

এনট্রপি (Entropy) হলো একটি মাপকাঠি, যা একটি বার্তায় লুকানো তথ্য বা অনিশ্চয়তার পরিমাণ নির্ধারণ করে। এটি মূলত তথ্যের গড় পরিমাণকে নির্দেশ করে, যা একটি নির্দিষ্ট উৎস থেকে আসা বার্তাগুলোতে থাকে।

(Sufficient Statistics) একটি কৌশল, যা নির্দিষ্ট তথ্য সংকেত বা ডেটাসেটের গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্যগুলি সংক্ষেপে উপস্থাপন করতে ব্যবহৃত হয়। পর্যাপ্ত পরিসংখ্যান এমনভাবে তৈরি হয় যে তা থেকে উৎসের মূল তথ্যের পরিমাণ ও বৈশিষ্ট্যগুলো পুনরুদ্ধার করা সম্ভব হয়, অতিরিক্ত বা অপ্রয়োজনীয় তথ্য ছাড়াই।

Conditional Relative) বলতে পরিসংখ্যান, তথ্য তত্ত্ব বা সম্ভাব্যতা তত্ত্বে দুটি ঘটনার মধ্যে নির্ভরশীল সম্পর্ক বোঝায়, যেখানে একটি ঘটনার প্রভাব বা শর্তের উপর ভিত্তি করে অন্য ঘটনার সম্ভাব্যতা নির্ধারণ করা হয়। এটি সাধারণত শর্তাধীন আপেক্ষিক এনট্রপি (Conditional Relative Entropy) হিসেবেও উল্লেখ করা হয়, যা দুটি সম্ভাব্যতা বণ্টনের মধ্যে পার্থক্য পরিমাপ করে যখন একটি নির্দিষ্ট শর্ত পূরণ হয়।

Data Compression) হলো ডেটার আকার ছোট করার একটি প্রক্রিয়া, যেখানে তথ্যের মূল অর্থ বা গুরুত্ব বজায় রেখে ডেটাকে কম স্থান দখল করানোর চেষ্টা করা হয়।

রান লেন্থ কোডিং (Run-Length Coding বা RLC) হলো একটি সহজ এবং কার্যকর ডেটা সংকোচন পদ্ধতি, যেখানে ডেটায় একের পর এক একই মানের পুনরাবৃত্তি থাকলে সেই পুনরাবৃত্তির সংখ্যা এবং মানটি সংক্ষেপে উপস্থাপন করা হয়। এই পদ্ধতি প্রধানত ইমেজ, টেক্সট বা অন্যান্য ধারাবাহিক ডেটায় ব্যবহৃত হয়, যেখানে একই তথ্য বারবার পুনরাবৃত্তি হয়।

Average Codeword Length) হলো একটি পরিমাপ, যা সংকোচিত ডেটাতে প্রতিটি প্রতীক বা বার্তা উপস্থাপনের জন্য গড়ে কতগুলি বিট বা ইউনিট প্রয়োজন হয় তা নির্দেশ করে। এটি বিশেষত তথ্য তত্ত্ব ও কোডিং তত্ত্বে ব্যবহৃত হয় এবং কার্যকর সংকোচনের জন্য গুরুত্বপূর্ণ, কারণ এতে গড় দৈর্ঘ্য যত কম হবে, ডেটা সংকোচন তত বেশি কার্যকর হবে।

(Optimal Prefix-Free Code) হলো এমন একটি কোডিং পদ্ধতি, যেখানে প্রতিটি কোডওয়ার্ড এমনভাবে নির্ধারিত হয় যে কোনো কোডওয়ার্ড অন্য কোনো কোডওয়ার্ডের প্রিফিক্স হিসেবে থাকে না। এটি সংকোচনের ক্ষেত্রে কার্যকর, কারণ এটি তথ্যের গড় দৈর্ঘ্য কমিয়ে আনে এবং একইসঙ্গে ডিকোডিং বা তথ্য পুনরুদ্ধারকে নির্ভুল ও দ্রুততর করে। প্রিফিক্স-মুক্ত কোডিংয়ের সবচেয়ে সাধারণ উদাহরণ হলো হাফম্যান কোডিং।

হাফম্যান কোড (Huffman Code) হলো একটি সংকোচন পদ্ধতি যা ডেটার মধ্যে প্রাপ্ত প্রতীকগুলির ফ্রিকোয়েন্সির ভিত্তিতে ছোট থেকে বড় কোডওয়ার্ড তৈরি করে। এটি ১৯৫২ সালে ডেভিড হাফম্যান দ্বারা

উদ্ভাবিত হয়। হাফম্যান কোডের মূল উদ্দেশ্য হলো এমন কোড তৈরি করা, যেখানে সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত (বা উচ্চ ফ্রিকোয়েন্সির) প্রতীকগুলির জন্য ছোট কোড বরাদ্দ করা হয় এবং কম ব্যবহৃত (বা নিম্ন ফ্রিকোয়েন্সির) প্রতীকগুলির জন্য বড় কোড বরাদ্দ করা হয়। এই পদ্ধতিটি "প্রিফিক্স-ফ্রি" কোডিং ব্যবহৃত হয়, অর্থাৎ কোনো কোডওয়ার্ড আরেকটি কোডওয়ার্ডের প্রিফিক্স (অর্থাৎ শুরুর অংশ) হবে না, যা ডিকোডিংকে সহজ করে তোলে।

**কনভোলিউশনাল কোড** (Convolutional Code) হলো একটি কোডিং পদ্ধতি যা ইনপুট ডেটাকে কোডওয়ার্ডে রূপান্তরিত করার জন্য পূর্ববর্তী ইনপুটের ভিত্তিতে আউটপুট তৈরি করে। এটি একটি **লিনিয়ার কোডিং স্কিম**, যেখানে প্রতিটি আউটপুট বিট শুধু বর্তমান ইনপুট বিটের উপর নয়, পূর্ববর্তী ইনপুট বিটগুলোর উপরও নির্ভর করে। এর ফলে, কনভোলিউশনাল কোড এক ধরনের চলন্ত বা "কনভোলিউশন" প্রক্রিয়া ব্যবহার করে ডেটাকে সংকোচন করে বা কোড করে।

**লেম্পেল-জিভ (Lempel-Ziv) কোড** একটি জনপ্রিয় ডেটা সংকোচন পদ্ধতি, যা অসংরক্ষিত ডেটাকে সংকুচিত করার জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি একটি "ইন্টারেক্টিভ" বা **অন্তর্নিহিত প্যাটার্ন ভিত্তিক** সংকোচন অ্যালগরিদম। লেম্পেল-জিভ কোডিং দুইটি মূল অ্যালগরিদমের সমন্বয়ে গঠিত: **LZ77** এবং **LZ78**। এই কোডিং পদ্ধতিটি বিশেষত টেক্সট এবং ফাইল সংকোচনে ব্যবহৃত হয়।

**লেম্পেল-জিভ কোডিংয়ের মৌলিক ধারণা:**

লেম্পেল-জিভ অ্যালগরিদমের মূল উদ্দেশ্য হলো একটি ইনপুট স্ট্রিংয়ে পুনরাবৃত্তি বা প্যাটার্ন খুঁজে বের করা এবং সেই প্যাটার্নগুলোকে কম স্থানে (কম বিটে) সংরক্ষণ করা। এটি ইনপুট ডেটা থেকে একটি সিকোয়েন্স তৈরি করে, যেখানে পুনরাবৃত্তি বা পুনঃব্যবহৃত অংশগুলো একটি পয়েন্টারে সংরক্ষণ করা হয় এবং নতুন অংশগুলো সরাসরি রাখা হয়।

**হ্যামিং কোড** (Hamming Code) হলো একটি সংকোচন পদ্ধতি যা মূলত ত্রুটি সনাক্তকরণ এবং ত্রুটি সংশোধনের জন্য ব্যবহৃত হয়। এটি ১৯৫০ সালে রিচার্ড হ্যামিং দ্বারা উদ্ভাবিত হয় এবং এটি **ডিটেকশন** (ত্রুটি সনাক্তকরণ) এবং **কোরেকশন** (ত্রুটি সংশোধন) করতে সাহায্য করে। হ্যামিং কোডের মূল উদ্দেশ্য হলো ডেটা ট্রান্সফারের সময় বা সংরক্ষণে ত্রুটি গুলি সনাক্ত করা এবং সেগুলিকে সংশোধন করা।

**হ্যামিং কোডের মূল ধারণা:**

হ্যামিং কোড একটি **প্যারিটি বিট** ভিত্তিক কোডিং পদ্ধতি, যেখানে অতিরিক্ত প্যারিটি বিটগুলো এমনভাবে ইনপুট ডেটার সাথে যুক্ত করা হয় যাতে ডেটাতে একক (single) বা সেম্বোলিক ত্রুটি থাকলে তা সনাক্ত ও সংশোধন করা যায়।

হ্যামিং কোডে ইনপুট ডেটাকে কোড করার জন্য নির্দিষ্ট সংখ্যক প্যারিটি বিট যোগ করা হয়, যেগুলি নির্দিষ্ট পজিশনে থাকে এবং এগুলোর মাধ্যমে ত্রুটিগুলি সনাক্ত করা হয়। একক বিটের ত্রুটি সনাক্ত করার পাশাপাশি, সেগুলিকে সঠিকও করা যায়।

**অপটিমাল হ্যাফম্যান কোড** (Optimal Huffman Code) হলো একটি ডেটা সংকোচন পদ্ধতি যা এমনভাবে তৈরি করা হয় যাতে সংকুচিত ডেটার কোডওয়ার্ডের গড় দৈর্ঘ্য ন্যূনতম হয়। এই পদ্ধতিটি একটি **প্রিফিক্স-ফ্রি** কোড তৈরি করে, যা অর্থাৎ কোনো কোডওয়ার্ড অন্য কোডওয়ার্ডের প্রিফিক্স (অংশ) হতে পারে না। এটি হ্যাফম্যান কোডিং অ্যালগরিদমের সর্বোত্তম বা "অপটিমাল" সংস্করণ, যা গড় কোডওয়ার্ড দৈর্ঘ্যকে সর্বনিম্নে রাখে।

#### **হ্যাফম্যান কোডের মূল ধারণা:**

হ্যাফম্যান কোড একটি ক্রটিহীন সংকোচন পদ্ধতি যা প্রতিটি ইনপুট অক্ষরের জন্য একটি কোডওয়ার্ড তৈরি করে। এতে, যেগুলি বেশি সময় ব্যবহৃত হয় তাদের কোডওয়ার্ড ছোট হয় এবং যেগুলি কম ব্যবহৃত হয় তাদের কোডওয়ার্ড বড় হয়। এটি **প্রবণতা ভিত্তিক কোডিং** (frequency-based coding) এর একটি উদাহরণ।

হ্যাফম্যান কোডের জন্য সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ বিষয় হলো এটি এমন কোড তৈরি করে যাতে সংকুচিত ডেটার জন্য গড় কোডওয়ার্ড দৈর্ঘ্য কমে যায়। এখানে, কোডওয়ার্ডগুলির দৈর্ঘ্য চরিত্রের ফ্রিকোয়েন্সি বা পুনরাবৃত্তির উপর নির্ভর করে।

**তথ্য তত্ত্ব (Information Theory)** এবং **কোডিং (Coding)** হলো একটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ ক্ষেত্র যা ডেটা সংরক্ষণ, প্রেরণ এবং সংকোচন সম্পর্কিত তত্ত্ব এবং প্রাকটিস নিয়ে কাজ করে। এটি মূলত গাণিতিক তত্ত্বের উপর ভিত্তি করে, যা তথ্যের পরিমাণ, তথ্য স্থানান্তর এবং ক্রটি সংশোধন নিয়ে আলোচনা করে। তথ্য তত্ত্ব এবং কোডিং পদ্ধতিগুলি ডিজিটাল যোগাযোগ, কম্পিউটার নেটওয়ার্ক, এবং ডেটা সংকোচন ব্যবস্থায় ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত হয়।

#### **তথ্য তত্ত্ব (Information Theory):**

তথ্য তত্ত্ব মূলত **তথ্য পরিমাণ (Information Quantity)** পরিমাপ এবং **তথ্য স্থানান্তর (Information Transfer)** সম্পর্কিত বিষয় নিয়ে কাজ করে। এটি বিভিন্ন ধরনের তথ্য এবং তাদের ট্রান্সমিশনকে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করে। তথ্য তত্ত্বের মূল উদ্দেশ্য হলো, কীভাবে আমরা তথ্যকে সবচেয়ে দক্ষভাবে কোড করে পাঠাতে পারি এবং ক্রটির আশঙ্কা কমাতে পারি।

#### **কোডিং (Coding):**

কোডিং হল একটি প্রক্রিয়া, যার মাধ্যমে ডেটা সংকোচিত (compress) বা পরিবর্তিত (encode) হয়ে একটি নির্দিষ্ট আউটপুট ফর্ম্যাটে রূপান্তরিত হয়। এই পদ্ধতিটি গুরুত্বপূর্ণ যখন আমাদের তথ্য প্রেরণ করতে হয় এবং তাতে ক্রটি সনাক্তন এবং সংশোধন করতে হয়। কোডিং সাধারণত **তথ্য সংকোচন** এবং **ক্রটি সংশোধন** দুটি কাজের জন্য ব্যবহৃত হয়।

**Random Variable)** হলো একটি গাণিতিক ধারণা যা সম্ভাব্য ফলাফলের একটি সংখ্যা বা মানকে চিহ্নিত করে, যা একটি নির্দিষ্ট পরীক্ষার বা অভিজ্ঞতার ফলস্বরূপ হতে পারে। এটি সাধারণত একটি ভেরিয়েবল (variable) হিসেবে বিবেচিত হয়, যার মানের উপর নির্ভর করে সেগুলি কীভাবে ঘটে এবং তাদের সম্ভাবনা কী।

**লগ-সাম অসমতা (Log-Sum Inequality)** একটি গুরুত্বপূর্ণ অ্যালজেব্রিক অসমতা যা প্রায়ই তথ্য তত্ত্ব এবং অন্যান্য গাণিতিক শাখায় ব্যবহৃত হয়। এটি মূলত লগারিদমিক ফাংশনের সাথে সম্পর্কিত এবং দুটি বা তার বেশি পজিটিভ রিয়েল সংখ্যার জন্য একধরনের অসমতা তৈরি করে।

**কনকভ ফাংশন (Concave Function)** হলো একটি ধরনের গাণিতীয় ফাংশন যার গ্রাফ নিচের দিকে বাঁকা (curve downward) থাকে। অর্থাৎ, যদি ফাংশনটি কনকভ হয়, তবে এর গ্রাফের যে কোনও দুটি পয়েন্টের মধ্যে রেখা (secant line) কখনও ফাংশনের গ্রাফের উপরে থাকবে না। এটি সাধারণত অপ্টিমাইজেশন এবং গাণিতিক বিশ্লেষণের ক্ষেত্রে গুরুত্বপূর্ণ।

**এন্ট্রপি রেট (Entropy Rate)** হলো একটি কনসেপ্ট যা মূলত একটি সিস্টেমের তথ্যের পরিমাণ বা অনিশ্চয়তা নির্ধারণ করে যখন সিস্টেমের অবস্থা সময়ের সাথে পরিবর্তিত হয়। এটি একটি প্রক্রিয়া বা চ্যানেলের তথ্য ধারণক্ষমতা পরিমাপ করার জন্য ব্যবহৃত হয়, যেখানে বারবার ঘটনা বা সংকেত ঘটছে। সাধারণত, এটি **র্যান্ডম প্রক্রিয়া** বা **মার্কভ চেইন** (Markov Chain) এর ক্ষেত্রে ব্যবহার হয়।

**AEP (Asymptotic Equipartition Property)** তথ্য তত্ত্বে একটি গুরুত্বপূর্ণ ধারণা যা একটি র্যান্ডম প্রক্রিয়ার দীর্ঘমেয়াদি আচরণ বর্ণনা করে। এটি মূলত তথ্য তত্ত্বের একটি মৌলিক ফলাফল, যা নির্দিষ্ট ধরনের র্যান্ডম ভেরিয়েবলের জন্য তাদের প্রয়োজনীয় পরিমাণ তথ্য বা এন্ট্রপি পরিমাপ করে।

**মার্কভ চেইন (Markov Chain)** হলো একটি গাণিতিক মডেল যা একটি সিস্টেমের অবস্থা সময়ের সাথে পরিবর্তিত হয়, এবং এর একটি গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য হলো—প্রত্যেক পরবর্তী অবস্থার জন্য শুধুমাত্র বর্তমান অবস্থা উপর নির্ভর করে, পূর্ববর্তী অবস্থাগুলোর উপর কোনো নির্ভরশীলতা থাকে না। এই বৈশিষ্ট্যটিকে **মার্কভ property** বা **মেমরি-লেস প্রপার্টি** বলা হয়।

**মার্কভ চেইনের সংজ্ঞা:**

মার্কভ চেইন হল এমন একটি র্যান্ডম প্রক্রিয়া যেখানে প্রতিটি পরবর্তী অবস্থা নির্ভর করে কেবলমাত্র বর্তমান অবস্থার উপর, পূর্ববর্তী সমস্ত অবস্থার উপর নয়। এটি সাধারণত একটি গাণিতিক মডেল যা বিভিন্ন অবস্থার মধ্যে সম্ভাব্য স্থানান্তর (transition) দেখায়।

**Non-Singular)** তথ্য তত্ত্ব এবং কোডিং তত্ত্বে সাধারণত ম্যাট্রিক্সের গুণগত বৈশিষ্ট্য হিসেবে ব্যবহৃত হয়, তবে এর প্রয়োগ কেবল ম্যাট্রিক্সের ক্ষেত্রেই সীমাবদ্ধ নয়। এখানে **নন-সিঙ্গুলার** বলতে এমন একটি ম্যাট্রিক্স বোঝানো হয় যার **ডিটারমিন্যান্ট শূন্য নয়**, এবং যা **ইনভার্সযোগ্য** (Inverse) হয়। তথ্য তত্ত্ব এবং কোডিংয়ে এটি বিশেষভাবে গুরুত্বপূর্ণ যখন আমরা **লিনিয়ার কোড** (Linear Code) বা **ম্যাট্রিক্স অপারেশন** ব্যবহার করে কোডিংয়ের বিভিন্ন প্রক্রিয়া বিশ্লেষণ করি

**Uniquely Decodable)** হলো একটি কোডের বৈশিষ্ট্য, যেখানে একটি কোডড তথ্য বা সিকোয়েন্স থেকে একমাত্র একটি নির্দিষ্ট মেসেজ পুনরুদ্ধার করা সম্ভব। অন্য কথায়, একটি কোড যদি ইউনিক্যালি ডিকোডেবল হয়, তবে কোডড সিকোয়েন্সটির জন্য একাধিক সম্ভাব্য ডিকোডিং বা অর্থবোধ করা সম্ভব নয়। এর মানে হল যে, কোডটি এমনভাবে ডিজাইন করা হয়েছে যাতে কোনো কোডড সিকোয়েন্সের একাধিক ব্যাখ্যা না হয়।

**কোড রেট (Code Rate)** হল একটি কোডের **দৈর্ঘ্য** এবং **তথ্য ধারণ ক্ষমতার** সম্পর্কে প্রকাশকারী একটি পরিমাপ। এটি একটি কোডের দক্ষতা বা **তথ্য সংরক্ষণ ক্ষমতা** জানাতে ব্যবহৃত হয়, অর্থাৎ প্রতি বিটের তথ্য স্থানান্তরের জন্য কোড কতটা জায়গা নেয়

**Coding Gain)** হলো একটি পরিমাণ যা একটি কোডের কার্যকারিতা বা দক্ষতা মাপতে ব্যবহৃত হয়, বিশেষত সংকেত-ধ্বনি অনুপাত (SNR) এর ভিত্তিতে। এটি সাধারণত কোনো নির্দিষ্ট **কোডেড সিস্টেমের** সাথে সাদৃশ্যপূর্ণ থাকে এবং এটি কোড ব্যবহার করে সিগন্যালের দুর্বলতা সহেও কতটুকু সঠিকভাবে তথ্য প্রেরণ করা সম্ভব তা বোঝায়।

**অপটিমাল কোড (Optimal Code)** এমন একটি কোডকে বলা হয় যা একটি নির্দিষ্ট শর্ত বা উদ্দেশ্য পূর্ণ করতে সবচেয়ে কার্যকরী বা দক্ষ। অপটিমাল কোড ডিজাইন করা হয় যাতে এটি নির্দিষ্ট গুণাবলীর সর্বোচ্চ মাত্রা অর্জন করতে পারে, যেমন কোডের দৈর্ঘ্য কমানো, তথ্য সংকোচন উন্নত করা, বা ডিকোডিংয়ের সময় ও শক্তি কমানো।

**Channel Capacity)** হলো একটি যোগাযোগ চ্যানেলের সর্বোচ্চ তথ্য স্থানান্তরের ক্ষমতা, যা নির্দিষ্ট সময়ে বা নির্দিষ্ট শর্তে কোন সংকেতকে ক্রটির পরিমাণ ছাড়াই সঠিকভাবে প্রেরণ করতে সক্ষম।

**Feedback Capacity)** হলো একটি চ্যানেলের মাধ্যমে তথ্য স্থানান্তর করার ক্ষমতা, যেখানে **ফিডব্যাক** ব্যবহৃত হয়। ফিডব্যাকের মাধ্যমে প্রেরিত তথ্য প্রাপ্তকারী (রিসিভার) সিস্টেমের অবস্থা সম্পর্কে ফিরে তথ্য প্রেরককে জানাতে পারে, যা সিস্টেমের দক্ষতা এবং নির্ভুলতা বাড়াতে সাহায্য করে।

**Joint Entropy)** হলো দুটি বা ততোধিক এলোমেলো চলকের মধ্যে **সম্ভাব্যতা বিতরণ** এর উপর ভিত্তি করে একটি পরিমাণ, যা তাদের একসাথে হওয়া অনিশ্চয়তা বা অজানা তথ্যের পরিমাণ প্রকাশ করে।

**(Conditional Relative Entropy)** হলো একটি পরিমাণ যা দুটি এলোমেলো চলকের মধ্যে একটি চলকের দেওয়া অবস্থায় অন্য চলকের সম্পর্কে অনিশ্চয়তার পরিমাণ প্রকাশ করে। এটি **কন্ডিশনাল এন্ট্রপি** এবং **রিলেটিভ এন্ট্রপি** এর সমন্বয়ে গঠিত

**Mutual Information)** হলো দুটি এলোমেলো চলকের (random variables) মধ্যে তথ্যের যে পরিমাণ ভাগ করা হয়, তা প্রকাশ করে। এটি বোঝায় যে, একটি চলকের সম্পর্কে অন্য চলকের যতটা তথ্য পাওয়া যায়, ততটা। সহজ ভাষায়, মিউচুয়াল ইনফরমেশন হল দুটি চলকের মধ্যে সম্পর্ক বা সংযোগের পরিমাণ, যা একটির মূল্য জানালে অন্যটির মূল্য কতটুকু অনুমান করা সম্ভব, তা নির্ধারণ করে

**Self Information)** হলো একটি পরিমাণ যা একটি নির্দিষ্ট ঘটনা বা অবস্থার তথ্যের পরিমাণ বা অজানা তথ্যের পরিমাণ বুঝায়। সহজভাবে বলতে গেলে, সেলফ ইনফরমেশন হলো যে পরিমাণ তথ্য আমরা পেতে পারি যখন একটি নির্দিষ্ট ঘটনা ঘটে, অর্থাৎ, একটি সম্ভাব্য ঘটনা সম্পর্কে আমাদের অজানা তথ্য কতটা ছিল, সেটি জানায়।

**Convex Function)** হলো এমন একটি ধরনের গণিতিক ফাংশন যার গ্রাফ একটি উঁচু বাঁকানো আকৃতি ধারণ করে এবং যেটির যেকোনো দুটি পয়েন্টের মধ্যে রেখাংশ পুরো গ্রাফের উপরের দিকে থাকে।

**Shannon's Model)** হলো একটি মৌলিক তত্ত্ব যা **তথ্য স্থানান্তর** বা **যোগাযোগের তত্ত্ব** বোঝাতে ব্যবহৃত হয়। এটি একজন বিখ্যাত গণিতজ্ঞ এবং প্রকৌশলী **ক্লাউড শ্যানন** (Claude Shannon) দ্বারা তৈরি করা হয়। শ্যাননের মডেল মূলত একটি যোগাযোগ চ্যানেলে তথ্যের স্থানান্তর এবং বিভিন্ন সমস্যা যেমন শব্দ, ত্রুটি, এবং সংকেত সংকোচনের (compression) মাধ্যমে তথ্যের আদান-প্রদান বিশ্লেষণ করে।