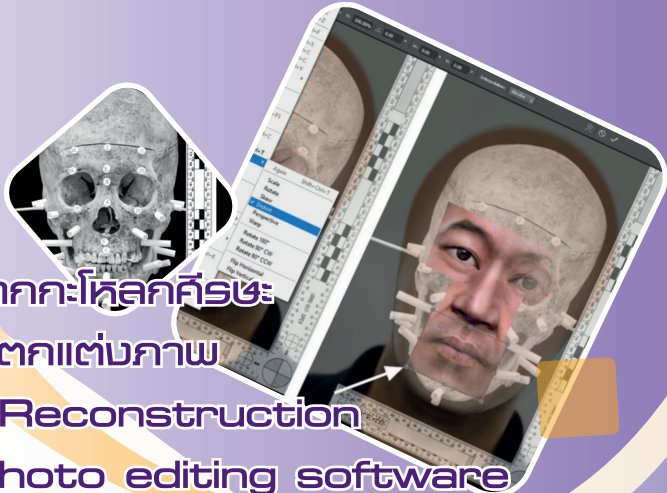




การจำลองใบหน้าบุคคลจากกะโหลกศีรษะ แบบ 2 มิติ ด้วยโปรแกรมตกแต่งภาพ 2-Dimensional Facial Reconstruction from skull by using photo editing software

นันทิ ศาสตร์ประสิทธิ์*
Nunto Sartprasit

■ บทคัดย่อ

กรณีการตรวจพิสูจน์ศพนิรนามที่เป็นกระดูก เมื่อทำการเก็บข้อมูล
อัตลักษณ์บุคคลด้านต่าง ๆ เพื่อเทียบกับฐานข้อมูลคนหาย รวมไปถึง
การตรวจวิเคราะห์กระดูกเพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับเพศ อายุ เชื้อชาติ และสาเหตุ
การตายครบสมบูรณ์แล้ว แต่ยังไม่สามารถพิสูจน์ได้ว่าศพนิรนามนั้นเป็น
บุคคลใด ร่างจะถูกนำไปเก็บไว้ในห้องคลังกระดูกเพื่อรอการตรวจเทียบกับ
ข้อมูลที่อาจมีเพิ่มขึ้นในอนาคต ในขณะที่ไม่มีความคืบหน้าทางคดี ยังมีวิธีการ
เพิ่มโอกาสในการติดตามหาว่าศพนิรนามที่เป็นกระดูกดังกล่าวเป็นบุคคลใด
ได้ด้วยการจำลองใบหน้าขึ้นใหม่ และนำภาพการจำลองใบหน้าจากกะโหลก
ศีรษะที่เสร็จสิ้นแล้วเผยแพร่ตามสื่อกลางช่องทางต่าง ๆ ให้ประชาชนทั่วไป
ได้มีโอกาสเห็นและอาจจดจำได้ ทั้งนี้วิธีการจำลองใบหน้า 2 มิติ ด้วยการวาด
แบบดั้งเดิมต้องอาศัยเวลากับทักษะทางศิลปะอย่างสูง จึงมีแนวความคิด
ในการนำโปรแกรมตกแต่งภาพมาปรับใช้เพื่อลดระยะเวลาและเพิ่มความ
สะดวกในการทำงาน รวมถึงเพื่อเป็นการเปรียบเทียบให้เห็นถึงข้อดีและ
ข้อจำกัดระหว่างสองวิธีการ

คำสำคัญ: ศพนิรนาม, การพิสูจน์อัตลักษณ์, การจำลองใบหน้าบุคคล,
กะโหลกศีรษะ

* นักนิติวิทยาศาสตร์ชำนาญการ กลุ่มตรวจวิเคราะห์กระดูก สถาบันนิติวิทยาศาสตร์
Forensic Scientist Professional Level, Skeleton Analysis Section, Central Institute of Forensic Science
Received: January 27, 2023 Revised: April 11, 2024 Accepted: April 22, 2024

■ Abstract

For the skeleton analysis of unidentified persons, if the body is unable to identify using the collected information of personal identity in comparison with missing person database, including complete skeleton analysis to determine sex, age, ancestry and cause of death, the unidentified human remains will be kept in the evidence room for further examination in the future. While there is no progress in the lawsuit, there is an increasing chance of tracing out the unidentified skeletal remains by using facial reconstruction and publishing the photo of facial reconstruction from skull on various channels for the possibility of public recognition. However, the traditional method of 2-dimensional facial reconstruction requires extensive time and artistic skill. Therefore, there is an idea to apply a photo editing software to reduce the time and increase the ease of work. Also, comparisons between the advantages and limitations of both methods are summarized.

Keywords: Unidentified human remains, Identification, Facial Reconstruction, Skull

■ บทนำ

วิธีการจำลองใบหน้าบุคคลจากกะโหลกศีรษะ หรือ Facial Reconstruction นั้นมีประวัติศาสตร์ความเป็นมาที่ยาวนาน โดยการจำลองใบหน้าในระยะแรกเริ่มที่มีการบันทึกไว้ว่าได้ปฏิบัติตามหลักวิชาการและอ้างอิงจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์และกายวิภาคศาสตร์มาประกอบการทำงาน คือ การจำลองใบหน้า Johann Sebastian Bach ในปี 1895 โดยนักกายวิภาคศาสตร์ Wilhelm His Sr. (Wilkinson, 2004, pp.45-46) จวบจนปัจจุบันเทคนิคการจำลองใบหน้าบุคคลจากกะโหลกศีรษะก็ยังถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก รวมไปถึงสถาบันนิติวิทยาศาสตร์ของประเทศไทยด้วยเช่นกัน โดยมีการนำวิธีการจำลองใบหน้าบุคคลมาช่วยในงานด้านกระบวนการยุติธรรมสำหรับการตรวจพิสูจน์ตัวบุคคลและการติดตามศพนิรนาม เป็นการรองรับมติดังานด้านสิทธิมนุษยชนอีกทางหนึ่ง องค์ความรู้และเทคนิควิธีการในการจำลองใบหน้าได้มีการศึกษาค้นคว้าเพื่อนำไปสู่มาตรฐานการปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่อง ข้อมูลที่สำคัญต่อการจำลองใบหน้ามากที่สุดได้แก่ การเก็บข้อมูลความหนาเนื้อเยื่อ (Tissue Depth) การเก็บข้อมูลความหนาเนื้อเยื่อบนใบหน้าเป็นการวัดระยะจากผิวหนังชั้นนอกลงไปถึงผิวกระดูกบนจุดที่ใช้อ้างอิงตามหลักกายวิภาคศาสตร์ ด้วยการใช้เทคนิคและเครื่องมือการวัด

ที่แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับข้อจำกัดและหลักการที่ผู้วิจัยเลือกนำมาใช้ เช่น ในยุคแรกเริ่มมีการใช้มีดทรงสี่เหลี่ยม (Chisel-shaped knife) ที่มีคมสองด้านแทงลงไปบนใบหน้าของศพที่นำมาตัวอย่างในการเก็บข้อมูล จากนั้นไม่นานเริ่มมีการนำเข็มเย็บผ้ามาแทงลงไปบนชั้นกล้ามเนื้อบนใบหน้าเพื่อกำหนดจุดในการวัดความหนาของแต่ละตำแหน่งได้แม่นยำมากขึ้น แต่ข้อจำกัดของการวัดความหนาเนื้อเยื่อบนใบหน้าจากศพจะมีตัวแปรเรื่องกล้ามเนื้อเสื่อมสลายและเซลล์เริ่มมีการเปลี่ยนแปลง ส่งผลให้ค่าความหนาที่วัดอาจมีความคลาดเคลื่อนได้ จึงได้มีการนำเทคโนโลยีมาใช้ เช่น วิธีการวัดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์จากข้อมูลที่ได้จากเครื่อง MRI (Magnetic Resonance Imaging) และ CT Scan (Computed Tomography Scan) เป็นต้น จากนั้นนำค่าตัวเลขที่ได้มาคำนวณตามหลักสถิติเพื่อให้ได้ค่าเฉลี่ยความหนาเนื้อเยื่อบนใบหน้าที่มีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น (Wilkinson, 2004, pp.126-129) หลังจากมีการนำข้อมูลความหนาเนื้อเยื่อบนใบหน้า (Tissue depth) มาคำนวณทางสถิติแล้วจัดทำเป็นตารางมาตรฐานเพื่อใช้เป็นจุดตั้งต้นในการจำลองใบหน้าบุคคลจากกะโหลกศีรษะกันอย่างแพร่หลาย เช่น การนำฐานข้อมูลความหนาเนื้อเยื่อบนใบหน้าไปใช้โดยเจ้าหน้าที่ตำรวจที่ปฏิบัติหน้าที่นิติศิลป์ในประเทศสหรัฐอเมริกา (Taylor, 2001, p.348) รวมถึง Forensic Artist ของ Federal Bureau of Investigation (FBI) Laboratory ในเมือง Quantico รัฐ Virginia เป็นต้น โดยกลุ่มผู้ปฏิบัติงานด้านการจำลองใบหน้าในประเทศต่าง ๆ ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคนิคและวิธีการในการจำลองใบหน้าหลากหลายวิธีการ

มาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งวิธีการในการจำลองใบหน้าในปัจจุบันสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ได้แก่ การจำลองใบหน้าแบบ 3 มิติ และแบบ 2 มิติ แม้ว่าจะมีหลักฐานเชิงประจักษ์ว่าทั้งสองวิธีการให้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงกันและสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการช่วยติดตามหาศพนิรนามว่าเป็นบุคคลใดได้ แต่ทั้งสองวิธีการมีขั้นตอนการปฏิบัติงานที่แตกต่างกันไป โดยต้องพิจารณาข้อมูลของกะโหลกศีรษะประกอบว่าวิธีการใดมีความเหมาะสมมากกว่า เช่น กรณีที่กะโหลกศีรษะมีความบอบบาง มีร่องรอยแตกหักและเสียหายจากอุบัติเหตุหรือการถูกทำร้ายร่างกาย การเลือกวิธีการจำลองใบหน้าแบบ 3 มิติ ด้วยการปั้นดินน้ำมันอาจเพิ่มความเสียหายต่อกะโหลกศีรษะได้จากแรงกดขณะปฏิบัติงาน เช่นนี้การใช้วิธีการจำลองใบหน้าแบบ 2 มิติ ด้วยการวาดจึงมีความเหมาะสมมากกว่า เป็นต้น (Taylor, 2001, p.371)

ถึงแม้ในปัจจุบันจะเริ่มมีการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 3D มาปรับใช้ในการสร้างเค้าโครงใบหน้าแทนการปั้นด้วยดินน้ำมันแล้วในบางประเทศ เช่น ที่ Face Lab ของ Liverpool John Moores University และที่ Centre for Anatomy and Human Identification ของ University of Dundee เป็นต้น แต่เนื่องจากมีข้อจำกัดด้านต้นทุนของเครื่องสแกน 3 มิติ และโปรแกรมเฉพาะทางที่สูงกว่าวิธีการปั้นแบบดั้งเดิมมาก จึงยังไม่เป็นที่แพร่หลายนัก ด้วยเหตุนี้วิธีการจำลองใบหน้าแบบ 3 มิติ ที่ใช้วิธีการปั้นด้วยดินน้ำมันจึงยังคงมีการใช้งานกันอยู่ ส่วนการจำลองใบหน้าแบบ 2 มิติ นั้น ที่ผ่านมาเป็นการใช้ทักษะทางศิลปะของผู้ปฏิบัติงานโดยตรงในการวาดภาพใบหน้าบุคคลด้วยดินสอวาดเขียน

ลงบนกระดาษไขที่มีภาพกะโหลกศีรษะซ้อนอยู่ด้านล่าง ซึ่งภาพใบหน้าสำเร็จที่ได้จะเป็นเพียงภาพขาวดำที่เกิดจากกราไฟท์ (Graphite) และชาร์โคล (Charcoal) ในไส้ดินสอ อีกทั้งการจะวาดให้ดูสมจริงต้องใช้เวลาในการปฏิบัติงานมาก ผู้เขียนจึงนำโปรแกรมตกแต่งภาพมาปรับใช้กับงานการจำลองใบหน้าบุคคลจากกะโหลกศีรษะ เพื่อวัตถุประสงค์ในการช่วยลดระยะเวลาและเพิ่มความคล่องตัวในการทำงาน อีกทั้งเพื่อให้ผลลัพธ์ของงานเป็นภาพสีที่ดูใกล้เคียงกับใบหน้ามนุษย์จริง มีแสงเงา หรือร่องรอยต่าง ๆ บนผิวหนังเป็นธรรมชาติมากขึ้น อีกทั้งการทำงานผ่านโปรแกรมตกแต่งภาพจะมีความสะดวกในการนำวัตถุดิบที่พบในสถานที่เกิดเหตุหรือสิ่งของอื่นใดที่มีความเชื่อมโยงกับโครงกระดูกมาประกอบในภาพได้ เช่น แวนตาสร้อยคอ และเสื้อ เป็นต้น โดยคาดหวังให้เกิดประโยชน์ในการช่วยให้บุคคลทั่วไปที่มีญาติ

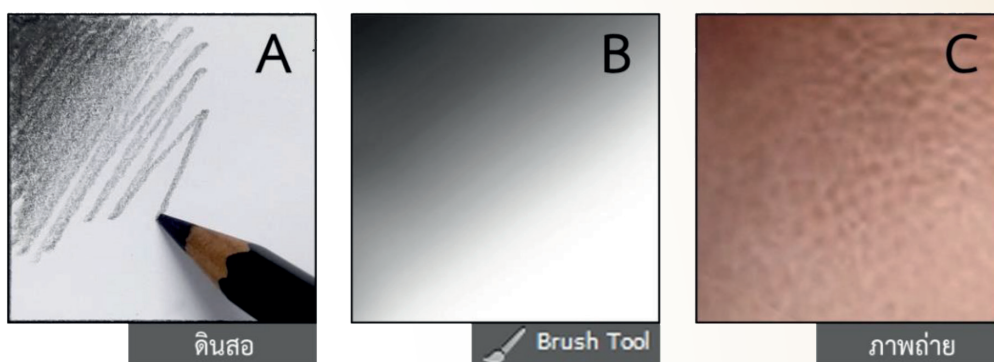
หรือบุคคลใกล้ชิดสูญหาย เมื่อมีโอกาสได้เห็นภาพใบหน้าที่จำลองขึ้นอาจช่วยให้เกิดการจดจำได้ง่าย อันเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานด้านการจำลองใบหน้าบุคคลจากกะโหลกศีรษะและช่วยเพิ่มช่องทางในการคลี่คลายคดีบุคคลสูญหายและศพนิรนามได้ดียิ่งขึ้น

■ วัตถุประสงค์บทความ

1. เพื่อเป็นการสะท้อนให้เห็นถึงประโยชน์ของนำเทคโนโลยีและวิธีการแบบใหม่มาปรับใช้ว่าสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและช่วยลดระยะเวลาในการปฏิบัติงานได้อย่างไร
2. เพื่อสรุปข้อดีและข้อจำกัดระหว่างการจำลองใบหน้าบุคคลจากกะโหลกศีรษะแบบ 2 มิติ แบบดั้งเดิม กับการจำลองใบหน้าบุคคลจากกะโหลกศีรษะแบบ 2 มิติ ด้วยโปรแกรมตกแต่งภาพ



ภาพที่ 1 ภาพตัวอย่างจากจำลองใบหน้าแบบ 2 มิติ แบบดั้งเดิม ด้วยวิธีการวาดลงบนกระดาษไข
ที่มา: นันทิ ศาสตร์ประสิทธิ์ สถาบันนิติวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 2 ภาพตัวอย่างเปรียบเทียบเทคนิคการจำลองใบหน้าแบบ 2 มิติ ที่แตกต่างกัน

- A. วิธีการดั้งเดิมโดยการวาดด้วยดินสอ B. วิธีการใช้พู่กันดิจิทัลในโปรแกรมตกแต่งภาพ
C. วิธีการตัดปะภาพถ่ายด้วยโปรแกรมตกแต่งภาพ

ที่มา: นันทิ ศาสตร์ประสิทธิ์ สถาบันนิติวิทยาศาสตร์

แนวทางในการจำลองใบหน้าบุคคลจาก กะโหลกศีรษะแบบ 2 มิติ ด้วยโปรแกรมตกแต่ง ภาพ

งานด้านกระบวนการยุติธรรมมีการนำศิลปะมาช่วยสนับสนุนภารกิจหลากหลายวิธี โดยงานที่แพร่หลายและเป็นที่รู้จักของประชาชนโดยทั่วไปได้แก่การร่างภาพใบหน้าคนร้ายหรือผู้ต้องสงสัย จากยุคแรกเริ่มที่ใช้การวาดภาพใบหน้าด้วยดินสอที่ไล่ส่วนตามคำบอกเล่าของพยาน สู่ยุคของการเลือกภาพสำเร็จจากแฟ้มภาพมาประกอบเป็นใบหน้า กล่าวคือเป็นวิธีการนำภาพถ่ายใบหน้าจำนวนมากมาตัดแปะแยกย่อยตามอวัยวะส่วนต่างๆ จัดเก็บเป็นหมวดหมู่ทั้งภาพโครงหน้า ทรงผม ดวงตา จมูก และริมฝีปาก เป็นต้น เพื่อให้เจ้าหน้าที่ตำรวจผู้เกี่ยวข้องหรือนิติศิลปิน (Forensic Artist) สามารถเลือกภาพถ่ายเหล่านั้นมาวางสลับกันไปมาจนเกิดเป็นใบหน้าใหม่ได้ตรงตามคำบอกเล่าของพยานที่พบเห็นเหตุการณ์ เช่น ระบบ Photofit หรือที่รู้จักกันในชื่อ Penry

System (Penry facial identification technique) รวมไปถึงหนังสือคลังภาพใบหน้าที่จัดทำโดย Graphic Design Unit of the Special Projects Section of the Laboratory Division ของหน่วยงาน The Federal Bureau of Investigation (FBI) เป็นต้น (Gibson, 2008, p.15) จวบจนในปัจจุบันได้มีการพัฒนานำโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาเพิ่มความสะดวกในการประกอบภาพใบหน้าและจัดเก็บคลังภาพใบหน้าจากหลายผู้ผลิต เช่น โปรแกรม Identi-Kit โปรแกรม PortraitPad โปรแกรม E-FITs หรือโปรแกรม Faces เป็นต้น โดยหลักการทำงานพื้นฐานของโปรแกรมเหล่านี้เป็นการสร้างกระดานทำงานประมวลผลผ่านหน้าจอแล้วสามารถดึงข้อมูลภาพอวัยวะต่างๆ บนใบหน้ามาวางในตำแหน่งที่ต้องการ อีกทั้งสามารถย่อ-ขยาย หรือปรับตำแหน่งได้ ซึ่งโปรแกรมเหล่านี้ช่วยให้มีความสะดวกในการปฏิบัติงานมากขึ้น

วัตถุประสงค์หลักของการพัฒนาโปรแกรมดังกล่าวข้างต้นเพื่อช่วยให้วิธีประกอบภาพ

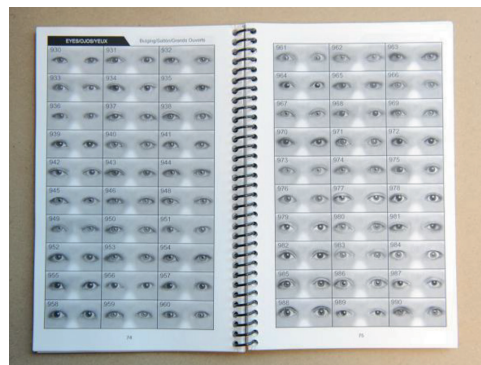
ใบหน้ามีความคล่องตัวและลดระยะเวลาในการทำงาน ซึ่งเป็นแนวความคิดที่มีความเหมาะสมต่อการนำมาประยุกต์ใช้กับการจำลองใบหน้าบุคคลจากกะโหลกศีรษะ เพื่อปรับเปลี่ยนจากวิธีการร่างภาพเค้าโครงหน้าด้วยดินสอลงบนแผ่นกระดาษแบบดั้งเดิมเป็นการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทดแทน เพียงแต่จุดแตกต่างระหว่างการร่างภาพคนร้ายหรือผู้ต้องสงสัยนั้น

เป็นการทำตามคำบอกเล่าของพยาน ส่วนการจำลองใบหน้าเป็นการสร้างภาพใบหน้าขึ้นมาจากกะโหลกศีรษะ โดยอาศัยข้อมูลทางกายวิภาคศาสตร์ประกอบกับข้อมูลความหนาเนื้อเยื่อบนใบหน้า จุดเชื่อมโยงที่สำคัญระหว่างสองวิธีการนี้คือการจัดทำคลังภาพที่มีคุณภาพและจำนวนมากเพียงพอสำหรับดึงข้อมูลมาใช้ผ่านโปรแกรมตกแต่งภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 3 ภาพตัวอย่างโปรแกรม FACES
ที่มา: นันทิ ศาสตร์ประสิทธิ์
สถาบันนิติวิทยาศาสตร์

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงนอกเหนือจากการจัดทำคลังภาพใบหน้าแล้ว การเลือกใช้โปรแกรมตกแต่งภาพที่มีความเหมาะสมกับการทำงานก็มีความสำคัญเช่นเดียวกัน ในปัจจุบันโปรแกรมที่ใช้ในการตกแต่งภาพนั้นมีหลายบริษัทผู้ผลิต หนึ่งในโปรแกรมตกแต่งภาพที่ใช้กันแพร่หลายคือ Adobe Photoshop ที่ถูกคิดค้นโดย Thomas Knoll และ John Knoll ในปี 1988 และเปิดตัวเวอร์ชันแรกในปี 1990 (Beaumont, 2022, February 22) เป็นโปรแกรมที่มีการใช้งานมาอย่างยาวนาน

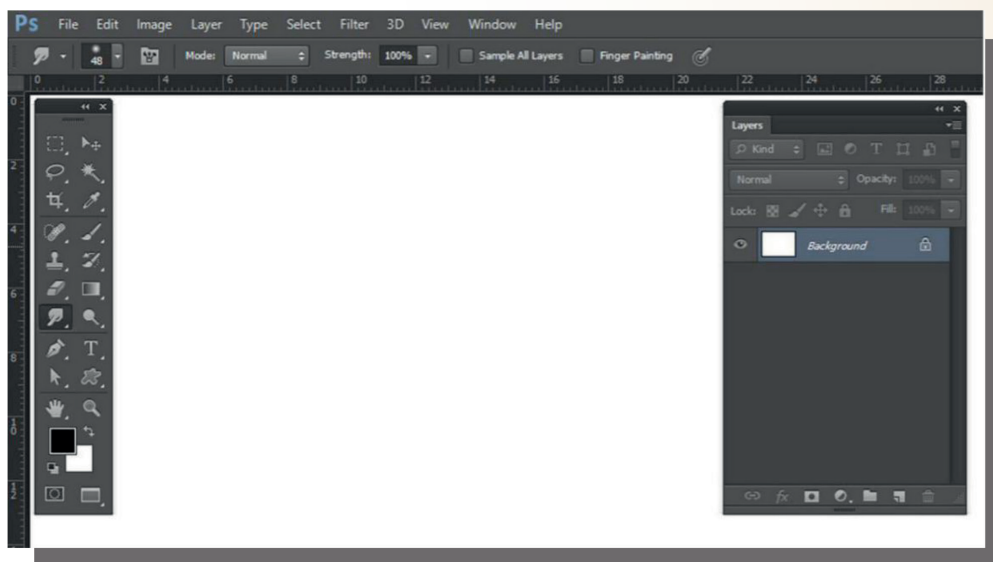


ภาพที่ 4 ตัวอย่างคลังภาพ
ในคู่มือการใช้โปรแกรม FACES
ที่มา: นันทิ ศาสตร์ประสิทธิ์
สถาบันนิติวิทยาศาสตร์

มีการพัฒนาชุดคำสั่งอย่างต่อเนื่องและมีความคล่องตัวในการใช้งานสูง อีกทั้งคุณภาพและผลลัพธ์ที่ได้นั้นสามารถนำไปใช้งานต่อได้หลากหลาย ผู้ใช้งานสามารถเลือกซื้อลิขสิทธิ์ของโปรแกรมได้หลายระดับราคาตามความซับซ้อนของเมนูคำสั่ง ซึ่งเวอร์ชัน (Version) ต่ำสุดก็มีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการทำงานจำลองใบหน้าบุคคลจากกะโหลกศีรษะ ประการสำคัญคือแม้เป็นผู้ใช้งานระดับเริ่มต้นสามารถเรียนรู้การใช้งานระดับพื้นฐานของโปรแกรมได้ไม่ยาก

จนเกินไปนัก และถึงแม้ว่าบริษัทผู้ผลิตจะมีการพัฒนาโปรแกรมตลอดเวลา แต่เมนูคำสั่งหลัก และหน้าต่างของเครื่องมือต่าง ๆ ยังคงไว้ใกล้เคียงรูปแบบเดิม เพื่อผู้ที่เคยใช้งานมาก่อน จะไม่ต้องปรับตัวมาก

สามารถนำมาเลือกใช้งานซ้อนในตำแหน่งที่เหมาะสมกับกะโหลกศีรษะที่มีขนาด รูปร่างและรูปทรงที่แตกต่างกันได้ โดยสามารถแบ่งหมวดหมู่การถ่ายภาพใบหน้าบุคคลออกตามเพศ และช่วงอายุ แยกเก็บเป็นหมวดหมู่ ประโยชน์



ภาพที่ 5 ภาพ Print screen ขณะเปิดใช้โปรแกรมแสดงพื้นที่ทำงาน

ของโปรแกรม Adobe Photoshop

ที่มา: นันโท ศาสตร์ประสิทธิ์ สถาบันนิติวิทยาศาสตร์

การจัดทำคลังภาพสำหรับการจำลองใบหน้าบุคคลจากกะโหลกศีรษะด้วยโปรแกรมตกแต่งภาพ

องค์ประกอบที่สำคัญของการจำลองใบหน้าด้วยโปรแกรมตกแต่งภาพนั้นใช้วิธีการเดียวกับโปรแกรมประกอบภาพใบหน้า เช่น โปรแกรม Identi-Kit โปรแกรม PortraitPad โปรแกรม E-FITS หรือโปรแกรม Faces นั่นคือการจัดเตรียมคลังภาพเค้าโครงใบหน้าและอวัยวะส่วนต่าง ๆ บนใบหน้าที่หลากหลาย เพื่อให้ผู้ใช้ปฏิบัติงาน

ของการแบ่งภาพตามช่วงอายุที่แตกต่างกัน ในรายที่มีอายุมากตำแหน่งที่มีการเคลื่อนไหวประจำจะส่งผลให้เกิดร่องรอยบนใบหน้ามากขึ้นตามอายุ เช่น การหดตัวของกล้ามเนื้อ Orbicularis Oculi บริเวณรอบดวงตา ที่ทำให้เกิดเป็นริ้วเส้นบนผิวหนังกระจายออกจากบริเวณหางตา และมีทิศทางปลายเส้นโค้งลงมาตามรูปหน้า ที่เรียกว่าตีนกา (the "Crow's feet") เป็นต้น (Faigin, 1990, p.77)

เค้าโครงใบหน้านมนุษย์ประกอบไปด้วยหลักพื้นฐานทั้งเรื่องมุม ลัดส่วน รูปร่าง และเส้นรอบ (Contour) ของใบหน้า ที่ทำให้สามารถมองเห็นใบหน้าแต่ละคนเป็นรูปทรงที่แตกต่างกัน โดยมีความสัมพันธ์กับกายวิภาคศาสตร์โดยตรง ได้แก่กะโหลกศีรษะที่เป็นโครงสร้างอยู่ภายในโครงหน้าของมนุษย์โดยเฉลี่ยจะมีรูปทรงสามารถเทียบได้กับรูปทรงเรขาคณิตพื้นฐาน (Rubino, 1997, pp.10) เช่น โครงหน้ากลม โครงหน้ารูปไข่ โครงหน้าสี่เหลี่ยม และโครงหน้าสามเหลี่ยม เป็นต้น ในขั้นเตรียมการผู้ปฏิบัติงานจึงสามารถเตรียมภาพต้นแบบเค้าโครงใบหน้าทรงมาตรฐานที่พบได้บ่อยไว้ล่วงหน้า โดยทำการถ่ายภาพใบหน้าสะสมเป็นคลังข้อมูล จากนั้นสร้างแฟ้มภาพ (Folder) จัดเก็บไว้แยกภาพเป็น

หมวดหมู่ เพื่อเพิ่มความสะดวกในการนำมาจำลองใบหน้าบุคคลจากกะโหลกศีรษะด้วยโปรแกรมตกแต่งภาพได้อย่างรวดเร็ว

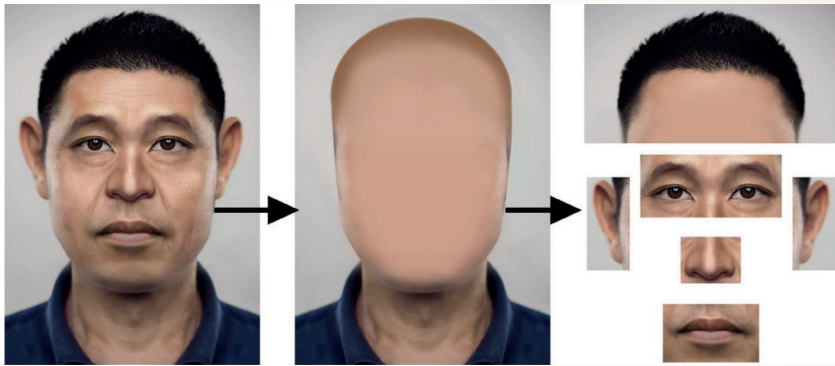
หลังจากเก็บข้อมูลภาพถ่ายใบหน้าไว้แล้วนั้นสามารถใช้ข้อมูลชุดเดียวกันเพื่อแยกส่วนต่างๆ บนใบหน้าออกจากกัน ทั้งดวงตา จมูก ริมฝีปาก ใบหู รวมไปถึงทรงผม เพื่อทำคลังภาพสำหรับการจำลองใบหน้าบุคคลจากกะโหลกศีรษะ โดยตัดแบ่งเฉพาะส่วนด้วยโปรแกรมตกแต่งภาพ จากนั้นสร้างแฟ้มภาพ (Folder) จัดเก็บไว้แยกเป็นหมวดหมู่ตามแต่ละอวัยวะ อีกทั้งสามารถแบ่งแยกย่อยตามเพศและช่วงอายุได้ เพื่อสามารถเลือกนำมาใช้งานได้ตรงตามข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในรายงานการตรวจวิเคราะห์กระดูก



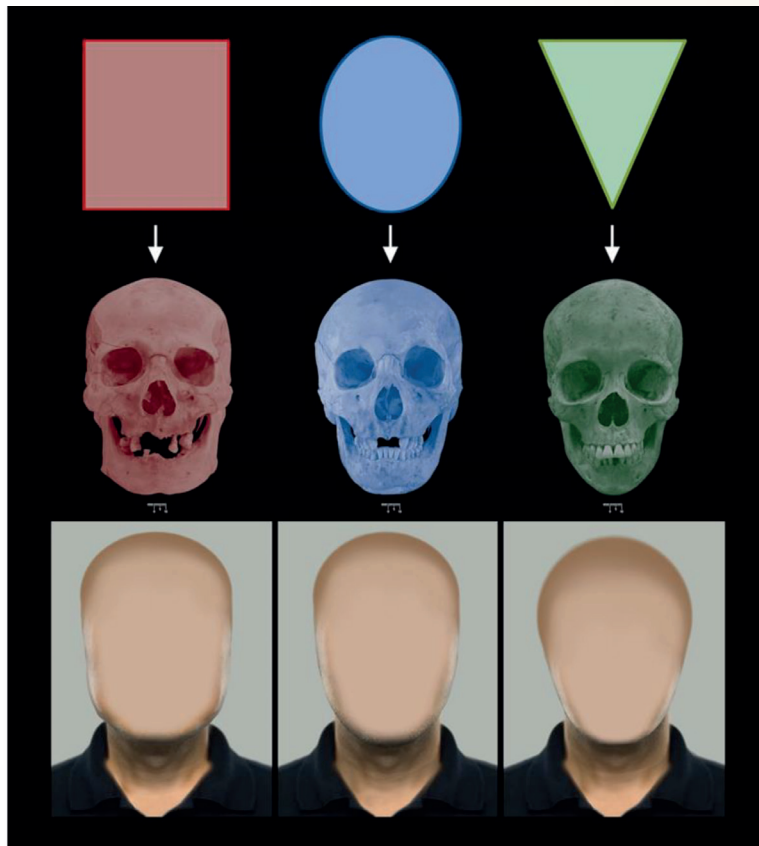
ภาพที่ 6 ภาพ Print screen ตัวอย่างการตัดแบ่งอวัยวะแต่ละส่วนออกมาจาก

ภาพใบหน้าด้วยโปรแกรมตกแต่งภาพ

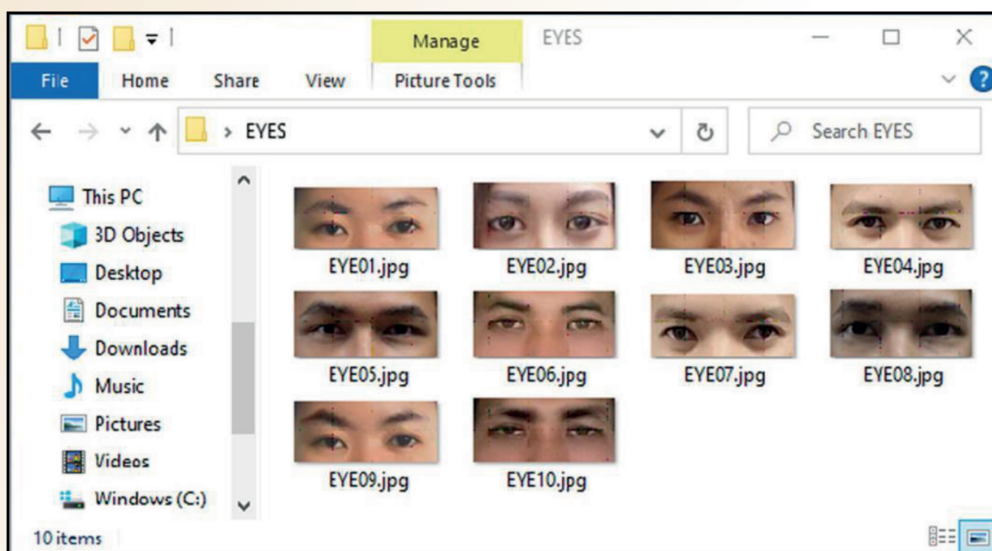
ที่มา: นันทิ ศาสตร์ประสิทธิ์ สถาบันนิติวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 7 ภาพตัวอย่างแสดงเค้าโครงใบหน้าและอวัยวะบนใบหน้า
ตามตำแหน่งที่แยกออกมาด้วยโปรแกรมตกแต่งภาพแล้ว
ที่มา: นันทิ ศาสตร์ประสิทธิ์ สถาบันนิติวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 8 ภาพตัวอย่างเค้าโครงใบหน้าและกะโหลกศีรษะที่เข้ากันได้กับ
รูปทรงเรขาคณิตพื้นฐานแบบต่าง ๆ
ที่มา: นันทิ ศาสตร์ประสิทธิ์ สถาบันนิติวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 9 ภาพ Print screen ตัวอย่างคลังภาพดวงตาและคิ้ว ที่ทำการจัดเก็บไว้เพื่อสามารถนำมาใช้ประกอบการจำลองใบหน้าด้วยโปรแกรมตกแต่งภาพได้โดยสะดวก
ที่มา: นันทิ ศาสตร์ประสิทธิ์ สถาบันนิติวิทยาศาสตร์

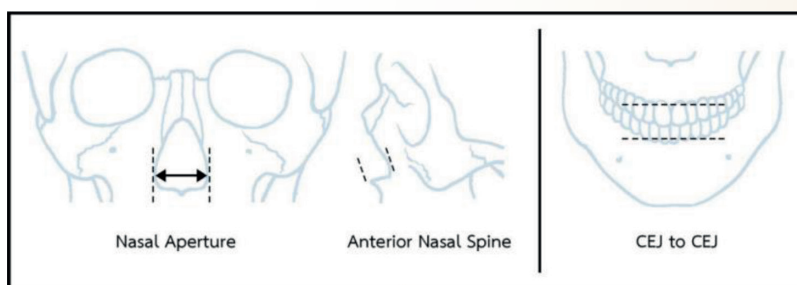
การจำลองใบหน้าบุคคลจากกะโหลกศีรษะแบบ 2 มิติ ด้วยโปรแกรมตกแต่งภาพ

ขั้นตอนการปฏิบัติงานจำลองใบหน้าบุคคลจากกะโหลกศีรษะแบบ 2 มิติ ด้วยโปรแกรมตกแต่งภาพ เป็นการอ้างอิงจากหนังสือ Forensic Art and Illustration บทที่เกี่ยวกับขั้นตอนการปฏิบัติงานด้าน Two- Dimensional Facial Reconstruction from the Skull โดย Karen T. Taylor โดยเป็นการนำวิธีการแบบดั้งเดิมมาปรับใช้ร่วมกับโปรแกรมตกแต่งภาพ ทั้งนี้วิธีการแบบดั้งเดิม (การวาดและการปั้น) รวมไปถึงการจำลองใบหน้าด้วยโปรแกรมตกแต่งภาพ แบ่งออกเป็นสองขั้นตอนใหญ่เหมือนกัน คือ ขั้นตอนทางเทคนิค (Technical phase) และขั้นตอนทางศิลปะ (Artistic phase) โดยขั้นตอนทางเทคนิคประกอบไปด้วยการวัดจุดอ้างอิงบนกะโหลกศีรษะ เช่น การวัดความกว้างของ

โพรงจมูก (Nasal Aperture) การวัดความยาวของเฉียงกระดูกจมูกส่วนหน้า (Anterior Nasal Spine) และการวัดความสูงระหว่างขอบเคลือบฟันบนถึงขอบเคลือบฟันล่าง (Cementum Enamel Junction to Cementum Enamel Junction) เป็นต้น เพื่อใช้เป็นจุดตั้งต้นในการสร้างภาพอวัยวะบนใบหน้า รวมไปถึงการเลือกใช้ข้อมูลความหนาเนื้อเยื่อให้ตรงกับลักษณะของกะโหลกศีรษะที่จะทำการจำลองใบหน้า โดยยึดจากข้อมูลการประเมินเพศ อายุ และเชื้อชาติที่ปรากฏอยู่ในรายงานการตรวจวิเคราะห์กระดูกเป็นสำคัญ เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการกำหนดความหนาเนื้อเยื่อ (Tissue Depth Markers) สำหรับติดบนผิวกะโหลกศีรษะให้ตรงตามจุดอ้างอิงทางกายวิภาคศาสตร์และการถ่ายภาพกะโหลกศีรษะที่ติดหมุดความหนาเนื้อเยื่อแล้วให้ได้สัดส่วน

ตรงความเป็นจริงมากที่สุด จากนั้นใช้โปรแกรม Adobe Photoshop เปิดภาพเค้าโครงใบหน้าจากคลังภาพที่ได้เตรียมไว้มาซ้อนทับบนภาพกะโหลกศีรษะ ใช้คำสั่งให้ภาพโปร่งใส (Opacity) แทนการใช้กระดาษไข เพื่อตรวจสอบว่าตำแหน่งต่าง ๆ ถูกต้องตรงกับจุดอ้างอิงที่อยู่ในภาพด้านล่างหรือไม่ โดยสามารถปรับหรือยับยั้งสัดส่วนภาพด้วยโปรแกรมตกแต่งภาพ เช่น คำสั่ง Distort หรือคำสั่ง Scale เพื่อยับภาพในขั้นต้น จากนั้นใช้คำสั่งในหมวด Retouching and Painting Tools เช่น คำสั่ง Smudge คำสั่ง Clone Stamp เพื่อปรับภาพในระดับที่ละเอียดมากขึ้น ส่วนขั้นตอนทางศิลปะนั้นเป็นขั้นตอนการสร้างภาพให้เห็นเป็นหน้าตาที่ชัดเจนมากขึ้น โดยนำ

ภาพอวัยวะต่าง ๆ บนใบหน้าจากคลังภาพที่ได้เตรียมไว้มาซ้อนเพิ่มเติมจนครบองค์ประกอบเป็นใบหน้าที่สมบูรณ์ด้วยเครื่องมือและคำสั่งในโปรแกรมเช่นเดียวกับการปรับภาพเค้าโครงใบหน้าในขั้นตอนทางเทคนิค จากนั้นตกแต่งภาพในระดับลงรายละเอียด ตั้งแต่การเน้นน้ำหนักแสงเงา การทำร่องรอยให้ยวบยาบนใบหน้าให้สัมพันธ์กับช่วงอายุที่ได้รับข้อมูลมาจากรายงานการตรวจวิเคราะห์กระดูก รวมไปถึงการนำภาพวัตถุพยานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องมาประกอบไว้ในภาพการจำลองใบหน้า เช่น เลือที่พบในสถานที่เกิดเหตุ เป็นต้น เพื่อช่วยให้ภาพที่ได้ในขั้นตอนสุดท้ายมีความสมจริงมากยิ่งขึ้น



ภาพที่ 10 ภาพตัวอย่างบริเวณที่ใช้วัด Nasal Aperture วัด Anterior Nasal Spine และวัด (CEJ to CEJ)

ที่มา: นันทิ ศาสตร์ประสิทธิ์ สถาบันนิติวิทยาศาสตร์

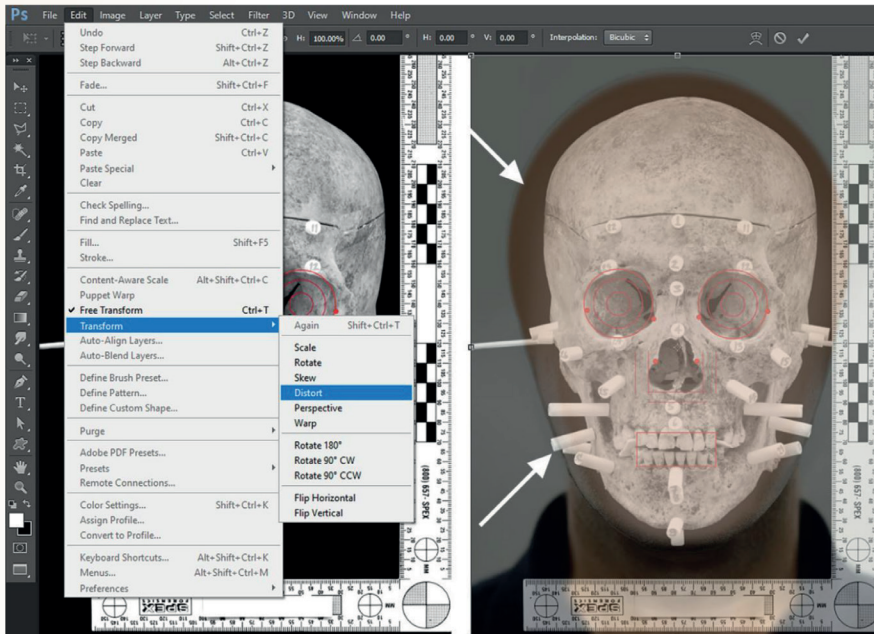


ภาพที่ 11 ภาพแสดงการตัดยางลบแบบเส้นเพื่อใช้เป็นหมุดความหนาเนื้อเยื่อ (Tissue Depth Markers)

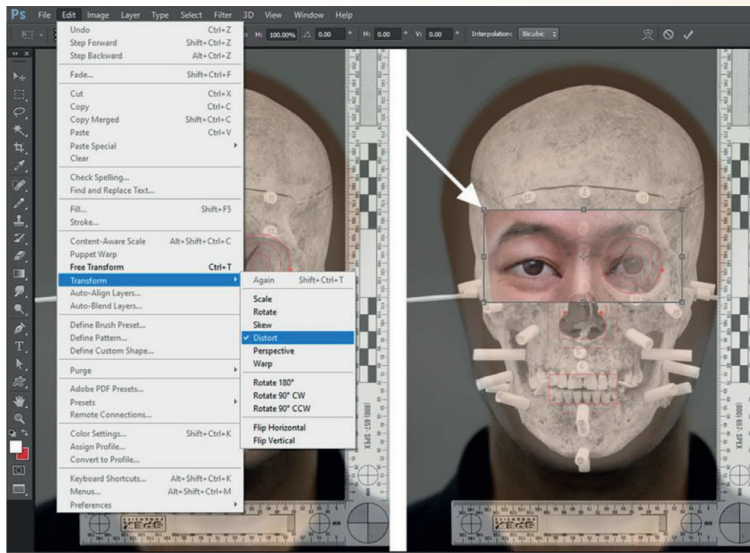
ที่มา: นันทิ ศาสตร์ประสิทธิ์ สถาบันนิติวิทยาศาสตร์



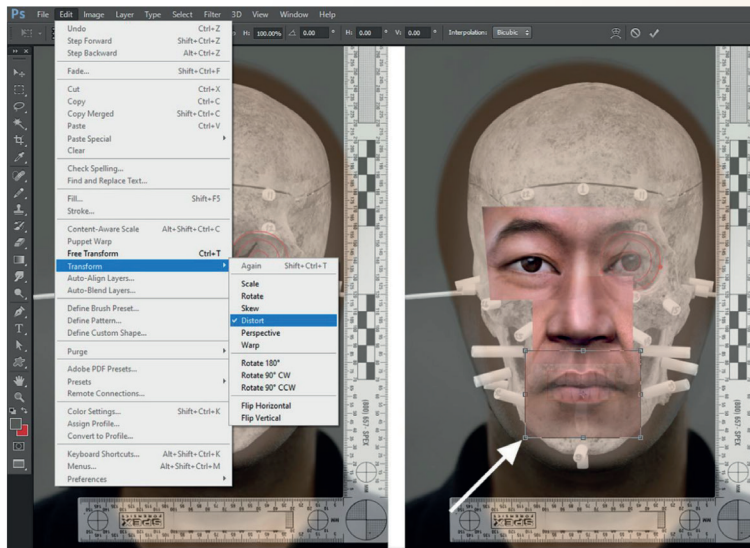
ภาพที่ 12 ภาพตัวอย่างกะโหลกศีรษะที่ติดหมุดความหนาเนื้อเยื่อบนใบหน้าเรียบร้อยแล้ว
ที่มา: นันทิ ศาสตร์ประสิทธิ์ สถาบันนิติวิทยาศาสตร์



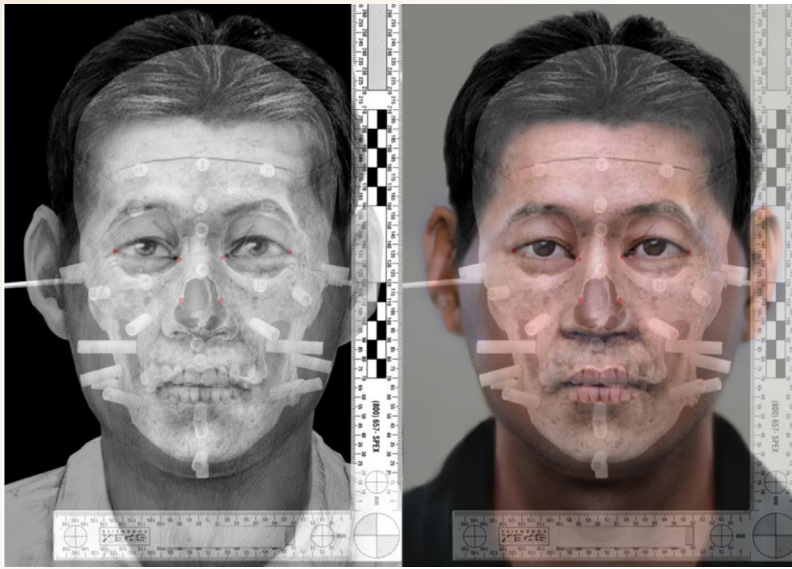
ภาพที่ 13 ภาพตัวอย่างการนำโครงใบหน้าที่มีสัดส่วนเหมาะสมมาวางซ้อนกับ
ภาพกะโหลกศีรษะด้วยโปรแกรมตกแต่งภาพ และใช้เครื่องมือ Distort ปรับสัดส่วน
ที่มา: นันทิ ศาสตร์ประสิทธิ์ สถาบันนิติวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 14 ภาพตัวอย่างการนำดวงตาและคิ้วที่มีสัดส่วนเหมาะสมมาวางซ้อนกับภาพกะโหลกศีรษะและภาพโครงใบหน้าด้วยโปรแกรมตกแต่งภาพ และใช้เครื่องมือ Distort ปรับสัดส่วน
ที่มา: นันทิ ศาสตร์ประสิทธิ์ สถาบันนิติวิทยาศาสตร์



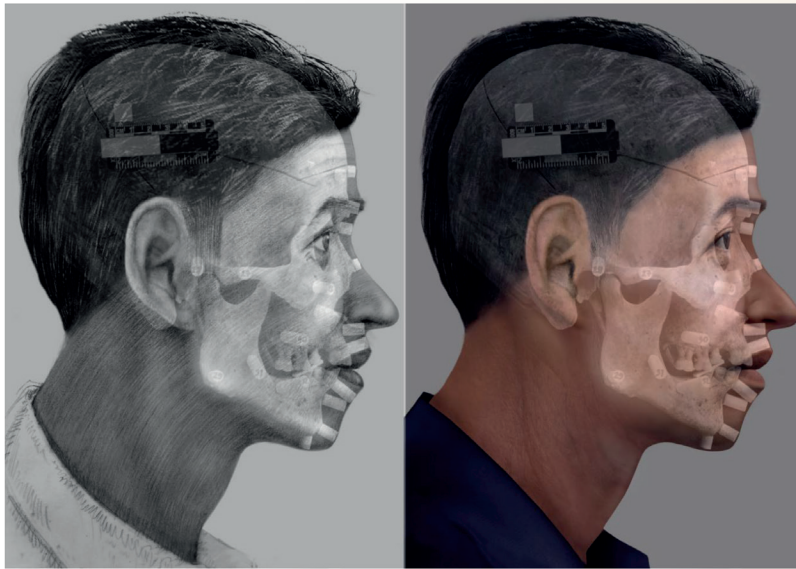
ภาพที่ 15 ภาพตัวอย่างการนำจมูกและปากที่มีสัดส่วนเหมาะสมมาวางซ้อนกับภาพกะโหลกศีรษะและภาพโครงใบหน้าด้วยโปรแกรมตกแต่งภาพ และใช้เครื่องมือ Distort ปรับสัดส่วน
ที่มา: นันทิ ศาสตร์ประสิทธิ์ สถาบันนิติวิทยาศาสตร์



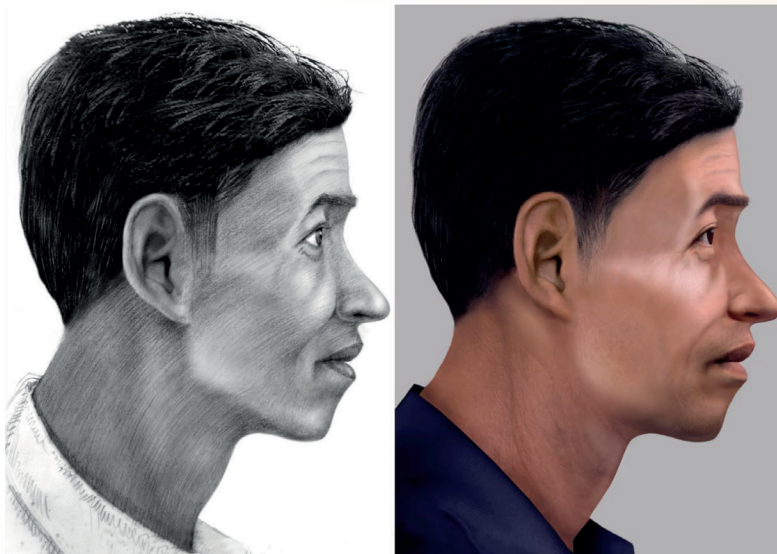
ภาพที่ 16 ภาพเปรียบเทียบการจำลองใบหน้าบุคคลจากกะโหลกศีรษะหน้าตรง ด้วยการวาดแบบดั้งเดิม (ซ้าย) และด้วยการใช้โปรแกรมตกแต่งภาพ(ขวา) โดยทำภาพแบบโปร่งใสเพื่อให้เห็นโครงสร้างกะโหลกศีรษะที่อยู่ด้านล่าง (ภาพโดยนันโท ศาสตร์ประสิทธิ์ สถาบันนิติวิทยาศาสตร์)



ภาพที่ 17 ภาพเปรียบเทียบการจำลองใบหน้าบุคคลจากกะโหลกศีรษะหน้าตรง ด้วยการวาดแบบดั้งเดิม (ซ้าย) และด้วยการใช้โปรแกรมตกแต่งภาพ (ขวา) ที่มา: นันโท ศาสตร์ประสิทธิ์ สถาบันนิติวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 18 ภาพเปรียบเทียบการจำลองใบหน้าบุคคลจากกะโหลกศีรษะด้านข้าง ด้วยการวาดแบบดั้งเดิม (ซ้าย) และด้วยการใช้โปรแกรมตกแต่งภาพ (ขวา) โดยทำภาพแบบโปร่งใสเพื่อให้เห็นโครงสร้างกะโหลกศีรษะที่อยู่ด้านล่าง
ที่มา: นันทิ ศาสตร์ประสิทธิ์ สถาบันนิติวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 19 ภาพเปรียบเทียบการจำลองใบหน้าบุคคลจากกะโหลกศีรษะด้านข้าง ด้วยการวาดแบบดั้งเดิม (ซ้าย) และด้วยการใช้โปรแกรมตกแต่งภาพ (ขวา) ที่มา: นันทิ ศาสตร์ประสิทธิ์ สถาบันนิติวิทยาศาสตร์

■ บทสรุป

การจำลองใบหน้าบุคคลจากกะโหลกศีรษะแบบ 2 มิติ ด้วยวิธีการดั้งเดิมนั้น นับเป็นวิธีการที่ผู้ปฏิบัติงานต้องเป็นผู้ที่มีทักษะและประสบการณ์ในการวาดภาพใบหน้าบุคคลมาในระดับหนึ่งแล้ว ซึ่งต้องผ่านระยะเวลาในการฝึกฝนและเป็นวิธีการที่ต้องใช้เวลามากพอสมควรกว่าจะได้ชิ้นงานที่เสร็จสมบูรณ์ การนำโปรแกรมตกแต่งภาพมาปรับใช้กับการทำงานทำให้ระยะเวลาในการปฏิบัติงานสั้นลงและได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพเหมาะสำหรับการเผยแพร่มากขึ้น รวมไปถึงบุคลากรในงานด้านการติดตามคนหายที่ไม่ได้มีทักษะในการวาดภาพระดับสูงสามารถเรียนรู้การใช้โปรแกรมเพื่อนำมาปฏิบัติงานด้านการจำลองใบหน้าบุคคลจากกะโหลกศีรษะได้ ทั้งนี้ จากการทดลองนำโปรแกรมตกแต่งภาพมาใช้ในการจำลองใบหน้าบุคคลจากกะโหลกศีรษะแบบ 2 มิติ เปรียบเทียบกับวิธีการวาดด้วยดินสอแบบดั้งเดิม พบข้อแตกต่างที่สามารถสรุปได้พอสังเขปดังนี้

1. การจำลองใบหน้าบุคคลจากกะโหลกศีรษะแบบ 2 มิติ แบบดั้งเดิม (วาดภาพด้วยดินสอ)

1.1 ข้อดี

- ใช้งบประมาณในการปฏิบัติงานน้อย เนื่องจากอุปกรณ์หลักในการวาดภาพมีเพียงอุปกรณ์ทางศิลปะขั้นพื้นฐาน เช่น กระดาษวาดเขียน กระดาษวาดเขียน กระดาษไข ดินสอ ยางลบ เทปขาว เป็นต้น

- สามารถปฏิบัติงานได้ในทุกสถานที่ที่มีแสงสว่างเพียงพอ เนื่องจากไม่ต้องใช้ไฟฟ้ากับอุปกรณ์การทำงานเช่นเดียวกับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์

1.2 ข้อจำกัด

- ผู้ปฏิบัติงานต้องมีทักษะทางศิลปะในการวาดภาพ ซึ่งทักษะในการวาดภาพต้องใช้การฝึกฝนเป็นเวลานานมากกว่าการฝึกใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เช่น ต้องมีความเข้าใจในเรื่องรูปร่าง รูปทรง แสงเงา ทักษะการควบคุมน้ำหนักดินสอ ทักษะการควบคุมทิศทางของเส้น เป็นต้น

- การวาดภาพด้วยมือต้องใช้เวลาในการปฏิบัติงานแต่ละชิ้นนานกว่าการใช้โปรแกรมตกแต่งภาพ เช่น การไล่น้ำหนักแสงและเงา การวาดภาพด้วยมือต้องมีทักษะในการผ่อนน้ำหนักมือ ค่อย ๆ ฝนปลายดินสอลงบนกระดาษจากเข้มไปอ่อน หรืออ่อนไปเข้ม ในขณะที่การใช้โปรแกรมตกแต่งภาพสามารถทำการไล่น้ำหนักแสงและเงาได้ผ่านการกดเมาส์ (Mouse) เพียงครั้งหรือสองครั้งเท่านั้น เป็นต้น

- การนำเข้าข้อมูลภาพชิ้นงานการจำลองใบหน้าเสร็จสิ้นสู่ระบบคอมพิวเตอร์ก่อนการเผยแพร่หรือส่งต่อให้ส่วนงานที่เกี่ยวข้องต้องผ่านการสแกนภาพหรือถ่ายภาพชิ้นงานก่อน ซึ่งเป็นการเพิ่มขั้นตอนการทำงานและมีโอกาสที่จะได้ภาพดูผิดสัดส่วนไปจากเดิมหากเลือกใช้เลนส์ไม่เหมาะสม ในขณะที่การจำลองใบหน้าด้วยโปรแกรมตกแต่งภาพสามารถบันทึก (save) ไฟล์งานและส่งต่อได้โดยสะดวกรวดเร็ว

- ต้องเตรียมการเรื่องการจัดเก็บกระดาษที่เป็นชิ้นงานภาพวาดและภาพกะโหลกศีรษะ

2. การจำลองใบหน้าบุคคลจากกะโหลกศีรษะแบบ 2 มิติ ด้วยวิธีใช้โปรแกรมตกแต่งภาพ

2.1 ข้อดี

- ผู้ปฏิบัติงานจำลองใบหน้าบุคคลจากกะโหลกศีรษะด้วยโปรแกรมตกแต่งภาพ

ใช้ระยะเวลาในการศึกษาเมนูคำสั่งหรือการควบคุมเครื่องมือต่าง ๆ รวมถึงฝึกฝนการใช้งานโปรแกรมสั้นกว่าการฝึกฝนทักษะในการวาดภาพด้วยดินสอ

- ใช้เวลาในการปฏิบัติงานแต่ละชิ้นน้อยกว่าวิธีการวาดภาพด้วยมือ เช่น สามารถใช้คำสั่งสำเนา (Copy) ในการคัดลอกภาพบางส่วนมาใช้งานแทนการวาดด้วยมือซ้ำสองครั้ง หรือสามารถใช้คำสั่งลบ (Delete) ครั้งเดียวแทนการลบด้วยการฝนยางลบหลายครั้ง เป็นต้น

- ผู้ปฏิบัติงานสามารถสร้างภาพการจำลองใบหน้าที่เสร็จสมบูรณ์ออกมาดูมีความสมจริงเป็นธรรมชาติได้ง่ายกว่าการวาดภาพด้วยมือ

- สามารถสั่งพิมพ์ภาพขึ้นงานหรือส่งต่อไฟล์ภาพที่จำลองใบหน้าเสร็จสิ้นแล้วเพื่อเผยแพร่หรือส่งให้ส่วนงานอื่นที่เกี่ยวข้องได้สะดวกรวดเร็ว

- มีความคล่องตัวในการปรับขนาดไฟล์ภาพ (Resize) รวมไปถึงสะดวกในการบันทึกขึ้นงานเป็นไฟล์นามสกุลต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์การใช้งาน

- ลดปัญหาในเรื่องสถานที่จัดเก็บชิ้นงานเนื่องจากชิ้นงานการจำลองใบหน้าเสร็จสิ้นแล้วเป็นรูปแบบไฟล์ดิจิทัลสามารถเก็บในสื่อบันทึก เช่น External Hard Disk ได้

2.2 ข้อจำกัด

- มีค่าใช้จ่ายในการนำอุปกรณ์ทางเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการทำงาน ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ และโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับตกแต่งภาพ (Photo editing software)

■ ข้อเสนอแนะ

บทความนี้นอกจากสะท้อนให้เห็นถึงความพยายามปรับวิธีการทำงานเพื่อลดระยะเวลาของการตรวจพิสูจน์อัตลักษณ์ด้านการจำลองใบหน้าบุคคลจากกะโหลกศีรษะ ยังอธิบายให้เห็นถึงประโยชน์ของการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้กับงานเพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ที่ดีขึ้นบนพื้นฐานของความสมเหตุสมผลทางด้านงบประมาณที่สามารถผลักดันให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นรูปธรรมได้โดยองค์ประกอบสำคัญในการช่วยให้การจำลองใบหน้าบุคคลจากกะโหลกศีรษะแบบ 2 มิติ ด้วยโปรแกรมตกแต่งภาพมีความสะดวกในการปฏิบัติงานนั้น ได้แก่ การจัดเตรียมคลังภาพใบหน้าบุคคล ที่นอกเหนือจากการแบ่งหมวดหมู่ตามช่วงอายุและเพศจะมีความสำคัญแล้ว มีข้อสังเกตเพิ่มเติมในส่วนของการเชื่อชาติเป็นอีกหนึ่งประเด็นที่ต้องคำนึงถึงเนื่องจากในปัจจุบันแต่ละปีประเทศไทยมีนักท่องเที่ยวและมีชาวต่างชาติเข้ามาอยู่อาศัยมากขึ้นเป็นลำดับ จากข้อมูลสถิตินักท่องเที่ยวชาวต่างชาติที่เดินทางเข้าประเทศไทย ม.ค. - ก.พ. 2567 (เบื้องต้น) ของกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา กองเศรษฐกิจการท่องเที่ยวและกีฬา ข้อมูล ณ วันที่ 25 มีนาคม 2567 มีจำนวน 6,387,598 คน (Economics Tourism and Sports Division, 2024, Mar 25) ส่งผลให้มีความน่าจะเป็นในการพบเหตุบุคคลสูญหายและศพนิรนามที่มีเชื้อชาติหลากหลายมากขึ้นในอนาคตลักษณะการเตรียมความพร้อมสำหรับการทำคลังภาพควรแยกภาพใบหน้าชาวต่างชาติ

ออกเป็นการเฉพาะ เนื่องจากมีลักษณะทางกายภาพของกะโหลกศีรษะแตกต่างจากคนไทยและคนเอเชียชาติอื่นๆ อย่างชัดเจน เช่น เชื้อสายชาติพันธุ์ผิวขาว (Whites) ที่มีโครงสร้างจมูกแคบและยื่นออกมา มีเยื่อกระดูกจมูก (Nasal Spine) ยื่นออกมามาก โครงหน้าโดยรวมแคบ ในขณะที่เชื้อสายชาติพันธุ์ผิวดำ (Blacks) มีกระดูกจมูกกว้าง ช่องเปิดจมูก (Nasal Aperture) กว้าง ฟันและกรามใหญ่ ส่งผลให้มีลักษณะใบหน้ายื่นออกมาด้านหน้า (Byer, 2002, pp.168-169.) ซึ่งโครงสร้างของกะโหลกศีรษะที่มีความแตกต่างกันตามที่ปรากฏนี้ย่อมส่งผลต่อลักษณะภายนอกของใบหน้า หากพบศพนิรนามที่เป็นกระดูกที่ผ่านการตรวจวิเคราะห์แล้วว่า มีลักษณะอยู่ในเชื้อสายชาติพันธุ์กลุ่มดังกล่าวข้างต้น จะสามารถนำข้อมูลภาพมาปรับใช้กับการจำลองใบหน้าได้อย่างเหมาะสมและใกล้เคียงความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น เป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของงานด้านการติดตามบุคคลสูญหายและศพนิรนาม และสนับสนุนงานด้านสิทธิมนุษยชนได้เป็นอย่างดี

■ บรรณานุกรม [References]

- Beaumont, M. (2022, February 23). *The History of Photoshop: 32 Years in the Making*. Mypstips. <https://mypstips.com/the-history-of-photoshop>
- Byers, S. N. (2002). *Introduction to Forensic Anthropology a Textbook*. Allyn & Bacon, 168-169
- Faigin, G. (1990). *The Artist's Complete Guide to Facial Expression* (1st ed.). United States of America: Watson-Guption Publications, 77.
- Gibson, L. (2008). *Forensic Art Essentials: A Manual for Law Enforcement Artists* (1st ed.). United States of America: Academic Press, 15.
- Economics Tourism and Sports Division. (2024, Mar 25). *International Tourist Arrivals to Thailand Jan - Feb 2024P*. Ministry of Tourism & Sports. <https://www.mots.go.th/news/category/759>
- Rubino, P. (1997). *The Portrait in Clay: A Technical, Artistic, and Philosophical Journey Toward Understanding the Dynamic and Creative Forces in Portrait Sculpture* (1st ed.). United States of America: Watson-Guption, 10.
- Taylor, K.T. (2001). *Forensic Art and Illustration* (1st ed.). Washington D.C.: CRC Press, 348, 371.
- Wilkinson, C. (2004). *Forensic Facial Reconstruction* (1st ed.). United Kingdom: Cambridge University Press, 126-129.

