สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5
การสร้างแบบรูปความต้องการ

วิทยานิพนธ์นี้ได้เสนอโครงสร้างและองค์ประกอบสำหรับแบบรูปความต้องการ ซึ่งในบทที่ 4 ได้เสนอรายละเอียดเหล่านี้ไปแล้ว แต่ยังไม่ได้มีการนำมาใช้งานหรือสร้างเป็นแบบรูปขึ้น ดังนั้นในบทนี้จึงจะทำการสร้างแบบรูปความต้องการทั้ง 3 ประเภทขึ้น ซึ่งแบบรูปเหล่านี้ยังจะได้นำไปใช้ในส่วนของการทดลองในบทที่ 8 อีกด้วย

5.1 แบบรูปความต้องการที่สร้างขึ้น

ในบทนี้จะสร้างแบบรูปความต้องการทั้ง 3 ประเภท โดยแบบรูปความต้องการที่สร้างขึ้นจะอาศัยการศึกษาและทำความเข้าใจเพื่อนำประสบการณ์ที่ได้มาใช้สร้างแบบรูปความต้องการ ซึ่งแบบรูปความต้องการที่สร้างขึ้นมีดังต่อไปนี้

5.1.1 แบบรูปโดเมนความต้องการ

แบบรูปโดเมนความต้องการที่สร้างขึ้นได้จากระบบการจำหน่ายตั๋วโดยสารรถไฟ ซึ่งเป็นระบบงานที่ใช้จำหน่ายตั๋วโดยสารตามสถานีรถไฟฟ้าเพื่อใช้ในการเดินทางระยะสั้นๆในตัวเมือง มีสถานีโดยสารและเส้นทางไม่มากและซับซ้อนนัก โดยใช้ชื่อแบบรูปที่สร้างขึ้นว่า "ระบบงานจำหน่ายตั๋วโดยสารที่สถานีโดยสาร"

5.1.2 แบบรูปกระบวนการความต้องการ

แบบรูปกระบวนการความต้องการที่สร้างขึ้น เป็นการพิจารณากระบวนการในส่วนของการกำหนดสภาพแวดล้อม (Define Environments) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในเทคนิคที่นำมาใช้ในการเก็บความต้องการ ซึ่งจะกำหนดสภาพแวดล้อมให้ชัดเจนเพื่อจะเก็บความต้องการที่ถูกต้องและเป็นไปตามที่กำหนดได้ โดยแบบรูปกระบวนการความต้องการที่สร้างขึ้นใช้ชื่อแบบรูปว่า "การกำหนดสภาพแวดล้อม (Elicitation: Define Environments)"

5.1.3 แบบรูปความต้องการส่วนความปลอดภัย

แบบรูปความต้องการส่วนความปลอดภัยที่สร้างขึ้น ได้มาจากการศึกษาระบบเดินรถอัตโนมัติ (Automatic Train Protection: ATP) โดยพิจารณาการทำงานบางส่วนในระบบ และได้สร้างเป็นแบบรูปความต้องการส่วนความปลอดภัย 3 แบบรูป ซึ่งแบบรูปทั้ง 3 คือ

1) "การเว้นระยะห่างระหว่างรถไฟที่ปลอดภัย (ATP: Safety Train separation)" ซึ่งเป็นแบบรูปที่กล่าวเกี่ยวกับการเว้นระยะระหว่างรถไฟแต่ละขบวน
2) "การควบคุมการเปิดประตูรถไฟ (ATP: Door Opening Control Protection Interlocks)" ซึ่งเป็นแบบรูปที่กล่าวเกี่ยวกับการควบคุมประตูรถไฟ
3) "การกำหนดตำแหน่งและความเร็วของรถไฟ (ATP: Train Location and Speed Determination)" ซึ่งเป็นแบบรูปที่กล่าวเกี่ยวกับการกำหนดตำแหน่งและความเร็วของรถไฟ

5.2 แบบรูประบบงานจำหน่ายตั๋วโดยสารที่สถานีโดยสาร

เป็นระบบจำหน่ายตั๋วโดยสาร โดยเน้นไปที่การจำหน่ายตั๋วแก่ผู้ที่จะเดินทางในขณะนั้น และให้ความสำคัญกับการจำหน่ายตั๋วแบบล่วงหน้าหรือขายแบบชุดรองลงไป การจำหน่ายตั๋วโดยสารจะให้ความสำคัญในแง่ของประสิทธิภาพเพื่อให้ทันต่อความต้องการในการเดินทางในช่วงเวลาหนึ่งๆ ทั้งนี้ข้อมูลการจำหน่ายตั๋วโดยสารยังต้องทำการบันทึกไว้ในระบบเนื่องจากมีความสำคัญเพื่อใช้ในการตรวจสอบยอดจำหน่ายตั๋วโดยสาร และยังสามารถนำไปใช้เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลในด้านต่างๆได้อีกด้วย

5.2.1 ชื่อแบบรูป

งานจำหน่ายตั๋วโดยสารที่สถานีโดยสาร

5.2.2 เป้าหมาย

5.2.2.1 เป้าหมายที่ 1

การจำหน่ายตั๋วในแต่ละวันจำเป็นต้องมีการบันทึกข้อมูลเพื่อสามารถใช้อ้างอิงได้ว่ามียอดในการจำหน่ายตั๋วโดยสารเท่าไหร่ มีการจำหน่ายไปในแบบใดบ้าง ตลอดจนต้องบันทึกเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบในการจำหน่ายตั๋วแต่ละส่วนเอาไว้ โดยจะต้องสามารถนำข้อมูลมาสรุปเป็นรายงานยอดจำหน่วยตั๋วได้

ประเมินโดย มีการบันทึกการขายเก็บไว้ และสรุปเป็นรายงานรายวัน รายเดือนได้

5.2.2.2 เป้าหมายที่ 2

การจำหน่ายตั๋วโดยเฉพาะในชั่วโมงเร่งด่วนจะต้องสามารถจำหน่ายได้อย่างรวดเร็ว และไม่ควรจะต้องใช้เวลานาน การจำหน่ายตั๋วไม่ว่าจะเป็นประเภทใดจะต้องไม่ยุ่งยาก การใช้งานระบบควรช่วยให้งานจำหน่ายตั๋วโดยสารมีความผิดพลาดลดลง

ประเมินโดย จำหน่ายตั๋วได้อย่างมีประสิทธิภาพ ถูกต้อง และรวดเร็ว

5.2.3 ปัญหาโดเมน

5.2.3.1 ปัญหาที่ 1 จำหน่ายตั๋วในลักษณะที่แตกต่างกันหลายรูปแบบ

ประเภทของปัญหา เพิ่มประสิทธิภาพของการทำงาน

มีรายละเอียดคือ ต้องการให้ตั๋วที่จำหน่ายมีหลากหลายรูปแบบตามพฤติกรรมการใช้งานของผู้โดยสาร การขายต้องสนับสนุนรูปแบบการขายบัตรที่มีในระบบและรูปแบบที่อาจมีเพิ่มเติมในอนาคต

ต้นเหตุคือ รูปแบบของตั๋วโดยสารมีไม่จำกัด

จาก ฝ่ายวางแผนกลยุทธ์

5.2.3.2 ปัญหาที่ 2 การจำหน่ายตั๋วโดยสารให้รวดเร็วทันความต้องการ

ประเภทของปัญหา เพิ่มประสิทธิภาพของการทำงาน

มีรายละเอียดคือ ในชั่วโมงเร่งด่วนจำนวนผู้โดยสารมีจำนวนมากส่วนที่จำหน่ายตั๋วนั้นมีอยู่อย่างจำกัด ทำให้การจำหน่ายตั๋วทำได้ไม่ทันกับความต้องการ

ต้นเหตุคือ จำนวนผู้โดยสารมีมากและไม่สม่ำเสมอ

จาก ผู้โดยสารที่มาใช้งานพร้อมๆกันจำนวนมาก

ที่ สถานีโดยสารที่เป็นจุดเชื่อมต่อกับระบบขนส่งขนาดใหญ่อื่นๆ จะทำให้จำนวนผู้โดยสารที่มาต่อรถไฟมีมากเป็นช่วงๆ

5.2.4 ปัญหาการพัฒนา

5.2.4.1 ปัญหาที่ 1 การนำเครื่องจำหน่ายตั๋วอัตโนมัติมาใช้งาน

ประเภทของปัญหา ความสามารถในการพัฒนา

มีรายละเอียดคือ การนำเครื่องจำหน่ายตั๋วแบบอัตโนมัติมาใช้จะช่วยให้ผู้โดยสารสามารถซื้อตั๋วได้ด้วยตัวเอง แต่เครื่องจำหน่ายตั๋วอัตโนมัติที่นำมาใช้อาจไม่เหมาะสมกับผู้โดยสารทุกกลุ่ม ตั๋วบางประเภทมีความยุ่งยากและไม่เหมาะสมในการขายด้วยเครื่องอัตโนมัติ การจำหน่ายตั๋วด้วยเครื่องอัตโนมัติจึงจะต้องพัฒนาซอฟต์แวร์ขึ้นมาเป็นพิเศษให้รองรับลักษณะการทำงานที่เฉพาะเจาะจง ซึ่งจัดได้ว่าเป็นระบบที่คุ้นเคยแต่เฉพาะผู้ที่เคยพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับระบบฝังตัวลักษณะนี้มาก่อนเท่านั้น ดังนั้นทีมพัฒนาจำเป็นต้องศึกษาลักษณะการทำงานของเครื่องจำหน่ายตั๋วอัตโนมัติ ตลอดจนต้องศึกษาคำสั่งต่างๆที่ใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับควบคุมเครื่องซึ่งรวมไปถึงลักษณะการทำงานที่เป็นส่วนต่อประสานผู้ใช้ด้วย

5.2.4.2 ปัญหาที่ 2 ไม่สามารถกำหนดประเภทของตั๋วโดยสารที่จะมีในอนาคต

ประเภทของปัญหา ค่าใช้จ่ายในการพัฒนา

มีรายละเอียดคือ รูปแบบของตั๋วโดยสารเป็นปัจจัยที่ทำให้ระบบในการจำหน่ายตั๋วโดยสารมีความซับซ้อนและเกิดการทำงานที่ยุ่งยาก ซึ่งจากลักษณะของระบบทำให้ไม่สามารถกำหนดประเภทของตั๋วโดยสารและจำกัดลักษณะได้อย่างชัดเจน การจะพัฒนาระบบให้สามารถสนับสนุนการจำหน่ายตั๋วโดยสารได้ทุกประเภทจึงทำได้ยาก อาจมีค่าใช้จ่ายในการพัฒนาสูงกว่าปกติ

5.2.5 ลักษณะโดเมน

5.2.5.1 ลักษณะการซื้อตั๋วโดยสารจากเครื่องจำหน่ายตั๋วอัตโนมัติ

การซื้อจากเครื่องจำหน่ายตั๋วโดยสารอัตโนมัติจะเริ่มจากการเลือกสถานีโดยสาร แล้วจำนวนค่าโดยสารจะแจ้งให้ทราบ ในบางกรณีจะมีให้ระบุจำนวนตั๋วโดยสารที่ซื้อด้วยว่ากี่ใบ รูปแบบการชำระค่าโดยสารของเครื่องจำหน่ายตั๋วโดยสารจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของเครื่อง ซึ่งอาจรวมไปถึงการชำระค่าโดยสารผ่านบัตรเดบิต

5.2.5.2 ลักษณะการซื้อตั๋วโดยสารจากพนักงาน

การซื้อตั๋วโดยสารจากพนักงาน จะขึ้นอยู่กับผู้โดยสารว่าจะแจ้งซื้อตั๋วโดยสารในลักษณะใด หรือเป็นหน้าที่ของพนักงานจำหน่ายตั๋วโดยสารที่จะช่วยให้คำแนะนำในการซื้อตั๋ว อย่างไรก็ดีตั๋วโดยสารบางประเภทจะไม่มีการเตรียมตั๋วโดยสารไว้ก่อน เช่นตั๋วโดยสารแบบเติมเงิน ตั๋วโดยสารแบบเที่ยวเดียว เป็นต้น ซึ่งจะเป็นการใช้ระบบออกตั๋วโดยสารแบบทันทีในขณะที่ทำการซื้อตั๋วโดยสารผ่านระบบคอมพิวเตอร์

5.2.5.3 รูปแบบของตั๋วโดยสารที่มีการจำหน่าย

รูปแบบตั๋วโดยสารสำหรับใช้ในการโดยสารในระบบรถไฟมีรูปแบบที่สามารถจำแนกได้หลายประเภท แต่สำหรับการนำมาใช้จริงอาจไม่มีความจำเป็นต้องจำหน่ายตั๋วโดยสารในทุกรูปแบบ โดยมีรูปแบบที่เป็นไปได้ดังนี้

1) ตั๋วเที่ยวเดียว(ไปอย่างเดียว)
2) ตั๋วไปกลับ(ไปกลับตามสถานีโดยสารที่กำหนด)
3) ตั๋วรายวันไม่จำกัด(ใช้ไม่จำกัดใน 1 วัน)
4) ตั๋วรายวันจำกัด(ใช้ได้หลายครั้งใน 1 วัน แต่ใช้ได้ไม่เกินเที่ยวที่กำหนด)
5) ตั๋วรายสัปดาห์ รายเดือน ฯลฯ (ตามแต่จะกำหนดช่วงอายุของตั๋วโดยสาร)
6) ตั๋วตามจำนวนเที่ยว
7) ตั๋วแบบเติมเงินหรือเติมเที่ยวได้

5.2.6 สภาพแวดล้อม

5.2.6.1 ความเกี่ยวข้องที่ 1 ลักษณะองค์กรภายนอกที่สัมพันธ์

มีรายละเอียดคือ หน่วยงานที่มีหน้าที่ดูแลระบบขนส่งมวลชนจะเป็นผู้กำหนดกรอบของราคา และประเภทของตั๋วโดยสารที่จะมีการนำมาใช้ ซึ่งอาจกำหนดเป็นตั๋วโดยสารที่ใช้ร่วมกับระบบขนส่งอื่นๆด้วย

5.2.6.2 ความเกี่ยวข้องที่ 2 ลักษณะบุคคลภายนอกที่สัมพันธ์

มีรายละเอียดคือ บุคคลบางกลุ่มจะมีสิทธิพิเศษในการซื้อตั๋วโดยสาร เช่น กลุ่มนักเรียน นักศึกษา ผู้สูงอายุ เป็นต้น

5.2.7 แรงชักจูง

1) ตั๋วโดยสารทั่วไปมีราคาตามระยะทางการเดินทาง
2) รูปแบบของตั๋วโดยสารมีหลายลักษณะ

5.2.8 ข้อจำกัดและกฎเกณฑ์

ไม่มีข้อจำกัดโดยตรง

5.2.9 ความต้องการ

5.2.9.1 หมายเลข **F1**

หน้าที่คือ จะต้องสามารถใช้ในการจำหน่ายตั๋วโดยสารได้

โดย ผู้จัดการฝ่ายขาย

5.2.9.2 หมายเลข **F2**

หน้าที่คือ จะต้องสนับสนุนการจำหน่ายตั๋วโดยสารหลายประเภท

โดย ผู้จัดการฝ่ายขาย

5.2.9.3 หมายเลข **F3**

หน้าที่คือ จะต้องมีการบันทึกข้อมูลการขายเก็บไว้เสมอ

โดย ผู้จัดการฝ่ายวางแผนการตลาด

5.2.9.4 หมายเลข **F4**

หน้าที่คือ จะต้องใช้ในการสรุปยอดจำหน่ายตั๋วโดยสารได้

โดย ผู้จัดการฝ่ายขาย

5.2.9.5 หมายเลข **NF1**

ความต้องการคุณสมบัติของระบบ ข้อมูลจากการจำหน่ายตั๋วโดยสารต้องมีความถูกต้อง

โดย ผู้จัดการฝ่ายขาย

5.2.9.6 หมายเลข **NF2**

ความต้องการต่อประสาน ข้อมูลการจำหน่ายตั๋วโดยสารต้องสามารถเชื่อมโยงกับฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ได้

โดย ผู้จัดการฝ่ายวางแผนและการตลาด

5.2.9.7 หมายเลข **NF3**

ความต้องการประสิทธิภาพของระบบ การจำหน่ายตั๋วโดยสารต้องทำได้ทันกับความต้องการซื้อตั๋วโดยสาร

โดย ผู้จัดการฝ่ายขาย

5.2.9.8 หมายเลข **NF4**

ความต้องการคุณสมบัติของระบบ จะต้องรองรับจำนวนผู้โดยสารที่มาใช้งานได้อย่างเพียงพอ

โดย ผู้จัดการฝ่ายขาย

5.2.10 ความเชื่อมโยงและข้อจำกัดของความต้องการ

5.2.10.1 ประเด็นที่ 1 การรองรับผู้โดยสารที่มีความหลากหลายเป็นจำนวนมาก

กับความต้องการ **NF4** มีความสำคัญสูงสุด

กับความต้องการ **F2** มีความสำคัญรองลงมา

มีรายละเอียดคือ การจำหน่ายตั๋วโดยสารจำเป็นต้องทันต่อความต้องการ แม้ว่าตั๋วโดยสารอาจมีหลายลักษณะ การขายตั๋วโดยสารแต่ละรูปแบบอาจมีความแตกต่างกันออกไป ระบบจำหน่ายตั๋วโดยสารก็จะต้องยึดถือและสนับสนุนการจำหน่ายตั๋วโดยสารที่มีนัยของจำนวนตั๋วโดยสารที่ขายเป็นสำคัญ

5.2.10.2 ประเด็นที่ 2 การบันทึกข้อมูลและสรุปรายงาน

กับความต้องการ **F3** โดยมีความสำคัญระดับเดียวกันกับความต้องการ **F4**

มีรายละเอียดคือ ข้อมูลที่ทำการบันทึกและรายงานสรุปผลต้องมีความสอดคล้องกัน ซึ่งความต้องการเหล่านี้ต้องพิจารณาไปคู่กัน เพื่อสามารถเก็บข้อมูลให้สอดคล้องกับที่จะนำไปใช้ในรายงาน

5.2.11 ผู้เกี่ยวข้องและมุมมองต่างๆ

5.2.11.1 บทบาทที่ 1 ผู้โดยสาร

มีความเห็นเกี่ยวกับ **F1** ว่าไม่ต้องการที่จะต่อแถวซื้อตั๋วโดยสารนาน และหากเป็นไปได้ก็ต้องการใบเสร็จในการซื้อตั๋วโดยสารโดยสารด้วย

มีความเห็นเกี่ยวกับ **F2** ว่าการซื้อตั๋วโดยสารทุกประเภทน่าจะทำได้ผ่านจุดจำหน่ายตั๋วโดยสารจุดเดียวกัน

5.2.11.2 บทบาทที่ 2 พนักงานจำหน่ายตั๋วโดยสารที่สถานีโดยสาร

มีความเห็นเกี่ยวกับ **F1** ว่าระบบในการจำหน่ายตั๋วโดยสารควรจะใช้งานง่าย และควรสามารถแก้ปัญหาเมื่อมีการยกเลิกการขายที่ผิดพลาดหรือคืนตั๋วโดยสารได้

มีความเห็นเกี่ยวกับ **F2** ว่าการที่มีตั๋วโดยสารหลายประเภท ระบบควรจะนำมาช่วยในจุดนี้เพื่อลดความสับสนในการจำหน่ายตั๋วโดยสารได้ และไม่ว่าจะเป็นการจำหน่ายตั๋วโดยสารแบบใดการใช้งานก็ไม่ควรจะแตกต่างกันมากนัก

มีความเห็นเกี่ยวกับ **F3** ว่าในการบันทึกข้อมูลจากการจำหน่ายตั๋วโดยสาร การบันทึกและผลของการบันทึกน่าจะแสดงออกมาให้ทราบด้วย อาจแสดงสรุปยอดขายจากข้อมูลที่บันทึกระหว่างการจำหน่ายตั๋วโดยสารด้วย

5.2.11.3 บทบาทที่ 3 เจ้าหน้าที่วางแผนระบบขนส่ง

มีความเห็นเกี่ยวกับ **F3** ว่าการบันทึกข้อมูลต้องถูกต้อง หากระบบมีปัญหาข้อมูลที่มีการบันทึกควรจะต้องคงอยู่

มีความเห็นเกี่ยวกับ **NF4** ว่าระบบจะต้องรองรับผู้โดยสารในช่วงเวลาการใช้งานปกติได้โดยไม่มีปัญหา และในช่วงที่มีผู้โดยสารมาใช้งานมากเป็นพิเศษการทำงานของระบบจะต้องเพียงพอ และควรมีการล่าช้าได้เล็กน้อยเท่านั้น หรือมีมาตรการรองรับปัญหาที่เกิดขึ้น

มีความเห็นเกี่ยวกับ **F4** ว่าการสรุปยอดการจำหน่ายตั๋วโดยสารจะต้องเป็นไปตามมุมมองที่สามารถนำมาใช้วิเคราะห์ระบบขนส่งได้ โดยข้อมูลที่ได้ต้องมีความถูกต้องครบถ้วน

5.2.12 วิธีการเพื่อแก้ปัญหาโดเมน

5.2.12.1 ประเด็นที่ 1 จำนวนตั๋วโดยสารมีหลายรูปแบบ

มีรายละเอียดคือ จากปัญหาที่ตั๋วโดยสารมีด้วยกันหลายประเภท และอาจมีการปรับเปลี่ยนหรือเพิ่มรูปแบบตั๋วโดยสารสำหรับอนาคตได้ ทำให้เกิดปัญหาตามมาในหลายลักษณะ

แนวทางการแก้ปัญหา จำกัดรูปแบบที่เป็นไปได้ โดยจัดกลุ่มตามลักษณะคุณสมบัติของตั๋วโดยสาร ซึ่งหากบัตรประเภทใดมีลักษณะการใช้งานคล้ายกันก็จะจัดให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน โดยชนิดของตั๋วโดยสารจะยอมให้มีได้ไม่จำกัดแต่จะต้องอยู่ภายใต้กลุ่มของรูปแบบตั๋วโดยสารที่กำหนดไว้เท่านั้น

ข้อสรุปที่ได้ จำกัดกลุ่มของตั๋วโดยสารซึ่งแยกประเภทตามคุณสมบัติของตั๋วโดยสารที่คล้ายกัน

สัมพันธ์กับความต้องการ F2

5.2.12.2 ประเด็นที่ 2 ผู้โดยสารมีจำนวนมากทำให้งานจำหน่ายตั๋วโดยสารอาจไม่เพียงพอและทันต่อความต้องการ

มีรายละเอียดคือ ตามที่มีบางช่วงเวลาและบางเหตุการณ์ทำให้ผู้ที่มาซื้อตั๋วโดยสารมีจำนวนมาก และเกรงว่างานจำหน่ายตั๋วโดยสารอาจไม่เพียงพอต่อความต้องการ คงไม่สามารถหาวิธีการที่มีประสิทธิผลร้อยเปอร์เซ็นต์มาแก้ปัญหาในลักษณะนี้ แต่ก็น่าที่จะประมาณการ มีแผนหรือระบบรองรับลักษณะที่จะเกิดขึ้น

แนวทางการแก้ปัญหา เป็นไปได้ที่จะใช้แบบจำลองการทำงานมาช่วยในการประเมิน รวมทั้งควรเอาสถิติผู้เข้ามาซื้อตั๋วโดยสารแต่ละลักษณะมาพิจารณา ซึ่งการจะพัฒนาระบบให้สามารถรองรับการทำงานเต็มร้อยเปอร์เซ็นต์คงไม่สามารถเป็นไปได้ แต่ระดับที่น่าจะยอมรับได้ซึ่งควรใช้กำหนดเป็นคุณสมบัติของงานจำหน่ายตั๋วโดยสารคือ 60 ถึง 70 เปอร์เซ็นต์ ของผู้มาซื้อตั๋วโดยสารจะต้องใช้เวลาไม่เกิน 5 นาที และอย่างช้าที่สุดที่ผู้โดยสารจะใช้เวลาในการซื้อตั๋วโดยสารคือ 20 นาที โดยเพิ่มปริมาณเครื่องจำหน่ายตั๋วโดยสารอัตโนมัติและพนักงานจำหน่ายตั๋วโดยสารเป็นการแก้ปัญหา และอาจอาศัยลักษณะตั๋วโดยสารที่มีด้วยกันหลายประเภทมาใช้ลดเวลาที่จะต้องซื้อตั๋วโดยสารได้ เช่น ตั๋วแบบรายวัน ตั๋วแบบรายเดือน เป็นต้น

ข้อสรุปที่ได้ นำแบบจำลองการทำงานมาช่วย เพื่อหาวิธีให้สามารถจัดจำหน่ายตั๋วโดยสารได้อย่างเพียงพอ ด้วยการประกันผลที่ได้

สัมพันธ์กับความต้องการ NF4

5.2.12.3 ประเด็นที่ 3 การบันทึกข้อมูลการจำหน่ายตั๋วโดยสาร

มีรายละเอียดคือ ข้อมูลที่ได้จากการจำหน่ายตั๋วโดยสารจำเป็นต้องมีการบันทึกเก็บเอาไว้ แต่เนื่องจากรูปแบบของการจำหน่ายตั๋วโดยสารมีหลายลักษณะไม่ว่าจะเป็นการขายโดยปกติ การขายด้วยเครื่องจำหน่ายตั๋วโดยสารอัตโนมัติ รวมทั้งตั๋วโดยสารที่มีจำหน่ายนอกเหนือจากในสถานีโดยสาร ข้อมูลที่จะต้องบันทึกนอกจากจำนวนเงิน และจำนวนตั๋วโดยสารที่ขาย อาจจะต้องทำการ

บันทึกข้อมูลอื่นๆเพิ่มเติมอีก เช่น พนักงานจำหน่ายตั๋วโดยสาร ช่วงเวลาที่มีการจำหน่ายตั๋วโดยสาร

แนวทางการแก้ปัญหา การบันทึกข้อมูลควรบันทึกเท่าที่จำเป็นเท่านั้น ไม่เช่นนั้นข้อมูลที่จะจัดเก็บจะมีจำนวนมากเกินไป เช่นการเก็บบันทึกเวลาที่ทำการจำหน่ายตั๋วโดยสารซึ่งไม่มีความจำเป็นเพียงพอ ซึ่งหนทางที่ดีและน่าจะยอมรับได้ คือการเก็บข้อมูลโดยแจกแจงตามประเภทของรูปแบบการจำหน่าย โดยบันทึกผลลัพธ์เชิงสรุป เช่น จำนวนตั๋วโดยสารที่จำหน่ายผ่านเครื่องจำหน่ายตั๋วโดยสารอัตโนมัติในช่วงเวลา 8.00 - 8.30น. เป็นต้น

ข้อสรุปที่ได้ ทำการบันทึกข้อมูลเพียงบางส่วน จะไม่บันทึกข้อมูลทั้งหมดโดยละเอียด แต่ก็ยังคงแจกแจงข้อมูลที่มีที่มาต่างกันถือเป็นข้อมูลต่างชุดกัน

สัมพันธ์กับความต้องการ F3

5.2.13 สภาวะผลลัพธ์

ระบบจำหน่ายตั๋วโดยสารที่รองรับรูปแบบของตั๋วโดยสารได้หลายรูปแบบ โดยจำกัดเป็นกลุ่มประเภทของตั๋วโดยสารที่จะมีใช้ในระบบ ระบบจำหน่ายตั๋วโดยสารที่หน้าสถานีโดยสารโดยใช้เครื่องจำหน่ายตั๋วโดยสารแบบอัตโนมัติร่วมด้วย ฐานข้อมูลจากการจำหน่ายตั๋วโดยสารที่นำไปใช้สรุปรายงาน

5.2.14 แบบรูปที่เกี่ยวข้อง

1) การใช้ตั๋วโดยสารแบบตัดค่าเดินทางอัตโนมัติ

เป็นรูปแบบหนึ่งของตั๋วโดยสาร ซึ่งมูลค่าจากการขายและการใช้งานจะต้องนำมาพิจารณารวมกับตั๋วโดยสารประเภทอื่นๆด้วย

2) การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลการใช้บริการรถไฟฟ้า

ข้อมูลที่จัดเก็บเพื่อการวิเคราะห์การใช้งานบริการนั้น ส่วนหนึ่งจะมาจากข้อมูลการใช้งานและการจำหน่ายตั๋วโดยสาร

5.2.15 แบบรูปกระบวนการ

ไม่มีกระบวนการที่เกี่ยวข้องหรือเหมาะสมกับระบบนี้เป็นพิเศษ

5.2.16 การนำไปใช้ที่ทราบ

ยังไม่มีการนำไปใช้

5.2.17 ตัวอย่าง

ยังไม่มีตัวอย่าง

5.3 แบบรูปการกำหนดสภาพแวดล้อม

เป็นกระบวนการที่ใช้กำหนดสภาพแวดล้อมของระบบในกรณีที่ขาดความชัดเจนหรือยังไม่มีการกำหนดสภาพแวดล้อมที่ระบบจะดำเนินการไว้ เมื่อมีการกำหนดสภาพแวดล้อมจะช่วยให้สามารถจัดการกับความต้องการได้อย่างถูกต้อง

5.3.1 ชื่อแบบรูป

การกำหนดสภาพแวดล้อม (Elicitation: Define Environments)

5.3.2 จุดประสงค์

1) เพื่อกำหนดสภาพแวดล้อม ซึ่งยังไม่ได้มีการกำหนดไว้
2) เพื่อลดความเปลี่ยนแปลงของคุณลักษณะของสภาพแวดล้อม
3) เพื่อกำหนดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการพัฒนา

5.3.3 ปัญหาการทำงาน

5.3.3.1 ปัญหาที่ 1 จะกำหนดสภาพแวดล้อมได้อย่างไร

มีรายละเอียดคือ เนื่องจากสภาพแวดล้อมอาจไม่ได้มีการกำหนดไว้เมื่อเริ่มต้นการพัฒนา การกำหนดสภาพแวดล้อมของระบบจึงตกเป็นหน้าที่ของผู้พัฒนาในการเก็บรายละเอียดของความต้องการเพื่อกำหนดเป็นสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ซึ่งการที่จะกำหนดสภาพแวดล้อมขึ้นมานั้นอาจได้รับสิทธิ์เต็มที่จากผู้สนับสนุนโครงการซึ่งก็จะเป็นเรื่องง่ายของทีมพัฒนา แต่หากบางส่วนผู้สนับสนุนโครงการหรือผู้ใช้งานมีการกำหนดสภาพแวดล้อมบางอย่างเอาไว้ การจะสรุปรายละเอียดของสภาพแวดล้อมสำหรับระบบจึงเป็นปัญหาที่กระทบไปยังส่วนอื่นๆตลอดการพัฒนาระบบ

ต้นเหตุคือ ยังไม่มีความชัดเจนในการกำหนดสภาพแวดล้อม และอาจไม่ได้รับสิทธิ์และอำนาจเต็มในการตัดสินใจเลือกสภาพแวดล้อม

5.3.3.2 ปัญหาที่ 2 จะต้องพิจารณาสภาพแวดล้อมในด้านใดบ้าง

มีรายละเอียดคือ การพัฒนาระบบจะมีส่วนของสภาพแวดล้อมที่มีส่วนที่เกี่ยวเนื่องในด้านต่างๆจำนวนมาก ทำให้เกิดปัญหาว่ามีจุดใดบ้างของสภาพแวดล้อมที่ควรจะกำหนดเพื่อนำมาใช้การเก็บความต้องการอาจไม่ได้รับรายละเอียดที่ครบถ้วนหากผู้ให้รายละเอียดไม่ได้พิจารณาครอบคลุมปัจจัยของสภาพแวดล้อมทั้งหมดที่มีผลเกี่ยวเนื่อง

ต้นเหตุคือ ไม่สามารถแจกแจงให้ครอบคลุมสภาพแวดล้อมที่จะทำการกำหนดได้

5.3.3.3 ปัญหาที่ 3 จะต้องกำหนดสภาพแวดล้อมให้ครอบคลุมระดับในระดับใด เพื่อประโยชน์ในแง่ใดบ้าง

มีรายละเอียดคือ การกำหนดสภาพแวดล้อมมักจะพิจารณาเพียงแค่เหตุการณ์เฉพาะหน้าและช่วงต้นของการดำเนินการพัฒนาระบบ ทำให้การกำหนดสภาพแวดล้อมมีปัญหาหลังจากผ่านไปในระยะเวลาหนึ่ง การกำหนดสภาพแวดล้อมในหลายๆครั้งก็ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนา บ่อยครั้งที่การกำหนดสภาพแวดล้อมไม่ได้เล็งเห็นผลประโยชน์ในการนำไปใช้ ขอบเขตที่กำหนดก็มักจะครอบคลุมแค่สิ่งผู้เก็บความต้องการนั้นมองเห็นเท่านั้น เช่น การละเลยการกำหนดสภาพแวดล้อมเพื่อให้เอื้อไปถึงการพัฒนาและทดสอบระบบด้วย

ต้นเหตุคือ ขาดมุมมองในวงกว้างในการกำหนดสภาพแวดล้อมเพื่ออำนวยประโยชน์ไปยังส่วนอื่นๆของการพัฒนาซอฟต์แวร์

5.3.4 สถานการณ์

1) ระบบไม่มีการกำหนดสภาพแวดล้อมที่ชัดเจนในเบื้องต้น
2) ระบบมีความเป็นไปได้ที่จะมีความเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นในอนาคต
3) ไม่ทราบรายละเอียดของระบบหรือส่วนประกอบอื่นๆที่ระบบจะต้องทำงานร่วมด้วย

5.3.5 กลุ่มประเภทระบบที่นำไปใช้

ระบบทั่วไปที่สามารถพัฒนาในสภาพแวดล้อมที่มีให้เลือกหรือเป็นไปได้หลายรูปแบบ

5.3.6 แรงชักจูง

1) ไม่มีการกำหนดระบบหรือสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับระบบอย่างแท้จริง
2) มีความเป็นไปได้ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงในอนาคต

5.3.7 วิธีการ

1) กำหนดคุณลักษณะของฮาร์ดแวร์
2) กำหนดระบบปฏิบัติการ
3) กำหนดคลังโปรแกรม (Library) ของซอฟต์แวร์
4) กำหนดเวอร์ชัน
5) ตรวจสอบความเข้ากันได้และความเหมาะสม
6) พิจารณาและเลือกส่วนต่อประสานที่เกี่ยวข้อง เช่น ไดร์ฟเวอร์ฐานข้อมูล(Database Driver) โปรโตคอล เป็นต้น
7) จัดแจงส่วนต่อประสานให้สามารถทำงานร่วมกันได้

8) กำหนดซอฟต์แวร์ที่จะมีการใช้งานเป็นพื้นฐานของระบบ เช่น ระบบต้องมีซอฟต์แวร์อ่านเอกสารนามสกุลพีดีเอฟ เอกสารตารางคำนวณ เป็นต้น
9) กำหนดเวอร์ชันของซอฟต์แวร์ที่นำมาใช้ให้เหมาะสมกับระบบ
10) ตรวจสอบข้อมูลระบบส่วนอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับการทำงาน
11) กำหนดสภาพการทำงาน (ในระบบที่เกี่ยวข้องกับลักษณะการทำงานด้วย)

5.3.8 ค่าใช้จ่าย

ค่าใช้จ่ายในเชิงมูลค่า มีค่าใช้จ่ายน้อย
ค่าใช้จ่ายในเชิงกำลังคน ต้องใช้ทีมงานที่วางโครงสร้างสถาปัตยกรรมระบบเป็นผู้กำหนด
ค่าใช้จ่ายในเชิงองค์ความรู้ ใช้ความสามารถในการวางโครงสร้างสถาปัตยกรรมระบบ
ค่าใช้จ่ายในเชิงเวลา ใช้เวลาไม่มากนัก

5.3.9 ประสบการณ์ทำงาน

การกำหนดสภาพแวดล้อมต้องพิจารณาไปถึงปัจจัยที่จะเข้ามามีบทบาททำให้ระบบมีการเปลี่ยนแปลงด้วย การกำหนดสภาพแวดล้อมในตอนต้นของการพัฒนามีจุดประสงค์หลักเพื่อให้สามารถพัฒนาระบบได้ง่ายและมีความชัดเจน โดยมักจะกำหนดสภาพแวดล้อมให้มีความยืดหยุ่นในระดับหนึ่ง เพื่อเผื่อไว้สำหรับการเปลี่ยนแปลงระบบไปตามลักษณะที่เป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้น สภาพแวดล้อมที่ได้พิจารณาเผื่อไว้แล้วจะได้สามารถรองรับได้โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง ปัญหาสำคัญในการกำหนดสภาพแวดล้อมคือต้องคุยกับเจ้าของโครงการให้เข้าใจว่าเหตุใดต้องการสภาพแวดล้อมแบบนี้และเหตุใดจึงกำหนดแบบนี้ไม่ได้ ทั้งนี้บางครั้งการกำหนดบางอย่างอาจถูกกำหนดไว้ตั้งแต่การเริ่มโครงการแล้ว ซึ่งควรที่จะกลับไปแก้ไขการกำหนดตอนต้นเสีย แม้อาจจะดูไม่สมควรแต่ด้วยเหตุผลก็ควรจะสามารถทำได้เพื่อให้เกิดประโยชน์ร่วมทั้งสองฝ่ายและในระยะยาว

5.3.10 สภาวะผลลัพธ์

ระบบที่พัฒนามีความชัดเจนมากขึ้นในลักษณะขอบเขตและข้อจำกัดในการพัฒนา สามารถประเมินความต้องการตามลักษณะสภาพแวดล้อมที่กำหนดขึ้น มีความชัดเจนและที่มาที่ไปในเรื่องของผู้กำหนดและจุดประสงค์ของสภาพแวดล้อมของระบบ และระบบที่สร้างขึ้นตามสภาพแวดล้อมที่กำหนดจะสามารถทำงานเข้ากันได้กับส่วนอื่นๆหรือระบบอื่นๆที่เกี่ยวข้อง

5.3.11 การเข้าใจการใช้งาน

ยังไม่มีการนำไปใช้

5.3.12 ตัวอย่าง

ยังไม่มีตัวอย่าง

5.3.13 แบบรูปที่เกี่ยวข้อง

ไม่มีกระบวนการที่เกี่ยวข้องหรือสนับสนุน

5.4 แบบรูปการเว้นระยะห่างระหว่างรถไฟที่ปลอดภัย

การเว้นระยะห่างระหว่างรถไฟที่ปลอดภัยเป็นการกำหนดระยะห่างหรือช่องว่างที่สามารถป้องกันหรือลดความเสี่ยงจากอุบัติภัยที่เกิดขึ้น โดยเป็นการตั้งค่าเพื่อกำหนดการเว้นระยะขบวนที่รองรับขบวนรูปแบบต่างๆ ซึ่งจะทำงานสอดคล้องกับระบบที่เกี่ยวข้องจากภายนอกหรือแม้แต่รถไฟที่ไม่อยู่ในการควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ โดยการทำงานจะอิงตามรูปแบบการหยุดรถอย่างปลอดภัย

5.4.1 ชื่อแบบรูป

การเว้นระยะห่างระหว่างรถไฟที่ปลอดภัย (ATP: Safety Train separation)

5.4.2 เป้าหมาย

5.4.2.1 เป้าหมายที่ 1

การเว้นระยะห่างที่เหมาะสมที่จะทำให้เกิดความปลอดภัยจากระยะที่จะสามารถหยุดรถหรือหลีกเลี่ยงการชนของรถไฟได้ โดยรถไฟจะต้องสามารถไปอยู่ในตำแหน่งปลอดภัยได้เมื่อเกิดเหตุการณ์ใดๆขึ้น โดยอาศัยการกำหนดควบคุมระยะห่างที่จะหลีกเลี่ยงจากเหตุร้ายที่ตามมา

ประเมินโดย ระยะห่างระหว่างรถจะถูกกำหนดให้อยู่ในช่วงที่ปลอดภัยเสมอ

5.4.2.2 เป้าหมายที่ 2

เมื่อระบบเกิดเหตุการณ์ใดๆขึ้น ซึ่งเป็นผลให้รถไฟต้องหยุดเพื่อความปลอดภัย เช่น มีรถจอดเสีย หรือเข้าสู่ทางที่ใช้ร่วม ระบบจะต้องคำนวณระยะปลอดภัยในการหยุดรถ และเมื่อเข้าสู่ระยะที่วิกฤตเข้าสู่อันตรายได้ระบบก็จะต้องดำเนินการในส่วนของระบบหยุดรถโดยทันที

ประเมินโดย ระบบจะนำไปสู่การหยุดรถได้อย่างทันท่วงที

5.4.3 ปัญหาโดเมน

5.4.3.1 ปัญหาที่ 1 ระยะห่างที่เหมาะสมจะพิจาณาจากอะไร

ประเภทของปัญหา เพิ่มประสิทธิภาพของการทำงาน

มีรายละเอียดคือ การพิจารณาระยะห่างที่เหมาะสมต้องพิจารณาไปตามลักษณะอื่นๆที่เกี่ยวข้อง เช่น รถไฟด้วยกัน สุดทาง ทางชำรุด เป็นต้น และยังมีปัจจัยที่ขึ้นกับตัวรถไฟ ณ ขณะเวลา ความเร็ว และตำแหน่งที่แตกต่างกันออกไปด้วย

ต้นเหตุคือ การกำหนดระยะห่างมีปัจจัยมาจากหลายส่วน

5.4.4 ปัญหาการพัฒนา

5.4.4.1 ปัญหาที่ 1 การคำนวณระยะห่างที่ปลอดภัยควรทำในขณะใด

ประเภทของปัญหา ประสิทธิภาพของระบบ

มีรายละเอียดคือ การคำนวณหาระยะห่างมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายส่วน จึงเป็นเรื่องยากที่จะกำหนดเป็นระยะห่างที่คงตัว ดังนั้นระยะห่างที่ปลอดภัยจึงเกิดจากการคำนวณตามปัจจัยที่ถูกต้องในช่วงเวลานั้นๆ ซึ่งเป็นปัญหาว่าการคำนวณควรจะเกิดขึ้นเมื่อใดหรือต้องคำนวณตลอดเวลา

5.4.4.2 ปัญหาที่ 2 ระบบข้อมูลและอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณต่างๆจะทำงานถูกต้องเพียงพอหรือไม่

ประเภทของปัญหา ข้อจำกัดของเทคโนโลยี

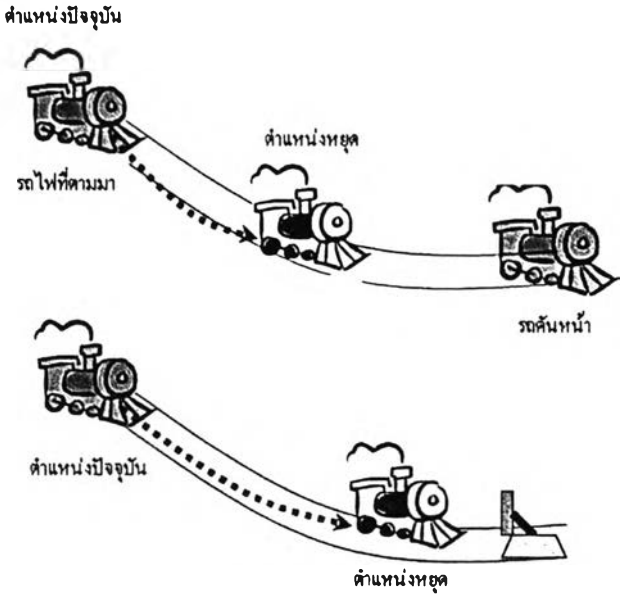
มีรายละเอียดคือ การคำนวณเกี่ยวกับระยะจะต้องอาศัยข้อมูลจากหลายๆส่วนประกอบกันเพื่อคำนวณระยะห่างที่จะปลอดภัย ข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการคำนวณจึงมีความสำคัญมาก และมีความเป็นไปได้ที่จะได้ข้อมูลไม่ครบหรือไม่ถูกต้อง ในการพัฒนาต้องเอาประเด็นเหล่านี้มาใช้ประกอบด้วย ต้องวิเคราะห์ถึงลักษณะของอุปกรณ์และความแม่นยำประกอบด้วย โดยอุปกรณ์ในตรวจวัดค่าบางประเภทอาจต้องการความแม่นยำมากกว่าปกติ

5.4.5 ลักษณะโดเมน

5.4.5.1 การพิจารณาระยะหยุดรถ

หยุดรถจะพิจารณาโดยอ้างอิงตามรูปแบบการหยุดรถอย่างปลอดภัย(Safety Braking Model)

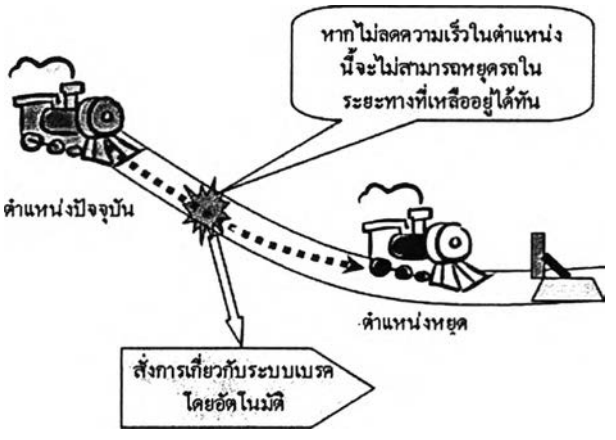
5.4.5.2 แผนภาพที่ 1 ลักษณะของระยะห่างที่ปลอดภัย รูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 ลักษณะของระยะห่างที่ปลอดภัย

คำอธิบาย แสดงระยะห่างที่รถไฟจะสามารถหยุดได้อย่างปลอดภัยโดยไม่ชน (มีระยะเพียงพอในการหยุดรถ)

5.4.5.3 แผนภาพที่ 2 การสั่งการหยุดรถไฟเมื่อถึงจุดเสี่ยง รูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 การสั่งการหยุดรถไฟเมื่อถึงจุดเสี่ยง

คำอธิบาย ระบบจะดำเนินการส่วนของระบบหยุดรถโดยอัตโนมัติเมื่อรถไฟเข้าสู่จุดที่ระยะห่างที่เหลืออาจเกิดอันตราย (ระยะไม่เพียงพอในการหยุดรถ)

5.4.6 สภาพแวดล้อม

5.4.6.1 ความเกี่ยวข้องที่ 1 ลักษณะระบบภายนอกที่สัมพันธ์

มีรายละเอียดคือ ระบบกำกับการเดินรถไฟ(Train Supervisions) ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดการใช้เส้นทางและการปล่อยรถ ซึ่งมีผลต่อระยะห่างและการใช้รางของรถไฟแต่ละขบวน

5.4.7 แรงชักจูง

1) ระบบรถไฟที่ควบคุมตัวรถได้แบบอัตโนมัติหรือกึ่งอัตโนมัติ
2) เป็นระบบที่ใช้การบริหารรางโดยการอิงระยะห่างของราง (ไม่ใช่รางแบบแบ่งช่วงจองการใช้งาน)

5.4.8 ข้อจำกัดและกฎเกณฑ์

1) การทำงานจะสามารถนำไปสู่การหยุดรถได้อย่างทันท่วงที
2) ยกเลิกการทำงานในกรณีดำเนินการเพื่อทำให้ระบบที่เสียกลับมาใช้งานได้
3) ค่าความไม่แน่นอนของตำแหน่ง ค่าความเร็ว ความคลาดเคลื่อน จะต้องทำมาพิจารณาร่วมด้วย

5.4.9 ความต้องการ

5.4.9.1 หมายเลข **F1**

หน้าที่คือ จะต้องคำนวณระยะปลอดภัยได้อย่างถูกต้อง

โดย ผู้จัดการระบบ

5.4.9.2 หมายเลข **F2**

หน้าที่คือ จะต้องครอบคลุมจุดที่มีรถเสียอยู่

โดย ผู้จัดการระบบ

5.4.9.3 หมายเลข **F3**

หน้าที่คือ จะต้องทำงานร่วมกับรถไฟที่ไม่อยู่ในระบบได้

โดย ผู้จัดการระบบ

5.4.9.4 หมายเลข **F4**

หน้าที่คือ จะต้องควบคุมในจุดที่มีการใช้รางร่วมกันได้

โดย ผู้จัดการระบบ

5.4.9.5 หมายเลข **F5**

หน้าที่คือ จะต้องนำไปสู่การหยุดรถหากมีการเคลื่อนที่เกินระยะปลอดภัย

โดย ผู้จัดการระบบ

5.4.9.6 หมายเลข **NF1**

ความต้องการคุณสมบัติของระบบ จะต้องทำงานได้ทั้งกับรถไฟที่มีความยาวแบบตายตัว และแบบไม่แน่นอน

โดย ผู้จัดการระบบ

5.4.9.7 หมายเลข **NF2**

ความต้องการในการต่อประสาน จะต้องสอดคล้องกับรูปแบบการหยุดรถอย่างปลอดภัย

โดย ผู้จัดการระบบ

5.4.10 การเสนอวิธีการเพื่อแก้ปัญหาโดเมน

5.4.10.1 ประเด็นที่ 1 การคำนวณระยะห่าง

มีรายละเอียดคือ ระยะทางที่ปลอดภัยสำหรับการหยุดรถจะขึ้นอยู่กับตำแหน่งของรถกับวัตถุ ลักษณะราง ความเร็วและความสามารถในการหยุดของรถ ซึ่งการคำนวณหาระยะที่ปลอดภัยจะเป็นการพิจารณาระยะที่เพียงพอในการหยุดในขณะนั้น หรือการประมาณระยะที่ไม่ควรเข้าไปใกล้รถขบวนหน้าจนเกินไป

แนวทางการแก้ปัญหา วิธีการหนึ่งที่มักถูกนำมาใช้คือการกำหนดระยะของเส้นทางเป็นช่วงๆ เช่น ช่วงละ 100 เมตร โดยการคำนวณจะคำนวณเมื่อรถไฟเข้าสู่ช่วงถัดไปของทาง ระยะทางจะถูกคำนวณจากความเร็วสูงสุด (ตามที่กำหนดให้วิ่งได้) หรือความเร็วรถไฟขณะนั้น เพื่อคำนวณระยะหยุดรถ และเมื่อเปรียบเทียบระยะทางที่ใช้กับรางก็จะได้ช่วงของรางที่รถจะหยุดได้ทัน โดยหากเกิดกรณีช่วงของรางนั้นทับกับช่วงการหยุดรถของรถไฟขบวนอื่น หรือไม่อยู่ในช่วงที่ต้องการก็จะถือว่าเกิดกรณีที่จะต้องดำเนินการแจ้งเพื่อดำเนินการหยุดรถทั้งแบบปกติและแบบฉุกเฉิน ในทางปฏิบัติการแบ่งช่วงจะพิจารณาตาม Track Circuit

ข้อสรุปที่ได้ พิจารณาโดยแบ่งรางเป็นช่วง คำนวณระยะขณะนั้นเพื่อตรวจสอบ

สัมพันธ์กับความต้องการ **F1**

5.4.10.2 ประเด็นที่ 2 การกำหนดและควบคุมการตอบสนอง

มีรายละเอียดคือ เมื่อรถไฟไม่อยู่ในขีดจำกัดของการกำหนดระยะ นั่นคือระยะและความเร็วเลยขอบเขตที่กำหนดเป็นระยะที่มีความปลอดภัย ระบบจะต้องทำการตอบสนองเพื่อป้องกันผลที่ตามมา

แนวทางการแก้ปัญหา ระบบจะต้องทำการตอบสนองเมื่อ ระยะหยุดใกล้จะเหลือน้อยกว่าระยะปลอดภัย(ไม่ยอมให้น้อยกว่า) ความเร็วเกินกว่าความเร็วที่ใช้คำนวณตามระยะปลอดภัย และเกิดการกีดขวางฉับพลันในระยะที่ปลอดภัย โดยระบบจะต้องดำเนินการแจ้งให้ผู้ควบคุมรถไฟ

ทราบในทันที โดยการเตรียมระบบหยุดรถให้พร้อมทำงาน ไม่ยอมให้เพิ่มความเร็ว ดำเนินการลดความเร็ว รวมไปถึงดำเนินการหยุดรถแบบฉุกเฉิน

ข้อสรุปที่ได้ กำหนดปัจจัยที่ต้องตอบสนองและวิธีการตอบสนองที่จะดำเนินการตามสัมพันธ์กับความต้องการ **F5**

5.4.11 ความเชื่อมโยงและข้อจำกัดของความต้องการ

5.4.11.1 ประเด็นที่ 1 การหยุดรถเมื่อไม่อยู่ในขอบเขตตามรูปแบบการหยุดรถอย่างปลอดภัย กับความต้องการ **F5** โดยมีความสำคัญเทียบเท่ากับความต้องการ

มีรายละเอียดคือ การทำงานของระบบจะอิงกับรูปแบบการหยุดรถอย่างปลอดภัย ซึ่งจะเป็นรายละเอียดของระยะที่จะต้องทำการหยุดรถตามความเร็วในขณะนั้น เมื่อเห็นว่าอยู่ในระยะที่ไม่ปลอดภัยแล้ว การหยุดรถก็จะถูกดำเนินการขึ้นในทันที โดยบวกค่าระยะที่เผื่อไว้ตามที่มีการกำหนดด้วย การหยุดรถและการควบคุมตามรูปแบบการหยุดอย่างปลอดภัยจะต้องพิจารณาควบคู่กันไป

5.4.11.2 ประเด็นที่ 2 การคำนวณระยะที่ปลอดภัยเกี่ยวกับรถไฟที่อยู่และไม่อยู่ในระบบ กับความต้องการ **F2** ความสำคัญเทียบเท่ากับ **F3** โดยมีความสำคัญสูงสุด กับความต้องการ **F1** ความสำคัญเทียบเท่ากับ **F4** โดยมีความสำคัญรองลงมา

มีรายละเอียดคือ เมื่อรางในระบบมีการใช้งานร่วมกับรถไฟขบวนอื่นๆที่ไม่ได้ควบคุมโดยระบบ เช่น รถไฟที่เคลื่อนที่เป็นกรณีพิเศษ รถไฟที่ไม่มีระบบอัตโนมัติในการควบคุม เมื่อเป็นรถไฟในระบบข้อมูลต่างๆจะมีความสมบูรณ์กว่าและสามารถควบคุมและกำหนดการทำงานของรถไฟได้ แต่เมื่อทำงานร่วมกับรถไฟที่ไม่อยู่ในระบบอาจทำให้เกิดปัญหาในการควบคุมรถไฟที่อยู่นอกระบบ การใช้รางรวมกันจึงต้องให้ความสำคัญกับรถไฟที่อยู่นอกระบบด้วย และเนื่องจากขาดความสามารถในการจัดการอย่างสมบูรณ์ ในการควบคุมระยะห่างซึ่งไม่สามารถกำหนดที่รถไฟที่อยู่นอกระบบได้ รถไฟในระบบจึงต้องได้รับการควบคุมอย่างเคร่งคัดและให้การเว้นระยะเป็นไปตามรถไฟนอกระบบเมื่อมีการใช้รางร่วมกัน

5.4.12 มุมมองจากผู้เกี่ยวข้อง

5.4.12.1 บทบาทที่ 1 พนักงานควบคุมไฟ

มีความเห็นต่อความต้องการ **F3** ดังนี้

หากมีรถไฟขบวนอื่นๆที่นอกเหนือจากที่ถูกควบคุมอยู่โดยระบบ ระบบควรสามารถบอกให้ทราบ เนื่องจากการควบคุมรถไฟเหล่านี้เป็นลักษณะการควบคุมด้วยมือ จึงอาจจะต้องติดต่อกับศูนย์ควบคุมและอาจต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ

มีความเห็นต่อความต้องการ **NF2** ดังนี้

เมื่อรถไฟกำลังจะเข้าสู่ระยะที่ทำการจำกัดระยะและความเร็วควรจะเตือนในทันที เช่น หากวิ่งด้วยความเร็วปัจจุบันต่อไปอีก 5 นาที จะทำให้รถชนกับรถขบวนข้างหน้า และหากเข้าสู่ระยะที่วิกฤติแล้วระบบก็ควรจะสามารถชะลอความเร็วเองได้ หรือทำการหยุดอย่างกะทันหันโดยอัตโนมัติเมื่อเกิดเหตุการณ์สุดวิสัย

5.4.13 สภาวะผลลัพธ์

ระบบที่เว้นระยะรถไฟตามความเร็วและตำแหน่งในขณะเวลานั้น ทำให้ใช้รางได้อย่างมีประสิทธิภาพ ระบบซึ่งสามารถหยุดหรือชะลอความเร็วของรถไฟโดยอัตโนมัติเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในระยะการเคลื่อนที่

5.4.14 ระดับการยอมรับความปลอดภัย

5.4.14.1 เงื่อนไขการยอมรับที่ 1 ระยะห่างอยู่ในช่วงปลอดภัย

ระดับความสำคัญ สำคัญยิ่ง

จัดการและรับผิดชอบโดย ผู้บริหาร

5.4.14.2 เงื่อนไขการยอมรับที่ 2 การหยุดหรือชะลอความเร็วโดยอัตโนมัติ

ระดับความสำคัญ สูง

จัดการและรับผิดชอบโดย หัวหน้าโครงการ

5.4.15 ความต้องการความปลอดภัย

SR1: *ทำการป้องกัน* ระยะห่างระหว่างรถไฟน้อยเกินไป

SR2: *ทำการป้องกัน* ระยะจากรถไฟถึงสิ่งกีดขวางหรือจุดสิ้นสุดของรางน้อยเกินไป

SR3: *ทำการตรวจสอบ* การเพิ่มความเร็วที่ทำให้ระยะห่างระหว่างรถไฟน้อยเกินไป

SR4: *ตอบสนองต่อ* ระยะห่างระหว่างรถไฟน้อยเกินไป

SR5: *ตอบสนองต่อ* การเพิ่มความเร็วที่ทำให้ระยะห่างระหว่างรถไฟน้อยเกินไป

5.4.16 นัยความปลอดภัย

5.4.16.1 สถานการณ์ที่ 1 การคำนวณระยะห่างผิดพลาด

ระดับความเป็นไปได้ มีความเป็นไปได้ (Probable)

ระดับความอันตราย ช่วงอันตราย (Critical)

5.4.16.2 สถานการณ์ที่ 2 ความคลาดเคลื่อนของการวัดความเร็วและตำแหน่ง

ระดับความเป็นไปได้ มีความเป็นไปได้ (Probable)

ระดับความอันตราย เล็กน้อย (Marginal)

5.4.17 เหตุการณ์นำไปสู่อุบัติภัย

5.4.17.1 เหตุการณ์ที่ 1 ตัวตรวจจับความเร็วของรถทำงานผิดพลาด

เนื่องมาจาก ความผิดพลาดจากการทำงานของฮาร์ดแวร์

5.4.17.2 เหตุการณ์ที่ 2 ตัวตรวจจับตำแหน่งของรถทำงานผิดพลาด

เนื่องมาจาก ความผิดพลาดจากการทำงานของฮาร์ดแวร์

5.4.17.3 เหตุการณ์ที่ 3 การคำนวณระยะห่างไม่ถูกต้อง

เนื่องมาจาก ความผิดพลาดจากการทำงานของซอฟต์แวร์

5.4.17.4 เหตุการณ์ที่ 4 ทำการควบคุมรถโดยไม่ระมัดระวัง

เนื่องมาจาก ความผิดพลาดจากการทำงานของผู้ใช้งาน

5.4.17.5 เหตุการณ์ที่ 5 ระบบเตือนการหยุดรถหรือการชะลอรถไม่ทำงาน

เนื่องมาจาก ความผิดพลาดจากการทำงานของซอฟต์แวร์

5.4.18 อันตรายที่เกิดขึ้นได้

5.4.18.1 อันตรายที่ 1 รถไฟชนกัน

ความเสียหายที่เกิดขึ้น รถไฟเสียหายและอาจทำให้รถไฟตกราง ทำให้ผู้โดยสารได้รับอันตรายโดยเฉพาะการชนกันที่มีความเร็วหรือในลักษณะประสานงา ทำให้ระบบหรือเครือข่ายหยุดชะงัก และอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุอื่นๆตามมา

5.4.18.2 อันตรายที่ 2 รถไฟชนสิ่งกีดขวางหรือวิ่งเลยจุดสิ้นสุดของราง

ความเสียหายที่เกิดขึ้น รถไฟเสียหายหรือตกราง ทำให้ผู้โดยสารได้รับอันตราย

5.4.19 การเข้าใจการใช้งาน

ยังไม่มีการนำไปใช้

5.4.20 ตัวอย่าง

ยังไม่มีตัวอย่าง

5.4.21 แบบรูปที่เกี่ยวข้อง

1) ATP: Restricted Route

การกำหนดการใช้รางและระยะห่างจะขึ้นอยู่กับเส้นทางการเดินรถ การเปลี่ยนแปลงเส้นทางจะทำให้การกำหนดการใช้รางและระยะห่างเปลี่ยนไป

2) ATP: End-of-track Protection

พิจารณาระยะห่างไปยังจุดสิ้นสุดของราง

3) ATP: Train Speed and Location Determination

ความเร็วและตำแหน่งมีผลต่อการคำนวณและการกำหนดระยะห่าง

4) ATP: Route Interlocking

การเปลี่ยนรางหรือเส้นทางในการวิ่งจะต้องพิจารณาระยะห่างที่ปลอดภัยประกอบ

5) ATP: Safe Breaking Model

การเว้นระยะห่างจะคำนวณและกำหนดโดยอาศัยรูปแบบการหยุดรถอย่างปลอดภัยในการพิจารณาและวิเคราะห์

5.4.22 แบบรูปกระบวนการ

1) Safety Requirements Checklist

นำมาใช้ในการตรวจสอบเงื่อนไขของระยะปลอดภัยในทุกกรณีที่เป็นไปได้

2) HA: Event Tree Analysis

นำมาใช้วิเคราะห์เหตุการณ์ดำเนินการเมื่อรถไฟเข้าสู่ลักษณะที่ไม่อยู่ในระยะที่ปลอดภัยในรูปแบบต่างๆ

5.5 แบบรูปการควบคุมการเปิดประตูรถไฟ

เป็นการควบคุมการเปิดประตูโดยพิจารณาการทำงานของอุปกรณ์และสถานการณ์ต่างๆเพื่อให้สามารถเปิดประตูรถไฟได้อย่างปลอดภัย การเปิดประตูจะถูกกำหนดและควบคุมโดยพนักงานควบคุมรถ โดยการจะสั่งงานเพื่อเปิดประตูจะต้องเป็นไปตามเงื่อนไขของความปลอดภัยที่กำหนดตามสภาพแวดล้อมในขณะนั้น ทั้งนี้ทั้งนั้นจะต้องพิจารณาการเปิดประตูสำหรับกรณีเหตุฉุกเฉินด้วย

5.5.1 ชื่อแบบรูป

การควบคุมการเปิดประตูรถไฟ (ATP: Door Opening Control Protection)

5.5.2 เป้าหมาย

5.5.2.1 เป้าหมายที่ 1

มีส่วนที่สามารถควบคุมระบบการเปิดประตูรถไฟ สำหรับพนักงานควบคุม หรือผู้ได้รับอนุญาต

ประเมินโดย ระบบที่สามารถควบคุมการเปิดประตูโดยเจ้าหน้าที่ควบคุมรถ เจ้าหน้าที่ประจำสถานีโดยสาร หรือเจ้าหน้าที่ที่ศูนย์ควบคุมรถ

5.5.2.2 เป้าหมายที่ 2

การเปิดประตูรถไฟต้องกระทำได้อย่างปลอดภัย โดยต้องพิจารณาองค์ประกอบอื่นๆของระบบที่มีความสัมพันธ์กัน เช่น ตำแหน่งการจอดรถ การหยุดนิ่งของรถไฟ

ประเมินโดย ประตูจะเปิดได้เมื่ออยู่ในสภาพที่ปลอดภัยเท่านั้น

5.5.2.3 เป้าหมายที่ 3

เมื่อเกิดกรณีฉุกเฉินที่ทำให้รถไฟไม่สามารถดำเนินการโดยปกติ การสั่งการเปิดประตูอาจต้องทำภายใต้เงื่อนไขพิเศษ เช่น ยอมให้เปิดประตูได้แม้ว่ารถไฟไม่ได้จอดในตำแหน่งจอดรถที่กำหนด

ประเมินโดย อนุญาตให้เปิดประตูโดยตัดบางเงื่อนไขทิ้งเมื่อเกิดกรณีฉุกเฉิน

5.5.3 ปัญหาโดเมน

5.5.3.1 ปัญหาที่ 1 การเปิดประตูจะต้องพิจารณาเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยอะไรบ้าง

ประเภทของปัญหา แก้ปัญหาของงาน

มีรายละเอียดคือ เมื่อจะทำการสั่งเปิดประตู จำเป็นต้องพิจารณารายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในหลายๆส่วน ก่อนที่จะเปิดประตูได้ เช่นต้องตรวจสอบว่ารถจอดแล้วหรือยัง ประตูอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องหรือไม่ เป็นต้น โดยภาระเหล่านี้ควรเป็นหน้าที่ๆต้องจัดการโดยระบบ

ต้นเหตุคือ มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการเปิดประตูจำนวนมาก

จาก คณะกรรมการดูแลด้านความปลอดภัย

5.5.4 ปัญหาการพัฒนา

5.5.4.1 ปัญหาที่ 1 การพิจารณากำหนดส่วนสัมพันธ์กับอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเปิดประตู

ประเภทของปัญหา ความสามารถในการพัฒนา

มีรายละเอียดคือ เงื่อนไขของการเปิดประตูเกี่ยวข้องกับการตรวจสอบและควบคุมในส่วนที่ใกล้ชิดกับฮาร์ดแวร์ การจะทราบสถานะภาพของระบบเพื่อนำมาใช้เป็นเงื่อนไข จึงต้องอาศัยข้อมูลจากติดต่อกับส่วนของอุปกรณ์กลไกการควบคุมประตู ดังนั้นทีมพัฒนาต้องทำความเข้าใจสัญญาณจากอุปกรณ์ที่ต้องพิจารณาและนำมาใช้กำหนดเป็นเงื่อนไขของการควบคุมการเปิดประตูรถไฟ ในกรณีที่เป็นระบบจอดรถตามตำแหน่งก็ต้องสนใจการทำงานของอุปกรณ์ที่อยู่บริเวณสถานีโดยสารด้วย

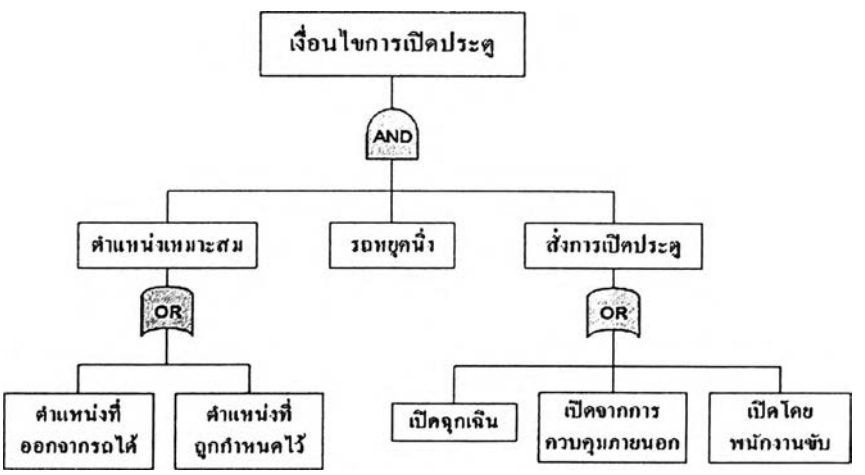
5.5.5 ลักษณะโดเมน

5.5.5.1 สิทธิ์การควบคุมประตู

สิทธิ์ในการควบคุมการเปิดประตูอาจมีการกำหนดเพิ่มเติมได้ แต่โดยพื้นฐานแล้วจะมีการเปิดอยู่ 3 ลักษณะดังนี้

1) พนักงานควบคุม ซึ่งเป็นการสั่งการเปิดประตูในกรณีทั่วไป
2) พนักงานควบคุมภายนอกห้องขับ จะเป็นการสั่งการในกรณีพิเศษที่พนักงานขับไม่อยู่ในการควบคุม
3) ผู้โดยสาร จะเป็นการเปิดโดยใช้ประตูฉุกเฉินเท่านั้น

5.5.5.2 แผนภาพที่ 1 เงื่อนไขการเปิดประตู รูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 เงื่อนไขการเปิดประตู

คำอธิบาย การเปิดประตูจะเกิดขึ้นได้จะต้องเป็นไปตามเงื่อนไขอย่างน้อย 3 ข้อ ตามที่แสดงในรูป คือตำแหน่งการจอด สถานการณ์หยุดของรถ และคำสั่งเพื่อเปิดประตู หากขาดเงื่อนไขใดเงื่อนไขหนึ่งไปการเปิดประตูรถจะต้องไม่เกิดขึ้นอย่างเด็ดขาด

5.5.6 สภาพแวดล้อม

5.5.6.1 ความเกี่ยวข้องที่ 1 ลักษณะระบบภายนอกที่สัมพันธ์

มีรายละเอียดคือ ระบบสื่อสารระหว่างผู้โดยสารกับผู้ควบคุมรถหรือกับศูนย์ควบคุม

5.5.7 แรงชักจูง

1) การควบคุมประตูเป็นไปตามผู้มีสิทธิหรือได้รับอำนาจในการเปิด
2) มีอุปกรณ์ตรวจสถานะปัจจุบันของรถไฟ

5.5.8 ข้อจำกัดและกฎเกณฑ์

1) ผู้ควบคุมการเปิดประตูได้คือผู้ที่ได้รับสิทธิเท่านั้น
2) การกำหนดตำแหน่งของการเปิดประตู

5.5.9 ความต้องการ

5.5.9.1 หมายเลข **F1**

หน้าที่คือ ต้องควบคุมการเปิดประตูโดยพนักงานควบคุมได้

โดย พนักงานควบคุม

5.5.9.2 หมายเลข **F2**

หน้าที่คือ ต้องควบคุมการเปิดประตูรถจากผู้ซึ่งได้รับสิทธิจากภายนอกได้

โดย ผู้จัดการระบบ

5.5.9.3 หมายเลข **F3**

หน้าที่คือ ต้องตรวจสอบความปลอดภัยก่อนจะทำการเปิดประตู

โดย ผู้จัดการระบบ

5.5.9.4 หมายเลข **F4**

หน้าที่คือ ต้องสามารถเปิดประตูในกรณีฉุกเฉินได้

โดย ผู้จัดการระบบ

5.5.10 วิธีการเพื่อแก้ปัญหาโดเมน

5.5.10.1 ประเด็นที่ 1 ทำให้ระบบควบคุมได้จากผู้มีสิทธินอกรถไฟ

มีรายละเอียดคือ การควบคุมการเปิดประตูรถอยู่ภายใต้ข้อกำหนดให้สามารถเปิดได้จากผู้ที่มีสิทธิ์ ซึ่งหมายถึงนายสถานีโดยสาร หรือบุคคลอื่นๆที่ไม่ใช้พนักงานควบคุม การควบคุมการเปิดประตูจึงควรจะสนับสนุนให้เปิดได้หลายกรณี

แนวทางการแก้ปัญหา พัฒนาส่วนของการควบคุมประตูให้สามารถรองรับการสั่งงานเปิดประตูได้จากส่วนอื่นนอกจากห้องควบคุมภายในตัวรถ โดยควรจะเป็นตัวควบคุมและสั่งการเปิดประตูรูปแบบเดียวกัน และเพื่อให้สามารถจัดการกับส่วนควบคุมได้เหมือนกันและง่ายต่อการแก้ไขและดูแลจึงควรพัฒนาเป็นส่วนของการทำงานส่วนเดียวกันที่รองรับการสั่งงานได้หลายทาง นั่นคือกำหนดให้มีชุดคำสั่งควบคุมเป็นตัวเดียวกันในการสั่งงานควบคุมการเปิดประตู

ข้อสรุปที่ได้ พัฒนาชุดคำสั่งควบคุมในการควบคุมการเปิดประตู ที่เรียกใช้ผ่านการเชื่อมต่อที่ต่างกันได้หลายวิธี

สัมพันธ์กับความต้องการ **F2**

5.5.10.2 ประเด็นที่ 2 กำหนดเงื่อนไขประกอบสถานการณ์ที่จะเปิดประตู

มีรายละเอียดคือ การเปิดประตูแต่ละครั้งมีสภาพแวดล้อมหลายส่วนที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในการเปิดประตู ซึ่งในหลายๆเงื่อนไขอาจลืมนำมาพิจารณาร่วมด้วย ในขณะที่บางเงื่อนไขอาจมีความเกี่ยวข้องกับความปลอดภัยเพียงเล็กน้อย ดังนั้นจึงเป็นปัญหาที่ในการที่ผู้พัฒนาจะนำปัจจัยทั้งหมดมาทำการตรวจสอบจนครบถ้วน

แนวทางการแก้ปัญหา จะต้องมีการลำดับรายการปัจจัยที่มีส่วนเกี่ยวข้อง โดยผู้ใช้งานหรือผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในโดเมนจะสามารถให้รายละเอียดของปัจจัยที่ควรนำมาพิจารณาได้

ข้อสรุปที่ได้ ทำรายการตรวจสอบจากผู้ใช้หรือผู้เชี่ยวชาญในโดเมน

สัมพันธ์กับความต้องการ **F3**

5.5.11 ความเชื่อมโยงและข้อจำกัดของความต้องการ

5.5.11.1 ประเด็นที่ 1 สิทธิในการเปิดประตู

กับความต้องการ **F1** โดยมีความสำคัญสูงสุด

กับความต้องการ **F2** มีความสำคัญเทียบเท่า **F4** โดยมีความสำคัญเป็นอันดับรองลงมา

มีรายละเอียดคือ สิทธิในการเปิดประตูจะถูกกำหนดขึ้นในระบบเพื่อให้มีความชัดเจนในการดำเนินงาน โดยการเปิดประตูเป็นหน้าที่พื้นฐานของผู้ควบคุมรถ แต่เพื่อเป็นการป้องกันกรณีที่การเปิดประตูไม่สามารถกระทำได้โดยพนักงานควบคุม หรือพนักงานควบคุมไม่อยู่ในสถานะ

พร้อมที่จะมีการสั่งงาน การควบคุมประตูจึงกำหนดให้สามารถควบคุมได้จากภายนอกห้องควบคุมบนรถไฟ ซึ่งอาจเป็นส่วนกลางหรือห้องควบคุมในแต่ละสถานีโดยสาร และนอกจากผู้ควบคมที่เป็นพนักงานหรือได้รับหน้าที่แล้ว ผู้โดยสารหรือพนักงานภาคสนามยังควรสามารถเปิดประตูในกรณีที่ระบบส่วนอื่นไม่สามารถทำงานอย่างปกติ โดยหน้าที่หลักในการควบคุมจะเป็นในส่วนของพนักงานควบคุมรถไฟ

5.5.12 มุมมองจากผู้เกี่ยวข้อง

5.5.12.1 บทบาทที่ 1 พนักงานควบคุม

มีความเห็นต่อความต้องการ **F1** ดังนี้

การสั่งเปิดประตูไม่จำเป็นต้องยุ่งยากหรือมีขั้นตอนการทำงานที่ซับซ้อน เพราะเป็นแค่การสั่งให้เปิดประตูเท่านั้น ควรควบคุมได้ด้วยคำสั่ง ปุ่ม หรือ สวิตช์ เพียงตัวเดียว หากการเปิดประตูมีปัญหาหรือไม่สามารถทำงานได้โดยสมบูรณ์จะต้องแจ้งผลและให้คำแนะนำ หรือมีวิธีแก้ปัญหาเฉพาะหน้า

มีความเห็นต่อความต้องการ **F2** ดังนี้

จะเกิดปัญหาหากสามารถควบคุมจากบุคคลภายนอก การเปิดประตูอาจเกิดความสับสนการเปิดประตูได้หรือไม่ควรเป็นสิทธิโดยสมบูรณ์ของพนักงานควบคุม เว้นแต่กรณีที่ระบบมีปัญหา หรือไม่สามารถควบคุมการเปิดประตูได้ การเปิดจึงจะมีสิทธิควบคุมจากภายนอก

มีความเห็นต่อความต้องการ **F3** ดังนี้

การตรวจสอบความปลอดภัยในส่วนต่างๆก่อนจะสามารถเปิดประตูได้เป็นสิ่งที่ดี และควรเป็นหน้าที่ของระบบในการตรวจสอบเงื่อนไขทั้งหมด แต่เมื่อเงื่อนไขไม่สมบูรณ์ทำให้การสั่งงานเปิดประตูไม่สามารถทำได้ จะต้องแจ้งด้วยว่าเงื่อนไขใดที่ทำให้ไม่สามารถเปิดประตูได้

5.5.12.2 บทบาทที่ 2 ผู้โดยสาร

มีความเห็นต่อความต้องการ **F4** ดังนี้

การเปิดประตูในกรณีฉุกเฉินควรทำได้โดยง่าย ไม่จำเป็นต้องเข้าใจเงื่อนไขของการเปิดประตู แต่ควรรองรับปัญหาในการเปิดประตูด้วยระบบสนับสนุนหรือแก้ปัญหาอื่นๆแทน เช่น โทรศัพท์ติดต่อ เป็นต้น

5.5.12.3 ***บทบาทที่ 3*** พนักงานควบคุมรถไฟนอกรถ

มีความเห็นต่อความต้องการ **F2** ดังนี้

การเปิดประตูโดยควบคุมจากภายนอกหากทำได้ควรที่จะแสดงการควบคุมโดยละเอียดโดยใช้ประกอบกับข้อมูลสถานะของรถไฟขบวนนั้นๆ และระบบควรช่วยในการทำงานที่สอดคล้องกับผู้ควบคุมรถไฟ เพื่อให้สามารถติดต่อและทำงานสัมพันธ์ได้โดยไม่สับสน

มีความเห็นต่อความต้องการ F3 ดังนี้

หากการสั่งเปิดประตูไม่ผ่านเงื่อนไขจะต้องอธิบายปัญหาที่ทำให้ไม่สามารถเปิดประตูได้

5.5.13 สภาวะผลลัพธ์

ระบบควบคุมการเปิดประตูที่พิจารณาความปลอดภัยเป็นอันดับแรก ระบบควบคุมการเปิดประตูที่สามารถเปิดได้ในหลายลักษณะ ทั้งจากพนักงานควบคุม ผู้ควบคุมระบบ และผู้โดยสาร

5.5.14 ระดับการยอมรับความปลอดภัย

5.5.14.1 เงื่อนไขการยอมรับที่ 1 ประตูเปิดโดยเป็นผลให้เกิดอันตราย

ระดับความสำคัญ สำคัญยิ่ง

จัดการและรับผิดชอบโดย ผู้บริหาร

5.5.14.2 เงื่อนไขการยอมรับที่ 2 ประตูเปิดด้วยเงื่อนไขที่ไม่สมบูรณ์ แต่ยังคงสภาพที่น่าเชื่อถือได้ว่ามีความปลอดภัย

ระดับความสำคัญ ต่ำ

จัดการและรับผิดชอบโดย หัวหน้าโครงการ

5.5.15 ความต้องการความปลอดภัย

SR1: *ทำการป้องกันการ* การเปิดประตูขณะที่รถไฟยังไม่หยุดสมบูรณ์

SR2: *ตอบสนองต่อ* กรณีที่ทำการเปิดประตูโดยเงื่อนไขความปลอดภัยไม่สมบูรณ์

SR3: *ทำการตรวจสอบ* การเปิดประตูรถในกรณีฉุกเฉิน

SR4: *ทำการป้องกัน* การพยายามเปิดประตูแบบ manual ของผู้โดยสารในกรณีที่ไม่สมควร

5.5.16 นัยความปลอดภัย

5.5.16.1 สถานการณ์ที่ 1 ประตูเปิดขณะที่รถไฟยังไม่หยุด

ระดับความเป็นไปได้ มีความเป็นไปได้ (Probable)

ระดับความอันตราย หายนะ (Catastrophic)

5.5.16.2 สถานการณ์ที่ 2 ประตูเปิดไม่ตรงตำแหน่ง

ระดับความเป็นไปได้ มีความเป็นไปได้ (Probable)

ระดับความอันตราย เล็กน้อย (Marginal)

5.5.16.3 สถานการณ์ที่ 3 ประตูถูกเปิดแบบ manual ทั้งที่ไม่ปลอดภัย

ระดับความเป็นไปได้ นานๆครั้ง (Remote)

ระดับความอันตราย ช่วงอันตราย (Critical)

5.5.17 เหตุการณ์นำไปสู่อุบัติภัย

5.5.17.1 เหตุการณ์ที่ 1 อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนที่ของรถทำงานผิดพลาด

เนื่องมาจาก ความผิดพลาดจากการทำงานของฮาร์ดแวร์

5.5.17.2 เหตุการณ์ที่ 2 การตรวจสอบเงื่อนไขการเปิดประตูทำได้ไม่สมบูรณ์

เนื่องมาจาก ความผิดพลาดจากการทำงานของซอฟต์แวร์

5.5.17.3 เหตุการณ์ที่ 3 ทำการสั่งเปิดประตูทั้งที่อยู่ในลักษณะที่เกิดอันตรายได้

เนื่องมาจาก ความผิดพลาดจากการทำงานของผู้ใช้งาน

5.5.17.4 เหตุการณ์ที่ 4 มีการเปิดประตูด้วยมือ

เนื่องมาจาก ความผิดพลาดจากการทำงานของผู้ใช้งาน

5.5.18 อันตรายที่เกิดขึ้นได้

5.5.18.1 อันตรายที่ 1 ประตูเปิดขณะรถไฟยังคงวิ่งอยู่

ความเสียหายที่เกิดขึ้น ผู้โดยสารที่อยู่บริเวณประตูอาจพลัดตกจากรถไฟซึ่งส่งผลถึงชีวิตได้

5.5.18.2 อันตรายที่ 2 ประตูเปิดขึ้นในตำแหน่งที่ไม่ปลอดภัย

ความเสียหายที่เกิดขึ้น การออกจากรถไฟอาจไม่สะดวกหรือเกิดอันตรายตามมา

5.5.19 การเข้าใจการใช้งาน

ยังไม่มีการนำไปใช้จริง

5.5.20 ตัวอย่าง

ยังไม่มีตัวอย่าง

5.5.21 แบบรูปที่เกี่ยวข้อง

1) ATP: Zero Speed Detection

การหยุดรถที่สมบูรณ์แล้วเท่านั้นที่เป็นเงื่อนไขยอมให้เปิดประตูได้

5.5.22 แบบรูปกระบวนการ

1) HA: Fault Tree Analysis

การวิเคราะห์ความผิดพลาดของสัญญาณควบคุมต่างๆจะนำมาใช้ประเมินเพื่ออนุญาตเปิดประตู

5.6 แบบรูปการกำหนดตำแหน่งและความเร็วของรถไฟ

เป็นการกำหนดและติดตามตำแหน่ง ความเร็ว อัตราเร่ง และทิศทางของรถไฟให้อยู่ในขอบเขตที่ปลอดภัย ข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่ง ทิศทาง และความเร็ว จะถูกประเมินเพื่อหาตำแหน่งที่ถูกต้อง โดยกำหนดตำแหน่งและความเร็วที่เป็นไปในทางปลอดภัยเพื่อใช้เป็นขอบเขตในการควบคุมรถไฟ

5.6.1 ชื่อแบบรูป

การกำหนดตำแหน่งและความเร็วของรถไฟ (Train Location and Speed Determination)

5.6.2 เป้าหมาย

5.6.2.1 เป้าหมายที่ 1

รถไฟจะต้องสามารถกำหนดตำแหน่ง ความเร็ว อัตราเร่ง และทิศทางที่รถไฟเคลื่อนที่

ประเมินโดย สามารถกำหนดตำแหน่งและความเร็วของรถไฟ

5.6.2.2 เป้าหมายที่ 2

รถไฟที่อยู่ในการควบคุมจะต้องสามารถคำนวณตำแหน่งและความเร็วได้อย่างความถูกต้อง และยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้เฉพาะช่วงความปลอดภัยที่ยอมรับเท่านั้น

ประเมินโดย การคำนวณตำแหน่ง ความเร็ว อัตราเร่ง และทิศทางของรถไฟเป็นไปอย่างถูกต้องไม่คลาดเคลื่อนเกินระดับการยอมรับ

5.6.3 ปัญหาโดเมน

5.6.3.1 ปัญหาที่ 1 การกำหนดค่าความปลอดภัยที่เกี่ยวข้อง

ประเภทของปัญหา กำหนดเกี่ยวกับงาน

มีรายละเอียดคือ การกำหนดตำแหน่งและความเร็วรถไฟ จะมีความสำคัญในด้านความปลอดภัย โดยจะมีค่าที่จะต้องทำการกำหนดเพื่อควบคุม หรือข้อมูลเกี่ยวกับตำแหน่งและความเร็วที่จะมีการกำหนด ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ผู้ที่เกี่ยวข้องอาจไม่ทราบหรือไม่รู้จริงเกี่ยวกับค่าที่ควรกำหนด

ต้นเหตุคือ ต้องศึกษาและเข้าใจในลักษณะของรางและรถไฟโดยละเอียดจึงจะสามารถกำหนดค่าที่เกี่ยวข้องได้อย่างถูกต้อง

จาก คณะกรรมการกำหนดและดูแลทางด้านความปลอดภัย

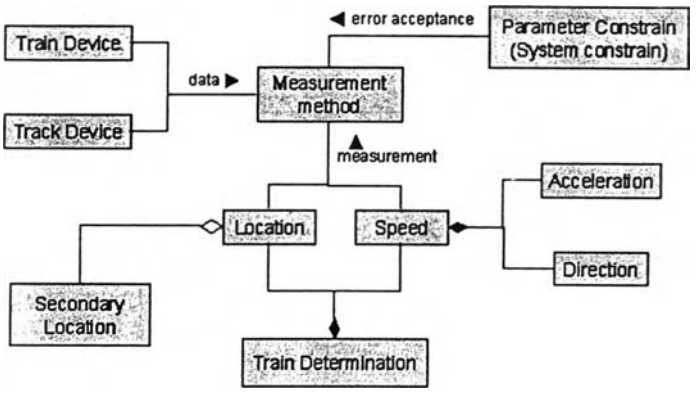
เมื่อ ทำการให้ข้อมูลเชิงเทคนิคเพื่อกำหนดทางด้านความปลอดภัย

5.6.4 ปัญหาการพัฒนา

ไม่มีการแสดงความเห็นต่อสิ่งที่จะเป็นปัญหาในการพัฒนาระบบให้เป็นไปตามความต้องการ

5.6.5 ลักษณะโดเมน

5.6.5.1 แผนภาพที่ 1 โครงสร้างการกำหนดเกี่ยวกับตำแหน่งและความเร็วของรถไฟ รูปที่ 5.4



รูปที่ 5.4 โครงสร้างการกำหนดเกี่ยวกับตำแหน่งและความเร็วของรถไฟ

คำอธิบาย แผนภาพแสดงรายละเอียดของส่วนที่เกี่ยวข้องกับการกำกับตำแหน่งและความเร็ว รายละเอียดสำคัญที่จะต้องทำการกำหนด และแสดงการคำนวณหาตำแหน่งและความเร็วโดยอธิบายไปยังองค์ประกอบข้อมูลต่างๆที่ต้องนำมาใช้

5.6.6 สภาพแวดล้อม

ไม่มีสภาพแวดล้อมภายนอกที่ส่งผลต่อการทำงานของระบบ

5.6.7 แรงชักจูง

1) รถไฟสามารถควบคุมตัวรถได้แบบอัตโนมัติหรือกึ่งอัตโนมัติ
2) ระบบมีการตรวจสอบตำแหน่งและความเร็วของรถไฟ

5.6.8 ข้อจำกัดและกฎเกณฑ์

1) ผลลัพธ์ในการประเมินตำแหน่งรถไฟ(+/- 0.25 ถึง +/- 6.25 เมตร)
2) ความแม่นยำในการวัดตำแหน่งรถไฟในกรณีปกติ(+/- 5 ถึง +/- 10 เมตร)
3) ผลลัพธ์ในการประเมินความเร็วรถไฟ(+/- 0.5 km/h ถึง +/- 2 km/h)
4) ความแม่นยำในการวัดความเร็วรถไฟ(+/- 3 km/h)

5.6.9 ความต้องการ

5.6.9.1 **หมายเลข F1**

หน้าที่คือ จะต้องควบคุมตำแหน่ง ความเร็ว และทิศทางได้

โดย พนักงานควบคุม

5.6.9.2 **หมายเลข F2**

หน้าที่คือ จะต้องแสดงตำแหน่ง ความเร็ว และทิศทางได้

โดย พนักงานควบคุม

5.6.9.3 **หมายเลข F3**

หน้าที่คือ จะต้องเริ่มทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อรถไฟเข้าสู่ระบบ

โดย ผู้จัดการระบบ

5.6.9.4 **หมายเลข F4**

หน้าที่คือ จะต้องเริ่มทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อรถไฟหรือระบบกลับคืนสู่สถานะปกติหลังจากเกิดเหตุขัดข้อง

โดย ผู้จัดการระบบ

5.6.9.5 **หมายเลข NF1**

ความต้องการคุณสมบัติของระบบ จะต้องพิจารณาความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นได้ประกอบการคำนวณด้วย

โดย ผู้จัดการระบบ

5.6.9.6 **หมายเลข NF2**

ความต้องการคุณสมบัติของระบบ จะต้องกำหนดตำแหน่งทั้งหน้าและหลังรถไฟอย่างถูกต้อง

โดย ผู้จัดการระบบ

5.6.10 การเสนอวิธีการเพื่อแก้ปัญหาโดเมน

5.6.10.1 ประเด็นที่ 1 รถไฟที่ต้องมีการกำหนดตำแหน่งและความเร็ว

มีรายละเอียดคือ นอกจากรถไฟที่มีการควบคุมติดตามการทำงานโดยสมบูรณ์ ยังมีรถไฟรวมไปถึงวัตถุขับเคลื่อนบนรางประเภทอื่นๆอีกที่ไม่ได้มีการควบคุมติดตามการทำงาน ซึ่งการกำหนดตำแหน่งและความเร็วจะใช้กับรถไฟที่ถูกติดตามควบคุมการทำงานโดยสมบูรณ์เท่านั้น ดังนั้นการติดตามควบคุมในการกำหนดตำแหน่งและความเร็วจึงจะเริ่มต้นเมื่อรถไฟมีความพร้อมและสามารถเข้าสู่ระบบโดยไม่รบกวนการทำงานที่มีอยู่เดิม

แนวทางการแก้ปัญหา ใช้ลักษณะการทำงานแบบเซต โดยพิจารณารถไฟในเซตของการติดตามและควบคุม ทำการกำหนดเงื่อนไขของการเพิ่มสมาชิกเข้ามาและการนำออกจากเซตในการติดตามและควบคุม โดยรถไฟที่จัดอยู่ในเซตจะมีการกำหนดตำแหน่งและความเร็วซึ่งระบบจะทำการคำนวณค่าเฉพาะในเซตอย่างอัตโนมัติ

ข้อสรุปที่ได้ พิจารณาการเพิ่มและนำออกจากการกำกับ โดยระบบทำการคำนวณปรับปรุงค่าเฉพาะที่ถูกกำกับอยู่อย่างอัตโนมัติ

สัมพันธ์กับความต้องการ **F3 F4**

5.6.10.2 ประเด็นที่ 2 ตำแหน่ง ความเร็ว อัตราเร่ง และทิศทาง ในขณะใดขณะหนึ่ง

มีรายละเอียดคือ การคำนวณตำแหน่ง ความเร็ว อัตราเร่ง และทิศทาง สามารถทำได้ในขณะเวลาหนึ่ง ซึ่งในการติดตามค่าเหล่านี้ก็จำเป็นต้องมีการปรับปรุงให้ค่าเป็นปัจจุบันที่สุด ซึ่งมีปัญหาในการคำนวณค่าจากขณะเวลาที่เหมาะสม ความละเอียดและความแม่นยำที่ต้องการ

แนวทางการแก้ปัญหา การคำนวณค่าที่นำมาใช้จะต้องเป็นไปตามที่มีการกำหนดไว้ ซึ่งเมื่อรถไฟเปลี่ยนตำแหน่งจากเดิมเกินกว่าช่วงของค่าที่กำหนดจะต้องมีการคำนวณค่าในขณะเวลานั้นใหม่ เช่นเดียวกับความเร็วก็จะพิจารณาในลักษณะเดียวกัน ส่วนค่าอื่นๆก็จะมีการคำนวณใหม่ควบคู่กันไปด้วยเสมอ ซึ่งการทำเช่นนี้จะทำให้ไม่ต้องคำนวณค่าใหม่ตลอดเวลาหากไม่มีการเปลี่ยนแปลง

ข้อสรุปที่ได้ ใช้การคาดการค่าในช่วงที่กำหนดเป็นกลไกในการคำนวณค่าใหม่ โดยพิจารณาความคลาดเคลื่อนประกอบด้วย

สัมพันธ์กับความต้องการ **F1 NF1**

5.6.11 ความเชื่อมโยงและข้อจำกัดของความต้องการ

5.6.11.1 ประเด็นที่ 1 การเริ่มติดตามและกำกับตำแหน่งและความเร็วรถไฟ

กับความต้องการ **F1** มีความสำคัญเทียบเท่า **F2** โดยมีความสำคัญสูงสุด

กับความต้องการ **F3** โดยมีความสำคัญเป็นอันดับรองลงมา

มีรายละเอียดคือ รถไฟจะถูกติดตามและกำกับเมื่อเข้าสู่ส่วนควบคุมแล้วเท่านั้น หากยังไม่มีการนำเข้าสู่ระบบการควบคุมก็จะยังไม่ดำเนินการ

5.6.11.2 ประเด็นที่ 2 การคำนวณหาตำแหน่งและความเร็วที่ถูกต้อง

กับความต้องการ **F1 NF1** และ **NF2**

มีรายละเอียดคือ การคำนวณหาตำแหน่งและความเร็วนั้นจะต้องพิจารณาความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นทั้งหมดประกอบเสมอ

5.6.12 มุมมองจากผู้เกี่ยวข้อง

5.6.12.1 บทบาทที่ 1 พนักงานควบคุม

มีความเห็นต่อความต้องการ **F3** ดังนี้

การนำเข้ารถไฟเพื่อทำการติดตามและควบคุมตำแหน่งและความเร็วรถไฟ ควรจะดำเนินการโดยอัตโนมัติเมื่อเดินรถ โดยต้องมีการแจ้งให้เข้าสู่การกำกับตำแหน่งและความเร็ว แล้วพนักงานที่ควบคุมจะสามารถเลือกให้มีการดำเนินการหรือไม่ดำเนินการกำกับก็ได้

มีความเห็นต่อความต้องการ **F4** ดังนี้

เมื่อรถกลับเข้าสู่สถานะปกติระบบควรดำเนินการในการนำเข้ารถไฟเพื่อติดตามและควบคุมตำแหน่งโดยอัตโนมัติให้เป็นปกติเหมือนกับการดำเนินการก่อนหน้า นั่นคือหากมีการดำเนินการกำกับก่อนที่จะหยุดการกำกับเพราะสาเหตุใดๆ เมื่อรถไฟสามารถกลับสู่การทำงานตามเดิมได้โดยสมบูรณ์ก็จะต้องถูกกำกับโดยอัตโนมัติทันที

5.6.13 สภาวะผลลัพธ์

ระบบป้องกันรถไฟอัตโนมัติจะมีการควบคุมและติดตาม ตำแหน่ง ความเร็ว อัตราเร่ง และทิศทางของรถไฟได้ ระบบจะมีความสามารถในการป้องกันอันตรายจากการใช้รางร่วมกัน

5.6.14 ระดับการยอมรับความปลอดภัย

5.6.14.1 เงื่อนไขการยอมรับที่ 1 การวัดตำแหน่งและความเร็วของรถไฟคลาดเคลื่อนเกินที่กำหนด

ระดับความสำคัญ สำคัญยิ่ง

จัดการและรับผิดชอบโดย ระบบดำเนินการ

5.6.14.2 เงื่อนไขการยอมรับที่ 2 การกำหนดค่าประเมินความคลาดเคลื่อนสำหรับรถไฟมีความผิดพลาด

ระดับความสำคัญ สำคัญยิ่ง

จัดการและรับผิดชอบโดย การกำหนดระบบงาน

5.6.15 ความต้องการความปลอดภัย

SR1: *ทำการป้องกัน* การคำนวณตำแหน่งรถไฟผิดพลาด

SR2: *ทำการป้องกัน* การคำนวณความเร็วรถไฟผิดพลาด

5.6.16 นัยความปลอดภัย

5.6.16.1 สถานการณ์ที่ 1 การกำหนดตำแหน่งรถไฟผิดพลาด

ระดับความเป็นไปได้ มีความเป็นไปได้ (Probable)

ระดับความอันตราย ช่วงอันตราย (Critical)

5.6.16.2 สถานการณ์ที่ 2 การกำหนดความเร็วรถไฟผิดพลาด

ระดับความเป็นไปได้ มีความเป็นไปได้ (Probable)

ระดับความอันตราย ช่วงอันตราย (Critical)

5.6.17 เหตุการณ์นำไปสู่อุบัติภัย

5.6.17.1 เหตุการณ์ที่ 1 ตัวตรวจจับความเร็วของรถทำงานผิดพลาด

เนื่องมาจาก ความผิดพลาดจากการทำงานของฮาร์ดแวร์

5.6.17.2 เหตุการณ์ที่ 2 ตัวตรวจจับตำแหน่งของรถทำงานผิดพลาด

เนื่องมาจาก ความผิดพลาดจากการทำงานของฮาร์ดแวร์

5.6.17.3 เหตุการณ์ที่ 3 การคำนวณตำแหน่งมีความคลาดเคลื่อน

เนื่องมาจาก ความผิดพลาดจากการทำงานของซอฟต์แวร์

5.6.17.4 เหตุการณ์ที่ 4 การคำนวณความเร็วมีความคลาดเคลื่อน

เนื่องมาจาก ความผิดพลาดจากการทำงานของซอฟต์แวร์

5.6.18 อันตรายที่เกิดขึ้นได้

5.6.18.1 อันตรายที่ 1 รถไฟอยู่ในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม

ความเสียหายที่เกิดขึ้น ทำให้รถไฟมีโอกาสที่จะชนกัน

5.6.18.2 อันตรายที่ 2 รถไฟมีความเร็วที่ไม่เหมาะสม

ความเสียหายที่เกิดขึ้น รถไฟมีความเสี่ยงที่จะเกิดการชนหรือตกราง

5.6.18.3 อันตรายที่ 3 รถไฟไม่สามารถไปยังตำแหน่งอื่นได้

ความเสียหายที่เกิดขึ้น ระบบจะชะงักไม่สามารถดำเนินการต่อได้ หรือถ้ามีการดำเนินการต่อก็จะก่อให้เกิดอันตรายตามมา

5.6.19 การเข้าใจการใช้งาน

ยังไม่มีการนำไปใช้

5.6.20 ตัวอย่าง

ยังไม่มีตัวอย่าง

5.6.21 แบบรูปที่เกี่ยวข้อง

1) ATP: Route Interlocking

ตำแหน่งของรถไฟสามารถควบคุมและเปลี่ยนแปลงได้จากการกำหนดการใช้ราง ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดความเร็วและทิศทางโดยอ้อมด้วย

5.6.22 แบบรูปกระบวนการ

1) HA: Fault Tree Analysis

พิจารณาความผิดพลาดของการกำหนดตำแหน่งและความเร็วในเงื่อนไขต่างๆ เพื่อหาผลร้ายที่อาจตามมา

2) Cross-check Operation and Function Requirements to Safety

ตรวจสอบการดำเนินการและหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง หน้าที่ทางด้านความปลอดภัยของการกำหนดตำแหน่งและความเร็วเป็นผลโดยตรงจากการสั่งการควบคุมรถ