

---

## Тема 9. Цифрова филтрация на изображения

### 9.1. Методи за филтрация. Филтрация в пространствената и спектралната област.

#### 9.2. Видове филтри.

### 9.1. Методи за филтрация. Филтрация в пространствената и спектралната област.

#### 9.1.1. Филтрация в пространствената област.

Филтрацията представлява процес на поелементни корекции, при които стойностите на всеки пиксел се променят в зависимост от изходната му стойност и стойностите на съседните му. Въпреки че, теоретически това влияние се простира теоретически до безкрайност (респективно до границата на изображението), то на практика съществено е влиянието на най-близките съседи.

Филтрацията бива линейна и нелинейна. Линейната филтрация се описва от зависимостта:

$$F(m,n) = \sum_{j=0}^{L-1} \sum_{k=0}^{P-1} G(j,k).H(m,n,j,k) \quad (9.1)$$

където  $G(j,k)$  е обработваното (входно) изображение, а  $F(m,n)$  е получаваното филтрирано изображение.

Когато маската на филтъра  $H(m,n,j,k)$  не зависи от точката на изображението, в която се прилага имаме пространствено инвариантна филтрация.

Обработката на изображението в дискретната област се извършва посредством преобразуване на интеграла на суперпозицията в двойна сума на конволюцията. Тя се описва от зависимостта

$$F(m,n) = \sum_{j=0}^{L-1} \sum_{k=0}^{P-1} G(j,k).H(j-m,k-n) \quad (9.2)$$

#### 9.1.2. Филтрация в спектралната област

Смисълът от прилагането на спектралните преобразувания става ясен от следните зависимости. Ако се пропусне един сигнал през система, чиято импулсна характеристика  $h(t)$ , то сигналът на изхода се дава от зависимостта:

$$f(t) = \int_{-\infty}^{\infty} g(\tau).h(t-\tau)d\tau \quad (9.3)$$

Тази зависимост представлява интеграл на суперпозицията и в теория на сигналите се нарича конволюция. Ако се приложи преобразуване на Фурие по отношение на двете части на зависимост (9.3) се достига до израза:

$$F_c(e^{i\Omega}) = G_c(e^{i\Omega}).H_c(e^{i\Omega}) \quad (9.4)$$

Зависимост (9.4) показва, че преобразуването на Фурие позволява да се замени интегралът на конволюцията с умножение на компонентите в спектралната област, което в редица случаи опростява обработката и анализа.

---

## **Тема 10. Преобразуване на амплитудните и цветовите характеристики**

### **10.1. Функции за преобразуване на амплитудните характеристики.**

### **10.2. Хистограма за разпределение на нивата и нейното преобразуване.**

### **10.3. Корекция на цветовите характеристики на цветни (многоканални) изображения.**

#### ***10.1. Функции за преобразуване на амплитудните характеристики.***

Основните типове корекции на изображенията могат да се класифицират по следния начин:

1. Корекции на градационните и цветови характеристики – колориметрични корекции;
2. Корекции на поелементните изкривявания от влиянието на съседните елементи – радиометрични корекции;
3. Корекции на геометричните изкривявания.

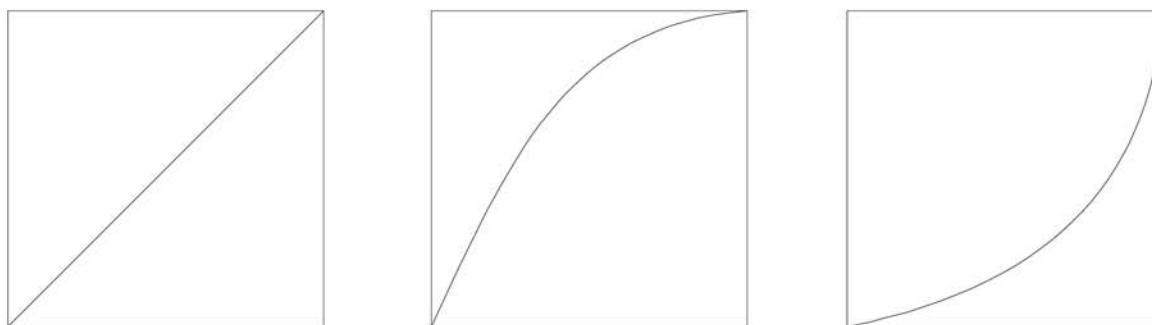
Корекцията на геометричните изкривявания е свързана с геометричното трансформиране на изображенията и получаването на цифрово ортофото. Тези въпроси са обект на по-специално разглеждане.

#### *Корекция на градационните и цветови характеристики*

Тези изкривявания се дължат на нелинейната предавателна характеристика на системите за формиране на цифровите изображения. При тях изкривяванията на всеки пиксел са независими едни от други и зависят само от амплитудата на регистрираната градационна характеристика. В някои случаи е възможно корекциите да имат за цел да се получи изкуствено преобразуване на разпределението на градационните нива с цел да се постигне по-добро визуално възприемане на изображението.

Корекцията на градационните изкривявания се реализира чрез корекция на предавателната характеристика. Това се реализира лесно в цифрова среда. Тази корекция е свързана с яркостта и контраста на изображението. Яркостта се определя от средната стойност на градационните нива за дадена област от изображението, а контрастът зависи от разликата на градационните нива в съседни или произволни участъци от изображението.

Различните типове предавателни характеристики са представени на фиг.10.1



Фиг. 10.1

---

## Тема 11. Корелационна обработка на изображения.

### 11.1. Същност на корелационната обработка. Корелационни методи за обработка.

### 11.2. Автокорелационна и взаимно-корелационна функции при изображения.

### 11.3. Откриване на обекти, съпоставяне и рефериране на цифрови изображения.

### 11.1. Същност на корелационната обработка. Корелационни методи за обработка.

Съвместяването на изображения има важно значение както при идентификацията на движещи се обекти (в роботиката или локацията) или за определяне на техните координати, а така също във фотограметрията за формиране на стереомодели или тяхното привързване към геодезически координати (при автоматизация на фотограметричната обработка). Системите, които действат на корелационен принцип е прието да се наричат корелационно-екстремални (КЕС) [Андросов В.А. и др.].

Алгоритмите за привързване на изображения включват изчисляване на функция на сходство между изображенията и операция за търсене на максимума на тази функция. В качеството на функция на сходство най-широко разпространение е получила взаимно-корелационната функция. При големи различия между текущото и еталонното изображение се налага да се прилага етап на предварителна обработка. Характерът на обработката зависи от типа на различията. Различията могат да бъдат в мащаба, в градационните характеристики (дължащи се на датчиците или изменения в обекта - например ландшафт в различни сезони, на различен тип еталонно и текущо изображение). Пълно съвпадение на еталона с част от изображението се получава рядко. Източници на грешка са шумовете и изкривяванията, дължащи се на пространствената дискретизация и на квантуването на градационното ниво (оптическата плътност) и отсъствието на точна априорна информация за формата и структурата на обекта, който трябва да се открие. Наличието на търсения обект се установява посредством мера на различие  $D(m,n)$  между еталона и изображението в точка  $m,n$  там, където това различие е по-малко от някакъв установен праг  $L_D(m,n)$ . Като правило прагът се избира постоянен за цялата област на търсене в изображението. В качеството на мярка на сходство могат да се ползват функции, почиващи на различни метрики:

$$D_N(m, n) = \sum_j \sum_k |F(j, k) - T(j - m, k - n)|$$

(по модул)

$$D_E(m, n) = \sqrt{\sum_j \sum_k [F(j, k) - T(j - m, k - n)]^2} \quad (11.1)$$

Мигновеното значение на енергията на резултантното поле в точка с координати  $(\mathcal{E}, \mathcal{N})$  се дава от зависимостта:

$$\|\mathbf{S}(\mathcal{E}, \mathcal{N})\|^2 = |\mathbf{F}(\mathbf{x}, \mathbf{y}) \otimes \mathbf{H}(\mathbf{x}, \mathbf{y})|^2 \quad (11.19)$$

за  $x=\mathcal{E}$  и  $y=\mathcal{N}$ .

Отношението сигнал/шум достига своя максимум, ако честотната характеристика на филтъра има вида:

$$\mathcal{H}(\omega_x, \omega_y) = \frac{F^*(\omega_x, \omega_y) e^{-i(\omega_x \mathcal{E} + \omega_y \mathcal{N})}}{\mathcal{W}_N(\omega_x, \omega_y)} \quad (11.20)$$

За случая на бял шум (с равномерна амплитудна характеристика на шума) и при нулево отместване на двумерния сигнал, на изхода на филтъра се получава сигнал

$$F_o(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \frac{2}{n_W} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} F_u(\alpha, \beta) \cdot F(\alpha - \mathbf{x}, \beta - \mathbf{y}) \cdot d\alpha \cdot d\beta \quad (11.21)$$

Ако входното изображение съдържа сигнала-еталон, отместен на стъпки  $\Delta x$ ,  $\Delta y$  и е изкривено от адитивен бял шум, то сигналът на изхода при  $\mathcal{E}=0$ ,  $\mathcal{N}=0$  е равен на:

$$F_o(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \frac{2}{n_W} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} [F(\alpha + \Delta x, \beta + \Delta y) + N(\alpha, \beta)] \cdot F^*(\alpha - \mathbf{x}, \beta - \mathbf{y}) d\alpha d\beta \quad (11.22)$$

При общо положение на търсения обект, максимумът на корелацията в изходното изображение ще се получава в точката с координати  $x=\Delta x$ ,  $y=\Delta y$ , което определя величината на отместването. Съгласуваният филтър е инвариантен спрямо отместване, но не и спрямо завъртане.

За случая на наличие на “небял” шум се реализира двустъпален филтър с честотна характеристика:

$$\mathcal{H}(\omega_x, \omega_y) = \mathcal{H}_A(\omega_x, \omega_y) \cdot \mathcal{H}_B(\omega_x, \omega_y) \quad (11.23)$$

Чрез първото стъпало на този филтър шумът, притежаващ спектрална плътност  $\mathcal{W}_N(\omega_x, \omega_y)$  се преобразува в бял. Честотната характеристика на първото стъпало отговаря на условието:

$$\mathcal{W}_N(\omega_x, \omega_y) \cdot |\mathcal{H}_A(\omega_x, \omega_y)|^2 \equiv 1 \quad (11.24)$$

Основни въпроси:

1. Определяне на коефициент на корелация за цифрови изображения
2. Автокорелационна и взаимно-корелационна функции
3. Подобряване на корелацията
4. Решавани задачи чрез корелационния метод

## Тема 12. Геометрична трансформация на изображения.

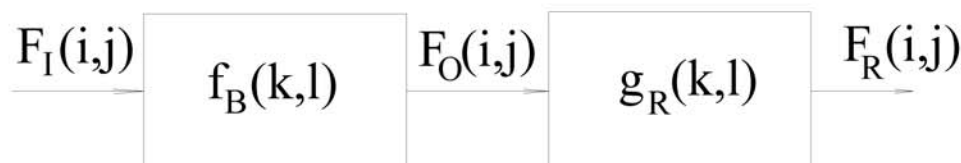
*12.1. Източници на геометрични изкривявания. Схеми за трансформация.*

*12.2. Интерполация на градационните нива при трансформацията. Възстановяване на полутонови изображения.*

*12.1. Източници на геометрични изкривявания. Схеми за трансформация.*

При цифровото геометрично преобразуване се променя само геометричното положение на пикселите от наблюдаваното изображение (изходно) изображение, при неговото геометрично трансформиране към възстановено изображение.

Общата блок схема, както и при корекцията на радиометричните изкривявания има вида



Фигура 12.1.

Геометричните изкривявания дължащи се на различни източници се представят от зависимостта

$$x_o = f_{B,x}(i_I, j_I) \quad (12.1)$$

$$y_o = f_{B,y}(i_I, j_I)$$

Аналогично се описват геометричните преобразования при възстановяване

$$x_R = g_{R,x}(i_O, j_O) \quad (12.2)$$

$$y_R = g_{R,y}(i_O, j_O)$$

Графически процесът на преобразуване при възстановяване може да се представи във вида