บทที่ 2

ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรและการสำรวจข้อมูลระยะไกล

2.1 ดาวเทียมสำรวจทรัพยากร

นับแต่ปี 2503 ที่สหรัฐอเมริกาได้ส่งดาวเทียมสำรวจทางอุตุนิยมวิทยาชื่อ TIROS - I โคจรรอบโลกและส่งสัญญาณภาพกลับมายังสถานีรับภาคพื้นดินได้สำเร็จ ต่อมาได้มีการปรับปรุงเครื่องรับสัญญาณภาพ ระบบการโคจรของดาวเทียม ตลอดจนความก้าวหน้าของเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ องค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติ สหรัฐอเมริกาได้ส่งดาวเทียมมีชื่อเรียกว่า ERTS (Earth Resources - Technology Satellite) เมื่อวันที่ 23 กรกฎาคม 2515 เพื่อทำการทดสอบสมรรถภาพของอุปกรณ์เครื่องรับ (Sensors) และการรับส่งสัญญาณหลักเลข (Digital signal) ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งทรัพยากรบนพื้นโลกตลอดจนนำข้อมูลเหล่านี้มาวิเคราะห์ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งผลการทดลองประสบความสำเร็จจึงได้มีการขยายโครงการดาวเทียมเพื่อการสำรวจทรัพยากรให้กว้างขวางยิ่งขึ้น ต่อมาดาวเทียม ERTS ได้เปลี่ยนชื่อเป็น LANDSAT - 1 และได้มีการส่งดาวเทียม LANDSAT - 2 และ LANDSAT - 3 เข้าสู่วงโคจรเมื่อวันที่ 22 มกราคม 2518 และวันที่ 5 มีนาคม 2521 ตามลำดับ ซึ่งปัจจุบันดาวเทียมทั้ง 3 ดวงนี้หมดอายุการใช้งานไปแล้ว และโครงการดาวเทียมสำรวจทรัพยากรเดิมสังกัดองค์การ NASA ได้โอนไปขึ้นกับองค์การ National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) ได้ทำการส่งดาวเทียม LANDSAT - 4 และ LANDSAT - 5 เมื่อวันที่ 16 กรกฎาคม 2525 และวันที่ 1 มีนาคม 2527 ตามลำดับ ดาวเทียมทั้งสองนี้ได้รับการปรับปรุงและออกแบบให้มีประสิทธิภาพในการเก็บข้อมูลบนพื้นผิวโลก (Ground Resolution) ดีกว่าดวงก่อนหน้านี้ด้วยการเพิ่มเติมระบบการบันทึกภาพแบบ Thematic Mapper-TM ซึ่งสามารถให้รายละเอียดของข้อมูลบนพื้นผิวโลกประมาณ 30 เมตร ทำให้สามารถแยกแยะรายละเอียดภาคพื้นดินขนาดเล็กถึง 0.5 ไร่ สำหรับการโคจรของดาวเทียม LANDSAT - 4, - 5 นั้นจะสัมพันธ์กับดวง

อาทิตย์ (sun - synchronous) เป็นวงกลมผ่านขั้วโลกเหนือลงมาขั้วโลกใต้ มีความสูงของวงโคจรอยู่เหนือพื้นผิวโลกบริเวณใกล้ขั้วโลกเป็นระยะ 705 กิโลเมตร และสูงกว่านั้นในบริเวณเส้นศูนย์สูตร โดยทำมุมกับแนวเส้นศูนย์สูตรประมาณ 98.2 องศา วงโคจรรอบโลกแต่ละรอบใช้เวลา 99 นาที หรือวันละ 14.5 รอบ และบันทึกข้อมูลครอบคลุมทั่วโลกภายใน 16 วัน ดังนั้น ดาวเทียมจะโคจรกลับมาถึงจุดเดิมทุกๆ 16 วัน ความกว้างของแนวที่ดาวเทียมบันทึกข้อมูล เท่ากับ 185 กิโลเมตร คงที่ตลอดทางยาวเหนือ-ใต้ ภาพหนึ่งๆ จะคลุมพื้นที่ได้ 185 x 185 ตร.กม. ดังนั้นจะถ่ายภาพครอบคลุมพื้นที่ทั่วประเทศไทยได้หมดภายใน 7 วัน มีภาพทั้งสิ้น 40 ภาพ

2.2 <u>การสำรวจข้อมูลระยะไกล</u>

การสำรวจข้อมูลระยะไกล (Remote Sensing) เป็นวิทยาการแผนใหม่ในการแสวงหาความรู้เกี่ยวกับวัตถุต่างๆ โดยอาศัยการตรวจสอบจากที่ซึ่งอยู่ห่างไกลโดยไม่ต้องเข้าไปสัมผัสกับสิ่งนั้น หรืออาจกล่าวได้ว่า Remote Sensing เป็นวิทยาศาสตร์และเทคนิคของการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุต่างๆ จากการวัด ซึ่งกระทำในที่ห่างไกลออกไป (๕ : 3) วิทยาการดังกล่าวนี้มีวิวัฒนาการมาจากการสำรวจข้อมูลบนพื้นผิวโลกด้วยกล้องถ่ายรูปที่ติดตั้งบนเครื่องบินนับตั้งแต่ ปี 2473 แล้วได้มีการแปลและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้รับจากภาพถ่ายทางอากาศ การศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับ Remote Sensing ได้รับการพัฒนาตลอดจนประยุกต์ใช้ในศาสตร์สาขาอื่นๆ อีกมากมาย เช่น ดาราศาสตร์ทำการศึกษาเกี่ยวกับระบบสุริยจักรวาล ทางการแพทย์สามารถตรวจสอบผลที่ได้จากการถ่ายเอ็กซ์เรย์ผู้ป่วย ทางด้านอุตุนิยมวิทยาสามารถคิดความผลที่ได้รับจากการส่งสัญญาณและรับสัญญาณสะท้อนของเครื่องเรดาร์ เมื่อกล่าวเฉพาะด้านดาวเทียมทั่วๆ ไป อาจให้ความหมายของ Remote Sensing ที่เกี่ยวเนื่องกับดาวเทียม LANDSAT เท่านั้น คือ (๖ : 1.2)

"การรับรู้ข่าวสารว่าด้วยคุณสมบัติทางการแพร่ของแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic radiation) ของวัตถุบนพื้นผิวโลก อุปกรณ์เครื่องรับจะรับการแพร่ของแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงคลื่นจำกัดหลายช่วงคลื่นเป็นองค์ประกอบ ซึ่งเกิดจากการสะท้อน (reflection) คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าของวัตถุนั้นๆ"

ปัจจุบันการสำรวจข้อมูลระยะไกลโดยใช้ดาวเทียม LANDSAT นี้ได้มีการพัฒนาก้าวหน้าไปไกลตามสมรรถภาพของดาวเทียมประกอบกับประสิทธิภาพของสถานีรับภาคพื้นดิน และเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งอาจเป็นการนำข้อมูลในรูปลักษณะภาพถ่ายดาวเทียม (Photographic image) มาแปลภาพด้วยสายตา (Visual interpretation) ซึ่งผลการแปลภาพนั้นขึ้นอยู่กับผู้ปฏิบัติการ ต้องอาศัยความชำนาญและประสบการณ์ของแต่ละบุคคลไม่เหมือนกัน หรืออาจเป็นการนำข้อมูลในรูปลักษณะเทปบันทึกข้อมูลจากดาวเทียมนำมาวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นวิธีการที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในวงการด้านต่างๆ

2.3 ระบบการเก็บรวบรวมข้อมูลของดาวเทียม LANDSAT - 4

การเก็บรวบรวมข้อมูลของดาวเทียม LANDSAT มีความสัมพันธ์กับระบบการแลกเปลี่ยนพลังงานในสภาวะแวดล้อมธรรมชาติ ซึ่งจะมีปัจจัยอื่นๆ เข้ามาเกี่ยวข้องอย่างมากมาย ในการตรวจสอบว่าวัตถุใดอยู่บนพื้นผิวโลกหรือไม่นั้น กระทำได้ด้วยการแผ่รังสีสะท้อนและปล่อยออกมาจากวัตถุนั้นๆ (reflected and emitted radiation) ทั้งนี้รังสีสะท้อนและปล่อยออกมาจากวัตถุเป็นพลังงานที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ ซึ่งปริมาณของรังสีขึ้นอยู่กับสภาพของบรรยากาศ วัตถุต่างๆ ที่อยู่รอบข้าง มุมระหว่างดวงอาทิตย์กับผิวโลกและมุมระหว่างผิวโลกกับดาวเทียมที่เก็บข้อมูล ปริมาณรังสีของวัตถุหรืออาจเรียกอีกอย่างหนึ่งได้ว่าคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnetic spectrum) จะถูกบันทึกโดยอุปกรณ์เครื่องรับ (Sensors) หรือเครื่องบันทึกภาพที่ติดตั้งบนดาวเทียม LANDSAT ในช่วงคลื่น (wave length) หรือแบนด์ (Band or Channel) ที่ติดตั้งกับดาวเทียมแต่ละดวง วัตถุต่างๆ บนพื้นผิวโลกจะสะท้อนแสงออกมาเป็นหน่วยวัดของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งระบบการบันทึกข้อมูลของดาวเทียมจะแปลงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ได้รับเป็นค่าระดับสีเทา (Greytone level) ซึ่งวัตถุสิ่งเดียวกันจะมีค่าระดับสีเทาอยู่ในช่วงหนึ่งๆแตกต่างกันไปในแต่ละช่วงคลื่นหรือแบนด์ แต่เดิมดาวเทียม LANDSAT - 1,2 และ 3 ใช้เครื่องบันทึกภาพ 2 ระบบ คือ ระบบ RBV (Return Beam Vidicon) กับระบบ MSS (Multispectral Scanner) ซึ่งปัจจุบันระบบ RBV ได้ถูกยกเลิกไม่มีการติดตั้งระบบดังกล่าวนี้พร้อมๆ กับ

การหมดอายุใช้งานของดาวเทียม LANDSAT ทั้ง 3 ดวง สำหรับดาวเทียม LANDSAT - 4 และ 5 จึงเป็นดาวเทียมที่ใช้ปฏิบัติงานเพื่อการสำรวจทรัพยากรอยู่ปัจจุบันนี้ ได้เปลี่ยนระบบเครื่องบันทึกภาพเป็นระบบเครื่องกวาดหลายช่วงคลื่น (MSS) และระบบเครื่องธีแมติกแมบเปอร์ (Thematic Mapper - TM) ทั้ง 2 ระบบมีความแตกต่างกัน ดังนี้

1. ระบบ MSS เป็นระบบที่ใช้กับดาวเทียมดวงก่อนๆ โดยใช้กระจกแกว่ง (Scanner) รับแสงสะท้อนจากวัตถุบนพื้นโลก ซึ่งจะกวาดเป็นเส้นติดต่อในระดับตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ของดาวเทียม คือกวาดจากทิศตะวันตกไปหาทิศตะวันออกต่อเนื่องกันครั้งละ 6 เส้น (scan lines) ในการกวาดภาพแต่ละครั้งจะคลุมพื้นที่บนพื้นโลก 474 เมตร x 185 กิโลเมตร ดังนั้น ในภาพถ่าย 1 ภาพ (Scene) ซึ่งคลุมพื้นที่บนพื้นผิวโลก 185 x 185 ตารางกิโลเมตร กระจกแกว่งจะต้องทำการกวาดภาพเพื่อบันทึกข้อมูลถึง 390 ครั้ง ระบบ MSS จะให้รายละเอียดของภาพ (Ground Resolution) ประมาณ 80 เมตร และมีช่วงคลื่น (Wavelength) 4 ช่วงคลื่น เรียกช่วงคลื่นต่างๆ กันนี้ว่าแบนด์ (Band)

2. ระบบ TM เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นติดตั้งเฉพาะ LANDSAT - 4, -5 เท่านั้น โดยใช้กระจกแกว่งเช่นเดียวกับระบบ MSS แต่การกวาดภาพจะกวาดได้ทั้ง 2 ทิศทาง คือ จากตะวันตกไปตะวันออก และกวาดกลับจากตะวันออกไปตะวันตก ให้รายละเอียดของภาพประมาณ 30 เมตร และมีช่วงคลื่น 7 ช่วงคลื่น หรือ 7 Bands นั่นเอง

แม้ว่าระบบ TM จะเป็นระบบการเก็บข้อมูลที่ให้รายละเอียดของข้อมูลบนพื้นผิวโลกได้ดีกว่าระบบ MSS กล่าวคือ ให้รายละเอียดของวัตถุบนพื้นผิวโลกที่มีขนาดเล็กถึง 30 เมตร และมีถึง 7 ช่วงคลื่น ทำให้สามารถแยกความแตกต่างของวัตถุได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ในขณะที่ระบบ MSS ให้รายละเอียดของวัตถุที่มีขนาดตั้งแต่ 80 เมตรขึ้นไปและมีเพียง 4 ช่วงคลื่น นอกจากนั้นในปัจจุบันนี้สถานีรับภาคพื้นดินของประเทศไทย ยังไม่สามารถที่จะรับข้อมูลจากดาวเทียมในระบบ TM ก็ได้ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงจำเป็นต้องใช้ข้อมูลในระบบ MSS ที่บันทึกโดยดาวเทียม LANDSAT - 4 จึงขอกล่าวถึงข้อมูลที่ได้รับจากดาวเทียมในระบบ MSS ว่ามีลักษณะอย่างไร ดังนี้ โดยปกติวัตถุใดๆ บนพื้นผิวโลกซึ่งอาจเป็นพืชพรรณ ป่าไม้ ดิน น้ำ หรือสสารอื่นใดก็ดีจะมีคุณสมบัติในการสะท้อนและปล่อยรังสีหรือพลังงานในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาจากตัวของมันเองทั้งสิ้นเมื่อได้รับพลังงานดวงอาทิตย์

ดาวเทียมจะบันทึกคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ได้รับจากวัตถุนั้นๆ แล้วส่งสัญญาณมายังสถานีรับภาคพื้นดิน (Ground station) ที่กระจายอยู่ตามแหล่งต่างๆ ของโลก สถานีรับภาคพื้นดินจะได้รับสัญญาณบันทึกไว้ในเทปคอมพิวเตอร์ที่มีความหนาแน่นสูง (High Density Digital Tape - HDDT) เมื่อมีความต้องการที่จะนำข้อมูลจากดาวเทียมมาทำการศึกษาก็จะแปลงข้อมูลจาก HDDT ออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ฟิล์มขาว-ดำ ด้วยเครื่อง Laser Beam Film Recorder ตามขนาดช่วงคลื่นที่ได้รับ เมื่อนำมาอัดขยายเป็นภาพถ่ายดาวเทียม (Photographic image) ใช้ในการศึกษาวิเคราะห์โดยการแปลภาพด้วยสายตา (Visual interpretation) อีกลักษณะคือ แปลงสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าให้อยู่ในรูปค่าของตัวเลข (Digital) ซึ่งเรียกว่า ค่าระดับสีเทา (Greytone level) นั้นคือสสารต่างๆ บนพื้นผิวโลกจะมีค่าระดับสีเทาแตกต่างกันไป โดยจะมีค่าระดับสีเทานับตั้งแต่ 0 ถึง 255 ค่ารวมเป็น 256 ค่าด้วยกัน ค่าระดับสีเทานี้จะบันทึกไว้ในเทปข้อมูลจากดาวเทียม (Computer Compatible Tape - CCT) สำหรับใช้ในการศึกษาวิเคราะห์โดยการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์

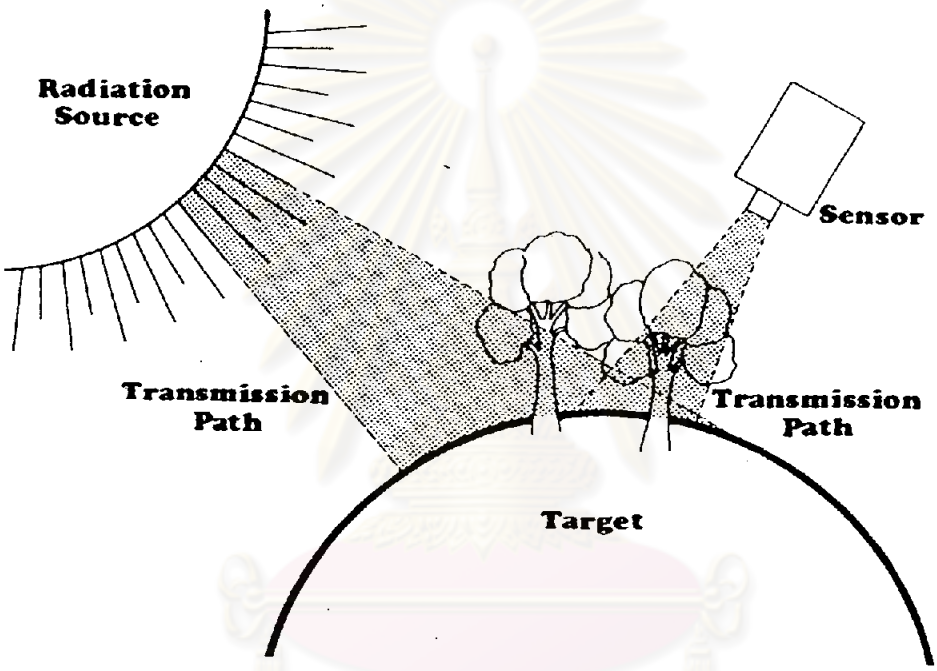
จากการที่กล่าวว่าสสารต่างๆ บนพื้นผิวโลกจะมีค่าระดับสีเทาแตกต่างกันไปตามชนิด ขนาด รูปร่างของมวลสารนั้นๆ มวลสารในปริมาตรขนาดหนึ่งย่อมจะให้ค่าระดับสีเทาอยู่ในระดับหนึ่ง จึงเรียกมวลสารนั้นๆ ว่า จุดภาพ (pixel) ดังนั้นในสาขาวิชาการสำรวจข้อมูลระยะไกล (Remote Sensing) ที่เกี่ยวกับการศึกษาข้อมูลจากดาวเทียมก็คือการศึกษาค้นคว้าว่าจุดภาพแต่ละจุดภาพที่เก็บรวบรวมมานั้นเป็นสสารใดบนพื้นโลกและมีปริมาณเป็นจำนวนเท่าใด นั้นเอง

ดังนั้น ในจุดภาพหนึ่งที่ใช้แทนความหมายของวัตถุต่างๆ บนพื้นโลกจะมีค่าระดับสีเทาอยู่ระดับหนึ่งในแบนด์หนึ่งแบนด์ใด ในจำนวนทั้งหมดที่มี 4 แบนด์ นั้นคือ จุดภาพเดียวกันแต่บันทึกด้วยแบนด์ที่ต่างกัน อาจจะมีค่าระดับสีเทาเท่ากันหรือแตกต่างกันได้ เช่น จุดภาพที่แทนป่าไม้ จะมีค่าระดับสีเทาอยู่ในช่วง 30 ถึง 40 เมื่อบันทึกด้วยแบนด์ที่ 5 แต่จะมีค่าระดับสีเทาอยู่ในช่วง 75 ถึง 90 เมื่อบันทึกด้วยแบนด์ที่ 6 เป็นต้น นอกจากนั้นขนาดของจุดภาพนั้นๆ จะแทนขนาดพื้นที่บนผิวโลกที่มีขนาด 2.97 ไร่

013666

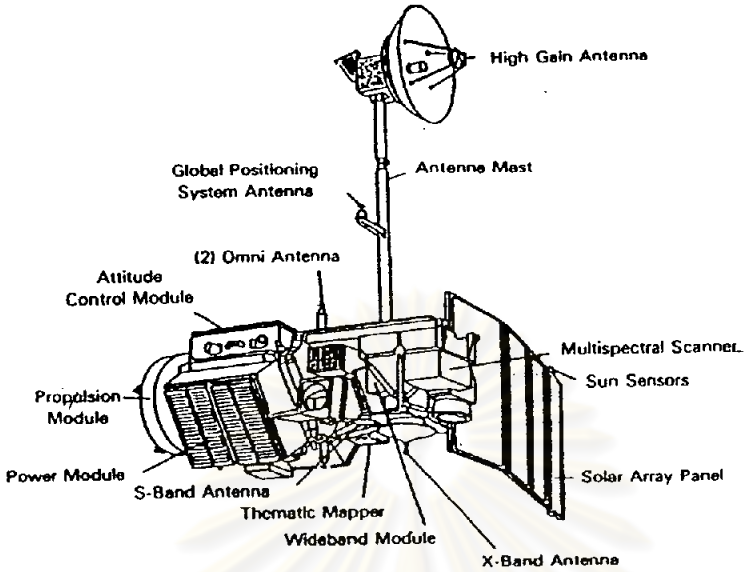
ตารางที่ 1 แสดงช่วงคลื่นของอุปกรณ์เครื่องรับ (Sensor) ทั้ง 2 ระบบของ LANDSAT - 4

ระบบ	แบนด์	ช่วงคลื่น (µm) (Micrometer)	สีคลื่นแสง	ขนาดจุดภาพ (เมตร)	รายละเอียด
MSS	4	0.5-0.6	เขียว	80	ความตื้นลึกของน้ำ และการกระจายของตะกอนในน้ำ
	5	0.6-0.7	แดง	80	ลักษณะภูมิประเทศ ทางน้ำ ถนน แหล่งชุมชน การเกษตร และป่าไม้
	6	0.7-0.8	อินฟาเรดใกล้	80	ความแตกต่างของพื้นดินกับพื้นน้ำ
	7	0.8-1.1	อินฟาเรดใกล้	80	ตลอดจนธรณีสัณฐาน เช่นเดียวกับแบนด์ที่ 6
TM	1	0.45-0.52	น้ำเงิน	30	แสดงความแตกต่างของชายฝั่งกับน้ำ
	2	0.52-0.60	เขียว	30	วัดค่าสะท้อนแสงสีเขียว
	3	0.63-0.69	แดง	30	แยกชนิดพืชพรรณ
	4	0.76-0.90	อินฟาเรดใกล้	30	จำแยกแหล่งน้ำ ปริมาณชีวภาพในน้ำ
	5	1.55-1.75	อินฟาเรด	30	แยกความแตกต่างระหว่างหิมะกับเมฆ
	6	10.40-12.50	อินฟาเรด-ความร้อน	120	หาแหล่งความร้อน ความชื้น
	7	2.08-2.35	อินฟาเรดใกล้	30	จำแนกชนิดหิน และแหล่งก๊าซธรรมชาติ

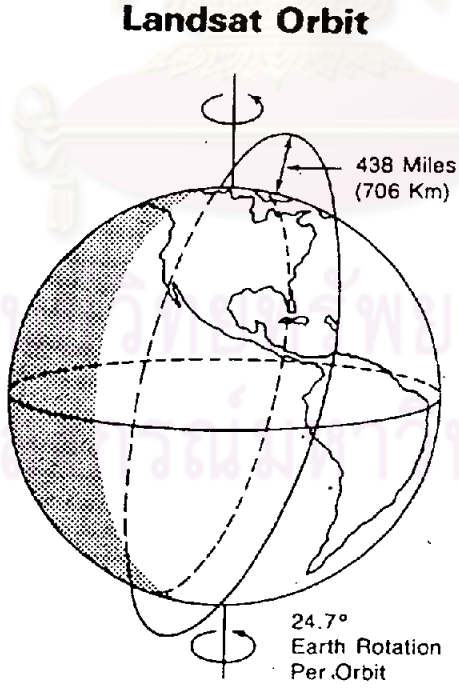


รูปที่ 4 แบบจำลองระบบการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยดาวเทียม

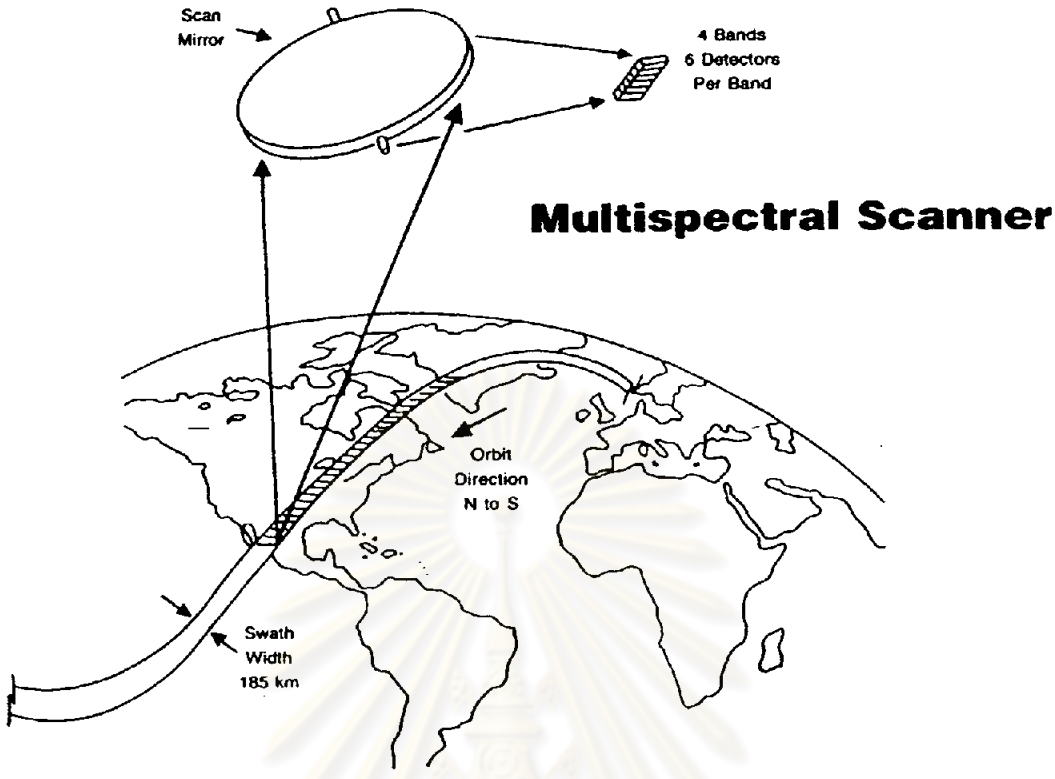
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



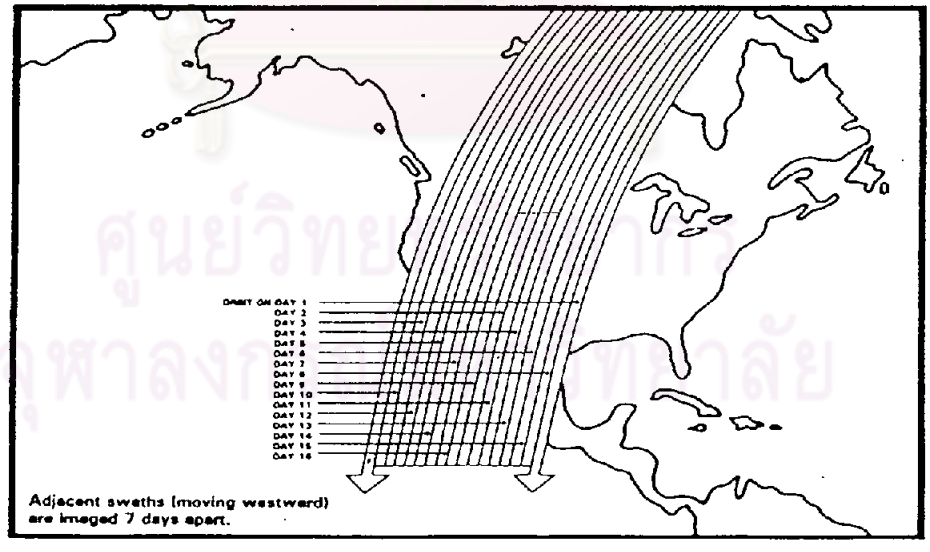
รูปที่ 5 แสดงรูปร่างลักษณะของดาวเทียม LANDSAT – 4



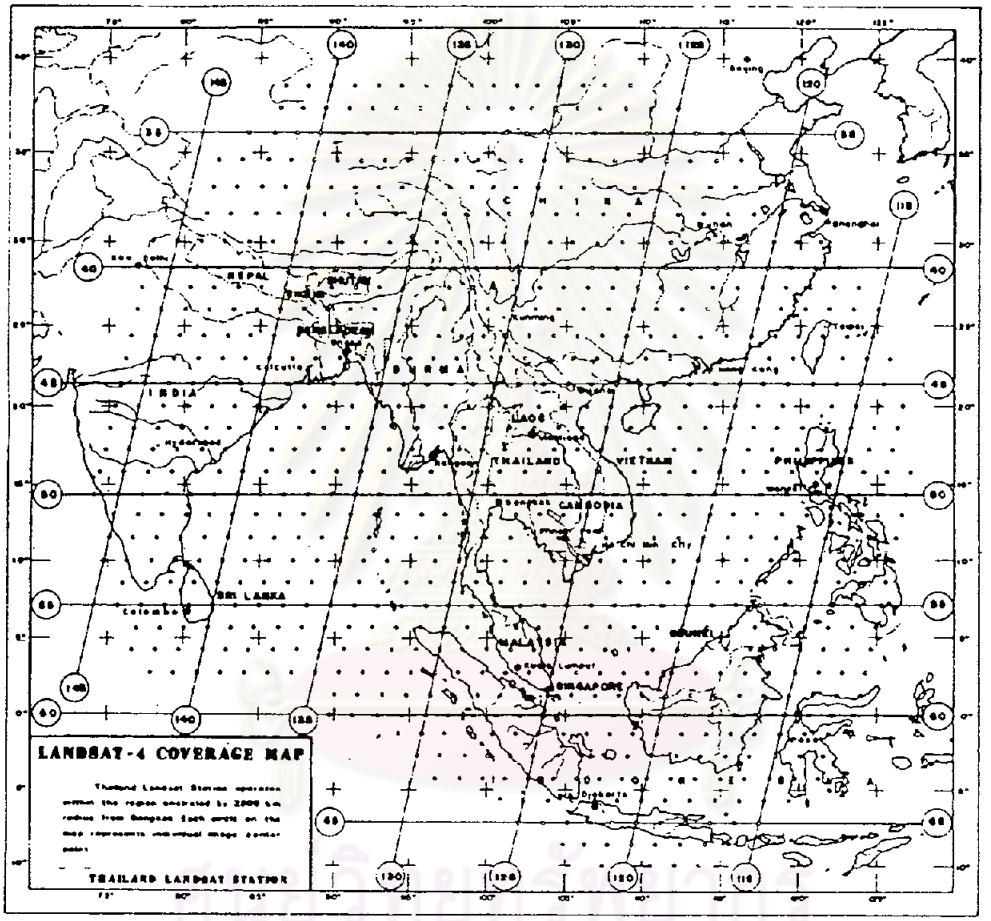
รูปที่ 6 วงโคจรของดาวเทียม LANDSAT – 4



รูปที่ 7 ระบบการบันทึกภาพแบบเครื่องกวาดหลายช่วงคลื่น
(Multispectral Scanner - MSS)



รูปที่ 8 แสดงลักษณะการบันทึกข้อมูลของดาวเทียม LANDSAT - 4 ในรอบ 16 วัน



รูปที่ 9 แผนที่แสดงขอบ เขตการรับสัญญาณจาก LANDSAT – 4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย