

โครงร่างโครงการทางวิศวกรรม

(Senior Project Proposal)

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

26 สิงหาคม 2552

ชื่อโครงการ

(ภาษาไทย) การสร้างโมเดลสามมิติของวัตถุโดยอัตโนมัติด้วยกล้องและแขนกล

(ภาษาอังกฤษ) Automatic 3D Modeling with Robotic Arm and Camera

โดย

นางสาวนันท์นี้ ตูยานนท์ รหัสประจำตัว 4931216321

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

อ.ดร.นัทธี นิภาพันธ์

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา :

งานด้านแอนิเมชันรวมถึงเกมฝีมือคนไทยในปัจจุบันนี้ เริ่มมีบทบาทสำคัญมากขึ้นสังเกตได้จากผลงานมากมาย อาทิเช่น ก้านกล้วย บังปอนด์ หรือเกมออนไลน์สัญชาติไทยทั้งหลาย ซึ่งงานด้านนี้มีการขึ้นโมเดลสามมิติเพื่อสร้างภาพและฉากต่างๆ

ขั้นตอนการสร้างโมเดลโดยปกติจะต้องเริ่มสร้างจากโครงร่างพื้นฐานง่ายๆ เช่น รูปทรงเรขาคณิตแบบต่างๆ แล้วจึงค่อยๆ บั๊นขึ้นรูปไปให้เป็นรูปร่าง ซึ่งผู้ที่ทำการสร้างโมเดลต้องมีความรู้ เช่น การขึ้นรูปโดยใช้ Polygon หรือ nurb หรือ การใช้เทคนิคทำ subdivision ในการแยกความละเอียดเพื่อได้โมเดลที่สวยงาม ทำให้ผู้สร้างโมเดลจะต้องมีความรู้และความชำนาญอยู่บ้าง อีกทั้งยังต้องมีความละเอียดอ่อนในการสร้างโมเดลขึ้นมาทำให้ใช้เวลานานอีกด้วย

อย่างไรก็ตามสำหรับการสร้างโมเดลนั้น ยังมีอุปกรณ์ขึ้นรูปสามมิติจากกล้องถ่าย 3D Scanner ที่ทำงานโดยการนำกล้องมาถ่ายภาพรอบๆ ด้านของต้นแบบจริง แล้วนำมาคำนวณเป็นโมเดลสามมิติลงบนคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถนำมาขึ้นรูปสามมิติได้อย่างรวดเร็วแต่มีราคาสูงประมาณ 500,000 บาท [1]

การวิจัยในเรื่องการสร้างโมเดลสามมิติของวัตถุใดๆ ด้วยกล้องและแขนกล นั้นสามารถเข้ามา มีบทบาทต่อการสร้างภาพสามมิติได้ ด้วยกระบวนการคล้ายคลึงกับ 3D Scanner แต่ใช้อุปกรณ์ที่มีราคาถูกลงซึ่งได้แก่ กล้องวีดีโอ

ในงานวิจัยของ Vladimir A. Knyaz, Sergey Yu. Zheltov [2] จะใช้การวางกล้องถ่ายรูปหลายๆ กล้องไว้ตามจุดต่างๆ แล้วใช้แผ่นหมุนวัตถุหมุนไปรอบๆ ทำให้สามารถเก็บภาพได้ครบทุกมุมสำหรับนำมาประมวลผล

อย่างไรก็ตามการมีกล้องหลายๆ ตัวนั้นมีข้อเสียคือใช้ต้นทุนการผลิตสูง และถึงแม้จะมีหลายตัว แต่ตำแหน่งที่กล้องวางนั้นอาจจะไม่ครบถ้วนในทุกๆ ละเอียดที่ต้องการเก็บข้อมูล จึงทำให้เกิดความคิดที่จะใช้แขนกลที่สามารถเคลื่อนที่ไปในพื้นที่ของฐานวางวัตถุเพื่อสำรวจมุมมองของวัตถุนั้นได้มากขึ้นมาติดกับกล้องวีดีโอ 1 ตัว

โครงการนี้จะใช้แขนกลในการเคลื่อนตำแหน่งกล้องไปในจุดที่เหมาะสมในการใช้สร้างโมเดลสามมิติโดยอัตโนมัติ ขั้นตอนคร่าวๆ ของโครงการนี้เริ่มจากการบัดดินน้ำมันเป็นต้นแบบ และวางไว้บน

แผ่นพื้นที่ที่กำหนดไว้ โดยกล้องสามารถทำการ Calibrate [3] เทียบต้นแบบกับจุดสังเกตบนแผ่นซึ่งเป็นพื้นที่ที่แขนหุ่นยนต์สามารถเข้าไปสำรวจได้ โดยทำการคำนวณ inverse kinematic เพื่อเคลื่อนที่แขนหุ่นยนต์ไปยังจุดที่ต้องการ และทำการคำนวณ forward kinematic เพื่อให้ทราบตำแหน่งของกล้องคร่าวๆ และใช้แขนกลนั้นเคลื่อนที่ไปถ่ายรูปในมุมต่างๆของต้นแบบ[4] โดยมีพิกัดคร่าวๆจากแขนกล ก็สามารถนำมาสร้างภาพด้วยหลักการของ stereo vision ซึ่งใช้สำหรับสร้างภาพจากมุมมองของกล้องหลายๆมุมมาสร้างให้เป็นความลึกของวัตถุที่กล้องมองเห็น แล้วนำมาประมวลผลรวมกันสร้างเป็นโมเดลสามมิติขึ้นมา

2. วัตถุประสงค์

เพื่อสร้างอุปกรณ์สำหรับขึ้นรูปโมเดลสามมิติจากวัตถุ ในที่นี้ใช้การปั้นดินน้ำมันโดยใช้กล้องวิดีโอร่วมกับแขนกลในการเคลื่อนที่กล้องวิดีโอแบบอัตโนมัติ

3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 การควบคุมแขนกล

สำหรับการควบคุมแขนกลนั้นใช้การคำนวณ Kinematic ของแขนกลโดยแบ่งเป็น 2 ส่วนดังนี้

3.1.1 Forward Kinematic ใช้สำหรับคำนวณตำแหน่งปลายแขนของแขนกลเทียบกับฐานเริ่มต้น

3.1.2 Inverse Kinematic ใช้คำนวณองศาของข้อต่อแขนกลเมื่อต้องการให้ปลายแขนกลเคลื่อนที่ไปยังจุดที่ต้องการ

3.2 การประมวลผลภาพ

3.2.1 Calibration การปรับตั้งค่าโมเดลของกล้องเพื่อใช้ในการคำนวณ

3.2.2 Stereo Vision ใช้หลักการของ Stereo คำนวณหาตำแหน่งที่แท้จริงของ

วัตถุจากรูปภาพ และตำแหน่งที่ได้จากกล้อง

3.3 การคำนวณเส้นทางและตำแหน่งเก็บภาพอัตโนมัติ

ในระบบนี้การเคลื่อนที่ของแขนกลเพื่อเก็บข้อมูลภาพของวัตถุจะเป็นไปโดยอัตโนมัติทำให้ต้องใช้การคำนวณโดยปัญญาประดิษฐ์ (AI) ในการตัดสินใจเข้าไปค้นหาและเก็บข้อมูลในส่วนที่จำเป็น

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Vision based technique for photorealistic 3D reconstruction of historical items [2]

เป็นงานวิจัยที่ใช้กล้องความละเอียดสูงสามตัวทำการสร้างภาพสามมิติ โดยวางวัตถุไว้บนโต๊ะหมุน

5. แนวคิดในการแก้ปัญหา :

ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งเป็น 6 ส่วนดังนี้

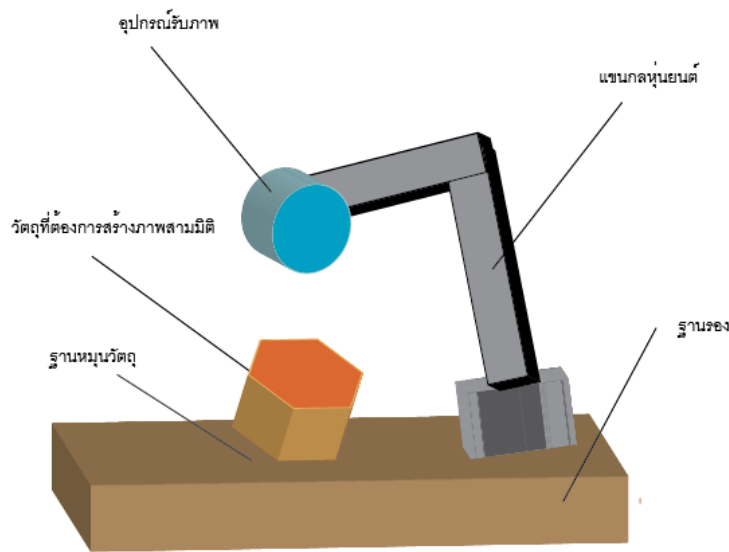
1. ศึกษาหาข้อมูลการทำโครงงาน
2. จัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับการทดลอง และสร้างอุปกรณ์
3. พัฒนาโปรแกรมสำหรับควบคุมแขนหุ่นยนต์ให้เคลื่อนที่ไปได้ตามตำแหน่งที่ต้องการ
4. พัฒนาโปรแกรมอ่านภาพเพื่อระบุจุดสามมิติจากภาพสองมิติ (Stereo vision)
5. พัฒนาโปรแกรมสำหรับแสดงผลภาพสามมิติจากจุดที่ส่งมาให้ในส่วนที่แล้ว
6. ศึกษาและพัฒนาการเคลื่อนที่ของแขนหุ่นยนต์ให้เคลื่อนที่ได้เหมาะสมสำหรับการมองวัตถุ

1. ศึกษาข้อมูลการทำโครงงาน

ในขั้นนี้จะทำการศึกษาข้อมูลในด้านต่างๆที่ใช้ในการทำโครงงานนี้ซึ่งแบ่งเป็นส่วนใหญ่ๆได้ทั้งหมด 4 ส่วนได้แก่ inverse/forward kinematic, camera calibration, stereo vision และการนำจุดมาสร้างภาพในสามมิติด้วย OpenGL

2. จัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับการทดลอง และสร้างอุปกรณ์

ในโครงการนี้จะมีการสร้างอุปกรณ์ คือ แผ่นรองสำหรับพื้นที่วางวัตถุที่ต้องการสร้างโมเดลสามมิติ และมีแขนหุ่นยนต์ที่ติดกล้องถ่ายวิดีโอสำหรับเคลื่อนที่ไปมาในแผ่นรองนั้น



ภาพที่ 1 – โครงร่างอุปกรณ์

3. พัฒนาโปรแกรมสำหรับควบคุมแขนหุ่นยนต์ให้เคลื่อนที่ไปได้ตามตำแหน่งที่ต้องการ

ส่วนของแขนกลหุ่นยนต์ที่จะต้องทำมีอยู่สองส่วนคือ

- Inverse kinematic เพื่อใช้หามุมต่างๆของแขนเพื่อให้เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่เราระบุได้
- Forward kinematic เพื่อใช้สำหรับคำนวณตำแหน่งปลายแขนซึ่งมีกล้องวิดีโอติดอยู่สำหรับ ใช้ในการคำนวณในขั้นต่อไป

4. พัฒนาโปรแกรมอ่านภาพเพื่อระบุจุดสามมิติจากภาพสองมิติ (Stereo vision)

เริ่มจากการเทียบกล้อง(Calibration) และเทียบกับเฟรมของแผ่นรองวัตถุ เพื่อให้ทราบว่าจุดของภาพสองมิติที่ได้มาจากกล้องนั้นเทียบได้กับจุดใดบนสามมิติของวัตถุ โดยการขยับแขนของแขนหุ่นยนต์ไปในมุมต่างๆเพื่อให้ได้ข้อมูลครบถ้วน โดยเมื่อเทียบตำแหน่งได้แล้วจะต้องทำการจับภาพโดยใช้อัลกิริที่ทาง computer vision เช่น การตรวจจับขอบ (edge detection), Scale-invariant feature transform (SIFT) เป็นต้นเพื่อช่วยในคำนวณตำแหน่งเดียวกันของวัตถุสำหรับนำมาคำนวณและสร้างภาพสามมิติได้แม่นยำยิ่งขึ้น

5. พัฒนาโปรแกรมสำหรับแสดงผลภาพสามมิติจากจุดที่ส่งมาให้ในส่วนที่แล้ว

เนื่องจากจุดที่ได้รับมานั้นต้องมีการจัดการเรื่องความผิดพลาด การแสดงผลที่รวดเร็วและง่ายต่อผู้ใช้ จึงต้องทำการออกแบบโครงสร้างของโมเดลและสร้างหน้าจอของผลลัพธ์ที่เหมาะสม

6. ศึกษาและพัฒนาการเคลื่อนที่ของแขนหุ่นยนต์ให้เคลื่อนที่ได้เหมาะสมสำหรับการมองวัตถุ

เนื่องจากการสำรวจในมุมมองต่างๆของวัตถุจะต้องใช้หลายมุมมองสำหรับการเก็บข้อมูลจุดให้เพียงพอต่อการสร้างโมเดลสามมิติ ในส่วนนี้จะพัฒนาให้โปรแกรมสามารถคำนวณว่าต้องการภาพถ่ายในจุดไหนเพื่อให้ได้โมเดลสามมิติที่สมบูรณ์ด้วยการเคลื่อนที่น้อย และเสียเวลาน้อยที่สุด

5. ขอบเขตของโครงการ :

1. สร้างอุปกรณ์ที่ประกอบไปด้วยฐาน แขนกลและกล้อง webcam และควบคุมคำสั่งแขนกลรวมทั้งรับภาพจากกล้อง webcam ได้
2. นำข้อมูลจากภาพบนกล้อง webcam มาประมวลผลเพื่อหาตำแหน่งของวัตถุบนภาพและนำมาสร้างเป็นโมเดลสามมิติลงบนคอมพิวเตอร์ได้ โดยวัตถุที่ใช้ทดลองเป็นดินน้ำมัน
3. ออกแบบการเคลื่อนที่ของแขนกลไปยังตำแหน่งที่เหมาะสมในการสร้างภาพสามมิติในครบทุกมุม

6. ประโยชน์ของโครงการ

การขึ้นรูปสามมิติจากวัตถุจะสามารถทำได้ง่ายขึ้น และด้วยการใช้แขนกลทำให้สามารถสำรวจไปได้ในทุกๆมุมมองของวัตถุ ด้วยความแม่นยำมากขึ้น เสมือนมีกล้องจำนวนมากตั้งอยู่ ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในเรื่องของกล้องรับภาพ

7. ระยะเวลาในการดำเนินโครงการ

กิจกรรม	ระยะเวลา(เดือน)				
	ก.ย. 52	ต.ค. 52	พ.ย. 52	ธ.ค. 52	ม.ค. 52
ศึกษาหาข้อมูลการทำโครงการ					
จัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับการทดลอง และสร้างอุปกรณ์					
พัฒนาโปรแกรมสำหรับควบคุมแขนหุ่นยนต์					
พัฒนาโปรแกรมอ่านภาพเพื่อระบุจุดสามมิติจากภาพสองมิติ (Stereo vision)					
พัฒนาโปรแกรมสำหรับแสดงผลภาพสามมิติจากจุด					
พัฒนาการเคลื่อนที่ของแขนหุ่นยนต์ให้เป็นแบบอัตโนมัติ					

8. อ้างอิง

[1] <http://artec-group.com/3dscanning/broadway/overview.html>

[2] Vladimir A. Knyaz, Sergey Yu. Zheltov, Vision based technique for photorealistic 3D reconstruction of historical items

[3] Emanuele Trucco and Alessandro Verri., Introductory Techniques for 3-D Computer Vision

[4] Craig, John J., 1955- Introduction to robotics: mechanics and control