในการหาคำตอบ (Grosan & Abraham, 2011)

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้นำแนวทางการใช้แบบจำลองการเปลี่ยนแปลงการใช้กฎ (Rule Transition Model-- RTM) แบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสถานะ (State Transition Model--STM) และแบบจำลองด้วยระบบสนับสนุนการเปลี่ยนแปลงสถานะ (State Transition Support System Model--STSSM) มาใช้ในการพัฒนาโมเดลการปฏิสัมพันธ์ของแบบจำลอง เพื่อจำลองสถานะการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ ที่อธิบายพฤติกรรมของแบบจำลองอันเป็นลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสถานะการปฏิสัมพันธ์ (ตัวอย่างกรณีศึกษา "แบบจำลองวัดสารด้วยภาชนะ 6J4U") และผู้วิจัยยังได้นำแนวทางการสอนโดยใช้สถานการณ์จำลองเพื่อเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งเป็นการสอนที่จำลองสถานการณ์จริงไว้ในชั้นเรียน โดยพยายามทำให้เหมือนจริงที่สุด มีการกำหนดเงื่อนไขผู้เรียนแบ่งเป็น 9 กลุ่มให้เข้าไปในสถานการณ์จำลองนั้น ๆ ด้วยกิจกรรมนี้ ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้จากการเผชิญกับปัญหาซึ่งอาจต้องมีการตัดสินใจร่วมกันในเรื่องที่ศึกษา

อย่างไรก็ตาม กระบวนการออกแบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์เป็นกระบวนการออกแบบส่วนประสานกับผู้ใช้ อันประกอบด้วย (1) การวิเคราะห์และทำความเข้าใจกับผู้ใช้ระบบ (analysing and understanding) (2) การพัฒนาโมเดลการปฏิสัมพันธ์ (charaterizing) (3) การสร้างต้นแบบส่วนประสาน (prototyping) และ (4) การประเมินส่วนประสาน (evaluation)

จุดมุ่งหมายหลักของกระบวนการออกแบบการปฏิสัมพันธ์นี้ คือ การให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในชั้นเรียนให้มากที่สุด หรือการจัดการเรียนรู้แบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ในการบูรณาการความรู้ของผู้เรียนสู่การพัฒนาที่ยั่งยืน จะถือหลัก "ความสำคัญไม่ได้อยู่ที่ผู้เรียนรู้อะไร แต่อยู่ที่ผู้เรียนใช้ประโยชน์จากสิ่งที่ผู้เรียนรู้หรือไม่" โดยได้อัญเชิญหลักการในการทรงงานของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ รัชกาลปัจจุบัน อันทรงเป็นตัวอย่างขององค์กรแห่งการเรียนรู้ (learning organization) และเศรษฐกิจพอเพียง 6 ประการ ดังต่อไปนี้ มาถือเป็นแนวทาง ได้แก่ (1) คิด Macro ทำ Micro (2) ทำเป็นขั้นเป็นตอน (3) ทำเรื่องยากให้เป็นเรื่องง่าย (4) ทำอะไรให้นึกถึงภูมิสังคมของที่ ๆนั้น (5) การสื่อความ การประสานงาน และการบูรณาการ (communication, coordination and integration) และ (6) ทำอะไรต้องมีผู้เป็นเจ้าของ (จีระ หงส์ลดารมย์, 2554)

ทั้งนี้ กระบวนการของการออกแบบการปฏิสัมพันธ์ในการเรียนการสอนปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ (HCI) นอกจากการดำเนินการตามเนื้อหาขั้นตอนของกระบวนการออกแบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ แล้ว ในการวิจัยครั้งนี้ได้เพิ่มการใช้ Transition Model (RTM, STM, และ STSSM) เพื่อจำลองระบบกฎเหตุผลของระบบผู้เชี่ยวชาญที่กำหนดในการสอนกระบวนการออกแบบปฏิสัมพันธ์ ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ ด้วยการบูรณาการความรู้ของผู้เรียนสู่กระบวนการออกแบบระบบกฎเหตุผลของระบบผู้เชี่ยวชาญ อนึ่งการใช้ Rule Transition Model การใช้ State Transition Model และการใช้ State Transition Support System Model เพื่อจำลองสถานะการปฏิสัมพันธ์ โดยให้แบบจำลองมีการเปลี่ยนแปลงของสถานะการปฏิสัมพันธ์ตามขั้นตอนในการใช้กฎจากเริ่มต้นให้มุ่งไปสู่คำตอบเป้าหมายของระบบผู้เชี่ยวชาญ ทั้งนี้ แบบจำลองการปฏิสัมพันธ์นี้ เป็นรูปแบบที่จะอธิบายลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสถานะการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ (ดังตัวอย่างกรณีศึกษา "แบบจำลองภาชนะวัดสาร 6J4U")

ระบบ ผู้เชี่ยวชาญ (expert system)

ระบบที่ช่วยในการแก้ปัญหาหรือช่วยในการตัดสินใจโดยใช้วิธีเดียวกับผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์ ก็คือ ระบบผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นระบบที่มักเกี่ยวข้องกับการจัดการความรู้ (knowledge) โดยมักจะเป็นการจำลองความรู้ของผู้เชี่ยวชาญมาไว้ ระบบจะมีความสามารถเฉพาะด้านต่อปัญหาเฉพาะทางที่อาจไม่สามารถดัดแปลงไปใช้กับปัญหาอื่นได้โดยง่าย ทำหน้าที่เสมือนที่ปรึกษาให้กับผู้ใช้ในการให้คำตอบ โดยถามคำถามกับผู้ใช้ ค้นหาคำตอบและกฎที่ใช้ในการหาคำตอบ (rule-based system) จากความรู้ที่มีในฐานความรู้ (knowledge base) (Rule-based Expert Systems, 2007)

โมเดลระบบผู้เชี่ยวชาญ ที่มีการจำลองภายใต้ระบบกฎเหตุผลที่ผู้เชี่ยวชาญกำหนดด้วยการใช้ Transition Model จะประกอบด้วย 2 องค์ประกอบสำคัญ นั่นคือ ระบบกฎเหตุผล (rule-based systems) และการใช้ Transition Model (RTM, STM และ STSSM) ทำการจำลองระบบการใช้เหตุผลของผู้เชี่ยวชาญที่ผู้เรียนได้ออกแบบกำหนดไว้ในการแก้ปัญหา อันมีลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสถานะการปฏิสัมพันธ์ที่ขั้นตอนมุ่งไปสู่คำตอบเป้าหมาย ภายใต้ข้อกำหนดกฎที่ใช้ในการหาคำตอบ

สำหรับระบบกฎเหตุผล (rule-based systems) เป็นการแสดงความรู้ (knowledge representation) รูปแบบหนึ่งของปัญญาประดิษฐ์ที่มีการใช้กฎเหตุผล (rule) แทนการแสดงความรู้ สำหรับความรู้เฉพาะด้านต่อปัญหาเฉพาะทางของผู้เชี่ยวชาญ กล่าวคือ ระบบกฎเหตุผลจะเป็นระบบตามกฎที่อยู่ในระบบผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นระบบที่เลียนแบบการใช้เหตุผลของผู้เชี่ยวชาญในการแก้ปัญหาเป็นตัวแทนของความรู้ในแง่ของชุดของกฎที่บอกถึงการจะทำอย่างไรหรือว่าจะสรุปได้ในสถานการณ์ที่แตกต่างกันอย่างไร (Grosan & Abraham, 2010)

ส่วนกฎที่ใช้ในการหาคำตอบ สำหรับกรณีศึกษาการให้ได้ความจุเป้าหมาย ในการวัดสารโดยภาชนะไม่มีมาตรวัด (no scale) J และ U จะประกอบด้วยกฎ 3 ประเภท กล่าวคือประเภท1: ย้ายโอนสารระหว่างภาชนะ J กับ U จนภาชนะใดภาชนะหนึ่งว่างหรือเต็ม ประเภท 2: เติมสารจนเต็มภาชนะใดภาชนะหนึ่ง และประเภท 3: นำสารออกจากภาชนะใดภาชนะหนึ่งจนภาชนะว่าง ทั้งนี้จากข้อจำกัดที่ใช้เป็นกฎได้ข้างต้น กฎ (rule) ที่กำหนดใช้ใน “แบบจำลองภาชนะวัดสาร 6J4U” จะประกอบด้วย 6 กฎ (JU, UJ, JE, UE, JF, และ UF) ดังนี้

JU: สารถ่ายโอนจากภาชนะ J ไป U จนกระทั่งภาชนะ U เต็ม / J ว่าง

UJ: สารถ่ายโอนจากภาชนะ U ไป J จนกระทั่งภาชนะ J เต็ม / U ว่าง

JE: การนำสารออกภาชนะ J จนภาชนะ J ว่าง

UE: การนำสารออกภาชนะ U จนภาชนะ U ว่าง

JF: การนำสารใส่ในภาชนะ J จนเต็มภาชนะ J

UF: การนำสารใส่ในภาชนะ U จนเต็มภาชนะ U

ทรานสิชั่นโมเดลแบบรูล์ (Rule Transition Model--RTM)

โมเดลการเปลี่ยนแปลงการใช้กฎ เป็นการใช้ Rule Transition Model จำลองระบบให้มีการเปลี่ยนแปลงการใช้กฎของสถานะการปฏิสัมพันธ์โดยเดินตามแผนที่ของการใช้กฎ (rule) ที่เป็นความรู้เลียนแบบการใช้เหตุผลของผู้เชี่ยวชาญในการแก้ปัญหา แล้วสรุปเป็นแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงการใช้กฎ ภายใต้ระบบกฎเหตุผล (rule-based system) ที่กำหนดไว้ใช้ในการนำไปอ้างอิงใช้ในการแก้ปัญหาการหาคำตอบเป้าหมายของระบบผู้เชี่ยวชาญ

ตัวอย่าง การเปลี่ยนแปลงการใช้กฎ ภายใต้ระบบกฎเหตุผลที่ใช้ในการหาคำตอบ (rule-based System) สำหรับการใช้ภาชนะตวงสาร J และ U ที่ไม่มีมาตรวัด ซึ่งมีขนาดความจุ 6 ลิตรและ 4 ลิตรตามลำดับ ทำการตวงให้ได้สาร 2 ลิตร ในภาชนะ J และ/หรือ U ดังตาราง 1 การเปลี่ยนแปลงการใช้กฎเหตุผลเริ่ม-00-เป้าหมาย-2 ต่อไปนี้

ตาราง 1

การเปลี่ยนแปลงการใช้กฎเหตุผลเริ่ม-00-เป้าหมาย-2 (กล่าวคือ ภาชนะ J เริ่มที่ความจุ 0 ลิตร ภาชนะ U เริ่มที่ความจุ 0 ลิตร เป้าหมาย 2 ลิตรที่ภาชนะ J และ/หรือ U)

ที่	J (6 ลิตร)	U (4 ลิตร)	กฎที่ใช้
1	0	0	สถานะเริ่มต้น
2	6	0	JF
3*	2	4	JU
4*	2	0	UE
5*	0	2	JU

หมายเหตุ: * เป็นคำตอบเป้าหมายแต่ละลำดับ

ทรานสิชั่นโมเดลแบบสเตท
(State Transition Model--STM)

แบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสถานะ จะเป็นแบบจำลองสถานะการปฏิสัมพันธ์ (the interaction state transition model) อันเป็นการสร้างคำอธิบายที่ปฏิบัติการอย่างเป็นทางการของการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้กับระบบบนพื้นฐานตามแผนภาพของแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสถานะ โดยมีรูปแบบสัญลักษณ์ในการใช้ ดังต่อไปนี้ (AI

Wasserman - Software Engineering, IEEE Transactions on, 1985)

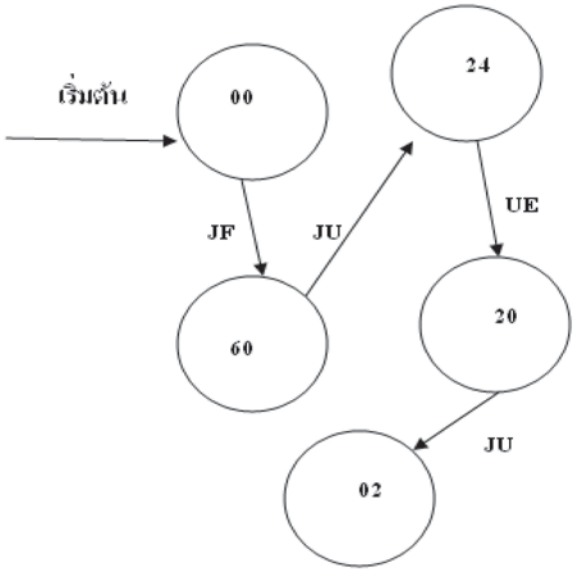
: สถานะปฏิสัมพันธ์ (state) และ/หรือสถานะปฏิสัมพันธ์เริ่มต้น (start state)

: สิ่งป้อนเข้าในแต่ละสถานะ (input condition)

ตัวอย่าง

โมเดลการใช้ STM จำลองภาชนะ 6J4U เริ่ม-00-เป้าหมาย-2 ซึ่งเป็นโมเดลระบบผู้เชี่ยวชาญจำ

ลองตามระบบกฎเหตุผล โดยใช้ กฎเหตุผลเริ่ม-00-เป้าหมาย-2 ในตาราง 1 ข้างต้น ปรากฏผลที่ได้ดังภาพ 1 โมเดล STM จำลอง 6J4U เริ่ม-00-เป้าหมาย-2



ภาพ 1 โมเดล STM จำลอง 6J4U เริ่ม-00-เป้าหมาย-2

โมเดลระบบสนับสนุนทรานสิชั่นแบบสเตท
(State Transition Support System Model--STSSM)

ระบบที่สนับสนุนในการเปลี่ยสถานการณ์ปฏิสัมพันธ์ ก็คือ STSS ซึ่งสามารถช่วยผู้ใช้ทั้งในด้านการวางแผน การตัดสินใจและการประสานงาน ในการเปลี่ยนสถานะการปฏิสัมพันธ์ นั่นคือ กลุ่มของเครื่องมือที่มีความสัมพันธ์กัน ติดต่อกับผู้ใช้แบบง่าย ๆ โดยเป็นชนิด Model - driven STSS กล่าวคือ ระบบสนับสนุนการเปลี่ยนสถานะที่เป็นระบบที่ถูกพัฒนาสำหรับกลุ่มผู้ใช้เป็นส่วนใหญ่ มิใช่ระบบ Data Mining ที่เป็นชนิด Data - driven STSS ที่นำฐานข้อมูลของหน่วยงานและ/หรือองค์กรมาใช้

สำหรับกระบวนการตัดสินใจเลือกทางเลือกเปลี่ยนสถานะการปฏิสัมพันธ์ของ STSS ก็สามารถสรุปได้เป็น 3 กระบวนการ กล่าวคือ กระบวนการหาข้อมูลอันเป็นการวิเคราะห์ปัญหาและหาข้อมูลเพื่อการสร้างทางเลือกกระบวนการออกแบบทางเลือกซึ่งเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาเพื่อทำการสร้างตัวแบบ และกระบวนการเลือกทางเลือกที่เป็นการวิเคราะห์คำตอบของทางเลือกต่าง ๆ ที่กำหนดจากตัวแบบ อีกทั้งตัวแบบหรือแบบจำลอง STSSM ซึ่งก็คือ แบบจำลองที่มีการจำลององค์ประกอบต่าง ๆ ที่นำมาใช้สนับสนุนในการตัดสินใจ อย่างไรก็ตามส่วนต่อประสานกับผู้ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลนับเป็นเครื่องมือสนับสนุนการทำงานของระบบ (STSS support tool) รวมทั้งระบบ STSS นั้นจะประกอบด้วยหน้าที่สำคัญ 5 ประการ กล่าวคือ (1)หน้าที่การสร้างแบบจำลอง (2) หน้าที่การวิเคราะห์แบบ What-If Analysis (3) หน้าที่การวิเคราะห์แบบ Goal Seeking อันเป็นกระบวนการที่ผู้ใช้ตัดสินใจกำหนดไปสู่ผลลัพธ์ (4) หน้าที่การวิเคราะห์แบบ Risk Analysis ที่เป็นการวิเคราะห์ทางเลือกในการตัดสินใจ และ (5) หน้าที่การวิเคราะห์แบบ Graphical Analysis อันเป็นการวิเคราะห์พร้อมแสดงผลลัพธ์ (Agrawal & Prasad, 1998)

อนึ่ง แบบจำลองด้วยระบบสนับสนุนการเปลี่ยนแปลงสถานะ (STSSM) จะเป็นแบบจำลองสถานะการปฏิสัมพันธ์ โดยมีระบบที่สนับสนุนในการเปลี่ยนสถานะที่เป็นแบบการวิเคราะห์พร้อมแสดงผลลัพธ์ช่วยในการวิเคราะห์แบบ Target Seeking ในการเลือกทางเดินการใช้กฎ อันเป็นการสร้างคำอธิบายที่ปฏิบัติการอย่างเป็นทางการของการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้กับระบบบนพื้นฐานตามแผนภาพของแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงสถานะรวมทั้งมี รูปแบบสัญลักษณ์ ในการใช้ ดังต่อไปนี้ (AI Wasserman - Software Engineering, IEEE Transactions on, 1985)

: สถานะปฏิสัมพันธ์และ/หรือสถานะปฏิสัมพันธ์เริ่มต้น (state and/or start state)

: สิ่งป้อนเข้า และ ผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการทำงานในแต่ละสถานะ
(input condition, output condition)

ตัวอย่าง

โมเดลการใช้ STSSM จำลองภาชนะ 6J4U เริ่ม-00-เป้าหมาย-2 ซึ่งเป็นโมเดลระบบผู้เชี่ยวชาญจำลองตามระบบกฎเหตุผล โดยใช้ กฎเหตุผลเริ่ม-00-เป้าหมาย-2 ในตาราง 1 ข้างต้น ปรากฏผลที่ได้ดังภาพ 2โมเดล STSSM จำลองภาชนะ 6J4U เริ่ม-00-เป้าหมาย-2 (กล่าวคือ รูปแบบของสิ่งป้อนเข้าและผลลัพธ์ที่ได้ในแต่ละสถานะกระบวนการทำงานได้กำหนดเป็น กฎที่ใช้, 0 หรือ 1 โดย 1 บ่งชี้ถึงผลลัพธ์ที่ได้เป็นคำตอบเป้าหมาย)

กรณีศึกษา

โครงการมีการใช้แบบจำลองการเปลี่ยนสถานะปฏิสัมพันธ์กรณีศึกษา “แบบจำลองภาชนะวัดสาร 6J4U” โดยสรุปเป็นโมเดลจำลองสถานะการ ปฏิสัมพันธ์ที่พัฒนาด้วยนวัตกรรมการใช้ RTM การใช้ STM กับการใช้ STSSM จำนวน 9 กรณีศึกษา “แบบจำลองภาชนะวัดสาร 6J4U” โดยมีสถานะที่เป้าหมายที่ไม่แตกต่างกันแต่อยู่ภายใต้ระบบกฎเหตุผลของระบบผู้เชี่ยวชาญที่กลุ่มตนเองกำหนดไว้ ได้แก่

1) โมเดลจำลอง6J4U เริ่ม-00-เป้าหมาย-2
2) โมเดลจำลอง6J4U เริ่ม-01-เป้าหมาย-2
3) โมเดลจำลอง6J4U เริ่ม-02-เป้าหมาย-2
4) โมเดลจำลอง6J4U เริ่ม-03-เป้าหมาย-2
5) โมเดลจำลอง6J4U เริ่ม-04-เป้าหมาย-2
6) โมเดลจำลอง6J4U เริ่ม-10-เป้าหมาย-2
7) โมเดลจำลอง6J4U เริ่ม-20-เป้าหมาย-2
8) โมเดลจำลอง6J4U เริ่ม-30-เป้าหมาย-2
9) โมเดลจำลอง6J4U เริ่ม-40-เป้าหมาย-2
10) โมเดลจำลอง6J4U เริ่ม-50-เป้าหมาย-2
11) โมเดลจำลอง6J4U เริ่ม-60-เป้าหมาย-2

วัตถุประสงค์

1. เพื่อดำเนินการตามเนื้อหาขั้นตอน ในขั้นตอนของกระบวนการออกแบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์

2. เพื่อออกแบบและกำหนดระบบกฎเหตุผลของระบบผู้เชี่ยวชาญ

3. เพื่อให้ผู้เรียนได้ร่วมกันศึกษาพัฒนาโมเดลขั้นตอนของกระบวนการปฏิสัมพันธ์เชื่อมต่อระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์โดยนวัตกรรมการใช้ RTM, STM และ STSSM ซึ่งโมเดลกระบวนการปฏิสัมพันธ์นี้ก็คือผลลัพธ์ที่ได้จากการดำเนินการของกระบวนการออกแบบการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ในข้อ 1 ตามระบบกฎเหตุผล ในข้อ 2 สำหรับกรณีศึกษาที่ได้รับมอบหมาย ข้างต้น

4. เพื่อให้ศึกษาถึงการใช้โมเดลกระบวนการปฏิสัมพันธ์ดังกล่าว ในการเสริมสถานการณ์จำลองในการสอนปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ (กระบวนการออกแบบ)

5. เพื่อศึกษาการใช้ RTM การใช้ STM กับการใช้ STSSM ในการจำลองสถานะการปฏิสัมพันธ์ภายใต้ระบบการใช้เหตุผลของผู้เชี่ยวชาญที่ผู้เรียนได้ออกแบบกำหนดไว้ในการแก้ปัญหา โดยเฉพาะอย่างยิ่งศึกษาด้านจำนวนการใช้กฎในการจำลอง HCI โดยการใช้ RTM กับจำนวนการใช้กฎโดยการใช้ STM อีกทั้งศึกษาด้านการเลือกทางเดินการใช้กฎโดยให้มีจำนวนการใช้กฎที่ต้องการ และ/หรือ โดยให้มีจำนวนคำตอบที่ผู้ใช้ต้องการของการใช้ STSSM ซึ่งเป็นโมเดลที่มีเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์แบบ Target Seeking เลือกทางเดินการใช้กฎ

6. เพื่อให้ผู้เรียนได้บูรณาการความรู้ได้ใช้ประโยชน์จากสิ่งที่ผู้เรียนรู้ ได้เรียนรู้การแก้ปัญหาในสถานการณ์ใกล้เคียงของจริงมากที่สุด

ขอบเขตโครงการ

1. ศึกษาข้อมูล เกี่ยวกับกระบวนการ ในการออกแบบปฏิสัมพันธ์การเชื่อมต่อระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์

2. ศึกษาและวิเคราะห์ ถึงเครื่องมือและ/หรือนวัตกรรมที่จะนำมาใช้จำลองสถานการณ์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ ผู้วิจัยได้นำหลักการของ RTM, STM และ STSSM มาใช้เป็นนวัตกรรมจำลองสถานการณ์ปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์

3. ศึกษาข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลด้านต่าง ๆ และทำการออกแบบกระบวนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ ด้วยการพัฒนาเป็นโมเดลของขั้นตอนกระบวนการปฏิสัมพันธ์เชื่อมต่อระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ และ ใช้ RTM, STM และ STSSM เพื่อจำลองขั้นตอนการเปลี่ยนสถานะของปฏิสัมพันธ์

4. จำลองสถานการณ์การปฏิสัมพันธ์ ดังในกรณีศึกษา ที่ได้รับมอบหมาย

5. ทดสอบจำลองเส้นทางเดิน (path) ตามทางในกระบวนการทำงานตามรูปแบบโมเดลที่ออกแบบไว้ในข้างต้น

6. จัดทำแบบสอบถามและประเมินการใช้งานโมเดลขั้นตอนของกระบวนการปฏิสัมพันธ์ โดยใช้ RTM, STM และ STSSM

7. สำรวจความคิดเห็นผู้เรียน เกี่ยวกับด้านต่าง ๆ ที่ผู้เรียนได้รับจากการเพิ่มความหลากหลาย (กรณีที่การออกแบบเกี่ยวข้องกับระบบผู้เชี่ยวชาญโดยตั้งสมมติฐานว่าอยู่ในเกณฑ์ผ่าน (ถ้าค่าร้อยละเกิน 50)

8. วิเคราะห์ข้อมูลจากค่าความสัมพันธ์ตัวแปรต้นและตัวแปรตามโดยใช้หลักสถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ และค่าความถี่

9. แนะนำการใช้ Model

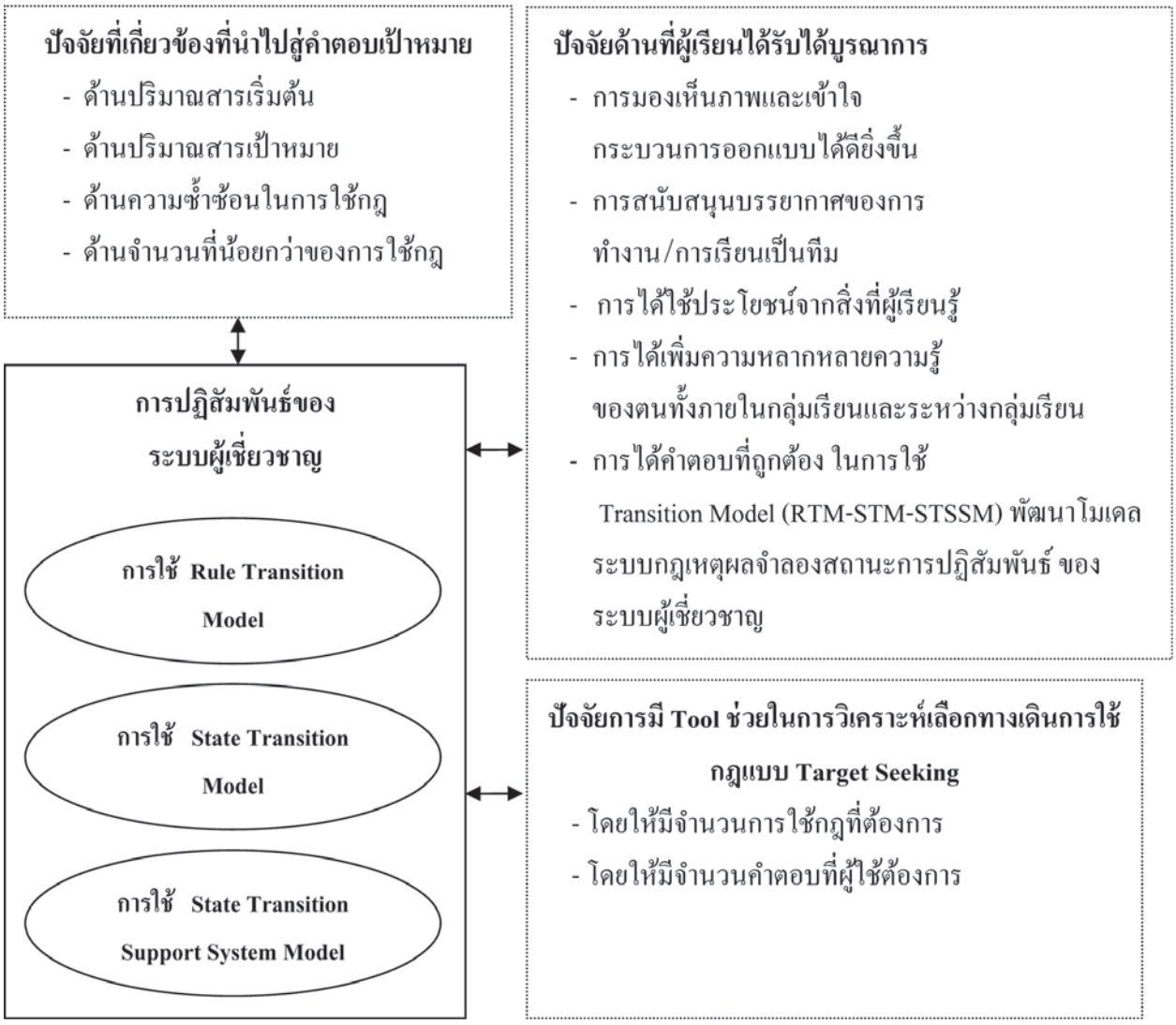
10. สรุปผล

กลุ่มตัวอย่าง

ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (purposive random sampling) แจกแบบสอบถามกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยธนบุรี ที่เรียนวิชาปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ ในปีการศึกษา 2557 จำนวน 94 ราย

กรอบแนวคิดการวิจัย

จากแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องได้ นำมาสังเคราะห์เป็นกรอบแนวคิดเพื่อการวิจัย ดังต่อไปนี้



ภาพ 2 กรอบแนวคิดการวิจัย

สถานที่และระยะเวลาดำเนินโครงการ

ห้องเรียนมหาวิทยาลัยธนบุรี ปีการศึกษา 2557

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. สถานการณ์จำลองโมเดลขั้นตอนกระบวนการปฏิสัมพันธ์เชื่อมต่อระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ สำหรับการเรียนการสอนเพื่อผู้เรียนได้มองเห็นภาพและเข้าใจกระบวนการออกแบบได้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรณีที่การออกแบบไปเกี่ยวข้องกับระบบผู้เชี่ยวชาญในการที่จะต้องเลียนแบบการใช้เหตุผลของผู้เชี่ยวชาญในการแก้ปัญหาที่เต็มไปด้วยความรู้ซึ่งก็สามารถแสดงความรู้เป็นระบบกฎเหตุผลที่กำหนดไว้ใช้ได้

2. ผู้สอนสามารถนำสถานการณ์จำลองขั้นตอนในการออกแบบกระบวนการเชื่อมต่อระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์โดยการใช้ RTM, STM และ STSSM เพื่อนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนในชั้นเรียนหรือนอกชั้นเรียนได้

3. ผู้เรียน ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้การแก้ปัญหาในกรณีสำหรับสถานการณ์ใกล้เคียงของจริงมากที่สุด

4. ผู้เรียนสามารถ พัฒนา/ศึกษาโมเดลจำลองสถานะการปฏิสัมพันธ์ด้วยการใช้ RTM, STM และ STSSM แล้วประยุกต์ใช้สร้างเป็นต้นแบบการปฏิสัมพันธ์ต่อไป

5. ผู้เรียนสามารถเห็นความแตกต่างระหว่างการใช้ RTM กับการใช้ STM จำลองสถานะการปฏิสัมพันธ์

ตามระบบกฎเหตุผล กล่าวคือ โมเดลจำลองสถานะการปฏิสัมพันธ์ตามระบบกฎเหตุผลด้วยการใช้ STM ช่วยให้สามารถมีทางเลือกทางเดินการใช้กฎเพื่อไปสู่คำตอบเป้าหมาย โดยให้มีจำนวนการใช้กฎที่เท่ากัน ที่น้อยกว่าหรือที่มากกว่าได้

6. ช่วยให้ผู้เรียนวิเคราะห์แบบ Target Seeking ของการใช้ STSSM ในการเลือกทางเดินการใช้กฎโดยให้มีจำนวนการใช้กฎที่ต้องการและ/หรือโดยให้มีจำนวนคำตอบที่ผู้ใช้ต้องการ

วิธีดำเนินการวิจัย

แบ่งผู้เรียนออกเป็น 9 กลุ่มเรียน ภายในแต่ละกลุ่มจะระดมสมองแสดงความคิดเห็นร่วมกันช่วยกัน ใช้ RTM, STM และ STSSM เพื่อออกแบบการปฏิสัมพันธ์ของงานที่ได้รับมอบหมายสรุปเป็นแบบจำลองการเปลี่ยนสถานะของการปฏิสัมพันธ์ แล้วทุกกลุ่มนำเสนอและร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้ Transition Model 3 แบบ (แบบ RTM แบบ STM และแบบ STSSM) จำลองสถานะการปฏิสัมพันธ์ภายใต้ระบบการใช้เหตุผลของผู้เชี่ยวชาญที่ผู้เรียนได้ออกแบบกำหนดไว้

ผลการดำเนินการ

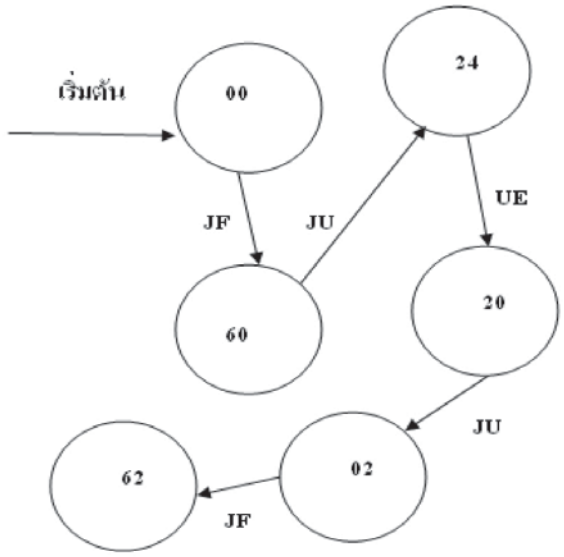
โครงการ มีการพัฒนาแบบจำลองการเปลี่ยนสถานะปฏิสัมพันธ์กรณีศึกษา (ดังตัวอย่างกรณีศึกษา “แบบจำลองภาชนะวัดสาร 6J4U” ซึ่งเป็นโมเดลภาชนะวัดสารที่ไม่มีมาตรวัด J และ U ที่มีขนาดความจุ 6 ลิตร และ 4 ลิตร ตามลำดับ) โดยเป็นโมเดลการปฏิสัมพันธ์ที่เราสามารถกำหนดจำลองโมเดลภาชนะวัดสารฯ ให้มีปริมาณสารเป้าหมายในภาชนะที่แตกต่างกันได้ถึง 35 ปริมาณ ทั้งนี้โมเดลดังกล่าวสามารถช่วยอธิบายในแต่ละกรณีสถานะปริมาณสารเป้าหมายที่ไม่แตกต่างกันถึงสถานะปริมาณสารเริ่มต้นที่ไม่แตกต่างกันด้วยและจาก 9 กรณีศึกษา “แบบจำลองภาชนะวัดสาร 6J4U” ด้วยการใช้ RTM, STM และ STSSM เพื่อจำลองระบบการใช้เหตุผลของผู้เชี่ยวชาญที่ผู้เรียนได้ออกแบบกำหนดไว้ในการแก้ปัญหานั้น

ปรากฏว่า ที่แต่ละระดับปริมาณสารเป้าหมายและปริมาณสารเริ่มต้นเดียวกัน ยังสามารถจำลองโมเดลที่แตกต่างกันได้หลายแบบ โดยขึ้นอยู่กับจำนวนและขั้นตอนในการใช้กฎจากเริ่มต้นให้ไปสู่เป้าหมาย (ตัวอย่างกรณีศึกษา โมเดลจำลอง 6J4U เริ่ม-00-เป้าหมาย-62 ทีม1 และทีม 2 ดังภาพ 3 และภาพ 4 ตามลำดับ)

นอกจากนี้การใช้ RTM จะต้องเดินตามลำดับที่กำหนดไว้ในโมเดลแต่สามารถเดินไปสู่เป้าหมายคำตอบลำดับถัด ๆไปได้ (ถ้ามีหลายคำตอบเป้าหมายกำหนดไว้) ส่วนการใช้ STM นอกจากจำนวนการใช้กฎจะสามารถเท่ากันกับการใช้ RTM สู่เป้าหมายคำตอบลำดับแรกแล้วยังสามารถมีจำนวนที่น้อยกว่าหรือมากกว่าได้ (ดังตาราง 2 จำนวนการใช้กฎในการจำลองการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ (HCI) โดยการใช้ RTM และ STM)

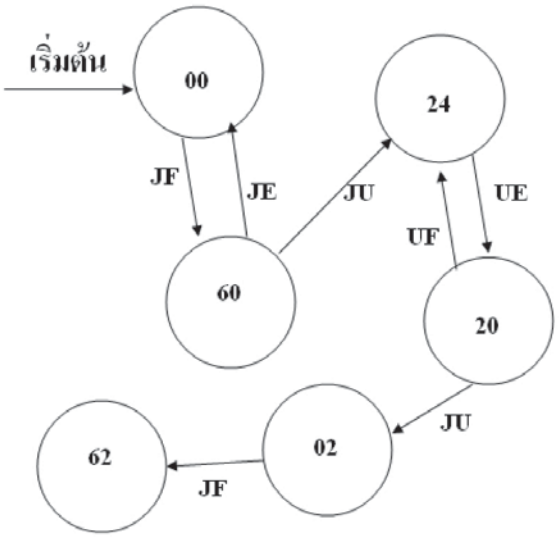
อีกทั้งการใช้ STSSM จะช่วยในการวิเคราะห์แบบ Target Seeking พร้อมแสดงผลลัพธ์ เลือกทางเดินการใช้กฎ (ดังตัวอย่างการใช้ STSSM ตามภาพ 2) ซึ่งช่วยเลือกทางเดินการใช้กฎโดยให้มีจำนวนการใช้กฎที่ต้องการ ณ คำตอบเป้าหมายและ/หรือโดยให้มีจำนวนคำตอบเป้าหมายที่ผู้ใช้ต้องการได้ (ดังตาราง 3 จำนวนการใช้กฎ ณ เป้าหมายคำตอบ และตาราง 3 แสดงจำนวนคำตอบเป้าหมายที่ผู้ใช้ต้องการ)

ที่	J (6 ลิตร)	U (4 ลิตร)	กฎที่ใช้
1	0	0	สถานะเริ่มต้น
2	6	0	JF
3*	2	4	JU
4*	2	0	UE
5*	0	2	JU
6*	6	2	JF



ภาพ 3 โมเดลจำลอง 64 เริ่ม-00-เป้าหมาย 62 (ทีม 1) (กล่าวคือ ภาชนะ J เริ่มที่ความจุ 0 ลิตร ภาชนะ U เริ่มที่ความจุ 0 ลิตร เป้าหมาย 6 ลิตรที่ภาชนะ J และ 2 ลิตรที่ภาชนะ U)

ที่	J (6 ลิตร)	U (4 ลิตร)	กฎที่ใช้
1	0	0	Start
2	6	0	JF
3	0	0	JE
4	6	0	JF
5	2	4	JU
6	2	0	UE
7*	2	4	UF
8*	2	0	UE
9*	0	2	JU
10*	6	2	JF



ภาพ 4 โมเดลจำลอง 6J4U เริ่ม-00-เป้าหมาย-62 (ทีม 2) (กล่าวคือ ภาชนะ J เริ่มที่ความจุ 0 ลิตร ภาชนะ U เริ่มที่ความจุ 0 ลิตร เป้าหมาย 6 ลิตรที่ภาชนะ J และ 2 ลิตรที่ภาชนะ U)

ตาราง 2

จำนวนการใช้กฎในการจำลอง HCI โดยการใช้ RTM กับโดยการใช้ STM

ทีม	จำนวนการใช้กฎในการจำลอง	
	RTM	STM
1	4	2
2	5	8
3	4	3
4	6	5
5	5	2
6	4	4
7	7	5
8	9	6
9	8	9

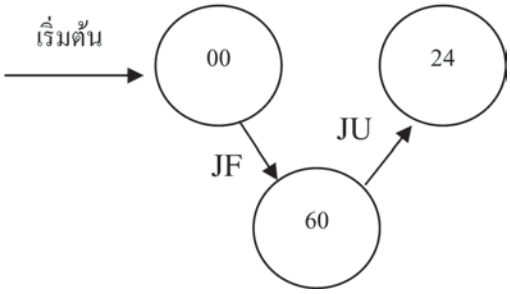
หมายเหตุ

1) การใช้กฎจากเริ่มต้นให้ไปสู่เป้าหมาย ในกรณีของโมเดลจำลอง 64 เริ่ม-00-เป้าหมาย-62 ในภาพ 4

2) ตัวอย่าง ทีม 1

- การใช้กฎโดย RTM: JF-JE-JF-JU แสดงว่าจำนวนการใช้กฎ --> 4 ผลลัพธ์ปริมาณสารในภาชนะ JU คือ --> 00-60-00-60-24

- การใช้กฎโดย STM: JF-JU แสดงว่าจำนวนการใช้กฎ --> 2 ผลลัพธ์ปริมาณสารในภาชนะ JU คือ 00-60-24



ตาราง 3

จำนวนการใช้กฎ ณ คำตอบเป้าหมาย จำนวนคำตอบที่ผู้ใช้ต้องการ (โมเดลจำลอง 6J4U เริ่ม-00-เป้าหมาย-2 ในภาพ 2)

ทีม	จำนวนการใช้กฎ ณ คำตอบเป้าหมาย			จำนวนคำตอบที่ผู้ใช้ต้องการ		
	24	**20**	**02**	**24**	**20**	**02**
1	2	3	4	1	1	1
2	10	7	8	3	2	2
3	2	3	4	1	1	1
4	6	3	4	2	1	1
5	2	7	8	1	2	2
6	2	7	12	1	2	3
7	14	3	4	3	1	1
8	2	3	4	1	1	1
9	2	3	4	1	1	1

หมายเหตุ

1) ใช้โมเดลจำลอง 6J4U เริ่ม-00-เป้าหมาย-2 ในภาพ 2

2) ตัวอย่าง ทีม 5 ณ คำตอบ เป้าหมาย-20 นั่นคือ

- จำนวนคำตอบที่ผู้ใช้ต้องการ = 2

- วิเคราะห์แบบ Target Seeking: เลือกทางเดินการใช้กฎที่ให้ผลลัพธ์เป็น 1 เพื่อเดินทางสู่คำตอบเป้าหมาย 20 ดังนี้

ใช้กฎ: JF-JE-UE จะได้จำนวนคำตอบรวม = 1

ใช้กฎต่อ : JU-JF-JU-UE จะได้จำนวนคำตอบรวม = 2 ตามที่ผู้ใช้ต้องการ

ผลรวมจำนวนการใช้กฎ = 7

สรุปผลการดำเนินงาน

ผลการวิเคราะห์แนวทางการใช้ Transition Model โดยใช้ RTM, STM และ STSSM เพื่อจำลองสถานะการปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ โมเดลระบบกฎเหตุผลของระบบผู้เชี่ยวชาญในการสอนกระบวนการออกแบบปฏิสัมพันธ์ ในกรณีที่การออกแบบเกี่ยวข้องกับการเลียนแบบการใช้เหตุผลของผู้เชี่ยวชาญในการแก้ปัญหา ซึ่งสามารถแสดงความรู้เป็นระบบกฎเหตุผลที่กำหนดไว้ใช้ (ตัวอย่างกรณีศึกษา “แบบจำลองภาชนะวัดสาร 6J4U”) ปรากฏโดยพิจารณาจากคำตอบในการสำรวจความคิดเห็นผู้เรียน จำนวน 94 ราย พบว่าต่างมีความคิดเห็นสอดคล้องกัน โดยเห็นว่าการใช้ RTM, STM และ STSSM ในการพัฒนาโมเดลการปฏิสัมพันธ์ของสถานการณ์จำลองโดยมีสถานะที่เป้าหมายที่ไม่แตกต่างกันแต่อยู่ภายใต้ ระบบกฎเหตุผลของระบบผู้เชี่ยวชาญที่กลุ่มตนเองกำหนดไว้ จะช่วยให้ผู้เรียน มองเห็นภาพและเข้าใจกระบวนการออกแบบได้ดียิ่งขึ้น (ร้อยละ 77) การสนับสนุนบรรยากาศของการเรียนเป็นทีม (ร้อยละ 84) การใช้ประโยชน์จากสิ่งที่ผู้เรียนรู้ (ร้อยละ 65) และความรู้ที่เพิ่มขึ้นทั้งภายในกลุ่มเรียนและระหว่างกลุ่มเรียน (ร้อยละ 73) อีกทั้งการได้คำตอบที่ถูกต้องในการพัฒนาโมเดลระบบกฎเหตุผลของระบบ ผู้เชี่ยวชาญที่จำลองสถานะการปฏิสัมพันธ์ด้วยการใช้ RTM, STM และ STSSM สำหรับใช้ประยุกต์สร้างเป็นต้นแบบการปฏิสัมพันธ์ต่อไป (ร้อยละ 62)

นอกจากนี้ ยังพบความแตกต่างของการใช้ RTM และ STM เลือกทางเดินการใช้กฎเพื่อไปสู่คำตอบเป้าหมายภายใต้ปริมาณสารเริ่มต้นเดียวกัน นั่นคือ การใช้ RTM จะต้องเดินตามลำดับที่กำหนดไว้ในโมเดลแต่สามารถ

เดินไปสู่คำตอบเป้าหมายลำดับถัด ๆ ไปได้ (ถ้ามีหลายคำตอบเป้าหมาย) ส่วนการใช้ STM นอกจากจำนวนการใช้กฎจะเท่ากับการใช้ RTM เพื่อเดินไปสู่คำตอบเป้าหมายลำดับแรกแล้วก็ยังสามารถมีจำนวนที่น้อยกว่าหรือมากกว่าได้ (ร้อยละ 70)

อีกทั้งยังช่วยในการวิเคราะห์แบบ Target Seeking ของการใช้ STSSM เลือกทางเดินการใช้กฎโดยให้มีจำนวนการใช้กฎที่ต้องการ (ร้อยละ 74) และ/หรือ โดยให้มีจำนวนคำตอบที่ผู้ใช้ต้องการ (ร้อยละ 72)

References

AI Wasserman-Software Engineering. (1985). *The state transition model*. Heidelberg: Springer

Grosan, C. & Abraham, A. (2011). *Intelligent systems*. Heidelberg: Springer.

Hongladaromp, J. (2011). A trail of 3 leaders: Hu Jin Tao 2013 Obama 2012 Aphisit 2011. *Engineering Today*, *9*(98), 86-87. (in Thai)

R Agrawal, J Prasad. (1998). *Decision support system*. 1998-Elsevier.

Rule-based Expert Systems. (2007). *Artificial Intelligence*. Department of Industrial Engineering and Management, Cheng Shiu University.