

কম্পিউটার প্রোগ্রামিং

তামিম শাহরিয়ার সুবিন

Waarning : বইটি পরার আগেই বলে রাখি এই বইটা সম্পূর্ণ লেখকের নিজস্ব ওয়েবসাইট থেকে
ডাউনলোড করা হচ্ছে।

এই বইটির কোনো PDF ফরম্যাট আমি পাইনি, বার বার নেটে অনলাইনে বুক পড়া সবার পক্ষে Possible না।
তাই আমি এই বইটা নিজ থেকে ডাউনলোড করে PDF এ রূপান্তর করছি।

কেউ চাইলে অনলাইন ও পড়তে পারেন।

বইটির অনলাইন লিঙ্ক : - [এই লিঙ্ক এ ক্লিক করুন।](#)

আর এই বইটি সবার জন্য উন্মুক্ত করে দেওয়া, তাই এইটা Copywrite আইন মেনেই করা।
তাই কেউ আবার এই কথা বলবেননা যে আমি কোনো Copywrite আইন লঙ্ঘ করছি।
তারপরও লেখক এর কাসে ক্ষমা চেয়ে নিছি, ভুল হলে ক্ষমা করবেন।
আমি আই বইটা তে কিছু জিনিস এডিট করছি ওইগুলা লেখক দিয়েই দিছিলেন, তবে উনি অন্য পেইজ এর লিঙ্ক
হিসেবে আর আমি শুধু ওই লিঙ্ক থেকেও লেখা গুলো এইখানে কপি করে দিয়ে দিচ্ছি।
আশা করি সবার বইটি ভাল লাগবে। প্রোগ্রামিং শিখার জন্য বইটা অসাধারণ।



বইটি সংগ্রহ করতে হলে নিচের ঠিকানায় যোগাযোগ করতে হবে:

আইযুব সরকার (01191385551),
জামিল সারোয়ার ট্রাস্ট,
278/3 এলিফ্যান্ট রোড (চতুর্থ তলা),
কাঁচাবন (অষ্টব্যাঞ্জন রেস্টুরেন্টের বিপরীত), ঢাকা।

অথবা

তাষ্টলিপি প্রকাশনী, বাংলাবাজার, ঢাকা।
বইয়ের [ক্ষেত্রে ক্ষেত্রে](#) মাধ্যমে লেখকের সাথে যোগাযোগ করা যাবে।

কম্পিউটার প্রোগ্রামিং

তামিম শাহরিয়ার সুবিন

লেখকের কথা

বইটি প্রকাশিত হয়েছে ২০১১ সালের কেন্দ্রয়ারি মাসে। আর সেপ্টেম্বর মাসে বইটি অনলাইনে প্রকাশিত হলো সৃজনী সাধারণ অবাণিজ্যিক লাইসেন্সে (মূল বইটিও একই লাইসেন্সের আওতায় প্রকাশিত)। ইন্টারনেট সংস্করণে কিছু কিছু জায়গায় ভিডিও এবং অ্যানিমেশনের ব্যবহার করা হয়েছে পাঠকদের সুবিধার্থে। আর কোনো অধ্যায়ে কোনো বিষয় বুৰাতে সমস্যা হলে সংশ্লিষ্ট অধ্যায়ের শেষে মন্তব্য করা যাবে, কিংবা বইয়ের ফেসবুক পেজে পোস্ট করা যাবে। আমি উত্তর দেওয়ার চেষ্টা করব, তবে অন্যরাও উত্তর দিতে পারেন। বাংলায় মন্তব্য করার সময় হয় রোমান হরফে (ইংরেজি অঙ্কের) বাংলা না লিখে বাংলা হরফে বাংলা লেখার অনুরোধ রইল।

গণিত অলিম্পিয়াডের ভলান্টিয়ার হবার কারণে স্কুল-কলেজের অনেক ছেলেমেয়ের সাথে আমার পরিচয় আছে এবং তারা প্রায়ই আমার কাছে জানতে চায় যে প্রোগ্রামিং শেখার জন্য কোন বই পড়াবে? তাদের জন্যই বইটি লেখা। তবে ভাসিটিতও অনেককে আমি দেখছি, প্রোগ্রামিংয়ের ইংরেজি বই পড়তে স্বাচ্ছন্দ্য বাধ করে না, তাই প্রথম বর্ষে প্রোগ্রামিংয়ে পিছিয়ে পড়ে এবং সেই দুর্বলতা কাটিয়ে ওঠার সুযোগ পায় না। আমি নিশ্চিত যে তারা যদি কোন বাংলা বই দিয়ে শুরু করত তবে আরো ভালো প্রোগ্রামার হতে পারেন। যারা জীবনে প্রথমবারের মতো প্রোগ্রামিং শিখবে তাদের জন্য বইটি উপযোগী। ক্লাশ নাইল ও তার ওপরের ক্লাসের ছাত্রছাত্রীদের বইটি পড়তে কোন সমস্যা হওয়ার কথা নয়। বইতে 'সি' প্রোগ্রামিং ল্যাঙ্গুয়েজ ব্যবহার করা হয়েছে। তাবে এটি আসলে প্রোগ্রামিং ল্যাঙ্গুয়েজের কোনো বই নয়, বরং প্রোগ্রামিংয়ের মৌলিক ধারণাগুলোর ওপর জোর দেওয়া হয়েছে যাতে

ভালো প্রোগ্রামার হওয়ার জন্য শক্ত ভিত্তি তৈরি হয়।

বইটি লখায় অনেকেই আমাকে নানাভাবে সাহায্য করেছেন তাদের গুরুস্মর্ণ মতামত ও উ সাহ দিয়ে এবং বিভিন্ন ধরনের ভুল ধরিয়ে দিয়ে। তাঁদের সবার প্রতি রইল আমার অশেষ কৃতজ্ঞতা। যাদের অবদানের কথা এ মুহূর্তে না বললেই নয়, তাঁরা হচ্ছেন - মুহুর্মুদ জাফর ইকবাল (বিভাগীয় প্রধান, কম্পিউটার বিভাগ ও প্রকৌশল বিভাগ, শাহজালাল বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি বিশ্ববিদ্যালয়) - স্যার আরো এক বছর আগে থেকেই জানতেন যে আমি প্রোগ্রামিংয়ের একটি বই লিখছি। তো স্যারকে এই ডিসেম্বরে (২০১০ সাল) ড্রাফট পাঠ্যনামের পরে স্যার আমাকে যে ইমেইল পাঠ্যযোগেন, সেটি প্রিন্ট করে বাঁধিয়ে রাখার মতো: "i just have gone through your book. i have been thinking about writing a book like this for last five six years- you have done it- i do not need to do it any more. thank you. i have some comments- it's better to talk. i lost your cell number send it to me."

মুনির হাসান (সাধারণ সম্পাদক, বাংলাদেশ গণিত অলিম্পিয়াড) - শক্ত বাস্তুতার মাঝেও পুরো বইটি স্যার রিভিউ করেছেন। ধরিয়ে দিয়েছেন নানা টেকনিক্যাল ও ভাষাগত ত্রুটি। আর প্রকাশককে দৌড়-এর উপর রেখেছেন।

শাহ্‌রিয়ার মন্ত্র (এসিএম আইসিপিসি ওয়াল্ট' ফাইলালের বিচারক এবং বিভাগীয় প্রধান, কম্পিউটার বিভাগ ও প্রকৌশল বিভাগ, সাউদিস্ট বিশ্ববিদ্যালয়) - সুমিত ভাই আইসিপিসি রিজিওনাল মোসূম প্রচন্ড বাস্তুতার মধ্যেও আমার বইটি পুরোটা পড়েছেন এবং নানা মতামত ও পরামর্শ দিয়ে সাহায্য করেছেন।

মনিকা আকবর (যুক্তরাষ্ট্রের ভার্জিনিয়া টেক বিশ্ববিদ্যালয়ে কম্পিউটার বিজ্ঞানে পিএইচডি শিক্ষার্থী) - বই লখার শুরুর দিকে উনাকে কয়েকটি অধ্যায় দেখিয়েছিলাম। তারপর গত এক বছরের বেশি সময় ধরেই উনি সুদূর আমেরিকা থেকে নিয়মিত ইয়াহু মেসজার আমাকে তাড়া দিয়েছেন: "তার বই কদুর?", "কবে শেষ হবে?", "তাড়াতাড়ি শেষ কর, থেম থাকল আর শেষ হবে না" - এই ধরনের ডায়লগ দিয়ে গোছেন নিয়মিতই।

মোস্তাফিজুর রহমান রাজীব (কানাডার সাইমন ক্রেশার বিশ্ববিদ্যালয়ে কম্পিউটার বিজ্ঞানে মাস্টার্সের শিক্ষার্থী) - বইটি খুব মান্যোগ দিয়ে রিভিউকরেছে এবং গুরুত্বপূর্ণ পরামর্শ ও উ সাহ দিয়েছে আমার বক্তু ও সহপাঠী মোস্তা।

ওমর শেহাব (যুক্তরাষ্ট্রের ইউনিভার্সিটি অব ম্যারিল্যান্ড, বাল্টিমোর কাউন্টি-তে পিএইচডি শিক্ষার্থী) - আমার বক্তু শেহাবও বইটি যত্ন করে রিভিউ করেছে একাধিকবার। তার ফিডব্যাকও আমার অনেক কাজে লাগেছ।

তৌহিদুল ইসলাম (সফটওয়্যার প্রকৌশলী) - পুরো বইটি একাধিকবার পড়ে সে অনেক ভুলক্রটি ধরিয়ে দিয়েছে এবং মূল্যবান পরামর্শ দিয়েছে।

রুহুল আমিন সঙ্গীব (শিক্ষক, কম্পিউটার বিজ্ঞান ও প্রকৌশল বিভাগ, শাহজালাল বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি বিশ্ববিদ্যালয়) - বইটির শুরুর দিকে কিছু অধ্যায় রিভিউ করেছে।

মাহমুদুর রহমান (সাবেক এসিএম আইসিপিসি ওয়াল্ট ফাইনালিস্ট, প্রবলেম সেটার এবং প্রধান কারিগরি কর্মকর্তা, মুক্ত সফটওয়্যার লিঃ) - শুরু

সাবির ইউসুফ (সাবেক এসিএম আইসিপিসি ওয়াল্ট ফাইনালিস্ট, ও সিনিয়র সফটওয়্যার প্রকৌশলী, মুক্ত সফটওয়্যার লিঃ) - সান্নির কিছু পরামর্শও বেশ কাজে লাগেছে।

তানভিরুল ইসলাম (ন্যাশনাল ইউনিভার্সিটি অব সিঙ্গাপুরে পিএইচডি শিক্ষার্থী) - পুরো বইটি রিভিউ করে ফিডব্যাক ও উ সাহ দিয়েছে।

সাঈদ সিয়াম (যুক্তরাষ্ট্রে পিএইচডি অধ্যয়নরত) - শুরুর দিকে কিছু চ্যাপ্টার রিভিউ করেছে।

মানযুরুর রহমান খান (সাবেক এসিএম আইসিপিসি ওয়াল্ট ফাইনালিস্ট, বর্তমানে গুগলের মাউন্টেন ভিউ অফিসে সফটওয়্যার প্রকৌশলী হিসেবে কর্মরত) - বইটি লখার সময় যথনই কোন বিষয়ে আমি একটু কনফিউজড হয়েছি, সিদ্ধীর সাথে কথা বালেছি।

রাইয়ান কামাল (সফটওয়্যার প্রকৌশলী, মুক্ত সফটওয়্যার লিঃ) - বইটি লখার শুরুতে পরামর্শ ও উ সাহ দিয়েছে।

তাসকিনুর হাসান (সফটওয়্যার প্রকৌশলী, মুক্ত সফটওয়্যার লিঃ) - সাঈদ বইটি রিভিউ করেছে এবং তার ফিডব্যাক দিয়েছে।

আনা ফারিহা (শিক্ষার্থী, কম্পিউটার বিজ্ঞান ও প্রকৌশল বিভাগ, ঢাকা বিশ্ববিদ্যালয়) - একবারে শেষ মুহর্তে একাধিকবার বইটি পড়েছে এবং অনেক ভুলক্রটি আবিষ্কার করে আমাকে সাহায্য করেছে।

নাফিজ ইশতিয়াক (শিক্ষার্থী, পদাথবিজ্ঞান বিভাগ, ঢাকা বিশ্ববিদ্যালয়) - বইটি রিভিউ করে গুরুত্বপূর্ণ পরামর্শ দিয়েছে।

আমিফ সালেকিন (শিক্ষার্থী, কম্পিউটার বিজ্ঞান ও প্রকৌশল বিভাগ, বুয়েট) - আমার চাচাতো ভাই অনিক বইটি রিভিউ করেছে।

আবিন্নল ইসলাম (আইওআইতে বাংলাদেশের পক্ষে প্রথম ও এখন পর্যন্ত একমাত্র বৌগ্যপদক জয়ী। বর্তমানে শিক্ষার্থী, গণিত বিভাগ, ন্যাশনাল ইউনিভার্সিটি অব সিঙ্গাপুর) - শুরুর দিকের অনেক চ্যাপ্টার রিভিউ করে তার মতামত দিয়েছে এবং উৎসাহ দিয়েছে।

এছাড়া বলতে হয় প্রথম আলোর আলমগীর ভাই, কমল কর্মকার, বিডিওএসএনের আইয়ুব ভাই, মুভার্স জুয়েল, সুজনী প্রকাশনীর মশিউর ভাই ও

তাম্রলিপির রনি ভাই। তাদের ছাড়া বইটি প্রকাশ সম্বন্ধে ছিল না।

আর ইন্টারনেট সংক্রান্ত যেকোনো ভুলক্ষণ ধরিয়ে দিলে যত দ্রুত সম্ভব সংশোধনের চেষ্টা করব এবং কৃতক্ষেত্র থাকব।

ধন্যবাদ,

তামিম শাহ্‌রিয়ার সুবিন।

[প্রোগ্রামিং বই: অধ্যায় শূন্য] শুরুর আগে।

কম্পিউটার তা আসলে গণনা করার যন্ত্র, তাই না? যদিও আমরা এটি দিয়ে গান শুনি, ভিডিও দেখি, গেমস খেলি, আরও নানা কাজ করি। আসলে শেষ পর্যন্ত কম্পিউটার বোঝে শূন্য (0) আর একের (1) হিসাব। তাই ব্যবহারকারী (User) যা-ই করুক না কেন, কম্পিউটার কিন্তু সব কাজ গণনার মাধ্যমেই করে। কম্পিউটারের ব্যবহার এত ব্যাপক হওয়ার পেছনে অন্যতম কারণ হচ্ছে নানা রকম সফটওয়্যার দিয়ে নানা ধরনের কাজ করা যায় কম্পিউটারে। এসব সফটওয়্যার তৈরি করতে হয় প্রোগ্রাম লিখে অর্থাৎ কী হলে কী করবে এটি প্রোগ্রামের সাহায্যে কম্পিউটারকে বোঝাতে হয়।

একসময় কিন্তু কেবল 0 আর 1 ব্যবহার করেই কম্পিউটারের প্রোগ্রাম লিখতে হতো। কারণ কম্পিউটার তো 0, 1 ছাড়া আর কিছু বোঝে না, আর কম্পিউটারকে দিয়ে কোনো কাজ করাতে চাইলে তো তার ভাষাতেই কাজের নির্দেশ দিতে হবে। 0, 1 ব্যবহার করে যে প্রোগ্রামিং করা হতো, তার জন্য যে ভাষা ব্যবহৃত হতো, তাকে বলা হয় মেশিন ল্যাঙ্গুেজ। তারপর এল অ্যাসেম্বলি ল্যাঙ্গুেজ। এতে প্রোগ্রামাররা কিছু ইনস্ট্রুকশন যেমন ADD (যোগ), MUL (গুণ) ইত্যাদি ব্যবহারের সুযোগ পেল। আর এই ভাষাকে 0, 1-এর ভাষায় নিয়ে কাজ করাবার দায়িত্ব পড়ল অ্যাসেম্বলারের ওপর, প্রোগ্রামারদের সে বিষয়ে ভাবতে হতো না। কিন্তু মানুষের চাহিদার তো শেষ নেই। নতুন নতুন চাহিদার ফাল নতুন নতুন জিনিসের উত্তর হয়। একসময় দেখা গেল যে অ্যাসেম্বলি ল্যাঙ্গুেজ দিয়েও কাজ করা ঝামেলা হয়ে যাচ্ছে। তাই বড় বড় প্রোগ্রাম লিখার জন্য আরও সহজ ও উন্নত নানা রকম প্রোগ্রামিং ভাষা তৈরি হলো। যেমন - ফর্ট্রান (Fortran), বেসিক (Basic), প্যাসকেল (Pascal), সি (C)। তবে এখানেই শেষ নয়, এরপর এল আরও অনেক ল্যাঙ্গুেজ, যার মধ্যে অন্যতম হচ্ছে, সি প্লাস প্লাস (C++), ডিজুয়াল বেসিক (Visual Basic), জাভা (Java), সি শার্প (C#), পার্ল (Perl), পিইচিপি (PHP), পাইথন (Python), রুবি (Ruby)। এখনো কম্পিউটার বিজ্ঞানীরা নিয়ন্তুন প্রোগ্রামিং ভাষা তৈরি করে যাচ্ছেন। প্রোগ্রামাররা এসব ভাষা ব্যবহার করে প্রোগ্রাম লেখেন আর প্রতিটি ভাষার রয়েছে আলাদা কম্পাইলার, যার কাজ হচ্ছে ওই প্রোগ্রামকে কম্পিউটারের বোধগম্য ভাষায় রূপান্তর করা, তাই এটি নিয়ে প্রোগ্রামারদের ভাবতে হয় না।

প্রোগ্রাম লিখার সময় প্রোগ্রামারকে তিনটি প্রধান কাজ করতে হয়। প্রথমে তার বুদ্ধিটি যে সে আসলে কী করতে যাচ্ছে, মানে তার প্রোগ্রামটি আসলে কী কাজ করবে। তারপর চিন্তাভাবনা করে এবং যুক্তি (logic) ব্যবহার করে অ্যালগরিদম দাঁড় করাতে হয়। মানে, লজিকগুলো ধাপে ধাপে সাজাতে হয়। এর পরের কাজটি হচ্ছে অ্যালগরিদমটাকে কোনো একটি প্রোগ্রামিং ভাষায় রূপান্তর করা, যাকে আমরা বলি কোডিং করা। একেক ধরনের কাজের জন্য একেক ল্যাঙ্গুয়েজ বেশি উপযোগী।

এই বইতে আমরা প্রোগ্রামিংয়ের মৌলিক কিছু জিনিস শেখার চেষ্টা করব এবং প্রোগ্রামগুলো আমরা লিখব সি ল্যাঙ্গুয়েজ ব্যবহার করব। আমি ধরে নিছি, তোমরা কম্পিউটার ব্যবহার করে অভ্যন্তর এবং প্রোগ্রামিং জিনিসটার সঙ্গে সম্পূর্ণ অপরিচিত। আর সি ল্যাঙ্গুয়েজ ব্যবহার করার পছন্দ কারণ হচ্ছে, এটি বেশ পুরোনো হলও অত্যন্ত শক্তিশালী ও জনপ্রিয় ল্যাঙ্গুয়েজ। প্রোগ্রামিংয়ের মৌলিক জিনিসগুলো বোঝার জন্য সি ভাষা অত্যন্ত সহায়ক। আর জনপ্রিয় সব প্রোগ্রামিং প্রতিযোগিতায় যে অল্প কয়েকটি ল্যাঙ্গুয়েজ ব্যবহার করা যায়, তার মধ্যে সি অন্যতম। আমরা অবশ্য সি ল্যাঙ্গুয়েজের পুরাটা এখানে শিখব না, কেবল মৌলিক বিষয়গুলো নিয়ে কাজ করতে যা দরকার সেটি দেখব। এই বইটি পড়ার পরে তোমরা কেবল সি-এর জন্য কোন বই পড়তে পারো অথবা অন্য কোনো ভাষা (যেমন— সি প্লাস প্লাস, জাভা কিংবা পাইথন) শেখা শুরু করে দিতে পারো। বইয়ের পরিসিদ্ধ অংশে আমি কিছু বইয়ের নাম দিয়েছি, যা তোমাদের কাজে লাগবে।

বইটি পড়তে তোমাদের ডিনিস লাগবে, কম্পিউটার (ইন্টারনেট সংযোগ থাকলে ভালো হয়), সি ল্যাঙ্গুয়েজের কম্পাইলার এবং যথেষ্ট সময়। তাড়াচুড়ো না করে দুই থকে তিনি মাস সময় নিয়ে বইটি পড়লে ভালো হয়। প্রোগ্রামিং শেখার জন্য কেবল পড়াই যথেষ্ট নয়, পাশাপাশি কোডিং করতে হবে। বইয়ের প্রতিটি উদাহরণ নিজে নিজে কোড করে কম্পিউটারে চালিয়ে দেখতে হবে। যখনই আমি কোনো প্রস্তাৱ করব, সেটি নিয়ে চিন্তা করতে হবে। তার জন্য যদি দু-তিন ষটা বা দু-তিন দিন সময় লাগে লাগুক, কোনো ক্ষতি নেই, বৰং দীৰ্ঘ সময় কোনো সমস্যার সমাধান নিয়ে চিন্তা করার অভ্যাসটি খুব জরুরি। কোনো অধ্যায় পুরোপুরি বোঝার আগে পরের অধ্যায় পড়া শুরু করা যাবে না। আবার কোনো অংশ যদি তোমার কাছে খুব সহজ মন হয়, সেই অংশ ঠিকভাবে না পড়ে এবং প্রোগ্রামগুলো না করে পরের অংশে চলে যেয়ো না কিন্তু। সাধারণ পড়ালিখার সঙ্গে প্রোগ্রামিং শেখার অনেক পার্থক্য। এখানে পড়ার সঙ্গে সঙ্গে কাজ করাও জরুরি। আর এই বই পড়েই কিন্তু তুমি প্রোগ্রামার হয়ে যাবে না, বইটি পড়ে তুমি প্রোগ্রামার হওয়া শুরু করবে।

এবার আসা যাক, কম্পাইলার পাবে কোথায়? সি-এর জন্য বেশ কিছু কম্পাইলার আছে। তুমি যদি লিনাক্স কিংবা ম্যাক ব্যবহারকারী হও, তবে সবচেয়ে ভালো হচ্ছে gcc। অধিকাংশ লিনাক্সেই এটি আগে থকে ইনস্টল করা থাকে। তোমার কম্পিউটারে না থাকলে এটি ইনস্টল করে নিতে হবে। আর উইন্ডোজ ব্যবহার করলে তুমি Codeblocks (<http://www.codeblocks.org/>) ব্যবহার করতে পারো। এটি একটি ফ্রি ও ওপেন সোৱ IDE (Integrated Development Environment) এবং ম্যাক আৱ লিনাক্সেও চল। এমনিতে সাধারণ কোনো টেক্সট এডিটর (যেমন: নেটপ্যাড, জিএডিট, কেরাইট) ব্যবহার করে কোড লিখে সেটি কম্পাইলার দিয়ে কম্পাইল করে রান করা যাব। তবে অধিকাংশ আইডিই (IDE) গুলাতেই নিজেই টেক্সট এডিটর ও কম্পাইলার থাকে। প্রাগাম রান করার ব্যবস্থা থাকে। এ ছাড়াও নানা ধরনের টুলস থাকে।

Codeblocksটা সন্তোষ কৰি <http://www.codeblocks.org> সাইট থকে ডাউনলোড ও ইনস্টল করতে পারো। Downloads পেইজে Binaries-এ গেল উইন্ডোজের জন্য তুমি দুটি অপসন দেখবে: codeblocks-10.05-setup.exe ও codeblocks-10.05mingw-setup.exe। তুমি দ্বিতীয়টি ডাউনলোড করবে (74.0 MB)। আৱ ইনস্টল কৰার কাজটি অন্য যেকোনো সফটওয়্যার বা গেমসের মতোই। যারা উৰুন্তু ব্যবহার কৰা, তাৱা Ubuntu Software Center (Applications > Ubuntu Software Center) থকে এটি ডাউনলোড করতে পারো।

প্রোগ্রামিং চৰার বিষয়। ইন্টারনেটে বেশ কিছু ওয়েবসাইট আছে, যেখানে প্রচুর সমস্যা দেওয়া আছে যেগুলো প্রোগ্রামের সাহায্যে সমাধান কৰতে হয়। সব জায়গাতেই তুমি সি ল্যাঙ্গুয়েজে প্রোগ্রামিং কৰতে পারবে। এৱ মধ্যে কিছু কিছু ওয়েবসাইট আৱ নিয়মিত প্রোগ্রামিং প্রতিযোগিতারও আয়োজন কৰে। এসব প্রতিযোগিতায় অংশগ্রহণ নিঃসন্দেহে তোমার প্রোগ্রামিং-দক্ষতা বৃদ্ধি কৰাবে আৱ সেই সঙ্গে বিশ্বের নানা দেশের প্রোগ্রামারদের সঙ্গে মেশানোও সুযোগ কৰে দেব। অবশ্য প্রোগ্রামিং প্রতিযোগিতায় ভালো কৰতে হলে কেবল প্রোগ্রামিং জানলৈ চলবে না, গাণিতিক দক্ষতাও যথেষ্ট গুরুত্বপূর্ণ। পরিসিদ্ধ অংশে প্রোগ্রামিং প্রতিযোগিতা নিয়ে আলাপ কৰব।

বইয়ের প্রতিটি প্রোগ্রামের নিচে আমি একটি নম্বর দিয়েছি। প্রোগ্রামের নম্বর যদি ২.৫ হয়, তার মানে হচ্ছে এটি দ্বিতীয় অধ্যায়ের পাঁচ নম্বর প্রোগ্রাম।

এটি কিন্তু কোনো গল্পের বই নয়। তাই বিছানায় শুয়ে-বসে পড়া যাবে না। বইটি পড়ার সময় কম্পিউটার চালু রাখতে হবে এবং প্রতিটি উদাহরণ সঙ্গে সঙ্গে প্রোগ্রাম লিখে দেখতে হবে, কোনো সমস্যা সমাধান করতে দিলে তখনই সেটি সমাধানের চেষ্টা করতে হবে। মনে রাখবে, যত বেশি প্রোগ্রামিং তত বেশি আনন্দ।

আশা করছি, তুমি ধৈর্য নিয়ে বাকি অধ্যায়গুলো পড়বে এবং সবগুলো প্রোগ্রাম কম্পিউটারে চালিয়ে দেখবে। তোমার জন্য শুভ কামনা।

Chapter 1

[প্রোগ্রামিং বই: অধ্যায় এক] প্রথম প্রোগ্রাম।

প্রোগ্রামিংয়ের

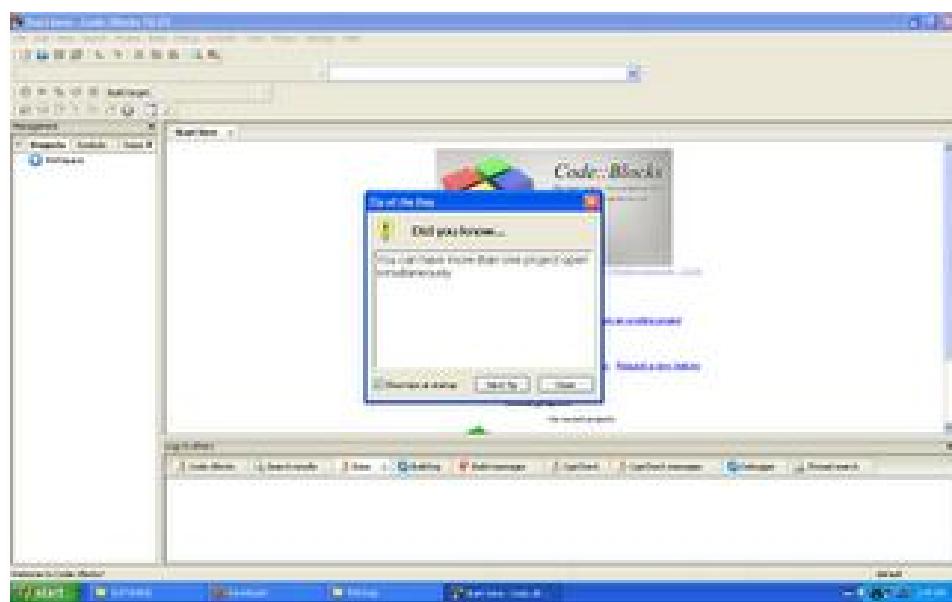
জগতে

স্বাগতম!

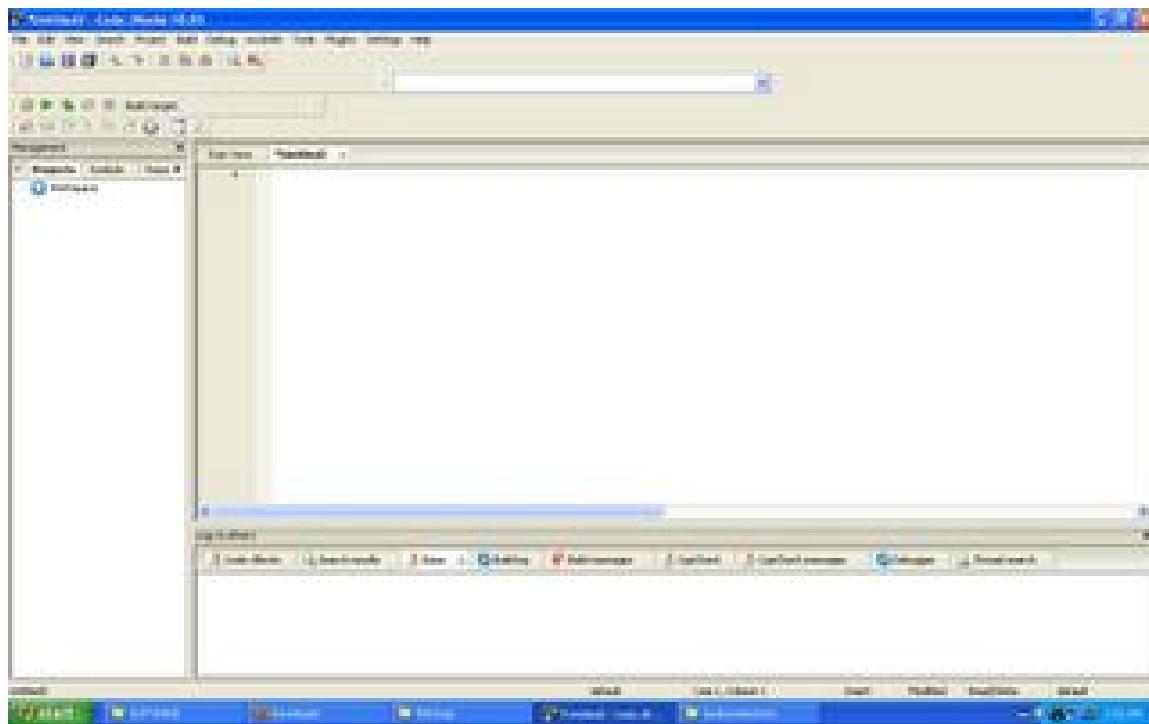
আমরা এখন একটি প্রোগ্রাম লিখে ফেলব, যেটি তোমার কম্পিউটারের স্ক্রিন Hello World দেখাবে বা প্রিণ্ট করবে। এটি হচ্ছে প্রোগ্রামিংয়ের একটি প্রতিয়। পৃথিবীর অধিকাংশ প্রোগ্রামারই জীবনের প্রথম প্রোগ্রাম হিসেবে এটি লেখে। আমি এই বইয়ের প্রোগ্রামগুলো চালানোর জন্য Codeblocks ব্যবহার করব। তবে তোমরা অন্য কিছু ব্যবহার করলেও কোনো সমস্যা নেই, সবগুলোতে কাজের ধারা মোটামুটি একই রকম। কম্পিউটারে কোডল্যান্কস ইনস্টল করে ফেলো। নিজে নিজে ইনস্টল করতে না পারলে নিচের লিঙ্ক থেকে ডিডিও দেখো।

ডিডিও -- [Installing Codeblock](#)

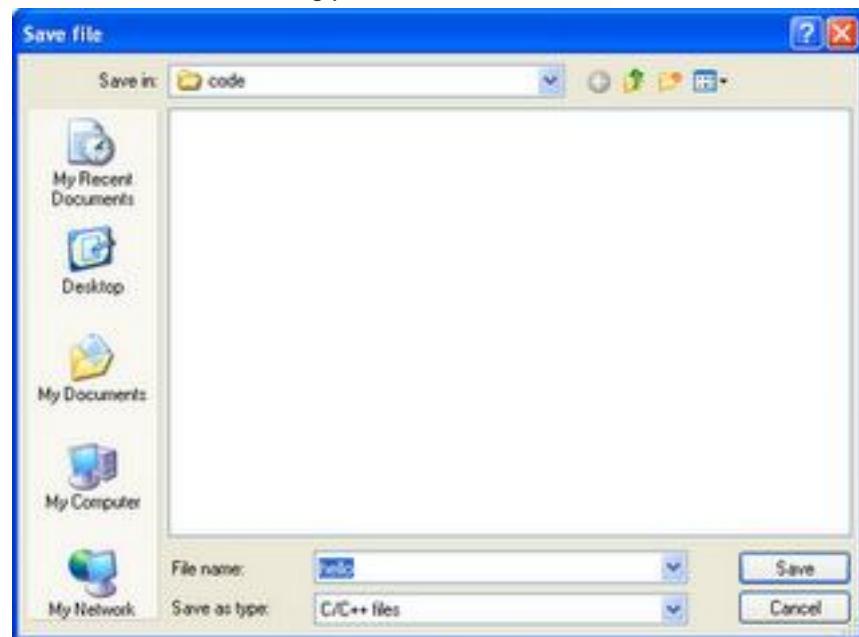
ইনস্টল হয়ে গেল। এখন উইন্ডোজের Start মনুভুলে Programs-এ গিয়ে Codeblocks চালু করো। উবুন্টুতে এটি থাকবে Applications > Programming-এর ভেতর।



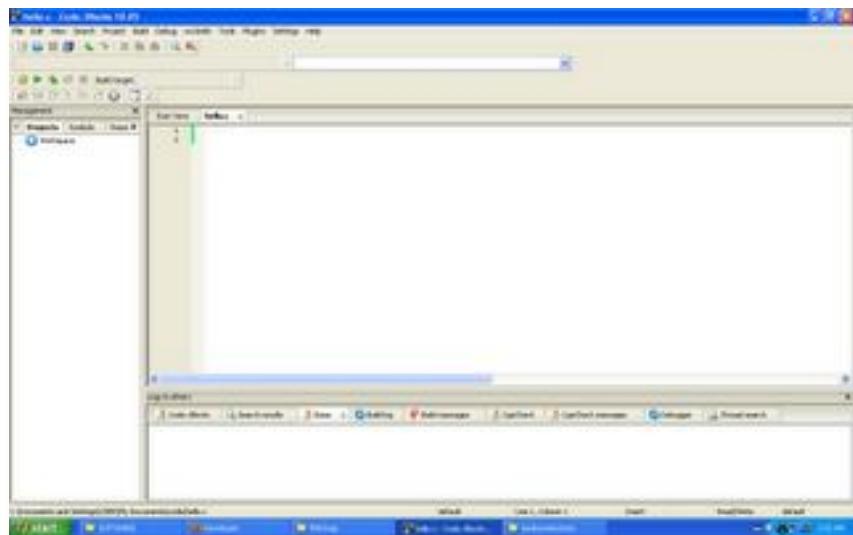
এখানে তোমরা Show tips at startup কেবলক্ষের টিক (tick) ছিছটি উঠিয়ে দিতে পারো।



এখন তোমরা প্রোগ্রামগুলো রাখার জন্য হার্ডডিস্কের ভেতর একটি ফোল্ডার তৈরি করে নাও। ওই ফোল্ডারে ফাইলগুলো সেভ (Save) করবে। ফাইলের যাকোনো একটি নাম দাও। আর Save as type হবে C/C++ files।



নিচের ছবিতে দেখো ফাইলের নাম হচ্ছে hello.c। সি প্রোগ্রামের সব ফাইলের এক্সেনশন হবে .C।



এখানে আমরা আমাদের কোড বা প্রোগ্রাম লিখব। নিচের কোডটি টাইপ করে ফলো এবং ফাইলটি সেভ করো।

```
#include <stdio.h>
int main ()
{
    printf("Hello World");
    return 0;
}
```

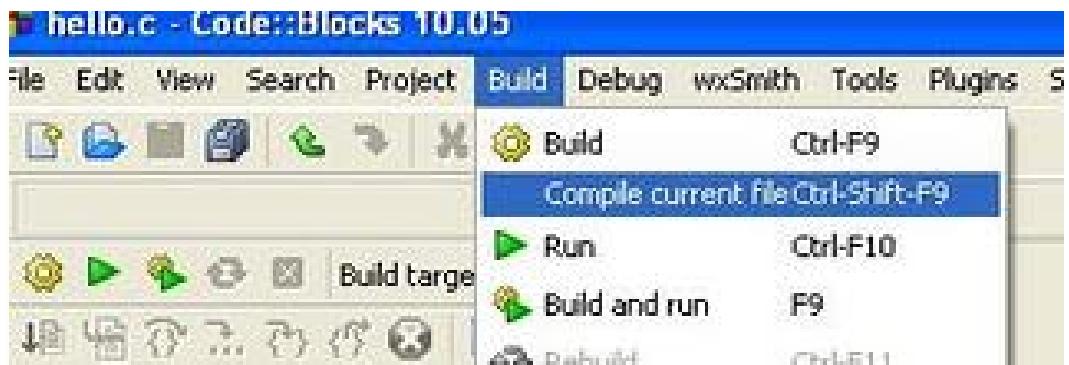
প্রোগ্রাম: ১.১

A screenshot of a code editor window titled "hello.c". The file content is:

```
1 #include <stdio.h>
2
3 int main()
4 {
5     printf("Hello World");
6
7     return 0;
8 }
9
```

A vertical green line highlights the first line of code ("#include <stdio.h>"). The code editor has a light beige background and uses color-coded syntax highlighting for keywords like "int" and "printf". The line numbers are on the left side of the code area.

তোমরা হয়তো চিন্তা করছ, আমি এই ইজিবিজি কী লিখলাম? আস্তে ধীরে সব ব্যাখ্যা করব, চিন্তা নেই! আপাতত আমার কথামতো কাজ করে যাও। এবার Build মনুভূতে গিয়ে Compile Current File-এ ক্লিক করো।

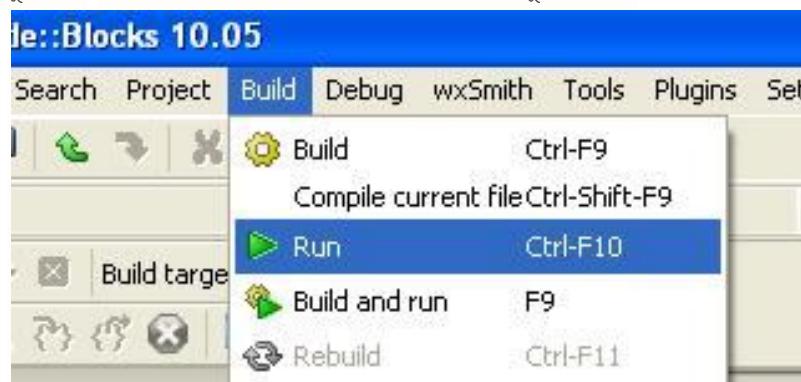


তুমি যদি প্রোগ্রামটি ঠিকভাবে টাইপ করে থাকা ভাবে কম্পাইলার তোমাকে বলবে যে 0 errors, 0 warnings, মানে -
প্রোগ্রাম syntax ঠিক আছে।

A screenshot of the "Logs & others" window in Code::Blocks. It contains tabs for "Logs & others", "Code::Blocks", "Search results", "Cccc", "Build log" (which is active and highlighted in blue), "Build messages", "CppCheck", and "CppCheck messages". The main area displays the build log output:

```
Compiling: C:\Documents and Settings\USER\My Documents\code\hello.c
Linking console executable: C:\Documents and Settings\USER\My Documents\code\hello.exe
Process terminated with status 0 (0 minutes, 1 seconds)
0 errors, 0 warnings
```

এখন আবার Build মনুভূতে গিয়ে Run-এ ক্লিক করো। তাহলে তোমার প্রোগ্রাম চালু হয়ে যাবে।



এবং তুমি নিচের ছবির মতো স্ক্রিন দেখতে পাবে।

```
Hello World
Process returned 0 (0x0)    execution time : 0.031 s
Press any key to continue.
```

এখানে দেখো, তোমার প্রোগ্রামটি স্ক্রিন Hello World প্রিন্ট করেছে। পরের লাইন বলা আছে Process returned 0 (0x0) (এটির অর্থ নিয়ে আমাদের এখন মাথা না ঘামালেও চলবে) আর execution time : 0.031 S মানে প্রোগ্রামটি চলতে 0.031 সেকেন্ড সময় লাগেছে। তারপরের লাইন হচ্ছে, Press any key to continue. কি-বার্ড Any key খুঁজ না পেল অন্য যেকোনো কি চাপলেই চলবে।

তুমি যদি প্রোগ্রামটি ঠিকঠাকভাবে রান করাতে পারো এবং Hello World লেখাটা দেখে থাকো তাহলে তোমাকে অভিভন্দন। তুমি বশ গুরুপূর্ণ একটি কাজ করে ফেলেছ।

আর ঠিকঠাকভাবে রান করাতে না পারলে আবার শুরু থেকে চেষ্টা করো। প্রয়োজনে অভিজ্ঞ কারও সাহায্য নাও। কারণ এই প্রোগ্রাম না চালাতে পারলে বইয়ের পরের অংশ পড়ে তেমন একটি লাভ হবে না। নিচের ভিডিওটি দেখতে পারো।

ভিডিও -- [Hello World! using Code::Blocks](#)

এবারে দেখা যাক আমি কী লিখছি কোড।

প্রথম লাইন ছিল: #include <stdio.h>, এটি কেন লিখছি একটু পরে বলছি।

দ্বিতীয় লাইন ফাঁকা। দেখতে সুন্দর লাগে তাই।

তৃতীয় লাইন: int main()। এটিকে বলে মেইন ফাংশন। সি প্রোগ্রামগুলো মেইন ফাংশন থেকে কাজ করা শুরু করে, তাই সব প্রোগ্রামে একটি (এবং কেবল একটি) মেইন ফাংশন থাকতে হয়। মেইন ফাংশনের শুরুতে দ্বিতীয় বন্ধনী দিয়ে শুরু করতে হয় আর শেষও করতে হয় একটি দ্বিতীয় বন্ধনী দিয়ে। শেষ করার আগে আমি return 0; লিখেছি, মেটি কেন এখন ব্যাখ্যা না করলেই ভালো হয়, ফাংশন নিয়ে যখন আলাপ করব তখন বলব। তাই আপাতত তোমরা যেকোনো প্রোগ্রামে নিচের অংশটুকু লিখ ফেলবে:

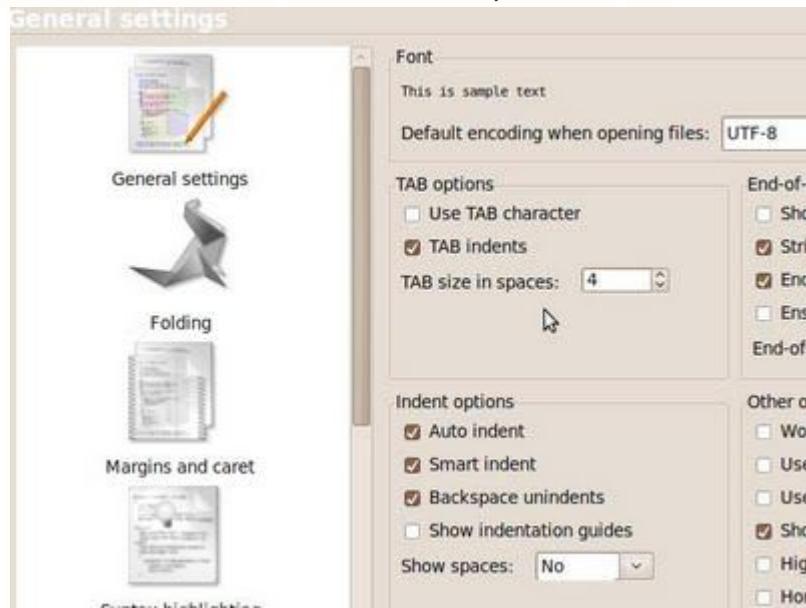
```
int main()
{
    এখানে কোড থাকবে।
    return 0;
}
```

প্রোগ্রামের পরের লাইন খেল করো: printf("Hello World"); এটি একটি স্টেমেন্ট। এখানে printf() হচ্ছে একটি ফাংশন যার কাজ হচ্ছে স্ক্রিন কিছু প্রিন্ট করা। ডবল কোটেশন চিহ্নের ভেতরে যা লিখবে তা-ই স্ক্রিন সে প্রিন্ট করবে। এই ফাংশনটি স্ক্রিন প্রিন্ট করে

কীভাবে সেটি আসলে বলা আছে stdio.h নামে একটি ফাইল। এই ফাইলগুলোকে বলে হড়ার (header) ফাইল (.h হচ্ছে হড়ার ফাইলের এক্সটেনশন)। stdio.h ফাইল স্ট্যান্ডার্ড ইনপুট আর আউটপুট-সংক্রান্ত যাবতীয় ফাংশন লখা আছে, আমরা কেবল মেগুলো ব্যবহার করব, ফাংশনগুলো কীভাবে কাজ করে সেটি এখন আমাদের জন্মার দরকার নেই। আর যেহেতু printf() ফাংশন ব্যবহার করেছি, তাই প্রোগ্রামের শুরুতে #include <stdio.h> লিখতে হয়েছে। এই রকম আরও অনেক প্রয়োজনীয় হড়ার ফাইল আছে, যার কিছু আমরা প্রয়োজনীয় সময়ে কাজের প্রয়োজনে দেখব।

এখন একটি ব্যাপার খেয়াল করো। printf("Hello World"); -এর শেষে একটি সেমিকোলন রয়েছে। সি ল্যাঙ্গুয়েজ প্রতিটি স্টেমেন্টের পরেই একটি সেমিকোলন থাকে। একটি স্টেমেন্টের কাজ শেষ হলে পরের স্টেমেন্টের কাজ শুরু হয়। return 0; ও একটি স্টেমেন্ট, তাই এটিও সেমিকোলন দিয়ে শেষ করতে হয়েছে। শুরুর দিকে অনেকেই সেমিকোলন দিতে ভুল যায়, তখন কম্পাইল এর পর (compile error) হয়। তোমরা একটি সেমিকোলন মুছে দিয়ে কম্পাইল করার চেষ্টা করে দেখতে পারো।

এবারে একটি খুব গুরুত্বপূর্ণ কথা বলে রাখি। তোমরা কোডটি খেয়াল করলে দেখবে যে আমি #include <stdio.h>, int main(), { } যেই লাইনে আছে সেটি এডিটরের একবারে বাঁ দিক থেকে শুরু করেছি। আর printf এবং return 0-এর আগে চারটি স্পেস (কাঁকা জায়গা) দিয়ে নিয়েছি। এটিকে বলে ইনডেন্টেশন (Indentation)। এরকম না করলেও প্রোগ্রামটি চলত এবং তাই অনেকেই ইন্ডেন্টেশনের ব্যাপারটি গুরুত্ব দেয় না এবং ঠিকমতো ইনডেন্টেশন করে না। যেকোনো ভালো অভ্যাসের মতো ইন্ডেন্টেশনের অভ্যাস তৈরি করাটা একটু কঠিন, তবে বিষয়টা কিন্তু দাঁত মাঝার মতোই গুরুত্বপূর্ণ। ইনডেন্টেশন করার অভ্যাস ঠিকমতো তৈরি না হলে প্রোগ্রামদের সহকর্মী বা বসের বকা শুণতে হয়, অনেক জায়গায় তো ইটারনিউটেই বাদ পড়ে যাবে হয়। আশা করছি তোমরা ব্যাপারটি বেশ গুরুত্ব সহকারে নেবে। আমি বইয়ের সমষ্টি উদাহরণেই যথাযথভাবে ইনডেন্টেশন করার চেষ্টা করব তাবে ছাপার সময় একটু এক্সিক-ওদিক হতে পারে, সেটি তোমরা বুঝে নেবে। ইন্ডেন্টেশনের জন্য সাধারণত চারটি স্পেস দেওয়াটাই এখন স্ট্যান্ডার্ড। তোমরা এডিটরে অপশন সেট করতে পারো যাতে ট্যাব (Tab) চাপলে সেটি চারটি স্পেসের সমান হয়। Codeblocks-এ Settings মনুভূতে Editor-এ ক্লিক করে TAB Options-এ TAB indents কে করো এবং TAB size in spaces 4 দাও।



এবারে তোমাদের জন্য একটি কাজ। একটি প্রোগ্রাম লেখো যেটি স্ক্রিন প্রিন্ট করবে: I love my country, Bangladesh!

প্রোগ্রামটি টাইপ করার পরে অবশ্যই কম্পাইল ও রান করাব। কম্পাইল করার আগে সেভ করতে ভুলাব না।

Chapter 2

[প্রোগ্ৰামিং বইঃ অধ্যায় দুই] ডাটা টাইপ, ইনপুট ও আউটপুট।

এ অধ্যায়ে আমরা কিছু ছোট ছোট প্রোগ্ৰাম লিখব। সবগুলো প্রোগ্ৰাম অবশ্যই কম্পিউটাৰে চালিয়ে দেখবে এবং একটু পৱিত্ৰণ কৰে কম্পাইল ও রান কৰাৰ চেষ্টা কৰাব।

আমাদেৱ প্ৰথম প্ৰোগ্ৰামটি হবে দুটি সংখ্যা যোগ কৰাৰ প্ৰোগ্ৰাম। এখন কথা হচ্ছে, সংখ্যাগুলো তাৰ কম্পিউটাৰেৰ মেমোৱিতে রাখতে হবে, সেই জাতীল কাজটি কীভাৱে কৰব? চিন্তা নেই! সব প্ৰোগ্ৰামিং ল্যাঙ্গুয়েজে ভেৱিয়েবল বলে একটি জিনিস আছে যেটি কোন নিৰ্দিষ্ট মান ধাৰণ কৰাৰ জন্য ব্যবহাৰ কৰা হয়। ভেৱিয়েবলৰ একটি নাম দিতে হয়, তাৰপৰ ভেৱিয়েবল = কোনো মান লিখ দিলে ভেৱিয়েবলৰ ভেতৰ সেটি চুকে যায়। এটিৰ সঙ্গে গাণিতিক সমীকৰণেৰ কিছু কোনো সম্পর্ক নেই। চলো, প্ৰোগ্ৰামটি লিখে রান কৰাই, তাৰপৰ ব্যাখ্যা কৰা যাব।

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int a;
    int b;
    int sum;
    a = 50;
    b = 60;
    sum = a + b;
    printf("Sum is %d", sum);
    return 0;
}
```

প্ৰোগ্ৰাম: ২.১

প্ৰোগ্ৰামটি রান কৰাও, তুমি ক্লিক দেখবে: Sum is 110।

এখানে a, b, sum তিনটি ভেৱিয়েবল (variable) আলাদা সংখ্যা ধাৰণ কৰে। প্ৰথমে আমাদেৱ বলে দিতে হবে যে a, b, sum নামে তিনটি ভেৱিয়েবল আছে। এবং এগুলোতে কী ধৰনেৰ ডাটা থাকাবে সেটিও বলে দিতে হবে। **int a;** দিয়ে আমোৰ কম্পাইলাৰকে বলছি a নামে একটি ভেৱিয়েবল এই প্ৰোগ্ৰামে আছে যেটি একটি পূৰ্ণসংখ্যা (integer)-এৰ মান ধাৰণ কৰাৰ জন্য ব্যবহাৰ কৰা হবে। এই কাজটিকে বলে ভেৱিয়েবল ডিক্লাৰেশন। আৱ **int** হচ্ছে ডাটা টাইপ, যেটি দেখ সি-এৰ কম্পাইলাৰ বুঝবে যে এতে ইন্টজাৰ টাইপ ডাটা থাকাব। আৱও বেশ কিছু ডাটা টাইপ আছে, মেগুলো আমোৰ আস্তে আস্তে দেখব। আমোৰ চাইলে একই টাইপৰ ভেৱিয়েবলগুলো ডিক্লাৰ কৰাৰ সময় আলাদা লাইন না লিখ একসঙ্গে কৰা দিয়েও লিখতে পাৱতাম, যেমন: **int a, b, sum;**। আৱ লক্ষ কৰো যে ভেৱিয়েবল ডিক্লাৰেশনৰ শেষে সেমিকোলন ব্যবহাৰ কৰতে হয়।

এৱপৰ আমি দুটি স্টেমেন্ট লিখিছি:

a = 50;
b = 60;

এখানে a-এৰ মান 50 আৱ b-এৰ মান 60 বলে দিলাম (assign কৰলাম), যতক্ষণ না এটি আমোৰ পৱিত্ৰণ কৰছি, কম্পাইলাৰ a-এৰ মান 50 আৱ b-এৰ মান 60 ধৰবে।

পরের স্টেমেন্ট হচ্ছে: $sum = a + b;$ । এতে বোঝায়, sum -এর মান হবে $a + b$ -এর সমান, অর্থাৎ a ও b -এর যোগফল যে সংখ্যাটি হবে সেটি আমরা sum নামের ভেরিয়েবলে রেখে দিলাম (বা assign করলাম)।

এবাবে যোগফলটি মনিটরে দেখাতে হবে, তাই আমরা `printf` ফাংশন ব্যবহার করব।

```
printf("Sum is %d", sum);
```

এখানে দেখো `printf` ফাংশনের ভেতরে দুটি অংশ। প্রথম অংশ "Sum is %d" দিয়ে বোঝানো হয়েছে স্ক্রিনে প্রিণ্ট করতে হবে Sum is এবং তার পরে একটি ইন্টিগার ভেরিয়েবলের মান যেটি %d-এর জায়গায় বসবে। তারপর কমা দিয়ে আমরা sum লিখে বুঝিয়ে দিয়েছি যে %d-তে sum -এর মান প্রিণ্ট করতে হবে। ইন্টিগারের জন্য যেমন %d ব্যবহার করলাম, অন্য ধরনের ভেরিয়েবলের জন্য অন্য কিছু লিখতে হবে, যেটি আমরা ব্যবহার করতে করতে শিখব। খুব ভালো হতো যদি আমি এখন একটি চার্ট লিখে দিতাম যে সি ল্যাঙ্গুয়েজে কী কী ডাটা টাইপ আছে, মেগুলো কী দিয়ে লখে এবং প্রিণ্ট করার জন্য কী করতে হবে আর তোমরা মেই চার্ট মুখ্য করে ফেলতে। কিন্তু শুধু শুধু মুখ্য করার কোনো দরকার নেই, মুখ্য করার প্রবণতা চিন্তাশক্তি কমায় আর প্রোগ্রামারদের জন্য চিন্তা করার ক্ষমতা খুবই গুরুত্বপূর্ণ।

আমরা ওপরের প্রোগ্রামটি চাইলে এভাবেও লিখতে পারতাম:

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int a, b, sum;
    a = 50;
    b = 60;
    sum = a + b;
    printf("Sum is %d", sum);
    return 0;
}
```

প্রোগ্রাম: ২.২

আবাব ভেরিয়েবল ডিক্রিয়ার করার সময় একই সঙ্গে অ্যাসাইনও করা যায়:

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int a = 50, b = 60, sum;
    sum = a + b;
    printf("Sum is %d", sum);
    return 0;
}
```

প্রোগ্রাম: ২.৩

এখন তামাদের জন্য একটি প্রশ্ন। নিচের প্রোগ্রামটির আউটপুট কী হবে?

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int x, y;
    x = 1;
    y = x;
    x = 2;
    printf("%d", y);
    return 0;
}
```

প্রোগ্রাম: ২.৪

কী মনে হয়? আউটপুট ১ নাকি ২? আউটপুট হবে ১, কারণ প্রথমে কম্পাইলার দখলে, X-এর মান ১ অ্যাসাইন করা হয়েছে ($x = 1$)। তারপর X-এর মানটি আবার y-এ অ্যাসাইন করা হয়েছে ($y = x$)। এখন y-এর মান ১। তারপর আবার X-এর মান ২ অ্যাসাইন করা হয়েছে। কিন্তু তাতে y-এর মানের কোনো পরিবর্তন হবে না। প্রোগ্রামিংয়ে $y = x$; আসল কোনো সমীকরণ না যে এটি সবসময় সত্য হবে। ' $=$ ' টিক্ক দিয়ে একটি ভেরিয়েবল নির্দিষ্ট কোনো মান রাখা হয়।

এবারে নিচের প্রোগ্রামটি দেখো:

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int a = 50, b = 60, sum;
    sum = a + b;
    printf("%d + %d = %d", a, b, sum);
    return 0;
}
```

প্রোগ্রামটি মনিটরে কী প্রিণ্ট করে? চালিয়ে দেখো। `printf("%d + %d = %d", a, b, sum);` না লিখে `printf("%d + %d = %d", b, a, sum);` লিখে প্রোগ্রামটি আবার চালাও। এখন জিমিস্টি চিঠ্ঠা করে বুঝে নাও।

লেখাপড়া করার সময় আমাদের মনে নানা বিষয়ে নানা প্রশ্ন আসে, যার উত্তর আমরা বইতে খুঁজি, শিক্ষককে জিজ্ঞাসা করি, ইন্টারনেটে খুঁজি বা চিঠ্ঠা করে যুক্তি দাঁড় করিয়ে উত্তরটি বের করি। আমাদের দুর্ভাগ্য যে বেশিরভাগ ছেলেমেয়েই শেষ কাজটি করে না, কারণ নিজে নিজে চিঠ্ঠা করতে একটু সময় লাগে ও পরিশ্রম হয়, সেই সময় আর শ্রম তারা দিতে চায় না। আর আমাদের অভিভাবক, শিক্ষক ও শিক্ষাব্যবস্থা চিঠ্ঠা করার জন্য কোনো পুরস্কার দেয় না, বরং মুখ্য করার জন্যই পুরস্কৃত করে।

যা-হোক, প্রোগ্রামিংয়ের ব্যাপারে যখনই মনে কোনো প্রশ্ন আসবে, সঙ্গে সঙ্গে একটি প্রোগ্রাম লিখে ফেলবে। দেখো তোমার কম্পাইলার কী বলে। ধরা যাক, আমরা যদি int টাইপের ভেরিয়েবলে দশমিক যুক্ত সংখ্যা (বাস্তব সংখ্যা বা real number) ব্যবহার করতাম, তাহলে কী হতো?

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int a = 50.45, b = 60, sum;
    sum = a + b;
    printf("%d + %d = %d", a, b, sum);
    return 0;
}
```

প্রোগ্রাম: ২.৬

এখানে a-এর মান 50.45 ব্যবহার করলাম। এবারে প্রোগ্রাম চালাও, দেখো কী হয়। আবার মনে যদি প্রশ্ন আসে যে, main ফাংশনের শেষ লাইন return 0; না লিখল কী হয়? তাহলে return 0; ছাড়া প্রোগ্রাম চালিয়ে দেখা কী হয়।

আউটপুট হবে: $50 + 60 = 110$

সি কম্পাইলার a-এর মান 50 ধরেছে, যদিও আমরা 50.45 অ্যাসাইন করেছি। এই ব্যাপারটিকে বলে টাইপ কাস্ট (type cast)। বাস্তব সংখ্যা রাখার জন্য সি ভাষায় double নামের ডাটা টাইপ রয়েছে। টাইপ কাস্ট করে double সংখ্যাটিকে int-এ নওয়া হয়েছে, এটি অটোমেটিক হয়। আবার কম্পাইলারকে বলও দেওয়া যায়: int a = (int) 50.45।

int a = 50.99; এখানে a-এর মান হবে 50। int a = -50.9; লিখলে a-এর মান হয় -50। এক কথায় বললে double থেকে int-এ টাইপ কাস্ট করলে দশমিকের পরের অংশটি বাদ পড়ে যাবে।

আরেকটি কথা। যেই ভেরিয়েবলকে টাইপ কাস্ট করা হচ্ছে, তার মান কিন্তু পরিবর্তন হয় না। টাইপ কাস্ট করা মানটি একটি ভেরিয়েবল রাখা যায়। নিচের প্রোগ্রামটি কম্পিউটারে চালালেই বুঝাতে পারবে।

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int n;
    double x;
    x = 10.5;
    n = (int)x;
    printf("Value of n is %d\n", n);
    printf("Value of x is %lf\n", x);
    return 0;
}
```

প্রোগ্রাম: ২.৭

প্রোগ্রামের আউটপুট দেখো। X-এর মান কিন্তু পরিবর্তন হয়নি। আর বুঝাতেই পারছ যে বাস্তব সংখ্যা রাখার জন্য সি-তে যে double টাইপের ভেরিয়েবল ব্যবহার করা হয়, তা প্রিন্ট করার সময় %lf (। এখানে ইংরেজি ছোট হাতের L) ব্যবহার করতে হয়।

int ডাটা টাইপে তো কেবল পূর্ণ সংখ্যা রাখা যায়। কিন্তু সেটি কী যেকোনো পূর্ণসংখ্যা? উভেরের জন্য একটি প্রোগ্রাম লিখি:

```

#include <stdio.h>
int main()
{
    int a;
    a = 1000;
    printf("Value of a is %d", a);
    a = -21000;
    printf("Value of a is %d", a);
    a = 10000000;
    printf("Value of a is %d", a);
    a = -10000000;
    printf("Value of a is %d", a);
    a = 100020004000503;
    printf("Value of a is %d", a);
    a = -4325987632;
    printf("Value of a is %d", a);
    return 0;
}

```

প্রগ্রাম: ২.৪

এখানে আমরা a-তে বিভিন্ন সংখ্যা অ্যাসাইন করলাম। সব মান কি ঠিকঠাক আসছে? আসেনি। কেন আসেনি সেটি ব্যাখ্যা করার আগে একটি কথা বল নিই। পরপর এভগুলো printf-এর কারণে তোমার কম্পিউটারের স্ক্রিনে নিচ্যই দেখতে একটু অস্বচ্ছকর লাগছে। প্রতিটি printf তোমরা এভাবে লিখতে পারো: printf("Value of a is %d\n", a);। এখন printf ফাংশনে ""-এর ডেতর \n লিখলে কী হয় সেটি আমি বলব ন্য। প্রোগ্রামটি চালালেই বুঝতে পারবে।

a-এর সবগুলো মান কিন্তু ঠিকভাবে দেখা যায়নি, যেসব মান -2146473648 থেকে 2147483647 পর্যন্ত কেবল সেগুলোই ঠিকঠাক প্রিণ্ট হবে, কারণ এই রেঞ্জের বাইরের সংখ্যা int টাইপের ডেরিমেবলে রাখা যায় না। এটি হলো int টাইপের সংখ্যার সীমা। সি-তে int টাইপের ডাটার জন্য মেমোরিতে চার বাইট (byte) জায়গা ব্যবহৃত হয়। চার বাইট মানে বটিশ বিট (1 byte = 8 bit)। প্রতি বিট দুটি জিনিস রাখা যায়, 0 আর 1। দুই বিটে রাখা যায় চারটি সংখ্যা (00, 01, 10, 11)। তাহলে 32 বিটে রাখা যাবে: 2^{32} টা সংখ্যা অর্থাৎ 4294967296টি সংখ্যা। এখন অর্ধেক ধনাত্মক আর অর্ধেক ঋণাত্মক যদি রাখি, তাহলে -2146473648 থেকে -1 পর্যন্ত মোট 2146473648টি সংখ্যা আবার 0 থেকে 2146473647 পর্যন্ত মোট 2146473648টি সংখ্যা, সর্বমোট 4294967296টি সংখ্যা। আশা করি, হিসাবটা বুঝতে পেরেছ।

এখন আমরা যোগ করার প্রোগ্রামটি লিখব যেটি সব বাস্তব সংখ্যা (real number) যোগ করতে পারবে। তোমাদের মনে করিয়ে দিই, পূর্ণসংখ্যা হচ্ছে, ... -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3 ... ইত্যাদি। আর বাস্তব সংখ্যা হচ্ছে -5, -3, -2.43, 0, 0.49,

2.92 ইত্যাদি (সংখ্যারেখার ওপর সব সংখ্যাই কিন্তু বাস্তব সংখ্যা)।

```

#include <stdio.h>
int main()
{
    double a, b, sum;
    a = 9.5;
    b = 8.743;
    sum = a + b;
    printf("Sum is: %lf\n", sum);
    printf("Sum is: %.2lf\n", sum);
    return 0;
}

```

প্রোগ্রাম: ২.১

প্রোগ্রামটি কম্পাইল এবং রান করো। আউটপুট হবে নিচের দুই লাইন:

Sum is: 18.243000

Sum is: 18.24

`%lf` ব্যবহার করায় প্রথম লাইনে দশমিকের পরে ছয় ঘর পর্যন্ত প্রিন্ট হয়েছে। আবার দ্বিতীয় লাইনে দশমিকের পরে দুই ঘর পর্যন্ত প্রিন্ট হয়েছে, কারণ `%0.2lf` লিখছি (তিনি ঘর পর্যন্ত প্রিন্ট করতে চাইলে `%0.3lf` লিখতাম, আবার দশমিক অংশ প্রিন্ট করতে না চাইলে `%0.0lf`)। `double` টাইপের ডাটার জন্য 64 বিট ব্যবহৃত হয় এবং $1.7E-308$ (1.7×10^{-308}) থেকে $1.7E+308$ (1.7×10^{308}) পর্যন্ত ডাটা রাখা যায়। বিস্তারিত হিসাব বুঝতে হলে কম্পিউটার বিজ্ঞানসংক্রান্ত আরও কিছু জ্ঞানবুদ্ধির দরকার, তাই আমি আর এখন সেদিকে যাচ্ছি না।

এখন আমরা আমাদের প্রোগ্রামে এমন ব্যবস্থা রাখতে চাই, যাতে কোন দুটি সংখ্যা যোগ করতে হবে সেটি আমরা কোডের ভেতর লিখব না, ব্যবহারকারীর কাছ থেকে ইনপুট আকারে জেনে নেব। ব্যবহারকারীর (মানে যে প্রোগ্রামটি ব্যবহার করছে) কাছ থেকে ইনপুট নেওয়ার জন্য আমরা `scanf` ফাংশন ব্যবহার করব (সি-তে আরও ফাংশন আছে এই কাজের জন্য)। তাহলে দেরি না করে প্রোগ্রাম লিখে ফেলি:

```

#include <stdio.h>
int main()
{
    int a, b, sum;
    scanf("%d", &a);
    scanf("%d", &b);
    sum = a + b;
    printf("Sum is: %d\n", sum);
    return 0;
}

```

প্রোগ্রাম: ২.১০

প্রোগ্রামটি রান করল দখবে ফাঁকা স্ক্রিন (blank screen) আসে। তখন তুমি একটি সংখ্যা লিখবে, তারপর স্পেস (space) বা এন্টার (enter) দিয়ে আরেকটি সংখ্যা লিখবে। তারপর আবার এন্টার চাপল যোগফল দখতে পাবে।

তোমরা নিচয়ই `scanf` ফাংশনের ব্যবহার শিখ ফেলেছ। `scanf("%d", &a);` এখানে ডবল কোটিশনের ভেতরে `%d` দিয়ে `scanf`-কে বলে দেওয়া হচ্ছে যে একটি ইন্টজার বা `int` টাইপের ভেরিয়েবলের মান পড়তে হবে (ব্যবহারকারী কিবোর্ড থেকে ইনপুট দেবে)।

আর দেখো a-এর আগে এমপারসন্ড (&) চিহ্ন ব্যবহার করা হয়েছে, &a দিয়ে বোঝানো হয়েছে যে সংখ্যাটি ইনপুট দেওয়া হবে সেটি a ভেরিয়েবলের মাঝে অ্যাসাইন হবে। তোমরা যখন সি আরেকটু ভালোভাবে শিখবে, তখন &a-এর প্রকৃত অর্থ বুঝতে পারবে, আপাতত আমরা ব্যবহারের দিকেই মনোযোগ দিই। a এবং b-এর মান একটি **scanf** ফাংশন দিয়েও নেওয়া যেত এভাবে: **scanf("%d %d", &a, &b);**। ভেরিয়েবলের আগে & চিহ্ন না দিলে কী সমস্য? নিচের প্রোগ্রামটি রান করার টেষ্ট করো, কিছু একটি এরর পাব। এই মুহূর্তে এরেরটা ব্যাখ্যা করছি না, কারণ ব্যাখ্যাটা একটু জটিল আর এখন বোঝাতে গেলে তোমরা ভুল বুঝতে পারো এবং পরে আমাকে গালমন্ড করবে।

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int a, b, sum;
    scanf( "%d", &a);
    scanf( "%d", b);
    sum = a + b;
    printf("Sum is: %d\n", sum);
    return 0;
}
```

প্রোগ্রাম: ২.১১

এখন আমরা যদি ইনপুট হিসেবে ইন্টিজার না নিয়ে ডবল টাইপের ডাটা নিতে চাইতাম তাহলে কী করতে হতে? **scanf**-এ **%d**-এর বদলে **%lf** ব্যবহার করলেই চলত। তোমরা প্রোগ্রামটি লিখ কেলো এবং দেখা ঠিকঠাক রান হয় কি না। তারপরে বাকি অংশ পড়া শুরু করো।

আসলে ঠিকঠাক রান হবে না, কারণ ডাটা টাইপও পরিবর্তন করতে হবে। মানে **int** না লিখে **double** লিখতে হবে। প্রোগ্রামটি ঠিক করে আবার চালাও।

বইতে যখনই আমি কোনো প্রোগ্রাম লেখতে বলব সেটি যত সহজ কিংবা কঠিনই মনে হাক না কেন, সেটি কম্পিউটারে লিখে কম্পাইল ও রান করতে হবে। এ কাজ না করে সামান আগামো যাবে না। মনে রাখবে, গাড়ি চালানো শেখার জন্য যেমন গাড়ি চালানোর কোনো বিকল্প নেই, সাঁতার শেখার জন্য যেমন সাঁতার কাটার বিকল্প নেই, তেমনই প্রোগ্রামিং শেখার জন্য প্রোগ্রামিং করার কোনো বিকল্প নেই, শুধু বই পড়ে প্রোগ্রামার হওয়া যায় না।

এবারে আমরা আরেক ধরনের ডাটা টাইপ দেখব, সেটি হচ্ছে **char** (character) টাইপ। তা এই **character** টাইপের চারিত্ব হচ্ছে একে মেমোরিতে রাখার জন্য মাত্র এক বাইট জায়গার দরকার হয়। সাধারণত যেকোনো অক্ষর বা চিহ্ন রাখার জন্য এই টাইপের ডাটা ব্যবহার করা হয়। তবে সেই এক্ষরটা ইংরেজি বর্ণমালার অক্ষর হতে হবে, অন্য ভাষার অক্ষর **char** টাইপের ভেরিয়েবলে রাখা যাবে না। নিচের প্রোগ্রামটি কম্পিউটারে লিখে রান করাও:

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    char ch;
    printf("Enter the first letter of your name: ");
    scanf( "%c", &ch);
    printf("The first letter of your name is: %c\n", ch);
    return 0;
}
```

প্রোগ্রাম: ২.১২

কোড দেখে বুঝতেই পারছ, **char** টাইপের জন্য **printf** এবং **scanf** ফাংশনের ভেতরে **%C** ব্যবহার করতে হয়। আরেকটি ফাংশন আছে **getchar**, এটি দিয়েও **char** টাইপের ডাটা নিত করা যায়। নিচের প্রোগ্রামটি দেখো:

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    char ch;
    printf("Enter the first letter of your name: ");
    ch = getchar();
    printf("The first letter of your name is: %c\n", ch);
    return 0;
}
```

প্রোগ্রাম: ২.১৩

এটি রান করাও। আগের প্রোগ্রামটির মতো একই কাজ করবে। `getchar` ফাংশন একটি অক্ষর পড়ে সেটি `ch` ভেরিয়েবলের ভেতরে অ্যাসাইন করে দিল। আর সরাসরি কোনো কিছু `char` টাইপ ভেরিয়েবলে রাখতে চাইল যেই অক্ষর বা চিহ্ন রাখবে তার দুই পাশে সিঙ্গেল কোটেশন চিহ্ন দিবে। যেমন: `char c = 'A'`;

এখন নিচের প্রোগ্রামটি দেখো:

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int num1, num2;
    printf("Please enter a number: ");
    scanf("%d", &num1);
    printf("Please enter another number: ");
    scanf("%d", &num2);
    printf("%d + %d = %d\n", num1, num2, num1+num2);
    printf("%d - %d = %d\n", num1, num2, num1-num2);
    printf("%d * %d = %d\n", num1, num2, num1*num2);
    printf("%d / %d = %d\n", num1, num2, num1/num2);
    return 0;
}
```

প্রোগ্রাম: ২.১৪

এটি কম্পাইল ও রান করাও। এটি দেখ নিশ্চয়ই বুঝতে পারছ বিয়োগ, গুণ ও ভাগের কাজ কীভাবে করতে হয়। এবারে তোমাদের কাজ হচ্ছে চারটি। এক, `num1` ও `num2`-এর মধ্যকার যোগ, বিয়োগ, গুণ, ভাগের কাজটি `printf` ফাংশনের ভেতরে না করে আগ করা এবং মানটি অন্য একটি ভেরিয়েবলে রেখ দেওয়া। এর জন্য একটি প্রোগ্রাম লিখ কেলো। দ্বিতীয় কাজ হচ্ছে প্রোগ্রামটি ডবল টাইপের ভেরিয়েবল ব্যবহার করে করো। তৃতীয় কাজ হচ্ছে, `num2`-এর মান 0 দিয়ে দেখা কী হয়। চতুর্থ কাজটি হচ্ছে `printf` ফাংশনের ভেতরে ডবল কোটেশনের ভেতরে যেই +, -, *, / চিহ্ন আছে মেগুলো সরাসরি ব্যবহার না করে একটি `Char` টাইপ ভেরিয়েবল রাখ তারপর ব্যবহার করো।

চারটি কাজ ঠিকমতো করার পরে নিচের প্রোগ্রামটি দেখো:

```
#include <stdio.h>
```

```

int main()
{
    int num1, num2, value;
    char sign;
    printf("Please enter a number: ");
    scanf("%d", &num1);
    printf("Please enter another number: ");
    scanf("%d", &num2);
    value = num1 + num2;
    sign = '+';
    printf("%d %c %d = %d\n", num1, sign, num2, value);
    value = num1 - num2;
    sign = '-';
    printf("%d %c %d = %d\n", num1, sign, num2, value);
    value = num1 * num2;
    sign = '*';
    printf("%d %c %d = %d\n", num1, sign, num2, value);
    value = num1 / num2;
    sign = '/';
    printf("%d %c %d = %d\n", num1, sign, num2, value);
    return 0;
}

```

প্রোগ্রাম: ২.১৫

প্রোগ্রামটি দখলেই বুঝতে পারবে কী কাজ করে। তবে শুধু দেখ বুঝলেই হবে না। কোড করে কম্পাইল ও রান করো।

সি ল্যাঙ্গুয়েজে আরও বেশ কিছু ডাটা টাইপ রয়েছে। ইনপুট ও আউটপুটের জন্যও রয়েছে নানা পদ্ধতি, যা তোমরা আস্তে আস্তে শিখবে (সব হয়তো এ বইয়ে থাকবে না, সি-এর অন্য বই পড়লে জানতে পারবে)। আপাতত যা শিখছ, তা দিয়েই তোমরা অনেক প্রোগ্রাম লিখে ফেলতে পারবে।

এখন একটি মজার এবং দরকারি জিনিস বলে রাখি। প্রোগ্রামের কোডের ভেতরে তুমি নিজের ভাষাও ব্যবহার করতে পারো। এটিকে বলে কমেন্ট (comment) করা। কম্পাইলার কমেন্টগুলোকে প্রোগ্রামের অংশ ধরবে না। এক লাইনের কমেন্ট হলে // চিহ্ন দিয়ে কমেন্ট শুরু করতে পারো। আর একাধিক লাইন /* দিয়ে শুরু এবং */ দিয়ে শেষ করতে হবে।

নিচের প্রোগ্রামটি কিন্তু ঠিকঠাক কম্পাইল ও রান হবে।

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    // test program - comment 1
    printf("Hello ");
    /* We have printed Hello,
    now we shall print World.
    Note that this is a multi-line comment */
    printf("World"); // printed world
    return 0;
}
```

প্রোগ্রাম: ২.১৬

এবারে একটি প্রশ্ন, (যেটি সি-এর টেক্সট বইয়ে এই চাপ্টারের শুরুতেই বলে দিত), ভেরিয়েবলগুলোর নামকরণের নিয়মকানুন কী? ভেরিয়েবলের নাম এক বা একাধিক অক্ষরের হতে পারে, অক্ষরগুলো হতে পারে a থেকে Z, A থেকে Z, 0 থেকে 9 এবং _ (আন্ডারস্কোর বা আন্ডারবার)। তবে একাধিক অক্ষরের ক্ষেত্রে প্রথম অক্ষরটা অক্ষ (ডিজিট) হতে পারবে না। তুমি একটি প্রোগ্রামে int 7d; লিখে দেখো কম্পাইলার কী বল। আর ভেরিয়েবলের নামগুলো অর্থপূর্ণ হল ভালো হয়। যেমন, যোগফল রাখার জন্য ভেরিয়েবলের নাম SUM হলেই ভালো, যদিও Y নাম দিলেও প্রোগ্রাম চল। অর্থপূর্ণ নাম দিলে বুবাতে সুবিধা হয়, ভেরিয়েবলটা কী উদ্দেশ্যে ব্যবহার করা হয়েছে।

Chapter 3

[প্রোগ্রামিং বইঃ অধ্যায় তিনি] কন্ডিশনাল লজিক।

তোমরা অনেকেই হয়তো জানা যে 'চাচা টোধুরীর বুদ্ধি কম্পিউটারের চেয়েও প্রথর'! এটি শুনে প্রথম প্রথম চাচা টোধুরীর ওপর ভঙ্গি-শব্দ অনেক বেড়ে গলেও একটু চিন্তা করলেই তোমরা বুঝতে পারবে যে আসলে তোমাদের সবার বুদ্ধি কম্পিউটারের চেয়ে প্রথর। আসলে কম্পিউটারের তা কোনো বুদ্ধিই নেই। প্রোগ্রামাররা যেভাবে প্রোগ্রাম লিখ দেয় কম্পিউটার সেভাবে কাজ করে। এখন আমরা প্রোগ্রামিংয়ের সহজ অর্থচ থুব গুরুত্বপূর্ণ একটি বিষয় শিখব। সেটি হচ্ছে কন্ডিশনাল লজিক। কোন শর্তে কী করতে হবে সেটি প্রোগ্রাম লিখে কম্পিউটারকে বোঝাতে হবে। কথা না বাড়িয়ে আমরা প্রোগ্রাম লখা শুরু করে দিই। তোমরা কিন্তু অবশ্যই প্রতিটি প্রোগ্রাম কম্পিউটারে চালিয়ে দেখবে।

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int n;
    n = 10;
    if(n >= 0) {
        printf("The number is positive\n");
    }
    else {
        printf("The number is negative\n");
    }
    return 0;
}
```

প্রাগ্রাম: ৩.১

ওপরের প্রোগ্রামটির কাজ কী? n -এর বিভিন্ন মান (যেমন: 0, -10, -2, 5, 988 ইত্যাদি) বিসিয়ে তোমরা প্রোগ্রামটি চালাও। দেখা যাচ্ছে যে এর কাজ হচ্ছে n ধনায়ক (positive) না ঋণায়ক (negative) সেটি বিশ্বর করা। কোন সংখ্যা ধনায়ক হতে গেল একটি শর্ত পূরণ করতে হয়। সেটি হচ্ছে তাকে শূন্যের সমান বা তার চেয়ে বড় হতে হয়। তাহলে আমাদের লজিকটি দাঁড়াচ্ছে এ রকম যে, 'নি যদি শূন্যের সমান বা বড় হয়, তবে n ধনায়ক, না হলে n ঋণায়ক'। এই ব্যাপারটি সি ল্যাঙ্গুয়েজে প্রকাশ করতে হয় **if** এবং তার সঙ্গে **else** ব্যবহার করে। **if**-এর ভেতর একটি শর্ত (কন্ডিশন) লিখে দিতে হয় যা সত্য হলেই কেবল তার ভেতরের অংশের কাজ হয় (মানে **if**-এর পর যে দ্বিতীয় বন্ধনী { } ব্যবহার করা হয়েছে তার ভেতরের সব কাজ)। আর কন্ডিশনটা লিখতে হয় প্রথম বন্ধনীর ভেতরে। **if**-এর ভেতরে যেই কন্ডিশনটা আছে সেটি যদি মিথ্যা হয়, তবে **else**-এর ভেতরের (দ্বিতীয় বন্ধনীর ভেতরে) অংশের কাজ হয়। সব প্রোগ্রামিং ল্যাঙ্গুয়েজেই এটি আছে, তবে লিখার ধরন হয়তো আলাদা।

এখন আমাদের দেখতে হবে, কন্ডিশনগুলো কীভাবে লিখতে হবে? তোমরা এতক্ষণে জেনে গেছ যে 'বড় কিংবা সমান' এই তুলনা করার জন্য $>=$ চিহ্ন ব্যবহার করা হয়। 'ছোট কিংবা সমান'-এর জন্য ব্যবহার করে $<=$ চিহ্ন। দুটি সংখ্যা একটি আরেকটির সমান কি না সেটি পরীক্ষার জন্য $=$ চিহ্ন (লক্ষ করো এখানে দুটি সমান চিহ্ন আছে। শুরুর দিকে অনেকেই সমান কি না পরীক্ষার জন্য ভুল করে $=$ (একটি সমান চিহ্ন যা দিয়ে আসলে কোনো ভেরিয়েবলে কোনোকিছু অ্যাসাইন করা হয়) ব্যবহার করে বিপদে পড়ে যায়)। দুটি সংখ্যা পরস্পর অসমান কি না, এটি পরীক্ষার জন্য $!=$ চিহ্ন ব্যবহার করে। আর ছোট কিংবা বড় পরীক্ষার জন্য $<$ আর $>$ চিহ্ন ব্যবহার করতে হয়। আরও ব্যাপার-স্যাপার আছে। একবারে সব না শিখ চলো আস্তে আস্তে প্রোগ্রাম লিখে শেখা যাক। এখানে ইন্ডেন্টশনের ব্যাপারটিও কিন্তু খেয়াল কোরো। **if** কিংবা **else**-এর ভেতরের স্লিপের সব লাইন কিন্তু **if** বা **else** যথানে শুরু, তার চার ঘর (চারটি স্পেস) ডান খেকে শুরু হয়েছে।

আমরা ওপরের প্রোগ্রামটি এভাবেও লিখতে পারতাম:

```

#include <stdio.h>
int main()
{
    int n;
    n = 10;
    if(n < 0) {
        printf("The number is negative\n");
    }
    else {
        printf("The number is positive\n");
    }
    return 0;
}

```

প্রোগ্রাম: ৩.২

এখানে আমরা প্রথমে পরীক্ষা করেছি যে n শূন্যের চেয়ে ছোট কি না। যদি ছোট হয়, তবে n নেগেটিভ; আর সেটি না হল (সেটি না হওয়া মানে n অবশ্যই শূন্যের সমান বা বড়) n পজিটিভ।

তেজস্বের মধ্যে যাই একটু খুঁতখুঁতে স্বভাবের, তাই নিচয়ই ভাবছ যে শূন্য তো আসলে পজিটিভ বা নেগেটিভ কোনোটাই না। শূন্যের চেয়ে বড় সব সংখ্যা হচ্ছে পজিটিভ আর ছোট সব সংখ্যা হচ্ছে নেগেটিভ। কম্পিউটারকে সেটি বোঝাতে গেল আমরা নিচের প্রোগ্রামটি লিখতে পারি:

```

#include <stdio.h>
int main()
{
    int n = 10;
    if(n < 0) {
        printf("The number is negative\n");
    }
    else if (n > 0) {
        printf("The number is positive\n");
    }
    else if (n == 0) {
        printf("The number is zero!\n");
    }
    return 0;
}

```

প্রোগ্রামটি একটু ব্যাখ্যা করা যাক:

if($n < 0$): এখানে আমরা প্রথমে পরীক্ষা করেছি n শূন্যের চেয়ে ছোট কি না। ছোট হলে তো কথাই নেই। আমরা বলে দিচ্ছি যে সংখ্যাটি নেগেটিভ। **else if($n > 0$):** আর যদি ছোট না হয়, তবে n শূন্যের চেয়ে বড় কি না সেটি পরীক্ষা করেছি **if($n > 0$)**। এই শর্ত সত্যি হল সংখ্যাটি পজিটিভ।

else if($n == 0$): আর $n > 0$ ও যদি সত্যি না হয় তবে কোন শর্তটি বাদ রইল? দুটি সমান কি না সেটি পরীক্ষা করা। তাহলে আমরা পরীক্ষা করেছি যে n শূন্যের সমান কি না এবং সমান হলে বলে দিচ্ছি যে এটি শূন্য।

দুটি সংখ্যা তুলনা করার সময় প্রথমটা যদি দ্বিতীয়টির চেয়ে বড় না হয়, ছোটও না হয়, তবে তারা অবশ্যই সমান। তাই তৃতীয় কন্ডিশনটা আসল আমাদের দরকার নেই। আমরা প্রথম দুটি কন্ডিশন মিথ্যা হলেই বল দিতে পারি যে n -এর মান শূন্য।

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int n = 10;
    if(n < 0) {
        printf("The number is negative\n");
    }
    else if (n > 0) {
        printf("The number is positive\n");
    }
    else {
        printf("The number is zero!\n");
    }
    return 0;
}
```

প্রোগ্রাম: ৩.৪

আবার সব সময় যে `if` ব্যবহার করলেই সঙে `else` কিংবা `else if` ব্যবহার করতে হবে, এমন কোনো কথা নেই। নিচের প্রোগ্রামটি দেখা:

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int number = 12;
    if(number > 10) {
        printf("The number is greater than ten\n");
    }
    return 0;
}
```

প্রোগ্রাম: ৩.৫

এখানে কেবল দেখা হচ্ছে যে সংখ্যাটির মান কি দশের চেয়ে বড় কি না।

নিচের প্রোগ্রামটি দেখে বলো তো আউটপুট কী হবে?

```
#include <stdio.h>
```

```

int main()
{
    int n = 10;
    if (n < 30) {
        printf("n is less than 30.\n");
    }
    else if(n < 50) {
        printf("n is less than 50.\n");
    }
    return 0;
}

```

প্রোগ্রাম: ৩.৬

আউটপুট হবে: n is less than 30. যদিও else if($n < 50$) এটিও সত্য কিন্তু যেহেতু if ($n < 30$) সত্য হয়ে গেছে, তাই এর সঙ্গে বাকি যত else if কিংবা else থাকবে, সেগুলো আর পরীক্ষা করা হবে না। এখন তোমরা নিচের প্রোগ্রামটির আউটপুট বলতে পারবে।

```

#include <stdio.h>

int main()

{
    int n = 10;

    if (n < 30) {

        printf("n is less than 30.\n");

    }

    if(n < 50) {

        printf("n is less than 50.\n");

    }

    return 0;
}

```

প্রোগ্রাম: ৩.৭

এখন আমরা আরেকটি প্রোগ্রাম লিখব। কোনো সংখ্যা জোড় না বেজোড় মেটি বিশ্রয় করার প্রোগ্রাম। কোনো সংখ্যা জোড় কি না মেটি বোঝার উপায় হচ্ছে সংখ্যাটিকে 2দিয়ে ভাগ করা। যদি ভাগশেষ শূন্য হয়, তবে সংখ্যাটি জোড়; আর ভাগশেষ শূন্য না হয়ে এক হল মেটি বেজোড়। সি

ল্যাঙ্গুেজে ভাগশেষ বের করার জন্য মডুলাস অপারেটর (modulus operator) আছে, যেটাকে '%' টিক দিয়ে প্রকাশ করা হয়। তাহলে আর চিন্তা নেই।

শুরুতে একটি সংখ্যা নেব: int number;

এবারে number-এর জন্য একটি মান ঠিক করিঃ number = 5;

এখন remainderকে 2 দিয়ে ভাগ করলে যে ভাগশেষ পাব সেটি বের করিঃ remainder = number % 2;

এখন if-এর সাহায্যে remainder-এর মান পরীক্ষা করে আমরা সিন্ক্লাণ্ড পোচে যেতে পারিঃ remainder-এর কেবল দুটি মানই সম্ভব— 0 আর 1। পুরো প্রগ্রামটি লিখে ফেলি:

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int number, remainder;
    number = 5;
    remainder = number % 2;
    if(remainder == 0) {
        printf("The number is even\n");
    }
    else {
        printf("The number is odd\n");
    }
    return 0;
}
```

প্রগ্রাম: ৩.৮

প্রগ্রামটি remainder ভেরিয়েবল ব্যবহার না করেও লেখা যায়।

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int number = 9;
    if(number % 2 == 0) {
        printf("The number is even\n");
    }
    else {
        printf("The number is odd\n");
    }
    return 0;
}
```

প্রগ্রাম: ৩.৯

আচ্ছা, আমাদের যদি কেবল জোড় সংখ্যা নির্ণয় করতে হতো, তাহলে আমরা কী করতাম? else ব্লকটা বাদ দিয়ে দিতাম।

তোমাদের জন্য এখন একটি ছোট পরীক্ষা। মডুলাস অপারেটর ব্যবহার না করে ভাগশেষ বের করতে পারবে? একবার করে গুণ, ভাগ ও বিয়োগ (*, /, -) ব্যবহার করে কিন্তু কাজটি করা যায়। তোমরা সেটি করার চেষ্টা করতে পারো।

এবার আরেকটি প্রোগ্রাম দেখা যাক। কোনো একটি অক্ষর ছোট হাতের (small letter বা lower case letter) নাকি বড় হাতের (capital letter বা upper case letter), সেটি বের করতে হবে। এর জন্য সবচেয়ে সহজ সমাধানটা হতে পারে এই রকম যে আমরা একটি character টাইপের ভেরিয়েবলের ভেতরে অক্ষরটা রাখতে পারি। তারপর একে একে সেটিকে 26টি lower case letter এবং 26টি upper case letter-এর সঙ্গে তুলনা করে দেখতে পারি। যখনই মিল যাবে, তখনই বল দেওয়া যাব, অক্ষরটা কোন ধরনের।

```
char ch = 'p';
if (ch == 'a')
{
    printf("%c is lower case\n", ch);
}
else if (ch == 'A')
{
    printf("%c is upper case\n", ch);
}
else if (ch == 'b')
{
    printf("%c is lower case\n", ch);
}
else if (ch == 'B')
{
    printf("%c is upper case\n", ch);
}
else if (ch == 'c')
{
    printf("%c is lower case\n", ch);
}
else if (ch == 'C')
{
    printf("%c is upper case\n", ch);
}
```

... এভাবে চলব।

কিন্তু এই সমস্যার সমাধান করার জন্য এত কোড লিখার কোনো দরকার নেই। এটি সহজে করার জন্য আমাদের জানতে হবে এন্ড অপারেটরের (AND operator) ব্যবহার। সি ল্যাঙ্গুয়েজ একে '&&' টিক্স দিয়ে প্রকাশ করা হয়। নিচের কোডটি দেখলেই তোমরা এর কাজ বুঝে যাব।

```
#include <stdio.h>
int main()
```

```

{
    char ch = 'W';
    if(ch >= 'a' && ch <= 'z') {
        printf("%c is lower case\n", ch);
    }
    if(ch >= 'A' && ch <= 'Z') {
        printf("%c is upper case\n", ch);
    }
    return 0;
}

```

প্রোগ্রাম: ৩.১৯

'&&'-এর বাঁ পাশে একটি কন্ডিশন এবং ডান পাশে একটি কন্ডিশন থাকবে, এবং দুটি কন্ডিশন সত্য হলেই সম্পূর্ণ কন্ডিশনটা সত্য হবে। $ch >= 'a' \&\& ch <= 'z'$ এটি পুরোটা একটি কন্ডিশন। এখন $\&\&$ -এর বাঁ দিকে একটি কন্ডিশন আছে $ch >= 'a'$ আর ডানদিকে আরেকটি কন্ডিশন $ch <= 'z'$ । দুটি কন্ডিশনই যদি সত্য হয়, তবে পুরো কন্ডিশনটা সত্য হবে। এখন কম্পিউটার প্রতিটি অঙ্গ বোঝার জন্য যেই কাড় ব্যবহার করে তাতে a -এর চেয়ে b -এর মান এক বেশি, b -এর চেয়ে C -এর মান এক বেশি, C -এর চেয়ে d -এর মান এক বেশি ... এরকম। তাই কোনো অঙ্গের lower case হল সেটি অবশ্যই ' a '-এর সমান কিংবা বড় হতে হবে। আবার সেটি ' Z '-এর সমান কিংবা ছোট হতে হবে। একইভাবে A -এর চেয়ে B -এর মান এক বেশি, B -এর চেয়ে C -এর মান এক বেশি ... এরকম। তাই কোনো ক্যারেক্টারের মান ' A ' থেকে ' Z '-এর মধ্যে হল আমরা বলতে পারি যে সেটি upper case। ' A '-এর সমান কিংবা বড় হতে হবে এবং ' Z '-এর সমান কিংবা ছোট হতে হবে। আরেকটি ব্যাপার। দ্বিতীয় if -এর আগে $else$ ব্যবহার করা উচিত। তাহলে কম্পাইলার প্রথম if -এর ভেতরের শর্ত সত্য হল আর পরের if -এর কন্ডিশন পরীক্ষা করবে না। তাতে সময় বাঁচবে।

```

#include <stdio.h>

int main()
{
    char ch = 'k';
    if(ch >= 'a' && ch <= 'z') {
        printf("%c is lower case\n", ch);
    }
    else if(ch >= 'A' && ch <= 'Z') {
        printf("%c is upper case\n", ch);
    }
    return 0;
}

```

প্রোগ্রাম: ৩.১০

আপা করি, তোমরা ' $\&\&$ '-এর ব্যবহার বুঝে গেছ।

এখন আরেকটি অপারেটরের ব্যবহার দেখব। সেটি হচ্ছে অর (OR)। একে প্রকাশ করা হয় '||' চিহ্ন দিয়ে (পরপর দুটি |)। ' $\&\&$ '-এর ক্ষেত্রে যেমন দুই পাশের শর্ত সত্য হলেই সম্পূর্ণ শর্ত সত্য হয়, '||'-এর ক্ষেত্রে যেকোনো এক পাশের শর্ত সত্য হলেই সম্পূর্ণ শর্ত সত্য হয়।

নিচের প্রোগ্রামটির আউটপুট কী হবে? কোড দেখ বলতে না পারলে প্রোগ্রামটি চালাও।

```

#include <stdio.h>
int main()
{
    int num = 5;
    if(num >= 1 || num <= 10) {
        printf("yes\n");
    }
    else {
        printf("no\n");
    }
    return 0;
}

```

প্রোগ্রাম: ৩.১১

এটির আউটপুট হবে yes। এখন num-এর মান 50 করে দাও। আউটপুট কী হবে?

এবারেও আউটপুট yesই হবে। কারণ num-এর মান 50 হল, প্রথম শর্তি সত্য হবে ($num \geq 1$) আর দ্বিতীয় শর্তি ($n \leq 10$) মিথ্যা হবে। তবে আমরা যেহেতু দুটি শর্তের মাঝে ' $\mid\mid$ ' ব্যবহার করেছি, তাই যেকোনো একটি শর্ত সত্য হলেই সম্পূর্ণ শর্তটি সত্য হবে। এখন আরও একটি সমস্যা। কোনা অঙ্গের vowel নাকি consonant, সেটি নির্ণয় করতে হবে। আমরা জানি, vowelগুলো হচ্ছে a, e, i, o, u। এখন কোনা ক্যারেক্টার এই পাঁচটির মধ্যে পড়ে কি না সেটি নির্ণয় করার জন্য যদি আমরা এমন শর্ত দিই: $ch \geq 'a' \&\& ch \leq 'u'$ তাহলে কিন্তু হবে না। কারণ তাহলে a থেকে u পর্যন্ত সব অক্ষরের জনাই শর্তটি সত্য হবে কিন্তু আমাদের দরকার নির্দিষ্ট কিছু অক্ষর। তাই শর্তটি আমরা এভাবে লিখতে পারি:

```

if(ch == 'a' || ch == 'e' || ch == 'i' || ch == 'o' || ch == 'u') {
    printf("%c is vowel\n", ch);
}
else {
    printf("%c is consonant\n", ch);
}

```

তাহলে এবার সম্পূর্ণ প্রোগ্রামটি তোমরা লিখে ফেলতে পারো।

Chapter 4

[প্রোগ্রামিং বই: অধ্যায় চার] লুপ (Loop)।

তোমরা এরই মধ্যে প্রোগ্রামের মধ্যে বিভিন্ন ধরনের শর্ত (condition) ব্যবহার করতে শিখে গেছ। এইসব শর্ত দিয়ে বিভিন্ন প্রোগ্রাম তৈরি করাও হয়তো শুরু করে দিয়েছ। খুব ভালো কথা। কিন্তু এখন আমরা আরেকটি সমস্যা ও তার সমাধানের পথ খুঁজব। একটি প্রোগ্রাম লিখতে হবে, যেটি 1 থেকে 10 পর্যন্ত সব পূর্ণসংখ্যা মনিটরে দেখাবে (প্রতি লাইনে একটি সংখ্যা থাকবে)। খুবই সহজ সমস্যা এবং সমাধানও অত্যন্ত সহজ। আমি জানি, তোমরা এক মিনিটের মধ্যেই নিচের প্রোগ্রামটি লিখে ফেলবে:

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    printf("1\n");
    printf("2\n");
    printf("3\n");
    printf("4\n");
    printf("5\n");
    printf("6\n");
    printf("7\n");
    printf("8\n");
    printf("9\n");
    printf("10\n");
    return 0;
}
```

প্রোগ্রাম: 8.1

এখানে আমরা 1 থেকে 10 পর্যন্ত সবগুলো সংখ্যা প্রিণ্ট করে দিয়েছি। অবশ্য একটি `printf()` ব্যবহার করেও কাজটি করা যেত:

`printf("1\n2\n3\n4\n5\n6\n7\n8\n9\n10\n");`

আবার প্রোগ্রামটি এভাবেও লেখা যেত। n একটি ইটিজার ভেরিয়েবল, যার মান আমরা প্রথমে 1 বসাব। তারপর n -এর মান প্রিণ্ট করব। তারপর n -এর মান এক বাড়াব ($n = n + 1$ অথবা সংক্ষেপে, $n++$ লিখ)।

```
int n = 1;
printf("%d\n", n);
n = n + 1;
printf("%d\n", n);
n = n + 1;
printf("%d\n", n);
n = n + 1;
/* এভাবে মোট দশ বার */
```

আবার n এর মান 1 বাড়ানোর কাজটি কিন্তু এক লাইনেই সেরে ফেলা যায়।

```
printf("%d\n", n);
n = n + 1;
এর পরিবর্তে আমরা লিখতে পারি:
printf("%d\n", n++);
```

যা-ই হাক, এ তো গেল 1 থেকে 10 পর্যন্ত প্রিন্ট করা। কিন্তু আমাদের যদি 1 থেকে 100, বা 1000, বা 10000 পর্যন্ত প্রিন্ট করতে বলা হতো তাহলে আমরা কী করতাম? ওপরে যে পদ্ধতি অবলম্বন করা হয়েছে সেটি তো অবশ্যই করা যেত। কিন্তু আমি জানি, তোমরা কেউই এত কষ্ট করতে রাজি না।

এ সমস্যা সমাধানের জন্য সব প্রোগ্রামিং ল্যাঙ্গুয়েজেই লুপ (loop) বলে একটি পদ্ধতি রয়েছে। এটি দিয়ে একই কাজ বারবার করা যায়। লুপের মধ্যে একটি শর্ত বসিয়ে দিতে হয়, যেটি পূর্ণ না হওয়া পর্যন্ত প্রোগ্রামটি লুপের ভেতরের কাজ বারবার করতে থাকবে। সি ল্যাঙ্গুয়েজে দুটি জনপ্রিয় লুপ হচ্ছে **while** এবং **for**। আমরা এখন **while** ব্যবহার করে ওই প্রোগ্রামটি লিখব।

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int n = 1;
    while(n <= 10) {
        printf("%d\n", n);
        n++;
    }
    return 0;
}
```

প্রোগ্রাম: ৪.২

কী চম কার! এখন আমরা চাইলে 10-এর বদলে যত খুশি বসাতে পারি, যত বসাব 1 থেকে তত পর্যন্ত প্রিন্ট হবে। **while** লুপ প্রথম বন্ধনীর ভেতরে শর্ত লিখে দিতে হয়। প্রোগ্রাম সেই শর্ত পরীক্ষা করে। যতক্ষণ পর্যন্ত শর্তটি সত্য হয় ততক্ষণ পর্যন্ত লুপের ভেতরের কাজগুলো চলতে থাকে। লুপের ভেতরের কাজগুলো থাকবে দ্বিতীয় বন্ধনীর ভেতর। যেমন এখানে লুপের ভেতরে আমরা দুটি কাজ করেছি। n -এর মান প্রিন্ট করেছি আর তারপর n -এর মান 1 বাড়িয়েছি। n -এর মান 1 করে বাড়তে থাকলে একসময় এটি 11 হবে আর তখন $n <= 10$ এই শর্তটি মিথ্যা হয়ে যাবে (কারণ $11 > 10$)। আর প্রোগ্রামটি লুপ থেকে বের হয়ে আসবে। অর্থাৎ, শর্তটি যখনই মিথ্যা হবে তখনই লুপ থেকে বের হয়ে যাবে।

ইন্ডেন্টশনের ব্যাপারটিও খেয়াল করো। লুপের ভেতরের অংশের কোড চার ঘর ডালিদিক থেকে শুরু হয়েছে।

এবারে তোমাদের জন্য একটি প্রশ্ন। বলো তো নিচের প্রোগ্রামটির আউটপুট কী হবে?

```
#include <stdio.h>
int main()
{
```

```

int n = 1;
while(n <= 10) {
    printf("%d\n", n);
}
n++;
return 0;
}

```

প্রোগ্রাম: ৪.৩

এটোও কি ১ থেকে 10 পর্যন্ত সব সংখ্যা প্রিন্ট করবে? দেখা যাক। প্রোগ্রামটি রান করাও। আউটপুট কী?

মনিটোর প্রতি লাইন 1 প্রিন্ট হচ্ছে এবং প্রোগ্রামটি বন্ধ হচ্ছে না। খুবই দুঃখের বিষয়। দেখা যাক। প্রোগ্রামটি রান করাও। আউটপুট কী।

`int n = 1;` প্রথমে প্রোগ্রামটি `n`-এর মান 1 বসাবে।

তারপর `while` লুপ গিয়ে শর্ত পরীক্ষা করবে। আমরা শর্ত দিয়েছি `n <= 10` মান `n`-এর মান 10-এর ছোট বা সমান। এই শর্ত তো সত্য কারণ `n`-এর মান 1। তারপর প্রোগ্রামটি `n`-এর মান প্রিন্ট করবে `printf("%d\n", n);`। তারপর কি `n`-এর মান 1 বাড়বে? বাড়বে না, কারণ আমরা স্বিতীয় বন্ধনী শেষ করে দিয়েছি '`}`' টিক্ক দিয়ে (মান লুপ শেষ)। তার মানে প্রোগ্রামটি আবার শর্ত পরীক্ষা করবে, আবার `n`-এর মান প্রিন্ট করবে...এভাবে চলতেই থাকবে কারণ `n`-এর মান যেহেতু বাড়ছে না, `n <= 10` শর্তটি সব সময় সত্যই রয়ে যাচ্ছে — কখনো মিথ্যা হচ্ছে না। এখন তামরা `While` লুপ নিয়ে বিভিন্ন ধরনের গবেষণা চালিয়ে যেতে পারো। সব সময় সত্য হয় এমন শর্ত ব্যবহার করে তোমার কম্পিউটারকে ব্যস্ত রাখতে পারো। `while(1){...}` এখানে শর্ত হিসেবে 1 ব্যবহার করা হয়েছে। কম্পিউটার 1 বলতে বোঝে সত্য। সুতরাং লুপের ভেতরের কাজগুলো সব সময় চলতে থাকবে, বন্ধ হবে না। `while(1 == 1){...}` ও একই আচরণ করবে। তবে এখন আমি তামাদের একটি দরকারি জিনিস বলে রাখি, যেটি দিয়ে তোমরা জোর করে লুপ থেকে বের হয়ে যেতে পারবে। সেটি হচ্ছে `break` স্টেমেন্ট। কথা না বাড়িয়ে একটি প্রোগ্রাম নিখেলেই ব্যাপারটি পরিষ্কার হয়ে যাবে।

```

#include <stdio.h>
int main()
{
    int n = 1;
    while(n <= 100) {
        printf("%d\n", n);
        n++;
        if(n > 10) {
            break;
        }
    }
    return 0;
}

```

প্রোগ্রাম: ৪.৪

এই প্রোগ্রামটি কী করবে? 1 থেকে 10 পর্যন্ত প্রিন্ট করবে। যদিও `while`-এর ভেতর আমরা বলেছি যে শর্ত হচ্ছে `n <= 100`, কিন্তু লুপের ভেতরে আবার বলে দিয়েছি যে যদি `n > 10` হয়, তবে `break`; মান বের হয়ে যাও, বা লুপটি ভেঙে দাও। `break` সব সময় যেই লুপের ভেতর থাকে সেটির বাইরে প্রোগ্রামটিকে নিয়ে আসে। সুতরাং `n`-এর মান 10 প্রিন্ট হওয়ার পরে এর মান এক বাড়বে (`n++`) অর্থাৎ `n`-এর মান হবে 11। আর তখন `n > 10` সত্য হবে, ফলে প্রোগ্রামটি `if` কড়িশনের ভেতরে ঢুকে যাবে। সেখানে গিয়ে সে দেখবে তাকে `break` করতে বলা হয়েছে তাই সে লুপের বাইরে চলে যাবে। `break`-এর উল্টা কাজ করে, এমন একটি স্টেমেন্ট হচ্ছে

`continue;` | কোনো জায়গায় `continue` ব্যবহার করলে লুপের ভেতরে `continue`-এর পরের অংশের কাজ আর হয় না। নিচের প্রোগ্রামটি কোড করে কম্পাইল ও রান করো:

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int n = 0;
    while (n < 10) {
        n = n + 1;
        if (n % 2 == 0) {
            continue;
        }
        printf("%d\n", n);
    }
    return 0;
}
```

প্রোগ্রাম: 8.5

এই প্রোগ্রামটি 1 থেকে 10-এর মধ্য কেবল বেজোড় সংখ্যাগুলো প্রিণ্ট করবে। জোড় সংখ্যার বেলায় `continue` ব্যবহার করার কারণে প্রোগ্রামটি `printf("%d\n", n);` এটিমেন্ট এক্সিকিউট না করে লুপের পরবর্তী ধাপের কাজ শুরু করবে।

এবারে আমরা আরেকটি প্রোগ্রাম লিখব। ছোটবেলায় যে নামতাগুলো তোমরা শিখেছ সেগুলো এখন আমরা প্রোগ্রাম লিখে কম্পিউটারের মনিটরে দেখব। চলো 5-এর নামতা দিয়ে শুরু করা যাক। আমাদের প্রোগ্রামের আউটপুট হবে এরকম:

```
5 X 1 = 5
5 X 2 = 10
5 X 3 = 15
5 X 4 = 20
5 X 5 = 25
5 X 6 = 30
5 X 7 = 35
5 X 8 = 40
5 X 9 = 45
5 X 10 = 50
```

তোমরা নিশ্চয়ই এখন অনেকগুলো `printf` ফাংশন লখা শুরু করবে না। লুপের সাহায্যে প্রোগ্রামটি লিখে ফেলবে:

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int n = 5;
```

```

int i = 1;
while (i <= 10) {
    printf("%d X %d = %d\n", n, i, n*i);
    i = i + 1;
}
return 0;
}

```

প্রোগ্রাম: ৪.৬

এতক্ষণ আমরা while লুপ ব্যবহার করলাম। এবার চলো for লুপ ব্যবহার করতে শিখি। 5-এর নামতার প্রোগ্রামটি যদি আমরা for লুপ ব্যবহার করে লিখি তাহলে সেটির ছেরা দাঁড়াবে:

```

#include <stdio.h>
int main()
{
    int n = 5;
    int i;
    for(i = 1; i <= 10; i = i + 1) {
        printf("%d X %d = %d\n", n, i, n*i);
    }
    return 0;
}

```

প্রোগ্রাম: ৪.৭

for লুপের প্রথম বন্ধনীর ভেতর তিনটি অংশ লক্ষ করো। প্রতিটি অংশ সেমিকোলন (;) দিয়ে আলাদা করা হয়েছে। প্রোগ্রামটি যখন লুপের ভেতর চুক্তি তখন প্রথম সেমিকোলনের আগে আমরা যে কাজগুলো করতে বলব, সেগুলো একবার করবে। যেমন এখানে i-এর মান 1 বসাবে। তারপর দ্বিতীয় অংশের কাজ করবে। দ্বিতীয় অংশে সাধারণত শর্ত ব্যবহার করা হয় (while লুপে প্রথম বন্ধনীর ভেতর আমরা যে কাজটি করি আরকি)। ওপরের প্রোগ্রামে আমরা দ্বিতীয় অংশে $i \leq 10$ শর্তটি ব্যবহার করেছি। এই শর্ত যদি মিথ্যা হয় তবে প্রোগ্রামটি লুপ থেকে বেরিয়ে আসবে। আর যদি সত্য হয় তবে লুপের ভেতরের কাজগুলো করবে এবং তার পর for লুপের মেই প্রথম বন্ধনীর ভেতর তৃতীয় অংশে যে কাজগুলো করতে বলা হয়েছে সেগুলো করবে। তারপর আবার দ্বিতীয় অংশে এসে শর্ত পরীক্ষা করবে। প্রথম অংশের কাজ কিন্তু আর হবে না। তো আমাদের প্রোগ্রামটি আবার লক্ষ করো। $i \leq 10$ সত্য, কারণ i -এর মান 1। তারপর printf() ফাংশনের কাজ হবে। তারপর $i = i + 1$ স্টেমেন্ট এক্সিকিউট হবে (i -এর মান এক বেড়ে যাবে)। তারপর আবার $i \leq 10$ সত্য না মিথ্যা সেটি পরীক্ষা করা হবে (i -এর মান এখন 2)। তারপর আবার লুপের ভেতরের কাজ হবে (printf())। এভাবে যতক্ষণ না $i \leq 10$ শর্তটি মিথ্যা হচ্ছে ততক্ষণ লুপের ভেতরের কাজ চলতে থাকবে। i -এর মান এক এক করে বেড়ে বেড়ে যখন 11 হবে তখন শর্তটি মিথ্যা হবে আর প্রোগ্রামটি লুপ থেকে বের হয়ে আসবে। for লুপের প্রথম বন্ধনীর ভেতরের তিনটি অংশই যে ব্যবহার করতে হবে এমন কোন কথা নেই। কোন অংশ ব্যবহার করতে না চাইলে আমরা সেটি ফাঁকা রেখে দিতে পারি, তাবে সেমিকোলন কিন্তু অবশ্যই দিতে হবে। যেমন আমরা যদি i -এর মান আগেই নির্ধারণ করে দেই তবে সেটি লুপের ভেতর না করলেও চল।

```

int i = 1;

for(; i<= 10; i = i + 1) {
    printf("%d X %d = %d\n", n, i, n*i);
}

```

যদি তিনটি অংশের কোনোটিই লিখতে না চাই, তবে পুরো প্রোগ্রামটি এভাবে লেখা যায়:

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int n = 5;
    int i = 1;
    for( ; ; ) {
        printf("%d X %d = %d\n", n, i, n*i);
        i = i + 1;
        if (i > 10) {
            break;
        }
    }
    return 0;
}
```

প্রোগ্রাম: ৪.৮

এখন আমরা আরেকটি কাজ করব। **for** লুপ ব্যবহার করে 5-এর নামতায় যে গুণ করেছি ($n*i$) সেটি না করে কেবল যোগ করে প্রোগ্রামটি লিখব। তোমরা কি অবাক হচ্ছ যে নামতার প্রোগ্রাম আবার গুণ ছাড়া কীভাবে হবে? আমরা কিন্তু 5×3 -কে লিখতে পারি $5 + 5 + 5$ । আমি কী করতে যাচ্ছি তা বুঝতে পারছ নিশ্চয়ই। প্রোগ্রামটি লিখে ফেলি:

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int m, n = 5;
    int i;
    m = 0;
    for(i = 1; i <= 10; i = i + 1) {
        m = m + n;
        printf("%d X %d = %d\n", n, i, m);
    }
    return 0;
}
```

প্রোগ্রাম: ৪.৯

প্রোগ্রামটিতে আমরা গুণ না করে যোগ করলাম। কম্পাইল ও রান করে দেখো। কাজ করবে ঠিকঠাক। কোনো সংখ্যার গুণিতকগুলো যেমন গুণ করে বের করা যায়, তেমনই যোগ করেও করা যায়। আমরা যদি কোনো প্রোগ্রামে দেখি যে গুণ না করে যোগ করলেই কাজ হচ্ছ, তাহলে যোগ করাই ভালো কারণ কম্পিউটারের প্রসেসর একটি যোগ করতে যে সময় নেয়, একটি গুণ করতে তার চেয়ে অনেক বেশি সময় নেয়। যদিও তুমি হয়তো প্রোগ্রাম রান করার সময় তা বুঝতে পারো না। কম্পিউটারের প্রসেসর সম্পর্কে বিস্তারিত লেখাপড়া করলে বিষয়টা জানতে পারবে। আপাতত এটি জানলেই চলবে যে একটি গুণ করার চেয়ে একটি যোগ করা ভালো, কারণ যোগ করতে কম্পিউটার অপেক্ষাকৃত কম সময় নেয়।

তো আমরা **for** লুপ শিখ ফেললাম। এখন আমরা চেষ্টা করব শুধু নির্দিষ্ট একটি সংখ্যার নামতা না লিখ 1 থেকে 20 পর্যন্ত সবগুলো সংখ্যার নামতা একবারে লিখ ফেলতে। অর্থাৎ n -এর মান 5 নির্দিষ্ট না করে 1 থেকে 20 পর্যন্ত হবে। এটি করার একটি বোকা পদ্ধতি (নাকি চোরা পদ্ধতি?) হচ্ছ নামতা লিখার অংশটি বারবার কপি-পেস্ট করা। কিন্তু আমরা এটি করব লুপের ভেতর লুপ ব্যবহার করে। একটি লুপের সাহায্যে n -এর মান 1 থেকে 20 পর্যন্ত এক করে বাঢ়াব। আর তার ভেতর n -এর একটি নির্দিষ্ট মানের জন্য নামতাটা লিখব।

```

#include <stdio.h>
int main()
{
    int n, i;
    for(n = 1; n <= 20; n = n + 1) {
        for(i = 1; i <= 10; i = i + 1) {
            printf("%d X %d = %d\n", n, i, n*i);
        }
    }
    return 0;
}

```

প্রোগ্রাম: ৪.১০

এখন আমরা প্রোগ্রামটি চালাও। তারপর আমাদের কাজ হবে গুণ না করে কেবল যোগ ব্যবহার করে প্রোগ্রামটি লেখা।

আমরা এখনে একটি for লুপের ভেতর আরেকটি for লুপ, যাকে নেস্টেড লুপও (nested loop) বল, সেটি ব্যবহার করলাম। তা আমরা চাইলে for লুপের ভেতর for বা while অথবা while লুপের ভেতর for বা while লুপ একাধিকবার ব্যবহার করতে পারি। অবশ্য সেটি কখনোই চার বা পাঁচবারের বেশি দরকার হওয়ার কথা না। নেস্টেড লুপ দিয়ে আমরা এখন আরেকটি প্রোগ্রাম লিখব। 1, 2, 3 – এই তিনটি সংখ্যার সব বিন্যাস (permutation) বের করার প্রোগ্রাম। বিন্যাসগুলো ছোট থেকে বড় ক্রমে দেখাতে হবে অর্থাৎ প্রোগ্রামটির আউটপুট হবে এই রকম:

```

1, 2, 3
1, 3, 2
2, 1, 3
2, 3, 1
3, 1, 2
3, 2, 1

```

এই প্রোগ্রামটি অনেকভাবে লেখা যাতে পারে, কিন্তু আমরা এখন পর্যন্ত যতটুকু প্রোগ্রামিং শিখেছি, তাতে নেস্টেড লুপের ব্যবহারই সবচেয়ে ভালো সমাধান।

এখানে আমরা প্রথম সংখ্যাটির জন্য একটি লুপ, দ্বিতীয় সংখ্যাটির জন্য প্রথম লুপের ভেতরে একটি লুপ এবং তৃতীয় সংখ্যাটির জন্য দ্বিতীয় লুপের ভেতর আরেকটি লুপ ব্যবহার করব।

```

#include <stdio.h>
int main()
{

```

```

int a, b, c;
for (a = 1; a <= 3; a++) {
    for (b = 1; b <= 3; b++) {
        for (c = 1; c <= 3; c++) {
            printf ("%d, %d, %d\n", a, b, c);
        }
    }
}
return 0;
}

```

প্রোগ্রাম: ৪.১১

এখন প্রোগ্রামটি রান করলে আমরা এই রকম আউটপুট পাব:

```

1, 1, 1
1, 1, 2
1, 1, 3
1, 2, 1
1, 2, 2
1, 2, 3
1, 3, 1
1, 3, 2
1, 3, 3
2, 1, 1
2, 1, 2
2, 1, 3
2, 2, 1
2, 2, 2
2, 2, 3
2, 3, 1
2, 3, 2
2, 3, 3
3, 1, 1
3, 1, 2
3, 1, 3
3, 2, 1
3, 2, 2
3, 2, 3
3, 3, 1
3, 3, 2
3, 3, 3

```

কিন্তু আমরা তো আসলে এই রকম জিনিস চাহিঁ না। a-এর মান যখন 1 তখন b ও c-এর মান 1 হবে না, আবার b এবং c-এর মানও সমান হবে না। মানে a, b ও c আলাদা হবে। তাহলে আমরা লুপের ভেতর শর্তগুলো একটু পরিবর্তন করব। দ্বিতীয় লুপের শর্ত $b \leq 3$ -এর সঙ্গে আরেকটি শর্ত জুড়ে দেব, $b \neq a \& b \leq 3 \&& b \neq a$ মানে b-এর মান 3-এর চেয়ে ছোট বা সমান হবে এবং b-এর মান a-এর মানের সমান হবে না। তৃতীয় লুপে আমরা এখন শর্ত দেব, $c \leq 3 \&& c \neq a \&& c \neq b$, মানে c-এর

মান 3-এর ছোট বা সমান হতে হবে এবং C-এর মান a-এর মানের সমান হওয়া চলবে না এবং C-এর মান b-এর মানের সমান হলও চলবে না। তাহলে আমাদের প্রোগ্রামটির চেহারা দাঁড়াবে এই রকম:

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int a, b, c;
    for (a = 1; a <= 3; a++) {
        for (b = 1; b <= 3 && b != a; b++) {
            for (c = 1; c <= 3 && c != a && c != b; c++) {
                printf ("%d, %d, %d\n", a, b, c);
            }
        }
    }
    return 0;
}
```

প্রোগ্রাম: ৪.১২

রান করলে আমরা আউটপুট কী দেখব?

3, 2, 1

মাত্র একটি লাইন! আমরা প্রোগ্রামটি ঠিক করতে গিয়ে ঝামেলা পাকিয়ে ফেলেছি মনে হচ্ছে। তোমরা কি একটু চিন্তা করে ঝামেলার কারণ বের করতে পারবে?

প্রথমে a-এর মান 1 তাই $a \leq 3$ সত্য। প্রোগ্রামটি প্রথম লুপের ভেতর চুকে গেল। তারপর দ্বিতীয় লুপের শুরুতে b-এর মান 1। $b \leq 3$ সত্য। কিন্তু $b \neq a$ মিথ্যা। কারণ aও b-এর মান তো সমান, দুটোর মানই 1। তাই প্রোগ্রামটি আর দ্বিতীয় লুপের ভেতর চুকবে না। এরপর a-এর মান 1 বাড়ল ($a++$)। $a \leq 3$ সত্য (a -এর মান 2)। এখন দ্বিতীয় লুপ শুরু হবে। b-এর মান 1। এবারে $b \leq 3$ এবং $b \neq a$ দুটি শর্তই সত্য। প্রোগ্রামটি দ্বিতীয় লুপের ভেতর চুকে যাবে। তৃতীয় লুপের শুরুতে C-এর মান 1। $c \leq 3$ সত্য, $c \neq a$ সত্য কিন্তু $c \neq b$ মিথ্যা (দুটোর মানই 1)। তাই প্রোগ্রামটি তৃতীয় লুপ থেকে বের হয়ে যাবে— কেবল তিনটি শর্ত সত্য হলেই প্রোগ্রামটি তৃতীয় লুপের ভেতর চুকবে এবং a, b ও c-এর মান প্রিন্ট করবে। এভাবে কিছুক্ষণ গবেষণা করলে তোমরা দেখবে যে যখন a-এর মান 3, b-এর মান 2 এবং C-এর মান 1, তখনই কেবল সব শর্ত সত্য হয় আর আমরা আউটপুট পাই: 3, 2, 1। আসলে দ্বিতীয় লুপ আমরা b-এর মান a-এর মানের সমান হলে লুপ থেকে বের হয়ে যাচ্ছি। সেই কাজটি করা ঠিক হচ্ছে না। আমাদের উচিত দুটো মান সমান হলে পরবর্তী মানের জন্য টেস্ট করা। আর মান দুটো সমান না হলেই কেবল পরবর্তী কাজ করা। তাহলে আমরা লিখতে পারি: for ($b = 1; b \leq 3; b++$) { if ($b \neq a$) { /* b-এর মান a-এর মানের সমান না হলেই ভেতরের অংশ প্রোগ্রামটি চুকবে। */ for ($c = 1; c \leq 3; c++$) { if ($c \neq a \&\& c \neq b$) { /* C-এর মান a-এর মানের সমান না হল এবং C-এর মান b-এর মানের সমান না হলেই কেবল ভেতরের অংশ প্রোগ্রামটি চুকবে। */ printf ("%d, %d, %d\n", a, b, c); } } } }

তাহলে আমাদের পুরো প্রোগ্রামটি দাঁড়াছে এই রকম:

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int a, b, c;
```

```

for (a = 1; a <= 3; a++) {
    for (b = 1; b <= 3; b++) {
        if (b != a) {
            for (c = 1; c <= 3; c++) {
                if (c != b && c != a){
                    printf ("%d, %d, %d\n", a, b, c);
                }
            }
        }
    }
}
return 0;
}

```

প্রোগ্রাম: ৪.১৩

প্রোগ্রামটি চলালে আমরা নিচের আউটপুট দেখব, যেটি আমরা চাইলাম।

1, 2, 3
1, 3, 2
2, 1, 3
2, 3, 1
3, 1, 2
3, 2, 1

যাক, অবশ্যে আমাদের সমস্যার সমাধান হলো। তবে আমরা কিন্তু আরও সহজেই সমাধান করতে পারতাম এভাবে—

```

#include <stdio.h>
int main()
{
    int a, b, c;
    for (a = 1; a <= 3; a++) {
        for (b = 1; b <= 3; b++) {
            for (c = 1; c <= 3; c++) {
                if(b != a && c != a && c != b) {
                    printf ("%d, %d, %d\n", a, b, c);
                }
            }
        }
    }
}
return 0;
}

```

প্রোগ্রাম: ৪.১৪

এখানে আমাদের বেশি চিন্তা করতে হলো না। কেবল প্রিন্ট করার সময় a, b, c তিনিটির মান প্রস্পরের সমান নয়, সেটি নিশ্চিত করে নিলেই হলো! বুদ্ধিটা ভালোই, তবে এটির চেয়ে আমাদের আগের প্রোগ্রামটি কম্পিউটারকে দিয়ে কম কাজ করায়, তাই চলতেও কম সময় লাগে, বা কম্পিউটারের ভাষায় বললে রান টাইম (run time) কম। আসলে একটি প্রোগ্রাম চলতে কেবল সময় লাগবে সেটি নির্ভর করে মূলত প্রোগ্রামটি মোট কয়টি অ্যাসাইনমেন্ট অপারেশন (assignment operation) আর কয়টি কম্পারিজন অপারেশন (comparison operation)

তোমারদের কি মাথা ঝিম ঝিম করছে? কিংবা মনে হচ্ছে যে "হায় খাদা, কীসের মধ্য এসে পড়লাম!"? আসলে ভয়ের কিছুই নেই। তোমরা এক কাজ করতে পারো। আমার বইয়ের পরের অধ্যায়টা পড়া শুরু করার আগে [রাগিব হাসান](#) ভাইয়ের দুটি টিউটোরিয়াল পড়ে ফেলো, দেখবে জীবন আনন্দময়!

- ১) <http://jontrogonok.com/?p=6>
- ২) <http://jontrogonok.com/?p=9>

Chapter 5

[প্রোগ্রামিং বই: অধ্যায় পাঁচ] একটুখানি গণিত।

এই অধ্যায়ে আমরা প্রোগ্রামিংয়ের নতুন কিছু শিখব না। এখন পর্যন্ত আমরা যতটুকু প্রোগ্রামিং শিখেছি, তা দিয়েই কিছু সহজ-সরল গাণিতিক সমস্যার সমাধান করব।

১) $x + y = 15$, $x - y = 5$ হলে x ও y -এর মান কত?

সৰীকরণদুটি যোগ করলে পাই $2x = 20$, বা $x = 10$ । আবার বিয়োগ করলে পাই, $2y = 10$, বা $y = 5$ । এখন একটি প্রোগ্রাম লিখতে হবে যেখানে $x + y$ ও $x - y$ -এর মান দেওয়া থাকবে, x ও y -এর মান বের করতে হবে। আমি প্রোগ্রামটি একটু পরে লিখ দেব। এর মধ্যে তুমি নিজে লিখার চেষ্টা করো। সহজ প্রোগ্রাম।

২) $4x + 5y = 14$, $5x + 6y = 17$ হল x ও y -এর মান কত?

সৰীকরণদুটিকে আমরা এভাবে লিখতে পারি:

$a1x + b1y = c1$, $a2x + b2y = c2$ । তামরা বিভিন্নভাবে এর সমাধান করতে পার। এর মধ্যে দুটি জনপ্রিয় উপায় হচ্ছে প্রতিস্থাপন (substitution) ও নির্ণয়করণ (determinant) সাহায্যে সমাধান। পদ্ধতিগুলো জানা না থাকলে ক্লাস এইট বা নাইনের গণিত বই দেখো। সমাধান করলে দেখবে,

$x = (b2c1 - b1c2) / (a1b2 - a2b1)$ এবং $y = (a1c2 - a2c1) / (a1b2 - a2b1)$ । এখন $a1$, $a2$, $b1$, $b2$, $c1$, $c2$ -এর জায়গায় নির্দিষ্ট মান বসিয়ে দিলেই x ও y -এর মান পেয়ে যাবে।

এই ধরনের সৰীকরণ সমাধানের জন্যও আমরা একটি প্রোগ্রাম লিখব, যার ইনপুট হবে $a1$, $a2$, $b1$, $b2$, $c1$, $c2$ এবং আউটপুট হবে x ও y -এর মান। এটিও সহজ প্রোগ্রাম। নিজে চেষ্টা করো।

আশা করি, তামরা দুটি সমস্যারই সমাধান নিজে করে ফেলতে পারবে। এখন আমি প্রথম সমস্যার কোড দিচ্ছি:

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    double x, y, x_plus_y, x_minus_y;
    printf("Enter the value of x + y: ");
    scanf("%lf", &x_plus_y);
    printf("Enter the value of x - y: ");
    scanf("%lf", &x_minus_y);
    x = (x_plus_y + x_minus_y) / 2;
    y = (x_plus_y - x_minus_y) / 2;
    printf("x = %0.2lf, y = %0.2lf\n", x, y);
    return 0;
}
```

প্রোগ্রাম: ৫.১

সমাধান খুবই সহজ। তবে লক্ষ করো যে আমি ভেরিয়েবলের ডাটা টাইপ `int` ব্যবহার না করে `double` ব্যবহার করেছি।

এবাবে দ্বিতীয় সমস্যার কোড:

```
#include <stdio.h>
```

```

int main()
{
    double a1, a2, b1, b2, c1, c2, x, y;
    printf("a1 = ");
    scanf("%lf", &a1);
    printf("a2 = ");
    scanf("%lf", &a2);
    printf("b1 = ");
    scanf("%lf", &b1);
    printf("b2 = ");
    scanf("%lf", &b2);
    printf("c1 = ");
    scanf("%lf", &c1);
    printf("c2 = ");
    scanf("%lf", &c2);
    x = (b2 * c1 - b1 * c2) / (a1 * b2 - a2 * b1);
    y = (a1 * c2 - a2 * c1) / (a1 * b2 - a2 * b1);
    printf("x = %0.2lf, y = %0.2lf\n", x, y);
    return 0;
}

```

প্রোগ্রাম: ৫.২

এটিও সহজ প্রোগ্রাম! তবে তোমরা দেখো $(a1 * b2 - a2 * b1)$ -এর মান আমি দুবার বের করেছি (x -এর মান বের করার সময়, আবার y -এর মান বের করার সময়)। কাজটি একবারেই করা যেত এবং একবারে করলেই ভালো, তাহলে আমাদের প্রোগ্রাম দুটি গুণ ও একটি বিয়োগের কাজ করবে। আবার $(a1 * b2 - a2 * b1)$ -এর মান যদি শূন্য হয়, তাহলে একটি ঝামেলা হয়ে যাচ্ছে, কারণ কোনো কিছুকে তো শূন্য দিয়ে ভাগ করা যায় না। তাই ওই মানটি শূন্য হলে আসলে সমীকরণের কোনো সমাধান নেই। এবার প্রোগ্রামটি আরও ভালোভাবে লিখ ফেলি।

```

#include <stdio.h>
int main()
{
    double a1, a2, b1, b2, c1, c2, d, x, y;

```

```

printf("a1 = ");
scanf("%lf", &a1);
printf("a2 = ");
scanf("%lf", &a2);
printf("b1 = ");
scanf("%lf", &b1);
printf("b2 = ");
scanf("%lf", &b2);
printf("c1 = ");
scanf("%lf", &c1);
printf("c2 = ");
scanf("%lf", &c2);
d = a1 * b2 - a2 * b1;
if ((int) d == 0) {
    printf("Value of x and y can not be determined.\n");
}
else {
    x = (b2 * c1 - b1 * c2) / d;
    y = (a1 * c2 - a2 * c1) / d;
    printf("x = %0.2lf, y = %0.2lf\n", x, y);
}
return 0;
}

```

প্রোগ্রাম: ৫.৩

এখানে একটি ব্যাপার খেয়াল করো। আমি if-এর ভিতর লিখছি (int) d == 0। এখানে আমি প্রথমে d (যা একটি double টাইপের ভর্ণিয়েবল)-কে ইন্টজারে টাইপ কাস্ট করে তারপর তার মানটি 0-এর সমান কি না তা পরীক্ষা করেছি। পরীক্ষাটা এভাবেও করা যেত: if (d == 0.0) তবে এতে মাঝে মাঝে ঝামেলা হয়, ফ্লোটিং পয়েন্ট-সংক্রান্ত ইসার-নিকাশের জন্য। তোমরা কম্পিউটার আর্কিটেকচার নিয়ে লেখাপড়া করলে বিষয়টা বুঝতে পারবে।

তোমাদের মনে একটি প্রশ্ন আসতে পারে যে এই সহজ সমস্যাগুলো প্রোগ্রামিং করে সমাধান করে কী লাভ? আসলে একবার প্রোগ্রাম লিখে ফেলার পরে কিন্তু আর সমাধান করতে হয় না। তারপর শুধু ইনপুট দেবে, প্রোগ্রামটি নিজেই সমস্যার সমাধান করে তোমাকে আউটপুট দেবে।

৩) আমি যদি তোমাকে দশ হাজার টাকা ঝণ দিই 35% সুদ এবং টাকাটা পাঁচ বছর সময়ের মধ্যে তোমাকে সুদে-আসলে পরিশোধ করতে বলি, তাহলে পাঁচ বছরে মোট কত টাকা তোমার দিতে হবে এবং প্রতি মাসে কত টাকা দিতে হবে? ঝণটা যদি জটিল কিছু না হয়, তাহলে তোমার মোট পরিশোধ করতে হবে $10000 + 10000 * 35 / 100$ টাকা। এই সহজ-সরল ঝণের জন্য একটি প্রোগ্রাম লিখে ফেলা যাক:

```

#include <stdio.h>
int main()
{
    double loan_amount, interest_rate, number_of_years, total_amount,
monthly_amount;

```

```

printf("Enter the loan amount: ");
scanf("%lf", &loan_amount);
printf("Enter the interest rate: ");
scanf("%lf", &interest_rate);
printf("Number of years: ");
scanf("%lf", &number_of_years);
total_amount = loan_amount + loan_amount * interest_rate / 100.00;
monthly_amount = total_amount / (number_of_years * 12);
printf("Total amount: %0.2lf\n", total_amount);
printf("Monthly amount: %0.2lf\n", monthly_amount);
return 0;
}

```

প্রোগ্রাম: ৫.৪

আমাদের কর্মসূলাতে একটু সমস্যা আছে। আসল 35% সুদ দিতে হলে সেটা বা সরিক সুদ হবে। অর্থাৎ প্রতি বছর মোট ঋণের উপর 35% সুদ দেওয়া লাগবে। তাহলে দেখ যাচ্ছ পাঁচ বছরে তোমার মোট পরিশোধ করতে হবে $10000 + 10000 * 35 * 5 / 100$ টাকা। এখন এই কর্মসূলা অনুযায়ী প্রোগ্রাম লিখে ফেলো।

তবে বাস্তবে ঋণের হিসাব-নিকাশ কিন্তু এত সরল নয়। তুমি ব্যাংক থেকে ঋণ নিতে গেলেই সেটি টের পাবে।

৪) পদার্থবিজ্ঞানের একটি সমস্যার সমাধান করা যাক।

কোনো বস্তু U আদিবেগ (initial velocity) এবং a দ্রবণ (acceleration) যাত্রা শুরু করল (দ্রবণের মান সব সময় a থাকবে, বাড়বে বা কমবে না)। t সময় পরে এর বেগ যদি V হয় তাহলে $2t$ সময়ে বস্তুটি কত দূরত্ব অতিক্রম করবে? (সমস্যাটি দিয়েছেন শাহরিয়ার মঙ্গুর, এটি ভ্যালাডলিড অনলাইন জাজের 10071 নম্বর সমস্যা)।

$2t$ সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব হবে $V \times 2t$ । এটি প্রমাণ করে ফেলো। তারপর আবার পড়া শুরু করো। নবম-দশম প্রেমীর পদার্থবিজ্ঞান বইতে তোমরা দুটি সূত্র পাবে:

$$v = u + at$$

$$s = ut + 0.5 at^2 \quad (\text{এখানে } s \text{ হচ্ছে } t \text{ সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব})$$

তাহলে $2t$ সময় পরে অতিক্রান্ত দূরত্ব হবে

$$u \times 2t + 0.5 \times a \times (2t)^2 = u \times 2t + 0.5 \times a \times 4t^2 = u \times 2t + a \times 2t^2 = 2t(u + at) = 2tv$$

এখন, তোমাদেরকে একটি প্রোগ্রাম লিখতে হবে, যেখানে V ও t -এর মান ইনপুট হিসেবে দেওয়া হবে, $2t$ সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় করতে হবে। প্রোগ্রামটি নিজে নিজে লিখে ফেলো।

৫) $1 + 2 + 3 + \dots + 998 + 999 + 1000$ এই ধারার সমষ্টি কত?

তোমরা যারা ধারার যোগফলের সূত্র জানো, তারা চট করে বলে দিতে পারবে, এই ধারাটির যোগফল হচ্ছে $1000 \times 1001 / 2$ । তাহলে এর জন্য একটি প্রোগ্রাম লিখে ফেলা যাক, যেখানে শেষ পদের মান হবে ইনপুট আর আউটপুট হবে যোগফল।

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int n, sum;
    scanf("%d", &n);
    sum = (n * (n + 1)) / 2;
    printf("Summation is %d\n", sum);
    return 0;
}

```

প্রোগ্রাম: ৫.৫

ধারার যোগফল নির্ণয়ের সূত্র জানা না থাকলে আমরা লুপ ব্যবহার করে প্রোগ্রামটি লিখতে পারি।

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int i, n, sum;
    scanf("%d", &n);
    for(i = 1, sum = 0; i <= n; i++) {
        sum = sum + i;
    }
    printf("Summation is %d\n", sum);
    return 0;
}

```

প্রোগ্রাম: ৫.৬

সুতরাং ধারার সমস্যা নিয়ে আর চিন্তা নেই। তুমি যদি একটি পদের মান তার আগের পদের চেয়ে কড় করে বাড়ছে, সেটি বের করতে পারো, তাহলেই লুপ ব্যবহার করে যোগফল বের করে ফেলতে পারবে। তবে সুত্র বের করতে পারলে লুপ ব্যবহার না করাই ভালো। কারণ প্রথম প্রোগ্রামটি দেখা (যখানে সুত্র ব্যবহার করেছি)। সেখানে একটি যোগ, একটি গুণ আর একটি ভাগ করতে হয়েছে, n -এর মান যত বড়ই হাক না কেন। আর দ্বিতীয় প্রোগ্রামে (যখানে লুপ ব্যবহার করেছি) n -এর মান যত, ততবার যোগ করতে হয়েছে, আবার সেই যোগফলটি SUM ভেরিয়েবলে রাখতে হয়েছে (ভেরিয়েবলে কোনো মান রাখতেও কিন্তু একটু সময় লাগে)।

এখন তোমাদের একটি সহজ প্রোগ্রাম লিখতে হবে। প্রথম n সংখ্যক ধনাত্মক বেজোড় সংখ্যার যোগফল নির্ণয়ের প্রোগ্রাম। n -এর মান হবে ইনপুট, আর যোগফল হবে আউটপুট।

৬) আমাদের এবারকার প্রোগ্রামটি হবে তাপমাত্রাকে সেলসিয়াস (Celsius) থেকে ফারেনহাইট (Farenheit) রূপান্তর করার প্রোগ্রাম।

সেলসিয়াসকে ফারেনহাইট রূপান্তরের সূত্র হচ্ছে: ${}^{\circ}\text{F} = ({}^{\circ}\text{C} \times 1.8) + 32$

```
#include <stdio.h>
int main()
```

```

{
    double celsius, farenheit;
    printf("Enter the temperature in celsius: ");
    scanf("%lf", &celsius);
    farenheit = 1.8 * celsius + 32;
    printf("Temperature in farenheit is: %lf\n", farenheit);
    return 0;
}

```

প্রোগ্রাম: ৫.৭

এখন তোমাদের কাজ হচ্ছে ফারেনহাইট থেকে সেলসিয়াসে রূপান্তরের প্রোগ্রাম লেখা।

১) এখন আমরা দুটি সংখ্যার গসাগু (GCD → Greatest Common Divisor বা HCF → Highest Common Factor) ও লসাগু (LCM → Least Common Multiple) নির্ণয় করার জন্য প্রোগ্রাম লিখব।

দুটি সংখ্যার গসাগু হচ্ছে যেসব সংখ্যা দিয়ে ওই দুটি সংখ্যা নিঃশেষে বিভাজ্য হয়, তাদের মধ্যে সবচেয়ে বড় সংখ্যা। তাহলে আমরা যেটি করব, দুটি সংখ্যা a ও b নিব। তারপর এদের মধ্যে যাটি ছাট, সেই মানটি আবার X ভেরিয়েবলে রাখব। গসাগু এর মান X -এর চেয়ে বড় হওয়া সম্ভব নয় (5 ও 10 -এর গসাগু-এর মান নিশ্চয়ই 5 -এর চেয়ে বড় হবে না)। এখন a ও b , X দিয়ে নিঃশেষে বিভাজ্য হয় কি না ($a \% X == 0$ এবং $b \% X == 0$) সেটি পরীক্ষা করব। যদি হয় তবে আমরা গসাগু পেয়ে গেছি। যদি a ও b উভয়ই নিঃশেষে বিভাজ্য না হয়, তখন X -এর মান এক কমিয়ে পরীক্ষা করব। যতক্ষণ না আমরা গসাগু পাই X -এর মান কমাতেই থাকব। একসময় আমরা গসাগু পাবই, কারণ X -এর মান যখন 1 হবে, তখন তো X দিয়ে a ও b দুটি সংখ্যাই নিঃশেষে বিভাজ্য। তামরা কি প্রোগ্রামটি নিজে লিখার চেষ্টা করবে?

না পারলে আমার কোড দেখো:

```

#include <stdio.h>
int main()
{
    int a, b, x, gcd;
    scanf("%d %d", &a, &b);
    if (a < b) {

```

```

        x = a;
    }
    else {
        x = b;
    }
    for( ; x >= 1; x--) {
        if (a % x == 0 && b % x == 0) {
            gcd = x;
            break;
        }
    }
    printf("GCD is %d\n", gcd);
    return 0;
}

```

প্রোগ্রাম: ৫.৪

প্রোগ্রামে দেখা gcd পাওয়ার সঙ্গে সঙ্গে লুপ থেকে বের হয়ে যেতে হবে (আমি break ব্যবহার করেছি এই জন্য)। break ব্যবহার না করলে কী হবে সেটি পরীক্ষা করে দেখো।

তবে গসাগু বের করার জন্য আমি যেই পদ্ধতি ব্যবহার করেছি সেটি খুব সহজ পদ্ধতি হলেও ইফিশিয়েন্ট (efficient) নয়। যেমন, সংখ্যা দুটি খুব বড় হল এবং সহমৌলিক (co-prime) হল লুপটি কিছি অনেকবার ঘূরবে। কারণ সহমৌলিক হল গসাগু হবে 1। তোমরা নিশ্চয়ই জানো যে, দুটি সংখ্যার মধ্যে 1 ছাড়া আর কোনো সাধারণ উপাদান না থাকলে সংখ্যা দুটি সহমৌলিক।

গসাগু বের করার জন্য ইউক্লিডের একটি চম কার পদ্ধতি আছে। ইউক্লিড ভাগশেষ উপপাদের (division algorithm) সাহায্যে গসাগু বের করার উপায় দেখিয়েছেন। এই পদ্ধতিতে খুব সহজে গসাগু বের করা যায় এবং প্রোগ্রামটিও বেশ ইফিশিয়েন্ট হয়। এর জন্য দুটি জিনিস জানা লাগবে:

a ও 0-এর গসাগু-এর মান a।

a ও b-এর গসাগু = b ও a % b-এর গসাগু।

তাহলে প্রোগ্রাম যেটি করতে হবে, একটি লুপের সাহায্যে a-এর মান b আর b-এর মান a%b বসিয়ে যেতে হবে, যতক্ষণ না b-এর মান শূন্য হয়। b-এর মান শূন্য হলেই বুঝো যাব যে গসাগু হচ্ছে a (এটা কিছি প্রোগ্রাম শুরুর সময় a-এর মান না, b-এর মান যখন শূন্য হবে সেই সময় a-এর মান)।

```

#include <stdio.h>
int main()
{
    int a, b, t, x, gcd;
    scanf("%d %d", &a, &b);
    if (a == 0) gcd = a;
    else if (b == 0) gcd = b;
    else {
        t = a;
        a = b;
        b = t % b;
        while (b != 0) {
            t = a;
            a = b;
            b = t % b;
        }
        gcd = a;
    }
    printf("GCD is %d\n", gcd);
    return 0;
}

```

```

else {
    while (b != 0) {
        t = b;
        b = a % b;
        a = t;
    }
    gcd = a;
}
printf("GCD is %d\n", gcd);
return 0;
}

```

প্রোগ্রাম: ৫.১

এই প্রোগ্রামটি আরও ইফিশিয়েন্ট করার চেষ্টা করো।

এবার লসাগু বের করার প্রোগ্রাম। তোমরা নিশ্চয়ই স্কুল শিখছ, কীভাবে লসাগু বের করতে হয়। মেই পদ্ধতি অবলম্বন করে প্রোগ্রাম লিখে ফেলো। আর যারা মেই পদ্ধতি জানে না, তাদের জন্য একটি সূত্র বলে দিছি। আশা করি, লসাগু বের করার প্রোগ্রাম লিখতে আর সমস্যা হবে না।

দুটি সংখ্যার লসাগু \times দুটি সংখ্যার গসাগু = সংখ্যা দুটির গুণফল।

Chapter 6

[প্রোগ্রামিং বইঃ অধ্যায় ছয়] অ্যারে।

এতক্ষণে তোমাদের প্রোগ্রামিং জ্ঞান-বৃক্ষ একটু বেড়েছে। চলো, এবার তাহলে কিছু জনসেবামূলক কর্মকাণ্ড করা যাক। আমরা স্কুলের প্রিয় গণিত শিক্ষকের জন্য পরীক্ষার ফলাফল বের করার প্রোগ্রাম লিখে দেব। ওই স্কুল প্রথম সাময়িক, দ্বিতীয় সাময়িক ও বার্ষিক এই তিনটি পরীক্ষার 100 নম্বরের হয়। তারপর বার্ষিক পরীক্ষার 50%, দ্বিতীয় সাময়িক পরীক্ষার 25% ও প্রথম সাময়িক পরীক্ষার 25% নিয়ে চূড়ান্ত ফলাফল প্রকাশ করা হয়। তাহলে আমাদের প্রোগ্রামের ইনপুট হচ্ছে ওই তিনটি পরীক্ষার নম্বর। আমাদেরকে চূড়ান্ত ফলাফল দেখাতে হবে। এটি কোনো

ব্যাপৱই নয়:

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int ft_marks, st_marks, final_marks;
    double total_marks;
    ft_marks = 80;
    st_marks = 74;
    final_marks = 97;
    total_marks = ft_marks / 4.0 + st_marks / 4.0 + final_marks / 2.0;
    printf("%0.0lf\n", total_marks);
    return 0;
}
```

প্রগ্রাম: ৬.১

প্রগ্রামটির আউটপুট 87। (কিন্তু আমি যদি $total_marks = ft_marks / 4.0 + st_marks / 4.0 + final_marks / 2.0;$ না লিখে এভাবে লিখতাম $total_marks = ft_marks / 4 + st_marks / 4 + final_marks / 2;$ তাহলে আউটপুট আসে 86। কারণ কী? কম্পিউটারের মাথা খারাপ নাকি আমার?)

আমরা কিন্তু আমাদের প্রিয় শিক্ষকের তেমন কোনো উপকার করতে পারলাম না। কারণ তাঁর ক্লাসে মোট ছাত্রছাত্রীর সংখ্যা চালিশ। তাহলে স্যারকে চালিশবার প্রোগ্রামটি চালাতে হবে! কিন্তু এটি তো কোনো কাজের কথা হলো না। আমাদের উচিত, সবার চূড়ান্ত ফলাফল একটি প্রোগ্রামের মাধ্যমে নির্ণয় করা। তেমন কোনো কঠিন কাজ নয় এটি। আমরা এমন একটি প্রোগ্রাম লেখা শুরু করে দিতে পারি:

```
#include

int main()
{
    int ft_marks_1, st_marks_1, final_marks_1, ft_marks_2, st_marks_2,
    final_marks_2, ft_marks_3, st_marks_3, final_marks_3,
    তোমরা নিশ্চয়ই বুঝতে পারছ, আমি কী করতে যাচ্ছি? বলো তো এভাবে প্রোগ্রামটি লিখতে গেল মোট কয়টি ভেরিয়েবলের দরকার? 160টি।
    স্যারের কষ্ট কমাতে গিয়ে আমাদের কষ্ট এত বাড়ানোর কোনো মানে হয় না। কিন্তু এধরনের প্রোগ্রাম তো আমাদের প্রায়ই লিখতে হবে। চিন্তা নেই!
    প্রায় সব প্রোগ্রামিং ল্যাঙ্গুয়েজেই অ্যারে (Array) নামে একটি চম কার জিনিস আছে। এতে একই ধরনের অনেকগুলো ভেরিয়েবল একসঙ্গে রাখা
    যায়। ভেরিয়েবলের যেমন নাম রাখি, অ্যারের বেলাতেও তেমন একটি নাম দিতে হয়। Cতেও অ্যারে আছে।
```

ভেরিয়েবলের যেমন একটি ডাটা টাইপ থাকে, অ্যারেরও থাকে। অ্যারেটি যে ডাটা টাইপের হবে তাতে কেবল সেই রকম ডাটাই রাখা যাবে। যেমন `char` টাইপের অ্যারেতে কেবল `char` টাইপের জিনিস থাকবে।

অ্যারেতে কয়টি উপাদান থাকবে সেটি শুরুতেই বলে দিতে হয়।

`int ara[10];` এভাবে আমরা একটি অ্যারে ডিক্লয়ার করতে পারি, যার নাম হচ্ছ `ara`, যেটিতে কেবল ইন্টিজার টাইপের ডাটা থাকবে। আর এই অ্যারেতে মোট দশটি সংখ্যা রাখা যাবে। প্রথমটি হচ্ছ `ara[0]` (হ্যাঁ, `ara[1]` না কিন্তু), দ্বিতীয়টি `ara[1]`, তৃতীয়টি `ara[2]`, এভাবে দশম সংখ্যাটি হচ্ছ `ara[9]`। অর্থাৎ, `ara[i]` হচ্ছ $i+1$ তম উপাদান।

এবারে চলো আগের নিয়ে একটু খেলাধূলা করা যাক। প্রতিটি প্রোগ্রাম কিন্তু অবশ্যই কম্পিউটারে চালিয়ে দেখবে।

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int ara[5] = {10, 20, 30, 40, 50};
    printf("First element: %d\n", ara[0]);
    printf("Third element: %d\n", ara[2]);
    return 0;
}
```

প্রোগ্রাম: ৬.২

আউটপুট ঠিকঠাক দেখাতে পাই?

আরেকটি প্রোগ্রাম:

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int ara[5] = {6, 7, 4, 6, 9};
    printf("%d\n", ara[-1]);
    printf("%d\n", ara[5]);
    printf("%d\n", ara[100]);
    return 0;
}
```

প্রোগ্রাম: ৬.৩

এটির জন্য কী আউটপুট আসা উচিত? আমি জানি না এবং এটি জানা সম্ভব নয়। যেকোনো ধরনের সংখ্যা আসতে পারে। এগুলোকে গারবেজ (garbage) বল। কারণ আসলে তা ওই আগের -1, 5, 100 এই ইনডেক্স বলতে কিছু নই। আগেরটির দৈর্ঘ্যই হচ্ছে 5 সুতরাং ইনডেক্স হবে 0 থেকে 4।

এখন কোনো আগেরের সব উপাদান যদি একসঙ্গে দেখাতে চাই, তাহলে উপায় কী? উপায় হচ্ছে প্রথম উপাদান (ara[0]), দ্বিতীয় উপাদান (ara[1]), তৃতীয় উপাদান (ara[2]) ... এভাবে একে একে সবগুলো প্রিন্ট করা। আর তার জন্য অবশ্যই আমরা লুপের সাহায্য নেব।

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int ara[10] = {10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100};
```

```

int i;
for(i = 0; i < 10; i++) {
    printf("%d th element is: %d\n", i+1, ara[i]);
}
return 0;
}

```

প্রগ্রাম: ৬.৪

আর যদি শেষ উপাদান থেকে প্রথম উপাদান পর্যন্ত দেখাতে হতো? কোনো সমস্যা নেই, শুধু লুপে এ indexটি ৯ থেকে ০ পর্যন্ত আনলেই চলবে। এখন তোমরা প্রোগ্রামটি লিখ ফেলো।

এবাবে একটি ছোট সমস্যা। কোনো একটি অ্যারেতে দশটি উপাদান আছে, সেগুলো বিপরীত ক্রমে রাখতে হবে। অর্থাৎ দশম উপাদানটি হবে প্রথম উপাদান, প্রথমটি হবে দশম, দ্বিতীয়টি হবে নবম, নবমটি হবে দ্বিতীয়.. এই রকম। তার জন্য আমরা যেটি করতে পারি, আরেকটি অ্যারের সাহায্য নিতে পারি। দ্বিতীয় অ্যারেটিতে প্রথম অ্যারের উপাদানগুলো বিপরীত ক্রমে রাখবো। তারপর দ্বিতীয় অ্যারেটি প্রথম অ্যারেতে কপি করে ফেলব।

```

#include <stdio.h>
int main()
{
    int ara[] = {10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100};
    int ara2[10];
    int i, j;
    for(i = 0, j = 9; i < 10; i++, j--) {
        ara2[j] = ara[i];
    }
    for(i = 0; i < 10; i++) {
        ara[i] = ara2[i];
    }
    for(i = 0; i < 10; i++) {
        printf("%d\n", ara[i]);
    }
    return 0;
}

```

প্রগ্রাম: ৬.৫

এখানে লক্ষ করো যে প্রথম অ্যারেটির ক্ষেত্রে আমি ত্রুটীয় বন্ধনীর ভেতর অ্যারের উপাদান সংখ্যা বলে দিইনি, কারণ সি-এর কম্পাইলার দ্বিতীয় বন্ধনীর ভেতর সংখ্যাগুলো দেখাই বুঝে নিতে পারে যে araতে দশটি উপাদান আছে। দ্বিতীয় অ্যারে অর্থাৎ ara2তে এখন কোনো কিছু নেই। তাই শুরুতেই বলে দিতে হবে যে তাতে কয়টি উপাদান থাকব। তাহলে কম্পাইলার সেই অনুসারে কম্পিউটারের মেমোরির মধ্যে অ্যারের জন্য জায়গা করে নবে।

প্রোগ্রামটি ভালোভাবেই কাজ করছে। কিন্তু তোমরা একটু চিন্তাবন্ধন করলেই বুঝতে পারবে যে দ্বিতীয় অ্যারেটি ব্যবহার করার কোনো দরকার ছিল না। আমরা একটি বহুল প্রচলিত পদ্ধতিতেই কাজটি করতে পারতাম।

int temp;

```
temp = ara[9];
ara[9] = ara[0];
ara[0] = temp;
```

প্রথম ও দশম উপাদান অদলবদল হয়ে গেল। তারপর

```
temp = ara[8];
ara[8] = ara[1];
ara[1] = temp;
```

দ্বিতীয় ও নবম উপাদান অদলবদল হয়ে গেল। তাহলে চলো প্রোগ্রামটি লিখে ফেলি:

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int ara[] = {10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100};
    int i, j, temp;
    for(i = 0, j = 9; i < 10; i++, j--) {
        temp = ara[j];
        ara[j] = ara[i];
        ara[i] = temp;
    }
    for(i = 0; i < 10; i++) {
        printf("%d\n", ara[i]);
    }
    return 0;
}
```

প্রোগ্রাম: ৬.৬

প্রোগ্রামটি চলাও। কী দেখল? আউটপুট কি এরকম?

```
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
```

তারমানে কাজ হয়নি! আসলে আমি একটি ছোট ভুল করেছি, সেটি তোমরা খুঁজে বের করো। এ ধরনের ভুলকে বলে বাগ (bug), তখন প্রোগ্রাম ঠিকমতো রান করে কিন্তু সঠিক আউটপুট দেয় না। আমার কোডে বাগ আছে, তোমরা ডিবাগ (debug) করা (মানে বাগটি বের করে ঠিক করা)।

এখন চলো আমাদের আগের সমস্যায় কিরে যাই। আমরা এখন প্রথম সাময়িক পরীক্ষায় সবার গণিতের নম্বর একটি অ্যারেতে রাখব, দ্বিতীয় সাময়িক পরীক্ষার নম্বর আরেকটি অ্যারেতে, বার্ষিক পরীক্ষার নম্বরের জন্য আরও একটি এবং রেজাল্টের জন্যও একটি অ্যারে ব্যবহার করব।

```
int ft_marks[40], st_marks[40], final_marks[40];
double total_marks[40];
```

যার রোল নম্বর 1 তার নম্বরগুলো থাকবে অ্যারের প্রথম ঘরে (মান index 0 হবে)। এখন বলা তো total_marks[34]-এ কার সর্বমোট নম্বর আছে? যার রোল নম্বর 35। তাহলে কারও রোল নম্বর n হলে তার সর্বমোট নম্বর হচ্ছে total_marks[n-1]।

এখন প্রোগ্রামটি লিখে ফেলা যাক:

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int ft_marks[40] = {83, 86, 97, 95, 93, 95, 86, 52, 49, 41, 42, 47, 90,
59, 63, 86, 40, 46, 92, 56, 51, 48, 67, 49, 42, 90, 42, 83, 47, 95, 69, 82,
82, 58, 69, 67, 53, 56, 71, 62},
        st_marks[40] = {86, 97, 95, 93, 95, 86, 52, 49, 41, 42, 47, 90, 59, 63,
86, 40, 46, 92, 56, 51, 48, 67, 49, 42, 90, 42, 83, 47, 95, 69, 82, 82, 58,
69, 67, 53, 56, 71, 62, 49},
        final_marks[40] = {87, 64, 91, 43, 89, 66, 58, 73, 99, 81, 100, 64, 55,
69, 85, 81, 80, 67, 88, 71, 62, 78, 58, 66, 98, 75, 86, 90, 80, 85, 100, 64,
55, 69, 85, 81, 80, 67, 88, 71};
    int i;
    double total_marks[40];
    for(i = 0; i < 40; i++) {
        total_marks[i] = ft_marks[i] / 4.0 + st_marks[i] / 4.0 +
final_marks[i] / 2.0;
    }
    for(i = 1; i <= 40; i++) {
        printf("Roll NO: %d\tTotal Marks: %0.0lf\n", i, total_marks[i-1]);
    }
    return 0;
}
```

প্রোগ্রাম: ৬.৭

রান করে দেখা, কী সুন্দর আউটপুট! `printf` ফাংশনের ভেতরে দেখা এক জায়গায় আমি \t লিখেছি, এতে ট্যাব (Tab) প্রিন্ট হবে (কিবার্ডের বাঁ দিকে দেখা)। রোল নং প্রিন্ট করার পরে একটি ট্যাব দিয়ে টেটাল মার্কস প্রিন্ট করলে দেখতে একটু ভালো লাগে এই জন্য \t ব্যবহার করেছি, এমনিতে কোনো দরকার নেই।

কিন্তু এত সুন্দর প্রোগ্রাম দেখে তোমার শিক্ষক কোথায় তোমাকে একটু চটপটি খাওয়াবেন না উল্টা আরেকটি আবদার করে বসলেন। কোন নম্বর কতজন পেয়েছে সেটি উনি দেখতে চান। মানে 50 কতজন পেল, 51 কতজন পেল ... এই রকম আর কি। বাকি অংশ পড়ার আগে প্রোগ্রামটি তোমরা নিজে লিখার চেষ্টা করো। এখন ইচ্ছা না করলে বইটি পড়া বন্ধ করে দাও এবং পরে কোনো একসময় চেষ্টা করবে।

আশা করি, তোমাদের মধ্যে কেউ কেউ প্রোগ্রামটি লিখে ফেলেছ। যদি কমপক্ষে এক ঘণ্টা চেষ্টার পরেও লিখতে না পারো তাহলে এখন আমরা

সমাধানের চেষ্টা করতে পারি। শুরুতেই একটি ব্যাপার খেয়াল করো যে কেউ কিছি 50-এর নিচে নম্বর পায়নি। তাই 50 থেকে 100 পর্যন্ত কোন নম্বর কতজন পেল সেটি বের করলেই চলবে। আমার মাথায় প্রথমেই যে সমাধান আসছে সেটি হলো total_marks অ্যারেতে প্রথম দেখব, কয়টি 50 আছে, তারপর আবার দেখব কয়টি 51 আছে ... এভাবে 100 পর্যন্ত দেখব। মানে 50 থেকে 100 পর্যন্ত সব সংখ্যার জন্য total_marks অ্যারেতে সংযোগলো চেক করব।

```
for(marks = 50; marks <= 100; marks++) { লুপের সাহায্যে প্রথমে marks-এর মান 50, তারপরে 51, এভাবে এক এক করে বাড়াব 100 পর্যন্ত।
```

count = 0; ধরি মিছি শূন্য জন 'marks' নম্বর পেয়েছে। marks-এর সব কটি মানের জন্যই প্রথমে আমরা এই কাজটি করব। এবারে total_marks অ্যারেতে দেখব যে কোনো নম্বর যদি marks-এর সমান হয়, তবে count-এর মান এক বাড়িয়ে দেব। তাহলে কোনো একটি নম্বর (marks) যতবার অ্যারেতে আছে, count-এর মান তত হবে।

```
for(i = 0; i < 40; i++) {
    if(total_marks[i] == marks) {
        count++;
    }
}
printf("Marks: %d Count: %d\n", marks, count); এখানে আমরা প্রিণ্ট করি marks এবং সেটি কতবার আছে (count) তা প্রিন্ট করে দিচ্ছি।
}
```

তাহলে পুরো প্রোগ্রাম লিখে ফেলি:

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int marks, i, count;
    int total_marks[] = {86, 78, 94, 68, 92, 78, 64, 62, 72, 61, 72, 66, 65,
65, 80, 72, 62, 68, 81, 62, 56, 68, 58, 56, 82, 70, 74, 78, 76, 84, 88, 73,
62, 66, 76, 70, 67, 65, 77, 63};
    for(marks = 50; marks <= 100; marks++) {
```

```

    count = 0;
    for(i = 0; i < 40; i++) {
        if(total_marks[i] == marks) {
            count++;
        }
    }
    printf("Marks: %d Count: %d\n", marks, count);
}
return 0;
}

প্রোগ্রাম: ৬.৪

```

তেমন কঠিন কিছু নয়। নিস্টেড ফর লুপ ব্যবহার করে সহজ-সরল সমাধান করে ফেললাম। আস্বা বলো তো if-এর ভেতর যে শর্তটি আমরা পরীক্ষা করছি (`total_marks[i] == marks`) এই কাজটি প্রোগ্রামে কতবার হয়? বাইরের লুপটি মূলত 51 বার এবং প্রতিবারের জন্য ভেতরের লুপটি মূলত 40 বার। তাহলে মোট $51 \times 40 = 2040$ বার।

ওপরের প্রোগ্রামটি আমরা এখন একটু অন্যভাবে লিখার চেষ্টা করব। নিচের প্রোগ্রামটি চটপট টাইপ করে ফেলো এবং রান করো:

```

#include <stdio.h>
int main()
{
    int i;
    int total_marks[] = {86, 78, 94, 68, 92, 78, 64, 62, 72, 61, 72, 66, 65,
65, 80, 72, 62, 68, 81, 62, 56, 68, 58, 56, 82, 70, 74, 78, 76, 84, 88, 73,
62, 66, 76, 70, 67, 65, 77, 63};
    int marks_count[101];

```

```

for(i = 0; i < 101; i++) {
    marks_count[i] = 0;
}
for(i = 0; i < 40; i++) {
    marks_count[total_marks[i]]++;
}
for(i = 50; i <= 100; i++) {
    printf("Marks: %d Count: %d\n", i, marks_count[i]);
}
return 0;
}

প্রোগ্রাম: ৬.১

```

এখানে আমি যেটি করেছি, একটি অতিরিক্ত অ্যারে ব্যবহার করেছি। `marks_count` একটি ইন্টিজার টাইপের অ্যারে এবং `marks_count[n]` দিয়ে আমরা বুঝব n সংখ্যাটি কভবার `total_marks`-এর মাধ্য আছে। নম্বর যেহেতু 0 থেকে 100-এর মধ্য হতে পারে তাই আমরা ওই অ্যারেতে মোট 101টি সংখ্যা রাখার ব্যবস্থা করলাম। `int marks_count[101];` শুরুতে যেহেতু কিছুই জানি না, তাই ধরে নিই, সব সংখ্যা শূন্য বার আছে। তাই `marks_count` অ্যারের সব ঘরে 0 বসিয়ে দিই: `for(i = 0; i < 101; i++) { marks_count[i] = 0; }` এখন `total_marks` অ্যারের প্রতিটি সংখ্যার জন্য `marks_count` অ্যারের ওই ঘরের মান এক বাড়িয়ে দিই। `for(i = 0; i < 40; i++) { marks_count[total_marks[i]]++; }` বুঝতে সমস্যা হচ্ছে নাকি? একটু চিন্তা করো। যখন i -এর মান 0, তখন `total_marks[i]` হচ্ছে `total_marks[0]`, অর্থাৎ 86। এখন আমাদের দরকার হচ্ছে `marks_count` অ্যারের ওই ঘরটার (মান `marks_count[86]`) মান এক বাড়িয়ে দেওয়া। শুরুতে ছিল শূন্য, এখন হবে এক। আমরা কিছু সে কাজটি করেছি `marks_count[total_marks[i]]-এর মান এক বাড়িয়ে দিয়েছি` `marks_count[total_marks[i]]++;` আসল ব্যাপারটি এইভাবেও লেখা যেত: `t_m = total_marks[i]; marks_count[t_m]++;` এখনো যারা মাথা চুলকাচ্ছ তারা নিচের প্রোগ্রামটি কম্পিউটারে নাল করাও। এখানে প্রতিবার `marks_count[total_marks[i]]++;` করার পরে `marks_count` অ্যারেটি আমরা এক লাইন প্রিন্ট করেছি।

```

#include <stdio.h>
int main()
{
    int i, j;
    int total_marks[] = {6, 7, 4, 6, 9, 7, 6, 2, 4, 3, 4, 1};
    int marks_count[11];
    for(i = 0; i < 11; i++) {
        marks_count[i] = 0;
    }
    for(i = 0; i < 12; i++) {

```

```
    marks_count[total_marks[i]]++;
    for(j = 0; j <= 10; j++) {
        printf("%d ", marks_count[j]);
    }
    printf("\n");
}
return 0;
}

প্রাপ্তি: ৬.১০
```

Chapter 7

[প্রোগ্রামিং বই: অধ্যায় সাত] ফাংশন (Function)।

তোমরা কি একটি মজার ব্যাপার জানো? একজন লেখক সারা জীবন যতটা সময় লেখন তার চেয়ে বেশি সময় তিনি আন্দের লেখা পড়েন? ব্যাপারটি প্রোগ্রামারদের বেলাতেও সত্য। একজন প্রোগ্রামার তার প্রোগ্রামিং জীবনে যতটা সময় নিজে কোড লেখে তার চেয়ে বেশি সময় আন্দের লেখা কোড পড়ে! তাই কোড লিখার সময় খেয়াল রাখতে হবে, যেন সেটি পড়াও সুবিধাজনক হয়।

যারা বইটি শুরু থেকে পড়ে এসেছ তারা ইতিমধ্যে অনেকবার ফাংশন শব্দটি দেখেছ। যারা আরও বেশি মনোযোগ দিয়ে পড়েছ তারা এটিও খেয়াল করেছ যে `printf`, `scanf` ইত্যাদি, যেগুলো তামরা ব্যবহার করছ সেগুলো একেকটি ফাংশন। আবার `main`ও একটি ফাংশন। আমরা এবার দেখব ফাংশন ব্যাপারটি আসলে কী, এর দরকারটাই বা কী। আর তারপর আমরা নিজেদের ফাংশন তৈরি করা শিখব।

ফাংশন ব্যবহার করা হয় কোনো একটি নির্দিষ্ট কাজ করার জন্য। যেমন `printf` ফাংশনটি দিয়ে আমরা মনিটরে আউটপুট দিই। আবার `scanf`, `getchar` এসব ফাংশন দিয়ে আমরা কিবোর্ড থেকে ইনপুট নিই। এখন `printf` ফাংশনটি যে আমরা লিখলাম, কম্পিউটারের তা আর এটি ব্যবহার কথা নয়। `printf` ফাংশনটি কী কাজ করবে, কীভাবে করবে সেটি আসলে বলে দেওয়া আছে `stdio.h` নামের একটি হেডার (`header`) ফাইলের মধ্যে। এজনাই আমরা আমাদের প্রোগ্রামগুলাতে (যথানে `printf`, `scanf` ইত্যাদি ব্যবহার করেছি) ওই হেডার ফাইলটির কথা বলে দিই (`#include`)। আবার স্ট্রিং-সংক্রান্ত ফাংশনগুলো ব্যবহার করলে `string.h` — এই হেডার ফাইলটির কথাও বলে দিই। এখন চিন্তা করো, `printf` ফাংশনের এই কোডটি যদি আমাদের নিজেদের লিখতে হতো, তাহলে ব্যাপারটি কী বিবরিকরেই না হতো! এরকম অনেক ফাংশন আছে যেগুলোর ব্যবহার তামরা আস্তে আস্তে জেনে যাবে।

আচ্ছা, `main` কে ও তো আমি একটি ফাংশন বলেছি, কিন্তু এটি দিয়ে আমরা আবার কী করিন? সি ল্যাঙ্গুয়েজে এই ফাংশনটি দিয়েই আসলে আমরা একটি প্রোগ্রাম চালাই। কম্পাইলার জানে যে `main` ফাংশন যথানে আছে, সেখান থেকেই কাজ শুরু করতে হবে। তাই একটি প্রোগ্রামে কেবল একটিই `main` ফাংশন থাকে।

এবারে দেখি, আমরা নিজেরা কীভাবে ফাংশন তৈরি করতে পারি। একটি ফাংশন যখন আমরা তৈরি করব সেটির গঠন হবে মোটামুটি এই রকম:

```
return_type function_name (parameters)
{
    function_body
    return value
}
```

return_type: এখানে বলে দিতে হবে ফাংশনটি কাজ শেষ করে বের হবার সময় কী ধরনের ডাটা রিটোর্ন করবে। সেটি, `int`, `double` এসব হতে পারে। আবার কিছু রিটোর্ন করতে না চাইলে সেটি `void` হতে পারে। অর্থাৎ সে কিছুই রিটোর্ন করবে না। এর মানে দাঁড়াচ্ছে, তুমি আসলে ফাংশনকে দিয়ে কোনো একটি কাজ করাবে, সেজন্য কাজ শেষ সে তোমাকে কী ধরনের ডাটা ফেরত দেবে সেটি বলে দিতে হবে। ফাংশনের কোনো জায়গাতে তুমি যখনই `return` ব্যবহার করবে, ফাংশনটি সেই জায়গা থেকেই রিটোর্ন করবে বা বের হয়ে যাবে। অনেক ফাংশনের ভেতর দেখবে একাধিক রিটোর্ন আছে এবং সঙ্গে বিভিন্ন শর্ত দেওয়া আছে। শর্তের উপর নির্ভর করে যখনই প্রোগ্রামটি কোনো রিটোর্ন পাবে তখনই ফাংশন থেকে বের হয়ে যাবে।

function_name: এখানে আমাদের ফাংশনের নাম লিখতে হবে। ফাংশনের নাম হতে হবে অর্থপূর্ণ যাতে নাম দেখই ধারনা করা যায় যে ফাংশনটি কী কাজ করবে। যেমন কোন সংখ্যার বর্গমূল নির্ণয়ের জন্য যদি আমরা একটি ফাংশন লিখি তবে সেটির নাম আমরা দিতে পারি `square_root` বা `sqrt`। আমরা নিচ্যেই সেটির নাম `beautiful` দিব না, যদিও কম্পাইলার তাতে কোন আপত্তি করবে না।

parameters: এখানে ফাংশনটি কাজ করার জন্য প্রয়োজনীয় ডাটা আমরা দেব। যেমন স্ট্রিং-এর দৈর্ঘ্য নির্ণয়ের জন্য আমরা যখন `strlen` ফাংশনটি ব্যবহার করি সেখানে কোন স্ট্রিং-এর দৈর্ঘ্য নির্ণয় করতে হবে সেটি বলে দিতে হয় (নিলে সেটি কার দৈর্ঘ্য নির্ণয় করবে?)। আবার বর্গমূল নির্ণয়ের জন্য ফাংশন লিখলে কোন সংখ্যার বর্গমূল বের করতে হবে সেটি বলে দিতে হবে। প্যারামিটারের মাধ্যমে আমরা সেব ডাটা ওই ফাংশনের কাছে পাঠাতে পারি। আবার কোনো কিছু পাঠাতে না চাইলে সেটি থালিও রাখতে পারি। যেমন, `getchar()` বা `main()` ফাংশন। একাধিক প্যারামিটার পাঠানোর সময় প্রতিটি প্যারামিটার কমা (,) দিয়ে আলাদা করতে হবে।

function_body: ফাংশনটি কীভাবে কী কাজ করবে সেটি বডিতে বলে দিতে হবে। মানে কোড লিখতে হবে আর কি।

return value: ফাংশনটি কাজ শেষ করে, তাকে যে জায়গা থেকে কল করা হয়েছে সে জায়গায় ফিরে যায়। ফেরার সময় আমরা কোনো মান পাঠাতে পারি। যেমন `sqrt()` ফাংশন আমরা চাই সে বর্গমূল বের করবে। তো বর্গমূলটি বের করে তা সেটি ফেরত পাঠাবার ব্যবস্থা রাখতে হবে? বর্গমূলটির মান যদি `X` হয়, তবে আমরা `return X;` স্টেমেন্ট দিয়ে সেটির মান ফেরত পাঠাব।

`int root = sqrt(25);`

এখানে `sqrt` ফাংশন 25-এর বর্গমূল নির্ণয় করার পর বর্গমূলটি ফেরত পাঠাবে এবং সেটি `root` নামের একটি ইন্টিজার ভেরিয়েবলে জমা হবে।

একটি উদাহরণ দিই। তোমরা যারা গ্রিকোপমিতি পড়েছ তারা নিশ্চয়ই sin, cos, tan ইত্যাদির সঙে পরিচিত। sin 300-এর মান হচ্ছে 0.5। এখানে sin কিন্তু আসলে একটি ফাংশন, যার প্যারামিটার হিসেবে আমরা কোণের মান দিচ্ছি। আর ফাংশনটি ওই কোণের sine (সংক্ষেপে sin)-এর মান রিটোর্ন করছ।

এবাবে চলো, আর বকবক না করে প্রোগ্রামিং শুরু করে দিই। তারপর দেখি কী করলে কী হয়।

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    double a, b, c;
    a = 2.5;
    b = 2.5;
    c = a + b;
    printf("%lf\n" c);
    return 0;
}
```

প্রোগ্রাম: ৭.১

প্রোগ্রামটি চালাও। আউটপুট কী? 5.000000।

এবাবে আমরা দুটি সংখ্যা যোগ করার জন্য একটি ফাংশন লিখ ফেলি। যোগের কাজটি আর main ফাংশনের ভেতরে করব না।

```
#include <stdio.h>
int add(int num1, int num2)
{
    double sum = num1 + num2;
    return sum;
}
int main()
```

```

{
    double a, b, c;
    a = b = 2.5;
    c = add(a, b);
    printf("%lf\n", c);
    return 0;
}

```

প্রোগ্রাম: ৭.২

প্রোগ্রামটি চালাও। আউটপুট কী? **4.000000!** ওহ আমরা তা গাধার মতো একটি ভুল করেছি। num1 ও num2 তা আসল int টাইপের হবে না, double টাইপের হবে। ওই দুটি ভরিয়েবল ইন্টিজার হিসেবে ডিক্লয়ার করার কারণে 2.5 হয়ে গিয়েছে 2 (টাইপ কাস্টিয়ের কথা মনে আছে তো?)। আমরা ভুল ঠিক করে ফেলি:

```

int add(double num1, double num2)
{
    double sum = num1 + num2;
    return sum;
}

```

এবারে প্রোগ্রামটি রান করল আউটপুট কী? **5.000000!** যাক, সমস্যার সমাধান হয়ে গল! আচ্ছা, এবারে আমরা a, b-এর মান একটু বদলাই। a = 2.8; b = 2.7; করে দিই। আউটপুট কত হবে? 5.500000? এটিই হওয়া উচিত ($2.8 + 2.7 = 5.5$) কিন্তু প্রোগ্রামটি রান করে দেখো তা কত হয়? তুমি আউটপুট পাবে 5.000000। কারণ কী?

কারণ, আমাদের ফংশনের রিটোর্ন টাইপ int, যা কিনা একটি ইন্টিজার রিটোর্ন করতে সক্ষম। num1 ও num2 যাগ করার পর sum-এর মধ্যে 5.5 ঠিকই থাকবে কিন্তু রিটোর্ন করার সময় সেটি ইন্টিজারে বদলে যাবে। সুতরাং রিটোর্ন টাইপ আমরা double করে দেব।

এবার আমাদের প্রোগ্রাম ঠিকর্তাক কাজ করবে:

```

#include <stdio.h>
double add(double n1, double n2)
{
    double sum = n1 + n2;
    return sum;
}
int main()
{

```

```

    double a, b, c;
    a = 2.8;
    b = 2.7;
    c = add(a, b);
    printf("%lf\n", c);
    return 0;
}

```

প্রোগ্রাম: ৭.৩

এখন আমরা একটি এক্সেপ্রিসনেট করব। `add` ফাংশনটি `main` ফাংশনের পরে লিখব:

```

#include <stdio.h>
int main()
{
    double a = 2.8, b = 2.7, c;
    c = add(a, b);
    printf("%lf\n", c);
    return 0;
}

double add(double n1, double n2)
{
    double sum = n1 + n2;
    return sum;
}

```

প্রোগ্রাম: ৭.৪

এবাবে প্রোগ্রামটি রান করতে গেল দখবে, কম্পাইলার এর দিছে: "error: 'add' was not declared in this scope", অর্থাৎ আর `add` ফাংশনটিকে চিনতে পারছে না। তবে চিন্তা নই, এটিকে চিনিয়ে দেওয়ার ব্যবস্থা আছে। সেটি হচ্ছে `main` ফাংশনের আগে `add` ফাংশনের প্রোটোটাইপ (prototype) বলে দেওয়া:

`double add(double n1, double n2);`

প্রোটোটাইপে পুরা ফাংশনটি লিখতে হয় না। এর অংশগুলো হচ্ছে:

`return_type function_name (parameters) ;`

সেমিকোলন দিতে ভুল করবে না কিন্তু। আর প্রোটোটাইপের প্যারামিটারে যে ভেরিয়েবল ব্যবহার করবে তার সঙ্গে মূল ফাংশনের ভেরিয়েবলের নাম একরকম না হলে কোনো অসুবিধা নই, তাবে ডাটা টাইপ একই হতে হবে। এখন নিচের প্রোগ্রামটি ঠিকঠাক কাজ করবে:

```

#include <stdio.h>
double add(double x, double y);

```

```

int main()
{
    double a = 2.8, b = 2.7, c;
    c = add(a, b);
    printf("%lf\n", c);
    return 0;
}
double add(double n1, double n2)
{
    double sum = n1 + n2;
    return sum;
}

```

প্রোগ্রাম: ৭.৫

এবাব আমরা আরও কিছু পরীক্ষা-নিরীক্ষা করব।

```

#include <stdio.h>
int test_function(int x)
{
    int y = x;
    x = 2 * y;
    return (x * y);
}
int main()
{
    int x = 10, y = 20, z = 30;
    z = test_function(x);
    printf("%d %d %d\n", x, y, z);
    return 0;
}

```

প্রোগ্রাম: ৭.৬

প্রোগ্রামটি না চালিয়ে শুধু কোড দেখ বলো তো আউটপুট কী হবে? আমাদের কোনো তাড়া নেই, তাই ধীরেসুন্ধে চিন্তা করে বলো।

এবাব কে কে আমার সঙে একমত যে আউটপুট হবে:

20 10 200 (অর্থাৎ $x = 20, y = 10, z = 200$)?

কারণ x, y -এর মান তো `test_function`-এর ভেতরে আমরা বদলে দিয়েছি। প্রথমে X -এর মান 10 যাজ্জে প্যারামিটার হিসেবে, তারপরে সেই মানটি আমরা y -তে বসাচ্ছি। মানে y -এর মান এখন 10। তারপর X -এর মান বসাচ্ছি $2 * y$ মানে 20। তারপর রিটার্ন করছি $x * y$ (যার মান, $20 * 10$ বা 200)। সুতরাং Z -এর মান হবে 200।

এবার প্রোগ্রামটি চালাও, আউটপুট দখলে: 10 20 200 (অর্থা $x = 10$, $y = 20$, $z = 200$)। এমন হওয়ার কারণ কী? Z -এর মান নিয়ে কোনো আপত্তি নেই, ফাংশনটি 200 রিটোর্ন করে আর সেটি আমরা Z -এ বসিয়ে দিয়েছি। কথা হচ্ছে, X আর Y -এর মান নিয়ে। আসলে `test_function`-এর ভেতরে আমরা X , Y -এর মান পরিবর্তন করায় `main` ফাংশনের X , Y -এর কিছু আসে-যায় না। প্রত্যেক ফাংশনের ভেরিয়েবলগুলো আলাদা। একে বলে লোকাল ভেরিয়েবল (local variable)। আমরা `main` ফাংশনের X , Y -এর মান প্রিন্ট করেছি `test_function` ফাংশনের X , Y -এর মান প্রিন্ট করিনি। এক ফাংশনের লোকাল ভেরিয়েবলের অস্তিত্ব অন্য ফাংশনে থাকে না। তুমি এখন কিছু প্রোগ্রাম লিখ আরও পরীক্ষা-বিপরীক্ষা করে দেখতে পারো। কী প্রোগ্রাম লিখবে সেটি তোমার ওপর ছেড়ে দিলাম।

আমরা যদি চাই, কোনো ভেরিয়েবলের অস্তিত্ব আমাদের প্রোগ্রামের সব ফাংশনের ভেতরে থাকতে হবে, তবে আমরা সেটি করতে পারি গ্লোবাল (global) ভেরিয়েবল ডিক্লেয়ার করার মাধ্যমে। আমরা প্রোগ্রামের শুরুতে কোনো ফাংশন বা ফাংশনের প্রোটোটাইপ লিখার আগে সেগুলো ডিক্লেয়ার করে দেব। যেমন:

```
#include <stdio.h>
double pi = 3.14;
void my_fnc() {
    pi = 3.1416; /* এখানে আমরা pi-এর মান একটু পরিবর্তন করে দিলাম */
    return; /* ফাংশনের রিটোর্ন টাইপ void হল এই return; না দিলও কিন্তু চলে */
}
int main() {
    printf("%lf\n", pi); /* এখানে pi-এর মান হবে 3.14 */
    my_fnc();
    printf("%lf\n", pi); /* এখানে pi-এর মান হবে 3.1416 কারণ আমরা সেটি my_fnc ফাংশন গিয়ে বদল
দিয়েছি। */
    return 0;
}
```

আবার আমরা যদি `my_fnc` ফাংশনের ভেতরে গিয়ে `pi` নামে একটি ভেরিয়েবল ডিক্লেয়ার করতাম (`double pi;`), তবে সেটি একটি লোকাল ভেরিয়েবল হতো এবং গ্লোবাল `pi`-এর মানের কোন পরিবর্তন হতো না।

এতক্ষণ আমরা ফাংশনের প্যারামিটার হিসেবে কেবল ভেরিয়েবল ব্যবহার করেছি। এবারে আসো আমরা ফাংশনের প্যারামিটার হিসেবে অ্যারের পার্টাই। আমরা একটি প্রোগ্রাম লিখব যেটি কোনো একটি ইন্টিজার অ্যারে থেকে সবচেয়ে বড় সংখ্যাটি খুঁজে বের করবে। অ্যারে থেকে সর্বোচ্চ সংখ্যা খুঁজে বের করার কাজটি করার জন্য একটি ফাংশন লিখে ফেলি, কী বলে?

`int find_max(int ara[], int n)` { /* এখানে আমরা দুটি প্যারামিটার দিচ্ছি। প্রথমটা হচ্ছে একটি অ্যারে, আর তারপর একটি সংখ্যা যেটি নির্দেশ করবে অ্যারেতে কয়টি সংখ্যা আছে। লক্ষ করো, প্যারামিটারের যথন অ্যারের কথাটি বলে দিচ্ছি তখন সেখানে কয়টি উপাদান আছে সেটি না দিলও চলে, যেমন আমরা `int ara[11]` ও লিখতে পারতাম। */

`int max = ara[0]; /* এখানে একটি ভেরিয়েবলে ধরে নিচ্ছি যে সবচেয়ে বড় সংখ্যাটি হচ্ছে অ্যারের প্রথম সংখ্যা। তারপরে আমরা অ্যারের বাকি উপাদানগুলোর সঙ্গে maxকে তুলনা করব আর যদি অ্যারের কোনো উপাদানের মান max-এর চেয়ে বড় হয় তখন সেই মানটি max-এ রাখে দেব। অর্থা তখন আবার max হয়ে যাবে ওই অ্যারের সর্বোচ্চ সংখ্যা। */`

```
int
for(i = 1; i < n; i++) { if (ara[i] > max) {
```

```

max = ara[i]; /* ara[i] যদি max-এর চেয়ে বড় হয় তবে max-এ ara[i]-এর মানটি অ্যাসাইন করে দিছি। */
}
}
return max; /* ফাংশন থেকে সর্বোচ্চ মানটি ফেরত পাঠাচ্ছি */
}

```

এখন কথা হচ্ছে এই ফাংশনকে আমরা কল করব কীভাবে? ভেরিয়েবলের জায়গায় তো এর নাম দিয়ে কল করতে হয়, কিন্তু অ্যারের বেলায় কী দেব? অ্যারের বেলাতেও শুধু নাম দিলেই চলবে। পুরো প্রোগ্রামটি এবাবে রাখ করে দেখো:

```

#include <stdio.h>
int find_max(int ara[], int n);
int main()
{
    int ara[] = {-100, 0, 53, 22, 83, 23, 89, -132, 201, 3, 85};
    int n = 11;
    int max = find_max(ara, n);
    printf("%d\n", max);
    return 0;
}
int find_max(int ara[], int n)
{
    int max = ara[0];
    int i;
    for(i = 1; i < n; i++) {
        if (ara[i] > max) {
            max = ara[i];
        }
    }
    return max;
}
প্রয়োগ: ৭.৭

```

এখন তোমরা `find_min` নামে আরেকটি ফাংশন লখো যার কাজ হবে সবচেয়ে ছোট সংখ্যাটি খুঁজে বের করা। `find_sum`, `find_average` এসব ফাংশনও লিখে ফেলতে পারো। আর তোমাদের বিশ্বয়ই বলে দিতে হবে না এইসব ফাংশন কী কাজ করবে।

ফাংশনে ভেরিয়েবল পাস করা (**pass, পার্থক্য অর্থ**) আর অ্যারে পাস করার মধ্যে একটি গুরুত্বপূর্ণ পার্থক্য রয়েছে। আমরা ইতিমধ্যে দেখেছি যে ফাংশনের ভেতর ভেরিয়েবল পাস করলে ওই ফাংশনের ভেতরে সেটির আরেকটি কপি তৈরি হয়, সুতরাং সেখানে ওই ভেরিয়েবলের মান পরিবর্তন করলে মূল ফাংশন (যখন থেকে ফাংশন কল করা হয়েছে) ভেরিয়েবলের মানের কোনো পরিবর্তন হয় না। তবে অ্যারের বেলায় ব্যাপারটি আলাদা। আগে আমরা একটি প্রোগ্রাম লিখে দেখি:

```
#include <stdio.h>
```

```

void test_function(int ara[])
{
    ara[0] = 100;
    return;
}
int main()
{
    int ara [] = {1, 2, 3, 4, 5};
    printf ("%d\n", ara[0]);
    test_function(ara);
    printf ("%d\n", ara[0]);
    return 0;
}

```

প্রোগ্রাম: ৭.৪

এই প্রোগ্রামের আউটপুট কী হবে? প্রথম `printf` ফাংশনটি 1 প্রিণ্ট করবে সেটি নিয়ে তো কোনো সন্দেহ নেই, কিন্তু দ্বিতীয় `printf` কী প্রিণ্ট করবে? `test_function`-এর ভেতর আমরা অ্যারের প্রথম উপাদানের মান 100 অ্যাসাইন করেছি। এখন যদি সেটি মূল অ্যারেকে পরিবর্তন করে, তবে `ara[0]`-এর মান হবে 100, আর পরিবর্তন না হলে মান হবে আগে যা ছিল তা-ই, মানে 1।

আমরা আউটপুট দেখব 100, কারণ অ্যারেটির প্রথম উপাদানের মান পরিবর্তিত হয়েছে। অর্থাৎ আমরা বুঝতে পারলাম ফাংশনের ভেতরে অ্যারে পাস করালে ওই অ্যারের আলাদা কোনো কপি তৈরি হয় না। কারণ হচ্ছে আমরা ফাংশনের ভেতর অ্যারের নামটি কেবল পার্টাই, যেটি কিনা ওই অ্যারেটি মেমোরিতে কোন জায়গায় আছে তার অ্যাড্রেস। এখন তোমরা বুঝে নিঃস্বাক্ষর করে নিশ্চিয়ত একটি ফাংশন লিখে ফেলো। ক্ষেত্রফল বের করার সূত্রটি মনে আছে তো? মনে না থাকলে জ্যামিতি বই থেকে দেখ নাও।

Chapter 8

[প্রোগ্রামিং বই: অধ্যায় আট] বাইনারি সার্চ।

একটি সহজ খেলা দিয়ে শুরু করা যাক। এটি খেলতে দুজন দরকার। একজন মনে মনে একটি সংখ্যা ধরবে। আর দ্বিতীয়জন কিছু প্রশ্ন করে সেই সংখ্যাটি বের করবে। তবে 'তামার সংখ্যাটি কত?' - এমন প্রশ্ন কিন্তু সরাসরি করা যাবে না। প্রশ্নটি হচ্ছে: সংখ্যাটি কি N (একটি সংখ্যা) -এর চেয়ে বড়, ছোট নাকি সমান?

আর সংখ্যাটি কিন্তু একটি নির্দিষ্ট সীমার মধ্যে হতে হবে (যেমন 1 থেকে 100, 10 থেকে 1000, -1000 থেকে 100000)।

এখন ধরা যাক, প্রথমজন যে সংখ্যাটি ধরেছে সেটি 1 থেকে 1000-এর ভেতর একটি সংখ্যা। তাহলে কিন্তু সর্বোচ্চ এক হাজার বার 'সংখ্যাটি কি N-এর সমান?' প্রশ্নটি করে সেটি বের করে ফেলা যায়। (সংখ্যাটি কি 1? সংখ্যাটি কি 2? ... সংখ্যাটি কি 999?, সংখ্যাটি কি 1000?)। এভাবে প্রশ্ন করতে থাকাল সংখ্যাটি অবশ্যই বের হবে। তবে ভাগ্য খারাপ হল এক হাজার বার ওই প্রশ্নটি করতে হবে।

কিন্তু আমাদের তো এত সময় নেই। ধরা যাক, 1 থেকে 1000-এর ভেতর ওই সংখ্যাটি হচ্ছে 50। তাহলে আমাদের প্রথম প্রশ্ন হবে:

- ১) সংখ্যাটি কি 500-এর চেয়ে বড়, ছোট নাকি সমান? ছোট।
- ২) সংখ্যাটি কি 250-এর চেয়ে বড়, ছোট নাকি সমান? ছোট।
- ৩) সংখ্যাটি কি 125-এর চেয়ে বড়, ছোট নাকি সমান? ছোট।
- ৪) সংখ্যাটি কি 62-এর চেয়ে বড়, ছোট নাকি সমান? ছোট।
- ৫) সংখ্যাটি কি 31-এর চেয়ে বড়, ছোট নাকি সমান? বড়।
- ৬) সংখ্যাটি কি 46-এর চেয়ে বড়, ছোট নাকি সমান? বড়।
- ৭) সংখ্যাটি কি 54-এর চেয়ে বড়, ছোট নাকি সমান? ছোট।
- ৮) সংখ্যাটি কি 50-এর চেয়ে বড়, ছোট নাকি সমান? সমান।

আমরা মাত্র আটটি প্রশ্ন করেই সংখ্যাটি পেয়ে গেছি!

তোমরা নিশ্চয়ই পদ্ধতিটি বুঝে ফেলেছ? প্রতিবার প্রশ্ন করে সংখ্যাটি যে সীমার মধ্যে আছে তাকে অর্ধেক করে ফেলা হয়েছ। থেলা শুরুর সময় সীমাটি ছিল 1 থেকে 1000। তারপর সেটি হয়েছে 1 থেকে 500। তারপর 1 থেকে 250, 1 থেকে 125, 1 থেকে 62, 31 থেকে 62, 46 থেকে 62, 46 থেকে 54।

সংখ্যা খুঁজে বের করার এই পদ্ধতিকে বলে বাইনারি সার্চ। চলো আমরা তাহলে অ্যালগরিদমটি লিখার চেষ্টা করি:

বাইনারি সার্চ (low, high, N): (শুরুতে আমাদের তিনটি সংখ্যা জানতে হবে, সংখ্যাটির নিম্নসীমা (low), উচ্চসীমা (high) এবং সেই সংখ্যা (N))

ধাপ 1: $mid = (\text{low} + \text{high}) / 2$

ধাপ 2: যদি mid এবং N -এর মান সমান হয় তবে ধাপ 5-এ যাও।

ধাপ 3: যদি N , mid -এর চেয়ে বড় হয়, তাহলে $\text{low} = mid + 1$. ধাপ 1-এ যাও।

ধাপ 4: যদি N , mid -এর চেয়ে ছোট হয়, তাহলে $\text{high} = mid - 1$. ধাপ 1-এ যাও।

ধাপ 5: সংখ্যাটি পেয়ে গেছি (mid)।

এখন আমরা দেখব একটি অ্যারে থেকে কীভাবে বাইনারি সার্চ করে কোনো সংখ্যা খুঁজে বের করতে হয়। অ্যারেতে কিন্তু সংখ্যাগুলো ছোট থেকে বড় কিংবা বড় থেকে ছোট ক্রমানুসারে থাকতে হবে। নইলে বাইনারি সার্চ ব্যবহার করা যাবে না। কারণটি কি কেউ বলতে পারে?

প্রথমে আমরা একটি ইন্টিজার অ্যারে নিই যেখানে সংখ্যাগুলো ছোট থেকে বড় ক্রমানুসারে সাজানো আছে।

`int ara[] = {1, 4, 6, 8, 9, 11, 14, 15, 20, 25, 33, 83, 87, 97, 99, 100};`

এখন বলা তো low আর $high$ -এর মান কত হবে? $low = 1$ এবং $high = 100$? ঠিকই ধরেছ কিন্তু এখানে একটু সমস্যা আছে। আমরা এখানে সব সংখ্যার মধ্যে খুঁজব না, বরং অ্যারের ইনডেক্সের মধ্যে খুঁজব। আর অ্যারের ইনডেক্সগুলো ক্রমানুসারে থাকে বালৈ অ্যারেতে বাইনারি সার্চ করা যায়। এখানে `ara`-এর সর্বনিম্ন ইনডেক্স হচ্ছে 0 এবং সর্বোচ্চ ইনডেক্স হচ্ছে 15। তাহলে আমরা দুটি ভেরিয়েবলের মান নির্দিষ্ট করে দিই -

`low_indx = 0;`

```

high_indx = 15;
যে সংখ্যাটি খুঁজব ধরা যাক সেটি হচ্ছ 97।
num = 97;

```

তোমাদের অনেকেই হয়তো ভাবছ, num সংখ্যাটি যদি ara-তে না থাকে তখন কী হবে? সেটিও আমরা দেখব। সংখ্যাটি যদি খুঁজে পাওয়া না যায় তবে সেটি জানিয়ে দেওয়ার ব্যবস্থা রাখতে হবে আমাদের প্রোগ্রামে।

আমাদের যেহেতু খুঁজার কাজটি বারবার করতে হবে, আমাদেরকে একটি লুপ ব্যবহার করতে হবে। লুপের ভেতর আমরা খুঁজার্থুঁজি করব আর সংখ্যাটি পেয়ে গেল (কিংবা সংখ্যাটি নেই সেটি নিশ্চিত হল) আমরা লুপ থেকে বের হয়ে যাব।

```

while(1) {
    mid_indx = (low_indx + high_indx) / 2;
    if(num == ara[mid_indx]) {
        /* num যদি ara[mid_indx]-এর সমান হয়, তবে সেটি আমরা পেয়ে গেছি */
        break;
    }
    if(num < ara[mid_indx]) {
        /* num যদি ara[mid_indx]-এর ছোট হয়, তবে আমরা low_indx থেকে mid_indx - 1 সীমার
মধ্য খুঁজব। */
        high_indx = mid_indx - 1;
    }
    else {
        /* num যদি ara[mid_indx]-এর বড় হয়, তবে আমরা mid_indx + 1 থেকে high_indx সীমার
মধ্য খুঁজব। */
        low_indx = mid_indx + 1;
    }
}

```

বাইলারি সারের প্রোগ্রাম আমরা লিখে ফেললাম। খুবই সহজ-সরল প্রোগ্রাম। সংখ্যাটি খুঁজে না পাওয়া পর্যন্ত লুপটি চলতেই থাকবে, কারণ আমরা লিখছি while(1) আর 1 সব সময় সত্যি। কিন্তু সংখ্যাটি যদি ara-তে না থাকে তবে লুপটি চলতেই থাকবে এবং আমাদের প্রোগ্রাম কথনো বন্ধ হবে না। সুতরাং একটা ব্যবস্থা করা দরকার। আচ্ছা, আমরা কীভাবে বুঝব যে সংখ্যাটি ara-তে নেই? তোমরা ইতিমধ্যে লক্ষ করেছ যে আমরা প্রতিবার সারের সীমাটো অর্ধক করে ফেলি। এভাবে চলতে থাকলে একসময় ওই সীমার ভেতর একটি সংখ্যাই থাকবে। তখন low এবং high-এর মান সমান হবে। আর প্রতিবার যেহেতু হয় low-এর মান বাড়ছে নাহয় high-এর মান কমছে, সুতরাং যেবার low আর high সমান হবে, তার পরের বার low-এর মান high-এর মানের চেয়ে বেশি হবে। তখন আমরা বুঝব যে সংখ্যাটি খুঁজে পাওয়া যায়নি। সুতরাং যতক্ষণ low <= high ততক্ষণ লুপটি চলবে। লুপ থেকে বের হয়ে যদি দেখি low > high, তখন বুঝব যে সংখ্যাটি খুঁজে পাওয়া যায়নি, আর না হল বুঝব সংখ্যাটি খুঁজে পাওয়া গেছ এবং-এর মান ara[mid_indx]।

তাহলে পুরো প্রোগ্রামটি এবাবে লিখে ফেলা যাক:

```

#include <stdio.h>
int main()
{
    int ara[] = {1, 4, 6, 8, 9, 11, 14, 15, 20, 25, 33 83, 87, 97, 99, 100};
    int low_indx = 0;
    int high_indx = 15;

```

```

int mid_indx;
int num = 97;
while (low_indx <= high_indx) {
    mid_indx = (low_indx + high_indx) / 2;
    if (num == ara[mid_indx]) {
        break;
    }
    if (num < ara[mid_indx]) {
        high_indx = mid_indx - 1;
    }
    else {
        low_indx = mid_indx + 1;
    }
}
if (low_indx > high_indx) {
    printf("%d is not in the array\n", num);
}
else {
    printf("%d is found in the array. It is the %d th element of the
array.\n", ara[mid_indx], mid_indx);
}
return 0;
}

```

প্রগ্রাম: ৪.১
 এবার তোমাদের কাজ হবে বাইনারি সারে জন্য একটি আলাদা ফাংশন লেখা

আর বাইনারি সার্চ কীভাবে কাজ করে, মেটি এখানে সুন্দর করে অ্যানিমেশনের মাধ্যমে বোঝানো হয়েছে:
<http://video.franklin.edu/Franklin/Math/170/common/mod01/binarySearchAlg.html>

Chapter 9

[প্রোগ্রামিং বই: অধ্যায় নং] স্ট্রিং (string)।

তোমরা যারা string শব্দটির বাংলা অর্থ জানো, তাদের আতঙ্কিত হওয়ার কোনো কারণ নই, প্রোগ্রামিংয়ে স্ট্রিং মোটেও দড়ি টোল্টানির মতো কষ্টকর ব্যাপার নয়। আবার তোমাদের মধ্যে যারা একটু জানী টাইপের তাদের মাথায় হয়তো স্ট্রিং খিওরী শব্দটি চল এসেছে। যা-ই হোক, উদ্বেগের কোনো কারণ নই।

এক বা একাধিক character মিলে string তৈরি হয়। সোজা কথায় স্ট্রিং হচ্ছে ক্যারেক্টার টাইপের অ্যারে। তবে প্রোগ্রামিংয়ে এটির ব্যবহার এতই বিশি যে কোনো কোনো ল্যাঙ্গুয়েজে স্ট্রিংকে আলাদা একটি ডাটা টাইপ হিসেবে ধরা হয়। তবে সি-তে আমরা char টাইপের অ্যারে দিয়েই স্ট্রিংের কাজ করব।

নিচের উদাহরণগুলো লক্ষ করো:

```
char country[11] = {'B', 'a', 'n', 'g', 'l', 'a', 'd', 'e', 's', 'h', '\0'};  
char country[] = {'B', 'a', 'n', 'g', 'l', 'a', 'd', 'e', 's', 'h', '\0'};  
char country[] = "Bangladesh";  
char *country = "Bangladesh";
```

এভাবে আমরা স্ট্রিং ডিক্লারেশন করতে পারি। চারাটি ডিক্লারেশন আসলে একই জিনিস। সবার পেছে একটি Null character ('\0') দিলে কম্পাইলার বুঝতে পারে এখানেই স্ট্রিংের শেষ। আবার ভূতীয় উদাহরণে অ্যারের উপাদানগুলো আলাদা করে লেখা হয়নি, একসঙ্গে লেখা হয়েছে। এ ক্ষেত্রে কম্পাইলার নিজেই Null character বসিয়ে নেব। চতুর্থ উদাহরণটি একটু অদ্ভুত। এখানে যে জিনিসটা ব্যবহার করা হয়েছে তার নাম পয়েন্টার (pointer)। এ বইতে এরকম জিনিস আমরা মাঝে মাঝে ব্যবহার করলেও বিস্তারিত আলোচনায় যাব না।

এবারে প্রোগ্রাম লিখার পালা।

```
#include <stdio.h>  
int main()  
{  
    char country[] = {'B', 'a', 'n', 'g', 'l', 'a', 'd', 'e', 's', 'h', '\0'};  
    printf("%s\n", country);  
    return 0;  
}  
প্রোগ্রাম: ১.১
```

এখানে লক্ষ করো যে printf-এর ভেতরে %s ব্যবহার করা হয়েছে স্ট্রিং প্রিন্ট করার জন্য। আর অ্যারেতে পেছের '\0'টা ব্যবহার না করলেও চলে আসল। বর্তমানের কম্পাইলারগুলো এটি বুঝে নিতে পারে।

```
#include <stdio.h>  
int main()  
{  
    char country[] = {'B', 'a', 'n', 'g', 'l', 'a', 'd', 'e', 's', 'h', ' ',  
    'i', 's', ' ', 'm', 'y', ' ', 'c', 'o', 'u', 'n', 't', 'r', 'Y'};  
    printf("%s\n", country);  
    return 0;  
}
```

প্রোগ্রাম: ১.২

প্রোগ্রামটি চালাও। তারপর নিচের প্রোগ্রামটি চালাও। আউটপুট কি পার্থক্য দেখতে পাছ? পার্থক্যের কারণটা কী?

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    char country[] = {'B', 'a', 'n', 'g', 'l', 'a', 'd', 'e', 's', 'h',
'0', 'i', 's', ' ', 'm', 'y', ' ', 'c', 'o', 'u', 'n', 't', 'r', 'y'};
    printf("%s\n", country);
    return 0;
}
```

প্রোগ্রাম: ১.৩

পার্থক্যটা কী সেটি তোমরা প্রোগ্রাম দুটি কম্পিউটারে চালালেই বুঝবে। পার্থক্যের কারণ হচ্ছে দ্বিতীয় প্রোগ্রামে স্ট্রিংয়ের ভেতরে এক জায়গায় '\0' থাকায় কম্পাইলার ধরে নিচে ওখানে স্ট্রিংটা শেষ হয়ে গেছে।

এবাবে আমরা একটি প্রোগ্রাম লিখব। একটি স্ট্রিংয়ের ভেতরের সব অক্ষরকে বড় হাতের অক্ষর (অর্থাৎ capital letter বা uppercase character) রূপান্তর করা। তবে এর জন্য আমাদের একটি জিনিস জানতে হবে। প্রতিটি অক্ষরের বিপরীতে কম্পিউটার একটি সংখ্যার কাড় ব্যবহার করে। সেই কাড় অনুযায়ী, 'A'-এর মান হচ্ছে 65, 'B'-এর মান হচ্ছে 66, 'C'-এর মান হচ্ছে 67... এভাবে 'Z'-এর মান হচ্ছে 90। তেমনই 'a' হচ্ছে 97, 'b' হচ্ছে 98... এভাবে 'z' হচ্ছে 122। সুতরাং কোনো ক্যারেক্টার বড় হাতের কি না সেটি আমরা নির্ণয় করতে পারি এভাবে: if(ch >= 'A' && ch <= 'Z') অথবা if(ch >= 65 && ch <= 90)। তেমনই ছোট হাতের অক্ষরের জন্য: if(ch >= 'a' && ch <= 'z') অথবা if(ch >= 97 && ch <= 122)। এখন কোনো ক্যারেক্টার যদি ছোট হাতের হয়, তবে তাকে বড় হাতের অক্ষরে রূপান্তর করার উপায় কী? উপায় খুব সহজ। একটি উদাহরণ দেখা: char ch = 'c'; ch = 'A' + (ch - 'a'); এখানে যদি হচ্ছে, প্রথমে ch থেকে 'a' বিয়োগ করা হচ্ছে মানে 'c' থেকে 'a' বিয়োগ (আসলে 99 থেকে 97 বিয়োগ হচ্ছে)। বিয়োগফল 2। এবাবে 'A'-এর সঙ্গে যদি ওই 2 যোগ করে দিই তবে সেটি 'C' হয়ে যাবে!

এখন প্রোগ্রামটি লিখে ফেলা যাক:

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    char country[] = {'B', 'a', 'n', 'g', 'l', 'a', 'd', 'e', 's', 'h'};
    int i, length;
    printf("%s\n", country);
    length = 10;
```

```

for(i = 0; i < length; i++) {
    if(country[i] >= 97 && country[i] <= 122) {
        country[i] = 'A' + (country[i] - 'a');
    }
}
printf("%s\n", country);
return 0;
}

প্রগ্রাম: ১.৪

```

এখন তামরা uppercase থেকে lowercase-এ রূপান্তরের প্রোগ্রামটি লিখে ফেলো। তারপরে আবার বইটি পড়া শুরু করো।

এখানে লক্ষ করো যে স্ট্রিংয়ে (ক্যারেক্টারের অ্যারেতে) মোট কয়টি উপাদান আছে সেটি আমি দেখেই লিখে ফেলেছি এবং সরাসরি বসিয়ে দিয়েছি
`length = 10!`

এবার আমরা কোনো স্ট্রিংয়ের দৈর্ঘ্য মাপার জন্য একটি ফাংশন লিখব! এটি তেমন কঠিন কিছু নয়। একটি লুপের সাহায্যে স্ট্রিংয়ের প্রতিটি উপাদান পরীক্ষা করতে হবে এবং Null character ('\0') পেল লুপ থেকে বের হয়ে যাবে অর্থাৎ, '\0' না পাওয়া পর্যন্ত লুপ চলতে থাকবে। আর লুপ যতবার চলবে স্ট্রিংয়ের দৈর্ঘ্যও তত হবে।

```

#include <stdio.h>
int string_length(char str[])
{
    int i, length = 0;
    for(i = 0; str[i] != '\0'; i++) {
        length++;
    }
    return length;
}

```

```

}

int main()
{
    char country[100];
    int length;
    while(1 == scanf ("%s", country)) {
        length = string_length(country);
        printf("length: %d\n", length);
    }
    return 0;
}

```

প্রোগ্রাম: ১.৫

ওপৱের প্ৰোগ্ৰামটোয় তোমৰা দেখতে পাই যে ইনপুট নওয়াৰ জন্য `scanf` কাংশন ব্যবহাৰ কৱা হয়েছে এবং স্ট্ৰিং ইনপুট নওয়াৰ জন্য `%s` ব্যবহৃত হয়েছে। `scanf` কাংশনটি যতটি উপাদান ইনপুট হিসেবে নেয়, সেই সংখ্যাটি রিটাৰ্ন কৱা। সাধাৰণত রিটাৰ্ন ভ্যালুটি আমাদেৱ দৰকাৱ হয় না, তাই `scanf` ব্যবহাৰ কৱলৈও আমৰা ওই ভ্যালুটি রাখি না। যেমন দুটি ইন্টজাৰ ইনপুট নিতে গলে আমৰা লিখি: `scanf("%d %d", &n1, &n2);`। আমৰা এটি চাইল এভাৱেও লিখতে পাৰতাম: `value = scanf("%d %d", &n1, &n2);`। তোমৰা প্ৰিণ্ট কৱল দেখাৰ `value`-এৰ মান ২। `while(1 == scanf ("%s", country))` লাইন যেটি ঘটছে তা হলো, যতক্ষণ একটি `country`-এৰ নাম `scanf` দিয়ে ইনপুট নওয়া হচ্ছে, কাংশনটি ১ রিটাৰ্ন কৱছে, আৱ লুপৱ ভেতৱেৱ কড়িশন সত্তা হচ্ছে (`1 == 1`), তাই লুপৱ কাজ চলতে থাকব।

আৱেকটি জিনিস খয়াল কৱো যে `country`-এৰ আগে কোন & চিহ্ন ব্যবহাৰ কৱা হয়নি। তোমৰা `&country` লিখ দেখা প্ৰোগ্ৰামটি কী আচৰণ কৱে। তবে `%s` ব্যবহাৰেৱ একটি সমস্যা হচ্ছে স্ট্ৰিংয়ে কোনো হোয়াইটস্পেস ক্যারেক্টাৱ (যেমন: স্পেস, ট্যাব ইত্যাদি) থাকা যাবে না, এমন কিছু পেলে `scanf` ওই ক্যারেক্টাৱ পৰ্যন্ত একটি স্ট্ৰিং ধৰে নেয়। যেমন, ইনপুট যদি হয় `this is` তবে `scanf` প্ৰথম `this`কেই স্ট্ৰিং হিসেবে নেবে, তাৱপৱে যদি আবাৱ `scanf` কাংশন কল কৱা হয়, তবে `is`কে সে স্ট্ৰিং হিসেবে ইনপুট নিয়ে নেবে। এই সমস্যা এড়ানোৱ জন্য আমৰা `gets` কাংশন ব্যবহাৰ কৱতে পাৰি। নিচেৱ উদাহৰণটি দেখো:

```

#include <stdio.h>
int main()
{
    char ara[100];
    while(NULL != gets(ara)) {
        printf("%s\n", ara);
    }
    return 0;
}

```

প্রোগ্রাম: ১.৬

এই প্রোগ্রামটিও চলতে থাকবে যতক্ষণ না তুমি **ctrl + z** (মানে কি-বোর্ড **ctrl** ও **z** একসঙ্গে) চাপো, লিনাক্সের জন্য **ctrl + d** **ctrl + z** বা **ctrl + d** দিল **gets** ফাংশনটি **NULL** রিটোর্ন করে। আরেকটি জিনিস লক্ষ করো যে আমি **char arr[100];** ডিক্লেয়ার করে শুরুতেই বলে দিয়েছি স্ট্রিংয়ের সর্বোচ্চ দৈর্ঘ্য হবে 100।

আরেকটি ব্যাপার। **string_length** ফাংশনের ভেতরে আসলে দুটি ভেরিয়েবল ব্যবহার না করলেও চল। আমরা ফাংশনটি এভাবেও লিখতে পারি:

```
int string_length(char str[])
{
    int i;
    for(i = 0; str[i] != '\0'; i++);
    return i;
}
```

এখন তোমাদের কাজ হবে **string_length** ফাংশনটি **for** লুপ ব্যবহার না করে **while** লুপ ব্যবহার করে লখা।

আমাদের পরবর্তী প্রোগ্রামের লক্ষ্য হবে দুটি স্ট্রিং জোড়া দেওয়া বা **concatenate** করা। যেমন একটি স্ট্রিং যদি হয় "bangla" এবং আরেকটি স্ট্রিং যদি হয় "desh" তবে দুটি জোড়া দিয়ে "bangladesh" বানাতে হবে।

প্রথমেই স্ট্রিংগুলো ডিক্লেয়ার করে নেই: **char str1[] = "bangla", str2[] = "desh", str3[12];**

আমাদের লক্ষ্য হচ্ছে **str3**-তে "bangladesh" রাখা। খুব সুবিধা হতো যদি আমরা এমন কিছু লিখতে পারতাম: **str3 = str1 + str2;**

কিন্তু 'সি'-তে এভাবে দুটি অ্যারে বা স্ট্রিং যোগ করা যায় না। তাই একটি একটি করে **str1**-এর উপাদানগুলো **str3**-তে কপি করতে হবে, তারপর **str2**-এর উপাদানগুলো **str3**-তে কপি করতে হবে।

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    char str1[] = "bangla", str2[] = "desh", str3[12];
    int i, j, length1 = 6, length2 = 4;
    for(i = 0, j = 0; i < length1; i++, j++) {
        str3[j] = str1[i];
    }
}
```

```

for(i = 0, j = 0; i < length2; i++, j++) {
    str3[j] = str2[i];
}
str3[j] = '\0';
printf("%s\n", str3);
return 0;
}

```

প্রোগ্রাম: ১.৭

প্রোগ্রামটি চালাও। আউটপুট কী আসা উচিত? **bangladeshI** কিন্তু আউটপুট এসেছে **deshI**। আমরা কিছু একটা ভুল করেছি। তামাদের এখন সেই ভুলটি ঠিক করার টেস্ট করা উচিত। অন্তত তিনিশ মিনিট টেস্টের পরও যদি ভুল বের করতে না পারো তবে আবার বইটি পড়া শুরু করো।

```

for(i = 0, j = 0; i < length1; i++, j++) {
    str3[j] = str1[i];
}

```

এখানে আমরা শুরুতেই **i**-এর মান 0 করেছি কারণ **i**কে আমরা **str1**-এর ইনডেক্স হিসেবে ব্যবহার করব। **j**কে ব্যবহার করব **str3**-এর ইনডেক্স হিসেবে তাই **j**-এর মানও 0 করা হয়েছে। তারপর একে একে **str1**-এর উপাদানগুলো **str3**-তে কপি করছি এবং **i** ও **j**-এর মান 1 করে বাড়াচ্ছি (**i++**, **j++**)। লুপ শেষ হওয়ার পরে **i** ও **j** প্রত্যক্ষের মান হবে 6।

এখন পরের লুপে আমরা **str2**-কে **str3**-তে কপি করব। এখন **str2**-এর ইনডেক্স হিসেবে যদি **i** ব্যবহার করি, তবে তার মান লুপের শুরুতেই আবার 0 করে দিতে হবে। আমরা সেটি করেছি। কিন্তু ভুল করেছি সেই সঙ্গে **j**-এর মান 0 করে দিয়ে। **j**-এর মান 0 করলে তো **str2**-এর প্রথম (0তম) উপাদান **str3**-এর প্রথম (0তম) উপাদান হিসেবে কপি হবে, কিন্তু আমরা তা সেটি চাই না। আমরা চাই **str2**-এর প্রথম উপাদান হবে **str3**-এর সঞ্চার উপাদান। তাহলে **j**-এর মান 0 করা যাবে না। তাই ইতীয় লুপটি হবে এমন:

```

for(i = 0; i < length2; i++, j++) {
    str3[j] = str2[i];
}

```

আরেকটি ব্যাপার লক্ষ করো। ইতীয় লুপ থেকে বের হবার পরে **str3**-এর শেষ ঘরে '**\0**' অ্যাসাইন করেছি (**str3[j] = '\0';**) যাতে স্ট্রিংটা যে ওখানেই শেষ, এটি কম্পাইলার বুঝতে পারে।

আমাদের পরবর্তী প্রোগ্রাম হবে দুটি স্ট্রিংয়ের মধ্যে তুলনা করা। অর্থাৎ দুটি স্ট্রিংয়ের মধ্যে ছোট, বড়, সমান নির্ণয় করা। সংখ্যার ক্ষেত্রে যেমন **>**, **<**, **>=**, **<=**, **==** চিহ্ন ব্যবহার করে তুলনা করা যায়, স্ট্রিংয়ের ক্ষেত্রে সেই ব্যবস্থা নাই। কিন্তু স্ট্রিংয়ের ক্ষেত্রে প্রায়ই আমাদের এই তুলনা করার দরকার পড়াব। যেমন ধরো, সার্টিংয়ের ক্ষেত্রে যেখানে ছোট থেকে বড় বা বড় থেকে ছোট ক্রমানুসারে সাজাতে হবে (**alphabetical ordering**)। স্ট্রিংয়ে ছোট-বড় আবার কী? বেশি কথা বলে ব্যাখ্যা না করে কিছু উদাহরণ দিই, তাহলেই বুঝতে পারব। '**aaa**'-এর চেয়ে '**aab**' বড়। আবার '**ba**' ও '**ca**'-এর মধ্যে '**ca**' বড়। এই প্রোগ্রামে আমরা একটি ফাংশন লিখব **string_compare()** যেটির কাজ হবে দুটি স্ট্রিংয়ের মধ্যে তুলনা করে প্রথমটি ইতীয়িটির চেয়ে বড় হল 1 রিটোর্ন করবে, ছোট হল -1 আর দুটি সমান হল 0 রিটোর্ন করবে। ফাংশনের রিটোর্ন টাইপ হবে ইন্টিজার এবং প্যারামিটার হবে দুটি **Char** টাইপের অ্যারে।

```

int string_compare(char a[], char b[])
{
}

```

আমাদের মূল কাজ হবে **a**-এর প্রথম উপাদানের সঙ্গে **b**-এর প্রথম উপাদান, **a**-এর দ্বিতীয় উপাদানের সঙ্গে **b**-এর দ্বিতীয় উপাদান এভাবে তুলনা করতে থাকা। যখনই **a**-এর কোনো উপাদান **b**-এর কোনো উপাদানের চেয়ে ছোট হবে, আমরা সঙ্গে বলে দিতে পারি যে **a**, **b**-এর চেয়ে ছোট। সূতরাং -1 রিটুর্ন করে ফাংশন থেকে বের হয়ে আসব। একইভাবে যখনই **a**-এর কোনো উপাদান **b**-এর কোনো উপাদানের চেয়ে বড় হবে, সঙ্গে সঙ্গে 1 রিটুর্ন করে ফাংশন থেকে বের হয়ে আসব কারণ **a**, **b**-এর চেয়ে বড়। কিন্তু যদি সবগুলোই সমান হয়? তখন আমরা 0 রিটুর্ন করব। তাতে বুঝব যে স্ট্রিং দুটি সমান।

```

int string_compare(char a[], char b[])
{
    int i, j;
    for(i = 0; a[i] != '\0' && b[i] != '\0'; i++) {
        if(a[i] < b[i]) {
            return -1;
        }
        if(a[i] > b[i]) {
            return 1;
        }
    }
    if(string_length(a) == string_length(b)) {
        return 0;
    }
    if(string_length(a) < string_length(b)) {
        return -1;
    }
    if(string_length(a) > string_length(b)) {
        return 1;
    }
}

```

স্ট্রিংের বেসিক জিনিসগুলো নিয়ে আলোচনা করলাম। তবে মজার ব্যাপার হচ্ছে সি ল্যাঙ্গুয়েজে একটি হেডার ফাইল আছে, যার নাম **string.h** এবং ওইখানে বেশিরভাগ স্ট্রিং-সংক্রান্ত কাজের জন্য ফাংশন তৈরি করে দেওয়া আছে (যেমন: **strcmp**, **strlen**, **strcpy** ইত্যাদি)। তোমাদের দিয়ে কাজগুলো আমি আবার করলাম বলে দুঃখ পাওয়ার কানো কারণ নই, আমার ওপর রাগ করারও কিছু নই। মৌলিক জিনিসগুলো শিখ রাখা সব সময়ই গুরুত্বপূর্ণ, যা তোমার প্রোগ্রামিং চিন্তাক বিকশিত করবে।

এখন আমরা আরেকটি প্রোগ্রাম লিখব যেটি ইনপুট হিসেবে একটি স্ট্রিং নিবে (যেখানে অনেকগুলো শব্দ থাকবে)। এই স্ট্রিংের সর্বোচ্চ দৈর্ঘ্য হবে 1000। শব্দগুলোর মাঝখানে এক বা একাধিক স্পেস থাকবে। আউটপুট হিসেবে প্রতিটি শব্দ আলাদা লাইনে প্রিন্ট করতে হবে। বিভাগচিহ্নগুলো (punctuation) প্রিন্ট করা যাবে না এবং শব্দের প্রথম অক্ষর হবে বড় হাতের।

অনেক শর্ত দিয়ে ফেললাম। তবে প্রোগ্রামটি খুব কঠিন কিছু নয়। নিজে নিজে চেষ্টা করতে পারো। আর না পারলে এখন চলো দেখি কীভাবে সমাধান করা যায়।

প্রথম কথা হচ্ছে, ইনপুট নেব কীভাবে? বুজতেই পারছ যে ইনপুট যেহেতু স্পেস থাকবে, `scanf("%s")` ব্যবহার করা যাবে না। তাই আমরা `gets()` ব্যবহার করব। তার পরের কথা হচ্ছে একটি শব্দ কোন কোন ক্যারেক্টার থাকতে পারে? যেহেতু বলা নেই, আমরা ধরে নিই '`'a'`' থেকে '`'z'`', '`'A'`' থেকে '`'Z'`' আর '`'0'`' থেকে '`'9'`' থাকবে।

তার পরের প্রশ্ন হচ্ছে, আমরা কখন বুঝব বা আমাদের প্রোগ্রামকে কীভাবে বোঝাবো যে একটি শব্দ শুরু হয়েছে?-এর জন্য আমরা একটি ভেরিয়েবল রাখতে পারি। ভেরিয়েবলের নাম যদি দিই `is_word_started` তাহলে এর মান `0` হল বুঝব শব্দ শুরু হয়নি, শব্দ শুরু হল এর মান আমরা `1` করে দেব। আবার শব্দ শেষ হল `0` করে দেব। যখন দেখব শব্দ শুরু হয়ে গেছে (`is_word_started`-এর মান `1`) কিন্তু কোনো ক্যারেক্টারের মান '`'a'` – '`'z'`' বা '`'A'` – '`'Z'`', বা '`'0'` – '`'9'`' এই রেঞ্জের মধ্যে নেই, তখনই বুঝব শব্দটি শেষ। তামরা যদি এর আগে প্রোগ্রামটি চেষ্টা করার পরও লিখতে না পারো, এখন চেষ্টা করল পরাবে আশা করি। আমি এখন কোডটি লিখে দেব তবে সেটি দেখার আগ অবশ্যই নিজে করার চেষ্টা করতে হবে।

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
int main()
{
    char s[1002], word[100];
    int i, j, length, is_word_started;
    gets(s);
    length = strlen(s);
    is_word_started = 0;
    for (i = 0, j = 0; i < length; i++) {
        if (s[i] >= 'a' && s[i] <= 'z') {
            if (is_word_started == 0) {
                is_word_started = 1;
                word[j] = 'A' + s[i] - 'a'; // first character is capital
                j++;
            }
            else {
                word[j] = s[i];
                j++;
            }
        }
        else if (s[i] >= 'A' && s[i] <= 'Z') {
            if (is_word_started == 0) {
                is_word_started = 1;
            }
            word[j] = s[i];
        }
    }
}
```

```

        j++;
    }
    else if (s[i] >= '0' && s[i] <= '9') {
        if (is_word_started == 0) {
            is_word_started = 1;
        }
        word[j] = s[i];
        j++;
    }
    else {
        if (is_word_started == 1) {
            is_word_started = 0;
            word[j] = '\0';
            printf("%s\n", word);
            j = 0;
        }
    }
}
return 0;
}

```

প্রোগ্রাম: ১.৪

প্রোগ্রামটি বুঝতে কি একটু সমস্য হচ্ছে? সে পরে দেখা যাবে, আগে প্রোগ্রামটি চটপেট কম্পিউটারে টাইপ করে ফেলো, কম্পাইল ও রান করো। যারা লিঙ্গাঞ্চ ব্যবহার করছ তারা gets() ব্যবহারের কারণে কম্পাইলার থেকে একটি সতর্ক সংকেত (warning) পেতে পারো, পাতা দিয়ো না।

ইনপুট হিসেবে যেকোনো কিছু লিখতে পারো। যেমন: This is a test.। আউটপুট কী?

আউটপুট হচ্ছে এই রকম:

This

Is

A

কী মুশকিল! test গেল কোথায়?

এখন তোমার কাজ হবে test-এর নির্ধার্জ হওয়ার রহস্যটা তদন্ত করো। তারপর আমি প্রোগ্রামটি ব্যাখ্যা করব।

তোমরা দেখো প্রোগ্রামে আমি স্ট্রিংয়ের দৈর্ঘ্য নির্ণয়ের জন্য **strlen** ফাংশন ব্যবহার করেছি। আর-এর জন্য আমাকে **string.h** হেডার ফাইলটি **include** করতে হয়েছে। ইনপুট হিসেবে স্ট্রিংটা নিলাম S-এ। আর **word** রাখার জন্য একটি অ্যারে ডিক্রিয়ার করে রেখেছি। তারপর আমি **i = 0** থেকে **length** পর্যন্ত একটি লুপ চালিয়েছি S-এর ভেতরের প্রতিটি ক্যারেক্টার পরীক্ষা করার জন্য।

if (s[i] >= 'a' && s[i] <= 'z') দিয়ে পরীক্ষা করলাম এটি ছোট হাতের অক্ষর নাকি। যদি ছোট হাতের অক্ষর হয় তবে একটি শব্দের প্রথম অক্ষর কি না মেটি জানতে হবে। কারণ প্রথম অক্ষর হল ওটাকে আবার বড় হাতের অক্ষরে রূপান্তর করতে হবে। সেই পরীক্ষাটা আমরা করেছি: **if (is_word_started == 0)** দিয়ে। এটি সত্য হওয়া মানে শব্দ শুরু হয়নি, এটিই প্রথম অক্ষর। তাই আমরা

`is_word_started`-এর মান 1 করে দেব। আর `word[j]`-এর বড় হাতের অক্ষরটা নেব। তারপর `j`-এর মান এক বাড়াতে হবে। `else if (s[i] >= 'A' && s[i] <= 'Z')` এবং `else if (s[i] >= '0' && s[i] <= '9')` এই দুটি শর্তের ভেতরেই আমরা একই কাজ করি। `S[i]`-কে `word[j]`-তে কপি করি। তাই চাইল দুটি শর্তকে একসঙ্গে এভাবেও লিখতে পারতাম: `else if ((s[i] >= 'A' && s[i] <= 'Z') || (s[i] >= '0' && s[i] <= '9'))` তার পরের `else`-এর ভেতরে ঢোকার মান হচ্ছে আগের `if` এবং `else if`-এর শর্তগুলো মিথ্যা হয়েছে। তাই `S[i]`-এর ভেতরে যেই ক্যারেক্টোর আছে সেটি `word`-এ রাখা যাবে না। এবং যদি `word` ইতিমধ্যে শুরু হয়ে গিয়ে থাকে, সেটি শেষ করতে হবে এবং `word`টি প্রিন্ট করতে হবে। আর যদি `word` শুরু না হয়ে থাকে তাহলে কিছু করার দরকার নেই।

```

    else {
        if (is_word_started == 1) {
            is_word_started = 0;
            word[j] = '\0';
            printf("%s\n", word);
            j = 0;
        }
    }
}

```

তোমরা কি `test`-রহস্য সমাধান করতে পেরেছ? তোমরা চেষ্টা করতে থাকো আর আমি এখন প্রোগ্রামটি অন্যভাবে লিখব (এর সঙ্গে `test` রহস্যের কোনো সম্পর্ক নেই মেটি বলে রাখলাম)।

এখন আমি যেটি করব, প্রোগ্রামটি এমনভাবে লিখব যাতে `word` অ্যারেটি ব্যবহার করতে না হয়! একটু চিন্তা করে দেখো। আসলে তো এই অ্যারেটি নিয়ে আমরা কিছু করছি না প্রিন্ট করা ছাড়া। তাই এর আসলে কোনো দরকার নেই।

```

#include <stdio.h>
#include <string.h>
int main()
{
    char s[1002], ch;
    int i, length, is_word_started;
    gets(s);
    length = strlen(s);
    is_word_started = 0;
    for (i = 0; i < length; i++) {
        if (s[i] >= 'a' && s[i] <= 'z') {

```

```

        if (is_word_started == 0) {
            is_word_started = 1;
            ch = 'A' + s[i] - 'a';
            printf("%c", ch);
        }
        else {
            printf("%c", s[i]);
        }
    }
    else if ((s[i] >= 'A' && s[i] <= 'Z') || (s[i] >= '0' && s[i] <=
'9')) {
        if (is_word_started == 0) {
            is_word_started = 1;
        }
        printf("%c", s[i]);
    }
    else {
        if (is_word_started == 1) {
            is_word_started = 0;
            printf("\n");
        }
    }
}
printf("\n");
return 0;
}

```

প্রোগ্রাম: ১.৯

এখন প্রোগ্রামটি বুঝতে চেষ্টা করো এবং বিভিন্ন ইনপুট দিয়ে পরীক্ষা করে দেখো। যেমন:

This is test number 9.9

স্ট্রিং-সংক্রান্ত সমস্যাগুলো দেখতে জটিল মনে হলেও আসলে সহজ। আর এ ধরনের সমস্যা সমাধানের যত চর্চা করবে দক্ষতা তত বাড়বে।

Chapter 10

[প্রোগ্রামিং বই: অধ্যায় দশ] মৌলিক সংখ্যা।

মৌলিক সংখ্যা (Prime Number) গণিতবিদদের কাছে যেমন প্রিয়, তেমনই প্রোগ্রামারদেরও অনেক প্রিয় একটি বিষয়। তোমাদের বিভিন্ন সময়ে এই মৌলিক সংখ্যাসংক্রান্ত নানা সমস্যার সমাধান করতে হবে। মৌলিক সংখ্যা জিনিসটি যে গুরুত্বপূর্ণ সেটি বোঝার আরেকটি উপায় হলো, এই বইতে বিষয়টির জন্য আমি একটি পৃথক অধ্যায় বরাদ্দ করেছি। মৌলিক সংখ্যা হচ্ছে সেসব সংখ্যা যারা 1-এর চেয়ে বড় পূর্ণসংখ্যা এবং সেটি

কেবল ১ এবং ওই সংখ্যাটি দ্বারাই নিঃশেষ বিভাজ্য হবে। খুবই সহজ-সরল জিনিস। এখন কোনো সংখ্যা মৌলিক কি না সেটি বের করার জন্য একটি প্রোগ্রাম লিখে ফেলা যাক।

```
#include <stdio.h>
int is_prime(int n)
{
    int i;
    if (n < 2) {
        return 0;
    }
    for(i = 2; i < n; i++) {
        if(n % i == 0) {
            return 0;
        }
    }
    return 1;
}

int main()
{
    int n;
    while(1) {
        printf("Please enter a number (enter 0 to exit): ");
        scanf("%d", &n);
        if(n == 0) {
            break;
        }
        if(1 == is_prime(n)) {
            printf("%d is a prime number.\n", n);
        }
        else {
            printf("%d is not a prime number.\n", n);
        }
    }
    return 0;
}
```

প্রোগ্রাম: ১০.১

মৌলিক সংখ্যা নির্ণয়ের জন্য আমরা একটি ফাংশন লিখেছি যেটির প্যারামিটার হচ্ছে একটি ইন্টিজার অস্বর n । ফাংশনে আমরা n কে 2 থেকে $n-1$ পর্যন্ত সংখ্যাগুলো দিয়ে ভাগ করার চেষ্টা করেছি একটি লুপের সাহায্যে। যদি এর মধ্যে কোনো সংখ্যা দিয়ে n নিঃশেষ বিভাজ্য হয়, তবে আমরা সঙ্গে সঙ্গেই বলে দিতে পারি যে সেটি মৌলিক সংখ্যা নয় এবং ফাংশনটি 0 রিটোর্ন করে। আর যদি সব সংখ্যা দিয়ে ভাগ করার পরও দেখা যায় যে কোন সংখ্যাই n কে নিঃশেষ ভাগ করতে পারেনি, তখন আমরা এই সিন্ক্লাউন্ড আসতে পারি যে n একটি মৌলিক সংখ্যা। আর তখন ফাংশন থেকে 1 রিটোর্ন করি। আমরা মৌলিক সংখ্যা নির্ণয় করা শিখে গেলাম! আমি প্রোগ্রামটি লিখার সময় যে পথ অবলম্বন করেছি সেটি হচ্ছে খুব সহজ-সরল পথ। প্রাগ্রামটিকে মোটও ইফিষিয়েন্ট (efficient) বানানোর চেষ্টা করিনি। তোমরা খুব সহজেই ব্যাপারটি বুঝতে পারবে। প্রোগ্রামে

ইনপুট হিসেবে 2147483647 দাও। এটি যে মৌলিক সংখ্যা সেটি বের করতে বেশ সময় লাগে। কারণ তখন 2147483647কে 2 থেকে 2147483646 পর্যন্ত সব সংখ্যা দিয়ে ভাগ করার ব্যর্থ চেষ্টা করা হয়। প্রোগ্রামটিকে আরও ইফিষিয়েন্ট করতে হবে।

একটি বুদ্ধি তোমাদের মাথায় এর মাধ্যই নিশ্চয়ই এসে গেছে। সেটি হচ্ছে 2 থেকে $n-1$ পর্যন্ত সব সংখ্যা দিয়ে ভাগ করার চেষ্টা না করে 2 থেকে $n/2$ পর্যন্ত সংখ্যাগুলো দিয়ে ভাগ করার চেষ্টা করলেই হয়। তাহলে প্রোগ্রামের গতি দ্বিগুণ হয়ে যাবে। এখন তোমরা আরেকটি বিষয় লক্ষ করো। কোন সংখ্যা যদি 2 দিয়ে নিঃশেষে বিভাজ্য না হয়, তবে সেটি অন্য কোন জোড় সংখ্যা দিয়ে নিঃশেষে বিভাজ্য হওয়ার প্রশ্নই আসে না। তাই 2 বাদে অন্য জোড় সংখ্যাগুলো ($4, 6, 8, \dots$) দিয়ে ভাগ করার চেষ্টা করাটা আসলে বোকামি। জোড় সংখ্যা দিয়ে বিভাজ্যতার পরীক্ষাটা আমরা ফাংশনের শুরুতেই করে নিতে পারি। এখন আমাদের ফাংশনটির চেহারা দাঁড়াবে এই রকম:

```
int is_prime(int n)
{
    int i;
    if (n < 2) {
        return 0;
    }
    if(n == 2) {
        return 1;
    }
    if(n % 2 == 0) {
        return 0;
    }
    for(i = 3; i <= n / 2; i = i + 2) {
        if(n % i == 0) {
            return 0;
        }
    }
    return 1;
}
```

প্রথমে আমরা পরীক্ষা করেছি n -এর মান 2 কি না। যদি 2 হয় তবে বলে দিয়েছি যে n মৌলিক সংখ্যা। তারপরে আমরা পরীক্ষা করেছি n জোড় সংখ্যা কি না। যদি জোড় হয়, তবে n মৌলিক সংখ্যা না, কেবল 2 ই একমাত্র জোড় মৌলিক সংখ্যা যেটির পরীক্ষা আমরা একেবারে শুরুতেই করে ফেলেছি। তারপর আমরা 3 থেকে $n / 2$ পর্যন্ত সব বেজোড় সংখ্যা দিয়ে n কে ভাগ করার চেষ্টা করেছি। এখন তোমরা বিভিন্ন ইনপুট দিয়ে প্রোগ্রামটি পরীক্ষা করে দেখো। 2147483647 দিয়ে পরীক্ষা করলে বুঝতে পারবে যে প্রোগ্রামের গতি আগের চেয়ে বেড়েছে কিন্তু তার পরও একটু সময় লাগছে। আমার কম্পিউটারে চার মেকেনের মতো সময় লাগছে। কিন্তু এত সময় তো দেওয়া যাবে না। তোমাদের যাদের গণিতিক বুদ্ধিশুद্ধি বেশি, তারা একটু চিন্তা করলেই প্রোগ্রামটির গতি বাড়াবার একটি উপায় বের করে ফেলতে পারবে। সেটি হচ্ছে n -এর উপরক বের করার জন্য আসল $n / 2$ পর্যন্ত সব সংখ্যা দিয়ে পরীক্ষা করার দরকার নেই। n -এর বর্গমূল পর্যন্ত পরীক্ষা করলেই হয়। $n = p \times q$ হলে, p বা q যেকোনো একটি সংখ্যা অবশ্যই n -এর বর্গমূলের সমান বা তার ছেট হবে। বর্গমূল নির্ণয়ের জন্য আমরা math.h হেডার ফাইলের sqrt() ফাংশনটি ব্যবহার করব। আমাদের প্রোগ্রামটি দাঁড়াচ্ছে এই রকম:

```
#include <stdio.h>
#include <math.h>
int is_prime(int n)
{
    int i, root;
    if(n == 2) {
        return 1;
```

```

    }
    if(n % 2 == 0) {
        return 0;
    }
    root = sqrt(n);
    for(i = 3; i <= root; i = i + 2) {
        if(n % i == 0) {
            return 0;
        }
    }
    return 1;
}

int main()
{
    int n, m;
    while(1) {
        printf("Please enter a number (enter 0 to exit): ");
        scanf("%d", &n);
        if(n == 0) {
            break;
        }
        if(1 == is_prime(n)) {
            printf("%d is a prime number.\n", n);
        }
        else {
            printf("%d is not a prime number.\n", n);
        }
    }
    return 0;
}

```

প্রোগ্রাম: ১০.২

এখন তোমরা প্রোগ্রামটি চালিয়ে বিভিন্ন ইনপুট দিয়ে পরীক্ষা করে দেখো। একটি কথা বলে দিই। প্রোগ্রামটায় একটি বাগ আছে (মানে ভুল আছে)। সেটি খুঁজে বের করে ঠিক করে ফেলো।

প্রাইম নম্বর বের করতে পেরে তোমরা নিশ্চয়ই বেশ খুশি? কিন্তু আমাদের টেষ্ট এখানেই থেমে থাকবে না। আমরা এখন দেখব আরেকটি চম কার পদ্ধতি, গ্রিক গণিতবিদ ইরাতোস্থেনেস (Eratosthenes) আজ থেকে দুই হাজার বছরেরও আগে এই পদ্ধতি আবিষ্কার করেছিলেন। এজন্য-এর নাম হচ্ছে সিভ অব ইরাতোস্থেনেস (Sieve of Eratosthenes)।

পদ্ধতিটি ব্যাখ্যা করা যাক। ধরো, আমরা 2 থেকে 40 পর্যন্ত সব মৌলিক সংখ্যা বের করব। শুরুতে সব সংখ্যা লিখে ফেলি: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40। এখন দেখো, তালিকার প্রথম সংখ্যা হচ্ছে 2।

এবারে 2-এর সব গুণিতক (2 বাদ, মানে 2-এর চেয়ে বড়গুলো আরকী) বাদ দিয়ে দাও। তাহলে থাকবে: 2, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31, 33, 35, 37, 39। এখন তালিকার ত্রুটীয় সংখ্যা 3-এর সব গুণিতক (3-এর চেয়ে বড়গুলো) বাদ দাও। 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 25, 29, 31, 35, 37। এখন তালিকার ত্রুটীয় সংখ্যা 5-এর সব গুণিতক (5 বাদ) বাদ দাও। 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29, 31, 35, 37। পরবর্তী সংখ্যা হচ্ছে 7 কিন্তু সেটির গুণিতক খোঁজার চেষ্টা করা ব্রথা। কারণ তালিকার সর্বোচ্চ সংখ্যা 37-এর বর্গমূল 7-এর চেয়ে ছোট। সুতরাং 7-এর যে গুণিতকগুলো তালিকায় ছিল সেগুলো ইতিমধ্যে তালিকা থেকে বাদ পড়েছে। কারণটি বুঝতে সমস্যা হচ্ছে? দেখো 7-এর গুণিতকগুলো ছিল 14, 21, 28, 35। 7-এর সঙ্গে যেসব সংখ্যা গুণ করে ওই গুণিতকগুলো পাওয়া যায় সেগুলো সবই 7-এর চেয়ে ছোট।

সংখ্যা	এবং	তাদের	গুণিতকগুলো	আমরা	ইতিমধ্যেই	বাদ	দিয়ে	দিয়েছি।
--------	-----	-------	------------	------	-----------	-----	-------	----------

আরো পরিষ্কারভাবে বোঝার জন্য **ডাইকপিডিয়ার** এই অ্যালগেরিদমটি দেখতে পারো (এখানে 2 থেকে 120 পর্যন্ত সংখ্যাগুলোর মধ্যে মৌলিক সংখ্যাগুলো বের করা হয়েছে):

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Prime numbers
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	
111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	

এবারে ইমপ্লিমেন্ট করার পালা। আমরা তালিকা রাখার জন্য একটি অ্যারে ব্যবহার করব। ধরা যাক, তার নাম হচ্ছে *ara*। অ্যারেটি এমনভাবে তৈরি করতে হবে, যাতে কোনো একটি সংখ্যা n -এর অবস্থা (অর্থাৎ সেটি মৌলিক কি না) $ara[n]$ দিয়ে প্রকাশ করা যায়। যদি $ara[n]$ -এর মান 1 হয়, তাবে n মৌলিক সংখ্যা আর $ara[n]$ -এর মান 0 হলে n মৌলিক সংখ্যা নয়। ইমপ্লিমেন্টেশনের আগে অ্যালগরিদমটা লখা যাক:

ধাপ ১: ধরা যাক, অ্যারেতে n টি উপাদান আছে। শুরুতে অ্যারের সব উপাদানের মান 1 বসাই।

ধাপ ২: অ্যারের প্রতিটি উপাদানের জন্য সেটির মান 1 কি না তা পরীক্ষা করি। যদি 1, হয় তবে ত্রুটীয় ধাপে যাই।

ধাপ ৩: ওই সংখ্যাকে 2 থেকে m পর্যন্ত ক্রমিক সংখ্যাগুলো দিয়ে গুণ করি এবং গুণফল যত হবে, অ্যারের তত নম্বর উপাদান শূন্য (0)

বসাই। অর্থাৎ সেটি যে মৌলিক নয় তা চিহ্নিত করিব। এখানে M -এর মান এমন হবে যেন প্রি সংখ্যার সঙ্গে M -এর গুণফল N -এর চেয়ে ছোট বা সমান হয়।

এখন তোমরা কোডটি লিখার চেষ্টা করো। কমপক্ষে তিন ঘণ্টা নিজে চেষ্টা করার পর এবাবে আমার কোড দেখো।

```
#include <stdio.h>
#include <math.h>
const int size = 40;
int ara[size];

void print_ara()
{
    int i;
    for(i = 2; i < size; i++) {
        printf("%4d", ara[i]);
    }
    printf("\n");
    for(i = 2; i < size; i++) {
        printf("----");
    }
    printf("\n");
    for(i = 2; i < size; i++) {
        printf("%4d", i);
    }
    printf("\n\n\n");
}

void sieve()
{
    int i, j, root;
    for(i = 2; i < size; i++) {
        ara[i] = 1;
    }
    root = sqrt(size);
    print_ara();
    for(i = 2; i <= root; i++) {
        if(ara[i] == 1) {
            for(j = 2; i * j <= size; j++) {
                ara[i * j] = 0;
            }
            print_ara();
        }
    }
}
```

```

int is_prime(int n)
{
    int i;
    if(n < 2) {
        return 0;
    }
    return ara[n];
}

int main()
{
    int n, m;
    sieve();
    while(1) {
        printf("Please enter a number (enter 0 to exit): ");
        scanf("%d", &n);
        if(n == 0) {
            break;
        }
        if(n >= size) {
            printf("The number should be less than %d\n", size);
            continue;
        }
        if(1 == is_prime(n)) {
            printf("%d is a prime number.\n", n);
        }
        else {
            printf("%d is not a prime number.\n", n);
        }
    }
    return 0;
}

```

প্রোগ্রাম: ১০.২

প্রতিবার য্যারের অবস্থা বোঝানোর জন্য আমি একটি ফাংশন ব্যবহার করেছি, `print_ara()`। তোমরা দেখো এবারে ইনপুট নওয়ার আগেই আমরা `sieve()` ফাংশন কল করে য্যারেটি তৈরি করে ফেলেছি। তারপর যতবারই ইনপুট নাও, কোনো চিন্তা নেই, ইনপুট যদি `n` হয় তবে `ara[n]`-এর মান পরীক্ষা করলেই চাল, মান যদি 1 হয় তবে `n` মৌলিক সংখ্যা, যদি 0 হয় তবে `n` মৌলিক সংখ্যা নয়। কত পর্যন্ত সংখ্যা হিসাব করতে চাও সেটি `size`-এ বসিয়ে দিলেই হবে। এখন এই প্রোগ্রামে গতি নিয়ে কোনো সমস্যা নেই। খুবই ফাস্ট (fast)। কিন্তু আর কোনো সমস্যা তোমাদের চোখ পড়ছে? তোমরা কি বুঝতে পারছ যে প্রোগ্রামটি অনেক বেশি মেমোরি খরচ করে? ধরো, আমরা যদি 100 কোটি পর্যন্ত সংখ্যা মৌলিক কি না সেটি বের করতে চাই, তাহলে তো আমাদের 100 কোটির একটি য্যারে দরকার হবে। 'সময় বাঁচাব না মেমোরি' সমস্যায় প্রোগ্রামারদের প্রায়ই পড়তে হয়। আমাদের সমস্যার ক্ষেত্রে আমরা একটি মাঝামাঝি সমাধানে পৌঁছতে পারি। `n`-এর সর্বোচ্চ মান যত হবে তার বর্গমূলটিকে `size`-এর মান হিসেবে নিতে পারি। তোমাকে যদি বলা হয়, `n`-এর মান সর্বোচ্চ 100000000 (দশ কোটি) পর্যন্ত হতে

পারে তাহলে তুমি এর বর্গমূল অর্থা 10000 পর্যন্ত সংখ্যাগুলোর জন্য sieve ফাংশন ব্যবহার করে মৌলিক সংখ্যাগুলো বের করবে। তারপর কী করবে? নাহ, আর কিছু বলা যাবে না, তোমরাই চিন্তা করে ঠিক করো কী করবে। আরেকটি কথা বলে দেওয়া দরকার। একটি ইন্টিজার কিন্তু চার বাইট জায়গা দখল করে, যেখানে একটি ক্যারেক্টার করে এক বাইট। সুতরাং ইন্টিজারের পরিবর্তে তোমরা ক্যারেক্টারের অ্যারে ব্যবহার করে মেমোরি খরচ চার ভাগের এক ভাগে নামিয়ে আনতে পারো। আমাদের তো আসলে ইন্টিজার অ্যারের দরকার নই, কারণ অ্যারেতে কেবল দুই ধরনের মান থাকবে 0 বা 1। এটি ছাড়াও আমার লেখা sieve ফাংশনে আরও বেশ কিছু উপায় আছে ইফিসিয়েন্সি বাড়ানোর। এর মধ্যে একটি হচ্ছে গুণের বদলে যোগ করো। তোমরা মেটি করার চেষ্টা করো।

Chapter 11

[প্রোগ্রামিং বইঃ অধ্যায় এগার] আবারও অ্যারে।

গণিত শিক্ষকের জন্য লখা প্রোগ্রামটির কথা মনে আছে তো? সেই যে আমরা তিনটি অ্যারে ব্যবহার করে প্রোগ্রাম লিখেছিলাম ছাত্র-ছাত্রীদের গণিত পরীক্ষার মোট নম্বর বের করার জন্য। মনে না থাকলে প্রোগ্রামটি আবার দেখে নাও।

আমরা প্রথম সাময়িক পরীক্ষার নম্বর রাখেছিলাম একটি অ্যারেতে, দ্বিতীয় সাময়িক পরীক্ষার নম্বর আরেকটি অ্যারেতে, ফাইনাল পরীক্ষার নম্বর আরেকটি অ্যারেতে আর মোট নম্বর আরও একটি অ্যারেতে — মোট চারটি অ্যারে ব্যবহার করেছি। তো এখন যদি পুরো স্কুলের ফলাফল নির্ণয়ের জন্য প্রোগ্রাম লিখতে হয়, তবে সব ক্লাসের সব ছাত্র-ছাত্রীর সব বিষয়ের সব পরীক্ষার জন্য একটি করে অ্যারে ব্যবহার করা খুবই ঝামেলার কাজ হয়ে যাবে। তাই মোটামুটি সব প্রোগ্রামিং ল্যাঙ্গুয়েজেই মাল্টি-ডাইমেনশনাল অ্যারের ব্যবস্থা আছে। এতক্ষণ আমরা যেসব অ্যারে ব্যবহার করেছি, তার সবগুলোই ছিল এক ডাইমেনশনের অ্যারে।

এখন ওই প্রোগ্রামটি আমরা একটু অন্যভাবে লিখব, একটি মাত্র অ্যারে ব্যবহার করে। আপাতত কষ্ট কমানোর জন্য ধরি ক্লাস মোট দশজন ছাত্র-ছাত্রী আছে। নিচের ছকে তাদের নম্বরগুলো লিখলাম:

	Roll :1	Roll :2	Roll :3	Roll :4	Roll :5	Roll :6	Roll :7	Roll :8	Roll :9	Roll :10
First terminal exam	80	70	92	78	58	83	85	66	99	81
Second terminal exam	75	67	55	100	91	84	79	61	90	97
Final exam	98	67	75	89	81	83	80	90	88	77
Total marks										

Total Marks সারির ঘরগুলো ফাঁকা, কারণ এগুলো এখনো হিসাব করিনি। প্রথম সাময়িক পরীক্ষার 25%, দ্বিতীয় সাময়িক পরীক্ষার 25% এবং ফাইনাল পরীক্ষার 50% নম্বর যোগ করে মোট নম্বর বের করতে হবে। এখন দেখো, আমাদের ছকে তাদের নম্বরগুলো রাখতে হয়েছে 4 টা সারি (row) এবং 10 টা কলামে। আমরা আগে যেই প্রোগ্রাম লিখেছিলাম, তাতে প্রথম রো-এর জন্য একটি অ্যারে, দ্বিতীয় রো-এর জন্য একটি, তৃতীয় রো-এর জন্য একটি এবং চতুর্থ রো-এর জন্য একটি অ্যারে ব্যবহার করেছিলাম। এখন ব্যবহার করব একটি 2-D অ্যারে (টু ডাইমেনশনাল অ্যারে)।

2-D অ্যারে ডিক্লয়ার করার নিয়ম হচ্ছে: `data_type array_name [number of rows][number of columns];`

যেমন ওপরের ছকটা যদি `marks` নামের একটি 2-D অ্যারেতে রাখতে চাই, তবে লিখতে হবে: `int marks[4][10];`

এখন, অ্যারের প্রথম রো হচ্ছে `marks[0]`, দ্বিতীয় রো হচ্ছে `marks[1]`, তৃতীয় রো হচ্ছে `marks[2]` এবং চতুর্থ রো হচ্ছে `marks[3]`। আবার `marks[0][0]` হচ্ছে প্রথম রো-এর প্রথম কলাম, `marks[0][1]` হচ্ছে প্রথম রো-এর দ্বিতীয় কলাম,

`marks[0][5]` হচ্ছে প্রথম রো-এর ষষ্ঠ কলাম, `marks[1][0]` হচ্ছে দ্বিতীয় রো-এর প্রথম কলাম, `marks[2][3]` হচ্ছে তৃতীয় রো-এর চতুর্থ কলাম। আশা করি, বুঝতে পেরেছ।

এখন বলো তো, যার রোল নম্বর 10 তার দ্বিতীয় সাময়িক পরীক্ষার নম্বর কোন ঘরে আছে? আর `marks[0][0]` ঘরে কার এবং কোন পরীক্ষার নম্বর আছে?

`marks[0][0]`-এ থাকবে রোল 1-এর প্রথম সাময়িক পরীক্ষার নম্বর আর `marks[1][9]`-এ থাকবে রোল 10-এর দ্বিতীয় সাময়িক পরীক্ষার নম্বর। অ্যারেতে সংখ্যাগুলো এভাবে রাখতে পারি:

```
int marks[4][10] = {{80, 70, 92, 78, 58, 83, 85, 66, 99, 81}, {75, 67, 55, 100, 91, 84, 79, 61, 90, 97}, {98, 67, 75, 89, 81, 83, 80, 90, 88, 77}, {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0}};
```

এখানে ধ্যাল করেছ যে আমরা আসলে একটি অ্যারের ভেতর চারটি এক ডাইমেনশনের অ্যারে রেখেছি। `marks[0]`তে আছে প্রথম সাময়িক পরীক্ষায় সবার নম্বর, `marks[1]`-এ দ্বিতীয় সাময়িক পরীক্ষার নম্বর, `marks[2]`-এ ফাইনাল পরীক্ষার নম্বর এবং `marks[3]`তে মোট নম্বর (যেহেতু এখনো এটি হিসাব করিনি, তাই সব 0 লিখে দিলাম)।

এখন সম্পূর্ণ প্রোগ্রামটি তোমার কম্পিউটারে টাইপ করে কম্পাইল ও রান করো।

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int marks[4][10] = {{80, 70, 92, 78, 58, 83, 85, 66, 99, 81}, {75, 67, 55, 100, 91, 84, 79, 61, 90, 97}, {98, 67, 75, 89, 81, 83, 80, 90, 88, 77}, {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0}};
    int col;
    for(col = 0; col < 10; col++) {
        marks[3][col] = marks[0][col] / 4.0 + marks[1][col] / 4.0 +
marks[2][col] / 2.0;
        printf("Roll NO: %d  Total Marks: %d\n", col + 1, marks[3][col]);
    }
    return 0;
}
প্রোগ্রাম: ১১.১
```

ନୟାଗୁଲୋ ଆଗେ ନା ଲିଖ୍ ଯଦି ଆମରା ବ୍ୟବହାରକାରୀର କାହିଁ ଥିଲେ ଇନପୁଟ ହିସେବେ ନିତେ ଚାଇତାମ ତାହାଲେ କୀ କରାତେ ହତୋ?

```
int marks[4][10];
int i, j;
for (i = 0; i < 4; i++) {
    for (j = 0; j < 10; j++) {
        scanf("%d", &ara[i][j]);
    }
}
```

ଏହାରେ ନେଷ୍ଟେଡ ଲୂପର ସାହାଯ୍ୟ ଆମରା ଇନପୁଟ ନିତେ ପାରି। ପ୍ରଥମ ଲୂପଟି ବ୍ୟବହାର କରା ହେଲା ରୋ-ଏର ଜଣ୍ୟ ଆର ଦ୍ଵିତୀୟ ଲୂପଟି କଳାମେର ଜଣ୍ୟ। ଯଥିଲେ
i = 0, ଅର୍ଥାତ୍ ପ୍ରଥମ ରୋ-ଏର ଜଣ୍ୟ ଆମରା j = 0 ଥିଲେ 9 ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ସବ ଘରେର ଇନପୁଟ ନିଛି, ତାରପର ଆବାର i = 1 (ଦ୍ଵିତୀୟ ରୋ)-ଏର ଜଣ୍ୟ
j = 0 ଥିଲେ 9 (ପ୍ରତି କଳାମ) ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ସବ ଘରେର ମାନ ଇନପୁଟ ନେଇଯା ହାଜି।

ଏଥିଲେ ଆମରା 1 ଥିଲେ 10 ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ସଂଖ୍ୟାଗୁଲୋର ନାମତା ବେଳେ କରାର ଜଣ୍ୟ 2-D ଅଧ୍ୟାତ୍ମର ବ୍ୟବହାର କରେ ଏକଟି ପ୍ରୋଗ୍ରାମ ଲିଖିବ। ଏକର ନାମତା ହବେ
ପ୍ରଥମ ରୋ-ତେ, ଦ୍ୱିତୀୟ ରୋ-ତେ ... ଦ୍ୱରାର ନାମତା ଦ୍ୱରା ଦ୍ୱରାର ଥାକିବେ। ତୋମରା କି ପ୍ରୋଗ୍ରାମଟି ନିଜେ ନିଜେ ଲିଖାର ଚଢ଼ା କରାବେ? ଏକ
ଷଟ୍ଟାର ମଧ୍ୟେ ଯଦି ନା ହୁଏ, ତାବେ ଆମାର କୋଡ଼ଟି ଦେଖୋ। ପ୍ରୋଗ୍ରାମିଂ ଶେଖାର ସମୟ ଅନେକ ସହଜ ପ୍ରୋଗ୍ରାମ ଲିଖିତେବେ ପ୍ରଚୁର ସମୟ ଲାଗେ, ତାତେ ହତାପ ହବାର
କିଛୁ ନେଇ।

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int namta[10][10];
    int row, col;
    for (row = 0; row < 10; row++) {
        for (col = 0; col < 10; col++) {
            namta[row][col] = (row + 1) * (col + 1);
        }
    }
    for (row = 0; row < 10; row++) {
        for (col = 0; col < 10; col++) {
            printf("%d x %d = %d\n", (row + 1), (col + 1), namta[row][col]);
        }
        printf("\n");
    }
    return 0;
}
```

ପ୍ରୋଗ୍ରାମ: ୧୧.୨

সম্পূর্ণ আউটপুট স্ক্রিনে না-ও আঠতে পারে, তাতে চিন্তার কিছু নেই।

এখন তোমাদের জন্য একটি সমস্যা। ওপরের প্রোগ্রামটি পরিবর্তন করো যাতে আউটপুট হিসেবে আমরা দখতে পারি যে **namta** অ্যারেতে মোট কয়টি জোড় ও কয়টি বেজোড় সংখ্যা আছে। সেই সঙ্গে অ্যারেতে যতগুলো সংখ্যা আছে, তার মাগফলও বের করতে হবে। আশা করি, প্রোগ্রামটি ঠিকঠাক লিখতে পেরেছ। যদি কোনো সমস্যা হয়, তবে ভূমি তোমার বন্ধুর সাহায্য নিতে পারো।

আচ্ছা, কেউ যদি বলে, সার্কুলুক সাতটি দেশের নাম একটি অ্যারেতে রাখতে, তাহলে কী করবে? একটি **char type** অ্যারেতে একটি দেশের নাম রাখা যায়। যেমন: **char country[] = "Bangladesh";** | তাহলে সাতটি দেশের নাম রাখার জন্য আমাদের একটি 2-D অ্যারে ব্যবহার করতে হব। এই অ্যারেতে মোট কয়টি নো থাকবে? সাতটি। কলাম কয়টি থাকবে? জানি না। আসলে একেক দেশের নামের দৈর্ঘ্য তো একেক রকম। তাই আমরা একটি কাজ করতে পারি, কলামে 100টি ক্যারেক্টার রাখার ব্যবস্যা করতে পারি, কারণ সার্কের কোনো দেশের নামে তো 100টির বেশি ক্যারেক্টার নেই, কম আছে।

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    char saarc[7][100] = {"Bangladesh", "India", "Pakistan", "Sri Lanka",
    "Nepal", "Bhutan", "Maldives"};
    int row;
    for (row = 0; row < 7; row++) {
        printf("%s\n", saarc[row]);
    }
    return 0;
}
```

প্রোগ্রাম: ১১.৩

প্রোগ্রামটি তোমার কম্পিউটারে লিখে রান করাও। এখন তোমরা বলো তা, **saarc[3][3]**, **saarc[0][5]** ও **saarc[5][0]** — এই তিনটি ঘরে কী কী ক্যারেক্টার আছে? একটু পরে একটি প্রোগ্রাম লিখব, তার সঙ্গে তোমার উত্তর মিলিয়ে নবে।

আমরা যদি ওই অ্যারের প্রতিটি ক্যারেক্টার আলাদাভাবে প্রিন্ট করতে চাই, তাবে প্রোগ্রামটি এভাবে লিখতে পারি:

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
int main()
{
    char saarc[7][100] = {"Bangladesh", "India", "Pakistan", "Sri Lanka",
"Nepal", "Bhutan", "Maldives"};
    int row, col, name_length;
    for (row = 0; row < 7; row++) {
        name_length = strlen(saarc[row]);
        for(col = 0; col < name_length; col++) {
            printf("%c ", saarc[row][col]);
        }
        printf("\n");
    }
    return 0;
}
প্রোগ্রাম: ১১.৮
```

আবার যদি দেখতে চাই কোন ঘরে কী আছে, তাহলে রো এবং কলাম নম্বরসহ প্রিন্ট করতে পারি।

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
int main()
{
    char saarc[7][100] = {"Bangladesh", "India", "Pakistan", "Sri Lanka",
"Nepal", "Bhutan", "Maldives"};
    int row, col, name_length;
    for (row = 0; row < 7; row++) {
        name_length = strlen(saarc[row]);
        for(col = 0; col < name_length; col++) {
            printf("(%d, %d) = %c, ", row, col, saarc[row][col]);
        }
        printf("\n");
    }
    return 0;
}
প্রোগ্রাম: ১১.৯
```

এবারে নিচের ছকটি দেখো।

6	4	7	8	9
3	7	1	9	9
8	6	4	2	7
2	4	2	5	9
4	1	6	7	3

এখন 2-D অ্যারে ব্যবহার করে তোমাদের দুটি প্রোগ্রাম লিখতে হবে। প্রথম প্রোগ্রামটির কাজ হবে প্রতিটি নং-এর সংখ্যাগুলোর যোগফল বের করা আর দ্বিতীয় প্রোগ্রামের কাজ হবে প্রতিটি কলামের সংখ্যাগুলোর যোগফল বের করা।

প্রথম প্রোগ্রামের আউটপুট হবে এই রকম:

Sum of row 1: 34

Sum of row 2: 29

Sum of row 3: 27

Sum of row 4: 22

Sum of row 5: 21

দ্বিতীয় প্রোগ্রামের আউটপুট হবে এই রকম:

Sum of column 1: 23

Sum of column 2: 22

Sum of column 3: 20

Sum of column 4: 31

Sum of column 5: 37

তোমাদের অনেকেরই দ্বিতীয় প্রোগ্রামটি লিখতে একটু সময় লাগতে পারে, কিন্তু হতাশার কোন কারণ নেই। সময় লাগাই স্বাভাবিক। এখন নিচের ছকটি দেখো। আগের ছকটির সঙ্গে-এর কোথায় যেন একটু মিল রয়েছে!

6	3	8	2	4
4	7	6	4	1
7	1	4	2	6
8	9	2	5	7
9	9	7	9	3

আসলে আগের ছকের নংগুলো নতুন ছকের কলাম, আর আগের ছকের কলামগুলো নতুন ছকের নং। যেমন আগের ছকের প্রথম নং-টি ছিল: 6, 4, 7, 8, 9। আর এই ছকের প্রথম কলাম হচ্ছে: 6, 4, 7, 8, 9। একইভাবে আগের ছকের দ্বিতীয় নং নতুন ছকের দ্বিতীয় কলামের সঙ্গে মেলে। এখন আমরা একটি প্রোগ্রাম লিখব, যেটি একটি 5×5 অ্যারেকে (অর্থাৎ 5 নং এবং 5 কলামবিশিষ্ট অ্যারে), আরেকটি 5×5 অ্যারেতে এমনভাবে কপি করবে, যাতে প্রথম অ্যারের নংগুলো হয় দ্বিতীয় অ্যারের কলাম আর প্রথম অ্যারের কলামগুলো হয় দ্বিতীয় অ্যারের নং। মানে ওপরের ছক দুটির মত আরকি। যেমন প্রথম অ্যারের প্রথম নং যদি হয়: 1, 2, 3, 4, 5 তাহলে দ্বিতীয় অ্যারের প্রথম কলাম হবে 1, 2, 3, 4, 5। তোমার কি বিষয়টি একটু জটিল মনে হচ্ছে? তাহলে কিছুক্ষণ বিশ্রাম নিয়ে তারপর নিচের প্রোগ্রামটি কম্পাইল করো, রান করো, আউটপুট দেখো এবং কীভাবে কাজ করছে বোঝার চেষ্টা করো।

```

#include <stdio.h>
#include <string.h>
int main()
{
    int ara1[5][5] = {{1, 2, 3, 4, 5}, {10, 20, 30, 40, 50}, {100, 200, 300,
400, 500}, {1000, 2000, 3000, 4000, 5000}, {10000, 20000, 30000, 40000,
50000}};
    int ara2[5][5];
    int r, c;
    printf("Content of first array (ara1): \n");
    for (r = 0; r < 5; r++) {
        for(c = 0; c < 5; c++) {
            printf("%d ", ara1[r][c]);
        }
        printf("\n");
    }
    printf("\n");
    // now start copy
    for (r = 0; r < 5; r++) {
        for(c = 0; c < 5; c++) {
            ara2[c][r] = ara1[r][c];
        }
    }
    printf("Content of second array (ara2): \n");
    for (r = 0; r < 5; r++) {
        for(c = 0; c < 5; c++) {
            printf("%d ", ara2[r][c]);
        }
        printf("\n");
    }
    return 0;
}

```

প্রোগ্রাম: ১১.৬

তোমরা যদি একক্ষণ 2-D অ্যারের সব উদাহরণ এবং যেসব প্রোগ্রাম নিজে লিখতে বলেছি, সেগুলো সব কম্পিউটারে রান করে থাকে এবং বুঝে থাকে (বুঝতে হল অবশ্যই চিন্তা করতে হবে) তাবে তোমাদের আর 2-D অ্যারে নিয়ে সমস্যা হওয়ার কথা নয়। অ্যারে কিন্তু 3-D, 4-D কিংবা আরও বেশি ডাইমেনশনের হতে পারে, তবে সেগুলো নিয়ে এই বইতে আর আলোচনা করব না।

Chapter 12

[প্রোগ্ৰামিং বইঃ অধ্যায় বাৰ] বাইনাৰি সংখ্যা।

আমৱা তো দৈনন্দিন জীবনে নানা হিসাব-নিকাশেৰ জন্য দশভিত্তিক (decimal) সংখ্যা পদ্ধতি ব্যবহাৰ কৰিব। কিন্তু কম্পিউটাৱ ব্যবহাৰ কৱে দুইভিত্তিক বা বাইনাৰি (binary) সংখ্যা পদ্ধতি। দশভিত্তিক সংখ্যা পদ্ধতিতে আছে মেট দশটি অঙ্ক $0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9$ আৱ বাইনাৰিতে দুটি, 0 আৱ 1 । আমৱা এই অধ্যায়ে বাইনাৰি সংখ্যা পদ্ধতিৰ কিছু মৌলিক জিনিস দেখিব আৱ বাইনাৰি থেকে ডেসিমাল এবং ডেসিমাল থেকে বাইনাৰি সংখ্যায় রূপান্বৰ কৰা শিখিব। ডেসিমালে আমৱা গণনা কৰি ভাইবে: $0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, \dots, 19, 20, 21, \dots, 98, 99, 100, 101 \dots$ । দেখো, যখনই আমৱা ডান দিকেৰ ঘৱে (এককেৱ ঘৱে) দশটি অঙ্ক ব্যবহাৰ কৱে ফেলি, তখন তাৱ বাঁয়ে দশকেৱ ঘৱেৰ অক্ষেৱ মান এক বাড়াই (আৱ যদি না থাকে তাহলে 1 বসাই বা 0 -এৱ সঙ্গে 1 যোগ কৰি আৱ কি, কাৰণ 9 আৱ 0 9 কিন্তু একই কথা, তাই 0 9 -এৱ পৱৰ্তি সংখ্যা হচ্ছে 10), আবাৱ দশকেৱ ঘৱে 0 থকে 9 সব অঙ্ক ব্যবহাৰ কৱে ফেলালো পৱে শতকেৱ ঘৱেৰ অক্ষেৱ মান এক বাড়াই (আৱ যদি না থাকে তাহলে 1 বসাই বা 0 -এৱ সঙ্গে 1 যোগ কৰি আৱ কি)। তেমনই বাইনাৰিতে আমৱা গণনা কৰিব এইভাৱে: $0, 1, 10, 11, 100, 101, 110, 111, 1000, 1001, 1010, 1011 \dots$ । যেহেতু অঙ্ক মাত্ৰ দুটি, তাই দুটি অক্ষেৱ ব্যবহাৰ হয়ে গলেই বাঁ দিকেৱ ঘৱে এক বসাতে হয় বা 0 -এৱ সঙ্গে 1 যোগ কৰাতে হয় (বাঁ দিকে তো আমৱা ইচ্ছামত শূন্য বসাতে পাৰিব।)

বাইনাৰি সিস্টেম অবশ্য আমৱা এককেৱ ঘৱে, দশকেৱ ঘৱে, শতকেৱ ঘৱে, সহশ্রে ঘৱে বা বলে বলব একেৱ ঘৱে, দুইয়ে ঘৱে, চাৰেৱ ঘৱে, আটেৱ ঘৱে। কেন বল তো? একটু চিন্তা কৱো।

ডেসিমালে যেমন 10 লিখতে দুটি অঙ্ক লাগে, 100 লিখতে তিনটি, 1000 লিখতে চারটি, তেমনই বাইনাৰিতে দুই লিখতে দুটি (10), চার লিখতে তিনটি (100), আট লিখতে চারটি (1000), যোল লিখতে পাঁচটি (10000) অঙ্ক ব্যবহাৰ কৰাতে হয়। ডেসিমাল ডান দিকেৱ প্ৰথম অঙ্ক ($10^0 = 1$) হচ্ছে এককেৱ ঘৱে, দ্বিতীয় অঙ্ক ($10^1 = 10$) হচ্ছে দশকেৱ ঘৱে, তৃতীয় অঙ্ক ($10^2 = 100$) হচ্ছে শতকেৱ ঘৱে, তেমনই বাইনাৰিতে ডানদিকেৱ প্ৰথম অঙ্ক ($2^0 = 1$) হচ্ছে একেৱ ঘৱে, পৱেৱ অঙ্ক ($2^1 = 2$) হচ্ছে দুইয়ে ঘৱে, তাৰপৱে ($2^2 = 4$) হচ্ছে চাৰেৱ ঘৱে, এই রকম।

দশভিত্তিক সংখ্যায় যেমন যোগ, বিয়োগ, গুণ, ভাগ কৰা যায়, তেমনই বাইনাৰিতে কৰা যায়। আসলে যোগ কৰাতে পাৱলো কিন্তু বাকি কাজ কৰা কোনো ব্যাপার নহয়। আবাৱ বাইনাৰিতে ভগাংশেৱ ব্যাপার আছে, তবে আমি কেবল পূৰ্ণসংখ্যা নিয়েই আলাচনা কৰিব।

যোগেৱ ক্ষেত্ৰে মূল হিসাবগুলো হচ্ছে:

$$\begin{aligned} 0 + 0 &= 0, \\ 0 + 1 &= 1, \\ 1 + 0 &= 1, \\ 1 + 1 &= 10 \end{aligned}$$

ডেসিমালেৱ মতোই হিসাব, $1 + 1$ এৱ ক্ষেত্ৰে দেখা, দুইয়ের (10) শূন্য এল প্ৰথমে, হাতে থাকে এক, সেটি পৱে লিখলাম।

$$101 + 101 = ?$$

প্ৰথমে একেৱ ঘৱেৱ যোগ, $1 + 1 = 10$ । তাই যোগফলেৱ একেৱ ঘৱেৰ বসবে 0 আৱ হাতে থাকল 1 ($carry$)। এবাৱে দুইয়েৱ ঘৱে, $0 + 0 = 0$, এখন এই 0 -এৱ সঙ্গে হাতেৱ 1 যোগ কৰাতে হবে। তাহলে যোগফলেৱ দুইয়েৱ ঘৱেৰ বসবে 1 । এবাৱে চাৰেৱ ঘৱেৱ যোগ কৰলে পাই, $1 + 1 = 10$ । হাতে কিছু নেই (কোনো $carry$ নেই)। সুতৰাং চাৰেৱ ঘৱেৰ বসবে 0 আৱ 1 বসবে আটেৱ ঘৱে। যোগফল: 1010 । এবাৱে বলো $1011 + 1011 = ?$ যোগ কৰে যদি দেখা যোগফল 10110 হয়নি, তাহলে তুমি যোগ কোথাও ভুল কৱেছ।

বিয়োগের ক্ষেত্রেও ডেসিমালের মতো হিসাব হবে।

$$\begin{aligned}0 - 0 &= 0, \\1 - 0 &= 1, \\1 - 1 &= 0, \\0 - 1 &= 1\end{aligned}$$

শেষেরটি খেয়াল করো, $2 \ 3 - 1 \ 5$ করার সময় আমরা কী করি? তখন 3 -এর বাঁয়ে একটি কাল্পনিক 1 ধরে নিই (বা 1 ধার করি), তারপর $1 \ 3 - 5 = 8$ লেখি। আর যেই একটি ধার করলাম, সেটি পরের ঘরে 1 -এর সঙ্গে যোগ করে দিই। তেমনই বাইনারিতে $0 - 1$ করতে গেল 0 -এর বাঁয়ে একটি এক ধরণ, তখন সংখ্যাটি হবে $1 \ 0$ (দুই), এই দুই থেকে এক বাদ দিলে এক থাকবে। পরের ঘরে একটি এক যোগ করতে হবে (যেই সংখ্যাটি বিয়োগ হচ্ছে তার সঙ্গে)।

$$1 \ 1 \ 0 - 1 \ 0 \ 1 = ?$$

একের ঘরে 0 থেকে 1 বাদ দিলে থাকে 1 , এখানে 1 ধার করতে হয়েছে। তাই $1 \ 0 \ 1$ -এর দুইয়ের ঘরে সেটি যোগ করে দেব। তাহলে দুইয়ের ঘরে $1 - 1 = 0$, চারের ঘরে $1 - 1 = 0$ । তাই বিয়োগফল হবে: $0 \ 0 \ 1$ বা 1 । যোগ-বিয়োগ পারলে গুণভাগ না পারার কারণ - নেই। ডেসিমালের মতোই নিয়ম।

আবার কোনো ডেসিমাল সংখ্যাকে আমরা নির্দিষ্ট অক্ষ x $1 \ 0$ ওই অক্ষের অবস্থা-এর যোগফল হিসেবে যেমন লিখতে পারি, বাইনারি সংখ্যাকেও নির্দিষ্ট অক্ষ x 2 ওই অক্ষের অবস্থা-এর যোগফল হিসেবে লেখা যায়। যেমন: $1 \ 9 \ 0 \ 3 = 1 \times 10^3 + 9 \times 10^2 + 0 \times 10^1 + 3 \times 10^0$ ।

বাইনারি: $1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 = 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0$ । ইংরেজিতে একে

বলে Exponential Expression।

এখন কোনো বাইনারি সংখ্যার মান যদি ডেসিমালে বের করতে চাই, তবে প্রথমে বাইনারি সংখ্যাটিকে এক্সপোনেনশিয়াল এক্সপ্রেশন আকারে লিখতে হবে। তারপর গুণফলগুলো ডেসিমালে হিসাব করতে হবে। নিচের উদাহরণটি দেখায়:

$$\begin{aligned}1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 &= 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 1 \times 16 + 0 \times 8 + 1 \times 4 + 1 \times 2 + 0 \times 1 \\&= 16 + 0 + 4 + 2 + 0 = 22\end{aligned}$$

অর্থাৎ বাইনারি $1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 =$ ডেসিমাল 22 । আমরা অনেকক্ষণ কোনো প্রোগ্রামিং করছি না, চলো বাইনারি সংখ্যার ডেসিমাল মান বের করার একটি প্রাগ্রাম লিখে কেলি। পদ্ধতি তো জানা হয়ে গচ্ছে। এখন গুরুত্বপূর্ণ প্রশ্ন হচ্ছে, বাইনারি সংখ্যা রিড করব কী দিয়ে? আমরা স্ট্রিং ব্যবহার করতে পারি।

```
char binary [] = "10110";
```

```
int len = 5; // স্ট্রিংের দৈর্ঘ্য 5।
```

```
int decimal = 0; // এখনো কোনো হিসাব করিনি, তাই ধরলাম ডেসিমাল মান 0।
```

এবাবে আমরা একটি লুপের সাহায্যে বাইনারি সংখ্যার প্রতিটি অক্ষের সঙ্গে 2 ওই অক্ষের অবস্থা গুণ করে সেটি ডেসিমালের সঙ্গে যোগ করে দেব। প্রথম ক্যারেক্টার

অর্থাৎ $binary[0]$ তে তো '1' আছে, -এর অবস্থান কত বলা তো? -এর অবস্থান হচ্ছে 4 । তারপরের অক্ষের বেলায় অবস্থানের মান

এক কমবে, এভাবে একেবাবে শেষের অক্ষের বেলায় অবস্থান হবে 0 ।

```

int position = 4;
int indx;
for(indx = 0; indx < len; indx++) {
    decimal = decimal + pow(2, position);
    position--;
}

```

ଲୁପ୍ ଥିକେ ବେଳ ହଲେ ଆମରା ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ବାଇନାରି ସଂଖ୍ୟାର ଡେସିମାଲ ମାନ ପତ୍ରେ ଯାବ। ଏଥାନେ ଦେଖା, ଆମି $p \circ w$ ଫଂଶନ ବ୍ୟବହାର କରେଛି। ଏଟିର କାଜ ବଲା ଆଜମାତି $h.h$ ହେଡାର ଫାଇଲୀ a^b -ର ମାନ ବେଳ କରାର ଜନ୍ୟ $p \circ w(a, b)$ ବାଲ ଦିଲେଇ ହୁଏ। ତାହାଲେ ଆମାଦେର ପୁରୋ ପ୍ରୋଗ୍ରାମଟି ଦାଁଢାଙ୍କେ ଏଇ ରକମ:

```

#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <math.h>
int main()
{
    char binary[65];
    int len, decimal, power, i;
    printf("Enter the binary number: ");
    scanf("%s", binary);
    decimal = 0;
    len = strlen(binary);
    power = len - 1;
    for(i = 0; i < len; i++) {
        decimal += pow(2, power);
        power--;
    }
    printf("Decimal value is %d\n", decimal);
    return 0;
}

```

ପ୍ରୋଗ୍ରାମ: ୧୨.୧

ପ୍ରୋଗ୍ରାମ କର୍ମପାଇଲ କରେ ରାନ କରୋ। ଇନପୁଟ ଯଦି 1 0 1 1 0 ଦାଁ, ତାହାଲେ ଆଉଟପୁଟ କତ ଆସେ? ଆଉଟପୁଟ ଆମେ 3 1 କିନ୍ତୁ ଆଉଟପୁଟ ତୋ ଆସା ଉଚିତ 2 2 । ତାହାଲେ ଆମରା କୋଥାଓ ଭୁଲ କରେଛି। ତୋମରା ନିଜେ ନିଜେ ଭୁଲଟି ବେଳ କରାର ଚେଷ୍ଟା କରୋ।

ଆମାଦେର ତୋ ଆସଲେ $p \circ w(2, position)$ କେ ବାଇନାରି ସଂଖ୍ୟାର ଓଈ $position$ -ର ଅନ୍ତିମ ଦିମ୍ବ ଗୁଣ କରାର କଥା, ମେଟି ଆମରା କରାତେ ଭୁଲ ଗଛି। ଅର୍ଥାଁ ଆମାଦେର ଲିଖିତ ହାବ:

```
decimal += binary[i] * pow(2, power);
```

ଏକଟି ବ୍ୟାପାର ଥିଲା କରାଚ୍ଛା ତୋ? 1 0 1 1 0 -ର ଏକର ଘରେର ଅନ୍ତିମ ଆମାଦେର ଅୟାରେର ଶେଷ କ୍ୟାରେଟୋର, ଆର ସୋଲାର ଘରେର ଅନ୍ତିମ ହଞ୍ଚ ଅୟାରେର ପ୍ରଥମ କ୍ୟାରେଟୋର। ଅୟାରେତେ ସଂଖ୍ୟାଟି ଆଜି ଏଇଭାବେ: [1, '0', '1', '1', '0']। ତାଇ $binary[0]$ -ର ସଙ୍ଗେ ଗୁଣ ହବେ $pow(2, 4)$, $binary[1]$ -ର ସଙ୍ଗେ ଗୁଣ ହବେ $pow(2, 3)$, ..., ଏଭାବେ $binary[4]$ -ର ସଙ୍ଗେ ଗୁଣ ହବେ $pow(2, 0)$ । ଏଥିର ପ୍ରୋଗ୍ରାମଟି ଠିକ କରେ ନିଯେ ତାରପର ଚାଲାଓ। ଇନପୁଟ 1 0 1 1 0 -ର ଜନ୍ୟ କୀ ଆଉଟପୁଟ?

আমি তো আউটপুট দেখতে পাচ্ছি Decimal value is 1510 | ভুলটি কোথায় হলো? সব তো ঠিকই করলাম। তোমরা আবার বিরক্ত হয়ে যাচ্ছ না তো? টেস্ট ক্লিকেট খলার সময় যেমন ধৈর্যের প্রয়োজন, প্রোগ্রামিংও তেমনই ধৈর্যের খলা।

ভুলটি যে decimal += binary[i] * pow(2, power); স্টেচমেন্ট হয়েছে তাতে কোনো সল্দহ নেই। কারণ আমরা এখানেই একটু পরিবর্তন করেছি। লক্ষ করো, binary[i]-এর মান হয় '0' বা '1' (মান ক্যারেক্টাৰ '0' বা ক্যারেক্টাৰ '1')। এখন কম্পিউটার '0' বলতে বোঝে 4⁸ আৱ '1' বলতে বোঝে 4⁹। বামেলাটা এখানেই হয়েছে। এখন এই '0' কে 0 আৱ '1' কে 1 বোঝাব কীভাবে?

$$'0' - '0' = 48 - 48 = 0 |$$

$$'1' - '0' = 49 - 48 = 1 |$$

বুদ্ধিটা দারূণ না? আমরা binary[i] না লিখ (binary[i] - '0') লিখলেই ঝামলা শেষ। এবাবে প্রোগ্রাম ঠিকঠাক কাজ কৰবে (যদি না তুমি নতুন কোনো তুল কৰে থাকো)।

এবাবে আমরা দেখব ডেসিমাল থকে বাইনারিতে রূপান্তৰ। একটি উদাহৰণের সাহায্যে পদ্ধতিটা দেখাই। ধৰো 9⁵ কে বাইনারিতে রূপান্তৰ কৰতে হবে। এখন আমাদেৱ বৰ কৰতে হবে n -এৱ সৰ্বৰ্ক মান, যেখানে $2^n \leq 9^5$ । দুইয়েৱ পাওয়াৱগুলো হচ্ছে 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, ...। এখানে আমরা দেখতে পাচ্ছি $64 < 9^5$ বা $2^6 < 9^5$ । তাহলে n -এৱ মান 6। আৱ আমাদেৱ বাইনারি সংখ্যাটি হবে সাত অঙ্কৰ (0 থকে 6 মাটি সাতটি অঙ্ক)। যেহেতু $6 < 9^5$, তাই এই সংখ্যাটি নেওয়া যায়। তাহলে টোষটিৱ ঘৰে (বাঁ থকে প্ৰথম বা ডান থকে সপ্তম) হবে 1 (1 x x x x x)। এখন n -এৱ মান 1 কমাই $64 + 2^5 = 64 + 32 = 96$, যা কিনা 9⁵ -এৱ চেয়ে বড়। তাই একে নেওয়া যাবে না। অতএব বত্ৰিশেৱ ঘৰে 0 বসাই (1 0 x x x x x)। এবাবে n -এৱ মান আবাব এক কমাই, n -এৱ মান এখন $4 | 64 + 2^4 = 64 + 16 = 80 < 9^5$ । সুতৰাং ঘৰেৱ ঘৰে হবে 1 (1 0 1 x x x x)। এখন n -এৱ মান এক কমাই, n = 3 | 80 + 2³ = 80 + 8 = 88 < 9⁵। তাই আটেৱ ঘৰেও 1 বসাব (1 0 1 1 x x x)। এৱপৰ একইভাৱে, n = 2 -এৱ জন্য $88 + 2^2 = 88 + 4 = 92 < 9^5$ । চাৰেৱ ঘৰেও 1 বসাব (1 0 1 1 1 x x)। তাৱপৰ n = 1, 92 + 2¹ = 92 + 2 = 94 < 9⁵। দুইয়েৱ ঘৰেও 1 (1 0 1 1 1 1 x)। এখন n = 0, 94 + 2⁰ = 94 + 1 = 95। তাই একেৱ ঘৰেও 1। সুতৰাং বাইনারি সংখ্যাটি হচ্ছে 1011111। তোমরা এখন এই পদ্ধতিতে কোনো দশভিত্তিক সংখ্যাকে বাইনারিতে রূপান্তৰ কৰাব প্রোগ্রাম লিখ কোলা এবং বিভিন্ন মান দিয়ে পৰীক্ষা কৰে দেখো।

এখন একই কাজ আমরা একটু অন্যভাবে করব। নিচের টেবিলটি দেখো:

	ভাগফল	ভাগশেষ
9 5 / 2	4 7	1
4 7 / 2	2 3	1
2 3 / 2	1 1	1
1 1 / 2	5	1
5 / 2	2	1
2 / 2	1	0
1 / 2	0	1

এবারে ভাগশেষ কলামের অঙ্কগুলো শেষ থেকে প্রথম ক্রমে লেখলেই আমরা বাইনারি নম্বরটা পেয়ে যাব: 1 0 1 1 1 1 1 | আর ভাগের কাজটি আমরা ততক্ষণ করব যতক্ষণ না ভাগফল 0 পাই।
এই পদ্ধতিতও তামরা ডিসিমাল থেকে বাইনারি রূপান্তরের জন্য একটি কোড লিখ ফেলো। রূপান্তরের কোডটি ma i n ফাংশনে না করে আলাদা একটি ফাংশনে করবে।

Chapter 13

[প্রোগ্রামিং বইঃ অধ্যায় তেরো] কিছু প্রোগ্রামিং সমস্যা।

এই অধ্যায়ে আমরা কয়েকটি সহজ সমস্যা দেখব ও সমাধানের চষ্টা করব।

আমাদের প্রথম সমস্যা হচ্ছে, বিভিন্ন ধরনের আকৃতি তৈরি করা। নিচের ছবিগুলো দেখো।

CCCCCCCC
CCCCCCC
CCCCC
CCCC
CCC
CC
C
CC
CCC
CCCC
CCCCC
CCCCCC
CCCCCCC
CCCCCCCC

oooooooooooo
oooooooooooo
oooooooooooo
oooooooooooo
oooo
ooo
oo
o
oooo
oooooo
ooooooo
oooooooooooo

ছবি ১৩.১

ছবি ১৩.২

CCCCCC
CCCCCCC
CCCCC
CCCC
CCC
CC
C
CC
CCC
CCCC
CCCCC
CCCCCC
CCCCCCC
CCCCCCCC

C C
CC CC
CCC CCC
CCCC CCCC
CCCCC CCCCC
CCCCCCC CCCCCC
CCCCCCCC CCCCCCCC
CCCCCCCCC CCCCCCCC
CCCCCCCCCCCC CCCCCCCCCC

ছবি ১৩.৩

ছবি ১৩.৪

তোমাদের চারটি প্রোগ্রাম লিখতে হবে এই চার ধরনের আকৃতি তৈরি করার জন্য। কেবল `printf` ফাংশন ব্যবহার করলেই হবে না, শুধু ব্যবহার করতে হবে। তাহলে লুপ বা নেস্টেড লুপ, এবং 'C' ও '' (স্পেস ক্যারেক্টার) প্রিন্ট করে তোমরা প্রোগ্রামগুলো লিখে ফেলতে পারো। আরও খেলাধূলা করার ইচ্ছা হলে আরও নানান রকম আকৃতি তৈরির চেষ্টা করতে পার।

প্যালিঙ্গোম (palindrome) কী জিনিস, তোমরা জান? কোনো শব্দকে উন্টাভাবে (মানে শেষ থেকে শুরু) লিখল যদি সেটি আর নতুন শব্দটি একই রকম হয় তবে সেটি একটি প্যালিঙ্গোম। যেমন: `madam`। এটিকে শেষ থেকে শুরু পর্যন্ত লিখলেও `madam` হবে। এখন একটি প্রোগ্রাম লিখব যাটিতে কোনো শব্দ ইনপুট দিলে সেটি প্যালিঙ্গোম কি না বলে দেব। তবে প্রোগ্রাম লেখার আগে তোমাদের জন্য ইউটিউব থেকে দুটি ভিডিও:

ভিডিও ১-- [Palindromes](#)

ভিডিও ২ -- [The Palindrome Day Song! \(01/11/10\)](#)

এজন্য আমরা কী করতে পারি? প্রথমে শব্দটি স্ট্রিং হিসেবে একটি অ্যারেতে ইনপুট নেব। তারপর আরেকটি অ্যারেতে সেটি উন্টাভাবে রাখব। তারপর যদি দুটি একই স্ট্রিং হয়, তবে সেটি প্যালিঙ্গোম। তাহলে প্রোগ্রামটি লিখে ফেলি:

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
int main()
{
    char word[80], reverse_word[80];
    int i, j, len;
    scanf("%s", word);
    len = strlen(word);
    for(i = 0, j = len - 1; i < len; i++, j--) {
        reverse_word[i] = word[j];
    }
    reverse_word[i] = '\0';
    printf("%s\n", reverse_word);
    if (0 == strcmp(word, reverse_word)) {
        printf("%s is a palindrome.\n", word);
    }
    else {
        printf("%s is not a palindrome.\n", word);
    }
    return 0;
}
```

প্রোগ্রাম: ১৩.১

কী মজা! আমি প্রোগ্রামটি লিখ দিলাম। তবে আমি এখানে বশ কিছু বোকামি করেছি, যার মধ্যে অন্যতম হচ্ছে একটি অতিরিক্ত অ্যারে ব্যবহার করা। সূতরাং তোমাদের এখন প্রোগ্রামটি এমনভাবে লিখতে হবে, যাতে কেবল একটি অ্যারে ব্যবহার করেই কাজ হয়। আর তখন strcmp ফাংশনটিরও দরকার হবে না। প্রোগ্রামটি লিখতে সময় বেশি লাগতে পারে, লাগুক, অসুবিধা নেই। তবে লিখতে হবে ঠিকঠাক, এটিই হলো কথা।

তোমরা তো ফ্যাক্টরিয়াল (factorial) জিনিসটির সঙ্গে পরিচিত? এটি একটি গাণিতিক অপারেশন যা কোনো ধনাত্মক পূর্ণসংখ্যার ক্ষেত্রে ব্যবহার করা যায়। n একটি ধনাত্মক পূর্ণ সংখ্যা হল-এর ফ্যাক্টরিয়ালকে প্রকাশ করা হয় $n!$ দিয়ে এবং $n! = n * (n - 1) * (n - 2) * \dots * 3 * 2 * 1$ । যেমন $4! = 4 * 3 * 2 * 1 = 24$ । আবার $6! = 6 * 5 * 4 * 3 * 2 * 1 = 720$ । $1! = 1$ । $0!$ = 1 (0-এর ক্ষেত্রে ব্যতিক্রমটি লক্ষ করো, কিছু বিশেষ সুবিধার জন্য 0-এর ফ্যাক্টরিয়ালের মান 1 ধরা হয়)। এখন তোমরা কোনো ধনাত্মক পূর্ণসংখ্যার ফ্যাক্টরিয়াল বের করার প্রোগ্রামটি লিখ কেলো। সহজ প্রোগ্রাম, একটি লুপ ব্যবহার করেই করা যায়। এখন বিভিন্ন সংখ্যা দিয়ে প্রোগ্রামটি টেস্ট করে দেখো ফ্যাক্টরিয়াল ঠিকঠাক বের করতে পারে কি না। প্রোগ্রামে তুমি যদি ডাটা টাইপ int ব্যবহার করে থাক তবে 12-এর চেয়ে বড় কোনো পূর্ণ সংখ্যার ফ্যাক্টরিয়ালের মান ঠিকমতো দেখাবে না (ক্যালকুলেটরে করে মিলিয়ে দেখতে পারো)। কারণ হচ্ছে 12-এর চেয়ে বড় কোনো পূর্ণ সংখ্যার জন্য সেই সংখ্যার ফ্যাক্টরিয়ালের মান রেঞ্জের বাইরে চলে যায়।

এখন তোমাদের একটি মজার সমস্যা সমাধান করতে হবে। কোনো পূর্ণসংখ্যা n (যেখানে $1 < n < 100$, মানে n -এর মান 2 থেকে 99 পর্যন্ত হতে পারে)-এর ফ্যাক্টরিয়ালকে মৌলিক সংখ্যার গুণফল হিসেবে প্রকাশ করলে কোন মৌলিক সংখ্যা কতবার আছে সেটি বের করতে হবে। যেমন, আমরা জানি, $5! = 120 = 2 * 2 * 2 * 3 * 5$ । এখানে 2 আছে 3 বার, 3 আছে 1 বার আর 5 আছে 1 বার। তাই ইনপুট 5 হল আউটপুট হবে: $5! = (2, 3), (3, 1), (5, 1)$ । তোমরা কি একটি ব্যাপার বুঝতে পারছ যে শুরুতে n -এর ফ্যাক্টরিয়ালের মান বের করে তারপর মৌলিক উপাদানকে ভাগ করে একটি ঘোষণা করে যাবে? কারণ n -এর মান সর্বোচ্চ হতে পারে 99 আর ইন্টিজারে তো 12-এর চেয়ে বড় কোনো সংখ্যার ফ্যাক্টরিয়ালের মান রাখা যায় না। আসলে এই প্রোগ্রামের জন্য $n!$ -এর মান বের করার কোনো দরকার নেই। শুধু একটু গাণিতিক যুক্তি-বুদ্ধি থাটাও। আর 2 থেকে 99 পর্যন্ত মৌলিক সংখ্যাগুলো একটি অ্যারেতে রেখে নাও। প্রোগ্রামটি ঠিকভাবে করতে তোমাদের অনেকেরই দু-তিন দিন সময় লেগে যাবে পারে, এতে হতাশ হওয়ার কিছু নেই।

এখন আমরা একটি প্রোগ্রাম লিখব। যার উদ্দেশ্য হবে কোনো অ্যারেতে কিছু সংখ্যা থাকলে সেগুলোকে ছোট থেকে বড় ক্রমে সাজানো। যেমন, কোনো অ্যারে যদি এমন হয়: int ara[] = {3, 1, 5, 2, 4}, তবে আমাদের প্রোগ্রাম সেই অ্যারের সংখ্যাগুলো এমনভাবে সাজাবে, যাতে ara[] = {1, 2, 3, 4, 5} হয়।

প্রোগ্রামটি একটু পরে লিখব, তার আগে ঠিক করে নেই যে সেটি কীভাবে কাজ করবে। তোমার কাছে পাঁচটি সংখ্যা আছে: 3, 1, 5, 2, 4। ছোট থেকে বড় ক্রমে সাজাতে হবে। তুমি প্রথমে কী করবে? প্রথম সবচেয়ে ছোট সংখ্যাটি খুঁজে বের করে তাকে শুরুতে লিখবে: 1। তখন বাকি থাকে চারটি সংখ্যা: 3, 5, 2, 4। এখন এই চারটির মধ্যে সবচেয়ে ছোট সংখ্যাটি 1-এর পরে লিখবে: 1, 2। বাকি রইল 3, 5, 4। এদের মধ্যে সবচেয়ে ছোট 3। তাই তুমি লিখবে: 1, 2, 3। এখন বাকি 5, 4। এই দুটি সংখ্যার মধ্যে সবচেয়ে ছোট 4। সেটি তুমি 3-এর পরে লিখবে: 1, 2, 3, 4। এখন বাকি একটি সংখ্যা, 5। সেটি তুমি 4-এর পরে লিখবে: 1, 2, 3, 4, 5। তোমার সাজানোর কাজ হয়ে গেল। একে সার্টিং (sorting) বল। বিভিন্ন উপায়ে এটি করা যায়। তবে আমরা একটি সহজ-সরল উপায়ে করলাম।

আমরা যেভাবে কাজটি করেছি, সেটি উইকিপিডিয়াতে চৰ্কার একটা অ্যানিমেশনের সাহায্যে দেখানো হয়েছে। অ্যানিমেশনটি একবার দেখলে বোৱা কঠিন, তাই আমার পরামর্শ হচ্ছে কমপক্ষে চার-পাঁচবার এটি দেখো।

	8
	5
	2
	6
	9
	3
	1
	4
	0
	7

এখন প্রোগ্রামটি লিখব কীভাবে?

```
প্রথমে একটি অ্যারেতে সংখ্যাগুলো রাখো: int ara1[] = { 3, 1, 5, 2, 4 };
এখন আরেকটি অ্যারে নাও: int ara2[5];
অ্যারেটি এখনো খালি। তাই একটি ভেনিয়েবল ইনডেক্স 0 লিখে রাখো। int index_2 = 0;
এখন একটি একটি করে ara2-তে সংখ্যাগুলো রাখতে হবে। তার জন্য একটি লুপ দরকার।
for(index_2 = 0; index_2 < 5; index_2++) // মানে 0 থকে 4 পর্যন্ত প্রতিটি ঘরে আমরা সংখ্যা বসাব। এই
লুপের ভেতরে আরেকটি লুপ দরকার যেটি দিয়ে আমরা ara1-এর সবচেয়ে ছোট সংখ্যা খুঁজে বের করব।
minimum = 100000; // এমন একটি বড় সংখ্যা অ্যাসাইন করলাম যেটি ara1-এর যেকোনো সংখ্যার চেয়ে বড়।
for (i = 0; i < 5; i++)
{
    if (ara1[i] < minimum)
    {
        minimum = ara1[i];
    }
}
এখন ara1-এর স্থূলতম সংখ্যাটি minimum এ চলে এল।
সেটি এখন ara2-তে রাখি: ara2[index_2] = minimum।
সবশেষে ara2-এর সব সংখ্যা প্রিণ্ট করে দেখো।
এবাবে চলো, পুরো প্রোগ্রামটি লিখে কম্পাইল ও রান করে দেখি আউটপুট কী আসে।
```

```

#include <stdio.h>
int main()
{
    int aral[] = {3, 1, 5, 2, 4};
    int ara2[5];
    int i, minimum, index_2;
    for (index_2 = 0; index_2 < 5; index_2++) {
        minimum = 10000;
        for (i = 0; i < 5; i++) {
            if (aral[i] < minimum) {
                minimum = aral[i];
            }
        }
        ara2[index_2] = minimum;
    }
    for (i = 0; i < 5; i++) {
        printf("%d\n", ara2[i]);
    }
    return 0;
}

```

প্রয়োগ: ১৩.২

কী সুন্দর প্রোগ্রাম! আউটপুট কী? আউটপুটও খুব সুন্দর, একে একে পাঁচটি ১।

1
1
1
1
1

কিন্তু আমরা তা এমন আউটপুট চাইনি। কোথাও গোলমাল হয়েছে। এখন আমার কোডে দেখো তা কোনো ভুল বের করা যায় কি না।
একটি ঝামেলা হয়েছে। ভেতরের লুপে (যখানে সবচেয়ে ছোট সংখ্যা বের করা হয়) কিন্তু সব সময়ই **minimum**-এর মান 1 আসবে, কারণ 1 হচ্ছে ওই পাঁচটির মধ্যে সবচেয়ে ছোট সংখ্যা। এজন্য দ্বিতীয় অ্যারেতে পাঁচটি সংখ্যাই 1 হয়ে যাচ্ছে। তাই আমরা যখন **minimum** বের করব, তখন অ্যারের যেই ঘরে সবচেয়ে ছোট সংখ্যা পাব সেই ঘরের মান একটি অনেক বড় সংখ্যা দিয়ে দেব। এজন্য একটি ভেরিয়েবল রাখি **minimum_index**। আর লুপটি এখন এমন হবে:

```

minimum = 10000;
for (i = 0; i < 5; i++) {
    if (aral[i] < minimum) {
        minimum = aral[i];
        minimum_index = i;
    }
}

```

এখন **minimum**-এর মান আমরা পেয়ে গেছি এবং সেই সঙ্গে এটিও জানি যে এটি আসলে আছে **ara1[minimum_index]**

ঘরে।

```
ara1[minimum_index] = 10000;
```

তাহলে প্রোগ্রামটি ঠিক করে আবার চালাই:

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int aral[] = {3, 1, 5, 2, 4};
    int ara2[5];
    int i, minimum, index_2, minimum_index;
    for (index_2 = 0; index_2 < 5; index_2++) {
        minimum = 10000;
        for (i = 0; i < 5; i++) {
            if (aral[i] < minimum) {
                minimum = aral[i];
                minimum_index = i;
            }
        }
        aral[minimum_index] = 10000;
        ara2[index_2] = minimum;
    }
    for (i = 0; i < 5; i++) {
        printf("%d\n", ara2[i]);
    }
    return 0;
}
```

প্রোগ্রাম: ১৩.৩

এখন প্রোগ্রামটি আউটপুট ঠিকঠাক দেখাবে। আচ্ছা, সব কাজই তো আমি করে দিলাম। তোমাদের কাজ হবে প্রোগ্রামটি এমনভাবে লেখা যাতে দ্বিতীয় অ্যারের প্রয়োজন না হয়। শুরুতে যে অ্যারেটি আছে তার ভেতরেই স্টিং করতে হবে। এজন্য সবচেয়ে ছোট সংখ্যাটি অ্যারের প্রথম ঘরে নিয়ে আসো আর যে ঘর থেকে সবচেয়ে ছোট সংখ্যা পেয়েছ সেখানে প্রথম ঘরের সংখ্যাটি রাখো। এখন তোমার অ্যারের প্রথম ঘরে আছে সবচেয়ে ছোট সংখ্যা। এবারে বাকি চারটি ঘরের মধ্যে সবচেয়ে ছোট সংখ্যাটি অ্যারের দ্বিতীয় ঘরে রাখো এবং যে ঘর থেকে ওই সংখ্যাটি পেয়েছ সেখানে দ্বিতীয় ঘরের সংখ্যাটি রাখো। আর কিছু বলা যাবে না।

ରୋବଟ ନିଯେ ଏଥିନ ଆମରା ଏକଟି ପ୍ରୋଗ୍ରାମ ଲିଖିବ। କୋଣୋ ଏକଟି $N \times N$ ଗିଡ୍ ଏକଟି ରୋବଟ ଆଛେ। ଶୁଭୁତେ ତାର ଏକଟି ଅବସ୍ଥାନ ଆଛେ। ଆମରା ମେଟିକେ କିଛୁ କମାନ୍ଦ ଦେବ, ଏକ ଘର ଡାନେ, ବାଁମେ, ଓପରେ ଓ ନିଚେ ଯାଓଯାଇ କମାନ୍ଦ।

(0 , 0)	(0 , 1)	(0 , 2)	(0 , 3)	(0 , 4)	(0 , 5)	(0 , 6)	(0 , 7)	(0 , 8)
(1 , 0)		(1 , 2)						
(2 , 0)	(2 , 1)	R (2 , 2)	(2 , 3)					
(3 , 0)		(3 , 2)						
(4 , 0)								
(5 , 0)								
(6 , 0)								
(7 , 0)								
(8 , 0)								(8 , 8)

ଗିଡ୍ଟି ଦେଖା। ଓପରେ ଏକବାରେ ବାଁ ଦିକେର ଘର ହଜ୍ଜେ (0, 0)। ଓପରେ ଏକବାରେ ଡାନଦିକେର ଘର ହଜ୍ଜେ (0, 8)। ନିଚେ ଏକବାରେ ବାଁ ଦିକେର ଘର ହଜ୍ଜେ (8, 0)। ନିଚେ ଏକବାରେ ଡାନ ଦିକେର ଘର ହଜ୍ଜେ (8, 8)। ଧରା ଯାକ, ଏହି ମୁହାର୍ତ୍ତ ରୋବଟଟି ଆଛେ (2, 2) ଘରେ। ଏକ ଘର ଓପରେ ଯେତେ ବଲଳ ମେ ଯାବେ (1, 2) ଘରେ। ନିଚେ ଯେତେ ବଲଳ ଯାବେ (3, 2) ଘରେ। ଡାନେ ଆର ବାଁମେ ଯେତେ ବଲଳ ସ୍ଥାନରେ (2, 3) ଓ (2, 1) ଘରେ ଯାବେ। କମାନ୍ଦଗୁଲୋ ହଜ୍ଜେ U (up), D (down), L (left), R (right), S (stop)। ଏଥିନ ତାମାକେ ଯଦି ଶୁଭୁର ଅବସ୍ଥାନ ଆର କମାନ୍ଦଗୁଲୋ ବଲ ଦିଇ, ତାହାଲେ ରୋବଟର ଶେଷ ଅବସ୍ଥାନ (stop କରାର ପର ଅବସ୍ଥାନ) ବେର କରାନ୍ତେ ହବେ।

ତୋମରା କି ପ୍ରୋଗ୍ରାମଟି ନିଜେ ଲିଖାର ଜଳ୍ଯ କିଛୁକ୍ଷଣ ଚଢ୍ରା କରାବେ?

ତୋମରା ନିଶ୍ଚଯଇ ବୁଝାତେ ପାରଛ ଯେ ଏକଟି 2-D ଆଯାରେ ଦରକାର ହବେ ଏହି ପ୍ରୋଗ୍ରାମେ। ଆସଲେ କିନ୍ତୁ ଏଥାନେ ଆୟାରର କୋଣୋଇ ଦରକାର ନେଇ। ଏହି ସାଧାରଣ ଯୋଗ-ବିଯୋଗର ପ୍ରୋଗ୍ରାମ। ମନ କରି, ଶୁଭୁର ଅବସ୍ଥାନ ହଜ୍ଜେ (x, y)। ଏଥିନ U କମାନ୍ଦ ଦିଲେ ଏକଘର ଓପରେ ଯାବେ, ତଥନ X-ଏର ମାନ ଏକ କମେ ଯାବେ, y-ଏର ମାଲର କୋଣୋ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହବେ ନା। D କମାନ୍ଦ ଦିଲେ ଏକ ଘର ନିଚେ ଯାବେ, ତଥନ X-ଏର ମାନ ଏକ ବେଡ଼େ ଯାବେ, y-ଏର ମାନର କୋଣୋ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହବେ ନା। R କମାନ୍ଦ ଦିଲେ y-ଏର ମାନ ଏକ ବାଡ଼ାବେ, X-ଏର ମାନ ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ଥାକାବେ। L କମାନ୍ଦ ଦିଲେ y-ଏର ମାନ ଏକ କମବେ, X-ଏର ମାନ ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ଥାକାବେ। ତାହାଲେ ଆମାଦେର ପୁରୋ ପ୍ରୋଗ୍ରାମଟି ଦାଁଡାବେ ଏହି ରକମ:

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int x, y;
    char c;
    printf("Please enter the initial position: ");
    scanf("%d %d", &x, &y);
    while (1) {
        scanf("%c", &c);
        if (c == 'S') {
            break;
        }
    }
}
```

```

        else if (c == 'U') {
            x--;
        }
        else if (c == 'D') {
            x++;
        }
        else if (c == 'R') {
            y++;
        }
        else if (c == 'L') {
            y--;
        }
    }
    printf("Final position of the robot is: %d, %d\n", x, y);
    return 0;
}

```

প্রোগ্রাম: ১৩.৪

আর্টিফিশিয়াল ইন্সেণ্স কী হবে সেটি নির্ভর করবে তামার ইনপুটের ওপর। যেমন:

Please enter the initial position: 2 2

D
R
D
R
S

Final position of the robot is: 4, 4

বেশ সহজ সরল প্রোগ্রাম। কিন্তু এখন যদি বলি যে গ্রিডে কিছু কিছু ঘরে যাওয়া নিষেধ এবং ওই ঘরগুলোতে যেতে বললে রোবটটি কিছুই করবে না (অর্থাৎ ওই ক্ষেত্রকে উপেক্ষা করবে), তখন আমরা প্রোগ্রামটি কীভাবে লিখব? যেমন একটি উদাহরণ দিই। ধরা যাক, (0, 4) ঘরটি নিষিদ্ধ (blocked)। যদি রোবটের অবস্থান হয় (0, 3) ঘরে এবং তাকে 'R' কমান্ড দেওয়া হয়, তখন তার অবস্থানের কালো পরিবর্তন হবে না। কারণ এক ঘর ভালে (মানে (0, 4) ঘরে) যাওয়া সম্ভব নয়।

এই সমস্যার সমাধান করতে যে প্রোগ্রামটি লিখতে হবে, তাতে কিন্তু একটি 2-D অ্যারে ব্যবহার করতে হবে। এই অ্যারের সাহায্যে আমরা বুবৰ যে কোন ঘরে যাওয়া যাবে আর কোন ঘরে যাওয়া যাবে না। সেটি কীভাবে? খুবই সহজ। যেসব ঘরে যাওয়া যাবে অ্যারের ওই ঘরগুলোতে 1 আর যেসব ঘরে যাওয়া যাবে না সেগুলোতে 0 রাখব।

প্রথম 10×10 গ্রিডের জন্য একটি 2-D অ্যারে ডিক্লিয়ার করি:

int grid[10][10];

তারপর শুরুতে ধরে নিই সব ঘরে যাওয়া যাবে।

```

for (i = 0; i < 10; i++) {
    for (j = 0; j < 10; j++) {
        grid[i][j] = 1;
    }
}

```

এখন কোন কোন ঘরগুলোতে যাওয়া যাবে না তা ব্যবহারকারীর কাছ থেকে ইনপুট নিই:

```
printf("Please enter the number of blocked cells: ");
scanf("%d", &n);
printf("Now enter the cells: ");
for (i = 0; i < n; i++) {
    scanf("%d %d", &x, &y);
    grid[x][y] = 0;
}
```

এখন কোনো ঘরে যাওয়া যাবে কি না, সেটি বোবার জন্য একটি শর্ত পরীক্ষা করলেই হবে।

```
if (grid[x][y] == 1)
{
    যদি সত্য হয়, তবে (x, y) ঘরে যাওয়া যাবে।
}
```

এখন তোমরা সম্পূর্ণ প্রোগ্রামটি নিজে নিজে লিখে ফেলো।

বি.ড্র. সচিং নিয়ে চমৎকার একটি লেখা আছে এখানে: <http://jontrogonok.com/?p=12>

Bonus Collection From Tj : (আপনাদের স্বার্থে উপরের লিঙ্ক থেকে লেখকের চমৎকার সেই লেখাটিও কালেকশন করে দেওয়া হল, যার ফলে অফলাইন থেকেও আপনি লেখাটি পরতে পারবেন)

যত্র গণকের যত্র মন্ত্র – ৩

Published by রাগিব হসান in প্রোগ্রামিং on জানুয়ারী ৬-এ, ২০১১

সাতার সারের ভাত ঘুম

শেষমেশ ভাত ঘুমটা আর জুত করে দেয়া গলেনা ...

ক্লাস এইট সি-সেকশনের ক্লাস টিচার আবদুস সাতার স্যারের আজ মেজাজ বেজায় থারাপ। কালেজিয়েট স্কুলের সবচেয়ে বদমাশ ছাত্রদের ধরে ধরে ভরা হয়েছে এই শাথায়, আর এদের বাঁদরামি সামলাতে হয় উন্মাদেক। দুপুর প্রেরণাই ক্লাস প্রায় ফাঁকা, ক'দিন আগে প্রেসেন্ট রোডের এক সিনেমা হল থেকে ৪০ জন ছাত্রকে হাতেনাতে ধরা হয়েছিলো। ইদানিং বেতেও কাজ হচ্ছে না, ছেলেপেলে অবস্থা বুঝে দুটো শার্ট পরে আসে যাতে ব্যথা না নাগে।

এহেন দুরন্ত ছাত্রদের সামলাতেই যেখানে দিন যায়, সেখানে হেড স্যার গোদের উপরে বিষফেঁড়ার মতো করে বাড়তি কাজ চাপিয়ে দিয়েছেন। সামানে স্কুলের বার্ষিক ক্রীড়া প্রতিযোগিতা, তার জন্য মাট্চপাস্ট করাতে হবে ছাত্রদের দিয়ে, সাধারণত রবীন্দ স্যার এ কাজটা করেন, কিন্তু তিনি আজ ছুটিতে। তাই এই বাঁদরদের নিয়ে পিটি প্র্যাকটিস আজ তাঁকেই করতে হবে, কড়া এই দুপুরের রোদে। ছেলেপেলগুলো প্রচন্ড দুষ্ট — আর তাদেরই কি না উচ্চতার ভিত্তিতে লাইন করে দাঁড় করিয়ে প্যারেড শেখাতে হবে।

প্রচন্ড খারাপ মেজাজ নিয়ে সাতার স্যার ক্লাসে ঢুকলেন। বাল্ডরকুলশিরামণি ছাত্র শফিককে সামনে পেতেই বেতালেন খানিকক্ষণ। তাতেও মেজাজ ভালো হলো না। বাঁদরগুলোকে লাইন করে ঠিকমতো দাঁড়াতে বললে তারা উলটো মশকরা শুরু করে দেয়, কে কোথায় দাঁড়াবে, তা উনাকেই ঠিক করতে হবে।

সময় হাতে অল্প, এর মধ্য ৫০টা বাঁদর ছাতকে কীভাবে তিনি উচ্চতার ভিত্তিতে সাজাবেন?

আসুন, আজ দেখা যাক, সাতার স্যারকে আমরা কীভাবে সাহায্য করতে পারি ...

স্টিং বা বাছাইকরণ

বাছাই করা, অর্থাৎ ক্রমানুসারে সাজানো তথ্য বিশ্লেষণের একটি মৌলিক সমস্যা। এক গাদা সংখ্যাকে ছোট থেকে বড়, কিংবা বড় থেকে ছোট, অথবা অনেকগুলো নামক বর্ণনাক্রমিকভাবে সাজানো — এরকম সমস্যা আমাদের প্রতিনিয়তই সমাধান করতে হয়। কম্পিউটার বিজ্ঞান এই সমস্যাটির সমাধানের কৌশলগুলোকে বলে স্টিং অ্যালগরিদম। আজ আমরা দেখবো এই কিছু সহজ কৌশল।

সিলেকশন স্ট

এই স্টিং কৌশলের মূল ধারণাটা খুব সহজ। তালিকাকে ছোট থেকে বড়তে সাজাতে হবে? তাহলে প্রথম ধাপে তালিকার সবচেয়ে ছোট সংখ্যাটা খুজে নিন। সেটাকে আলাদা করে রাখুন। এবার বাকি গুলো থেকে সবচেয়ে ছোটটি বেছে নিন, আগের সংখ্যাটির পরে রাখুন এটাকে। এভাবে প্রতি ধাপে তালিকার বাকি অংশের সবচেয়ে ছোট সংখ্যা বেছে বেছে নিয়ে পেছনে যোগ করতে থাকুন, তাহলেই পরিণয়ে পেয়ে যাবেন ছোট থেকে বড়তে বাছাই করা একটা তালিকা।

ধরা যাক, সাতার স্যারের সামান আছে রফিক, শফিক, হিমাদ্রি, জুয়েল, ফারুক, ও দেবকান্ত। এদের উচ্চতা একেকে রকম, রীতিমতো বাটকু শফিক যেমন আছে, সেরকম ঢাঙা গাছের ফারুকও আছে। এদের উচ্চতাগুলো, ইঞ্জিনে, ধরা যাক, (৬৩, ৫৫, ৬৫, ৫২, ৭১, ৫৬)।

তাহলে প্রথম ধাপে আমরা পেলাম সবচেয়ে বেঁটে হলো শফিক, অর্থাৎ ছোট সংখ্যা, ৫২। শফিককে সাতার স্যার বললেন মাঠের মধ্যে লাইনের শুরুতে দাঁড়াতে। (ভেঙে কাটা দেখ কেলাতে বাড়তি শাস্তি হিসাবে কান ধরে দাঢ় করিয়ে রাখলেন)। যাহাক, অংকের হিসেবে ব্যাপারটা দাঁড়ালো এরকম, আমাদের হাতের তালিকার শুরুতে রাখলাম [৫২]। বাকি সংখ্যার তালিকাটা হলো (৬৩, ৫৫, ৬৫, ৭১, ৫৬), আর তার মধ্যে সবচেয়ে ছোট হলো ৫৫। সেটাকে হাতের তালিকার পেছনে রাখল হয়, [৫২, ৫৫]।

বাকি সংখ্যার তালিকা (৬৩, ৬৫, ৭১, ৫৬), সেখানকার ক্ষুদ্রতম সংখ্যা ৫৬। তাকে বাছাই তালিকার পেছনে দিল সেটা হয় [৫২, ৫৫, ৫৬]।

বাকি সংখ্যার তালিকা (৬৩, ৬৫, ৭১), সেখানকার ক্ষুদ্রতম সংখ্যা ৬৩। তাকে বাছাই তালিকার পেছনে দিল সেটা হয় [৫২, ৫৫, ৫৬, ৬৩]।

বাকি সংখ্যার তালিকা (৬৫, ৭১), সেখানকার ক্ষুদ্রতম সংখ্যা ৬৫। তাকে বাছাই তালিকার পেছনে দিল সেটা হয় [৫২, ৫৫, ৫৬, ৬৩, ৬৫]।

আর বাকি রইলো ৭১, (ক্লাসের সবচেয়ে ঢাঙা ছোকরা গুঁকো ফারুক, তার উচ্চতা এখনই কলজে পড়া ছেলেদের মতো!!)। ৭১ সেটা তালিকার সবচেয়ে বড় সংখ্যা, তাকে বাছাই তালিকার পেছনে তুঁড়ে দিল পাই [৫২, ৫৫, ৫৬, ৬৩, ৬৫, ৭১]। বস, বড় থেকে ছোটতে সাজানো হয়ে গলা তালিকাটা।

আরেকটা উদাহরণ দেখা যাক নিচের ছবিতে (উৎস: উইকিপিডিয়া) -

8
5
2
6
9
3
1
4
0
7

এভাবে না হয় ও জন ছাত্রকে কম থকে বেশি উচ্চতায় সাজানো গলা, কিন্তু সময় কেমন লাগলো? এখানে দেখা যাচ্ছে, হয় জনের জন্য হয় ধাপ লগছে। আবার প্রতি ধাপে বাকি সংখ্যার তালিকার সবচেয়ে ছোটটি বের করতে হয়েছে। কাজেই মোট ছাত্রের সংখ্যা ক হলে এই পদ্ধতিতে সময় লাগছে গড়পড়তায় ক ধাপ X প্রতি ধাপ গড়ে ক'টি তুলনা, মানে গড়পড়তার গোজামিল কXক।

এর চেয়ে ফ্রেও নিশ্চয় কাজটা করা সম্ভব? ৫০টা বাঁদর ছেলেকে এক এক করে এমন করে সাজাতে গলে সারা দিন লাগবে, তাই সাওতার স্যার এবার ক্লাসের ফার্স্ট বয় পার্থ, তাকে ডেকে কাজটা ধরিয়ে দিলেন। উনার আবার দুপুরের ভাতধূমটা পেয়ে বসেছে।

বাবল সর্ট বা বুদ্বুদ বাছাই

পানি বা সাবান পানির মাধ্যে স্ট্রি ড্রুবিয়ে বুদ্বুদ বানিয়েছেন ছেলেবেলায়? কিংবা এখনো? যদি করে থাকেন তাহলে ইয়তো দেখেছেন, বড় বুদ্বুদ অনেক দ্রুত ভেসে উঠ?

পার্থর মাথায় এলো এই বুক্কিটা, এক এক করে কে সবচেয়ে ছোট তা বের না করে অন্য পদ্ধতি খাটোবে। লম্বু কাউকে পেলেই লাইনের পেছনের দিকে ঠেল দেবে।

যা বুক্কি সেই কাজ, পার্থ সবাইকে এক বারে লাইনে দাঁড় করিয়ে ফেললো। এর পর শুরু করলো এই কাজটা, প্রথমজন থকে শুরু করলো। প্রত্যেককে পরের সাথে তুলনা করে, যদি আগেরজন পরের জনের চাইতে লম্বা হয়, তাহলে লঙ্ঘজনের সাথে বেঁটেজনের জায়গা বদল করে দেয়। এভাবে শেষ জনের আগের জন পর্যন্ত যাবার পরে আবার প্রথম থকে শুরু করে, তবে এবার শেষ জনের দুইজন আগে গিয়ে অদলবদল বন্ধ করে।

আবারও উদাহরণ হিসাবে (৬৩, ৫৫, ৬৫, ৫২, ৭১, ৫৬) তালিকাটা দেখা যাক।

প্রথম দুইজনের উক্ততা ৬৩ ও ৫৫, কাজেই লম্বু ৬৩কে দ্বিতীয় স্থানে পাঠানোতে তালিকাটা দাঁড়ালো (৫৫, ৬৩, ৬৫, ৫২, ৭১, ৫৬)। এবাবে দ্বিতীয় ও তৃতীয় জনের জোড়া (৬৩, ৬৫) এর মধ্যে ৬৫ লম্বু, কাজেই জায়গা বদলের দরকার নাই। তার পরের জোড়া (৬৫, ৫২) কে জায়গা বদল করে পাই (৫৫, ৬৩, ৫২, ৬৫, ৭১, ৫৬)।

এবাবে দ্বিতীয় পর্যায়ে একই কাজ শুরু থেকে করতে হবে, কিন্তু সবশেষের জায়গার লম্বু ফারুককে বাদ দিয়ে,

(৫৫, ৬৩, ৫২, ৬৫, ৫৬, ৭১) -> (৫৫, ৬৩, ৫২, ৬৫, ৫৬, ৭১) (১ম দুইজন ঠিক আছে)

(৫৫, ৬৩, ৫২, ৬৫, ৫৬, ৭১) -> (৫৫, ৫২, ৬৩, ৬৫, ৫৬, ৭১) (জায়গাবদল)

(৫৫, ৫২, ৬৩, ৬৫, ৫৬, ৭১) -> (৫৫, ৫২, ৬৩, ৬৫, ৫৬, ৭১) (ঠিক আছে)

(৫৫, ৫২, ৬৩, ৬৫, ৫৬, ৭১) -> (৫৫, ৫২, ৬৩, ৫৬, ৬৫, ৭১) (জায়গাবদল)

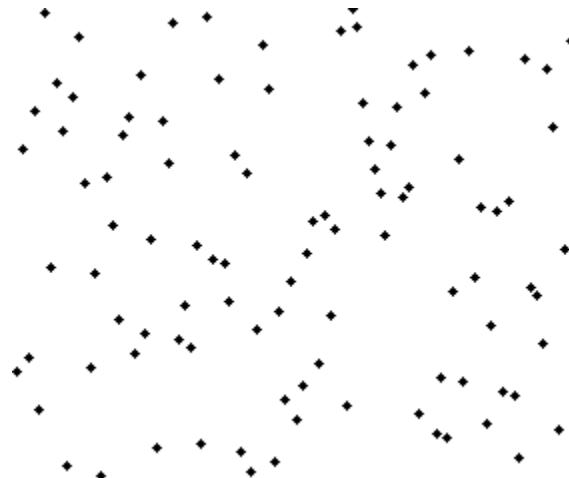
এবাবের তৃতীয় পর্যায়ে একই কাজ শুরু, কিন্তু সবশেষের লম্বু ফারুক, আর তার আগের ইমাদ্বীকে বাদ দিয়ে।

(৫৫, ৫২, ৬৩, ৫৬, ৬৫, ৭১) -> (৫২, ৫৫, ৬৩, ৫৬, ৬৫, ৭১) (জায়গাবদল)

(৫২, ৫৫, ৬৩, ৫৬, ৬৫, ৭১) -> (৫২, ৫৫, ৬৩, ৫৬, ৬৫, ৭১) (ঠিক আছে)

(৫২, ৫৫, ৬৩, ৫৬, ৬৫, ৭১) -> (৫২, ৫৫, ৫৬, ৬৩, ৬৫, ৭১) (জায়গাবদল)

এবাবের ৪র্থ পর্যায়েও একই কাজ শুরু, কিন্তু শেষের তিনজনকে বাদ দিয়ে। এভাবে করতে থাকল আর দুই ধাপ পরেই আমরা পাবো সাজানো তালিকাটি, (৫২, ৫৫, ৫৬, ৬৩, ৬৫, ৭১)।



(বাবল সর্টের অ্যালগোরিদম — উইকিপিডিয়া)

পর্যায় অতো দূর যেতে পারেনি। স্যার একটু তন্দ্রাতে যেতেই ফারুক পার্থকে মনের সুখ কিছুক্ষণ গাঢ়া দিলো। আঁতেল পোলার মাতৰুরী এই রোদে আর কাঁহাতক ভালো লাগে।

শোরগোল শূনে সাতার স্যারের ঘূমটা গেলো ভোঙে। এখনো কাজ হয়নি দেখ মেজাজ সপ্তমে চড়লো, তাই এক রাউন্ড শাস্তি শেষে দায়িষ্টটা এবাবে দেঁড়েল কুন্দুসকেই দিলেন।

মার্জ সর্ট বা জোড়া বাছাই

কুন্দুস পড়ায় লবড়কা হলও কাজের বুদ্ধি প্রথর। বাবা দানু মিঞ্চা সওদাগরের খাতুনগঞ্জের আড়তে বসতে হয়না এখনো, কিন্তু সেখানকার হালচাল ছাটবেলা থেকে দেখ আসাতে এই ধরণের কাজগুলো সহজে করে ফেলতে পারে। কেবল পরীক্ষার খাতাতেই কিছু লিখতে ইচ্ছ করে না। এই নিম্ন ২ বাবে ফেল করে ক্লাস এইটোই আটকে আছে।

যাহোক, কুন্দুসের মাথায় এলো, এতো ঝামেলো না করে কাজটাকে ছোট ছোট অংশে ভাগ করে ফেলা যাক। যমন, আগের উদাহরণের তালিকাটা দেখা যাক। (৬৩, ৫৫, ৫২, ৭১, ৫৬) এই তালিকাটা এক বাবে সাজানো কর্তৃপক্ষ। তাই কুন্দুস প্রথমেই এই তালিকাকে দুই ভাগ করে ফেললো (৬৩, ৫৫, ৬৫) আর (৫২, ৭১, ৫৬)।

বৃক্ষিটা হলো, এই দুইটা তালিকাকে প্রথমে সাজিয়ে ফেলবে, তার পর এদের দুই তালিকাকে একসাথে জোড়া লাগাবে।

(৬৩, ৫৫, ৬৫) তালিকাটাকে কীভাবে সাজাবে? একই রকম, দুই ভাগ করে ফেলা হলো। মাঝের জনকে তো আর কাটা যায় না, তাই তালিকাটা না হয়, (৬৩, ৫৫) আর (৬৫) এভাবে ভাগ হলো।

এবার তা প্রথম তালিকাটা, মানে (৬৩, ৫৫) কে সাজানো সোজা, এদের জায়গা বদল করেই পাওয়া গোলা (৫৫, ৬৩)। তার সাথে (৬৫) এই তালিকাটাকে জোড়া লাগাবো কীভাবে? দুই পাশ দুই তালিকার ছান্দের দাঁড় করালো কুন্দুম। তার পর দুই তালিকার সামান্য মাথায় যারা আছে, তাদের তুলনা করলো, যে ছেট, তাকে নয়া হলো। তাই প্রথমে ৫৫ আর ৬৫ এর তুলনা করে নয়া হলো ৫৫কে। তার পরে ৬৩ আর ৬৫ এর তুলনা করে ৬৩কে, আর এর পর যেহেতু প্রথম তালিকা শেষ, তাই দ্বিতীয় তালিকার সবাইকে পরপর নিয়ে পাওয়া গোলা (৫৫, ৬৩, ৬৫)।

ব্যাস, শুরুর তালিকাটা গুচ্ছানো হয়ে গোলো, পরের ও জনের তালিকাটাও একইভাবে গুচ্ছিয়ে পাওয়া গোলা (৫২, ৫৬, ৭১)।

এবার কুন্দুমের হাতে দুটো দল, (৫৫, ৬৩, ৬৫), আর (৫২, ৫৬, ৭১)। এদেরকে জোড়া লাগানোর কাজ শুরু করালো কুন্দুম।

(৫৫, ৬৩, ৬৫), (৫২, ৫৬, ৭১), [] -> (৫৫, ৬৩, ৬৫), (৫৬, ৭১), [৫২] (৫৫ আর ৫২ এর মধ্যে ৫২ ছেট)

(৫৫, ৬৩, ৬৫), (৫৬, ৭১), [৫২] -> (৬৩, ৬৫), (৫৬, ৭১), [৫২, ৫৫] (৫৫ আর ৫৬ এর মধ্যে ৫৫ ছেট)

(৬৩, ৬৫), (৫৬, ৭১), [৫২, ৫৫] -> (৬৩, ৬৫), (৭১), [৫২, ৫৫, ৫৬]

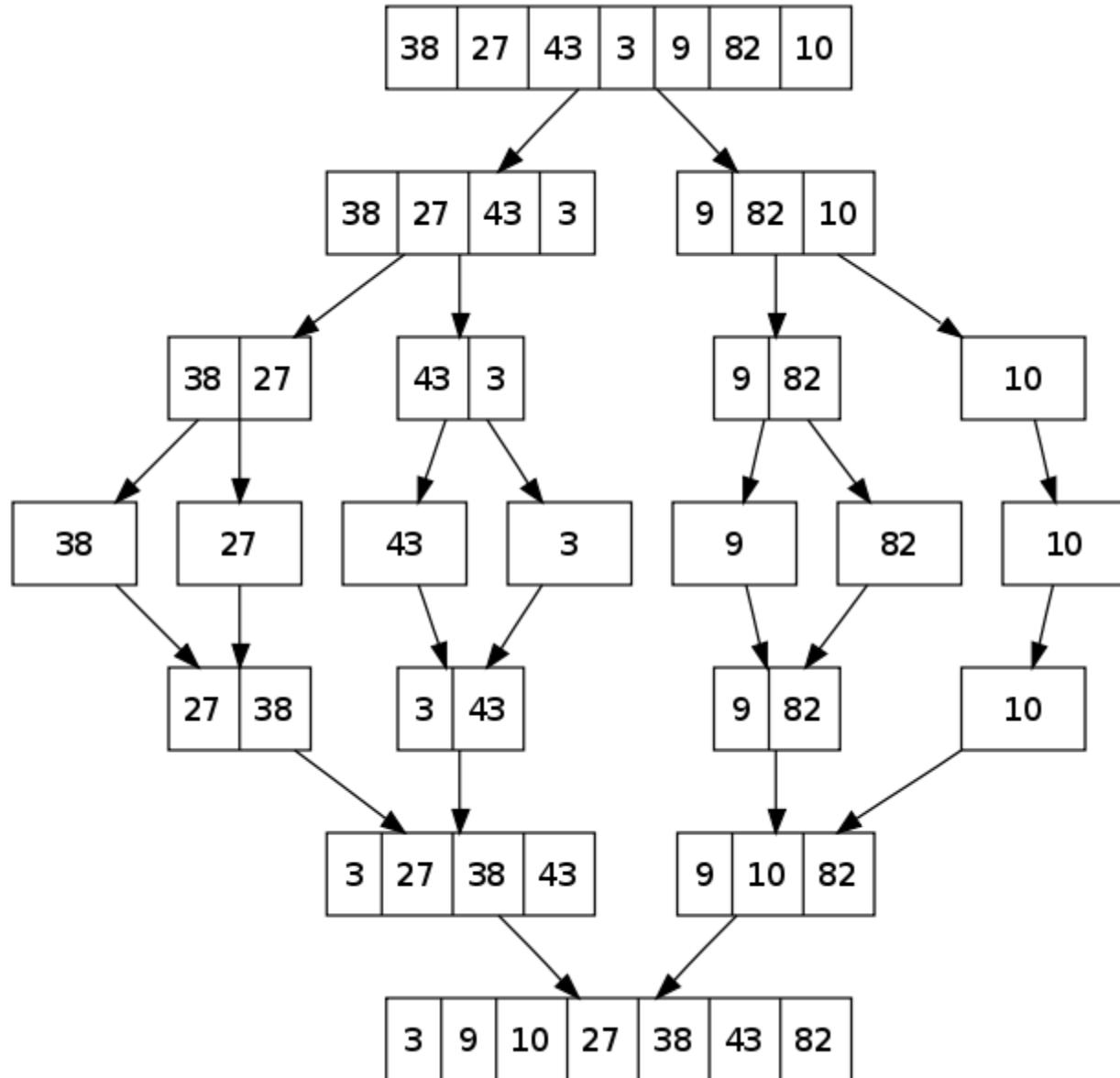
(৬৩, ৬৫), (৭১), [৫২, ৫৫, ৫৬] -> (৬৫), (৭১), [৫২, ৫৫, ৫৬, ৬৩]

(৬৫), (৭১), [৫২, ৫৫, ৫৬, ৬৩] -> (), (৭১), [৫২, ৫৫, ৫৬, ৬৩, ৬৫]

(), (৭১), [৫২, ৫৫, ৫৬, ৬৩] -> (), (), [৫২, ৫৫, ৫৬, ৬৩, ৬৫, ৭১]

ব্যাস, গুচ্ছানো শেষ। আর এতে ঝামলাও কম হলো। ঠিক কাতোটা কম, কুন্দুম নিজেও টের পায়নি, কিন্তু আমরা অংক করে দেখতে পারি, ক জন ছাত্র থাকলে তাদের সাজাতে সময় লাগবে ক $\log(k)$ সময়, যা আগের দুটো পদ্ধতির চাইতেই অনেক কম।

মার্জ স্টোরে বিভিন্ন ধাপের আরেকটি উদাহরণ দেখা যাক নিচের ছবিতে (সূত্র: উইকি),



পদটীকা-

সার্ট বা বাছাইয়ের হজারো পদ্ধতি আছে, একেক ক্ষেত্রে একেকটি প্রযোজ্য। কম্পিউটার ব্যবহারের প্রতিটি ক্ষণেই মুন্তগণক ভেতরে ভেতরে এই সার্টিং করে চলেছে, তাই দ্রুতগতির সার্টিং বা বাছাই পদ্ধতি কম্পিউটার বিজ্ঞানের অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ বিষয়। সার্টিং সম্পর্কে বিশ্বারিত জানতে হলে দেখতে পারেন [উইকিপিডিয়াতে](#)।

[প্রোগ্রামিং বইঃ অধ্যায় চান্দ] শেষের শুরু

আমরা বইয়ের শেষ অধ্যায়ে চলে এসেছি। তোমরা যদি আগের অধ্যায়গুলো ঠিকমতো পড়ে থাকো, উদাহরণগুলো নিজে নিজে কম্পিউটারে চালিয়ে দেখ থাকো এবং যথনই আমি তোমাদেরকে কোলা প্রোগ্রাম নিজে লিখতে বলছি, মেগুলো নিজে লিখার চেষ্টা করে থাকো, তাহলে তোমাকে অভিনন্দন! তুমি প্রোগ্রামিং শেখার জন্য প্রস্তুত হয়ে গচ্ছ। যদি বলতে পারতাম তুমি প্রোগ্রামিং শিখে ফেলেছ তবে তোমাদেরও ভালো লাগত, আমারও ভালো লাগত, কিন্তু শিখ্যা কথা বলে কী লাভ?

প্রোগ্রামিং হচ্ছে চোটার বিষয়। মুখ্যত করে পরীক্ষায় অনেক ভালো রেজাল্ট করা যায়, এমনকি কলেজ-বিশ্ববিদ্যালয়ে প্রোগ্রামিং পরীক্ষাতও মুশ্ক করে অনেকেই বেশ ভালো নম্বর পায়। তবে এই ভালো নম্বর পাওয়ার সঙ্গে ভালো প্রোগ্রামার হওয়ার আসল কান সম্পর্ক নেই। প্রোগ্রামিং হচ্ছে একধরনের দক্ষতা (Skill) এবং কেবল বিমুক্তি অনুশীলনের মাধ্যমেই এই দক্ষতা অর্জন করা সম্ভব। এর জন্য ভালো ছাত্র হওয়ার দরকার নেই, তিনিয়াস হওয়ারও কোন দরকার নেই। দরকার হচ্ছে প্রোগ্রামিংকে ভালোবাসা। যখন তুমি প্রোগ্রামিং করতে বসালে থাওয়াদাওয়ার কথা ভুল যাবে, রাতে কোলা প্রোগ্রামিং সমস্যা নিয়ে কাজ শুরু করলে আর কিছুক্ষণ পরে দেখবে বাইরে ভারের আলা ফুটছে, কিংবা ভুল বাধনুমের স্যান্ডেল পরে ক্লামে চল যাবে, তখন ব্রাবে যে তুমি প্রোগ্রামার হয়ে যাচ্ছ।

এখন তোমার উচিত হবে বইটি আরেকবার পড়া এবং সঙ্গে সঙ্গে প্রোগ্রামগুলো আবার করা। তারপর তোমরা আরও বেশি সি শিখতে চাইল সি-এর কোন বই পড়তে পারো। তোমরা যদি প্রোগ্রামিং কল্টস্টোর ব্যাপারে উৎসাহী হও তবে সি প্লাস প্লাস (C++) শেখা শুরু করে দিতে পারো কোন বই থেকে। আবার জাভা (Java), সি শার্প (C#), পিইচিপি (PHP) কিংবা পাইথন (Python) শিখতে পারো। কোনোটি শিখতেই তেমন ঝামেলা পোহাতে হবে না কারণ তুমি প্রোগ্রামিংয়ের মৌলিক তিনিসগুলো এতক্ষণ আয়ত্ত এনে ফেলেছ। বই ও ওয়েবসাইটের তালিকা আমি পরিশিষ্ট অংশে লিখেছি।

একজন দক্ষ প্রোগ্রামার হতে গেল যে তিনিসগুলো লাগবে তা হচ্ছে—

- ১) এক বা একাধিক প্রোগ্রামিং ল্যাঙ্গুয়েজে ভালো দখল,
- ২) ভালো একটি IDE ব্যবহারের দক্ষতা,
- ৩) প্রোগ্রামিংয়ের মৌলিক বিষয়গুলো সম্পর্কে স্বচ্ছ ধারণা,
- ৪) গণিত ও যুক্তিতে দক্ষতা,
- ৫) অবজেক্ট ওরিয়েন্টেড প্রোগ্রামিং (OOP— Object Oriented Programming) দক্ষতা,
- ৬) ডাটা স্ট্রাকচার ও অ্যালগরিদমের মৌলিক জ্ঞান ও তা প্রয়োগের ক্ষমতা,
- ৭) যোগাযোগ দক্ষতা (Communication Skills),
- ৮) ইন্টারনেট ফের্নেট অঞ্চল সমস্যার সমাধান ব্যব করা বা ঢেত কোন নতুন বিষয় শিখে নেওয়ার দক্ষতা,
- ৯) একটি সমস্যার পিছনে লেগ থাকার মানসিকতা,
- ১০) প্রোগ্রামিংয়ের প্রতি ভালোবাসা।

তোমাদের প্রোগ্রামিং জীবন আনন্দময় হোক, তোমাদের নিজের জীবন জীবন আনন্দময় হোক, তোমাদের কানাণ তোমাদের আশেপাশের মানুষদের জীবন আনন্দময় হোক। সবাইকে শুভেচ্ছা।

Bonus 1

[প্রোগ্রামিং বইঃ পরিশিষ্ট] প্রোগ্রামিং প্রতিযোগিতা

প্রোগ্রামিং প্রতিযোগিতা হচ্ছে প্রোগ্রামারদের মধ্যে লড়াই। এর মান কিন্তু এই নয় যে প্রোগ্রামাররা একে অপরের সঙ্গে মারামারি করবে আর শেষ পর্যন্ত যে টিকে থাকবে সে-ই বিজয়ী। আসলে প্রোগ্রামিং প্রতিযোগিতা হচ্ছে একটি পরীক্ষার মতো যখানে প্রত্যেকেক একটি নির্দিষ্ট সময়ে নির্দিষ্টসংখ্যক প্রোগ্রামিং সমস্যার সমাধান করতে দেওয়া হবে। যে সবচেয়ে বেশি সমস্যার নির্তল সমাধান করবে সে বিজয়ী হবে। আর দুজন যদি সমানসংখ্যক সমস্যার সমাধান করে, তবে তাদের মাধ্য যে কম সময়ে করেছে সে বিজয়ী। তবে স্কুল-কলেজের পরীক্ষার সঙ্গে এর পার্থক্য হচ্ছে, এখানে বই থেকে সরাসরি প্রশ্ন করা হয় না। তাই মুখ্যত করার কোনো সুযোগ নেই। বিচারকেরা অনেক সময় নিয়ে প্রোগ্রামিং প্রতিযোগিতার সমস্যা তৈরি করেন। এর মধ্যে সহজ সমস্যাও থাকে আবার খুব কঠিন সমস্যাও থাকে।

স্কুল-কলেজের ছাত্রছাত্রীদের জন্য সবচেয়ে বড় প্রতিযোগিতা হচ্ছে আইওআই (IOI— International Olympiad in Informatics)। 1989 সাল থেকে প্রতিবছর এ প্রতিযোগিতা অনুষ্ঠিত হচ্ছে। একেক বছর একেক দেশে প্রতিযোগিতা অনুষ্ঠিত হয়। বিগত চার বছর যাব বাংলাদেশ এ প্রতিযোগিতায় অংশগ্রহণ করে আসছে। এখন পর্যন্ত আমাদের সেরা অর্জন হচ্ছে 2009 সালে আবিরুল ইসলামের রৌপ্য পদক (সিলভার মেডেল)। IOI-তে অংশগ্রহণ করার জন্য বাংলাদেশ দল গঠনের কাজটি করা হয় দুই ধাপে। প্রথমে বিভাগীয় ইনফরমেটিক্স অলিম্পিয়াড। তারপর বিভাগীয় পর্যায়ের বিজয়ীদের নিয়ে জাতীয় ইনফরমেটিক্স অলিম্পিয়াড অনুষ্ঠিত হয়। জাতীয় অলিম্পিয়াডের বিজয়ীদের মধ্য থেকেই দলের সদস্য বাছাই করা হয়।

বিশ্ববিদ্যালয় পর্যায়ের ছাত্রছাত্রীদের জন্য সবচেয়ে বড় প্রোগ্রামিং প্রতিযোগিতা হচ্ছে এসিএম আইসিপিসি (ACM ICPC— ACM International Collegiate Programming Contest)। এর জন্য দল বাছাই অনেকটা বিশ্বকাপ ফুটবলের মতো হয়। প্রতি মহাদেশ থেকে প্রতিযোগিতার মাধ্যমে দল নির্বাচন করা হয়। একটি দলে তিনজন সদস্য এবং একজন প্রশিক্ষক থাকেন। মজার ব্যাপার হচ্ছে দলের সদস্যদের কিন্তু কম্পিউটার বিজ্ঞানের শিক্ষার্থী হতে হবে, এমন কোনো কথা নেই। যেকোনো বিভাগের শিক্ষার্থী এই প্রতিযোগিতায় অংশগ্রহণ করতে পারে। বাংলাদেশের প্রতিযোগিনি ঢাকায় ICPC Regional Contest-এ অংশগ্রহণ করে। এছাড়া ভারত ও আশেপাশের দেশের ICPC Regional Contest-এও বাংলাদেশের প্রতিযোগীদের অংশগ্রহণের সুযোগ রয়েছে এবং প্রায়ই আমাদের দেশের কয়েকটি দল ওইসব প্রতিযোগিতায় অংশগ্রহণ করে। ICPC Regional Contest-এ বিজয়ী দলগুলো সুযোগ পায় চূড়ান্ত পর্ব (ICPC World Finals) অংশগ্রহণ করার। 1998 সালের পর থেকে প্রতি বছরই বাংলাদেশ থেকে কমপক্ষে একটি দল চূড়ান্ত পর্বে অংশগ্রহণের যোগ্যতা লাভ করে যা আমাদের দেশের প্রোগ্রামারদের কৃতিত্বের পরিচয় বহন করে। তোমরা এ বিষয়ে উইকিপিডিয়াতে আরও তথ্য পাবে এই লিংকে: http://en.wikipedia.org/wiki/ACM_ICPC_Dhaka_Site

এছাড়া ইন্টারনেটে অনুষ্ঠিত হয় আরও নানা ধরনের প্রোগ্রামিং প্রতিযোগিতা যেখানে স্কুল-কলেজ-বিশ্ববিদ্যালয়ের ছাত্র, শিক্ষক ও পেশাজীবীরা অংশগ্রহণ করতে পারেন। এদের মধ্যে গুরুত্বপূর্ণ তিনটি হচ্ছে Google Code Jam (<http://code.google.com/codejam>), Topcoder (<http://www.topcoder.com/tc>) এবং Codechef (<http://www.codechef.com/>)। এই প্রতিযোগিতাগুলো অত্যন্ত কঠিন, তাই এতে অংশগ্রহণের জন্য পর্যাপ্ত দক্ষতা থাকতে হবে। তবে এসব প্রতিযোগিতায় কিন্তু বাংলাদেশের প্রোগ্রামাররা বেশ ভালো অবস্থান রয়েছে।

প্রোগ্রামিং প্রতিযোগিতায় ভালো করতে হলে প্রোগ্রামিংয়ে দক্ষতার পাশাপাশি অ্যালগরিদম ও গণিতে বিশেষভাবে দক্ষ হতে হয়। জ্যামিতি, কম্বিনেটরিক্স, সংখ্যাতত্ত্ব ইত্যাদির যাথেষ্ট জ্ঞানের পাশাপাশি সমস্যা সমাধানের দক্ষতা অর্জন করতে হয়। এজন্য লেখাপড়ার পাশাপাশি নিয়মিত প্রোগ্রামিং সমস্যা সমাধানের কোনো বিকল্প নেই। আর বিভিন্ন ওয়েবসাইটে নিয়মিত প্রোগ্রামিং প্রতিযোগিতার আয়োজন করা হয় যেখানে তুমি অংশগ্রহণ করতে পারো ইন্টারনেটের মাধ্যমে।

Bonus 2

[প্রোগ্রামিং বইঃ পরিশিষ্ট] প্রোগ্রামিং ক্যারিয়ার

গণিত যেমন কেবল গণিতবিদেরই ব্যবহার করেন না, বরং বিজ্ঞানের সব শাখায় রয়েছে এর ব্যবহার, তেমনই প্রোগ্রামিংও কিছু কেবল কম্পিউটার বিভাগী বা কম্পিউটার ইঞ্জিনিয়ারদের জন্য নয়। বিশ্ববিদ্যালয়ে পড়তে গলে বিজ্ঞান ও প্রকৌশলের সব বিভাগের শিক্ষার্থীদের জন্য প্রোগ্রামিং জানাটা খুব গুরুত্বপূর্ণ।

পেশা হিসেবে প্রোগ্রামিংয়ের আলাদা একটি গুরুত্ব আছে আমাদের জন্য। যেহেতু বিভিন্ন ধরনের প্রতিযোগিতার মাধ্যমে নিজেকে মেল ধরার অনেক সুযোগ এখানে রয়েছে, তাই বাংলাদেশ থেকে লেখাপড়া করে সরাসরিই বিশ্বের নামকরা সফটওয়্যার নির্মাতা প্রতিষ্ঠান যেমন— গুগল, মাইক্রোসফট, ফেসবুক ইত্যাদিতে কাজ করার সুযোগ তৈরি হয়েছে। প্রতিবছরই বাংলাদেশ থেকে কয়েকজন প্রোগ্রামার নিজের মধ্যে ও জানকে কাজে লাগিয়ে এই সুযোগের সম্ব্যবহার করছেন। অনেক ক্ষেত্রেই ওইসব প্রতিষ্ঠানে কাজ করার জন্য আবেদন করার প্রয়োজন হয় না, তারা নিজে থেকেই বিভিন্ন দেশের সেরা প্রোগ্রামারদের খুঁজে বের করে।

বিশ্ববিদ্যালয়ে সব প্রতিষ্ঠানে কাজ করা ছাড়াও প্রোগ্রামারদের জন্য আরেকটি সুবিধা হচ্ছে Telecommuting। অর্থাৎ কোনো অফিসে না গিয়ে কাজ করার সুযোগ। উন্নত বিশ্বের অনেক কোম্পানি তাদের নিজ দেশে প্রোগ্রামারদের দুষ্প্রাপ্যতার কারণে উন্নয়নশীল অর্থনৈতিক দেশের প্রোগ্রামারদের কাজের সুযোগ দেয়, আর সে ক্ষেত্রে নিজ দেশে বসেই কাজ করা যায়। কারণ ওই কোম্পানিগুলো জানে যে আমাদের মত দেশের অর্থনৈতিক উন্নয়নশীল হলও প্রোগ্রামাররা মোটেও অদ্বিতীয় নন, বরং বিশ্বালোকের প্রোগ্রামার। বাংলাদেশের বেশকিছু প্রোগ্রামার এখন বাংলাদেশ বসেই ইন্টারনেটের মাধ্যমে কাজ করছেন আমেরিকা, কানাডা ও ইউরোপের বিভিন্ন দেশের সফটওয়্যার কোম্পানিতে।

আরেকটি মজার ব্যাপার হচ্ছে, কেউ যদি ধরাৰ্বান্ধা চাকরি করতে না চায় তাৰে তাৰ জন্য ফ্রিল্যান্স প্রোগ্রামিংয়ের সুযোগ রয়েছে। ইন্টারনেট অনেক ওয়েবসাইট আছে যেখানে ছাট-মাঝারি-বড় বিভিন্ন ধরনের সফটওয়্যারের প্রজেক্ট থাকে যেগুলোতে বিড (bid) করে কাজ করা যায়। বাংলাদেশে এখন শত শত প্রোগ্রামার ফ্রিল্যান্স প্রোগ্রামিংয়ের সঙ্গে জড়িত। এর জন্য কেবল কম্পিউটার ও ইন্টারনেট সংযোগ থাকালৈ চলবে। ফ্রিল্যান্স কাজ করার জন্য বিপুল ধৈর্যের প্রয়োজন। আর ইংরেজি ভাষায় যোগাযোগের দক্ষতা থাকতে হয়। তাৰে ব্যক্তিগতভাবে আমি মনে কৰি, ছাত্রাবস্থায় এ ধৰনের কাজ না কৰাই ভালো। কারণ ছাত্রজীবনে লেখাপড়া করার ও মৌলিক বিষয়গুলো আয়োজন কৰা যে সময় ও সুযোগ মেল, জীবনের পরবর্তী পর্যায়ে কথনাই সেই সুযোগ পাওয়া যায় না। তাই তোমাদের প্রতি আমার পরামর্শ থাকবে যে ছাত্রজীবনে অর্থ উপর্যুক্ত দিকে মনাযোগ না দিয়ে পচুর লেখাপড়া এবং সঙ্গে সঙ্গে নানা ধৰনের সামাজিক ও সাংস্কৃতিক কর্মকাণ্ডে জড়িত থাকার চেষ্টা কৰবে, যেগুলো তোমার ভালো লাগে।

সব শেষ কথা হচ্ছে, প্রোগ্রামিং এমন একটি কাজ যেখানে সব সময়ই তোমার নিজেকে উন্নত করার সুযোগ আছে। তাই লেখাপড়া করার মানসিকতা থাকতে হবে, পড়তে হবে নানা বইপত্র, ঘাঁটিতে হবে ইন্টারনেট। নিজে কোনো সমস্যায় পড়ল প্রথমেই ইন্টারনেট ঘঁটে দেখবে যে সমস্যাটির সমাধান ইতিমধ্যে কেউ করে রেখেছে কি না। বিভিন্ন কোরাম ও ঝাগ সাধারণত প্রোগ্রামাররা কিছু কমন সমস্যার সমাধান দিয়ে রাখে। তাৰে প্রোগ্রামিং শেখার সময় কিছু সমাধানের জন্য ইন্টারনেট ঘাঁটিবে না, নিজে চেষ্টা কৰবে।

Bonus 3

[প্রোগ্রামিং বইঃ পরিশিষ্ট] বই ও ওয়েবসাইটের তালিকা

তুমি যদি ইতিমধ্যে এই বইটি পড়ে ফেলো এবং এবাবে ভালোভাবে সি শিখতে চাও, তাৰে Herbert Schildt-এর Teach Yourself C বইটি পড়তে পারো। আবাব Brian Kernighan ও Dennis Ritchie-এর লেখা The C Programming Language বইটিও পড়তে পারো। লেখকদের একজন, Dennis Ritchie, সি ল্যাঙ্গুয়েজ ডিজাইন করেছেন। আর কেউ যদি তোমার কাছে জানতে চায় শুনুতে সি শিখতে হল কোন ইংরেজি বইটি ভালো তাৰে Stephen G. Kochan-এর Programming in C বইটিৰ কথা বলে দেবে। এটি সি শেখাব জন্য চম্প কার ও সহজ একটি বই। Schaums Outlines সিরিজের Programming with C বইটিও ভালো। বইতে পচুর উদাহৰণ আৰ অনুশীলনী আছে।

সি শেখার পরে তুমি সি প্লাস প্লাস বা জাভা শিখতে পারো। সি প্লাস প্লাস শেখার জন্য ভালো বই হচ্ছে Teach Yourself C++ (লেখক: Herbert Schildt) আর জাভার জন্য Java How to Program (লেখক: Paul Deitel and Harvey Deitel)। তারপর অন্য ল্যাঙ্গুেজ শিখতে গলে আর বই কেনার দরকার নেই। ইন্টারনেটে প্রচুর চিউটোরিয়াল আছে। সেগুলো পড়ে শিখে ফেলবে।

তুমি যদি কম্পিউটার বিজ্ঞানে পড়তে চাও, কিংবা প্রোগ্রামিং কল্টেশ্ট ভালো করতে চাও, তাহলে তোমার Discrete Mathematics ভালো করে শিখতে হবে। এর জন্য Kenneth H. Rosen-এর Discrete Mathematics বইটি খুব ভালো। আগামেড়া পড়ে ফেলবে। সঙ্গে সঙ্গে অনুশীলনীর সমস্যাগুলো সমাধানের চেষ্টা করবে। Discrete Mathematics শেখার পরে শিখতে হবে অ্যালগরিদম। অ্যালগরিদম শেখার শুরু আছে কিন্তু শেষ নেই। আর শুরু করার জন্য তোমরা পড়তে পারো Introduction to Algorithms (লেখক: Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest and Clifford Stein)। এটি অ্যালগরিদমের মৌলিক বিষয়গুলো শেখার জন্য আমার দেখা সবচেয়ে ভালো বই।

প্রোগ্রামিং প্রতিযোগিতার জন্য কিছু লিংক:

<http://projecteuler.net/> এখানে অনেক মজার সমস্যা আছে যেগুলোর বেশিরভাগই প্রোগ্রাম লিখে সমাধান করতে হয়। এখানে

প্রোগ্রাম জমা দেওয়া লাগে না, কেবল প্রোগ্রাম দিয়ে বের করা উত্তরটা জমা দিতে হয়।

<http://www.spoj.pl/> এখানেও অনেক ভালো সমস্যা আছে। সমাধান করে প্রোগ্রাম জমা দিল প্রোগ্রাম সঠিক হয়েছে কি না তা জানা যায়। এই ওয়েবসাইটের একটি বৈশিষ্ট্য হচ্ছে সি, সি প্লাস প্লাস, জাভা, পার্ল, পাইথন, বুবি, পিইচিপি ইত্যাদি ব্যবহার করে প্রোগ্রাম লখা যায়।

<http://uva.onlinejudge.org/> এই সাইটে নিয়মিত অনলাইন প্রোগ্রামিং প্রতিযোগিতার আয়োজন করা হয়। এ ছাড়াও অনুশীলনের জন্য প্রচুর সমস্যা দেওয়া আছে। নতুন প্রোগ্রামারদের জন্য এটি বেশ ভালো জায়গা।

<http://ace.delos.com/usacogate> এটি যদিও আমেরিকার ইনফরমেটিক্স অলিম্পিয়াড ট্রেনিং প্রোগ্রাম, কিন্তু সাইটে যেকোনো দেশের প্রোগ্রামাররাই রেজিস্ট্রেশন করে অনুশীলন করতে পারে। তোমরা যারা প্রোগ্রামিং প্রতিযোগিতায় ভালো করতে চাও, তাদের অবশ্যই এখানে অনুশীলন করা উচিত।

<http://www.topcoder.com/tc> এখানেও নিয়মিত অনলাইন প্রোগ্রামিং প্রতিযোগিতা অনুষ্ঠিত হয়। এখানে ভালো ফলাফল করলে আবার টাকাও দেয় (কী আনন্দ!)। এ ছাড়া এখানে অনেক ভালো চিউটোরিয়াল ও আর্টিকেল আছে। এটি অভিজ্ঞ প্রোগ্রামারদের জন্য বেশ ভালো একটি সাইট।

<http://codeforces.com> এই সাইটে নিয়মিত বিভিন্ন ধরনের প্রোগ্রামিং কল্টেশ্ট হয়। অভিজ্ঞ প্রোগ্রামারদের জন্য ভালো।

<http://www.codechef.com> এটিও প্রোগ্রামিং প্রতিযোগিতার জন্য একটি ভালো ওয়েবসাইট এবং অভিজ্ঞ প্রোগ্রামারদের জন্য।

<http://ioinformatics.org> আন্তর্জাতিক ইনফরমেটিক্স অলিম্পিয়াডের অফিসিয়াল ওয়েবসাইট।

<http://cm.baylor.edu/welcome.icpc> এসিএম আইসিপিসির অফিসিয়াল ওয়েবসাইট।

প্রোগ্রামিং ছাড়াও বিজ্ঞান ও গণিতের নানা বিষয়ের জন্য এই কোরামে অংশগ্রহণ করতে

পারো: <http://matholympiad.org.bd/forum/>।

আর সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ ওয়েবসাইট হচ্ছে www.google.com। এটি আসলে একটি সার্চ ইঞ্জিন। যখনই কোন কিছু জানতে ইচ্ছা করবে, google-এ সার্চ করলে তুমি সেই বিষয়ের নানা তথ্যসমূহ ওয়েবসাইটের লিংক পেয়ে যাবে।