



การออกแบบและพัฒนาระบบติดตามรถบรรทุกวัตถุอันตราย

บนเส้นทางพิเศษ

Design and Development of HAZMAT Trucks System for EXAT

กฤษณ์ เจ็ดวรรณ^{1,*} เอกชัย สุมาลี² ณัฐพล จันทร์แก้ว³
สโรช บุญศิริพันธ์⁴ และ ประพฤทธิ์ ศรีเอนกพิณ⁵

¹ สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

² ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

³ Department of Civil and Environmental Engineering, The Hong Kong Polytechnic University

^{4,6} บริษัท อินฟราทราฟฟิค คอนซัลแตนท์ (ประเทศไทย) จำกัด

⁵ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทคัดย่อ

การทางพิเศษแห่งประเทศไทย เป็นหน่วยงานที่ให้บริการเส้นทางของยานพาหนะประเภทต่างๆ มีรถบรรทุกวัตถุอันตรายที่ใช้เส้นทางพิเศษมีปริมาณเฉลี่ย 1,060 คันต่อวัน ดังนั้นจึงได้พัฒนาระบบจราจรอัจฉริยะ (ITS) เพื่อใช้สำหรับติดตามรถบรรทุกเป้าหมาย โดยระบบจะวิเคราะห์สถานะของรถบรรทุกเป้าหมายแบบ Real time ซึ่งระบบที่พัฒนาประกอบด้วยระบบตรวจจับอุบัติเหตุแบบอัตโนมัติสำหรับรถบรรทุกวัตถุอันตราย และระบบลงทะเบียนที่เชื่อมต่อกับระบบขอป้ายสติ๊กเกอร์เพื่อขึ้นทางพิเศษและใช้ในการควบคุมการขออนุญาตเข้าใช้เส้นทางอย่างเป็นระบบ รวมถึงระบบ Monitor แบบ Real time ที่ออกแบบให้รองรับการเชื่อมต่อข้อมูลกับระบบติดตามรถบรรทุกวัตถุอันตรายของกรมขนส่งทางบก และได้มีการทดสอบการทำงานของระบบด้วย GPS แบบ Real time โดยได้ทดสอบการตรวจจับรถบรรทุกวัตถุอันตรายที่มีการจำลอง (Simulation) การวิ่งของรถบรรทุกวัตถุอันตรายในสถานการณ์ต่างๆ สามารถตรวจจับรถบรรทุกวัตถุอันตรายที่อยู่ในสถานะผิดปกติได้ภายในระยะเวลา 1 นาที หลังเกิดเหตุ สามารถตรวจจับความผิดปกติในการขับขี่ได้ คือ การใช้ความเร็วเกินกฎหมายกำหนดเกินกว่า 3 นาที, การห้ามใช้เส้นทางในช่วงเวลาที่กำหนด การใช้ความเร็วต่ำจนเป็นที่น่าสนใจในสภาพจราจรปกติ รวมถึงเข้าใช้เส้นทางโดยไม่มีการจองเส้นทางล่วงหน้า ซึ่งพัฒนาระบบให้สามารถแสดงผลข้อมูลการติดตามรถบรรทุกวัตถุอันตรายได้แบบ Real time บน Web Application พร้อมทั้งสามารถแสดงข้อมูลการระงับเหตุที่สำคัญต่อหน่วยกู้ภัยแยกตามประเภทวัตถุที่ทำการขนส่งได้

คำสำคัญ: การติดตามรถบรรทุกวัตถุอันตราย, รถบรรทุกวัตถุอันตราย, ระบบจราจรอัจฉริยะ, ระบบตรวจจับอุบัติเหตุแบบอัตโนมัติ

Abstract

EXAT is an organization serving the various types of vehicles with hazmat trucks in average volume of 1,060 vehicles per day. If any accident with hazmat trucks occurs, it will impact the damage to life, property and environment. Therefore, we have developed the intelligent traffic systems (ITS) to track the hazmat trucks. ITS systems are developed for analyzing the condition in real time. We have developed Hazmat trucks systems which consist of Automatic Incident Detection Systems for hazmat trucks and Registration System which connects to the system for label stickers to control the permission on expressway. Moreover, Monitor System for hazmat trucks which is designed to support and connect the hazmat trucks tracking with the Department of Land Transport, and also test the system with a GPS real time. The project has installed computer server to develop and test the detection of hazmat trucks. We have simulated the trucks under various circumstances. It shows we can detect the unusual truck within 1 minute after accident. It also can detect any truck which exceeding the speed limit more than 3 minutes, taking the expressway in a not given time period, using too low speed, and not booking in advance before taking expressway. We have also developed Hazmat system which can display

* ผู้เขียนผู้รับผิดชอบบทความ (Corresponding author)

E-mail address: jedwanna@yahoo.com

and track information real time on web application in order to classify the type of Hazmat trucks.

Keywords: Automatic Incident Detection Systems, Hazmat trucks, ITS systems, Tracking hazmat trucks

1. ที่มาและความสำคัญ

การทางพิเศษแห่งประเทศไทยได้ตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาการจัดการรถบรรทุกวัตถุอันตราย และได้ออกข้อบังคับพนักงานจราจรในทางพิเศษ เรื่อง การห้ามรถยนต์บรรทุกวัตถุอันตรายเดินทางพิเศษ พ.ศ. 2548 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยข้อบังคับพนักงานจราจรในทางพิเศษ เรื่อง การห้ามรถยนต์บรรทุกวัตถุอันตรายเดินทางพิเศษ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 โดยมีเจตนารมณ์ในการห้ามรถยนต์ซึ่งบรรทุกวัตถุอันตรายเดินทางพิเศษเสรีวิธี ช่วงตั้งแต่ทางแยกต่างระดับพญาไทถึงถนนงามวงศ์วาน ตลอดเวลา และห้ามรถยนต์ซึ่งบรรทุกวัตถุอันตรายที่ไม่ได้แจ้งเส้นทาง วัน เวลา และประเภทของวัตถุอันตรายที่จะบรรทุกให้ กทพ. ทราบล่วงหน้าเดินทางพิเศษ ในปัจจุบันผู้ประกอบการรถบรรทุกวัตถุอันตรายที่ต้องการใช้ทางพิเศษ จะต้องลงทะเบียนรถบรรทุกคันนั้นๆ พร้อมรายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับวัตถุอันตราย เพื่อขอสตีกเกอร์ใช้ทางพิเศษจาก กทพ. โดยสตีกเกอร์แต่ละชิ้นจะมีผลอนุญาตให้ใช้ทางพิเศษได้ 2 ปี ซึ่งทำให้ กทพ. มีฐานข้อมูลของรถบรรทุกวัตถุอันตราย ทุกคันที่จะขึ้นทางพิเศษ [1] หากรถบรรทุกวัตถุอันตรายนั้นเกิดอุบัติเหตุขึ้น จะช่วยให้เจ้าหน้าที่ของ กทพ. สามารถสืบค้นรายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับวัตถุอันตรายนั้น และดำเนินการช่วยเหลือกู้ภัยต่อไป อย่างไรก็ตาม มาตรการที่ใช้ในปัจจุบันของ กทพ. ไม่สามารถทราบได้ว่ารถบรรทุกที่ติดสตีกเกอร์ใช้ทางพิเศษที่ด่านใด วัน/เวลาใด ใช้เส้นทางใดในการเดินทาง เนื่องจากการขออนุญาตล่วงหน้า 2 ปีและ กทพ. ยังไม่มีระบบติดตามรถบรรทุกวัตถุอันตรายที่วิ่งในทางพิเศษที่เป็นแบบทันเหตุการณ์ (Real-time) ซึ่งจะช่วยให้การช่วยเหลือและแก้ไขปัญหาอุบัติเหตุรถบรรทุกวัตถุอันตรายเป็นไปด้วยความรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังเป็นการแบ่งเบาภาระงานในการตรวจสอบและติดตามรถบรรทุกวัตถุอันตรายในทางพิเศษของ กทพ. อีกด้วย

ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาระบบติดตามรถบรรทุกวัตถุอันตรายที่มีประสิทธิภาพมาใช้ติดตามรถบรรทุกวัตถุอันตรายในโครงข่ายทางพิเศษเพื่อให้ทราบตำแหน่งและเส้นทางที่แน่นอนของรถบรรทุกวัตถุอันตรายแต่ละคันในทางพิเศษ และจัดทำแผนการระงับอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับรถบรรทุกวัตถุอันตรายโดยการปรับใช้ให้เหมาะสมกับสภาพจราจรแต่ละสายทางเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยการศึกษาครั้งนี้จะดำเนินการครอบคลุมทั้งโครงข่ายทางพิเศษของ กทพ. อย่างไรก็ตามเนื่องจากปัจจุบัน กทพ. มีการพัฒนาระบบตรวจวัดสภาพจราจรแบบอัตโนมัติ(ITS) ไว้เพียงเส้นทางกาญจนาภิเษก(บางพลี-สุขสวัสดิ์) เท่านั้น ดังนั้นจึงเน้นการวิจัยในส่วนที่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลสภาพจราจรอัตโนมัติไปทีถนนสายดังกล่าวเท่านั้น

2. ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

2.1 โครงการที่เกี่ยวข้องกับรถขนส่งวัตถุอันตราย

ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2550 สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจรกระทรวงคมนาคม ได้ดำเนินการศึกษาโครงการศึกษาพัฒนาระบบการกำกับการขนส่งของเสียและกากอุตสาหกรรมที่เป็นอันตรายระหว่างการขนส่งทางถนนจากแหล่งผลิตไปยังแหล่งกักเก็บหรือทำลาย[2] โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ระบบควบคุม ติดตาม ตรวจสอบและเฝ้าระวังยานพาหนะ (ทางถนน) ที่รองรับการเชื่อมต่อกับระบบการติดตาม กำกับ ตรวจสอบการขนส่งสินค้าอันตรายของศูนย์ปฏิบัติการความปลอดภัยด้านการขนส่งวัตถุอันตรายและสารเคมีอันตราย ของสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร ที่ได้ดำเนินการไว้แล้ว และเพื่อดำเนินการให้มีการทดสอบระบบการควบคุม ติดตาม ตรวจสอบ และเฝ้าระวังยานพาหนะ (ทางถนน) ที่ใช้ในการขนส่งของเสียและกากอุตสาหกรรม รวมทั้งเสนอแนะวิธีการในการกำกับการขนส่งอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม โดยศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ได้ดำเนินการศึกษาเพื่อสำรวจข้อมูลเส้นทางขนส่งสินค้าอันตราย [3] โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลและระบบรายงานเส้นทางที่มีความเสี่ยงจากการขนส่งสินค้าอันตรายเข้าสู่ระบบรายงานสภาพการจราจร และบริหารจัดการอุบัติเหตุทางถนนที่มีอยู่เดิม ซึ่งประกอบด้วย ระบบจราจร ระบบอุบัติเหตุ ระบบวิเคราะห์เส้นทางและระบบวิเคราะห์ข้อมูลสารเคมี ทั้งนี้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการตัดสินใจของหน่วยงานที่รับผิดชอบด้านการกำหนดนโยบาย แผนการจัดการ และมาตรการป้องกันความเสี่ยงในเส้นทางขนส่งสินค้าอันตรายได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อปีงบประมาณ พ.ศ. 2549 สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร กระทรวงคมนาคม ได้ทำการศึกษาตามโครงการศึกษาพัฒนาระบบติดตามและกำหนดมาตรการการขนส่งวัตถุอันตราย[4] เพื่อให้สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร มีศูนย์ปฏิบัติการความปลอดภัยด้านการขนส่งวัตถุอันตราย พร้อมติดตั้งและวางระบบสื่อสาร ระบบควบคุม ติดตาม ตรวจสอบ และเฝ้าระวังยานพาหนะ (ทางถนน) ที่ใช้ในการขนส่งสินค้าอันตรายที่มีปริมาณมากในระหว่างการเดินทาง และเพื่อเสนอมาตรการหรือแนวทาง และเส้นทางที่เหมาะสมสำหรับการขนส่งวัตถุอันตรายที่มีปริมาณมาก รวมทั้งมาตรการที่เหมาะสมสำหรับการขนส่งวัตถุอันตรายที่มีปริมาณน้อยเพื่อการค้ารายย่อยด้วย ซึ่งภายใต้โครงการดังกล่าวได้มีการจัดตั้งศูนย์ปฏิบัติการความปลอดภัยด้านการขนส่งวัตถุอันตราย พร้อมทั้งติดตั้งระบบ และทำการติดตั้งอุปกรณ์ GPS บนยานพาหนะที่ทำการขนส่งวัตถุอันตรายจำนวน 100 คัน และทำการวิเคราะห์สภาพปัญหาและลักษณะการขนส่งวัตถุอันตราย ที่มีปริมาณมาก ระหว่างท่าเรือ สถานีขนส่ง คลังสินค้า รวมทั้งการขนส่งที่มีปริมาณน้อยเพื่อการค้ารายย่อย จากการศึกษาพบว่าสามารถติดตามรถขนส่งวัตถุอันตรายได้ผ่านอินเทอร์เน็ตสามารถแสดงรายละเอียดข้อมูลและสถานะของรถได้ รวมทั้งสามารถรายงานสรุปเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ว่าเกิดเหตุขึ้นที่ไหน เวลาใด และสามารถค้นหาสถานที่สำคัญ เช่น สถานีตำรวจ โรงพยาบาล ที่ใกล้ที่สุด เมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน และในปัจจุบันสืบ

เนื่องจากอุบัติเหตุที่เกิดกับรถบรรทุกอันตราย พบว่า สาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากพฤติกรรมผู้ขับรถที่มีการใช้ความเร็วเกินกว่าที่กฎหมายกำหนด รวมทั้งการทํานานที่ของพนักงานขับรถเกินระยะเวลาที่กฎหมายกำหนด กรมการขนส่งทางบก (ขบ.) จึงได้กำหนดมาตรการให้รถบรรทุกอันตรายจะต้องติดตั้งเครื่องบันทึกข้อมูลการเดินทางของรถ (GPS-Tracking) [5] โดยได้ออกประกาศ กำหนดคุณลักษณะและระบบการทำงาน ของเครื่องบันทึกข้อมูลการเดินทางของรถ (เมื่อวันที่ 22 พฤศจิกายน 2555) ซึ่งเครื่องบันทึกข้อมูลการเดินทางของรถจะต้องมีอุปกรณ์บ่งชี้ของผู้ขับรถ (Driver Identification) ด้วยการใช้ใบอนุญาตขับรถชนิดแผ่นแม่เหล็กของ ขบ. ในการระบุตัวผู้ขับรถ ทั้งนี้ผู้ขับรถทั้งหมดต้องได้รับการรับรองจาก ขบ. ก่อนทำการติดตั้ง

2.2 เทคโนโลยีที่ใช้ในการติดตามรถบรรทุกอันตรายในปัจจุบัน

2.2.1 Global Positioning System (GPS)

ระบบ GPS Tracking System มีประโยชน์ในด้านการบริหารจัดการรถบรรทุก ยกตัวอย่างเช่น สามารถควบคุมค่าใช้จ่ายในการขนส่ง สามารถสำรวจและบันทึกข้อมูลพฤติกรรมของผู้ขับขี่ เพิ่มความปลอดภัยของสินค้าและตัวรถจากการโจรกรรม รวมถึงสามารถบริหารการทำงานของรถได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งค่าใช้จ่ายในการดำเนินการไม่สูงเกินไปและสามารถติดตั้งได้กับรถทุกคัน โดยไม่ต้องคำนึงถึงเทคโนโลยีของรถแต่กัน หลักการทำงานของระบบ GPS Tracking System นั้น เบื้องต้นผู้ประกอบการจะต้องดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ติดตาม (Black Box) ที่ยานพาหนะ โดยอุปกรณ์จะทำหน้าที่รับสัญญาณจากดาวเทียม เพื่อดำเนินการบันทึกของรถ จากนั้นข้อมูลจะถูกประมวลผล และส่งผ่านเครือข่ายไร้สาย GPRS (General Package Radio Service) ไปยังคอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Computer Server) ที่ตั้งอยู่ในศูนย์ควบคุมระบบ GPS Tracking System ของผู้ให้บริการเครือข่ายสื่อสาร โดยข้อมูลต่างๆ จะถูกประมวลผลก่อนส่งต่อไปยังคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้บริการ (Client Computer) เพื่อแสดงผลตำแหน่งและสถานภาพของรถบนแผนที่ดิจิทัล ซึ่งผู้ให้บริการสามารถทำรายงานแสดงผลข้อมูลได้ตามต้องการ

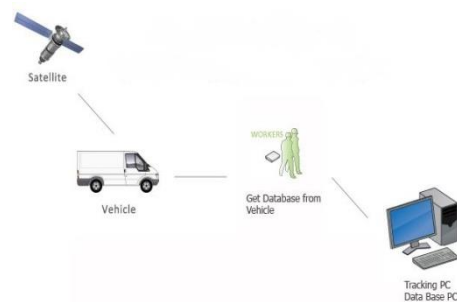


รูปที่ 1 หลักการทำงานของ GPS Tracking System

ทั้งนี้ ระบบติดตามยานพาหนะ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.2.1.1 Offline GPS Tracking

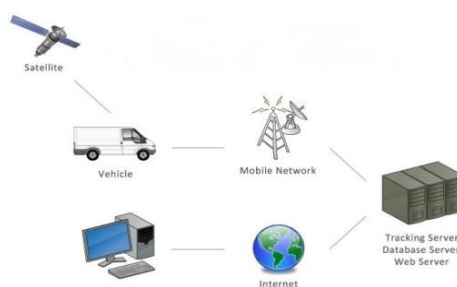
GPS Tracking แบบ Offline (Passive Tracking System) เป็นระบบที่ใช้ในการเก็บข้อมูลต่างๆ เช่น สถานที่ เวลา อัตราเร็ว ทิศทางยานพาหนะ โดยข้อมูลที่ได้อาจจะทำการเก็บไว้ที่อุปกรณ์รับสัญญาณ GPS ที่ติดตั้งอยู่ที่ยานพาหนะ เมื่อยานพาหนะมาถึงยังสถานี ก็จะดำเนินการดึงข้อมูลที่เก็บนั้น นำมาประมวลผลเพื่อใช้ประโยชน์ต่อไป ซึ่งเป็นการนำเทคโนโลยี GPS ผสมผสานกับหน่วยความจำ (Memory) จะทำให้ทราบถึงข้อมูลยานพาหนะที่ต้องการติดตาม แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ระบบ Offline Tracking System

2.2.1.2 Online GPS Tracking

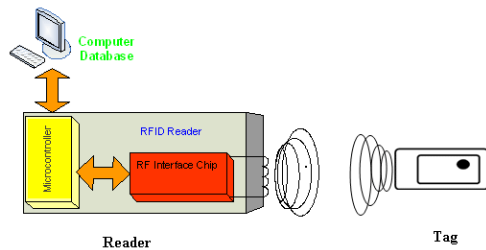
GPS Tracking แบบ Online (Real Time Tracking System) หรือ AVL System (Automatic Vehicle Location) เป็นการรวมเทคโนโลยี GPS ที่สามารถบอกตำแหน่งของยานพาหนะ และระบบสื่อสารข้อมูลที่ สามารถส่งข้อมูลไปยัง ศูนย์กลางควบคุม (Server) เป็นการพัฒนาต่อยอดมาจากแบบ Offline ทำให้สามารถแสดงข้อมูลตำแหน่ง และข้อมูลอื่นๆ ได้ในทันที แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ระบบ Online Tracking System

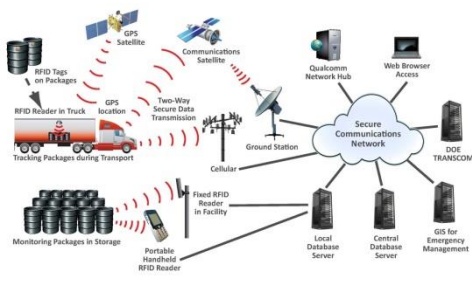
2.2.2 Radio Frequency Identification System (RFID)

RFID ย่อมาจากคำว่า "Radio Frequency Identification" เป็นระบบชี้เฉพาะอัตโนมัติ Auto-ID แบบไร้สาย (Wireless) ที่กำลังได้รับความนิยมในปัจจุบัน ซึ่งเป็นวิธีการระบุเอกลักษณ์วัตถุ หรือตัวบุคคลโดยใช้คลื่นความถี่วิทยุ องค์ประกอบของระบบ RFID ประกอบด้วย RFID Tag หรือทรานสปอนเดอร์ (Transponder) ซึ่งทำหน้าที่ส่งสัญญาณวิทยุ หรือข้อมูลที่บันทึกอยู่ในไมโครชิปไปที่ตัวอ่านข้อมูล การสื่อสารระหว่าง RFID Tag และตัวอ่านข้อมูลจะเป็นแบบไร้สาย (Wireless Communication) ภายใน RFID Tag จะประกอบไปด้วยไมโครชิป ซึ่งเชื่อมต่ออยู่กับสายอากาศ แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงการทำงานของ RFID Tag

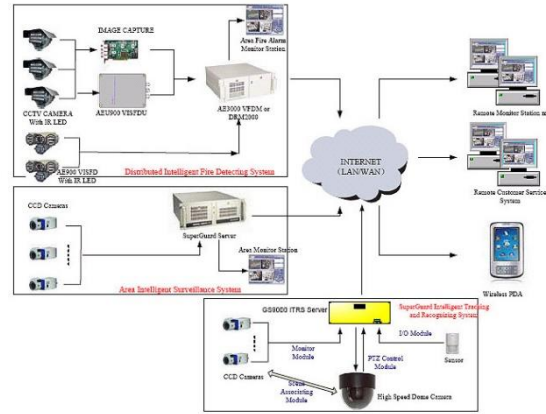
ไมโครชิปที่อยู่ใน RFID Tag จะมีหน่วยความจำซึ่งอาจเป็นแบบอ่านได้ อย่างเดียว (ROM) หรือทั้งอ่านทั้งเขียน (RAM) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการ ในการใช้งาน โดยปกติหน่วยความจำแบบ ROM จะใช้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัย เช่น ข้อมูลของรหัส Password หรือข้อมูลความลับ บุคคล ในขณะที่ RAM จะใช้เก็บข้อมูลชั่วคราวในระหว่างที่ RFID Tag และ ตัวอ่านข้อมูลทำการติดต่อสื่อสารกัน แสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 หลักการทำงานของ RFID

2.2.3 Intelligent Video Tracking and Surveillance System (CCTV)

การใช้งานระบบกล้องวงจรปิดเพื่อติดตามยานพาหนะ (Intelligent Video Tracking and Surveillance) จะต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์กล้องวงจร ปิดในลักษณะของเครือข่าย (Network CCTV) ตลอดแนวเส้นทาง ทั้งนี้ เพื่อให้สามารถติดตามยานพาหนะได้ตลอดเวลาที่อยู่ในพื้นที่ นอกจากนี้ กล้องวงจรปิดแต่ละตัวจะต้องมีการติดตั้ง Software เพิ่มเติม เพื่อให้ สามารถประมวลผลภาพ (Image Processing Capability) และตรวจจับ ยานพาหนะที่เข้ามาในขอบเขตของกล้องวงจรปิดได้ (Detection Zone) พร้อมทั้งสามารถเชื่อมโยงการติดตามยานพาหนะไปสู่กล้องถัดไป (Hand Off) สำหรับการประยุกต์ใช้เพื่อติดตามรถบรรทุกวัตถุอันตราย โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารเคมีที่เป็นพิษ สามารถดำเนินการตรวจสอบและ ติดตามยานพาหนะได้โดยใช้อุปกรณ์กล้องวงจรปิดที่มีการติดตั้ง Software อัตโนมัติ แสดงดังรูปที่ 6 ซึ่งสามารถจับภาพการเคลื่อนที่ของ รถบรรทุกจากกล้องหนึ่งสู่อีกกล้องหนึ่ง ในขณะที่รถบรรทุกคันดังกล่าว เคลื่อนที่ผ่านโครงข่ายถนนหรือพื้นที่เมือง ทั้งนี้ สามารถเชื่อมโยงระบบ ดังกล่าว ไปสู่การเฝ้าระวังภัยในกรณีต่างๆ รวมถึงสามารถนำไปเป็น หลักฐานสำหรับการเปรียบเทียบปรับในกรณีที่มีการฝ่าฝืนข้อบังคับทาง กฎหมาย



รูปที่ 6 หลักการทำงานของ CCTV Tracking System

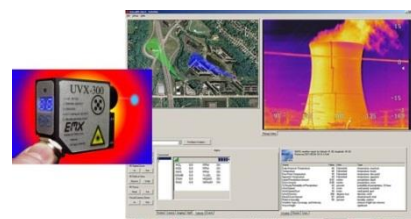
2.2.4 Technology อื่นๆ

Pressure Gauge และ Chemical Detection เป็นอุปกรณ์สำหรับ ตรวจสอบสภาพการปนเปื้อนของสารพิษในอากาศและยานพาหนะที่ใช้ ในการขนส่ง แสดงดังรูปที่ 7 ซึ่งจะช่วยให้การตรวจจับมีความแม่นยำ มากยิ่งขึ้น โดยสามารถใช้เป็นระบบแจ้งเตือนเหตุการณ์ ขึ้นอยู่กับการตั้งค่า ความอ่อนไหวของอุปกรณ์ นิยมใช้ในการขนส่งวัตถุอันตรายทางท่อ (Pipeline) และติดตั้งตามเขตทางเพื่อตรวจจับการปนเปื้อนของสารพิษใน อากาศจากการขนส่งวัตถุอันตราย



รูปที่ 7 Pressure Gauge and Chemical Detection Sensor

Photonic/Optical Sensor เป็นอุปกรณ์สำหรับตรวจสอบการปนเปื้อน ของสารพิษ ที่ได้จากการประมวลผลสัญญาณภาพ ดังรูปที่ 8 โดยแสดงผล ออกเป็นแถบสีของการปนเปื้อนในระดับต่างๆ ความแม่นยำของอุปกรณ์ ดังกล่าว จะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการส่งผ่านข้อมูลสำหรับการ ใช้ในการ วิเคราะห์ สำหรับการประยุกต์ใช้การตรวจสอบยานพาหนะบรรทุกวัตถุ อันตรายจะนิยมติดตั้งเป็นจุดตรวจสอบถาวร (Permanent Location) โดยเฉพาะในพื้นที่เสี่ยง เช่น อุโมงค์ หรือ สะพาน เป็นต้น



รูปที่ 8 Photonic Sensor and Optical Scanner

อย่างไรก็ตามเนื่องจากประกาศกรมขนส่งทางบกเกี่ยวกับการติดตั้งอุปกรณ์ติดตามรถขนส่งวัตถุอันตรายด้วย GPS ทำให้ระบบ GPS เป็นระบบที่เหมาะสมที่จะทำการพัฒนาและสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้อย่างหลากหลายทั้งนี้ยังสามารถติดตั้งใช้งานจริงได้ง่ายและยืดหยุ่นกว่าระบบอื่นๆ

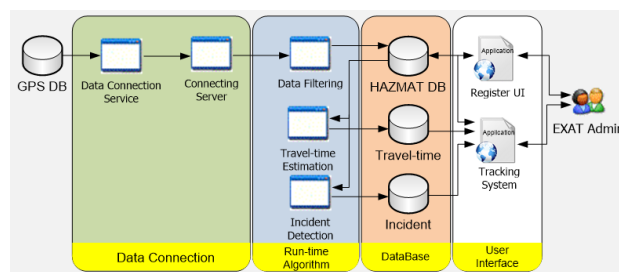
2.3 ศึกษาการพัฒนาระบบ ITS ของการทางพิเศษ

การทางพิเศษได้ทำการออกแบบและพัฒนาสถาปัตยกรรมเชิงบูรณาการของระบบจราจรอัจฉริยะหรือระบบ ITS โดยได้ทำการศึกษาศึกษาและพัฒนาแผนแม่บทระบบจราจรและขนส่งอัจฉริยะ และจัดตั้งศูนย์บูรณาการข้อมูลจราจรอัจฉริยะ (ระยะที่ 1) [6] เป็นโครงการเพื่อศึกษา กำหนดกรอบและทิศทางการพัฒนาระบบจราจรและขนส่งอัจฉริยะ พร้อมทั้งจัดทำเป็นแผนแม่บทการพัฒนาระบบจราจรอัจฉริยะของ กทพ. ซึ่งสามารถจัดลำดับความสำคัญในการแก้ไขปัญหาจราจรด้วยระบบ ITS อย่างเป็นขั้นตอน ลดการลงทุนติดตั้งระบบที่ซ้ำซ้อน เพื่อให้การพัฒนาของ กทพ. เป็นไปอย่างรอบคอบ และมีทิศทางที่สอดคล้องกันทุก ๆ ระบบ และจากนั้นได้ทำการพัฒนา ระบบ ITS เพื่อนำมาใช้ในบริหารจัดการทางพิเศษกาญจนาภิเษก (บางพลี-สุขสวัสดิ์) ของการทางพิเศษแห่งประเทศไทย (กทพ.) เพื่อให้เป็นทางพิเศษอัจฉริยะ (ITS Corridor) [7] โดยมีการทดสอบและติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพจราจรแบบอัตโนมัติซึ่งเป็นอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพจราจรแบบไมโครเวฟเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลพื้นฐาน ได้แก่ ความเร็ว อัตราการไหล และความหนาแน่นของจราจรเพื่อคัดเลือกอุปกรณ์ที่มีความเหมาะสมกับการใช้งานบนเส้นทางพิเศษ [8] แล้วนำข้อมูลมาประมวลผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายและอัลกอริทึมของระบบ ITS ที่พัฒนาให้สามารถประมวลผลและแสดงผลได้แบบ Real time อันประกอบด้วยระบบ 1) ระบบประเมินและคาดการณ์สภาพจราจร [9] 2) ระบบประมาณและคาดการณ์ระยะเวลาในการเดินทาง โดยใช้วิธีการของ stochastic cell transmission model [10] 3) ระบบตรวจจับอุบัติเหตุแบบอัตโนมัติ [11] 4) ระบบเก็บข้อมูลจุดเริ่มต้นและจุดปลายทางการเดินทาง และ 5) ระบบบริหารจัดการที่ศูนย์ควบคุมกลางที่ทำหน้าที่ควบคุม สั่งการประมวลผล และแสดงผลที่ได้จากระบบ ITS ทำให้สามารถบริหารจัดการและแก้ไขปัญหาจราจรบนทางพิเศษได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งยังเป็นศูนย์กลางในการประสานงานผู้ใช้ และสามารถรายงานสภาพจราจรแก่ผู้ใช้ทางบนป้าย VMS และบนแอปพลิเคชันผ่านเว็บไซต์และมือถือสมาร์ตโฟนที่มีการรายงานสภาพจราจรแบบในรูปแบบเส้นสีความหนาแน่นสามารถหาระยะเวลาการเดินทางจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดปลายทาง สามารถทราบตำแหน่งในการเกิดอุบัติเหตุหรืออุบัติเหตุบนแผนที่ของเส้นทางซึ่งเป็นแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งานทราบถึงสถานการณ์จราจรทำให้สามารถตัดสินใจในการเลือกใช้เส้นทางได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

ทั้งนี้ระบบ ITS ของการทางพิเศษที่มีการพัฒนาไปนั้นมีความยืดหยุ่นและมีข้อมูลที่เป็น เช่น สภาพจราจรแบบ Real-time, ระยะเวลาการเดินทางในแต่ละช่วงของเส้นทาง, รวมถึงข้อมูลจากอุปกรณ์ Sensor ที่จะสามารถนำมาพัฒนาระบบติดตามรถขนส่งวัตถุอันตรายได้เป็นอย่างดี

3. การออกแบบและพัฒนาระบบติดตามรถขนส่งวัตถุอันตราย

จากการทบทวนกฎหมาย ข้อบังคับและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าในปัจจุบันประเทศไทยได้มีการออกประกาศให้รถบรรทุกวัตถุอันตรายทุกคันต้องมีการติดตั้งระบบ GPS เพื่ออำนวยความสะดวกในการตรวจสอบการเดินทางของรถบรรทุกวัตถุอันตราย และเข้าแก้ไขในกรณีที่เกิดอุบัติเหตุได้อย่างทันที่ เทคโนโลยี GPS จึงเป็นเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการพัฒนาระบบติดตามรถบรรทุกวัตถุอันตรายที่เข้าใช้โครงข่ายของการทางพิเศษแห่งประเทศไทย โดยระบบที่พัฒนาจะมีขีดความสามารถดังต่อไปนี้ 1) ระบบรองรับการเชื่อมต่อข้อมูลแบบ Online กับฐานข้อมูลของกรมขนส่งทางบกเพื่อเรียกดูข้อมูล GPS ที่ติดตั้งบนรถขนส่งวัตถุอันตรายที่ได้ทำการลงทะเบียนไว้กับกรมขนส่งทางบก 2) ระบบสามารถแสดงตำแหน่งของรถขนส่งวัตถุอันตรายบนเส้นทางพิเศษของ กทพ. แบบ Online 3) ระบบสามารถตรวจจับความผิดปกติในการเดินทางของรถขนส่งวัตถุอันตรายบนเส้นทางนำร่อง สายกาญจนาภิเษก เช่น มีการหยุดรถเกินกว่าเวลาที่กำหนด 4) ระบบสามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์กู้ภัยที่เหมาะสมกับรถขนส่งวัตถุอันตรายที่เกิดอุบัติเหตุบนเส้นทางได้ 5) มีระบบลงทะเบียนก่อนนำรถขึ้นบนทางพิเศษเพื่อทำการคัดกรองและทำให้ทราบข้อมูลของรถขนส่งวัตถุอันตรายล่วงหน้าได้ 6) ระบบสามารถแสดงข้อมูลพื้นฐานของรถขนส่งวัตถุอันตรายได้ที่ทำกรลงทะเบียนผ่านระบบ เช่น ทะเบียนรถ, ชนิดของรถ, สิ่งของที่ทำการบรรทุก เป็นต้น 7) ระบบสามารถทำรายงานเพื่อแสดงปริมาณรถขนส่งวัตถุอันตรายที่ลงทะเบียนและผ่านขึ้นบนเส้นทางได้ โดยในรายงานประกอบไปด้วย ทะเบียนรถ, ประเภทรถ, ชนิดสิ่งของบรรทุก, จุดขึ้นทางและปลายทางสินค้า, ผ่านเข้า/ออก, เวลาเข้าเส้นทาง, เวลาออกจากเส้นทาง, ระยะเวลาการเดินทาง ดังนั้นระบบที่ออกแบบจึงมีโครงสร้างดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 โครงสร้างระบบติดตามรถขนส่งวัตถุอันตราย

จากรูปที่ 9 แสดงให้เห็นโครงสร้างของระบบติดตามรถขนส่งวัตถุอันตราย โดยจะประกอบไปด้วยสี่ส่วนหลักคือ

3.1 ระบบเชื่อมต่อข้อมูล

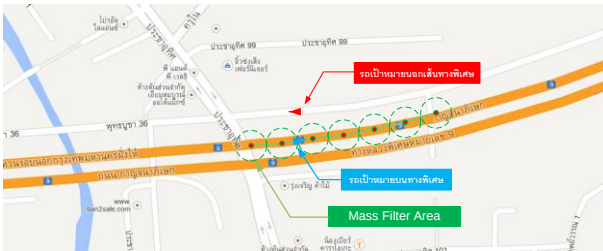
ถูกพัฒนาในรูปแบบ Web-service ทำหน้าที่รองรับข้อมูลจากอุปกรณ์แบบ Real-time หรือทำการเชื่อมต่อข้อมูลกับระบบฐานข้อมูลของกรมขนส่งทางบก โดยส่วนนี้ได้ทำการออกแบบไว้เพื่อรองรับการรับส่งข้อมูลกับกรมขนส่งทางบก

3.2 Run-time Algorithm

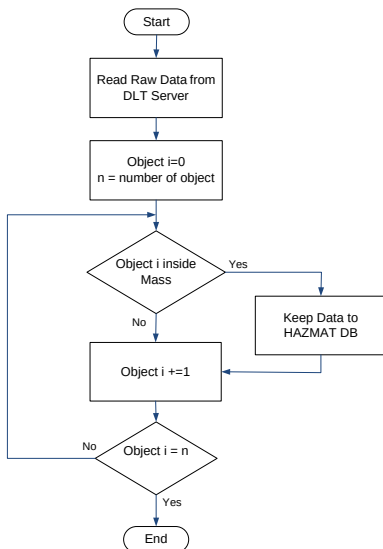
ระบบถูกพัฒนาขึ้นเพื่อทำหน้าที่หลักดังต่อไปนี้

3.2.1 คัดกรองข้อมูล

ระบบจะทำการคัดกรองข้อมูลรถขนส่งวัตถุอันตรายที่อยู่บนเส้นทางพิเศษเท่านั้น โดยใช้หลักการสร้างพื้นที่วงกลม MASS Filter ขึ้นบนตำแหน่งพิกัดบนเส้นทางพิเศษบนแผนที่ โดยแต่ละวงมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 เมตร วางต่อกันตลอดเส้นทางพิเศษ เพื่อใช้คัดกรองยานพาหนะที่ผ่านเข้ามาในพิกัดของพื้นที่วงกลม โดยคัดเลือกเฉพาะรถที่เคลื่อนที่ต่อเนื่องตามลำดับของพื้นที่วงกลมแต่ละวง เพื่อยืนยันว่าพิกัดที่เคลื่อนที่บนพื้นที่ที่กำหนดไว้ คือรถบรรทุกที่เข้าใช้ทางพิเศษดังแสดงตัวอย่างดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 ตัวอย่างกระบวนการ Filter รถขนส่งวัตถุอันตราย บนทางพิเศษ



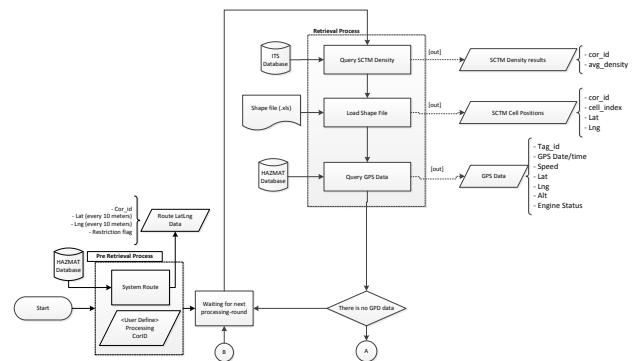
รูปที่ 11 การทำงานของระบบคัดกรองข้อมูล

ระบบการคัดกรองข้อมูล (Filter) ดังแสดงในรูปที่ 11 จะเริ่มต้นจากการรับข้อมูลดิบ (Raw Data) จากฐานข้อมูลของกรมการขนส่งทางบก นำเข้ามาทำการตรวจสอบเปรียบเทียบข้อมูล โดยใช้เลขพิกัดจาก GPS ของรถขนส่งวัตถุอันตราย เทียบกับพิกัดบนพื้นที่วงกลมแต่ละวง หากอยู่ภายในพื้นที่พิกัดของวงกลมบนแผนที่ แสดงว่ารถบรรทุกคันนั้นแล่นอยู่บนเส้นทางพิเศษ ระบบจะทำการบันทึกข้อมูลของรถคันนั้นเข้าเก็บลงในฐานข้อมูล (HAZMAT DB) โดยจะทำการตรวจสอบทุกวงกลมที่วางไว้บนแผนที่ตั้งแต่เริ่มเข้าจนถึงสิ้นสุดเส้นทางพิเศษ

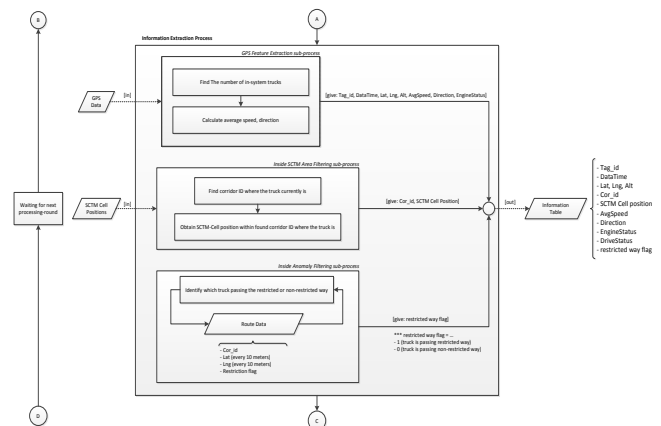
3.2.2 การตรวจจับอุบัติเหตุ

การตรวจจับอุบัติเหตุของรถขนส่งวัตถุอันตรายที่เกิดขึ้นบนโครงข่ายทางพิเศษ ถูกออกแบบมาให้ทำงานแบบ Real-time แสดงการทำงานดังรูปที่ 12, รูปที่ 13 และรูปที่ 14 เพื่อตรวจสอบและเตือนอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นกับรถบรรทุกวัตถุอันตรายในกรณีที่เกิดความผิดปกติขึ้น เนื่องจากอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นกับรถบรรทุกวัตถุอันตรายมีระดับความรุนแรงที่สูงต่อผู้ใช้ทาง หรือประชาชนที่อาศัยในบริเวณใกล้เคียง อย่างไรก็ตามเนื่องจากระบบติดตามรถขนส่งวัตถุอันตรายที่พัฒนาขึ้นนี้ถูกออกแบบเพื่อให้รองรับการทำงานร่วมกับข้อมูลรถขนส่งวัตถุอันตรายของกรมขนส่งทางบก จึงได้มีการตั้งรอบการทำงานของระบบตรวจจับอุบัติเหตุให้ทำงานทุก 1 นาทีตามรอบการให้ข้อมูลของระบบจัดเก็บข้อมูลของกรมขนส่งทางบก โดยระบบสามารถแยกแยะอุบัติเหตุของรถขนส่งวัตถุอันตรายออกเป็นหัวข้อ คือ

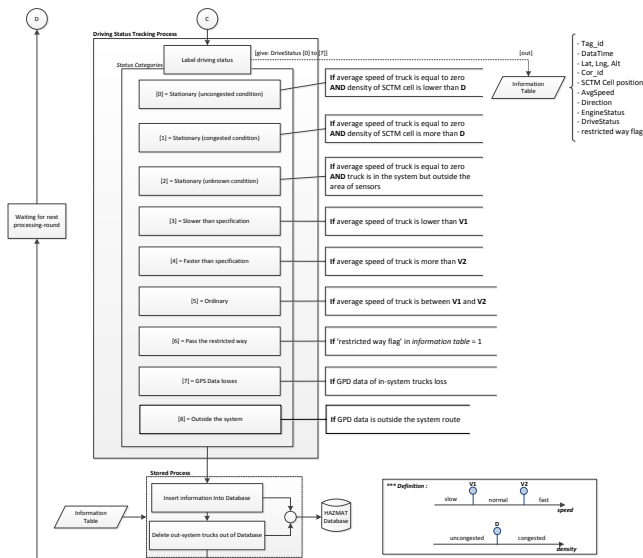
- รถจอด (สภาพจราจรรถไม่ติด)
- รถจอด (สภาพจราจรรถติด)
- รถจอด (ไม่สามารถระบุสภาพจราจรได้)
- วิ่งช้ากว่าปกติ
- วิ่งเร็วเกินกว่ากำหนด
- วิ่งในทางที่ไม่อนุญาตให้วิ่ง
- ข้อมูล GPS หายขณะอยู่บนทางพิเศษ



รูปที่ 12 การทำงานของระบบ Incident Detection



รูปที่ 13 การทำงานของระบบ Incident Detection (ต่อ)



รูปที่ 14 การทำงานของระบบ Incident Detection (ต่อ)

3.2.3 ระบบคาดการณ์ระยะเวลาการเดินทางและทำนายตำแหน่งรถชนส่งวัตถุอันตราย

ระบบคาดการณ์ระยะเวลาการเดินทางและทำนายตำแหน่งรถชนส่งวัตถุอันตรายเป็นระบบที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในการทำนายตำแหน่งรถชนส่งวัตถุอันตรายล่วงหน้า เพื่อเจ้าหน้าที่หน่วยกู้ภัยสามารถจัดเตรียมกำลังหรือวางแผนล่วงหน้าหากมีรถชนส่งวัตถุอันตรายร้ายแรงขึ้นใช้เส้นทางเพื่อให้สามารถเข้าถึงพื้นที่ได้อย่างรวดเร็วที่สุด ระบบนี้ทำงานโดยใช้ข้อมูลสภาพจราจรแบบ Real-time จากระบบ ITS ของการทางพิเศษ มาทำการประเมินสภาพจราจร และทำการคำนวณร่วมกับความเร็วปัจจุบันของรถชนส่งวัตถุอันตรายเพื่อทำนายตำแหน่งของรถเป้าหมายในอีก 15 นาทีข้างหน้า

3.3 ระบบฐานข้อมูล

ระบบฐานข้อมูลของระบบติดตามรถชนส่งวัตถุอันตรายถูกออกแบบตามโครงสร้างหลักของระบบติดตามรถชนส่งวัตถุอันตรายของกรมขนส่งทางบกเพื่อให้รองรับการเชื่อมต่อข้อมูลได้ในอนาคต โดยระบบถูกพัฒนามาบนระบบฐานข้อมูล MS-SQL และถูกแบ่งออกเป็นสามส่วนหลักดังต่อไปนี้

3.3.1 ระบบฐานข้อมูล HAZMAT

ประกอบไปด้วยระบบฐานข้อมูลสำหรับจัดเก็บข้อมูลดิบของระบบ GPS และข้อมูลที่ได้รับการคัดกรองเรียบร้อยแล้วเพื่อนำไปแสดงผลระบบฐานข้อมูลส่วนนี้มีการจัดเก็บข้อมูลย้อนหลังเป็นระยะเวลาสามเดือนทำให้ผู้ดูแลระบบสามารถเรียกดูข้อมูลย้อนหลังได้

3.3.2 ระบบฐานข้อมูล Travel-time

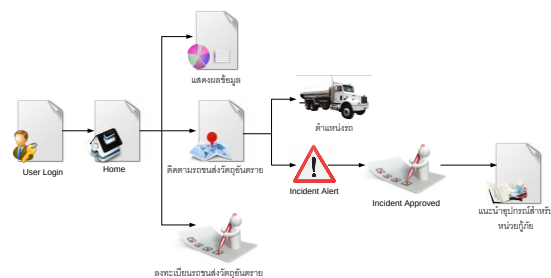
เป็นระบบฐานข้อมูลจากระบบ ITS ซึ่งระบบจะทำการเรียกข้อมูลเวลาการเดินทางในเส้นทางมาเพื่อทำการคำนวณในระบบประเมินและคาดการณ์ตำแหน่งรถชนส่งวัตถุอันตรายล่วงหน้า

3.3.3 ระบบฐานข้อมูล Incident

ถูกออกแบบมาเพื่อจัดเก็บข้อมูลอุบัติเหตุที่ทำการตรวจพบในระบบ โดยฐานข้อมูลนี้ถูกออกแบบมาให้มีโครงสร้างแบบเดียวกับระบบฐานข้อมูล Incident ของระบบ ITS เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อข้อมูลกันได้ง่ายและมีเสถียรภาพ อย่างไรก็ตามนอกจากจะทำการจัดเก็บข้อมูลในระบบติดตามรถชนส่งวัตถุอันตรายแล้ว ระบบ Incident Detection จะทำการส่งข้อมูลไปยังระบบ ITS ด้วยเพื่อให้ระบบ ITS ทราบถึงอุบัติเหตุและให้เจ้าหน้าที่ทำการตรวจสอบการแจ้งเตือนดังกล่าว

3.4 ระบบแสดงผลและ User Interface

ระบบแสดงผลของระบบติดตามรถชนส่งวัตถุอันตรายถูกพัฒนาในรูปแบบของ Web Application เพื่อให้สามารถเข้าถึงได้ง่าย โดยระบบแบ่งออกเป็นสองส่วนหลักคือ ระบบ Register และแสดงผลของผู้ใช้งานระบบและระบบแสดงผลระบบรวมของผู้ดูแลระบบ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



รูปที่ 15 การทำงานของระบบคัดกรองข้อมูล

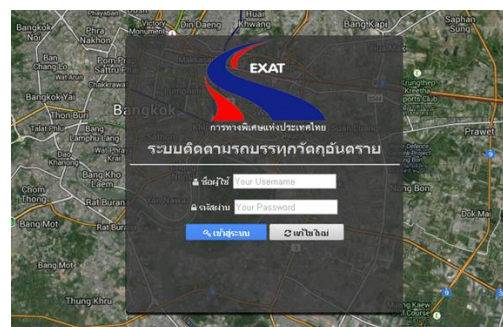
โดยมีรายละเอียดการแสดงผลข้อมูลในระบบย่อยดังต่อไปนี้

3.4.1 ระบบ User Login

เพื่อใช้ในการคัดกรองและกำหนดสิทธิ์ในการเข้าใช้ข้อมูลของระบบ โดยเบื้องต้นที่ปรึกษาจะทำการตั้งค่าความสำคัญของ User login ซึ่งมีการใช้งานแบ่งเป็น 2 กลุ่มหลัก ดังนี้

- Admin เป็นกลุ่ม User ที่สามารถเข้าถึงข้อมูลทั้งหมดและทำการปรับแต่งระบบได้
- User เป็นกลุ่ม User ที่เข้าถึงเฉพาะข้อมูลพื้นฐานและใช้งานระบบทั่วไปเท่านั้น

มีตัวอย่างการแสดงผลดังรูปที่ 16



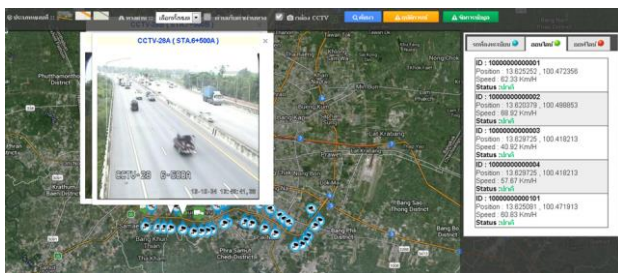
รูปที่ 16 แสดงตัวอย่างหน้า User Login ของระบบ

3.4.2 การแสดงผลตำแหน่งรถขนส่งวัตถุอันตราย

ระบบทำการแสดงผลตำแหน่งรถขนส่งวัตถุอันตราย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ระบบจะทำการแสดง icon รถขนส่งวัตถุอันตรายบนแผนที่ โดยจะทำการ Update ข้อมูลตำแหน่งของรถทุกๆ 1 นาที
- แสดงผลบน Google map
- สามารถเรียกดูรายละเอียดรถได้จากการคลิกบน icon ของรถ
- แสดงตำแหน่งรถ เมื่ออยู่บนทางด่วนเท่านั้น
- การแสดง icon ระหว่างรถปกติ และรถที่เกิดอุบัติเหตุจะแตกต่างกัน

มีตัวอย่างการแสดงผลดังรูปที่ 17



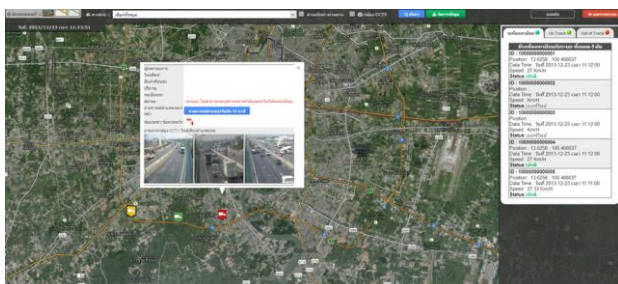
รูปที่ 17 แสดงตัวอย่างหน้า Monitor ของระบบ

3.4.3 การแสดงผล Incident Detection

ระบบทำการแสดงผลเมื่อพบอุบัติเหตุของรถขนส่งวัตถุอันตราย โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- แสดงผลเมื่อเกิดอุบัติเหตุเท่านั้น
- เหตุที่ตรวจจับพบแต่ยังไม่ได้รับการยืนยัน แสดง icon สีดำ
- เหตุที่ตรวจจับได้ภายใน 5 นาทีแสดง icon สีดำพร้อม Action เพื่อให้แยกแยะออกจาก incident ที่ตรวจพบก่อนหน้านี้ได้
- เหตุที่ตรวจจับพบและได้รับการยืนยันแล้ว แสดง icon สีแดง (ทำการยืนยันผล ผ่านระบบ ITS)
- เหตุที่ตรวจจับแล้วแต่ถูกปฏิเสธ จากผู้ดูแลหลังจากตรวจสอบแล้ว แสดง icon สีเหลือง
- เหตุที่ได้รับการระงับเหตุเป็นที่เรียบร้อยแล้ว แสดง icon สีเขียว
- แสดงภาพ CCTV ในจุดที่เกิดเหตุที่สอดคล้องในมิติ

มีตัวอย่างการแสดงผลดังรูปที่ 18

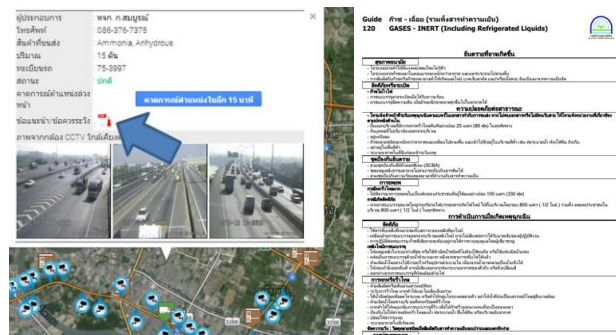


รูปที่ 18 แสดงตัวอย่างการแสดงผลของระบบเมื่อตรวจพบอุบัติเหตุ

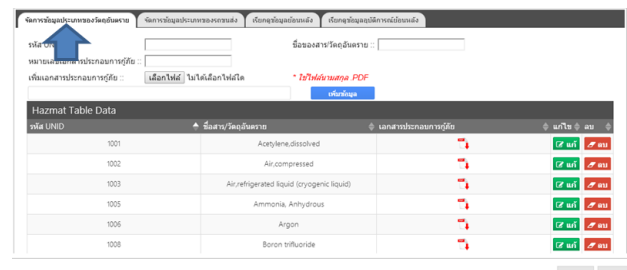
3.4.4 การแสดงผล ข้อมูลแนะนำเมื่อเกิดอุบัติเหตุ

- เมื่อคลิกที่ icon แสดงอุบัติเหตุ ระบบจะแสดงรายละเอียดการ Register ของรถที่คาดว่าเกิดเหตุ และแสดงรายละเอียดวัตถุที่ขนส่ง
- เมื่อคลิกที่เครื่องหมายแสดงรายละเอียดการกู้ภัย ระบบจะแสดงข้อมูลแนะนำสำหรับการกู้ภัย เช่น วัสดุสำหรับกู้ภัย และวิธีการเบื้องต้น

มีตัวอย่างการแสดงผลดังรูปที่ 19 และรูปที่ 20



รูปที่ 19 แสดงตัวอย่างการแสดงผลข้อมูลแนะนำ



รูปที่ 20 แสดงตัวอย่างหน้าการจัดการข้อมูลแนะนำ

3.4.5 การแสดงข้อมูลพื้นฐานรถขนส่งวัตถุอันตราย

- เมื่อคลิกที่ icon รถขนส่งวัตถุอันตรายที่แสดงบนแผนที่ ระบบจะแสดงรายละเอียดการ Register ของรถที่คาดว่าเกิดเหตุ และแสดงรายละเอียดวัตถุที่ขนส่ง
- เมื่อคลิกที่เครื่องหมายแสดงรายละเอียดการกู้ภัย ระบบจะแสดงข้อมูลแนะนำสำหรับการกู้ภัย เช่น วัสดุสำหรับกู้ภัย และวิธีการเบื้องต้น

3.4.6 การสมัครและจองเส้นทาง

ระบบการจองเส้นทางของรถขนส่งวัตถุอันตรายนั้นถูกออกแบบมาให้ใช้ระบบฐานข้อมูลร่วมกับระบบฐานข้อมูลทะเบียนขอสตักเกอร์ของรถขนส่งวัตถุอันตรายที่มีอยู่เดิมของการทางพิเศษ ดังนั้นหากเจ้าของกิจการต้องการนำรถขึ้นทางพิเศษ จำเป็นจะต้องทำการสมัครเพื่อขอสตักเกอร์ก่อน และนำรหัสที่ได้รับจากระบบขอสตักเกอร์มาทำการ Login เข้าสู่ระบบจองเส้นทางของระบบติดตามรถขนส่งวัตถุอันตราย เพื่อลงทะเบียนขอสตักเกอร์ของ กทพ. โดยเข้าไปที่ระบบบริการผ่านเว็บไซต์ (e-service) url: <http://www.exat.co.th/e-service/> แสดงดังรูปที่ 21

รูปที่ 21 แสดงตัวอย่างหน้าด้านการขอมองเส้นทาง

4. การทดสอบระบบติดตามรถขนส่งวัตถุอันตราย

การทดสอบระบบติดตามรถขนส่งวัตถุอันตรายจะเน้นหนักไปในการทดสอบด้านสมรรถนะของระบบเป็นส่วนใหญ่ โดยมีหัวข้อการทดสอบคือ การทดสอบสมรรถนะการทำงานของระบบ และการทดสอบความถูกต้องของระบบตรวจจับอุบัติเหตุอัตโนมัติ

4.1 การทดสอบสมรรถนะของระบบ

การทดสอบส่วนนี้เป็นการทดสอบโดยเน้นวัดสมรรถนะการทำงานของระบบทั้งด้านการรองรับข้อมูลและความเร็วในการทำงาน โดยระบบที่พัฒนาขึ้นถูกออกแบบให้ทำงานทุก 1 นาที ดังนั้นระบบจำเป็นต้องสามารถคำนวณข้อมูลทั้งหมดได้ทันภายใน 1 นาทีเพื่อให้เสร็จสิ้นการทำงานก่อนรอบทำงานถัดไป โดยผู้ทดสอบจะใช้ข้อมูล Simulation ที่ได้จากการเก็บข้อมูล GPS จากการใช้รถทดสอบวิ่งจริงบนถนนสายต่างๆ ของ การทางพิเศษรวมถึงเส้นทางต่างๆทั่วกรุงเทพมหานคร มาทำการป้อนให้กับระบบพร้อมกันเพื่อหาปริมาณสูงสุดของข้อมูลที่ระบบยังสามารถทำการคำนวณได้ทันภายในเวลา 1 นาที โดยโปรแกรม Simulation ดังรูปที่ 22 ที่ใช้ในการทดสอบจะสามารถส่งข้อมูลให้กับระบบติดตามรถกู้ภัยเป็นจำนวนสูงสุด 1,000 คันต่อครั้ง โดยใช้รูปแบบการส่งข้อมูลแบบเดียวกับระบบส่งข้อมูลของกรมขนส่งทางบก และทำการส่งเข้าระบบ Service ของระบบติดตามที่ได้จัดเตรียมไว้สำหรับการรองรับการส่งข้อมูลของกรมขนส่งทางบก

รูปที่ 22 แสดงตัวอย่างโปรแกรมป้อนข้อมูล Simulation ที่สามารถรองรับการส่งข้อมูลเข้าระบบติดตามรถกู้ภัยได้พร้อมกันครั้งละ 1000 คัน

การทดสอบผู้ทดสอบจะทำการส่งข้อมูลของรถขนส่งวัตถุอันตรายด้วยโปรแกรม Simulation เข้าระบบติดตามรถขนส่งวัตถุอันตรายและทำการจับเวลาที่เวลาในการทำงานของระบบ และเพิ่มจำนวนรถขึ้นครั้งละ 100 คันเพื่อหาปริมาณสูงสุดที่ระบบยังสามารถประมวลผลได้ ดังรูปที่ 23 โดยมีผลการทดสอบดังตารางที่ 1

รูปที่ 23 แสดงตัวอย่างการแสดงผลการทำงานของระบบตรวจจับอุบัติเหตุ

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการประมวลผลของระบบ

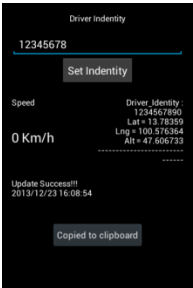
จำนวนข้อมูลที่ป้อนเข้าระบบ	เวลาที่ใช้ประมวลผล (Overall processing time)
100	13.05s
200	17.07s
300	18.10s
400	20.34s
500	23.05s
600	26.24s
700	28.95s
800	32.27s
900	35.45s
1000	39.02s

จากการทดสอบในตารางที่ 1 พบว่าระบบสามารถทำการประมวลผลข้อมูลเพื่อติดตามรถขนส่งวัตถุอันตรายได้พร้อมกันมากกว่า 1,000 คันในรอบการทำงาน 1 นาที ซึ่งเป็นปริมาณที่มากเพียงพอต่อจำนวนรถขนส่งวัตถุอันตรายที่ใช้ทางพิเศษในช่วงเวลาเดียวกัน

4.2 การทดสอบความถูกต้องและความเร็วในการตอบสนองของระบบตรวจจับอุบัติเหตุ

เนื่องจากระบบให้ข้อมูลแบบ Simulation นั้นทำการป้อนข้อมูลเข้าระบบด้วยรอบการทำงาน 1 ครั้งต่อนาที จึงไม่สามารถตอบสนองการทดสอบการทำงานของระบบแบบ Real-time ได้ดีเท่าที่ควร ผู้ทดสอบจึงได้ทำการพัฒนา Mobile Application ซึ่งทำหน้าที่เป็น Mobile GPS Tracking และส่งข้อมูลในรูปแบบเดียวกับข้อมูลต้นแบบของกรมขนส่งทางบก เข้ามายัง Server ทุก 10 วินาที เพื่อทำการทดสอบการทำงานของ

ระบบแบบ Real-time และสามารถทำการทดสอบ การเกิดอุบัติเหตุในรูปแบบต่างๆได้อย่างคล่องตัว โดยข้อมูลที่ Mobile Application ทำการจัดส่งมายังระบบมีดังเช่น รหัสผู้ขับขี่, รหัสตัวเครื่อง, ตำแหน่ง Lat, long ของอุปกรณ์ปัจจุบัน, ความเร็วในการเคลื่อนที่ เป็นต้น แสดงดังรูปที่ 24



รูปที่ 24 แสดงตัวอย่าง Mobile Application ที่พัฒนาขึ้นเพื่อทำการทดสอบระบบตรวจจับอุบัติเหตุแบบ Real-time

การทดสอบระบบตรวจจับอุบัติเหตุแบบอัตโนมัติ จะมุ่งเน้นทดสอบความถูกต้องในการตรวจสอบการเกิดเหตุต่างๆและวัดเวลาตอบสนอง ในการแสดงผลของระบบ โดยหัวข้อการทดสอบจะอ้างอิงตามชนิดการเกิดเหตุที่ระบบสามารถตรวจวัดได้ดังได้กล่าวไปแล้วก่อนหน้านี้ และผลการทดสอบแสดงให้เห็นในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบการแจ้งเตือนเมื่อตรวจพบความผิดปกติ

การทดสอบ	ผลการตรวจจับ	เวลาตอบสนอง
รถจอด (สภาพจราจรไม่ติด)	ตรวจพบ	78s
รถจอด (สภาพจราจรติด)	ตรวจพบ	83s
รถจอด(ระบุสภาพจราจรไม่ได้)	ตรวจพบ	79s
วิ่งช้ากว่าปกติ	ตรวจพบ	82s
วิ่งเร็วเกินกว่ากำหนด	ตรวจพบ	80s
วิ่งในทางที่ไม่อนุญาตให้วิ่ง	ตรวจพบ	78s
ข้อมูล GPS หาย	ตรวจพบ	73s

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถตรวจจับสถานการณ์ต่างๆได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ภายในเวลา ไม่เกิน 2 นาที (เนื่องจากระบบประมวลผลทำงานทุก 1 นาที) ซึ่งแสดงให้เห็นได้ว่าระบบสามารถตรวจจับได้ทันทีในการประมวลผลครั้งแรก เมื่อเกิดเหตุ ซึ่งหมายความว่าระบบสามารถตรวจจับอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นได้ทันที ที่มีข้อมูลเข้ามายังระบบ โดยความเร็วในการตอบสนองแปรผันตรงกับรอบการทำงานของโปรแกรมประมวลผล

5. บทสรุปและแผนงานในอนาคต

ระบบตรวจติดตามรถขนส่งวัตถุอันตรายบนเส้นทางพิเศษ ที่พัฒนาขึ้นบนพื้นฐานของโครงสร้างระบบฐานข้อมูลของกรมขนส่งทางบก ซึ่งประกอบไปด้วยระบบเชื่อมต่อข้อมูล ระบบ Runtime Algorithm ระบบฐานข้อมูล และระบบแสดงผล ที่ทำการพัฒนาขึ้นสำหรับการทาง

พิเศษ ที่พัฒนาขึ้นนั้น สามารถทำการตรวจจับติดตามรถขนส่งวัตถุอันตรายได้พร้อมกันทั้งหมดมากกว่า 1,000 คันต่อครั้ง โดยระบบตรวจจับอุบัติเหตุสามารถทำงานได้ในรอบการทำงานทุก 1 นาที โดยสามารถตรวจจับสถานการณ์ได้คือ รถจอด (สภาพจราจรไม่ติด), รถจอด (สภาพจราจรติด), รถจอด (ไม่สามารถระบุสภาพจราจรได้), วิ่งช้ากว่าปกติ, วิ่งเร็วเกินกว่ากำหนด, วิ่งในทางที่ไม่อนุญาตให้วิ่ง, ข้อมูล GPS หายขณะอยู่บนทางพิเศษ โดยทำการแสดงผลผ่าน Web Application ที่สามารถแบ่งกลุ่มผู้ใช้งานได้สองกลุ่มคือ 1) ผู้ดูแลระบบที่สามารถตรวจสอบตำแหน่งและสถานะของรถขนส่งวัตถุอันตรายที่บนทางพิเศษ และสามารถตรวจสอบข้อมูลของรถคันต่างๆได้รวมถึง สามารถวางแผนและจัดเตรียมความพร้อมของหน่วยกู้ภัยได้ผ่านระบบเอกสารแนะนำสำหรับการทำงานร่วมกับวัตถุอันตรายต่างๆ ที่ผู้ดูแลสามารถปรับปรุงเพิ่มเติมข้อมูลให้เหมาะสมและถูกต้องได้ตลอดเวลา 2) ผู้ใช้งานระบบ ซึ่งผู้ใช้งานระบบจะต้องทำการสมัครผ่านระบบลงทะเบียนสติกเกอร์รถขนส่งวัตถุอันตรายของการทางพิเศษก่อน จึงจะสามารถนำรหัสผ่านมาใช้งานกับระบบได้ โดยผู้ใช้งานสามารถทำการจองเส้นทางวิ่ง และตรวจสอบสถานะของรถในสังกัดของตนเองได้ในแบบ Real-time เช่นกัน

ในการพัฒนาระบบติดตามรถขนส่งวัตถุอันตรายนี้ ได้อ้างอิงข้อมูลของระบบฐานข้อมูลจากกรมขนส่งทางบก ซึ่งมีการส่งข้อมูลทุกๆ 1 นาที ทำให้การตอบสนองของระบบ จะทำได้เร็วที่สุดที่ระยะเวลามากกว่า 1 นาทีขึ้นไป ซึ่งในความเป็นจริงแล้วการตอบสนองด้วยความเร็วเท่านี้ยังคงเป็นความเร็วที่ต่ำเกินไปสำหรับ ระบบติดตามแบบ Real-time ซึ่งระบบควรจะสามารถตอบสนองได้ทันทีเมื่อเกิดอุบัติเหตุกับรถขนส่งวัตถุอันตรายที่วิ่งอยู่ในพื้นที่ อีกทั้งการส่งข้อมูลรถทั้งหมดมาทำการคัดกรองทั้งหมดบนเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายนั้นเป็นการสร้างภาระหนักให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายและระบบ network เป็นอย่างมาก ทำให้ยากต่อการพัฒนาต่อยอดให้สามารถตรวจจับรถขนส่งวัตถุอันตรายทั้งหมดที่มีอยู่ในประเทศได้ในแบบ Real-time ในอนาคต

ดังนั้นเพื่อให้สามารถทำการพัฒนาระบบ Real-time ที่สามารถใช้งานได้อย่างคลอบคลุมรถขนส่งวัตถุอันตรายที่มีอยู่จริง และสามารถตรวจจับได้อย่างทันทั่วถึง การพัฒนาต่อไปของระบบติดตามรถขนส่งวัตถุอันตรายในระยะต่อไปจะมุ่งเน้น การพัฒนา Application ในรูปแบบ Client Process ที่จะทำการคัดกรองข้อมูลทั้งหมดรวมถึงทำการตรวจจับอุบัติเหตุตามที่ GPS Client เพื่อเพิ่มสมรรถนะการทำงานของระบบและเพิ่มความเร็วรวมถึงความถูกต้องของระบบทั้งนี้ยังสามารถตอบสนองการสนองระหว่างผู้ดูแลระบบกับผู้ขับขี่ได้โดยตรง

เอกสารอ้างอิง

[1] http://www.exat.co.th/index.php/th_TH/page/details/26
[2] โครงการศึกษาพัฒนาระบบการกำกับรถขนส่งของเสียและกากอุตสาหกรรมที่เป็นอันตรายระหว่างการขนส่งทางถนนจากแหล่งผลิตไปยังแหล่งกักเก็บหรือทำลาย

- [3] โครงการศึกษาเพื่อสำรวจข้อมูลเส้นทางรถขนส่งสินค้าอันตรายของศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม
- [4] การทางพิเศษแห่งประเทศไทย,โครงการศึกษาพัฒนาระบบการติดตามและกำหนดมาตรการการขนส่งวัตถุอันตราย,2556
- [5] มาตรการควบคุมรถบรรทุกวัตถุอันตรายของกรมการขนส่งทางบก
- [6] การทางพิเศษแห่งประเทศไทย,รายงานการศึกษาลำดับสมรรถนะ,โครงการศึกษา และพัฒนาแผนแม่บทระบบจราจรและขนส่งอัจฉริยะ และจัดตั้งศูนย์บูรณาการข้อมูลจราจรอัจฉริยะ (ระยะที่ 1) (ITS Master Plan),2554
- [7] การทางพิเศษแห่งประเทศไทย, รายงานการศึกษาลำดับสมรรถนะ,โครงการศูนย์การจราจรอัจฉริยะ (ITS Center) ระยะที่ 2, 2556
- [8] การทางพิเศษแห่งประเทศไทย,รายงานการศึกษาลำดับสมรรถนะ,โครงการติดตั้งและประเมินผลระบบจราจรอัจฉริยะบนทางพิเศษกาญจนาภิเษก,2555
- [9] Sumalee A., Zhong, R.X., Pan, T.L., and Szeto W.Y. (2011) Stochastic cell transmission model (SCTM): a stochastic dynamic traffic model for traffic state surveillance and assignment, Transportation Research Part B, 45(3) p 507-533
- [10] การทางพิเศษแห่งประเทศไทย,รายงานการศึกษาลำดับสมรรถนะ,โครงการวิเคราะห์ระยะเวลาการเดินทางจากข้อมูลความเร็วรถและปริมาณจราจร (Travel Time Estimation),2555
- [11] การทางพิเศษแห่งประเทศไทย,รายงานการศึกษาลำดับสมรรถนะ,โครงการพัฒนาระบบตรวจจับอุบัติเหตุอัตโนมัติ(Automatic Incident Detection System),2555