

Информация в системах

1. Что такое кодирование информации и для чего оно используется?

Кодирование — процесс представления информации в виде некоторых символов или их последовательностей (кодовых комбинаций), причем эти символы, в свою очередь, могут быть представлены (перекодированы) в виде совокупностей физических сигналов той или иной природы — акустических, оптических, электрических и т.д.

Примером естественного кодирования является представление в виде слов символов информации, возникающей в процессе восприятия человеком явлений окружающего мира — его отражения мозгом человека. Однако в дальнейшем для фиксации этой информации на бумаге необходимо ее перекодирование в виде букв и их сочетаний, для передачи по электрическому каналу связи — в виде электрических сигналов и т.д.

2. Охарактеризуйте основные принципы кодирования.

Основные принципы кодирования:

- подстановка (замещение) - каждый элемент данных заменяется другим в соответствии с определенным фиксированным планом.
- перестановка - при этом методе используются исходные (оригинальные) данные, но порядок их следования перемешивается.

3. Что такое алфавиты и как они используются?

Алфавит — конечное множество (список) попарно различных знаков, букв, цифр или любых других символов, применяемых в той или иной области (языке).

Алфавиты используются для кодирования информации.

4. Какие основные требования предъявляют к кодированию?

К любой системе кодирования предъявляются следующие основные требования:

- взаимная однозначность преобразований отображаемого множества в отображающее множество при кодировании и обратного преобразования при декодировании, что составляет необходимое условие отсутствия ошибок в интерпретации исходной информации;
- экономичность кодирования, обеспечиваемая прежде всего минимизацией средней длины кодовой комбинации, а значит, и длины информационных текстов, что, в свою очередь, обеспечивает сокращение времени, необходимого для передачи и обработки информации, и экономию носителей информации;
- помехоустойчивость, т.е. возможность обнаружения и исправления ошибок в кодовых комбинациях под влиянием тех или иных помех и сбоев в процессе передачи и обработки информации, повышающая достоверность работы кибернетических систем.

5. Что такое сигналы в системах и как они используются?

Сигнал есть материальный носитель информации, средство перенесения информации в пространстве и времени.

Сигналы служат для переноса информации в пространстве и времени.

6. Какие основные типы сигналов Вы знаете?

Поскольку сигналы служат для переноса информации в пространстве и времени, для образования сигналов могут использоваться только объекты, состояния которых достаточно устойчивы по отношению к течению времени или к изменению положения в пространстве. С этой точки зрения сигналы делятся на два типа:

- Сигналы, являющиеся стабильными состояниями физических объектов (например, книга, фотография, магнитофонная запись, состояние памяти ЭВМ, положение триангуляционной вышки и т. д.). Такие сигналы называются статическими.
- Сигналы, в качестве которых используются динамические состояния силовых полей. Такие поля характеризуются тем, что изменение их состояния не может быть локализовано в (неизолированной) части поля и приводит к распространению возмущения. Конфигурация этого возмущения во время распространения обладает определенной устойчивостью, что обеспечивает сохранение сигнальных свойств. Примерами таких сигналов могут служить звуки (изменение состояния поля сил упругости в газе, жидкости или твердом теле), световые и радиосигналы (изменения состояния электромагнитного поля). Сигналы указанного типа называются динамическими.

7. Что является основным свойством сигналов?

Непредсказуемость — основное свойство сигналов

8. Какие классы случайных процессов вы знаете?

Наиболее важные классы случайных процессов:

- Непрерывные и дискретные по времени процессы.
- Непрерывные и дискретные по информативному параметру процессы.
- Стационарные и нестационарные процессы.
- Эргодические и неэргодические процессы.

9. Какие математические модели реализаций случайных процессов вы знаете?

Математические модели реализации случайных процессов:

- Гармонические сигналы.
- Модулированные сигналы.
- Периодические сигналы.
- Сигналы ограниченной длительности.
- Сигналы с ограниченной полосой частот.

10. Что такое гармонические сигналы?

Гармонический сигнал — это гармонические колебания, со временем распространяющиеся в пространстве, которые несут в себе информацию или какие-то данные.

11. Что такое модулированные сигналы?

Модулированный сигнал — сигнал, получающийся после посадки модулирующего сигнала на несущий сигнал. В зависимости от типа несущего сигнала используются разные виды модуляции.

12. Что такое периодические сигналы?

Периодическим сигналом называют такой вид воздействия, когда форма сигнала повторяется через некоторый интервал времени T , который называется периодом.

13. Что такое сигналы с ограниченной энергией?

О сигналах из множества говорят, что их энергия ограничена величиной K .

$$S_g = \left\{ x : \int_{-\infty}^{\infty} x^2(t) dt \leq K < \infty \right\}$$

Происхождение этого названия связано с тем, что если $x(t)$ есть напряжение, то интеграл в формуле выше представляет собой энергию, выделенную сигналом $x(t)$ на единичном сопротивлении. Конечно, если $x(t)$ есть, например, глубина бороздки на грампластинке, то интеграл связан с энергией лишь косвенно.

14. Что такое сигналы ограниченной длительности?

Интервал T называется длительностью сигнала $x(t)$, если, конечно, предполагается, что внутри этого интервала сигнал $x(t)$ не везде обращается в нуль.

$$S_T = \{ x : x(t) \equiv 0, \quad t \notin T \}$$

Особую роль среди сигналов с ограниченной длительностью играют импульсные сигналы, характеризующиеся «кратковременностью» T , которую трудно формализовать, но которая проявляется в практике: звуки типа «щелчок», «взрыв», «хлопок»; световые «вспышки»; тактильные сигналы «укол», «щипок», «удар» и т.п. В таких случаях сигнал $x(t)$ обычно называется «формой импульса». На практике широко распространены периодические последовательности импульсов (радиолокация, электрокардиография, ультразвуковая гидролокация и т.п.); не менее важны непериодические импульсные последовательности (телеграфия, цифровая телеметрия); в реальности все импульсные последовательности, в свою очередь, имеют ограниченную длительность.

15. Что такое сигналы с ограниченной полосой частот?

Если функция $X(f)$ на оси f имеет ограниченную «длительность» F (в смысле соотношения

$$S_g = \left\{ x : \int_{-\infty}^{\infty} x^2(t) dt \leq K < \infty \right\}, \text{ но в частотной области), то говорят, что сигнал } x(t) \text{ имеет}$$
$$S_B = \{ x : X(f) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{i2\pi ft} dt = 0 \text{ для всех } f > |F| \}$$

ограниченную полосу частот шириной F :

16. Что такое частотно-временное представление сигналов?

Это представление сигнала (принимаемого как функция времени), представленного как по времени, так и по частоте. Частотно–временной анализ означает анализ в частотно–временной области, обеспечиваемый частотно-временным представлением. Это достигается с помощью формулировки, часто называемой "Частотно–временное распределение".

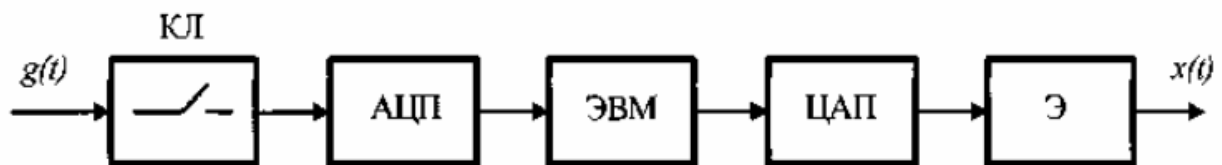
17. Как осуществляется цифровое представление непрерывных сигналов?

Цифровое представление непрерывных сигналов – это представление, при котором любой непрерывной функции $x(t)$ можно поставить во взаимно однозначное соответствие дискретное множество чисел $\{C_k(x)\}$, $k = \dots -2, -1, 0, 1, 2, \dots$

18. Что такое решетчатые функции?

Решетчатая функция – это функция $f(k)$, значения которой определены в дискретные моменты времени $t = kT_0$, где k – целое число, T_0 – период квантования.

19. Охарактеризуйте основные особенности прохождения непрерывного сигнала в цифровых системах.



На рисунке выше представлена схема, имитирующая прохождение непрерывного сигнала через ЦВМ, включенную в информационную систему.

Составные элементы этой схемы:

- ключ (КЛ), или импульсный элемент, преобразующий непрерывный сигнал в дискретный (дискретизатор);
- аналогово-цифровой преобразователь (АЦП), преобразующий амплитуду дискретного сигнала в цифровой код;
- цифроаналоговый преобразователь (ЦАП);
- экстраполятор (Э).

Дискретный сигнал на выходе ключа может принимать любое значение в заданном амплитудном диапазоне. Далее сигнал поступает в ЭВМ в цифровой бинарной форме со скоростью, соответствующей интервалу дискретизации по времени, для обработки по заданному алгоритму. После ЭВМ цифровой сигнал трансформируется преобразователем цифрааналог в дискретноаналоговую форму. Наконец, экстраполятор приводит сигнал к аналоговому непрерывному виду, форма которого определяется характеристиками экстраполятора.

20. Что такое вейвлеты и вейвлетный анализ сигналов?

Вейвлеты – это обобщенное название семейств математических функций определенной формы, которые локальны во времени и по частоте, и в которых все функции получаются из одной базовой (порождающей) посредством ее сдвигов и растяжений по оси времени.

Вейвлетный анализ представляет собой особый тип линейного преобразования сигналов и отображаемых этими сигналами физических данных о процессах и физических свойствах природных сред и объектов.

21. Что такое фрактальные стохастические процессы?

Стохастический процесс называется фрактальным, когда некоторые из его важных статистических характеристик проявляют свойства масштабирования с соответствующими масштабными показателями.

22. Что такое энтропия?

Энтропия - теория информации, специально рассматривающая сигнальную специфику случайных процессов.

23. Назовите основные свойства энтропии

Свойства энтропии случайного объекта А:

1. $H(p_1, \dots, p_n) = 0$ в том и только в том случае, когда какое-нибудь одно значение из множество $\{p_i\}$ равно единице (а остальные – нули).
2. $H(p_1, \dots, p_n)$ достигает наибольшего значения при $p_1 = p_2 = \dots = p_n = 1/n$.
3. Если А и В – независимые случайные объекты, то:
$$H(A \cap B) = H(\{p_{ik} = p_i q_k\}) = H(\{p_i\}) + H(\{q_k\}) = H(A) + H(B).$$
4. Если А и В – зависимые случайные объекты, то:
$$H(A \cap B) = H(A) + H(B|A) = H(B) + H(A|B),$$

где условная энтропия $H(B|A)$ определяется как математическое ожидание энтропии условного распределения.
5. Имеет место неравенство $H(A) \geq H(A|B)$, что согласуется с интуитивным представлением о том, что знание состояния объекта В может только уменьшить неопределенность объекта А, а если они независимы, то оставит ее неизменной.

24. Что такое дифференциальная энтропия?

Дифференциальная энтропия – это аналог энтропии дискретной величины, но аналог условный, относительный: ведь единица измерения произвольна.

Дифференциальная энтропия описывается функционалом:

$$h(x) = - \int_x p(x) \log p(x) dx$$

25. В чем заключается фундаментальное свойство энтропии случайного процесса?

Для любых заданных $\varepsilon > 0$ и $\delta > 0$ можно найти такое n_0 , что реализации любой длины $n > n_0$ распадаются на два класса:

1) группа реализаций, вероятности $P(C)$ которых удовлетворяют неравенству:

$$\left| \frac{1}{n} \log P(C) + H \right| > \varepsilon;$$

2) группа реализаций, вероятности которых этому неравенству не удовлетворяют.

26. Что такое количество информации и как оно определяется?

Количество информации – это количество информации в одном случайном объекте относительно другого.

Пусть x и y – случайные величины, заданные на соответствующих множествах X и Y . Тогда количество информации x относительно y есть разность априорной и апостериорной энтропий:

$$I(x, y) = H(x) - H(x|y),$$

где $H(x) = - \sum_{x \in X} p(x) \log_2 p(x)$ – энтропия, а $H(x|y) = - \sum_{y \in Y} p(y) \sum_{x \in X} p(x|y) \log_2 p(x|y)$ — условная энтропия.

27. Охарактеризуйте основные свойства количества информации

- $I(x, y) = I(y, x)$, как следствие теоремы Байеса.
- $I(x, y) \geq 0$.
- $I(x, y) = 0$, если x и y – независимые случайные величины.
- $I(x, x) = H(x)$.

28. Назовите единицы измерения энтропии и количества информации.

Обе эти величины измеряются в битах.

29. Что такое избыточность информации и как она используется?

Избыточность информации – это явление, когда по ряду причин количество информации, которое несет сигнал, меньше, чем то, которое он мог бы нести по своей физической природе.

Избыточность позволяет обнаружить и исправить ошибки при искажениях, выпадениях и вставках символов.

30. Что такое кодирование в отсутствие шумов?

Кодирование в отсутствие шумов – это процесс, когда информация занимает в запоминающем устройстве минимально возможное количество ячеек памяти и при передаче занимает канал связи на максимально короткий срок.

31. Что такое кодирование при наличии шумов?

Кодирование при наличии шумов – это процесс, когда обеспечиваются одновременно и сколь угодно малая вероятность ошибки, и конечная (отличная от нуля) скорость передачи информации, причем эта скорость может быть сколь угодно близкой к пропускной способности канала.