

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



191032

SUT7-711-48-12-63



รายงานการวิจัย

สภาวะแวดล้อมเชิงวิซวลสำหรับการพัฒนาระบบการมองเห็น  
ของคอมพิวเตอร์

Visual Development Environment for Computer Vision System

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว



รายงานการวิจัย

สภาวะแวดล้อมเชิงวิซวลสำหรับการพัฒนาระบบการมองเห็น  
ของคอมพิวเตอร์

Visual Development Environment for Computer Vision System



ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

600255557

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



191032

รหัสโครงการ SUT7-711-48-12-63



## รายงานการวิจัย

# สภาวะแวดล้อมเชิงวิซวล สำหรับการพัฒนาระบบการมองเห็นของคอมพิวเตอร์ Visual Development Environment for Computer Vision System

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

รองศาสตราจารย์ ดร.อาทิตย์ ศรีแก้ว

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผู้ร่วมวิจัย

นายภาณุพงษ์ เพชรเลิศ

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ.2548

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

สิงหาคม 2553

## บทคัดย่อ

191032

งานพัฒนาวิจัยซอฟต์แวร์นี้ได้นำเสนอชุดพัฒนาเรียกว่า VisBuilder สำหรับช่วยพัฒนาสร้างระบบการมองเห็นของคอมพิวเตอร์ได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ ชุดพัฒนานี้ประกอบด้วยซอฟต์แวร์ซึ่งมีองค์ประกอบพื้นฐานในการประมวลผลภาพเพื่อใช้ในการพัฒนาต้นแบบอย่างรวดเร็ว และใช้ต้นรหัสเป็นภาษา C เพื่อให้มีความเร็วในการทำงานเพียงพอสำหรับใช้พัฒนาองค์ประกอบการประมวลผลภาพเพิ่มเติม ชุดซอฟต์แวร์นี้มีการเชื่อมต่อกับผู้ใช้แบบวิซวล (Visual) โดยเน้นการที่ไม่ต้องเขียนโปรแกรมใหม่ ทำให้ผู้ใช้สามารถพัฒนาสร้างระบบได้อย่างง่ายเหมาะสำหรับทั้งผู้พัฒนาระบบการมองเห็นของคอมพิวเตอร์และผู้พัฒนาโปรแกรมอัลกอริทึมการประมวลผลภาพ นอกจากนี้แล้วชุดซอฟต์แวร์นี้ยังได้พัฒนาการเชื่อมต่อระหว่างแต่ละองค์ประกอบ โดยสามารถเชื่อมต่อ VisBuilder ที่ทำงานบนคอมพิวเตอร์ในเครือข่ายเข้าด้วยกันได้ ลักษณะเด่นดังกล่าวทำให้การพัฒนาสร้างระบบการมองเห็นของคอมพิวเตอร์เป็นไปได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ เหมาะสำหรับการประยุกต์ใช้งานได้ตั้งแต่ระบบพื้นฐานจนถึงระบบที่มีความซับซ้อน ชุดซอฟต์แวร์ VisBuilder นี้ผ่านการทดสอบใช้งานเพื่อตรวจสอบความมีเสถียรภาพ และได้ถูกนำเสนอในรูปแบบเปิดต้นรหัสเรียบร้อยแล้ว

## Abstract

191032

This work presents a software tool called VisBuilder for conveniently creating and developing computer vision applications. This software is composed of basic image processing components for rapid prototype of computer vision system. C language is used in development to achieve sufficient speed for extending image processing component. The visual GUI with drag-n-drop style is deployed for customizing components in the software environment. Each component's properties can be adjusted without any coding. This software tool is then suitable for both computer vision system developer and image processing programmer. Moreover, this software tool also provides internet connection for each component. This means different VisBuilder agents on different computers can communicate and cooperate via internet. This feature allows user to efficiently build computer vision system together with resource sharing. VisBuilder can be used to build from basic to advanced computer vision system with different skill levels of users. Currently, the stable version of this VisBuilder software has been released as open source.

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับความร่วมมือช่วยเหลือในด้านต่างๆ จากหลายๆ ฝ่าย จนสำเร็จไปได้  
ลุล่วงด้วยดี คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ให้ความเอื้อเพื่อ  
ทั้งทางด้านสถานที่ เครื่องมือและบุคลากร ขอขอบพระคุณสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและสำนัก  
วิศวกรรมศาสตร์สำหรับการสนับสนุนในทุกๆ ด้าน การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณพ.ศ. 2548

คณะผู้วิจัย

## สารบัญ

### หน้า

บทคัดย่อ(ภาษาไทย).....	ก
บทคัดย่อ(ภาษาอังกฤษ).....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญรูป.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฅ

### บทที่

<b>1 บทนำ</b> .....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย .....	3
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
<b>2 ปรัชญ์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b> .....	5
2.1 การโปรแกรมเชิงภาพ (Visual Programming).....	5
2.2 กระแสข้อมูล (Dataflow).....	6
2.3 โปรแกรมเชิงภาพสำหรับงานพัฒนาระบบการมองเห็นของคอมพิวเตอร์ .....	7
2.4 การแบ่งประเภทของซอฟต์แวร์ตามวิธีการใช้งาน .....	8
2.4.1 ซอฟต์แวร์ชนิดโปรแกรมเชิงภาพ .....	8
2.4.1.1 NI Vision Software.....	8
2.4.1.2 VisiQuest .....	11
2.4.1.3 WiT.....	11
2.4.1.4 NeatVision .....	11

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.1.5 TiViPE.....	12
2.4.1.6 SCIL-Image.....	13
2.4.2 ซอฟต์แวร์ชนิดที่ต้องเขียนโค้ดด้วยตัวเอง.....	13
2.4.2.1 OpenCV.....	14
2.4.2.2 Integrating Vision Toolkit (IVT).....	15
2.4.2.3 GraphicsMagick.....	15
2.4.2.4 Python Image Library (PIL).....	16
2.4.2.5 Adobe Generic Image Library (GIL).....	16
2.4.2.6 ITK.....	18
2.4.3 เปรียบเทียบคุณสมบัติของซอฟต์แวร์สำหรับการประมวลผลภาพ.....	18
2.5 สรุป.....	18
<b>3 แนวคิดและการออกแบบระบบ.....</b>	<b>21</b>
3.1 แนวคิดในการพัฒนา.....	21
3.2 ความต้องการของระบบ.....	21
3.2.1 รongรับขั้นตอนพื้นฐานของการประมวลผลภาพ.....	21
3.2.2 รongรับไฟล์รูปภาพชนิดต่าง ๆ.....	21
3.2.3 ความสามารถในการขยายระบบ.....	22
3.2.4 การพัฒนาเป็นองค์ประกอบย่อย.....	23
3.2.5 Portability.....	23
3.2.6 การทำงานแบบระบบงานพร้อมกัน.....	24
3.2.7 Dataflow.....	24
3.3 สรุป.....	25
<b>4 VisBuilder.....</b>	<b>27</b>
4.1 ภาพรวมและสถาปัตยกรรมระบบ.....	27
4.2 การออกแบบระบบ.....	31

## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2.1	แอปพลิเคชันเลเยอร์ (Application Layer).....	31
4.2.1.1	คลาส VisBuilderApp .....	32
4.2.1.2	คลาส visbdMainFrame .....	32
4.2.1.3	คลาส visbdComponentListPanel .....	32
4.2.1.4	คลาส visbdWorkspace .....	32
4.2.1.5	คลาส visbdLogMessagePanel.....	32
4.2.2	เฟรมเวิร์กเลเยอร์ (Framework Layer) .....	33
4.2.2.1	องค์ประกอบแหล่งจ่าย (Source Component).....	33
4.2.2.2	องค์ประกอบการประมวลผล (Processing Component).....	33
4.2.2.3	องค์ประกอบการแสดงผล (Display Component).....	33
4.2.2.4	คลาส visbdComponentPool.....	34
4.2.2.5	คลาส visbdLibManager .....	34
4.2.3	เลเยอร์องค์ประกอบย่อย (Component Layer).....	34
4.2.3.1	คลาส visbdComponent .....	35
4.2.3.2	คลาส visbdComponentInfo.....	35
4.2.3.3	คลาส visbdUUID .....	35
4.2.3.4	คลาส visbdComponentFactory .....	36
4.2.4	เลเยอร์ข้อมูล (Data Layer).....	36
4.2.5	เลเยอร์การไหลของข้อมูล (Dataflow Layer) .....	36
4.2.5.1	คลาส visbdPortBase.....	36
4.2.5.2	คลาส visbdCircularBuffer .....	38
4.2.6	สถานะแวดล้อมการพัฒนา.....	39
4.2.7	ชุดเครื่องมือพัฒนาซอฟต์แวร์.....	39
4.2.7.1	Boost C++ .....	39
4.2.7.2	wxWidgets.....	40

## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2.7.3	OpenCV.....	40
4.2.7.4	Intel IPP.....	40
4.2.7.5	XML-RPC.....	41
4.3	วิธีการออกแบบที่ใช้กับ VisBuilder.....	45
4.3.1	การโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object-Oriented Programming).....	45
4.3.2	การจัดการ error code.....	46
4.3.3	การทำงานแบบระบบงานพร้อมกัน.....	46
4.3.4	การไม่ใช่ตัวแปรส่วนกลาง (global variable).....	47
4.3.5	การจัดเก็บไฟล์.....	47
4.3.6	การจองหน่วยความจำ.....	48
4.4	สรุป.....	49
5	การทดสอบ VisBuilder.....	53
5.1	การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์รับภาพ.....	53
5.2	การหาขอบภาพ.....	54
5.3	การเชื่อมต่อผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์.....	56
5.4	การวัดประสิทธิภาพการทำงาน.....	58
5.5	สรุป.....	59
6	สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	61
6.1	สรุปผลงานวิจัย.....	61
6.2	ทิศทางของการพัฒนา.....	62
6.2.1	การใช้ Design Pattern.....	62
6.2.2	การนำ VisBuilder ไปใช้กับงานด้านอื่น.....	62
6.2.3	การเพิ่มองค์ประกอบการควบคุม.....	62
6.2.4	การเพิ่มเติมส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้.....	63

## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

รายงานอ้างอิง.....	65
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก. บทความวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่.....	69
ภาคผนวก ข. ประวัติผู้วิจัย.....	71

## สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ภาพการทำงานของ NI Vision ส่วน Block Diagram .....	9
2.2 ภาพการทำงานของ NI Vision ส่วน Font Panel.....	10
2.3 การทำงานของ NeatVision .....	12
2.4 การทำงานของ TiViPE .....	13
2.5 ตัวอย่างการใช้ทำงาน OpenCV .....	15
2.6 ตัวอย่างการใช้งาน PIL.....	16
2.7 ตัวอย่างดัชนีรหัสของ GIL .....	17
4.1 ส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ของ VisBuilder .....	28
4.2 ตัวอย่างหน้าต่างคุณสมบัติขององค์ประกอบย่อย.....	28
4.3 การออกแบบสถาปัตยกรรมระบบในลักษณะเลเยอร์.....	30
4.4 คลาสที่สัมพันธ์กับส่วนต่อประสานกราฟิกกับผู้ใช้ของ VisBuilder.....	31
4.5 โครงสร้างการทำงานของ VisBuilder .....	34
4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างคลาส visbdInPort และคลาส visbdOutPort .....	37
4.7 การทำงานของบัฟเฟอร์แบบหมุน (circular buffer).....	39
4.8 โครงสร้างของ Intel IPP.....	42
4.9 การทำงานของ XML-RPC.....	43
4.10 การส่งข้อมูลของ XML-RPC .....	44
4.11 การทำงานของ VisBuilder บนระบบปฏิบัติการลินุกซ์.....	49
4.12 การทำงานของ VisBuilder บนระบบปฏิบัติการวินโดวส์.....	50
5.1 ขั้นตอนการใช้งานร่วมกับอุปกรณ์รับภาพ.....	53
5.2 การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์รับภาพด้วย VisBuilder.....	54
5.3 ขั้นตอนการหาขอบภาพ .....	55
5.4 การหาขอบภาพด้วย VisBuilder.....	55
5.5 ขั้นตอนการเชื่อมต่อผ่านระบบเครือข่าย .....	57

## สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

5.6	การกำหนดให้ VisBuilder ทำหน้าที่เป็นแม่ข่าย .....	57
5.7	การวัดประสิทธิภาพในการประมวลผลของ VisBuilder.....	58
6.1	องค์ประกอบย่อยการตรวจสอบเงื่อนไขเดียว .....	63
6.2	องค์ประกอบย่อยการเลือก.....	63

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของซอฟต์แวร์สำหรับการประมวลผลภาพ .....19
5.1	ตารางการหาความเร็วในการทำงาน VisBuilder.....59