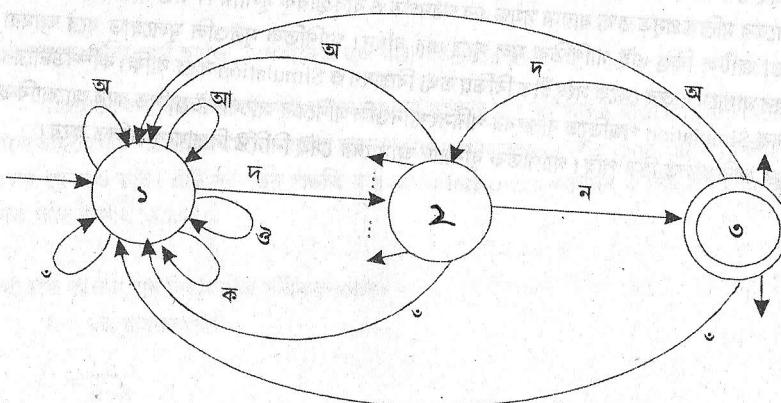


সঙ্গীম স্বয়ংক্রিয় যন্ত্র

গৌতমকুমার পাল

অধ্যাপক, কম্পিউটার সায়েন্স এবং ইঞ্জিনিয়ারিং বিভাগ, ঘাদাবপুর বিশ্ববিদ্যালয়

মনে করা যাক, এমন একটি যন্ত্র তৈরী করতে হবে যা কোনও বাংলা শব্দের শেষ দুটি অক্ষর ‘দ’ এবং ‘ন’ কিনা তা নির্ণয় করবে। এই রকম একটি যন্ত্রকে আমরা নিম্নলিখিত চিত্রের মাধ্যমে বর্ণনা করতে পারি।



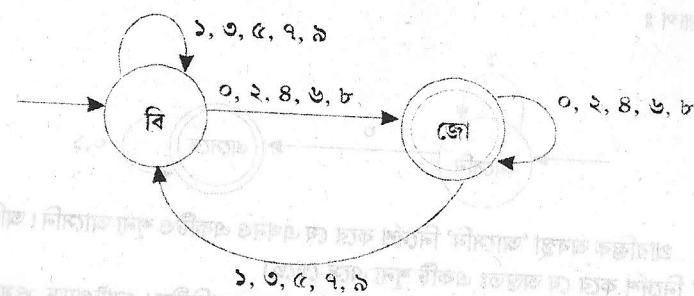
গোলাকৃতি অঙ্গশূলিকে যন্ত্রের বিভিন্ন ‘অবস্থা’ (state) ভাবা যেতে পারে। যন্ত্রটি চালু হয় ১নং অবস্থায়। যতক্ষণ পর্যন্ত না ‘দ’ বর্ণটি আসে, ততক্ষণ পর্যন্ত যন্ত্রটি ১নং অবস্থাতেই থাকে, তা সে অবস্থার পরিবর্তন (state transition) করে ১নং থেকে ২নং অবস্থায় চলে যায়। ২নং অবস্থায় অবস্থায় ‘ন’ বর্ণটি এলে যন্ত্রটি ৩নং অবস্থায় চলে যায়। যদি ‘দ’ এবং ‘ন’ আগত শব্দটির শেষ দুটি বর্ণ হয়ে থাকে, তবে যন্ত্রটি ৩নং অবস্থাতেই থেকে যাবে। যদি ‘ন’-এর পর ‘দ’ ব্যতীত অন্য কোনও বর্ণ আসে তবে যন্ত্রটি পুনরায় ১নং অবস্থায় ফিরে যাবে, আর ‘ন’-র পর ‘দ’ এলে যন্ত্রটি ২নং

অবস্থায় ফিরে যাবে। ১নং অবস্থাকে প্রারম্ভিক অবস্থা (initial state) এবং ৩নং অবস্থাকে অন্তিম অবস্থা (final state) বলা হয়। এদেরকে যথাক্রমে একটি অন্তর্গামী তীরচিহ্নযুক্ত দুটি এবং দুটি সমকেন্দ্রীয় বৃত্ত দ্বারা চিহ্নিত করা হয়।

উপরোক্ত উদাহরণে যন্ত্রটি ‘সংবেদন’, ‘নিবেদন’, ‘রোদন’, ‘অভিবাদন’, ‘বাদন’, ‘বেদন’, ‘আবেদন’ প্রভৃতি শব্দকে গ্রহণ (accept) করে থাকে এবং যে শব্দগুলি ‘দ’ এবং ‘ন’ দ্বারা শেষ হয় না তাদেরকে বর্জন (reject) করে থাকে। ধরা যাক, ‘সংবেদনশীল’ শব্দটির কথা। ‘স’, ‘ং’ আসা পর্যন্ত যন্ত্রটি ১নং অবস্থাতেই থাকে। তারপর ‘দ’ এলে যন্ত্রটি ২নং এবং ‘ন’ এলে যন্ত্রটি ৩নং অবস্থায় চলে যায়। যদি ‘ন’-র পর আর কোনও অক্ষর না থাকত, তাহলে যন্ত্রটি ৩নং অবস্থাতেই থেকে যেত। কিন্তু ‘শী’ আসামাত্রই যন্ত্রটি পুনরায় ১নং অবস্থায় ফিরে আসে এবং ‘ল’ পাওয়ার পরও যন্ত্রটি ১নং অবস্থাতেই থেকে যায়।

এই ধরণের যন্ত্র, যা স্বয়ংক্রিয়ভাবে কোনও বিশেষ শব্দ বা শব্দাংশ বা বর্ণসারি (Sequence of letters) গ্রহণ অথবা বর্জনের সিদ্ধান্ত নিতে পারে, তাকে ‘সঙ্গীম স্বয়ংক্রিয় যন্ত্র’ (finite automata) বলে। গৃহীত বর্ণসারিগুলিকে একত্রে যন্ত্রটির ‘ভাষা’ (language) বলে। যে অক্ষর বা প্রতীক (symbol) গুলি যন্ত্রটিকে এক অবস্থা থেকে অন্য অবস্থায় রূপান্তরিত করে সেগুলিকে একত্রে যন্ত্রটির ‘বর্ণমালা’ (alphabet) বলে।

আর একটি উদাহরণ নিয়ে আলোচনা করা যাক। ধরা যাক, একটি সঙ্গীম স্বয়ংক্রিয় যন্ত্রের যন্ত্রের বর্ণমালা হল ০ থেকে ৯ পর্যন্ত দশটি অক্ষরের সমষ্টি। আমরা চাই যে যন্ত্রটি কেবল জোড় (even) সংখ্যাই গ্রহণ করব। তাহলে যন্ত্রটির চিত্র কেমন হবে? প্রথমত, জোড় সংখ্যার অর্থ শেষ অক্ষটি ০, ২, ৪, ৬, ৮ অথবা ৮ হবে। মাঝের অক্ষগুলি যা খুশী হতে পারে। একটি সন্তান্য যন্ত্র এরকম হতে পারে।



যন্ত্রটিতে মাত্র দুটি অবস্থা রয়েছে - একটি প্রারম্ভিক অবস্থা ‘বি’ যা ‘বিজোড়’ নির্দেশ করে এবং একটি অন্তিম অবস্থা ‘জো’ যা ‘জোড়’ নির্দেশ করে। যতক্ষণ পর্যন্ত ১, ৩, ৫, ৭ বা ৯ আসতে থাকে, যন্ত্রটি ‘বি’ অবস্থাতেই থাকে। যখনই ০, ২, ৪, ৬ বা ৮ আসে, যন্ত্রটি ‘জো’ অবস্থায় চলে যায়।

সমীক্ষাপ্রয়োগ যন্ত্র

এরপর যদি কেবল ০, ২, ৪, ৬ বা ৮ই আসে বা কিছুই না আসে, তাহলে যন্ত্রটি 'জ্ঞ' অবস্থাতেই থেকে যায়। কিন্তু যদি আবার ১, ৩, ৫, ৭ বা ৯ চলে আসে, তাহলে যন্ত্রটি পুনরায় 'বি' অবস্থায় ফিরে আসে।

সমীক্ষাপ্রয়োগ যন্ত্র যে ধরনের ভাষা গ্রহণ করে থাকে, তাদেরকে 'সাধারণ' (regular) ভাষা বলা হয় এবং এগুলিকে বর্ণনা করা হয় যে প্রতীকশ্রেণী (expression) দিয়ে তাকে বলা হয় সাধারণ প্রতীকশ্রেণী বা সংক্ষেপে 'সাপ্র'।

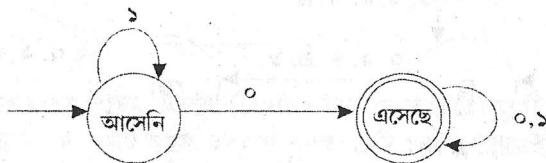
- 'সাপ্র'-র গাণিতিক সংজ্ঞা নিম্নরূপ :
- (১) বর্ণমালার প্রতিটি অক্ষরই এক একটি সাপ্র।
 - (২) যদি 'ক১' এবং 'ক২' দুটি সাপ্র হয়, তাহলে $ক১ + ক২$ এবং $ক১ \cdot ক২$ এক একটি সাপ্র।

- (৩) যদি k একটি সাপ্র হয়, তাহলে (k) এবং k^* এক একটি সাপ্র।

উপরোক্ত সংজ্ঞায় $ক১ + ক২$ -এর অর্থ $ক১$ এবং $ক২$ এর মধ্যে যেকোনও একটি। $ক১ \cdot ক২$ -এর অর্থ $ক১$ এবং $ক২$ পরপর পাশাপাশি। k^* -এর অর্থ শূন্য বা ততোধিক ক-এর সারি। কখনও কখনও $k +$ ব্যবহার করা হয় এক বা একাধিক ক-এর সারি বোঝাতে।

আমাদের প্রথম যন্ত্রটির সাপ্র হল ($অ + \dots + ক + \dots$)*. দ. ন এবং দ্বিতীয় যন্ত্রটির সাপ্র হল $(০ + ১ + ২ + \dots + ৯)*$. $(০ + ২ + ৪ + ৬ + ৮)$

স্বাভাবিকভাবেই আমাদের মনে প্রশ্ন আসতে পারে, সাপ্র দেওয়া থাকলে কি উপযুক্ত যন্ত্র বানানো সম্ভব? উত্তরটি অবশ্যই হ্যাঁ। উদাহরণস্বরূপ ধরা যাক $1^* \cdot 0 \cdot (0+1)^*$ সাপ্রটিকে। একটু ভেবে দেখলে বোঝা যাবে যে এই সাপ্রটি আসলে শূন্য এবং এক-এর এমন একটি ভাষা নির্দেশ করে যার প্রতিটি শব্দ বা বর্ণসারিতে অন্ততঃ একটি করে শূন্য থাকে। অতএব যন্ত্রটির চিত্র হবে নিম্নরূপ :



প্রারম্ভিক অবস্থা 'আসেনি' নির্দেশ করে যে এখনও একটিও শূন্য আসেনি। অন্তিম অবস্থা 'এসেছে' নির্দেশ করে যে অন্ততঃ একটি শূন্য এসে গেছে।

যন্ত্রগণক বিজ্ঞানে সমীক্ষাপ্রয়োগ যন্ত্রের গুরুত্ব অপরিসীম। মোটপ্যাড, ওয়ার্ডপ্যাড বা মাইক্রোসফট ওয়ার্ডের মতো যেকোনও সম্পাদনা সহযোগী সফটওয়্যারে (text editor) এবং সঙ্কলক (compiler) তৈরীতে সমীক্ষাপ্রয়োগ যন্ত্র অপরিহার্য। যন্ত্রগণকের অভ্যন্তরের বিভিন্ন বৈদ্যুতিন যন্ত্রাংশগুলিকেও সমস্যা স্বয়ংক্রিয় যন্ত্রাংশ ভাবা যেতে পারে। তাত্ত্বিক যন্ত্রগণকচর্চার অন্যতম সুস্থ হল সমীক্ষাপ্রয়োগ যন্ত্র।