บทที่ ๒

รายละเอียดเกี่ยวกับระบบควบคุมการจราจรทั้งพื้นที่

รายละเอียดเกี่ยวกับระบบควบคุมการจราจรทั้งพื้นที่ภายใต้ศูนย์ควบคุมเดียวโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะได้กล่าวในบทนี้จะแสดงให้เห็นถึงการนำเอาระบบนี้มาใช้แก้ปัญหาการจราจรตามเมืองใหญ่ ๆ ในต่างประเทศ และในประเทศไทยคือภายในพื้นที่กรุงเทพฯ ชั้นใน (Bangkok Inner Core Area) พร้อมทั้งแสดงให้เห็นถึงส่วนประกอบโดยทั่ว ๆ ไปของระบบ รวมถึงประโยชน์ที่ได้รับจากการนำเอาระบบนี้มาใช้แก้ปัญหาการจราจรในเมืองต่าง ๆ

๒.๑ ระบบควบคุมการจราจรทั้งพื้นที่ภายใต้ศูนย์ควบคุมเดียวในต่างประเทศ

หัวข้อนี้จะแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับการนำเอาระบบนี้มาใช้แก้ปัญหาการจราจรตามเมืองต่าง ๆ ในต่างประเทศ

๒.๑.๑ ระบบควบคุมการจราจรทั้งพื้นที่ภายใต้ศูนย์ควบคุมเดียวในมหานครนิวยอร์ค(๑)

มหานครนิวยอร์คได้มีโครงการศึกษารายละเอียดเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการทำงานของระบบสัญญาณไฟจราจรให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยในฤดูใบไม้ผลิของปี ค.ศ. ๑๙๖๘ ผู้บริหารนครนิวยอร์คได้ตกลงใจให้การสนับสนุนระบบควบคุมการจราจรโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เริ่มดำเนินการในเดือนพฤษภาคม ปี ค.ศ. ๑๙๖๙ ควบคุมการจราจรบนถนนสายหลักในควีนส์ ซึ่งโครงข่ายของถนนที่อยู่ในพื้นที่ควบคุมประกอบด้วยทางแยกจำนวน ๔๓๓ ทางแยก ซึ่งโครงการนี้เป็นระบบแรกในจำนวน ๑๒ ระบบ

การตัดสินใจเกี่ยวกับการควบคุมขึ้นอยู่กับข้อมูลสภาพการจราจรในอดีตและข้อมูลจากเครื่องตรวจสภาพการจราจรแบบ Ultrasonic Detector ซึ่งเลือกติดตั้งตามถนนสายหลักบางสายซึ่งอยู่ในพื้นที่ควบคุม เมื่อดำเนินการติดตั้งระบบคอมพิวเตอร์ครบทั้ง ๑๒ ระบบ หลังปี ค.ศ. ๑๙๗๕ จะสามารถควบคุมการทำงานของสัญญาณไฟจราจรได้ ๗๕๐๐ ทางแยก ซึ่งนับได้ว่าเป็นระบบควบคุมที่ใหญ่ที่สุดในโลก

คณะกรรมาธิการด้านการจราจรของนครนิวยอร์คเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบโดยตรงในการดำเนินการและพัฒนาของระบบ ได้มีการปรับปรุงเครื่องควบคุมสัญญาณไฟจราจรเดิม ซึ่งเป็นเครื่องกลไกไฟฟ้า(Electro-mechanical) มาเป็นระบบแบบใหม่และการสื่อสารข้อมูลรายละเอียดสภาพการจราจรจากเครื่องตรวจสภาพการจราจร (detecter) กับเครื่องคอมพิวเตอร์ ใช้แบบระดับสัญญาณส่งผ่านทางสายเคเบิลขององค์การโทรศัพท์ โดยเช่าสายเคเบิลขององค์การโทรศัพท์

ในปัจจุบันศูนย์ปฏิบัติการตั้งอยู่บนชั้น ๑ ของ Department of Traffic's headquarters facility ในควีนส์ ใช้เป็นที่ติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ซึ่งมีขีดความสามารถในการทำงานสูง ใช้เตรียมข้อมูลที่จะใช้ในการดำเนินการและควบคุมการทำงานของ

เครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กทั้ง ๑๒ เครื่อง มีแผนที่แสดงที่ตั้งของทางแยกต่าง ๆ ภายในพื้นที่ควบคุมโดยใช้หลอดเรืองแสง (Cathode ray tube CRT) หลอดเรืองแสงต่าง ๆ จะแสดงให้เห็นถึงโครงข่ายของถนนและที่ตั้งทางแยกในพื้นที่ควบคุมและมีสัญญาณเตือนเมื่อการควบคุมทางแยกใดประสบความล้มเหลว (คือไม่สามารถสนองตอบปริมาณการจราจรในช่วงเวลานั้น ๆ ได้) ทำให้ผู้ทำงานอยู่ในศูนย์กลางการควบคุมหาวิธีการแก้ไขได้ เครื่องควบคุมสัญญาณไฟแบบเก่ามีหน้าที่เป็นตัวเสริมหรือช่วยเชื่อมการใช้งานต่าง ๆ ส่วนเครื่องควบคุมที่ทำการติดตั้งใหม่มีความสามารถทำงานทั้งแบบ Fixed time และ Semi actuated เครื่องคอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่สำคัญ ๆ ในการรับข้อมูลจาก detectorต่าง ๆ แล้วแสดงออกมาบนแผนที่ผ่าน CRT พร้อมทั้งทำการคำนวณปรับปรุงแผนสั่งการบังคับควบคุม และยังรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จัดทำเป็นรายงานขึ้นด้วย

กลวิธีที่ใช้ในการจัดรอบเวลาสัญญาณไฟในช่วงเวลาต่าง ๆ ของวัน ใช้การจัดรอบเวลาสัญญาณไฟแบบคงที่ (Fixed Time) ระบบนี้ทำงานตลอด ๒๔ ชั่วโมง ผลจากการนำเอาระบบนี้มาใช้แก้ปัญหาการจราจรที่นครนิวยอร์คทำให้ลดระยะเวลาในการเดินทางลงได้ ๒๐ - ๔๐%

๒.๑.๒ ระบบควบคุมการจราจรภายใต้ศูนย์ควบคุมเดียวในเมืองบัลติมอร์ มลรัฐแมรี่แลนด์(๑)

ในปัจจุบันที่เมืองบัลติมอร์ ได้นำเอาระบบควบคุมการจราจรโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ (analog computer) เพื่อยกระดับการควบคุมการจราจรให้มีประสิทธิภาพมากกว่าเดิม และต่อมาได้เปลี่ยนระบบเครื่องคอมพิวเตอร์จากระบบ analog มาเป็นระบบ digital พื้นที่ภายใต้การควบคุมของระบบประกอบด้วยทางแยกจำนวน ๔๐๐ ทางแยก และมีเครื่องตรวจสภาพการจราจร (detector) ๑๐๐๐ เครื่อง หน่วยงานที่รับผิดชอบในการพัฒนาและดำเนินการของระบบตั้งขึ้นโดยคณะกรรมาธิการด้านการจราจร เครื่องควบคุมสัญญาณไฟแบบใหม่ (New solid - state controller) นี้ออกแบบเฉพาะสำหรับใช้กับเมืองบัลติมอร์ เครื่องตรวจสภาพการจราจรที่ติดตั้งใช้แบบ Ultrasonic detecter

ระบบส่งผ่านข้อมูลใช้สายเคเบิลแบบ time - division multiplexing (TDM) การแสดงที่ตั้งของทางแยกและโครงข่ายถนนภายในพื้นที่ควบคุมใช้แผนที่แบบหลอดเรืองแสง (Cathode ray tube CRT) ติดกับผนัง หน้าที่ของเครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานเหมือนกับเครื่องที่ใช้กับมหานครนิวยอร์ค

กลวิธีที่ใช้ในการจัดรอบเวลาสัญญาณไฟในช่วงเวลาต่าง ๆ ของวันใช้การจัดรอบเวลาสัญญาณไฟแบบคงที่ (Fixed Time) ผลจากการนำเอาระบบนี้มาใช้แก้ปัญหาการจราจรที่เมืองบัลติมอร์ยังไม่มีการประเมิน

๒.๑.๓ ระบบควบคุมการจราจรภายใต้ศูนย์ควบคุมเดียวในเมืองซานโฮเซ่ มลรัฐคาลิฟอร์เนีย (๑)

เมืองซานโฮเซ่ ได้นำเอาระบบควบคุมการจราจรโดยใช้คอมพิวเตอร์มาใช้บริเวณย่านใจกลางเมือง พื้นที่ควบคุมประกอบด้วยทางแยกจำนวน ๖๐ ทางแยก พร้อมด้วยเครื่องตรวจสภาพการจราจร (detector) ๔๒๐ เครื่อง และเป็นเมืองแรกของสหรัฐอเมริกาในการนำเอาเครื่องคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้กับการควบคุมระบบการจราจร หน่วยงานที่รับผิดชอบคือกรมการจราจร

และการขนส่ง ช่วงเวลาที่ควบคุมการทำงานของสัญญาณไฟจราจรตามทางแยกโดยจะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เฉพาะช่วงเวลาที่มีปริมาณการจราจรสูง ตอนเช้าและบ่าย ลักษณะของเครื่องควบคุมสัญญาณไฟ เหมือนกับที่ใช้ในมหานครนิวยอร์ค เครื่องตรวจสภาพการจราจรที่ติดตั้งตลอดโครงข่ายของถนนใช้แบบแม่เหล็กไฟฟ้า (magnetic loop detector)

ระบบส่งผ่านข้อมูลใช้แบบ A dedicated hard - wire communications system ระบบภายนอกของเครื่องคอมพิวเตอร์ประกอบด้วยจานบันทึกข้อมูล, เครื่องอ่านบัตร เครื่องเจาะบัตร, พิมพ์ดีด และแผนที่แสดงที่ตั้งทางแยกและโครงข่ายถนน หน้าที่ของเครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานเหมือนกับเครื่องที่ใช้กับมหานครนิวยอร์ค

กลวิธีที่ใช้ในการจัดรอบเวลาสัญญาณไฟในแต่ละช่วงเวลาของวัน ใช้แบบคงที่ (Fixed time) ผลจากการนำเอาระบบนี้มาใช้สามารถลดความล่าช้าลงได้ ๑๐ - ๑๒%

๒.๑.๔ ระบบควบคุมการจราจรภายใต้ศูนย์ควบคุมเดียวในเมืองซาลส์ตัน มลรัฐแคโรไลน่าใต้(๑)

เมืองซาลส์ตันในมลรัฐคาโรไลน่าใต้ ได้นำระบบควบคุมการจราจรโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้ควบคุมสัญญาณไฟจราจรตามทางแยกต่าง ๆ จำนวน ๙๑ ทางแยก บนพื้นที่ ๙ ตารางไมล์ และติดตั้งเครื่องตรวจสภาพการจราจร (detector) จำนวน ๘๗ เครื่อง เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลปริมาณการจราจร ความเร็วและความหนาแน่นของการจราจร หน่วยงานที่รับผิดชอบและดำเนินการเกี่ยวกับระบบควบคุมใหม่นี้ คือ กรมการจราจรและการขนส่ง การทำงานระบบควบคุมทำงานตลอด ๒๔ ชั่วโมง

เครื่องควบคุมสัญญาณไฟจราจรตามทางแยกต่าง ๆ เป็นแบบ Traffic Responsive และมีเครื่องตรวจสภาพการจราจรในตัวเองเป็นแบบ Magnetic loop ระบบสื่อสารใช้แบบสายตรงส่งข้อมูลกลับไปที่ศูนย์กลางควบคุม ระบบคอมพิวเตอร์เป็นแบบ analog computer ต่อเชื่อมไปยัง digital computer ขนาดเล็ก ส่วนประกอบ digital computer มีแผ่นบันทึกข้อมูล, เครื่องพิมพ์ดีดป้อนข้อมูล และมีการติดตั้งโทรทัศน์วงจรปิดที่ทางแยกสำคัญ ๆ ของระบบเพื่อตรวจดูสภาพการจราจร และแผนที่แสดงที่ตั้งของทางแยกสัญญาณไฟต่าง ๆ เครื่อง analog computer มีหน้าที่เตรียมรูปแบบการควบคุมการจราจรเพื่อนำไปใช้ควบคุมสัญญาณไฟทั้งระบบ และเครื่อง digital computer มีหน้าที่พิเศษในการสะสมสถิติข้อมูลและมีหน้าที่ตรวจสอบการปฏิบัติงานของระบบ

กลวิธีที่ใช้ในการจัดรอบเวลาสัญญาไฟตามทางแยกต่าง ๆ ในแต่ละช่วงเวลาของวัน ใช้จัดแบบคงที่ (Fixed time) ผลจากการนำเอาระบบนี้มาใช้แก้ปัญหาการจราจรที่เมืองซาลส์ตันยังไม่มีการประเมิน

๒.๑.๕ ระบบควบคุมการจราจรภายใต้ศูนย์ควบคุมเดียวในนครโทรอนโต ประเทศแคนาดา(๑)

การใช้เครื่อง digital computer ควบคุมสัญญาณไฟจราจรในนครโทรอนโต ประเทศแคนาดา เป็นโครงการใหญ่โครงการหนึ่งซึ่งเป็นที่ยอมรับกันในอเมริกาเหนือ การพัฒนาระบบใช้เวลาประมาณ ๗ ปี คือตั้งแต่ปี ค.ศ. ๑๙๕๙ - ปี ค.ศ. ๑๙๖๖ ในปัจจุบันระบบนี้ใช้ควบคุม

ทางแยกสัญญาณไฟในนครโทรอนโต จำนวน ๘๖๔ ทางแยก พร้อมกับเครื่องตรวจสภาพการจราจร (detector) อีก ๖๐๐ เครื่อง The Metropolitan Roads and Traffic Department เป็นหน่วยงานรับผิดชอบ และพัฒนาระบบ การทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมระบบสัญญาณไฟตามทางแยกทำเฉพาะในช่วงเวลาที่มีปริมาณการจราจรสูง (Peak hour) นอกจากนี้เครื่องคอมพิวเตอร์ยังใช้สำหรับคำนวณวิเคราะห์ข้อมูลการจราจรด้านอื่น ๆ ที่จำเป็นกับระบบอีกด้วย เครื่องควบคุมสัญญาณไฟที่ใช้เป็นแบบ Fixed Time และยังใช้เป็นระบบเครื่องกลไฟฟ้า คือแบบเก่าที่มีทั้ง dial และ key ส่วนประกอบของเครื่องคอมพิวเตอร์มีหน่วยบันทึกข้อมูลแม่เหล็กที่เก็บข้อมูลรูปทรงกระบอก บัตรป้อนข้อมูล และบัตรแสดงผลการวิเคราะห์ รวมทั้งมีแผนที่ขนาดใหญ่แสดงที่ตั้งของทางแยกสัญญาณไฟทั้งหมดภายใต้ระบบควบคุม หน้าที่หลักของเครื่องคอมพิวเตอร์คือคำนวณรอบเวลา การจัดจังหวะเวลา พร้อมทั้งจัดทำรายงาน ระบบส่งผ่านข้อมูลใช้ผ่านคู่สายโทรศัพท์

กลวิธีที่ใช้ในการจัดรอบเวลาสัญญาณไฟตามทางแยกต่าง ๆ ในแต่ละช่วงเวลาของวันใช้จัดแบบคงที่ (Fixed Time) และแผนการควบคุมสัญญาณไฟแบบคงที่จะเปลี่ยนทุก ๆ ช่วงเวลา ๑๕ นาที ผลประโยชน์ที่ได้รับจากการนำระบบนี้มาใช้ทำให้ลดความล่าช้าลงได้ ๘ - ๓๗%

๒.๑.๖ ระบบควบคุมการจราจรภายใต้ศูนย์ควบคุมเดียวในมหานครลอนดอน ประเทศอังกฤษ(๑)

การพิจารณาจัดระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรภายใต้ศูนย์ควบคุมเดียวในมหานครลอนดอนได้เริ่มในปี ค.ศ. ๑๙๖๓ ซึ่งในระยะแรกได้นำเอาระบบควบคุมโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้บริเวณพื้นที่ด้านตะวันตกของนครลอนดอน มีทางแยกสัญญาณไฟภายในพื้นที่ควบคุมจำนวน ๑๐๐ ทางแยก พร้อมทั้งติดตั้งเครื่องตรวจสภาพการจราจร (detector) อีกประมาณ ๓๕๐ เครื่อง ระบบใหม่นี้มีโครงการขยายรวม ๓๐๐ ทางแยกในศูนย์กลางของนครลอนดอน และติดตั้งเครื่องตรวจสภาพการจราจรเพิ่มอีก ๕๕๐ ตัว หน่วยงานที่รับผิดชอบในการดำเนินการและพัฒนาระบบคือ Department of Traffic and Development ก่อนที่จะนำเอาระบบใหม่มาใช้เครื่องควบคุมสัญญาณไฟแบบเก่าใช้แบบตั้งค่ารอบเวลา และช่วงเวลาไฟเขียวเปลี่ยนแปลงไปตามความต้องการของปริมาณการจราจร ภายในขอบเขตเวลาอันหนึ่ง (Vehicle - actuated) แต่ไม่มีความสัมพันธ์กันทั้งพื้นที่

ในขั้นแรกของระบบมีการติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์ (digital computer) ๒ ตัว และติดตั้งโทรทัศน์วงจรปิดไว้ตรวจสภาพการจราจรเกือบทุกทางแยก มีแผนที่แสดงรายละเอียดของโครงข่ายถนนและที่ตั้งทางแยกต่าง ๆ ภายในพื้นที่ควบคุมโดยใช้หลอดเรืองแสง (Cathode ray tube CRT) เจ้าหน้าที่ตำรวจมีหน้าที่ทำการควบคุมการจราจรจากศูนย์กลางการควบคุมโดยใช้คอมพิวเตอร์ หน้าที่หลักของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมเหมือนกับในมหานครนิวยอร์คในช่วงเวลาที่ปริมาณการจราจรเบาบาง ระบบของนครลอนดอนสามารถเปลี่ยนกลับไปใช้ระบบเดิมได้ (Vehicle actuated) ตามปรกติเครื่องคอมพิวเตอร์จะทำการจัดเตรียมช่วงเวลาสัญญาณไฟในแต่ละทางแยกไว้ก่อน ซึ่งพิจารณาจากข้อมูลที่ได้จากเครื่องตรวจสภาพการจราจร (detector) ในแต่ละทางแยก และคำนวณค่าพารามิเตอร์ที่จำเป็นต่อการจัดเตรียมรอบเวลาสัญญาณไฟในแต่ละ

ทางแยกภายในพื้นที่ควบคุม ระบบสื่อสารใช้แบบสายตรง เป็นส่วนมาก บางส่วนของข้อมูลใช้แบบสายรวม

กลวิธีที่ใช้ในการจัดรอบเวลาสัญญาณไฟตามทางแยกต่าง ๆ ในแต่ละช่วงเวลาของวัน ใช้จัดแบบคงที่ (Fixed Time) การทำงานของระบบใหม่ทำงานตลอด ๒๔ ชั่วโมง ผลประโยชน์ที่ได้จากการนำเอาระบบนี้มาใช้ สามารถลดเวลาในการเดินทางลงได้ ๔% ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายประมาณ ๕.๔ ล้านเหรียญสหรัฐต่อปี

๒.๑.๗ ระบบควบคุมการจราจรภายใต้ศูนย์ควบคุมเดียวในเมืองกลาสโก้ สกอ๊ตแลนด์[๑]

เมืองกลาสโก้ได้ทดลองใช้คอมพิวเตอร์ช่วยควบคุมการจราจรโดยเลือกพื้นที่ย่านใจกลางเมืองเป็นพื้นที่ภายใต้การควบคุมมีทางแยกสัญญาณไฟ จำนวน ๘๐ ทางแยก ตั้งอยู่ภายในพื้นที่ควบคุมพร้อมทั้งเครื่องตรวจสภาพการจราจร (detector) อีก ๒๔๐ เครื่อง The British Transportation and Road Research Laboratory เป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบในการดำเนินการ เครื่องควบคุมสัญญาณไฟในเมืองกลาสโก้ใช้แบบสนองตอบปริมาณการจราจรในแต่ละด้านของทางแยกในขอบเขตอันหนึ่ง (Vehicle actuated) ตามมาตรฐานอังกฤษ ซึ่งเปลี่ยนมาใช้กับคอมพิวเตอร์ เครื่องตรวจสภาพการจราจร (detector) ใช้แบบ pressure pads และ magnetic loop ระบบสื่อสารใช้แบบสายตรงและบางส่วนใช้สายรวมระบบการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยแผ่นบันทึก ข้อมูล, พิมพ์ดีดและที่เก็บข้อมูลพิเศษ นอกจากนี้ยังมีแผนที่แสดงรายละเอียดที่ตั้งของทางแยกสัญญาณไฟ ซึ่งอยู่ภายในพื้นที่ควบคุม พร้อมโครงข่ายถนนและแสดงตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องตรวจสภาพการจราจร (detector) หน้าที่การทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์เหมือนกับที่ใช้ในนครลอนดอน โดยเฉพาะวิทยาการที่ใช้ในนครลอนดอนได้มีการพัฒนาวิเคราะห์ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง เมื่อนำมาใช้กับเมืองกลาสโก้

กลวิธีที่ใช้ในการจัดรอบเวลาสัญญาณไฟตามทางแยกต่าง ๆ เหมือนกับที่ใช้ในนครลอนดอน ผลประโยชน์ที่ได้จากการนำเอาระบบนี้มาใช้ สามารถลดเวลาในการเดินทางลงได้ ๑๒% ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายประมาณ ๑.๒ ล้านเหรียญสหรัฐต่อปี

๒.๑.๘ ระบบควบคุมการจราจรภายใต้ศูนย์ควบคุมเดียวในเมือง เซอร์เฟอร์ พาราไดซ์ มลรัฐควีนส์แลนด์ ประเทศออสเตรเลีย[๑]

เมืองเซอร์เฟอร์ พาราไดซ์ เป็นเมืองเล็ก ๆ ชายทะเลอยู่ใกล้กับเมืองบริสเบน ในปี ค.ศ. ๑๙๖๙ เมืองนี้ได้นำเอาคอมพิวเตอร์ (digital computer) มาใช้ในการควบคุมการจราจร ซึ่งมีทางแยกสัญญาณไฟภายใต้การควบคุมจำนวน ๒๗ ทางแยก ตั้งอยู่บนถนนสายหลัก ๒ สาย ซึ่งมีแนวถนนคู่ขนานกัน และติดตั้งเครื่องตรวจสภาพการจราจรจำนวน ๖๖ ตัว ใช้ในการส่งข้อมูลรายละเอียดสภาพการจราจรกลับไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ ระบบสื่อสารใช้ระบบสายตรง ระบบที่นำมาใช้ในเมืองนี้ได้ถูกพัฒนาและสนับสนุนโดยคณะกรรมาธิการด้านถนน (Commissioner of Main Roads) ซึ่งการทำงานของคณะกรรมาธิการขึ้นกับ Main Roads Department การทำงานของระบบทำตลอด ๒๔ ชั่วโมง เครื่องควบคุมสัญญาณไฟที่ใช้เป็นแบบผสม บางเครื่องก็เป็น

เครื่องกลไฟฟ้า บางเครื่องก็เป็นเครื่องไฟฟ้าทั้งหมดและยังมีการใช้ detectors ประกอบด้วย ส่วนประกอบทั่วไปภายนอกของเครื่องคอมพิวเตอร์ประกอบด้วยแผ่นบันทึกข้อมูลและพิมพ์ดีด แผนที่แสดงที่ตั้งทางแยก ภายในระบบควบคุมใช้หลอดเรืองแสง (Cathods ray tube CRT) พร้อมติดตั้งโทรทัศน์วงจรปิด เพื่อสังเกตุการเคลื่อนตัวของการจราจรบนถนนสายหลัก หน้าที่หลักของเครื่องคอมพิวเตอร์เหมือนกับที่ใช้ในมหานครนิวยอร์ค

กลวิธีที่ใช้ในการจัดรอบเวลาสัญญาณไฟ ตามทางแยกต่าง ๆ ใช้จัดแบบคงที่ (Fixed Time) ให้เหมาะสมกับปริมาณการจราจรในช่วงเวลาต่าง ๆ ของวัน นอกจากนี้ยังมีการประยุกต์การจัดรอบเวลาสัญญาณไฟที่ใช้ควบคุมการจราจรตามทางแยกโดยจัดให้จังหวะเวลาสัญญาณไฟแบ่งย่อยและเปลี่ยนแปลงได้ ให้เมาะสมกับสภาพการจราจรที่เข้ามาใช้ทางแยกต่าง ๆ ภายในระบบ ผลจากการนำเอาระบบนี้มาใช้แก้ปัญหาการจราจรที่เมืองเซอร์เฟอร์ พาราไดซ์ ยังไม่มีการประเมินผล

๒.๑.๔ ระบบควบคุมการจราจรภายใต้ศูนย์ควบคุมเดียวในนครสต๊อกโฮม ประเทศสวีเดน[๒]

ในปี ค.ศ. ๑๙๖๖ The Traffic Bureau of the Stockholm city Municipal Services Department ได้ทำการทดลองนำเอาระบบควบคุมการจราจรทั้งพื้นที่ภายใต้ศูนย์ควบคุมเดียว มาใช้แก้ไขปัญหาการจราจรในย่านธุรกิจการค้า ภายในพื้นที่ที่ใช้ทำการทดลองประกอบด้วยทางแยก สัญญาณไฟจำนวน ๒๑ ทางแยก พร้อมทั้งเครื่องตรวจสภาพการจราจร ๗๐ ตัว โครงข่ายถนนครอบคลุมพื้นที่ ๑.๕ ตารางไมล์ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ชื่อ CWIP ผลิตโดยบริษัท L.M. Ericson Co มีหน้าที่หลักในการคำนวณจัดรอบเวลาสัญญาณไฟตามทางแยกต่าง ๆ จากข้อมูลสภาพการจราจรที่เก็บไว้ก่อนทำการทดลอง และจัดเตรียมแผนการควบคุมสัญญาณไฟจราจรไว้ให้เหมาะสมตามช่วงเวลาต่าง ๆ ของวัน แผนการควบคุมที่คำนวณได้ในตอนแรกจะถูกป้อนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อให้ทำงานควบคุมสัญญาณไฟตามทางแยกต่าง ๆ ภายในพื้นที่ควบคุม ซึ่งการส่งคำสั่งและรับข้อมูลจากเครื่องตรวจสภาพการจราจร (detector) ใช้สายเคเบิลและตรงและแบบรวม

กลวิธีที่ใช้ในการจัดรอบเวลาสัญญาณไฟตามทางแยกต่าง ๆ จัดแผนทดลองเป็น ๓ แบบ คือ

<u>แบบที่ ๑</u> จัดแบบตั้งรอบเวลาสัญญาณไฟให้สนองตอบความต้องการของปริมาณการจราจรภายในขอบเขตอันหนึ่ง (Vehicle actuated) การจัดแบบนี้อาศัยข้อมูลการไหลของปริมาณการจราจรที่เป็นจริง

<u>แบบที่ ๒</u> จัดรอบเวลาสัญญาณไฟแบบเปลี่ยนแปลงไปได้ตามสภาพการจราจร ซึ่งจะปรับรอบเวลาสัญญาณไฟทุก ๆ ๑๕ วินาที (flexible cycle time control updated every 15 seconds) การจัดแบบนี้อาศัยข้อมูลความเร็วเฉลี่ยของการจราจรบนถนนสายหลัก ซึ่งอยู่ภายในระบบ

<u>แบบที่ ๓</u> จัดแบบตั้งรอบเวลาสัญญาณไฟ เฉพาะแห่งของทางแยกใหญ่ภายในเนื้อที่ควบคุมให้สนองตอบความต้องการของปริมาณยวดยานภายในขอบเขตอัน

หนึ่งแบบคงที่ (local vehicle actuated control of major intersections within the framework of the fixed time programs)

จากการทดลองใช้กลวิธีในการจัดรอบเวลาสัญญาณไฟเพื่อควบคุมการจราจรทั้ง ๓ แบบ พร้อมทั้งทำการประเมินผล ปรากฏว่ากลวิธีในการจัดรอบเวลาสัญญาณไฟแบบที่ ๒ ให้ผลดีที่สุด คือ สามารถลดเวลาในการเดินทางลงได้ ๗% และลดจำนวนการหยุดรถลงได้ ๑๑%

๒.๑.๑๐ ระบบควบคุมการจราจรภายใต้ศูนย์ควบคุมเดียวในมหานครชิคาโก(๓)

ในมหานครชิคาโกมีพลเมืองอยู่ประมาณ ๗ ล้านคน และมีจำนวนพลเมืองกว่า ๓ ล้านคน อาศัยอยู่ในใจกลางเมือง ซึ่งเป็นศูนย์กลางการค้าของเมือง ผลจากการเดินทางไปทำงานและติดต่อธุรกิจการค้าภายในเมืองทำให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัดเป็นอย่างมาก ดังนั้นในปี ค.ศ. ๑๙๗๐ ผู้บริหารมหานครชิคาโกได้ตัดสินใจที่จะยกระดับการควบคุมการจราจร ภายในเมืองโดยเฉพาะพื้นที่บริเวณย่านธุรกิจการค้า โดยมีหน่วยงานรับผิดชอบในการทำงานคือ Department of Streets & Sanitation's Bureau of Street Traffic โดยหน่วยงานนี้ได้ติดต่อกับสถาบันวิจัยสแตนฟอร์ด (Stanford Reserch Insitute) ให้ทำการศึกษาวิเคราะห์วิจัยหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาการจราจรในย่านใจกลางเมืองดังกล่าว ซึ่งผลจากการศึกษาของสถาบันฯ ได้สรุปข้อเสนอแนะเกี่ยวกับวิธีแก้ไขปัญหาการจราจรที่สามารถเป็นไปได้ไว้หลายวิธี ซึ่งรวมทั้งวิธีแก้ไขปัญหาจราจรโดยการทำเป็นระบบควบคุมการจราจรภายใต้ศูนย์ควบคุมเดียวโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์

จากการพิจารณาผลสรุปการศึกษาวิจัยของสถาบันวิจัยสแตนฟอร์ดแล้ว หน่วยงานที่รับผิดชอบของมหานครชิคาโกได้ตัดสินใจเลือกเอาระบบควบคุมการจราจรภายใต้ศูนย์ควบคุมเดียวมาใช้ ซึ่งการควบคุมใช้เครื่องคอมพิวเตอร์แบบ 244 K Byte ส่วนประกอบภายนอกของเครื่องคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยเครื่องเจาะบัตร, แผ่นบันทึกข้อมูล พิมพ์ดีดและมีแผนที่แสดงที่ตั้งทางแยกต่าง ๆ พร้อมโครงข่ายถนนภายในพื้นที่ควบคุม ซึ่งมีทางแยกจำนวน ๗๓ ทางแยก และติดตั้งเครื่องตรวจสภาพการจราจร (detector) ตามทางแยกต่าง ๆ ทุกช่องทางจราจร เพื่อส่งข้อมูลสภาพการจราจรกลับไปยังศูนย์กลางการควบคุมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ แผนการที่ใช้ในการควบคุมการจราจรในระยะเริ่มต้นของโครงการวิเคราะห์โดยสถาบันวิจัยสแตนฟอร์ด ระบบสื่อสารใช้สายเคเบิลต่อเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมตามบริเวณทางแยกต่าง ๆ กับศูนย์กลางการควบคุม

กลวิธีที่ใช้ในการจัดรอบเวลาสัญญาณไฟตามทางแยกต่าง ๆ สถาบันวิจัยสแตนฟอร์ดได้ทำการวิเคราะห์แผนการที่จะใช้ควบคุมสัญญาณไฟจราจรให้เหมาะสมกับสภาพการจราจร ตามทางแยกต่าง ๆ ในแต่ละช่วงเวลาของวันออกเป็น ๑๕ แบบ ซึ่งรอบเวลาสัญญาณไฟจะเปลี่ยนทุก ๓๐ นาที ผลจากการนำเอาระบบนี้มาใช้แก้ปัญหาการจราจรที่มหานครชิคาโก ปรากฏว่าได้ผลดี คือ ความเร็วเฉลี่ยของยวดยานเพิ่มขึ้นประมาณ ๒๐% คือเพิ่มจาก ๙ ไมล์ต่อชั่วโมงเป็น ๑๑ ไมล์ต่อชั่วโมง ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง ลดปัญหาสภาพแวดล้อมเป็นพิษ ลดความล่าช้า (delay) ในการใช้รถ

๒.๒ ระบบควบคุมการจราจรทั้งพื้นที่ภายใต้ศูนย์ควบคุมเดียวในกรุงเทพมหานคร
(Area Traffic Control System in Bangkok)

เนื่องจากประชากรที่อาศัยอยู่ในกรุงเทพมหานครได้ประสบกับปัญหาการจราจรติดขัดอย่างมาก ซึ่งปัญหาดังกล่าวนำมาซึ่งผลเสียหายหลายด้าน ทางรัฐบาลได้เล็งเห็นถึงผลเสียหายที่เกิดจากปัญหานี้ จึงมอบเรื่องดังกล่าวให้ "สำนักงานคณะกรรมการจัดระบบการจราจรทางบก" ซึ่งเป็นหน่วยงานขึ้นตรงกับสำนักนโยบายและแผนมหาดไทย กระทรวงมหาดไทย รับเรื่องไปพิจารณาหาแนวทางแก้ไขปัญหา ซึ่งคณะกรรมการดังกล่าวเมื่อรับเรื่องมาพิจารณาแล้วได้ทำการศึกษาหาแนวทางแก้ไขปัญหาโดยการนำเอาข้อมูลรายงานการศึกษาสภาพการจราจรในกรุงเทพมหานครของผู้เชี่ยวชาญชาวเยอรมันมาศึกษาพิจารณาอย่างละเอียด ผลจากการศึกษาก็ได้แนวความคิดในการแก้ไขปัญหาด้วยการนำระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรตามทางแยกต่าง ๆ ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์มาใช้ในเขตกรุงเทพฯ ชั้นใน (Bangkok Inner Core Area) เริ่มดำเนินการเมื่อวันที่ ๒๘ เมษายน ๒๕๒๒ ซึ่งในพื้นที่ควบคุมประกอบด้วยทางแยกสัญญาณไฟจำนวน ๔๘ ทางแยก จัดจังหวะสัญญาณไฟจราจรจำนวน ๔๘ ทางแยก ให้มีความสัมพันธ์ร่วมกัน ภายใต้การควบคุมด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (Microprocessor) โดยหลักการแล้วระบบที่นำมาใช้ในกรุงเทพมหานครมีหลักการดังนี้คือ

Traffic Simulation จะเป็นแบบกระทำนอกสภานะการณ์ (Off line) โดยการเก็บข้อมูลสภาพการจราจรในปัจจุบัน แล้วนำมาเป็น Inputs สำหรับ Computer Programm มีชื่อว่า Transyt (Traffic Network Study tool) ซึ่งคิดค้นโดย TRRL (Transportation and Road Research Laboratory) ของประเทศอังกฤษ Programm ดังกล่าวจะให้ Outputs ออกมาเป็น offset และความเร็วของกลุ่มยวดยานบนถนนในช่วงเวลาต่าง ๆ ของวัน เช่นช่วงเวลาตอนเช้าก็จะมี offset และความเร็วอันหนึ่งหากผู้ขับขี่ยวดยานขับด้วยความเร็วขนาดนี้ความล่าช้าของยวดยานคันนั้นก็จะต่ำสุด และอาจจะสามารถผ่านทางแยกต่าง ๆ ต่อเนื่องกันไปได้โดยไม่ต้องหยุดรถ

ศูนย์กลางการควบคุมจะเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก (Micro processor) ติดตั้งอยู่ที่หน่วยงานสำนักงานคณะกรรมการจัดระบบการจราจรทางบก ภายในกระทรวงมหาดไทย การสั่งงานจะสั่งโดยอาศัย Outputs ของ Computer Program "Transyt" ซึ่งบรรจุอยู่ในเครื่อง นอกจากนี้เครื่องคอมพิวเตอร์ดังกล่าวสามารถตรวจสอบถึงการทำงานของเครื่องควบคุมสัญญาณไฟตามทางแยกต่าง ๆ ได้อีกด้วย ระบบส่งผ่านข้อมูลใช้สายเคเบิลขององค์การโทรศัพท์

กลวิธีที่ใช้ในการจัดรอบเวลาสัญญาณไฟตามทางแยกต่าง ๆ ในแต่ละช่วงเวลาของวันใช้จัดแบบคงที่ (Fixed Time) ซึ่งแผนการควบคุมได้จัดทำขึ้น ๔ แบบคือ

ก. แผนที่ ๑ ใช้ควบคุมการจราจรในช่วงเวลา (๖.๓๐ น.- ๙.๓๐ น.)
ข. แผนที่ ๒ ใช้ควบคุมการจราจรในช่วงเวลา (๑๕.๓๐ น. - ๑๙.๐๐ น.)
ค. แผนที่ ๓ ใช้ควบคุมการจราจรในช่วงเวลา (๙.๓๐ น. - ๑๕.๓๐ น. และ ๑๙.๐๐ น. - ๒๐.๓๐ น.)

ง. แผนที่ ๔ ใช้ควบคุมการจราจรในช่วงเวลา (๒๐.๓๐ น. - ๖.๓๐ น.)

๒.๓ ประโยชน์ของระบบควบคุมการจราจรทั้งพื้นที่ภายใต้ศูนย์ควบคุมเดียว

ประโยชน์ของระบบควบคุมการจราจรเป็นพื้นที่ภายใต้ศูนย์ควบคุมเดียวโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ถ้าจะพิจารณาจากการนำเอาระบบนี้ไปใช้ในการแก้ไขปัญหาจราจรตามเมืองต่าง ๆ ในต่างประเทศแล้ว ส่วนใหญ่หลังจากการนำเอาระบบนี้เข้ามาใช้จะทำให้ลดระยะเวลาในการเดินทางและความเร็วเฉลี่ยของยวดยานสูงขึ้นเป็นต้น นอกจากประโยชน์ที่ผู้ใช้รถใช้ถนนได้รับโดยตรงดังกล่าวแล้ว ระบบควบคุมการจราจรแบบนี้ยังให้ประโยชน์ทางด้านเทคนิควิชาการต่อวิศวกรจราจร และนักวิชาการสาขาอื่นที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาจราจรใช้เป็นหลักพิจารณาในการที่จะศึกษาแก้ไขปัญหาการจราจรหรือปรับปรุงระบบการจราจรที่เกิดขึ้นตามเมืองต่าง ๆ ได้อีกทางหนึ่งด้วย เพราะระบบควบคุมการจราจรแบบนี้เป็นระบบที่เน้นหนักถึงการแก้ไขปัญหาการจราจรเป็นพื้นที่โดยพยายามจัดความสัมพันธ์ของรอบเวลาสัญญาณไฟตามทางแยกต่าง ๆ ในพื้นที่ควบคุมให้มีความสัมพันธ์กันมากที่สุด

๒.๔ ลักษณะโดยทั่วไปของระบบ

ระบบควบคุมการจราจรทั้งพื้นที่ภายใต้ศูนย์กลางควบคุมเดียวโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันอยู่ตามเมืองต่าง ๆ ในโลกจะมีลักษณะทั่วไปดังต่อไปนี้คือ

Traffic Simulation จะเป็นแบบ online และ off line ซึ่งแบบ online ข้อมูลสภาพการจราจรจะถูกเก็บด้วยเครื่องตรวจสภาพการจราจร (detector) ซึ่งติดตั้งอยู่ตามช่องทางจราจรต่าง ๆ ใกล้เคียงกับทางแยก ข้อมูลดังกล่าวจะส่งไปยังศูนย์กลางควบคุมเพื่อวิเคราะห์เป็น Input สำหรับ Computer Program ที่จะใช้ควบคุมรอบเวลาสัญญาณไฟตามทางแยกต่าง ๆ ส่วนแบบ off lineข้อมูลเกี่ยวกับสภาพการจราจรในปัจจุบันจะถูกเก็บก่อนแล้วนำมาวิเคราะห์เป็น Input สำหรับ Computer Program ที่จะใช้ควบคุมรอบเวลาสัญญาณไฟตามทางแยกต่าง ๆ เช่นกัน ซึ่ง Outputs ของ Computer Program แบบ off line จะสามารถควบคุมการทำงานของสัญญาณไฟจราจรให้เหมาะสมกับสภาพการจราจรได้ดีที่สุดขึ้นอยู่กับความละเอียดถูกต้องในการเก็บข้อมูลที่ใช้นำไปวิเคราะห์ก่อนทำการติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์

ศูนย์กลางการควบคุมจะเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งในกรณีที่ Computer Program เป็นแบบ online ก็จะรับข้อมูลจากเครื่องตรวจสภาพการจราจร (Detector) มาทำการวิเคราะห์จัดรอบเวลาสัญญาณไฟตามทางแยกต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับสภาพการจราจรแล้วสั่งการไปยังเครื่องควบคุมหลัก (Master controller) ตามทางแยกต่าง ๆ ส่วนในกรณีที่ Computer Program เป็นแบบ offline ส่วนการสั่งงานจะสั่งจาก Output ของ Computer Program ซึ่งถูกนำมาเก็บไว้แล้ว นอกจากนี้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ยังสามารถตรวจสอบการทำงานของเครื่องควบคุมสัญญาณไฟต่าง ๆ ภายในพื้นที่ควบคุมได้อีกด้วย

ระบบส่งผ่านข้อมูลเพื่อส่งผ่านคำสั่งต่าง ๆ จากศูนย์กลางควบคุมไปยังทางแยกต่าง ๆ และจะรับข้อมูลสภาพการจราจรจากเครื่องตรวจสภาพการจราจร (detector) ที่ติดตั้งอยู่ใกล้บริเวณทางแยกต่าง ๆ ส่งกลับไปยังศูนย์กลางการควบคุม ส่วนใหญ่จะใช้สายเคเบิลแบบสายคู่ หรือแบบสายรวม