

4. Оценка качества воспроизведения системой мелкой детали

Цель: изучить метод оценки частотной фильтрации на воспроизведение детали.

Практическое задание

Для объективной оценки систем в областях науки и техники, связанных с передачей и воспроизведением изображения, успешно применяется метод функции передачи модуляции (ФПМ). Сама функция передачи модуляции – это зависимость передачи коэффициента передачи модуляции от пространственной частоты.

ФПМ определяет величину передачи коэффициента контраста одномерной решетки с синусоидальным распределением интенсивности в зависимости от частоты решетки. Форма функции может характеризовать точность воспроизведения. Численно коэффициент передачи контраста T_ν синусоидального сигнала для пространственной частоты ν равен отношению коэффициента модуляции в изображении к коэффициенту модуляции в объекте.

Кроме того, метод ФПМ позволяет разделить влияние отдельных звеньев системы на результат воспроизведения. То есть, зная ФПМ отдельных звеньев системы, легко определить ее слабые звенья, которые несут основную потерю резкости изображения, используя следующую формулу:

$$T^c(\nu) = T^1(\nu) \cdot T^2(\nu) \cdot T^n(\nu)$$

где $T^c(\nu)$ – ФПМ системы; $T^1(\nu)$, $T^2(\nu)$, $T^n(\nu)$ – ФПМ отдельных звеньев системы.

ФПМ может быть определена либо с использованием соответствующих экспериментальных данных, либо пересчетом по известной функции размытия линии (ФРЛ) или краевой функции (КФ), ли-

бо непосредственно расчетным путем на основе теоретических посылок.

Для получения более точного результата оценки качества штриха и влияния на системы, необходимо сравнить ФПМ системы со спектром распределения интенсивности воспроизводимого штриха. Чтобы получить спектр распределения интенсивности воспроизводимого штриха нужно воспользоваться формулой для нахождения спектра квадратной апертуры (функция sinc).

$$\text{sinc}(\nu) = \begin{cases} \frac{\sin(\pi\nu l)}{\pi\nu l} & ; \nu \neq 0 \\ 1 & ; \nu = 0 \end{cases}$$

где l – ширина штриха, px ; ν – частота, px^{-1} .

После получения спектра распределения интенсивности воспроизводимого штриха спектр полученного изображения находят по формуле:

$$F^{\text{ИЗ}}(\nu) = F^{\text{ОБ}}(\nu) \cdot T^c(\nu)$$

где $F^{\text{ОБ}}(\nu)$ – спектр распределения интенсивности воспроизводимого штриха; $T^c(\nu)$ – ФПМ системы; $F^{\text{ИЗ}}(\nu)$ – спектр распределения интенсивности полученного изображения.

Исходя из полученных данных, можно сделать объективные выводы о влиянии системы на получаемое изображение детали.

Следующий шаг – построение КФ по рассчитанной $F^{\text{ИЗ}}(\nu)$. Воспользуемся формулой, в соответствии с которой значение ординаты КФ в точке x , т.е. $h(x)$, при $x = \frac{\nu}{4}$ равно:

$$h(x) = \frac{F_{\nu}^{\text{ИЗ}} + F_{\frac{\nu}{3}}^{\text{ИЗ}} + 2}{4}$$

где $F_{\nu}^{\text{ИЗ}}$ – значение спектра распределения интенсивности полученного изображения на произвольной частоте ν ; $F_{\frac{\nu}{3}}^{\text{ИЗ}}$ – значение спектра распределения интенсивности полученного изображения произвольной частоте, втрое меньшей частоты ν . Ординату точки КФ с абсциссой $x = -\frac{\nu}{4}$ находят из известного соотношения $h(-x) = 1 - h(x)$.

Повторяя расчеты для различных ν , производят построение всей КФ.

В линейной системе с размытием распределение интенсивности в изображении мелкой детали методом КФ рассчитывают:

1. для **штриха** как сумму двух противоположно направленных КФ, центры симметрии которых смещены на расстояние, равное ширине штриха l , т.е. $E_{\text{итог}} = E_1 + E_2$, где E_1 и E_2 противоположно направленные КФ.
2. для **просвета** как сумму двух противоположно направленных КФ, центры симметрии которых смещены на расстояние, равное ширине просвета l , за вычетом единицы, т.е. $E_{\text{итог}} = E_1 + E_2 - 1$.

Порядок выполнения задания

1. Из прошлой работы взять обе ФПМ.
2. Написать функцию расчета спектра штриха по заданной частоте и ширине с помощью *sinc*. Выбрав не менее трех вариантов штрихов произвести расчеты спектров и визуализировать их.
3. Имея ФПМ и спектры штрихов рассчитать спектр распределения интенсивности полученного изображения для всех сочетаний ФПМ и штрихов и визуализировать их.
4. По рассчитанным спектрам распределения интенсивности полученных изображений перейти в КФ.
5. Визуализировать распределения интенсивности в изображении штриха и просвета методом КФ.
6. Сделать выводы о воспроизводимости мелких деталей (штрих и просвет).

Результаты выполнения задания

Jupyter Notebook с реализованной оценкой размытия штрихов и просветов разной ширины и выведенными графиками.

Для работы над заданием вы можете использовать Python, сервис Google colab и библиотеки Numpy, Matplotlib.