

เทคโนโลยีไลดาร์สำหรับสร้างแผนที่ LIDAR Technology for Mapping

บทนำ

ในอดีตมนุษย์ใช้แผนที่ในการเดินทางแสดงเส้นทางเดิน แสดงถิ่นที่อยู่อาศัย แสดงแหล่งอาหาร ในพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ แผนที่จึงถือได้ว่าเป็นศูนย์รวมข้อมูลทางด้านภูมิศาสตร์ ที่มีความสำคัญต่อการศึกษาและหาข้อมูลเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจ สังคมและการเมือง แผนที่ที่สร้างขึ้นจะมีด้วยกันหลายรูปแบบแล้วแต่ว่าจะถูกนำไปใช้ประโยชน์ในด้านใด จากแผนที่ที่ขีดเขียนด้วยมือที่มีความถูกต้องน้อยที่ต้องใช้เวลาในการจัดทำนาน แต่ในปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าในด้านเทคโนโลยีสำรวจและภูมิศาสตร์ทำให้แผนที่มีการพัฒนาไปอย่างมากและใช้งานได้สะดวกยิ่งขึ้น การจัดทำแผนที่ที่มีความรวดเร็วและมีความถูกต้องสูงเพิ่มขึ้น จากความต้องการของแผนที่สูงสาเหตุหลักก็มาจากจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้มีความจำเป็นต้องใช้แผนที่ในการวางผังเมืองให้เหมาะสมกับการขยายตัวของชุมชนและการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติที่มีเพิ่มขึ้นมาก ดังนั้นแผนที่จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อชีวิตประจำวันเพื่อนำข้อมูลภูมิศาสตร์ที่มีใช้ในการวางแผน จัดการ ตรวจสอบและวิเคราะห์เพื่อให้บรรลุเป้าหมายในงานทางด้านภูมิประเทศ และภูมิอากาศ ตลอดจนจัดการทรัพยากรที่มีอยู่ในพื้นที่ที่ได้รับการพัฒนาและใช้ประโยชน์อย่างสูงสุด

ชนิดของแผนที่

ประเภทของแผนที่ที่มีหลากหลายชนิดด้วยกันปัจจุบัน ผลผลิตของแผนที่มีทั้งในรูปแบบที่บนกระดาษ (hard copy map) ที่สามารถหยิบใช้ได้สะดวกมีมาตราส่วนที่แน่นอนแต่ไม่ทนทานเพราะสามารถเสียหายได้และแบบแผนที่เชิงเลข (digital map) ที่สามารถตรวจสอบและย่อขยายได้ที่ใช้งานบนคอมพิวเตอร์ ซึ่งการใช้แผนที่แบบใดนั้นก็ขึ้นอยู่กับการใช้งาน ดังนั้นแผนที่ที่ใช้จึงมีหลายชนิดด้วยกัน เช่น แผนที่แสดงการใช้ที่ดิน แผนที่การสร้างถนน แผนที่สายน้ำ เพื่อความสะดวกในการจัดการจึงมีการจัดแผนที่ออกเป็นกลุ่มๆ โดยวิธีการที่นิยมมากที่สุดคือการจัดกลุ่มตามมาตราส่วนของ

แผนที่ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ มาตราส่วนเล็ก มาตราส่วนปานกลางและมาตราส่วนใหญ่

1. แผนที่มาตราส่วนเล็ก คือแผนที่ที่มีมาตราส่วน 1 : 600,000 หรือเล็กกว่านั้น ที่นิยมใช้มากจะหมายถึงแผนที่มาตราส่วน 1 : 1,000,000
2. แผนที่มาตราส่วนปานกลาง คือแผนที่ที่มีมาตราส่วนใหญ่กว่า 1 : 600,000 แต่เล็กกว่า 1 : 75,000 ที่นิยมใช้มากจะหมายถึงแผนที่มาตราส่วน 1 : 250,000
3. แผนที่มาตราส่วนใหญ่ คือแผนที่ที่มีมาตราส่วนที่ใหญ่กว่า 1 : 75,000 ที่นิยมใช้มากจะหมายถึงแผนที่มาตราส่วน 1 : 50,000 รวมทั้งขนาด 1 : 10,000

จากการจัดกลุ่มของแผนที่ตามมาตราส่วนที่กำหนดข้างบนเป็นมาตรฐานทั่วไป แต่ปัจจุบันเนื่องจาก เทคโนโลยีการสำรวจที่พัฒนาไปอย่างก้าวไกล ทำให้นิยามของมาตราส่วนแผนที่สำหรับมาตราส่วนใหญ่เปลี่ยนแปลงไป คือถ้าพูดถึงแผนที่มาตราส่วนใหญ่ ในปีค.ศ. 1990 หมายถึงแผนที่ มาตราส่วน 1 : 10,000, ในปีค.ศ. 2000 หมายถึงแผนที่มาตราส่วน 1 : 5,000 และในปีค.ศ. 2010 หมายถึงแผนที่มาตราส่วน 1 : 1,000 หรือดีกว่านั้นซึ่งจะขึ้นอยู่กับความละเอียดของภาพถ่ายเชิงเลขที่จะได้ทำการสำรวจ โดยความละเอียดของภาพถ่ายเชิงเลขที่จะทำแผนที่มาตราส่วนใหญ่ต้องมีขนาดความละเอียดของจุดภาพ (resolution) ที่ 5 - 40 เซนติเมตร และมีความละเอียดในทางตำแหน่งสูงขนาด 10 - 50 เซนติเมตร

การสร้างแผนที่จากภาพถ่าย

ในอดีตการทำแผนที่มาตราส่วนใหญ่ที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 : 10,000 ขึ้นไปนั้น ต้องอาศัยทั้งภาพถ่ายทางอากาศ ร่วมกับการสำรวจทางภาคพื้นดินควบคู่กัน ซึ่งรายละเอียดบนภูมิประเทศจะถูกถ่ายทอดจากภาพถ่ายทางอากาศลงบนแผนที่พร้อมกับการสำรวจทางพื้นดินเพื่อเพิ่มเติมรายละเอียดทำหมุดบังคับแผนที่และทำข้อมูลความสูงหรือเส้นชั้นความสูง (contour) จากจุดที่สำรวจความสูงจากกล้องระดับเพิ่มเติมในการสร้างแผนที่หนึ่งฉบับ เพื่อให้แผนที่มีความถูกต้องทางด้าน

เรขาคณิต มีตำแหน่งและมีรายละเอียดที่ครบถ้วนสามารถนำไปใช้งานได้อย่างถูกต้อง ฉะนั้นการทำแผนที่มาตราส่วนใหญ่มาก่อนข้างจะเสียเวลาและค่าใช้จ่ายค่อนข้างมากในสมัยที่การทำแผนที่ไม่ใช่ระบบเชิงตัวเลขที่ทำงานบนคอมพิวเตอร์ แต่ในปัจจุบันด้วยเทคโนโลยีทางการสำรวจด้วยภาพถ่ายทางอากาศเชิงเลข (digital photogrammetry) การสำรวจระยะไกล (remote sensing) และการหาตำแหน่งด้วยพิกัดดาวเทียมจีพีเอส (Global Positioning System) ทำให้การสร้างแผนที่ที่แม่นยำง่ายขึ้นด้วยขั้นตอนที่น้อยลงแต่ค่าใช้จ่ายยังคงสูงตามเทคโนโลยีเหล่านั้น ซึ่งวิธีการทำแผนที่ในปัจจุบันคงจะไม่แตกต่างกับในอดีตเท่าใดนักเพราะเป็นขั้นตอนทั่วไปในการสร้างแผนที่จากภาพถ่ายทางอากาศ แต่ในอดีตจะใช้เครื่องร่างแผนที่สามมิติ (Stereoplotter) ดังรูปที่ 1 ภาพถ่ายที่ได้จากฟิล์มจากการบินถ่ายของการสำรวจด้วยภาพถ่ายทางอากาศมากำหนดตำแหน่งของวัตถุบนภาพ พร้อมปรับแก้ภาพถ่ายทางอากาศให้มีความถูกต้องเสียก่อนการนำไปใช้ เป็นแผนที่จากการสำรวจภาคพื้นดินซึ่งเครื่องร่างแผนที่สามมิติจะถูกใช้งานด้วยผู้ที่ชำนาญด้วยมือ แต่ในปัจจุบันจะประมวลผลจากคอมพิวเตอร์ทั้งหมดดังรูปที่ 2 หรือเครื่องร่างแผนที่สามมิติแบบกึ่งอัตโนมัติดังรูปที่ 3 ที่ใช้ร่วมกับคอมพิวเตอร์ในการแสดงผลที่คอมพิวเตอร์ แต่ทำงานด้วยมือที่เครื่องร่างแผนที่ทำให้การทำงานจึงต้องใช้ผู้ที่ชำนาญโปรแกรมเฉพาะทางและมีความรู้ทางการสำรวจเป็นอย่างดี ซึ่งกระบวนการสร้างแผนที่จากการสำรวจด้วยภาพถ่ายจึงมีขั้นตอน 6 ขั้นตอนหลัก ๆ ดังนี้

1. การวางแผนและกำหนดพื้นที่ถ่ายภาพบริเวณที่ต้องการ
2. ถ่ายภาพและแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปของเชิงเลข
3. ปรับแก้ภาพถ่ายให้เป็นภาพถ่ายดั่งจริง
4. กำหนดแผนที่ฐานและหมุดควบคุมของภูมิประเทศที่ถ่ายภาพ
5. ประมวลผลเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างภาพถ่ายทางอากาศและพื้นดิน
6. สร้างแผนที่และจัดพิมพ์

ส่วนการสำรวจระยะไกลจะเป็นเทคโนโลยีการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมที่มีความสูงบินมากกว่าการสำรวจด้วยภาพถ่ายทางอากาศและมีขนาดของพื้นที่ที่บินถ่ายครอบคลุมพื้นที่มากกว่าแต่ใช้หลักการคำนวณ ปรับแก้ภาพถ่ายดาวเทียมและสร้างแผนที่เช่นเดียวกับการสำรวจด้วยภาพถ่าย ซึ่งการประมวลผลจะทำบนคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรมเฉพาะทางด้านการสำรวจระยะไกล เช่น ENVI, ERDAS ฯ



รูปที่ 1 เครื่องร่างแผนที่สามมิติ (Mechanical (analog) Stereoplotter)



รูปที่ 2 เครื่องร่างแผนที่สามมิติแบบอัตโนมัติ (Automated Stereoplotter)

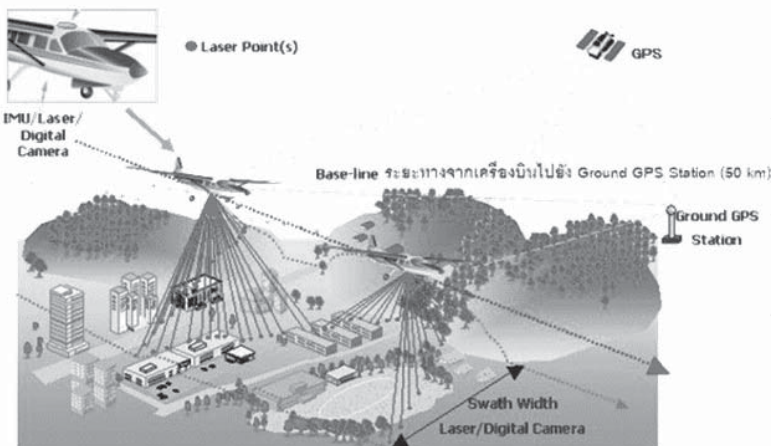


รูปที่ 3 เครื่องร่างแผนที่สามมิติแบบกึ่งอัตโนมัติ (Semi Automated Stereoplotter)

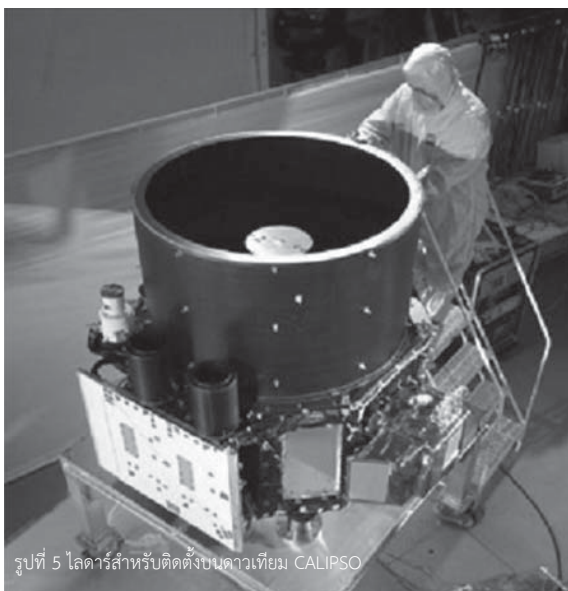
ไลดาร์คืออะไร

ไลดาร์(LIDAR) ย่อมาจากคำว่า Light Detection And Ranging เป็นเทคโนโลยีการสำรวจที่ใช้วิธีการยิงแสงเลเซอร์ในช่วงคลื่นสั้นกว่าให้ไปตกกระทบกับพื้นผิวภูมิประเทศหรือวัตถุนบนพื้นผิวภูมิประเทศบริเวณที่เครื่องบินหรือดาวเทียมบินผ่านพื้นที่นั้น ซึ่งผลลำแสงเลเซอร์ถูกปล่อยออกจากเครื่องส่งสัญญาณไปตกกระทบกับพื้นผิวของวัตถุหรือพื้นภูมิประเทศ จากนั้นจึงสะท้อนกลับเข้าสู่ตัวเครื่องรับและส่งสัญญาณ ดังรูปที่ 4 ผลที่ได้คือความแตกต่างของระยะเวลาที่ลำแสงเลเซอร์ถูกส่งไปแล้วกระทบกลับมา ทำให้สามารถคำนวณหา ระยะทาง ระดับความสูงต่ำของพื้นที่ที่ทำการสำรวจได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

จากลักษณะการทำงานของไลดาร์ดังรูปที่ 4 ในอดีตจะใช้ไลดาร์บนเครื่องบินที่มีความสูงบินไม่สูงมากนักเพราะความสูงบินจะมีปัญหาเรื่องสัญญาณเลเซอร์ที่ส่งและรับในช่วงคลื่นสั้น แต่ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาระบบไลดาร์ให้สามารถติดตั้งบนดาวเทียมแล้วเช่น ดาวเทียม CALIPSO (Cloud-Aerosol Lidar and Infrared Pathfinder Satellite



รูปที่ 4 ขั้นตอนการทำงานของระบบไลดาร์



รูปที่ 5 ไลดาร์สำหรับติดตั้งบนดาวเทียม CALIPSO

Observation) สำหรับศึกษาชั้นบรรยากาศโลกดังรูปที่ 5

องค์ประกอบในการทำงานของไลดาร์จะประกอบด้วยเทคโนโลยี 3 อย่างด้วยกันคือ

1. การวัดระยะทางด้วยเลเซอร์
2. ระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลกเพื่อหาตำแหน่งและความสูงของเครื่องรับสัญญาณ
3. เครื่องวัดอาศัยหลักความเฉื่อย (Inertial Measurement Unit : IMU) สำหรับกำหนดการวางตัวของเครื่องบินหรือดาวเทียมได้อย่างแม่นยำ

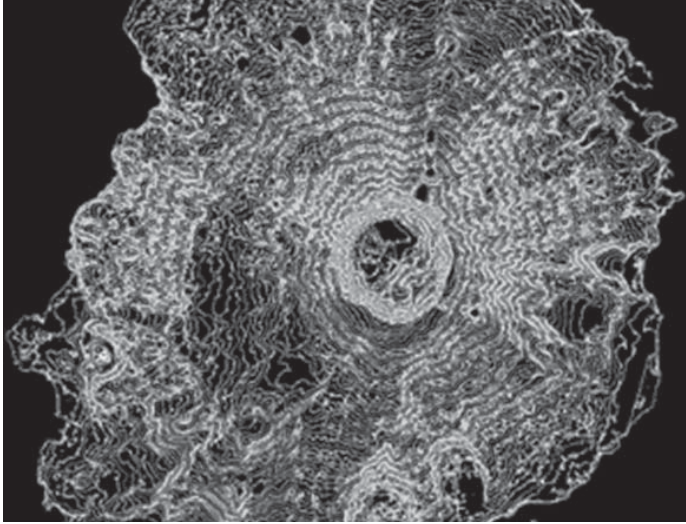
จากเทคโนโลยีทั้งสามระบบของไลดาร์ที่ทำงานร่วมกัน ทำให้ได้ข้อมูลบนพื้นภูมิประเทศที่ทำการสำรวจในลักษณะของค่าความสูงของจุดต่าง ๆ บนพื้นผิวภูมิประเทศ ซึ่งความถูกต้องของการรังวัดด้วยไลดาร์จะให้ความถูกต้องทางราบเท่ากับ 0.50 - 1 เมตร และความถูกต้องทางตั้งของพื้นภูมิประเทศเท่ากับ 0.15 - 0.185 เมตร ขึ้นอยู่กับระยะห่างของจุดที่ทำการสำรวจในการสแกนด้วยลำแสงเลเซอร์ ซึ่งให้มีความถี่ของการกวาดภาพบนพื้นภูมิประเทศ ถ้าจำนวนจุดมีความหนาแน่นมากก็จะมีจุดที่ทำการสำรวจห่างกัน 0.70 เมตร แต่โดยทั่วไปจุดที่ถูกสแกนจากการกวาดภาพบนพื้นภูมิประเทศห่างกัน 1.40 เมตร

ไลดาร์กับการสร้างแผนที่

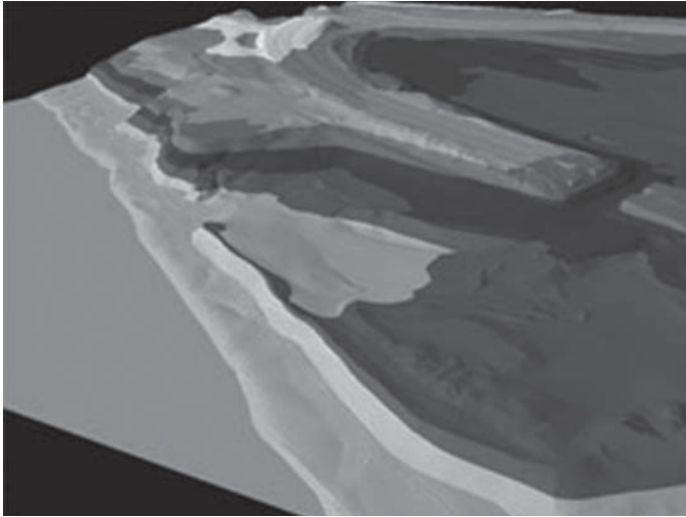
จากลักษณะการทำงานและความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากไลดาร์สามารถนำมาใช้ในการสำรวจภูมิประเทศด้วยการติดตั้งบนเครื่องบินสำหรับทำแผนที่ ส่วนการนำไลดาร์ไปใช้บนดาวเทียมจะนำไปสำรวจชั้นบรรยากาศและอุณหภูมิเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งข้อมูลความสูงของจุดต่างๆบนพื้นภูมิประเทศที่ได้จากไลดาร์จะอยู่ในรูปแบบ DEM (Digital Elevation Model) ที่สามารถนำไปใช้ในการสร้างแผนที่ได้ 2 แบบใหญ่ ๆ ด้วยกันคือ

- แผนที่เส้นชั้นความสูงแบบลายเส้นและเฉดสี ซึ่งแสดงความสูงของพื้นที่และวัตถุที่ทำการสำรวจเป็นหลักเพื่อหาปริมาณงานดิน, ความลาดเอียงและหาความสูงของวัตถุ ดังรูปที่ 6 และ 7 แสดงความสูงของพื้นที่แบบเส้นชั้นความสูงและเฉดสี

- แผนที่สามมิติของเมืองและพื้นภูมิประเทศ ที่นำมาใช้ในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของสิ่งต่างๆบนพื้นภูมิประเทศและการวางผังเมือง ดังรูปที่ 8 แสดงรูปเมือง Kansas City แบบสามมิติ



รูปที่ 6 รูปแผนที่เส้นชั้นความสูงจากไลดาร์



รูปที่ 7 รูปแผนที่ความสูงแบบเฉดสีจากไลดาร์



รูปที่ 8 รูปแผนที่ Kansas City จากไลดาร์

จากลักษณะของภาพที่ได้แม้จะมีความสูงร่วมในการประมวลผลให้ได้มาในรูปแบบสามมิติจากเทคโนโลยีไลดาร์ แต่เมื่อนำไปใช้สร้างแผนที่แบบสองมิติ โดยการนำภาพที่ถ่ายได้มาปรับแก้ทางเรขาคณิตให้อยู่ในแนวตั้งจริงจะยังสามารถสร้างแผนที่แบบสามมิติให้อยู่ในรูปแบบแผนที่สองมิติในมาตราส่วนที่มีความถูกต้องสูงจากความถูกต้องของตำแหน่ง

ทางราบในการทำงานของไลดาร์ที่ต่ำกว่า 1 เมตร ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมากมายที่มีความรวดเร็วในการประมวลผลและตรวจดูได้จากจุดใดก็ได้บนพื้นที่

สรุป

จากเทคโนโลยีไลดาร์ที่กล่าวมาทำให้การสร้างแผนที่แบบสามมิติและสองมิติมีความรวดเร็วและความถูกต้องสูงขึ้นไปมากกว่าในอดีต พร้อมทั้งลดระยะเวลาในการทำงานที่น้อยลงด้วยการประมวลผลจากคอมพิวเตอร์และการสำรวจด้วยเทคโนโลยีไลดาร์นี้ ทำให้ในปัจจุบันการทำงานด้านสำรวจที่มีความต้องการและความสำคัญเพิ่มขึ้นเพราะความต้องการใช้แผนที่ในการวางแผนงานต่าง ๆ ที่สามารถทำงานได้เสมือนจริงเหมือนมองจากพื้นที่ทำงาน แต่การสำรวจภาคพื้นดินยังคงมีประกอบในการทำงานลักษณะเช่นนี้เพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้องจริงและเก็บข้อมูลประกอบบนพื้นที่เพิ่มเติมให้สมบูรณ์มากขึ้นสำหรับใช้ในการตัดสินใจและวางแผนการใช้พื้นที่ ดังนั้นจากเทคโนโลยีไลดาร์ที่กล่าวมาการทำแผนที่ก้าวสู่แผนที่ยุคใหม่ทางด้านสามมิติอย่างเต็มตัวในอนาคตที่สามารถคาดการณ์วางแผนและป้องกัน สิ่งที่จะเกิดขึ้นบนพื้นที่ที่ทำการสำรวจได้อย่างแม่นยำ



“Digital Photogrammetric Workstation Digi3D version 2006.” (Online). Available : <http://www.en.digi21.net/digi3d/> (Retrieve 29/09/09)

Dave Imus and Pat Dunlavy. “Back to the Drawing Board : Cartography vs. the Digital Workflow.” (Online). Available : <http://www.pdcarto.com/mtncarto02/DrawingBoard.htm>. (Retrieved 29/09/09)

Rod Franklin. “LIDAR Advances & Challenges”. (Online). Available : http://www.imagingnotes.com/go/article_free.php?mp_id=129. (Retrieved 07/10/09)

N.S. Shankar. GISdevelopment.net. “Large Scale Mapping : State-of-art technology in Aerial LIDAR and High Resolution Digital Camera imaging.” (Online). Available : http://www.gisdevelopment.net/technology/survey/maf06_23b.htm. (Retrieved 28/09/09)

“NOAA. Coastal Mapping.” (Online). Available : <http://celebrating200years.noaa.gov/transformations/mapping/image9.html>. (Retrieved 29/09/09)

กรมแผนที่ทหาร. บทเรียนออนไลน์. “การอ่านและใช้แผนที่.” (Online). Available : <http://www.rtsd.mth/school/elearning/elearning.htm>. (Retrieved 28/09/09)

ธีระ ลาภิชชยางกุล. (2551). การสำรวจด้วยภาพถ่ายทางอากาศเชิงเลขเพื่อผลิตแผนที่เชิงพาณิชย์, วารสารวิชาการพระนครเหนือ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 18(2): พฤษภาคม-สิงหาคม : 87-91

บริษัท ทริฟเพิล ไอ จีโอกราฟฟิค จำกัด. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี LIDAR เพื่อการสำรวจทางอากาศ. (Online). Available : http://www.tig-gis.com/Homepage/3_LIDAR/lidar.php. (Retrieved 04/10/09)

พ.อ.ศุภฤกษ์ ชัยชนะณี. “สมาคมสำรวจระยะไกลและสารสนเทศภูมิศาสตร์แห่งประเทศไทย. การทำแผนที่มาตราส่วนใหญ่.” (Online). Available : <http://www.resgat.net/modules.php?name=News&file=article&sid=108>. (Retrieved 28/09/09)

สำนักกิจการอวกาศแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. “ดาวเทียม CALIPSO.” (Online). Available : URL: http://www.space.mict.go.th/knowledge/studiedreports/Atmospheric_Studied_Report_2_3.pdf. (Retrieved 04/10/09)

สำนักงานเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ. (2552). “ตำราเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศศาสตร์”. กรุงเทพฯ : บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชซิ่ง จำกัด.