

โครงร่างโครงการทางวิศวกรรม
(Senior Project Proposal)

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

26 สิงหาคม 2552

ชื่อหัวข้อโครงการ (ภาษาไทย) การสร้างแบบจำลองศีรษะมนุษย์แบบสามมิติจาก
รูปถ่ายคนเหมือน

ชื่อหัวข้อโครงการ (ภาษาอังกฤษ) Construction of Human Head Model
from Portrait Photos

โดย

นายปกรณ์ อรรถนัสาดิ รหัสประจำตัว 4930253321 ลายมือชื่อ _____

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

อ.ดร.นัทธี นิภาพันธ์ ลายมือชื่อ _____

1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พัฒนาการอย่างก้าวกระโดดของเทคโนโลยีกล้องถ่ายภาพดิจิทัลทำให้ความนิยมในการถ่ายภาพเพิ่มขึ้นเป็นทวีคูณ นอกจากเหตุผลที่ว่าจะได้เห็นภาพที่ถ่ายได้อย่างทันใจแล้ว กล้องดิจิทัลยังผลิตภาพถ่ายที่อยู่ในรูปแบบของไฟล์คอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถนำไปเผยแพร่ได้โดยสะดวก หรือนำไปตกแต่งเพิ่มเติมให้ได้ภาพตามต้องการโดยใช้ซอฟต์แวร์ตกแต่งภาพที่มีอยู่แพร่หลายในท้องตลาด ซึ่งรูปแบบการตกแต่งภาพที่มีการใช้งานสูงสุดอย่างหนึ่งคือการปรับแสง (Brightness adjustment) เพื่อแก้ไขภาพถ่ายที่ดูมืดหรือสว่างเกินไป ในซอฟต์แวร์ตกแต่งภาพทั่วไป การปรับแสงดังกล่าวอาจเป็นการปรับแสงของทั้งภาพไปพร้อม ๆ กัน หรืออาจเป็นการปรับแต่งเฉพาะบางบริเวณของภาพตามแต่ผู้ใช้จะกำหนด นอกจากนี้ผู้ใช้ยังสามารถกำหนดความเข้มของแสงที่ปรับเพิ่มขึ้นหรือลดลงให้มีการไล่ระดับ เช่นกำหนดให้จุดภาพด้านซ้ายมีความเข้มแสงเพิ่มขึ้นมากที่สุด จุดภาพที่อยู่ถัดๆ ไปทางขวามีความเข้มแสงเพิ่มขึ้นน้อยลงเป็นลำดับ ถึงแม้การไล่ระดับของการปรับแสงดังกล่าวจะให้ผลลัพธ์ที่น่าพอใจว่าการปรับแสงแบบเท่ากันทั้งภาพ แต่ก็อาจให้ภาพที่หลอกตา ไม่สมจริง ทั้งนี้ก็เพราะไม่ได้พิจารณากระบวนการที่แท้จริงของเกิดแสงบนจุดภาพ

ในความเป็นจริงแล้ว ปริมาณแสงที่ปรากฏบนแต่ละจุดภาพถูกกำหนดโดยปรากฏการณ์การสะท้อนแสงซึ่งมีความซับซ้อนสูง คือแสงสะท้อนจากผิววัตถุจะหักเหผ่านเลนส์กล้องและปรากฏเป็นจุดภาพ แสงสะท้อนจากผิววัตถุนั้นอาจเป็นแสงจากแหล่งกำเนิดแสงต่าง ๆ หรือเป็นแสงที่สะท้อนมาจากวัตถุอื่นอีกทอดหนึ่ง โดยแสงจะสะท้อนอย่างไรนั้น ก็ขึ้นกับหลายปัจจัย เช่นรูปร่างของวัตถุ เนื้อผิววัตถุที่มีความสามารถในการสะท้อนหรือดูดซับแสงแตกต่างกัน การหักเหแสงของวัตถุ ฯลฯ นั่นก็คือหากเราต้องการปรับแสงในภาพถ่ายให้สมจริงก็ต้องพิจารณากระบวนการนี้ด้วย

โครงการ “การสร้างแบบจำลองศีรษะมนุษย์แบบสามมิติจากภาพถ่าย” จึงเกิดขึ้นโดยมีเป้าหมายในการศึกษา วิจัย และพัฒนาการหาข้อมูลจากภาพที่เป็นประโยชน์โดยใช้เทคนิคทางคอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer Vision) มาใช้ในการสร้างแบบจำลองสามมิติของศีรษะ เพื่อช่วยในการปรับแสงบริเวณใบหน้าให้มีความสมจริง เพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในโปรแกรมตกแต่งภาพเพื่อให้โปรแกรมมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2 วัตถุประสงค์

- ศึกษาและพัฒนาขั้นตอนวิธีสำหรับการสร้างแบบจำลองศีรษะมนุษย์แบบสามมิติจากภาพถ่ายศีรษะมนุษย์

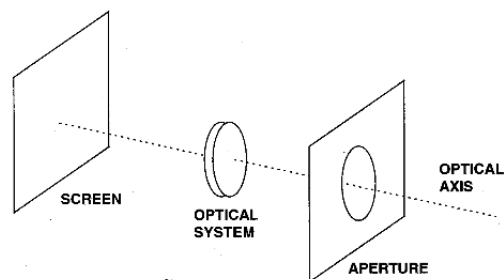
- พัฒนาโปรแกรมสร้างแบบจำลองศีรษะมนุษย์จากภาพถ่ายศีรษะมนุษย์ด้วยวิธีการที่ต่างกันอย่างน้อย 2 วิธี
- เปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากการพัฒนาโปรแกรมแต่ละวิธี

3 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

- ทัศนศาสตร์ (Optics)

ในระบบคอมพิวเตอร์วิทัศน์ กระบวนการของการก่อเกิดภาพจะมีลักษณะเดียวกับระบบวิทัศน์หลายชนิดในธรรมชาติ ซึ่งประกอบด้วย รังสีแสง (Light ray) ที่เดินทางมายังกล้องผ่านรูรับแสงและกระทบฉากรับภาพและอุปกรณ์ไวต่อแสงที่จดจำความเข้มแสงได้



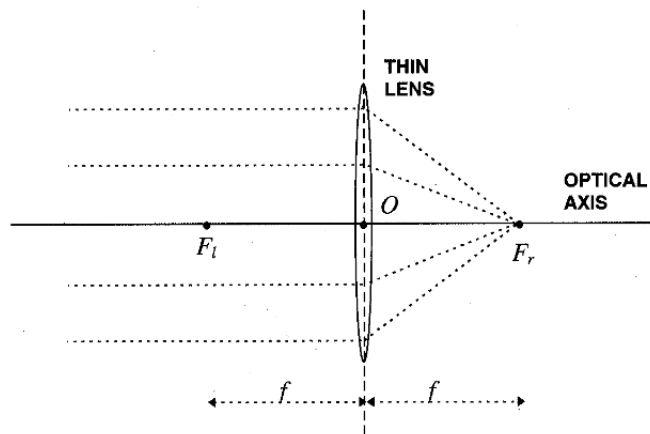
รูป 1 อุปกรณ์พื้นฐานของอุปกรณ์ทางภาพ

เนื่องจากแหล่งกำเนิดแสงในสภาพแวดล้อมปกติ จะมีอยู่ทั่วไป ดังนั้น จุดใด ๆ เพียงจุดเดียวจะสะท้อนแสงที่มาจากแหล่งกำเนิดแสงในหลายๆทิศทางได้ จึงมีหลายรังสีที่สะท้อนมาจากจุดเดียวกันที่เข้าไปในกล้องได้ การที่จะทำให้ภาพมีความคมชัด (In focus) นั้น ทุกๆรังสีที่มาจากจุดใดจุดหนึ่งในโลก จะต้องไปมุ่งเข้าสู่จุดเพียงจุดเดียวบนระนาบของภาพ มิฉะนั้นภาพจะกระจายเป็นวงกลม ซึ่งสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

1. แบบจำลองกล้องรูเข็ม (Pinhole Camera Model) คือการลดขนาดรูรับแสงให้เหลือเป็นจุด ซึ่งหมายความว่า จะมีเพียงรังสีเดียวจากแต่ละจุดที่ผ่านรูนี้ได้ และจะทำให้เกิดภาพที่คมชัดที่รูปร่างไม่บิดเบี้ยว
2. ระบบวิทัศน์ที่ประกอบด้วยเลนส์, รูรับแสง และ อุปกรณ์อื่นๆ ที่ออกแบบมาเพื่อทำให้ทุกรังสีที่ออกมาจากจุดๆหนึ่งในสามมิติมุ่งเข้าสู่จุดบนภาพจุดเดียว เนื่องจากข้อเสียเปรียบที่ชัดเจนของกล้องรูเข็มคือ การที่มีขนาดรูรับแสงเล็ก ทำให้เวลาที่จะรับแสงเข้ามา (Exposure time) ยาว เพราะอุปกรณ์

รับแสงต้องได้รับแสงปริมาณหนึ่ง ถึงจะเกิดภาพได้ ดังนั้นวิธีนี้จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมกว่า

ระบบวิทัศน์ที่มีความซับซ้อนน้อยที่สุดคือ **เลนส์บาง** ซึ่งประกอบด้วย แกน Optical ที่ลากผ่านศูนย์กลางเลนส์และตั้งฉากกับระนาบ และจุดโฟกัส (Focus) 2 จุด (F_l , F_r) อยู่คนละด้านของเลนส์บนแกน Optical ด้วยระยะห่างจากเลนส์เท่าๆกัน คือ ความยาวโฟกัส (f)



รูป 2 แสดงองค์ประกอบและสมบัติของเลนส์ผอม

เลนส์บางมีคุณสมบัติพื้นฐาน 2 ข้อ คือ

- รังสีใดๆ ที่เข้ามาถึงเลนส์ด้านใดด้านหนึ่งและขนานกับแกน Optical จะวิ่งเข้าสู่จุดโฟกัสของเลนส์อีกด้านหนึ่ง
- รังสีใดๆ ที่ออกจากจุดโฟกัสด้านใดด้านหนึ่ง เมื่อผ่านเลนส์แล้ว จะออกไปขนานกับแกน Optical

ถ้ากำหนดให้ Z คือระยะห่างจากวัตถุถึงเลนส์ และ z คือระยะห่างจากภาพถึงเลนส์ จะได้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$\frac{1}{Z} + \frac{1}{z} = \frac{1}{f}$$

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- **เทคนิค Stereopsis** เป็นกระบวนการทางคอมพิวเตอร์วิทัศน์ที่จะดึงข้อมูลสามมิติและระยะของฉากจากภาพหลายมุมมอง โดยอาศัยการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างจุดในแต่ละภาพที่อ้างอิงไปยังจุดเดียวกันในสามมิติแล้วคำนวณระยะทางระหว่างจุดนั้นกับ

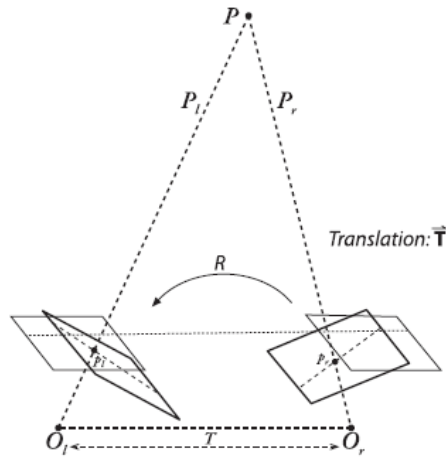
ระนาบภาพของกล้อง Stereopsis เป็นกระบวนการในลักษณะเดียวกันกับการที่สมองแปลงภาพที่ได้จากดวงตาทั้งสองข้างมาเป็นภาพเดียว เทคนิคนี้พยายามแก้ 2 ปัญหาได้แก่

- ปัญหาการจับคู่จุดในแต่ละภาพที่อ้างอิงไปยังจุดเดียวกันในฉาก (Correspondence problem) จะใช้หลักการทางเรขาคณิตที่เรียกว่า Epipolar geometry (รูป 3) ซึ่งเป็นแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างจุดของวัตถุในฉาก และระนาบภาพของกล้องที่มีมุมมองต่างกัน และหลักการทางพีชคณิต เพื่อคำนวณหาเมตริกซ์ที่แทนข้อมูลของแบบจำลองดังกล่าว
- ปัญหา 3-D Reconstruction คือการนำคู่จุดที่ได้จากปัญหาที่แล้ว มาสร้างโครงสร้างพร้อมระบุพิกัดในสามมิติของวัตถุที่สนใจอยู่

เราสามารถนำระยะห่างของแต่ละจุดกับระนาบภาพที่คำนวณได้ มาสร้างเป็นแบบจำลองของศีรษะได้ เช่น

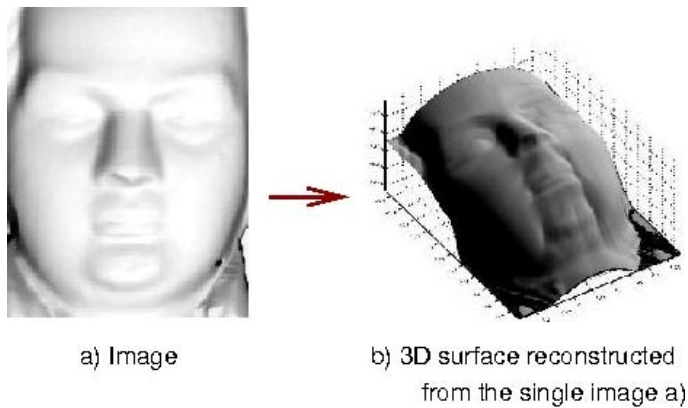
- **Constructing a 3D individualized head model from two orthogonal views[1]** ได้ทำการสร้างแบบจำลองศีรษะจากภาพถ่ายหน้าตรงและภาพถ่ายหน้าข้าง โดยทำการดึงจุดสนใจจากภาพด้วยวิธี LMCT และใส่ลงไปในแบบจำลองศีรษะทั่วไปทำให้สามารถสร้างภาพศีรษะในมุมมองต่างๆได้
- **Photo-realistic 3D Head Modeling Using Multi-view Images[2]** ได้แบ่งการสร้างแบบจำลองศีรษะออกเป็น 2 ชั้น คือการเลือกจุดสนใจไว้บางส่วนก่อนที่จะรับภาพและเอามาปรับเข้ากับแบบจำลองทั่วไป และหาจุดสนใจเพิ่มเติมด้วย radial basis function
- **3D Reconstruction of Human Head Based on Stereovision[3]** ใช้วิธีการฉาย texture ที่ต่างกัน 2 แบบลงไปบนภาพ เพื่อช่วยในการจับคู่จุดภาพที่สอดคล้องกันในแต่ละภาพ
- **A feature-based approach for individualized human head modeling[4]** เสนอการสร้างแบบจำลองศีรษะทั่วไปจากกลุ่มข้อมูลแบบไม่ต่อเนื่องแล้วค่อยนำจุดสนใจ (Feature points) มาใส่ลงไปกลายเป็นแบบจำลองอย่างหยาบ แล้วนำ mesh (สามเหลี่ยม 1 รูปบนทรงหลายเหลี่ยม) แต่ละรูปไปแตกออกเป็น mesh ย่อย เพื่อให้แบบจำลองมีความละเอียดขึ้น

- **Model based Face Reconstruction For Animation[5]** เสนอวิธีการในการสร้างแบบจำลอง คือมีการกำหนดจุดสนใจคร่าวๆไว้ก่อน จากนั้นใช้วิธีการ structured snake ในการหาโครงสร้างด้านนอกตามเส้นขอบของภาพ และใช้ Dirichlet Free Form Deformations ในการแก้ไขแบบจำลองศีรษะทั่วไป



รูป 3 แสดงแนวคิดของ Stereopsis

- **เทคนิค Shape from Shading** เป็นกระบวนการสร้างแบบจำลองโดยพิจารณาข้อมูลแสงเงาในภาพตัวอย่างแล้วนำไปสร้างเป็นพื้นผิวด้วยการแก้สมการการสะท้อนแสงแบบจำลองที่ต้องการนั้นจะเกิดจากรูปร่างของพื้นผิวที่เชื่อมกัน



รูป 4 แสดงผลของเทคนิค Shape from shading

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องเช่น

- **3D Reconstruction by Perspective Shape from Shading Using Linearized Triangular Element Surface Model[9]** ตั้งสมมุติฐานว่า

กล้องที่ใช้ถ่ายภาพนั้นมีการฉายภาพแบบ perspective จึงไปทำการคำนวณแก้สมการการสะท้อนแสงเพื่อนำไปสร้างพื้นผิวของวัตถุ

- **Shape from shading: a well-posed problem?[6]** ได้ออกแบบวิธีการทางคณิตศาสตร์ใหม่ที่ใช้แก้สมการ Partial Difference ของปัญหา และสรุปว่าปัญหา shape from shading มีลักษณะเป็น well-posed problem
- **Hybrid PCA based shape from shading for 3D head reconstruction[7]** เสนอการใช้ Hybrid Principal Component Analysis ในการประมาณพื้นผิวเบื้องต้นก่อนการสร้างพื้นผิวจริงจากการคำนวณการสะท้อนแสง
- **Advances in the cooperation of shape from shading and stereo vision[8]** เสนอวิธีการทำงานโดยนำข้อมูล shape from shading ของแต่ละภาพ และ ข้อมูล stereo vision(stereopsis) ของคู่ภาพมาใช้ร่วมกัน

4 แนวคิดในการแก้ปัญหา

เนื่องจากตามจุดประสงค์แล้ว จะแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยวิธีการอย่างน้อย 2 วิธี แล้วนำผลมาเปรียบเทียบกัน ดังนั้นในขั้นตอนแรกคือการศึกษารายละเอียดของวิธีการที่จะนำมาแก้ปัญหา ในที่นี้ได้ยกมา 2 วิธี ได้แก่ Stereopsis และ shape from shading ซึ่งจะพบในงานวิจัยหลายชิ้น

เมื่อได้ทำการศึกษารายละเอียดเบื้องต้นแล้ว ก็จะนำวิธีการดังกล่าวมาปฏิบัติ สำหรับวิธี Stereopsis นั้น จะเป็นการนำจุดที่คำนวณได้จากจุดภาพไปวางในตำแหน่งสามมิติ แต่หากนำทุกจุดมาคำนวณย่อมใช้เวลานานและอาจเกิดความสับสนเปลืองในการคำนวณเพราะไปใช้จุดที่มีความสำคัญต่อรูปร่างของศีรษะน้อย เช่นจุดบนแก้ม เพื่อเป็นการย่นเวลาการทำงาน จึงปรับลักษณะการทำงาน คือ เลือกจุดบางจุดที่มีความโดดเด่นและสำคัญต่อโครงสร้างศีรษะ แล้วนำจุดนั้นไปวางในแบบจำลองศีรษะที่สามารถปรับรูปร่างได้โดยการเปลี่ยนค่าตัวแปร ในขั้นตอนนี้จึงเป็นการศึกษาและค้นหาแบบจำลองศีรษะมนุษย์ที่มีความเหมาะสมต่องาน และศึกษาวิธีการเลือกจุดสนใจ (Feature extraction) เพื่อมาใช้ใส่ลงในแบบจำลองศีรษะ

ในความเป็นจริง ภาพที่นำมาใช้ไม่ได้เป็นภาพหน้าคนที่มียพื้นหลังเรียบเสมอไป จึงเป็นไปได้ว่า พื้นหลังอาจทำให้การเลือกจุดสนใจมีปัญหา (คือเลือกได้จุดนอกใบหน้า) ดังนั้น ควรมีวิธีการที่มาจัดการปัญหานี้ ก่อนที่จะทำการเลือกจุดสนใจไปใช้งาน คือ การตัดพื้นหลังออกจากภาพ (Background

Subtraction) และการค้นหาและระบุตำแหน่งของใบหน้าในภาพ (Face Detection) ทั้งกับวิธีการ stereopsis และ shape from shading

เมื่อได้ทำการทดลองตามวิธีการต่างๆ และได้ผลลัพธ์ที่เป็นแบบจำลองศีรษะแล้ว ก็จะนำผลลัพธ์มาเปรียบเทียบกัน สำหรับการเปรียบเทียบนั้น มีหลายวิธี เช่น

- การนำแบบจำลองที่ได้จากการทำ 3d laser scan (ซึ่งถือว่าเป็นแบบจำลองที่มีความสมจริงสูง) มาทำการจับภาพเป็นภาพนิ่ง เพื่อนำไปใช้ผ่านการทดลองที่ได้ออกแบบไว้ แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้ มาเปรียบเทียบกับแบบจำลอง 3d laser scan อีกครั้งหนึ่ง
- การนำแบบจำลองที่ได้จากการทดลอง มาสร้างเป็นรูปแบบ 3 มิติ (render) แล้วทำการจับภาพเป็นภาพนิ่ง เช่นเดียวกับวิธีที่แล้ว

5 ขอบเขตและข้อจำกัด

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นทำงานบนระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows XP/Vista เท่านั้น และไฟล์ภาพที่ใช้ต้องอยู่ในรูปแบบ JPG เท่านั้น

ความสามารถของโปรแกรมที่พัฒนาคือ สร้างแบบจำลองศีรษะด้วยวิธีการแตกต่างกัน และนำผลมาเปรียบเทียบกัน

ภาพที่ใช้เป็นข้อมูลนำเข้านั้น ในช่วงแรกจะเลือกใช้ภาพที่ฉากหลังไม่มีลวดลาย เนื่องจากลวดลายสามารถรบกวนการค้นหาและดึงจุดสนใจจากภาพ และเมื่อได้ทำการทดลองกับภาพที่ฉากหลังไม่มีลวดลายแล้ว จะทำการทดลองกับภาพที่ฉากหลังมีลวดลายด้วย โดยจะนำภาพนั้นไปผ่านกระบวนการลบฉากหลัง (Background Subtraction) ก่อนนำไปใช้งาน

6 ประโยชน์

- เพื่อการหาวิธีการสร้างแบบจำลองศีรษะที่เหมาะสมในการจากกลุ่มวิธีการที่เลือกมา
- เพื่อนำไปเพิ่มความสามารถของซอฟต์แวร์ตกแต่งภาพ ให้ปรับค่าแสงหรือความสว่างในภาพได้อย่างสมจริงมากขึ้น
- เพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับงานอื่นๆที่มีความต้องการใช้แบบจำลองศีรษะมนุษย์

7 ระยะเวลา

กิจกรรม	เดือน
---------	-------

	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
6.1 ศึกษาการสร้างแบบจำลองด้วยเทคนิค Stereopsis และ Shape from Shading							
6.2 ค้นหาและเลือกรูปแบบของโครงสร้างแบบจำลองศีรษะที่เหมาะสม							
6.3 ศึกษาการตัดพื้นหลังออกจากภาพ (Background Subtraction) และการค้นหาและระบุตำแหน่งของใบหน้าในภาพ (Face Detection)							
6.4 ออกแบบโปรแกรมสร้างแบบจำลองด้วยเทคนิค Stereopsis							
6.5 ออกแบบโปรแกรมสร้างแบบจำลองด้วยเทคนิค Shape from Shading							
6.7 ศึกษาเครื่องมือที่จะใช้ในการพัฒนาโปรแกรม							
6.8 พัฒนาโปรแกรม							
6.9 ทดสอบความถูกต้องและประสิทธิภาพ							

8 บรรณานุกรม (Bibliography)

[1]Horace H.S.Ip, Lijun Yin. Constructing a 3D individualized head model from two orthogonal views. The Visual Computer (12), 1996.

[2]Tong-Yee Lee, Ping-Hsien Lin. and Tz-Hsien Yang. Photo-realistic 3D Head Modeling Using Multi-view Images.Computational Science and Its Applications – ICCSA 2004,2004.

[3]Hou Wenguang, Ding Mingyue, Chen Dawei. 3D Reconstruction of Human Head Based on Stereovision. Bioinformatics and Biomedical Engineering-ICBBE 2007, 2007.

[4]Y.-J. Liu, M.M.-Fyuen and S. Xiong. A feature-based approach for individualized human head modeling.The Visual Computer, 2001, 17, pp:368–381

[5]Lee W., Magnenat-Thalmann N., Head Modeling from Pictures and Morphing in 3D with Image Metamorphosis based on triangulation, Proc. Capttech98 (Modelling and Motion Capture Techniques for Virtual Environments), (Springer LNAI LNCS Press), Geneva, pp.254-267, 1998

[6]Prados. E, Faugeras. O . Shape from shading: a well-posed problem?. IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2005.

[7]Qingquan Wu, Ben-Arie. J. Hybrid PCA based shape from shading for 3D head reconstruction. IEEE International Conference on Electro/Information Technology, 2007.

[8]Lange. H. Advances in the cooperation of shape from shading and stereo vision. Second International Conference on 3-D Digital Imaging and Modeling, 1999.

[9]Li Jin, Ren Aimin and Zhang Jingnan. 3D Reconstruction by Perspective Shape from Shading Using Linearized Triangular Element Surface Model. IEEE International Conference on Mechatronics and Automation, 2006.