

Задачи ЦОИ и физические принципы получения изображений

Компьютерная обработка изображений предполагает обработку цифровых изображений с помощью компьютеров или специализированных устройств, построенных на цифровых сигнальных процессорах. Области применения цифровой обработки в настоящее время значительно расширяются, вытесняя аналоговые методы обработки сигналов и изображений. При компьютерной обработке изображений решается широкий круг задач:

- улучшение качества изображений;**
- измерение параметров изображений;**
- спектральный анализ многомерных сигналов;**
- распознавание изображений;**
- сжатие изображений.**

Методы цифровой обработки широко применяются в промышленности, искусстве, медицине, космосе. Они применяются при управлении процессами, автоматизации обнаружения и сопровождения объектов, распознавании образов и во многих других приложениях.

В последнее время методы ЦОС и ЦОИ **активно применяются в системах искусственного интеллекта** ориентированных на решение самых сложных проблем и задач.

Физическая природа изображений

Рассмотрим объект, освещенный источником света, как показано на рис. 1.1. На некотором расстоянии от объекта распределение энергии источника светового излучения, отраженного объектом, по пространственным координатам x_1 , x_2 и по длинам волн λ описывается функцией $C(x_1, x_2, \lambda)$. Эта величина является неотрицательной. Ее максимальное значение в изображающих системах ограничено предельной величиной светочувствительности регистрирующих сред:

$$0 \leq C(x_1, x_2, \lambda) \leq C_{\max}, \quad (1.1)$$

где C_{\max} — максимальная яркость изображения.

Геометрические размеры ограничены характеристиками формирующей системы и размерами фоторегистрирующей среды. Будем полагать, что все изображения отличны от нуля в прямоугольной области

$$-L_1 \leq x_1 \leq L_1, \quad -L_2 \leq x_2 \leq L_2. \quad (1.2)$$

Человеческое зрение и видеодатчики обладают спектральной чувствительностью, описываемой функцией $s(\lambda)$. Как известно, человеческий глаз обладает чувствительностью к свету в диапазоне волн от $\lambda_{\min} = 0,35$ мкм до

Физическая природа изображений

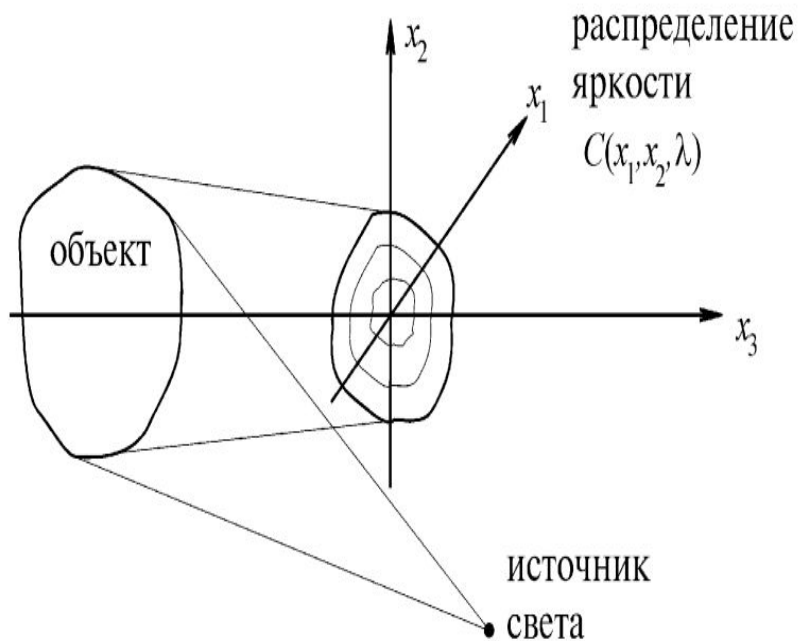


Рис. 1.1. Формирование изображения объекта, освещенного источником света

$\lambda_{\max} = 0,78$ мкм. При этом функция спектральной чувствительности достигает своего максимума приблизительно в середине этого диапазона и спадает к его краям.

Каждый видеодатчик обладает индивидуальной характеристикой спектральной чувствительности, обусловленной физикой прибора. Имеются видеодатчики ультрафиолетового и инфракрасного диапазонов, которые широко используются, например, при проведении

спектрозональных съемок Земли из космоса.

Физическая природа изображений

Как в случае наблюдения объекта человеком, так и в случае использования видеодатчика, наблюдаемое изображение является результатом усреднения функции $C(x_1, x_2, \lambda)$ по диапазону длин волн с весовой функцией $s(\lambda)$ и описывается выражением

$$f(x_1, x_2) = \int_{\lambda_{\min}}^{\lambda_{\max}} C(x_1, x_2, \lambda) s(\lambda) d\lambda. \quad (1.3)$$

Функцию $f(x_1, x_2)$ в дальнейшем будем называть *изображением*. Таким образом изображение — это ограниченная функция двух пространственных переменных, заданная на ограниченной прямоугольной области.

1.2 устройства формирования изображений

Устройства формирования изображений позволяют создавать изображения, порождаемые электромагнитным излучением в спектре от гамма излучения до инфракрасного (ИК). Рассмотрим некоторые из устройств формирования, которые включают электровакуумные и твердотельные фоточувствительные приборы.

Электровакуумные фоточувствительные приборы имеют фотокатод, эмитирующий электроны, и анод, на который подается положительный потенциал. Большинство передающих электровакуумных трубок и систем на их основе работают в видимом диапазоне. Отдельную группу оптико-электронных систем составляют приборы ночного видения, работающие в ближнем ИК диапазоне. Приемником и преобразователем ИК излучения в видимый диапазон в них является электронно - оптический преобразователь (ЭОП) [9]. В ЭОП анодом является люминисцентный экран, создающий видимое изображение при бомбардировке его электронами. Таким образом, он преобразует оптическое излучение в электрический сигнал, а не в оптическое излучение.

разрешение. Основные недостатки – это сложные вакуумные стеклянные и металлоконструкции, ограниченный срок службы катодов, мишеней и анодов, высокие напряжения питания; ослепление, ограничение спектральной чувствительности близким ИК диапазоном, большие массогабаритные характеристики.

Твердотельные фоточувствительные приборы обеспечивают преобразование оптических сигналов в электрические в твердом теле. Существует два класса твердотельных фоточувствительных приборов: квантовые и тепловые приемники излучения.

Квантовые фотоприемники основаны на изменении электрических свойств полупроводника при поглощении фотона. Фотон передает свою энергию электрону, переводя его на более высокий энергетический уровень. Этот процесс фотогенерации сопровождается формированием пары носителей электрон и дырка. К таким приборам относятся фотодиоды, фоторезисторы, приборы с зарядовой связью (ПЗС). ПЗС обеспечивают высокое разрешение (размеры элементов раstra менее 10 мкм), большие форматы (768x576 и больше), возможность управления экспонированием, высокую однородность чувствительности элементов, большее, чем в ЭЛТ, отношение сигнал/шум (С/Ш), малые габариты, вес и потребляемую мощность, имеют сравнительно низкую стоимость и большую номенклатуру изделий.

Тепловые твердотельные приемники излучения используют эффект изменения электрических свойств материала (емкости, сопротивления) при изменении его температуры вследствие нагрева при поглощении теплового излучения (при радиационном нагреве). БолOMETрическим эффектом называется изменение электрического сопротивления материала R при радиационном нагреве вследствие изменения температуры T этого материала. БолOMETрический эффект характеризуется температурным сопротивлением материала $\gamma_t = \frac{1}{R} \frac{\partial R}{\partial T}$, где R – сопротивление материала

(чувствительного слоя болOMETра) при температуре T . Приемник, построенный на основе этого эффекта, называется болOMETром. К фотоприемным устройствам резисторного типа относятся микроболOMETрические матрицы. Термочувствительный слой элементов таких матриц изготавливается из пленок окислов ванадия, кремния и германия. Для устранения влияния температуры окружающей среды, приводящей к нестабильности параметров, микроболOMETр заключают в

падающее излучение. Осуществляется это обтюратором, который с частотой кадров перекрывает падающий на приемник поток излучения. В качестве диэлектриков используются ниобат калия тантала (*KTN*), титанат барий-стронций (*BST*) и другие виды керамики. Достоинствами пироэлектрических приемников являются почти равномерная спектральная чувствительность в широком диапазоне (от 800 нм до 25 мкм), высокая временная стабильность и низкая стоимость.

Третий тип тепловых приборов построен на использовании термопар (термоэлектрические матрицы). Два слоя разнотипных металлов/полупроводников образуют термопару. Один слой облучается радиацией и нагревается, второй – экранирован от облучения. Между ними возникает термо ЭДС U . Величина ЭДС пропорциональна производной от этой ЭДС по температуре $\gamma_T = \partial U / \partial T$. Термопара является генератором напряжения. При последовательном включении термоэлементов чувствительность возрастает пропорционально числу включенных элементов. Стабилизатор температуры не нужен. Термопары часто образуют пленками алюминия и поликристаллического кремния, расположенными друг под другом. Пленки разделены слоем SiO_2 [11]. Термоэлементы имеют линейные рабочие характеристики, не требуют обтюрации (в отличие от пироэлектрических приемников), работают без термостабилизации, не требуют источников питания.

Независимо от типа матричного фотоприемника общей тенденцией остается увеличение формата. При этом снижение размеров чувствительных элементов подошло к теоретическому пределу. Совершенствование технологии производства приемников направлено, прежде всего, на уменьшение темнового тока с целью повышения пороговой чувствительности, повышение однородности чувствительности элементов, повышение чувствительности элементов, уменьшение перекрестных межэлементных помех.