

รายงานรูปเล่ม

โปรแกรม เรียนรู้พันธะโคเวเลนต์ในโลกเสมือนจริง

จัดทำโดย

นายภาณุวัฒน์ บัวชัย 64040249103

นายธนกฤต แก้วสุวรรณ 64040249103

นำเสนอ

อาจารย์คุณาฤติ บุญกว้าง

รายงานเล่มนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิชาการออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์เชิง
วัตถุ

สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

ปีการศึกษา 2566

คำนำ

รายงานเล่มนี้จัดทำขึ้นเป็นโครงงานของวิชา วิชาการออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์เชิงวัตถุ เพื่อให้ได้ศึกษาความรู้ในเรื่องการทำใบเสนอโครงการ, การวางแผนระยะเวลาดำเนินงาน, Use Case Diagram, Class Diagram, Sequence Diagram, Activity Diagram

ผู้จัดทำหวังว่า รายงานเล่มนี้จะเป็นประโยชน์กับผู้อ่าน หรือนักเรียน นักศึกษาที่กำลังมาศึกษาข้อมูลเรื่องนี้อยู่ หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
ข้อเสนอโครงการ	1
- หลักการและเหตุผล	2
- วัตถุประสงค์	2
- ขอบเขตการศึกษา	2
- เทคนิคหรือเทคโนโลยีที่ใช้	4
- ภาพรวมระบบ	5
- เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา	5
- ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
- แผนการดำเนินงาน	6
User case diagrams	7
Class diagrams	21
Sequence diagram	22
Activity diagram	27

ข้อเสนอโครงการ
สาขาวิชา วิทยาการคอมพิวเตอร์
กลุ่มวิชา วิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุ

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) เรียนรู้พันธะโคเวเลนต์ในโลกเสมือนจริง

ชื่อโครงการ (ภาษาอังกฤษ) Covalent bond VR

ประเภทโครงการ

- ☐ โปรแกรมเพื่อความบันเทิง
- ☐ โปรแกรมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้
- ☐ โปรแกรมเพื่อช่วยเหลือผู้พิการและผู้สูงอายุ
- ☐ โปรแกรมเพื่อส่งเสริมงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- ☐ Mobile Application
- ☐ โปรแกรมด้านการจัดการฐานข้อมูล

1. รหัสนักศึกษา 64040249103 ชื่อ - สกุล นายภาณุวัฒน์ บัวชัย โทรศัพท์ 0934627083
2. รหัสนักศึกษา 64040249108 ชื่อ - สกุล นายชนกฤต แก้วสุวรรณ โทรศัพท์ 0980363215

กิจกรรมที่นักศึกษานำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา

.....

.....

.....

อาจารย์ที่ปรึกษา.....

หลักการและเหตุผล

เคมี หรือ เคมีวิทยา เป็นวิทยาศาสตร์สาขาหนึ่งที่ศึกษาในเรื่องของสสาร โดยทั่วไปวิชาเคมีมีเป้าหมายพื้นฐานที่จะทำการศึกษาเกี่ยวกับอนุภาคพื้นฐาน อะตอม โมเลกุล และพันธะเคมี ซึ่งเนื้อหาเกี่ยวกับพันธะเคมีนั้นมีความสำคัญอย่างมากในวิชาเคมีและยังมีการประยุกต์ใช้พันธะโคเวเลนต์ในชีวิตประจำวันของมนุษย์ การศึกษาเรื่องพันธะโคเวเลนต์จึงมีความสำคัญ แต่เนื่องจากเนื้อหาของพันธะโคเวเลนต์มีความซับซ้อนและยังมีความยากต่อการเรียนรู้ จึงอาจจะทำให้การเรียนรู้ได้รับความสนใจจากนักเรียนน้อยลงและอาจขาดความตั้งใจในการเรียนรู้

เทคโนโลยี VR (Virtual Reality) เป็นเทคโนโลยีที่มีความนิยมนำมาใช้งานในปัจจุบันอย่างแพร่หลายในการจำลองการแสดงผลให้ผู้รู้สึกเหมือนเข้าไปอยู่ในโลกเสมือนจริงแบบ 360 องศา และทำกิจกรรมต่างๆเช่น ดูหนัง ฟังเพลง เล่นเกม อีกทั้งยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นสื่อการสอนอีกรูปแบบหนึ่ง เพื่อให้การเรียนรู้มีความน่าสนใจและมีประสิทธิภาพมากขึ้น และใช้เทคโนโลยี Unity Engine ที่เป็นเครื่องมือพัฒนาเกม หรือแอปพลิเคชันเสมือนจริงที่มีความสามารถมากมายและยังรองรับได้หลายแพลตฟอร์ม มาใช้ในการสร้าง ฉาก โมเดล และฟังก์ชันต่างๆเพื่อจัดการการปฏิสัมพันธ์ในฉาก อีกทั้งยังมีการนำเทคโนโลยี Blender เข้ามาใช้ในการสร้างพันธะโคเวเลนต์และโมเลกุลต่างๆ

จากปัญหาดังกล่าวผู้ดำเนินโครงการจึงมีความคิดที่จะพัฒนาโปรแกรม เรียนรู้พันธะโคเวเลนต์ในโลกเสมือนจริง เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเรียนรู้เรื่องพันธะโคเวเลนต์ในโลกเสมือนจริงและสามารถฝึก ทดลองในการสร้างพันธะโคเวเลนต์ในโลกเสมือนจริง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาโปรแกรมเรียนรู้พันธะโคเวเลนต์ในโลกเสมือนจริง

ขอบเขตการศึกษา

1. การเรียนรู้เรื่องพันธะโคเวเลนต์ในโลกเสมือนจริง โดยควบคุมผ่าน Controller VR

1.1 แสดงเนื้อหาในรูปแบบ เสียงบรรยาย ภาพเนื้อหา โมเดล 3D

1.2 สามารถเลือกเนื้อหาการเรียนรู้ คือ พันธะโคเวเลนต์และรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์

1.2.1 เนื้อหาพันธะโคเวเลนต์

1.2.1.1 แสดงโมเดลในรูปแบบชนิดของพันธะโคเวเลนต์ คือ พันธะเดี่ยว พันธะคู่ พันธะสาม

1.2.1.2 เมื่อนำพอยเตอร์ไปชี้ที่โมเดลพันธะโคเวเลนต์จะแสดงเนื้อหา องค์ประกอบของอะตอมธาตุและการแบ่งปันอิเล็กตรอน

1.2.2 เนื้อหารูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์ โดยการ แสดงโมเดลรูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์

1.3 สามารถปรับขนาดโมเดลได้

1.4 สามารถหมุนโมเดลได้

2. การเรียนรู้เรื่องพันธะโคเวเลนต์ในโหมดปกติ

- 2.1 แสดงเนื้อหาในรูปแบบ ภาพ เสียงและวิดีโอ
- 2.2 เนื้อหาการเรียนรู้ ประกอบด้วย
 - 2.2.1 พันธะโคเวเลนต์ เนื้อหาประกอบด้วย การเกิดพันธะโคเวเลนต์ กฎออกเตต
 - 2.2.2 ชนิดของพันธะโคเวเลนต์ เนื้อหาประกอบด้วย พันธะเดี่ยว พันธะคู่ พันธะสาม
 - 2.2.3 รูปร่างโมเลกุลโคเวเลนต์
- 2.3 สามารถเลือกเนื้อหาการเรียนรู้ได้
- 2.4 สามารถเปิดปิดวิดีโอได้
- 2.5 สามารถเลือกช่วงเวลาวิดีโอได้

3. แบบฝึกหัดเรื่องพันธะโคเวเลนต์ในโลกเสมือนจริง โดยควบคุมผ่าน Controller VR

- 3.1 แบบฝึกหัดมีลักษณะ 2 โหมด คือ โหมดเลือกสูตรโมเลกุลและโหมดส่มสูตรโมเลกุล
 - 3.1.1 โหมดเลือกสูตรโมเลกุล โดยเป็นการเลือกสูตรโมเลกุลจากแบบฝึกหัดทั้ง 10 สูตรโมเลกุล
 - 3.1.2 โหมดส่มสูตรโมเลกุล โดยจะเป็นการส่มสูตรโมเลกุลที่มีในแบบฝึกหัด 10 สูตรโมเลกุลมาจัดลำดับใหม่ให้ผู้ใช้งานทำต่อเนื่อง 10 สูตรโมเลกุล
- 3.2 สูตรโมเลกุลในแบบฝึกหัด
 - 3.2.1 สูตรโมเลกุล NH_3 (แอมโมเนีย)
 - 3.2.2 สูตรโมเลกุล $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (เอทานอล)
 - 3.2.3 สูตรโมเลกุล CH_3COOH (กรดน้ำส้ม)
 - 3.2.4 สูตรโมเลกุล CH_4 (มีเทน)
 - 3.2.5 สูตรโมเลกุล H_2S (ไฮโดรเจนซัลไฟด์)
 - 3.2.6 สูตรโมเลกุล CO_2 (คาร์บอนไดออกไซด์)
 - 3.2.7 สูตรโมเลกุล C_2H_4 (เอทิลีน)
 - 3.2.8 สูตรโมเลกุล H_2 (ไฮโดรเจน)
 - 3.2.9 สูตรโมเลกุล C_2H_2 (อะเซทิลีน)
 - 3.2.10 สูตรโมเลกุล HCN (ไฮโดรเจนไซยาไนด์)
- 3.3 แบบฝึกหัดมีการจับเวลาข้อละ 3 นาที
- 3.4 สามารถแสดงคำตอบที่ถูกต้องให้ผู้ใช้งาน เมื่อเวลาครบ 3 นาที
- 3.5 แบบฝึกหัดจะมีโมเดลอะตอมและพันธะโคเวเลนต์ ให้ผู้ใช้งานเลือก
- 3.6 สามารถแสดงสรุปผลการทดสอบเมื่อจบการทดสอบโดยการแสดง เวลาที่ใช้ ผลลัพธ์ (สำเร็จหรือไม่สำเร็จ)
- 3.7 สามารถแสดงข้อมูลตารางธาตุ
- 3.8 สามารถแสดงการควบคุม Controller VR

- 3.9 สามารถนำโมเดลอะตอม มาประกอบเข้าด้วยกันได้
- 3.10 สามารถแยกการเชื่อมต่อของโมเดลได้
- 3.11 สามารถเคลื่อนย้ายโมเดลได้
- 3.12 สามารถหมุนโมเดลได้

4. การควบคุม VR (Controller VR)

- 4.1 กดปุ่ม Trigger เพื่อเลือกเมนูหรือโมเดล
- 4.2 กดปุ่ม B เพื่อลดขนาดโมเดล
- 4.3 กดปุ่ม A เพื่อเพิ่มขนาดโมเดล
- 4.4 ใช้ Thumbstick เพื่อหมุนโมเดล
- 4.5 กดปุ่ม X เพื่อย้อนกลับหน้าหลัก
- 4.6 กดปุ่ม Trigger ค้าง เพื่อจับโมเดลและปล่อยปุ่ม Trigger เพื่อปล่อยโมเดล

เทคนิคหรือเทคโนโลยีที่ใช้

1.1 เบลนเดอร์ (Blender)

ซอฟต์แวร์โอเพนซอร์ส สำหรับสร้างโมเดล 3 มิติ,เรนเดอร์และทำแอนิเมชัน เป็นโปรแกรมที่มีขนาดไฟล์ที่เล็ก สามารถทำงานได้บนระบบปฏิบัติการหลายรูปแบบ มีความสามารถในการทำแคแรคเตอร์และโมเดล ได้เทียบเท่ากับโปรแกรม 3 มิติระดับสูง

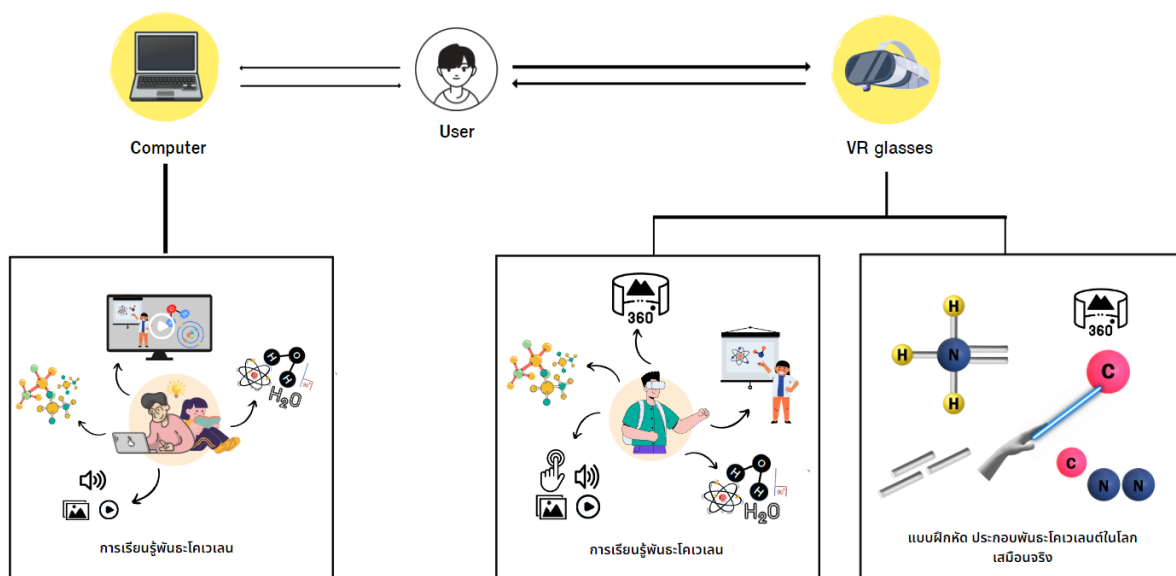
1.2 ยูนิตี้ (Unity)

เป็นเครื่องมือพัฒนาเกมและแอปพลิเคชันแบบครอส-แพลตฟอร์ม ที่ได้รับความนิยมอย่างมากในวงการสร้างเกม ถูกออกแบบให้เป็นองค์ประกอบของการพัฒนาและสร้างสรรค์เกม มี Library ให้เลือกใช้งานหลากหลาย สะดวกต่อการพัฒนาทำให้นักพัฒนาสามารถสร้างเกมที่สวยงามและน่าสนใจได้อย่างรวดเร็วและง่ายดายมากขึ้น

1.3 วีอาร์ (Virtual Reality : VR)

เทคโนโลยีที่สร้างสิ่งแวดล้อมเสมือน (Virtual Environment) ที่ทำให้ผู้ใช้รู้สึกเหมือนตัวเองอยู่ในโลกอีกหนึ่งที่ไม่ใช่โลกความเป็นจริง ผู้ใช้สามารถมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและวัตถุต่าง ๆ ที่อยู่ในโลกเสมือนนี้ได้ ยกตัวอย่างเช่น การเข้าร่วมประชุมออนไลน์, เข้าร่วมกิจกรรมทางการศึกษา, หรือเล่นเกม

ภาพรวมระบบ



เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

1. เป็นโปรแกรมทำงานบนระบบปฏิบัติการ

- 1.1 ระบบปฏิบัติการ : Windows 11
- 1.2 ภาษาคอมพิวเตอร์ : C#
- 1.3 เกมเอนจิน : Unity 2022
- 1.4 ตัดต่อรูปภาพ : Photoshop
- 1.5 เขียนโปรแกรม : Visual Studio Code
- 1.6 ปั่นโมเดลทำแอนิเมชัน : Blender

2. คอมพิวเตอร์และโน้ตบุ๊ก

- 2.1 หน่วยประมวลผลกลาง CPU รุ่น Intel Core i5-11400H
- 2.2 หน่วยประมวลผลภาพ GPU รุ่น Nvidia RTX 3050
- 2.3 หน่วยความจำหลัก RAM ขนาด 16 GB
- 2.4 สื่อเก็บข้อมูล Hard Disk ขนาด 1 TB

3. แว่น VR : Oculus Quest 2

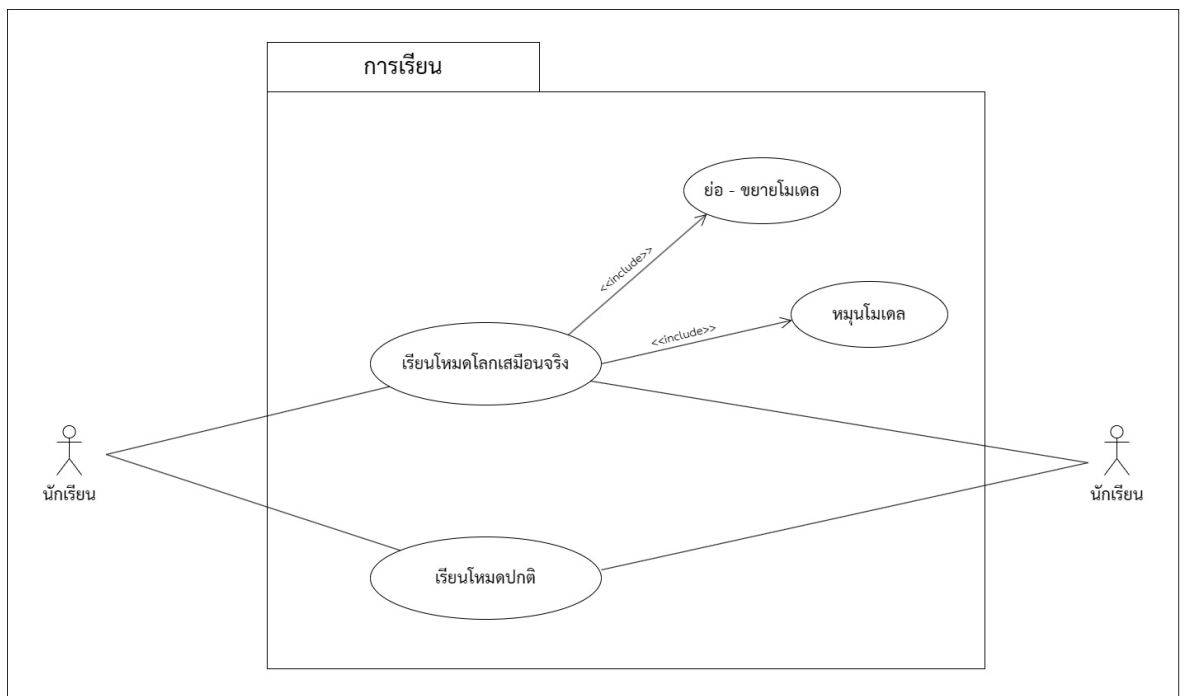
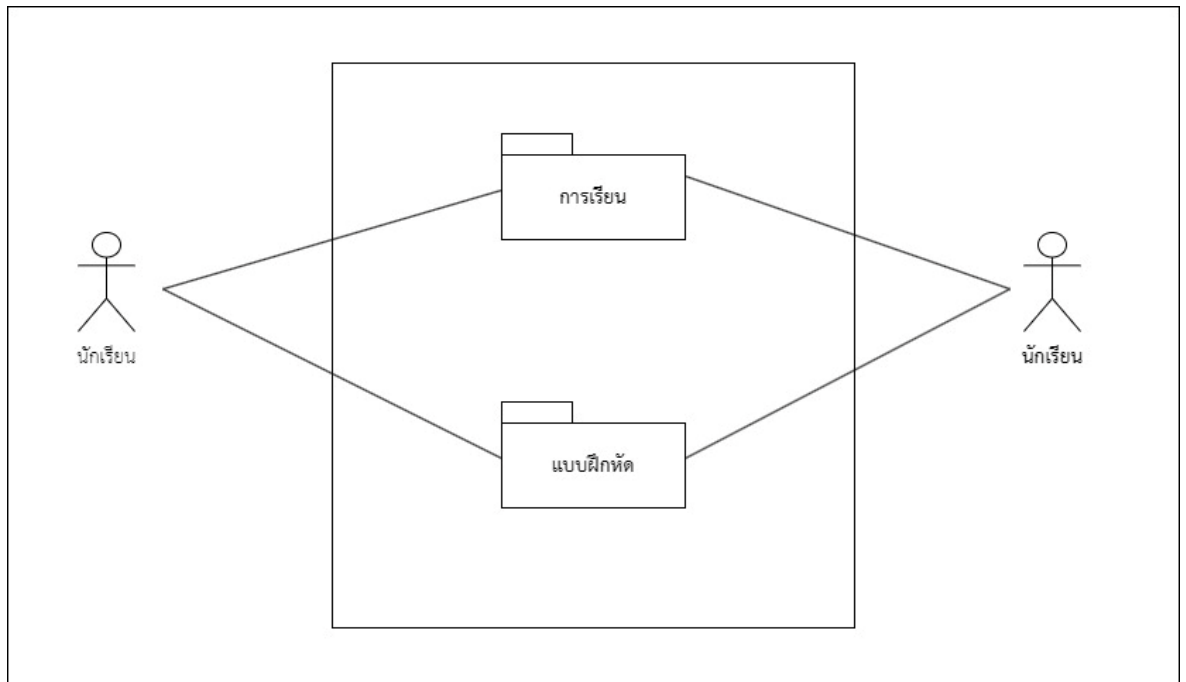
- 3.1 หน่วยความจำ RAM 6 GB, ROM 128 GB
- 3.2 อัตรารีเฟรช 90Hz
- 3.3 หน่วยประมวลผล Qualcomm Snapdragon XR2 Platform

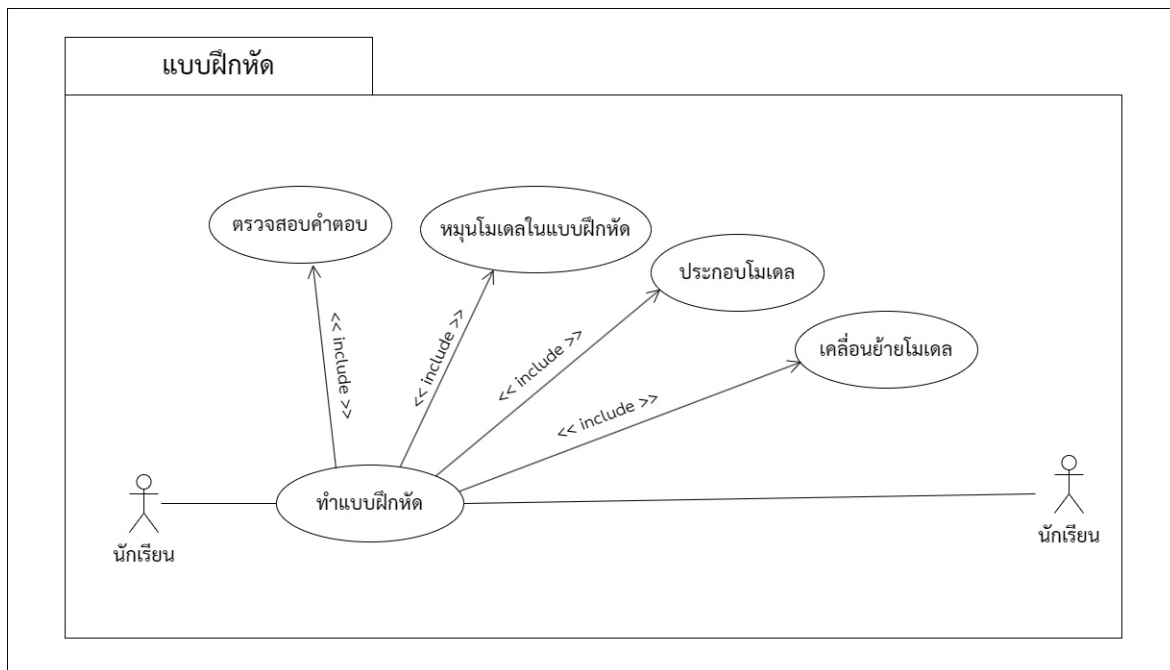
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ผู้เรียนได้รับความสนุกเพลิดเพลินกับการเรียน
2. ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ที่เสมือนจริง
3. ผู้เรียนได้รับความรู้จากเนื้อหาบทเรียน
4. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้

แผนการดำเนินงาน

การดำเนินงาน	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.
ศึกษาความเป็นไปได้และข้อเสนอจัดทำข้อเสนอโครงการ					
ศึกษาวรรณกรรม เครื่องมือในการพัฒนาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง					
การวิเคราะห์และออกแบบระบบ					
พัฒนาซอฟต์แวร์และทดสอบระบบ					
การประเมินผลและการจัดทำเอกสารฉบับสมบูรณ์					





USE CASE #	1	
USE CASE Name	เรียนโมดโลกเสมือนจริง	
Purpose (1 phrase)	เพื่อแสดงเนื้อหาการเรียนรู้	
Level	Primary	
Included Use Cases	ย่อ - ขยายโมเดล, หมุนโมเดล	
Extended Use Cases	-	
MAIN SUCCESSFUL	Actor Action	System Action
		1) แสดงเมนูเนื้อหาการเรียนรู้
	2) ผู้เรียนเลือกเนื้อหาการเรียนรู้	
		3) ตรวจสอบว่าเนื้อหาที่เลือกคือ “พันธะโคเวเลนต์” ใช่หรือไม่ 3.1) ถ้าใช่ : โหลดข้อมูลเนื้อหาพันธะโคเวเลนต์ จากระบบ แล้วแสดงเนื้อหา 3.2) ถ้าไม่ใช่ : โหลดข้อมูลเนื้อหารูปร่างโมเลกุล โคเวเลนต์จากระบบ แล้วแสดงเนื้อหา
	4) ผู้เรียนเลือกโมเดล	
		5) ตรวจสอบผู้เรียนเลือกโมเดลหรือไม่ 5.1) ถ้าใช่ : แสดงเนื้อหาการเรียนรู้ 5.2) ถ้าไม่ใช่ : ปิดเนื้อหาการเรียนรู้ที่แสดง
	6) ผู้เรียนเลือกย่อ-ขยายโมเดล	
		7) ตรวจสอบผู้เรียนเลือกย่อ-ขยายโมเดล 7.1 ถ้าใช่ : include<<ย่อ - ขยายโมเดล>> 7.2 ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอนถัดไป
	8) ผู้เรียนเลือกหมุนโมเดล	
		9) ตรวจสอบผู้เรียนเลือกหมุนโมเดล 9.1 ถ้าใช่ : include<<หมุนโมเดล>> 9.2 ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอนถัดไป
		10) จบการทำงาน

USE CASE #	2	
USE CASE Name	ย่อ - ขยายโมเดล	
Purpose (1 phrase)	เพื่อย่อ - ขยายโมเดล	
Level	Primary	
Included Use Cases	-	
Extended Use Cases	-	
MAIN SUCCESSFUL	Actor Action	System Action
	1) ผู้เรียนเลือกย่อ - ขยายโมเดล	
		2) กำหนดค่า ModelScale = 5
		3) กำหนดค่า MinScale = 1
		4) กำหนดค่า MaxScale = 10
		5) ตรวจสอบว่ากดปุ่มย่อหรือไม่ 5.1) ถ้าใช่ : ทำขั้นตอนที่ 7 5.2) ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอนถัดไป
		6) ตรวจสอบว่ากดปุ่มขยายหรือไม่ 6.1) ถ้าใช่ : ทำขั้นตอนที่ 8 6.2) ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอนที่ 9
		7) ตรวจสอบว่า ModelScale < MinScale หรือไม่ 7.1) ถ้าใช่ : แสดงข้อความแจ้งเตือนผู้เรียน "ไม่สามารถย่อขนาดได้" 7.2) ถ้าไม่ใช่ : ModelScale -1
		8) ตรวจสอบว่า ModelScale > MaxScale หรือไม่ 8.1) ถ้าใช่ : แจ้งเตือนผู้ที่ไม่สามารถขยายขนาดได้ 8.2) ถ้าไม่ใช่ : ModelScale +1
		9) จบการทำงาน

USE CASE #	3	
USE CASE Name	หมูนโมเดล	
Purpose (1 phrase)	เพื่อหมูนโมเดล	
Level	Primary	
Included Use Cases	-	
Extended Use Cases	-	
MAIN SUCCESSFUL	Actor Action	System Action
	1) ผู้เรียนเลือกหมูนโมเดล	
		2) ตรวจสอบผู้เรียนกดปุ่มหมูนโมเดล หรือไม่ 2.1) ถ้าใช่ : ทำขั้นตอนถัดไป 2.2) ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอนที่ 7
		3) ตรวจสอบผู้เรียนหมูนโมเดลไปทางด้านซ้ายหรือไม่ 3.1) ถ้าใช่ : จุดหมูนค่าแกน Y -1 3.2) ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอนถัดไป
		4) ตรวจสอบผู้เรียนหมูนโมเดลไปทางด้านขวาหรือไม่ 4.1) ถ้าใช่ : จุดหมูนค่าแกน Y +1 4.2) ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอนถัดไป
		5) ตรวจสอบผู้เรียนหมูนโมเดลไปทางด้านล่างหรือไม่ 5.1) ถ้าใช่ : จุดหมูนค่าแกน X -1 5.2) ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอนถัดไป
		6) ตรวจสอบผู้เรียนหมูนโมเดลไปทางด้านบนหรือไม่ 6.1) ถ้าใช่ : ให้จุดหมูนค่าแกน X +1 6.2) ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอนถัดไป
		7) จบการทำงาน

USE CASE #	4	
USE CASE Name	เรียนโหมดปกติ	
Purpose (1 phrase)	เพื่อแสดงเนื้อหาการเรียนรู้	
Level	Primary	
Included Use Cases	-	
Extended Use Cases	-	
MAIN SUCCESSFUL	Actor Action	System Action
		1) แสดงเมนูเนื้อหาการเรียนรู้
	2) ผู้เรียนเลือกเนื้อหาการเรียนรู้	
		3) โหลดเนื้อหาการเรียนรู้จากระบบ ตามที่ผู้เรียนเลือก
	4) ผู้เรียนส่งคำสั่งการทำงานเข้าระบบ	
		5) ตรวจสอบผู้เรียนกดเล่นวิดีโอ หรือไม่ 5.1) ถ้าใช่ : แสดงวิดีโอเนื้อหาการเรียนรู้ 5.2) ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอนถัดไป
		6) ตรวจสอบผู้เรียนเลือกช่วงเวลาของวิดีโอหรือไม่ 6.1) ถ้าใช่ : แสดงวิดีโอตามช่วงเวลาที่ถูกเลือก 6.2) ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอนถัดไป
		7) ตรวจสอบผู้เรียนกด Stop วิดีโอ หรือไม่ 7.1) ถ้าใช่ : หยุดวิดีโอ 7.2) ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอนถัดไป
		8) ตรวจสอบผู้เรียนเพิ่มเสียงวิดีโอหรือไม่ 8.1 ถ้าใช่ : เพิ่มเสียงวิดีโอ 8.2 ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอนถัดไป
		9) ตรวจสอบผู้เรียนลดเสียงวิดีโอหรือไม่ 9.1 ถ้าใช่ : ลดเสียงวิดีโอ 9.2 ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอนถัดไป
		10) ตรวจสอบผู้เรียนกด Replay หรือไม่ 10.1) ถ้าใช่ : ทำข้อ 3 10.2) ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอนถัดไป
		11) จบการทำงาน

USE CASE #	5	
USE CASE Name	ทำแบบฝึกหัด	
Purpose (1 phrase)	เพื่อทำแบบฝึกหัด	
Level	Primary	
Included Use Cases	หมุนโมเดลในแบบฝึกหัด, ประกอบโมเดล, เคลื่อนย้ายโมเดล, ตรวจสอบคำตอบ	
Extended Use Cases	-	
MAIN SUCCESSFUL	Actor Action	System Action
		1) แสดงเมนูโหมดแบบฝึกหัด
	2) ผู้เรียนเลือกโหมดแบบฝึกหัด	
		3) ตรวจสอบว่าผู้เรียนเลือกโหมด เลือกโจทย์แบบฝึกหัด หรือไม่ 3.1) ทำขั้นตอนที่ 9 3.2) ทำขั้นตอนที่ 4
		4) กำหนดค่า Question = โจทย์แบบฝึกหัด
		5) กำหนดค่า Round = 1
		6) กำหนดค่า SpinQuestion = “ ”
		7) กำหนดค่า SpinQuestion = Random(Question)
		8) ตรวจสอบค่าของ SpinQuestion ว่าซ้ำกันหรือไม่ 8.1) ถ้าใช่ : ทำข้อ 6 8.2) ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอน11
		9) แสดงเมนูโจทย์แบบฝึกหัด
	10) ผู้เรียนเลือกโจทย์แบบฝึกหัด	
		11) โหลดข้อมูลโจทย์แบบฝึกหัดจากระบบ แล้วแสดงโจทย์
		12) จับเวลา 3 นาที

		<p>13) ตรวจสอบผู้เรียนเลือกแสดงข้อมูลตารางธาตุ หรือไม่</p> <p>13.1) ถ้าใช่ : แสดงข้อมูลตารางธาตุ</p> <p>13.2) ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอนถัดไป</p>
		<p>14) ตรวจสอบผู้เรียนเลือกแสดงการควบคุม Controller VR หรือไม่</p> <p>14.1) ถ้าใช่ : แสดงข้อมูลการควบคุม Controller VR</p> <p>14.2) ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอนถัดไป</p>
	15) ผู้เรียนเลือกโมเดล	
		16) ตรวจสอบผู้เรียนเลือกโมเดลขึ้นไหน
	17) ผู้เรียนประกอบโมเดล	
		<p>18) ตรวจสอบผู้เรียนประกอบโมเดล หรือไม่</p> <p>18.1) ถ้าใช่ : include<<ประกอบโมเดล>></p> <p>18.2) ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอนถัดไป</p>
	19) ผู้เรียนเคลื่อนย้ายโมเดล	
		<p>20) ตรวจสอบผู้เรียนเคลื่อนย้ายโมเดล หรือไม่</p> <p>20.1) ถ้าใช่ : include <<เคลื่อนย้ายโมเดล>></p> <p>20.2) ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอนถัดไป</p>
	21) ผู้เรียนหมุนโมเดล	
		<p>22) ตรวจสอบผู้เรียนหมุนโมเดล หรือไม่</p> <p>22.1) ถ้าใช่ : include <<หมุนโมเดลแบบฝึกหัด>></p> <p>22.2) ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอนถัดไป</p>
		23) include <<ตรวจสอบคำตอบ>>
		<p>24) ตรวจสอบ Answer = ture หรือไม่</p> <p>24.1) ถ้าใช่ : แสดงข้อความ “สำเร็จ” และแสดงเวลาที่ใช้ทำแบบฝึกหัด</p> <p>24.2) ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอนถัดไป</p>

		<p>25) ตรวจสอบเวลาครบ 3 นาที หรือไม่</p> <p>25.1) ถ้าใช่ : โหลดข้อมูลคำตอบจากระบบ แล้วแสดงคำตอบที่ถูกต้อง แสดงข้อความ “ไม่สำเร็จ” และแสดงเวลาที่ใช้ทำแบบฝึกหัด</p> <p>25.2) ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอนถัดไป</p>
		<p>26) ตรวจสอบว่าผู้เรียนเลือกโหมดสุดสัปดาห์หรือไม่</p> <p>26.1) ถ้าใช่ : ทำขั้นตอนถัดไป</p> <p>26.2) ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอนที่ 29</p>
		<p>27) ตรวจสอบ Round = 10 หรือไม่</p> <p>27.1) ถ้าใช่ : ทำขั้นตอนถัดไป</p> <p>27.2) ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอนที่ 6</p>
		28) จบการทำงาน

<i>USE CASE #</i>	6	
<i>USE CASE Name</i>	ตรวจสอบคำตอบ	
<i>Purpose (1 phrase)</i>	เพื่อตรวจสอบคำตอบ	
<i>Level</i>	Primary	
<i>Included Use Cases</i>	-	
<i>Extended Use Cases</i>	-	
<i>MAIN SUCCESSFUL</i>	<i>Actor Action</i>	<i>System Action</i>
		1) โหลดค่า isBonded = คำตอบของผู้เรียน
		2) โหลดเงื่อนไขคำตอบที่ถูกต้องตามโจทย์ แบบฝึกหัดที่ผู้เรียนเลือก
		3) ตรวจสอบว่าค่า isBonded = true หรือไม่ 3.1) ถ้าใช่ : Answer = true 3.2) ถ้าไม่ใช่ : Answer = false
		4) จบการทำงาน

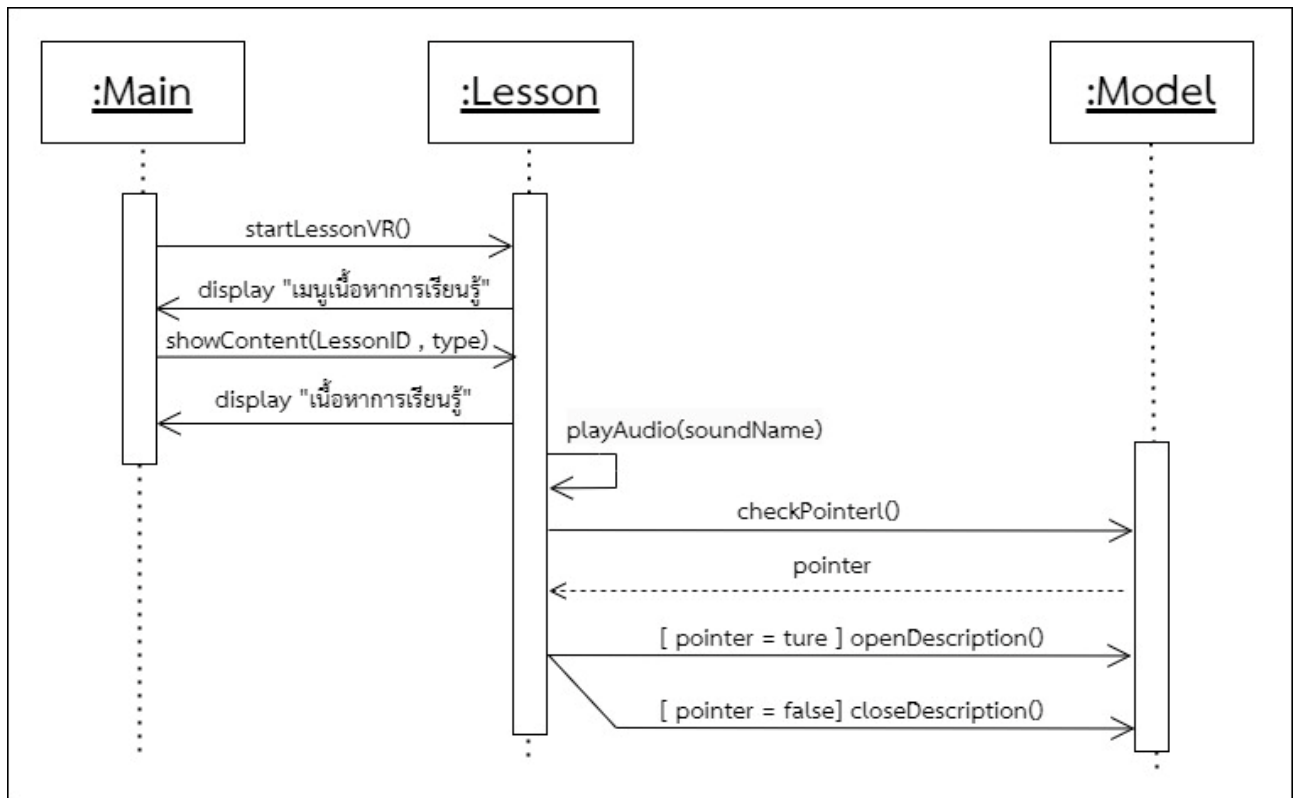
USE CASE #	7	
USE CASE Name	ประกอบโมเดล	
Purpose (1 phrase)	เพื่อประกอบโมเดล	
Level	Primary	
Included Use Cases	-	
Extended Use Cases	-	
MAIN SUCCESSFUL	Actor Action	System Action
	1) ผู้เรียนเลือกประกอบโมเดล	
		2) กำหนด PosSnape = จุติรวมตำแหน่งของโมเดลแต่ละชิ้น
		3) ตรวจสอบระยะห่างชิ้นส่วนโมเดลและ PosSnape ≤ 0 หรือไม่ 3.1) ถ้าใช่ : ทำขั้นตอนที่ 4 3.2) ถ้าไม่ใช่ : ทำข้อ 6
		4) ตรวจสอบว่าโมเดลสามารถประกอบกันได้หรือไม่ 4.1) ถ้าใช่ : ให้ตำแหน่งโมเดลที่ผู้เรียนนำมาประกอบ = PosSnape 4.2) ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอนที่ 6
		5) กำหนด isBonded = true
		6) จบการทำงาน

USE CASE #	8	
USE CASE Name	เคลื่อนย้ายโมเดล	
Purpose (1 phrase)	เพื่อเคลื่อนย้ายโมเดล	
Level	Primary	
Included Use Cases	-	
Extended Use Cases	-	
MAIN SUCCESSFUL	Actor Action	System Action
	1) ผู้เรียนเลือกโมเดล	
		2) ตรวจสอบผู้เรียนกดปุ่มจบบโมเดล หรือไม่ 2.1) ถ้าใช่ : ขึ้นตอนถัดไป 2.2) ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอนที่ 10
		3) ตรวจสอบผู้เรียนเคลื่อนที่โมเดลไปทาง ด้านซ้าย หรือไม่ 3.1) ถ้าใช่ : ค่าแกน X -1 3.2) ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอนถัดไป
		4) ตรวจสอบผู้เรียนเคลื่อนที่โมเดลไปทาง ด้านขวา หรือไม่ 4.1) ถ้าใช่ : ค่าแกน X -1 4.2) ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอนถัดไป
		5) ตรวจสอบผู้เรียนเคลื่อนที่โมเดลไปทาง ด้านบน หรือไม่ 5.1) ถ้าใช่ : ค่าแกน Z +1 5.2) ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอนถัดไป
		6) ตรวจสอบผู้เรียนเคลื่อนที่โมเดลไปทาง ด้านล่าง หรือไม่ 6.1 ถ้าใช่ : ค่าแกน Z -1 6.2 ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอนถัดไป
		7) ตรวจสอบผู้เรียนเคลื่อนที่โมเดลไป ทางด้านใกล้ หรือไม่ 7.1) ถ้าใช่ : ค่าแกน Y -1 7.2) ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอนถัดไป

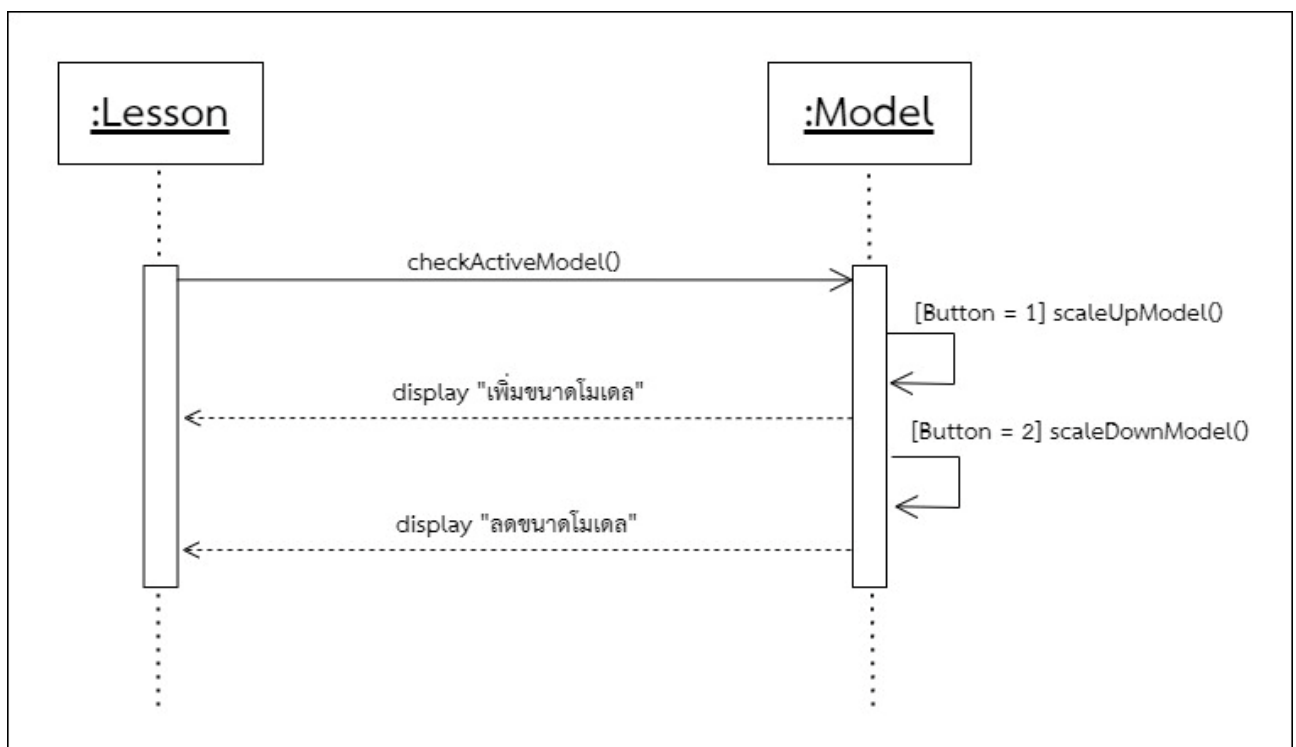
		8) ตรวจสอบผู้เรียนเคลื่อนที่โมเดลไป ทางด้านลึก หรือไม่ 8.1) ถ้าใช่ : ค่าแกน $Y + 1$ 8.2) ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอนถัดไป
		9) ตรวจสอบผู้เรียนปล่อยปุ่มจับโมเดล หรือไม่ 9.1) ถ้าใช่ : กำหนดให้โมเดลหยุดการ เคลื่อนที่ 9.2) ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอนถัดไป
		10) จบการทำงาน

USE CASE #	9	
USE CASE Name	หมุนโมเดลในแบบฝึกหัด	
Purpose (1 phrase)	เพื่อหมุนโมเดล	
Level	Primary	
Included Use Cases	-	
Extended Use Cases	-	
MAIN SUCCESSFUL	Actor Action	System Action
	1) ผู้เรียนเลือกหมุนโมเดล	
		2) ตรวจสอบผู้เรียนกดปุ่มหมุนโมเดลหรือไม่ 2.1) ถ้าใช่ : ทำขั้นตอนถัดไป 2.2) ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอนที่ 7
		3) ตรวจสอบผู้เรียนหมุนโมเดลไปทางด้านซ้ายหรือไม่ 3.1) ถ้าใช่ : จุดหมุนค่าแกน Y -1 3.2) ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอนถัดไป
		4) ตรวจสอบผู้เรียนหมุนโมเดลไปทางด้านขวาหรือไม่ 4.1) ถ้าใช่ : จุดหมุนค่าแกน Y +1 4.2) ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอนถัดไป
		5) ตรวจสอบผู้เรียนหมุนโมเดลไปทางด้านล่างหรือไม่ 5.1) ถ้าใช่ : จุดหมุนค่าแกน X -1 5.2) ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอนถัดไป
		6) ตรวจสอบผู้เรียนหมุนโมเดลไปทางด้านบนหรือไม่ 6.1) ถ้าใช่ : ให้จุดหมุนค่าแกน X +1 6.2) ถ้าไม่ใช่ : ทำขั้นตอนถัดไป
		7) จบการทำงาน

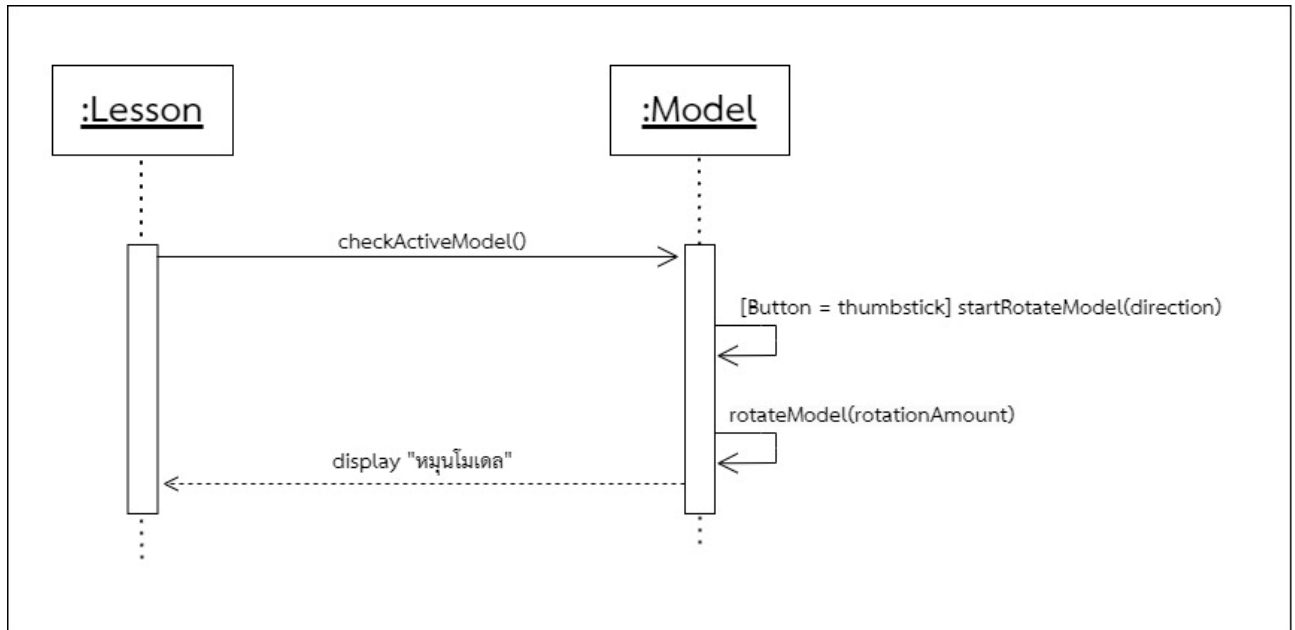
1) แผนภาพลำดับเหตุการณ์ เรียนในโหมดเสมือนจริง



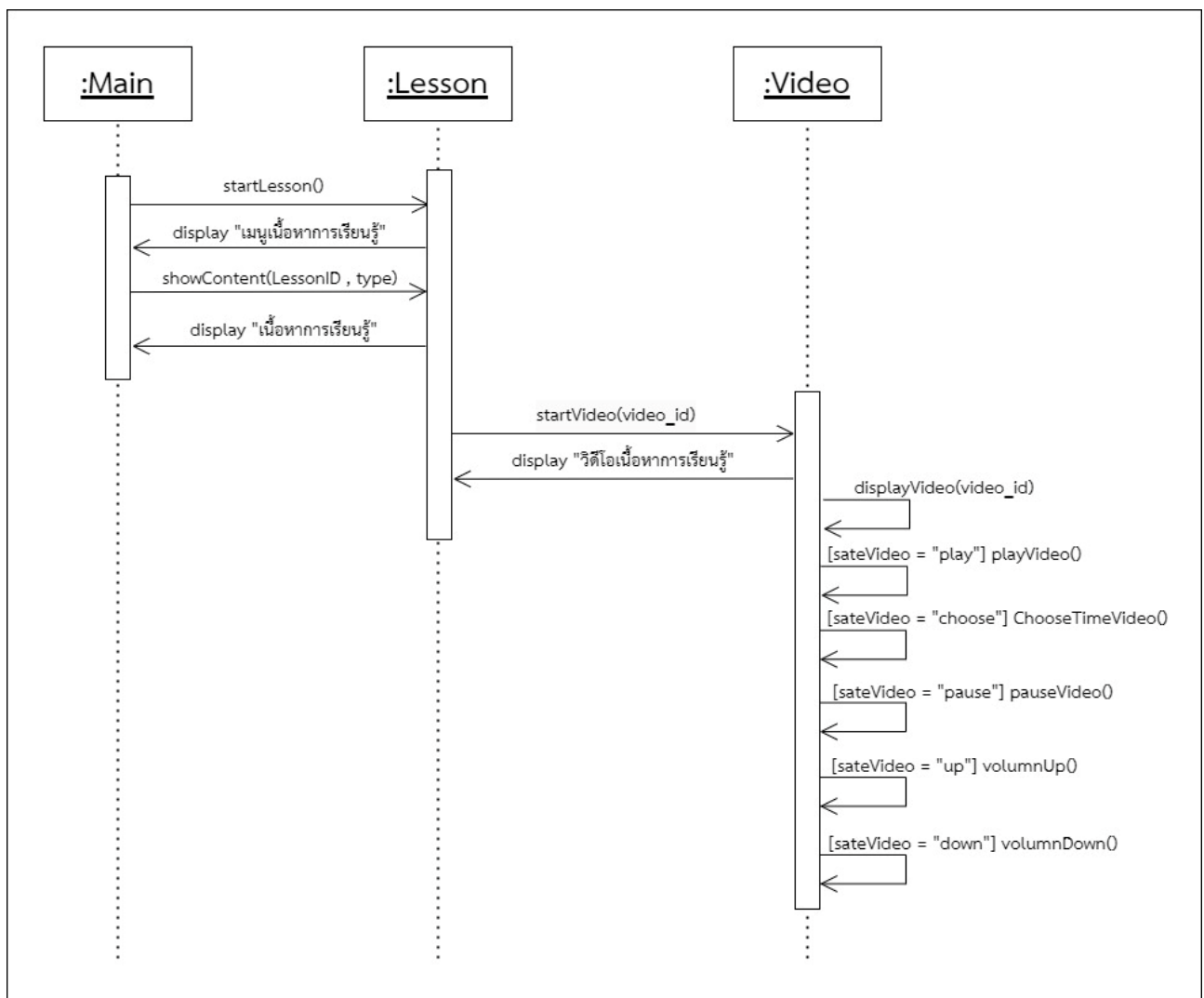
2) แผนภาพลำดับเหตุการณ์ ย่อ - ขยายโมเดล



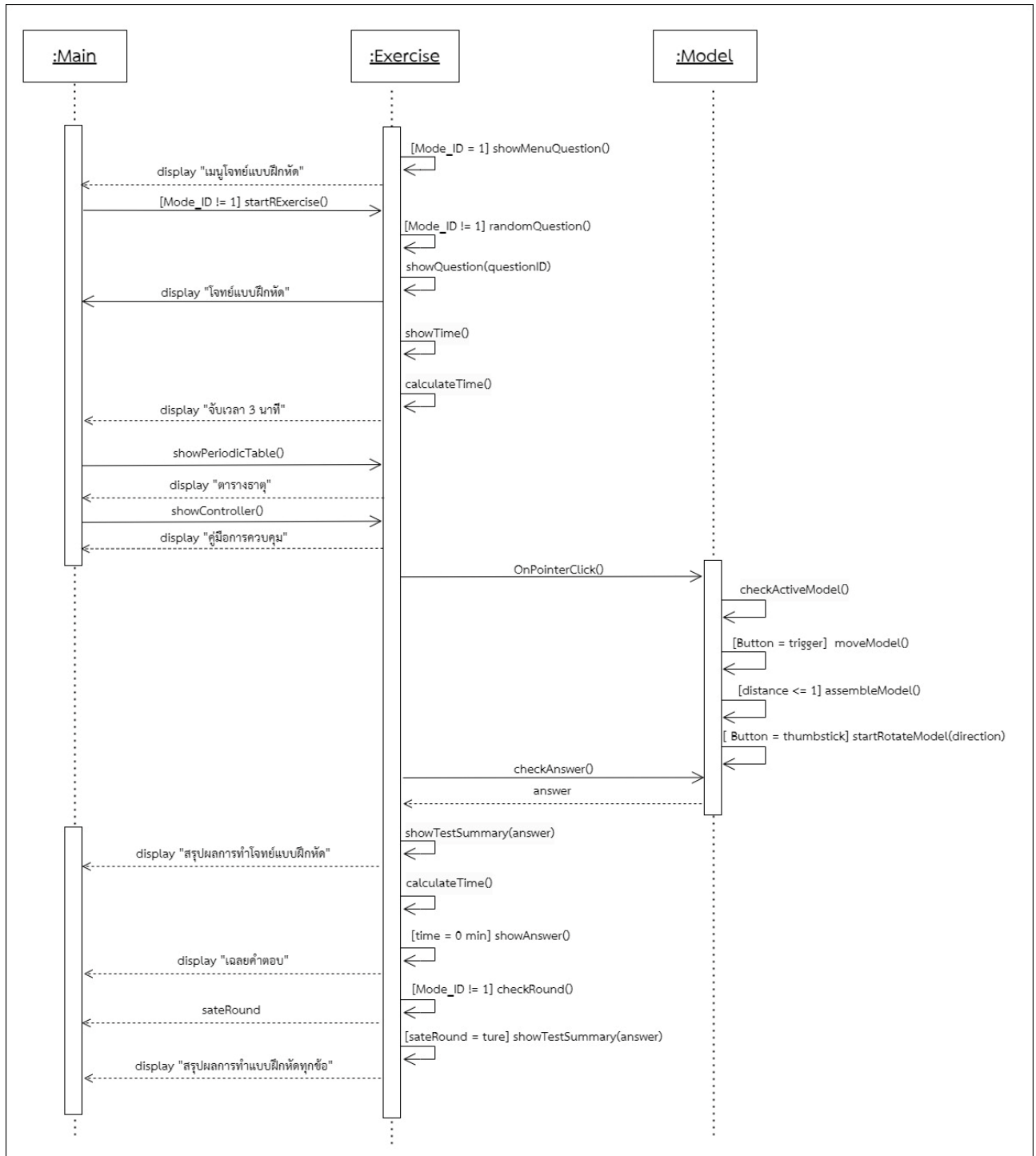
3) แผนภาพลำดับเหตุการณ์ หมุนโมเดล



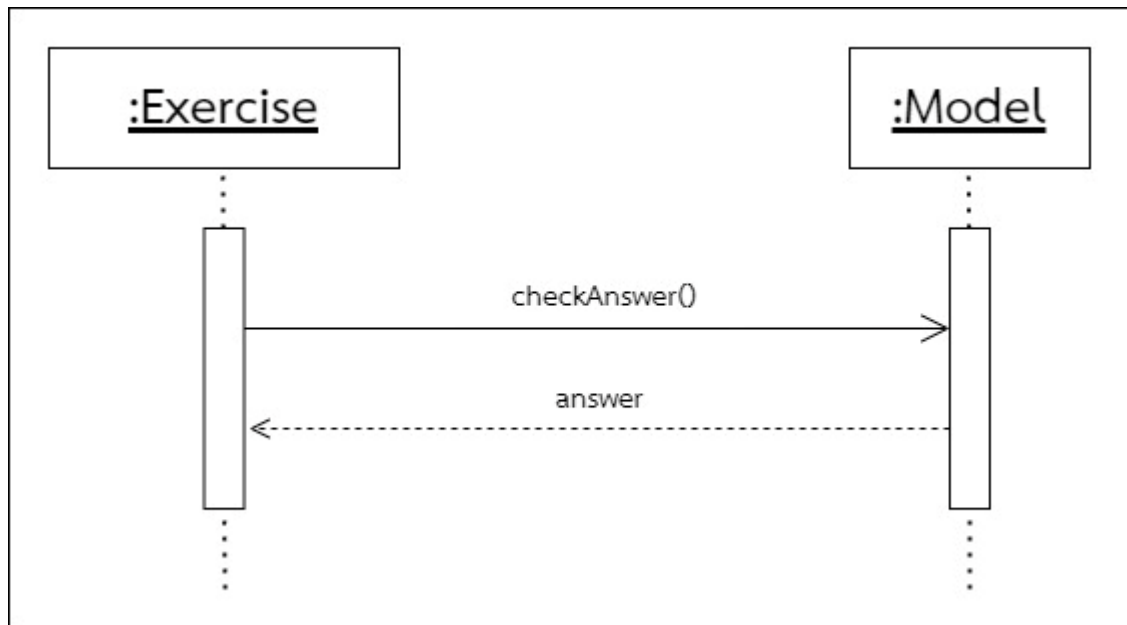
4) แผนภาพลำดับเหตุการณ์ เรียนในโหมดปกติ



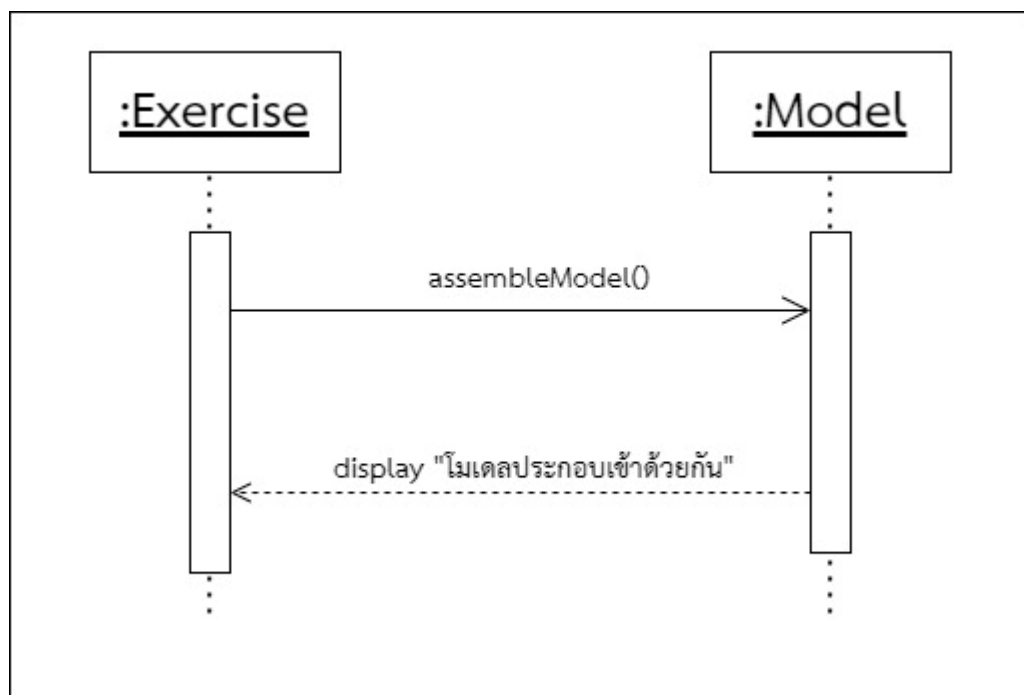
5) แผนภาพลำดับเหตุการณ์ ทำแบบฝึกหัด



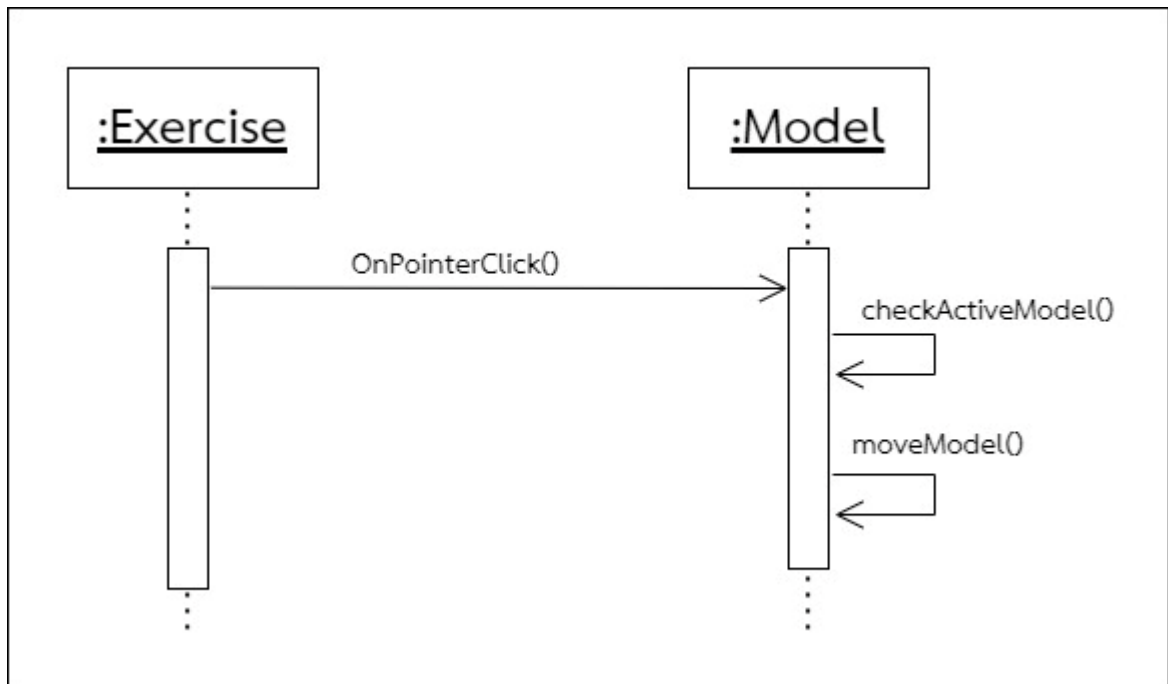
6) แผนภาพลำดับเหตุการณ์ ตรวจสอบคำตอบ



7) แผนภาพลำดับเหตุการณ์ ประกอบโมเดล



8) แผนภาพลำดับเหตุการณ์ เคลื่อนย้ายโมเดล



9) แผนภาพลำดับเหตุการณ์ หมุนโมเดลในแบบฝึกหัด

