

# সড়া-য় ধরা

সুমনপাল

গ্রীষ্মের বিকেলে কলকাতার কোন এক জায়গায় দুই বন্ধুর কফি পিপাসা পেলে। একটি ভাল কফিশপ খুঁজতে হবে যেখানে ঠাণ্ডাঘরে বসে কফির কাপে চুমুক দিতে দিতে নানান বিষয়ে কিছু আলোচনাও সেরে নেওয়া যাবে। কিন্তু জায়গাটা যে অচেনা। কি করে চটজলদি সমস্যাটার সমাধান সম্ভব? আদর্শে আজকের দিনে এটি কোন সমস্যাই নয়। হাতে ধরা 5 inch-র smart phone-এর ডিসপ্লেতে google maps অথবা local অ্যাপস-এ আঙ্গুল ছোঁয়াতেই ভেসে উঠবে GPS ম্যাপে (GPS সফটওয়্যারের সাহায্যে) রাস্তাঘাট ছাড়াও আশেপাশের পেট্রোল পাম্প, পুলিশ স্টেশন, হোটেল/রেস্টুরেন্ট, পর্যটন স্থান, ডিপার্টমেন্টাল স্টোর ইত্যাদির তথ্য। সেখান থেকে একটি Café Coffee Day খুঁজে নিতে তাদের কোন অসুবিধে হবে না।

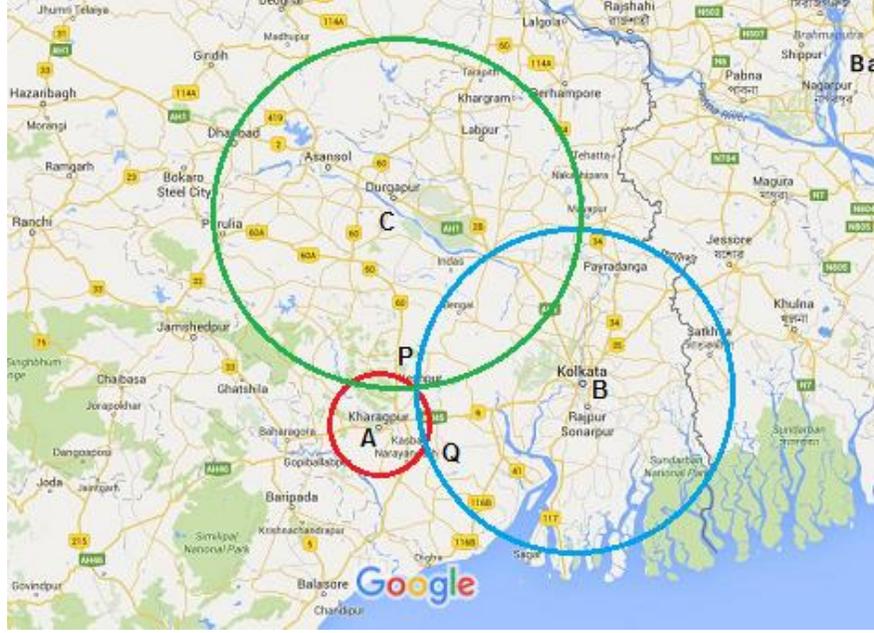
গ্লোবাল পজিশনিং সিস্টেম (Global Positioning System)-এর সংক্ষিপ্ত রূপ GPS। যুক্তরাষ্ট্রের প্রতিরক্ষা মন্ত্রণালয় গত শতকের সত্তর দশকের শুরুর দিকে US Military-র নিজস্ব প্রয়োজনে GPS প্রযুক্তির প্রাথমিক কাজ শুরু করে। প্রথম দিকে এর প্রয়োগ ছিল পুরোপুরি সামরিক। এরপর ধাপে ধাপে এর উন্নয়ন ও ক্ষমতা বৃদ্ধি করে 1995 সালে 24 টি স্যাটেলাইটের সমন্বয়ে সৃষ্ট নেটওয়ার্ককে পৃথিবীর সব জায়গা থেকে ব্যবহারযোগ্য একটি স্বয়ংসম্পূর্ণ সিস্টেম হিসেবে ঘোষণা করে। সেইসাথে সিস্টেমটি বিশ্বের বেসরকারী লোকদের ব্যবহারের জন্যও উন্মুক্ত করে দেয়। এটি একটি কৃত্রিম উপগ্রহভিত্তিক যোগাযোগ ব্যবস্থা। বিজ্ঞানের উন্নয়ন ও নতুন প্রযুক্তির উদ্ভাবনে খুব সহজে ও নিখুঁতভাবে পৃথিবীর কোন স্থানের অবস্থান সম্পর্কে জানতে GPS ব্যবহার করা হয়। যেকোনো আবহাওয়াতে দুনিয়ার যেকোনো চলমান অবস্থান আর সময়ের তথ্য সরবরাহ করাটা এর মূল কাজ। জিপিএস এক ধরনের একমুখি ব্যবস্থা, কারণ ব্যবহারকারীগণ উপগ্রহ প্রেরিত সংকেত শুধুমাত্র গ্রহণ করতে পারে। বিজ্ঞানের জটিল বিশ্লেষণে না গিয়ে এখানে সংক্ষেপে ও সরলভাবে GPS-এর সাধারণ ধারণা দেওয়ার চেষ্টা করা হল।

GPS প্রযুক্তির মূল ধারণা সকলের বোঝার সুবিধার্থে একটি উদাহরণ নেওয়া যাক। ধরা যাক কোন ব্যক্তি  $M_1$  কোন জায়গায় হারিয়ে গেলে সে জানে না জায়গাটির নাম কী; সে জানে না তার আশেপাশে কোন শহর বা লোকালয় আছে কিনা। সে ঠিক করতে পারছে না কোনদিকে যাবে। এসময় সে অপর একটা লোকের ( $M_2$ ) দেখা পেল যারও একই অবস্থা; পথ হারিয়ে ফেলেছে। তবে তার কাছে একটা মানচিত্র আছে, কিন্তু তা কোন কাজে আসছে না। কারণ তারা কোন জায়গায় আছে তা জানলেই তো মানচিত্র দেখে আশেপাশের শহর কোনটি, কোনদিকে যেতে হবে, কতদূর যেতে হবে ইত্যাদি জানা যাবে।

এসময় তারা X, Y, Z নামে তিনজন লোকের দেখা পেলে। X বলল তারা খড়গপুর (A-বিন্দু) [চিত্র 1] থেকে 35 km দূরে আছে, কিন্তু খড়গপুর-এর কোনদিকে (N, S, E, W) আছে তা বলেনি।  $M_2$  তার মানচিত্রে খড়গপুর-কে কেন্দ্রবিন্দু ধরে 35 km কে ব্যাসার্ধ (মানচিত্রের স্কেলে) ধরে একটি বৃত্ত আঁকল। অর্থাৎ যেসব জায়গার উপর দিয়ে বৃত্তের পরিধিটি গেছে সেসব জায়গার কোন একটিতে তারা আছে। Y বলল যে তারা কলকাতা (B-বিন্দু) থেকে 80 km দূরে আছে, কিন্তু কোনদিকে (N, S, E, W) আছে তা বলেনি।  $M_2$  তার মানচিত্রে কলকাতা-কে কেন্দ্রবিন্দু ধরে 80 km কে ব্যাসার্ধ (মানচিত্রের স্কেলে) ধরে একটি বৃত্ত আঁকল। অর্থাৎ যেসব জায়গার উপর দিয়ে বৃত্তের পরিধিটি গেছে সেসব জায়গার কোন একটিতে তারা আছে। কিন্তু একই সাথে X ও Y এর তথ্যকে সঠিক হিসেবে নিলে তাদের অবস্থান কেশপুর (P-বিন্দু) অথবা নারায়নগড় (Q-বিন্দু)। কারণ বৃত্ত দুটি পরস্পরকে এ দুটি জায়গায় ছেদ করেছে। গাণিতিক ও জ্যামিতিক হিসাবে শুধুমাত্র এ দুটি জায়গা থেকেই খড়গপুর-এর দূরত্ব 35 km ও কলকাতা-এর দূরত্ব 80 km। এবার Z বলল তারা দুর্গাপুর (C-বিন্দু) থেকে 100 km দূরে আছে।  $M_2$  তার মানচিত্রে দুর্গাপুর-কে কেন্দ্রবিন্দু ধরে 100 km কে ব্যাসার্ধ (মানচিত্রের স্কেলে) ধরে একটি বৃত্ত আঁকল। অর্থাৎ যেসব জায়গার উপর দিয়ে বৃত্তের পরিধিটি গেছে সেসব জায়গার কোন একটিতে তারা আছে। উল্লিখিত নিয়মে দেখা যাচ্ছে যে, বৃত্ত তিনটি পরস্পরকে শুধু একটি বিন্দুতে ছেদ করেছে, সেটি হল কেশপুর (P-বিন্দু)। অর্থাৎ তিনটি বৃত্তের ছেদবিন্দু (কেশপুর) থেকে X, Y এবং Z তিনজনের তথ্যই সঠিক। এভাবেই তারা জানলো তাদের অবস্থান কেশপুর (P-বিন্দু)।

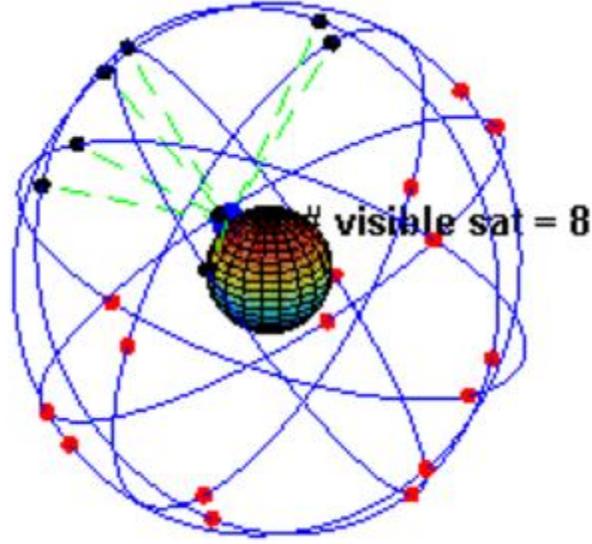
অর্থাৎ বলা যেতে পারেঃ X, Y এবং Z নামের তিনটি স্যাটেলাইট থেকে প্রেরিত বিশেষ তথ্য  $M_2$  নামের রিসিভার গ্রহণ করে গাণিতিক ও জ্যামিতিক হিসাবের মাধ্যমে আঙ্কিক মানচিত্রে বর্তমান অবস্থান (P-বিন্দু) উল্লেখ করার যে পদ্ধতি বা প্রযুক্তি তার পূর্ণনাম Global Positioning System বা সংক্ষেপে GPS।

GPS সিস্টেমের মূল অংশ হচ্ছে GPS রিসিভার ও 27 টি স্যাটেলাইট এর মধ্যে 24 টি সক্রিয় ফুটবল, ক্রিকেট টিমে প্রথম একাদশের বাইরে পরিবর্ত হিসেবে সাইডবেঞ্চার খেলোয়াড়দের মতো আপেকালীন ও জরুরী প্রয়োজনে ব্যবহারের জন্য 3 টি স্যাটেলাইট Reserved।



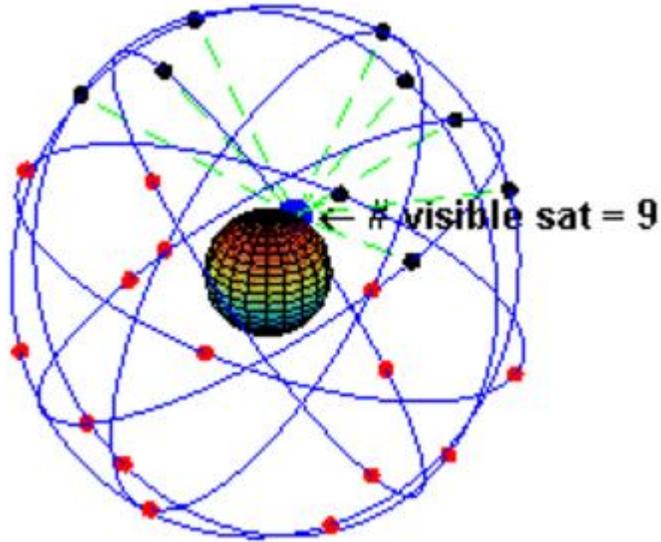
চিত্র 1

ভূপৃষ্ঠ থেকে 20000 km উপরে 6 টি কক্ষপথে 24 টি স্যাটেলাইট পৃথিবীর চারিদিকে 12 ঘন্টায় একবার করে ঘুরছে। কক্ষপথগুলো এমনভাবে সাজানো হয়েছে যাতে পৃথিবীর যেকোন জায়গা থেকে যে কোন সময় কমপক্ষে চারটি স্যাটেলাইট দৃশ্যমান হয়। নিচের চিত্রে [চিত্র 2] তা বিশদে দেখানো হল।

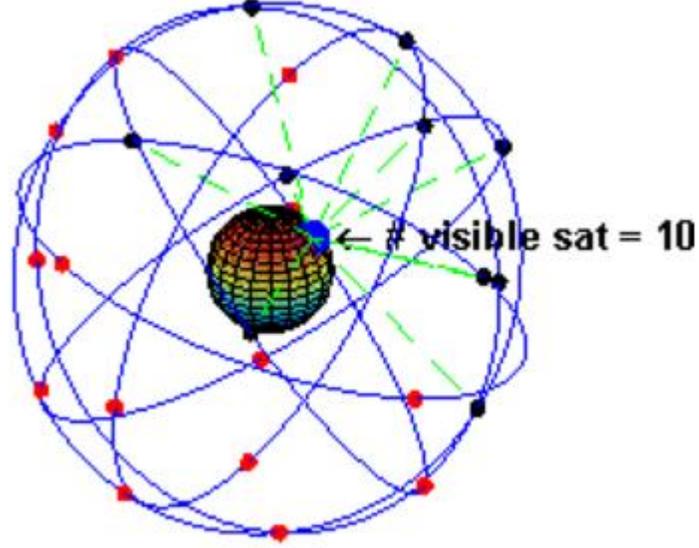


চিত্র 2a

ভূপৃষ্ঠের ওপর নির্দিষ্ট স্থান নীল বিন্দু দ্বারা দেখানো হয়েছে এবং স্যাটেলাইট গুলোকে কক্ষপথে অপেক্ষাকৃত ছোট বিন্দু দ্বারা দেখানো হয়েছে (লাল ও কালো)। এর মধ্যে কালো বিন্দু দ্বারা নির্দেশিত (সবুজ সরল রেখা দ্বারা সংযোজিত) স্যাটেলাইট ভূপৃষ্ঠের ওপর অবস্থিত নির্দিষ্ট বিন্দুকে একসঙ্গে দেখতে পায়। পরপর তিনটি চিত্রে দেখানো হয়েছে একটি স্থানকে যথাক্রমে ৪-টি [চিত্র 2a], 9-টি [চিত্র 2b] ও 10-টি [চিত্র 2c] স্যাটেলাইট কভার করেছে।



চিত্র 2b



চিত্র 2c

স্যাটেলাইট গুলো UHF band-এ GHz মাত্রার Line of sight সংকেত (signal) ব্যবহার করে। যোগাযোগের সময় স্যাটেলাইট ও রিসিভারের মাঝখানে কোন প্রতিবন্ধকতা থাকতে পারবে না। এই সংকেতে যেসব তথ্য থাকে তার মধ্যে গুরুত্বপূর্ণ হচ্ছে স্থান, কাল, পাত্র। যে স্যাটেলাইট সংকেত পাঠাচ্ছে তার পরিচয় (পাত্র), সংকেত প্রেরণের সময় তার অবস্থান (স্থান), এবং সংকেত প্রেরণের সময় (কাল)। সংকেত গুলো আসে আলোর গতিতে ( $300000 \text{ kms}^{-1}$ )। GPS রিসিভার সংকেতটির প্রাপ্তির সময় (receiving time) থেকে প্রেরণের সময় (sending time) বিয়োগ করে চলমান সময় (runtime) বের করে। আর চলমান সময় দিয়ে সংকেতের বেগ-কে গুণ করলে রিসিভার থেকে স্যাটেলাইটটির দূরত্ব বের হয়।

$$\text{চলমান সময়} = \text{প্রাপ্তির সময়} - \text{প্রেরণের সময়}$$

$$\text{দূরত্ব} = \text{বেগ} \times \text{চলমান সময়}$$

এভাবে চারটি স্যাটেলাইটের দূরত্ব বের করে রিসিভার প্রতিটি স্যাটেলাইটের পজিশনকে কেন্দ্রবিন্দু করে প্রতিটির দূরত্বকে ব্যাসার্ধ ধরে চারটি ত্রিমাত্রিক বৃত্ত (sphere) অঙ্কন করে এবং গণনা-র মাধ্যমে অবস্থান নির্ণয় করে। এই পদ্ধতিতে সঠিক ফলাফল পাওয়ার জন্য কমপক্ষে চারটি স্যাটেলাইটের তথ্য প্রয়োজন হয়। অনেকসময় চতুর্থ স্যাটেলাইটের পরিবর্তে পৃথিবীর পরিধিকে চতুর্থ বৃত্ত হিসেবে ধরেও গণনা করা হয়। এখন আলোর গতিবেগ খুব বড় হওয়ার দরুন GPS সিস্টেমে সময় মাপের ব্যাপারটা খুবই গুরুত্বপূর্ণ হয়ে পড়ে। কারণ 1 লক্ষ ভাগের 1 সেকেন্ড এদিক ওদিক হলে অবস্থান পরিমাপে 3 km এদিক ওদিক হয়ে যাবে। এত ক্ষুদ্র সময় মাপতে পারে ব্যাবহুল আণবিক ঘড়ি (Atomic clock), যার যথার্থতা (accuracy)-র মাত্রা হল ন্যানোসেকেন্ড (ns) এবং যা স্যাটেলাইটের আছে কিন্তু রিসিভারের নেই। এই অসুবিধা দূর করা হয় এভাবে। রিসিভার স্যাটেলাইট থেকে প্রেরিত ছদ্ম-যথেষ্ট নিয়ম (pseudo-random code) কে সমলয় (synchronize) করে নিজের ঘড়িকে হালনাগাদ (up-to-date) করে নেয়, অর্থাৎ স্যাটেলাইট ও রিসিভার উভয়ের ঘড়ির বর্তমান সময় একই হয়ে যায়। সাধারণ মানের GPS রিসিভার  $\pm 10\text{m}$  পর্যন্ত সঠিক অবস্থান দেখাতে পারে। উচ্চ সঠিকতা ( $\pm 1\text{m}$ ) -র জন্য ব্যবহার হয় Differential GPS। এই সিস্টেমে মহাশূন্যের স্যাটেলাইট ছাড়াও ল্যান্ড স্যাটেলাইট থেকেও তথ্য নেওয়া হয়।

গাড়ি, জাহাজ, প্লেন, ল্যাপটপ এমনকি নতুন মডেলের মোবাইল ফোনেও এখন GPS রিসিভার থাকে। বড় বড় শহরে ট্রাফিক নিয়ন্ত্রনে, যুদ্ধে শত্রুসেনার গতিবিধি নজরে রাখতে, বোমা-মিসাইলের নিশানাকে সঠিক করতে, কোন বিশেষ স্থানের উপর নজর রাখতে GPS সিস্টেম ব্যবহার হয়। যেখানে একসময় মানচিত্র, কম্পাস, স্কেল ইত্যাদি দিয়ে মেপে ও অক্ষাংশ-দ্রাঘিমাংশের সাহায্যে ভূপৃষ্ঠের কোন স্থানের অবস্থান

(Position) নির্ণয় করা হত। এই ধারণা পরবর্তী প্রজন্মের কাছে ঠাকুরমার ঝুলি-র গল্পের মতো মনে হবো। বিজ্ঞানের অগ্রগতি যেন আলোর গतिकেও হার মানিয়ে দিচ্ছে।

সারা বিশ্ব যে GPS সিস্টেমের এই ব্যবহার করে চলেছে তা যুক্তরাষ্ট্রের Military-র নিজস্ব তাগিদে ফসল। যুক্তরাষ্ট্রের হাওয়াইতে অবস্থিত স্যাটেলাইট ট্র্যাকিং স্টেশন থেকে US Military স্যাটেলাইটগুলোর নিয়ন্ত্রণ ও মনিটরিং করে। বিজ্ঞানে অগ্রণী অন্যান্য দেশগুলো কি যুক্তরাষ্ট্রের এই আবিষ্কার অনন্তকাল ব্যবহার করবে? না। বিকল্প হিসেবে ইউরোপীয়ান ইউনিয়ন তৈরি করেছে Global Navigation Satellite System (GNSS)। GLONASS নামে রাশিয়ার নিজস্ব নেভিগেশন সিস্টেম আছে যা মহাশূন্য গবেষণা ও সামরিক কাজে ব্যবহার হয়। চীনও Beidou-2 নামে তাদের নিজস্ব নেভিগেশন সিস্টেম তৈরির প্রজেক্ট হাতে নিয়েছে। চন্দ্রায়ন, মঙ্গলায়ন প্রভৃতি প্রকল্প নিজস্ব প্রযুক্তিতে সফলভাবে সম্পাদনের পর আমরা স্বপ্ন দেখতেই পারি যে অদূর ভবিষ্যতে ভারতেরও একটি নিজস্ব GPS সিস্টেম থাকবে।

E-mail: paul\_suman30@yahoo.co.in