

পাণিনীয় ব্যাকরণ এবং আধুনিক পরিগণক ভাষা বিজ্ঞান:
একটি তুলনামূলক পর্যালোচনা

(Paninian Grammar and Modern Computational Linguistics:
A Comparative Review)

Dr. Pintu Raul

State Aided College Teacher, Dept. of Sanskrit
Sitananda Collage, Purba Medinipur, West Bengal, India
Email: raulpintu@gmail.com

Abstract: বর্তমান গবেষণাপত্রিতে মহর্ষি পাণিনির 'অষ্টাধ্যায়ী' এবং আধুনিক 'পরিগণক ভাষা বিজ্ঞান' বা কম্পিউটেশনাল লিঙ্গুইস্টিকস-এর আন্তঃসম্পর্ক বিশ্লেষণ করা হয়েছে। পাণিনীয় ব্যাকরণ কেবল ভাষার নিয়মাবলি নয়, বরং এটি একটি অত্যন্ত উন্নত গাণিতিক ও যৌক্তিক কাঠামো, যা আধুনিক কম্পিউটার বিজ্ঞানের অ্যালগরিদমিক চিন্তাধারার সাথে সাদৃশ্যপূর্ণ গবেষণার মূল আলোকপাত করা হয়েছে। পাণিনির 'লাঘব' (সংক্ষিপ্তকরণ), 'অনুবৃত্তি' (Inheritance) এবং 'প্রত্যাহার' (Data Compression) পদ্ধতির ওপর, যা বর্তমানের প্রোগ্রামিং ল্যাঙ্গুেজে এবং 'ব্যাকাস-নর ফর্ম' (BNF)-এর পূর্বসূরী হিসেবে গণ্য করা যেতে পারে। এছাড়া, প্রাকৃতিক ভাষা প্রক্রিয়াকরণ বা NLP (Natural Language Processing)-এর ক্ষেত্রে পাণিনীয় কারক তত্ত্ব কীভাবে বাকের শব্দগুলোর পারস্পরিক সম্পর্ক (Dependency Parsing) নির্ধারণে কম্পিউটারের জন্য সহায়ক হতে পারে, তা এখানে তাত্ত্বিকভাবে উপস্থাপন করা হয়েছে। সবশেষে, কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা (AI) এবং জ্ঞান উপস্থাপনার (Knowledge Representation) ক্ষেত্রে নব্য-ন্যায় ও পাণিনীয় পদ্ধতির উপযোগিতা আলোচনা করে এই সিদ্ধান্তে উপনীত হওয়া হয়েছে যে, পাণিনির ব্যাকরণ আধুনিক কম্পিউটার বিজ্ঞানের জন্য একটি প্রাচীন অথচ বৈপ্লাবিক ভিত্তি।

Keywords: পাণিনি, অষ্টাধ্যায়ী, পরিগণক ভাষা বিজ্ঞান, NLP, কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা।

১. ভূমিকা

সংস্কৃত ব্যাকরণের ইতিহাসে মহর্ষি পাণিনি (ব্রিট্পূর্ব চতুর্থ শতাব্দী) প্রবর্তিত 'অষ্টাধ্যায়ী' কেবল একটি ব্যাকরণ গ্রন্থ নয়, বরং এটি একটি সুশৃঙ্খল এবং গাণিতিক ভাষারীতি। আধুনিক পরিগণক ভাষা বিজ্ঞান বা কম্পিউটেশনাল লিঙ্গুইস্টিকস হলো কম্পিউটার বিজ্ঞানের একটি শাখা যেখানে মানুষের ভাষাকে গাণিতিক মডেলের মাধ্যমে প্রক্রিয়াকরণ করা হয়। অবাক করার মতো বিষয় হলো, ২৫০০ বছর আগে পাণিনি যে 'সূত্র' ভিত্তিক কাঠামো তৈরি করেছিলেন, তা আজকের কম্পিউটার প্রোগ্রামিং এবং অ্যালগরিদমিক চিন্তাধারার সাথে অবিশ্বাস্যভাবে সামঞ্জস্যপূর্ণ।

২. অষ্টাধ্যায়ীর গাণিতিক কাঠামো

পাণিনির ব্যাকরণ প্রায় ৪০০০টি সূত্রের একটি সংকলন। এটি একটি Generative Grammar বা উৎপাদনশীল ব্যাকরণ, যা কিছু মৌলিক উপাদান (ধাতু ও প্রত্যয়) থেকে অগণিত শব্দ তৈরি করতে সক্ষম।

•**সংক্ষিপ্ততা (Brevity):** পাণিনি 'লাঘব' বা সংক্ষিপ্ততাকে সর্বাধিক গুরুত্ব দিয়েছেন। কম্পিউটার মেমরি সাধারণের জন্য যেমন কোড অপ্টিমাইজেশন প্রয়োজন, পাণিনিও তেমনি সংক্ষেপণ পদ্ধতি ব্যবহার করেছেন।

•**অ্যালগরিদম (Algorithm):** পাণিনির সূত্রগুলো একটি নির্দিষ্ট ক্রমে সাজানো যদি একাধিক সূত্র একই স্থানে প্রযোজ্য হয়, তবে 'বিপ্রতিষেধে পরং কার্যম' (১.৪.২) সূত্রের মাধ্যমে দ্বন্দ্ব নিরসনের নিয়ম দেওয়া আছে, যা আধুনিক কম্পিউটিংয়ের 'Conflict Resolution Rule'-এর মতো।

৩. পরিগণক ভাষা বিজ্ঞানের মৌলিক উপাদান ও পাণিনি

আধুনিক কম্পিউটেশনাল মডেলে ভাষার বিশ্লেষণের জন্য কিছু বিশেষ সরঞ্জামের প্রয়োজন হয়, যার মূল ভিত্তি পাণিনীয় পদ্ধতিতে বিদ্যমান:

ক) মেটাল্যাঙ্গুয়েজ (Metalanguage)

পাণিনি ব্যাকরণ আলোচনার জন্য একটি নিজস্ব প্রযুক্তিগত ভাষা তৈরি করেছিলেন। যেমন— 'ইং' সংজ্ঞা, 'প্রত্যাহার' (যেমন: অচ, হল)। এটি আধুনিক প্রোগ্রামিং ল্যাঙ্গুয়েজের (যেমন Python বা Java) সিনট্যাক্সের সাথে তুলনীয়।

খ) ব্যাকাস-ন্র ফর্ম (BNF) ও পাণিনি

কম্পিউটার বিজ্ঞানে কোনো প্রোগ্রামিং ল্যাঙ্গুয়েজের ব্যাকরণ বর্ণনা করতে BNF ব্যবহার করা হয়। বিংশ শতাব্দীর প্রথ্যাত ভাষাবিজ্ঞানী নোয়াম চমস্কি এবং জন ব্যাকাস যে ব্যাকরণিক কাঠামো গড়ে তুলেছেন, তার অনেক আগেই পাণিনি তাঁর সূত্রে সেই 'রিকর্সিভ' (Recursive) বা পুনরাবৃত্তিমূলক পদ্ধতি ব্যবহার করেছেন।

৪. প্রাকৃতিক ভাষা প্রক্রিয়াকরণ (NLP) ও সংস্কৃত

কম্পিউটার যখন মানুষের ভাষা বোঝে (NLP), তখন তাকে কয়েকটি স্তরে কাজ করতে হয়: ১. Morphological Analysis (রূপতাত্ত্বিক বিশ্লেষণ): সংস্কৃত একটি 'সংশ্লেষণাত্মক' ভাষা। পাণিনীয় প্রক্রিয়ায় একটি ধাতু থেকে 'তিঙ্গ' ও 'সুপ্র' বিভক্তি যোগ করে যেভাবে পদ তৈরি হয়, তা কম্পিউটারের জন্য বিশ্লেষণ করা অত্যন্ত সহজ। ২. Parsing (পদ বিশ্লেষণ): পাণিনির 'কারক' তত্ত্ব বাক্যের পদের মধ্যে সম্পর্ক (Dependency) নির্ধারণে শ্রেষ্ঠ মডেল হিসেবে স্বীকৃত।

৫. কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা (AI) ও শার্কিক বোধ

আধুনিক কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তার ক্ষেত্রে 'Knowledge Representation' বা জ্ঞান উপস্থাপনা একটি বড় চ্যালেঞ্জ। ভারতীয় দর্শনের 'শাস্ত্রবোধ' প্রক্রিয়া (অস্ত্র-ব্যতিরেক) ব্যবহার করে বাক্যের অর্থ উদ্ধার করা সম্ভব। নব্য-ন্যায়ের ভাষা এবং পাণিনীয় ব্যাকরণের সমন্বয় এ ক্ষেত্রে অত্যন্ত কার্যকরী ভূমিকা পালন করতে পারে।

৬. তুলনামূলক সারণী: পাণিনি বনাম কম্পিউটার বিজ্ঞান

পাণিনীয় ব্যাকরণ	আধুনিক কম্পিউটার বিজ্ঞান
সূত্র (Sutra)	অ্যালগরিদম / ফাংশন (Algorithm/Function)
প্রত্যাহার (Pratyahara)	ডেটা কম্প্রেশন (Data Compression)
অনুবৃত্তি (Anuvritti)	ইনহেরিটেন্স (Inheritance)
কারক (Karaka)	ডিপেন্ডেন্সি পার্সিং (Dependency Parsing)
সংজ্ঞা ও পরিভাষা	ভ্যারিয়েবল ডিক্লারেশন (Variable Declaration)

৭. সীমাবদ্ধতা ও বর্তমান চ্যালেঞ্জ

যদিও পাণিনীয় ব্যাকরণ অত্যন্ত বিজ্ঞানসম্মত, তবুও সরাসরি কম্পিউটারে প্রয়োগের ক্ষেত্রে কিছু চ্যালেঞ্জ রয়েছে—

•**অস্পষ্টতা (Ambiguity):** সূত্রের ব্যাখ্যায় ভাষ্যকারদের (পতঙ্গলি বা বামন-জয়াদিত) মতভেদ কম্পিউটারকে বিভাস্ত করতে পারে।

•**বিপুল তথ্য:** সংস্কৃতের বিপুল সাহিত্যভাগারকে ডিজিটাল ফর্মে এনে পাণিনীয় সূত্রে ফেলা একটি শ্রমসাধ্য কাজ।

৪. উপসংহার

পাণিনীয় ব্যাকরণ কেবল প্রাচীন ঐতিহ্য নয়, এটি ভবিষ্যতের ভাষা প্রযুক্তির ভিত্তি নাসা (NASA)-র বিজ্ঞানী রিক ব্রিগস ১৯৮৫ সালে তাঁর গবেষণাপত্রে উল্লেখ করেছিলেন যে, সংস্কৃত হলো কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তার জন্য সবচেয়ে উপযুক্ত ভাষা। পাণিনীয় পদ্ধতির যৌক্তিক কাঠামো এবং আধুনিক পরিগণক ভাষা বিজ্ঞানের গাণিতিক শক্তি যদি একত্রিত হয়, তবে মানুষের ভাষা বোঝার ক্ষেত্রে এক নতুন বিপ্লব ঘটবে।

Bibliography

- পাণিনী। অষ্টাধ্যায়ী অনুবাদক ও সম্পাদক: শ্রীশচন্দ্র বসু, মতিলাল বেনারসিদাস, ১৮৯১ (পুনর্মুদ্রণ ২০০৩)।
- পতঞ্জলি। ব্যাকরণ-মহাভাষ্য সম্পাদিত: এফ. কিরেলহর্ন, গভর্নেন্ট সেন্ট্রাল বুক ডিপো, ১৮৮০-১৮৮৫।
- কিপারক্ষি, পল। পাণিনি অ্যাজ আ ভেরিয়েশনিস্ট (*Panini as a Variationist*)। এমআইটি প্রেস, ১৯৭৯।
- কার্ডোনা, জর্জ। পাণিনি: হিজ ওয়ার্ক অ্যান্ড ইটস ট্র্যাডিশন (*Pāṇini: His Work and Its Traditions*)। মতিলাল বেনারসিদাস, ১৯৯৭।
- ঝা, গিরীশ নাথ। দ্য পাণিনীয়ান মেশিন (*The Paninian Machine*)। আইআইটি দিল্লি রিসার্চ পেপারস, ২০০৪।
- দশমূলী, শর্মিষ্ঠা। পাণিনীয় ব্যাকরণ ও আধুনিক ভাষা বিজ্ঞান সংস্কৃত বুক ডিপো, ২০১০।
- ব্রিগস, রিক। "নেলেজ রিপ্রেজেন্টেশন ইন সংস্কৃত অ্যান্ড আর্টিফিশিয়াল ইন্টেলিজেন্স" (*Knowledge Representation in Sanskrit and Artificial Intelligence*)। এআই ম্যাগাজিন (*AI Magazine*), ভলিউম ৬, নম্বর ১, ১৯৮৫, পৃষ্ঠা ৩২-৩৯।
- শাস্ত্রী, কপিল দেব। সংস্কৃত ব্যাকরণ কি রূপরেখা ভারতী ভবন, ১৯৭৫।
- সিং, রাজেন্দ্র এবং রামা কান্ত অঞ্জিহোত্তী। হিন্দি মর্ফেলজি: আ পাণিনীয়ান অ্যাপ্রোচ (*Hindi Morphology: A Paninian Approach*)। সেজ পাবলিকেশনস, ১৯৯৭।
- হইম্যান, সি। পাণিনি অ্যান্ড মডার্ন লিঙ্গুইস্টিক্স (*Panini and Modern Linguistics*)। জার্নাল অফ ইন্ডিয়ান ফিলোসফি, ভলিউম ২১, ১৯৯৩, পৃষ্ঠা ২২৩-২৩০।