



แบบจำลองการเดินรถไฟฟ้าเพื่อการเรียนรู้

RSU Railway Application

สารบัญ

1. แบบจำลองการเดินรถไฟฟ้าเพื่อการเรียนรู้ (RSU Railway Application)	5
1.1. วัตถุประสงค์.....	5
1.2. ข้อกำหนดของระบบเบื้องต้น	6
1.3. ข้อควรระวัง.....	6
2. การติดตั้ง.....	6
3. RSU RAILWAY APPLICATION	7
3.1. เริ่มต้นการใช้งาน.....	7
3.2. วิธีการตั้งค่าเส้นทางเดินรถ (SET ROUTE).....	7
3.2.1. เพิ่มเส้นทางเดินรถ	9
3.2.2. ลบเส้นทางเดินรถ.....	12
3.3. วิธีการตั้งค่าตารางการเดินรถ (SET TIME TABLE)	13
3.3.1. เพิ่มตารางการเดินรถ	14
3.3.2. ลบตารางการเดินรถ.....	17
4. วิธีตั้งค่าตารางการเดินรถให้กับรถไฟฟ้า (SET CARS).....	18
5. วิธีการเดินรถไฟฟ้า.....	19
6. วิธีการดูสถานะของรถไฟฟ้าแต่ละคัน.....	20
7. วิธีการหยุดเดินรถแบบฉุกเฉิน	21
7.1. การหยุดเดินรถฉุกเฉินทั้งระบบ (SYSTEM EMERGENCY BREAK).....	21
7.2. การหยุดเดินรถฉุกเฉินของรถไฟฟ้าแต่ละขบวน (STOP).....	22
8. การบันทึกเหตุการณ์ (SAVE LOG)	23
9. ฮาร์ดแวร์ที่เกี่ยวข้อง.....	23

9.1. Feeder Track & Control Tomix23

9.2. Control Device25

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 1 ภาพรวมการทำงานของแบบจำลองการเดินรถไฟฟ้า	6
รูปที่ 2 แผนที่การเดินรถทั้งระบบ	7
รูปที่ 3 ตัวอย่างการกำหนดเส้นทางเดินรถ	7
รูปที่ 4 หน้าต่างเส้นทางการเดินรถ.....	8
รูปที่ 5 หน้าต่างตารางการเดินรถ.....	13
รูปที่ 6 หน้าต่างตั้งค่ารถไฟ	18
รูปที่ 7 ตัวอย่างการวิ่งรถ	19
รูปที่ 8 สถานะของรถไฟแต่ละขบวนภาพรวม	20
รูปที่ 9 สถานะของรถไฟแต่ละขบวน.....	20
รูปที่ 10 การหยุดเดินรถฉุกเฉิน	22
รูปที่ 11 บันทึกเหตุการณ์เดินรถ.....	23

1. แบบจำลองการเดินรถไฟเพื่อการเรียนรู้ (RSU Railway Application)

1.1. วัตถุประสงค์

แบบจำลองการเดินรถไฟ จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาการจำลองการเดินรถเสมือนจริง เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจระบบการเดินรถไฟภาพรวม ตั้งแต่การกำหนดตารางเวลาการเดินรถของรถไฟแต่ละคัน วิธีการกำหนดเส้นทางเดินรถไฟ สามารถจำลองการหยุดรถแบบทั่วไป การหยุดรถแบบฉุกเฉิน (Emergency break) การสับราง (Point movement) วิธีการรับ-ส่งข้อมูล และสามารถบันทึกรายละเอียดการเดินรถในรูปแบบ CSV (Comma Separated Value) โดยแอปพลิเคชันที่ใช้ควบคุมมีชื่อว่า “RSU Railway Application” แอปพลิเคชันนี้สามารถเดินรถไฟได้ 2 แบบ คือ การจำลองในแอปพลิเคชันเพียงอย่างเดียว (Simulator) และแบบส่งงานไปที่แบบจำลองการเดินรถไฟ (Model) ผ่านการส่งสัญญาณแบบไร้สาย (Wireless fidelity) ซึ่งอยู่บนมาตรฐาน IEEE 802.11

แบบจำลองการเดินรถไฟแบบออกเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย

1. RSU Railway Application พัฒนาโดยใช้ภาษา Swift (Swift language) ซึ่งเป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ทำงานอยู่บนระบบปฏิบัติการ iOS เนื่องจาก Swift เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ออกแบบให้มีประสิทธิภาพสูงและง่ายต่อการพัฒนาโดยนำข้อดีของภาษาสมัยใหม่เข้ามามากมาย เช่น Type Inference, Clean Syntax, No semicolons, Closures, Generics
2. RSU Server พัฒนาโดยใช้ Node JS เป็นตัวจัดการข้อมูลต่างๆ ในระบบ อีกทั้งยังเป็นตัวกลางในการรับ-ส่งข้อมูลระหว่างแอปพลิเคชันกับแบบจำลองผ่านระบบสัญญาณแบบไร้สาย
3. โมเดลการเดินรถไฟ เป็นการนำฮาร์ดแวร์ต่างๆ มาใช้งานในระบบ ทั้ง Arduino UNO, Arduino Nano รวมไปถึงเซ็นเซอร์แบบต่างๆ เพื่อจำลองการเดินรถเสมือนจริง ทั้งสัญญาณจราจร, ควบคุมความเร็วของรถไฟ, การตรวจจับตำแหน่งของรถไฟแต่ละช่วงเวลา รวมไปถึงการเดินรถสำหรับรายละเอียดของฮาร์ดแวร์สามารถดูได้ที่ 9



แบบจำลองการเดินรถ

รูปที่ 1 ภาพรวมการทำงานของแบบจำลองการเดินรถไฟฟ้า

1.2. ข้อกำหนดของระบบเบื้องต้น

ความต้องการของระบบต่อไปนี้เป็นสำหรับการใช้งานแอปพลิเคชัน

	ความต้องการ
Operating system	Mac OS version 10.14 (or later).
CPU	2.5GHz quad-core Intel Core i5 with 6MB on-chip shared L3 cache
Memory	4 GB
Hard disk space	400 Mb
Hardware interfaces	WiFi IEEE 802.11

1.3. ข้อควรระวัง

ก่อนเริ่มใช้งานแอปพลิเคชันร่วมกับแบบจำลองรถไฟฟ้าจำลอง ผู้ใช้ต้องมั่นใจว่าทั้งสองได้เชื่อมต่อสัญญาณอินเทอร์เน็ตที่อยู่ใน subnet mask เดียวกัน

หมายเหตุ: **คำเตือน!** ผู้ใช้ควรมีความรู้พื้นฐานของระบบการเดินรถไฟฟ้า

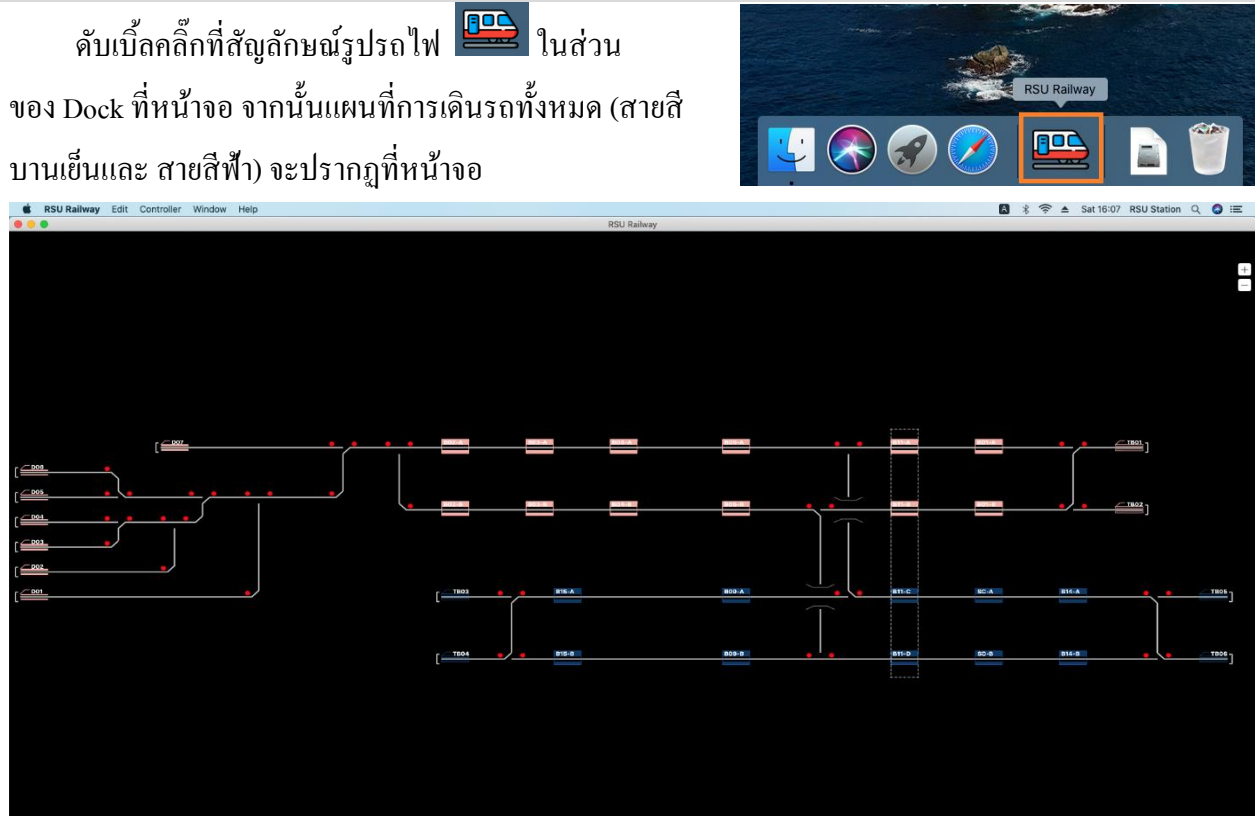
2. การติดตั้ง

การเดินรถไฟฟ้าเพื่อการเรียนรู้ เป็นแอปพลิเคชันในรูปแบบระบบปฏิบัติการแบบเดี่ยว (Standalone Application) รองรับระบบปฏิบัติการ MacOS เพียงระบบปฏิบัติการเดี่ยว

3. RSU RAILWAY APPLICATION

3.1. เริ่มต้นการใช้งาน

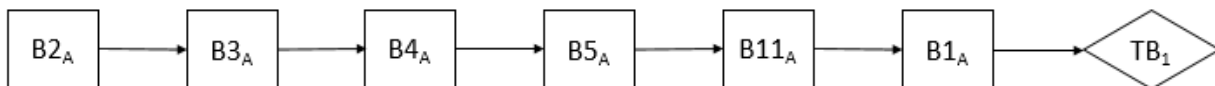
ดับเบิลคลิกที่สัญลักษณ์รูปรถไฟ ในส่วน
ของ Dock ที่หน้าจอ จากนั้นแผนที่การเดินรถทั้งหมด (สายสี
บานเย็นและ สายสีฟ้า) จะปรากฏที่หน้าจอ



รูปที่ 2 แผนที่การเดินรถทั้งระบบ

3.2. วิธีการตั้งค่าเส้นทางเดินรถ (SET ROUTE)

ก่อนการเดินรถไฟจำเป็นต้องกำหนดเส้นทางเดินรถ จาก รูปที่ 3 แสดงให้เห็นว่าเมื่อรถไฟอยู่ที่สถานี B2
สถานีถัดไปคือ B3, B4, B5, B11, B1 จากนั้นจะไปที่จุดกลับรถ TB₁ ตามลำดับ

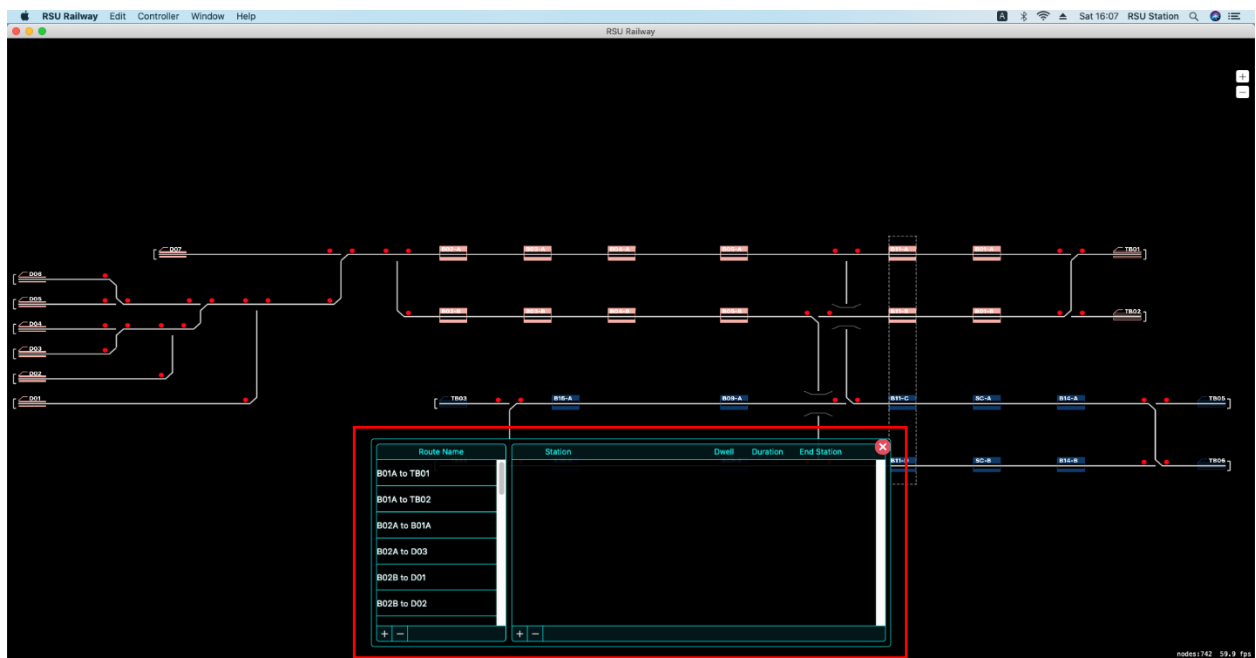


รูปที่ 3 ตัวอย่างการกำหนดเส้นทางเดินรถ

การตั้งค่าเส้นทางสามารถทำได้โดยไปที่ Edit -> Set Route




จากนั้นหน้าต่างการตั้งค่าเส้นทางรถจะแสดงอยู่ตำแหน่งด้านล่างของแผนที่ โดยแอปพลิเคชันได้กำหนดเส้นทางรถพื้นฐานที่จำเป็นไว้ให้



รูปที่ 4 หน้าต่างเส้นทางรถ

3.2.1. เพิ่มเส้นทางการเดินรถ

- กดปุ่ม  ในส่วนของ “Route Name” จากนั้นตั้งชื่อเส้นทางและกดปุ่ม Enter

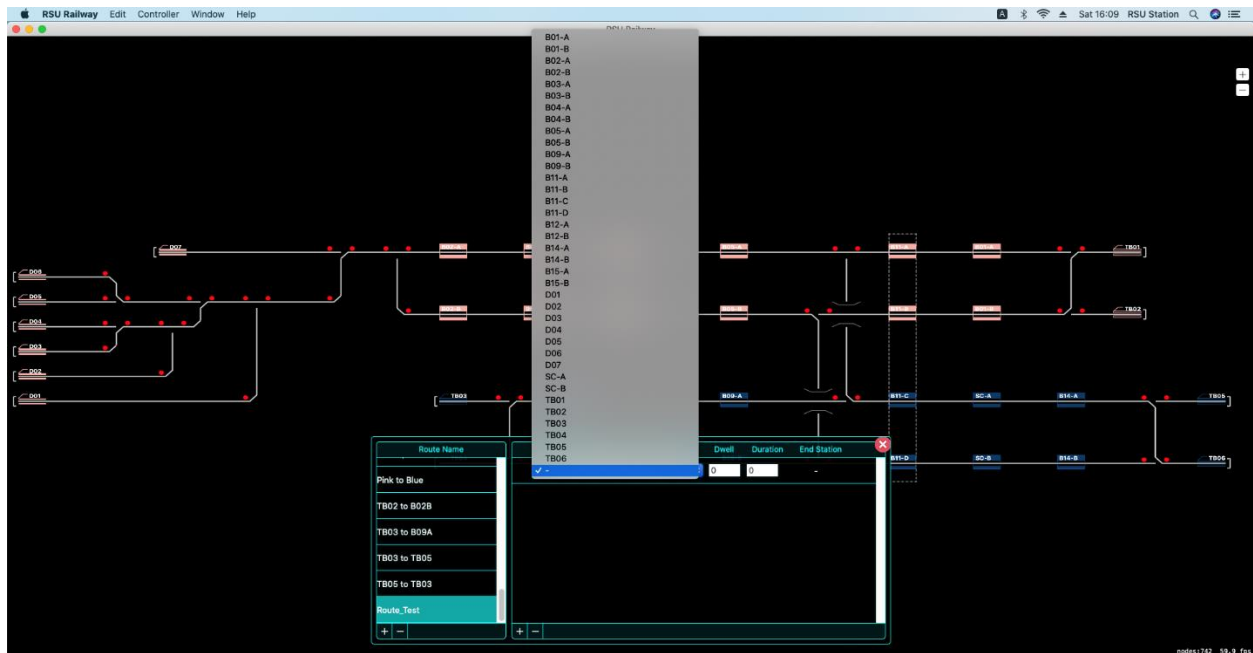


The screenshot shows a software interface for managing routes. On the left, there is a list titled "Route Name" containing several entries: "Pink to Blue", "TB02 to B02B", "TB03 to B09A", "TB03 to TB05", "TB05 to TB03", and "Route_Test". Below this list is a red box with a plus sign icon and a minus sign icon. A red callout box points to the plus sign icon with the text "ตั้งชื่อเส้นทาง" (Set route name). On the right, there is a table with the following columns: "Station", "Dwell", "Duration", and "End Station". The table is currently empty.

- กดปุ่ม  ในส่วนของ “Station” จากนั้นเลือกสถานีต้นทาง




The screenshot shows the same software interface as before, but now the "Station" table has a new row added. The new row has a dropdown menu in the "Station" column showing a minus sign, and the "Dwell" and "Duration" columns both show the value "0". The "End Station" column shows a minus sign. The "Route Name" list on the left remains the same.



- ใส่เวลาที่ต้องการให้รถไฟจอด ณ สถานีนั้นในช่อง Dwell โดยมีหน่วยเป็นวินาที



- กด  เพื่อเลือกสถานีถัดไป โดยแอปพลิเคชันจะกรองสถานีที่สามารถเดินรถต่อไปได้ให้ผู้เลือก โดยอัตโนมัติ จากนั้น โปรแกรมจะคำนวณระยะเวลาเดินรถระหว่างสถานี โดยระยะเวลาเดินรถจะแสดงที่ช่อง Duration มีหน่วยเป็นวินาที




The screenshot shows a route planning application. On the left, a list of route names is displayed, with 'Route_Test' selected. On the right, a table shows the current route segment. A dropdown menu is open, showing a list of stations: B02-A, B02-B, and D01. A red arrow points to the '+' button at the bottom of the table, indicating the action to add a new station.


Station	Dwell	Duration	End Station
B02-A	5	0	-
B02-B	0	0	-
D01	0	0	-



The screenshot shows the same route planning application, but now the route segment has been updated. The 'Station' column shows 'D01' and 'B02-A'. The 'Dwell' column shows '5' and '5'. The 'Duration' column shows '7' and '0'. The 'End Station' column shows 'B02-A' and '-'. The 'Route_Test' route is still selected on the left.

Station	Dwell	Duration	End Station
D01	5	7	B02-A
B02-A	5	0	-

- กด  ในหน้าต่างของสถานีหากต้องการลบสถานี โดยแอปพลิเคชันจะลบจากสถานีสุดท้าย ผู้ใช้ไม่สามารถเลือกลบสถานีตรงกลางได้



Route Name	Station	Dwell	Duration	End Station
Pink to Blue	D01	5	7	B02-A
TB02 to B02B	B02-A	5	0	-
TB03 to B09A				
TB03 to TB05				
TB05 to TB03				
Route_Test				

3.2.2. ลบเส้นทางการเดินรถ

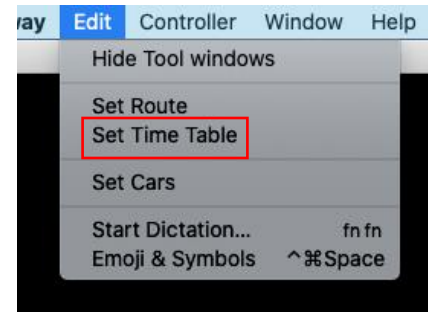
- เลือกเส้นทางที่ต้องการจะลบ จากนั้นกดปุ่ม 



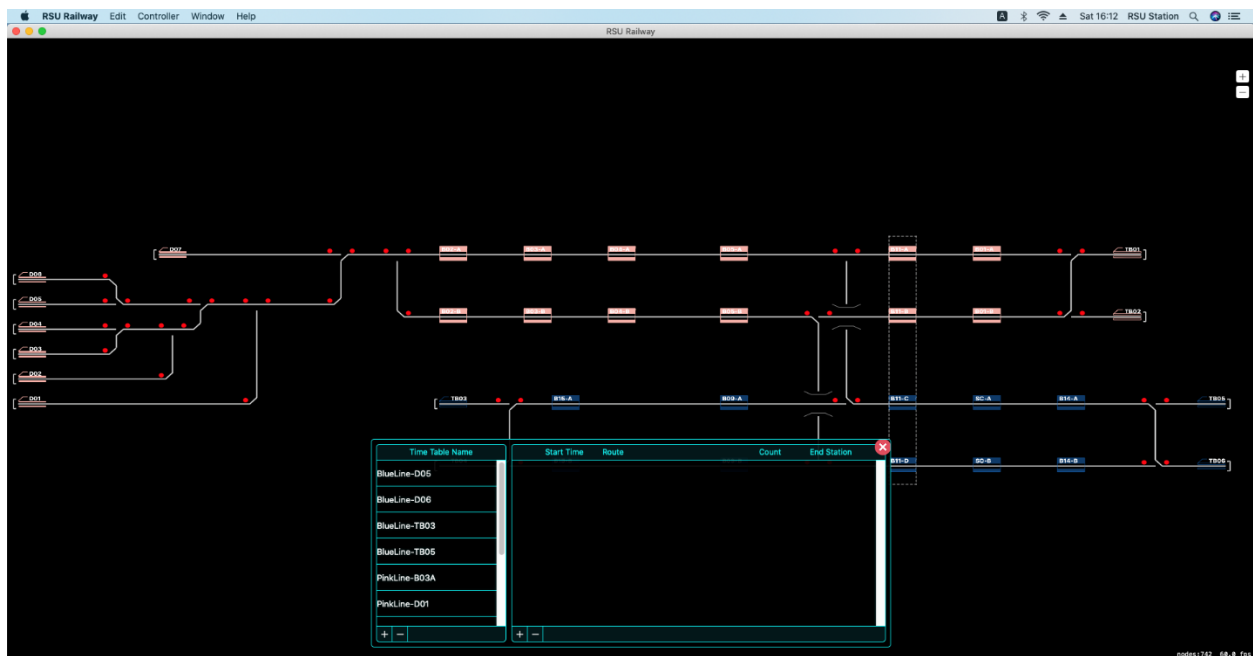
Route Name	Station	Dwell	Duration	End Station
Pink to Blue	D01	5	7	B02-A
TB02 to B02B	B02-A	5	0	-
TB03 to B09A				
TB03 to TB05				
TB05 to TB03				
Route_Test				

3.3. วิธีการตั้งค่าตารางการเดินรถ (SET TIME TABLE)

เมื่อผู้ใช้ตั้งค่าเส้นทางเดินรถแล้ว จากนั้นให้กำหนดตารางการเดินรถ โดยตารางการเดินรถนั้นเป็นการรวมเส้นทางเดินรถแต่ละเส้นทางและระยะเวลาการเดินรถเพื่อมอบหมายให้รถไฟแต่ละคัน โดยการตั้งค่าให้ผู้ใช้เลือกที่ Edit -> Set Time Table



จากนั้นหน้าต่างการตั้งค่าตารางการเดินรถจะแสดงอยู่ตำแหน่งด้านล่างของแผนที่ โดยแอปพลิเคชันได้กำหนดตารางการเดินรถพื้นฐานที่จำเป็นไว้ให้



รูปที่ 5 หน้าต่างตารางการเดินรถ

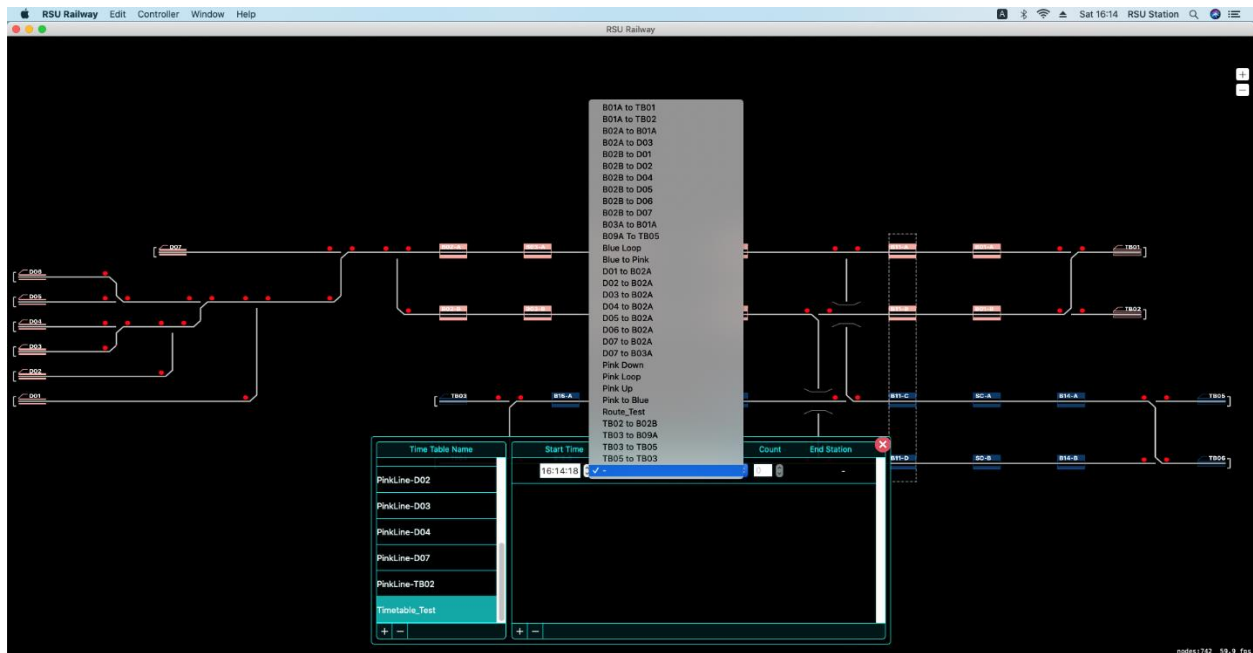
3.3.1. เพิ่มตารางการเดินรถ

- กดปุ่ม **+** ในส่วนของ “Time Table Name” จากนั้นตั้งชื่อและกดปุ่ม Enter

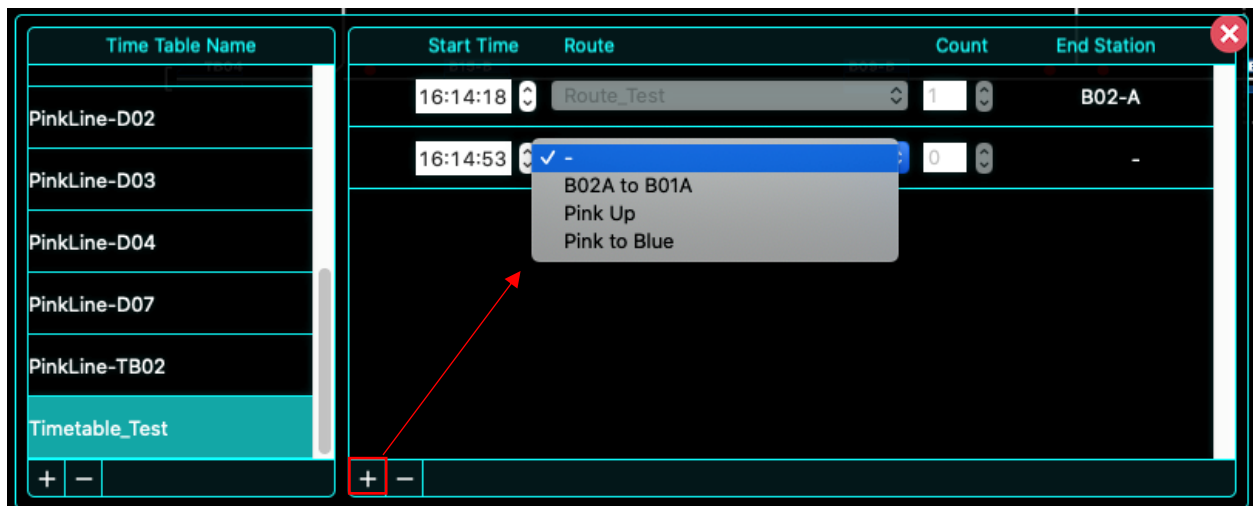
Time Table Name	Start Time	Route	Count	End Station
PinkLine-D02				
PinkLine-D03				
PinkLine-D04				
PinkLine-D07				
PinkLine-TB02				
New item...				

- กดปุ่ม **+** ในส่วนของ “Start Time Table” จากนั้นเลือกเส้นทางการเดินรถ โดยเส้นทางการเดินรถที่แสดงในแอปพลิเคชันได้มาจากผู้ใช้ตั้งค่าไว้ในบทที่ 3.2

Time Table Name	Start Time	Route	Count	End Station
PinkLine-D02	16:14:18	-	0	-
PinkLine-D03				
PinkLine-D04				
PinkLine-D07				
PinkLine-TB02				
Timetable_Test				



- กด **+** เพื่อเลือกเส้นทางถัดไป โดยแอปพลิเคชันจะกรองเส้นทางที่สามารถเดินรถต่อไปได้ให้ผู้เลือกโดยอัตโนมัติ




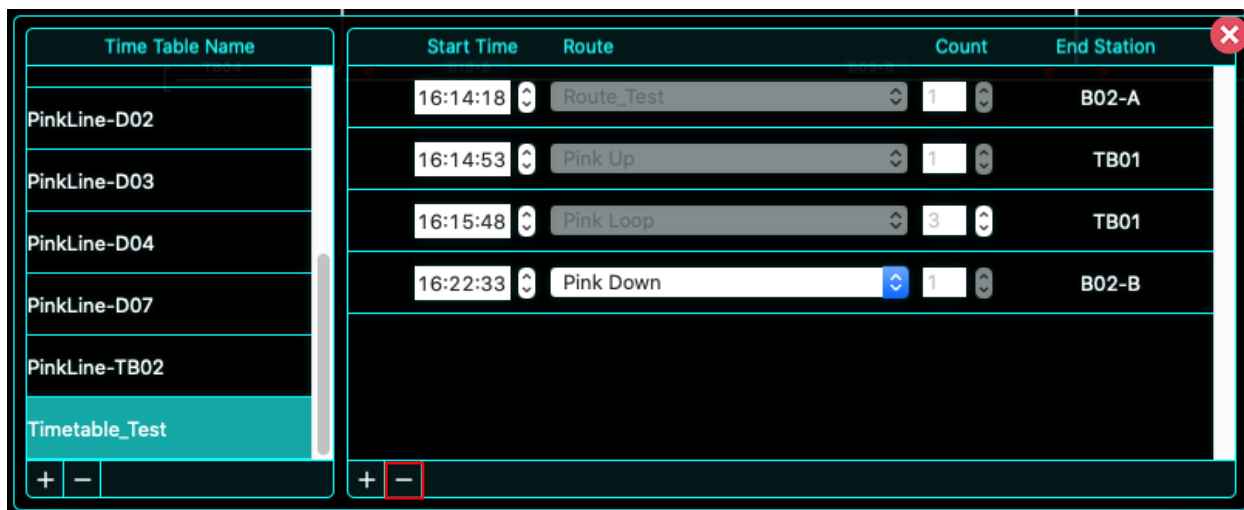
- จากนั้นให้ผู้ใช้กำหนดเวลาในการเริ่มวิ่งแต่ละเส้นทางการเดินรถโดยระบบจะยึดเวลาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ ณ ขณะนั้นเป็นค่าเริ่มต้น

Time Table Name	Start Time	Route	Count	End Station
PinkLine-D02	16:14:18	Route_Test	1	B02-A
PinkLine-D03	16:14:53	Pink Up	1	TB01
PinkLine-D04	16:15:48	Pink Loop	3	TB01
PinkLine-D07	16:22:33	Pink Down	1	B02-B
PinkLine-TB02				
Timetable_Test				

- หากเส้นทางไหนรถไฟสามารถวิ่งซ้ำได้ (Loop) แอปพลิเคชันจะอนุญาตให้ผู้ใช้ระบุจำนวนรอบที่จะวิ่ง

Time Table Name	Start Time	Route	Count	End Station
PinkLine-D02	16:14:18	Route_Test	1	B02-A
PinkLine-D03	16:14:53	Pink Up	1	TB01
PinkLine-D04	16:15:48	Pink Loop	3	TB01
PinkLine-D07	16:22:33	Pink Down	1	B02-B
PinkLine-TB02				
Timetable_Test				

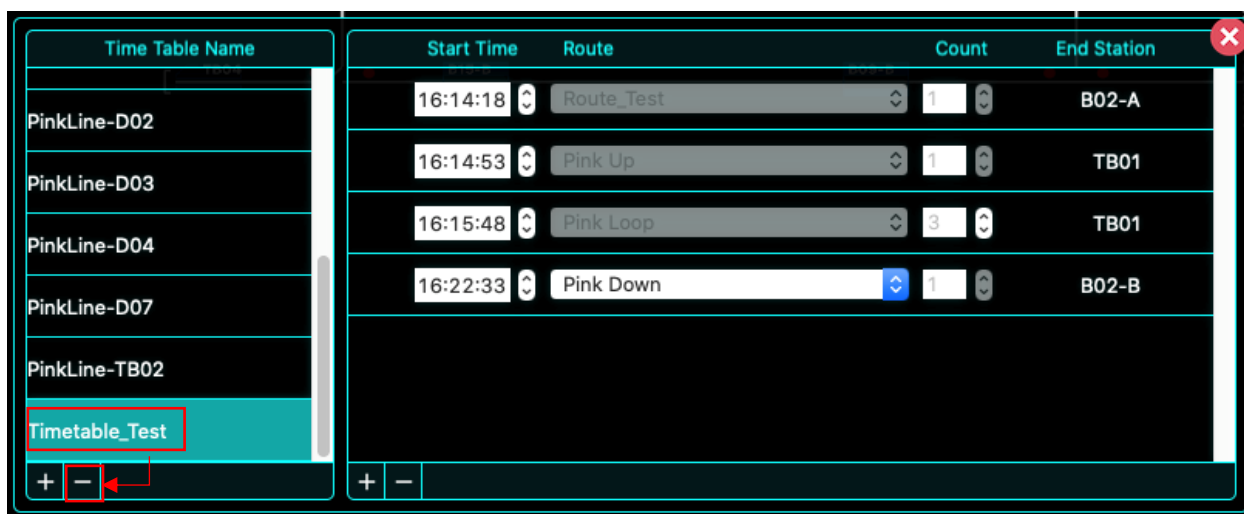
- กด  ในหน้าต่างของเวลาหากต้องการลบเส้นทาง โดยแอปพลิเคชันจะลบจากเส้นทางสุดท้าย ผู้ใช้ไม่สามารถเลือกลบเส้นทางตรงกลางได้



Time Table Name	Start Time	Route	Count	End Station
PinkLine-D02	16:14:18	Route_Test	1	B02-A
PinkLine-D03	16:14:53	Pink Up	1	TB01
PinkLine-D04	16:15:48	Pink Loop	3	TB01
PinkLine-D07	16:22:33	Pink Down	1	B02-B
PinkLine-TB02				
Timetable_Test				

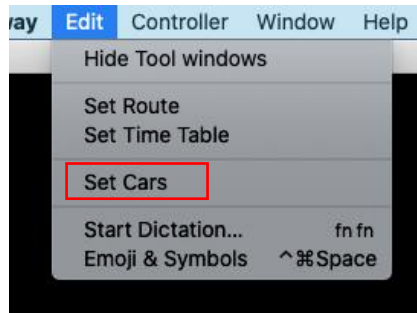
3.3.2. ลบตารางการเดินรถ

- เลือกตารางที่ต้องการจะลบ จากนั้นกดปุ่ม 

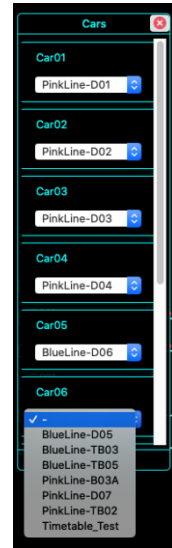


Time Table Name	Start Time	Route	Count	End Station
PinkLine-D02	16:14:18	Route_Test	1	B02-A
PinkLine-D03	16:14:53	Pink Up	1	TB01
PinkLine-D04	16:15:48	Pink Loop	3	TB01
PinkLine-D07	16:22:33	Pink Down	1	B02-B
PinkLine-TB02				
Timetable_Test				

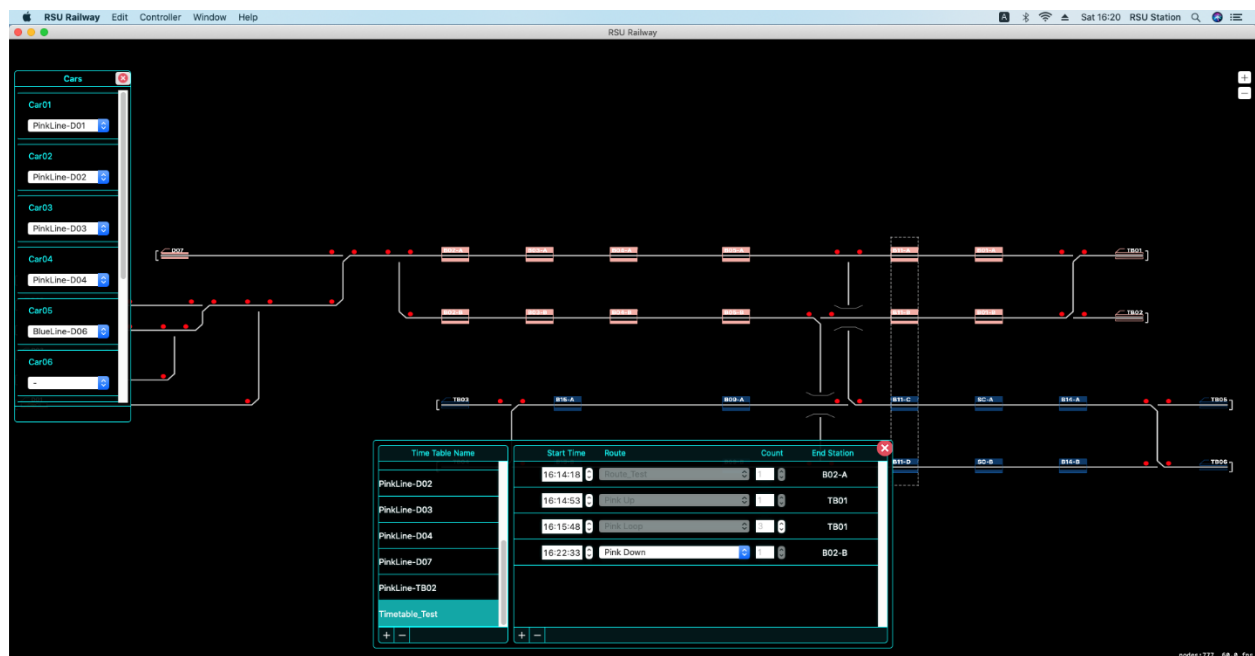
4. วิธีตั้งค่าตารางการเดินรถให้กับรถไฟ (SET CARS)



เมื่อผู้ใช้งานต้องการกำหนดตารางการเดินรถให้กับรถไฟแต่ละคัน ให้ผู้ใช้เลือกที่ Edit -> Set Cars



หน้าต่างการตั้งค่ารถแต่ละคันจะแสดงอยู่ตำแหน่งด้านซ้าย พร้อมทั้งหน้าต่างตารางการเดินรถจะแสดงอยู่ตำแหน่งด้านล่างของแผนที่ เพื่อช่วยต่อการเช็คตารางการเดินรถแต่ละอันเริ่มวิ่งที่เวลาเท่าไร จากนั้นผู้ใช้สามารถเลือกตารางการเดินรถให้แก่อุปกรณ์แต่ละคัน โดยแอปพลิเคชันสามารถรองรับการวิ่งรถทั้งระบบพร้อมกัน 10 คัน



รูปที่ 6 หน้าต่างตั้งค่ารถไฟ

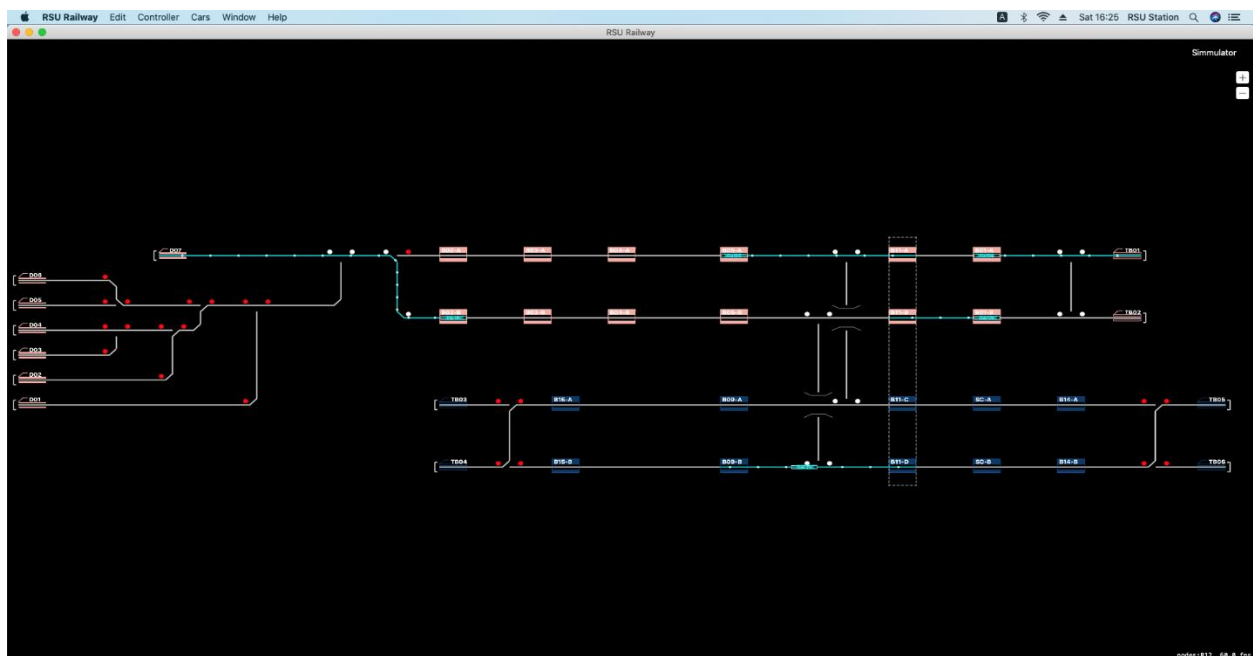
5. วิธีการเดินรถไฟ

หลังจากตั้งค่าส่วนต่างๆเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้สามารถเดินรถได้ 2 แบบ

- การจำลองในแอปพลิเคชันเพียงอย่างเดียว โดยการเลือกที่ “Controller -> Run with Simulator”
- ส่งงานไปที่แบบจำลองการเดินรถไฟฟ้าโดยการเลือกที่ “Controller -> Run with Hardware”



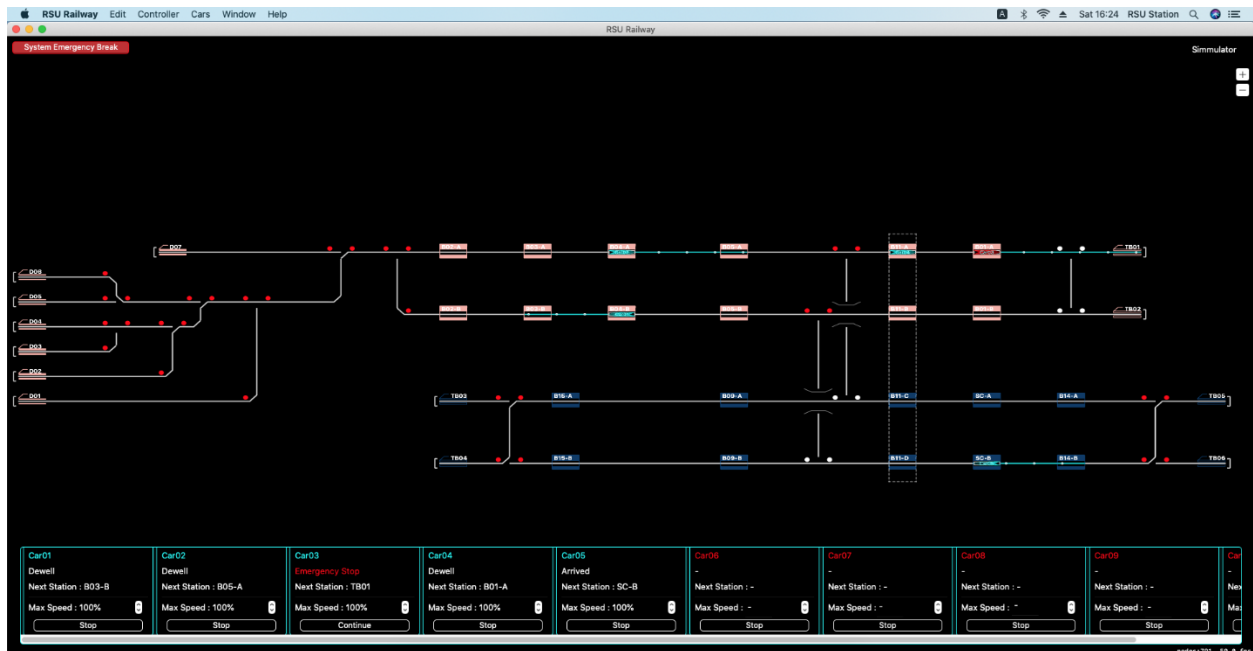
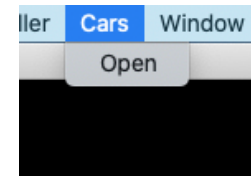
หมายเหตุ: **คำเตือน!** หากผู้ใช้เลือกส่งงานไปที่แบบจำลอง ผู้ใช้ต้องมั่นใจว่าได้วางโมเดลรถไฟไว้ที่
สถานีตรงตามทีระบุใน Set Cars ในบทที่ 4



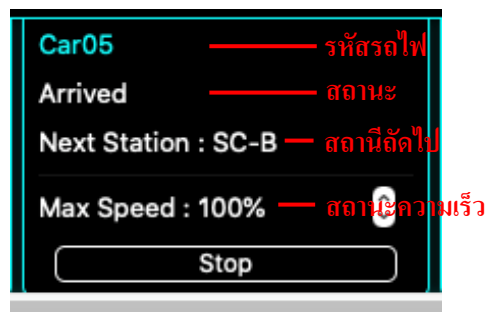
รูปที่ 7 ตัวอย่างการวิ่งรถ

6. วิธีการดูสถานะของรถไฟแต่ละคัน

หลังจากเดินรถไฟตามบทที่ 5 ผู้ใช้สามารถดูสถานะของรถไฟแต่ละคัน โดยการเลือกที่ “Car -> Open” จากนั้นสถานะของรถไฟทั้งระบบจะแสดงอยู่ด้านล่างของแผนที่



รูปที่ 8 สถานะของรถไฟแต่ละขบวนภาพรวม



รูปที่ 9 สถานะของรถไฟแต่ละขบวน

รถไฟแต่ละขบวนจะแสดงรายละเอียดประกอบด้วย

1. รหัสรถไฟ
2. สถานะ
 - Unknow - ไม่ทราบสถานะ
 - Arrived – รถไฟมาถึงสถานี
 - Dwell – รถไฟจอดรับ-ส่งผู้โดยสาร
 - On the way – รถไฟกำลังเดินทางไปสถานีถัดไป
 - Emergency Stop – รถไฟหยุดฉุกเฉิน
 - Stop – จบการทำงาน
3. ชื่อสถานีถัดไป
4. สถานะความเร็วของรถไฟ จะแสดงในรูปแบบของเปอร์เซ็นต์ (%) โดยความเร็วของระบบจะถูกตั้งค่าที่ 50% เป็นค่าเริ่มต้น ผู้ใช้งานสามารถปรับเพิ่ม-ลด ได้ตามต้องการ โดยค่าสูงสุด คือ 100%

หมายเหตุ: รหัสรถไฟ **สีฟ้า** หมายถึงรถไฟที่ถูกกำหนดตารางการเดินรถ

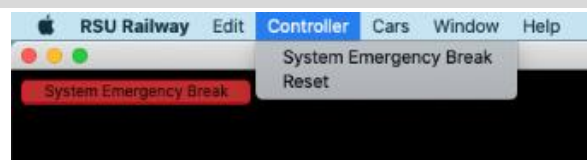
รหัสรถไฟ **สีแดง** หมายถึงรถไฟที่ไม่ได้กำหนดตารางการเดินรถ

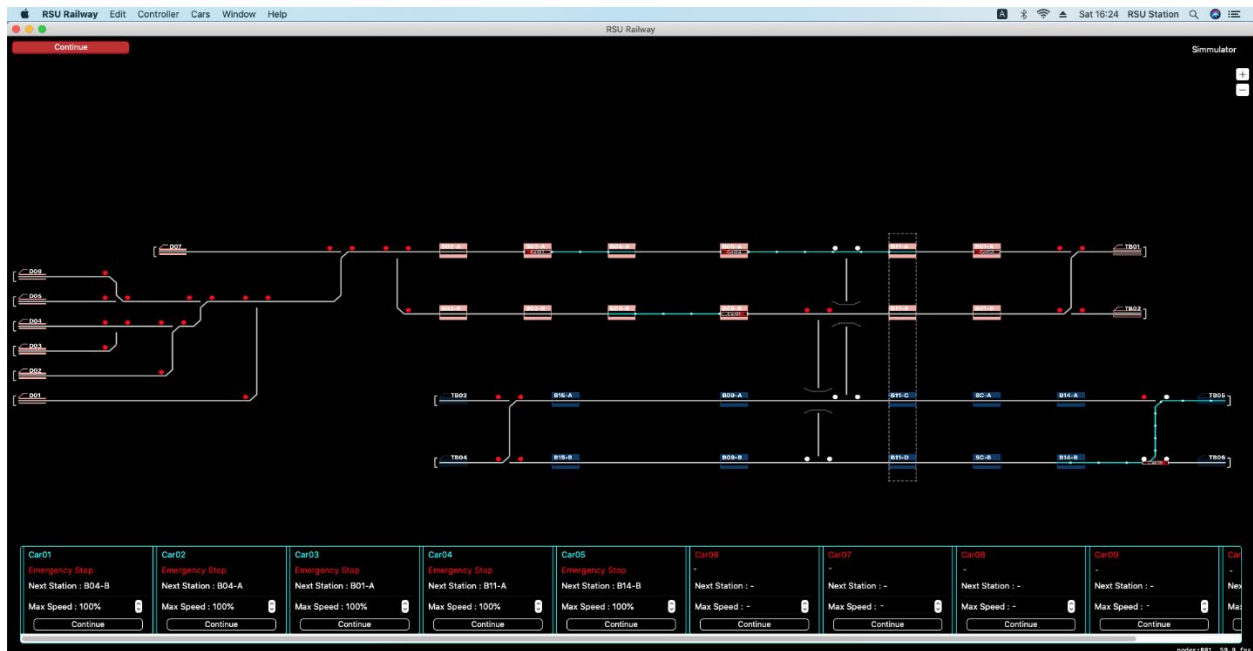
7. วิธีการหยุดเดินรถแบบฉุกเฉิน

การหยุดเดินรถแบบฉุกเฉินสามารถหยุดได้ 2 รูปแบบ คือ หยุดทั้งระบบ (System Emergency Break) และการหยุดเดินรถเฉพาะขบวน (Stop)

7.1. การหยุดเดินรถฉุกเฉินทั้งระบบ (SYSTEM EMERGENCY BREAK)

ผู้ใช้งานสามารถจำลองการหยุดรถทั้งระบบโดยการกดปุ่ม **System Emergency Break** หรือเลือกที่ “Controller -> System Emergency Break” จากนั้นรถไฟทุกขบวนในระบบจะขึ้นสถานะ Emergency Break





หลังจากนั้นผู้ใช้สามารถเลือกที่จะเดินรถต่อทั้งระบบหรือเลือกเดินรถเพียงบางขบวนได้ สามารถกดปุ่ม



หรือเลือกที่ “Controller -> Continue” หากต้องการเดินรถทั้งระบบ หรือกดปุ่ม



ในขบวนที่ต้องการเดินรถต่อ

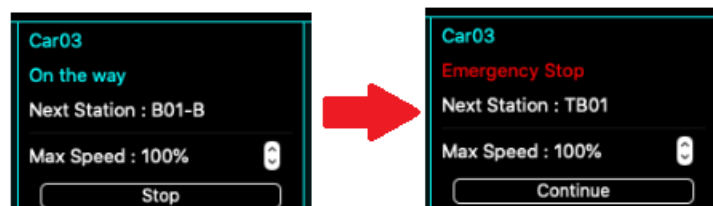
7.2. การหยุดเดินรถฉุกเฉินของรถไฟแต่ละขบวน (STOP)

ผู้ใช้สามารถจำลองการหยุดรถทั้งระบบโดยการกดปุ่ม



ของรถไฟแต่ละคัน

หากต้องการให้รถไฟกลับมาเดินรถต่อ ให้กดปุ่ม



รูปที่ 10 การหยุดเดินรถฉุกเฉิน

8. การบันทึกเหตุการณ์ (SAVE LOG)

ผู้ใช้งานสามารถบันทึกเหตุการณ์การเดินรถได้ โดยการเลือก “Controller->Save Log” จากนั้นเลือกเส้นทางการบันทึก (Path) ใส่ชื่อที่ต้องการ และกดปุ่ม “บันทึก (Save)” เมื่อเปิดไฟล์ที่บันทึก ผู้ใช้จะเห็นรายละเอียดการเดินรถไฟทั้งหมด



```
1 time,train_id,train_name,from_station_id,to_station_id,status,time_table_routine_id,duration,,
2 2021/03/06 14:14:51,1586231191,Car02,D02,B02-A,dwell,1585999223,15.083638906478882,,
3 2021/03/06 14:14:52,1586231191,Car02,D02,B02-A,onTheWay,1585999223,0.9991822242736816,,
4 2021/03/06 14:14:57,1586231191,Car02,D02,B02-A,arrived,1585999223,4.9993408573738647,,
5 2021/03/06 14:14:58,1586231191,Car02,B02-A,B03-A,dwell,1585999223,0.9994511406309082,,
6 2021/03/06 14:14:59,1586231191,Car02,B02-A,B03-A,unknown,1585999223,0.9988498687744141,,
7 2021/03/06 14:15:01,1586231191,Car02,B02-A,B03-A,dwell,1585999223,1.9995217323383223,,
8 2021/03/06 14:15:02,1586231191,Car02,B02-A,B03-A,onTheWay,1585999223,1.0012378692626953,,
9 2021/03/06 14:15:07,1586231191,Car02,B02-A,B03-A,arrived,1585999223,4.9972548484808225,,
10 2021/03/06 14:15:08,1586231191,Car02,B02-A,B03-A,dwell,1585999223,0.9995658126408115,,
11 2021/03/06 14:15:09,1586231187,Car01,D01,B02-A,dwell,1570519980,33.08318614959717,,
12 2021/03/06 14:15:10,1586231187,Car01,D01,B02-A,onTheWay,1570519980,0.9992399215698242,,
13 2021/03/06 14:15:15,1586231187,Car01,D01,B02-A,arrived,1570519980,4.999770879745483,,
14 2021/03/06 14:15:15,1586231191,Car02,B03-A,B04-A,onTheWay,1585999223,7.001604080200195,,
15 2021/03/06 14:15:16,1586231187,Car01,B02-A,B03-A,dwell,1570519980,0.9991927146911621,,
16 2021/03/06 14:15:20,1586231191,Car02,B03-A,B04-A,arrived,1585999223,4.863894939422607,,
17 2021/03/06 14:15:21,1586231191,Car02,B03-A,B04-A,dwell,1585999223,0.995107889175415,,
18 2021/03/06 14:15:22,1586231187,Car01,B02-A,B03-A,onTheWay,1570519980,5.998740911483765,,
19 2021/03/06 14:15:27,1586231187,Car01,B02-A,B03-A,arrived,1570519980,4.999980926513672,,
20 2021/03/06 14:15:28,1586231191,Car02,B04-A,B05-A,onTheWay,1585999223,6.999346971511841,,
21 2021/03/06 14:15:28,1586231187,Car01,B02-A,B03-A,dwell,1570519980,0.999995231628418,,
22 2021/03/06 14:15:29,1586231408,Car03,D03,B02-A,dwell,1586231427,53.08374309539795,,
23 2021/03/06 14:15:30,1586231408,Car03,D03,B02-A,onTheWay,1586231427,0.998323917388916,,
24 2021/03/06 14:15:33,1586231191,Car02,B04-A,B05-A,arrived,1585999223,5.001212120056152,,
25 2021/03/06 14:15:34,1586231191,Car02,B04-A,B05-A,dwell,1585999223,0.8691139221191406,,
26 2021/03/06 14:15:40,1586231408,Car03,D03,B02-A,arrived,1586231427,9.999334812164307,,
27 2021/03/06 14:15:40,1586231187,Car01,B03-A,B04-A,onTheWay,1570519980,12.001471996307373,,
28 2021/03/06 14:15:41,1586231191,Car02,B05-A,B11-A,onTheWay,1585999223,6.995235919952393,,
29 2021/03/06 14:15:41,1586231408,Car03,B02-A,B03-A,dwell,1586231427,1.0006489753723145,,
30 2021/03/06 14:15:45,1586231187,Car01,B03-A,B04-A,arrived,1570519980,4.995689868927002,,
31 2021/03/06 14:15:46,1586231191,Car02,B05-A,B11-A,arrived,1585999223,4.998936891555786,,
32 2021/03/06 14:15:46,1586231187,Car01,B03-A,B04-A,dwell,1570519980,1.0003061294555664,,
33 2021/03/06 14:15:47,1586231191,Car02,B05-A,B11-A,dwell,1585999223,1.0001180171966553,,
34 2021/03/06 14:15:47,1586231408,Car03,B02-A,B03-A,onTheWay,1586231427,5.999769926071167,,
35 2021/03/06 14:15:52,1586231408,Car03,B02-A,B03-A,arrived,1586231427,4.996725082397461,,
36 2021/03/06 14:15:53,1586231187,Car01,B04-A,B05-A,onTheWay,1570519980,6.997688055838452,,
37 2021/03/06 14:15:53,1586231408,Car03,B02-A,B03-A,dwell,1586231427,1.000582218170166,,
38 2021/03/06 14:15:54,1589028332,Car05,D05,B02-A,dwell,1589028107,78.08289098739624,,
39 2021/03/06 14:15:54,1586231191,Car02,B11-A,B01-A,onTheWay,1585999223,6.998424053192139,,
40 2021/03/06 14:15:55,1589028332,Car05,D05,B02-A,onTheWay,1589028107,0.9989018440246582,,
41 2021/03/06 14:15:58,1586231187,Car01,B04-A,B05-A,arrived,1570519980,4.998729944229126,,
42 2021/03/06 14:15:59,1586231191,Car02,B11-A,B01-A,arrived,1585999223,4.998456001281738,,
43 2021/03/06 14:15:59,1586231187,Car01,B04-A,B05-A,dwell,1570519980,1.0004076957702637,,
44 2021/03/06 14:16:00,1586231191,Car02,B11-A,B01-A,dwell,1585999223,0.9995908680026486,,
```

รูปที่ 11 บันทึกเหตุการณ์เดินรถ

9. ฮาร์ดแวร์ที่เกี่ยวข้อง

9.1. FEEDER TRACK & CONTROL TOMIX

ชื่อฮาร์ดแวร์	เวอร์ชัน
Fine Track Curved Track C280-45	1121, 4904810011217, Late Nov., 2002
Fine Track Electric Double Crossover Points N-PX280	1247, 4904810012474, Late Nov., 2002

Fine Track (Viaduct) Slab Double Tracks DS280-SL	1067, 4904810010678, Early Feb., 2006
Fine Track (Viaduct) Slab Cuved Double Tracks DC465/428-45-SL	1168, 4904810011682, Early Feb., 2006
Fine Track Curved Track C391-15(F)	1145, 4904810011453, Late Aug., 2006
Fine Track Super-mini Curved Track C140 (F) (30 degree/60 degree, 2 of each)	1112, 4904810011125, Late Aug., 2005
Fine Track Electric Points N-PR280-30 (F) (Completely Electrofrog Type)	1273, 4543736012733, Late Dec., 2008
Fine Track Wide PC Straght Track S140-WP(F)	1761, 4543736017615, Mid Mar., 2015
Fine Track Straight Tracks S280 (F)	1802, 4543736018025, Early Oct., 2015
Fine Track Slab Tracks S140-SL (F) (Single Straight)	1047, 4543736010470, Mid Nov., 2015
Fine Track Curved Tracks C317-45 (F)	1852, 4543736018520, Mid Nov., 2015
Fine Track Curved Tracks C541-15 (F)	1853, 4543736018537, Mid Nov., 2015
Fine Track Rolling Stock Yard Rail Set	91016, 4543736910169, Early Mar., 2018
TNOS New Operation Control System Basic Set	5701, 4543736857013, Late Nov., 2017
Basic Set SD Series E259 `Marine Express Odoriko`	90167, 4543736901679, Late Oct., 2014
Basic Set SD Series W7 `Kagayaki` (4-Car set) (Track Layout Pattern A)	90168, 4543736901686, Late Feb., 2015
My Plan NR-PC (F) (Fine Track, Track Layout Pattern A+B)	90950, 4543736909507, Late Nov., 2016
J.R. Limited Express Series KIHA187-500 `Super Inaba`	98011, 4543736980117, Mid Sep., 2015
Concrete Pier Set (10 piers in different heights)	3016, 4904810030164, Early Aug., 2016
Concrete Pier P4-25 Set (5 Piers 25mm High)	3240, 4543736032403, Early Aug., 2016
Point for N Scale driving unit (F)	0107, 4904810001072, Early Aug., 2016
Fine Track Electric Y-Points N-PY280-15 (F)	1240, 4904810012405, Late Apr., 2004

Fine Track Straight Track S18.5 (F) S33 (F)	1099, 4904810010999, Late Apr., 2004
Fine Track TCS 2 Colors Signal (F)	5565, 4904810055655, Late Jul., 2005
Fine Track Mini Curved Track C177 (F) (30 degree/60 degree, 2 of each)	1113, 4904810011132, Late Aug., 2005
Fine Track Electric Curved Points N-CPR317/280-45 (F)	1278, 4543736012788, Late Jan., 2009
D.C. Feeder N for Wide Rail and Slab Rail	5538, 4543736055389, Late Oct., 2009
Sensor for TCS Wide Rail and Slab Rail	5567, 4543736055679, Late Oct., 2009
TCS Automatic Crossing System II (F)	5569, 4543736055693, Late Dec., 2012
Fine Track Wide PC Track S280-WP(F)	1730, 4543736017301, Late May, 2013
Fine Track Curved PC Track C280-45-PC (F)	1191, 4543736011910, Late Apr., 2014
Fine Track Curved PC Track C317-45-PC (F)	1192, 4543736011927, Late Apr., 2014
Fine Track Curved PC Tracks C280-15-PC (F)	1194, 4543736011941, Mid Jan., 2016
Fine Track Rail Set Viaduct Double Track Hierarchical Station Set (Rail Pattern HB-B)	91043, 4543736910435, Late Sep., 2018
D.C. Feeder N	5534, 4904810055341, Late Apr., 2004

9.2. CONTROL DEVICE

ชื่อฮาร์ดแวร์	เวอร์ชัน
Arduino Uno Control	Arduino UNO R3
Module Arduino Wi-Fi	ESP8266 ESP-01
Drive Circuit for Arduino Control	Module L298N
Raspberry Pi Control	Raspberry Pi Zero W
Bridge Circuits	LM2596S
Drive circuit for Raspberry Pi	Mini 298N
Battery for Raspberry pi	3.7V 2000mAh Lithium Battery Li-ion
Track Circuit Control	-

UPS	-
Hall effect Sensor	49E KY-035
DC Adapter	12V 2A
Cable & Connector	-
Rail Layout	V1.3