การระบุตำแหน่งหุ่นยนต์โดยใช้การประมวลผลภาพดิจิตอล

Robot Localization by Digital Image Processing

สัญญา สมัยมาก*, ฌานิน หาญณรงค์, สุระศักดิ์ วิเศษทรัพย์, นิติพงษ์ เสมทับ, พรนิภา เอี่ยมบริสุทธิ์

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ 73170

*E-mail: sanya.sam@rmutr.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการระบุตำแหน่ง และมุมของหุ่นยนต์บนสนามจำลองในรูปแบบพิกัดฉาก โดยใช้กล้อง Webcam ข้อมูลที่ประมวลผลได้จะถูกแสดงผลทั้งในส่วนของ Client และ Server ผ่านช่องทาง LAN จากผลการทดลองสามารถแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีความผิดพลาดเพียง 2%

คำสำคัญ: การประมวลผลภาพดิจิตอล, การระบุตำแหน่งพิกัดและองศาการเคลื่อนที่, การแสดงผลข้อมูลผ่านเครือข่าย LAN

Abstract

This paper presents the identification of robot position and angle on the model field to form a rectangular coordinate by using the webcam camera. Data processing will be displayed on client and server throughput LAN. The results found that system can operate effectively with an error of only 2%.

Keywords: Digital image processing, Position and degree move identification, Data impressions via network LAN

1. คำนำ

เนื่องจากระบบอุตสาหกรรมในปัจจุบันนี้ล้วนนำเทคโนโลยีที่ทันสมัยเข้ามาพัฒนาส่วนต่างๆของกระบวนการให้มีการทำงานที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ป้องกันความเสียหาย และลดอุบัติเหตุจากการปฏิบัติงานให้น้อยลงรวมไปถึงการจัดการข้อมูลสำหรับนำมาวิเคราะห์เชิงสถิติของกระบวนการทุกภาคส่วนในระบบอุตสาหกรรม เพื่อที่จะลดการใช้ต้นทุนทรัพยากรให้น้อยที่สุด และสามารถเพิ่มคุณภาพของกระบวนการต่างๆ ให้มีการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

ทุกวันนี้มีเทคโนโลยีที่ทันสมัยและอัจฉริยะมากมายที่มนุษย์คิดค้นพัฒนาขึ้นมา เพื่อใช้อำนวยความสะดวกสบายในชีวิตประจำวันรวมไปถึงเทคโนโลยีที่ถูกนำมาใช้ในระบบอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมการผลิต อุตสาหกรรมหุ่นยนต์ เป็นต้น โดยจะมุ่งเน้นในส่วนการพัฒนาให้ระบบอุตสาหกรรมแบบเดิมที่ส่วนมากจะใช้มนุษย์เป็นผู้ปฏิบัติงานเป็นหลักทั้งในขั้นตอนการผลิต คัดแยก จัดเก็บ ตรวจเช็ค และบันทึกข้อมูล ซึ่งมนุษย์เองนั้นมีขีดจำกัดทางกายภาพในการปฏิบัติงานที่จำกัด เช่น ความรวดเร็วและสม่ำเสมอ ความแม่นยำและถูกต้อง และความเสี่ยงอันตรายในสถานที่การปฏิบัติงาน เป็นต้น ซึ่งได้มีการพัฒนาระบบอุตสาหกรรมให้มีรูปแบบที่เป็นอัตโนมัติมากขึ้นโดยได้มีการนำเทคโนโลยีหุ่นยนต์เข้ามาปฏิบัติงานร่วมกับมนุษย์ทำให้กระบวนการมีประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้นและยังช่วยลดต้นทุนอัตราค่าจ้างแรงงานรวมไปถึงช่วยป้องกันอุบัติเหตุในการปฏิบัติงานให้เกิดความสูญเสียน้อยลง

จากแนวคิดดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นเป็นเหตุจูงใจในการทำการวิจัย “การระบุตำแหน่งหุ่นยนต์โดยใช้การประมวลผลภาพดิจิตอล” ขึ้นเพื่อใช้เทคโนโลยีการประมวลผลภาพดิจิตอลในการระบุตำแหน่งและองศาการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์บนพื้นสนามจำลอง โดยใช้การแสดงผลผ่านระบบเครือข่าย LAN เพื่อเป็นแนวในการพัฒนาการควบคุมการทำงาน และการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ในอนาคตต่อไป

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ภาพรวมของระบบ

ภาพรวมของระบบสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2-1 โดยเริ่มจากการเชื่อมต่อกล้องเว็บแคมเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ จากนั้นก็จะใช้ซอฟต์แวร์ Microsoft Visual C# 2015 (Express Edition) ในการเขียนโปรแกรมประมวลผลภาพดิจิตอลเพื่อระบุพิกัดตำแหน่ง และองศาสำหรับจำลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ แล้วทำการแสดงผลภาพผ่านระบบเครือข่าย Local Area Network (LAN)

2.2 การประมวลผลภาพดิจิตอล

การประมวลผลภาพ (Image Processing) หมายถึง การนำภาพมาประมวลผลหรือคิดคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เราต้องการทั้งในเชิงคุณภาพ และปริมาณโดยมีขั้นตอนต่างๆ ที่สำคัญ คือ การทำให้ภาพมีความคมชัดมากขึ้น การกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพ การแบ่งส่วนของวัตถุที่เราสนใจออกมาจากภาพเพื่อนำภาพวัตถุที่ได้ไปวิเคราะห์หาข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น ขนาด รูปร่าง และทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุในภาพ

จากนั้นเราสามารถนำข้อมูลเชิงปริมาณเหล่านี้ไปวิเคราะห์ และสร้างเป็นระบบ เพื่อใช้ประโยชน์ในงานด้านต่างๆ เช่น ระบบคัดแยกเกรดหรือคุณภาพของพืชผลทางการเกษตร

ระบบรู้จำลายนิ้วมือเพื่อตรวจสอบว่าภาพลายนิ้วมือที่มีอยู่นั้นเป็นของผู้ใด ระบบเก็บข้อมูลรถที่เข้า และออกอาคารโดยใช้ภาพถ่ายของป้ายทะเบียนรถเพื่อประโยชน์ในด้านการรักษาความปลอดภัย และระบบรู้จำใบหน้าเพื่อเฝ้าระวังผู้ก่อการร้ายในอาคารสถานที่สำคัญๆ เป็นต้น

2.3 ซอฟต์แวร์สำหรับการเขียนโปรแกรม

งานวิจัยนี้นี้ได้เลือกใช้ซอฟต์แวร์ประเภท IDE (Integrated Development Environment) ซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนาโปรแกรมที่สมบูรณ์ ประกอบไปด้วยหน้าจอเอดิเตอร์ (Editor), คอมไพเลอร์ (Complier) และดีบักเกอร์ (Debugger) สำหรับช่วยในการตรวจสอบข้อผิดพลาดของโปรแกรมที่จะช่วยให้เราเขียนโปรแกรม C# ได้สะดวกและมีประสิทธิภาพมากขึ้น จึงได้เลือกใช้ซอฟต์แวร์ Microsoft Visual C# 2015 (Express Edition) ซึ่งเป็นเครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรมซึ่งประกอบไปด้วยภาษา C# ซึ่งเป็นภาษาใหม่สำหรับการพัฒนาซอฟต์แวร์

2.4 ภาษา C#

C# (อ่านว่าซีชาร์ป (C-Sharp)) เป็นภาษาที่เกิดขึ้นจากการพัฒนา Microsoft .NET (หรือเรียกสั้นๆว่า .NET) ภาษานี้จึงสร้างขึ้นมาให้เหมาะกับ .NET โดยเฉพาะ ซึ่งได้รวบรวมจุดเด่นและความสามารถของภาษาดั้งเดิมหลายๆภาษาเข้าด้วยกัน

2.5 AForge.net

AForge.net คือ การออกแบบ Framework ของโปรแกรม Visual C# สำหรับการพัฒนาและวิจัยในสาขาของคอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer Vision) และปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) AForge.net ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย สามารถรองรับ Algorithm ต่างๆ ได้มากมาย เช่น การประมวลผลภาพ (Image Processing), โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Networks), Fuzzy Logic, Machine Learning, วิทยาการหุ่นยนต์ (Robotics) และอื่นๆ

2.6 เทคโนโลยี Local Area Network (LAN)

แลน (LAN) เป็นรากฐานของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทั่วไปกล่าวคือ เครือข่ายโดยส่วนใหญ่จะมีระบบแลนเป็นองค์ประกอบหลัก เครือข่ายแบบแลนอาจเป็นได้ตั้งแต่เครือข่ายแบบง่ายๆ เช่น มีคอมพิวเตอร์สองเครื่องเชื่อมต่อกันด้วยสายสัญญาณไปจนถึงเครือข่ายที่สลับซับซ้อน อย่างเช่น มีเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นพันๆ เครื่อง และมีอุปกรณ์เครือข่ายอื่นๆ อีกมากมาย

2.7 คุณสมบัติของกล้องเว็บแคม

1. Full HD 1080p video calling (up to 1920 x 1080 pixels) with the latest version of Skype for Windows

2. 720p HD video calling (up to 1280 x 720 pixels) with supported clients

3. Full HD video recording (up to 1920 x 1080 pixels) with a recommended system
4. Logitech Fluid CrystalTM Technology
5. H.264 video compression
6. Carl Zeiss® lens with 20-step autofocus
7. Built-in dual stereo mics with automatic noise reduction
8. Automatic low-light correction
9. Hi-speed USB 2.0 certified (USB 3.0 ready)
10. Tripod-ready universal clip fits laptops, LCD or CRT monitors

3. ขั้นตอนการดำเนินการ

การดำเนินการหลักๆ ประกอบด้วยการตรวจจับวัตถุโดยการตรวจจับค่าสี RGB การประมวลผลภาพเพื่อระบุตำแหน่งและองศาการเคลื่อนที่ของวัตถุตั้งแต่ 0 ถึง 360 องศา และการแสดงผลผ่านระบบเครือข่าย LAN โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.1 ออกแบบพื้นสนามหุ่นยนต์จำลอง

3.2 ติดกล้องเว็บแคมไว้กับโครงสร้างโต๊ะชิ้นงานตรงตำแหน่งกึ่งกลาง

3.3 การหาตำแหน่ง Pixel ของวัตถุโดยการตรวจจับค่าสี RGBโดยโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้น

การดำเนินการหลักๆคือโปรแกรมจะแสดงภาพที่ได้รับจากกล้องขึ้นมาแสดงไว้ใน Picture Box และก็จะทำการตรวจจับวัตถุที่มีค่าสีตรงกับค่าสี R, G, B ที่ได้ทำการเลือกไว้ใน Color Dialog เมื่อพบวัตถุนั้นแล้วโปรแกรมก็จะทำการสร้างกรอบสี่เหลี่ยมล้อมรอบติดตามวัตถุนั้นเอาไว้ ซึ่งการเลือกค่าสี R, G, B ที่เหมาะสมจะส่งผลให้โปรแกรมทำการตรวจจับวัตถุได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

3.4 การหาค่าพิกัดตำแหน่งของวัตถุ

ขั้นตอนนี้ก็คือการ mapping ระหว่างค่าตำแหน่ง Pixel ของวัตถุจากขนาดของ Picture Box ในหน้า Graphic Design ในโปรแกรม และค่าตำแหน่งสเกลของพื้นสนามหุ่นยนต์จำลอง เพื่อให้ได้ค่าพิกัดตำแหน่งของวัตถุทั้ง 2 วัตถุในแนวระนาบแกน X และ Y ให้ตรงตามขนาดสเกลของพื้นสนามหุ่นยนต์จำลอง

3.5 การหาค่าองศาการเคลื่อนที่ของวัตถุ ในการหาค่ามุมองศาในมุมอื่นๆ ได้เขียนโปรแกรมเพื่อสร้างเงื่อนไขสำหรับคำนวณและแสดงค่าองศา 4 เงื่อนไขดังนี้

<u>เงื่อนไขที่ 1</u> เมื่อพิกัดตำแหน่งในแนวแกน X ของวัตถุที่ 1 <= พิกัดตำแหน่งในแนวแกน X ของวัตถุที่ 2 และ พิกัดตำแหน่งในแนวแกน Y ของวัตถุที่ 1 <= พิกัดตำแหน่งในแนวแกน Y ของวัตถุที่ 2 ให้แสดงผลค่าองศาจากการคำนวณได้เลย

<u>เงื่อนไขที่ 2</u> เมื่อพิกัดตำแหน่งในแนวแกน X ของวัตถุที่1

>= พิกัดตำแหน่งในแนวแกน X ของวัตถุที่ 2 และ พิกัดตำแหน่งในแนวแกน Y ของวัตถุที่ 1 <= พิกัดตำแหน่งในแนวแกน Y ของวัตถุที่ 2 ให้นำผลการคำนวณค่าองศาที่ได้ ไปบวกเพิ่มอีก 90 องศา

เงื่อนไขที่ 3 เมื่อพิกัดตำแหน่งในแนวแกน X ของวัตถุที่ 1 >= พิกัดตำแหน่งในแนวแกน X ของวัตถุที่ 2 และ พิกัดตำแหน่งในแนวแกน Y ของวัตถุที่ 1 >= พิกัดตำแหน่งในแนวแกน Y ของวัตถุที่ 2 ให้นำผลการคำนวณค่าองศาที่ได้ ไปบวกเพิ่มอีก 180 องศา

เงื่อนไขที่ 4 เมื่อพิกัดตำแหน่งในแนวแกน X ของวัตถุที่ 1<= พิกัดตำแหน่งในแนวแกน X ของวัตถุที่ 2 และ พิกัดตำแหน่งในแนวแกน Y ของวัตถุที่ 1 >= พิกัดตำแหน่งในแนวแกน Y ของวัตถุที่ 2 ให้นำผลการคำนวณค่าองศาที่ได้ ไปบวกเพิ่มอีก 270 องศา

3.6 การรับ-ส่งข้อมูล Client to Server

สรุปได้ว่าโปรแกรมประมวลผลภาพดิจิตอลอ่านค่าพิกัดตำแหน่งผิดพลาด 4 ครั้ง จากการทดลองทั้งหมด 16 ครั้ง ได้แก่ ครั้งที่ 6, 10, 12 และ 16 ซึ่งในแต่ละครั้งอ่านค่าพิกัดตำแหน่งผิดพลาด0.5% ทำให้การคำนวณค่าองศาผิดพลาดไปด้วย ตามลำดับ

4 . ผลการทดลอง

ตารางที่ 1 ผลการทดลองหาค่าตำแหน่งและองศาการเคลื่อนที่

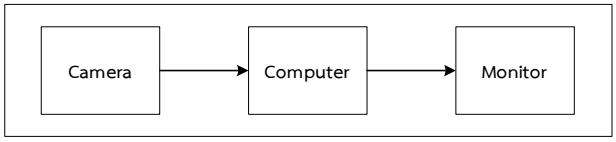
ครั้งที่	ตำแหน่งอ้างอิงจากการวัดที่ X 0, Y 0	ตำแหน่งจากโปรแกรมประมวลผลภาพ
1.	วัตถุที่ 1 X 0, Y 0 วัตถุที่ 2 X 25, Y 0 ค่าองศา 0	วัตถุที่ 1 X 0, Y 0 วัตถุที่ 2 X 25, Y 0 ค่าองศา 0.0000
2.	วัตถุที่ 1 X 0, Y 0 วัตถุที่ 2 X 50, Y 0 ค่าองศา 0	วัตถุที่ 1 X 0, Y 0 วัตถุที่ 2 X 50, Y 0 ค่าองศา 0.0000
3.	วัตถุที่ 1 X 0, Y 0 วัตถุที่ 2 X 0, Y 25 ค่าองศา 90	วัตถุที่ 1 X 0, Y 0 วัตถุที่ 2 X 0, Y 25 ค่าองศา 90.0000
4.	วัตถุที่ 1 X 0, Y 0 วัตถุที่ 2 X 0, Y 50 ค่าองศา 90	วัตถุที่ 1 X 0, Y 0 วัตถุที่ 2 X 0, Y 50 ค่าองศา 90.0000
5.	วัตถุที่ 1 X 0, Y 0 วัตถุที่ 2 X -25, Y 0 ค่าองศา 180	วัตถุที่ 1 X 0, Y 0 วัตถุที่ 2 X -25, Y 0 ค่าองศา 180.0000
6.	วัตถุที่ 1 X 0, Y 0 วัตถุที่ 2 X -50, Y 0 ค่าองศา 180	วัตถุที่ 1 X 0, Y 0 วัตถุที่ 2 X -51, Y 0 ค่าองศา 180.0000
7.	วัตถุที่ 1 X 0, Y 0 วัตถุที่ 2 X 0, Y -25 ค่าองศา 270	วัตถุที่ 1 X 0, Y 0 วัตถุที่ 2 X 0, Y -25 ค่าองศา 270.0000
8.	วัตถุที่ 1 X 0, Y 0 2วัตถุที่ 2 X 0, Y -50 ค่าองศา 270	วัตถุที่ 1 X 0, Y 0 วัตถุที่ 2 X 0, Y -50 ค่าองศา 270.0000
9.	วัตถุที่ 1 X 0, Y 0 วัตถุที่ 2 X 25, Y 25 ค่าองศา 45	วัตถุที่ 1 X 0, Y 0 วัตถุที่ 2 X 25, Y 25 ค่าองศา 45.0000
10.	วัตถุที่ 1 X 0, Y 0 วัตถุที่ 2 X 50, Y 50 ค่าองศา 45	วัตถุที่ 1 X 0, Y 0 วัตถุที่ 2 X 51, Y 50 ค่าองศา 44.4327

4.1 สมการ

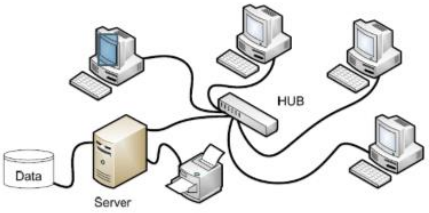
$$c^2 = a^2+b^2 \quad (1)$$

$$\theta = \tan^{-1} \quad (2)$$

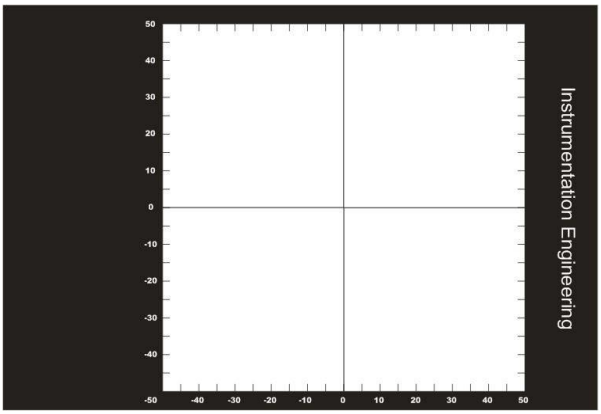
4.2 รูปภาพ



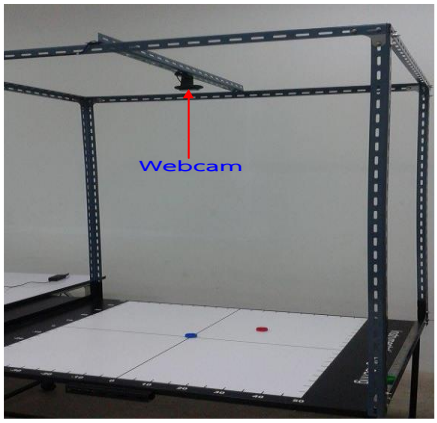
รูปที่ 1 ภาพรวมแสดงการทำงานของระบบ



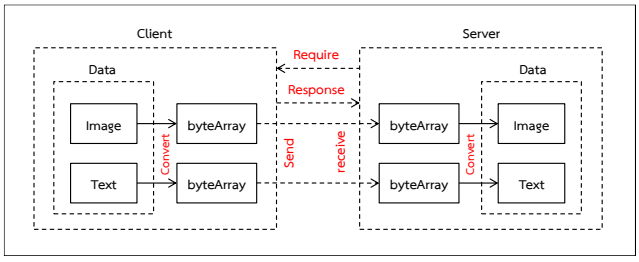
รูปที่ 2 เครือข่ายแลน



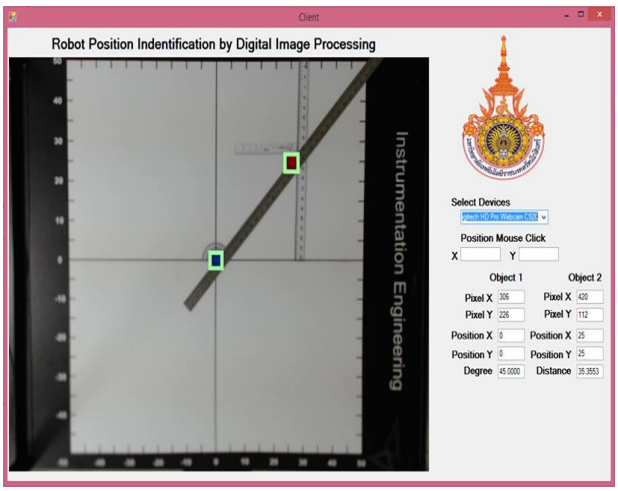
รูปที่ 3 พื้นสนามหุ่นยนต์จำลอง



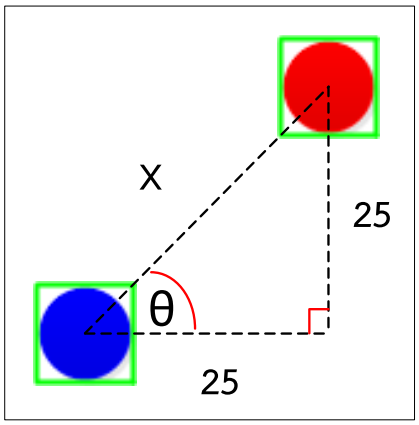
รูปที่ 4 ตำแหน่งการติดตั้งกล้องแคม



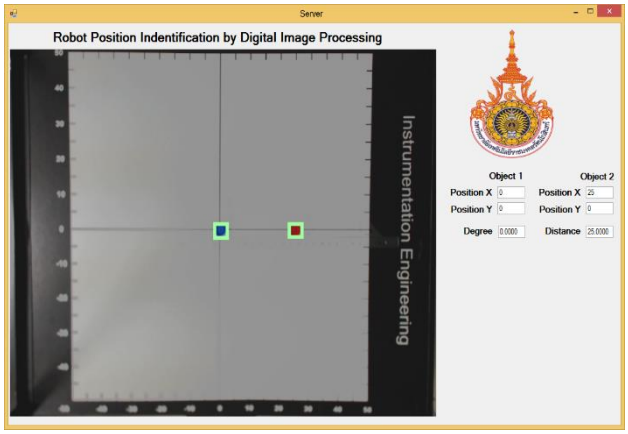
รูปที่ 5 การรับ-ส่งข้อมูล Client to Serve



รูปที่ 6 แสดงการประมวลผลภาพของเครื่อง Client



รูปที่ 7 การคำนวณหาค่าองศา



รูปที่ 8 การแสดงผลข้อมูลของเครื่อง Server

จาก $c^2 = a^2+b^2$

จะได้ว่า $x^2 = 25^2 + 25^2$

$x = \sqrt{25^2 + 25^2}$

$x = \sqrt{1250}$

$x = 35.35533906$

จากนั้นทำการหามุม$\theta = \tan^{-1}$

$= 0.7853981634$

ซึ่งค่าที่ได้นี้จะอยู่ในรูปของค่าRadian จะต้องทำการแปลงค่าให้อยู่ในรูปของ Degree เสียก่อน โดยนำไปคูณ 57.2958 ดังนี้

$= 0.7853981634 \times 57.2958$

$= 45.00001609$ ฉะนั้นจะได้มุมองศาเท่ากับ 45 องศา

5. การอ้างอิง

[1] ผศ.ดร. อรฉัตร จิตต์โสภักตร์. Digital Image Processing/ ทฤฎีการประมวลผลภาพดิจิตอล, บริษัท สงวนกิจ พริ้นท์ แอนด์ มีเดีย.

[2] นิรันด์ ประวิทย์ธนา. เก่ง C# ให้ครบสูตร ฉบับ OOP, วิตตี้กรุ๊ป

[3] เทคโนโลยี AForge.net, ออนไลน์ [ธันวาคม 2559], สืบค้นจาก https://code.google.com/archive/p/aforge/

[4] เทคโนโลยีแลน, ออนไลน์ [ธันวาคม 2559], สืบค้นจาก http://network30206.weebly.com/uploads/2/4/7/3/24735629/_3_.pdf

[5] ตรีโกณมิติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก, ออนไลน์ [ธันวาคม 2559], สืบค้นจาก http://mwit.ac.th/~t2010125/MATH30203/triangle.pdf (เตือนใจ และ คณะ, 2550) หรือเมื่อเป็น

ภาษาอังกฤษ เช่น Wasusri (2007), (Wasusri, 2007), (Wasusri and Brown, 2007) และ (Wasusri, et al., 2007) เป็นต้น

บรรณานุกรม

[1] กรมศุลกากร, 2549, “ระเบียบการส่งสินค้าขาออก,” www.trf.go.th/logistics/export.pdf [20 มกราคม 2549].

[2] เจริญชัย โขมพัตราภรณ์, ธนัญญา วสุศรี, ปรารถนา ปรารถนาดี, รวิพิมพ์ ฉวีสุข, 2549, "ระบบโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องไทย," การประชุมสัมมนาเชิงวิชาการประจำปีด้านการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ครั้งที่ 6, 333-344.

[3] พจมาน เตียวัฒนรัฐติกาล, 2548, การบริหารและการจัดการองค์กรอุตสาหกรรม, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

[4] Ballou, R.H., 2004, Business Logistics / Supply Chain Management, 5e, Prentice Hall.

[5] Pongpornsup, V., Khompatraporn, C., 2006, "Evaluation of Stochastic-Flow Networks using a Reliability Cost Index," Proceedings of the 7th Asian Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference, 691-697.