

ผศ. ดร. มงคล เอกปัญญาพงศ์
ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบสมองกลฝังตัว
สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย AIT

ขอนำเสนอ

V-Watch System

ทีมงาน

รศ. ดร. เมททิว เดลีย์

ผู้เชี่ยวชาญด้านการประมวลผลทางภาพ
สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย AIT

ดร. ศุภกร สิทธิไชย

ผู้เชี่ยวชาญด้านการประมวลผลทางภาพ
ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, สวทช.

ดร. ภาสกร ประถมบุตร

ผู้เชี่ยวชาญด้านจราจรอัจฉริยะ
ฝ่ายบริหารคลังสเตอร์และโปรแกรมวิจัย, สวทช.

Vehicle Watching Intelligence Box/ Service

ระบบอัจฉริยะในการเฝ้าดูรถยนต์โดยอัตโนมัติ

สามารถนับ แยกชนิดรถ สี ยี่ห้อ ลบเงา อ่านป้ายทะเบียน

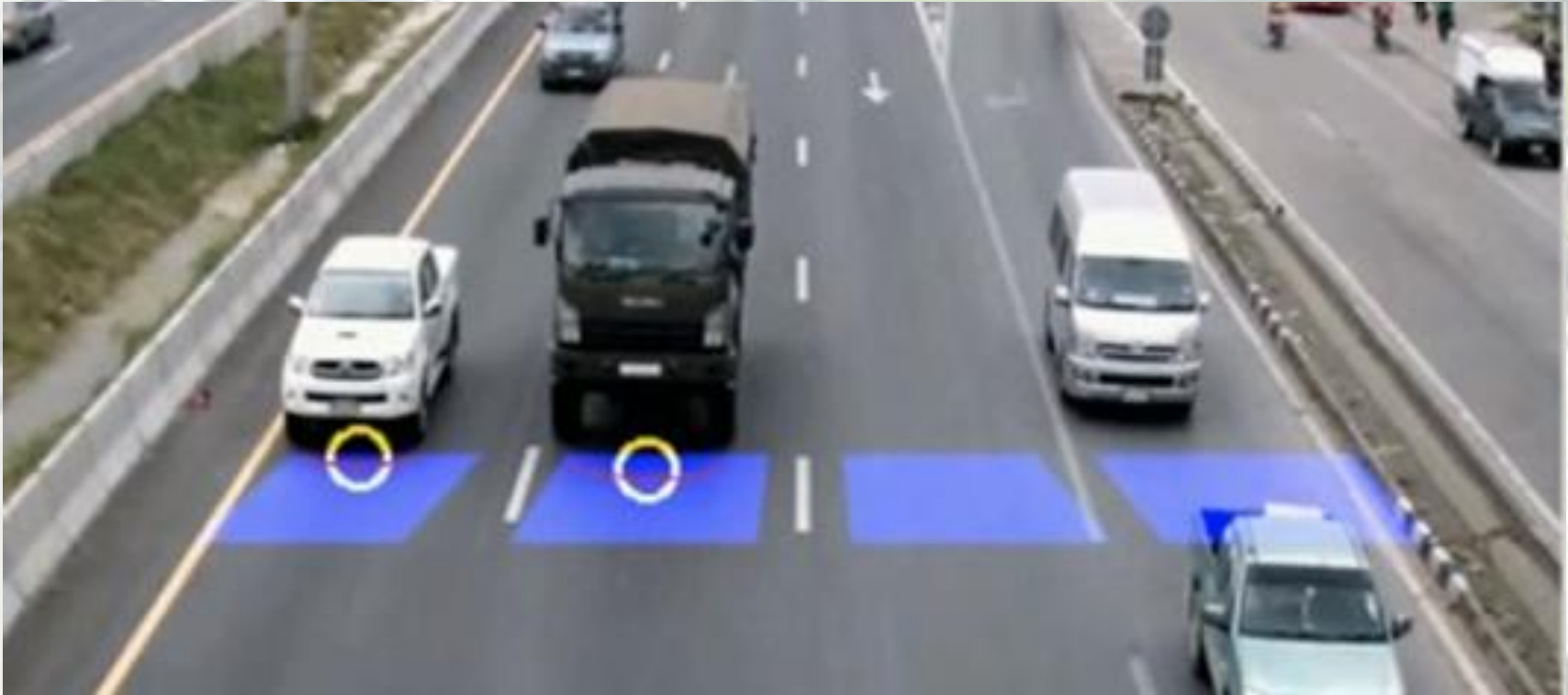
บอกตำแหน่งรถในภาพโดยอัตโนมัติ โดยใช้ Computer Vision



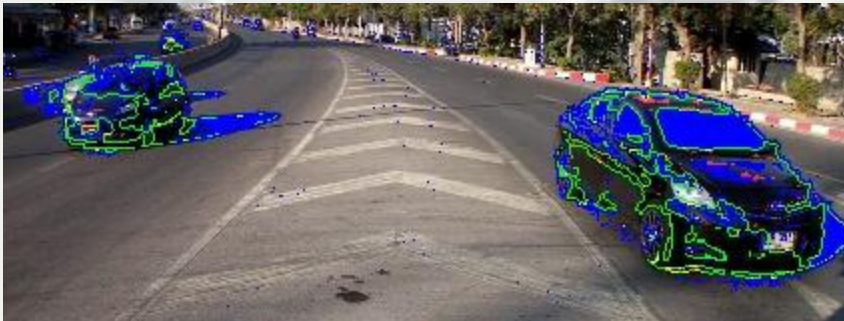
- มีความแม่นยำในการแยกชนิดรถ ยี่ห้อ และอ่านป้ายทะเบียน



- สามารถบอกตำแหน่งรถ ว่าอยู่เลนไหนพร้อมนับได้



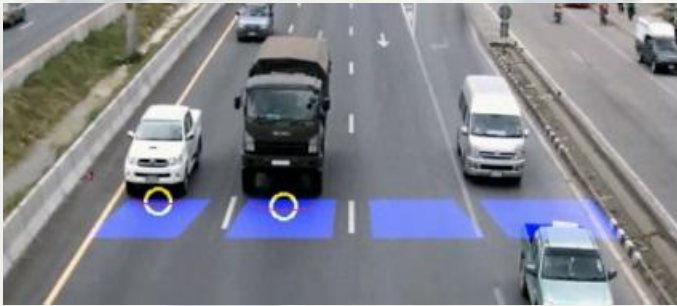
ระบบ Background modeling และการลบเงา



- ระบบอ่านป้ายทะเบียนอัตโนมัติ



ทั้งหมดนั้นอยู่ในกล่องเพียงกล่องเดียว



อุปกรณ์ภายใน V-watch

Hardware

HD cameras (1080p – 5MP)



Asus RT-N16 router



Embedded system



Tablet for communication



จุดเด่นของ V-Watch

- ทำงานได้ทุกสภาพแสง
- ทำงานอัตโนมัติ
- ใช้งานง่าย
- เคลื่อนย้ายและติดตั้งง่าย
- สามารถทำงานแบบ Real-Time
- สามารถประยุกต์ใช้กับกล้องวงจรปิดที่มีอยู่แล้ว
- จุดเด่นด้านความปลอดภัย



V-Parking ทดสอบที่ลานจอดรถ science park



V-Parking Behavior Detection



DAY 2013

V-Logistics หอสอบและใช้งาน ที่ ptt pl



บันทึกข้อมูลรถ
บริเวณทางออก



บันทึกข้อมูลรถ
บริเวณทางเข้า

บันทึกข้อมูลรถซึ่ง
นำหนักหลังขนของ



ทำการขนของ

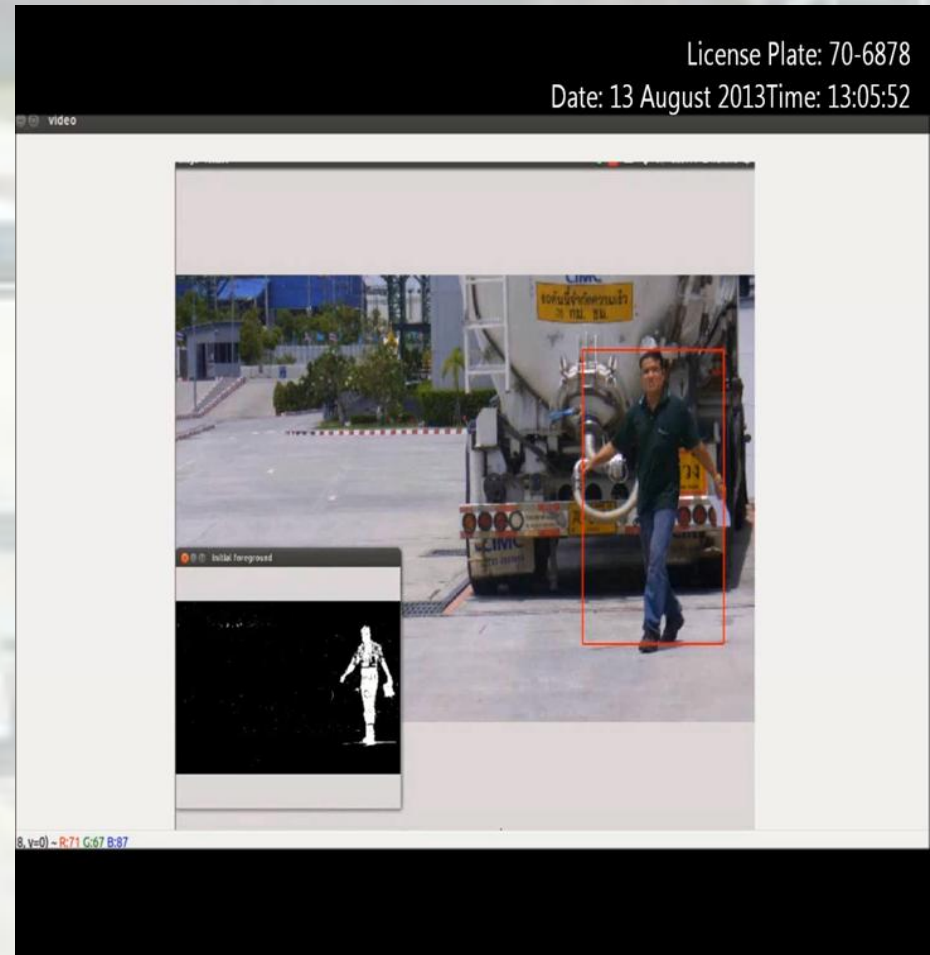


บันทึกข้อมูลรถซึ่ง
นำหนักก่อนขนของ

V-Logistics

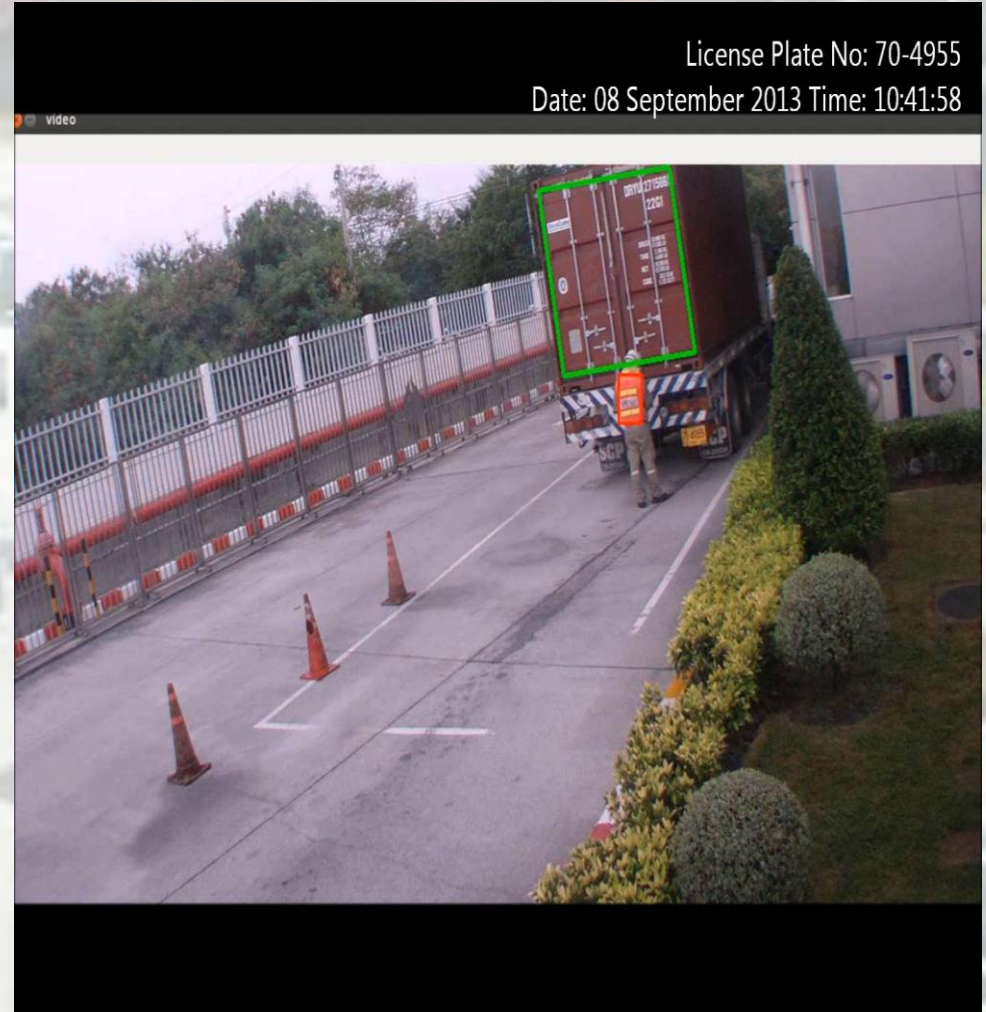


V-Logistics



ตรวจสอบพนักงานขับรถขึ้น/ลงจากรถช่วงชั่งน้ำหนัก
เพื่อป้องกันการโกงน้ำหนัก

V-Logistics



ตรวจสอบการทำงานของ รปภ. ในการตรวจความ
เรียบร้อยก่อนปล่อยรถออก

V-Logistics

ภาพการตรวจสอบของ รถปก.

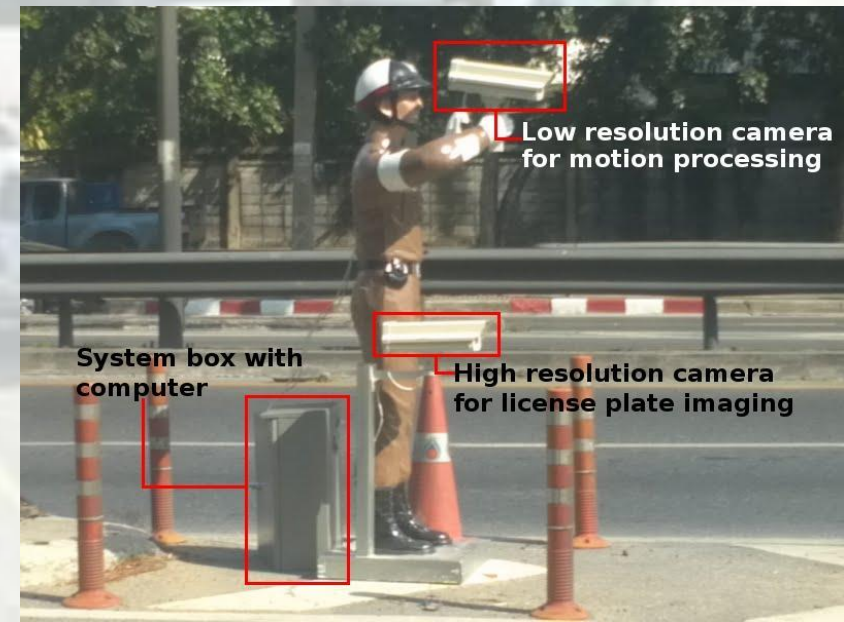


V-Enforcement



จุดเด่นของระบบ

ใช้งานง่าย (สำรวจเพียงแค่เปิด ปิดเครื่อง)
มีระบบลบเงาที่มีประสิทธิภาพสูง
มีระบบแยกชนิดรถ เช่น รถมอเตอร์ไซด์ รถบรรทุก รถยนต์
สามารถปรับเปลี่ยนมุมมองกล้อง หรือ จุดใช้งาน (ต้องมีการ
setup ค่าใหม่)
สามารถปรับเปลี่ยน แก๊วระบบ
ตามความต้องการของผู้ใช้งาน



ภาพถ่ายความละเอียดสูงสำหรับดำเนินการทางกฎหมาย
ภาพ snap shot วิดีโอ ระยะเวลา 5 วินาที [optional]
ภาพสำหรับแสดงตำแหน่งที่เกิดการเบียดเสียดกัน [for debug]



ความคืบหน้าของการใช้ระบบตรวจจับเส้นทึบอัตโนมัติ



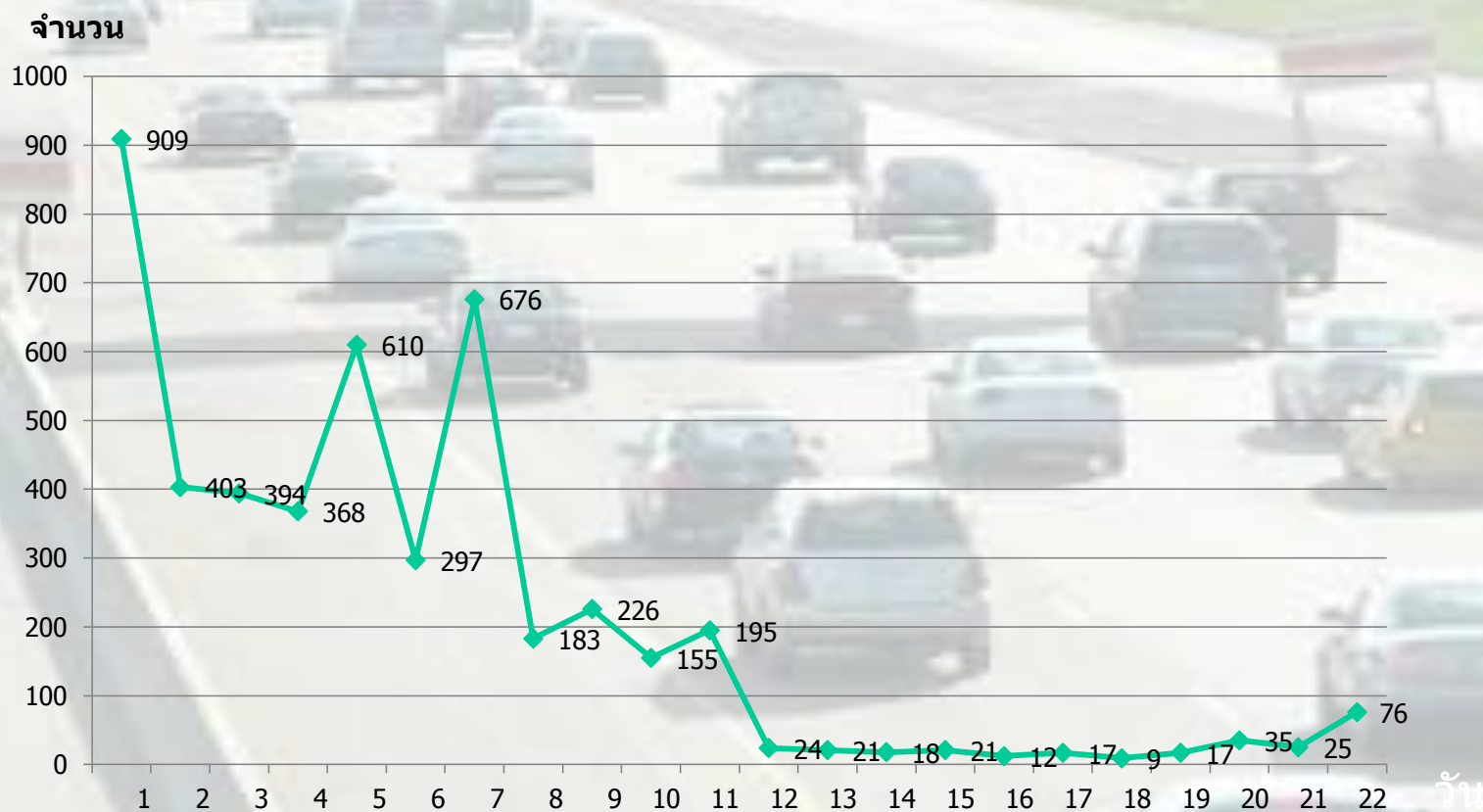
11 March 2013



13 June 2013

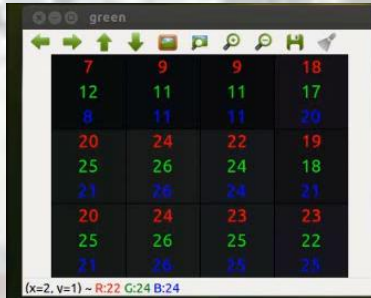
ความคืบหน้าเกี่ยวกับระบบตรวจจับเส้นทึบ

ข้อมูลจำนวนการกระทำผิดหลังจากออกเริ่มใบสั่ง



ตรวจจับไฟแดง + เลนสำหรับเลี้ยวเท่านั้น : ใช้ optical flow technique

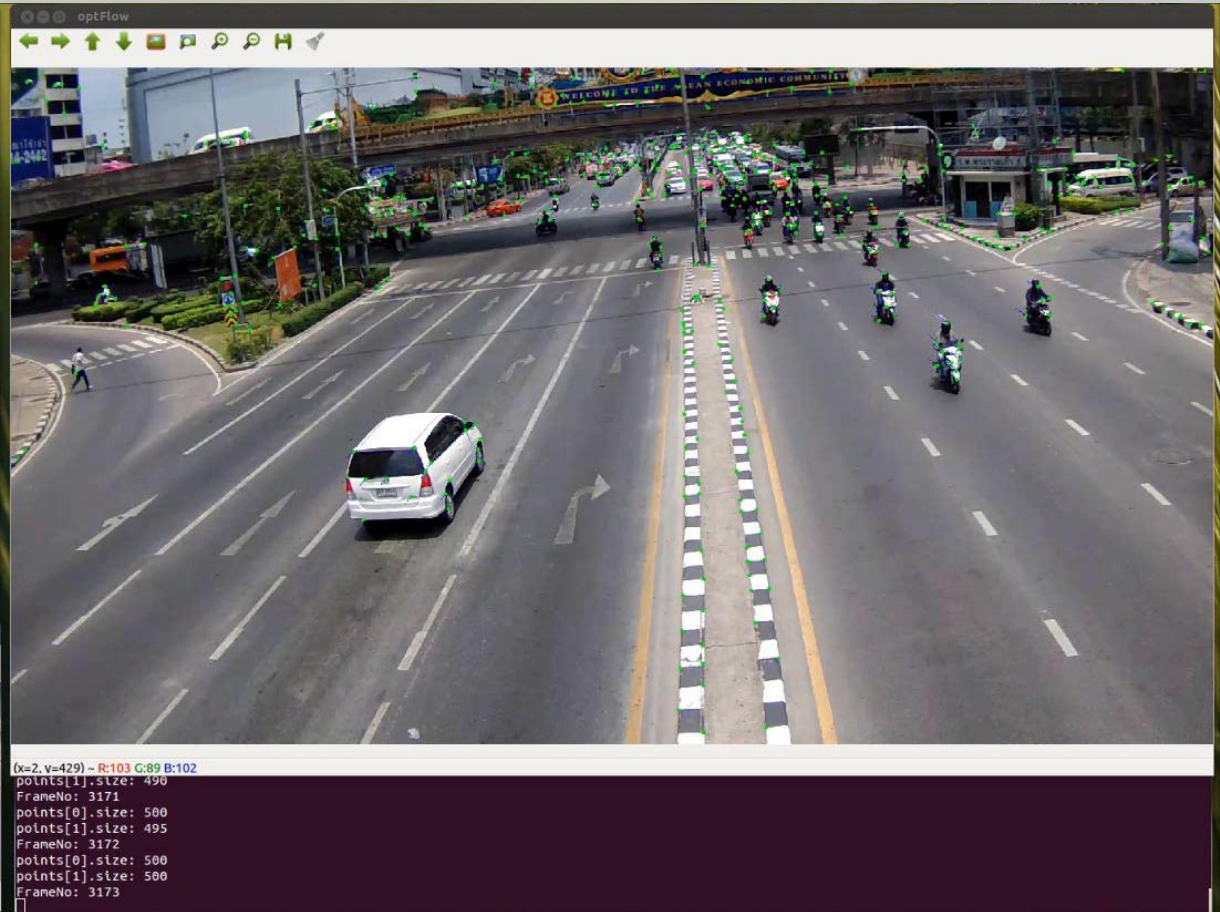
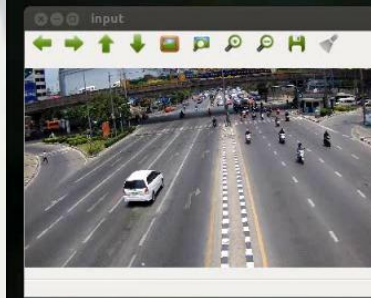
ไฟแดง
กรณีตรงไป



ไฟแดง
กรณีห้ามเลี้ยว
ขวา



ภาพวิดีโอ



V-Enforcement

ปัจจุบันระบบตรวจจับเส้นทึบ:

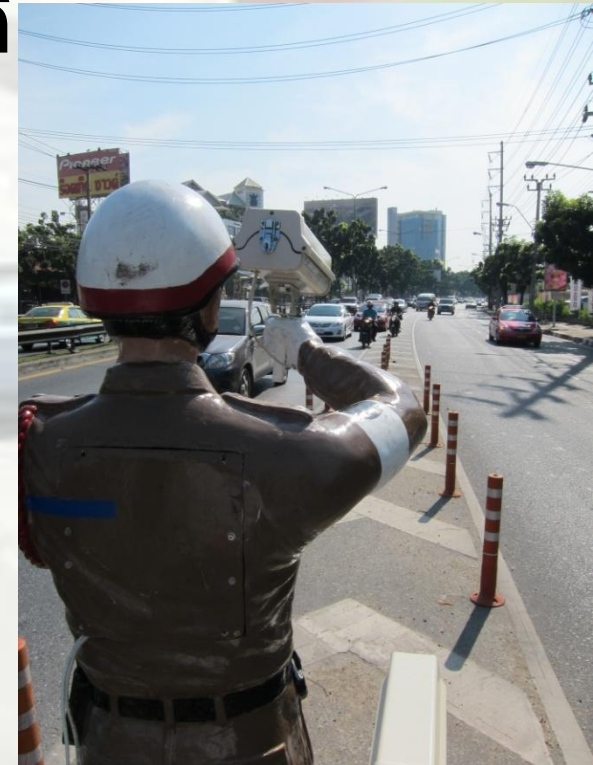
- ดินแดง
- ตลิ่งชัน
- ประตูนํ้า (กำลังอยู่ระหว่างเตรียมติดตั้ง)
- รัชดา (กำลังอยู่ระหว่างเตรียมติดตั้ง)
- ตำรวจยึดไปใช้งาน (ไม่ระบุจุด)

ปัจจุบันระบบตรวจจับไฟแดง และเลนเฉพาะ:

V-Enforcement

สามารถไปขยายกับงาน:

- ตรวจจับป้ายทะเบียนปลอมอัตโนมัติ
- ตรวจจับความเร็วอัตโนมัติ
- ตรวจจับรถตู้ป้ายดำอัตโนมัติ
- ตรวจจับรถโดยสารไม่จอดป้ายอัตโนมัติ
- ตรวจจับ taxi ไม่รับผู้โดยสารอัตโนมัติ



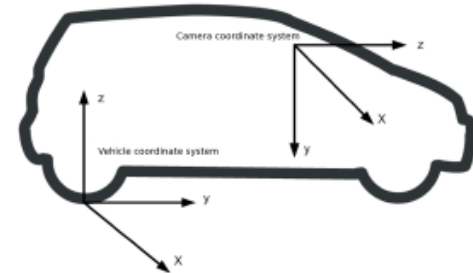
V-Drive



V-Drive



V-Drive



$R_x(\theta)$	$R_y(\psi)$	$R_z(\phi)$	t
$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\theta & \sin\theta \\ 0 & -\sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} \cos\psi & 0 & -\sin\psi \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin\psi & 0 & \cos\psi \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} \cos\phi & \sin\phi & 0 \\ -\sin\phi & \cos\phi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$

$$J(v_1, v_2, p_1, p_2, \Delta\theta) = (t(p_1, \Delta\theta) \cdot v_1)^2 + (t(p_2, \Delta\theta) \cdot v_2)^2$$

$$t_1 = \begin{bmatrix} \cos\left(\alpha - \frac{1}{2}\Delta\theta\right) \\ \sin\left(\alpha - \frac{1}{2}\Delta\theta\right) \end{bmatrix} \text{ and } t_2 = \begin{bmatrix} \cos\left(\alpha + \frac{1}{2}\Delta\theta\right) \\ \sin\left(\alpha + \frac{1}{2}\Delta\theta\right) \end{bmatrix}$$

where,

$$\alpha = \arctan\left(\frac{p_{2,y} - p_{1,y}}{p_{2,x} - p_{1,x}}\right)$$

New ideas



งานที่ได้รับการติดต่อและอยู่ระหว่างวิจัย

- ทุนวิจัย สกว. ฝ่ายความมั่นคง: ข้อมูลการปลอมป้ายทะเบียน
- งาน demo รองนายก ในงาน CCTV แห่งชาติ : โครงการฝากหมู่บ้านไว้กับตำรวจ
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ: นับจำนวนรถ และนักท่องเที่ยวพัททยา และ เกาะช้าง

โครงการฝากหมูป้านไว้กับตำรวจ: รถชน

ตรวจสอบ
tracking



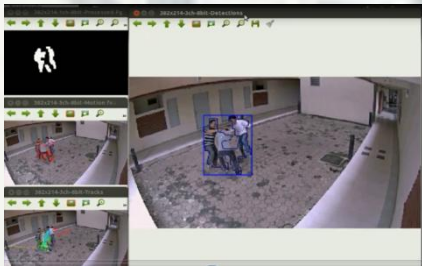
ตรวจสอบ
รถยนต์ในภาพ

V-Watch: V-Securities

การนำไปใช้เพื่อรักษาความปลอดภัย

ระบบสามารถระบุ Object Motion และตั้งการ Alert ขึ้นมาตาม Pattern ที่ตั้งค่าไว้
ได้ในหลากหลายกรณี และการนำไปใช้งาน

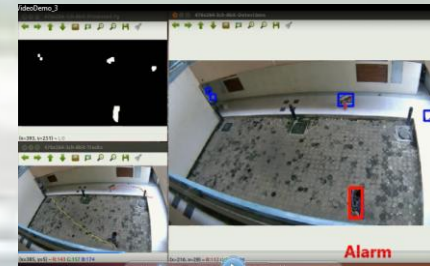
กรณีชกต่อย



กรณีคนล้ม



กรณีคนวิ่ง



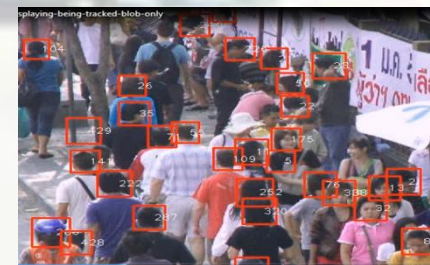
กรณีรถชน



กรณีไฟไหม้



กรณีนับคน



ด้านความปลอดภัยอื่นๆ

- กรณีที่มีทั้งสิ่งของไว้ ในที่สาธารณะ
- กรณีที่คนเดินวนไปวนมา หรือ ยืนอยู่บริเวณ ประตูเป็นเวลานาน
- กรณีที่คนเข้ามาในเขตห้ามเข้า หรือ ปีนข้ามรั้ว

นับจำนวนรถ: ท้ามกลางรถติด

VTracker

318x237-3ch-8bit-Detections

318x237-3ch-8bit-All Tracks

marikhu@marikhu-ubuntu: ~/work/VTracker

Parameters specified by the user
 No. of frames to grab: 4320000
 Camera 1: emulator
 Capture mode for camera 1: VIDEO
 Image type: COLOR
 Camera No.: 1
 Video Path: ../../videos/TalingChan_2014-04-24_06_00_04.avi_cropped.avi
 Image resolution: 1280 x 960
 Process frames: YES
 Save video: NO
 Frame rate of capture: 30 fps
 Config file: ../input/TalingChan_240p_with_lines.config
 Set regions from config file: YES

Input arguments
 [OK]
 SVM Descriptor YML Filename: ../input/windshield_64x24_p3509_n8672.yml
 Vector file loaded: ../input/windshield_64x24_p3509_n8672.yml
 Init done
 opengl support available

Initializing system ...
 System initialized.

Paused. Press 'p' to continue...
 Total unique complete tracks: 1
 Total unique complete tracks: 2
 Total unique complete tracks: 3

(x=309, v=94) ~ R:126 G:126 B:138

(x=7, v=93) ~ R:145 G:139 B:160

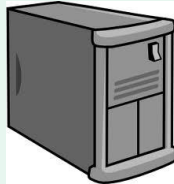
318x237-3ch-8bit-Unique Tracks

318x237-3ch-8bit-Violating Tracks

นับจำนวนคน : ท่ามกลางฝูงชน บริเวณจตุจักร



เปรียบเทียบกับระบบจากต่างประเทศ

	ต่างประเทศ	V-Watch
ราคา	1,xxx,xxx	<1xx,xxx
ขนาด	Server 	Embedded System 
รูปแบบการใช้งาน	เชื่อมสัญญาณมาที่ Server	Portable / เชื่อมสัญญาณ
Extendable features	ติดต่อผู้ผลิต	ง่าย

AEC is coming!!!



มูลค่าตลาด (market size) อัตราการเติบโต 6-8% ต่อปี



และอยู่ระหว่างยื่นจดสิทธิบัตร
ฉบับที่ 2 [กันยายน 2556]

พร้อมสำหรับการลงทุน

สรุป

- ระบบตรวจจับพฤติกรรมของยานพาหนะโดยอัตโนมัติ โดยใช้ Computer Vision และ Machine learning
- ใช้งานได้ทุกสภาพแสง, ทำงาน Real-time, portable, ราคาถูก
- เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นมาเองทั้งหมด สามารถปรับให้เข้ากับความต้องการใช้งานต่างๆในอนาคตได้
- สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานในหลายๆด้าน เช่น การจราจร การขนส่ง สถิติ

ขอบคุณครับ

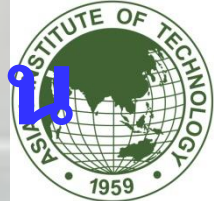
Email: mongkol@ait.asia

- **Background modeling** ที่เรียนรู้ได้อัตโนมัติ และปรับเปลี่ยนตัวเองตามสภาพแสง [ไม่รวมภาพ object , ใช้สียเทียบกับสภาพแสงและถนนในการตรวจสอบเงา]
- **Object recognition using feature detection such as Haar-like features, SIFT, HOG ตามชนิดของ Object**
- **Real time computation for tracking and classifiers เช่น SVM, AdaBoost, K-NN, Neural Network**
- **การผสมผสานกันระหว่าง background subtraction และ objection recognition**



เปรียบเทียบระบบลบเงากับระบบอื่น

ตีพิมพ์ใน วารสาร Pattern Recognition Letters



รายละเอียด	ระบบลบเงาที่เสนอ		ระบบลบเงาที่เสนอโดยชิโควิก และเฮเดน	
	การระบุพิกเซลที่เป็นเงา	การระบุพิกเซลที่เป็นภาพพื้น หน้าหลังจากผ่าน กระบวนการลบเงา	การระบุพิกเซลที่เป็นเงา	การระบุพิกเซลที่เป็นภาพพื้นหน้า หลังจากผ่าน กระบวนการลบเงา
ค่าทำนายผลบวก (Precision)	70.09%	81.29%	47.42%	61.87%
ค่าทำนายผลลบบวก (Negative predictive value)	99.52%	99.04%	99.32%	97.22%
ค่าความไว (Recall)	28.00%	79.01%	15.28%	85.74%
ค่าความแม่นยำ	96.79%	98.04%	96.11%	96.64%
ค่าคะแนน F1 (F1 score)	40.02%	80.13%	23.11%	71.88%

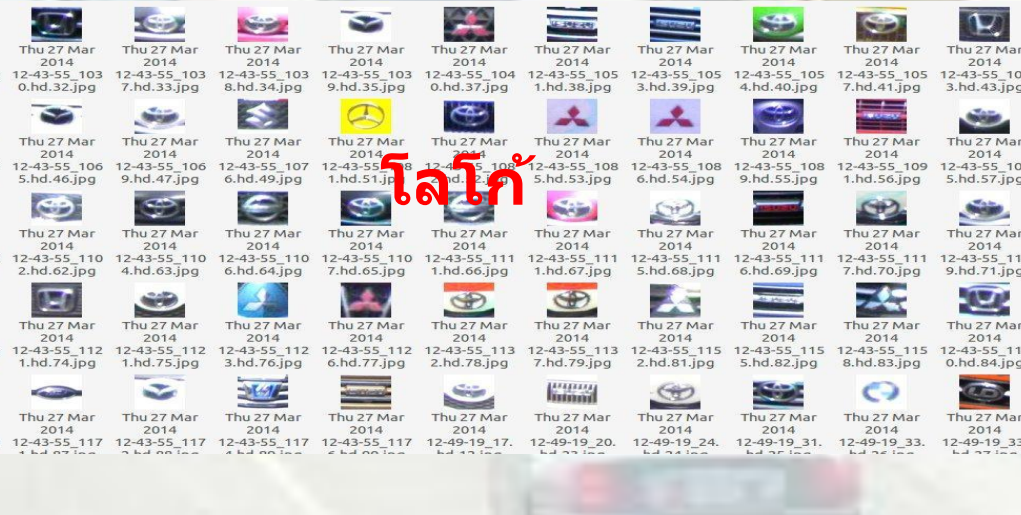
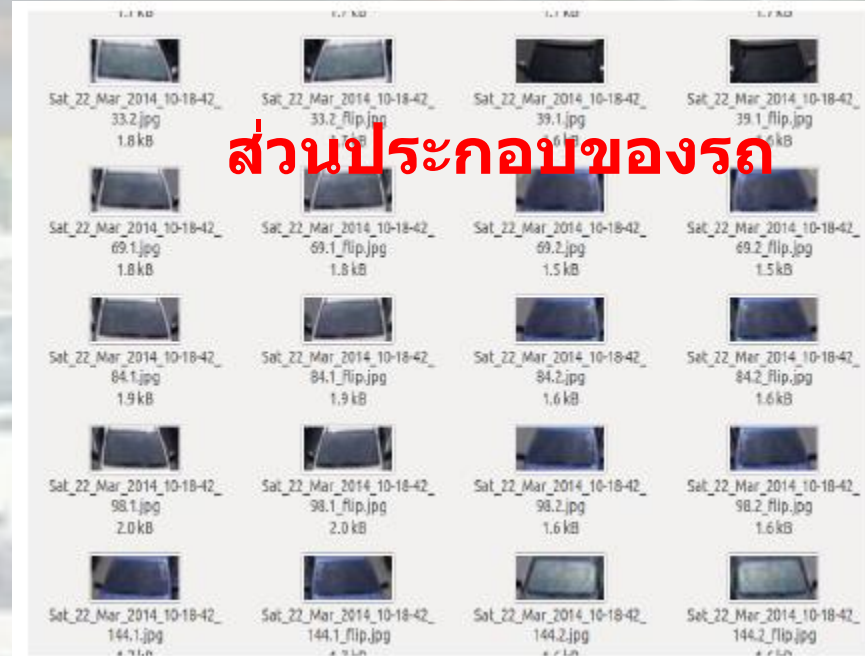
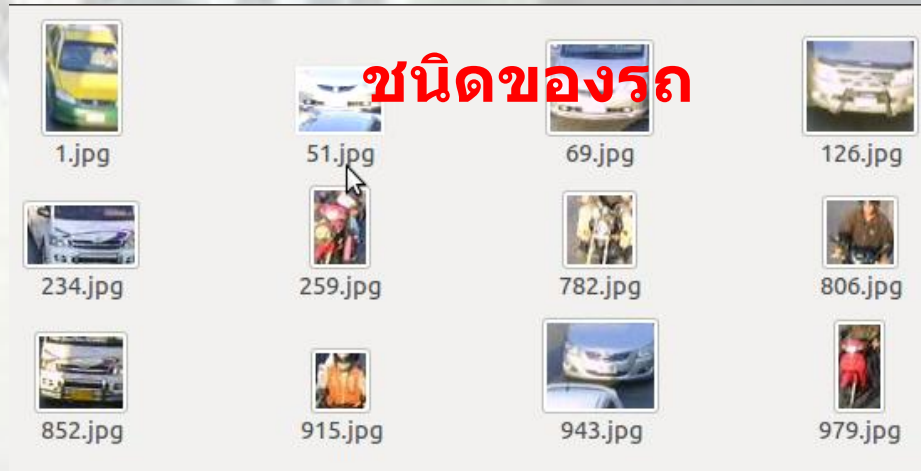
ค่าทำนายผลบวก = จำนวนผลบวกจริง/(จำนวนผลบวกจริง+จำนวนผลบวกหลง)

ค่าความไว = จำนวนผลบวกจริง/(จำนวนผลบวกจริง+จำนวนผลลบหลง)

ความแม่นยำ = (จำนวนผลบวกจริง+จำนวนผลลบจริง)/(จำนวนผลบวกจริง+จำนวนผลลบจริง+จำนวนผลบวกหลง+จำนวนผลลบจริง)

F-score คือ ค่าเฉลี่ยฮาร์โมนิก = $2 * (\text{ค่าทำนายผลบวก} * \text{ความแม่นยำ}) / (\text{ค่าทำนายผลบวก} + \text{ความแม่นยำ})$

Objects Recognition with different features



Real time computation for features + classifiers



Objective	Detection		Recognition	
	Feature	Classifier	Feature	Classifier
License Plate	Harr-like	Adaboost		
OCR			25 features	neural network
Vehicle brand logo	HOG	SVM	SIFT and HOG	SVM
Vehicle type			HOG, features	SVM, K-NN
Car part e.g., Windshield	HOG	SVM		
Color			Histogram HSV	SVM

การผสมผสานระหว่าง background subtraction และ objection recognition

- ข้อดีของ background subtraction คือ ทำงานได้เร็ว ถ้าเทียบกับ การประมวลผลของ classifier
- การหา Feature description กับ classifier ได้ผลความแม่นยำที่สูงกว่า
- ดู Optical flow ของระบบ ในการใช้อย่าง ผสมผสาน และ สามารถทำงานได้แบบ Real-Time