สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร
กระทรวงคมนาคม

รายงานฉบับสมบูรณ์
โครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจร
แบบ Real Time ระยะที่ 2

เสนอโดย

PlanPro Corp.,Ltd. บริษัท แพลนโปร จำกัด

SOMAPA IT บริษัท โสมาภา อินฟอร์เมชั่น เทคโนโลยี จำกัด

เมษายน 2551

สารบัญ

หน้า

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมา 1-1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ 1-2
1.3 ขอบเขตการดำเนินงาน 1-3
1.4 โครงสร้างของรายงาน 1-4

บทที่ 2 การศึกษาทบทวนการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 1

2.1 การศึกษาทบทวนภาพรวมระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time 2-1
2.1.1 ระบบตรวจวัดสภาพการจราจร 2-1
2.1.2 ระบบสื่อสารข้อมูล 2-2
2.1.3 ระบบประมวลผล 2-5
2.1.4 ระบบเผยแพร่ข้อมูลสภาพการจราจร 2-5
2.2 การประเมินข้อเสนอแผนการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจร 2-7
2.2.1 การศึกษาตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจร 2-8
2.2.2 แผนการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรทั้งระบบ 2-9
2.2.3 การประเมินข้อเสนอแผนการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจร 2-9
2.2.3.1 ประเภทของอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพจราจร 2-11
2.2.3.2 การประเมินอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจร 2-18
2.2.3.3 สรุปผลการประเมินอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจร 2-21

บทที่ 3 การพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 2

3.1 ระบบตรวจวัดสภาพการจราจร 3-1
3.2 ระบบสื่อสารข้อมูล 3-1
3.3 ระบบประมวลผล 3-2
3.4 ระบบเผยแพร่ข้อมูลสภาพการจราจร 3-2

บทที่ 4 การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพจราจรสำหรับระบบรายงานสภาพการจราจร แบบ Real Time ระยะที่ 2

4.1 การสำรวจและเสนอแนะตำแหน่งติดตั้งกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง 4-1
4.2 การออกแบบรายละเอียดการติดตั้งอุปกรณ์ระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง 4-3
4.3 การดำเนินงานติดตั้งอุปกรณ์ระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง 4-6
4.3.1 เกณฑ์ทั่วไปในการติดตั้ง 4-6
4.3.2 รูปแบบการติดตั้งกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง 4-9
4.3.3 การติดตั้งอุปกรณ์ชุดควบคุม 4-10

หน้า

บทที่ 5 การพัฒนาซอฟต์แวร์ระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 2

5.1 การพัฒนาซอฟต์แวร์เพิ่มเติมในส่วนของการรับ/ประมวลผลและระบบฐานข้อมูล 5-1

5.1.1 การวิเคราะห์ระบบ 5-1

5.1.2 การจำลองข้อมูลเพื่อทดสอบการรับและประมวลผลข้อมูลสภาพการจราจร 5-2

5.2 การปรับปรุงและพัฒนาระบบเผยแพร่ข้อมูลสภาพการจราจรเพิ่มเติม 5-3

5.2.1 การพัฒนาระบบเผยแพร่ข้อมูลอินเตอร์เน็ต 5-3

5.2.2 การพัฒนาระบบเผยแพร่ข้อมูลทางโทรศัพท์ 5-5

บทที่ 6 การพัฒนาประสิทธิภาพระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 2

6.1 การปรับปรุงการเชื่อมต่อข้อมูลสัญญาณภาพ CCTV จาก บก.02 6-1

6.1.1 การติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติม 6-1

6.1.2 การพัฒนาโปรแกรมสำหรับอุปกรณ์รับสัญญาณภาพชุดใหม่ (ที่ติดตั้งอยู่ที่ บก.02) 6-2

6.2 การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบเผยแพร่ข้อมูลสภาพการจราจรโดยฝากเซิร์ฟเวอร์กับผู้ให้บริการ 6-4

บทที่ 7 การทดสอบระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time

7.1 แนวทางการทดสอบระบบ 7-1

7.1.1 ระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง 7-1

7.1.2 ระบบสื่อสารข้อมูล 7-3

7.1.3 ซอฟต์แวร์ประยุกต์ 7-3

7.2 ผลการทดสอบระบบ 7-5

7.2.1 กล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง 7-5

7.2.2 ระบบสื่อสารข้อมูล 7-9

7.2.3 ซอฟต์แวร์ประยุกต์ 7-10

7.2.4 การทดสอบระบบในภาพรวม 7-10

7.3 สรุปผลการทดสอบระบบ 7-11

บทที่ 8 แผนการดำเนินงานบำรุงรักษาระบบ

8.1 ขั้นตอนการดำเนินงานบำรุงรักษาระบบ 8-1

8.2 การกำหนดตารางการดำเนินงานและรายละเอียดการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน 8-2

8.3 การซ่อมบำรุง 8-3

8.4 การประสานงานในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันและซ่อมบำรุง 8-3

หน้า

บทที่ 9 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

9.1 สรุปผลการดำเนินงาน 9-1

9.2 ข้อเสนอแนะการพัฒนาระบบในอนาคต 9-2

9.2.1 ระบบตรวจวัดสภาพจราจร 9-2

9.2.2 ระบบสื่อสาร 9-3

9.2.3 มาตรฐานข้อมูล 9-4

9.2.4 การเผยแพร่ข้อมูล 9-4

9.2.5 ข้อมูลจราจรและการประยุกต์ใช้ 9-4

9.2.6 การบริหารจัดการและมาตรการรักษาความปลอดภัย 9-5

ภาคผนวก ก แบบแปลนจุดติดตั้งกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง

ภาคผนวก ข รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของชุดอุปกรณ์กล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง

ภาคผนวก ค การดำเนินการตามข้อคิดเห็นคณะกรรมการกำกับการศึกษา

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.2-1	เส้นทางหลักที่พิจารณาในโครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time	2-8
ตารางที่ 2.2-2	ความสามารถในการตรวจวัดของอุปกรณ์	2-19
ตารางที่ 2.2-3	ความคลาดเคลื่อนในการตรวจวัด	2-19
ตารางที่ 2.2-4	ความสะดวกในการติดตั้งและบำรุงรักษา	2-20
ตารางที่ 2.2-5	ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและบำรุงรักษา	2-20
ตารางที่ 2.2-6	ผลของสิ่งแวดล้อมต่อความสามารถการตรวจวัด	2-21
ตารางที่ 2.2-7	สรุปข้อดีข้อเสียระหว่างอุปกรณ์ชนิดต่างๆ	2-21
ตารางที่ 7.2-1	ผลการทดสอบการวัดค่าความเร็วจากอุปกรณ์กล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง (แสดงร้อยละของจำนวนตัวอย่างที่มีความคลาดเคลื่อน)	7-6
ตารางที่ 7.2-2	ผลการเปรียบเทียบปริมาณจราจรจากการตรวจวัดโดยอุปกรณ์กล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง	7-8
ตารางที่ 7.2-3	ผลการวิจัยความคลาดเคลื่อนระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง	7-8
ตารางที่ 7.3-1	สรุปผลการทดสอบองค์ประกอบของระบบ	7-11

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 2.1-1	รูปแบบการสื่อสารข้อมูลของระบบ	2-2
รูปที่ 2.1-2	ระบบสื่อสารข้อมูลสำหรับโครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 1	2-4
รูปที่ 2.1-3	สถาปัตยกรรมของเว็บแอพพลิเคชั่น	2-6
รูปที่ 2.1-4	ตัวอย่างแสดงแผนที่รายงานสภาพการจราจรบนโครงข่ายถนน	2-7
รูปที่ 2.2-1	ตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพจราจรทั้งระบบของโครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time	2-10
รูปที่ 2.2-2	อุปกรณ์ท่อยางลม	2-12
รูปที่ 2.2-3	หลักการของอุปกรณ์ Magnetic Sensor	2-13
รูปที่ 2.2-4	อุปกรณ์ Piezoelectic และ WIM	2-14
รูปที่ 2.2-5	อุปกรณ์ตรวจวัดประเภทแสงอินฟราเรด	2-15
รูปที่ 2.2-6	อุปกรณ์ตรวจวัดประเภทคลื่นไมโครเวฟเรดาร์	2-15
รูปที่ 2.2-7	อุปกรณ์ตรวจวัดประเภทคลื่นอุลตร้าโซนิค	2-16
รูปที่ 2.2-8	อุปกรณ์ตรวจวัดประเภทคลื่นเสียงแบบ Passive	2-17
รูปที่ 4.1-1	ตำแหน่งติดตั้งกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง ในโครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 2	4-2
รูปที่ 4.2-1	กระบวนการทำงานของระบบ VIP	4-5
รูปที่ 4.3-1	ตัวอย่างขอบเขตของภาพที่เหมาะสมในการบันทึก	4-8
รูปที่ 4.3-2	แบบเบื้องต้นเสาที่ใช้ติดตั้งกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งบนสะพานลอย	4-9
รูปที่ 4.3-3	ภาพตัวอย่างการติดตั้งกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง	4-10
รูปที่ 4.3-4	ตัวอย่างการติดตั้ง Controller Box บริเวณใต้สะพานลอยคนข้ามถนน	4-10
รูปที่ 5.2-1	การเผยแพร่ข้อมูลสภาพการจราจรในรูปแบบของเส้นสี	5-4
รูปที่ 5.2-2	การเผยแพร่ข้อมูลภาพนิ่งจากระบบอิมเมจโพรเซสซิ่ง	5-4
รูปที่ 5.2-3	ตัวอย่างแสดงการสอบถามข้อมูลสภาพการจราจรทางโทรศัพท์	5-5
รูปที่ 5.2-4	ผลลัพธ์ข้อมูลสภาพการจราจรที่ร้องขอแสดงข้อมูลด้วยภาพจำลอง	5-6
รูปที่ 5.2-5	ผลลัพธ์ข้อมูลสภาพการจราจรที่ร้องขอแสดงข้อมูลด้วยการรายงานผลความเร็วเฉลี่ย	5-7
รูปที่ 6.1-1	หน้าจอโปรแกรมจัดเก็บภาพนิ่งจากสัญญาณภาพ CCTV จาก บก.02	6-2
รูปที่ 6.1-2	หน้าจอแสดงภาพนิ่งจากกล้อง CCTV จาก บก.02	6-3
รูปที่ 6.2-1	ผังโครงข่ายระบบโครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพจราจรแบบ Real Time	6-5
รูปที่ 7.1-1	ตัวอย่าง Speed Gun ที่ใช้ทดสอบ	7-2
รูปที่ 7.2-1	การวัดความเร็วโดยใช้ Speed Gun	7-5
รูปที่ 7.2-2	การตรวจสอบความเร็วจากอุปกรณ์โดยใช้คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ค	7-6
รูปที่ 7.2-3	การบันทึกวีดิทัศน์โดยต่อเชื่อมกับตู้ควบคุมกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง	7-7
รูปที่ 7.2-4	จดหมายยืนยันมาตรฐานการให้บริการ	7-9
รูปที่ 8.1-1	ขั้นตอนการให้บริการบำรุงรักษาเชิงป้องกันและซ่อมบำรุงรักษาระบบ	8-1

บทที่ 1

บทนำ

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา

สืบเนื่องจากปัญหาสภาพการจราจรติดขัดในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลในปัจจุบันที่นับวันยิ่งทวีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น ความเร็วเฉลี่ยในการเดินทางบนถนนสายหลักต่างๆ ลดลง โดยเฉพาะถนนสายหลักที่เชื่อมต่อระหว่างพื้นที่ภายในถนนวงแหวนรัชดาภิเษกและพื้นที่ชั้นนอก ทั้งในทิศทางเข้าและออกจาก กทม. ทั้งนี้ ปัจจุบันยังไม่มีระบบของหน่วยงานใดที่สามารถตรวจสอบและประเมินสภาพการจราจรได้อย่างมีประสิทธิภาพและทันกาลต่อการดำเนินการแก้ไขปัญหาการจราจรเฉพาะหน้าหรือระยะเร่งด่วน

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) ในฐานะหน่วยงานที่รับผิดชอบในการวางแผนด้านการจราจรและขนส่งของประเทศ ได้พิจารณาที่จะนำเอาเทคโนโลยีสมัยใหม่เกี่ยวกับ “ระบบจราจรและขนส่งอัจฉริยะ (Intelligent Transport System: ITS)” มาช่วยในการบริหารจัดการด้านการจราจรและขนส่ง โดยระบบ ITS นี้ จะช่วยให้การบริหารจัดการด้านการจราจรและขนส่งเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยอำนวยความสะดวกสบายในการเดินทางของผู้ใช้รถใช้ถนน ช่วยลดความสูญเสียด้านเศรษฐกิจจากการเผาผลาญพลังงานเชื้อเพลิงของยวดยานบนท้องถนนอันเนื่องมาจากปัญหาการจราจรติดขัด รวมทั้งช่วยให้เกิดความปลอดภัยในการใช้รถใช้ถนนเพิ่มมากขึ้น

โครงการหนึ่งที่สามารถนำเอาระบบ ITS มาช่วยบรรเทาปัญหาการจราจร คือ การพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time เพื่อให้ผู้ขับขี่ยวดยานได้รับข้อมูลสภาพการจราจรบนโครงข่ายถนนและสามารถวางแผนเส้นทางการเดินทางได้ อันจะเป็นการช่วยอำนวยความสะดวกในการเดินทางแก่ผู้ขับขี่ยวดยานได้พอสมควร การดำเนินการในโครงการดังกล่าวจะเน้นการเผยแพร่ข้อมูลสภาพการจราจรผ่านทางเว็บไซต์ของระบบอินเตอร์เน็ต

คณะกรรมการจัดระบบการจราจรทางบก (คจร.) ในคราวประชุมเมื่อวันที่ 24 พฤศจิกายน พ.ศ. 2546 ณ ทำเนียบรัฐบาล ได้พิจารณาและมีมติเห็นชอบในหลักการในการพัฒนาระบบจราจรและขนส่งอัจฉริยะในระยะเร่งด่วน โดยจัดสรรงบประมาณสำหรับดำเนินโครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time โดย สนข. ได้เริ่มดำเนินการศึกษาออกแบบและพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time เมื่อเดือนมกราคม พ.ศ. 2548 และได้ดำเนินโครงการแล้วเสร็จในระยะที่ 1 เมื่อเดือนกันยายน พ.ศ. 2549 ที่ผ่านมา

สำหรับการพัฒนาระบบรายงานสภาพจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 1 นั้น เป็นการพัฒนาและติดตั้งระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ณ ศูนย์ควบคุมกลาง (Control Center) ที่อาคาร สนข. การบูรณาการเชื่อมโยงข้อมูลสภาพการจราจรกับกองบังคับการตำรวจจราจร สำนักงานตำรวจแห่งชาติ และการทางพิเศษแห่งประเทศไทย การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ต่างๆ สำหรับการใช้งานระบบฯ รวมทั้งทำการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพจราจรบนถนนสายหลักที่เชื่อมต่อถนนรัชดาภิเษก จำนวน 15 สายหลัก ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวได้มีการประสานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอเพื่อไม่ให้เกิดความซ้ำซ้อนในการดำเนินงาน อย่างไรก็ตาม การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรในระยะที่ 1 ยังมีข้อจำกัดเกี่ยวกับขอบเขตพื้นที่การให้บริการ ดังนั้น

สนข. จึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรบนโครงข่ายถนนเพิ่มเติมให้ครอบคลุมโครงข่ายถนนสายหลักในเขตพื้นที่ กทม. และปริมณฑลเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้ระบบฯ สามารถรายงานข้อมูลสภาพการจราจรแบบ Real Time ที่ครบถ้วนสมบูรณ์และเพียงพอสำหรับการเผยแพร่ข้อมูลสภาพการจราจรสู่ประชาชนผู้เดินทาง รวมทั้งหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนพัฒนาระบบการจราจรและขนส่งสามารถได้ข้อมูลสถิติการจราจรที่โครงการฯ ได้ทำการจัดเก็บและประมวลผลข้อมูลสภาพจราจรบนโครงข่ายถนนสายหลักต่าง ๆ ในเขตพื้นที่ กทม. และปริมณฑล จากข้อมูลที่ได้รับจากอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรซึ่งโครงการฯ ได้ทำการติดตั้งไว้ อาทิเช่น ข้อมูลปริมาณจราจร ข้อมูลความเร็วเฉลี่ยในการเดินทาง ข้อมูลปริมาณจราจรรวมที่เดินทางเข้า-ออกพื้นที่ภายในแนวถนนวงแหวนรัชดาภิเษก เป็นต้น โดยที่ระบบฯ สามารถเลือกการแสดงผลได้เป็นแบบรายชั่วโมง รายวัน รายสัปดาห์ รายเดือน หรือรายปี ทั้งนี้ ระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ที่พัฒนาขึ้นนี้เป็นระบบที่ทำการจัดเก็บข้อมูลและประมวลผลอัตโนมัติแบบ Real Time ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีหน่วยงานใดได้ดำเนินการมาก่อน

สนข. ตระหนักดีถึงความสำคัญของโครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ซึ่งเป็นโครงการที่เมื่อดำเนินการแล้วจะมีประโยชน์ต่อประชาชนผู้เดินทางในการที่จะได้รับข้อมูลสภาพการจราจรที่ทันกาลเพื่อใช้ในการวางแผนเส้นทางและเวลาในการเดินทางอันจะช่วยประหยัดเวลาในการเดินทาง ช่วยลดการสูญเสียด้านเศรษฐกิจในภาพรวมจากการเผาผลาญพลังงานเชื้อเพลิงของยวดยานบนท้องถนนโดยเปล่าประโยชน์ อันเนื่องมาจากปัญหาการจราจรติดขัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาวการณ์ปัจจุบันที่น้ำมันเชื้อเพลิงที่นับวันยิ่งจะมีราคาเพิ่มสูงขึ้นอย่างมาก จึงได้จัดให้มีการดำเนินโครงการนี้ต่อเนื่องในระยะที่ 2 เพื่อให้ระบบฯ ที่พัฒนาขึ้นมีความสมบูรณ์และสามารถใช้งานได้ดียิ่งขึ้นต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

วัตถุประสงค์หลักของการดำเนินโครงการในครั้งนี้ มีดังนี้

1) เพื่อพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 2 ซึ่งเป็นการดำเนินการต่อเนื่องจากการพัฒนาระบบฯ ระยะที่ 1 ซึ่ง สนข. ดำเนินการแล้วเสร็จเมื่อเดือนกันยายน 2549 ที่ผ่านมา โดยทำการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรบนโครงข่ายถนนเพิ่มเติมขยายขอบเขตพื้นที่การให้บริการให้กว้างขวางขึ้น

2) เพื่อทำการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time โดยเฉพาะการเผยแพร่ข้อมูลสภาพการจราจรผ่านทางระบบอินเตอร์เน็ต

3) ศึกษาทบทวนประเมินการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 1

1.3 ขอบเขตการดำเนินงาน

ขอบเขตการดำเนินงานของการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 2 ประกอบด้วยงานหลัก ดังนี้

1) ศึกษาทบทวนประเมินการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 1 ที่ สนข. ได้ดำเนินการแล้วเสร็จเมื่อเดือนกันยายน 2549 โดยเฉพาะข้อเสนอแผนการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรทั้งระบบ

2) สำรวจและเสนอแนะตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งกล้องอุปกรณ์ตรวจสอบสภาพการจราจรในระบบ Image Processing ที่สามารถวัดสภาพการจราจรบนโครงข่ายถนนเพิ่มเติม โดยในโครงการระยะที่ 2 จะต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจสอบทั้งทางด้านปริมาณการจราจร ความเร็วของยานพาหนะ และความยาวแถวคอย จำนวน 14 จุด บนพื้นที่บริเวณถนนวงแหวนรัชดาภิเษก บนจุดที่เหมาะสม

3) ทำการออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจสอบสภาพการจราจรในระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง ให้ระบบรายงานสภาพจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 2 ณ จุดติดตั้งที่เหมาะสมตามที่เสนอแนะ โดยคำนึงถึงรูปแบบที่มีประสิทธิภาพสูงสุด และเพื่อใช้ในการขออนุญาตติดตั้งอุปกรณ์จากกรุงเทพมหานคร และขอใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวง และหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้อง

4) ดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ตามข้อ 3) พร้อมทั้งทำการติดตั้งระบบสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรกับศูนย์ควบคุมระบบฯ ที่ สนข. หรือสถานที่ที่กำหนดเป็นจุดรวมข้อมูลของระบบการรายงานสภาพจราจรแบบ Real Time

5) พัฒนาซอฟต์แวร์เพิ่มเติมในส่วนของการรับ/ประมวลผลและระบบฐานข้อมูล เพื่อทำการเชื่อมต่อข้อมูลสภาพการจราจรที่ตรวจวัดได้จากอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรที่ติดตั้งใหม่กับระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 1

6) ปรับปรุงระบบเผยแพร่ข้อมูลสภาพการจราจรผ่านทางระบบอินเตอร์เน็ตเพิ่มเติมในส่วนของแผนที่โครงข่ายถนน และเส้นสีแสดงระดับการติดขัดของสภาพการจราจร เพื่อรองรับการขยายพื้นที่การให้บริการจากการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรเพิ่มเติม รวมทั้งระบบจัดทำเอกสารรายงานสภาพการจราจรแบบอัตโนมัติด้วย พร้อมทั้งพัฒนาระบบให้สามารถนำเสนอข้อมูลที่เหมาะสมบนเครื่องสื่อสารอื่น เช่น ระบบมือถือ

7) ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ตรวจสอบสภาพจราจรที่ดำเนินการติดตั้ง พร้อมทั้งทำการทดสอบการทำงานของระบบในภาพรวม ภายหลังการเชื่อมต่อกับระบบการรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 1 เสร็จสมบูรณ์

8) เชื่อมต่อข้อมูลสัญญาณภาพจากระบบกล้อง CCTV ของกองบังคับการตำรวจจราจร (บก.02) มายังห้องควบคุมระบบเครือข่ายของศูนย์ควบคุมระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time โดยตรง

9) ปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบการรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ในส่วนของระบบเผยแพร่ข้อมูลการจราจรผ่านทางระบบอินเตอร์เน็ต โดยอาจนำเครื่อง Server ไปติดตั้งไว้ที่ผู้ให้บริการอินเตอร์เน็ต (Internet Service Provider) หรือแบบ " Server Co-Location " พร้อมทั้งปรับปรุง/ติดตั้งระบบสื่อสารข้อมูลเดิมให้สอดคล้องกับการดำเนินการดังกล่าว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบฯ

10) ดำเนินการดูแลและบำรุงรักษาอุปกรณ์ระบบตรวจวัดสภาพการจราจรที่ติดตั้งใหม่ในโครงการนี้ เป็นระยะเวลา 1 ปี นับจากวันรับมอบงานงวดสุดท้ายตามสัญญา

11) ที่ปรึกษาจะรับผิดชอบค่าไฟฟ้าและค่าสื่อสารข้อมูลสำหรับอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรที่ติดตั้งใหม่ในโครงการระยะที่ 2 นี้ เป็นระยะเวลา 1 ปี นับจากวันรับมอบงานงวดสุดท้ายตามสัญญา

12) จัดให้มีการดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยี และจัดให้มีการศึกษาดูงานการพัฒนาระบบการจราจรและขนส่งอัจฉริยะในพื้นที่ที่มีการพัฒนาระบบการจราจรและขนส่งอัจฉริยะ ที่มีเทคโนโลยีสูงและทันสมัย จำนวน 1 ครั้ง เพื่อเป็นการเสริมสร้างความรู้และประสบการณ์แก่บุคลากรของ สนข. และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยมีจำนวนผู้เดินทางรวมทั้งสิ้นประมาณ 15 คน

1.4 โครงสร้างของรายงาน

ที่ปรึกษาได้จัดทำและส่งมอบรายงานเบื้องต้นตามที่กำหนดไว้ในสัญญา โดยมีโครงสร้างของรายงาน ดังนี้

บทที่ 1 **บทนำ** เนื้อหาประกอบด้วย ความเป็นมา วัตถุประสงค์ของโครงการ ขอบเขตการดำเนินงาน และโครงสร้างของรายงาน

บทที่ 2 **การศึกษาทบทวนการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 1** เนื้อหาประกอบด้วย การศึกษาทบทวนภาพรวมระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time และการประเมินข้อเสนอแผนการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจร

บทที่ 3 **การพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 2** เนื้อหากล่าวถึงการพัฒนาระบบรายงานสภาพจราจร ซึ่งประกอบด้วย ระบบตรวจวัดสภาพการจราจร ระบบสื่อสารข้อมูล ระบบประมวลผล และระบบเผยแพร่ข้อมูลสภาพการจราจร

บทที่ 4 **การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพจราจรสำหรับระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 2** เนื้อหาประกอบด้วย การสำรวจและเสนอแนะตำแหน่งติดตั้งกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง การออกแบบรายละเอียดการติดตั้งอุปกรณ์ระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง และการดำเนินงานติดตั้งอุปกรณ์ระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง

บทที่ 5 **การพัฒนาซอฟต์แวร์ระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 2** เนื้อหาประกอบด้วย การพัฒนาซอฟต์แวร์เพิ่มเติมในส่วนของการรับ/ประมวลผลและระบบฐานข้อมูล และการปรับปรุงและพัฒนาระบบเผยแพร่ข้อมูลสภาพการจราจรเพิ่มเติม

บทที่ 6 **การพัฒนาประสิทธิภาพระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 2** เนื้อหาประกอบด้วย การปรับปรุงการเชื่อมต่อข้อมูลสัญญาณภาพ CCTV จาก บก.02 และการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบเผยแพร่ข้อมูลสภาพการจราจรโดยฝากเซิร์ฟเวอร์กับผู้ให้บริการ

บทที่ 7 **การทดสอบระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time** เนื้อหาประกอบด้วย แนวทางการทดสอบระบบ ผลการทดสอบระบบ และสรุปผลการทดสอบระบบ

บทที่ 8 **แผนการดำเนินงานบำรุงรักษาระบบ** เนื้อหาประกอบด้วย ขั้นตอนการดำเนินงานบำรุงรักษาระบบ การกำหนดตารางการดำเนินงานและรายละเอียดการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน การซ่อมบำรุง และการประสานงานในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันและซ่อมบำรุง

บทที่ 9 **สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ** เนื้อหาประกอบด้วย สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะการพัฒนาระบบในอนาคต

ภาคผนวก ก **แบบแปลนจุดติดตั้งกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง**

ภาคผนวก ข **รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของชุดอุปกรณ์กล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง**

ภาคผนวก ค **การดำเนินการตามข้อคิดเห็นคณะกรรมการกำกับการศึกษา**

บทที่ 2

การศึกษาทบทวนการพัฒนาระบบรายงาน
สภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 1

บทที่ 2
การศึกษาทบทวนการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 1

2.1 การศึกษาทบทวนภาพรวมระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time

คุณลักษณะของระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ที่ได้รับการออกแบบขึ้นในการจัดทำแผนแม่บทระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time เป็นระบบที่ทำการบันทึกและจัดเก็บข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรที่ติดตั้งในสนามและส่งผ่านมาทางระบบเครือข่ายสื่อสารข้อมูล โดยระบบจะทำการบันทึกลงในระบบฐานข้อมูล ณ ศูนย์ควบคุมที่ สนข. จากนั้นระบบจะนำข้อมูลดังกล่าวมาประมวลผลและวิเคราะห์ค่าแสดงสภาพการจราจร แล้วทำการแสดงผลบนแผนที่โครงข่ายถนนเพื่อเผยแพร่ข้อมูลสภาพการจราจรผ่านทางระบบอินเตอร์เน็ตให้แก่หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับการวางแผน/บริหารจัดการด้านการจราจร รวมทั้งผู้ขับขี่ยวดยานทั่วไปเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนเส้นทางการเดินทางต่อไป โดยองค์ประกอบสำคัญของระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ประกอบไปด้วย 4 ระบบงานย่อย มีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 ระบบตรวจวัดสภาพการจราจร (Traffic Sensor)

แผนแม่บทระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ได้ประเมินอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรที่มีการใช้งานกันอยู่ทั่วโลก และพิจารณาเลือกอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรซึ่งมีความเหมาะสมสำหรับระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ในพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล อยู่ 2 ประเภท ได้แก่

1) อุปกรณ์ระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง อุปกรณ์นี้จะทำหน้าที่ในการตรวจนับปริมาณจราจร ตรวจวัดความเร็วของยวดยาน ความยาวแถวคอย และค่าพารามิเตอร์ทางด้านจราจรอื่นๆ โดยใช้โปรแกรมคำนวณจากภาพที่ได้รับจากกล้องวีดิโอ ซึ่งกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง 1 ชุด สามารถทำงานครอบคลุมได้มากกว่า 1 ช่องจราจร โปรแกรมจะทำการประมวลผลข้อมูลและบันทึกไว้ที่ Controller Box จากนั้นข้อมูลก็จะถูกส่งไปยังศูนย์ควบคุมที่ สนข. แบบ Real Time การควบคุมและตรวจสอบการทำงานของกล้องวีดิโอสามารถทำได้ที่ศูนย์ควบคุมที่ สนข. ในกรณีที่ไฟฟ้าดับ ระบบฯ จะสามารถทำงานได้ในระยะหนึ่งก่อนจะหยุดทำงาน และเมื่อระบบไฟฟ้าเป็นปกติอีกครั้ง ระบบฯ จะสามารถเริ่มต้นทำงานได้อีกครั้งแบบอัตโนมัติ ไฟล์ข้อมูลที่จะส่งไปยังศูนย์ควบคุมกลางจะมีทั้งแบบ Format เป็นไฟล์ตัวเลขและตัวอักษร (Text File) และแบบภาพเคลื่อนไหวแสดงสภาพการจราจรจริง

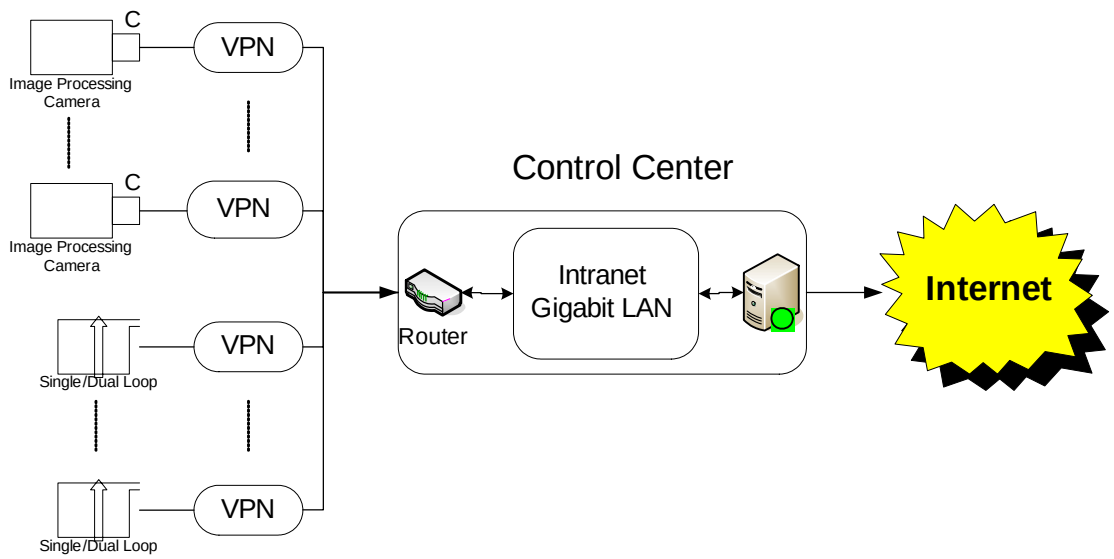
2) อุปกรณ์ตรวจวัดแบบขดลวดเหนี่ยวนำ (Loop Sensors) ทำหน้าที่ในการตรวจนับปริมาณจราจร ตรวจวัดความเร็วของยวดยาน ตลอดจนค่าพารามิเตอร์ทางด้านจราจรต่างๆ โดยได้ทำการติดตั้งขดลวดเหนี่ยวนำ 2 ชุดต่อ 1 ช่องจราจร และเชื่อมต่อเข้ากับ Controller Box อุปกรณ์ตรวจวัดประเภทนี้จะทำงานเมื่อมียวดยานวิ่งผ่านขดลวดเหนี่ยวนำ โดยส่งสัญญาณไปยัง Controller Box เพื่อบันทึกข้อมูลและทำการประมวลผลในเบื้องต้น จากนั้นจะส่งข้อมูลไปยังศูนย์ควบคุมที่ สนข.

ในกรณีที่ข้อมูลไม่สามารถส่งไปได้ทันทีแบบ Real Time ข้อมูลจะถูกบันทึกเก็บไว้ที่ Controller Box แล้วจึงทำการส่งข้อมูลไปศูนย์ควบคุมเมื่อระบบเครือข่ายสื่อสารข้อมูลสามารถทำงานได้ตามปกติ ไฟล์ข้อมูลที่จะส่งไปยังศูนย์ควบคุมกลางจะมี Format เป็นไฟล์ตัวเลขและตัวอักษร (Text File) ซึ่งจะมีขนาดไม่ใหญ่มากนัก

2.1.2 ระบบสื่อสารข้อมูล (Communication System)

องค์ประกอบที่สำคัญและเป็นต้นทุนหลักอันหนึ่งของระบบรายงานสภาพจราจรแบบ Real Time ก็คือ ระบบสื่อสารข้อมูล จากผลการศึกษาของโครงการระยะที่ 1 ซึ่งได้มีการพิจารณาเลือกระบบสื่อสารข้อมูลที่จะใช้ในโครงการ โดยเกณฑ์ที่ใช้เลือก ได้แก่ รูปแบบของข้อมูล ชนิดและปริมาณของอุปกรณ์ตรวจวัด รูปแบบของการให้บริการข้อมูล การติดตั้ง และราคาของระบบสื่อสาร

รูปที่ 2.1-1
รูปแบบการสื่อสารข้อมูลของระบบ



รูปที่ 2.1-1 แสดงระบบสื่อสารข้อมูลต่างๆ ในแผนรวมโครงการ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็นสองส่วนใหญ่ๆ คือ ระบบสื่อสารข้อมูลขาเข้า ซึ่งนำข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจวัดแบบต่างๆ ผ่านเครือข่ายส่วนตัวเสมือน (Virtual Private Network (VPN)) เข้ามาสู่ศูนย์ควบคุมผ่านเราเตอร์ (Router) และระบบสื่อสารข้อมูลขาออก ซึ่งเป็นระบบสื่อสารที่นำข้อมูลที่ได้จากการประมวลผล และรวบรวม จัดรูปแบบ เพื่อแสดงผลทางหน้าเว็บผ่านเว็บเซิร์ฟเวอร์

1) ระบบสื่อสารข้อมูลขาเข้า

ระบบสื่อสารแบบนี้เป็นระบบที่นำข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจวัดเข้ามาสู่ศูนย์ควบคุม อุปกรณ์ตรวจวัดที่มีใช้ในแผนรวมโครงการ คือ อุปกรณ์ระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง และอุปกรณ์ขดลวดเหนี่ยวนำ

ระบบสื่อสารข้อมูลสำหรับอุปกรณ์ระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง

ข้อมูลหลักที่ได้จากอุปกรณ์ระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง คือ ข้อมูลการจราจรที่เกิดขึ้นทุก 1 นาที ซึ่งมีปริมาณข้อมูลไม่มาก แต่ละกล้องส่งข้อมูลน้อยกว่า 1 Kbps แต่มีข้อมูลรอง คือ ภาพเคลื่อนไหว ก่อนที่จะทำการส่งข้อมูลภาพเคลื่อนไหวนี้ จะมีการเข้ารหัสภาพเคลื่อนไหวให้อยู่ในรูปแบบ MPEG-4 ที่อัตราข้อมูลคงที่ 128 kbps ข้อมูลประเภทหลังนี้ต้องการช่องสัญญาณที่มีคุณภาพดีเนื่องจากข้อมูลเกิดขึ้นตลอดเวลา ดังนั้น สำหรับอุปกรณ์ระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งแล้ว ชนิดข้อมูลที่ใช้ตัดสินการเลือกระบบสื่อสารข้อมูลกลับเป็นข้อมูลรองของกล้อง

ระบบที่สามารถส่งข้อมูลในระดับ 128-256 Kbps ได้ ได้แก่ Fiber Optic Microwave Leased Line ADSL MPLS เนื่องจากข้อมูลมีปริมาณไม่มาก การลงทุนติดตั้งระบบ Microwave หรือ Fiber Optic จึงไม่คุ้มค่า ส่วนระบบ MPLS จะเป็นตัวเลือกที่ดีเมื่อปริมาณข้อมูลมากในระดับ Mbps เท่านั้น จึงเหลือเพียงตัวเลือกระหว่าง Leased Line และ ADSL เท่านั้น ซึ่งเมื่อพิจารณาในด้านราคาแล้วถือว่า ADSL ที่ให้บริการทั่วไปมีความเหมาะสมมากกว่า

ระบบสื่อสารข้อมูลสำหรับอุปกรณ์ขดลวดเหนี่ยวนำ

ข้อมูลที่ได้จากอุปกรณ์ขดลวดเหนี่ยวนำเป็นข้อมูลที่ได้ประมวลผลแล้ว เช่นเดียวกับข้อมูลหลักของอุปกรณ์ระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง คือ มีปริมาณน้อยมาก ต่ำกว่า 1 kbps และข้อมูลจะมีการปรับปรุงทุกๆ นาที เป็นเหตุให้ข้อมูลประเภทนี้ไม่ต้องการคุณภาพช่องสัญญาณที่กว้างมากนัก

ระบบสื่อสารข้อมูลที่เหมาะกับอัตราข้อมูลต่ำของอุปกรณ์ขดลวดเหนี่ยวนำ และมีราคาถูก คือ ระบบ ADSL GPRS หรือ CDMA แต่เมื่อคำนึงถึงการติดตั้งพื้นที่ให้บริการและการบำรุงรักษาแล้ว ระบบไร้สายจะได้เปรียบเนื่องจากไม่ต้องการสายสัญญาณ ทำให้ติดตั้งได้เร็วกว่า และมีเสถียรภาพมากกว่าเพราะสื่อสารข้อมูลผ่านระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ซึ่งมีเสถียรภาพสูง

ดังนั้น ระบบสื่อสารข้อมูลสำหรับอุปกรณ์ขดลวดเหนี่ยวนำควรเป็นระบบสื่อสารข้อมูลแบบ GPRS หรือ CDMA ทั้งนี้ผู้ติดตั้งจะทำการตรวจสอบว่าผู้ให้บริการรายใดมีข้อตกลงที่ดีที่สุดในด้านราคา-คุณภาพช่องสัญญาณ ทั้งนี้ คุณภาพช่องสัญญาณของ CDMA กับ GPRS ของผู้ให้บริการแต่ละรายไม่เท่ากัน (บริษัทที่ให้บริการ GPRS มีอยู่สามรายในกรุงเทพมหานคร รวมกับ CDMA อีกหนึ่งราย)

2) ระบบสื่อสารข้อมูลขาออก

ระบบสื่อสารข้อมูลนี้เป็นระบบที่นำข้อมูลจากเครือข่ายภายใน (Intranet) ของศูนย์ควบคุมระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time สู่เครือข่ายสาธารณะ (Internet) เพื่อให้สาธารณชนรับทราบข้อมูลจราจรได้ จากการออกแบบเบื้องต้นได้กำหนดให้ข้อมูลของระบบรายงานสภาพการจราจรอยู่ในหน้าเว็บและมีความกว้างแถบเท่ากับ 2 Mbps ซึ่งเลือกมาจากการคำนวณจำนวนผู้ใช้บริการ ดังอธิบายต่อไปนี้

จำนวนผู้ใช้บริการที่ดูหน้าเว็บ

โดยทั่วไปหน้าเว็บที่มีแต่ข้อความและภาพนิ่งควรมีขนาดเฉลี่ยไม่เกิน 50 Kbytes หรือ 400 Kbits หากให้เวลาดาวน์โหลดเว็บทั้งหน้าเฉลี่ยเป็น 10 วินาที ผู้ใช้บริการจะต้องดาวน์โหลดที่ความเร็ว 40 Kbps ซึ่งหมายถึง ระบบฯ สามารถรองรับจำนวนผู้ใช้บริการ ณ เวลาหนึ่งๆ ได้ถึง 2 Mbps/40 Kbps = 50 คน พร้อมกัน

จำนวนผู้ใช้บริการที่ดูภาพเคลื่อนไหวจากกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง

ถึงแม้ภาพเคลื่อนไหวจะส่งมาที่อัตรา 128 Kbps แต่ที่ Video Streaming Server จะปรับภาพให้สายภาพมีอัตราลดลงเหลือ 64 Kbps นั่นหมายถึง จะมีผู้ใช้บริการที่ดูภาพเคลื่อนไหวจากกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง ได้เท่ากับ 2 Mbps/ 64 Kbps หรือประมาณ 30 คน พร้อมกัน

การเลือกระบบสื่อสารข้อมูล

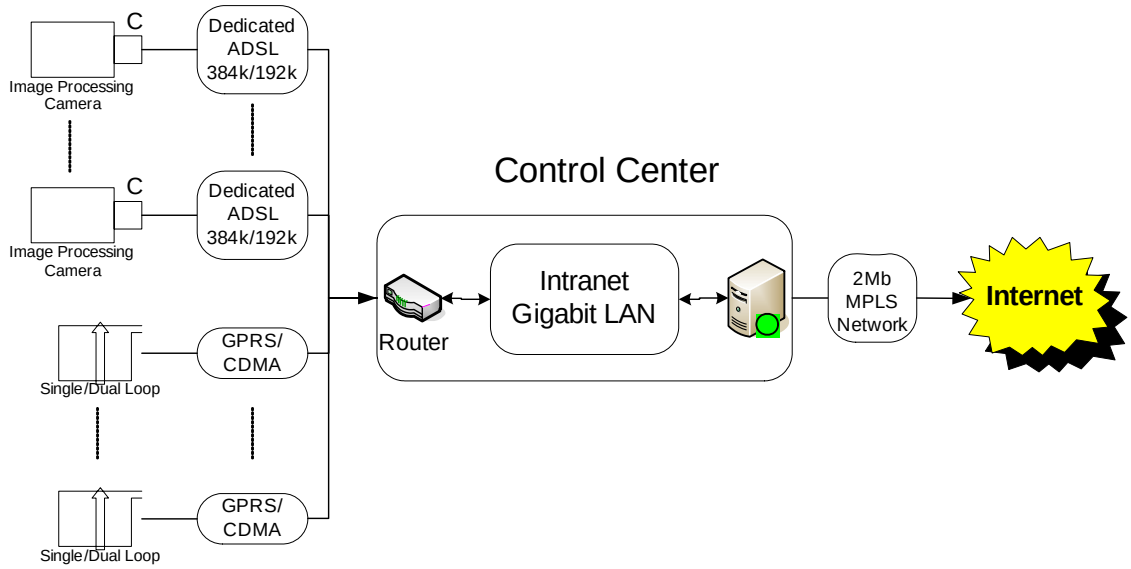
ระบบสื่อสารข้อมูลที่มีความสามารถส่งข้อมูลในระดับ 2 Mbps ได้แก่ Fiber Optic Microwave Leased Line ADSL และ MPLS เนื่องจากปริมาณข้อมูลมีไม่มาก การลงทุนติดตั้งระบบ Microwave หรือ Fiber Optic จึงไม่คุ้มค่า จึงเหลือตัวเลือกแค่ Leased Line ADSL และ MPLS ซึ่งเป็นระบบใหม่ในประเทศไทยเท่านั้น จากการสอบราคา MPLS มีราคาต่ำกว่าระบบอื่นที่คุณภาพช่องสัญญาณใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ ในต่างประเทศมีแนวโน้มการใช้ MPLS มากขึ้นและราคาต่อประสิทธิภาพต่ำลงเรื่อยๆ

ดังนั้น ระบบสื่อสารข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับการสื่อสารข้อมูลขาออกควรเป็น MPLS ขนาด 2 Mbps

3) แผนภาพของระบบสื่อสารข้อมูล

สรุปการสื่อสารข้อมูลของโครงการภายหลังจากที่ได้พิจารณาเลือกระบบสื่อสารข้อมูลแล้ว ดังแสดงใน**รูปที่ 2.1-2** ซึ่งอุปกรณ์ระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งจะส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายส่วนตัวเสมือนโดยใช้ ADSL ที่ประกันอัตราการส่งข้อมูล (Upstream) ที่ 192 Kbps อุปกรณ์ขดลวดเหนี่ยวนำได้เลือกใช้ระบบ GPRS ส่วนการเชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ตเพื่อให้บริการหน้าเว็บจะผ่านเครือข่าย MPLS ที่มีขนาดช่องสัญญาณ 2 Mbps

รูปที่ 2.1-2
ระบบสื่อสารข้อมูลสำหรับโครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 1



การเลือกเทคโนโลยีระบบสื่อสารดังกล่าวข้างต้นนี้เหมาะสมกับสภาพการณ์ในช่วงออกแบบ อย่างไรก็ตาม ระบบสื่อสารได้มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว มีการนำเอาเทคโนโลยีใหม่ ๆ ที่มีประสิทธิภาพสูงมาให้บริการในพื้นที่อยู่เสมอ ในขณะที่เทคโนโลยีที่ให้บริการในปัจจุบันก็จะมีแนวโน้มราคาค่าเช่าบริการที่ต่ำลง การพัฒนาโครงการระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ในช่วงเวลาใด ๆ ย่อมต้องพิจารณาการให้บริการระบบสื่อสารรูปแบบใหม่ ๆ ที่มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้นหรือรูปแบบเดิมที่มีค่าเช่าบริการที่ต่ำลงเป็นทางเลือกเสมอ ดังนั้น การพัฒนาระบบฯ จึงควรจะทำการตรวจสอบและประเมินถึงเทคโนโลยีระบบสื่อสารที่มีการให้บริการอยู่ในขณะนั้น เพื่อทำการคัดเลือกระบบสื่อสารที่เหมาะสมที่สุดสำหรับสภาพการณ์ในช่วงเวลาดำเนินการ

2.1.3 ระบบประมวลผล (Processing System)

ระบบประมวลผลข้อมูลทำหน้าที่ในการบันทึกข้อมูลที่ได้รับจากระบบตรวจวัดสภาพการจราจร (Sensor Unit) และจัดเก็บในระบบฐานข้อมูล (Database System) จากนั้นจะนำข้อมูลมาทำการประมวลผลและวิเคราะห์เพื่อใช้ในการเผยแพร่ข้อมูลสภาพการจราจรแบบ Real Time ต่อไป

ในการออกแบบระบบการรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 1 ได้ตั้งหลักเกณฑ์และเป้าหมายที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นในโครงการ โดยการประมวลผลจะใช้เวลาดำเนินการตลอดกระบวนการ (เริ่มจากการส่งผ่านข้อมูลสภาพการจราจรจากอุปกรณ์ตรวจวัดในสนามผ่านระบบสื่อสารข้อมูล การวิเคราะห์และประมวลผลจนกระทั่งเผยแพร่ข้อมูลสภาพการจราจรผ่านทางเว็บไซต์) จะใช้เวลาไม่เกิน 1 นาที ระบบประมวลผลข้อมูลถูกออกแบบให้ทำการเรียกและประมวลผลข้อมูลทุก ๆ นาที เพื่อให้สามารถอัพเดทข้อมูลที่ทำการเผยแพร่ผ่านทางเว็บไซต์ได้นาทีต่อนาที โดยกำหนดว่าข้อมูลสภาพการจราจรที่รายงานผ่านทางเว็บไซต์จะเป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่สำรวจได้ในช่วงระยะเวลา 5 นาทีล่าสุด

การประมวลผลในแต่ละครั้ง (ทุก ๆ 1 นาที) มีลักษณะดังนี้ คือ ภายหลังจากที่ทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของข้อมูลสภาพการจราจรของ 5 นาทีล่าสุดแล้วเสร็จ ระบบประมวลผลจะส่งผลการวิเคราะห์ที่ได้ไปยัง Server เพื่อทำการเผยแพร่ข้อมูลให้แก่หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องและผู้ขับขี่ยวดยานทั่วไป ในขณะเดียวกันก็จะได้รับข้อมูลสภาพการจราจรของ 1 นาทีใหม่เข้ามา ระบบประมวลผลก็จะรวบรวมข้อมูลสภาพการจราจรของ 5 นาทีล่าสุดชุดใหม่ขึ้นมา แล้วทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยข้อมูลสภาพการจราจรสำหรับนาทีต่อมา และส่งผลการวิเคราะห์ไปยัง Server เพื่อเผยแพร่อีกครั้งหนึ่ง การประมวลผลนี้จะกระทำซ้ำตามกระบวนการเดิมนี้ทุก ๆ 1 นาที

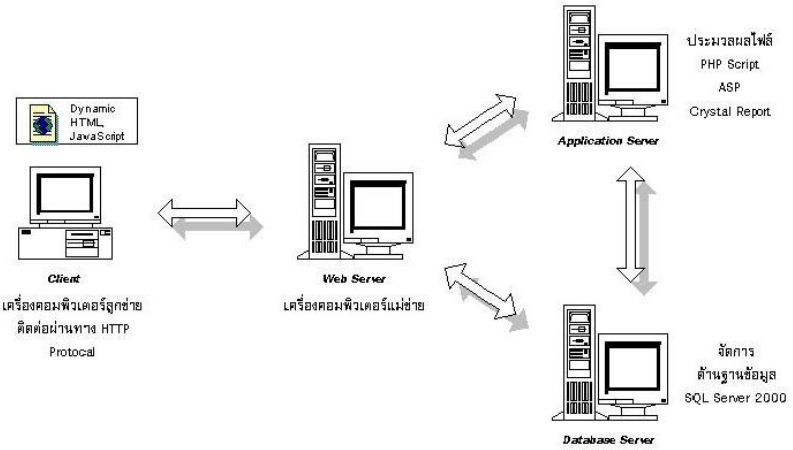
2.1.4 ระบบเผยแพร่ข้อมูลสภาพการจราจร (Traffic Information System)

โครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 1 ได้เลือกใช้ระบบเผยแพร่ข้อมูลสภาพการจราจรบนอินเตอร์เน็ตผ่านทางเว็บไซต์ เป็นรูปแบบการเผยแพร่ข้อมูลทำการรายงานสภาพการจราจรให้ครอบคลุมพื้นที่และใช้เส้นสีในการแสดงสภาพการจราจรบนโครงข่ายถนนต่าง ๆ โดยประเมินว่าอินเตอร์เน็ตเป็นเทคโนโลยีที่สามารถสนับสนุนการดำเนินงานของระบบฯ แบบอัตโนมัติได้อย่างเต็มรูปแบบ และหน่วยงานเจ้าของระบบฯ สามารถพัฒนาระบบเผยแพร่ข้อมูลสภาพการจราจรบนเว็บไซต์และสามารถดำเนินการได้เองโดยไม่จำเป็นต้องเสียค่าใช้จ่ายมากนัก ข้อมูลจากอินเตอร์เน็ตจัดได้ว่าเป็นการรายงานที่มีประสิทธิภาพ ประชาชนสามารถเข้าถึงข้อมูลได้โดยง่าย และสามารถทำความเข้าใจสภาพการจราจรทั่วพื้นที่ได้อย่างรวดเร็ว และเป็นระบบที่นิยมใช้ในการรายงานสภาพการจราจรอยู่ในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก ดังนั้น การพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 1 จึงได้เน้นรูปแบบการเผยแพร่ข้อมูลสภาพการจราจรผ่านทางเว็บไซต์เป็นหลัก

การพัฒนาระบบเผยแพร่ข้อมูลสภาพการจราจรในลักษณะของเว็บแอพพลิเคชั่น ในโครงการระยะที่ 1 ได้ดำเนินการพัฒนาโดยใช้รูปแบบสถาปัตยกรรมแบบ Thick Web Client โดยผนวกการใช้ Dynamic HTML และ JavaScript ร่วมด้วยในการควบคุมตรรกการทำงานบางส่วนที่เครื่อง Client ขณะที่ตรรกการทำงานส่วนใหญ่จะอยู่ที่ Server มีหน้าที่การทำงานหลักๆ คือ การจัดการข้อมูล การจัดการรายงานแสดงผล และการจัดการผู้ใช้ระบบ ตามลำดับ ดังแสดงใน**รูปที่ 2.1-3**

ทั้งนี้ การเผยแพร่ข้อมูลสภาพการจราจรจะทำโดยใช้เครือข่ายอินเตอร์เน็ตในระบบ Client-Server ผ่านทางเว็บไซต์ เมื่อเครื่องลูกข่ายเลือกเข้าสู่ระบบรายงานสภาพการจราจรซึ่งจะมีการส่งคำสั่งร้องขอไปยังระบบ Server เพื่อทำการค้นหาข้อมูลและประมวลผลตามคำร้องขอ จากนั้นระบบ Server จะส่งผลการประมวลในรูปแบบที่กำหนดไปยังเครื่องลูกข่ายที่เป็นผู้ร้องขอ

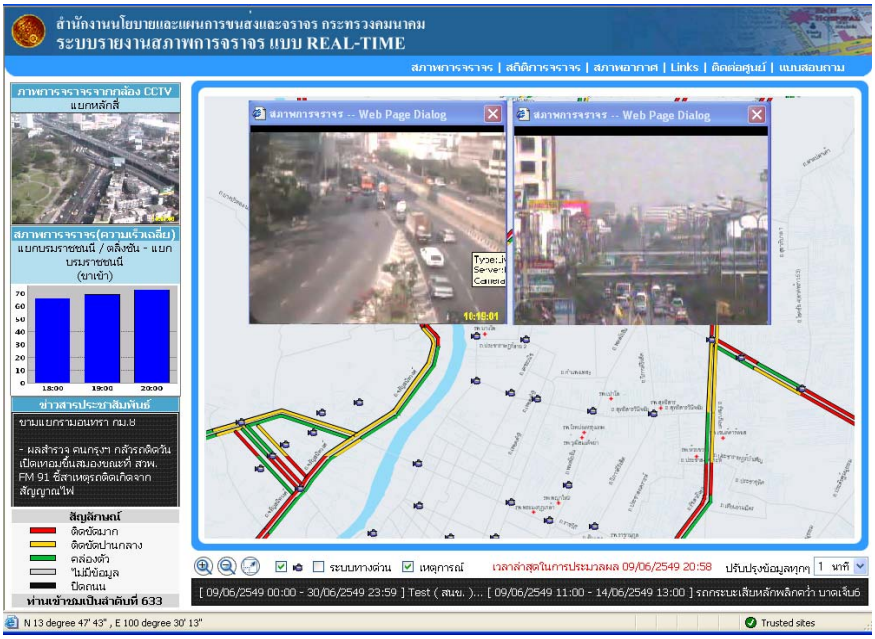
รูปที่ 2.1-3
สถาปัตยกรรมของเว็บแอพพลิเคชั่น



รูปแบบของการรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ที่พัฒนาขึ้น มีคุณลักษณะดังนี้

- การรายงานอาศัยแผนที่โครงข่ายถนนซึ่งครอบคลุมพื้นที่ศึกษา โดยใช้เส้นสีแสดงระดับการติดขัดของสภาพการจราจรแบบแยกทิศทางบนถนนสายต่างๆ ที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจร ในเบื้องต้น ที่ปรึกษาได้แบ่งระดับการติดขัดของสภาพการจราจรออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ สภาพการจราจรคล่องตัวแทนด้วยสีเขียว สภาพการจราจรติดขัดปานกลางแทนด้วยสีเหลือง และสภาพการจราจรติดขัดอย่างมากแทนด้วยสีแดง ตัวอย่างการรายงานสภาพการจราจร แสดงใน **รูปที่ 2.1-4**
- แผนที่รายงานสภาพการจราจร สามารถเลื่อนภาพขึ้น-ลง และขยายภาพเข้า-ออกได้ พร้อมแสดงเวลาที่ระบบทำการตรวจวัดและประมวลผลข้อมูล
- เมื่อผู้ใช้เลื่อน Mouse Cursor ไปยังตำแหน่งเส้นสี ซึ่งแทนถนนบนแผนที่รายงานสภาพการจราจร ระบบฯ จะแสดงตัวเลขข้อมูลสภาพการจราจรที่ตรวจวัดได้ในแต่ละทิศทาง
- บนแผนที่รายงานสภาพการจราจรจะมี Icon แสดงตำแหน่งที่มีการติดตั้งกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง เมื่อผู้ใช้เคลื่อน Mouse Cursor ไปยังตำแหน่งดังกล่าว แล้วคลิกลงไปบน Icon ระบบฯ จะเรียก Pop-up Window เพื่อแสดงภาพนิ่งของสภาพการจราจรล่าสุดบนถนนสายนั้นได้

รูปที่ 2.1-4
ตัวอย่างแสดงแผนที่รายงานสภาพการจราจรบนโครงข่ายถนน



สำหรับข้อมูลสภาพการจราจรที่ทำการเผยแพร่นอกจากจะเป็นข้อมูลที่ประมวลผลมาจากอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรที่ติดตั้งในสนามแล้ว ระบบฯ ยังออกแบบให้เจ้าหน้าที่สามารถนำเข้าข้อมูลสภาพการจราจรที่ได้จากแหล่งข้อมูลอื่นๆ เพื่อทำการเผยแพร่สู่ประชาชนได้ด้วย ตัวอย่างข้อมูลดังกล่าว อาทิเช่น ข้อมูลสภาพการจราจรบนถนนต่างๆ ที่ประสบอยู่ในขณะนี้ ข้อมูลจุดเกิดอุบัติเหตุ ข้อมูลการปิดถนนเพื่อซ่อมแซม หรือการปิดถนนเพื่อพิธีการต่างๆ ที่ทราบกำหนดการล่วงหน้า เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ขับขี่ยวดยานในการตัดสินใจเดินทางและเลือกใช้เส้นทางในการเดินทางได้

นอกจากการแสดงข้อมูลสภาพการจราจรผ่านทางเว็บไซต์แล้ว ระบบฯ ได้ออกแบบให้สามารถทำการเผยแพร่ข้อมูลสภาพการจราจรที่ได้จากโครงการผ่านทางหน่วยงาน/องค์กรต่างๆ ที่มีทรัพยากร และช่องทางการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารพร้อมอยู่แล้ว ซึ่งจะทำให้ข้อมูลที่ได้สามารถเผยแพร่ไปสู่ประชาชนได้ในวงกว้างมากยิ่งขึ้น ยังผลให้ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการเพิ่มมากขึ้น และประชาชนจะได้รับผลประโยชน์จากโครงการได้อย่างเต็มที่

2.2 การประเมินข้อเสนอแผนการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจร

โครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ได้เสนอแผนการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ซึ่งครอบคลุมโครงข่ายถนนสายหลักที่เชื่อมต่อกับพื้นที่ชั้นในบริเวณถนนวงแหวนรัชดาภิเษก ถนนวงแหวนรัชดาภิเษกเอง และถนนสายหลักที่อยู่ภายในถนนวงแหวนรัชดาภิเษก เพื่อที่ผู้ใช้ยวดยานจะได้รับข้อมูลสภาพการจราจรบนถนนสายหลักสำคัญๆ สำหรับใช้วางแผนเส้นทางการเดินทางต่อไป ดังแสดงใน **ตารางที่ 2.2-1**

ตารางที่ 2.2-1
เส้นทางหลักที่พิจารณาในโครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time

ลำดับที่	ทิศ	รายละเอียด
เส้นทางหลักที่เชื่อมต่อกับถนนวงแหวนรัชดาภิเษก		
1	เหนือ	ถนนพิบูลสงคราม ถนนกรุงเทพฯ-นนทบุรี ถนนติวานนท์ ถนนประชาชื่น ถนนวิภาวดีรังสิต และทางด่วนขั้นที่ 2 (ทางพิเศษศรีรัช)
2	ตะวันออกเฉียงเหนือ	ถนนพหลโยธิน
3	ตะวันออก	ถนนลาดพร้าว และทางด่วนขั้นที่ 2 ส่วน D
4	ตะวันออกเฉียงใต้	ถนนพระราม 9 ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ ถนนพัฒนาการ ถนนสุขุมวิท ถนนพระรามที่ 4 และทางพิเศษเฉลิมมหานคร
5	ใต้	ถนนสุขสวัสดิ์ และทางพิเศษเฉลิมมหานคร
6	ตะวันตกเฉียงใต้	ถนนราษฎร์บูรณะ ถนนสมเด็จพระเจ้าตากสิน และถนนพระรามที่ 2
7	ตะวันตก	ถนนเพชรเกษม ถนนราชพฤกษ์ และถนนตากสิน-เพชรเกษม
8	ตะวันตกเฉียงเหนือ	ถนนสิรินธร และถนนบรมราชชนนี
ถนนวงแหวนรัชดาภิเษก		
9	วงแหวนรัชดาภิเษก	ถนนรัชดาภิเษก ถนนอโศกมนตรี ถนนอโศก-ดินแดง ถนนพระรามที่ 3 และถนนมไหศวรรย์
ถนนสายหลักภายในถนนวงแหวนรัชดาภิเษก		
10	ภายในวงแหวนรัชดาภิเษก	ถนนประชาราษฎร์สาย 1, 2 ถนนพระรามที่ 1 ถนนพระรามที่ 5 ถนนพระรามที่ 6 ถนนอังรีดูนังต์ ถนนบำรุงเมือง ถนนดินแดง ถนนบ้านดินสอ ถนนจักรเพชร ถนนจันทร์ ถนนเจริญกรุง ถนนจารุเมือง ถนนจักรพงษ์ ถนนกรุงเกษม ถนนกรุงธนบุรี ถนนหลานหลวง ถนนมเหสักข์ ถนนนราธิวาสราชนครินทร์ ถนนเพชรบุรี ถนนประชาธิปก ถนนประดิพัทธ์ ถนนเพลินจิต ถนนพิษณุโลก ถนนพญาไท ถนนราชดำเนินกลาง ถนนราชดำริ ถนนราชปรารภ ถนนราชวิถี ถนนสีลม ถนนสาลีรัฏวิภาค ถนนสาทรเหนือ-ใต้ ถนนสี่พระยา ถนนสุรวงศ์ ถนนสามเสน ถนนสาธุประดิษฐ์ ถนนศรีอยุธยา ถนนเตชะวณิช ถนนทหาร ถนนตรีเพชร ถนนเทอดไท ถนนตีทอง ถนนวิสุทธิกษัตริย์ ถนนวิทยุ และถนนเย็นอากาศ

2.2.1 การศึกษาตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจร

โครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ได้ข้อสรุปจากการศึกษา พบว่า ช่วงถนนที่มีลักษณะการไหลจราจรแบบไม่ต่อเนื่องที่มีระยะทางตั้งแต่ 0.8 กิโลเมตรขึ้นไป ควรจะมีอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรอย่างน้อย 2 ชุด (ต่อทิศทางจราจร) ชุดแรก จะทำการตรวจวัดสภาพการจราจรบริเวณใกล้ทางแยกห่างจากทางแยกประมาณ 30 เมตร ชุดที่สอง จะติดห่างออกไปจากทางแยกสัญญาณไฟจราจรเป็นระยะทางพอสมควรเพื่อตรวจวัดสภาพการจราจรในช่วงครึ่งหลังของช่วงถนนนั้น อย่างไรก็ตาม ตำแหน่งการตรวจวัดของอุปกรณ์ชุดที่สองนี้ถือว่าเป็นแนวทางในการกำหนดจุดติดตั้งเท่านั้น มีความยืดหยุ่นค่อนข้างมาก จากผลการ Run Simulation ในโครงการฯ พบว่า ตำแหน่งการตรวจวัดในช่วงกึ่งกลางของช่วงถนนไปจนถึงสุดช่วงถนนไม่ว่าจะทำการตรวจวัดสภาพการจราจรที่ตำแหน่งใด ก็จะให้ข้อมูลสภาพการจราจรที่ใกล้เคียงกันในทุกระดับปริมาณจราจร ทั้งนี้ เพราะตำแหน่งในช่วงครึ่งหลังของช่วงถนนจะไม่ค่อยได้รับอิทธิพลจากสัญญาณไฟจราจรมากนัก สามารถวัดปริมาณความต้องการการเดินทางบนเส้นทางได้จริง และวัดความเร็วกระแสจราจรได้ใกล้เคียงกัน และสามารถคำนวณความเร็วกระแสจราจรของช่วงถนนจากความเร็วที่ตรวจวัดโดยอุปกรณ์ในสองจุดดังกล่าวได้

2.2.2 แผนการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรทั้งระบบ

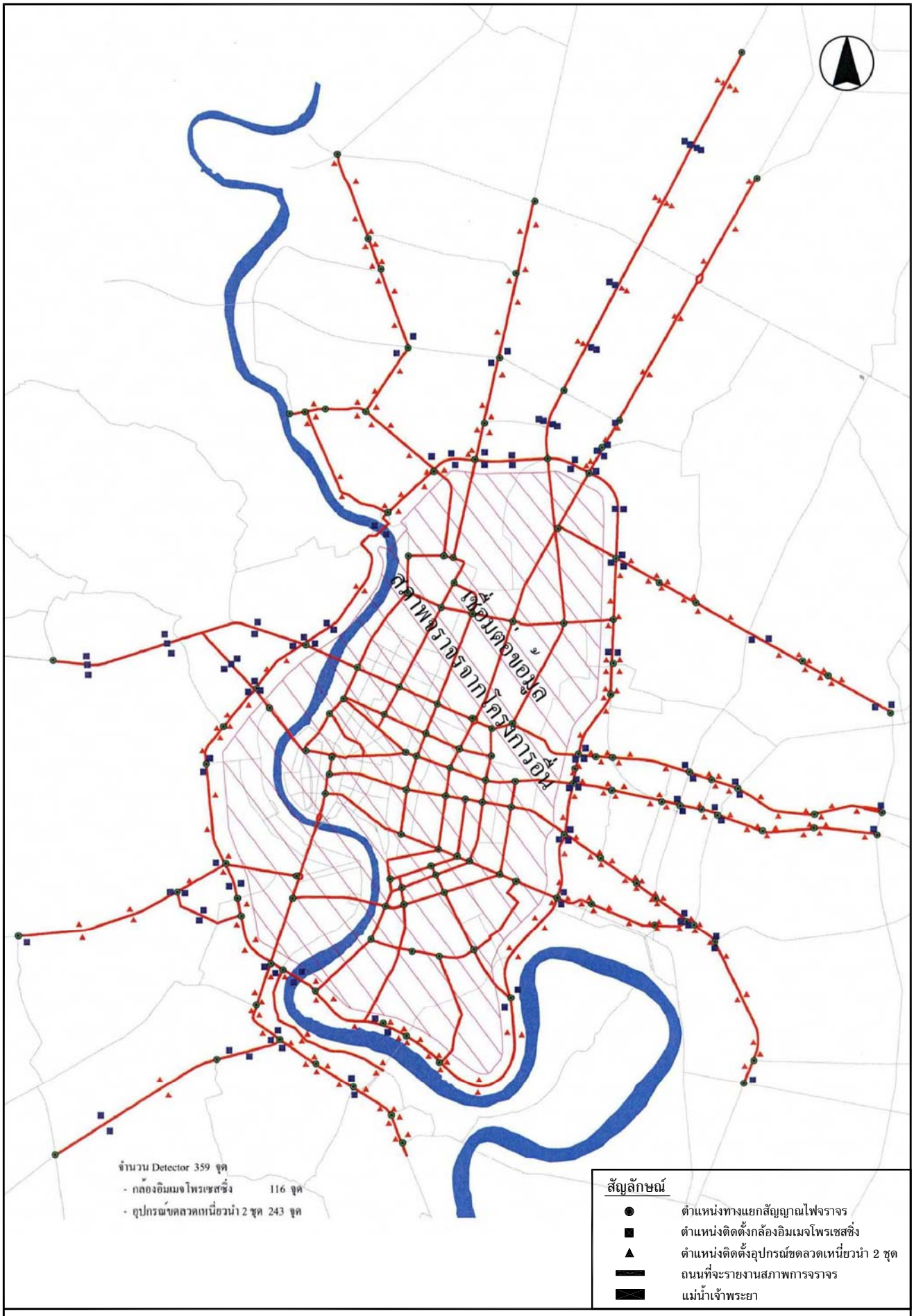
จากผลการศึกษาตำแหน่งตรวจวัดสภาพการจราจรที่เหมาะสมบนช่วงถนนสำหรับช่วงถนนที่มีการไหลเวียนจราจรแบบอิสระ (Uninterrupted Flow) และช่วงถนนที่มีการไหลเวียนจราจรแบบไม่อิสระ (Interrupted Flow) โครงการฯ ได้ทำการกำหนดตำแหน่งตรวจวัดสภาพการจราจรเบื้องต้น สำหรับการรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ในภาพรวม ดังแสดงใน**รูปที่ 2.2-1** โดยได้เน้นที่จะทำการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรบนถนนวงแหวนรัชดาภิเษกและถนนสายหลักต่างๆ ที่เชื่อมต่อกับถนนวงแหวนรัชดาภิเษก เพื่อทำการรวบรวมข้อมูลสภาพการจราจรบนถนนสายหลักดังกล่าว นำมาประมวลผลและเผยแพร่ข้อมูลสู่ประชาชนต่อไป

อุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรที่แนะนำใช้ในโครงการ คือ อุปกรณ์ระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง และอุปกรณ์ขดลวดเหนี่ยวนำแบบ 2 ชุด อุปกรณ์ระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งสามารถให้ข้อมูลปริมาณจราจร ความเร็วกระแสจราจร ความยาวแถวคอย ตลอดจนตัวแปรทางด้านจราจรต่างๆ พร้อมทั้งภาพสภาพการจราจรจริงด้วย ส่วนอุปกรณ์ขดลวดเหนี่ยวนำแบบ 2 ชุด จะให้ข้อมูลปริมาณจราจร ความเร็วกระแสจราจร และตัวแปรทางด้านจราจรอื่นๆ แต่จะไม่มีข้อมูลภาพ อย่างไรก็ตาม ราคาของอุปกรณ์ระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งมีราคาสูงกว่าอุปกรณ์ขดลวดเหนี่ยวนำแบบ 2 ชุด ดังนั้น โครงการจึงได้เลือกกำหนดจุดติดตั้งอุปกรณ์ระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งในบริเวณที่สำคัญๆ เท่านั้น เช่น ใกล้ทางแยกหลัก และบนช่วงถนนที่สำคัญบนเส้นทาง เป็นต้น ซึ่งเป็นจุดที่ประชาชนโดยส่วนใหญ่มีความสนใจ ในขณะที่เลือกใช้อุปกรณ์ขดลวดเหนี่ยวนำแบบ 2 ชุด ในตำแหน่งที่ทำการเก็บข้อมูลปริมาณจราจร และความเร็วกระแสจราจรเป็นสำคัญ โดยโครงการฯ ได้ทำการกำหนดจุดติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจร ซึ่งประกอบด้วย อุปกรณ์ระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง ทั้งหมดจำนวน 116 ชุด และอุปกรณ์ขดลวดเหนี่ยวนำแบบ 2 ชุด จำนวน 243 ชุด รวมจำนวนทั้งสิ้น 359 จุด ครอบคลุมระยะทาง 160 กิโลเมตร

สำหรับถนนสายหลักภายในวงแหวนรัชดาภิเษกที่จะทำการรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time นั้น เนื่องจากในปัจจุบันได้มีการดำเนินการโครงการหรือมีแผนงานที่จะพัฒนาโครงการระบบการขนส่งและจราจรอัจฉริยะ (Intelligent Transportation System) ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร จำนวนหลายโครงการ ซึ่งบางโครงการได้ดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรในสนามไว้แล้ว ในขณะที่บางโครงการมีแผนงานที่จะทำการติดตั้งอุปกรณ์เหล่านี้บนโครงข่ายถนนในอนาคตอันใกล้ อุปกรณ์เหล่านี้บางประเภทสามารถทำการตรวจวัดสภาพการจราจรได้อย่างอัตโนมัติ ซึ่งถ้ามีการประสานงานกับหน่วยงานที่รับผิดชอบ ก็สามารถทำการเชื่อมโยงข้อมูลจากอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพจราจรเหล่านั้น มายังศูนย์ควบคุมของระบบการรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ที่ สนข. ได้ โดยไม่จำเป็นต้องติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรเพิ่มเติมในบริเวณใกล้เคียงกัน ทั้งนี้ เพื่อให้สามารถใช้อุปกรณ์ได้เต็มประโยชน์สูงสุดและเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการลงทุนของรัฐบาลด้วย

2.2.3 การประเมินข้อเสนอแผนการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจร

จากผลการศึกษาในส่วนของตำแหน่งและแผนการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพจราจรข้างต้น เป็นไปตามการศึกษาโดยละเอียดจากการใช้แบบจำลอง Simulation ซึ่งได้ข้อกำหนดตำแหน่งติดตั้งที่เหมาะสมในการตรวจวัดในช่วงถนนใดๆ และจากการประเมินถึงขอบเขตพื้นที่ครอบคลุม ทำให้สามารถจัดวางตำแหน่งที่สมควรติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพจราจรเมื่อประกอบกับการพิจารณาเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัด ทำให้จัดทำเป็นข้อสรุปการใช้อุปกรณ์กล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งร่วมกับการใช้อุปกรณ์ขดลวดเหนี่ยวนำแบบ 2 ชุดดังกล่าวข้างต้น



รูปที่ 2.2-1 ตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพจราจรทั้งระบบของโครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time

\\CC\C:\project50\Real Time2\final\fig2.2-1.dwg

อย่างไรก็ตาม จากการดำเนินโครงการระยะที่ 1 ซึ่งเป็นโครงการนำร่อง การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพจราจรชนิดขดลวดเหนี่ยวนำประสบปัญหาค่อนข้างมาก ดังเช่น

- ใช้เวลาในการขออนุญาตใช้พื้นที่ เนื่องจากกระทบต่อหน่วยงานหลายหน่วย
- ต้องปิดช่องจราจรในการทำงาน ทำให้เกิดผลกระทบต่อการจราจร
- อาจเกิดการชำรุดเสียหายได้ เนื่องจากการก่อสร้างอื่นๆ บนผิวทาง

โดยในการดำเนินงานที่ผ่านมา มีความเสียหายเกิดขึ้นแล้วอันเนื่องมาจากการก่อสร้างบ่อพักท่อระบายน้ำของผู้รับเหมาของกรุงเทพมหานครที่ถนนสุขุมวิท ที่ปรึกษาเห็นว่า อาจมีโอกาสที่จะเกิดความเสียหายโดยการก่อสร้างหรือปรับปรุงพื้นผิวถนนได้ในอนาคต จึงได้ทบทวนและประเมินเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพจราจรเพิ่มเติมเพื่อเป็นทางเลือกสำหรับการดำเนินการต่อไป

2.2.3.1 ประเภทของอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพจราจร

ระบบตรวจวัดสภาพจราจรเป็นหนึ่งในองค์ประกอบหลักที่มีความสำคัญมากในระบบการรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดสภาพการจราจรบนท้องถนนในขณะใดขณะหนึ่งตลอดเวลา มีการประยุกต์ใช้อุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรมากมายหลายชนิด ซึ่งอาจจำแนกเป็นประเภทได้ดังนี้

1) อุปกรณ์ที่ติดตั้งบนพื้นผิวถนน (Intrusive Sensor) เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งโดยฝังไว้บนพื้นผิวถนนเพื่อตรวจวัด แบ่งได้ ดังนี้

- อุปกรณ์ท่อยางลม (Pneumatic Road Tube)

  อุปกรณ์ประเภทนี้เป็นท่อยางลมที่วางไว้บนพื้นผิวถนน ในแนวตั้งฉากกับทิศทางการจราจร เมื่อมียวดยานผ่านมา ล้อของยวดยานจะบดทับท่อยางลม ก่อให้เกิดความดันของลม (Air pressure) ภายในท่อยางส่งผ่านไปยังสวิตช์ลม (Air switch) และอุปกรณ์นับรถ (Counter) ที่ติดตั้งอยู่บริเวณริมถนน ชุดอุปกรณ์ท่อยางลม และอุปกรณ์นับรถนี้มีน้ำหนักไม่มากนัก สามารถเคลื่อนย้ายไปมาได้สะดวก เหมาะสำหรับตรวจวัดสภาพการจราจรเป็นการชั่วคราว สามารถตรวจวัดปริมาณยวดยาน ประเภทของยวดยาน (ตามจำนวนเพลา) และระยะห่างระหว่างยวดยานได้ อย่างไรก็ตาม อุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรไม่นิยมนำมาใช้กับจุดสำรวจถาวรเพราะอุปกรณ์ติดตั้งอยู่บนพื้นผิวถนน ทำให้เกิดความเสียหายหรือถูกลักขโมยได้ง่าย นอกจากนี้ อุปกรณ์ประเภทนี้ไม่เหมาะกับการนำมาใช้กับถนนที่มีความกว้างตั้งแต่ 2 ช่องทางจราจรต่อทิศทางขึ้นไป เพราะระบบไม่สามารถตรวจวัดสภาพการจราจรแบบแยกช่องทางจราจรได้โดยตรง จำเป็นจะต้องมีการจัดวางท่อยางลมที่มีรูปแบบพิเศษและมีความซับซ้อน และยังผลให้มีโอกาสเกิดความผิดพลาดในการตรวจวัดสภาพการจราจรได้สูงด้วย

รูปที่ 2.2-2
อุปกรณ์ท่อยางลม

- อุปกรณ์ขดลวดเหนี่ยวนำ (Inductive Loop Detector)

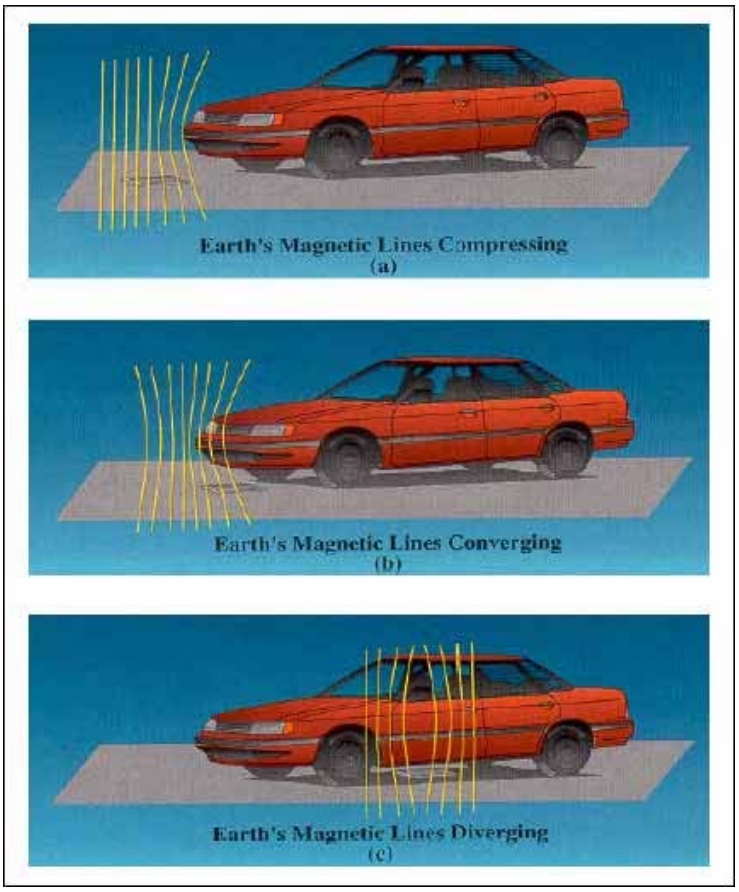
ขดลวดเหนี่ยวนำเป็นอุปกรณ์ที่มีการประยุกต์ใช้ในการตรวจวัดสภาพการจราจรในโครงการต่างๆ มากมายทั่วโลก อุปกรณ์นี้จะมีการฝังลวดเหนี่ยวนำซึ่งขดเป็นวงใต้พื้นผิวถนนลึกประมาณ 5-10 เซนติเมตรจากผิวถนน หลักการทำงานคร่าวๆ คือ ลวดนี้จะถูกกระตุ้นด้วยไฟฟ้าเพื่อก่อให้เกิดการแพร่กระจายของสนามเหนี่ยวนำบนถนน เมื่อมียวดยานพาหนะขับเคลื่อนผ่านมาจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสนามเหนี่ยวนำ ซึ่งทำให้เครื่องมือสามารถตรวจพบว่ามียวดยานวิ่งผ่านมา การติดตั้งอุปกรณ์ขดลวดเหนี่ยวนำมี 2 วิธีด้วยกัน คือ

- การติดตั้งขดลวด 1 ชุด (Single Loop) การใช้ขดลวดเพียง 1 ชุดต่อหนึ่งช่องทางจราจร จะทำให้สามารถตรวจวัดปริมาณจราจรได้
- การติดตั้งขดลวด 2 ชุด (Dual Loops) ซึ่งจะทำการติดตั้งขดลวดเหนี่ยวนำไฟฟ้าไว้ 2 ชุดต่อหนึ่งช่องทางจราจร ใต้พื้นผิวถนนด้วยระยะห่างที่กำหนดไว้แน่นอนล่วงหน้า การติดตั้งแบบนี้จะทำให้สามารถตรวจวัดปริมาณจราจรและความเร็วของยวดยานได้อย่างแม่นยำ

- อุปกรณ์วัดสนามแม่เหล็ก (Magnetic Sensor)

อุปกรณ์ชนิดนี้เป็นเทคโนโลยีประเภทแรกๆ ที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้กับการตรวจวัดสภาพการจราจร อุปกรณ์นี้ทำงานโดยการตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงพลังสนามแม่เหล็กของโลกซึ่งจะมีเปลี่ยนแปลงไปเมื่อมีวัตถุโลหะ (หรือในที่นี้ คือ ยานพาหนะ) เคลื่อนตัวผ่าน อุปกรณ์ตรวจวัดสนามแม่เหล็กโดยปกติจะถูกฝังบนพื้นผิวถนนลึกจากผิวถนนลงไปประมาณ 30 เซนติเมตร และจะทำการส่งสัญญาณไปยังวงจรแผงควบคุมซึ่งจะทำการแยกสัญญาณอีกครั้งหนึ่ง อุปกรณ์ประเภทนี้สามารถตรวจวัดความเร็วของยวดยานและปริมาณจราจรได้ นอกจากนี้ เนื่องจากยวดยานซึ่งเป็นโลหะมีรูปทรงแตกต่างกันไปจะทำให้รูปแบบการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็กต่างกันไป ดังนั้น อุปกรณ์ประเภทนี้บางรุ่นยังมีประสิทธิภาพในการจำแนกประเภทของยวดยานอย่างละเอียดถึงขนาดยี่ห้อและรุ่นของรถยนต์ได้ด้วย

รูปที่ 2.2-3
หลักการของอุปกรณ์ Magnetic Sensor



ที่มา : Luz Elena Y. Mimbela and Lawrence A. Klein. A Summary of Vehicle Detection and Surveillance Technologies used in Intelligent Transportation Systems, the Vehicle Detector Clearinghouse, New Mexico State University, Fall 2000.

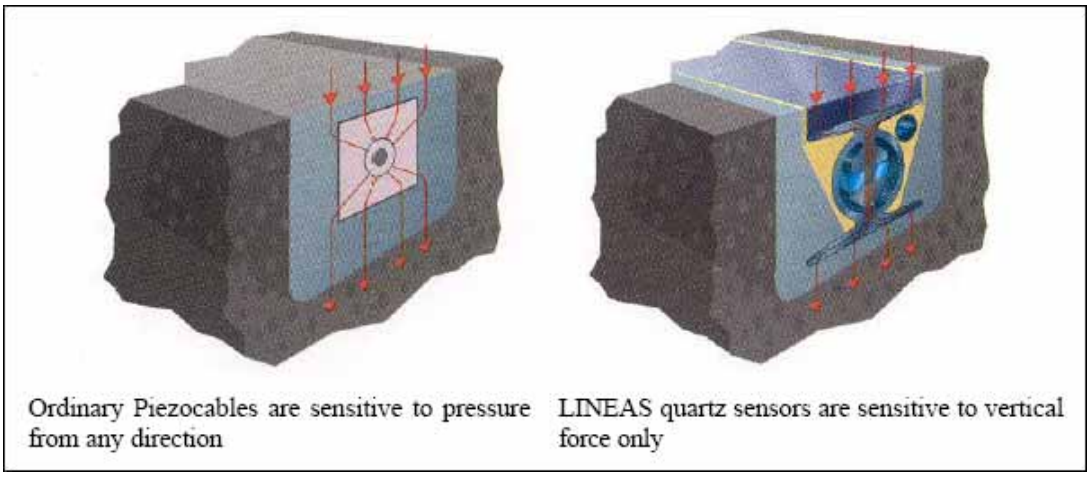
- Piezoelectric

Piezoelectric เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนแปลงรูปแบบจากพลังงานจลไปเป็นพลังงานไฟฟ้า เมื่อมียานพาหนะเคลื่อนที่ผ่านอุปกรณ์ วัสดุภายใน Piezoelectric จะสร้างแรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสมกับน้ำหนักของยานพาหนะ และจะเกิดการสร้างแรงดันไฟฟ้าอีกครั้งเมื่อน้ำหนักเกิดการเปลี่ยนแปลง Piezoelectric สามารถตรวจวัดปริมาณจราจรและน้ำหนักได้ ส่วนกรณีความเร็วและการแยกประเภทด้วยจำนวนเพลา จะต้องติดตั้งในลักษณะ Multiple Sensor

- Weigh-in-Motion (WIM)

WIM เป็นระบบที่ใช้สำหรับตรวจวัดแรงจากเพลาของยานพาหนะเมื่อเคลื่อนที่ผ่านบนผิวทางที่มีการฝังอุปกรณ์ ระบบ WIM จะทำงานตรวจวัดน้ำหนักยานพาหนะทั้งหมด (Gross Vehicle Weight) ซึ่งน้ำหนักที่ได้มาจากรับน้ำหนักโดยล้อ เพลา และกลุ่มของเพลา โดยระบบดังกล่าวจะช่วยเพิ่มความสามารถของสถานีวัดน้ำหนัก นอกจากนี้ ยังสามารถให้ข้อมูลจราจรที่สำคัญได้ เช่น ปริมาณจราจร ความเร็ว การแยกประเภทด้วยระยะห่างของเพลา และน้ำหนักเพลาเดี่ยวเทียบเท่า (ESAL)

รูปที่ 2.2-4
อุปกรณ์ Piezoelectic และ WIM



ที่มา : Quartz Technology for Weigh-in-Motion Sensors, presented by Craig J. Wynant, Kistler Instruments Corporation, 2002.

2) อุปกรณ์ที่มิได้ติดตั้งบนพื้นผิวถนน (Non-Intrusive Sensor) แบ่งได้ ดังนี้

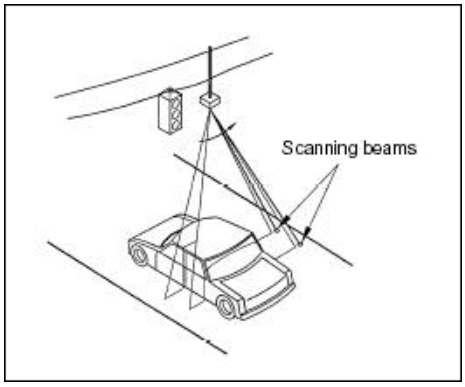
- อุปกรณ์ตรวจวัดประเภทแสงอินฟราเรดแบบ Active

  อุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรประเภทนี้ ประกอบด้วย อุปกรณ์ปล่อยคลื่นพลังงานอินฟราเรดกับอุปกรณ์คู่ที่ใช้ในการรับแสง อุปกรณ์จะถูกติดตั้งบนเสาสูงเหนือศีรษะ เพื่อให้สามารถส่งคลื่นพลังงานอินฟราเรดกำลังต่ำ (Low power infrared energy) ที่สร้างโดย Laser Diode หรือ Light Emitting Diode ลงมาบนพื้นผิวถนนได้ เมื่อมียวดยานผ่านมาการกระจายของแสงจะหักเหไปจากจุดปกติ ทำให้สามารถตรวจจับยวดยานได้ อุปกรณ์ประเภทนี้สามารถตรวจจับยวดยานแต่ละคัน นับปริมาณยวดยานและประเมินความยาวของยวดยานได้ ทั้งนี้ ระบบต้องใช้อุปกรณ์ปล่อยลำแสง 2 ลำ ทำงานร่วมกันเพื่อให้สามารถตรวจวัดความเร็วของยวดยานได้อย่างถูกต้องแม่นยำ นอกจากนี้ อุปกรณ์ตรวจวัดประเภทแสงอินฟราเรดแบบ Active ที่ทันสมัย บางรุ่นจะมีฟังก์ชั่นในการตรวจแยกประเภทของยวดยานได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วย

- อุปกรณ์ตรวจวัดประเภทแสงอินฟราเรดแบบ Passive

  อุปกรณ์ตรวจวัดประเภทนี้จะไม่ทำการส่งคลื่นพลังงานออกมา แต่จะทำการตรวจวัดพลังงานที่ส่งออกมาจากยวดยาน พื้นผิวจราจร วัตถุอื่นๆ ที่อยู่ในพื้นที่ตรวจนับ และจากชั้นบรรยากาศ เมื่อมียวดยานเข้ามายังพื้นที่ตรวจนับก็จะส่งผลให้พลังงานในบริเวณพื้นที่ตรวจนับเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้น ทำให้อุปกรณ์ดังกล่าวสามารถตรวจวัดได้ว่ามียวดยานผ่านไปมา อุปกรณ์ประเภทนี้สามารถตรวจวัดปริมาณยวดยาน ข้อมูล Occupancy และการผ่านไปมาของยวดยานได้

รูปที่ 2.2-5
อุปกรณ์ตรวจวัดประเภทแสงอินฟราเรด

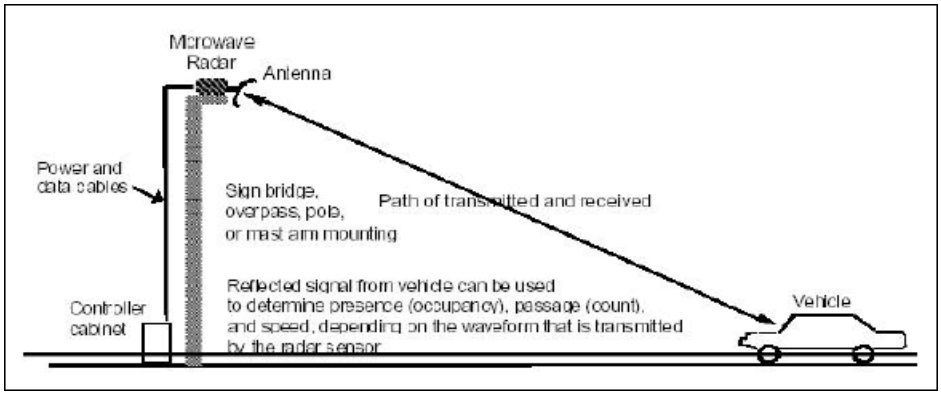


- อุปกรณ์ตรวจวัดประเภทคลื่นไมโครเวฟเรดาร์

โดยปกติอุปกรณ์คลื่นไมโครเวฟจะส่งคลื่นไมโครเวฟที่มีความถี่ระหว่าง 1 GHz ไปจนถึง 30 GHz มีลักษณะการทำงานคล้ายกับอุปกรณ์ตรวจวัดประเภทแสงอินฟราเรดแบบ Active นั่นคือ เสาอากาศที่ติดตั้งอยู่บนเสาสูงเหนือศีรษะ (Overhead antenna) ส่งคลื่นไมโครเวฟลงมาบนพื้นผิวจราจร เมื่อมียวดยานผ่านมา คลื่นไมโครเวฟก็จะสะท้อนกลับไปยังเสาอากาศ ยังผลให้อุปกรณ์ที่ใช้ในการรับแสงสามารถตรวจวัดได้ว่ามียวดยานผ่านมา อุปกรณ์ตรวจวัดประเภทคลื่นไมโครเวฟเรดาร์สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทหลัก นั่นคือ

- Doppler Radar จะส่งคลื่นสัญญาณที่มีคลื่นความถี่คงที่ตลอดเวลา หลักการทำงานของอุปกรณ์นี้ก็คือ เมื่อมียวดยานผ่านเข้ามาในพื้นที่ตรวจวัด (Detection Zone) จะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความถี่ของคลื่นที่สะท้อนกลับมา ทำให้ตรวจจับยวดยานที่วิ่งผ่านไปมาได้และตรวจวัดความเร็วยวดยานเหล่านั้นได้ด้วย อนึ่ง อุปกรณ์ประเภทนี้ไม่สามารถตรวจวัดยวดยานที่หยุดนิ่งได้ยกเว้นจะมีการใส่ฟังก์ชั่นพิเศษที่เรียกว่า Auxiliary Range Measuring Capability
- Frequency Modulated Continuous Wave (FMCW) จะส่งคลื่นที่มีความถี่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา โดยมีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของความถี่ที่แน่นอน อุปกรณ์ประเภทนี้จะสามารถตรวจจับยวดยานที่จอดนิ่งได้

รูปที่ 2.2-6
อุปกรณ์ตรวจวัดประเภทคลื่นไมโครเวฟเรดาร์



ที่มา : Luz Elena Y. Mimbela and Lawrence A. Klein. A Summary of Vehicle Detection and Surveillance Technologies used in Intelligent Transportation Systems, the Vehicle Detector Clearinghouse, New Mexico State University, Fall 2000.

- อุปกรณ์ตรวจวัดประเภทคลื่นอุลตร้าโซนิค

อุปกรณ์ประเภทนี้จะติดตั้งบนเสาสูงเหนือศีรษะ ส่งคลื่นพลังงานเสียงที่มีความถี่ระหว่าง 25 ถึง 50 KHz (ซึ่งเป็นระดับที่สูงเกินกว่าที่มนุษย์จะได้ยิน) ลงบนพื้นผิวถนนในพื้นที่ตรวจนับ และทำการวัดระยะเวลาที่คลื่นสะท้อนกลับมา เมื่อยวดยานวิ่งผ่านมาจะทำให้คลื่นสะท้อนกลับมาเร็วขึ้น คลื่นพลังงานที่สะท้อนกลับมา จะถูกแปลงเป็นคลื่นไฟฟ้าเพื่อทำการวิเคราะห์โดยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประมวลผลที่ติดตั้งอยู่ริมถนน อุปกรณ์ตรวจวัดประเภทคลื่นอุลตร้าโซนิคนี้สามารถตรวจวัดปริมาณจราจร ตรวจสอบการผ่านมาของยวดยานและข้อมูล Occupancy ได้ และบางรุ่นสามารถตรวจวัดข้อมูลความเร็วของยวดยานได้ด้วย

รูปที่ 2.2-7
อุปกรณ์ตรวจวัดประเภทคลื่นอุลตร้าโซนิค

- อุปกรณ์ตรวจวัดคลื่นเสียงแบบ Passive

อุปกรณ์ตรวจวัดคลื่นเสียงแบบ Passive จะทำการตรวจจับการเคลื่อนที่ของยวดยาน และความเร็วยวดยาน โดยการวัดพลังงานเสียง หรือเสียงที่เกิดจากยวดยานที่ผ่านไปมา เช่น จากเสียงเครื่องยนต์ และเสียงล้อบดกับถนน เมื่อมียวดยานผ่านมา อุปกรณ์รับเสียงจะตรวจพบว่า คลื่นเสียงในพื้นที่ตรวจนับมีพลังงานสูงขึ้น ส่งผลให้สามารถตรวจจับได้ว่ามียวดยานผ่านมา เมื่อยวดยานเคลื่อนที่ผ่านพื้นที่ตรวจวัดไปแล้ว ระดับพลังงานเสียงก็จะลดต่ำลงกว่าค่าที่ตั้งไว้ สัญญาณการผ่านมาของยวดยานก็จะหยุดลง อุปกรณ์ประเภทนี้จะพยายามจำกัดเสียงรบกวนที่มาจากภายนอกพื้นที่ตรวจวัด เพื่อป้องกันการตรวจวัดผิดพลาดจากแหล่งเสียงที่ไม่ต้องการ

รูปที่ 2.2-8
อุปกรณ์ตรวจวัดประเภทคลื่นเสียงแบบ Passive

- อุปกรณ์กล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง

อุปกรณ์ตรวจวัดประเภทนี้เป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่ทันสมัยที่นำมาประยุกต์ใช้กับการตรวจวัดสภาพการจราจร ในระบบนี้สัญญาณภาพของสภาพการจราจรที่ถ่ายโดยกล้องวีดิโอจะถูกนำไปผ่านกระบวนการ Image Processing โดยแผงวงจรไฟฟ้าที่ออกแบบมาเป็นพิเศษ กล้องวีดิโอจะถูกติดตั้งอยู่เหนือศีรษะบนช่องทางจราจรที่จะตรวจวัดหรือโครงสร้างกายภาพริมถนนอื่นๆ อุปกรณ์ควบคุมและประมวลผลจะทำการตรวจสอบการเคลื่อนที่ของยวดยานจากภาพวีดิโอ ระบบนี้มีความสามารถในการตรวจวัดค่าปริมาณจราจร ความเร็วของยวดยาน และความยาวแถวคอยได้ นอกจากนี้ อุปกรณ์ชนิดนี้ยังสามารถจำแนกประเภทของยวดยานที่ผ่านไปมาได้อีกด้วย อุปกรณ์หนึ่งชุดสามารถติดตั้งให้ตรวจวัดสภาพการจราจรได้มากกว่าหนึ่งช่องจราจร ในขณะเดียวกันอุปกรณ์การควบคุมและประมวลผล 1 ชุด ก็สามารถทำการประมวลผลภาพจากกล้องมากกว่า 1 ตัวได้ ตำแหน่งที่ติดตั้งกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งและการปรับเทียบระบบจะมีผลอย่างมากในความถูกต้องแม่นยำของข้อมูลสภาพการจราจรที่ตรวจวัดได้ สำหรับกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งนี้สามารถส่งภาพสภาพการจราจรที่บันทึกไว้มายังศูนย์ควบคุม เพื่อให้เจ้าหน้าที่ใช้ในการตรวจสอบสภาพการณ์จราจรติดขัดได้ด้วย อย่างไรก็ตาม ระบบนี้มีข้อจำกัดก็คือ เมื่อทำการติดตั้งกล้องวีดิโอพร้อมทำการปรับเทียบพื้นที่ตรวจนับแล้ว ไม่ควรทำการซูมภาพเข้า-ออก หมุนซ้าย-ขวา หรือก้ม-เงยหน้ากล้อง มิฉะนั้นแล้วจะต้องทำการปรับเทียบพื้นที่ตรวจนับใหม่ทุกครั้ง

3) อุปกรณ์ที่ติดตั้งบนยานพาหนะ (In-Vehicle Sensor)

อุปกรณ์การตรวจวัดประเภทที่กล่าวมาแล้วนั้น เป็นอุปกรณ์ประเภทที่มีการติดตั้งใต้พื้นผิวถนนหรือบนเสาสูงริมถนน ซึ่งจะทำการตรวจวัดสภาพการจราจร ณ จุดๆ หนึ่งบนถนนตลอดเวลา เป็นตำแหน่งสำรวจที่แน่นอน ยังมีการตรวจวัดอีกประเภทหนึ่ง คือ ใช้อุปกรณ์ตรวจวัดที่ติดตั้งในยานพาหนะสำหรับการตรวจวัด เรียกว่า การตรวจวัดสภาพจราจรแบบ Probes โดยมีลักษณะที่แตกต่างออกไป ดังนี้

- ทำการติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจวัดตำแหน่ง (เช่น GPS Unit เป็นต้น) ภายในยวดยานหลายๆ คัน ซึ่งเดินทางในกระแสจราจรโดยทั่วไป อุปกรณ์จะสามารถตรวจวัดตำแหน่งพิกัด (Position) และความเร็วขณะเวลาต่างๆ ได้
- ทำการติดตั้งอุปกรณ์สื่อสารเพื่อส่งข้อมูลตำแหน่งและความเร็วของยวดยาน ณ เวลาใดๆ ไปยังศูนย์ควบคุม
- ศูนย์ควบคุมทำการประมวลผลตำแหน่งและความเร็วการเคลื่อนที่ของยวดยานที่วิ่งอยู่ในกระแสจราจรทั่วไป มาสรุปเป็นความเร็วของกระแสจราจรและความล่าช้าในการเดินทาง (Travel Delay) บนเส้นทางต่างๆ ซึ่งมียวดยานที่มีอุปกรณ์ตรวจสอบตำแหน่งติดตั้งไว้วิ่งผ่าน

ข้อดีที่สำคัญของระบบนี้ คือ สามารถตรวจวัดสภาพการจราจรได้เป็นพื้นที่ สามารถเก็บข้อมูลสภาพการจราจรบนเส้นทางเบี่ยง/ทางลัดต่างๆ ซึ่งข้อมูลสภาพการจราจรนี้มีความสำคัญอย่างมากในการแนะนำเส้นทางหลบเลี่ยงการจราจรติดขัด/กรณีที่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นบนท้องถนน อย่างไรก็ดี การตรวจวัดสภาพจราจรแบบนี้จะต้องมียวดยานที่ติดตั้งด้วยอุปกรณ์ตรวจสอบตำแหน่งอยู่จำนวนที่มากพอวิ่งอยู่ในพื้นที่สำรวจ มิฉะนั้นข้อมูลที่ตรวจวัดได้จะมีคุณภาพไม่เพียงพอหรือไม่ครอบคลุมพื้นที่เท่าที่ควร ในอนาคตหากมีการใช้อุปกรณ์ตรวจสอบตำแหน่งอย่างแพร่หลายมากขึ้นแล้ว ระบบนี้จะเป็นระบบที่มีความเหมาะสมและสมควรจะนำมาประยุกต์ใช้ในพื้นที่กรุงเทพมหานครต่อไป

2.2.3.2 การประเมินอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจร

เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินระบบการตรวจวัดสภาพการจราจร ได้แก่

- ความสามารถในการตรวจวัดค่าตัวชี้วัดด้านการจราจร เป็นการพิจารณาอุปกรณ์แต่ละประเภทว่าสามารถทำการตรวจวัดค่าตัวชี้วัดด้านการจราจรอะไรได้บ้าง
- ความถูกต้องแม่นยำของข้อมูลที่ตรวจวัดได้ เป็นการพิจารณาว่าอุปกรณ์แต่ละประเภทให้ข้อมูลแบบใดและมีความถูกต้องแม่นยำมากน้อยเพียงใด
- ความยากง่ายในการติดตั้ง เป็นการพิจารณาว่าอุปกรณ์ประเภทนั้นๆ มีความยากง่ายและสะดวกในการติดตั้งหรือไม่
- ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและบำรุงรักษาระบบ เป็นการพิจารณาว่าอุปกรณ์ประเภทนั้นๆ มีค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและบำรุงรักษาระบบอะไรบ้าง
- ความสามารถในการตรวจวัดข้อมูลได้ในทุกสภาวะแวดล้อม เป็นการตรวจสอบดูว่าประเภทของระบบการตรวจวัดนั้นๆ สามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพในทุกสภาวะแวดล้อมหรือไม่

เมื่อนำเกณฑ์ดังกล่าวมาวิเคราะห์ สามารถพิจารณาผลการประเมินอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรได้ ดังนี้

1) ความสามารถในการตรวจวัด สามารถประเมินได้ดังแสดงใน**ตารางที่ 2.2-2**

ตารางที่ 2.2-2
ความสามารถในการตรวจวัดของอุปกรณ์

อุปกรณ์		ปริมาณจราจร (Volume)	ความเร็ว (Speed)	แยกประเภท (Classify)	Occupancy
Intrusive Sensors	Pneumatic Road Tube	✓	✓	✓	✕
	Inductive Loop	✓	✓[1]	✓	✓
	Magnetic Sensor	✓	✓[2]	✓[2]	✓
	Piezoelectic	✓	✓[2]	✓[2]	✕
	Weight-In-Motion	✓	✓[2]	✓[2]	✕
Non-Intrusive Sensors	Active Infrared	✓	✓	✓	✕
	Passive Infrared	✓	✓	✓	✓
	Microwave Radar	✓	✓	✓	✓
	Ultrasonic	✓	✕	✕	✕
	Passive Acoustic	✓	✓	✓	✓
	VDO Image Processing	✓	✓	✓	✓
In-Vehicle Sensors	Probe Car	✕	✓	✕	✕

หมายเหตุ : 1. ความเร็ววัดได้ในกรณีติดตั้งเป็น Dual Loop
2. สามารถวัดได้เมื่อติดตั้งมากกว่า 1 จุด

2) ความถูกต้องแม่นยำของข้อมูลจากการตรวจวัด สามารถประเมินได้จากความคลาดเคลื่อนของการตรวจวัดที่มีผู้ประเมินไว้ ดังแสดงใน**ตารางที่ 2.2-3**

ตารางที่ 2.2-3
ความคลาดเคลื่อนในการตรวจวัด

อุปกรณ์		การตรวจนับ (Count)	ความเร็ว (Speed)
Intrusive Sensors	Pneumatic Road Tube	30%	*
	Inductive Loop	3%	5-10%
	Magnetic Sensor	12%	4.8%
	Piezoelectic	*	*
	Weight-In-Motion	*	*
Non-Intrusive Sensors	Active Infrared	2.4%	5.8%
	Passive Infrared	10%	10.8%
	Microwave Radar	10%	7.9%
	Ultrasonic	2%	ตรวจวัดไม่ได้
	Passive Acoustic	16%	6.3%
	VDO Image Processing	5%	8%
In-Vehicle Sensors	Probe Car	ตรวจวัดไม่ได้	*

ที่มา : Detector Technology Evaluation (2003), โดย Dr. Peter T. Martin, University of Utah Traffic Lab.
** ไม่มีข้อมูลการทดสอบ*

3) ความสะดวกในการติดตั้งและบำรุงรักษา สามารถประเมินได้ดังแสดงใน**ตารางที่ 2.2-4**

ตารางที่ 2.2-4
ความสะดวกในการติดตั้งและบำรุงรักษา

อุปกรณ์		การติดตั้ง (Installation)	การปรับแก้ (Calibration)	การบำรุงรักษา (Maintenance)
Intrusive Sensors	Pneumatic Road Tube	1	1	1
	Inductive Loop	3	1	3
	Magnetic Sensor	2	2	3
	Piezoelectic	3	2	3
	Weight-In-Motion	3	2	3
Non-Intrusive Sensors	Active Infrared	1	1	1
	Passive Infrared	1	1	1
	Microwave Radar	1	1	1
	Ultrasonic	1	1	1
	Passive Acoustic	1	1	2
	VDO Image Processing	1	2	2
In-Vehicle Sensors	Probe Car	1	1	1

หมายเหตุ : 1. สะดวกต่อการติดตั้ง/ปรับแก้/บำรุงรักษา
2. สะดวกปานกลาง
3. ยากลำบากต่อการดำเนินการ

4) ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและบำรุงรักษา สามารถประเมินได้ดังแสดงใน**ตารางที่ 2.2-5**

ตารางที่ 2.2-5
ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและบำรุงรักษา

อุปกรณ์		ค่าอุปกรณ์	การติดตั้ง (Installation)	การบำรุงรักษา (Maintenance)
Intrusive Sensors	Pneumatic Road Tube	ต่ำ	ปานกลาง	ปานกลาง
	Inductive Loop	ต่ำ	สูง	ปานกลาง
	Magnetic Sensor	ต่ำ	สูง	ปานกลาง
	Piezoelectic	ปานกลาง	สูง	ปานกลาง
	Weight-In-Motion	ปานกลาง	สูง	ปานกลาง
Non-Intrusive Sensors	Active Infrared	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
	Passive Infrared	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
	Microwave Radar	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
	Ultrasonic	ต่ำ	ปานกลาง	ปานกลาง
	Passive Acoustic	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
	VDO Image Processing	สูง	ปานกลาง	ปานกลาง
In-Vehicle Sensors	Probe Car	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำ

5) ความสามารถตรวจวัดได้ในทุกสภาวะแวดล้อม สามารถประเมินได้ดังแสดงใน**ตารางที่ 2.2-6**

ตารางที่ 2.2-6
ผลของสิ่งแวดล้อมต่อความสามารถการตรวจวัด

อุปกรณ์		ผิวถนน	ลม	อุณหภูมิ	แสง
Intrusive Sensors	Pneumatic Road Tube	มีผล	มีผล	ไม่มีผล	มีผล
	Inductive Loop	มีผล	มีผล	ไม่มีผล	มีผล
	Magnetic Sensor	มีผล	มีผล	มีผล	มีผล
	Piezoelectic	มีผล	มีผล	มีผล	มีผล
	Weight-In-Motion	มีผล	มีผล	มีผล	มีผล
Non-Intrusive Sensors	Active Infrared	ไม่มีผล	มีผล	มีผล	มีผล
	Passive Infrared	ไม่มีผล	มีผล	มีผล	มีผล
	Microwave Radar	ไม่มีผล	มีผล	มีผล	มีผล
	Ultrasonic	ไม่มีผล	มีผล	มีผล	มีผล
	Passive Acoustic	ไม่มีผล	มีผล	มีผล	มีผล
	VDO Image Processing	ไม่มีผล	ไม่มีผล	ไม่มีผล	มีผล
In-Vehicle Sensors	Probe Car	ไม่มีผล	ไม่มีผล	ไม่มีผล	ไม่มีผล

2.2.3.3 สรุปผลการประเมินอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจร

จากผลการประเมินเปรียบเทียบเทคโนโลยีอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพจราจรต่างๆ เมื่อเทียบกับความสามารถที่จะนำมาประยุกต์ใช้จริงในกรุงเทพมหานครโดยเฉพาะกับโครงการรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time นี้แล้ว สามารถสรุปเป็นข้อดีและข้อเสียของอุปกรณ์ที่อาจจัดหามาใช้ในโครงการได้ ดังนี้

ตารางที่ 2.2-7
สรุปข้อดีข้อเสียระหว่างอุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ

ชนิดของอุปกรณ์	ข้อดี	ข้อเสีย
1. Pneumatic Road Tube	1. ติดตั้งรวดเร็ว 2. ใช้พลังงานน้อย 3. ราคาถูก 4. ง่ายต่อการซ่อมบำรุง	1. ในกรณีที่ปริมาณจราจรสูงจะทำให้ความแม่นยำต่ำเมื่อใช้การนับจำนวนเพลา 2. อุปกรณ์ควบคุมท่อลมมีความอ่อนไหวต่ออุณหภูมิ 3. ต้องมีอุปกรณ์ป้องกันตัวท่อลม
2. ขดลวดเหนี่ยวนำ	1. ยืดหยุ่นในการออกแบบสำหรับการประยุกต์ใช้ในรูปแบบอื่นๆ 2. เข้าใจง่าย 3. เป็นเทคโนโลยีที่มีราคาถูกกว่าแบบอื่น 4. สามารถให้ข้อมูลพื้นฐานได้ครบถ้วน	1. รบกวนกระแสจราจรเมื่อมีการติดตั้งและซ่อมแซม 2. ใช้ไม่ได้กับถนนที่ผิวทางคุณภาพต่ำ 3. ต้องใช้หลายตัวเสมอในการตรวจวัด 4. ต้องติดตั้งใหม่ทุกครั้งที่มีการซ่อมบำรุง 5. ลดอายุการใช้งานของผิวทาง 6. ต้องมีการดูแลอย่างสม่ำเสมอ
3. Magnetic Sensor	1. ใช้เมื่อ Loop ไม่เหมาะสมสำหรับการใช้ 2. มีความอ่อนไหวน้อยกว่า Loop 3. รบกวนกระแสจราจรน้อยกว่าการติดตั้ง Loop	1. ต้องเปิดผิวทางเมื่อมีการติดตั้ง 2. ต้องปิดการจราจร 3. อุปกรณ์บางรุ่นมีการกำหนดขนาดพื้นที่ในการตรวจวัดขนาดเล็ก 4. ไม่สามารถตรวจจับรถที่หยุดได้

ตารางที่ 2.2-7 (ต่อ)
สรุปข้อดีข้อเสียระหว่างอุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ

ชนิดของอุปกรณ์	ข้อดี	ข้อเสีย
4. Infrared	1. Active Sensor ให้ความแม่นยำมากในการวัดความเร็วและแยกประเภท 2. สามารถใช้แบบ Multi-Zone เพื่อตรวจวัดความเร็ว 3. ครอบคลุมการทำงานได้หลายช่องจราจร	1. Active Sensor จะมีประสิทธิภาพลดลงเมื่อเกิดสภาวะหมอก 2. Passive Sensor จะมีประสิทธิภาพลดลงเมื่อเกิดสภาวะฝนตกและหมอก
5. Microwave Radar	1. ใช้ได้ในทุกสภาวะอากาศ 2. วัดความเร็วได้โดยตรง 3. ครอบคลุมการทำงานได้หลายช่องจราจร	1. เสาอากาศที่ใช้ในการส่งข้อมูลต้องมีความเหมาะสมสำหรับการใช้ 2. Doppler Sensor ไม่สามารถตรวจวัดรถที่หยุดได้ 3. Doppler Sensor ไม่เหมาะสมกับการใช้นับปริมาณจราจรที่ทางแยก
6. Ultrasonic	1. ครอบคลุมการทำงานได้หลายช่องจราจร 2. ง่ายแก่การติดตั้ง	1. ความแม่นยำมีผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ 2. ความแม่นยำของการวัด Occupancy ต่ำ เมื่อใช้ในพื้นที่ที่ยานพาหนะใช้ความเร็วสูง
7. Passive Acoustic	1. ครอบคลุมการทำงานได้หลายช่องจราจร 2. ไม่มีผลกระทบจากยานพาหนะที่มีความเร็ว	1. ความแม่นยำมีผลกระทบจากความเย็น 2. อุปกรณ์บางรุ่นไม่เหมาะสมกับการใช้กับยานพาหนะที่เคลื่อนที่ช้าหรือ stop-and-go
8. Video Image Processing	1. ครอบคลุมการทำงานได้หลายช่องจราจร 2. ง่ายต่อการเพิ่มพื้นที่เป้าหมาย 3. ให้ข้อมูลได้หลายรูปแบบ 4. สามารถแสดงข้อมูลในรูปแบบพื้นที่ได้ 5. สามารถเชื่อมต่อตำแหน่งสู่ตำแหน่งได้	1. ราคาค่อนข้างสูง 2. ความแม่นยำลดลงเมื่อเกิดสภาวะอากาศไม่เอื้ออำนวย 3. ต้องติดตั้งในจุดที่เหมาะสมจริง ๆ 4. ต้องใช้อุปกรณ์จำนวนมากเพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่

จากการประเมินดังที่กล่าวข้างต้น เมื่อเทียบกับข้อเสนอแผนการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรทั้งระบบ อันได้แก่ อุปกรณ์ระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง จำนวน 116 ชุด และอุปกรณ์ขดลวดเหนี่ยวนำแบบ 2 ชุด จำนวน 243 ชุดแล้ว ที่ปรึกษาเห็นว่า หากกังวลถึงปัญหาในเรื่องความเสียหายของอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรอันอาจเกิดขึ้นจากการก่อสร้างและ/หรือปรับปรุงผิวถนนในอนาคตแล้ว อาจต้องพิจารณาปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ตรวจวัดประเภท Intrusive Sensors (อุปกรณ์ขดลวดเหนี่ยวนำในโครงการ) เป็นอุปกรณ์ประเภท Non-Intrusive Sensors ซึ่งไม่ต้องอาศัยการฝังลงบนผิวถนน อุปกรณ์ประเภทนี้ ได้แก่ อุปกรณ์ Infrared Sensors อุปกรณ์ Microwave Radar อุปกรณ์ Ultra Sonic อุปกรณ์ Passive acoustic และอุปกรณ์อิมเมจโพรเซสซิ่ง (ที่เสนอใช้ในโครงการจำนวน 116 ชุด ไปแล้ว) เมื่อคำนึงถึงสภาวะอากาศในประเทศไทย อุปกรณ์ Microwave Radar จัดว่ามีความเหมาะสมตามด้วยอุปกรณ์ Infrared Sensor อุปกรณ์ Ultrasonic และอุปกรณ์ Passive Acoustic ตามลำดับ โดยมีอุปกรณ์กล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งเป็นสิ่งที่ควรพิจารณาเปรียบเทียบ

บทที่ 3

การพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจร
แบบ Real Time ระยะที่ 2

บทที่ 3
การพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 2

จากการศึกษาทบทวนโครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ซึ่งได้แบ่งองค์ประกอบหลักที่สำคัญของระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time เป็น 4 ส่วนด้วยกัน คือ

(1) ระบบตรวจวัดสภาพการจราจร (Traffic Sensor)
(2) ระบบสื่อสารข้อมูล (Communication System)
(3) ระบบประมวลผล (Processing System)
(4) ระบบเผยแพร่ข้อมูลสภาพการจราจร (Traffic Information System)

ที่ปรึกษาจึงได้ทำการพิจารณาองค์ประกอบแต่ละองค์ประกอบในทางวิชาการ เพื่อสามารถพัฒนาในแต่ละองค์ประกอบให้สอดคล้องสัมพันธ์กันซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพของระบบรวมที่พัฒนานำเสนอให้บรรลุผลในการสื่อสารต่อประชาชนทั่วไป ซึ่งสรุปได้ดังนี้

3.1 ระบบตรวจวัดสภาพการจราจร (Traffic Sensor)

ระบบตรวจวัดสภาพการจราจรเป็นหนึ่งในองค์ประกอบหลักที่มีความสำคัญมากในระบบการรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time เนื่องจากจะเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดสภาพการจราจรบนท้องถนนในปัจจุบัน การเลือกใช้อุปกรณ์ตรวจวัดจะต้องพิจารณาในหลายด้าน กล่าวคือ งบประมาณ ความเหมาะสม ความเป็นไปได้ในการติดตั้ง เป็นต้น ซึ่งได้มีการศึกษาไว้ในโครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time แล้ว นอกจากนั้นแล้วการเลือกใช้อุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรยังจะสอดคล้องกับระบบสื่อสาร ทั้งนี้ โดยคำนึงถึงปริมาณข้อมูล ความเร็วในการส่งข้อมูลอย่างทันกาลเป็นหลัก

ในโครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 2 นี้ ได้กำหนดให้ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรชนิดกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง จำนวน 14 จุด ซึ่งหมายถึง สามารถได้ข้อมูลตรวจวัดเป็นปริมาณจราจร ความเร็ว และความยาวแถวคอย นอกจากนั้นอุปกรณ์ยังสามารถได้ข้อมูลภาพจราจรจริงอีกด้วย

3.2 ระบบสื่อสารข้อมูล (Communication System)

การติดต่อสื่อสารระหว่างองค์ประกอบต่างๆ ของระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time นับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากวิธีการติดต่อสื่อสารที่นำมาใช้จะต้องสามารถรับ-ส่งข้อมูลได้จำนวนมาก มีความถูกต้องและมีความเร็วสูง อย่างไรก็ตาม ในด้านตรงข้าม การรับ-ส่งข้อมูลที่ความเร็วสูงจะต้องมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นเป็นเงาตามตัว ฉะนั้น การดำเนินการติดตั้งระบบสื่อสารที่ดี หาใช่การได้ความเร็วที่ดีที่สุด หากแต่ต้องเป็นระบบสื่อสารที่เหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการใช้งานบนพื้นฐานงบประมาณที่มีอยู่

ในโครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 2 นี้ ที่ปรึกษาได้พิจารณาระบบสื่อสารให้สอดคล้องกับการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรชนิดกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งที่ติดตั้งใหม่ โดยคำนึงถึงข้อมูลตรวจวัดปริมาณจราจร ความเร็ว และความยาวแถวคอยเป็นประเด็นหลัก โดยพิจารณาข้อมูลภาพจราจรเป็นประเด็นรอง

3.3 ระบบประมวลผล (Processing System)

ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้จากอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรจะถูกส่งผ่านระบบสื่อสารที่เหมาะสมมายังศูนย์ควบคุมที่อาคาร สนข. เพื่อทำการวิเคราะห์และประมวลผลก่อนที่จะทำการเผยแพร่ข้อมูลออกสู่ประชาชน พร้อมทั้งทำการจัดเก็บข้อมูลไว้ในระบบฐานข้อมูลของระบบฯ สำหรับใช้ในการวางแผนด้านการจราจรและขนส่งต่อไป โดยระบบควบคุมและประมวลผล จะประกอบด้วย เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่ายและลูกข่าย (Servers & Clients) รวมทั้งอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อทำหน้าที่ในการควบคุมและประมวลผลข้อมูลในส่วนกลาง

ในโครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 2 นี้ ที่ปรึกษากำหนดเป้าหมายการพัฒนาระบบให้สอดคล้องกับการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรชนิดกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งที่ติดตั้งใหม่บนพื้นฐานของโครงสร้างฐานข้อมูลระบบชุดเดิมเป็นหลัก

3.4 ระบบเผยแพร่ข้อมูลสภาพการจราจร (Traffic Information System)

การจัดทำระบบเผยแพร่ข้อมูลสภาพการจราจรสู่ประชาชนเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญของการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time เพื่อที่ประชาชนที่มีความต้องการเดินทางสามารถที่จะวางแผนและเลือกเส้นทางการเดินทางได้อันจะเป็นการช่วยบรรเทาปัญหาการจราจรติดขัดได้ โดยทั่วไปรูปแบบการเผยแพร่ข้อมูลที่เป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายในขณะนี้ ก็คือ การเผยแพร่ในรูปแบบของเว็บแอพพลิเคชั่น โดยลักษณะของเว็บแอพพลิเคชั่นเกิดจากการที่นำเว็บไซต์มาใส่ตรรกการทำงานเพิ่มเติม เพื่อให้สามารถใช้แอพพลิเคชั่นและมีเว็บเพจ เป็นสื่อในการติดต่อระหว่างผู้ใช้กับระบบ

เว็บแอพพลิเคชั่นที่พัฒนาในโครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time เป็นระบบที่มีการทำงานในลักษณะของไคลเอนต์-เซิร์ฟเวอร์ ในรูปแบบเชิงสถาปัตยกรรมของเว็บแอพพลิเคชั่นชนิด Thick Web Client โดยมีส่วนของตรรกการทำงานอยู่บนเครื่องฝั่งไคลเอนต์เป็นจำนวนค่อนข้างมาก โดยทั่วไปเครื่องไคลเอนต์จะมีการใช้ Dynamic HTML, Java Applet หรือ ActiveX ในการควบคุมตรรกต่างๆ และมีการติดต่อกับเซิร์ฟเวอร์ผ่านโปรโตคอล HTTP

ในโครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 2 นี้ ได้พิจารณาดำเนินการพัฒนาบนฐานแห่งสถาปัตยกรรมเชิงระบบเช่นเดิม และแสวงหาแนวทางใหม่ในการเผยแพร่ข้อมูล ได้แก่ การพัฒนาการเผยแพร่ข้อมูลทางระบบโทรศัพท์มือถือ เป็นแนวทางในการเผยแพร่ข้อมูลนอกเหนือจากการเผยแพร่ทางอินเตอร์เน็ต

บทที่ 4

การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพจราจรสำหรับระบบ

รายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 2

บทที่ 4
การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพจราจรสำหรับระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 2

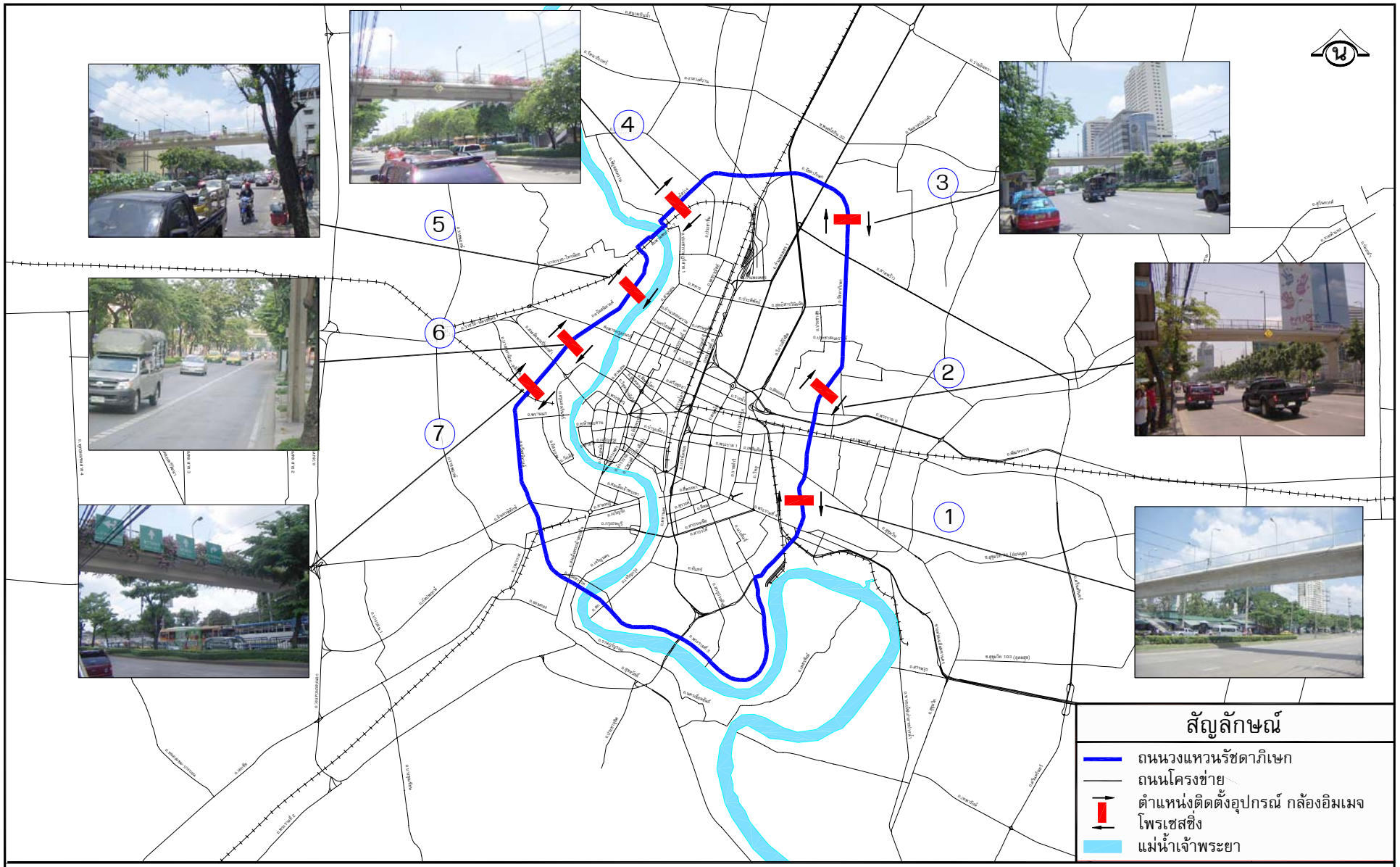
4.1 การสำรวจและเสนอแนะตำแหน่งติดตั้งกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง

ตามวัตถุประสงค์และข้อกำหนดขอบเขตของงานที่ปรึกษา ที่ปรึกษาจะต้องดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรชนิดกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งบนพื้นที่บริเวณถนนวงแหวนรัชดาภิเษก จำนวน 14 จุด ทั้งนี้ ข้อมูลที่ตรวจวัดได้ต้องอย่างน้อยประกอบด้วย ข้อมูลปริมาณจราจร ข้อมูลความเร็วเฉลี่ย และข้อมูลความยาวแถวคอย

จากความต้องการระบบดังกล่าว ที่ปรึกษาได้สำรวจช่วงถนนต่างๆ บนแนวถนนวงแหวนรัชดาภิเษก บนพื้นฐานสภาพกายภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบันภายใต้ข้อกำหนดคุณลักษณะเฉพาะของกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง ที่ปรึกษาได้นำเสนอตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง ดังแสดงใน**รูปที่ 4.1-1** ซึ่งประกอบด้วย 7 ช่วงถนน 14 ทิศทางการจราจร โดยจะติดตั้งกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งจำนวน 14 ชุด ภายใต้ขอบเขตของการพิจารณา ดังนี้

- สามารถเป็นตัวแทนช่วงถนนหลักที่สำคัญในการรายงานสภาพจราจร
- มีลักษณะทางกายภาพที่เหมาะสมในการตรวจวัด
- สามารถติดตั้งได้จริงโดยไม่มีอุปสรรคอื่นใด
- ไม่อยู่ในแนวโครงการสำคัญที่มีการปรับเปลี่ยนการจราจร
- มีความต่อเนื่องและสอดคล้องกับข้อมูลในโครงการระยะที่ 1

ทั้งนี้ ในช่วงเริ่มต้นดำเนินโครงการ ที่ปรึกษาได้ทำการสำรวจโดยละเอียดเพิ่มเติมในข้อมูลสภาพกายภาพ สาธารณูปโภคและสิ่งแวดล้อม เพื่อประกอบการออกแบบรายละเอียดการติดตั้ง ประสานงานขออนุญาตหน่วยงานเจ้าของพื้นที่และดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์สำหรับโครงการ และได้แบบแปลนจุดติดตั้งกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง ดังแสดงใน**ภาคผนวก ก**



รูปที่ 4.1-1 ตำแหน่งติดตั้งกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง ในโครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 2

\\CC\C:\project50\Real Time2\final\fig4.1-1.dwg

4.2 การออกแบบรายละเอียดการติดตั้งอุปกรณ์ระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง

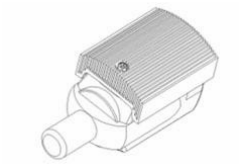
สำหรับการติดตั้งในโครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 2 นี้ ที่ปรึกษาเสนอที่จะทำการติดตั้งชุดอุปกรณ์ระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง Autoscope ซึ่งประกอบด้วย

1) ชุดอุปกรณ์กล้อง IP Camera ประกอบด้วย

1.1 กล้อง Day/Night IP Cameras ยี่ห้อ BOSCH รุ่น NWC-0495 DinionXF มีคุณสมบัติดังนี้

- สามารถจับภาพตอนกลางวันและกลางคืนได้ดีโดยกลไกและเลนส์แบบ IR Corrected
- ประมวลผลภาพขนาด 15 bit
- การจับภาพเคลื่อนไหวอัตรา 25/30 ภาพ/วินาที

1.2 อุปกรณ์ระบายความร้อนยี่ห้อ BOSCH รุ่น HAC-IPCCC มีคุณสมบัติดังนี้



- ใช้ร่วมกับอุปกรณ์กล้อง BOSCH
- ระบายความร้อนโดยอลูมิเนียม
- น้ำหนักเบา ทนทาน ใช้ติดตั้งภายนอกอาคาร

1.3 ตัวเรือนสำหรับกล้อง BOSCH รุ่น UHO Series มีคุณสมบัติดังนี้

- ป้องกันน้ำและฝุ่นละอองระดับ IP66, NEMA 4X
- ตัวเรือนทำจากอลูมิเนียม
- ป้องกันความร้อนและแสงแดด

2) ชุดอุปกรณ์อิมเมจโพรเซสซิ่งยี่ห้อ Autoscope รุ่น Rack Vision System One โดยมีคุณสมบัติดังนี้

- ประมวลผลภาพจากกล้องทั้งระบบ PAL, CCIR, NTSC และ RS170
- มีส่วนเชื่อมต่อทั้งชนิดอนุกรมและ Ethernet
- มีเสถียรภาพการทำงานสูง

สำหรับรายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของชุดอุปกรณ์ระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง แสดงไว้ใน**ภาคผนวก ข**

อุปกรณ์ทั้งสองส่วนดังกล่าวจะทำการติดตั้งประกอบกันเพื่อให้ได้ระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง Autoscope โดยระบบ Autoscope นี้เป็นที่นิยมใช้แพร่หลายทั่วโลกทั้งในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศอื่นๆ ในทวีปยุโรปและเอเชีย โดยที่ผ่านมามีการติดตั้งระบบของ Autoscope มากกว่า 40,000 เครื่อง คุณสมบัติทั่วไปของระบบวีดิโออิมเมจโพรเซสซิ่งของ Autoscope มีดังนี้

(1) เป็นอุปกรณ์บันทึกภาพสภาพการจราจร จัดเก็บข้อมูล และประมวลผล (Video Detection Systems) โดยต่อสัญญาณภาพเข้ากับ Image Processor ที่ติดตั้งอยู่ใน Outdoor Cabinet ที่ติดตั้ง ณ จุดที่ต้องการเก็บข้อมูล

(2) สามารถกำหนดและจำลองอุปกรณ์ตรวจวัด (Detector) ชนิดต่างๆ ได้แก่ Count Detector, Presence Detector, Speed Detector, Station Detector, Speed Alarm Detector และ Incident Detector ได้

(3) สามารถนับปริมาณจราจรจำแนกประเภทของยานพาหนะได้ 5 ประเภท อาทิเช่น รถยนต์ส่วนบุคคล รถบรรทุกขนาดเล็ก รถบรรทุกขนาดใหญ่ เป็นต้น

(4) สามารถหาค่าเฉลี่ยในช่วงเวลาที่กำหนดของ Parameters ต่างๆ ได้แก่ Volume, Occupancy, Vehicle Classification, Flow Rate, Headway, Speed, Space Occupancy และ Density ได้

(5) มี Software มาตรฐานที่ใช้ในการกำหนด Detector ต่างๆ เป็นภาษาไทย และสามารถใช้งานได้บน Microsoft Windows

(6) มี Software Developer's Kit (SDK) และ Source Code ให้เป็นภาษา C หรือ C++ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถนำข้อมูลที่จัดเก็บได้ไปประมวลผลร่วมกับระบบการจัดการจราจร (Advanced Traffic Management) อื่นๆ ได้

(7) สามารถกำหนด IP Address (Network Addressable) ของกล้องได้ พร้อมรองรับการทำงานเป็นระบบเครือข่ายได้ทันที

(8) สามารถควบคุมการเปิด-ปิดหน้ากล้อง และช่องรับแสงแบบ Real Time (Direct Real-Time Iris and Shutter Speed Control) ซึ่งมีผลให้การเห็นภาพเป็นไปอย่างชัดเจน แม้สภาพอากาศขมุกขมัว ฝนตก

(9) ในส่วนการรับภาพของกล้อง ต้องการแสงเพียง 0.24 Lux สำหรับภาพสี ดังนั้น ในเวลากลางคืนที่มีแสงสว่างพอสมควร ระบบก็ยังสามารถทำงานได้ หรือถ้าต้องการความคมชัดมากขึ้นก็สามารถเปลี่ยน Mode มาเป็นภาพขาว-ดำได้

สำหรับระบบวีดิโออิมเมจโพรเซสซิ่ง (Video Image Processing System หรือเรียกย่อๆ ว่า ระบบ VIP) เป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ภาพและประมวลผลสภาพการจราจร โดยระบบ VIP จะทำการวิเคราะห์เฟรมภาพวีดิโอแต่ละเฟรมที่ต่อเนื่องกัน เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นระหว่างเฟรม ตัวอย่างเช่น เมื่อยวดยานเคลื่อนที่ผ่านเข้ามาในจอภาพจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้มของสีใน Pixel ในปัจจุบันระบบ VIP สามารถแยกออกได้เป็น 3 ประเภทหลักๆ คือ

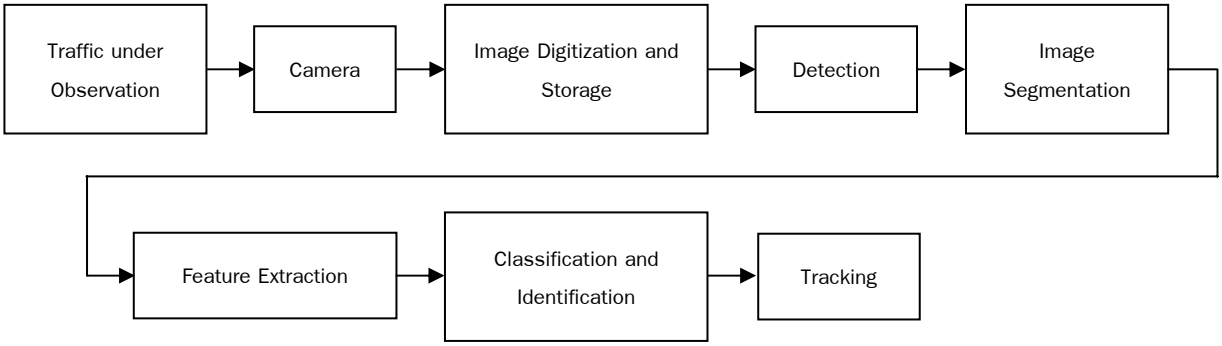
- Tripline ในระบบนี้ ผู้ใช้จะต้องทำการกำหนดตำแหน่ง Detection Zone ลงบนจอภาพก่อน จากนั้นระบบจึงทำการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงความเข้มสีของ Pixel ณ ตำแหน่ง Detection Zone เมื่อมียวดยานผ่านมาจะทำให้ความเข้มสีของ Pixel เปลี่ยนแปลงไป

- Closed-Loop Tracking ระบบนี้ทำการติดตามรอยยวดยานที่เคลื่อนที่ผ่านเข้ามาบนจอภาพโดยตรวจสอบการเปลี่ยนความเข้มสีของกลุ่ม Pixel ระหว่างเฟรมภาพที่ต่อเนื่องกัน

- Data Association Tracking ระบบนี้จะทำการ Identify และติดตามรอยยวดยานที่เคลื่อนที่ผ่านเข้ามาในจอภาพ ในการ Identify ยวดยานนั้น ระบบจะทำการตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพที่เด่นชัดของยวดยาน เช่น อาจจะตรวจสอบตำแหน่งสัมพัทธ์ของกระจกหน้ารถ และกระจกมองหลังทั้งทางด้านซ้ายและด้านขวาของตัวรถ หรือทำการตรวจสอบรูปทรงของยวดยานบนเฟรมภาพ ทั้งนี้โปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นมาจะใช้เทคนิคที่แตกต่างกัน

ทั้งนี้ กระบวนการการทำงานของระบบ VIP สามารถสรุปได้ดังแสดงใน**รูปที่ 4.2-1** นั่นคือ จากภาพวีดิโอที่บันทึกไว้ระบบจะทำการ Digitize เฟรมภาพวีดิโอ (Image Digitization and Storage) ในรูปแบบที่สามารถทำการวิเคราะห์ได้ จากนั้นระบบจะทำการตรวจสอบเฟรมภาพ (Detection) เพื่อเช็คดูว่ามียวดยานที่อยู่ในตำแหน่ง Detection Zone หรือไม่ ถ้าตรวจพบยวดยานแล้ว ระบบจะทำการแยกภาพออกเป็นส่วนย่อยๆ (Image Segmentation) เพื่อให้สามารถตรวจจับยวดยานในขั้นตอนต่อไปได้สะดวกยิ่งขึ้น จากนั้นระบบจะทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของภาพต่างๆ (Feature Extraction) และทำการจำแนกประเภทยวดยานและกำหนดยวดยานบนภาพ (Classification and Identification) เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลสภาพการจราจรต่างๆ ต่อไป ระบบ VIP ที่มีความสามารถในการติดตามรอยการเคลื่อนที่ของยวดยานจะใช้เทคนิค Kalman Filter ในการตรวจสอบการเคลื่อนที่ของยวดยาน (Tracking) และตรวจวัดความเร็วของยวดยาน

รูปที่ 4.2-1
กระบวนการทำงานของระบบ VIP



สำหรับข้อมูลสภาพการจราจรที่ระบบ VIP สามารถตรวจวัดได้ ได้แก่ ข้อมูลปริมาณจราจร (Volume) ความเร็วของยวดยาน (Speed) ความหนาแน่นการจราจร (Density) ระยะเวลาในการเดินทาง (Travel Time) ความยาวแถวคอย (Queue Length) ระยะห่างระหว่างยวดยาน (Headway) เป็นต้น นอกจากนี้ ระบบ VIP ยังสามารถจำแนกประเภทยวดยานได้อีกด้วย

จากผลการศึกษาวิจัยโดย University of Minnesota ได้ทำการตรวจสอบระบบ VIP ต่างๆ ที่มีขายอยู่ในท้องตลาดเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่วัดได้ทั้งบน Freeway และที่ทางแยก สามารถสรุปได้ดังนี้

- ปริมาณจราจร (Volume)

  บน Freeway : ความคลาดเคลื่อน = 1.6%-15.0% (โดยส่วนใหญ่อยู่ในช่วงประมาณ 2.0-5.0%)
  ที่ทางแยก : ความคลาดเคลื่อน = 13-19% สำหรับช่องทางตรง และ 13-18% สำหรับช่องทางเลี้ยว

- ความเร็วของยวดยาน (Speed)

  บน Freeway : ความคลาดเคลื่อน = 0.8%-12% (โดยส่วนใหญ่อยู่ในช่วงประมาณ 2.0-7.0%)

4.3 การดำเนินงานติดตั้งอุปกรณ์ระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง

4.3.1 เกณฑ์ทั่วไปในการติดตั้ง

หลักปฏิบัติโดยทั่วไปในการติดตั้งกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง เพื่อให้กล้องสามารถบันทึกภาพได้ชัดเจนและเหมาะสมกับกระบวนการอิมเมจโพรเซสซิ่ง มีสิ่งสำคัญที่จะต้องพิจารณา ได้แก่

- ตำแหน่งที่ติดตั้งกล้อง (Camera Position)
- ขอบเขตของภาพที่ทำการบันทึก (Field of View)

1) ตำแหน่งที่ติดตั้งกล้อง

ตำแหน่งที่ติดตั้งกล้องซึ่งจะช่วยให้ประสิทธิภาพการตรวจวัดข้อมูลสภาพการจราจรสูงสุด จะต้องมีลักษณะดังนี้

- จะต้องมีความมั่นคง ไม่โยกเยก
- สามารถมองเห็นช่องจราจรที่จะสำรวจได้ทุกช่องจราจร
- ภาพที่เห็นจะต้องครอบคลุมพื้นที่และระยะทางที่จะทำการสำรวจ (Detection Zone)
- อยู่ในตำแหน่งที่สูงเพียงพอที่เห็นยานพาหนะแต่ละคันแยกจากกันชัดเจน

โดยปกติจะทำการติดตั้งกล้องบนโครงสร้างเสาต่างๆ ที่มีอยู่แล้วในบริเวณพื้นที่สำรวจ โดยอาจจะเป็นสะพานลอยคนเดินข้าม เสาไฟฟ้าหรือเสาสัญญาณไฟจราจร ทั้งนี้ การเลือกตำแหน่งที่ติดตั้งกล้องจะต้องคำนึงถึงระยะ Offset ความสูงในการติดตั้ง และความมั่นคง ซึ่งทั้ง 3 องค์ประกอบนี้จะมีความเกี่ยวพันซึ่งกันและกัน

ก. ระยะ Offset

ระยะ Offset ในการติดตั้งกล้องที่ดีที่สุด คือ ตำแหน่งกึ่งกลางของช่องจราจรทั้งหมดที่จะทำการสำรวจ อย่างไรก็ตาม ถ้าสภาพการณ์ไม่เอื้ออำนวยก็อาจจะเลือกทำการติดตั้งที่อื่นได้ เช่น อาจจะทำการติดตั้งบนเสาสูงริมทางเท้า แต่ทั้งนี้จะต้องปรับระดับความสูงเพิ่มขึ้นด้วย เพื่อชดเชยกับระยะห่างจากจุดกึ่งกลาง ซึ่งเป็นจุดที่สามารถมองเห็นได้ดีที่สุด

ข. ความสูงในการติดตั้ง

ในการกำหนดเลือกความสูงของตำแหน่งติดตั้งกล้องนั้น จะต้องคำนึงถึงเกณฑ์ความสูงบังคับ 2 เกณฑ์ด้วยกัน คือ ความสูงบังคับเพื่อป้องกันการบังภาพ และความสูงบังคับจากการติดตั้งกล้องห่างจากแนวตรวจวัด ซึ่งในการออกแบบจะต้องทำการพิจารณาเกณฑ์ความสูงบังคับทั้งสองเกณฑ์นี้ควบคู่กันไป เมื่อได้ค่าความสูงบังคับของทั้งสองตัวแล้วจึงนำมาเปรียบเทียบและตัดสินใช้ค่าความสูงบังคับที่มากกว่าในการเลือกตำแหน่งติดตั้งกล้องต่อไป

- ความสูงบังคับเพื่อป้องกันการบังภาพ

  ในกรณีที่ทำการติดตั้งกล้องบนเสาริมทางเท้านั้น ถ้าตำแหน่งที่ติดตั้งกล้องมีความสูงไม่เพียงพอ ก็จะทำให้รถโดยสารประจำทาง รถบรรทุก หรือยวดยานขนาดใหญ่อื่นๆ บังสภาพการจราจรบนช่องจราจรถัดออกไป ซึ่งจะส่งให้ระบบอิมเมจโพรเซสซิ่งไม่สามารถทำการประมวลผลสภาพการจราจรบนช่องจราจรถัดไปได้อย่างมีประสิทธิภาพเพียงพอ จากประสบการณ์ที่ผ่านมา พบว่า กล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งควรจะติดตั้งที่ความสูงอย่างน้อย 9.5 เมตรขึ้นไป ทั้งนี้ เพื่อป้องกันไม่ให้ฝุ่นละออง สเปรย์ และละอองฝน มาจับตัวอยู่บนเลนส์ของกล้องได้

- ความสูงบังคับจากการติดตั้งกล้องห่างจากเส้นหยุดในการติดตั้งที่ทางแยก

  ในกรณีที่จำเป็นจะต้องทำการติดตั้งกล้องให้ห่างจากแนวตรวจวัดค่อนข้างมาก (ไปทาง Downstream) จะต้องเลือกทำการติดตั้งบนเสาที่มีความสูงเพิ่มขึ้นด้วย ทั้งนี้ เพราะการติดตั้งที่ห่างจากแนวตรวจวัดมากจะทำให้มุมกล้องจะมีความลาดเอียงน้อยลง ซึ่งทำให้ยวดยานขนาดใหญ่บังภาพการจราจรที่ตามมาด้านหลังในช่องจราจรเดียวกันได้ ทั้งนี้ ความสูงบังคับจากการติดตั้งกล้องห่างจากแนวตรวจวัดจะขึ้นอยู่กับ 2 ปัจจัยด้วยกัน ได้แก่ ระยะทางระหว่างตำแหน่งที่ติดตั้งกล้องและแนวตรวจวัด และ Speed Limit

ค. ความมั่นคง

จากผลการศึกษาวิจัยที่ผ่านมา พบว่า การเพิ่มความสูงของตำแหน่งที่ติดตั้งกล้องช่วยทำให้ได้ข้อมูลสภาพการจราจรที่ได้จากระบบอิมเมจโพรเซสซิ่งมีความแม่นยำมากขึ้น อย่างไรก็ตาม การติดตั้งกล้องในตำแหน่งที่สูงขึ้นก็จำเป็นต้องใช้โครงสร้างที่มั่นคงและแข็งแรงมากขึ้นด้วยเช่นกัน เพื่อป้องกันการสั่นไหวของกล้องและภาพที่ได้รับ

2) ขอบเขตของภาพที่ทำการบันทึก (Field of View)

ผู้ติดตั้งสามารถทำการปรับเทียบขอบเขตของภาพที่ทำการบันทึกได้โดยการจัดวางมุมกล้องและการปรับโฟกัสของเลนส์ ขอบเขตของภาพที่เหมาะสมที่สุด ดังตัวอย่างแสดงใน**รูปที่ 4.3-1** ควรจะมีลักษณะดังนี้

- แนวการตรวจวัดจะต้องมีลักษณะขนานกับขอบด้านล่างของจอภาพ และอยู่ใกล้กับขอบด้านล่าง
- ภาพจะต้องสามารถมองเห็นช่องจราจรที่จะสำรวจได้ทุกช่องจราจร
- โฟกัสเลนส์จะต้องปรับให้ภาพครอบคลุมความกว้างช่องจราจรที่แนวตรวจวัดได้พอดี
- มุมกล้องควรจะปรับก้มให้มองเห็นแต่ถนน โดยไม่เห็นเส้นขอบฟ้า

รูปที่ 4.3-1
ตัวอย่างขอบเขตของภาพที่เหมาะสมในการบันทึก

อย่างไรก็ตาม คุณลักษณะเหล่านี้จะทำได้ก็ต่อเมื่อสามารถติดตั้งกล้องที่ตำแหน่งกึ่งกลางของถนนได้เท่านั้น ในกรณีที่ตำแหน่งที่ติดตั้งกล้องไม่สามารถติดตั้งกล้องที่กึ่งกลางถนนได้ ซึ่งจะปรับไปติดตั้งอยู่บนเสาบริเวณใกล้กับริมทางเท้า การปรับขอบเขตของภาพที่บันทึกก็ต้องคำนึงถึงการจัดวางมุมกล้องให้ครอบคลุมความกว้างของช่องจราจรที่บริเวณแนวการตรวจวัดเป็นหลัก

ข้อควรพิจารณาอีกอย่างหนึ่ง ก็คือ ขอบเขตของภาพที่จะจับ จะต้องหลีกเลี่ยงวัตถุส่องแสงจ้าในช่วงกลางคืน เช่น แสงไฟจากเสาไฟฟ้า สัญญาณไฟจราจร (ไฟเขียว-ไฟแดง) ป้ายห้างร้านส่องสว่าง และป้ายโฆษณาที่มีไฟต่างๆ เป็นต้น เนื่องจากแสงไฟเหล่านี้จะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของระบบอิมเมจโพรเซสซิ่งลดลง ถ้าแหล่งกำเนิดไฟฟ้าเหล่านี้อยู่ใกล้กับตำแหน่ง Detection Zone มากๆ จะทำให้การตรวจนับปริมาณจราจรเกิดการสับสนได้ แนวทางการป้องกันแสงจ้าและแสงสะท้อนจากดวงอาทิตย์สามารถทำได้โดยการปรับกระบังกันแสงหรือปรับมุมกล้องให้ต่ำลง เพื่อไม่ให้กล้องเห็นภาพเส้นขอบฟ้าด้านไกล ทั้งนี้ ถ้าไม่สามารถปรับมุมกล้องเพื่อป้องกันแสงสะท้อนจากดวงอาทิตย์หรือหลีกเลี่ยงวัตถุส่องแสงจ้าเวลากลางคืนได้ก็ควรจะทำการเลือกตำแหน่งติดตั้งใหม่

การกำหนดขอบเขตของภาพที่ทำการบันทึก (Detection Zone) สามารถทำได้โดยการกำหนดค่าเบื้องต้น (Initial Configuration) ของกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งให้ครอบคลุมบริเวณดังกล่าว โดยจะใช้วิธีสร้าง Grid Line ลงบนภาพ ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

(1) กำหนดเส้นอ้างอิงตามยาวของพื้นที่การสำรวจ (Down Line) ลงบนเส้นขอบทางจราจรและเส้นแบ่งช่องจราจร

(2) บันทึกความกว้างของช่องทางจราจรที่ได้จากการวัดจริง

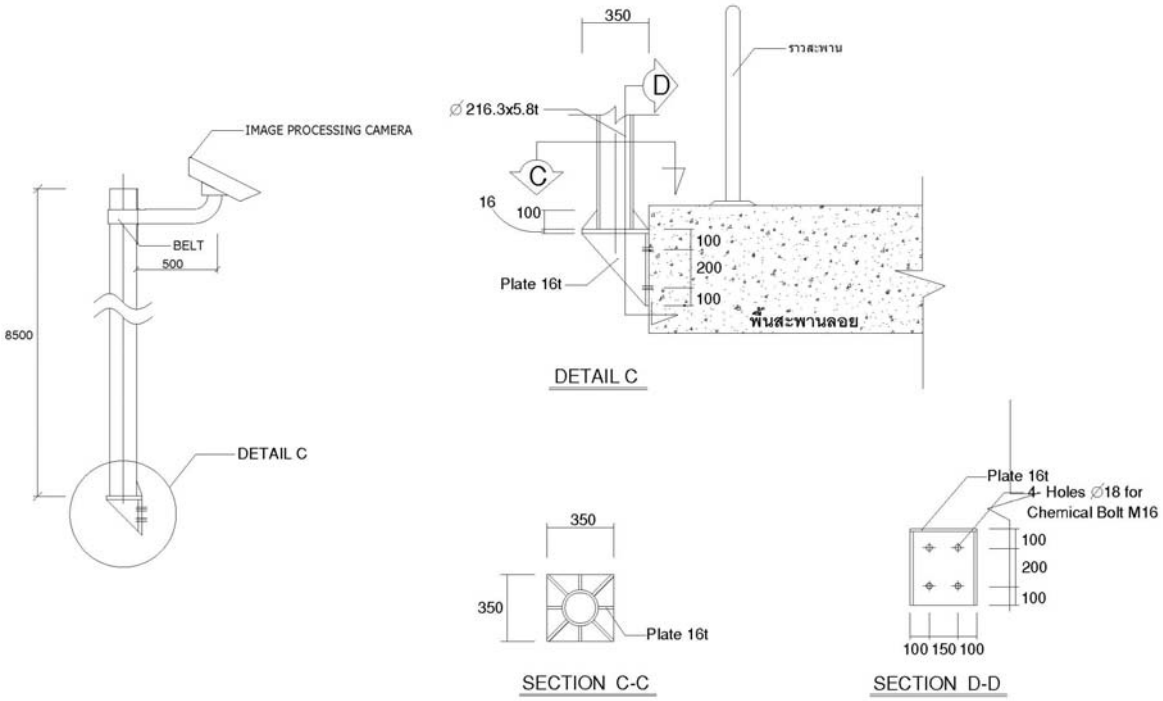
(3) กำหนดเส้นอ้างอิงสิ้นสุดตามขวางของพื้นที่การสำรวจ (Cross Line) ซึ่งจะตั้งฉากกับเส้นอ้างอิงตามยาวของพื้นที่การสำรวจ (Down Line) และขนานกับขอบล่างอ้างอิงตามแนวการตรวจวัด โดยเส้น Cross Line นี้ ถูกกำหนดในหลายระยะ เช่น 20 40 และ 60 เมตร จากขอบล่างอ้างอิงแนวการตรวจวัด เป็นต้น

4.3.2 รูปแบบการติดตั้งกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง

ในโครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 2 นี้ จากการสำรวจพื้นที่เพื่อหาจุดที่เหมาะสมในการติดตั้งกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง ที่ปรึกษาได้ทำการติดตั้งกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งให้มีความสูงจากพื้นผิวการจราจรประมาณ 14 เมตร โดยพิจารณาการติดตั้งเสากล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งบนเสาสะพานลอยคนข้ามถนน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

การติดตั้งเสากล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งบนสะพานลอยคนข้ามถนน กล้องจะได้รับการติดตั้งบนหัวเสาที่ได้สร้างขึ้นใหม่และมีความสูงประมาณ 8.5 เมตร โดยทำการยึดติดกับขอบนอกของสะพานลอยที่มีความสูงโดยทั่วไปประมาณ 5.5 เมตร โดยมีแบบการติดตั้งดังแสดงใน**รูปที่ 4.3-2** และรูปตัวอย่างการติดตั้งแสดงใน**รูปที่ 4.3-3**

รูปที่ 4.3-2
แบบเบื้องต้นเสาที่ใช้ติดตั้งกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งบนสะพานลอย



รูปที่ 4.3-3
ภาพตัวอย่างการติดตั้งกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง

4.3.3 การติดตั้งอุปกรณ์ชุดควบคุม (Controller Box)

ระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง นอกจากจะประกอบด้วยชุดกล้องแล้ว ยังมีอุปกรณ์ชุดควบคุม (Controller Box) ที่ต้องทำการติดตั้งบริเวณจุดติดตั้งกล้องด้วย อุปกรณ์ควบคุมนี้ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางระบบสั่งการ (Control) และการเชื่อมประสาน (Interface) ของอุปกรณ์แต่ละจุดในภาคสนาม และทำหน้าที่ประสานการต่อเชื่อมกับระบบสื่อสารและระบบไฟฟ้าที่ใช้งาน ที่ปรึกษาจะติดตั้งอุปกรณ์ชุดควบคุมไว้บริเวณใต้สะพานลอยคนข้ามถนน โดยยึดติดกับโครงสร้างสะพานลอยฯ ระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง 1 ชุด จะประกอบด้วย อุปกรณ์ชุดควบคุม (Control Box) และตู้ควบคุมไฟฟ้าอย่างละ 1 ตู้ ตัวอย่างดังแสดงใน**รูปที่ 4.3-4**

รูปที่ 4.3-4
ตัวอย่างการติดตั้ง Controller Box บริเวณใต้สะพานลอยคนข้ามถนน

ที่ปรึกษาได้เชื่อมระบบสื่อสาร MPLS ขนาด 64 Kbps จากจุดติดตั้งอุปกรณ์กล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง ไปยังเครือข่าย Broadband Network ของผู้ให้บริการ และต่อเชื่อมระบบสื่อสาร MPLS ขนาด 512 Kbps จากเครือข่าย Broadband Network ของผู้ให้บริการมายังศูนย์ควบคุมระบบรายงานสภาพจราจรแบบ Real Time

สำหรับการต่อเชื่อมระบบไฟฟ้าเพื่อนำมาใช้ในระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งนั้น ทางที่ปรึกษาได้ดำเนินการขอมิเตอร์ไฟฟ้าขนาด 5(15) A จากการไฟฟ้านครหลวง จำนวน 14 มิเตอร์

บทที่ 5

การพัฒนาซอฟต์แวร์ระบบรายงานสภาพการจราจร แบบ Real Time ระยะที่ 2

บทที่ 5
การพัฒนาซอฟต์แวร์ระบบรายงานสภาพการจราจร แบบ Real Time ระยะที่ 2

5.1 การพัฒนาซอฟต์แวร์เพิ่มเติมในส่วนของการรับ/ประมวลผลและระบบฐานข้อมูล

5.1.1 การวิเคราะห์ระบบ

ระบบประมวลผล (Processing System) ทำหน้าที่ในการบันทึกข้อมูลที่ได้รับจากระบบตรวจวัดสภาพการจราจร (Sensor Unit) และจัดเก็บในระบบฐานข้อมูล (Database System) จากนั้นจะนำข้อมูลมาทำการประมวลผลและวิเคราะห์เพื่อใช้ในการเผยแพร่ข้อมูลสภาพการจราจรแบบ Real Time ต่อไป โดยปัจจุบันระบบการรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ที่ออกแบบและพัฒนาขึ้นในโครงการในระยะที่ 1 จะใช้เวลาดำเนินการตลอดกระบวนการ เริ่มจากการตรวจวัดสภาพการจราจร การส่งข้อมูลผ่านระบบสื่อสารข้อมูล การวิเคราะห์และประมวลผลจนกระทั่งเผยแพร่ข้อมูลสภาพการจราจรผ่านทางเว็บไซต์ไม่เกิน 1 นาที ระบบประมวลผลข้อมูลได้ถูกออกแบบให้ทำการเรียกและประมวลผลข้อมูลทุกๆ นาที เพื่อให้สามารถอัพเดทข้อมูลที่ทำการเผยแพร่ทางเว็บไซต์ได้นาทีต่อนาที โดยโครงการได้กำหนดไว้ว่าข้อมูลสภาพการจราจรที่รายงานผ่านทางเว็บไซต์จะเป็นค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่สำรวจได้ในช่วงระยะเวลา 5 นาทีล่าสุด

การประมวลผลในแต่ละครั้ง (ทุกๆ 1 นาที) จะมีลักษณะดังนี้ คือ ภายหลังจากที่ทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยของข้อมูลสภาพการจราจรของ 5 นาทีล่าสุดแล้วเสร็จ ระบบประมวลผลจะส่งผลการวิเคราะห์ที่ได้ไปยัง Server เพื่อทำการเผยแพร่ข้อมูลให้แก่หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องและผู้ขับขี่ยวดยานทั่วไป ในขณะเดียวกันก็จะได้รับข้อมูลสภาพการจราจรของ 1 นาทีใหม่เข้ามา ระบบประมวลผลก็จะรวบรวมข้อมูลสภาพการจราจรของ 5 นาทีล่าสุดชุดใหม่ขึ้นมา แล้วทำการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยข้อมูลสภาพการจราจรสำหรับนาทีต่อมา และส่งผลการวิเคราะห์ไปยัง Server เพื่อเผยแพร่อีกครั้งหนึ่ง การประมวลผลนี้จะกระทำซ้ำตามกระบวนการเดิมนี้ในทุกๆ 1 นาที

สำหรับรายละเอียดระบบการประมวลผล ณ ศูนย์ควบคุมที่ สนข. ประกอบด้วย ห้องควบคุมการทำงาน (Control Room) และห้องควบคุมระบบเครือข่าย (Server Room) ซึ่งมีหน้าที่การทำงานหลักๆ ดังนี้

(1) ห้องควบคุมการทำงาน (Control Room) ภายในห้อง จะประกอบด้วย เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่แสดงผลข้อมูลสภาพการจราจรที่ผ่านการประมวลผลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ห้องควบคุมระบบเครือข่าย (Server Room) การแสดงผลข้อมูลสภาพการจราจรในสนามสามารถทำได้ในหลายรูปแบบ อาทิเช่น ในรูปของแผนที่ ภาพสภาพการจราจร การจัดทำเป็นรายงาน เป็นต้น นอกจากนี้ เจ้าหน้าที่ยังสามารถตรวจสอบการทำงานของระบบตรวจวัดสภาพการจราจรในสนามที่ห้องควบคุมการทำงานได้ โดยแสดงผลออกทางหน้าจอของเครื่องคอมพิวเตอร์หรือทางเครื่องฉายภาพ (Projector) หรือทางเครื่องพิมพ์เลเซอร์สี

(2) ห้องควบคุมระบบเครือข่าย (Server Room) ภายในห้อง จะประกอบด้วย เครื่องคอมพิวเตอร์แม่ข่าย ที่ทำหน้าที่บันทึกข้อมูลที่ส่งมาจากอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจร (Sensor Unit) ในสนามผ่านทางระบบ GPRS/ADSL/Leased Line และจัดเก็บลงสู่ระบบฐานข้อมูล (Database System) แล้วนำข้อมูลมาประมวลผลและวิเคราะห์เพื่อใช้ในการเผยแพร่ข้อมูลสภาพการจราจรทางระบบอินเตอร์เน็ตผ่านทางเว็บไซต์ของ สนข. ให้แก่หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องและผู้ขับขี่ยวดยานพาหนะต่อไป ขณะที่ข้อมูลส่วนที่เป็นภาพเคลื่อนไหวที่ได้จากกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งจะถูกนำมาประมวลผลและจัดเก็บลงใน Steaming Sever สำหรับใช้ในการเผยแพร่เช่นเดียวกัน ทั้งนี้ ข้อมูลสภาพการจราจรจะถูกจัดเก็บไว้ตามระยะเวลาที่กำหนดเพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการวางแผน/บริหารจัดการด้านการจราจรต่อไป

สำหรับโครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 2 นี้ ที่ปรึกษาได้ทำการพัฒนาการประมวลผลเพิ่มเติมโดยใช้กระบวนการและโครงสร้างฐานข้อมูลเช่นเดิม โดยได้เพิ่มเติมข้อมูลช่วงถนนลงในโครงสร้างฐานข้อมูลดังกล่าว

เพื่อให้โครงสร้างการสื่อสารข้อมูล ความสัมพันธ์ของข้อมูล และการประมวลผลข้อมูลที่มีอยู่ สามารถรองรับข้อมูลสภาพการจราจรจากอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรที่เพิ่มขึ้นมาได้ ในเบื้องต้น ที่ปรึกษาได้ดำเนินการวิเคราะห์และตรวจสอบระบบประมวลผลเดิม เพื่อพิจารณาถึงผลกระทบจากการเพิ่มอุปกรณ์ในระบบตรวจวัดสภาพการจราจรดังกล่าว จากนั้นจึงทำการออกแบบเพื่อพัฒนาระบบแต่ละส่วนงานให้สามารถดำเนินการต่อยอดได้โดยยังมีความสัมพันธ์กับข้อมูลเดิม และจัดทำเนื้อหาข้อมูลใหม่บนโครงสร้างฐานข้อมูลเดิม ทั้งนี้ การพัฒนาจะต้องพัฒนาส่วนของระบบฐานข้อมูลหลักให้สอดคล้องกับระบบและอุปกรณ์ที่ได้รับการเพิ่มเติมขึ้นมาด้วย ซึ่งผลที่ได้จากการปรับแก้นี้จะทำให้ได้มาซึ่งระบบการประมวลผลที่สามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์ถูกต้องและมีประสิทธิผลในการประมวลผลเผยแพร่ต่อไป

จากการพิจารณาถึงทรัพยากรระบบที่มีอยู่ในโครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 1 ซึ่งจะต้องมาประสานการประมวลผลให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพในแง่ปริมาณข้อมูล ความเร็วการประมวลผล และสมรรถนะของระบบ ที่ปรึกษาจึงได้ทำการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบเซิร์ฟเวอร์ ดังนี้

- Application Server เพิ่มหน่วยความจำ RAM ชนิด DDR2 ECC 400 M 240 pin ขนาดแถวละ 2 GB จำนวน 4 แถว

- VDO Streaming Server เพิ่มหน่วยความจำ RAM ชนิด DDR2 ECC 400 M 240 pin ขนาดแถวละ 2 GB จำนวน 4 แถว

5.1.2 การจำลองข้อมูลเพื่อทดสอบการรับและประมวลผลข้อมูลสภาพการจราจร

เนื่องจากในโครงการระยะที่ 2 มีการติดตั้งกล้องเพิ่มขึ้นจำนวน 7 จุด 14 กล้อง ที่ปรึกษาจำเป็นต้องมีการทดสอบระบบเพื่อตรวจสอบการทำงานของระบบว่า เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการหรือไม่ เนื่องจากจะต้องพัฒนาโปรแกรมในขณะยังดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรสำหรับโครงการระยะที่ 2 จำนวน 14 กล้อง ไม่แล้วเสร็จ ดังนั้น ที่ปรึกษาจึงใช้แนวทางในการทดสอบโปรแกรมโดยใช้วิธีการในการทดสอบกล่าวคือ

ที่ปรึกษาได้ทำการพัฒนาซอฟท์แวร์ที่ทำหน้าที่ในการสร้างข้อมูลจำลองตรวจวัดสภาพการจราจรในรูปแบบของ Text File ซึ่งทำหน้าที่เสมือนเครื่องมือตรวจวัดสภาพการจราจร โดยจำลองดังนี้

- ข้อมูลที่ได้มาจากเครื่องมือตรวจวัดที่เป็นวีดิโออิมเมจโพรเซสซิ่งจำนวน 14 Text File (1 Text File แทนข้อมูลที่ได้จากกล้องวีดิโออิมเมจโพรเซสซิ่ง 1 กล้อง)

- ตั้งเวลาให้สร้างข้อมูลใหม่ทุกๆ 1 นาที เสมือนกับเหตุการณ์จริงที่ข้อมูลสภาพการจราจรจากเครื่องมือตรวจวัดส่งเข้ามายังเครื่อง Server ทุกๆ 1 นาที

พร้อมกันนั้น ที่ปรึกษาได้ทำการเปิดหน้าจอระบบเผยแพร่ข้อมูลสภาพการจราจร ผลที่ได้จะพิจารณาในส่วนของเส้นสีว่ามีการเปลี่ยนแปลงสลับกันไปมาทุกๆ 1 นาที ที่มีการปรับปรุงข้อมูลสอดคล้องเป็นไปตามที่ได้จำลองข้อมูลไว้หรือไม่ เพื่อสรุปผลให้ได้ว่า ระบบประมวลผลและระบบเผยแพร่ข้อมูลสามารถทำงานได้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

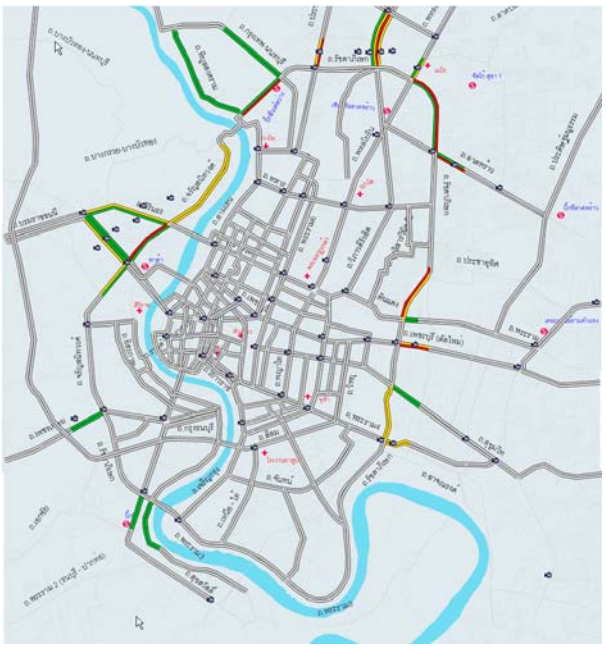
5.2 การปรับปรุงและพัฒนาระบบเผยแพร่ข้อมูลสภาพการจราจรเพิ่มเติม

5.2.1 การพัฒนาระบบเผยแพร่ข้อมูลอินเตอร์เน็ต

ที่ปรึกษาได้ทำการพัฒนาระบบเผยแพร่ข้อมูลผ่านทางเว็บไซต์ให้สอดคล้องกับระบบประมวลผลที่ได้ดำเนินการข้างต้น ซึ่งหมายถึง มีโครงสร้างการนำเสนอผลอย่างกว้างขวางยิ่งขึ้น เพื่อรองรับกับจำนวนช่วงถนนที่ตั้งเป้าหมายในการรายงานสภาพการจราจร

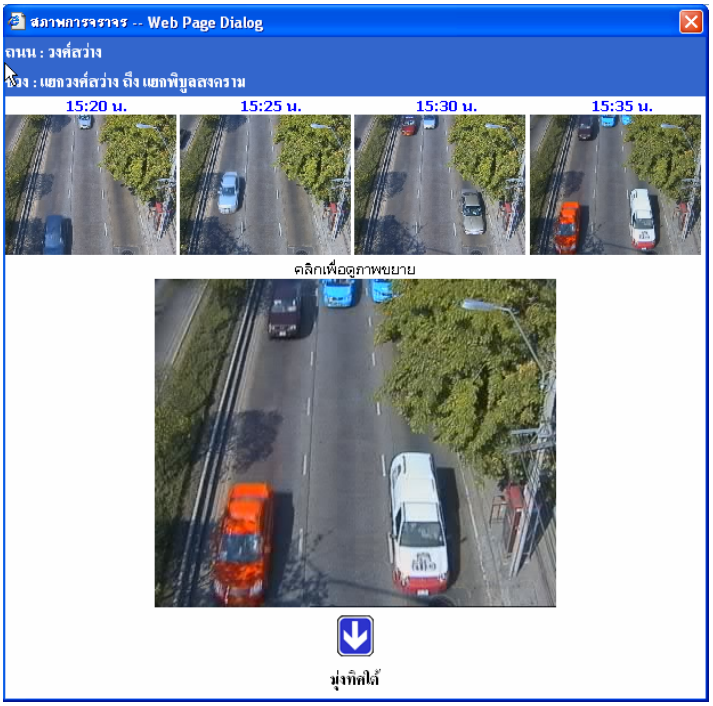
จากแนวทางที่ที่ปรึกษาได้กำหนดการจำลองข้อมูลเพื่อทดสอบการรับและการประมวลผลข้อมูลสภาพการจราจรนั้นจะสอดคล้องกับการพัฒนาระบบเผยแพร่ข้อมูลผ่านทางเว็บไซต์ ซึ่งหมายถึง โครงสร้างการนำเสนอผลจะมีความกว้างขวางยิ่งขึ้น และรองรับกับจำนวนช่วงถนนที่ตั้งเป้าหมายในการรายงานสภาพการจราจรที่เพิ่มขึ้นในระยะที่ 2 แสดงดัง**รูปที่ 5.2-1**

รูปที่ 5.2-1
การเผยแพร่ข้อมูลสภาพการจราจรในรูปแบบของเส้นสี



นอกเหนือจากข้อมูลสภาพการจราจรที่ประมวลผลได้และนำเสนอในรูปของเส้นสีแสดงความเร็วของการจราจรในแผนที่ที่นำเสนอแล้ว ที่ปรึกษาได้ดำเนินการพัฒนาการแสดงผลโดยจัดทำเป็นภาพนิ่งที่ได้จากกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะจับภาพทุกๆ 5 นาที และจะนำเสนอภาพย้อนหลังจำนวน 3 ภาพ ตัวอย่างการรายงานผลภาพนิ่งจากกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งในโครงการระยะที่ 2 แสดงดัง**รูปที่ 5.2-2**

รูปที่ 5.2-2
การเผยแพร่ข้อมูลภาพนิ่งจากระบบอิมเมจโพรเซสซิ่ง



เพื่อให้การเผยแพร่สภาพการจราจรทั้งโครงการมีความสอดคล้องกัน ที่ปรึกษาได้ดำเนินการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเผยแพร่ภาพที่ได้จากกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งของโครงการในระยะที่ 1 ให้เป็นแบบภาพนิ่งเช่นเดียวกันกับโครงการในระยะที่ 2

นอกเหนือจากการเผยแพร่ข้อมูลสภาพการจราจรผ่านทางระบบเว็บไซต์แล้ว การเผยแพร่ข้อมูลผ่านทางอุปกรณ์ Mobile เป็นทางเลือกหนึ่งที่เป็นประโยชน์แก่ผู้ใช้บริการ ดังนั้น ที่ปรึกษาจึงได้พัฒนาระบบเผยแพร่ข้อมูลทางโทรศัพท์ เป็นการพัฒนาต่อยอดบนฐานข้อมูลจากระบบเดิม ดังจะกล่าวต่อไป

5.2.2 การพัฒนาระบบเผยแพร่ข้อมูลทางโทรศัพท์

ระบบเผยแพร่ข้อมูลสภาพการจราจรทางโทรศัพท์เป็นระบบที่พัฒนาในลักษณะของเว็บแอพพลิเคชั่น รูปแบบของการรายงานสภาพการจราจรทางโทรศัพท์ที่พัฒนาขึ้น มีคุณลักษณะดังนี้

- ระบบสามารถแสดงรายชื่อถนนที่ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจร ตัวอย่างแสดงใน**รูปที่ 5.2-3**

รูปที่ 5.2-3
ตัวอย่างแสดงการสอบถามข้อมูลสภาพการจราจรทางโทรศัพท์

- ระบบสามารถรายงานสภาพการจราจร ณ ตำแหน่งที่ผู้ใช้ต้องการและบริเวณใกล้เคียง โดยใช้เส้นสีแสดงระดับการติดขัดของสภาพการจราจรโดยระบบจะแสดงโดยใช้ภาพจำลอง ดังตัวอย่างแสดงใน **รูปที่ 5.2-4**

รูปที่ 5.2-4
ผลลัพธ์ข้อมูลสภาพการจราจรที่ร้องขอแสดงข้อมูลด้วยภาพจำลอง

- ผู้ใช้สามารถตรวจสอบความเร็วเฉลี่ยของแต่ละช่วงถนนได้ ตัวอย่างการรายงานความเร็วเฉลี่ยของแต่ละช่วงถนน แสดงใน**รูปที่ 5.2-5**

รูปที่ 5.2-5

ผลลัพธ์ข้อมูลสภาพการจราจรที่ร้องขอแสดงข้อมูลด้วยการรายงานผลความเร็วเฉลี่ย

บทที่ 6

การพัฒนาประสิทธิภาพระบบรายงานสภาพการจราจร แบบ Real Time ระยะที่ 2

บทที่ 6
การพัฒนาประสิทธิภาพระบบรายงานสภาพการจราจร แบบ Real Time ระยะที่ 2

6.1 การปรับปรุงการเชื่อมต่อข้อมูลสัญญาณภาพ CCTV จาก บก.02

เนื่องจากปัจจุบันการเชื่อมต่อข้อมูลสัญญาณภาพจาก บก.02 มายังระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ยังต้องเชื่อมต่อผ่านเครื่องแม่ข่ายของ สนข. ซึ่งติดตั้งไว้ ณ ศูนย์สารสนเทศการขนส่งและจราจร ทำให้อาจเกิดปัญหาการต่อเชื่อมและความไม่ประสานสอดคล้องของระบบงานเครือข่ายและการเข้าถึง ในโครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 2 นี้ ที่ปรึกษาได้ดำเนินการปรับย้ายการเชื่อมต่อข้อมูลสัญญาณภาพจาก บก.02 มายังศูนย์ควบคุมกลางของระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time โดยตรง โดยพร้อมกันนั้นที่ปรึกษาได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์รับสัญญาณภาพที่ศูนย์ควบคุมและสั่งการจราจร บก.02 ทดแทนอุปกรณ์ที่เสื่อมประสิทธิภาพ พร้อมทั้งพัฒนาระบบโปรแกรมประยุกต์สำหรับการประมวลผล จัดเก็บ โดยแยกตามสถานที่และช่วงเวลาทดแทนชุดโปรแกรมเดิมซึ่งผูกพันกับอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์เดิมที่เสื่อมประสิทธิภาพ โปรแกรมที่พัฒนาจะทำการส่งข้อมูลที่ได้รับเข้าสู่ระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ผ่านทางระบบสื่อสารแบบสายสัญญาณเช่าและอุปกรณ์ที่มีอยู่เดิม โดยใช้การกำหนดค่าที่อุปกรณ์ Router ให้เชื่อมต่อไปยังระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time การปรับปรุงโปรแกรมประยุกต์ดังกล่าว จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน และสะดวกต่อการดูแลรักษาระบบต่อไป

6.1.1 การติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติม

ที่ปรึกษาได้พิจารณาถึงอุปกรณ์ที่จะต้องจัดหามาทดแทนในส่วนของการรับสัญญาณภาพจากระบบ CCTV ซึ่งต้องติดตั้ง ณ ศูนย์ควบคุมและสั่งการจราจร บก.02 โดยมีอุปกรณ์ประกอบ ดังนี้

1) อุปกรณ์คอมพิวเตอร์เดสก์ทอปพีซี

- มีหน่วยประมวลผล Intel Pentium D ความเร็ว 3.0 GHz
- มีหน่วยความจำ Ram 1 GB
- มี HDD ความจุ 80 GB
- จอภาพขนาด 17”
- ระบบปฏิบัติการ WindowsXP

2) TV Capture Card ยี่ห้อ SnaZio รุ่น SnaZio TV PVR PRO

- รองรับสัญญาณภาพ Analog Composite ในระบบ PAL และ NTSC
- สามารถจับภาพ (Capture) ได้ทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว
- มี Software และ Driver รองรับระบบปฏิบัติการ Windows

6.1.2 การพัฒนาโปรแกรมสำหรับอุปกรณ์รับสัญญาณภาพชุดใหม่ (ที่ติดตั้งอยู่ที่ บก.02)

เครื่องคอมพิวเตอร์จะรับสัญญาณภาพแบบอนาลอกจากระบบ CCTV ของ บก.02 ผ่านทางอุปกรณ์รับสัญญาณภาพ (Capture Card) แล้วทำการประมวลผลให้อยู่ในรูปแบบดิจิตอล จากนั้นสัญญาณภาพจะถูกโปรแกรมประยุกต์ที่ได้พัฒนาขึ้นมาใหม่ทำการแปลงสัญญาณภาพให้ออกมาเป็นภาพนิ่ง แล้วนำเข้าสู่ระบบกระจายสัญญาณเพื่อส่งภาพนิ่งไปยังระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time การส่งสัญญาณภาพนิ่งนั้นจะใช้โปรโตคอล SSH ซึ่งตัว Capture Card สามารถรองรับระบบการทำงานดังกล่าวได้เป็นอย่างดี

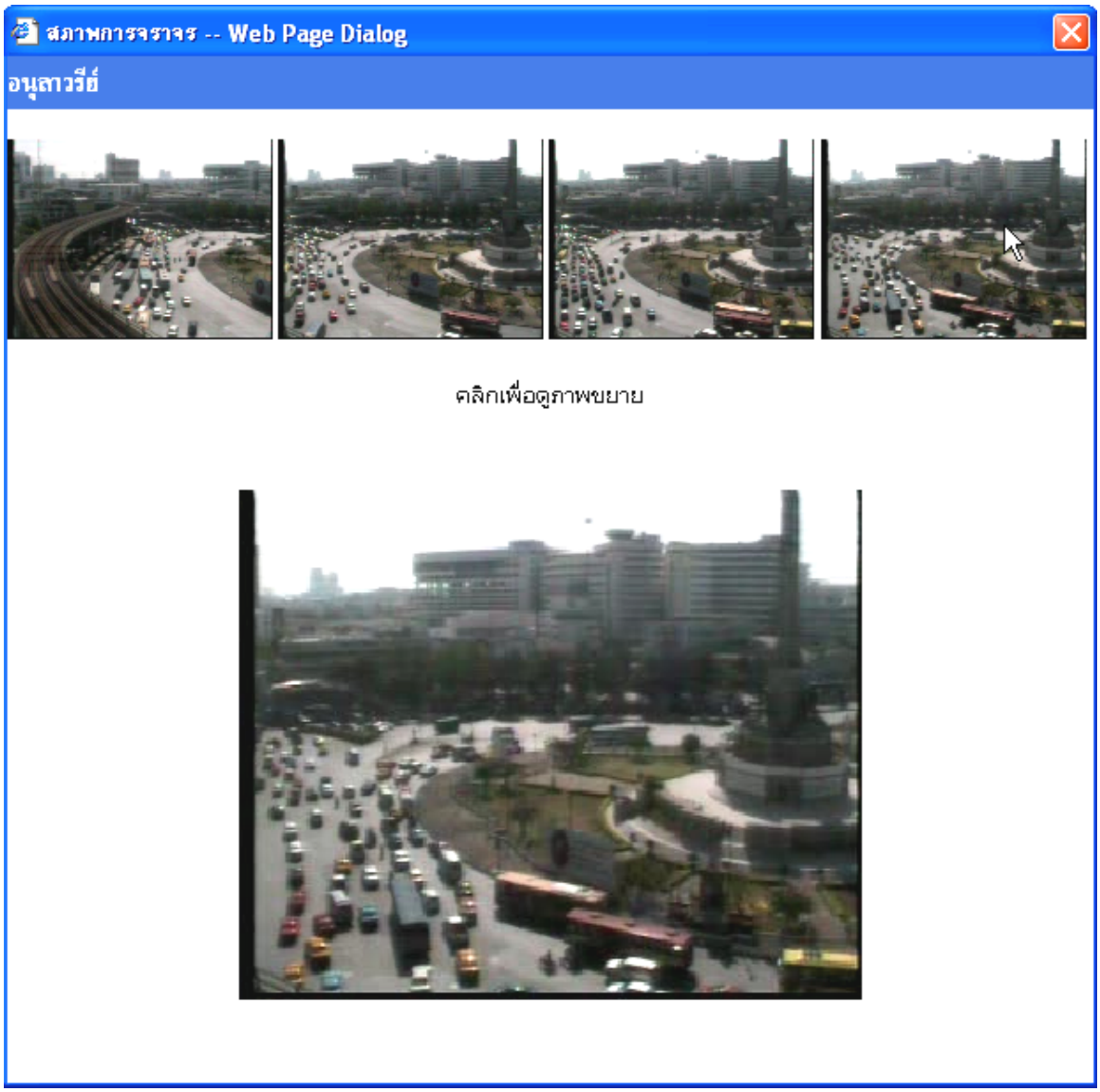
การเชื่อมต่อระหว่าง บก.02 และระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time จะเชื่อมต่อผ่าน Lease Line ขนาด 64 Kbps (Link เดิม) และมีการกำหนดเส้นทางการรับส่งข้อมูลใหม่ (Config Router) ให้ส่งต่อสัญญาณภาพจาก บก.02 ผ่าน UTP Link ที่เชื่อมต่อเอาไว้แล้วในระยะที่ 1 ตรงเข้าสู่เครื่องแม่ข่ายที่ใช้ประมวลผล

โปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่จะทำหน้าที่ในการรับสัญญาณภาพจาก บก.02 ซึ่งเป็นสัญญาณภาพที่ได้จากอุปกรณ์รับสัญญาณชุดใหม่ที่ติดตั้งในระยะที่ 2 โปรแกรมจะรับสัญญาณภาพผ่านอุปกรณ์รับสัญญาณภาพ (Capture Card) และจะนำมาแสดงบนหน้าจอให้เจ้าหน้าที่ได้เห็น โดยมีช่วงเวลาการแสดงภาพกล้องละ 5 วินาที ทั้งหมดจำนวน 60 กล้อง จากนั้นเจ้าหน้าที่สามารถที่จะทำการสั่งโปรแกรมให้เก็บภาพนิ่งของกล้องแต่ละตัวได้ ซึ่งการจัดเก็บจะทำต่อเนื่องไปจนกว่าจะมีการสั่งยุติการทำงาน จากนั้นภาพนิ่งจะถูกส่งไว้ที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์ฝั่ง สนข. โดยใช้โปรโตคอล SSH ในขั้นตอนการจัดเก็บภาพนิ่งเจ้าหน้าที่สามารถกำหนดได้ว่ากล้องที่กำลังจะเริ่มทำการจัดเก็บเป็นกล้องหมายเลขใด โปรแกรมแสดงดัง**รูปที่ 6.1-1**

รูปที่ 6.1-1
หน้าจอโปรแกรมจัดเก็บภาพนิ่งจากสัญญาณภาพ CCTV จาก บก.02

โปรแกรมจะนำภาพนิ่งที่ได้จากกล้องแต่ละตัวไปจัดเก็บไว้ยังพื้นที่ที่จัดเตรียมไว้เพื่อให้ระบบ Real Time นำไปเผยแพร่ต่อไป โดยการจัดเก็บจะเก็บภาพย้อนหลังจำนวน 3 ภาพ และภาพปัจจุบันจำนวน 1 ภาพ ดัง**รูปที่ 6.1-2**

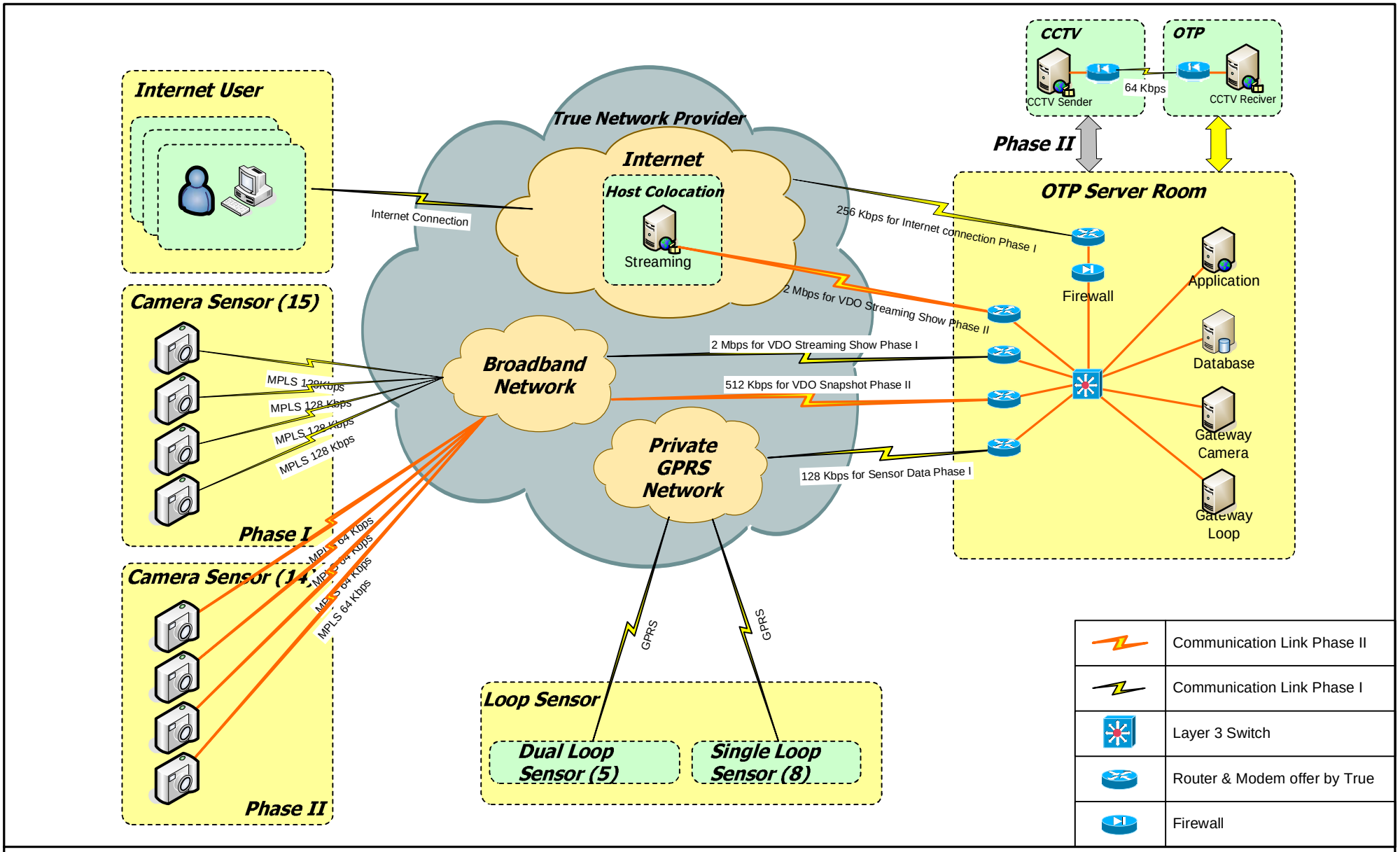
รูปที่ 6.1-2
หน้าจอแสดงภาพนิ่งจากกล้อง CCTV จาก บก.02



6.2 การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบเผยแพร่ข้อมูลสภาพการจราจรโดยฝากเซิร์ฟเวอร์กับผู้ให้บริการ (Server Co-Location)

ในการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าดูข้อมูลแสดงภาพการจราจร ณ ตำแหน่งจุดติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพจราจรแบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งที่ได้ติดตั้งไว้ในโครงการระยะที่ 1 ได้อย่างรวดเร็วนั้น ที่ปรึกษานำเสนอวิธีการนำเครื่องแม่ข่าย VDO Streaming Server ซึ่งเดิมติดตั้งอยู่ที่ห้องควบคุมกลางของระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ไปฝากไว้กับผู้ให้บริการที่ให้บริการเช่าพื้นที่วางเครื่องแม่ข่าย เพื่อเชื่อมต่อโดยตรงกับโครงข่ายหลักอินเตอร์เน็ตความเร็วสูง (High Speed Internet Backbone) การนำเครื่องแม่ข่ายไปติดตั้ง ณ ศูนย์ข้อมูลของผู้ให้บริการนั้น จะช่วยเพิ่มขนาดช่องทางการเชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้งานกับระบบรายงานสภาพการจราจร ซึ่งจะทำให้คุณภาพของการให้บริการทางด้าน VDO Streaming มีประสิทธิภาพมากขึ้น (ลื่นไหลภาพไม่กระตุก) รวมทั้งจะทำให้ระบบรายงานฯ สามารถรองรับปริมาณการใช้งานจากผู้ใช้พร้อมๆ กันเป็นจำนวนมากขึ้นได้ โดยไม่จำเป็นต้องขยายขนาดสายสัญญาณอินเตอร์เน็ตที่เชื่อมต่ออยู่กับระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time การเช่าพื้นที่เพื่อวางเครื่องแม่ข่ายที่ผู้ให้บริการนั้นจะทำให้เครื่องแม่ข่ายเชื่อมต่อกับอินเตอร์เน็ตโดยตรงที่ความเร็วสูงมาก (100 Mbps) ซึ่งช่วยลดการเกิดปัญหาคอขวดทางการสื่อสารในกรณีที่ระบบรายงานฯ ต้องให้บริการกับผู้ใช้พร้อมๆ กันเป็นจำนวนมาก

ในส่วนของการสื่อสารซึ่งจะต้องนำข้อมูลภาพเคลื่อนไหวจากกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งที่ส่งมายังศูนย์ควบคุมของโครงการส่งต่อไปเก็บไว้ยัง VDO Streaming Server ที่ปรึกษาได้เชื่อมต่อการสื่อสารระหว่างศูนย์ควบคุมกับผู้ให้บริการ Server Co-Location โดยระบบสื่อสาร MPLS ขนาด 2 Mbps ช่องทางการสื่อสารนี้นอกจากจะส่งข้อมูลภาพไปยัง VDO Streaming Server แล้ว (Up Stream) ยังสามารถรองรับการดูภาพเคลื่อนไหวจากผู้ใช้ที่อยู่ที่ สนข. อีกด้วย (Down Stream) แผนผังการต่อเชื่อมโครงข่ายแสดงดัง**รูปที่ 6.2-1**



รูปที่ 6.2-1 ผังโครงข่ายระบบโครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพจราจรแบบ Real Time

\\cc\d:\project50\real time2\final\fig6.2-1.vsd

บทที่ 7

การทดสอบระบบรายงานสภาพการจราจร

แบบ Real Time

บทที่ 7
การทดสอบระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time

7.1 แนวทางการทดสอบระบบ

เมื่อได้ทำการออกแบบ พัฒนาและติดตั้งระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 2 แล้วเสร็จ ที่ปรึกษาจะต้องทำการทดสอบระบบการรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ที่พัฒนาขึ้น เพื่อตรวจสอบถึงคุณสมบัติเฉพาะที่จำเป็นสำหรับใช้ในการรายงานสภาพการจราจร และเพื่อให้แน่ใจว่าระบบสามารถดำเนินการได้ด้วยความถูกต้องแม่นยำและมีประสิทธิภาพตามที่ได้ออกแบบไว้ แนวทางการทดสอบระบบจะแยกระบบออกเป็นแต่ละองค์ประกอบตามที่ได้นำเสนอไว้แต่ต้น การทดสอบระบบในแต่ละองค์ประกอบจะมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับระบบย่อยและอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบนั้นๆ ดังต่อไปนี้

7.1.1 ระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง

กล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งเป็นอุปกรณ์ตรวจวัดข้อมูลการจราจร (Sensor) ที่ติดตั้งบริเวณจุดตรวจวัด คุณสมบัติหลักที่ใช้ในระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ได้แก่ คุณสมบัติของการตรวจวัด ดังนั้น การทดสอบจะทำการทดสอบค่าความถูกต้องและแม่นยำ (Accuracy) ของค่า Parameter หลักที่มีผลต่อการคำนวณค่าต่างๆ ทางด้านวิศวกรรมจราจร ได้แก่ ค่าความเร็วของยานพาหนะ (Speed) และปริมาณจราจร (Traffic Volume) ที่ตรวจวัดได้เป็นหลัก โดยมีแนวทางในการทดสอบ ดังนี้

1) การทดสอบค่าความถูกต้องและแม่นยำของการวัดค่าความเร็วของยานพาหนะ

การทดสอบค่าความถูกต้องแม่นยำของค่าความเร็วของยานพาหนะเป็นการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบค่าความเร็วของยานพาหนะแต่ละคันที่วิ่งผ่านอุปกรณ์กล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งนั้น โดยจะใช้การเปรียบเทียบระหว่างค่าความเร็วที่วัดได้จากการใช้ Speed Gun กับค่าความเร็วของรถคันเดียวกันนั้น ที่อ่านได้จากการประมวลผล โดยอุปกรณ์กล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง ทั้งนี้ จะยึดความถูกต้องของข้อมูลจากการวัดโดยใช้ Speed Gun เป็นหลัก แสดงดัง **รูปที่ 7.1-1**

รูปที่ 7.1-1
ตัวอย่าง Speed Gun ที่ใช้ทดสอบ

การทดสอบจะตรวจวัดความเร็วของยานพาหนะ โดยการสุ่มตัวอย่างจากยวดยานจำนวนมากกว่า 30 คันต่อจุดติดตั้ง หากมีความคลาดเคลื่อนของความเร็วจากการประมวลผลไม่เกินร้อยละ 10 ของความเร็วจริง ถือเป็นความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ในการทดสอบ ทั้งนี้ จะพิจารณาช่วงแห่งความเชื่อมั่นร้อยละ 90 เป็นเกณฑ์

2) การทดสอบค่าความถูกต้องและแม่นยำของการวัดค่าจำนวนยานพาหนะ

การทดสอบค่าความถูกต้องแม่นยำของการตรวจวัดปริมาณจราจรจัดทำโดยการเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณจราจรแยกประเภทและทิศทางที่ได้จากการประมวลผลของอุปกรณ์กล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งกับข้อมูลที่ได้จากการตรวจนับโดยใช้คนนับรถ โดยจะทำการตรวจสอบ 3 ช่วงเวลาใน 1 วัน คือ 07.00-08.00 น. 17.00-18.00 น. และ 21.00-22.00 น. ทั้งนี้ โดยคำนึงถึงอิทธิพลของสภาพแวดล้อม เช่น สภาพแสงและเงาที่อาจมีผลต่อความแม่นยำของระบบและสภาพความหนาแน่นของการจราจรเป็นข้อพิจารณาในการกำหนดช่วงเวลาดังกล่าว

การตรวจนับโดยใช้คนจะดำเนินการโดยการบันทึกภาพวีดิทัศน์จากสนามในช่วงเวลาดังกล่าวข้างต้น แล้วนำวีดิทัศน์นั้นมาตรวจนับปริมาณจราจรแยกประเภทและทิศทางในสำนักงาน ขณะที่ข้อมูลปริมาณจราจรที่ได้จากอุปกรณ์กล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งจะทำการสรุปข้อมูลปริมาณจราจรแยกประเภทและทิศทาง เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบสำหรับช่วงวันและเวลาเดียวกัน

สำหรับเกณฑ์ในการพิจารณาเปรียบเทียบข้อมูล มีปริมาณจราจรรวมในแต่ละช่วงเวลาที่ทำการตรวจวัดได้จะต้องมีความคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 20 ถือว่าเป็นค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

3) จำนวนจุดติดตั้งที่ทดสอบ

การทดสอบอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรโดยปกติจะดำเนินการตามเกณฑ์ร้อยละ 10 ของอุปกรณ์ที่ติดตั้งในสนาม ในที่นี้จากจำนวนอุปกรณ์กล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งที่ติดตั้ง จำนวน 14 ชุด มาตรฐานในการดำเนินการทดสอบจะต้องทำการทดสอบ จำนวน 2 ชุด ซึ่งถือว่าผ่านเกณฑ์ที่ยอมรับได้ อย่างไรก็ตาม เพื่อความเชื่อมั่นอย่างเต็มที่ในการตรวจวัด ที่ปรึกษาจึงกำหนดให้ทดสอบอุปกรณ์ทั้ง 14 ชุด สรุปได้ดังนี้

อุปกรณ์ตรวจวัด	จำนวนติดตั้ง	จำนวนที่ต้องทดสอบ	จำนวนที่ทดสอบจริง
ระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง	14 ชุด	2 ชุด	14 ชุด

7.1.2 ระบบสื่อสารข้อมูล

การทดสอบระบบติดต่อสื่อสารจัดทำเพื่อตรวจสอบความเร็วในการสื่อสารข้อมูลระหว่างองค์ประกอบเพื่อให้แน่ใจว่าความเร็วในการสื่อสารถูกต้องตามรายละเอียด (Specifications) ตัวแทนจำหน่ายอุปกรณ์ให้ไว้ในเบื้องต้น นอกจากนี้ จะต้องตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำและครบถ้วนสมบูรณ์ของข้อมูลที่ถูกส่งผ่านระหว่างองค์ประกอบในระบบ

7.1.3 ซอฟต์แวร์ประยุกต์

ที่ปรึกษาได้ทำการทดสอบซอฟต์แวร์ประยุกต์ในการรายงานสภาพจราจร การทดสอบระบบได้จัดทำอย่างต่อเนื่องในขณะพัฒนา ซึ่งเป็นขั้นตอนในการพัฒนาซอฟต์แวร์อย่างเป็นระบบ ดังนี้

1) การทดสอบหน่วยย่อย

การทดสอบหน่วยย่อยเป็นการทดสอบเพื่อหาข้อผิดพลาดต่างๆ ในกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ ซึ่งครอบคลุม

- ทดสอบความต้องการที่เกี่ยวข้องเพื่อให้แน่ใจว่าความต้องการนั้นได้ถูกสร้างเป็นรูปธรรม
- ทดสอบความต้องการในระดับของความปลอดภัย หน่วยเก็บข้อมูล กระบวนการ และความน่าเชื่อถือของระบบ
- ทดสอบการออกแบบที่เกี่ยวข้องเพื่อให้แน่ใจว่าความต้องการนั้นได้ถูกสร้างเป็นรูปธรรม
- ทดสอบส่วนสำคัญ (Basis testing) สำหรับกรณีทดสอบรายละเอียดที่เกี่ยวกับความต้องการและการออกแบบ

2) การทดสอบกระแสข้อมูล

ในการพัฒนาซอฟต์แวร์นั้น สายการควบคุม (Control flow) และกระแสข้อมูล (Data flow) ล้วนมีความสำคัญเท่าเทียมกัน สายการควบคุมสะท้อนผ่านโปรแกรมชุดคำสั่งที่พัฒนาขึ้น ส่วนกระแสข้อมูลมีการส่งผ่านระบบสื่อสารมายังส่วนติดต่อ (Interface) ในข้อตกลง (Protocol) และรูปแบบ (Format) ที่ได้วางไว้ การทดสอบกระแสข้อมูลอยู่บนพื้นฐานความคิดที่ว่าการใช้ข้อมูลอย่างน้อยมีโอกาสผิดพลาดเท่ากับการควบคุม อีกทั้งในกระบวนการพัฒนาได้จัดทำขณะกระแสข้อมูลยังไม่มีการส่งผ่านเข้าระบบ จึงได้ทำการจำลองกระแสข้อมูลเพื่อทดสอบระบบที่เกี่ยวเนื่องอันเป็นส่วนจำเป็นในการพัฒนา

3) การทดสอบความสามารถของซอฟต์แวร์ที่พัฒนา

การทดสอบซอฟต์แวร์ในขั้นสุดท้าย ประกอบด้วย การทดสอบความสามารถในการทำงานรูปแบบต่างๆ ของระบบ สามารถแบ่งได้เป็น 2 รายการ ดังนี้

(1) ระบบประมวลผล สามารถทดสอบระบบซึ่งรับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจากอุปกรณ์ระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งที่ติดตั้งไว้ในโครงการระยะที่ 2 จำนวน 14 ชุด ทุกๆ 1 นาที โดยการแสดงไฟล์ของระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง และทดสอบการประมวลผล ซึ่งประมวลผลทุกๆ 1 นาที โดยสามารถดูได้จากการแสดงผลที่หน้าเผยแพร่ข้อมูล ซึ่งข้อมูลต้องถูกปรับปรุงทุกๆ 1 นาทีด้วย สำหรับช่วงเวลาล่าสุดที่จะนำมาประมวลผล ซึ่งมีค่าตั้งต้นที่ 5 นาที

(2) ระบบเผยแพร่ข้อมูล ระบบต้องสามารถรายงานสภาพการจราจรเป็นแบบแยกทิศทางขาเข้าและขาออกได้ โดยจะเห็นเส้นถนนเป็น 2 เส้นขนานกัน โดยแต่ละเส้นจะแทนทิศทางแต่ละทิศทาง และการรายงานสภาพการจราจรต้องสามารถรายงานออกในรูปแบบเส้นสี เพื่อวัดระดับความคล่องตัวของสภาพการจราจร โดยเทียบดูความเร็วเฉลี่ยที่ระบบคำนวณได้กับเส้นสีที่บันทึกไว้ในระบบย่อยต้องมีความสัมพันธ์กัน ส่วนการรายงานสภาพการจราจรเป็นเส้นสีพิเศษในกรณีที่มีสถานะเป็นปิดถนน ทดสอบได้โดยการใช้งานโปรแกรมในส่วนของ Check Box ปิดถนน ซึ่งเมื่อเลือก Check Box ปิดถนนแล้ว ช่วงถนนที่เลือกรายงานต้องแสดงเป็นสีดำ ซึ่งมีความหมายว่าปิดถนน

สำหรับการทดสอบภาพแผนที่ที่ต้องสามารถเลื่อนภาพขึ้น-ลง และขยายภาพเข้าออกได้ และเมื่อใช้ Mouse เลื่อนไปยังเส้นสี ระบบต้องแสดงตัวเลขข้อมูลสภาพการจราจร เช่น ความเร็ว ซึ่งสามารถทดสอบจากการใช้โปรแกรม นอกจากนี้ ระบบต้องแสดงเวลาที่ระบบทำการตรวจวัดและประมวลผลโดยดูจากหน้าจอโปรแกรม

ทดสอบการรายงานภาพย้อนหลังจำนวน 3 ภาพจากกล้อง VIP บนแผนที่ ต้องแสดงสัญลักษณ์กล้อง VIP ตามจุดที่ได้ติดตั้งไว้ โดยหากผู้ใช้คลิกบนสัญลักษณ์กล้อง ต้องปรากฏหน้าต่างแสดงย้อนหลังจำนวน 3 ภาพ บนหน้าจอโปรแกรม

สำหรับภาพนิ่งจากกล้อง CCTV ของ กทม. จะแสดงในรูปแบบของภาพย้อนหลังจำนวน 3 ภาพ เช่นเดียวกับรูปแบบของการแสดงภาพนิ่งที่ได้จากอุปกรณ์ระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งที่ติดตั้งไว้ในโครงการระยะที่ 2 โดยบนแผนที่ต้องแสดงสัญลักษณ์ของกล้อง CCTV ณ ตำแหน่งต่างๆ และสามารถคลิกเข้าไปดูรายละเอียดได้ นอกจากนี้ ต้องสามารถแสดงภาพนิ่งสภาพการจราจรโดยหมุนเวียนตั้งแต่กล้องตัวแรกถึงตัวสุดท้ายทุกๆ 15 วินาที และแสดงกราฟความเร็วเฉลี่ยของแต่ละช่วงถนนทุกช่วงถนน สลับกันทุก 15 วินาที

7.2 ผลการทดสอบระบบ

ที่ปรึกษาได้ทำการทดสอบระบบการรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ที่พัฒนาขึ้น เพื่อตรวจสอบถึงคุณสมบัติเฉพาะที่จำเป็นสำหรับใช้ในการรายงานสภาพการจราจร ผลการทดสอบระบบในแต่ละองค์ประกอบมีดังนี้

7.2.1 กล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง

1) ผลการทดสอบค่าความถูกต้องและแม่นยำของการวัดค่าความเร็วของยานพาหนะ

การทดสอบค่าความถูกต้องแม่นยำของค่าความเร็วของยานพาหนะ เป็นการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบค่าความเร็วของยานพาหนะแต่ละคันที่แล่นผ่านอุปกรณ์กล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งนั้น โดยจะใช้การเปรียบเทียบระหว่างค่าความเร็วที่วัดได้จากการใช้ Speed Gun กับค่าความเร็วของรถคันเดียวกันนั้น ที่อ่านได้จากการประมวลผลโดยอุปกรณ์กล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง ทั้งนี้ จะยึดความถูกต้องของข้อมูลจากการวัดโดยใช้ Speed Gun เป็นหลัก

การทดสอบได้ทำการตรวจวัดความเร็วของยานพาหนะในช่วงระหว่างวันที่ 5-17 มีนาคม พ.ศ. 2551 โดยการสุ่มตัวอย่างจากยวดยานจำนวน 100 คันต่อจุดติดตั้ง ตัวอย่างการทดสอบแสดงดัง**รูปที่ 7.2-1** และ **รูปที่ 7.2-2**

รูปที่ 7.2-1
การวัดความเร็วโดยใช้ Speed Gun

รูปที่ 7.2-2
การตรวจสอบความเร็วจากอุปกรณ์โดยใช้คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ค

ผลการทดสอบการตรวจวัดความเร็วของกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง ใน 14 จุดติดตั้ง แสดงใน**ตารางที่ 7.2-1** ซึ่งได้ผลเป็นที่น่าพอใจ กล่าวคือ ร้อยละ 68.4 ของกลุ่มตัวอย่างมีความคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 5 ในขณะที่หากใช้ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ไม่เกินร้อยละ 10 แล้ว กลุ่มตัวอย่างทั้งหมด (ร้อยละ 100) ผ่านเกณฑ์การพิจารณา

ตารางที่ 7.2-1
ผลการทดสอบการวัดค่าความเร็วจากอุปกรณ์กล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง
(แสดงร้อยละของจำนวนตัวอย่างที่มีความคลาดเคลื่อน)

จุดติดตั้ง	ร้อยละของข้อมูลในแต่ละความคลาดเคลื่อน			
	-10 ถึง -5	-5 ถึง 0	0 ถึง +5	+5 ถึง +10
ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ (มุ่งแยกอโศก)	15	45	36	4
ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ (มุ่งแยกพระราม 4)	3	17	56	24
รัชดาภิเษก ซอย 4-6 (มุ่งแยกพระราม 9)	10	36	32	22
รัชดาภิเษก ซอย 4-6 (มุ่งแยกห้วยขวาง)	17	23	45	15
ศาลอาญา (มุ่งแยกรัชโยธิน)	9	21	43	27
ศาลอาญา (มุ่งแยกรัชดา-ลาดพร้าว)	1	10	62	27
วงศ์สว่าง ซอย 15 (มุ่งแยกวงศ์สว่าง)	11	30	39	20
วงศ์สว่าง ซอย 15 (มุ่งสะพานพระราม 7)	32	37	25	6
จรัญสนิทวงศ์ ซอย 82-85 (มุ่งสะพานพระราม 7)	11	31	38	20
จรัญสนิทวงศ์ ซอย 82-85 (มุ่งแยกบางพลัด)	11	31	39	19
จรัญสนิทวงศ์ ซอย 44-46 (มุ่งแยกบางพลัด)	13	36	41	10
จรัญสนิทวงศ์ ซอย 44-46 (มุ่งแยกบรมราชชนนี)	9	21	43	27
จรัญสนิทวงศ์ ซอย 34-41 (มุ่งแยกบรมราชชนนี)	33	27	30	10
จรัญสนิทวงศ์ ซอย 34-41 (มุ่งแยกบางขุนนนท์)	1	11	53	35
ค่าเฉลี่ย	**12.6**	**26.8**	**41.6**	**19.0**

2) ผลการทดสอบค่าความถูกต้องและแม่นยำของการวัดค่าจำนวนยานพาหนะ

การทดสอบค่าความถูกต้องแม่นยำของการตรวจวัดปริมาณจราจร จัดทำโดยการเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณจราจรแยกประเภทและทิศทางที่ได้จากการประมวลผลของอุปกรณ์กล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง กับข้อมูลที่ได้จากการตรวจนับโดยใช้คนนับรถ โดยได้ทำการตรวจสอบ 3 ช่วงเวลาใน 1 วัน คือ 07.00-08.00 น. 17.00-18.00 น. และ 21.00-22.00 น. การตรวจนับโดยใช้คนได้ดำเนินการโดยการบันทึกภาพวีดิทัศน์จากสนามในช่วงเวลาดังกล่าวข้างต้น แล้วนำวีดิทัศน์นั้นมาตรวจนับปริมาณจราจรแยกประเภทและทิศทางในสำนักงาน ขณะที่ข้อมูลปริมาณจราจรที่ได้จากอุปกรณ์กล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งได้ทำการสรุปข้อมูลปริมาณจราจรแยกประเภทและทิศทางมาใช้ในการเปรียบเทียบสำหรับช่วงวันและเวลาเดียวกัน

การดำเนินการทดสอบ ได้ทำการในช่วงระหว่างวันที่ 5-17 มีนาคม พ.ศ. 2551 ที่ผ่านมา โดยภาพวีดิทัศน์ใช้การต่อเชื่อมโดยตรงจากตู้ควบคุมของกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง โดยใช้สื่อบันทึกข้อมูลดังแสดงใน**รูปที่ 7.2-3**

รูปที่ 7.2-3
การบันทึกวีดิทัศน์โดยต่อเชื่อมกับตู้ควบคุมกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง

ผลการเปรียบเทียบปริมาณจราจรจากการตรวจวัดกับปริมาณจราจรจริง (จากการนับโดยคนตรวจนับ) ในจุดติดตั้งกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งต่างๆ ได้ค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 10 แสดงดัง**ตารางที่ 7.2-2**

ตารางที่ 7.2-2
ผลการเปรียบเทียบปริมาณจราจรจากการตรวจวัดโดยอุปกรณ์กล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง

จุดติดตั้ง	ขนาดของความคลาดเคลื่อน (ร้อยละ)		
	07.00-08.00 น.	17.00-18.00 น.	21.00-22.00 น.
ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ (มุ่งแยกอโศก)	6.45	2.46	-5.48
ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ (มุ่งแยกพระราม 4)	5.77	-4.16	3.97
รัชดาภิเษก ซอย 4-6 (มุ่งแยกพระราม 9)	5.48	-8.49	-9.05
รัชดาภิเษก ซอย 4-6 (มุ่งแยกห้วยขวาง)	-3.43	-4.33	-8.03
ศาลอาญา (มุ่งแยกรัชโยธิน)	8.16	-7.11	-8.54
ศาลอาญา (มุ่งแยกรัชดา-ลาดพร้าว)	-8.76	5.31	8.57
วงศ์สว่าง ซอย 15 (มุ่งแยกวงศ์สว่าง)	-6.90	-5.04	-4.39
วงศ์สว่าง ซอย 15 (มุ่งสะพานพระราม 7)	-5.42	-3.31	-3.69
จรัญสนิทวงศ์ ซอย 82-85 (มุ่งสะพานพระราม 7)	5.32	7.58	-2.31
จรัญสนิทวงศ์ ซอย 82-85 (มุ่งแยกบางพลัด)	5.05	8.32	-4.78
จรัญสนิทวงศ์ ซอย 44-46 (มุ่งแยกบางพลัด)	5.42	8.38	7.44
จรัญสนิทวงศ์ ซอย 44-46 (มุ่งแยกบรมราชชนนี)	6.99	-5.78	-7.88
จรัญสนิทวงศ์ ซอย 34-41 (มุ่งแยกบรมราชชนนี)	4.82	-4.78	-7.74
จรัญสนิทวงศ์ ซอย 34-41 (มุ่งแยกบางขุนนนท์)	4.97	-6.28	-6.90

ทั้งนี้ ค่าความคลาดเคลื่อนของการตรวจจับยานพาหนะโดยอุปกรณ์ระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งจากรายงานการวิจัยทดสอบระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งในช่วงถนนและสภาพจราจรที่ต่างกัน โดย Institute of Transportation Studies แห่ง University of California, Berkley ซึ่งได้ทำการศึกษาทดสอบและวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อนของอุปกรณ์ระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งไว้ ดังแสดงใน**ตารางที่ 7.2-3**

ตารางที่ 7.2-3
ผลการวิจัยความคลาดเคลื่อนระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง

ช่วงถนน	สภาพจราจร	ความคลาดเคลื่อน (ร้อยละ)
Highway 55	จราจรติดขัดมาก	24.8
Florin Road	คล่องตัวและติดขัด	10.3
Mac Road	คล่องตัวและติดขัด	4.4
Florin Road (ช่วงกลางคืน)	คล่องตัว	8.6
San Jose	ทางแยกใจกลางเมือง	14.7

ที่มา : Jitendra Malik, Stuart Russell. Traffic Surveillance and Detection Technology Development : New Traffic Sensor Technology Final Report, California Partners for Advanced Transit and Highways (PATH), 1997

ดังนั้น ผลการทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนของการตรวจวัดสภาพจราจรโดยระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งในโครงการฯ เมื่อเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนจากการศึกษาวิจัยดังกล่าว จึงอยู่ในระดับที่น่าพอใจและมีมาตรฐานตามคุณสมบัติของอุปกรณ์

7.2.2 ระบบสื่อสารข้อมูล

เนื่องจากระบบสื่อสารข้อมูลจำเป็นที่จะต้องใช้ผู้ให้บริการ (Service Provider) เป็นการเฉพาะ และการทดสอบระบบติดต่อสื่อสารเป็นการทดสอบเชิงคุณสมบัติอันมีมาตรฐานในข้อกำหนดโทรคมนาคมที่ผู้ให้บริการจะต้องจัดทำไว้อยู่แล้ว ที่ปรึกษาจึงได้ประสานงานกับผู้ให้บริการ ซึ่งในที่นี้คือ บริษัท ทรู คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน) เพื่อยืนยันถึงมาตรฐานในการสื่อสาร ซึ่งได้รับการตอบรับเป็นเอกสารอ้างอิง ดังแสดงใน**รูปที่ 7.2-4** อย่างไรก็ตามที่ปรึกษาได้ทำการทดสอบในผลลัพธ์ของการสื่อสารข้อมูลระหว่างองค์ประกอบต่างๆ ในแง่ความรวดเร็วและความถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ของข้อมูลโดยได้ทดสอบอย่างต่อเนื่อง และได้ผลเป็นที่น่าพอใจเพียงพอต่อการพัฒนาโครงการต่อไป

รูปที่ 7.2-4
จดหมายยืนยันมาตรฐานการให้บริการ

31/03/2008 15:43 026992968 TRUE CORPORATION PAGE 01

บริษัท ทรู คอร์ปอเรชั่น จำกัด (มหาชน)
18 อาคารทรูทาวเวอร์ ถนนรัชดาภิเษก
แขวงห้วยขวาง เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10310
โทร. +66 (0) 2643-1111 แฟกซ์ +66 (0) 2643-1651
เลขประจำตัวผู้เสียภาษี 3 101915587

True Corporation Public Company Limited
18 True Tower, Ratchadaphisek Road,
Huai Khwang, Bangkok 10310
Tel. +66 (0) 2643-1111 Fax +66 (0) 2643-1651
Tax I.D. No. 3 101915587

ที่ SME / Commerce 054 / 2008

วันที่ 28 มีนาคม 2551

เรื่อง การให้บริการระบบสื่อสาร ในโครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 2

เรียน ผู้อำนวยการสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร

ตามที่ สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.) ได้จัดทำโครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพจราจรแบบ Real Time โดยมีบริษัท แพลนโปร จำกัด และบริษัท โสมาภา อินฟอร์เมชั่น เทคโนโลยี จำกัด เป็นที่ปรึกษาโครงการ ซึ่งทางที่ปรึกษาได้เลือกใช้บริการระบบสื่อสารจาก ทาง ทาง บมจ.ทรูคอร์ปอเรชั่น ตามรายละเอียดและคุณสมบัติดังนี้

1. การเชื่อมโยงข้อมูลในระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง ผ่าน ADSL - MPLS Link (การให้บริการ link ที่มีการเชื่อมต่อเข้ากับเครือข่าย ADSL - MPLS)
   - Main Link Speed 512 Kbps จำนวน 1 Link ติดตั้งที่ สนข.
   - Client Link Speed 64 Kbps จำนวน 14 Links ติดตั้งบริเวณจุดติดตั้งกล้อง
2. Main Link for VDO Streaming Show
   - Main Link Speed 2 Mbps จำนวน 1 Link
     ติดตั้งที่ สนข. ไปยัง TRUE INTERNET DATA CENTER (เมืองทองธานี)
3. Co Location Server Dedicated International Bandwidth 1 Mbps / Shared Domestic 100 Mbps

การให้บริการระบบสื่อสารติดตั้งแล้วเสร็จเมื่อวันที่ 26 มีนาคม 2551 ทั้งนี้รายละเอียดและคุณสมบัติเป็นไปตามที่แจ้งข้างต้น

จึงเรียนมาเพื่อทราบ

ขอแสดงความนับถือ

ทวีสันต์ วิรัชพงศานนท์
Assistant Director , Head Of
Commerce

ISO 9001:2000 Certified

7.2.3 ซอฟต์แวร์ประยุกต์

1) การทดสอบหน่วยย่อย

ที่ปรึกษาได้ทำการทดสอบหน่วยย่อย ซึ่งเป็นการทดสอบเพื่อหาข้อผิดพลาดต่างๆ ในกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ และได้จัดทำอย่างต่อเนื่อง ทำการแก้ไขภายใน และได้ผลเป็นต้นแบบส่วนย่อยต่างๆ ของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

2) การทดสอบกระแสข้อมูล

ที่ปรึกษาได้ทำการทดสอบกระแสข้อมูลในระหว่างการพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อรองรับโปรแกรมชุดคำสั่งที่พัฒนาขึ้น ก่อนที่กระแสข้อมูลจริงจะมีการส่งมาจากระบบสื่อสาร การทดสอบกระแสข้อมูลจัดทำโดยพัฒนาซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่ในการสร้างข้อมูลตรวจวัดสภาพจราจรในลักษณะของ Text File ในรูปแบบ (Format) ที่กำหนดไว้ โดยตั้งเวลาให้สร้างข้อมูลทุกๆ 1 นาที กระแสข้อมูลนี้ได้สร้างให้มีความเป็นไปได้ที่อาจแปรผันไปต่างๆ ทั้งนี้ นอกจากจะจำลองข้อมูลสำหรับการพัฒนาแล้ว กระแสข้อมูลยังมีส่วนช่วยป้องกันการพัฒนาโปรแกรมที่มีจุดผิดพลาด (Bug) ในประเด็นที่เป็นผลจากข้อมูลอีกด้วย

3) การทดสอบความสามารถของซอฟต์แวร์ที่พัฒนา

ที่ปรึกษาได้ทำการทดสอบซอฟต์แวร์ในขั้นสุดท้าย ได้ผลการทดสอบครบถ้วนเป็นไปตามคุณสมบัติที่กำหนดไว้ตั้งแต่ต้น

7.2.4 การทดสอบระบบในภาพรวม

ที่ปรึกษาได้ทำการทดสอบระบบต่างๆ ในภาพรวม โดยทดสอบการทำงานประสานกันของระบบต่างๆ ไปพร้อมกัน เพื่อพิจารณาถึงระบบโดยองค์รวมว่าสอดคล้องกับเป้าหมายในการดำเนินงานหรือไม่ มีประสิทธิภาพที่ดีหรือไม่ และมีการรายงานสภาพจราจรตรงตามสภาพการจราจรที่เปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ โดยการจัดเจ้าหน้าที่ไปสังเกตการณ์ภาคสนามในจุดที่ติดตั้งอุปกรณ์ระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง พร้อมประสานงานกับเจ้าหน้าที่ที่ศูนย์ควบคุม ซึ่งได้ผลการรายงานสภาพจราจรที่สอดคล้องกับสภาพจริง อันเป็นผลการประสานการทำงานของระบบย่อยต่างๆ ที่ได้ออกแบบไว้ ได้แก่ ระบบตรวจวัดสภาพการจราจร ระบบสื่อสาร ระบบประมวลผล และระบบรายงานสภาพจราจร รวมเป็นระบบรายงานสภาพจราจรแบบ Real Time ที่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิผลในภาพรวม

7.3 สรุปผลการทดสอบระบบ

การทดสอบองค์ประกอบของระบบต่างๆ ที่ปรึกษาได้ทำการทดสอบรวมถึงแก้ไขจุดบกพร่องและปรับแก้ในรายละเอียดปลีกย่อยต่างๆ จนได้ผลตามที่กำหนด โดยสามารถสรุปได้ ดังนี้

ตารางที่ 7.3-1
สรุปผลการทดสอบองค์ประกอบของระบบ

องค์ประกอบระบบ	การทดสอบ	สิ่งที่ทดสอบ	ผลการทดสอบ
ระบบตรวจวัดสภาพการจราจร	อุปกรณ์ตรวจวัดสภาพจราจร	กล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง	ความคลาดเคลื่อนต่ำ
ระบบสื่อสารข้อมูล	การบริการสื่อสาร	ข้อมูลจากระบบสื่อสาร	ข้อมูลครบถ้วน
ระบบประมวลผล	การปรับปรุงอุปกรณ์การประมวลผล	อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่เพิ่ม	ประสิทธิภาพเหมาะสม
	กระบวนการประมวลผล	การพัฒนาโปรแกรม	ทำงานได้ตามกำหนด
ระบบเผยแพร่ข้อมูลข่าวสาร	การนำเสนอผล	การพัฒนาโปรแกรม การพัฒนาโปรแกรม Mobile	เผยแพร่ข้อมูลในอินเตอร์เน็ตได้ เผยแพร่ข้อมูลทางโทรศัพท์มือถือได้

ที่ปรึกษาได้ทำการทดสอบการบูรณาการองค์ประกอบต่างๆ ของระบบซึ่งได้พัฒนาเอง และอุปกรณ์ที่จัดหาเพิ่มเติมในโครงการฯ รวมถึงระบบเกี่ยวเนื่องที่ที่ปรึกษาได้ปรับปรุงประสิทธิภาพ ระบบสื่อสารและการเชื่อมโยงผลลัพธ์มาแสดงผล ซึ่งได้แก่

- การปรับปรุงประสิทธิภาพระบบฯ โดยวิธีการ Server Co-Location
- การปรับปรุงการเชื่อมโยงภาพจากกล้อง CCTV ของกรุงเทพมหานคร ระหว่าง สนข. กับศูนย์ควบคุมและสั่งการจราจร (บก.02)

โดยที่ในขั้นตอนเริ่มต้นการทดสอบโปรแกรมประยุกต์ที่ได้พัฒนาขึ้นนั้น ได้ใช้การจำลองกระแสข้อมูลมาชั้นหนึ่งแล้วประกอบกับการทดสอบในทุกองค์ประกอบเป็นที่ยุติ เมื่อได้ทดสอบการประสานโปรแกรมในขั้นสุดท้ายจึงสามารถดำเนินการได้อย่างรวดเร็ว ที่ปรึกษาได้ทำการปรับแต่งการประสานภาระหน้าที่ขององค์ประกอบต่างๆ เพื่อให้ได้ผลการทำงานของโปรแกรมโดยไม่ติดขัด รวมถึงการผนวกการเชื่อมต่อกับระบบที่เกี่ยวเนื่องข้างต้น

ที่ปรึกษาได้ทดสอบระบบโดยภาพรวมข้างต้นจนได้ผลการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ และถูกต้องตามที่ได้ออกแบบไว้ การทดสอบเหล่านี้เป็นการทดสอบ “ระบบ” ในเชิงคุณสมบัติ ภาระหน้าที่ ประสิทธิภาพ ความเสถียร ความถูกต้องน่าเชื่อถือของข้อมูล และการทำงานประสานกันขององค์ประกอบระบบหรือระบบย่อยต่างๆ ทั้งนี้ในส่วนของการทดสอบองค์ประกอบระบบ และการทดสอบระบบในภาพรวมจะได้รับทราบถึงข้อมูลที่เป็นจริงในส่วนของคุณสมบัติต่างๆ ของระบบที่พัฒนา ซึ่งจะเป็นประโยชน์สำหรับการดำเนินการพัฒนาระบบฯ ต่อไปได้ในอนาคต

บทที่ 8

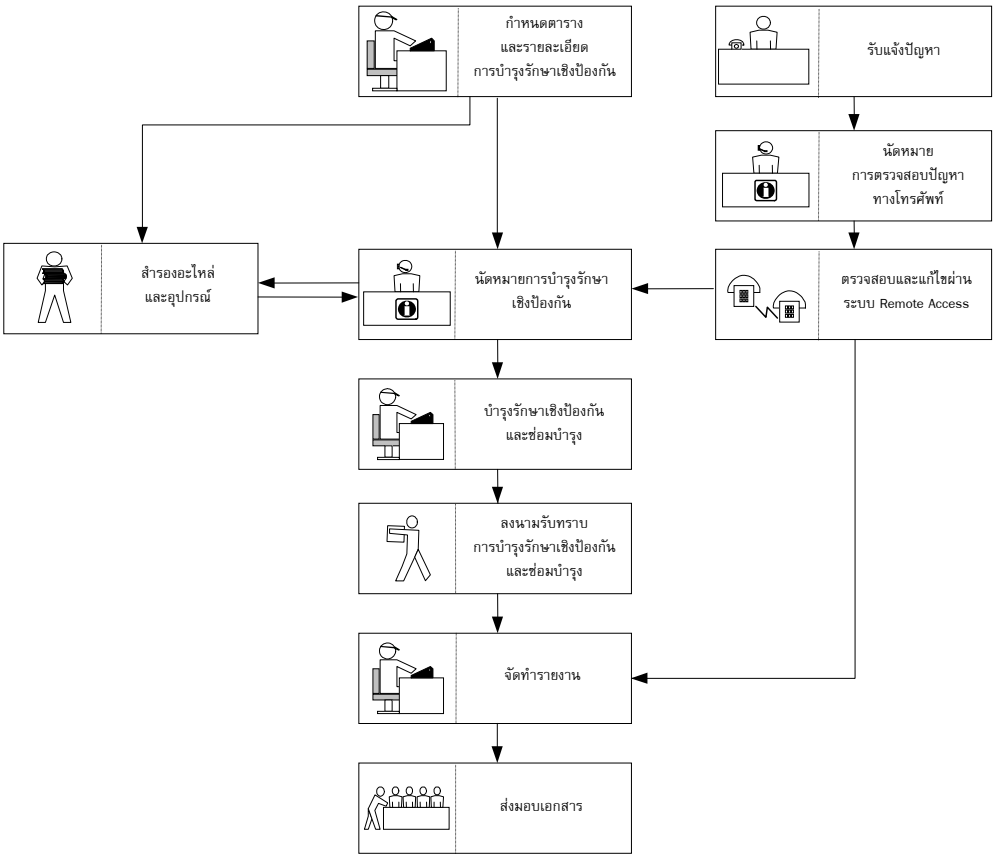
แผนการดำเนินงานบำรุงรักษาระบบ

บทที่ 8
แผนการดำเนินงานบำรุงรักษาระบบ

8.1 ขั้นตอนการดำเนินงานบำรุงรักษาระบบ

ภายหลังจากที่ปรึกษาได้ดำเนินการติดตั้งอุปกรณ์ระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งสำหรับโครงการ Real Time ระยะที่ 2 ทั้งสิ้น 14 จุด แล้วเสร็จ เพื่อให้การดำเนินงานในโครงการเป็นไปอย่างเป็นระบบ มีขั้นตอนการทำงานที่ชัดเจน มีประสิทธิภาพ และเข้าใจตรงกัน ทางที่ปรึกษาได้จัดทำแผนการดำเนินงานและวิธีการดำเนินงานบำรุงรักษาระบบ เป็นระยะเวลา 1 ปีนับจากวันรับมอบงานงวดสุดท้ายของโครงการ ดังมีขั้นตอนการให้บริการแสดงดัง**รูปที่ 8.1-1**

รูปที่ 8.1-1
ขั้นตอนการให้บริการบำรุงรักษาเชิงป้องกันและซ่อมบำรุงรักษาระบบ



การบำรุงรักษาระบบงานประกอบด้วย 2 ส่วนด้วยกัน คือ

- การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) เป็นการบำรุงรักษาตามวงรอบระยะเวลาที่กำหนด
- การซ่อมบำรุง (Corrective Maintenance) เป็นการบำรุงรักษาเมื่อมีการชำรุดเสียหายเกิดขึ้นหรือเมื่ออุปกรณ์ไม่สามารถทำงานได้ตรงตามคุณภาพที่กำหนด

ทั้งนี้ การบำรุงรักษาอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรที่ติดตั้งไว้ในระยะที่ 1 รวมทั้งระบบสื่อสารข้อมูล ระบบคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์อื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ณ ศูนย์ควบคุมกลางที่ติดตั้งแล้วเสร็จในโครงการระยะที่ 1 อยู่นอกเหนือจากความรับผิดชอบของที่ปรึกษาในสัญญาดำเนินงานโครงการฯ ระยะที่ 2 นี้

8.2 การกำหนดตารางการดำเนินงานและรายละเอียดการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)

การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เป็นการบำรุงรักษาตามวงรอบ (Preventive Maintenance) และจะต้องทำการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ ที่ปรึกษาเสนอแผนการบำรุงรักษาเป็นวงรอบอย่างสม่ำเสมอ มีรายละเอียดดังนี้

1) อุปกรณ์ระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง (จำนวน 14 จุด)

ความถี่ในการให้บริการ : 4 เดือนต่อครั้ง

แนวทางการบำรุงรักษา :
1) ตรวจสอบสถานะการทำงานของกล้อง
2) ตรวจสอบสถานการณ์ทำงานของระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง

2) ระบบสื่อสารข้อมูลที่ติดตั้งใหม่ ในโครงการระยะที่ 2

ความถี่ในการให้บริการ : 4 เดือนต่อครั้ง

แนวทางการบำรุงรักษา :
1) ตรวจสอบการเชื่อมต่อ
2) ตรวจสอบสภาพภายนอกของสายสัญญาณ

3) อุปกรณ์คอมพิวเตอร์เดสก์ทอปพีซี ที่ติดตั้ง ณ ศูนย์ควบคุมและสั่งการจราจร บก.02

ความถี่ในการให้บริการ : 4 เดือนต่อครั้ง

แนวทางการบำรุงรักษา :
1) ตรวจสอบสภาพอุปกรณ์โดยรวม
2) ตรวจสอบการเชื่อมต่อกับระบบเครือข่าย
3) ตรวจสอบ Hard Disk
4) ตรวจสอบหน่วยความจำระบบ
5) ตรวจสอบการทำงานของเครื่องสำรองกระแสไฟฟ้า

8.3 การซ่อมบำรุง (Corrective Maintenance)

การแก้ไขซ่อมแซมอุปกรณ์ระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง (จำนวน 14 ชุด) นั้น ที่ปรึกษาจะเข้าดำเนินการแก้ไขซ่อมแซมภายใน 3 วันทำการ นับจากวันที่ได้รับแจ้งเป็นลายลักษณ์อักษร หากมีอุปกรณ์ใดที่ไม่สามารถซ่อมแซมให้เสร็จตามกำหนดตามระยะเวลาดังกล่าว ที่ปรึกษาจะเสนอรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ชำรุด ระยะเวลาที่แก้ไขเพื่อให้ สนข. พิจารณาอนุมัติเป็นคราวๆ โดยมีรายละเอียดแนวทางและวิธีการ ดังนี้

1) การรับแจ้งปัญหา

การรับแจ้งปัญหานี้จะกระทำในลักษณะของการซ่อมบำรุง คือ จะทำการซ่อมบำรุงเมื่อพบปัญหาซึ่งสามารถแจ้งปัญหาได้ทั้งหมด 4 วิธีด้วยกัน ได้แก่ การแจ้งปัญหาทางโทรสาร (FAX) ที่หมายเลข 02-791-8899 การแจ้งปัญหาทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (e-mail) ที่ email address: service@somapagroup.com การแจ้งปัญหาทางจดหมายลงทะเบียน โดยส่งมาที่ เลขที่ 12 ซอยพระยาสุเรนทร์ 35 ถนนพระยาสุเรนทร์ แขวงบางชัน เขตคลองสามวา กรุงเทพฯ 10510 และการแจ้งปัญหาทางโทรศัพท์ที่หมายเลข 02-791-8888 ต่อ 8837 หรือ 02-791-8837 ซึ่งในกรณีที่ปัญหามีความเร่งด่วนก็สามารถแจ้งปัญหาได้ทางโทรศัพท์ แต่หากปัญหาที่ต้องการแจ้งนั้นไม่มีความเร่งด่วนมากก็สามารถแจ้งปัญหาโดยวิธีการอื่นๆ ดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น

2) การนัดหมาย ตรวจสอบปัญหาทางโทรศัพท์

เมื่อได้รับแจ้งปัญหาแล้ว ที่ปรึกษาจะทำการตรวจสอบปัญหา โดยฝ่ายประสานงานจะเป็นผู้ติดต่อไปถึงผู้แจ้งปัญหาหรือผู้รับผิดชอบปัญหาโดยตรง เพื่อสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติม (อาการเบื้องต้นของปัญหาที่เกิดขึ้น) เพื่อทำการวิเคราะห์ปัญหาเบื้องต้น และจะส่งปัญหานั้นๆ ไปยังฝ่ายที่เกี่ยวข้อง หลังจากนั้นฝ่ายที่เกี่ยวข้องจะติดต่อกลับมาสอบถามรายละเอียดของปัญหาเพิ่มเติมในเชิงลึกเพื่อให้เข้าใจถึงสภาพแวดล้อมและลักษณะของปัญหาอีกครั้งหนึ่ง และจะทำการนัดหมาย เพื่อใช้ระบบ Remote Access เข้าทำการตรวจสอบ แก้ไขระบบส่วนที่มีปัญหานั้นๆ ต่อไป

3) การตรวจสอบปัญหาผ่าน Remote Access

ที่ปรึกษาจะทำการซ่อมแซม แก้ไข ปรับปรุงระบบฯ ทางระบบ Remote Access นับตั้งแต่ได้รับแจ้งด้วยวาจาหรือเป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อให้ระบบสามารถกลับมาใช้งานตามปกติได้อย่างทันท่วงที หากพบว่าปัญหานั้นๆ ไม่สามารถทำการแก้ไขผ่านทางระบบ Remote Access ได้ ทางที่ปรึกษาจะทำการนัดหมายเพื่อเข้าไปทำการแก้ไขระบบต่อไป

8.4 การประสานงานในการบำรุงรักษาเชิงป้องกันและซ่อมบำรุง

1) การบำรุงรักษาเชิงป้องกันและซ่อมบำรุง

เมื่อครบกำหนดการบำรุงรักษาเชิงป้องกันหรือเมื่อระบบขัดข้องต้องทำการซ่อมบำรุงและไม่สามารถแก้ไขผ่านระบบการ Remote Access ได้ ที่ปรึกษาจะติดต่อนัดหมายกับเจ้าหน้าที่ของ สนข. เพื่อเข้าไปบำรุงรักษาเชิงป้องกันหรือซ่อมบำรุง และหากการบำรุงรักษาเชิงป้องกันหรือการซ่อมบำรุงครั้งนั้นมีความจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนอะไหล่หรืออุปกรณ์บางชิ้น เจ้าหน้าที่จะเบิกอะไหล่จากที่ได้ทำการสำรองไว้แล้วในเบื้องต้นเพื่อมาทดแทนให้ระบบสามารถทำงานได้ตามปกติโดยเร็ว

2) ลงนามรับทราบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันและการซ่อมบำรุง

เมื่อที่ปรึกษาทำการบำรุงรักษาเชิงป้องกันหรือการซ่อมบำรุงเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ที่ปรึกษาจะจัดทำเอกสารรายงานสำหรับการบำรุงรักษาเชิงป้องกันหรือการซ่อมบำรุงครั้งนั้นๆ ให้กับเจ้าหน้าที่ของ สนข. ลงนาม รับทราบการดำเนินการในแต่ละครั้ง

3) จัดทำรายงานการบำรุงรักษาเชิงป้องกันและการซ่อมบำรุง

ที่ปรึกษาจะจัดทำรายงานการบำรุงรักษาเชิงป้องกันและการซ่อมบำรุง โดยมีรายละเอียดของปัญหาทุกๆ ปัญหา เช่น สาเหตุของปัญหา สิ่งที่ที่ปรึกษาได้ดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหานั้นๆ และแนวทางการป้องกันปัญหา

บทที่ 9

สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

บทที่ 9
สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

9.1 สรุปผลการดำเนินงาน

โครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 2 เป็นโครงการต่อเนื่องในการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรของ สนข. ซึ่งมีเป้าหมายในการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยมาช่วยตรวจสอบสภาพการจราจรแบบ Real Time เพื่อให้ได้ข้อมูลมาช่วยการอำนวยการ ควบคุม และแก้ไขปัญหาสภาพการจราจร ตลอดจนเผยแพร่ข้อมูลสภาพจราจรไปอย่างกว้างขวาง โครงการมีวัตถุประสงค์หลักในสามประการ กล่าวคือ ประการที่หนึ่ง เพื่อพัฒนาต่อเนื่องจากการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 1 โดยทำการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรบนโครงข่ายถนนเพิ่มเติมขยายขอบเขตพื้นที่บริการให้กว้างขวางขึ้น ประการที่สอง เพื่อทำการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time และประการสุดท้าย เพื่อศึกษาทบทวนประเมินการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 1

วัตถุประสงค์ประการแรก การพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 2 โดยทำการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรบนโครงข่ายถนนเพิ่มเติมขยายขอบเขตพื้นที่บริการให้กว้างขวางขึ้น ที่ปรึกษาได้ทำการศึกษาสำรวจและเสนอแนะตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งเพิ่มเติมในแนวถนนวงแหวนรัชดาภิเษก จำนวน 14 จุด ซึ่งสามารถรายงานสภาพจราจรในแนวถนนวงแหวนรัชดาภิเษกได้ 7 ช่วงถนน 14 ทิศทางจราจร และได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์ระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งบนหัวเสาที่ได้สร้างขึ้นใหม่โดยการยึดติดกับสะพานลอยคนเดินข้ามถนน พร้อมทั้งเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าและระบบสื่อสารชนิด MPLS ขนาด 64 kbps

พร้อมกันนั้นได้ทำการพัฒนาโปรแกรมระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ให้ขยายขอบเขตการรายงานให้กว้างขวางครอบคลุมพื้นที่ที่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพจราจรระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งดังกล่าว รวมถึงได้พัฒนาระบบรายงานสภาพจราจรโดยแสดงภาพนิ่งจากระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งที่ติดตั้งเพิ่มเติมและที่มีอยู่เดิมในโครงการระบบรายงานสภาพจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 1

วัตถุประสงค์ประการที่สอง การปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ที่ปรึกษาได้ทำการปรับปรุงการเชื่อมต่อข้อมูลสัญญาณภาพ CCTV จาก บก.02 เพิ่มประสิทธิภาพของระบบเผยแพร่ข้อมูลจราจรโดยฝากเซิร์ฟเวอร์กับผู้ให้บริการ (Server Co-Location) และการพัฒนาระบบรายงานสภาพจราจรบนโทรศัพท์มือถือ

การปรับปรุงการเชื่อมต่อข้อมูลสัญญาณภาพ CCTV จาก บก.02 ดำเนินการโดยจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมที่ศูนย์ควบคุมและสั่งการจราจร บก.02 พร้อมทั้งพัฒนาโปรแกรมสำหรับการเชื่อมต่อสัญญาณภาพขึ้นใหม่ทดแทนอุปกรณ์ชุดเดิม

การเพิ่มประสิทธิภาพของระบบเผยแพร่ข้อมูลจราจรโดยฝากเซิร์ฟเวอร์กับผู้ให้บริการ (Server Co-Location) นั้น ดำเนินการโดยย้ายเครื่องแม่ข่าย VDO Streaming Server ที่เดิมติดตั้งอยู่ที่ห้องควบคุมกลางของระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ไปฝากไว้กับผู้ให้บริการที่ให้บริการเช่าพื้นที่วางเครื่องแม่ข่าย เพื่อเชื่อมต่อโดยตรงกับโครงข่ายหลักอินเตอร์เน็ตความเร็วสูง (High Speed Internet Backbone) ทั้งนี้ เพื่อเพิ่มขนาดช่องทางการเชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้งานกับระบบรายงานสภาพการจราจร ซึ่งจะทำให้คุณภาพของการให้บริการทางด้าน VDO Streaming มีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมทั้งจะทำให้ระบบรายงานฯ สามารถรองรับปริมาณการใช้งานจากผู้ใช้พร้อมๆ กันเป็นจำนวนมากขึ้นได้ โดยไม่จำเป็นต้องขยายขนาดสายสัญญาณอินเตอร์เน็ตที่เชื่อมต่ออยู่กับระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time

การพัฒนาระบบรายงานสภาพจราจรบนโทรศัพท์มือถือ ดำเนินการเพื่อเพิ่มช่องทางในการรายงานผลสภาพการจราจรไปสู่ผู้ใช้ให้กว้างขวางยิ่งขึ้น เป็นระบบที่พัฒนาในลักษณะของเว็บแอพพลิเคชั่น ในรูปแบบของการรายงานสภาพการจราจรทางโทรศัพท์ในลักษณะตัวอักษรและภาพกราฟฟิคอย่างง่าย

วัตถุประสงค์ประการสุดท้าย การศึกษาทบทวนประเมินการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 1 ที่ปรึกษาได้ศึกษาทบทวนถึงภาพรวมระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time ในองค์ประกอบต่างๆ ของระบบ รวมถึงข้อเสนอแผนการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรที่ได้นำเสนอไว้ในลักษณะแผนแม่บท ซึ่งอาจประสบปัญหาในการดำเนินงานโดยพิจารณาจากประสบการณ์การติดตั้งในโครงการระยะที่ 1 แล้ว จึงได้ทบทวนถึงอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรเพิ่มเติม และเห็นว่าอาจต้องพิจารณาปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ตรวจวัดประเภท Intrusive Sensors (อุปกรณ์ขดลวดเหนี่ยวนำในโครงการ) เป็นอุปกรณ์ประเภท Non-Intrusive Sensors ซึ่งไม่ต้องอาศัยการฝังลงบนผิวถนน อุปกรณ์ประเภทนี้ ได้แก่ อุปกรณ์ Infrared Sensors อุปกรณ์ Microwave Radar อุปกรณ์ Ultra Sonic อุปกรณ์ Passive acoustic และอุปกรณ์อิมเมจโพรเซสซิ่ง เมื่อคำนึงถึงสภาวะอากาศในประเทศไทย อุปกรณ์ Microwave Radar จัดว่ามีความเหมาะสม ตามด้วยอุปกรณ์ Infrared Sensor อุปกรณ์ Ultrasonic และอุปกรณ์ Passive Acoustic ตามลำดับ โดยมีอุปกรณ์กล้องอิมเมจโพรเซสซิ่งเป็นสิ่งที่ควรพิจารณาเปรียบเทียบ

9.2 ข้อเสนอแนะการพัฒนาระบบในอนาคต

เพื่อให้ระบบรายงานสภาพจราจรแบบ Real Time ทำหน้าที่รายงานสภาพจราจรสู่ผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและผู้ใช้สามารถนำข้อมูลมาตัดสินใจในการเดินทางได้อย่างสัมฤทธิ์ผล ควรมีการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรอย่างเต็มระบบ จากการศึกษาทบทวนแนวทางการพัฒนาระบบรายงานสภาพจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 1 และระยะที่ 2 อย่างต่อเนื่องพร้อมไปกับการดำเนินงานโครงการ ซึ่งประสบกับอุปสรรค ปัญหา และข้อจำกัดในด้านต่างๆ ที่ปรึกษาจึงนำมาประมวลเป็นข้อเสนอแนะสำหรับพิจารณาในการพัฒนาต่อไปในองค์ประกอบต่างๆ ดังนี้

9.2.1 ระบบตรวจวัดสภาพจราจร

ถึงแม้ว่าการศึกษาและออกแบบในโครงการแผนแม่บทการรายงานสภาพการจราจรแบบ Real Time จะเสนอให้ทำการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพจราจรในสองประเภท กล่าวคือ กล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง และอุปกรณ์ขดลวดเหนี่ยวนำ ทั้งนี้ ครอบคลุมพื้นที่แนวถนนวงแหวนรัชดาภิเษก และถนนสายหลักที่เชื่อมต่อกับพื้นที่ชั้นในบริเวณถนนรัชดาภิเษก เมื่อได้มีการดำเนินงานติดตั้งในโครงการระยะที่ 1 ในช่วงเริ่มต้น และโครงการฯ ระยะที่ 2 ในช่วงต่อมาอาจต้องมีการปรับเปลี่ยนไปตามสภาพการณ์ ทั้งนี้ ที่ปรึกษาได้ทบทวนถึงรายละเอียดอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรไว้แล้ว จึงควรจะพิจารณาเมื่อมีการพัฒนาโครงการฯ ต่อเนื่องต่อไป

ในการสำรวจเพื่อกำหนดจุดติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพการจราจรมักเป็นขั้นตอนต้นๆ ในการดำเนินงาน โดยที่ปัจจุบันภายในพื้นที่กรุงเทพมหานครมีโครงการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานทั้งระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาวจำนวนมาก ซึ่งอาจซ้อนทับกับจุดสำรวจ/ติดตั้งที่พิจารณา ในช่วงต้นของโครงการแล้ว จึงควรแสวงหาข้อมูลการดำเนินการดังกล่าวของหน่วยงานต่างๆ ให้กว้างขวางที่สุด

การแสวงหาอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพจราจรอื่นๆ เป็นทางเลือกที่ควรพิจารณา โดยที่ปัจจุบันเทคโนโลยีมีการพัฒนาการอย่างรวดเร็ว มีเอกชนผู้ให้บริการรถแท็กซี่ในกรุงเทพมหานครได้ทำการติดตั้งอุปกรณ์ระบุตำแหน่งภูมิศาสตร์ (GPS) จำนวนมาก ซึ่งจะสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการตรวจวัดสภาพจราจรในวิธีการแบบ Probes Vehicles ได้ กล่าวคือ อุปกรณ์ระบุตำแหน่งจะส่งสัญญาณตำแหน่งยวดยาน และความเร็วไปยังศูนย์ควบคุม หากมีความถี่ในการส่งสัญญาณก็จะได้ทราบการเคลื่อนไหวในช่วงถนนของยวดยานนั้นในกระแสจราจร หากมีจำนวนของยวดยานในระบบที่พอเพียงก็จะสามารถทราบความเร็วของกระแสจราจรได้ การบริหารการใช้ระบบ GPS ในปัจจุบันเป็นของผู้ให้บริการแท็กซี่รายใหญ่ แต่ละรายแยกกันทำโดยเป็นไปเพื่อเข้าถึงผู้ให้บริการและเพื่อความปลอดภัยเท่านั้น จึงควรมีการศึกษาอย่างจริงจังในการนำระบบนี้มาใช้งานในการรายงานสภาพจราจร ซึ่งจะต้องประสานกับผู้ให้บริการแท็กซี่รายต่างๆ เพื่อประโยชน์ต่อส่วนรวมในการรายงานสภาพจราจรต่อสาธารณะ

9.2.2 ระบบสื่อสาร

ระบบสื่อสารประกอบด้วยสองส่วนหลัก กล่าวคือ ระบบสื่อสารขาเข้า ซึ่งเป็นช่องทางในการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ตรวจวัดกับศูนย์ควบคุม และระบบสื่อสารขาออก เป็นส่วนเชื่อมโยงในการนำข้อมูลเผยแพร่สู่ประชาชนผ่านระบบอินเตอร์เน็ต

ระบบสื่อสารในโครงการนี้ เลือกใช้ระบบ ADSL/MPLS ในการสื่อสารโดยพิจารณาความสามารถสื่อสารข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพพอเพียง ระบบการสื่อสารที่เร็วที่สุดหาใช่เป็นระบบสื่อสารที่เหมาะสมที่สุด ในปัจจุบันและอนาคตอันใกล้มีการพัฒนาเทคโนโลยีอย่างรวดเร็วในระบบการสื่อสารโทรคมนาคม จึงควรที่จะพิจารณาปรับเปลี่ยนรูปแบบการสื่อสารที่มีบริการในขณะที่ทำการติดตั้ง เช่น WIFI WIMAX เป็นต้น ทั้งนี้ นอกเหนือจากความน่าเชื่อถือและความเสถียรของระบบเป็นหลักแล้ว งบประมาณเป็นส่วนสำคัญในการตัดสินใจเลือกระบบสื่อสารในความเร็วต่างๆ กัน จึงควรพิจารณาในการเลือกสรรระบบสื่อสารโดยเรียงลำดับงบประมาณจากมากไปหาน้อยดังนี้

- ความเร็ว
- ประสิทธิภาพ/ราคา
- ประสิทธิภาพ/ราคา/ความต้องการใช้งาน
- ประสิทธิภาพ/ราคา/วัตถุประสงค์การใช้งาน

9.2.3 มาตรฐานข้อมูล

ในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ในการประมวลผลระบบรายงานสภาพจราจรนั้น ระบบข้อมูลเชิงแผนที่เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งในการรายงานทั้งในระบบแสดงผลและระบบอ้างอิง แม้จะใช้แผนที่ฐานในการพัฒนาเป็นระบบ Vector Base หรือระบบ Raster Base ก็ตาม กล่าวอีกนัยหนึ่ง การพัฒนาระบบรายงานผลบนฐานข้อมูลเชิงพิกัดจากแผนที่จริงด้วยมาตรฐานเชิงโครงสร้างที่มีรหัสถนน ชื่อช่วงถนน พิกัดภูมิศาสตร์ ที่เป็นมาตรฐานเป็นตัวกำกับจะเป็นประโยชน์สำหรับการพัฒนาอย่างเป็นระบบต่อไป ด้วยเหตุนี้จึงควรมีการผลักดันให้เกิดการจัดทำและเผยแพร่มาตรฐานข้อมูลระบบรายงานสภาพจราจรให้เป็นมาตรฐานและเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป เพื่อที่การพัฒนาระบบเผยแพร่ข้อมูลสภาพจราจรหรือระบบ ITS ของหน่วยงานต่างๆ จะได้มีมาตรฐานเชิงโครงสร้างข้อมูลเดียวกันอันสะดวกต่อการเชื่อมโยงแลกเปลี่ยนข้อมูลกันในภายหลัง และเป็นการลดความซ้ำซ้อนของภาระงานในการพัฒนาในอนาคต

9.2.4 การเผยแพร่ข้อมูล

การเผยแพร่ข้อมูลที่ดีจะต้องโน้มไปในทางเป็นระบบเปิดให้มากที่สุด แต่ก็จะเป็นข้อด้อยในระบบการรักษาความปลอดภัยของระบบ การยอมให้มีการเข้าถึงข้อมูลโดยใช้ข้อกำหนดเป็นสื่อกลางการเชื่อมโยงข้อมูลจึงเป็นสิ่งจำเป็น ข้อกำหนดของข้อมูลที่เชื่อมโยงนี้ ควรจะต้องอ้างอิงจากมาตรฐานข้อมูลที่มีการพัฒนา ออกแบบ และกำหนดเป็นการทั่วไปตามที่ได้กล่าวถึงในหัวข้อข้างต้น ซึ่งหากสามารถจัดทำเป็นมาตรฐานเป็นที่ยอมรับ พร้อมทั้งมีมาตรฐานในการเชื่อมโยงข้อมูล จะทำให้มีการดึงข้อมูลไปใช้งานได้อย่างแพร่หลาย ซึ่ง สนข. ในฐานะหน่วยงานหลักด้านการขนส่งและจราจร จะต้องพิจารณาระดับนโยบายต่อการผลักดันในเชิงรุกต่อการจัดทำมาตรฐานข้อมูลและการแลกเปลี่ยนข้อมูลว่าจะดำเนินการในขอบเขตที่กว้างขวางเพียงไรต่อไป

9.2.5 ข้อมูลจราจรและการประยุกต์ใช้

ข้อมูลสภาพการจราจรที่พัฒนาขึ้นจากระบบตรวจวัดซึ่งจัดเป็นข้อมูลเชิงปริมาณ หากมีการจัดเก็บอย่างเป็นระบบก็จะได้ข้อมูลเชิงสถิติที่มีประโยชน์ อย่างไรก็ตาม มีการปรับเปลี่ยนข้อมูลในขั้นตอนการนำเสนอเป็นข้อมูลรายงานสภาพจราจรให้เป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ซึ่งง่ายต่อการรับรู้และความเข้าใจของประชาชนทั่วไปในความหมายของสภาพจราจรที่คล่องตัว ชะลอตัว และติดขัด ตามลำดับ แต่ความต้องการของประชาชนในด้านการรายงานสภาพจราจรในอนาคตอาจมีความต้องการมากกว่านั้น โดยอาจอยากทราบถึงการคาดการณ์สภาพจราจรล่วงหน้าเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับการวางแผนการเดินทาง เป็นต้น

ฐานข้อมูลเชิงสถิติที่เก็บไว้จึงอาจเป็นประโยชน์ ซึ่งจะต้องทำการศึกษาวิจัยเชิงสถิติถึงแนวโน้มและปัจจัยของการเดินทางซึ่งก่อให้เกิดปริมาณจราจร ณ ช่วงถนนใดๆ ตามคาบเวลาที่เปลี่ยนแปลงไปซึ่งมักแปรผันตามช่วงเวลาของวัน แต่ละวันในสัปดาห์ ในเดือน ในช่วงฤดูกาล ในช่วงปิด-เปิดภาคการศึกษา เป็นต้น ฐานสถิติจะทำให้สามารถคาดการณ์ปริมาณจราจรที่จะเป็นไปในช่วงระยะอันใกล้ได้ โดยควรจะต้องมีการศึกษาโดยเชิงลึกอย่างจริงจังต่อไป

9.2.6 การบริหารจัดการและมาตรการรักษาความปลอดภัย

โดยปกติในการบริหารงานศูนย์ควบคุมและอำนวยการซึ่งจำเป็นที่จะต้องมีระบบคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ ระบบเครือข่าย และระบบสื่อสารนั้น จะมีการแยกพื้นที่ทำงานที่ชัดเจน เช่น ห้องควบคุมระบบ ห้องปฏิบัติงาน โดยมีการมอบหมายภาระหน้าที่ในการปฏิบัติงานให้กับเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบ และเพื่อเป็นการควบคุมการใช้งานให้มีเฉพาะผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง มักมีการวางระบบควบคุม เช่น ระบบคีย์การ์ดในช่วงจัดตั้งศูนย์ฯ ในทางปฏิบัติแล้วหลายๆ ศูนย์ควบคุมที่เกี่ยวกับระบบสารสนเทศในประเทศไทยมักละเลยที่จะปฏิบัติตามมาตรการที่ได้วางไว้แต่ต้น เช่น ปิดระบบคีย์การ์ด (เพราะไม่สะดวกในการเข้าออก) ใช้คีย์การ์ดส่วนกลาง เป็นต้น

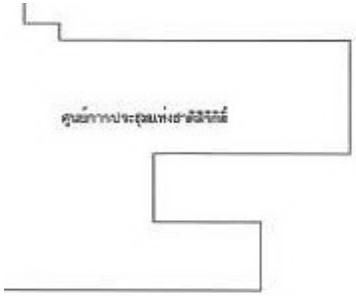
สำหรับการบริหารจัดการศูนย์ควบคุมระบบต่างๆ ที่เกี่ยวเนื่องกับระบบจราจรอัจฉริยะ ดังที่ปรึกษาได้เสนอให้มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลที่มากขึ้นในอนาคต อันอาจจะมีการเชื่อมต่อระบบทั้งผ่านระบบสื่อสาร ระบบพร็อกซี่ ฮาร์ดแวร์ต่างๆ ความซับซ้อนของระบบจะมีมากขึ้นโดยลำดับ ฉะนั้นแล้วผู้ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องอาจจะก่อให้เกิดข้อผิดพลาดขึ้นได้โดยไม่ตั้งใจ หากสามารถเข้าถึงระบบต่างๆ ได้อย่างง่ายดาย จึงควรจะต้องตระหนักถึงความสำคัญของการรักษาความปลอดภัยในส่วนพื้นฐานที่สุด คือ การเข้าถึงฮาร์ดแวร์ระบบในศูนย์ควบคุมนี้ ซึ่งควรจะต้องจัดการอย่างเป็นระบบและเป็นระเบียบที่ชัดเจน และให้ความสำคัญในการดำเนินการตามอย่างเคร่งครัด

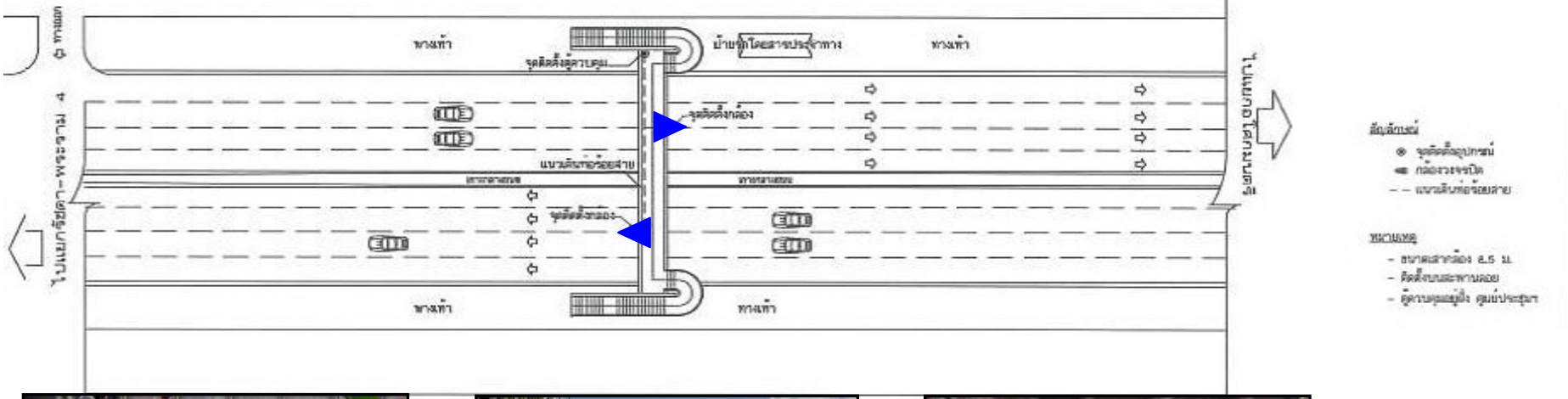
ภาคผนวก ก

แบบแปลนจุดติดตั้งกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง

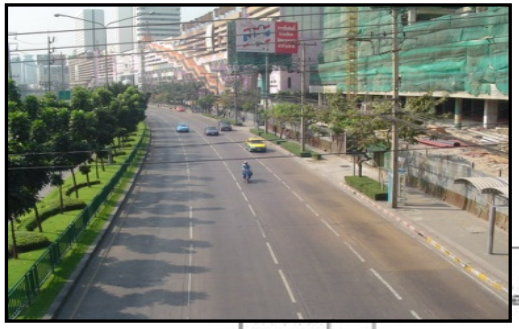
ภาคผนวก ก–1

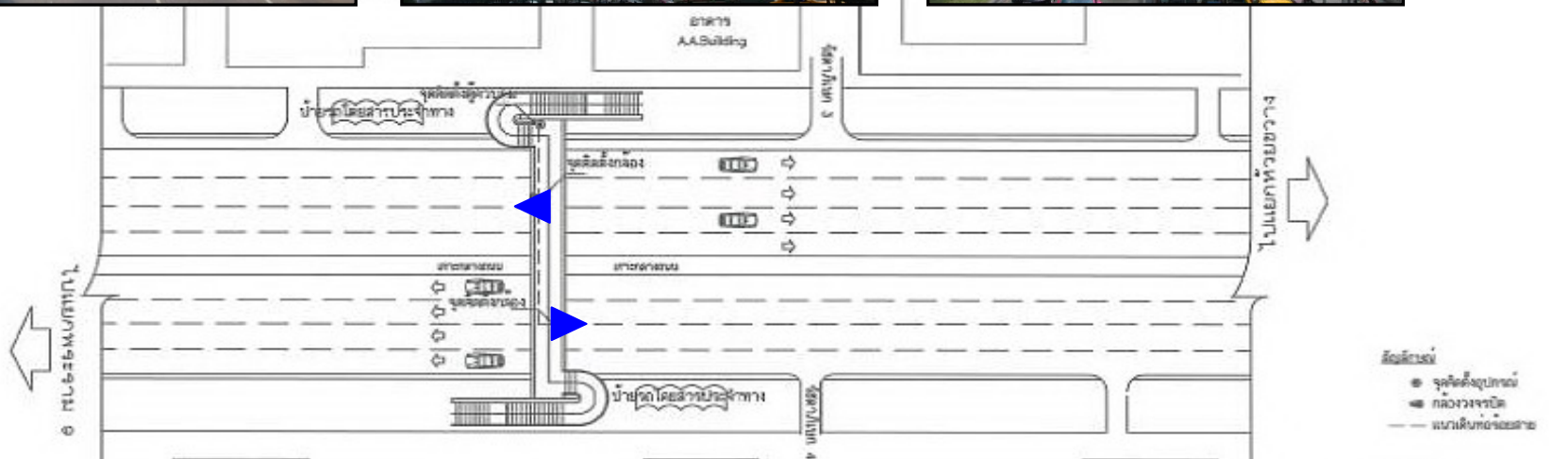
แบบแปลนจุดติดตั้งและผลการดำเนินงานติดตั้ง



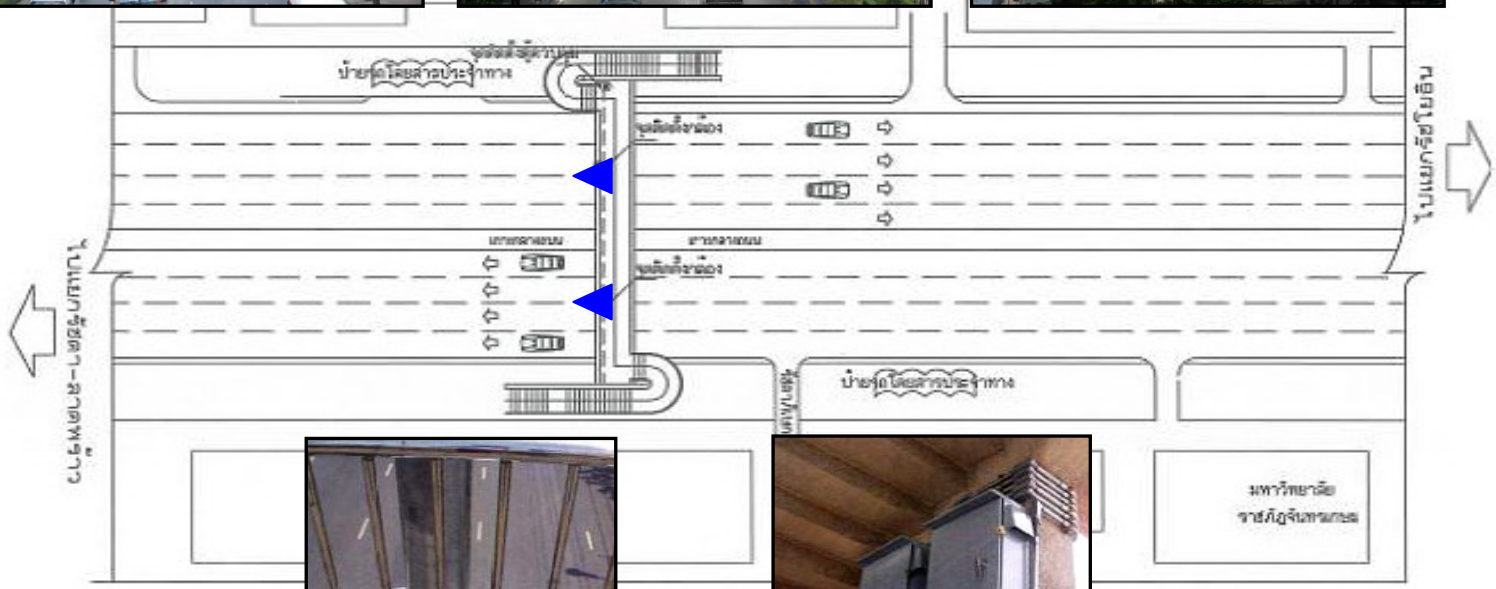


ถนนรัชดาภิเษก สะพานลอยคนเดินข้าม หน้าศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์

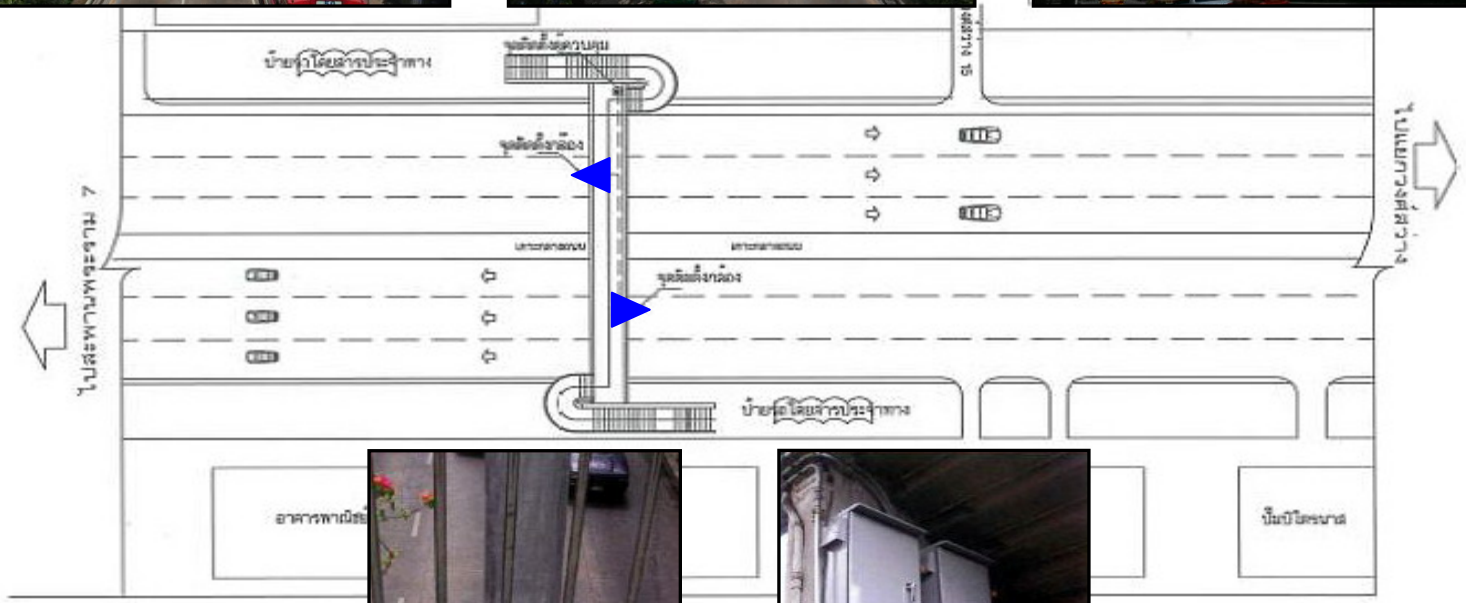




ถนนรัชดาภิเษก สะพานลอยคนเดินข้าม ซอยรัชดาภิเษก 3–4



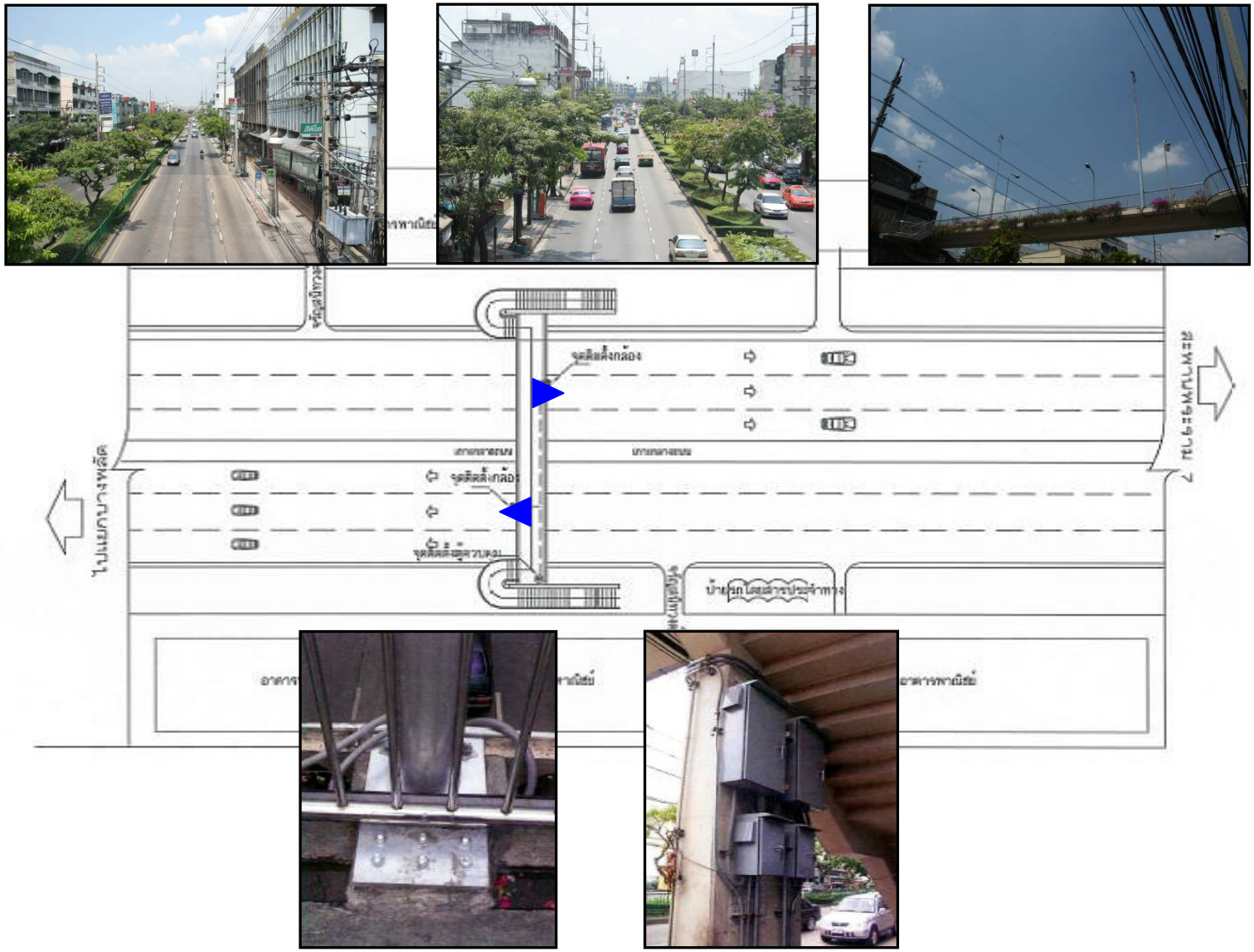
ถนนรัชดาภิเษก สะพานลอยคนเดินข้าม หน้าศาลอาญา



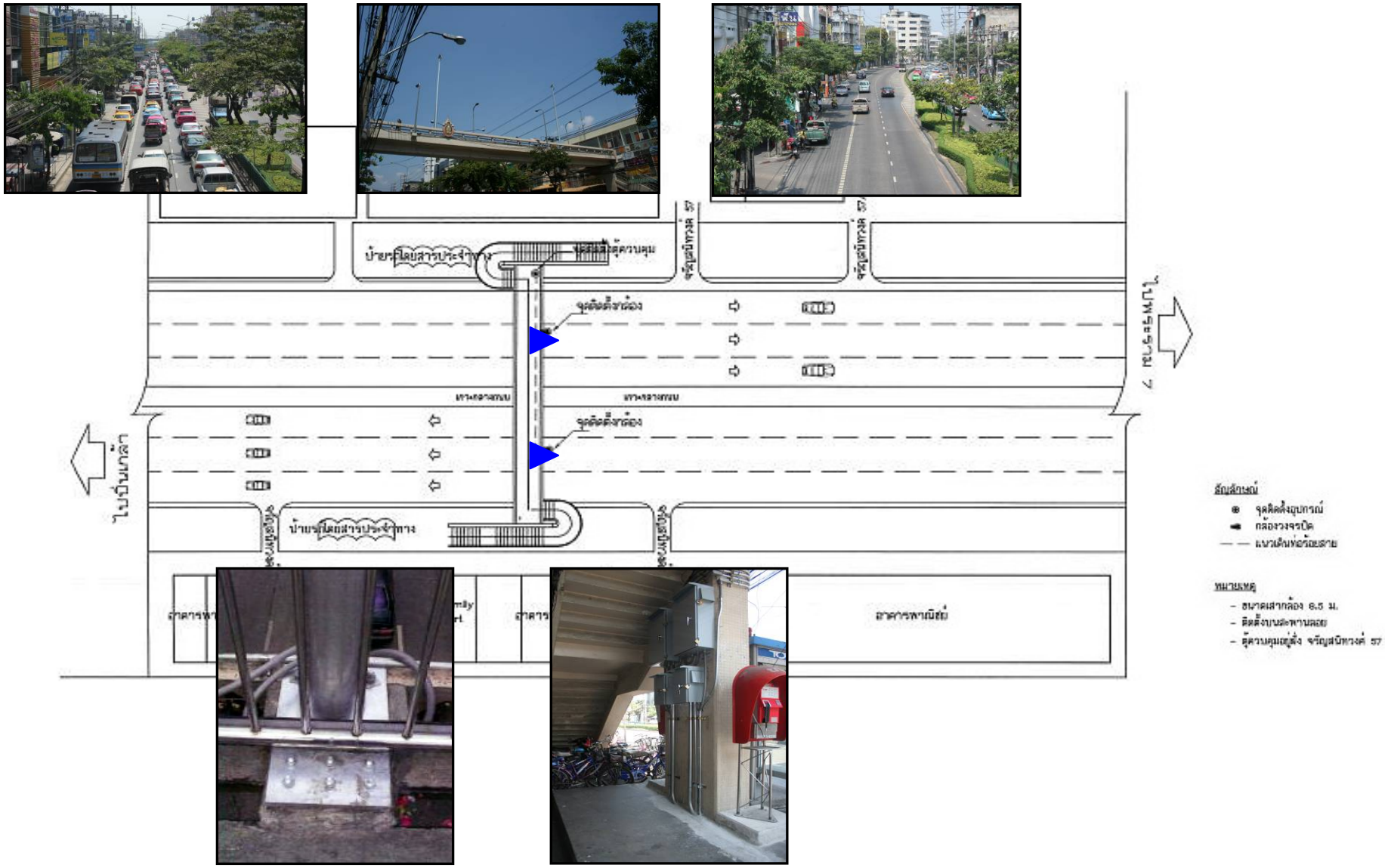
สัญลักษณ์
- จุดติดตั้งอุปกรณ์
- กล้องวงจรปิด
- แนวเดินท่อร้อยสาย

หมายเหตุ
- ขนาดสากล้อง 8.5 ม.
- ติดตั้งบนสะพานลอย
- ตู้ควบคุมอยู่ใน ถนนวงศ์สว่าง 15

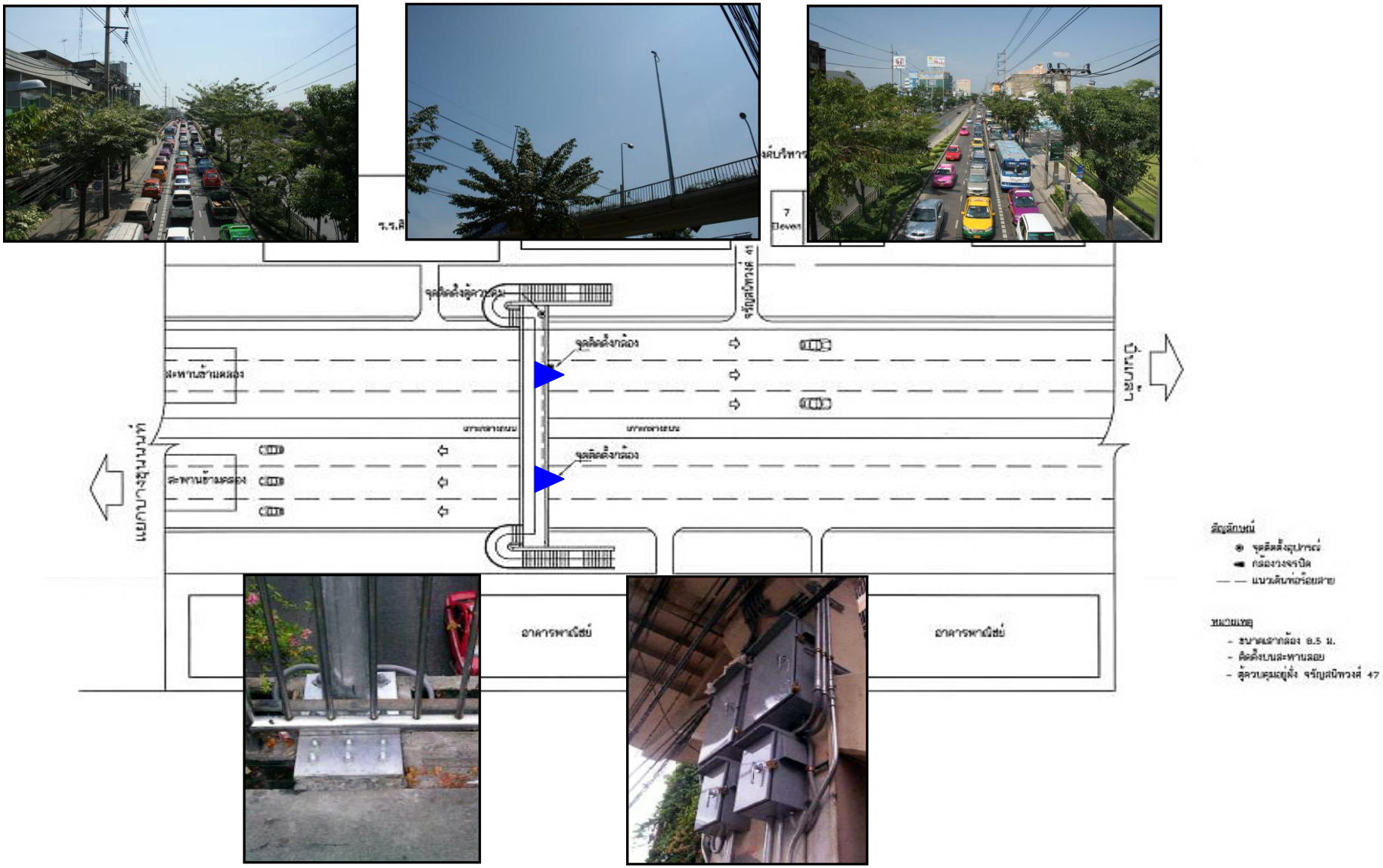
ถนนวงศ์สว่าง สะพานลอยคนเดินข้าม ซอยวงศ์สว่าง 15



ถนนจรัญสนิทวงศ์ สะพานลอยคนเดินข้าม ซอยจรัญสนิทวงศ์ 82-85



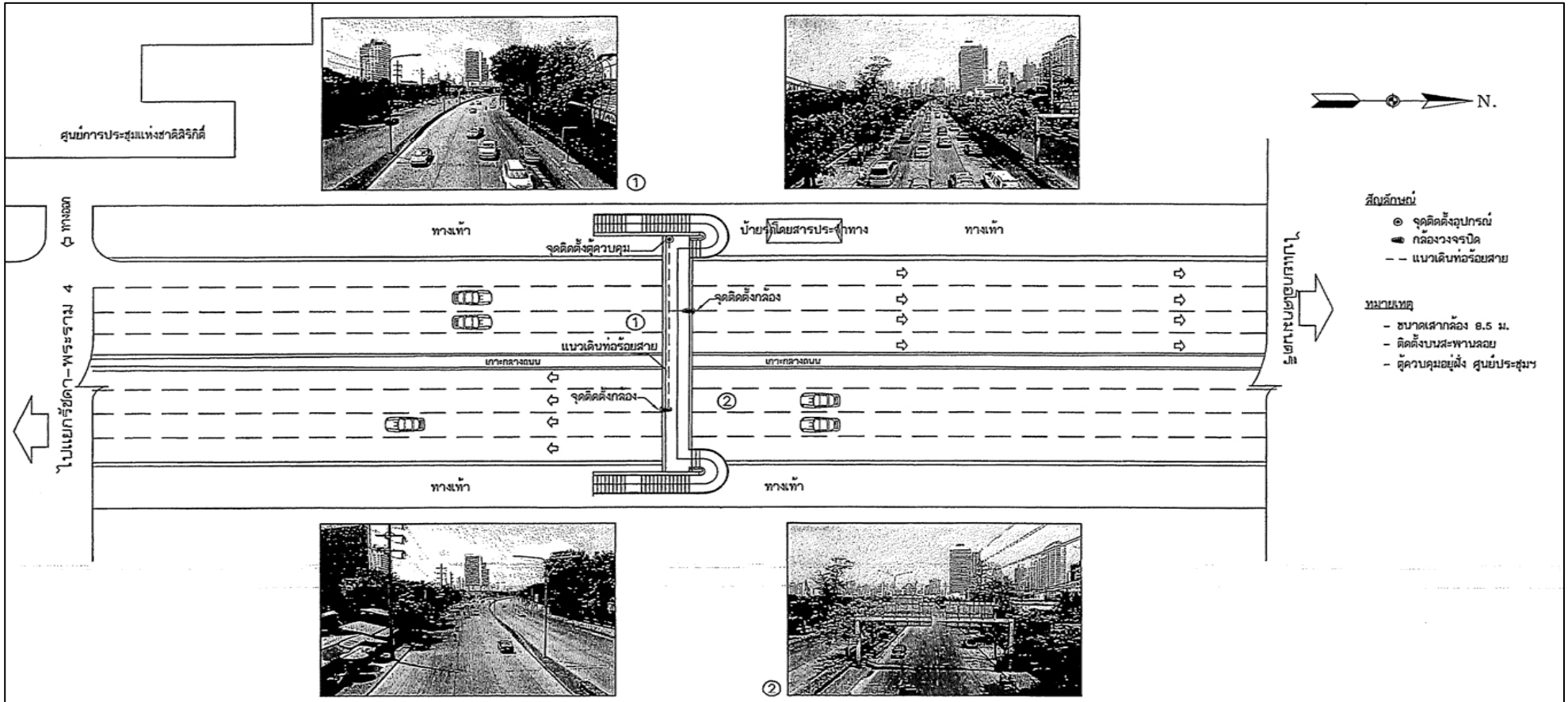
ถนนจรัญสนิทวงศ์ สะพานลอยคนเดินข้าม ซอยจรัญสนิทวงศ์ 44-46



ถนนจรัญสนิทวงศ์ สะพานลอยคนเดินข้าม ซอยจรัญสนิทวงศ์ 34-41

ภาคผนวก ก-2

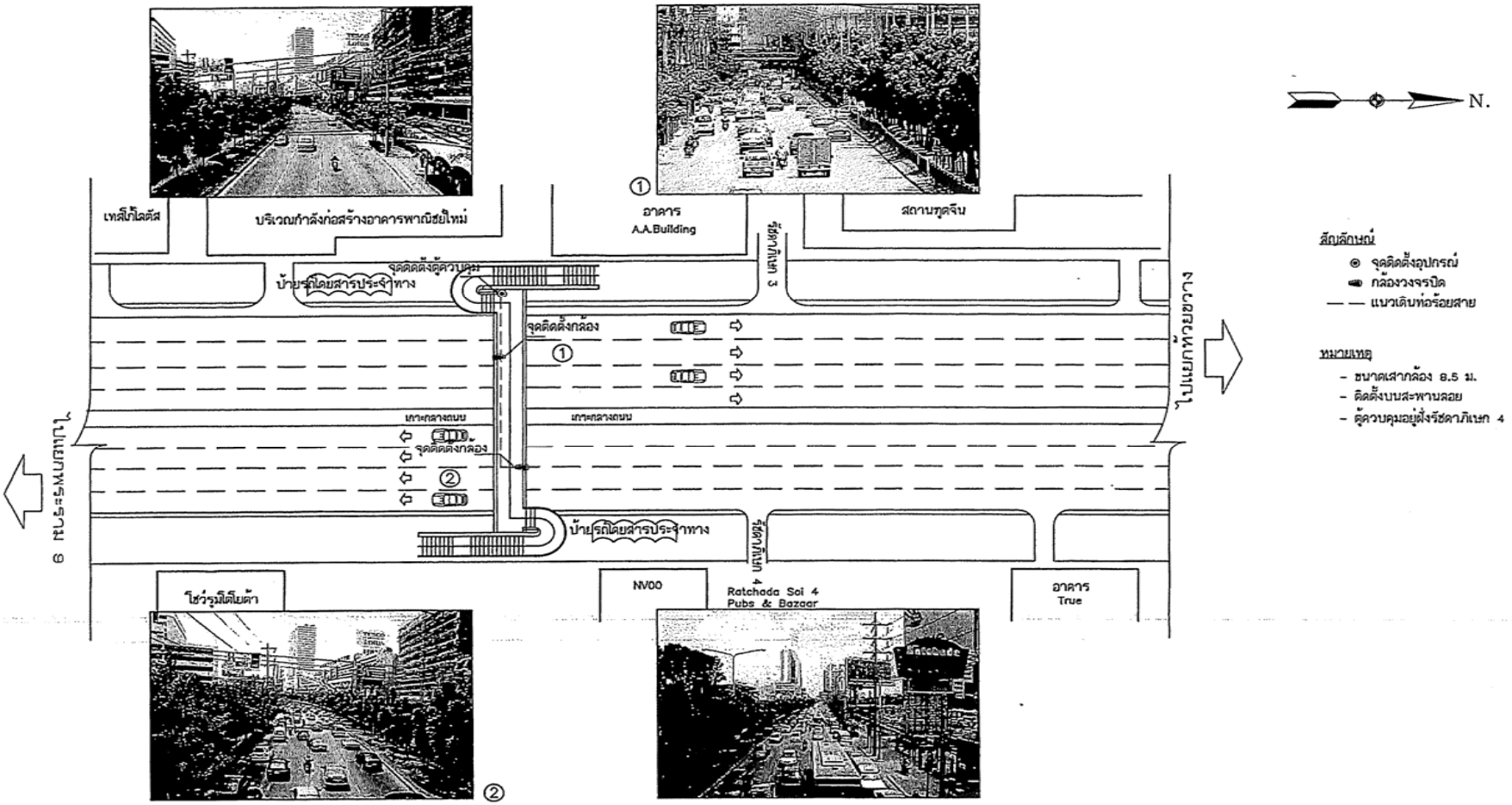
การพิจารณาทิศทางติดตั้งกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง



การพิจารณาทิศทางติดตั้งกล้อง ถนนรัชดาภิเษก – หน้าศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์

① มีลักษณะเป็นทางโค้งมีความเหมาะสมน้อยกว่าสำหรับใช้เป็นตำแหน่งในการตรวจวัดข้อมูลจราจร
② มีป้ายบอกข้อมูลเส้นทางจราจรขนาดใหญ่มาบดบังแนวของมุมกล้อง

แบบแสดง			วิศวกรควบคุม		เจ้าของโครงการ
การพิจารณาทิศทางติดตั้งกล้อง			นายทิพากร สมานรักษ์ (ภย.24882)		สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข)
ที่	รายการแก้ไข	วันที่	มาตราส่วน	แผ่นที่ 39	บริษัทที่ปรึกษา บริษัท แพลนโปร จำกัด บริษัท โสมาภา อินฟอร์เมชั่น เทคโนโลยี จำกัด
			เลขที่แบบ A–39	รวมแผ่น	
			วันที่ 25 มีนาคม 2551		
ดำเนินงานโดย			เขียนแบบ นายโชคชัย สันติวัชราณุรักษ์		ชื่อโครงการ โครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบREAL TIME ระยะที่ 2

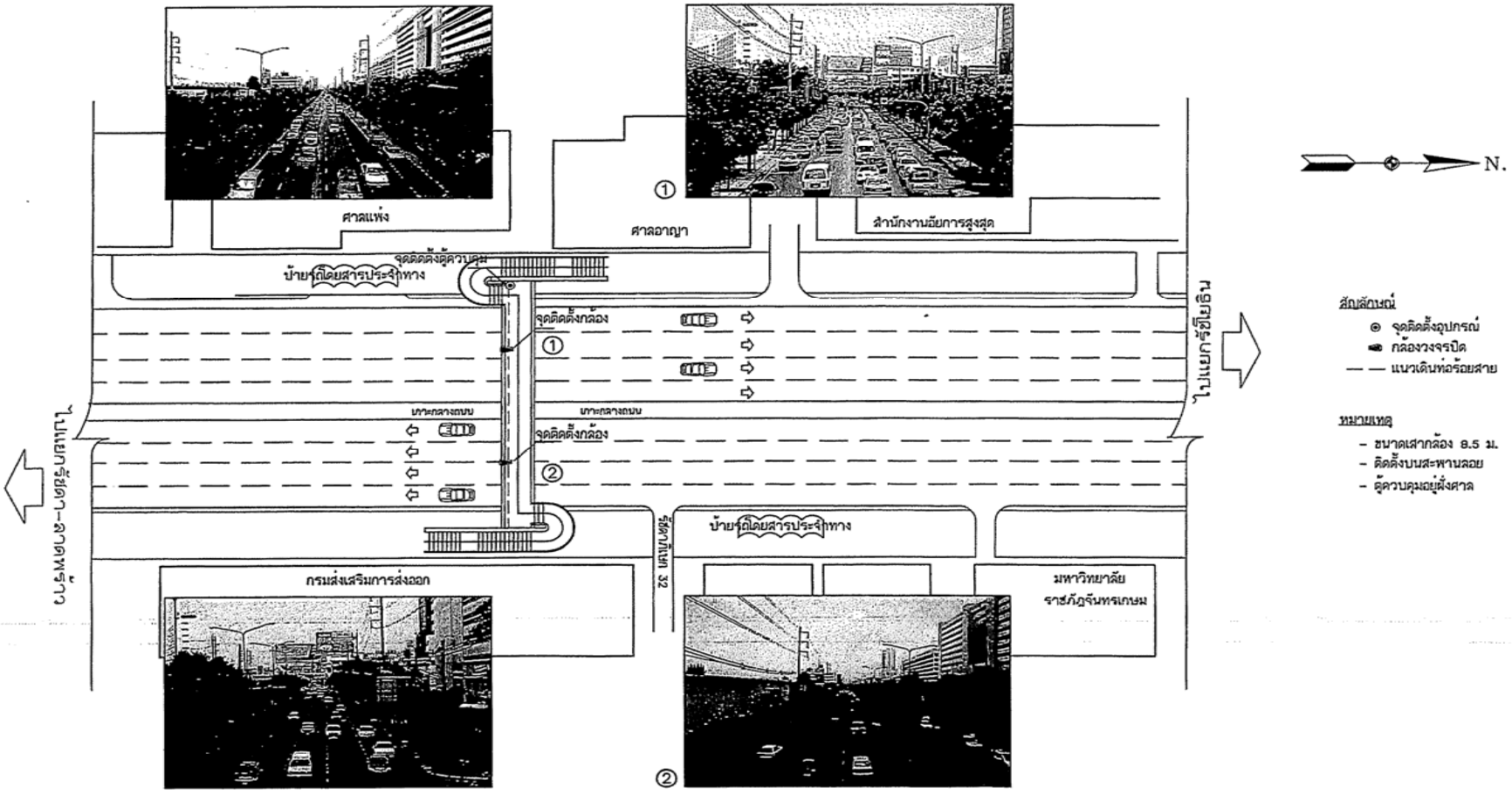


การพิจารณาทิศทางติดตั้งกล้อง ถนนรัชดาภิเษก ซ.รัชดาภิเษก 3-4 (หน้าอาคารทรู)

① มีลักษณะเป็นจุดกลับรถซึ่งจะเป็นตัวรบกวนกระแสจราจรในเส้นทางหลัก ทำให้ไม่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นตำแหน่งในการตรวจวัดข้อมูลจราจร

② มีลักษณะเป็นทางโค้งและมีแนวของต้นไม้จากด้านข้างเขตทางบดบังมุมกล้อง

แบบแสดง	วิศวกรควบคุม	เจ้าของโครงการ
การพิจารณาทิศทางติดตั้งกล้อง	นายทัศพากร สมาบรักษ์ (ภย.24982)	สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข)
ที่ / รายการแก้ไข / วันที่	มาตราส่วน / แผ่นที่ 40	บริษัทที่ปรึกษา บริษัท แพลนโปร จำกัด บริษัท โสมาภา อินฟอร์เมชั่น เทคโนโลยี จำกัด
	เลขที่แบบ A-40 / รวมแผ่น	
	วันที่ 25 มีนาคม 2551	
ดำเนินงานโดย	เขียนแบบ นายโชคชัย สันติวัชราญรักษ์	ชื่อโครงการ โครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ REAL TIME ระยะที่ 2

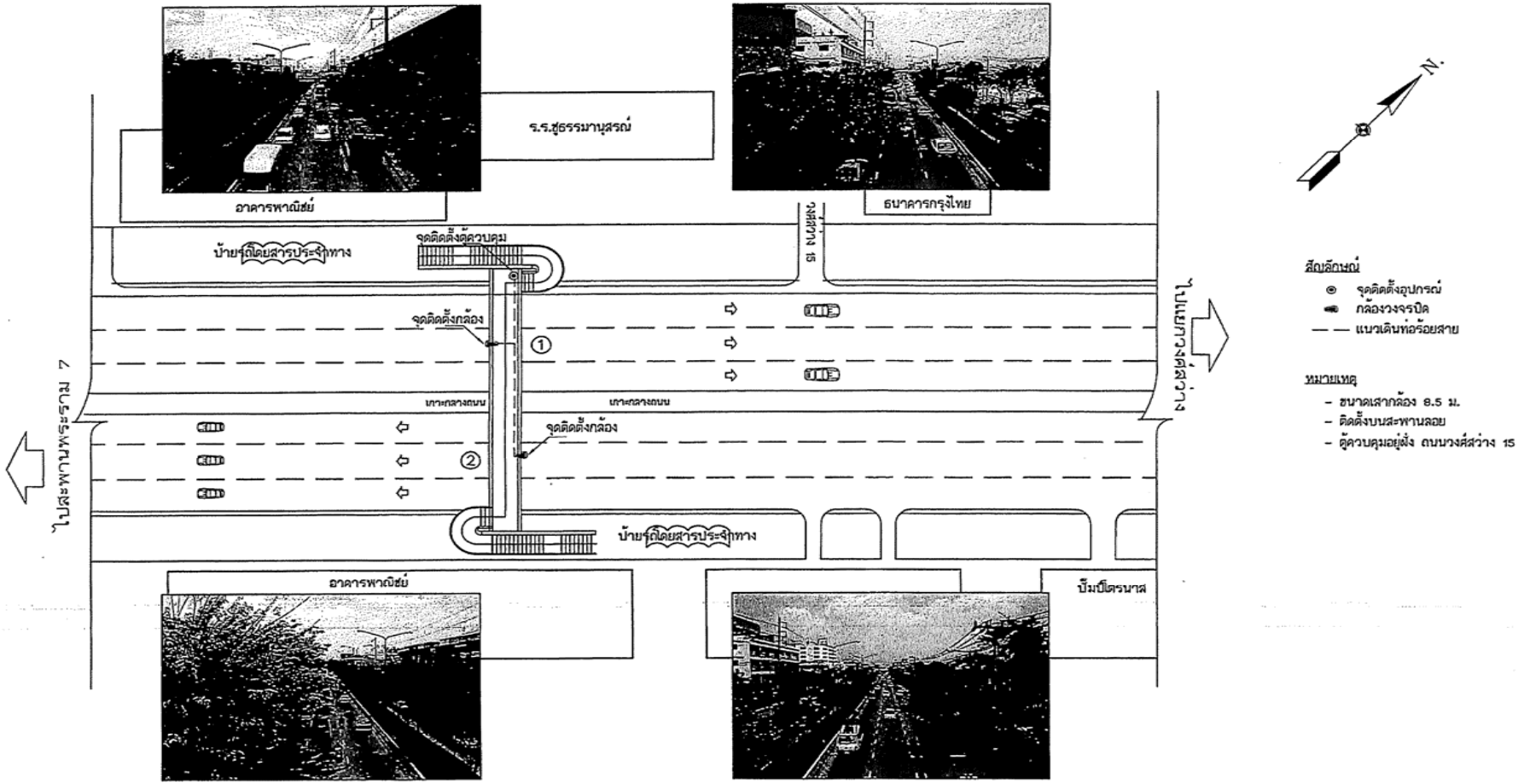


การพิจารณาทิศทางติดตั้งกล้อง ถนนรัชดาภิเษก ซ.รัชดาภิเษก 32 (หน้าศาลอาญา)

① มีลักษณะเป็นทางโค้งและมีป้ายบอกข้อมูลเส้นทางจราจรบดบังแนวกล้อง ทำให้ไม่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นตำแหน่งในการตรวจวัดข้อมูลจราจร

② มีลักษณะเป็นทางโค้งและแนวป้ายสัญญาณเตือนเป็นระยะ อีกทั้งยังมีการรบกวนกระแสจราจรในเส้นทางหลัก จากป้ายรถเมล์บริเวณหน้าศาลอาญา ทำให้ไม่เหมาะสมสำหรับใช้เป็นตำแหน่งในการตรวจวัดข้อมูลจราจร

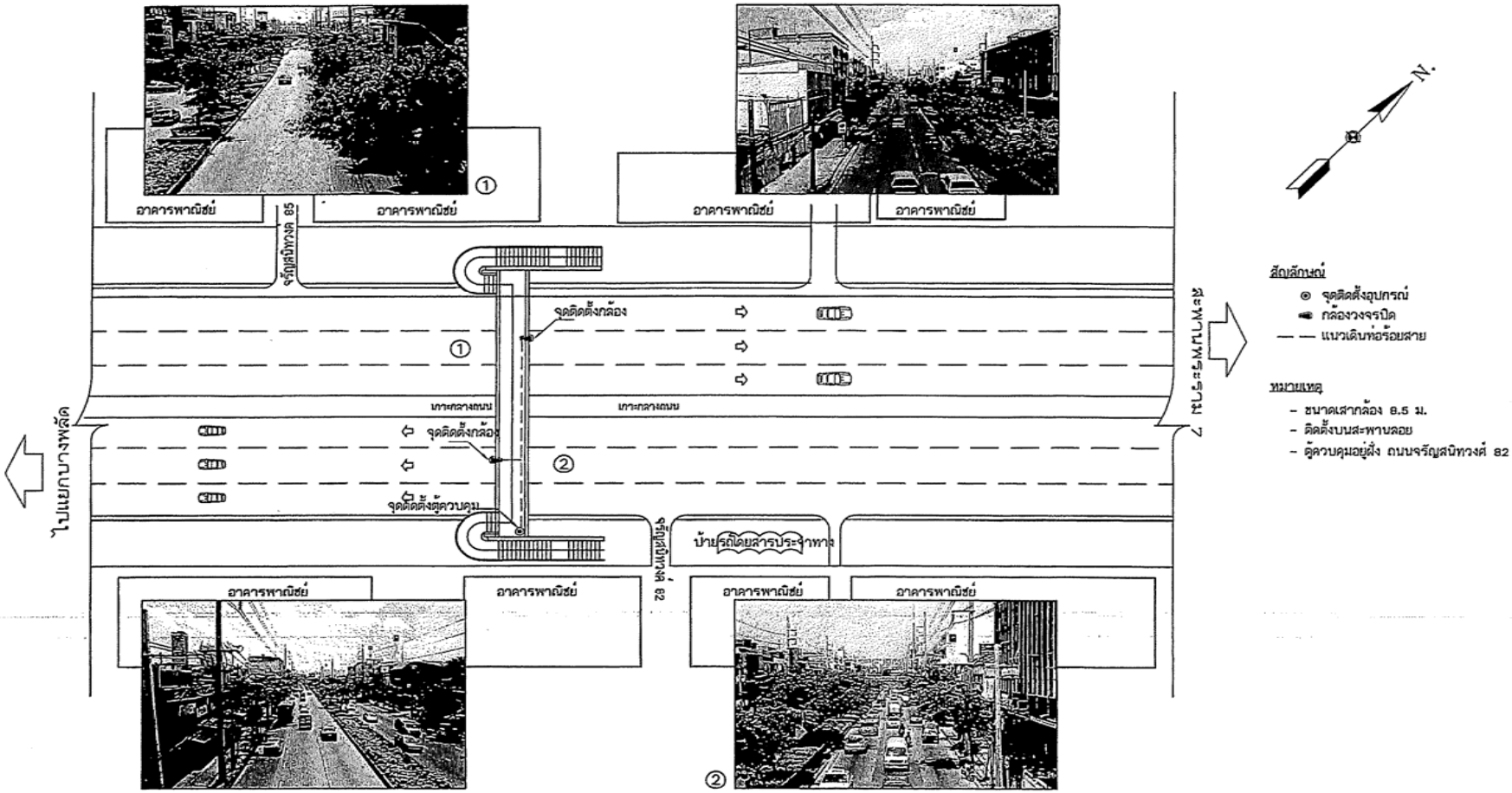
แบบแสดง				วิศวกรควบคุม		เจ้าของโครงการ
การพิจารณาทิศทางติดตั้งกล้อง				นายทิพากร สมานรักษ์ (ภย.24982)		สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข)
ที่	รายการแก้ไข	วันที่		มาตราส่วน	แผ่นที่ 41	บริษัทที่ปรึกษา บริษัท แพลน์โปร จำกัด บริษัท โสมาภา อินฟอร์เมชั่น เทคโนโลยี จำกัด
				เลขที่แบบ A-41	รวมแผ่น	
				วันที่ 23 มีนาคม 2551		
ดำเนินงานโดย				เขียนแบบ นายโชคชัย สันติวัชราณุรักษ์		ชื่อโครงการ โครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ REAL TIME ระยะที่ 2



การพิจารณาทิศทางติดตั้งกล้อง ถนนวงศ์สว่าง ซ.วงศ์สว่าง 15

① มีแนวต้นไม้ปกคลุมจากด้านข้าง
② มีแนวต้นไม้ปกคลุมจากด้านข้าง

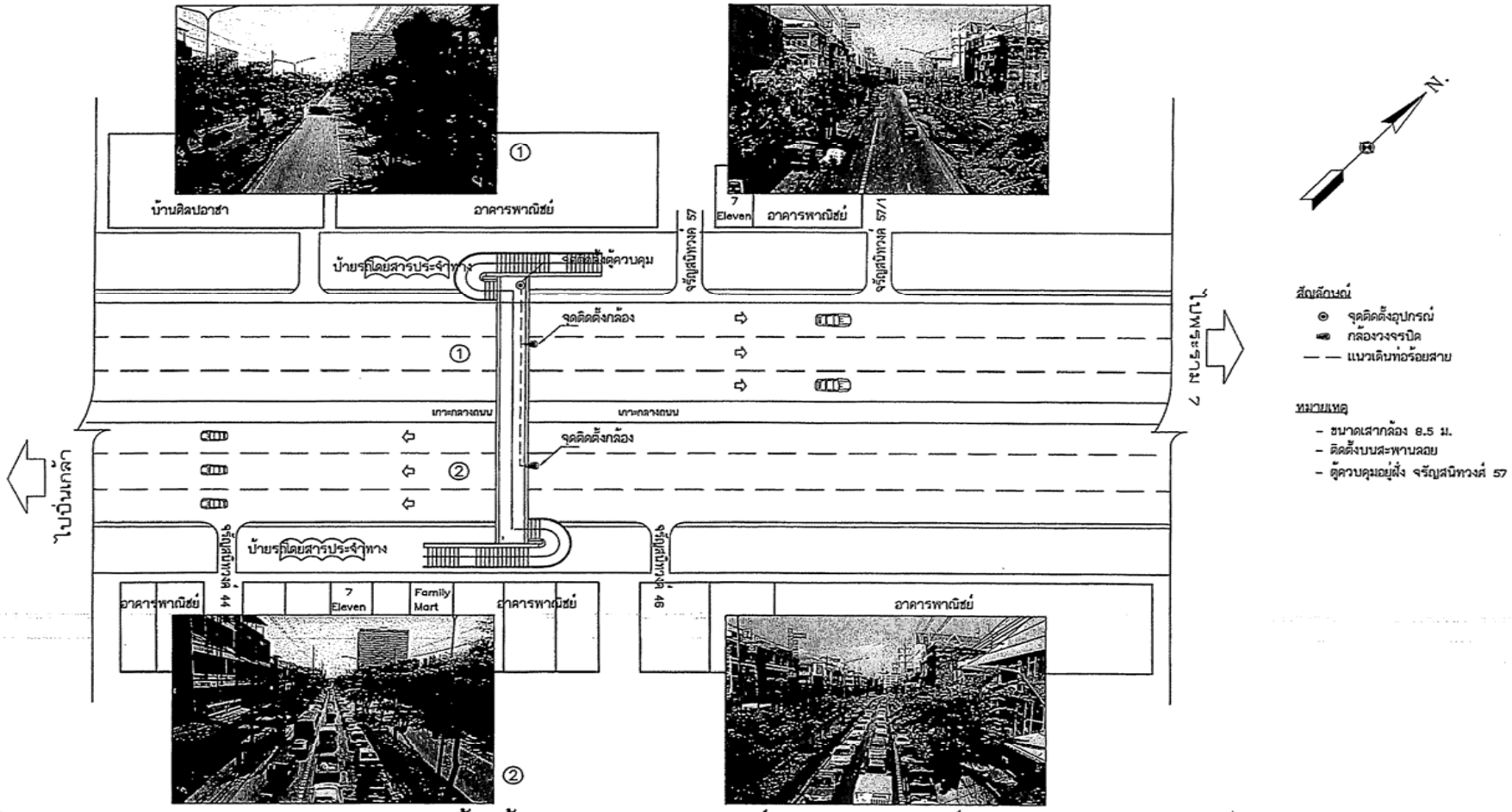
แบบแสดง			วิศวกรควบคุม		เจ้าของโครงการ
การพิจารณาทิศทางติดตั้งกล้อง			นายทิพากร สมานรักษ์ (ภย.24992)		สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข)
ที่	รายการแก้ไข	วันที่	มาตราส่วน	แผ่นที่ 42	บริษัทที่ปรึกษา บริษัท แพลนโปร จำกัด บริษัท ไสมาภา อินฟอร์เมชั่น เทคโนโลยี จำกัด
			เลขที่แบบ A-42	รวมแผ่น	
			วันที่ 25 มีนาคม 2551		
ดำเนินงานโดย			เขียนแบบ นายไชคชัย สันติวัชราณุรักษ์		ชื่อโครงการ โครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ REAL TIME ระยะที่ 2



การพิจารณาทิศทางติดตั้งกล้อง ถนนจรัญสนิทวงศ์ ซ.จรัญสนิทวงศ์ 82 – ซ.จรัญสนิทวงศ์ 85

① มีแนวต้นไม้ปกคลุมจากด้านข้างและบริเวณเกาะกลาง
② มีแนวต้นไม้ปกคลุมจากด้านข้างและบริเวณเกาะกลาง

แบบแสดง	วิศวกรควบคุม	เจ้าของโครงการ
การพิจารณาทิศทางติดตั้งกล้อง	นายทิพากร สมานรักษ์ (ภย.24982)	สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข)
ที่ / รายการแก้ไข / วันที่	มาตราส่วน / แผ่นที่ 43	บริษัทที่ปรึกษา บริษัท แพลนโปร จำกัด บริษัท โสมาภา อินฟอร์เมชั่น เทคโนโลยี จำกัด
	เลขที่แบบ A–43 / รวมแผ่น	
	วันที่ 25 มีนาคม 2551	
ดำเนินงานโดย	เขียนแบบ นายโชคชัย สันติวัชราญรักษ์	ชื่อโครงการ โครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ REAL TIME ระยะที่ 2

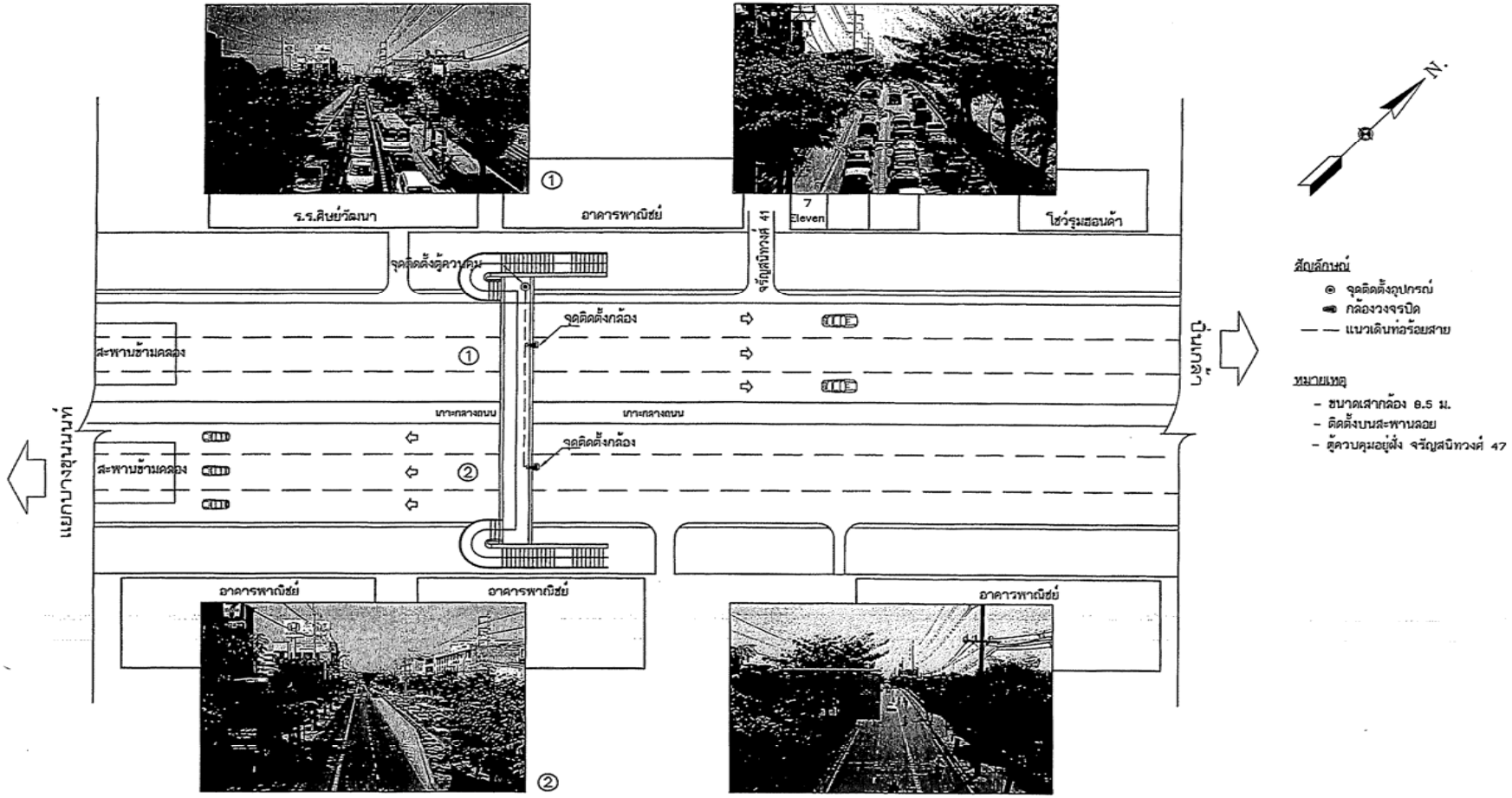


การพิจารณาทิศทางติดตั้งกล้อง ถนนจรัญสนิทวงศ์ ซ.จรัญสนิทวงศ์ 44 – ซ.จรัญสนิทวงศ์ 46

① มีลักษณะเป็นจุดกลับรถขนาดใหญ่

② มีลักษณะเป็นจุดกลับรถขนาดใหญ่และมีแนวของต้นไม้ปกคลุมบดบังมุมกล้อง

แบบแสดง			วิศวกรควบคุม		เจ้าของโครงการ
การพิจารณาทิศทางติดตั้งกล้อง			นายทิพากร สมานรักษ์ (ภย.24982)		สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข)
ที่	รายการแก้ไข	วันที่	มาตราส่วน	แผ่นที่ 44	บริษัทที่ปรึกษา บริษัท แพลนโปร จำกัด บริษัท โสมาภา อินฟอร์เมชั่น เทคโนโลยี จำกัด
			เลขที่แบบ A–44	รวมแผ่น	
			วันที่ 25 มีนาคม 2551		
ดำเนินงานโดย			เขียนแบบ นายโชคชัย สันติวัชราณุรักษ์		ชื่อโครงการ โครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ REAL TIME ระยะที่ 2



การพิจารณาทิศทางติดตั้งกล้อง ถนนจรัญสนิทวงศ์ ซ.จรัญสนิทวงศ์ 41

① มีแนวต้นไม้ปกคลุมทั้งจากด้านข้างและบริเวณเกาะกลางบดบังมุมกล้อง อีกทั้งยังมีลักษณะเป็นสะพาน
② มีแนวต้นไม้และป้ายให้ข้อมูลจราจรบดบังมุมกล้อง

แบบแสดง			วิศวกรออกแบบ		เจ้าของโครงการ
การพิจารณาทิศทางติดตั้งกล้อง			นายทิพากร สมานรักษ์ (ภย.24982)		สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข)
ที่	รายการแก้ไข	วันที่	มาตราส่วน	แผ่นที่ 45	บริษัทที่ปรึกษา บริษัท แพลนโปร จำกัด บริษัท ไสมาภา อินฟอร์เมชั่น เทคโนโลยี จำกัด
			เลขที่แบบ A-45	รวมแผ่น	
			วันที่ 25 มีนาคม 2551		
ดำเนินงานโดย			เขียนแบบ นายไชศชัย สันติวัชราญรักษ์		ชื่อโครงการ โครงการพัฒนาระบบรายงานสภาพการจราจรแบบ REAL TIME ระยะที่ 2

ภาคผนวก ข

รายละเอียดคุณลักษณะเฉพาะของ
ชุดอุปกรณ์กล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง

BOSCH
Invented for life

NWC-0495 DinionXF Day/Night IP Cameras

- Advanced Day/Night camera with mechanically switching IR filter
- 15-bit DSP technology with XF-dynamic extended dynamic range
- DVD-quality up to 25/30 IPS at 4CIF
- Storage efficient tri-streaming : Dual MPEG-4 & JPEG simultaneously
- Power over Ethernet (IEEE 802.3af compliant)
- Hybrid IP camera with analog and Ethernet outputs
- Ultra-compact size

The NWC-0495 Dinion IP is a high-performance 1/3-inch CCD Day/Night network camera, designed to ensure the highest possible image quality at all times. This ultra-compact camera provides DVD-like quality MPEG-4 video at up to 25 and 30 images per second (for PAL and NTSC respectively). Dinion IP is a true hybrid camera with both Ethernet and BNC connections capable of providing direct network connection while simultaneously supporting existing analog equipment. Network video signals are sent over IP networks and can be received and displayed on a PC web browser, using the DiBos or VIDOS video management systems, or via a BOSCH Video over IP (BVIP) decoder for viewing on a CVBS or VGA monitor. The BNC connection provides direct input to a conventional analog matrix switcher or DVR, which further enhances Dinion IP's flexible viewing and recording options.
The camera combines 15-bit digital video processing (which enhances sensitivity) and XF-Dynamic (which extends the dynamic range) to provide a sharper, more detailed image with outstanding accuracy in color reproduction. Depending on the available light, the NWC-0495 automatically switches from color to monochrome, enhancing sensitivity for IR illumination to provide high-quality images even in challenging low-light conditions.
Dinion IP uses MPEG-4 compression, bandwidth throttling, and multicasting capabilities to efficiently manage bandwidth and storage requirements while delivering the best image quality and resolution. On-screen Displays (OSD) simplify back focus adjustment and network configuration, leading to lower installation and support costs. Power over Ethernet (PoE) makes installation easier and more cost-effective because cameras can now be installed where there is no AC power outlet.

Functions

Day/Night Mode

In Day/Night Mode, the NWC-0495 provides enhanced night viewing by increasing the IR sensitivity. The IR filter can switch automatically from color to monochrome by either sensing the illumination level or via the alarm input. The filter can be switched manually via the alarm input, or remotely via a web browser. An internal, through-the-lens IR detector enhances monochrome mode stability by preventing the camera returning to the color mode when IR illumination is dominant.

XF-Dynamic

The highly accurate 15-bit digital signal is automatically processed to reveal every detail of the image in both the high-light and low-light areas of the scene simultaneously.

Video Motion Detection

The built-in video motion detector allows you to select up to four fully programmable areas with individual thresholds. The global scene change detector minimizes false alarms caused by sudden changes in lighting conditions, such as switching on or off the security lighting.

MPEG-4 Video Encoding

The Dinion MPEG-4 encoder creates high-quality streaming video at low bit rates, minimizing bandwidth and storage requirements, which further reduces costs. Each Dinion IP camera can deliver up to 25 and 30 images per second (PAL and NTSC) at true 4CIF video resolution.

Tri-streaming Video

Dinion IP cameras can generate two separate MPEG-4 video streams and one JPEG stream simultaneously. This advanced tri-streaming capability, not typically found in other IP CCTV systems, enables the user to tune live viewing and recording requirements to meet specific site and enterprise needs. For example, BOSCH Video over IP Systems (BVIP) can be configured to record video at one quality setting (e.g. 3.75IPS at 2CIF), while simultaneously providing live images at the best possible image quality (e.g. 30IPS at 4CIF). Alternatively, the system can be configured to deliver a high bandwidth MPEG-4 stream to a local LAN user, while simultaneously streaming a low bandwidth MPEG-4 stream to a remote user over a WAN connection and at the same time using the JPEG stream for remote viewing, for instance, on a PDA.

Power Options

Three power options, PoE, 24 VAC and 12 VDC, are available on the NWC-0495. Utilizing PoE makes installation easier and more cost-effective since cameras do not require a local AC power source. Additionally, they can use an uninterruptible power supply (UPS), which will allow for continuous operation even when there's a power failure e.g. in emergencies.

OSD-based Network Set-up

Network parameters and basic camera set-up (e.g. lens set-up and back focus) are quickly and easily performed using the On-screen Displays (OSD) and BNC composite video output. Unlike other IP cameras, no network connection, PC configuration utilities or other tools are required to set up Dinion IP.

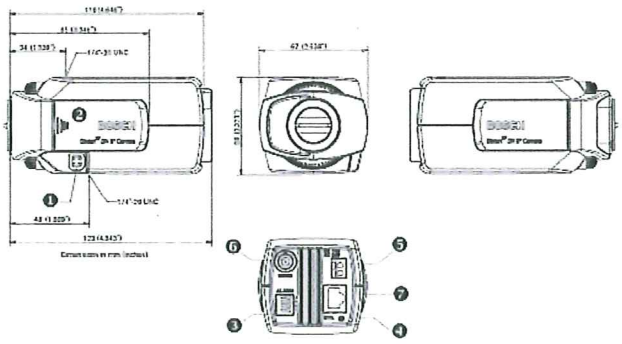
Lens Wizard

The Lens Wizard automatically detects the lens type and helps focus the lens at the maximum opening to ensure proper focus is maintained throughout the 24-hour cycle. No special tools or filters are required.

Certifications and Approvals

Electro Magnetic Compatibility	
Emission EU	EN55022 class B
	EN 61000-3-2, EN 61000-3-3
Emission USA	FCC CFR 47 part 15 class B
Immunity EU	EN50130-4 Alarm Systems
EMC Australian	AS/NZS CISPR 22 (equal to CISPR 22)
Vibration	Camera with 500 gr (1.1 lbs) lens according to IEC60068-2-6
Safety	
EU	EN60950-1
USA + Canada	UL60950-1, CAN/CSA E60950-1

Installation/Configuration Notes



Dimensions

1	Lens connector	5	Power supply input
2	Control buttons	6	BNC Video output
3	Alarm in, Relay out	7	10/100 Base-T Fast Ethernet
4	LED (power, link, traffic)		

Parts Included

Quantity	Components
1	Dinion IP camera
1	Spare lens connector
1	Quick installation guide
1	CD-ROM with manual

Technical Specifications

Electrical

Video Standards	MPEG-4; M-JPEG
Video Data Rate	9.6 Kbps - 6 Mbps Constant & variable
Imager resolution	752x582 (PAL) 768x494 (NTSC)
Video resolution	704 x 576/480 (4CIF: 25/30 IPS) 704 x 288/240 (2CIF: 25/30 IPS) 352 x 576/480 (Half D1: 25/30 IPS) 352 x 288/240 (CIF: 25/30 IPS) 176 x 144/120 (QCIF: 25/30 IPS)
GOP Structure	I, IP
Overall Delay (IP)	MPEG-4: 100 ms
Select. Frame Rate	1-25/30 IPS (PAL/NTSC); Field / frame based coding
Network Protocols	RTP, Telnet, UDP, TCP, IP, HTTP, IGMP, ICMP
Software Update	Flash ROM, remote programmable
Configuration	Via web browser, built-in web server interfaces
Video out	1x Analog composite: NTSC or PAL; BNC connector 75 Ohm
Sensitivity[1]	0.59 lux (0.059 fc) (color) 0.08 lux (0.008 fc) (Night mode)
Min Illumination	0.24 lux (0.024 fc) (color) 0.038 lux (0.0038 fc) (Night mode)
Min Illumination with SensUp	0.024 lux (0.0024 fc) (color) 0.0038 lux (0.00038 fc) (Night mode)
Shutter	Auto (1/60 (1/50) to 1/500000), fixed, flickerless, default
Sensitivity up	Off, Automatic continuous up to 10x
Auto Black	On, Off selectable
Range	32x dynamic range enhancement
Dynamic Noise Reduction	Auto, Off selectable
Contour	Sharpness enhancement level selectable
BLC	Off, Area and Level selectable
Gain	Auto (maximum level selectable to 28 dB) or fixed level selectable
Lens Mount	CS (max lens protrusion 5 mm, 0.2 inch)
White Balance	ATW (2500 - 10000 K), AWB hold, Manual WB selectable
VMD	4 area, sensitivity selectable
Alarm In	+5 V nominal, +40 VDC max
Relay Out	max. 30 VAC or +40 VDC, Max 0,5 A continuous, 10 VA
Ethernet	10/100 Base-T, auto-sensing, half/full duplex, RJ-45

1) 50% video signal amplitude, F1.2, scene reflectivity 89%

Environmental

Input Voltage	VDC: 11-36 V (700 mA) VAC: 12-28 V (700 mA) PoE: IEEE 802.3af compliant
Power Consumption	Max. 8 VA
Weight	Approx. 0.45 kg (0.99 lb)
Operating Temperature	0°C - 40°C (32°F - 104°F)

Ordering Information

Model | Description

NWC-0495-10P DinionXF Day/Night IP Camera
1/3-inch, high performance, 540 TVL, 24 VAC / 12 VDC / PoE, 50Hz

NWC-0495-20P DinionXF Day/Night IP Camera
1/3-inch, high performance, 540 TVL, 24 VAC / 12 VDC/ PoE, 60Hz

Americas:
Bosch Security Systems
130 Perinton Parkway
Fairport, New York, 14450, USA
Phone: +1 585 223 4060
Fax: +1 800 289 0096
security.sales@us.bosch.com
www.boschsecurity.us

Europe, Middle East, Africa:
Bosch Security Systems B.V.
P.O. Box 80002
5600 JB Eindhoven, The Netherlands
Phone: +31 (0) 40 27 83955
Fax: +31 (0) 40 27 86668
emea.securitysystems@bosch.com
www.boschsecurity.com

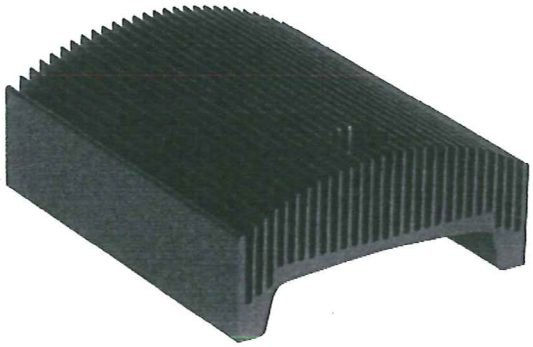
Asia-Pacific:
Bosch Security Systems Pte Ltd
38C Jalan Pemimpin
Singapore 577180
Phone: +65 6319 3450
Fax: +65 6319 3499
apr.securitysystems@bosch.com
www.boschsecurity.com

Represented by

© Bosch Security Systems, 2005 | Data subject to change without notice | 28. Nov. 2005

BOSCH
Invented for life

HAC-IPCCC Camera Cooling Case



- **Increases the ambient temperature range of housed Dinion IP cameras**
- **Works inside Bosch outdoor housings**
- **6.5 °C (12 °F) increase in the camera's operating temperature range (with optional blower installed)**
- **Easy installation**
- **Black lightweight aluminum**

Installing this unit allows a Dinion IP camera to work at a higher ambient temperature, when installed inside a Bosch outdoor housing unit with the optional blower also installed.

System Overview

This unit can only be used in combination with an HSG housing unit that has the optional blower installed.

Functions

The HAC-IPCCC mounts easily on top of a Dinon IP camera, and reduces the operating temperature of the camera (in combination with a Bosch outdoor housing unit with optional blower installed) up to 6.5 °C (12 °F). With an HAC-IPCCC installed, the temperature inside the housing can rise to a maximum of +46.5 °C (+115.7 °F). The maximum temperature inside the housing without an HAC-IPCCC is +40 °C (+104 °F).

Parts Included

Quantity	Components
1	HAC-IPCCC Camera Cooling Case
1	Spring washer and screw

Technical Specifications

Mechanical

Dimensions (H x W x D)	93 x 72.8 x 33.4 mm (3.66 x 2.87 x 1.3 in)
Weight	0.2 kg (0.75 lb)
Color	Black

BOSCH
Invented for life

UHO Series Outdoor Camera Housing

- **Protects camera/lens combinations up to 262 mm (12.5 inch) length**
- **Hinged side opening for easy installation and camera setup**
- **IP 66, NEMA 4X enlosure rating**
- **Strong aluminum construction**
- **Sunshield included**
- **Cable routing through base or rear of housing**
- **Tamper-resistant**
- **Continuous low power window defroster**
- **Self cleaning glass**

The UHO series housings are smartly styled housings, for outdoor use. These housings are both cost-competitive and installer-friendly. Models are available for use with 24 VAC, 115 VAC, and 230 VAC cameras, to fit a wide range of applications.

Functions

Easy installation

The unique, hinged, side-opening design provides easy installation of all camera/lens combinations, and allows access to most camera and lens controls when the housing is mounted. Power, video, and lens control cabling can be routed through liquid-tight fittings in the bottom rear of the housing, or for even better cable management, via the feed-through entry holes in the base. Mounting holes in the base permit installation to a wide range of pan/tilts, adjustable heads, and various camera mount brackets.

Flexible

External 4-pin and BNC connectors for power and video, located in the rear end cap, are also available on 24 VAC and 230 VAC models. These aluminum-constructed housings are available with a factory-installed heater and blower. The heater maintains the internal temperature of the housing in cold temperature conditions as low as -40 °C (-40 °F). In combination with a permanent low-power window defroster and a continuous-duty blower, the unit minimizes fogging in high humidity locations, and extends the temperature limits. Sunshields are included on all outdoor models.

Dinion ready

All models support installation of Dinion style cameras with fixed focal, varifocal, or up to a 15x motorized zoom lens.

Secure

For increased security, the units come with tamper-resistant screws for the locking clasps to prevent illegitimate access to the housing contents.

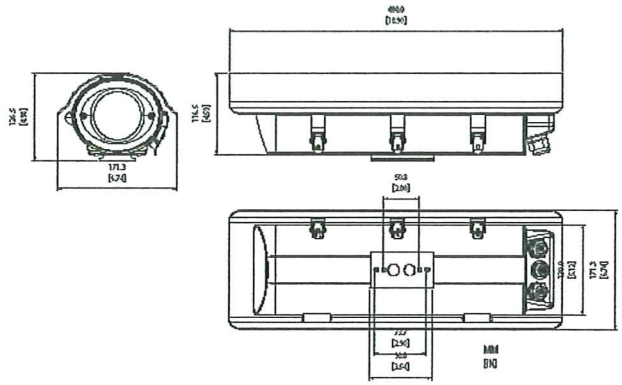
Rugged

With a sleek design that meets IP 66 and NEMA-4X enclosure standards, the UHO Series Housings are the optimal solution for protecting your video surveillance equipment from adverse elements.

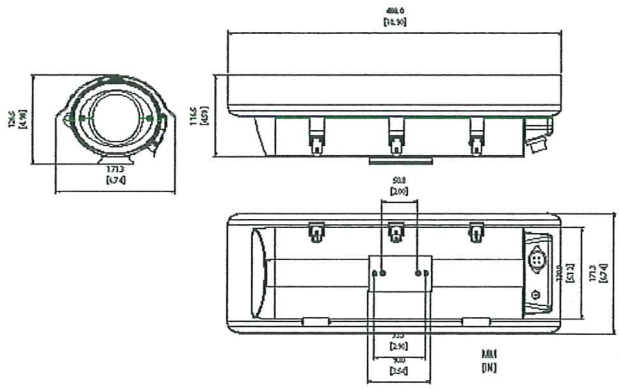
Certifications and Approvals

Safety	acc. to EN 60950-1 (CE) acc. to UL 2044-1; CAN/CSA C 22.2 no. 1-98
Immunity	acc. to EN 50130-4 (CE)
Emission	acc. to EN 55022 class B (CE) acc. to EN 61000-3-2 (CE); EN 61000-3-3 (CE) acc. to FCC CFR 47 Part 15, Class B

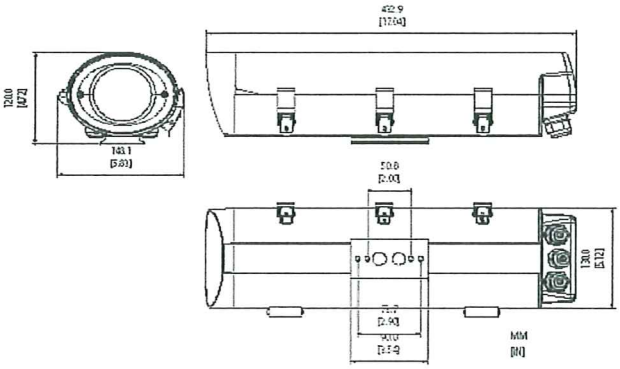
Installation/Configuration Notes



Dimensions in mm (in) for UHO-HGS-10, UHO-HBGS-10, UHO-HGS-50, UHO-HBGS-50 and UHO-HBGS-60 housings outdoor units



Dimensions in mm (in) for UHO-HBPS-10, UHO-HPS-50 and UHO-HBPS-50 housings outdoor units



Dimensions in mm (in) for all models, maximum internal usable space available (based on camera/lens size)

Note Allowance is provided for wiring and connector space requirements

Technical Specifications

Electrical/Mechanical

Rear fitting cable diameter models	1 x 4.0 to 7.0 mm (0.16 to 0.28 in.) UHO-HGS-10, UHO-HBGS-10, UHO-HGS-50, UHO-HBGS-50, UHO-HBGS-60
Rear fittings cable diameter models	2 x 6.5 to 10.5 mm (0.26 to 0.42 in.) UHO-HGS-10, UHO-HBGS-10, UHO-HGS-50, UHO-HBGS-50, UHO-HBGS-60
Bottom feeds cable diameter models	2 x 4.0 to 7.0 mm (0.16 to 0.28 in.) UHO-HGS-10, UHO-HBGS-10, UHO-HGS-50, UHO-HBGS-50, UHO-HBGS-60
Rear connector type models	1 x 4-pin (power) UHO-HBPS-10, UHO-HPS-50, UHO-HBPS-50
Rear connector type models	1 x BNC (video) UHO-HBPS-10, UHO-HPS-50, UHO-HBPS-50
Window	3 mm (0.12 in.) glass
Locking clasps	Tamper-resistant screws provided
Camera mounting	Removable camera/lens tray, mounted with two screws
Construction	Aluminum casing, neoprene gaskets, all stainless steel hardware
Dimensions (H x W x D)	See drawings
Weight UHO-HBG-10, UHO-HBG-50, UHO-HPS-50 all others	 3.1 kg (7 lb) 3.1 kg (7 lb) 3.1 kg (7 lb) 3.2 kg (7.3 lb)
Mounting thread inner pair outer pair	2 x pair of tapped holes 1/4-20 50.8 mm (2.0 in.) center spread 73.7 mm (2.9 in.) center spread
Color	Gray

Environmental

Operating temperature (with fixed lens)*	External: -40 °C to +50 °C (-40 °F to +122 °F) Internal: -20 °C to +55 °C (-4 °F to +131 °F)
Operating temperature (with zoom lens)*	External: -30 °C to +50 °C (-22 °F to +122 °F) Internal: -10 °C to +55 °C (+14 °F to +131 °F)
Enclosure protection	IP 66, NEMA-4X

** With heater/blower accessories installed*

Europe, Middle East, Africa:
Bosch Security Systems B.V.
P.O. Box 80002
5600 JB Eindhoven, The Netherlands
Phone: + 31 40 2577 284
Fax: +31 40 2577 330
emea.securitysystems@bosch.com
www.boschsecurity.com

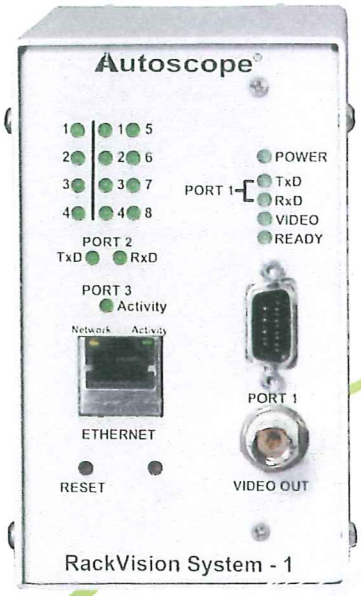
Americas:
Bosch Security Systems, Inc.
130 Perinton Parkway
Fairport, New York, 14450, USA
Phone: +1 800 289 0096
Fax: +1 585 223 9180
security.sales@us.bosch.com
www.boschsecurity.us

Asia-Pacific:
Bosch Security Systems Pte Ltd
38C Jalan Pemimpin
Singapore 577180
Phone: +65 6319 3450
Fax: +65 6319 3499
apr.securitysystems@bosch.com
www.boschsecurity.com

Represented by

© Bosch Security Systems B.V. 2007 | Data subject to change without notice
E3036633355 | Cur: en-US, V3, 19 Apr 2007

Autoscope®
RackVision System One



The Autoscope® RackVision™ System One is a single-camera video detection shelf- mount solution that delivers outstanding machine vision processing for highways and "T" junction applications.

The RackVision System One can easily be networked or integrated into existing Autoscope Solo communications networks using either Ethernet or serial communications protocols. Traffic data and video snapshots can be transmitted back to your office by using connections as simple as a phone line, as fast as fiber, or as convenient as wireless.

The Autoscope RackVision System One delivers an economical alternative to loops and other detection technologies for junction control and they also have the versatility to satisfy incident management applications for bridges, tunnels, and highways, as well as surveillance applications.

APPLICATIONS

> Junction control
> Traffic monitoring
- Highways
- Arterial roadways
- Bridges

> Traffic data collection
> Traffic safety
> Traffic control and work zone safety during road construction
> Traveler information systems
> Journey time (travel time)
> Remote video surveillance
> Central office processing

FEATURES

> Vehicle detection and traffic data measurement
> Single (1) camera video channel (PAL, CCIR, NTSC, RS170)
> Fail-safe vehicle presence or alarm outputs via backplane screw terminations or serial I/O
> Non-volatile memory data storage
> High-energy transient protection
> Powered via mains AC or DC power supply
> LED indicates status for power, communications, video, and data processing
> Ethernet and serial communications ports
> Network addressable
> Local language support for many languages

BENEFITS

> Easy to install and configure
> Flexibility to meet a variety of detection and surveillance needs
> Superior value and performance when compared to other detector systems
> Connect to AIS Camera or CCTV camera (colour or black/white)

Autoscope®

SPECIFICATIONS

Power

> 12W maximum

> Power consumption, typical current draw
- 110-240 VAC, 0.098A
- 10 VDC, 0.81A
- 30 VDC, 0.36A

Video

> Input
- PAL, CCIR, NTSC or RS170
- 75Ω 1 Vpp, BNC connector on back

> Outputs
- PAL or NTSC
- 1 Vpp, BNC connector on front and back

Communications

> Ethernet, RJ-45 on front

> Serial communications from 9600 to 230K Baud
- RS-232 Supervisor communications (full duplex) via DB-9 connector on front and back
- RS-485 Supervisor communications (4-wire, full duplex) on back

> RS-485 Detector Port (2-wire, half-duplex) via screw terminals on back

Detector I/O

> Eight (8) Fail-safe presence outputs (open collector, selectable active low or high)

> Four (4) inputs

> One status output

Environmental

> –34° C to +74° C (–29° F to +165° F)

> 0 to 95% relative humidity

Dimensions and Weight

> H x W x L
- 127 mm x 76 mm x 216 mm
- (5.0 in x 3.0 in x 8.5 in)

> 0.9 kg (2.0 lb)

Warranty

> Two-year warranty

> Extended warranty package available

Regulatory

> CE EN 55022, EN 61000-6-1, EN 60950

SETUP AND OPERATION

The Autoscope RackVision System One is easy to install, setup, and operate to meet your customized requirements.

> Setup uses simple mouse and keyboard commands to create more than 50 virtual detection zones per camera for count, vehicle presence, and incident-detection applications.

> Real-time or stored traffic data can include volume, occupancy, speed, and vehicle class over specified time periods.

> You can quickly integrate the RackVision System into your own applications using the optional Software Developer's Kit (SDK).

> For speed data outputs via loop emulation, the RackVision System One requires use of an Autoscope Detector Rack Card or Autoscope Mini-Hub product.

Contacts

Image Sensing Systems, Inc. Headquarters

500 Spruce Tree Centre
1600 University Avenue West
St. Paul, Minnesota 55104-3825 USA

Phone +1.651.603.7700
Fax +1.651.603.7795
stpaul@imagesensing.com
imagesensing.com

Image Sensing Systems Europe Limited

Unit 7, Harley Industrial Park
Great Paxton
St. Neots, Cambridgeshire
PE19 6TA United Kingdom

Phone +44.1480.213820
Fax +44.1480.213822
enquiries@imagesensingeu.com
imagesensing.eu

Flow Traffic Limited

Suite 01, 18th Floor, Queen's Place
74 Queen's Road Central
Hong Kong

Phone +852.2827.1123
Fax +852.2827.0056
hongkong@flowtraffic.com
imagesensing.com
flowtraffic.com.cn

visionary solutions
image sensing systems
incorporated

autoscope.com

Due to ISS' continuous efforts to develop the products that are most responsive to our customers needs, the above specifications are subject to change. To verify the current information please visit the Autoscope web site.

©2007 Image Sensing Systems, Inc.
Part Number: 2026 Rev. 070326

ภาคผนวก ค

การดำเนินการตามข้อคิดเห็น
คณะกรรมการกำกับการศึกษา

ค.1 การดำเนินการตามข้อคิดเห็นและเสนอแนะคณะกรรมการกำกับการศึกษา

"รายงานการทดสอบระบบ"

- ที่ปรึกษาควรมีการแสดงข้ออ้างอิงค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ ที่เกิดจากการตรวจวัดสภาพจราจรให้ชัดเจนโดยอาจเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจริงกับคุณสมบัติของกล้อง เพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงของระบบต่อไป

ตอบคำถาม/
การดำเนินการ : โดยปกติการตรวจวัดค่าปริมาณจราจรด้วยวิธีการเก็บข้อมูลโดยใช้คนสังเกตเป็นวิธีที่พื้นฐานที่สุด ซึ่งสามารถตีความโดยการมองเห็นภาพ อย่างไรก็ตาม อัตราการบันทึกข้อมูลที่มนุษย์สามารถบันทึกได้มีขอบเขตจำกัด คนทั่วไปแล้วจะมีเวลาตอบสนอง (Reaction Time) สำหรับการรับข้อมูลเข้ามาและตีความ ซึ่งโดยปกติแล้วจะใช้เวลาประมาณ 0.5-2 วินาที และถ้าสัญญาณเกิดขึ้นในเวลาเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน อาจจะทำให้มนุษย์ไม่สามารถบันทึกได้อย่างถูกต้อง* เมื่อคำนึงถึงวัตถุประสงค์โดยทั่วไปของการตรวจนับและปริมาณจราจรที่อาจแปรผันตามช่วงเวลาแล้ว โดยทั่วไปถือว่าความคลาดเคลื่อนของการตรวจนับปริมาณจราจรโดยใช้คนนับที่มีความคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 10 เป็นที่ยอมรับได้ ส่วนการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนกับคุณสมบัติของกล้อง ได้แสดงรายละเอียดเพิ่มเติมในหัวข้อ 7.2.1 ในรายงานฉบับสมบูรณ์

- ที่ปรึกษาควรมีการเสนอแนะแผนการทดสอบระบบในแต่ละช่วงเวลา โดยเฉพาะอุปกรณ์ในโครงการรายงานสภาพจราจรแบบ Real Time ระยะที่ 1 เพื่อทดสอบว่ากล้องสามารถใช้งานได้เป็นปกติ และสามารถให้ค่าข้อมูลที่ถูกต้องได้ รวมทั้งควรมีแผนการตรวจสอบการกำหนดค่าต่างๆ ของกล้องในแต่ละจุดที่ติดตั้งไปแล้ว เพื่อพิจารณาว่ามีจุดใด ที่จำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของกายภาพและสภาพแวดล้อม เพื่อใช้เป็นตัวอย่างในการดำเนินงานต่อไป

ตอบคำถาม/
การดำเนินการ : ปกติระบบการบำรุงรักษาระบบกล้องอิมเมจโพรเซสซิ่ง** จะแนะนำให้บำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) ทุก 6 เดือน โดยมีอายุการใช้งาน (Expected Life) 10 ปี การบำรุงรักษาประกอบด้วย การทำความสะอาดตัวกล้องและเลนส์ การตรวจสอบสถานะการทำงานของกล้อง การตรวจสอบสถานะการทำงานของระบบอิมเมจโพรเซสซิ่ง โดยความหมายแล้ว การตรวจสอบสถานะการทำงานของระบบอิมเมจโพรเซสซิ่ง ก็คือการทดสอบว่าระบบยังตรวจวัดสภาพจราจรอยู่อย่างถูกต้องหรือไม่ ซึ่งโดยปกติไม่จำเป็นต้องทำการทดสอบใหม่ (ในเชิงปริมาณ) ตลอดอายุใช้งาน ยกเว้นว่ามีการปรับเปลี่ยนช่องทางจราจร/ช่องเดินรถ จึงต้องมีการปรับระบบ (Configuration) และปรับแก้ (Calibrate) ใหม่

---

* *รศ. อนุกัลย์ อิศรเสนา ณ อยุธยา, ดร. สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์ และ ดร. สรวิศ นฤปิติ, เอกสารการบรรยายการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล, โครงการฝึกอบรมด้านการจราจรและขนส่ง, สำนักงานคณะกรรมการจัดระบบการจราจรทางบก 2542*

** *อ้างอิงจาก Traffic Detector Handbook: Third Edition, US. Department of Transportation, 2006*

ค.2 การดำเนินการตามข้อคิดเห็นและเสนอแนะคณะกรรมการกำกับการศึกษา

"ร่างรายงานฉบับสมบูรณ์"

- ที่ปรึกษาควรมีการพิจารณาและเสนอแนะในการพัฒนาระบบให้มีความสามารถพยากรณ์สภาพจราจรล่วงหน้า โดยอาจนำข้อมูลจากสถิติที่มีการเก็บรวบรวมไว้มาทำการวิเคราะห์ และเผยแพร่ให้ประชาชนได้รับทราบ เพื่อจะนำไปใช้ในการปรับเส้นทางในการเพื่อหลีกเลี่ยงการจราจร

ตอบคำถาม/
การดำเนินการ : นำเสนอในรายงานฉบับสมบูรณ์ หัวข้อ 9.2.5

- ให้ที่ปรึกษาตรวจสอบแก้ไขคำเฉพาะต่างๆ ในรายงานฉบับสมบูรณ์ให้มีความเหมาะสมถูกต้องทางวิชาการ และเป็นคำเฉพาะที่ใช้งานกันอย่างแพร่หลายในทางวิชาการต่อไป

ตอบคำถาม/
การดำเนินการ : ปรับเปลี่ยนคำศัพท์ในรายงานฉบับสมบูรณ์

- ให้ที่ปรึกษาเพิ่มข้อเสนอแนะมาตรการเกี่ยวกับการรักษาความปลอดภัยต่างๆ ในการเข้าไปใช้ระบบฯ ทั้งในส่วนของ สนข. และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติสำหรับผู้ที่ต้องการใช้งานระบบ สื่อมวลชนและประชาชนทั่วไป ไว้ในรายงานฉบับสมบูรณ์ด้วย

ตอบคำถาม/
การดำเนินการ : นำเสนอในรายงานฉบับสมบูรณ์ หัวข้อ 9.2.6