

**Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Факультет інформатики та обчислювальної техніки
Кафедра обчислювальної техніки**

Лабораторна робота №2

з дисципліни

«Інтелектуальні вбудовані системи»

на тему

«Дослідження і розробка моделей випадкових
сигналів. аналіз їх характеристик»

Виконав:

студент групи ІП-83

Кухаренко Олександр Олександрович
номер залікової книжки: 8312

Перевірів:

ас. Регіда П. Г.

Київ 2021

Основні теоретичні відомості:

Значення автокореляційної функції фізично представляє зв'язок між значенням однієї і тієї ж величини, тобто для конкретних моментів t_k, τ_s , значення $R_{xx}(t, \tau)$ оцінюється друге змішаним центральним моментом 2-х перетинів випадкових процесів $x(t_k), x(t_k + \tau_s)$

$$R_{xx}(t, \tau_s) = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N \overbrace{(x_i(t_k) - M_x(t_k))}^{x(t_k)} \cdot \overbrace{(x_i(t_k + \tau_s) - M_x(t_k + \tau_s))}^{x(t_k + \tau_s)}$$

для кожного конкретного інтервалу потрібно проходити по всім t_k (перетинах).

Центральні значення можна замінити:

$$\begin{aligned} & \overline{x(t_k)}, \overline{x(t_k, \tau_s)}, \text{ тобто їх } M_x = 0 \\ & \left[\begin{aligned} R_{xx}(t, \tau) &= \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N \overline{x_i(t)} \cdot \overline{x_i(t + \tau)} \\ R_{xx}(t, \tau) &= \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N \overline{x_i(t)} \cdot \overline{x_i(t + \tau)} \end{aligned} \right] \end{aligned}$$

Обчислення кореляційної функції $R_{xx}(t, \tau)$ є відносно складним, оскільки необхідно попереднє обчислення математичного очікування M_x для виконання кількісної оцінки, іноді виповнюється ковариационной функцією:

$$C_{xx}(t, \tau) = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N x_i(t) \cdot x_i(t + \tau)$$

У завданнях управління частіше використовується нормована кореляційна функція:

$$S_{xx}(t, \tau) = \frac{R_{xx}(t, \tau)}{D_x(t)} < 1$$

Дослідження нестандартних випадкових сигналів вимагає значних обсягів пам'яті, тому в більшості наукових досліджень приймається гіпотеза про гаусіанності випадкового сигналу на інтервалі $(t_0 \dots t_1)$.

Кореляційна функція для стаціонарного сигналу:

$$R_x(\tau_s) = \lim_{N \rightarrow 0} \cdot \frac{1}{N-1} \cdot \sum_{i=1}^N \underbrace{(x_i(t_k) - M_x)}_{X(t_k)} \cdot \underbrace{(x_i(t_k + \tau_s) - M_x)}_{x(t_s)} =$$

$$= \lim_{n \rightarrow 0} \cdot \frac{1}{n-1} \cdot (x_i(t_k) - M_x) \cdot (x_i(t_k + \tau_s) - M_x)$$

$x(t)$ в межах однієї реалізації показує наскільки швидко змінюється сигнал.

Коваріаційна функція для стаціонарного сигналу:

$$C_{xx}(\tau) = \lim_{N \rightarrow 0} \cdot \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{k=1}^n Lx(t_k) \cdot x(t_k + \tau)$$

показує ступінь зв'язності між значеннями одного і того ж сигналу.

Таким чином для стаціонарних і ергодичні процесів обчислення параметрів сигналів реалізуються шляхом усереднення за часом у межах однієї реалізації.

Статистичне вимірювання зв'язків між двома стаціонарними випадковими процесами

Дуже важливим виявляється не тільки обчислення автокореляційної функції $R_{xx}(\tau)$, але і обчислення взаємної кореляційної функції $R_{xy}(\tau)$ для двох випадкових процесів $x(y)$, $y(t)$, для якої не можна на основі зовнішнього спостереження сказати, чи є залежність між ними. Для розрахунку взаємної кореляційної функції:

$$R_{xy}(\tau) = \lim_{n \rightarrow 0} \cdot \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n \underbrace{(x_i(t_k) - M_x)}_{X(t_k)} \cdot \underbrace{(y(t_k + \tau) - M_y)}_{y(t_k - \tau)} =$$

τ - випробувальний інтервал, на конкретному значенні якого досліджується взаємний вплив.

Завдання:

Заліковка 8312

Варіант 12

Число гармонік в сигналі $n = 8$

Гранична частота, $\omega_{\text{гр}} = 1200$

Кількість дискретних відліків, $N = 1024$

Лістинг програми:

```
#include "corr_common.h"
#include "signal.h"
#include <iostream>

using namespace params;

int main() {
    auto sig1 = generate_signal(harm, freq, inter, dt);
    auto sig2 = generate_signal(harm, freq, inter, dt);
    print_correlation(sig1, sig2);
}

#include "corr_common.h"
#include "signal.h"
#include <iostream>

using namespace params;

int main() {
    auto sig1 = generate_signal(harm, freq, inter, dt);
    print_correlation(sig1, sig1);
}

#include "signal.h"

#include <iostream>

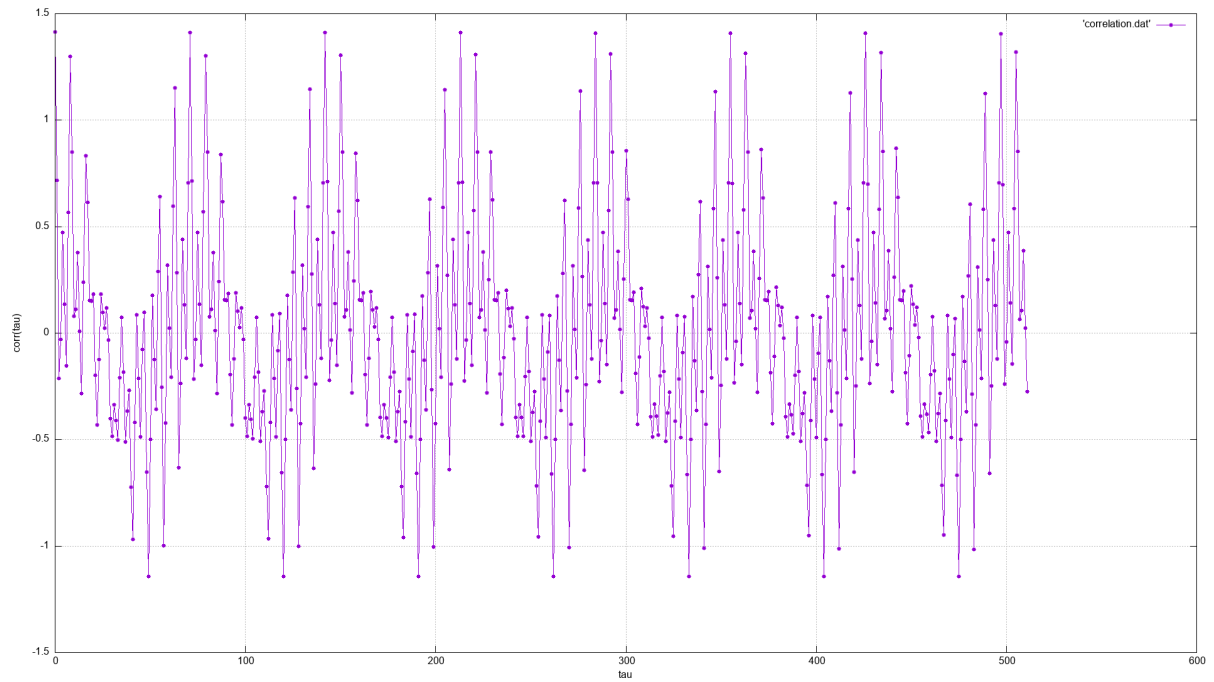
constexpr ulong low = 2;
constexpr ulong hi = 2 << 20;
constexpr ulong step = 2;

using namespace params;

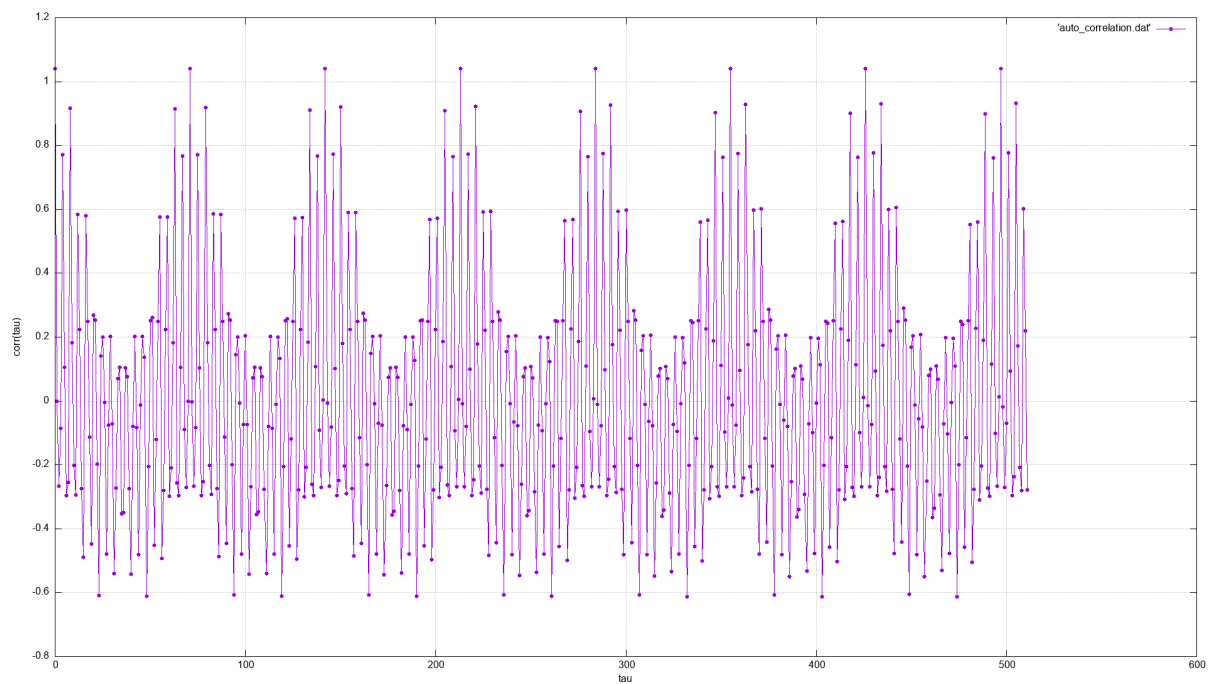
int main() {
    std::cout << "# n\tO(n)\n";
    const auto signal = generate_signal(harm, freq, hi, dt);
    for (auto size = low; size < hi; size *= step) {
        auto dur = measure([size, &signal]() {
            auto a = std::span(signal).first(size);
            correlation(a, a);
        });
        std::cout << size << '\t' << dur << std::endl;
    }
}
```

Приклад роботи програми:

Генерація однакових сигналів з різними параметрами:



Обчислення кореляції:



Час обчислення кореляції:

