

## ১. এন.এল.পি. কী এবং এর প্রযোজনীয়তা

### এন.এল.পি. এর সংজ্ঞা

ন্যাচারাল ল্যাঙ্গুয়েজ প্রসেসিং (NLP) হলো এমন একটি ক্ষেত্র যা ভাষাবিজ্ঞান (**Linguistics**), কম্পিউটার বিজ্ঞান (**Computer Science**) এবং আর্টিফিশিয়াল ইন্টেলিজেন্স (**AI**)—এই তিনটি ক্ষেত্রকে একত্রিত করে গঠিত। এনএলপি মূলত কম্পিউটার এবং মানুষের ভাষার মধ্যে মিথস্ক্রিয়া (interactions) নিয়ে কাজ করে।

এর প্রধান উদ্দেশ্য হলো কম্পিউটারকে এমনভাবে প্রোগ্রাম করা, যাতে তারা মানুষের স্বাভাবিক ভাষার বিশাল ডেটা বুঝতে পারে এবং সে অনুযায়ী প্রক্রিয়া করতে পারে। লক্ষ্য হলো মেশিন শুধু মানুষের ভাষা বুঝবে তা নয়, বরং তারাও যেন স্বাভাবিক ভাষায় মানুষের সাথে যোগাযোগ স্থাপন করতে পারে।

### ন্যাচারাল ল্যাঙ্গুয়েজ (**Natural Language**)

ন্যাচারাল ল্যাঙ্গুয়েজ হলো সেই ভাষা যা মানুষ প্রাকৃতিকভাবে সময়ের সাথে সাথে কথা বলার মাধ্যমে, লেখার মাধ্যমে বা ইশারা/সাইন (Sign) ব্যবহার করে বিকশিত করেছে।

- এটি প্রোগ্রামিং ল্যাঙ্গুয়েজ বা ফর্মাল ল্যাঙ্গুয়েজ থেকে সম্পূর্ণ আলাদা।
- এই ভাষা বচরের পর বচর ধরে বিকশিত হয়েছে এবং এতে কোনো সচেতন পরিকল্পনা (conscious planning) বা পূর্বচিহ্নিত পরিবর্তন (premeditation) নেই।

### এন.এল.পি. এর প্রযোজনীয়তা (**Need for NLP**)

মানবজাতির অগ্রগতিতে দুটি প্রধান কারণ রয়েছে: প্রথমত, যোগাযোগ এবং ভাষা (**Communication and Language**), যা আইডিয়া আদান-প্রদান এবং জ্ঞানের প্রবাহ নিশ্চিত করেছে। দ্বিতীয়ত, প্রায় ৩০০-৪০০ বছর আগে মেশিনের আগমন, বিশেষ করে শিল্প বিপ্লবের পর থেকে (Industrial Revolution), যা আমাদের অগ্রগতিকে স্বাক্ষিত করেছে।

এনএলপি-এর প্রযোজনীয়তা আসে এই দুটি কারণকে একত্রিত করার মাধ্যমে। আমাদের বিবর্তন এবং অগ্রগতির পরবর্তী ধাপ (**Next Frontier**) হলো এমন মেশিন তৈরি করা, যার সাথে আমরা ঠিক যেমন অন্য একজন মানুষের সাথে কথা বলি, ঠিক সেভাবে সহজে কথা বলতে পারব।

- বর্তমানে মেশিনকে প্রোগ্রাম করার জন্য বিশেষ জ্ঞানসম্পদ কম্পিউটার বিজ্ঞান প্রকৌশলীর প্রয়োজন হয়।
- এনএলপি সেই লক্ষ্যের দিকে এগিয়ে যেতে সাহায্য করছে, যেখানে যে কোনো সাধারণ মানুষ এটিএম-এর মতো জাটিল মেশিনকেও জিজ্ঞাসা করে পরিচালনা করতে পারবে ("হ্যাঁ ভাই, আমাকে বলুন এটি কিভাবে চালাতে হয়")।
- সিরি (Siri), গুগল ন্যাউ (Google Now), এবং কোর্টানা (Cortana)-এর মতো উদাহরণগুলি ইঙ্গিত দেয় যে আমরা মেশিনের সাথে কথা বলার দিকে এগিয়ে যাচ্ছি।

## ২. এন.এল.পি. এর অ্যাপ্লিকেশনসমূহ (**Real-World Applications**)

বর্তমানে অনেক বড় কোম্পানি এনএলপি-তে প্রচুর বিনিয়োগ করছে। কিছু বাস্তব অ্যাপ্লিকেশন নিচে দেওয়া হলো:

- Contextual Advertisement** (প্রাসঙ্গিক বিজ্ঞাপন): কোম্পানিগুলি ব্যবহারকারীর ক্ষেত্রে বা ইনস্টাগ্রাম প্রোফাইল, পোস্ট এবং মন্তব্য বিশ্লেষণ করে বুঝতে পারে যে ব্যবহারকারীর আগ্রহ কীসে। এর ভিত্তিতে, তাদের সেই আগ্রহের সাথে সম্পর্কিত টার্গেটেড বিজ্ঞাপন দেখানো হয়। এমনকি ব্যবহারকারী হোয়াটসঅ্যাপে বন্ধুদের

সাথে কোনো বিষয়ে চ্যাট করলেও বা কোনের পাশে বসে কথা বললেও, সেই সম্পর্কিত বিজ্ঞাপন দেখানো হতে পারে।

## 2. Email Filtering এবং Smart Reply:

- জিমেইল-এর মতো প্ল্যাটফর্মে স্প্যাম ফিল্টারিং এনএলপি ব্যবহার করে।
- স্মার্ট রিপ্লাই (Smart Reply) ফিচারে ইমেলের বিষয়বস্তু বা কনট্রুট বিশ্লেষণ করে উত্তর দেওয়ার জন্য স্বয়ংক্রিয়ভাবে পরামর্শ দেওয়া হয়।

## 3. Social Media Monitoring (সোশ্যাল মিডিয়া পর্যবেক্ষণ):

- সামাজিক মাধ্যমে ক্ষতিকর বা প্রাপ্তব্যক্ষদের কনট্রুট (Adult Content) বা বিদ্রোহমূলক বক্তব্য (Hate Speech) সরিয়ে ফেলার জন্য এনএলপি ব্যবহার করা হয়।
- ওপিনিয়ন মাইনিং (Opinion Mining): টুইটারের মতো প্ল্যাটফর্মে লোকেরা কোনো নির্দিষ্ট বিষয় (যেমন নির্বাচন) নিয়ে কী বলছে, তা বিশ্লেষণ করে জনগণের মনোভাব বা সেন্টিমেন্ট বোঝা যায়।

## 4. Search Engines (সার্চ ইঞ্জিন):

যেমন, যদি আপনি শ্রীলঙ্কার রাজধানীর নাম জিজ্ঞাসা করেন, গুগল আর আপনাকে ওয়েবসাইটে প্রবেশ করতে না বলে, সরাসরি এক লাইনে উত্তর দেখিয়ে দেয়।

## 5. Chatbots (চ্যাটবট):

কাস্টমার সার্ভিস এক্সিকিউটিভের পরিবর্তে চ্যাটবটগুলি প্রাথমিক স্তরের সমস্যা সমাধানে কাজ করে, যা কোটি কোটি গ্রাহককে একসাথে পরিচালনা করতে সাহায্য করে।

## ৩. কমন এন.এল.পি. টাস্কসমূহ (Common NLP Tasks)

একজন এনএলপি প্রকৌশলীকে যে কাজগুলি করতে হয়, সেগুলোর মধ্যে প্রধান কয়েকটি হলো:

- টেক্সট বা ডকুমেন্ট ক্লাসিফিকেশন (Text or Document Classification): একটি বড় টেক্সটকে বিশ্লেষণ করে তাকে নির্দিষ্ট ক্যাটাগরিতে ফেলা, যেমন: স্পোর্টস, পলিটিক্স, ইত্যাদি।
- সেন্টিমেন্ট অ্যানালিসিস (Sentiment Analysis): পণ্য বা সিনেমা সম্পর্কে মানুষের রিভিউ পড়ে তারা কেমন অনুভব করছে (পজিটিভ, নেগেটিভ ইত্যাদি) তা বের করা।
- ইনফরমেশন রিট্রিভাল (Information Retrieval): একটি টেক্সট থেকে নির্দিষ্ট সংস্থা (Entities) বা তথ্য বের করে আনা, যেমন: তারিখ, ব্যক্তির নাম, প্রতিষ্ঠানের নাম। সার্চ ইঞ্জিনগুলো অভ্যন্তরীণভাবে এই কাজটি ব্যবহার করে।
- পার্টস অফ স্পিচ ট্যাঙ্কিং (Parts of Speech Tagging - POS Tagging): বাক্যের প্রতিটি শব্দকে তার ব্যাকরণগত অংশ (Noun, Verb, Adjective ইত্যাদি) হিসেবে চিহ্নিত করা। এটি চ্যাটবট বা প্রশ্নেওর সিস্টেমে বাক্যকে গভীরভাবে বুঝতে সাহায্য করে।
- ল্যাঙ্গুয়েজ ডিটেকশন এবং মেশিন ট্রান্সলেশন (Language Detection and Machine Translation): গুগল ট্রান্সলেটের মতো অ্যাপ্লিকেশনগুলিতে কোন ভাষা ইনপুট হিসেবে দেওয়া হলো তা সনাক্ত করা এবং আউটপুট হিসেবে কাঞ্চিত ভাষায় অনুবাদ করা।
- কনভার্সেশনাল এজেন্ট (Conversational Agents): সিরি বা অ্যালেক্সাৱ মতো স্পিচ-ভিত্তিক বা টেক্সট-ভিত্তিক চ্যাটবট তৈরি করা।
- নলেজ গ্রাফ এবং কোয়েশন অ্যানসারিং সিস্টেম (Knowledge Graph and QA System): বিশাল ডেটাবেস থেকে তথ্যগুলি যৌক্তিকভাবে সংযুক্ত করে নলেজ গ্রাফ তৈরি করা, যা দ্রুত প্রশ্নের উত্তর দিতে সাহায্য করে (যেমন: জাপানের প্রধানমন্ত্রী কে?)। গুগল এটি ব্যাপকভাবে ব্যবহার করে।
- টেক্সট সামারাইজেশন (Text Summarization): একটি দীর্ঘ আর্টিকেল বা টেক্সটকে সংক্ষিপ্ত আকারে (যেমন ৬০-৭০ শব্দে) প্রকাশ করা।
- টপিক মডেলিং (Topic Modeling): একটি বড় টেক্সটের মধ্যেকার অন্তর্নিহিত বিষয়বস্তু (underlying topics) বের করে আনা (যেমন: কোনো লেখা ক্রিকেটে আইপিএল নাকি শচীন টেন্দুলকার নিয়ে)।

- টেক্সট জেনারেশন (**Text Generation**): কিবোর্ডে টাইপ করার সময় পরবর্তী শব্দটি কী হতে পারে তা ভবিষ্যদ্বাণী করা (Predict)।
- স্পেল চেকিং এবং গ্রামার কারেকশন (**Spell Checking and Grammar Correction**): গ্রামারলি (Grammarly)-এর মতো সরঞ্জাম যা বানান এবং ব্যাকরণগত ভুল হাইলাইট করে।
- টেক্সট পার্সিং (**Text Parsing**): একটি সেন্টেন্সকে ভেঙে তার গঠন বিশ্লেষণ করা, যাতে মেশিন সেই সেন্টেন্সের সঠিক অর্থ বুঝতে পারে।
- স্পিচ টু টেক্সট (**Speech to Text**): কথাকে টেক্সটে রূপান্তরিত করা, যা মেশিনকে মানুষের সাথে যোগাযোগের প্রাথমিক ধাপ।

## ৮. এন.এল.পি. অ্যাপ্লিকেশনে ব্যবহৃত পদ্ধতিসমূহ (**Approaches**)

এনএলপি অ্যাপ্লিকেশনগুলি তৈরি করার জন্য তিনটি প্রধান পদ্ধতি বা "যুগের" মাধ্যমে কাজ করা হয়েছে:

### ক. হিউরিস্টিক পদ্ধতি (**Heuristic Methods**)

১৯৫০-এর দশক থেকে প্রায় ১৯৯০-এর দশক পর্যন্ত এই পদ্ধতিটি ব্যবহৃত হতো এবং এটি মূলত ক্লিনিক্যাল-ভিত্তিক (**Rule-based**)। একে 'জুতাড়' পদ্ধতিও বলা যেতে পারে।

- কার্যকারিতা: একটি নির্দিষ্ট সমস্যার সমাধানের জন্য মানুষ ক্লিনিক্যাল তৈরি করত (যেমন: সেন্টিমেন্ট অ্যানালিসিসের জন্য পজিটিভ শব্দ এবং নেগেটিভ শব্দের সংখ্যা গণনা করা)।
- উদাহরণ:
  - রেগুলার এক্সপ্রেশন (**Regular Expression**): নির্দিষ্ট প্যাটার্নের টেক্সট খুঁজে বের করতে ব্যবহৃত হয় (যেমন: HTML ট্যাগ বা Salutation - Mr., Mrs. ইত্যাদি খুঁজে বের করা)।
  - ওয়ার্ডনেট (**WordNet**): এটি একটি ডিজিটাল ডিকশনারি যেখানে শব্দগুলির মধ্যে সিলোনিম, এন্টেনিম এবং অন্যান্য সম্পর্কগুলি সুসংগঠিতভাবে সংরক্ষণ করা হয়।
  - ওপেন মাইন্ড কমন্সেন্স প্লেক্সাস (**Open Mind Common Sense Plexus**): ইংরেজি ভাষার সাধারণ জ্ঞানগুলক তথ্যগুলি (Common Sense Facts) এখানে কমিউনিটির মাধ্যমে ওপেন সোর্স ডেটাবেসে সংরক্ষণ করা হতো।
- সুবিধা: এই পদ্ধতিগুলি দ্রুত এবং সাধারণত বেশ নির্ভুল হয় (কারণ মানুষের তৈরি করা ক্লিনিক্যালগুলো সহজে ব্যাখ্যা হয় না)।

### খ. মেশিন লার্নিং (**Machine Learning - ML**)

১৯৯০-এর দশকের মাঝামাঝি থেকে এর ব্যবহার শুরু হয় এবং এটি এখনও চলছে।

- সুবিধা: হিউরিস্টিক পদ্ধতিতে মানুষের পক্ষে কিছু ওপেন-এন্ডেড সমস্যার জন্য ক্লিনিক্যাল তৈরি করা সম্ভব ছিল না। মেশিন লার্নিং-এ অ্যালগরিদম নিজেই ডেটা থেকে ইনপুট এবং আউটপুটের মধ্যেকার সম্পর্ক বিশ্লেষণ করে ক্লিনিক্যাল তৈরি করে নেয়।
- কার্যপদ্ধতি: প্রথমে টেক্সট ডেটাকে সংখ্যায় (**Text Vectorization**) রূপান্তরিত করা হয়, তারপর সেই সংখ্যাগুলিকে একটি মেশিন লার্নিং অ্যালগরিদমে দিয়ে ফলাফল মূল্যায়ন করা হয়।
- সাধারণ অ্যালগরিদম: Naive Bayes, Logistic Regression, Support Vector Machines (SVM), Latent Dirichlet Allocation (LDA - টপিক মডেলিং-এর জন্য), এবং Hidden Markov Models (HMM - POS ট্যাঙ্কিং-এর জন্য)।

### গ. ডিপ লার্নিং (**Deep Learning - DL**)

২০১০ সাল থেকে এই পদ্ধতি জনপ্রিয় হতে শুরু করেছে এবং বর্তমানে এটিই সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়।

- **প্রধান সুবিধা (ML এর উপর):**
  - **সিকুয়েন্চিয়াল ইনফরমেশন বজায় রাখা:** মেশিন লার্নিং-এ টেক্সটকে সংখ্যায় রূপান্তরের সময় শব্দের ক্রমিক তথ্য (Sequential Information) হারিয়ে যায়। ডিপ লার্নিং মডেলগুলি এই ক্রমিক তথ্য (যেমন: "This is my house" – এই সিকোয়েন্স) ধরে রাখতে পারে।
  - **স্বয়ংক্রিয় ফিচার জেনারেশন (Automatic Feature Generation):** ডিপ লার্নিং মডেলে ফিচারের প্রয়োজন স্বয়ংক্রিয়ভাবে মডেল নিজেই করে, যেখানে মেশিন লার্নিং-এ প্রকৌশলীকে ম্যানুয়ালি ফিচার তৈরি করতে হয়।
- **প্রধান আর্কিটেকচার:**
  - **RNN (Recurrent Neural Network):** সিকোয়েন্স ডেটার জন্য ভালো, তবে লস্বা বাক্যের কলটেক্সট মনে রাখতে পারে না।
  - **LSTM (Long Short-Term Memory)** এবং **GRU (Gated Recurrent Unit):** RNN-এর দীর্ঘ বাক্য ভুলে যাওয়ার সমস্যাটি সমাধান করে; বর্তমানে বেশিরভাগ ডিপ লার্নিং অ্যালগ্রিদমগুলি এই ব্যবহার করে।
  - **CNN (Convolutional Neural Network):** যদিও মূলত ইমেজ ক্লাসিফিকেশনের জন্য ব্যবহৃত হয়, এটি কিছু এনএলপি টাক্সেও ব্যবহৃত হয়।
  - **ট্রান্সফর্মার্স (Transformers):** ২০১৮ সালের পর ট্রান্সফর্মারের আগমনে এনএলপি ক্ষেত্রে বিপ্লব এসেছে। এটি বাক্যের নির্দিষ্ট অংশে "অ্যাটেনশন" দিতে পারে। বর্তমানে BERT-এর মতো স্টেট অফ দ্য আর্ট মডেলগুলি ট্রান্সফর্মার-ভিত্তিক।
  - **অটোএনকোডার (Autoencoder):** এটি এনকোডার-ডিকোডার (Encoder-Decoder) নিউরাল নেটওয়ার্কের একটি সেট, যা মেশিন ট্রান্সলেশনের মতো কাজে ব্যবহৃত হয়।

## ৫. এন.এল.পি. এর প্রধান চ্যালেঞ্জসমূহ

এনএলপি প্রয়োগ করা অত্যন্ত কঠিন (Challenging)। এর কারণ হলো ন্যাচারাল ল্যাঙ্গুয়েজ বহু বচর ধরে বিকশিত হয়েছে এবং এতে এমন কিছু জটিলতা রয়েছে যা মানুষ বুঝলেও মেশিন সহজে বুঝতে পারে না।

৮টি প্রধান চ্যালেঞ্জ হলো:

1. **অ্যাম্বিগুইটি (Ambiguity - দ্ব্যর্থতা):** একটি বাক্যের একাধিক অর্থ থাকতে পারে। মানুষ বাক্যের কলটেক্সট দেখে সঠিক অর্থ বুঝতে পারলেও মেশিনের জন্য তা কঠিন।
  - উদাহরণ: "I saw the boy on the beach with my binoculars" – এর মানে কি ছেলেটির কাছে বাইনোকুলার ছিল, নাকি আমি বাইনোকুলার দিয়ে ছেলেটিকে দেখলাম?।
2. **কলটেক্সচুয়াল ওয়ার্ডস (Contextual Words):** একই শব্দ ভিন্ন ভিন্ন প্রেক্ষাপটে ভিন্ন অর্থ প্রকাশ করতে পারে।
  - উদাহরণ: "I ran to the store because we ran out of milk." (প্রথম 'ran' মানে দৌড়ানো, দ্বিতীয় 'ran out' মানে শেষ হয়ে যাওয়া)।
3. **ইডিয়ম, কলোকুইয়ালিজম এবং স্ল্যাং (Idioms, Colloquialisms, and Slang):** দৈনন্দিন কথোপকথনে ব্যবহৃত অপ্রাসঙ্গিক বা আলংকারিক শব্দগুচ্ছ (যেমন: "Piece of cake" মানে 'খুব সহজ')। মেশিন এর আক্ষরিক (Literal) অর্থ বুঝতে পারে, কিন্তু লুকানো সাধারণ জ্ঞানগত অর্থটি ধরতে পারে না।
4. **সিনেনিম এবং এন্টোনিম (Synonyms and Antonyms):** একই অর্থ প্রকাশের জন্য বিভিন্ন শব্দ (সিনেনিম) ব্যবহার করা বা বিপরীত শব্দের ব্যবহার মেশিনের জন্য জটিলতা সৃষ্টি করে।
5. **সারক্যাজম এবং টোন পার্থক্য (Sarcasm and Tone Difference):** বক্তব্যের সুর (Tone) বা ব্যঙ্গ (Sarcasm) বাক্যের অর্থ সম্পূর্ণ বদলে দিতে পারে।

- উদাহরণ: "That's just what I needed today!" – খুশি বা বিরক্তির টোনে বলা হলে সম্পূর্ণ ভিন্ন অর্থ হয়।
6. বানানের ভুল (**Spelling Errors**): মানুষ বানানের ছোটখাটো ভুল সহজে এড়িয়ে গিয়ে সঠিক শব্দটি বুঝে নেয়, কিন্তু মেশিনের কাছে একটি ভুল বানান মানেই সেটি একটি 'অজানা শব্দ' যার কোনো অর্থ নেই।
7. সৃজনশীলতা (**Creativity**): কবিতা, সংলাপ বা স্ক্রিপ্টের মতো সৃজনশীল লেখায় প্রায়ই একটি অন্তর্নিহিত অর্থ (sub-text) থাকে, যা বাইরের শব্দের চেয়েও বেশি গুরুত্বপূর্ণ। এই সূক্ষ্ম অর্থ মেশিনকে বোঝানো খুব কঠিন।
8. ভাষার বৈচিত্র্য (**Variety of Languages**): পৃথিবীতে প্রায় ৫ থেকে ৭ হাজার ভাষা আছে। সব ভাষার ব্যাকরণ বা ডায়ালেক্ট ডিকোড করা এবং পর্যাপ্ত ডেটা ছাড়া সেই স্থানীয় ভাষাগুলির জন্য এনএলপি অ্যাপ্লিকেশন তৈরি করা অসম্ভব কঠিন।

এই চ্যালেঞ্জগুলির কারণে, এনএলপি-এর সত্ত্বিকারের ক্ষমতা (True Potential) এখন পর্যন্ত মাত্র ৫% থেকে ১% ব্যবহার করা সম্ভব হয়েছে।

Go to C-02