

Тернопільський національний технічний
університет імені Івана Пулюя

Кафедра автоматизації
технологічних процесів
і виробництв

Лабораторна робота № 1
з курсу
*”Цифрова обробка сигналів та
зображень”*

Цифрові сигнали та зображення
в системі Mathcad

Тернопіль 2023

Методичні вказівки до лабораторної роботи №1 "Цифрові сигнали та зображення в системі Mathcad" з курсу "Цифрова обробка сигналів та зображень". Пісьціо В.П., Медвідь В.Р., Микулик П.М., Тернопіль: ТНТУ, 2023 - 12 с.

Для студентів напряму: 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»

Автори: Пісьціо В.П., Медвідь В.Р., Микулик П.М.

Розглянуто і затверджено на засіданні кафедри автоматизації технологічних процесів і виробництв (протокол № 1 від 30.08.2023 року)

Лабораторна робота №1

Тема роботи:

Цифрові сигнали та зображення в системі Mathcad.

Мета роботи

Розглянути класифікацію сигналів та зображень. Ознайомлення із основними операціями у середовищі Mathcad на прикладі використання стандартних функцій.

Теоретичні відомості

Теорія аналізу та обробки фізичних даних базується на математичних моделях відповідних фізичних полів і фізичних процесів, на основі яких створюються математичні моделі сигналів. Моделі сигналів дають можливість узагальнено робити висновок про властивості сигналів, передбачувати зміни сигналів, замінити фізичне моделювання досліджуваних процесів математичним.

За допомогою математичних моделей є можливість описувати властивості сигналів, які є головними в досліджуваних процесах та ігнорувати велику кількість другорядних ознак. Знання математичних моделей сигналів дає можливість класифікувати їх за різними ознаками, що характерні для того або іншого типу моделей.



Рис. 1. Класифікація сигналів за моделлю представлення

Детерміновані та випадкові сигнали

Якщо модель сигналу дозволяє здійснити таке передбачення, то сигнал називають *детермінованим*. Спосіб його завдання може бути різними — формулою, алгоритмом, тощо.

У загальному детермінованих сигналів, так само як і детермінованих фізичних процесів не існує. Неминуча взаємодія системи із навколишнім світом, наявність хаотичних теплових флуктуацій, та просто неповно знань про початковий стан системи і про фізичні явища у системі все це заставляє розглядати реальні сигнали як випадкові функції часу.

Для опису не випадкових сигналів часто використовують квазидетерміновані моделі, у яких значення одного або декількох параметрів апріорно невідомі та вважаються випадковими величинами з малим випадковим компонентом, впливом якого можна знехтувати.

У протилежність детермінованим випадковий це сигнал, миттєве значення котрого не відоме, а може бути лише передбачено із деякою імовірністю $p < 1$. Характеристики таких сигналів є статистичними тобто мають імовірнісний вигляд.

Випадковість може бути обумовлена як власною фізичною природою сигналів, що характерно, наприклад, для звукових сигналів, так й імовірнісним характером сигналів, що реєструються. Із цих позицій випадковий сигнал може розглядатися як відображення випадкового за своєю природою процесу або фізичних властивостей об'єкта (процесу), які визначаються випадковими параметрами чи складною структурою, результати вимірів у якій важко передбачити.

Модель такого сигналу являє собою опис статистичних характеристик випадкового процесу шляхом завдання законів розподілу ймовірностей, кореляційної функції, спектральної щільності енергії та ін.

Між двома видами сигналів немає різкої границі. Строго кажучи, детермінованих процесів і детермінованих сигналів, що відповідають їм, у природі не існує. Навіть сигнали, добре відомі на вході в середовище (при зовнішньому впливі на неї), за місцем їхньої реєстрації завжди ускладнені випадковими завадами, впливом дестабілізуючих факторів і апріорно невідомими параметрами й будовою самого середовища. З іншого боку, модель випадкового поля часто апроксимується методом суперпозиції (накладення) сигналів відомої форми. Детерміновані моделі можуть використатися й для вивчення чисто випадкових процесів, якщо рівень корисного сигналу в цьому процесі значно вище рівня статистичних флуктуацій.

На вибір математичної моделі в тому або іншому випадку значно впливає також складність обробки сигналів і сформовані традиції інтерпретації результатів спостережень. Не виключається й зміна моделі, як правило, з імовірнісної в детерміновану, у процесі нагромадження інформації про досліджуване явище або об'єкт.

Параметри та характеристики сигналів

Коротко перелічимо деякі основні характеристики сигналів, що можна виділити для усіх сигналів:

Потужність сигналу

$$P(t) = s^2(t)$$

Енергія сигналу

$$E = \int_a^b s(t)^2 dt$$

Норма сигналу

$$\|f\| = \sqrt{\int_a^b s(t)^2 dt}$$

Тривалість сигналу - визначає інтервал часу на протязі котрого існує сигнал (відмінний від нуля);

Динамічний діапазон - відношення найбільшої миттєвої потужності сигналу до найменшої

$$D = 10 \lg \left(\frac{P_{\max}}{P_{\min}} \right)$$

Ширина спектра сигналу F — смуга частот, в межах котрої міститься основна енергія сигналу.

У випадку введення норми як вказано вище можна легко оцінити віддаль між сигналами за допомогою виразу:

$$\rho(a(t), b(t)) = \sqrt{\int_a^b |a(t) - b(t)|^2 dt}$$

Також можна ввести поняття скалярного добутку двох сигналів:

$$(a(t), b(t)) = \int_a^b (a(t) \cdot b(t)) dt$$

і за аналогією із векторами міру ортогональності двох сигналів (у зарубіжній літературі іноді вживають термін "коефіцієнт кореляції двох сигналів")

$$\cos(a(t), b(t)) = \frac{(a(t), b(t))}{\|a(t)\| \cdot \|b(t)\|}$$

Основні класи детермінованих сигналів

Детерміновані сигнали залежно від періодичності функції, що їх описує можна розділити на періодичні та неперіодичні.

Періодичний сигнал.

Періодичний сигнал це детермінований сигнал, миттєві значення котрого повторюються через рівні проміжки часу. Мінімальне позитивне значення такого проміжку часу називається періодом сигналу. Величину обернену періоду сигналу називають частотою сигналу.

Гармонійний сигнал

Найбільш прости прикладом періодичного сигналу є гармонійний сигнал, описується наступною формулою

$$s(t) = A \cdot \sin(2\pi f_0 t + \phi) = A \cdot \sin(\omega_0 t + \phi), \quad s(t) = A \cdot \cos(\omega_0 t + \phi).$$

де A , f_0 , ω_0 , ϕ - постійні величини, які можуть виконувати роль інформаційних параметрів сигналу:

A - амплітуда сигналу,

f_0 - циклічна частота в герцах,

$\omega_0 = 2\pi f_0$ - кутова частота в радіанах,

ϕ , ϕ - початкові фазові кути в радіанах.

Період одного колювання $T = 1/f_0$.

При $\phi = \phi - \pi/2$ синусоїдальні і косинусоїдальні функції описують один і той же сигнал.

Полігармонійний сигнал

Полігармонійні сигнали складають найбільш широко поширену групу періодичних сигналів і описуються сумою гармонійних колювань :

$$s(t) = \sum_{n=0}^N A_n \sin(2\pi f_n t + \phi_n)$$

чи безпосередньо функцією $s(t) = y(t \pm k T_p)$, $k = 1, 2, 3, \dots$,

де T_p - період одного повного колювання сигналу $y(t)$, заданого на одному періоді.

Значення $f_p = 1/T_p$ називають фундаментальною частотою колювань.

Полігармонійні сигнали є сумою певної постійної складової ($f_0 = 0$) і довільного (у межі - нескінченного) числа гармонійних складових з довільними значеннями амплітуд A_n і фаз ϕ_n , з періодами кратними періоду фундаментальної частоти f_p .

Іншими словами, на періоді фундаментальної частоти f_p , яка рівна або кратна менше мінімальної частоти гармонік, укладається кратне число періодів усіх гармонік, що і створює періодичність повторення сигналу.

Частотний спектр полі гармонічних сигналів дискретний, у зв'язку з чим друге поширене математичне представлення сигналів - у вигляді спектрів (рядів Фур'є).

Як приклад на наступному рисунку наведений відрізок періодичної сигнальної функції, яка отримана сумуванням постійної складової (частота постійної складової дорівнює 0) і трьох гармонійних колювань з різними значеннями частоти і початкової фази колювань. Математичний опис сигналу задається формулою:

$$s(t) = \sum_{k=0}^3 A_k \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot f_k \cdot t + \phi_k)$$

де: $A_k = \{5, 3, 4, 7\}$ - амплітуда гармонік;

$f_k = \{0, 40, 80, 120\}$ - частота в герцах (фундаментальна частота сигналу 40 Гц);

$\phi_k = \{0, -0.4, -0.6, -0.8\}$ - початковий фазовий кут колювань в радіанах;

$k = 0, 1, 2, 3$.

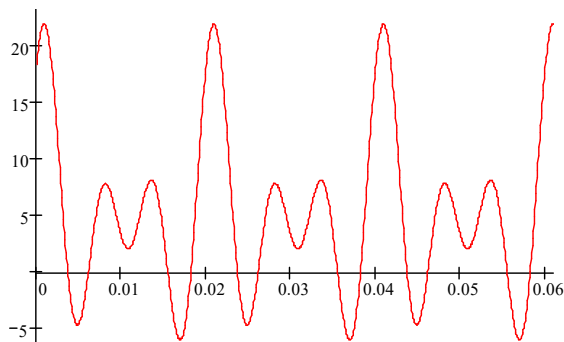


Рис. 2. Модель сигналу

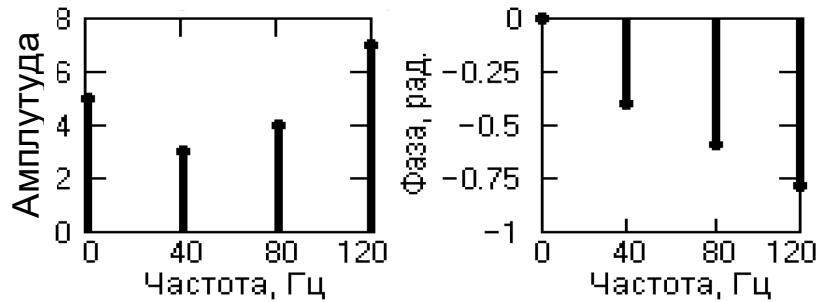


Рис. 3 Спектр сигналу

Частотне представлення цього сигналу (спектр сигналу) приведене на попередньому рисунку. Звернемо увагу, що частотне представлення періодичного сигналу $s(t)$, обмеженого по числу гармонік спектру, складає всього вісім відліків і дуже компактно в порівнянні з часовим представленням.

Як буде пізніше вказано довільний періодичний сигнал будь-якої довільної форми може бути представлений у вигляді суми гармонійних коливань з частотами, кратними основній частоті коливань $f_p = 1/T_p$. Для цього досить розкласти один період сигналу в ряд Фур'є по тригонометричних функціях синуса і косинуса з кроком по частоті, рівним фундаментальній частоті коливань $\Delta f = f_p$:

$$s(t) = \sum_{k=0}^K (a_k \cos 2\pi k \Delta f t + b_k \sin 2\pi k \Delta f t),$$

$$a_0 = (1/T) \int_0^T s(t) dt, \quad a_k = (2/T) \int_0^T s(t) \cos 2\pi k \Delta f t dt$$

$$b_k = (2/T) \int_0^T s(t) \sin 2\pi k \Delta f t dt$$

Кількість членів ряду Фур'є K зазвичай обмежується максимальними частотами f_{\max} гармонійних складових в сигналах так, щоб $f_{\max} < K \cdot f_p$. Проте для сигналів з розривами і скачками має місце $f_{\max} \rightarrow \infty$, при цьому кількість членів ряду обмежується по допустимій похибці апроксимації функції $s(t)$.

Одночастотні косинусні і синусні гармоніки можна об'єднати і представити розкладання в компактнішій формі:

$$s(t) = \sum_{k=0}^K S_k \cos (2\pi k \Delta f t - \varphi_k) \quad S_k = \sqrt{a_k^2 + b_k^2} \quad \varphi_k = \arctg (b_k/a_k)$$

Приклад представлення прямокутного періодичного сигналу (меандру) у вигляді амплітудного ряду Фур'є в частотній області наведено на наступному рисунку. Сигнал парний відносно $t=0$, не має синусних гармонік, усі значення φ_k для цієї моделі сигналу дорівнюють нулю.

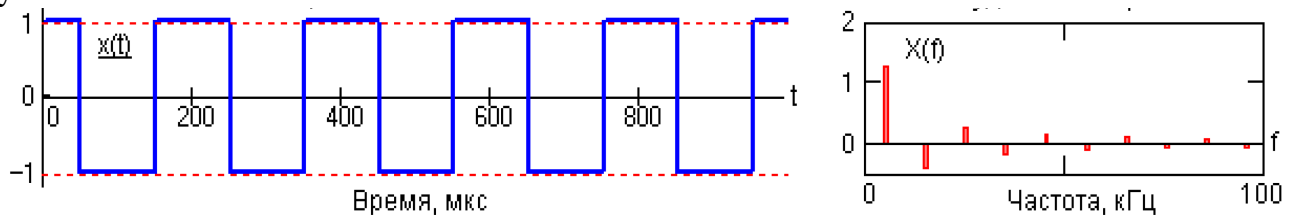


Рис. 4. Прямокутний періодичний сигнал

Основні характеристики періодичних сигналів

Період сигналу – параметр, рівний найменшому інтервалу часу через котрий повторюються миттєві значення сигналу.

Частота періодичного сигналу – параметр, що представляє собою величину обернену періоду сигналу.

Комплексний спектр періодичного сигналу – комплексна функція дискретного аргументу, рівна цілому числу значень частоти періодичного сигналу, що представляє собою значення коефіцієнтів комплексного ряду Фур'є для періодичного сигналу.

Амплітудний спектр періодичного сигналу – функція дискретного аргументу, що представляє модуль комплексного спектра періодичного сигналу.

Фазовий спектр періодичного сигналу – функція дискретного аргументу, що представляє

собою аргумент комплексного спектра періодичного сигналу.

Гармоніка – гармонічний сигнал з амплітудою і початковою фазою, рівними відповідно значенням амплітудного та фазового спектра періодичного сигналу при деякому значенні аргументу.

Інформаційними параметрами періодичного сигналу можуть бути як певні особливості форми сигналу (розмах від мінімуму до максимуму, екстремальне відхилення від середнього значення, і тому подібне) так і параметри певних гармонік в цьому сигналі. Так, для прямокутних імпульсів інформаційними параметрами можуть бути період повторення імпульсів, тривалість імпульсів, шпаруватість імпульсів (відношення періоду до тривалості). При аналізі складних періодичних сигналів інформаційними параметрами можуть також бути:

Поточне середнє значення за певний час, наприклад, за час періоду: $(1/T) \int_t^{t+T} s(t) dt$.

Постійна складова одного періоду: $(1/T) \int_0^T s(t) dt$

Середнє випрямлене значення: $(1/T) \int_0^T |s(t)| dt$

Середнє квадратичне значення: $\sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T x(t)^2 dt}$

Квазіперіодичні та аперіодичні сигнали

До неперіодичних сигналів відносять: майже періодичні (квазіперіодичні) і аперіодичні сигнали. Квазіперіодичний сигнал це детермінований сигнал, миттєві значення котрого майже повторюються через майже рівні проміжки часу.

Такий сигнал можна описати за допомогою співвідношення

$$s(t) = \sum_{k=0}^N S_k(t) \cos(2\pi k \cdot f(t) \cdot k \cdot t - \varphi_k(t))$$

де $S_k(t)$, $f(t)$, $\varphi(t)$ змінюються повільно відносно зміни $\cos(2\pi f(t) k)$ в околі своїх середніх значень.

На відміну від спектра періодичної послідовності, спектр квазі-періодичний послідовності є, строго кажучи, не дискретним, а гребінчастим, з незначним заповненням між гребенями, однак, на практиці цим іноді можна знехтувати, так, наприклад, в телевізійній техніці для створення повного відеосигналу до сигналу чорно-білого зображення додають сигнал кольоровості таким чином, що гребені його спектра виявляються між гребенями чорно-білого відеосигналу. Таке або аналогічне представлення часто використовується при аналізі модульованих сигналів.

Аперіодичні (імпульсні) сигнали

Наступний тип сигналу це аперіодичний сигнал. Він взагалі не має визначеного періоду і ніколи не повторює сам себе. Основним інструментом аналізу таких сигналів є частотне та вейвлет представлення.

Аперіодичні сигнали складають основну групу неперіодичних сигналів і задаються довільними функціями часу. На рис. 7 показаний приклад аперіодичного сигналу, заданого формулою на інтервалі $(0, \infty)$:

$$s(t) = \exp(-a t) - \exp(-b t),$$

де a і b - константи, в даному випадку $a = 0.15$, $b = 0.17$.

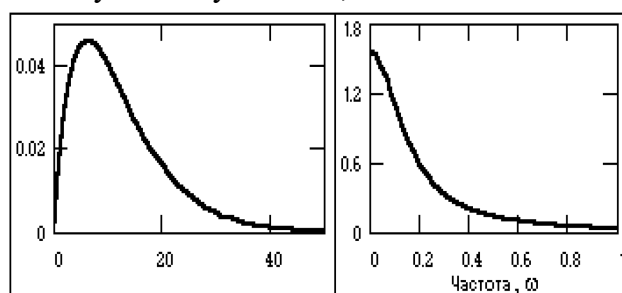


Рис. 5. Аперіодичний сигнал і модуль спектра

До аперіодичних сигналів відносяться також імпульсні сигнали, які в радіотехніці і в галузях, що широко її використовують, часто розглядають у вигляді окремого класу сигналів. Імпульси є сигналами, як правило, певної і досить простої форми, існуючі в межах кінцевих часових інтервалів. При цьому розрізняють *відео імпульси* та *радіоімпульси*. Відмінність між ними полягає у наступному. Якщо $u_v(t)$ — відеоімпульс, то відповідний йому радіоімпульс

$$u_p(t) = u_v(t) \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$$

(частота ω_0 та початкова фаза φ_0 - довільні). При цьому функція $u_v(t)$ є огинаючою радіоімпульса, а функція $\cos(\omega_0 t + \varphi_0)$ — його заповненням.

Походження терміна відео імпульс пов'язано із тим, що вперше такі сигнали стали застосовуватись у телебаченні.

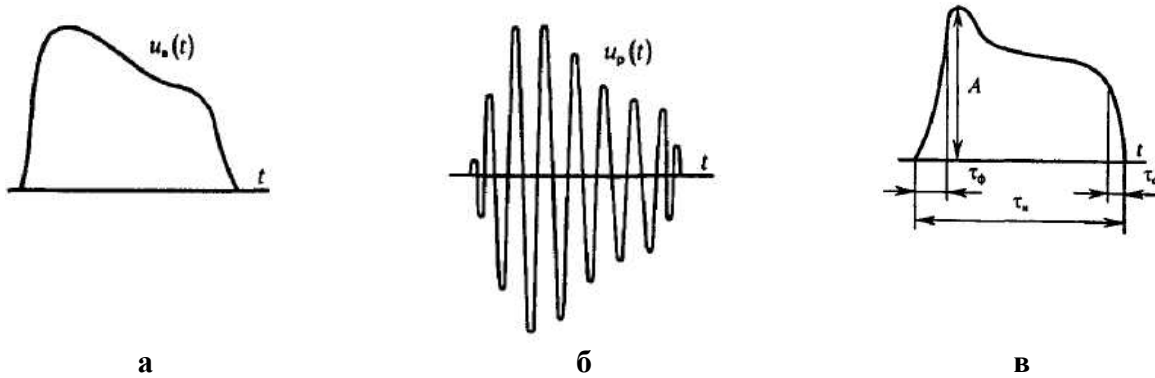


Рис. 6. Імпульсні сигнали та їх характеристики.

а — відеоімпульс; б — радіоімпульс; в — визначення числових параметрів імпульсу

Основні класи випадкових сигналів



Рис. 7. Осцилограма типового випадкового сигналу.

Існує два основних класи випадкових сигналів.

- ◇ Випадкові перешкоди (шуми) — коливання, що хаотично змінюються у часі, котрі виникають в фізичних системах наприклад із-за без порядкового руху носів заряду.
- ◇ Корисні випадкові сигнали — фактично, випадковими є всі сигнали, що несуть інформацію, котра не залежить від стану системи, а надходить ззовні.

Методи статистичної радіотехніки, що розвинуті у останній час для аналізу властивостей випадкових сигналів мають багато специфічних рис і базуються на математичному апараті теорії ймовірностей та теорії випадкових процесів.

Корисні випадкові сигнали можна розділити на 2 підгрупи:

- ◇ стаціонарні;
- ◇ нестаціонарні.

Сигнал називається стаціонарним якщо всі закони розподілу випадкових величин, потрібні при аналізі сигналу, залежать лише від взаємного розміщення моментів незалежної змінної, але не залежать від абсолютних значень цієї незалежної змінної. Іншими словами, випадковий сигнал називається стаціонарним, якщо його імовірнісні закономірності, що розглядаються, незмінні в часі. У протилежному випадку процес називається нестаціонарним.

Зрозуміло, що границя між стаціонарними і нестаціонарними сигналами розмита і один той же сигнал може розглядатись і як стаціонарний і як не стаціонарний залежно від того які характеристики сигналу розглядають.

Завади

В обробці сигналів альтернативою сигналу, що несе корисну інформацію є шум - зазвичай випадкова величина, що не несе корисної інформації і взаємодіє (наприклад, шляхом

додавання) із сигналом та спотворює його. Основною задачею обробки сигналів полягає у отриманні інформаційних відомостей та перетворення їх у форму, зручну для сприйняття й подальшого використання із обов'язковим врахуванням наявності шумів.

Типи завад розділяють за джерелами їхнього виникнення, за енергетичними спектрами, за характерами впливів на сигнал, за імовірнісними характеристиками і іншими ознаками. Джерела завад бувають внутрішні й зовнішні.

Внутрішні шуми можуть бути властиві фізичній природі джерел сигналів, як, наприклад, теплові шуми електронних потоків в електричних ланцюгах або дробові ефекти в електронних приладах, або ті, що виникають у вимірювальних пристроях і системах передачі й обробки сигналів під впливом різних дестабілізуючих факторів - температури, підвищеної вологості, нестабільності джерел живлення, впливу механічних вібрацій на гальванічні з'єднання тощо.

Зовнішні джерела шумів бувають штучного й природного походження. До штучних джерел завад належать індустріальні заводи - двигуни, перемикачі, генератори сигналів різної форми.

Природними джерелами завад є блискавки, флуктуації, магнітних полів, сплески сонячної енергії тощо.

Електричні й магнітні поля різних джерел завад внаслідок наявності індуктивних, ємнісних і резистивних зв'язків створюють на різних ділянках і ланцюгах сигнальних систем паразитні різниці потенціалів і струми, що накладаються на корисні сигнали.

Завади підрозділяються на флуктуаційні, імпульсні й періодичні. Флуктуаційні або шумові завади представляють хаотичний і безладний у часі процес у вигляді нерегулярних випадкових сплесків різної амплітуди. Як правило, флуктуаційні завади розподілені за нормальним законом з нульовим середнім і впливають тільки на сигнали низького рівня.

Класифікація сигналів здійснюється на підставі істотних ознак відповідних математичних моделей сигналів. Усі сигнали розділяють на дві великі групи: детерміновані й випадкові.

Шуми та завади

В обробці сигналів альтернативою сигналу, що несе корисну інформацію є шум - зазвичай випадкова величина, що не несе корисної інформації і взаємодіє (наприклад, шляхом додавання) із сигналом та спотворює його. Основною задачею обробки сигналів полягає у отриманні інформаційних відомостей та перетворення їх у форму, зручну для сприйняття й подальшого використання із обов'язковим врахуванням наявності шумів.

При детектуванні сигналів, що несуть цільову для даного виду вимірів інформацію, у сумі з основним сигналом одночасно реєструються й сигнали, що заважають, - шуми й завади всілякої природи. До завад належать також перекручування корисних сигналів під впливом різних дестабілізуючих факторів на процеси вимірів. Виділення корисних складових із загальної суми зареєстрованих сигналів або максимальне придушення шумів і завад в інформаційному сигналі при збереженні його корисних складових є однієї з основних задач первинної обробки сигналів (результатів спостережень).

Варто зазначити, що поділ сигналів на корисні й ті, що заважають (шумові) є досить умовним. Джерелами сигналів, що заважають, також є певні фізичні процеси, явища або об'єкти. Природа сигналів для математичного апарата їхньої обробки значення не має.

Джерела шумів і завад

Типи завад розділяють за джерелами їхнього виникнення, за енергетичними спектрами, за характерами впливів на сигнал, за імовірнісними характеристиками і іншими ознаками.

Джерела шумів та завад бувають внутрішні й зовнішні. Внутрішні шуми можуть бути властиві фізичній природі джерел сигналів, як, наприклад, теплові шуми електронних потоків в електричних ланцюгах або дробові ефекти в електронних приладах, або ті, що виникають у вимірювальних пристроях і системах передачі й обробки сигналів під впливом різних дестабілізуючих факторів - температури, підвищеної вологості, нестабільності джерел живлення, впливу механічних вібрацій на гальванічні з'єднання тощо.

Зовнішні джерела шумів бувають штучного й природного походження.

До штучних джерел завад належать індустриальні завади - двигуни, перемикачі, генератори сигналів різної форми й природними джерелами завад є блискавки, магнітні поля, сплески сонячної енергії тощо.

Електричні й магнітні поля різних джерел завад внаслідок наявності індуктивних, ємнісних і резистивних зв'язків створюють на різних ділянках і ланцюгах сигнальних систем паразитні різниці потенціалів і струми, що накладаються на корисні сигнали.

Класифікація шумів та завад

Завади підрозділяються на флуктуаційні, імпульсні й періодичні.

Флуктуаційні або шумові завади представляють хаотичний і безладний у часі процес у вигляді нерегулярних випадкових сплесків різної амплітуди. Як правило, флуктуаційні завади розподілені за нормальним законом з нульовим середнім і впливають тільки на сигнали низького рівня.

Імпульсні завади багато в чому схожі на шумові завади й проявляються як у вигляді окремих імпульсів, так і у вигляді послідовності імпульсів, форма й параметри яких мають випадковий характер. Причинами імпульсних завад є різкі стрибки струму й напруги в промислових установках, транспортних засобах, а також природні електричні явища.

Періодичні завади викликаються періодичними низькочастотними або високочастотними полями ліній електропередач, силових електроустановок та інш. Якщо основна потужність завад зосереджена на окремих ділянках діапазону частот, наприклад, на частоті напруги промислової мережі або кратна цій частоті, то такі завади називають зосередженими.

Залежно від характеру впливу на сигнал завади розділяють на адитивні й мультиплікативні. Адитивні (тобто ті, які накладаються) завади додаються до сигналу, і не залежать від його значень і форми.

Мультиплікативні або деформуючі завади можуть змінювати форму інформаційної частини сигналу, залежати від його значень і від певних особливостей у сигналі та т.п..

Порядок виконання роботи

1. Завантажити чорно-біле зображення у робочу область Mathcad та отримати матрицю значень яскравості відповідного зображення.

2. Записати 10 секундну реалізацію звукового сигналу та зберегти файл у форматі wav (при можливості) і завантажити файл в систему Mathcad та побудувати його графік за допомогою стандартних функцій

3. Обчислити наступні метричні характеристики для записаного сигналу: енергія, норма та побудувати графік потужності.

4. Додати до сигналу випадковий сигнал отриманий як сигнал із генератора випадкових чисел із значеннями амплітуди на рівні 0.01, 1 та 10 значення середньоквадратичного значення корисного сигналу.

5. Оцінити метричні характеристики сигналу. Побудувати їх графіки. Знайти та оцінити норму різниці між корисним сигналом та спотвореним сигналом та скалярний добуток сигналів без спотворення та із спотворенням. Знайти косинус кута між сигналами.

6. Спотворити сигнал за допомогою оператора

$$S(t) = (1 + \alpha v(t))s(t)$$

де $v(t)$ - випадкова величина. Коефіцієнт α прийняти на рівні 0.01, 1 та 10.

7. Оцінити метричні характеристики сигналів. Побудувати їх графіки. Знайти та оцінити норму різниці між корисним сигналом та спотвореним сигналом та скалярний добуток сигналів без спотворення та із спотворенням. Знайти косинус кута між сигналами.

8. Пояснити різницю результатів у п. 5 та 7.

9. Ознайомитися з роботою та параметрами функцій відкривання зображень. Завантажити в робочу область зображення, що зберігаються у файлах різних форматів. Визначити розмір матриці зображення, отримати інформацію про тип зображення та наявність палітр.

10. Сформувані матрицю розмірністю 256x256 випадкових чисел за допомогою функції rand в діапазонах від 0 до 50, від 0 до 256, від 0 до 512, від 0 до 1, від -128 до 128.

Вивести матрицю на екран як зображення, скориставшись відповідною функцією для випадків:

- ◇ Використання параметрів яскравості за замовчуванням;
- ◇ Використання трьох рівнів яскравості;
- ◇ Використання рівнів яскравості від 20 до 30;

11. Для повноколірного зображення вивести окремо матриці яскравості кожного кольору. Поміняти місцями червоний та синій кольори, вивести результат. Замінити один з кольорів випадковими числами, вивести результат.

Контрольні запитання

1. Дайте означення поняттю “сигнал”.
2. Які типи сигналів знаєте?
3. Класифікація сигналів.
4. Дискретизація та квантування сигналів.
5. Основні метричні характеристики сигналів.
6. Класифікація шумів.
7. Представлення зображень.
8. Що таке норма сигналу.

Література

1. Бабак В. П. Обробка сигналів: підручник для вузів / В. П. Бабак, А. І. Хандецький, Е. Шрюфер – Київ: Либідь, 1996. – 390 с.
2. Ваврук Є. Я. Цифрове опрацювання сигналів та зображень, алгоритми та реалізація: навчальний посібник / Є. Я. Ваврук, Р. Б. Попович – Національний університет “Львівська політехніка”, 2008. – 147 с.
3. Яцимірський М. М. Швидкі алгоритми ортогональних тригонометричних перетворень / М. М. Яцимірський // – Львів: Академічний Експрес, 1997. – 219 с.
4. Ваврук Є. Я. Моделі контролю і діагностики систем опрацювання сигналів / Є. Я. Ваврук, В. А. Коваль // Збірник наукових праць “Моделювання та інформаційні технології”. – Інститут проблем моделювання в енергетиці НАНУ, 2006 – Випуск 35. – С. 131–139.
5. Ваврук Є. Я. Організація контролю та діагностики ШПФ-схем у режимі реального часу в системах опрацювання сигналів / Є. Я. Ваврук // Вісник НУ “Львівська політехніка”, комп’ютерні системи та мережі. – 2004. – № 523. – С 24–29.
6. Наконечний А. Й. Цифрова обробка сигналів: Навчальний посібник / А. Й. Наконечний, Р. А. Наконечний, В. А. Павлиш. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2010. – 368 с.
7. Дробик О. В. Цифрова обробка аудіо- та відеоінформації у мультимедійних системах: Навчальний посібник / О. В. Дробик, В. В. Кідалов, В. В. Коваль, Б. Я. Костік, В. С. Лазебний, Г. М. Розорінов, Г. О. Сукач. – К.: Наукова думка, 2008. – 144 с.
8. Бондарев В. Н. Цифрова обробка сигналів, методи і засоби: підручник для вузів / В. Н. Бондарев, Г. Трестер, В. С. Чернега. – Харків: Конус, 2001. – 398 с.
9. Рибальченко М.О. Цифрова обробка сигналів. Навчальний посібник / М. О. Рибальченко, О. П. Єгоров, В. Б. Зворикін. – Дніпро: НМетАУ, 2018. – 79 с.
10. Gales M. The Application of Hidden Markov Models in Speech Recognition / M. Gales, S. Young // Foundations and Trends in Signal Processing. – 2007. – Vol. 1, No. 3. – P. 195–304.
11. Hudson G. JPEG-1 standard 25 years: past, present, and future reasons for a success / G. Hudson, A. Léger, B. Niss, I. Sebestyén, J. Vaaben // Journal of Electronic Imaging. – 2018. – Vol. 27, No. 4. – 040901.
12. Rabiner L. Fundamental of Speech Recognition / L. Rabiner, B. H. Juang, B. Yegnanarayana – New Delhi, India: Pearson Education Inc., 2009. – 497 p.
13. Shapiro J. M. Embedded Image Coding Using Zerotrees of Wavelet Coefficients / J. M. Shapiro // IEEE Transactions on Signal Processing. – 1993. – Vol. 41, No. 12. – P. 3445–3462.
14. Xiong Z. The Essential Guide to Image Processing / Z. Xiong, K. Ramchandran (Ed. A. C. Bovik) – NY: Academic Press, 2009. – P. 463–493, Ch. 18: Wavelet Image Compression.

Зміст

Тема роботи:	1
Мета роботи.....	3
Теоретичні відомості.....	3
Детерміновані та випадкові сигнали.....	3
Параметри та характеристики сигналів.....	4
Основні класи детермінованих сигналів	4
Періодичний сигнал.....	5
Гармонійний сигнал.....	5
Полігармонійний сигнал.....	5
Основні характеристики періодичних сигналів	6
Квазіперіодичні та аперіодичні сигнали.....	7
Аперіодичні (імпульсні) сигнали.....	7
Основні класи випадкових сигналів	8
Завади.....	8
Шуми та завади	9
Джерела шумів і завад.....	9
Класифікація шумів та завад.....	10
Порядок виконання роботи.....	10
Контрольні запитання	11
Література.....	11
Зміст	12