5.4 উপগ্রহ (Satellites)

গ্রহের আকর্ষণে যেসব জ্যোতিষ্ক তাদের নিজস্ব একটি নির্দিষ্ট কক্ষপথে গ্রহকে কেন্দ্র করে প্রদক্ষিণ করে তাদের উপগ্রহ বলে। যেমন— চাঁদ পৃথিবীর একটি উপগ্রহ। এদের স্বাভাবিক উপগ্রহ (Natural Satellite) বলে।

আবার মনুষ্যসৃষ্ট উপগ্রহগুলি, যেগুলিকে মহাকাশে উৎক্ষেপন করা হয় সেগুলিকে বলে কৃত্রিম উপগ্রহ (Artificial Satellite)। যেমন—INSAT বা IRS শ্রেণির উপগ্রহগুলি কৃত্রিম উপগ্রহ। এগুলি পৃথিবীর যে-কোনো অংশকে নির্দিষ্ট সময় ব্যবধানে অতিক্রম করে। এইসব উপগ্রহগুলির মাধ্যমেই আমরা ভূপৃষ্ঠের অগণিত দূর সংবেদিত তথ্য পেয়ে থাকি। আমরা আমাদের এই অধ্যায়ের আলোচনায় উপগ্রহ বলতে কৃত্রিম উপগ্রহকেই বিবেচনা করব।

Scanned with CamScanner

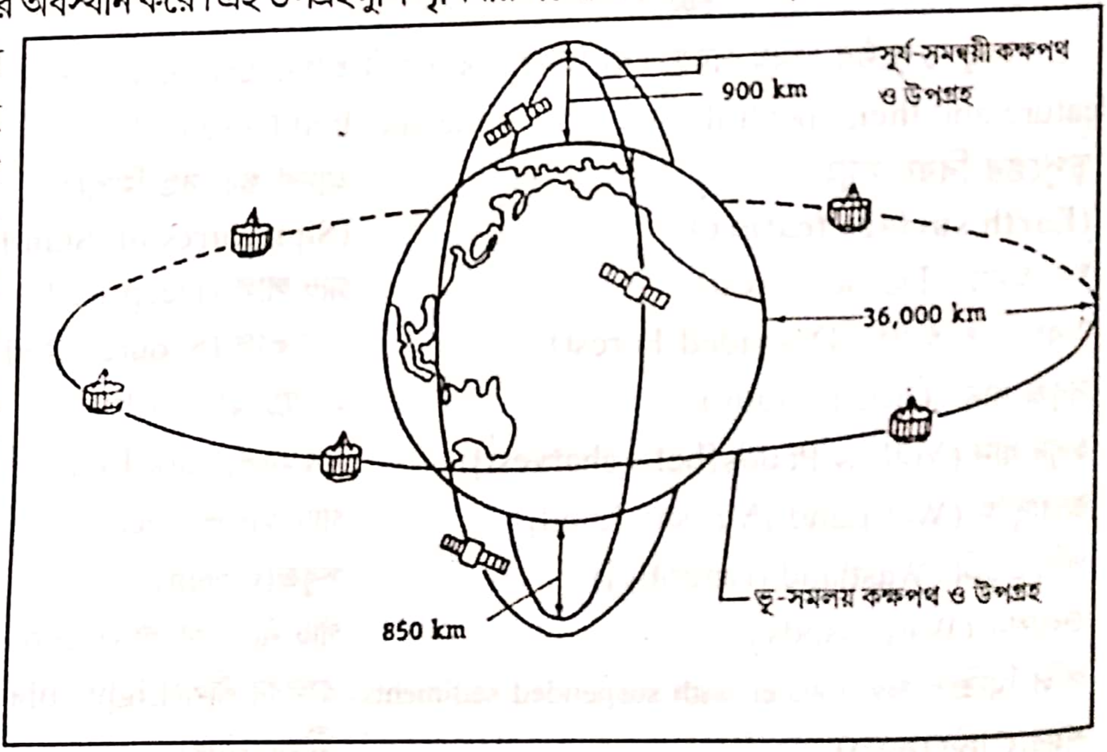
5.9 উপগ্রহের শ্রেণিবিন্যাস (Classification of Satellites) ঃ

একটি উপগ্রহ যে নির্দিষ্ট পথ অনুসরণ করে গমন করে, তাকে ঐ উপগ্রহের কক্ষপথ বলে। এই কক্ষপথের ভিত্তিতে উপগ্রহগুলিকে দুটি প্রধান শ্রেণিতে ভাগ করা যায়।

(ক) ভূ-সমলয় উপগ্রহ (Geostationary Satellites)

(খ) সূর্য-সমন্বয়ী উপগ্রহ (Sun Synchronous Satellites)

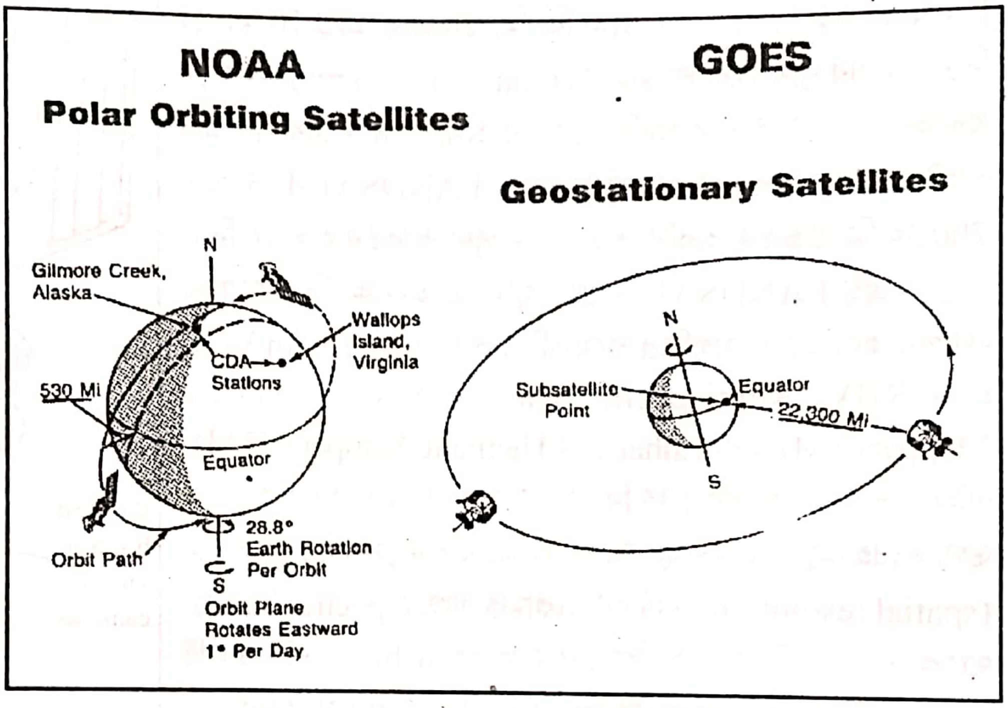
5.9.1 ভূ-সমলয় উপগ্রহ (Geostationary Satellites) ঃ এ ধরনের উপগ্রহগুলি অনেক উপরে, ভূ পৃষ্ঠ থেকে প্রায় 36000 কি.মি. উপরে অবস্থান করে। এই উপগ্রহগুলি পৃথিবীর সঙ্গে একই গতিতে (24 ঘণ্টা) আবর্তন করে, তাই এদের ভূ পৃষ্ঠ থেকে স্থির দেখায় এবং এরা ভূ পৃষ্ঠের একই অংশের উপর অবিরাম দৃষ্টি রাখতে সক্ষম। এই উপগ্রহগুলি নিরক্ষীয় অঞ্চলে স্থাপন করা হয়। এদের কক্ষপথ পশ্চিম থেকে পূর্বাভিমুখী। একটি উপগ্রহ ভূগোলকের এক তৃতীয়াংশ দেখতে পায়। এই সব উপগ্রহগুলি আবহাওয়া পর্যবেক্ষণ ও যোগাযোগ ব্যবস্থায় ব্যবহৃত হয়। ভারতীয় উপগ্রহ INSAT এই শ্রেণির উপগ্রহ।



Scanned with CamScanner

5.9.2 সূর্য-সমন্বয়ী উপগ্রহ (Sun Synchronous Satellites) ঃ দূর সংবেদ ব্যবস্থায় উপগ্রহগুলিকে ঈষৎ আনত (Inclination) একটি উত্তর-দক্ষিণ কক্ষ পথে আবর্তিত করা হয়। উপগ্রহের কক্ষপথটি পশ্চিম দিকে সামান্য ঝুঁকে থাকায় উপগ্রহগুলি পৃথিবীর প্রতিটি স্থানকে দিনের সারা সময় ধরে পর্যবেক্ষণ করতে পারে (যাকে স্থানীয় সৌর সময় বলে) কারণ উপগ্রহ তখন উত্তর থেকে দক্ষিণে গমন করে। কোনো একটি বিশেষ ক্ষেত্রের উপর থেকে প্রতিচ্ছবি গ্রহণের সময় দিনের পর দিন ধরে এরা আলোকিত অবস্থাকে নিশ্চিত করে।

এই উপগ্রহগুলি পৃথিবীর সূর্যালোকিত অংশের উপরে উত্তর থেকে দক্ষিণে গমন করে। এটিকে উপগ্রহের অবরোহণ অতিক্রমণ (descending pass) বলে, আবার দক্ষিণ থেকে উত্তরে এর আরোহণ অতিক্রমণ (ascending pass) ঘটে এবং এটি পৃথিবীর ছায়াবৃত অংশ।



পরোক্ষ সংবেদক (Passive Sensors) প্রতিফলিত সৌরশক্তি দ্বারা সংগৃহীত তথ্য শুধুমাত্র অবরোহণ অতিক্রমণেই লিপিবদ্ধ করতে পারে। প্রত্যক্ষ বা সক্রিয় সংবেদক (Active Sensors) আরোহণ অতিক্রমণেই প্রতিচ্ছবি গ্রহণ করতে পারে। কারণ এরা নিজেদের উৎস থেকে শক্তি সরবরাহ করে।

মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের LANDSAT, ফরাসিSPOT, ভারতীয় IRS প্রভৃতি সূর্য সমন্বয়ী উপগ্রহের উদাহরণ।

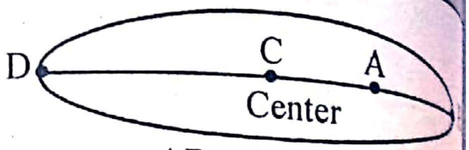
উপগ্রহ যখন পৃথিবীর চারপাশে ঘুরতে থাকে, তখন সংবেদক ভূ-পৃষ্ঠের একটি বিশেষ অংশ দেখতে পায়। এই অঞ্চলটি 'সোয়াথ' (Swath) নামে পরিচিত। উপগ্রহ চিত্রের ক্ষেত্রে এই 'সোয়াথ' খুব বড় হয়, দশ থেকে একশ কিলোমিটার পর্যন্ত প্রশস্ত। যেহেতু উপগ্রহগুলি পৃথিবীকে মেরু থেকে মেরুতে প্রদক্ষিণ করে তাই পৃথিবী যদি আবর্তিত না হত তাহলে এর পূর্ব-পশ্চিম অবস্থান পরিবর্তিত হতনা। পৃথিবী থেকে দেখলে মনে হয় উপগ্রহ পশ্চিম দিকে সরে যাচ্ছে, কারণ এর নীচে পৃথিবীও আবর্তিত হচ্ছে (পশ্চিম থেকে পূর্বে)। এই আপেক্ষিক গতির কারণে উপগ্রহ সোয়াথ প্রতি অতিক্রমণে একটি নতুন ক্ষেত্র ভ্রমণ করে। উপগ্রহের কক্ষপথ ও পৃথিবীর আবর্তন একত্রে ভূ-পৃষ্ঠের সম্পূর্ণ অংশকে অতিক্রম করতে সাহায্য করে। কক্ষপথে একবার আবর্তন করতে যে সময় লাগে, তাকে 'উপগ্রহ কাল' বা 'Satellite period' বলে।

Scanned with CamScanner

Problem - 5 : A space shuttle orbit is 230×390 km. Calculate the ecentricity of the or

Sol^n. Ecentricity (E) r_a = Appogee position.

r_p = Perigee position



AB = Perigee Position

AD = Apogee Position

$$E = \frac{r_a - r_p}{r_a + r_p}$$

$$= \frac{390-230}{390+230+(2\times6378)}$$

$$= \frac{160}{620+12756}$$

$$= \frac{160}{13376}$$

$$= 0.01196$$

i.e. the orbit is elliptic

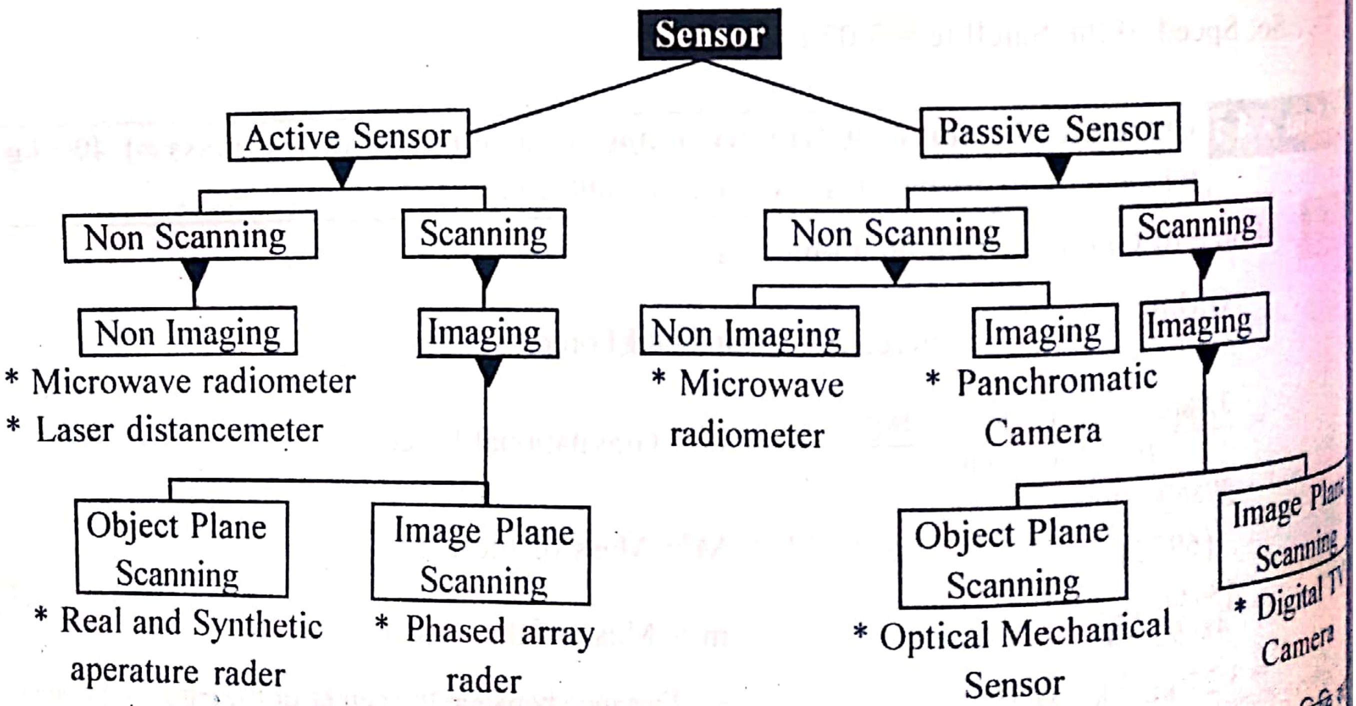
∴ So, Ecentricity = 0·01196

4.4 সংবেদক (Sensor) :

দূর সংবেদন ব্যবস্থাপনায় যে যন্ত্রটি আগত তড়িৎ চুম্বকীয় বিকিরণকে গ্রহণ করে ও তাকে অন্য অবস্থায় (For সাধারণত Digitised electronic Signal-এ পরিবর্তন করে তাকে Sensor বলে অভিহিত করা হয়। Sensor দূ স্থানে অবস্থিত পৃথিবীর কোনো বস্তুর সংকোচনতাকে (যা সাধারণত Electromagnatic Radiation রূপে হয়ে থ সংবেদন করতে পারে।

Remote Sensing-এর ক্ষেত্রে এগুলি সাধারণত ভূ-পৃষ্ঠ থেকে অনেকখানি উচ্চতায় কোনো প্লাটফর্মের উপর ক থাকে। যেমন— বেলুন, এয়ারক্র্যাফট্, Space Shuttles এবং Satellite।

4.4.1 সংবেদকের প্রকারভেদ (Classification of Sensor) :



উপরিউক্তভাবে Sensor-এর শ্রেণীবিভক্তকরণ করা হলেও আরও বিভিন্ন পদ্ধতিতে বিভিন্ন কারণের উপর ভিত্তি ক Sensor কে বিভিন্নভাগে ভাগ করা যায়।

Scanned with CamScanner

1. অবস্থান অনুসারে সংবেদকের শ্রেণিবিভাগ (Classification of Sensor According to Position) : Sensor কে উচ্চতার সাপেক্ষে এবং তার স্থানভেদে তিনভাগে ভাগ করা যায়। যথা—

(i) ভূ-পৃষ্ঠীয় সংবেদক (Ground Based Sensor) : এই ধরনের Sensor-গুলি ভূমিরূপ সম্পর্কে বিশদ তথ্য আহরণ করে যা Aircraft বা Satellite Sensor থেকে প্রাপ্ত তথ্যের সঙ্গে মিলিয়ে খুবই উপযোগী হয়। কিছু ক্ষেত্রে Satellite থেকে প্রাপ্ত চিত্রগুলির তুলনায় এই ধরনের Sensor থেকে গৃহীত তথ্য দ্বারা কোনো বস্তুকে ভালোভাবে চিহ্নিত করা যায়। Sensor-গুলি সাধারণত মই, সাময়িক মঞ্চ, উঁচু অট্টালিকা, ক্রেন ইত্যাদিতে বসানো হয়।

(ii) বায়ুমণ্ডলীয় সংবেদক (Air Based Sensor) : Air Based Sensor হিসাবে Wing Aircraft হল সাধারণভাবে ব্যবহৃত নির্ভরযোগ্য Aerial প্ল্যাটফর্ম। যদিও হেলিকপ্টারও কখনো কখনো ব্যবহার করা হয়।

Aircraft-গুলি পৃথিবীর যে কোনো অংশে যে কোনো সময়ে খুব নিখুঁত চিত্র এবং বিশ্বাসযোগ্য তথ্য আহরণের ক্ষেত্রে বিশেষ ভূমিকা পালন করে।

(iii) মহাকাশীয় সংবেদক (Space Based Sensor) : Space Based Sensor-এর ক্ষেত্রে Space Shuttle বা Satellite-এর দ্বারা Remote Scanning ব্যবস্থাপনা সাধিত হয়। Satellite হল এমন একটি বস্তু যা অন্য একটি বস্তুকে কেন্দ্র করে আবর্তিত হয়।

যেমন—পৃথিবীর ক্ষেত্রে চাঁদ হল একটি প্রাকৃতিক উপগ্রহ। মনুষ্য নির্মিত কৃত্রিম Satellite, যেগুলি Remote Sensing-এ ব্যবহৃত হয় সেগুলি সাধারণত যোগাযোগ এবং Telemetry (Location and Navigation) এর উপযোগী। এরা নির্দিষ্ট কক্ষপথে ঘোরার ফলে পৃথিবীপৃষ্ঠে ক্রমাগত আবর্তিত তথ্য চিত্রের মাধ্যমে পাওয়া যায়। অবশ্য খরচের কথা মাথায় রেখে এই ধরনের প্রযুক্তি ব্যবহার করা হয়।

2. তড়িৎ-চুম্বকীয় বিকিরণের ভিত্তিতে সংবেদকের শ্রেণিবিভাগ (Classification of Sensor According to EMR) : Electro-magnetic Radiation-এর উপর ভিত্তি করে Sensor-কে নিম্নলিখিত ভাগে ভাগ করা যেতে পারে। যথা—

(i) সক্রিয় সংবেদক (Active Sensor) : এই ধরনের Sensor-এর ক্ষেত্রে Sensor নিজেই তড়িৎ চুম্বকীয় শক্তির উৎস হিসাবে কাজ করে যা নির্দিষ্ট লক্ষ্যবস্তুতে তড়িৎচুম্বকীয় শক্তি পাঠিয়ে তা থেকে প্রতিফলিত বিকিরণকে গ্রহণ করে যা বস্তুটির সম্বন্ধে Sensor-কে সম্যক ধারণা দেয়। এ ধরনের Sensor-গুলির প্রধান সুবিধা হল যেহেতু এরা নিজেই নিজস্ব শক্তির উৎস হিসাবে কাজ করে সেহেতু এই ধরনের ব্যবস্থাপনায় দিন বা রাত্রির যে কোনো সময়ই উপগ্রহ থেকে চিত্রগ্রহণ সম্ভব।

উদাহরণ— Radio Detection and Ranging (RADAR).
Synthetic Aparture Radar (SAR).

(ii) নিষ্ক্রিয় সংবেদক (Passive Sensor) : এই ধরনের Sensor-এর ক্ষেত্রে Sensor-এর নিজস্ব কোনো শক্তির উৎস থাকে না। এক্ষেত্রে মূলত সূর্যই শক্তির উৎস হিসাবে কাজ করে। এবং লক্ষ্যবস্তু থেকে প্রতিফলিত তড়িৎ চুম্বকীয় শক্তি Sensor দ্বারা গৃহীত হয়ে লক্ষ্যবস্তুকে চিহ্নিত করতে পারে।

এই ধরনের Sensor-গুলির প্রধান অসুবিধা হল এগুলি সূর্যালোকের উপর নির্ভরশীল থাকায় রাত্রে কাজ করা সম্ভব নয়। উদাহরণ— LISS-I, LISS-II, LISS-III.

Scanned with CamScanner

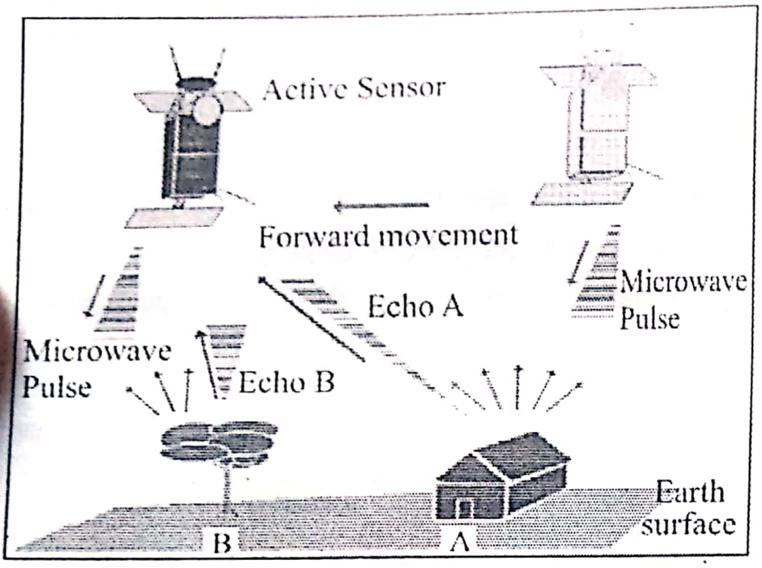


Figure 4.19: Diagram of Active Sensor

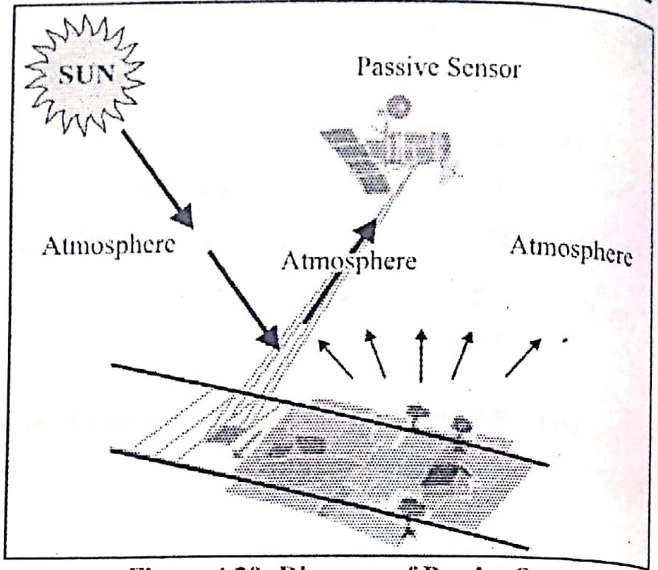


Figure 4.20: Diagram of Passive Sensor

3. চিত্রগ্রহণ পদ্ধতির উপর নির্ভর করে সংবেদকের শ্রেণিবিভাগ **(Classification of Sensor According to Image Development Basis) :** চিত্র গঠনের উপর ভিত্তি করে Sensor-কে নিম্নলিখিত ভাগে ভাগ করা যায়।

(i) চিত্রায়িত সংবেদক (Imaging Sensor) : ইহা Active বা Passive যে কোনো ধরনেরই হতে পারে। কিন্তু এর মূল বৈশিষ্ট্য হল এই ধরনের Sensor চিত্র গঠনে সক্ষম। এই ধরনের Sensor দ্বারা পৃথিবীপৃষ্ঠের দ্বি-মাত্রিক (Two Dimentional) চিত্রের উপস্থাপন সম্ভব। তবে বর্তমানে ত্রিমাত্রিক চিত্রও পাওয়া সম্ভব হচ্ছে।

উদাহরণ— Opto-Mechanical Scannar (Sensor of LANDSAT, IRS).

(ii) অ-চিত্রায়িত সংবেদক (Non Imaging Sensor) : দূর সংবেদন ব্যবস্থার এই পদ্ধতিতে Sensor পৃথিবীর দ্বিমাত্রিক চিত্র উপস্থাপনের অক্ষমতা বা কাজের ধরন আলাদা থাকার জন্য (যেমন—Radiation Intensity সংবেদন করা এর মূখ্য বৈশিষ্ট্য নয়) চিত্রগঠনে অক্ষম। এই Sensor-গুলির মূল উদাহরণ হল— RADAR, Altemeters, Scatarometers এবং Nadir-viewing Radiometers.

4.4.2 পরিবেশ গবেষণার কাজে রিমোট সেন্সিং উপগ্রহ এবং সংবেদকের বিপ্লব ও তার অগ্রগতি (Evolution and Advances in Remote Sensing Satellite and Sensors for the Study of Environments):

Remote Sensing ব্যবস্থায় ব্যবহৃত Sensor প্রযুক্তি বিভিন্ন সময়ে বিভিন্নভাবে উন্নতি লাভ করেছে। এই উন্নতির পর্যায়কে বিভিন্ন যুগ হিসাবে ধরে আলোচনা করা যেতে পারে।

Sensor প্রযুক্তি ব্যবস্থার ক্ষেত্রে বর্তমানকাল পর্যন্ত আটটি যুগ প্রধানত লক্ষ্য করা যায়। তার মধ্যে একই সময়ের মধ্যেই কিছু যুগ একসঙ্গে চলছে। কিন্তু তাদের প্রত্যেকের মধ্যে প্রযুক্তিবিদ্যা, Data-এর ব্যবহার, বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে তার প্রয়োগ এবং Data-এর বৈশিষ্ট্য ইত্যাদির পার্থক্য বর্তমান। সেগুলি নিম্নে আলোচনা করা হল—

(a) বায়ুমণ্ডলীয় রিমোট সেন্সিং যুগ (Airborne Remote Sensing Era) : Airborne Remote Sensing ব্যবস্থা প্রথম শুরু হয়েছিল প্রথম ও দ্বিতীয় বিশ্বযুদ্ধের মাঝামাঝি সময়ে। এই সময়ে Remote Sensing কে

Scanned with CamScanner

প্রধানত জমি জরিপ, মানচিত্রকরণ, ও মিলিটারীদের জ্ঞান বাড়ানোর জন্য ব্যবহৃত হত।

(b) প্রারম্ভিক মহাকাশীয় রিমোট সেন্সিং যুগ (**Rudimentary Space borne Satellite Remote Sensing Era**) : রাশিয়ার দ্বারা উৎক্ষেপিত প্রথম কৃত্রিম উপগ্রহ স্পুটনিক - I-এর উৎক্ষেপনের সঙ্গে সঙ্গে Space Borne Remote Sensing-এর যুগ শুরু হয়ে যায় এবং 1950 সালে আমেরিকার দ্বারা উৎক্ষেপিত Explorer-I এতে নতুন মাত্রা যোগ করে। এর কিছুদিন পরেই প্রথম আবহাওয়া সংক্রান্ত Satellite TIROS-1 (Television and Infrared Observational Satellite-I)-এর উৎক্ষেপন ঘটে।

(c) গোয়েন্দা উপগ্রহ রিমোট সেন্সিং যুগ (**Spy Satellite Remote Sensing Era**) : প্রধানত মিলিটারিদের ব্যবহারের জন্যই এই ধরনের স্যাটেলাইটের যুগ শুরু হয়। এই যুগে Spy Satellite-এর মাধ্যমে Digital আকারে তথ্য সংগ্রহ না করে দ্রুত ব্যবহারের সুবিধার জন্য কাগজে ছাপা তথ্য ব্যবহার হতে শুরু করে। ইহা সাধারণত যুদ্ধের সময় বেশী করে ব্যবহার হত।

(d) আবহাওয়া সংক্রান্ত উপগ্রহ সংবেদক রিমোট সেন্সিং যুগ (**Meteorological Satellite Sensor Remote Sensing Era**) : এই যুগ তখন শুরু হয় যখন সবেমাত্র তথ্য Digital আকারে পেতে শুরু করে এবং অত্যাধুনিকভাবে Computer-এর হার্ডওয়্যার ও সফ্‌টওয়্যারের মাধ্যমে তা বিশ্লেষণ করা সম্ভব হয়। এই ধারণার উপর ভিত্তি করেই বর্তমান আবহাওয়া ও জলবায়ু সংক্রান্ত Satellite GOES, NOAA, AVHRR ইত্যাদি গড়ে উঠেছে।

(e) ল্যান্ডস্যাট যুগ (**Landsat Era**) : Landsat-1 উৎক্ষেপনের মধ্য দিয়ে Landsat যুগ শুরু হয় যা 1972 সালে Multispectral Scanar (MSS) Sensor বহন করে নিয়ে যায়। পরবর্তীকালে এই যুগের হাত ধরে Landsat - 2, Landsat - 3 এর সফল উৎক্ষেপন ঘটে। আরও পরবর্তী সময়ে Landsat - 4 এবং Landsat - 5 (Thermatic Mapper)-এর সফল প্রতিস্থাপন হয় এবং আরও পরবর্তী সময়ে Landsat - 7 ETM^+ Sensor ব্যবহার করতে থাকে।

(f) পৃথিবী পর্যবেক্ষণ ব্যবস্থাকারী যুগ (**Earth Observing System Era**) : Earth Observing System প্রথম শুরু হয় Terra Satellite-এর উৎক্ষেপনের মধ্য দিয়ে এবং তা বর্তমানকালে MODIS, MOPITT, ERS, ALOS ইত্যাদি উৎক্ষেপনের মধ্য দিয়ে এই যুগের Sensor ব্যবস্থা নতুন রূপ পায়।

(g) নতুন স্বর্ণযুগ (**New Milleennium Era**) : New Milleennium যুগ বলতে প্রধানত আধুনিক প্রযুক্তিবিদ্যায় তৈরী খুব উন্নত 'Test of Concept" Satellite-কে বোঝানো হয়েছে। এইসব Satellite Sensor প্রধানত পরবর্তী প্রজন্মের উন্নতির জন্য তৈরী করা হয়েছে।

(h) ব্যক্তিগত শিল্পায়ন যুগ (**Private Industry Era**) : ব্যক্তিগত মালিকানা ভিত্তিক শিল্প হিসাবে Satellite Sensor-এর উৎপত্তি হয় প্রথম 2005 সালে। এই যুগে বিভিন্ন উন্নত প্রযুক্তিবিদ্যা সমন্বিত তথ্য গবেষণার জন্য ব্যবহৃত হতে থাকে। IKONOS, Quickbird ইত্যাদি এই যুগে নির্মিত Satellite-এর প্রকৃষ্ট উদাহরণ।

Scanned with CamScanner

বা ত্রিমাত্রিক গঠন করা হয় এবং জলের গভীরতাও নির্ণয় করা হয়।

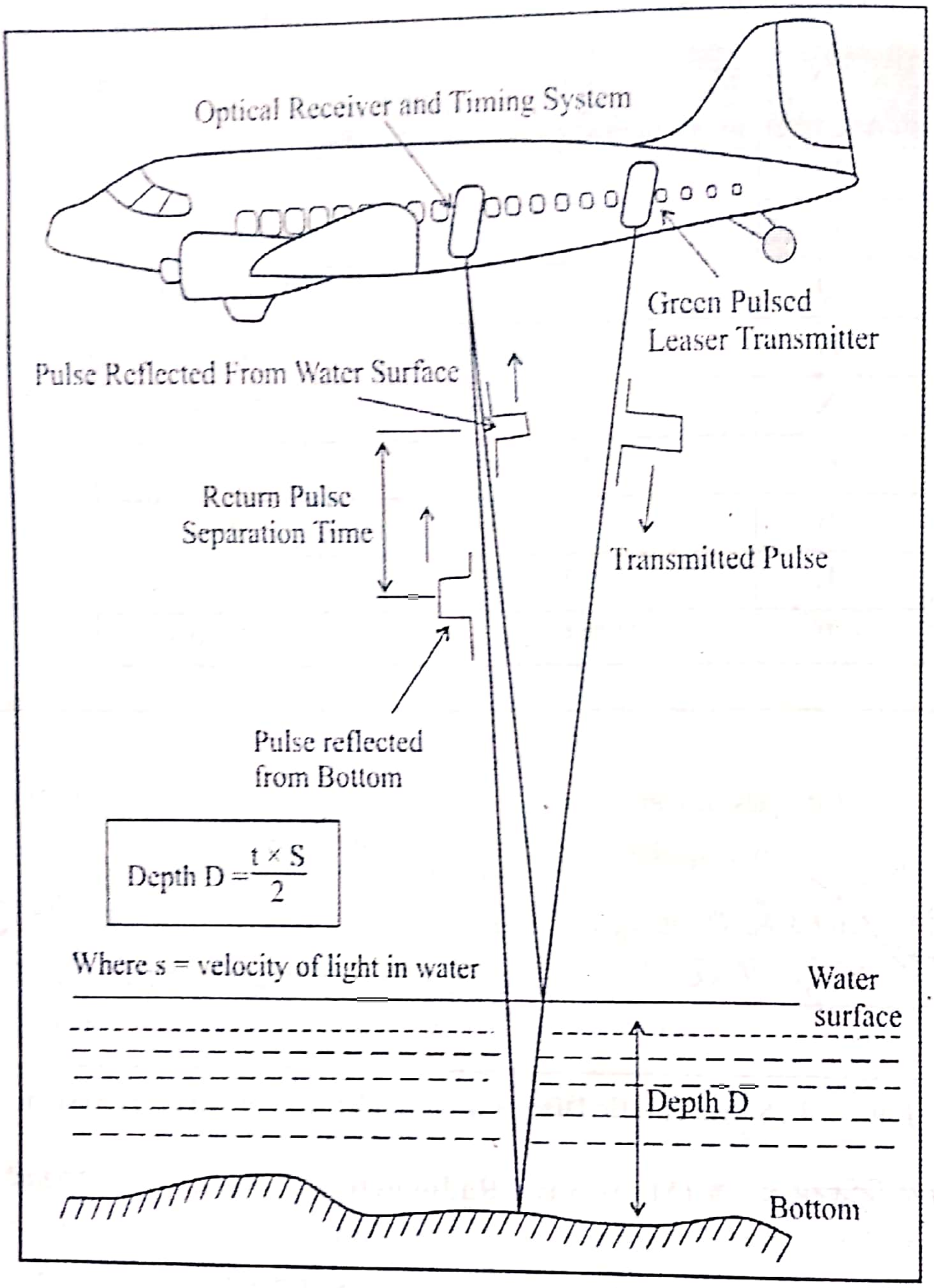


Figure 4.29 : Principal of Operation of Airborne Lidar Bathymetric System

4.6 বিভেদন (Resolution) :

"Power of Discrimination is called Resolution" অর্থাৎ উপগ্রহ চিত্রের বিভিন্ন বস্তু, ক্ষেত্র বা উপাদানের পৃথকীকরণ করার ক্ষমতাকে Resolution বলা হয়। Resolution নির্ভর করে স্কেল ও দূরত্ব অনুযায়ী দর্শনের উপর। ক্যামেরা দ্বারা গৃহীত চিত্রকে প্রকাশ করার জন্য Line pair Milimeter এককে ব্যবহার করা হয়। বিভিন্ন জিনিসের উপর নির্ভর করে Resolution কে চার ভাগে ভাগ করা যায়। যথা—

(i) Spectral Resolution
(ii) Spatial Resolution

Scanned with CamScanner

(iii) Radiometeric Resolution

(iv) Temporal Resolution.

(i) **বর্ণালীগত বিভেদন (Spectral Resolution) :** যে সব Resolution ডিটেক্টর দ্বারা গৃহীত তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গদৈর্ঘ্যের Width বা বিস্তারের উপর নির্ভর করে তাকে Spectral Resolution বলে। তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গদৈর্ঘ্যের Width বা প্রস্থ যত সংকীর্ণ হবে Spectral Resolution তত ভালো বা সুন্দর হবে।

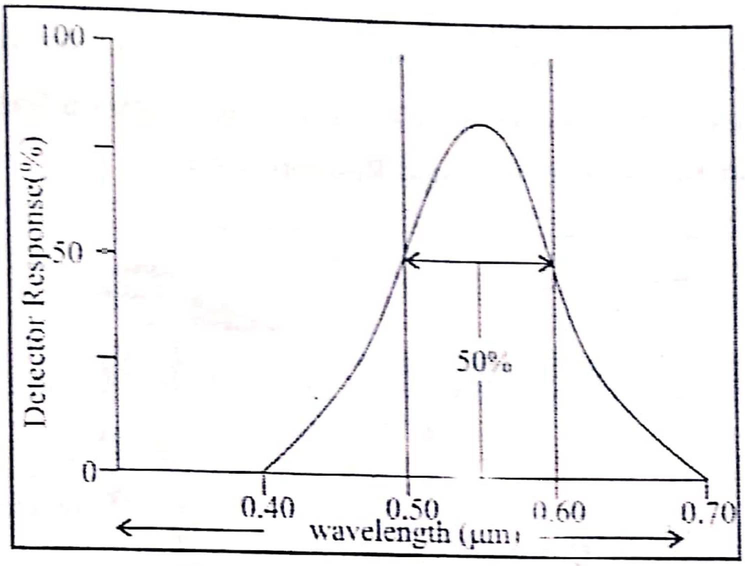


Figure 4.30 : Spectral Resolution

এই ধরনের Resolution Sensor-এর বিভিন্ন ধরনের বৈশিষ্ট্যাবলীকে নির্দেশ করে। যেমন—

(a) প্রতিটি ব্যান্ডের তরঙ্গদৈর্ঘ্যের বিস্তারকে।

(b) Sensor দ্বারা সমস্ত তরঙ্গদৈর্ঘ্যের বিস্তারকে আবৃত করা হয়।

(c) Spectral Frequency-এর Sampling করা হয়।

উদাহরণ— MSS Band - 1 Spectral Resolution

= 0.5 µm – 0.6µm

Width = 0.1 µm

TM Band 2 Spectral Resolution

= 0.52–0.60

Width = 0.08 µm

সুতরাং TM Band 2-এর Spectral Resolution MSS Band 1-এর তুলনায় ভালো।

Landsat TM Band	Range	Properties	Resolution
Band - 1	0.45–0.52	(B+G) Visible	30 mts.
Band - 2	0.52–0.60 µm	(G) Visible	30 mts.
Band - 3	0.63–0.69 µm	(R) Visible	30 mts.
Band - 4	0.76–0.90 µm	Near Infrared	30 mts.
Band - 5	1.55–1.75 µm	SWIR	30 mts.

Scanned with CamScanner

Landsat TM Band	Range	Properties	Resolution
Band - 6	10.40–12.50 µm	TIR	120 mts.
Band - 7	2.08–2.35 µm	SWIR/MIR	30 mts.

(ii) স্থানিক বিভেদন (**Spatial Resolution**) : Spatial Resolution হল কোন Target-এর ক্ষুদ্র জায়গা, যা খুব অল্প সময়ের মধ্যে Sensor দ্বারা ঐ জায়গা সম্বন্ধে Data বা তথ্য পাই বা পারিপার্শ্বিক অবস্থা থেকে পৃথকীকরণ করতে পারি। Space বা স্থান যত ছোট হবে বা কম হবে Spatial Resolution তত ভালো হবে।

Spatial Resolution সাধারণত Intantanous Field of view (IFOV) ও উপগ্রহ উচ্চতার উপর নির্ভর করে। (IFOV) দ্বারা তোলা কোনো অঞ্চলকে ভূ-পৃষ্ঠে Ground Resolution বলে।

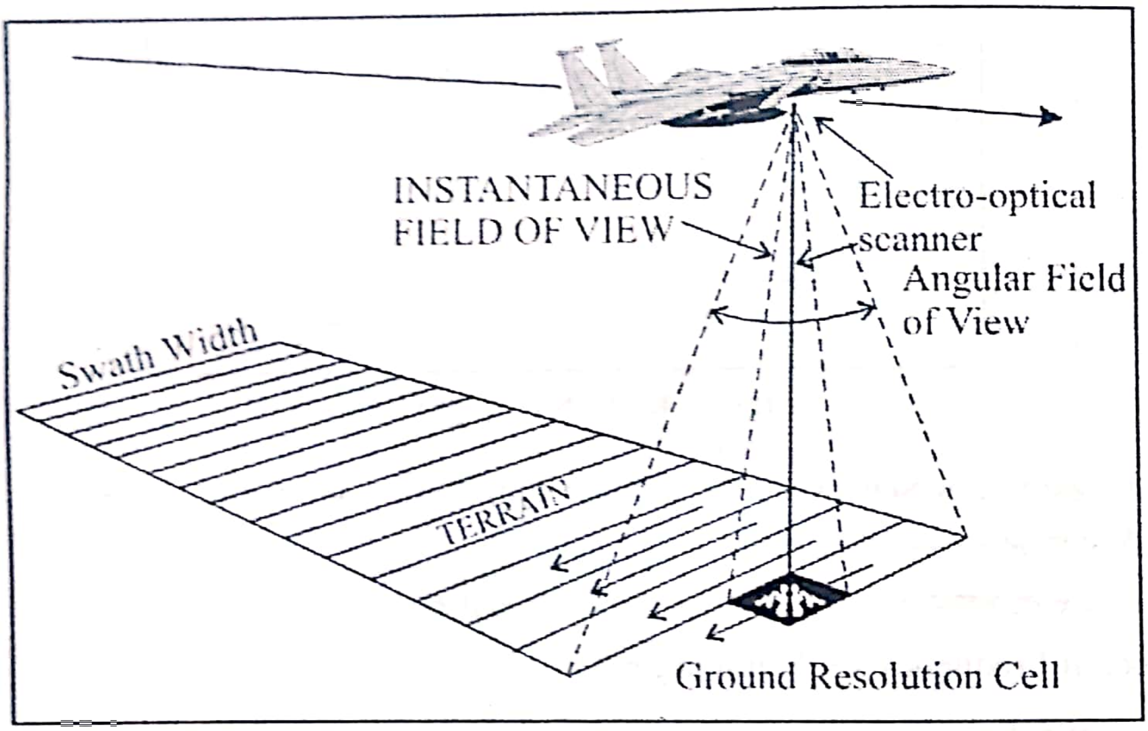


Figure4.31 : Spatial Resolution

কোন Detector-এর IFOV নির্ণয় করা হয় নিম্নরূপভাবে—

IFOV = (D/F) radian   Where, D = Size of the Detector

F = Focal length

যদি আমরা IFOV এবং Platform-এর উচ্চতা জানতে পারি তাহলে সহজেই আমরা ভূ-পৃষ্ঠে কতটা জায়গা Sensor Resolve করবে তা নির্ণয় করতে পারি।

Ground Resolution Element (GRE) = {(H)/(IFOV)}

Where, H = Altitude of the Platform.

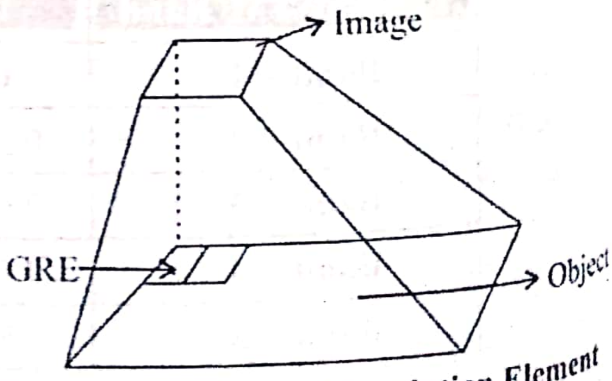


Figure 4.32 : Ground Resolution Element

Scanned with CamScanner

Problem : **Landsat Thematic Mapper (TM)-এর Orbit 705 km এবং GRE 30m হয় তাহলে Sensor-এর IFOV কত?**

Sol^n. আমরা জানি,

IFOV = GRE/H
= 30m/705km
= 30m/7055000 m
= 4.25×10^{-5} radian.

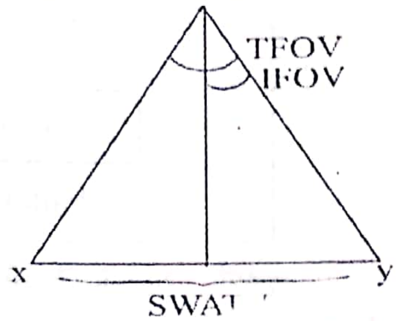


Figure 4.33 FOV

TFOV : দুটি IFOV-এর দ্বারা মিলিত অংশকে TFOV বা Total Field of View বলে।

Spetial Resolution-এর উদাহরণ—

Satellite	Sensor	Spatial Resolution
IRS 1C	Pancromatic (PAN)	6 mts.
SPOT	Pancromatic (PAN)	10 mts.
LandSat	Thematic Mapper (TM)	30 mts.
IRS 1B	LISS- II	36 mts.
IRS 1B and 1A	LISS - I	72.5 mts.
IRS 1D	Pancromatic (PAN)	5.2 mts.
IRS P_4	OCM, MSMR	188 mts.
SPOT-2, 3	HRV	10 mts and 20 mts.
IRS - P_3	MOS-A, B, C WIFS	580–1000 mts
IRS - P_5	MOS-A, B, C WIFS	188 mts.
IRS - P_6	MOS, MSMR	188 mts.

Source : Annual Report of DOS, Govt. of India, 2006-2007

(iii) রেডিওমেট্রিক বিভেদন **(Radiometric Resolution) :** এই প্রকার Resolution Detector-এর শক্তি গ্রহণ ও তার Gray Value-এর Division Number কে বোঝায়। অর্থাৎ Radiometric Resolution হল কোন Data-এর Dynamic Range যা ব্যবহার করা হয় FCC (False Colour Composite) তৈরী করতে বা যে কোনো Digital Data Processing করতে। কোন লক্ষ্য বস্তু থেকে যে পরিমাণ শক্তি Detector গ্রহণ করে তাকে Gray Value-এর বিভিন্ন ভাগে বিভক্ত করে লক্ষ্য বস্তুকে সঠিকভাবে চিহ্নিত করে। Gray Value-এর Range যত বেশী হবে Rediometric Resolutionও তত ভালো হবে। এই প্রকার Resolution সাধারণত Computer-এর মূল্যের উপর নির্ভর করে যার সঙ্গে আবার Bit, Byte সম্পর্কিত।

উদাহরণ : উদাহরণস্বরূপ বলা যায়—

Scanned with CamScanner

Band	Cover type	Reflection No.	Dynamic Range
Red	Fallow Soil	56	100
	Fallow with Grass land	53	100
	Fallow Soil	110	200
	Fallow with Grass land	95	200

সুতরাং বলা যায় যে 200 Dynamic Range 100 Dynamic range-এর তুলনায় ভালো কারণ, 200 Dynamic Range ভালো contrast দেয়।

Data Processing করতে Data সংগ্রহ করা হয় Bit এবং Byte-এ। যেমন— 2^5Bit, 2^6Bit, 2^7Bit ইত্যাদি। অর্থাৎ কোন data 2^7 bit ($2\times2\times2\times2\times2\times2\times2 = 127$)-এ গ্রহণ না করে যদি 2^8 bit ($2\times2\times2\times2\times2\times2\times2\times2 = 255$)-এ গ্রহণ করে তাহলে Dynamic Range বেশী পাবার দরুণ Radiometric Resolution ভালো হয়। তাই বলা হয় "More the Dynamic Range better is the Radiometric Resolution."(*Ref*)

Table 4.3 : Radiometric Resolution of Some Satellite

Satellite	Sensor	Radiometric Resolution
Landsat 1, 2, 3	MSS	6 bit
Landsat 4, 5	TM and MSS	8 Bit
SPOT	HRV	8 Bit
NOAA	AVHRR	10 Bit
EO-1	ALI	12 Bit
EO-1	HYPERION	16 Bit

(iv) টেম্পোরাল বিভেদন (Temporal Resolution) : কোন উপগ্রহের ভূ-পৃষ্ঠের কোন নির্দিষ্ট বস্তু, ক্ষেত্র বা উপাদানের তথ্য সংগ্রহের পুনরাবৃত্তির সময়কালকে Temporal Resolution বলে। অর্থাৎ একটি উপগ্রহ যেখান থেকে তথ্য সংগ্রহ করতে শুরু করেছে সেই স্থানে আবার কতদিন পর ঘুরে আসবে সেই দিন বা সময়কে Temporal Resolution বলা হয়। সুতরাং ভূ-পৃষ্ঠের কোন নির্দিষ্ট স্থানের Scanning-এর Frequency যত বাড়বে Temporal Resolution ও তত ভালো হবে এবং তত বেশী পরিমাণ তথ্য পাওয়া সম্ভব হবে।

Temporal Resolution নির্ভর করে প্রধানত—

(i) স্যাটেলাইটের উচ্চতার উপর এবং

(ii) Sensor-এর Swath-এর উপর।

উদাহরণ— .

Scanned with CamScanner

Satellite	Temporal Resolution
Landsat 1, 2, 3	18 days
Landsat 4, 5	16 days
IRS IC/ID	24 days
IRS 1A, 1B	18 days
SPOT - 1, 2, 3	26 days

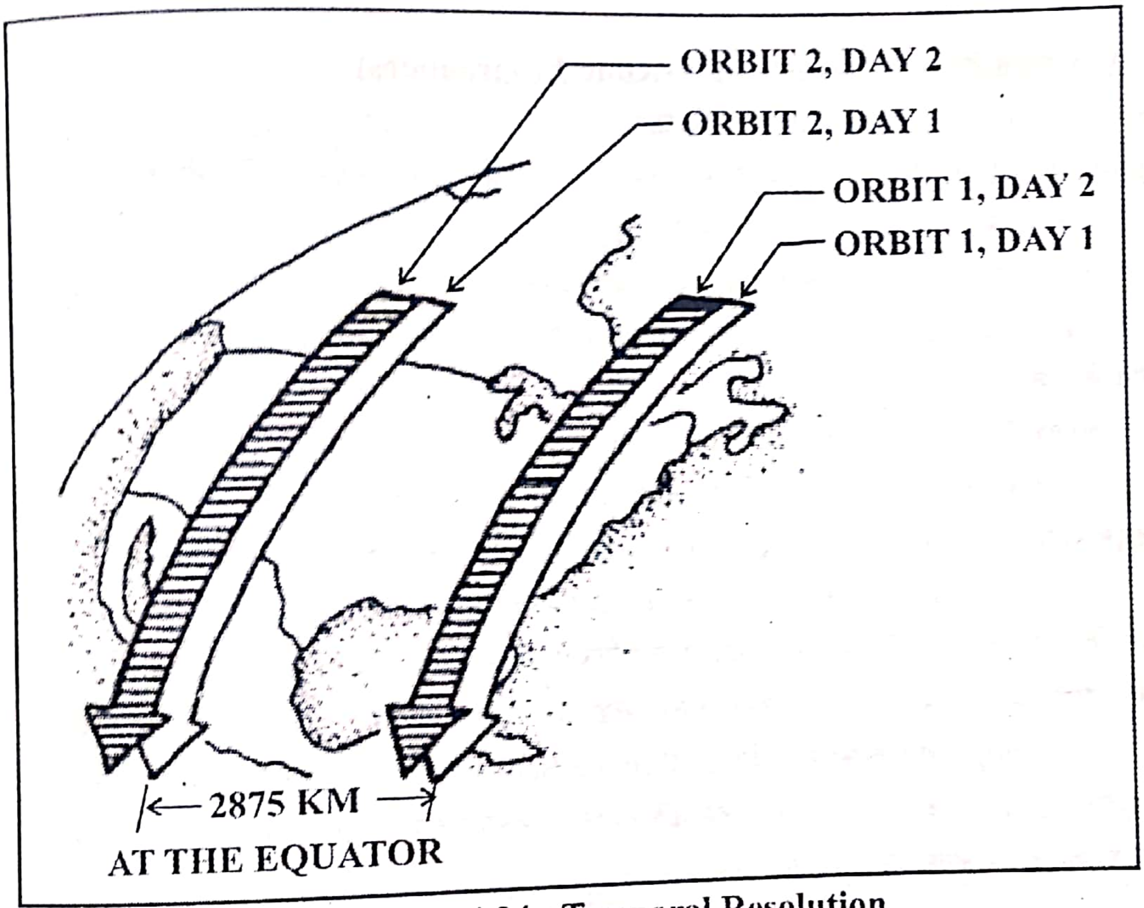


Figure 4.34 : Temporal Resolution

Scanned with CamScanner