



แผนที่งานวิศวกรรมต้องประกาศความถูกต้องและอากาศยานไร้คนไม่ใช้เครื่องมือพิเศษ

ENGINEERING MAPS MUST DECLARE THEIR ACCURACY AND UAV IS NOT A MAGIC TOOL

ดิบุญ เมธากุลชาติ

สมาคมการสำรวจและการแผนที่แห่งประเทศไทย

*Corresponding author, E-Mail: deeboon@noobeed.com

บทคัดย่อ

การใช้ภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนมาผลิตแผนที่เป็นเทคโนโลยีการทำแผนที่สมัยใหม่ที่กำลังได้รับความนิยมสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในปัจจุบัน และดูเหมือนว่าเทคโนโลยีใหม่นี้ได้สร้างความเชื่อในหมู่ผู้ใช้แผนที่และผู้ผลิตแผนที่ว่า การทำแผนที่ด้วยอากาศยานไร้คนเป็นสิ่งที่ง่าย ๆ ใคร ๆ ก็สามารถทำได้ ซึ่งเป็นความเข้าใจผิดที่เป็นอันตรายต่อสังคมของการสำรวจทำแผนที่ ทั้งในแง่ของความขัดแย้งกับทฤษฎีความรู้ที่ถูกต้อง และในแง่ของความเสียหายจากการนำแผนที่ที่ไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐานไปใช้งาน เพราะอากาศยานไร้คนไม่ใช่เครื่องมือพิเศษที่จะเนรมิตให้ภาพถ่ายกลายเป็นแผนที่ได้ ภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คนก็เหมือนกับภาพถ่ายทางอากาศที่ถ่ายโดยเครื่องบินทั่วไป ที่จะต้องนำมาผ่านกระบวนการของการสำรวจด้วยภาพถ่าย เพื่อดึงข้อมูลทางตำแหน่งของสิ่งต่างๆ ที่ปรากฏอยู่บนภาพออกมา หรือทำการตัดแก้ภาพถ่ายเพื่อผลิตเป็นแผนที่ภาพหรือภาพออร์โธ บทความนี้นำเสนอแนวทางการป้องกันความเสียหายอันอาจเกิดจากการนำแผนที่ที่ผลิตจากภาพถ่ายอากาศยานไร้คนที่ไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐานไปใช้งานวิศวกรรม ซึ่งเป็นงานที่เกี่ยวข้องกับชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน โดยการรณรงค์ให้มีการประกาศความถูกต้องของแผนที่ในงานวิศวกรรม โดยเฉพาะแผนที่จากอากาศยานไร้คน และนำเสนอวิธีการง่ายๆ โดยการใช้ชื่อแฟ้มข้อมูลเป็นช่องทางในการประกาศความถูกต้องของแผนที่ พร้อมข้อเสนอแนะในการประเมินความถูกต้องของแผนที่ตามมาตรฐานสมัยใหม่

คำสำคัญ: อากาศยานไร้คน; ภาพออร์โธ; ความถูกต้อง; การประเมินความถูกต้อง; มาตรฐาน; จุดตรวจสอบ; ความละเอียด; ความคลาดเคลื่อน; รากกำลังสองเฉลี่ย; ความคลาดเคลื่อนรากกำลังสองเฉลี่ย; ระยะสุ่มพื้นดิน

ABSTRACT

Making maps from Unmanned Aerial Vehicle (UAV) photography is a modern technology that is rising in popularity nowadays. It seems that the new technology has made people who are map users and map makers believe that making maps using UAV is a simple task and anyone is capable of doing it. Of course, this belief is a misunderstanding and is harmful to the mapping society in that it contradicts the correct theory of knowledge and might bring damages if the maps which do not meet the accuracy standard are used. UAV is not a magic tool and it cannot create maps out of nowhere. Images taken from UAV are just like ordinary images and must go through photogrammetric processes to extract the positions of features in the image, or the images must be rectified to produce photomaps or orthophotos. This paper presents a measure to prevent damages occurring from using such UAV maps

that do not follow the mapping standard, especially, in engineering projects, with which people's lives and assets are involved. The measure campaigns for engineering maps, especially orthophotos generated from UAV, to declare their positional accuracy and recommends a simple method to declare map accuracy via the filename. The paper also suggests a procedure to assess map accuracy according to the new standard.

KEYWORD: UAV; orthophoto; accuracy; accuracy assessment; standard; checkpoint; resolution; error; root mean square; root mean square error; GSD; ground sample distance

1. ความเป็นมาของปัญหา

งานวิศวกรรมเป็นงานที่เกี่ยวข้องกับชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน แผนที่ที่ใช้ในงานวิศวกรรมจึงมีบทบาทสำคัญที่เกี่ยวข้องกับความเสียหายของชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนด้วย เพราะแผนที่ที่มีความถูกต้องไม่ได้มาตรฐานย่อมก่อให้เกิดความผิดพลาดในขั้นตอนการออกแบบและการก่อสร้างหรือการผลิต และท้ายที่สุดก็อาจสร้างความเสียหายให้แก่ชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนได้อย่างไม่คาดคิด

วิธีการสำรวจทำแผนที่ ที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไป มี 2 วิธีใหญ่ๆ คือการสำรวจด้วยอุปกรณ์สำรวจบนพื้นดินและการสำรวจด้วยอุปกรณ์ถ่ายภาพทางอากาศ ในอดีตที่ผ่านมา วิธีการสำรวจทำแผนที่ถูกจำกัดอยู่เฉพาะวิธีการสำรวจบนพื้นดินเป็นส่วนใหญ่ เพราะการสำรวจด้วยภาพถ่ายทางอากาศต้องใช้เงินลงทุนสูง ซึ่งแน่นอนรวมถึงค่าจัดซื้อเครื่องบินด้วย นอกจากนี้การบินถ่ายภาพทางอากาศเพื่อทำแผนที่ ยังมีกฎหมายเฉพาะที่จะต้องปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด ดังนั้นการสำรวจด้วยภาพถ่ายทางอากาศจึงจำกัดอยู่เฉพาะในหน่วยงานราชการ รัฐวิสาหกิจ และหน่วยงานเอกชนจำนวนไม่กี่แห่ง

ปัจจุบันด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยีอากาศยานไร้คน (Unmanned Aerial Vehicle – UAV) ทำให้อากาศยานไร้คนมีราคาไม่สูงแต่มีประสิทธิภาพสูง และถูกนำมาใช้ในงานด้านต่างๆ มากมาย รวมถึงงานบินถ่ายภาพทางอากาศ ในขณะที่ราคาอุปกรณ์การสำรวจถ่ายภาพทางอากาศแบบเดิมที่อาศัยเครื่องบินอาจสูงในระดับเป็นร้อยล้านบาท ราคาของอากาศยานไร้คนรวมชุดอุปกรณ์การถ่ายภาพและบันทึกข้อมูล สามารถซื้อหาได้ในราคาระดับเพียงหลักหมื่นบาท โดยเหตุนี้จึงทำให้เกิดการใช้อากาศยานไร้คนในการบินถ่ายภาพรวมถึงการบินถ่ายภาพเพื่อทำแผนที่ เพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมากในเวลาอันรวดเร็ว

โดยแท้จริงแล้วปัจจัยที่ส่งเสริมให้การทำแผนที่จากอากาศยานไร้คนได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในเวลาอันรวดเร็ว นั้นมิใช่มีเพียงปัจจัยด้านราคาของอากาศยานไร้คนอย่างเดียว ยังมีปัจจัยเสริมอีกหนึ่งประการที่สำคัญมากพอๆ กัน คือความสามารถของซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทำแผนที่จากภาพถ่ายที่มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว จนทำให้การประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศกระทำได้อย่างอัตโนมัติโดยแทบจะไม่ต้องอาศัยมนุษย์

การสำรวจด้วยภาพถ่าย (Photogrammetry) มีประวัติความเป็นมาย้อนหลังไปมากกว่า 100 ปี อันที่จริงตั้งแต่ก่อนที่มนุษย์จะประดิษฐ์เครื่องบินได้ในปี ค.ศ. 1902 ด้วยซ้ำ โดยการใช้ภาพถ่ายจากที่สูงหรือจากบอลลูน ภายหลังจากการประดิษฐ์เครื่องบินประมาณ 50 ปี คือประมาณปี ค.ศ. 1950 ประวัติศาสตร์ของการสำรวจด้วยภาพถ่ายเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่ เมื่อมีการประดิษฐ์คอมพิวเตอร์ ดังจะได้กล่าวต่อไป

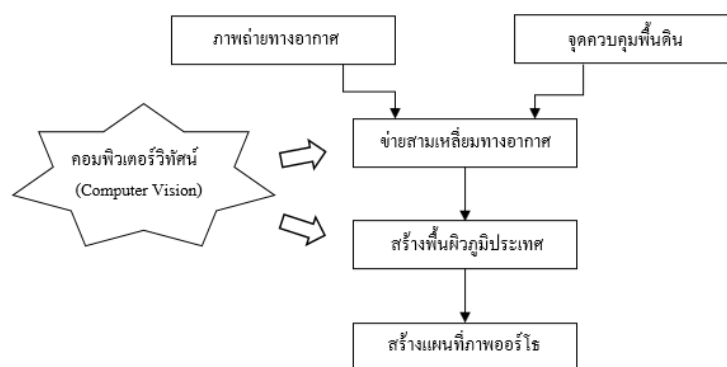
ในการถ่ายภาพเพื่อทำแผนที่จากภาพถ่ายมีเทคนิคที่สำคัญ คือจะต้องถ่ายภาพของพื้นดินให้ปรากฏบนภาพตั้งแต่ 2 ภาพขึ้นไป อีกนัยหนึ่ง ภาพถ่ายแต่ละภาพต้องมีส่วนซ้อน (overlap) และแนวนอนแต่ละแนวก็ต้องซ้อนกันด้วย เรียกว่าส่วนซ้อนด้านข้าง (sidelap) การที่ภาพมีส่วนซ้อน ในทางทฤษฎีทำให้เราเย็บภาพให้ต่อดัดกันเป็นพื้นเดียวได้ โดยการใช้จุดร่วมที่มองเห็นได้บนภาพ

หลายๆภาพที่ถ่ายซ้อนกัน จุดร่วมเหล่านี้ มีชื่อเรียกว่าจุดโยง (tie point) จุดโยงทำหน้าที่คล้ายตะปูที่ตรึงภาพเข้าด้วยกัน โดยมีจุดควบคุมพื้นดิน (ground control point) ทำหน้าที่คล้ายตะปูตรึงภาพลงสู่พื้นดิน เราเรียกงานในขั้นตอนนี้ว่าข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศ (Aerial triangulation) งานข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศต้องใช้แรงงานมนุษย์เป็นจำนวนมาก เพราะจุดโยงมีเป็นจำนวนมาก โดยทั่วไปคือ 5 จุดต่อ 1 ภาพ และจะต้องวัดจุดโยงที่ปรากฏบนภาพทุกภาพ เป็นงานคอขวดในกระบวนการทำแผนที่จากภาพถ่ายที่ต้องใช้เวลาในการตรวจสอบอย่างพิถีพิถัน และหากการประมวลผลงานข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศยังไม่แล้วเสร็จ งานในขั้นตอนอื่นๆที่จะตามมา ก็ไม่สามารถดำเนินการต่อไปได้ คุณภาพของงานข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศเป็นตัวกำหนดคุณภาพของแผนที่ในขั้นสุดท้าย

หลังจากเสร็จงานข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศแล้ว ยังมีงานที่ใช้แรงงานมนุษย์มากกว่างานข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศอีกงานหนึ่ง คืองานวัดจุดระดับ (spot height) ซึ่งมีจุดเป็นจำนวนมาก เพราะจุดระดับต้องกระจายไปทั่วทั้งภาพด้วยระยะห่างที่เหมาะสมและเพียงพอ สำหรับใช้สร้างพื้นผิวภูมิประเทศ เพื่อใช้ในการผลิตภาพออร์โธในขั้นตอนสุดท้าย

ในยุคต้นๆของการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยทำงานภาพถ่าย คอมพิวเตอร์เป็นเพียงผู้ช่วยคำนวณ คอมพิวเตอร์ยังไม่เห็นภาพ เพราะเรายังไม่ได้นำภาพเข้าไปในคอมพิวเตอร์ การวัดทั้งหลายบนภาพล้วนปฏิบัติโดยมนุษย์โดยการมองด้วยตา แต่ต่อมาในที่สุดเราก็เริ่มนำภาพเข้าไปให้คอมพิวเตอร์มองเห็น และ ณ จุดนี้จึงเป็นการเปิดช่องทางให้คอมพิวเตอร์เข้ามาจัดการดูแลการทำแผนที่จากภาพถ่ายอย่างเบ็ดเสร็จ โดยอาศัยองค์ความรู้จากวิทยาการคอมพิวเตอร์อีกแขนงหนึ่ง ซึ่งเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็ว นั่นคือคอมพิวเตอร์วิทัศน์ (Computer vision)

คอมพิวเตอร์วิทัศน์เป็นวิทยาการใหม่ที่มีการพัฒนาตัวอย่างรวดเร็วมาก เพื่อรองรับการพัฒนาปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) และการพัฒนาหุ่นยนต์ สังคมของคอมพิวเตอร์วิทัศน์ใหญ่กว่าสังคมของการทำแผนที่มากมายอย่างเทียบกันไม่ได้ การนำความรู้ของคอมพิวเตอร์วิทัศน์เข้ามาช่วยประมวลผลในซอฟต์แวร์การทำแผนที่จากภาพถ่าย (รูปที่ 1) ทำให้มนุษย์ไม่จำเป็นต้องวัดอะไรในภาพถ่ายอีกต่อไปแล้ว เพราะเมื่อคอมพิวเตอร์มองเห็นภาพ คอมพิวเตอร์ก็วัดสิ่งต่างๆบนภาพให้เราได้ ในเบื้องต้นฟังก์ชันที่ซอฟต์แวร์การทำแผนที่จากภาพถ่ายต้องการจากคอมพิวเตอร์วิทัศน์มากที่สุด คือฟังก์ชันการเทียบคู่ภาพอัตโนมัติ (Automated image matching) ซึ่งในมุมมองของคอมพิวเตอร์วิทัศน์เป็นฟังก์ชันที่เล็กน้อยมากเมื่อเทียบกับงานทั้งหมดของคอมพิวเตอร์วิทัศน์



รูปที่ 1 บทบาทของคอมพิวเตอร์วิทัศน์ในงานสำรวจด้วยภาพถ่าย

ดังได้กล่าวมาแล้วว่า ในการทำแผนที่จากภาพถ่ายมีงานใหญ่ๆที่ใช้แรงงานมนุษย์มากอยู่ 2 งาน คืองานวัดพิกัดของจุดโยงในข่ายสามเหลี่ยมทางอากาศ และงานวัดจุดระดับในการสร้างพื้นผิวภูมิประเทศ เมื่อทั้ง 2 งานนี้ถูกแทนที่ด้วยซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์

แล้ว มนุษย์ก็แทบจะไม่ต้องทำอะไรอีก ทำให้คนทั่วไปเข้าใจว่า การทำแผนที่โดยการใช้อากาศยานไร้คนเป็นเรื่องง่ายเหมือนปอกกล้วยเข้าปาก เพียงนำอากาศยานไร้คนไปทำการถ่ายภาพ แล้วกดปุ่มในคอมพิวเตอร์ไม่กี่ครั้ง ก็สามารถทำแผนที่ได้แล้ว

2. แก่นแท้ของปัญหา

แก่นแท้ของปัญหาคือความเข้าใจผิด เข้าใจผิดว่าอากาศยานไร้คนและระบบการทำแผนที่ที่มากับอากาศยานไร้คนเป็นเครื่องมือวิเศษ เพราะสามารถผลิตแผนที่ได้อย่างรวดเร็วและอัตโนมัติจนเป็นที่ประจักษ์ ข้อเท็จจริงนี้ใครๆก็อาจปฏิเสธได้ เพราะหากเทียบกับวิธีการวัดและประมวลผลข้อมูลด้วยมือมนุษย์แบบเดิมแล้ว งานโครงการเดียวกันอาจใช้เวลานานเป็นเดือนจึงจะแล้วเสร็จ แต่ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ใช้เวลาเพียงไม่กี่ชั่วโมงหรืออย่างมากก็เพียงเป็นวันก็ทำได้ ในอีกด้านหนึ่ง เป็นความจริงที่ว่ามนุษย์เรามีความศรัทธาสูงต่อคอมพิวเตอร์เป็นทุนเดิมอยู่แล้ว หากสิ่งใดถูกจัดการด้วยคอมพิวเตอร์ เราจะให้ความเชื่อถือเป็นพิเศษ เพราะคอมพิวเตอร์ทำได้ดีกว่าและรวดเร็วกว่า ซึ่งก็เป็นความจริงที่เราต้องยอมรับ

แต่ในข้อเท็จจริง ในโลกนี้ยังมีงานอีกหลายสิ่งที่คุณคอมพิวเตอร์ทำงานได้ไม่เท่ามนุษย์ หนึ่งในหลายสิ่งเหล่านั้นคือการประมวลผลภาพที่ตามองเห็น หรือที่เรียกชื่อว่า คอมพิวเตอร์วิทัศน์ ถึงแม้ว่าวิทยาการความรู้ด้านคอมพิวเตอร์วิทัศน์จะพัฒนาไปไกลมากแล้วก็ตาม แต่ก็ยังไม่ถึงที่สุด เพราะถ้าหากถึงที่สุดแล้ว เราคงจะเห็นหุ่นยนต์มนุษย์ (android) เต็มบ้านเต็มเมืองไปหมด สาเหตุหลักก็คือหุ่นยนต์มนุษย์ยังไม่มีความสามารถในการแปลภาพได้ดีพอเท่ามนุษย์ ถึงแม้ว่าหุ่นยนต์มนุษย์จะมองเห็นภาพได้ชัดเจนกว่าตามนุษย์ด้วยกล้องสแกนนิ่ง และด้วยช่วงคลื่นที่กว้างกว่าตามนุษย์สักเพียงใด ก็ยังมีข้อจำกัดของมนุษย์กับภาพเพียง 2 ภาพจากตาซ้ายและตาขวาของมนุษย์ได้

การรู้จำวัตถุ (Object recognition) คือการที่สมองแยกแยะวัตถุสิ่งต่างๆออกมาจากภาพที่ตามองเห็น และรู้จำได้ว่าสิ่งต่างๆเหล่านั้นคืออะไร การรู้จำวัตถุใช้พื้นที่ผิวสมองที่เรียกว่า คอร์เท็กซ์ (cortex) ในส่วนของสมองที่ใหญ่ที่สุดที่เรียกว่า เซรีบรัม (cerebrum) มากกว่า 50% การรู้จำวัตถุในคอมพิวเตอร์วิทัศน์คือการที่คอมพิวเตอร์รู้ว่า สิ่งต่างๆที่อยู่ในภาพคืออะไร การรู้จำวัตถุเป็นงานที่ท้าทายที่สุดในคอมพิวเตอร์วิทัศน์ เพราะเกี่ยวข้องกับการจำลองการทำงานของสมองในกิจกรรมที่ใช้พื้นที่สมองเป็นจำนวนมาก [1] ต้องอาศัยทฤษฎีความรู้ด้านประสาทวิทยาศาสตร์ (Neuroscience) เข้ามาร่วมในการพัฒนา [1, 2, 3] คอมพิวเตอร์วิทัศน์ในยุคต้นๆ ละเลยการทำความเข้าใจกับการทำงานของสมอง อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบัน งานค้นคว้าวิจัยด้านการรู้จำวัตถุของคอมพิวเตอร์เริ่มตระหนักถึงความสำคัญ และได้นำทฤษฎีความรู้ต่างๆในเรื่องประสาทวิทยาศาสตร์มาร่วมในงานวิจัยแล้ว [3]

การพัฒนาซอฟต์แวร์ด้านวิทยาศาสตร์ต้องใช้ความรู้เฉพาะด้าน เช่น ซอฟต์แวร์พยากรณ์อากาศ พัฒนาโดยนักอุตุนิยมวิทยา ซอฟต์แวร์พยากรณ์น้ำ พัฒนาโดยนักอุทกวิทยา ซอฟต์แวร์ทำแผนที่จากภาพถ่ายก็เช่นเดียวกัน ในอดีตที่ผ่านมา ส่วนถูกพัฒนาขึ้นโดยผู้ที่มีความรู้ด้านการสำรวจด้วยภาพถ่าย (ผู้เขียนเป็นหนึ่งในวิศวกรสำรวจไทยที่ได้พัฒนาซอฟต์แวร์ Noobeed และ Stereo Image Mapper ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 และปี พ.ศ. 2548 สำหรับใช้ในการเรียนการสอนในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยไม่พึ่งพาซอฟต์แวร์จากต่างประเทศ [4, 5, 6]) แต่การทำแผนที่แบบอัตโนมัติจากภาพถ่าย มิได้อาศัยแต่ความรู้ด้านการสำรวจด้วยภาพถ่ายเพียงอย่างเดียว ต้องอาศัยคอมพิวเตอร์วิทัศน์ ซึ่งเป็นวิทยาการที่การพัฒนาอย่างไม่ถึงจุดที่ใช้งานได้อย่างสนิทใจ ขอให้ท่านผู้อ่านโปรดพิจารณาว่า ระหว่างรถโดยสารที่มีคนขับ กับรถโดยสารที่ขับได้เองโดยอัตโนมัติ ท่านจะไว้วางใจเลือกใช้บริการรถคันไหน

ทราบไหมมนุษย์ยังไม่เข้าใจการทำงานของสมอง(ของมนุษย์เอง)ในเรื่องการรู้จำวัตถุ ตรานั้นการปฏิบัติการที่เกี่ยวกับการรู้จำวัตถุในคอมพิวเตอร์วิทัศน์ก็ยากที่จะถึงจุดสมบูรณ์ และการพัฒนาซอฟต์แวร์การทำแผนที่จากภาพถ่ายโดยอัตโนมัติก็ยังไม่สมบูรณ์ เพราะเป็นการใช้สมมุติฐานและอัลกอริทึม (algorithm) ต่างๆเพื่อลองผิดลองถูก เปรียบเหมือนคนตาบอดคลำช้าง การใช้

มีคลำข้างมีอาบรรษาขรูปร่างของข้างได้ เมื่อคนตามอดคลำไปที่ส่วนใดของข้าง ก็จะคิดว่าข้างมีรูปร่างอย่างนั้น ต่อเมื่อตามองเห็น ก็จะเข้าใจว่าข้างมีรูปร่างอย่างไร

บทความนี้มีจุดประสงค์เพื่อเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ไม่มีจุดประสงค์ที่จะเปิดประเด็นในเรื่องความน่าเชื่อถือของระบบอัตโนมัติของซอฟต์แวร์การทำแผนที่จากภาพถ่ายว่าทำงานได้จริงหรือไม่ หรือมานำเสนอต่อยอดปัญหาที่มีอยู่ เพราะไม่มีประโยชน์ที่จะไปประกาศถึงปัญหาไปเรื่อยๆ โดยไม่เสนอแนวทางแก้ไข เปรียบเหมือนการปิดป้ายประกาศเตือนผู้ขับขี่ยานพาหนะในเขตที่มีความเสี่ยงต่ออุบัติเหตุ เช่น ริมหน้าผา ถึงแม้ว่าการติดป้ายเตือนจะเป็นสิ่งที่ดี แต่ย่อมมีประโยชน์น้อยกว่าการสร้างรั้วป้องกันมิให้รถพลัดตกเหว

3. แนวทางการแก้ปัญหา

ในชีวิตประจำวัน ผู้ซื้อสินค้าทราบสรรพคุณของสินค้าได้จากการอ่านข้อมูลในฉลากกำกับสินค้า ในทำนองเดียวกัน ผู้ใช้แผนที่จะทราบคุณภาพของแผนที่ได้จากค่าความถูกต้องของแผนที่ ความถูกต้องของแผนที่คือความคลาดเคลื่อน (error) ของแผนที่ หมายความว่าแผนที่ที่มีความถูกต้อง 50 เซนติเมตร ก็คือแผนที่ที่มีความคลาดเคลื่อน 50 เซนติเมตร การได้ทราบความถูกต้องของแผนที่เป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้แผนที่ เพราะเป็นข้อมูลที่บอกให้ทราบว่าแผนที่ที่มีความคลาดเคลื่อนเท่าไร ความถูกต้องที่สำคัญของแผนที่ มี 2 ชนิด คือ ความถูกต้องทางตำแหน่งและความครบถ้วน เพื่อประโยชน์แห่งความสะดวกในการนำเสนอหลักการ ในบทความนี้ คำว่าความถูกต้องของแผนที่ หรือในบางครั้งจะเรียกสั้นๆว่า ความถูกต้อง จึงมิได้ครอบคลุมถึงความถูกต้องของแผนที่ทั้งหมด แต่หมายถึง ความถูกต้องทางตำแหน่งของแผนที่ในทางราบ (horizontal) เพียงอย่างเดียวเท่านั้น

ภาพถ่ายไม่ใช่แผนที่เพราะสิ่งต่างๆที่ปรากฏบนภาพถ่ายมีความคลาดเคลื่อนทางตำแหน่ง กระบวนการทำแผนที่จากภาพถ่ายอีกนัยหนึ่งก็คือ กระบวนการขจัดความคลาดเคลื่อนออกจากภาพถ่าย ตามมาตรฐานการทำแผนที่โดยทั่วไป กำหนดให้แผนที่ต้องมีความถูกต้องตามข้อกำหนด เรื่องความถูกต้องของแผนที่กับแผนที่จึงเป็นของคู่กันมาโดยตลอด แผนที่ที่ไม่ทราบหรือไม่บอกความถูกต้องจึงเป็นแผนที่ที่ไม่ได้ทำตามข้อกำหนดของมาตรฐานหรือไม่มีคุณภาพตามมาตรฐาน แผนที่ที่ไม่มีคุณภาพตามมาตรฐานก็เปรียบเหมือนภาพวาดธรรมดาที่นำไปใช้ประโยชน์ได้ไม่เต็มที่ โดยเฉพาะในงานวิศวกรรมที่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลจากแผนที่ที่มีความถูกต้องที่เชื่อถือได้ หากไม่ทราบความถูกต้อง ตำแหน่งของสิ่งต่างๆที่ออกแบบลงไปบนแผนที่ย่อมเชื่อถือไม่ได้ เปรียบเสมือนการปิดตาขับรถ นอกจากผู้ขับขี่จะไม่ถึงที่หมายแล้ว ยังอาจเกิดอันตรายอีกด้วย ดังนั้น การบอกหรือประกาศความถูกต้องของแผนที่ในงานวิศวกรรมจึงเป็นเรื่องที่สำคัญมาก ที่ผู้ผลิตแผนที่จะต้องถือปฏิบัติตาม ต่อไปนี้ คำว่าแผนที่ในบทความนี้หมายถึงแผนที่งานวิศวกรรม

แนวทางการแก้ปัญหาคือ ผู้ใช้แผนที่รวมถึงผู้ผลิตจะต้องเข้าใจว่า อาภาศยานไร้คนและซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายจากอาภาศยานไร้คนไม่ใช่เครื่องมือวิเศษ และแผนที่ที่ผลิตจากอาภาศยานไร้คนต้องมีการประกาศความถูกต้อง

4. การประกาศความถูกต้องของแผนที่ตามมาตรฐานสมัยใหม่

แผนที่ในยุคก่อนล้วนอยู่บนกระดาษ ซึ่งเป็นเช่นนี้มาตั้งแต่สมัยโบราณนานมา แผนที่ก็คือภาพวาดของพื้นผิวโลกที่แสดงที่ตั้งของสิ่งต่างๆบนโลกได้อย่างถูกต้อง การนำภาพวาดของพื้นผิวโลกที่มีขนาดใหญ่กว่าแผ่นกระดาษอย่างมากมาลงมาอยู่บนกระดาษ จำเป็นต้องมีการย่อส่วน อัตราส่วนระหว่างระยะทางจริงบนพื้นโลกกับระยะทางที่ปรากฏบนแผนที่ เรียกว่า มาตรฐานแผนที่ หรือเรียกสั้นๆว่า มาตรฐาน

แผนที่ทุกแผ่นในสมัยก่อนจึงต้องมีมาตราส่วน ด้วยความชาญฉลาดของคนสมัยก่อน ค่าความถูกต้องของแผนที่ได้ถูกกำหนดให้แฝงอยู่กับค่ามาตราส่วน แผนที่ทุกแผ่นจึงมีการประกาศความถูกต้องในลักษณะของการประกาศแบบทางอ้อม ทั้งผู้ผลิตแผนที่และผู้ใช้แผนที่ต่างทราบถึงหลักการนี้ดี แต่ในรายละเอียดอาจมีความแตกต่างกันบ้างเล็กน้อยในระหว่างหน่วยงาน เช่น

1. กรมชลประทาน กำหนดมาตรฐานความถูกต้องของแผนที่ที่มีค่าเท่ากับ 1 มิลลิเมตรบนแผนที่หรือดีกว่า เมื่อนำค่าตัวเลข 1 มิลลิเมตรไปคูณด้วยมาตราส่วนแผนที่ ก็จะได้ค่าความถูกต้องของแผนที่บนพื้นดิน [7]

ตัวอย่าง แผนที่มาตราส่วน 1:10,000 ความถูกต้องเท่ากับ $0.001 \times 10,000 = 10$ เมตร

2. สมาคมการสำรวจด้วยภาพถ่ายและการสำรวจระยะไกลของอเมริกา (American Society for Photogrammetry and Remote Sensing – ASPRS) กำหนดมาตรฐานความถูกต้องของแผนที่ไว้ 3 ระดับ คือ ชั้นหนึ่ง ชั้นสอง และชั้นสาม โดยมีค่าเท่ากับ 0.25 มิลลิเมตร 0.5 มิลลิเมตร และ 0.75 มิลลิเมตรบนแผนที่หรือดีกว่า ตามลำดับ [8]



รูปที่ 2 การประกาศความถูกต้องของแผนที่ระหว่างเมื่อก่อนกับปัจจุบัน

ปัจจุบัน ข้อมูลแผนที่เป็นข้อมูลดิจิทัลเก็บอยู่ในคอมพิวเตอร์ ผู้ใช้งานสามารถใช้แผนที่บนคอมพิวเตอร์ผ่านซอฟต์แวร์ต่างๆ รวมถึงซอฟต์แวร์ที่ใช้ในงานวิศวกรรม ในปัจจุบันนี้ คงไม่มีใครทำงานออกแบบบนแผนที่กระดาษหากไม่จำเป็น เพราะคอมพิวเตอร์สามารถดึงข้อมูลต่างๆ จากแผนที่ออกมาประมวลผลได้รวดเร็วกว่ามนุษย์หลายร้อยหลายพันเท่า และในกรณีที่ต้องมีการแก้ไขแบบ คอมพิวเตอร์ก็พร้อมที่จะประมวลผลให้ใหม่โดยไม่รู้จักเหน็ดเหนื่อย

การแสดงผลแผนที่บนจอคอมพิวเตอร์ทำให้มาตราส่วนของแผนที่เปลี่ยนอยู่ตลอดเวลา เพราะผลจากการซูมเข้าหรือซูมออก ซูมทีหนึ่ง มาตราส่วนก็เปลี่ยนทีหนึ่ง ความถูกต้องของแผนที่จึงไม่สามารถผูกกับมาตราส่วนของแผนที่ได้อีกต่อไป (รูปที่ 2) ในปีพ.ศ. 2557 หรือ ค.ศ. 2014 สมาคมการสำรวจด้วยภาพถ่ายและการสำรวจระยะไกลของอเมริกา จึงได้ออกมาตรฐานความถูกต้องทางตำแหน่งของแผนที่ใหม่ มีชื่อว่า ASPRS Positional Accuracy Standards for Digital Spatial Data (Edition 1, Version 1.0, November 2014) ต่อไปนี้จะเรียกสั้นๆ ว่า ASPRS 2014 และคำว่า มาตรฐาน ให้หมายถึง มาตรฐาน ASPRS 2014

ตามมาตรฐาน ASPRS 2014 การประกาศความถูกต้องทางราบของแผนที่ ใช้วิธีประกาศค่าความถูกต้องแบบตรงๆ โดยใช้ข้อความว่า ชั้นความถูกต้องทางราบ ตามด้วยตัวเลขความถูกต้อง ที่มีหน่วยเป็นเซนติเมตร เช่น ชั้นความถูกต้องทางราบ 50 เซนติเมตร หมายถึง ความถูกต้องทางราบของแผนที่ มีค่าเท่ากับ 50 เซนติเมตร ดังมีรายละเอียดตามตารางที่ 1 [9, 10]

ตารางที่ 1 มาตรฐานความถูกต้องทางราบ

ชั้นความถูกต้องทางราบ (Horizontal Accuracy Class)	ความถูกต้องสัมบูรณ์ (Absolute Accuracy)		
	RMSE _x และ RMSE _y (เซนติเมตร)	RMSE _r (เซนติเมตร)	ความถูกต้องทางราบที่ ระดับความ เชื่อมั่น 95% (เซนติเมตร)
X เซนติเมตร	$\leq X$	$\leq 1.414 * X$	$\leq 2.448 * X$

โดย RMSE_x RMSE_y คือความคลาดเคลื่อนรากกำลังสองเฉลี่ย ในแนวแกน X และแกน Y
RMSE_r คือความคลาดเคลื่อนรากกำลังสองเฉลี่ยเชิงเส้น หรือความคลาดเคลื่อนรากกำลังสองเฉลี่ยรวม
มีข้อสังเกตจากข้อกำหนดในตารางที่ 1 คือ

1. ถ้าว่า RMSE_x และ RMSE_y $\leq X$ หมายความว่า ค่า RMSE ทั้งคู่จะต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับ X เซนติเมตร
2. ตัวคูณ 1.414 คือรากที่สองของ 2 หรือความยาวของด้านที่สามของสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีด้านประกอบมุมฉากยาวเท่ากับ 1
3. ตัวคูณ 2.448 คือตัวคูณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สำหรับตัวแปรสุ่ม (random variable) ชนิด 2 มิติ โดยตั้งอยู่บนสมมติฐานว่า ความคลาดเคลื่อนทาง X และ Y เป็นอิสระต่อกัน หรืออีกนัยหนึ่ง ความแปรปรวนรวมมีค่าเท่ากับศูนย์ สำหรับตัวคูณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ระดับความเชื่อมั่นอื่นๆ คำนวณได้จากสูตรคำนวณ ต่อไปนี้ [11]

$$c = \sqrt{-2 \ln(1 - p)} \quad (1)$$

โดย c คือตัวคูณส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
 p คือค่าความน่าจะเป็นของระดับความเชื่อมั่นที่ต้องการ เช่น ระดับความเชื่อมั่น 95% $p = 0.95$

5. ความคลาดเคลื่อนรากกำลังสองเฉลี่ยคืออะไร

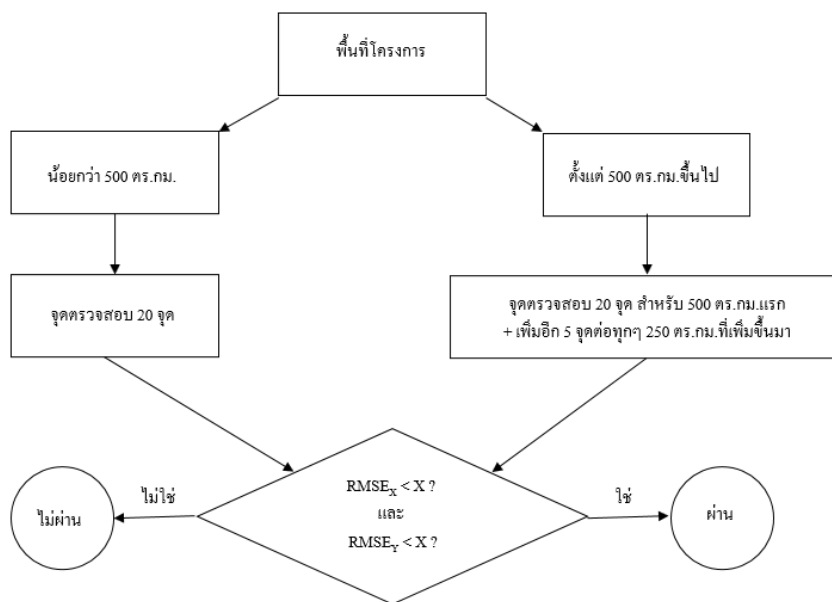
เมื่อแผนที่มีการประกาศความถูกต้องก็ต้องมีการประเมินความถูกต้อง (Accuracy assessment) ผลลัพธ์ของการประเมินความถูกต้องคือ ค่ารากกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square - RMS) ของความคลาดเคลื่อน หรือความคลาดเคลื่อนรากกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square Error - RMSE) ความคลาดเคลื่อนรากกำลังสองเฉลี่ย ซึ่งต่อไปนี้จะเรียกว่า RMSE คือปริมาณที่ใช้ประเมินความถูกต้องของแผนที่ เพื่อยืนยันว่า แผนที่มีความถูกต้องจริงตามที่ได้ประกาศไว้หรือไม่ ตามข้อกำหนดในมาตรฐาน ค่า RMSE ในแนวแกน X หรือ RMSE_x และค่า RMSE ในแนวแกน Y หรือ RMSE_y จะต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับความถูกต้องที่ได้ประกาศไว้ จึงจะเรียกได้ว่า แผนที่มีความถูกต้องตามมาตรฐานจริง

การประเมินความถูกต้องเป็นเครื่องยืนยันว่า แผนที่มีความคลาดเคลื่อนไม่เกินกว่าความถูกต้องที่ได้ประกาศไว้ ความคลาดเคลื่อนในที่นี้ คือผลต่างระหว่างค่าพิกัดของจุดตรวจสอบที่อ่านได้จากแผนที่ กับค่าพิกัดที่ถูกต้องจริงๆของจุดตรวจสอบ การคำนวณหาค่า RMSE ให้เอาความคลาดเคลื่อนของจุดตรวจสอบแต่ละจุดมายกกำลังสองแล้วบวกกันทุกจุด หาคำด้วยจำนวนจุดจะได้ค่าเฉลี่ย แล้วเอาค่าเฉลี่ยมาหาค่ารากที่สอง (square root) ผลลัพธ์ที่ได้คือค่า RMSE ซึ่งจะมี 2 ค่า คือค่า RMSE ของพิกัด X และค่า RMSE ของพิกัด Y

จุดตรวจสอบ (Checkpoint) มีบทบาทอย่างยิ่งในการควบคุมคุณภาพของแผนที่ จุดตรวจสอบคือจุดที่เห็นได้ชัดเจนบนแผนที่ และทราบค่าพิกัด ตามข้อกำหนดในมาตรฐาน กำหนดไว้ว่า ความถูกต้องของค่าพิกัดของจุดตรวจสอบจะต้องสูงกว่าความถูกต้องของแผนที่ที่ได้ประกาศไว้อย่างน้อย 3 เท่า หมายความว่า หากแผนที่ที่จะถูกประเมินความถูกต้อง ได้ประกาศความถูกต้องไว้ที่ X เซนติเมตร ค่า $RMSE_x$ และ $RMSE_y$ ของจุดตรวจสอบจะต้องมีค่าเท่ากับ $X/3$ เซนติเมตร หรือน้อยกว่า

$$RMSE_x \text{ และ } RMSE_y \text{ (checkpoint)} = X/3 \text{ เซนติเมตร หรือน้อยกว่า}$$

หลักการเดียวกันนี้ เราสามารถนำมาใช้กับกรณีที่ต้องการจะประเมินความถูกต้องของจุดตรวจสอบ นั่นคือ ค่า $RMSE$ ของจุดที่จะมาใช้ประเมินความถูกต้องของจุดตรวจสอบ จะต้องสูงเป็น 3 เท่าของความถูกต้องของจุดที่จะถูกตรวจสอบ



รูปที่ 3 การประเมินความถูกต้องของแผนที่

มาตรฐาน ASPRS 2014 มิได้กำหนดเรื่องตำแหน่งและจำนวนจุดตรวจสอบไว้ชัดเจน และเชิญชวนให้มีการศึกษาเรื่องการประเมินความถูกต้องของแผนที่อย่างจริงจัง [9] ข้อเสนอแนะหลักก็คือ ตำแหน่งของจุดตรวจสอบควรกระจายให้ทั่วทั้งพื้นที่โครงการ และกำหนดจำนวนจุดตรวจสอบต่ำสุดไว้ที่ 20 จุด สำหรับพื้นที่โครงการที่มีขนาดไม่เกิน 500 ตารางกิโลเมตร หากพื้นที่โครงการเกิน 500 ตารางกิโลเมตร ให้เพิ่มจุดตรวจสอบ 5 จุดต่อพื้นที่ที่เพิ่มขึ้นทุกๆ 250 ตารางกิโลเมตร รูปที่ 3 ประกอบ

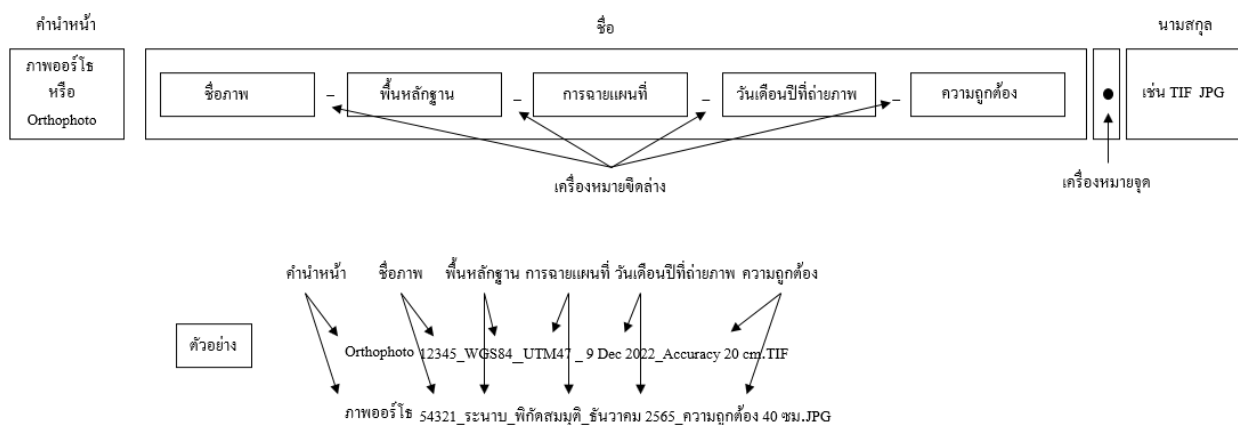
6. วิธีการประกาศความถูกต้องของแผนที่จากอากาศยานไร้คน

แผนที่ผลลัพธ์ที่ได้จากภาพถ่ายทางอากาศ หลักๆ มีอยู่ 2 ชนิด คือ แผนที่เวกเตอร์หรือแผนที่ลายเส้น (Line map) และแผนที่ภาพถ่าย (Photomap) หรือแผนที่ภาพออร์โธ (Orthophotomap) ในการนำเสนอหลักการและวิธีการประกาศความถูกต้องของแผนที่ บทความนี้จะเน้นเฉพาะการประกาศความถูกต้องของแผนที่ภาพออร์โธ หรือเรียกสั้นๆว่า ภาพออร์โธ (Orthophoto, Orthoimage) เท่านั้น (อนึ่ง คำว่า ออร์โธ เขียนตามความนิยม หากเขียนตามราชบัณฑิตยสถาน จะใช้ว่า ออร์โท)

ภาพออร์โธคือภาพถ่ายทางอากาศที่ผ่านกระบวนการตัดแก้ จนทราบตำแหน่งของภาพบนพื้นโลกและสามารถสร้างภาพลงบนแผนที่ได้ การสร้างภาพออร์โธลงบนแผนที่โดยทั่วไปกระทำโดยการบอกค่าพิกัดแผนที่ของจุดมุมล่างซ้ายและบนขวาของภาพออร์โธ หรือบอกค่าพิกัดจุดมุมใดมุมหนึ่งของภาพออร์โธพร้อมกับบอกความกว้างยาวของภาพบนพื้นดิน

รูปแบบเพิ่มข้อมูลที่นิยมใช้กับภาพออร์โธคือจีโอทีฟ (Geotif) เพราะข้อมูลพิกัดตำแหน่งของภาพออร์โธสามารถเก็บรวมอยู่กับข้อมูลความส่องสว่างของภาพภายในแฟ้มเดียวกัน หากใช้รูปแบบเพิ่มข้อมูลประเภทอื่น เช่น เจเป็ก (JPEG) จะต้องมีการเพิ่มข้อมูลอีกแฟ้มหนึ่งสำหรับบอกค่าพิกัดตำแหน่งของภาพออร์โธ เรียกว่า เวิลด์ไฟล์ (World file) ซึ่งจะมีชื่อแฟ้มเป็นชื่อเดียวกับชื่อแฟ้มภาพออร์โธ แต่คนละนามสกุล

วิธีการประกาศความถูกต้องของภาพออร์โธคือ ใช้ชื่อแฟ้ม (filename) เป็นช่องทางในการบอกความถูกต้องของภาพออร์โธ เพราะภาพออร์โธแต่ละภาพจะต้องถูกเก็บบันทึกในสื่อคอมพิวเตอร์อยู่แล้ว เมื่อผู้ใช้งานเรียกข้อมูลภาพออร์โธในแต่ละครั้ง จึงต้องเรียกผ่านชื่อแฟ้ม ทำให้ทราบความถูกต้องของภาพออร์โธในทันที เพราะข้อมูลความถูกต้อง พร้อมด้วยข้อมูลที่จำเป็นอื่นๆ เป็นส่วนหนึ่งของชื่อแฟ้มภาพออร์โธ ดังนี้



รูปที่ 4 การตั้งชื่อแฟ้มภาพออร์โธ

พิกัดแผนที่เกิดจากกระบวนการฉายแผนที่ (Map projection) ซึ่งมีหลายชนิดหลายแบบ เช่น ยูทีเอ็ม (UTM – Universal Transverse Mercator) เว็บเมอร์เคเตอร์ (Web Mercator) และเกียวกังไปถึงพื้นหลักฐานจีโอดेटิก (Geodetic datum) ที่ใช้อ้างอิงในการสำรวจ ดังนั้น ค่าพิกัดของภาพออร์โธจึงไม่เพียงพอที่จะใช้สร้างภาพออร์โธลงบนแผนที่ จำเป็นต้องบอกชนิดของการฉายแผนที่ และพื้นหลักฐานจีโอดेटิกด้วย ส่วนข้อมูลวันเดือนปีที่ถ่ายภาพ ก็จะเป็นประโยชน์ไม่น้อยต่อผู้ใช้แผนที่ ดังนั้น ผู้เขียนบทความจึงเห็นควรใช้โอกาสเดียวกันนี้ ใส่ข้อมูลเหล่านี้เข้าไปในชื่อแฟ้มภาพออร์โธด้วย (รูปที่ 4)

โปรดสังเกตว่า ชื่อแฟ้มภาพออร์โธประกอบด้วย 3 ส่วน คือ คำนำหน้า ชื่อ และนามสกุล โดยกำหนดให้ไฟล์ภาพออร์โธต้องขึ้นต้นด้วยคำว่า “ภาพออร์โธ” หรือ “Orthophoto” ตามด้วย ชื่อ และตามด้วยนามสกุล โดยให้มีการเว้นวรรคระหว่างคำนำหน้ากับชื่อ และให้มีให้เครื่องหมายจุด (full stop) คั่นอยู่ระหว่างชื่อกับนามสกุล ในส่วนของชื่อ จะประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ ชื่อภาพ ชื่อพื้นหลักฐาน ชนิดการฉายแผนที่ วันเดือนปีที่ถ่ายภาพ และความถูกต้อง โดยแต่ละองค์ประกอบให้แยกกันด้วยเครื่องหมายขีดล่าง (underscore) หากภาพออร์โธมีแฟ้มเวิลด์ไฟล์ที่คู่กันอยู่ เมื่อทำการตั้งชื่อหรือเปลี่ยนชื่อแฟ้มภาพออร์โธ จะต้องตั้งหรือเปลี่ยนชื่อแฟ้มเวิลด์ไฟล์ให้ชื่อตรงกัน

โปรดระวังว่า ในระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Window) มีอักขระบางตัวที่ไม่อนุญาตให้ใช้ในชื่อแฟ้ม เพราะเป็นอักขระที่สงวนไว้สำหรับจุดประสงค์พิเศษภายใน [12] อักขระแอสกี (ASCII) ที่ไม่อนุญาตให้ใช้ในชื่อแฟ้ม มี 9 ตัว คือ

< (less than)	> (greater than)	:	/ (slash)	\ (backslash)
(vertical bar)	? (question mark)	*	" (double quote)	

7. ผลที่คาดว่าจะได้รับ

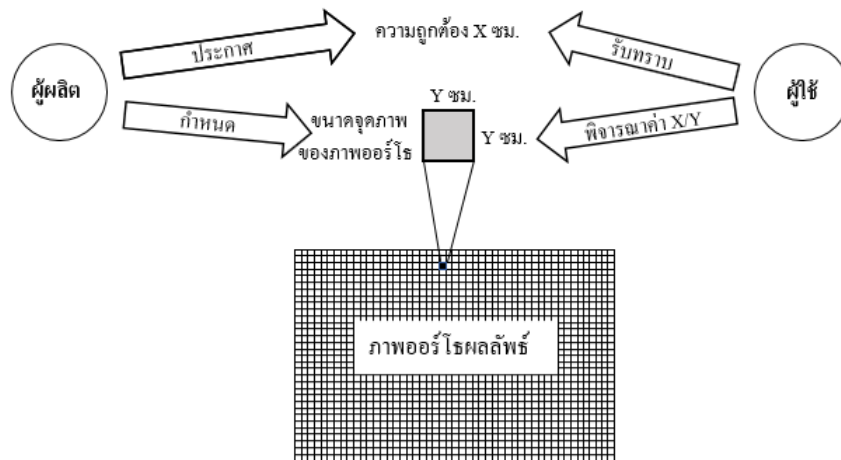
ผลจากการประกาศความถูกต้องของแผนที่ นอกจากจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้แผนที่แล้ว การประกาศความถูกต้องจะมีความตระหนักในความรับผิดชอบของผู้ผลิตแผนที่ต่อความถูกต้องของแผนที่อย่างเป็นทางการ ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว ผู้ผลิตแผนที่ย่อมรู้อยู่ว่า แผนที่ที่ผลิตขึ้นมามีความถูกต้องเท่าไร ในอีกด้านหนึ่ง ความถูกต้องของแผนที่จะเป็นเกราะป้องกันผู้ผลิตแผนที่เองในกรณีที่มีการบิดเบือนความถูกต้องของแผนที่ให้เกินจริง คล้ายกับเป็นข้อความปฏิเสธความรับผิดชอบ (disclaimer) ของผู้ผลิตแผนที่ ดังนั้น การประกาศความถูกต้องของแผนที่จึงเป็นประโยชน์ทั้งต่อผู้ใช้และต่อผู้ผลิตในคราวเดียวกัน เปรียบเหมือนการยิงปืนนัดเดียวได้นกสองตัว

ภาพออร์โธมีความแตกต่างจากแผนที่ทั่วไป เพราะเป็นทั้งแผนที่และเป็นทั้งภาพ จึงมีประเด็นสำคัญอีกประการหนึ่งที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับความต้องการของภาพออร์โธ คือความละเอียด (resolution) ความละเอียดในที่นี้ มิใช่ความละเอียดประณีต (precision) แต่เป็นขนาดของจุดภาพ (pixel) ก่อนอื่น ผู้ใช้แผนที่ควรเข้าใจว่า ความถูกต้องของภาพออร์โธขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก 2 ประการ ประการแรกคือความละเอียดของภาพต้นฉบับ หรือขนาดของจุดภาพบนพื้นดิน ที่เรียกว่า ระยะสุ่มพื้นดิน (Ground Sample Distance - GSD) โดยปกติแล้ว ยิ่งภาพต้นฉบับมีความละเอียดสูง ภาพออร์โธก็จะมีความต้องการสูง และประการที่สองคือกระบวนการในการผลิต ซึ่งขึ้นอยู่กับวิธีการปฏิบัติงานและความประณีตในการปฏิบัติงาน ในปัจจัยประการแรกนั้น ความละเอียดของภาพต้นฉบับมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความยาวโฟกัสของเลนส์และความสูงบินเหนือพื้นดิน แต่มาตรฐาน ASPRS 2014 มิได้ผูกหรือโยงความละเอียดของภาพต้นฉบับเข้ากับความต้องการของภาพออร์โธ แต่ผูกความต้องการของภาพออร์โธผลลัพธ์เข้ากับ ความละเอียดของภาพออร์โธเอง (อย่างไรก็ดี มีการกล่าวถึงความละเอียดของภาพต้นฉบับในภาคผนวกของมาตรฐานว่า ความละเอียดของภาพต้นฉบับไม่ควรมากกว่า 95% ของความละเอียดของภาพออร์โธ) โดยมาตรฐาน ASPRS 2014 แนะนำให้ผู้ผลิตภาพออร์โธ พิจารณาถึงประเภทของงานและความประณีตของกระบวนการผลิต แล้วนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดความต้องการของภาพออร์โธผลลัพธ์ ดังนี้

1. งานที่ต้องการความถูกต้องสูงสุด การปฏิบัติงานใช้ความระมัดระวังและมีความประณีตอย่างดีมาก แนะนำให้ใช้ความถูกต้องเท่ากับขนาดของจุดภาพของภาพออร์โธผลลัพธ์ จำนวน 1 จุดภาพ หรือน้อยกว่า
2. งานแผนที่ทั่วไป และงานสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System – GIS) การปฏิบัติงานใช้ความระมัดระวังและมีความประณีตอย่างดี แนะนำให้ใช้ความถูกต้องเท่ากับขนาดของจุดภาพของภาพออร์โธผลลัพธ์ จำนวน 2 จุดภาพ
3. งานแสดงผล (visualization) และงานที่ต้องการความถูกต้องต่ำ การปฏิบัติงานใช้ความระมัดระวังและมีความประณีตอย่างปกติ แนะนำให้ใช้ความถูกต้องเท่ากับขนาดของจุดภาพของภาพออร์โธผลลัพธ์ จำนวน 3 จุดภาพ หรือมากกว่า

จากหลักการเดียวกันนี้ ทำให้ผู้ใช้แผนที่สามารถทราบถึงความระมัดระวังและความประณีตของกระบวนการผลิตแผนที่ โดยการหาอัตราส่วนระหว่างความถูกต้องของภาพออร์โธที่ประกาศไว้กับความละเอียดของภาพออร์โธ อัตราส่วนที่หาได้คือค่าจำนวนจุดภาพ (รูปที่ 5) ซึ่งจะได้นำมาแปลความหมายโดยแยกเป็น 3 กลุ่ม คือ น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 จุดภาพ เท่ากับ 2 จุดภาพ และมากกว่า

หรือเท่ากับ 3 จุดภาพ อย่างใดก็ได้ ผู้ใช้แผนที่พึงระลึกว่า มาตรฐาน ASPRS 2014 มิได้ผูกหรือโยงความละเอียดของภาพต้นฉบับเข้ากับ ความถูกต้องของภาพออร์โธ ดังนั้น จึงเป็นสิทธิของผู้ผลิตแผนที่ ที่จะเลือกใช้ความละเอียดของภาพต้นฉบับเท่าใดก็ได้ ตราบเท่าที่ภาพออร์โธผลลัพธ์มีความถูกต้องตามที่ได้ประกาศไว้



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างความถูกต้องกับขนาดจุดภาพของภาพออร์โธในมุมมองของผู้ผลิตและผู้ใช้แผนที่

8. คำสรุปสังท้าย

การประกาศความถูกต้องของภาพออร์โธเป็นการป้องกันความเสียหายอันอาจเกิดจากความเข้าใจผิดหรือความไว้วางใจในแผนที่จากอากาศยานไร้คนมากเกินไป การใช้แผนที่ที่ไม่ได้คุณภาพตามมาตรฐานในงานวิศวกรรมอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชน ดังนั้น ทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องกับแผนที่ในงานวิศวกรรม โดยเฉพาะที่ผลิตจากอากาศยานไร้คน โปรดช่วยกันรณรงค์ในเรื่องต่อไปนี้

1. แผนที่งานวิศวกรรมต้องประกาศความถูกต้อง ในส่วนของผู้ว่าจ้างกระทำได้โดยการเพิ่มความถี่การเข้าไว้ในข้อกำหนดของงาน ในส่วนของผู้รับจ้างก็ปฏิบัติตามได้โดยง่าย เพราะการตั้งชื่อแฟ้ม สามารถกระทำได้โดยอัตโนมัติ
2. หน่วยงานผู้ใช้แผนที่ควรจัดเตรียมงบประมาณส่วนหนึ่งรวมเข้าไว้กับค่าสำรวจทำแผนที่ สำหรับใช้ในการประเมินความถูกต้องของแผนที่ โดยผู้ทำการประเมินความถูกต้องควรเป็นหน่วยงานอิสระ และมีใบรับรองการประกอบวิชาชีพ
3. หน่วยงานผู้ใช้แผนที่ควรช่วยกันส่งเสริมให้ผู้รับจ้างมีใบรับรองการประกอบวิชาชีพสาขาวิศวกรรมสำรวจ ซึ่งเป็นใบรับรองความรู้ความชำนาญในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรม ในสาขาวิศวกรรมสำรวจ ออกโดยสภาวิศวกร [13]

ในข้อที่ 1 การประกาศความถูกต้องให้กับแผนที่เปรียบเหมือนกับการติดสลากให้กับสินค้า ทำให้ผู้บริโภคได้ทราบถึงสรรพคุณของสินค้า หากลูกค้าไม่มั่นใจในสลากสินค้า ก็ต้องใช้ข้อที่ 2 คือต้องทำการทดสอบ เปรียบเทียบกรณีตัวอย่างการซื้อน้ำผึ้งบนสลากข้างขวดเขียนว่า น้ำผึ้งแท้ 100% หากผู้บริโภคไม่เชื่อหรือไม่แน่ใจในข้อมูลบนสลาก ก็ต้องหาน้ำผึ้งจากผู้จำหน่ายที่เชื่อถือได้ ซึ่งก็คือข้อที่ 3 ใบรับรองการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมสำรวจ ก็คือใบประกาศความน่าเชื่อถือของผู้ผลิตแผนที่ แต่ถ้าจะให้มั่นใจที่สุด ก็ต้องปฏิบัติทั้งข้อที่ 2 และข้อที่ 3

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ โดยคณะกรรมการมาตรฐานการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนเพื่อ
งานวิศวกรรม ได้จัดพิมพ์หนังสือ มาตรฐานการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนเพื่องานวิศวกรรม โดยได้รับการสนับสนุนงบประมาณ
จากสภาวิศวกร เพื่อให้เกิดมาตรฐานการปฏิบัติวิชาชีพด้านการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คน [14]

ผู้เขียนหวังว่า นโยบายการประกาศความถูกต้องของแผนที่ที่ได้รับการต้อนรับจากสังคมของผู้ผลิตและผู้ใช้แผนที่ในงาน
วิศวกรรม โดยเฉพาะแผนที่ที่ผลิตจากภาพถ่ายจากอากาศยานไร้คน ซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายแรกของบทความนี้ และหวังว่าแนว
ทางการประกาศความถูกต้องของแผนที่โดยการใช้ชื่อแฟ้มข้อมูล จะถูกนำไปต่อยอดใช้กับแผนที่ชนิดอื่นๆในงานวิศวกรรม
สำหรับแผนที่ที่มีใช้เพื่องานวิศวกรรม ก็สามารถนำหลักการนี้ไปใช้ได้ และหวังว่า บทความนี้จะปลุกกระแสให้ผู้ใช้งานที่
ตระหนักถึงความสำคัญของการประเมินความถูกต้องของแผนที่ รวมถึงการตั้งงบประมาณไว้เพื่อรองรับการประเมินความถูกต้อง
และร่วมมือกันสนับสนุนการให้บริการงานสำรวจทำแผนที่จากผู้ใช้บริการที่มีใบรับรองการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมสำรวจจาก
สภาวิศวกร เพื่อยกระดับมาตรฐานของงานสำรวจทำแผนที่ของประเทศไทยให้ก้าวหน้าไปสู่จุดที่ยั่งยืนยิ่งขึ้น

ผลประโยชน์ทับซ้อน

ผู้เขียนขอประกาศว่าบทความนี้ไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อน

เอกสารอ้างอิง

- [1] Hagen, S. The Mind's Eye, *Rochester Review*, 2012, March-April, Vol. 74, No. 4.
- [2] DiCarlo J. J., Zoccolan D., Rust N.C. How does the brain solve visual object recognition? *Neuron*, 2012, Feb 9, 73(3), pp.415-34.
- [3] Elia, V. D. L., Roland, K., Jochen, D. S., Roland, G. W. Comparing Object Recognition in Humans and Deep Convolutional Neural Networks - An Eye Tracking Study, *Frontiers in Neuroscience*, 2021, Vol. 15.
- [4] Methakullachit, D. Interactive Object Oriented Language for Photogrammetry, technical paper, *presented in the Thompson Symposium 2002*, Loughborough University, Leicestershire, U.K., 5-7 April, 2002.
- [5] Methakullachit, D. A Development of an Interactive Object Oriented Language for Photogrammetry, technical paper, *in the Proceedings of the 4th Regional Symposium on Infrastructure Development in Civil Engineering*, Bangkok, Thailand, April 3-5, 2003.
- [6] ดิบุญ เมธากุลชาติ, ระบบเขียนแผนที่สามมิติระบบแรกที่พัฒนาโดยคนไทย. การประชุมทางวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติ ครั้งที่ 10 ,วันที่ 2-4 พฤษภาคม 2548, โรงแรมแอมบาสเตอร์ จังหวัดชลบุรี.
- [7] กรมชลประทาน. คู่มือปฏิบัติงาน กระบวนการสำรวจทำแผนที่จากภาพถ่าย. สำนักสำรวจด้านวิศวกรรมและธรณีวิทยา, 2553.
- [8] American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, *ASPRS Accuracy Standards for Large-Scale Maps*, 1990. Available from URL: http://www.asprs.org/a/society/committees/standards/1990_jul_1068-1070.pdf [Accessed 11 November 2022].
- [9] American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, *ASPRS Positional Accuracy Standards for Digital Spatial Data (Edition 1, Version 1.0, November 2014)*, 2014.
- [10] สภาวิศวกร. โครงการศึกษาและจัดทำเกณฑ์การปฏิบัติวิชาชีพวิศวกรรมสำรวจ รายงานฉบับสมบูรณ์. โดยวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2558.
- [11] ดิบุญ เมธากุลชาติ. การคำนวณปรับแก้ในงานสำรวจ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2563.
- [12] Microsoft Corporation, *Naming Files, Paths, and Namespaces*, 2022. Available from URL: <https://learn.microsoft.com/en-us/windows/win32/fileio/naming-a-file> [Accessed 18 November 2022].

- [13] สภาวิศวกร. คู่มือการรับรองความรู้ความชำนาญในการประกอบวิชาชีพวิศวกรรม. โดยคณะกรรมการส่งเสริมสาขาวิชาชีพวิศวกรรมที่ไม่ใช่ วิชาชีพวิศวกรรมควบคุม (ร่าง) 2565 ดาวน์โฮลด์ได้ที่ <https://coe.or.th/certification17field/> เข้าถึงเมื่อวันที่ 8 พ.ย. 2565.
- [14] วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. มาตรฐานการสำรวจด้วยอากาศยานไร้คนเพื่องานวิศวกรรม กรุงเทพฯ. วิศวกรรมสถาน แห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2565.