

Курманбек уулу Талантбек

к.т.н, ст. преподаватель ИИК им. академика Ж.А. Алышбаева

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Бурное развитие электронных вычислительных машин, а также стремительное увеличение вычислительной мощности персональных компьютеров делает заманчивым применение цифровых методов обработки изображений в различных областях науки и техники, таких как гидроакустика, радиолокация, биомедицина, системы передачи данных и т.д. В данной работе рассматривается обработка изображения динамического точечного объекта с целью извлечения количественной информации о нём.

Обработка изображений с использованием современных персональных компьютеров можно разделить на три основных направления [1]: машинную графику, обработку изображений и распознавание изображений. Задача машинной графики – воспроизведение или визуализация изображений в тех случаях, когда исходной является информация неизобразительной природы. В качестве примеров можно привести построение графиков функций, компьютерная живопись, анимация. Обработка изображений связаны с решением задач, в которых входные и выходные данные являются изображениями. Примером могут служить подавление шумов в исходном изображении, сжатие данных передаваемых по каналам связи, изменение контраста, яркости, диапазона яркостей. Основным назначением распознавания изображений является применение методов позволяющих получить некоторое описание изображения, поданного на вход системы или провести его классификацию. В данном случае, можно сказать решается задача, обратная, задаче машинной графики. Процедура распознавания применяется к входному изображению и обеспечивает его преобразование в некоторое описание, например набор чисел, символов и т.д. Дальнейшая обработка описания позволяет провести классификацию изображения.

В качестве наиболее важных этапов обработки изображений можно выделить следующие процедуры [2]. *Формирование цифрового представления изображения.* На данном этапе основными являются процессы дискретизации и квантования, также процедуры ввода изображений в память персональных компьютеров. *Предварительная обработка изображений.* Основные операции данного этапа являются операции восстановления, фильтрации, улучшения визуального восприятия изображения. *Формирование графического препарата изображения.* Здесь осуществляются обработка изображения с целью вычленения характерных особенностей изображения, например, сегментация, выделение контуров, скелетизация изображений. *Анализ изображений.* На данном этапе путем измерения различных параметров (характерных особенностей), определения признаков изображения, составляются описания изображений и объектов. *Классификация и распознавание изображений.* На этом этапе на основе описаний производится классификация и распознавание изображений и объектов.

Рассмотрим процесс формирования изображений матричными фотоприемными устройствами (ФПУ). Основными элементами ФПУ, влияющими на качество изображения являются оптический объектив и светочувствительные датчики. Процесс формирования изображения схематично представлен на рис. 1. Поток света, отраженный (излученный) наблюдаемой сценой, проходит оптическую систему и измеряется датчиками. При измерении освещенности, происходит пространственная дискретизация изображения. Значение, измеренное каждым датчиком, является интегральной функцией от освещенности некоторого участка наблюдаемой сцены. В процессе аналого-цифрового преобразования измерений происходит квантование значений освещенности. Полученные в результате квантованные значения

освещенности образуют цифровое изображение, являющееся исходным объектом обработки. При построении наблюдательных систем используются различные типы датчиков, отличающиеся материалом фотоприемников и их пространственным расположением. Широкое распространение получили системы, основанные на использовании сканирующих линеек. В этом случае датчики находятся на одной прямой, движущейся в плоскости изображения.

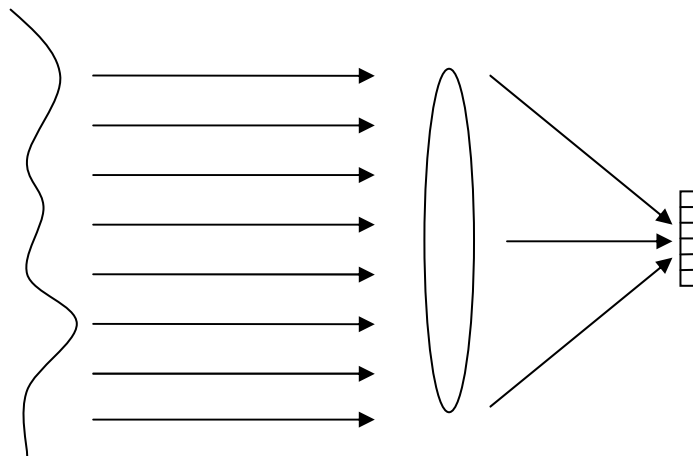
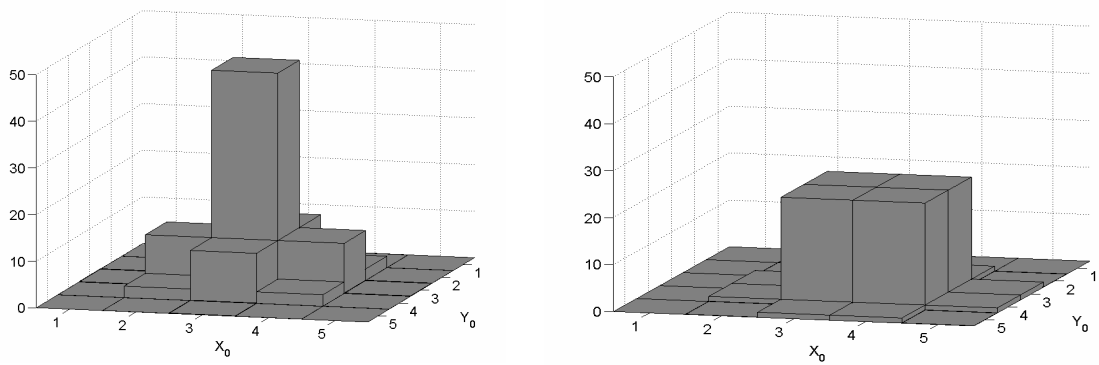


Рис. 1. Обобщенная функциональная схема системы регистрации

Этот способ имеет недостатки, связанные с неравномерностью механического движения и с ограничением на скорость считывания данных. Более современные средства регистрации основаны на использовании матриц фоточувствительных элементов (фотодиодные и ПЗС матриц). В последнее время системы, основанные на использовании сканирующих линеек, вытесняются этими средствами регистрации. В работах [3] описаны перспективные системы наблюдения, использующие матричные приемники.

Далее рассмотрим формирование изображения динамического точечного объекта. Для точечного объекта, размеры изображения которого в плоскости матричного ФПУ сопоставимы с размером элементом матрицы, сигнал, формируемый ФПУ, значительно изменяется в зависимости от расположения центра объекта относительно центра элемента.

На рис. 2 показаны сигналы соседних элементов ФПУ, когда изображение объекта имеет форму гауссоиды $\frac{1}{\sqrt{2\pi}r} e^{-\frac{x^2+y^2}{2r^2}}$ с радиусом $r=0.5$ (здесь и далее за единицу измерения координат принят шаг матрицы ФПУ) при расположении объекта в центре и в угловой точке элемента. По вертикальной оси отложены значения сигнала в соответствующих элементах рассматриваемого поля. При совпадении центров объекта и элемента матрицы значительная часть энергии объекта попадает в центральный элемент рассматриваемого поля, когда же центр объекта расположен на углу элемента, практически вся его энергия равномерно распределяется по соседним ячейкам.



а

б

Рис. 2. Значения сигнала ФПУ от точечного объекта
(*а* - центр объекта расположен в центре, *б* - в углу элемента ФПУ)

Максимальные значения отклика на объект также существенно изменяются в зависимости от координат объекта. На рис. 3 приведены максимальные значения сигнала от объекта при изменении центра объекта от 0 до 0.5 по каждой координате. При смещении центра изображения объекта от центра элемента к его углу величина сигнала падает более чем в два раза.

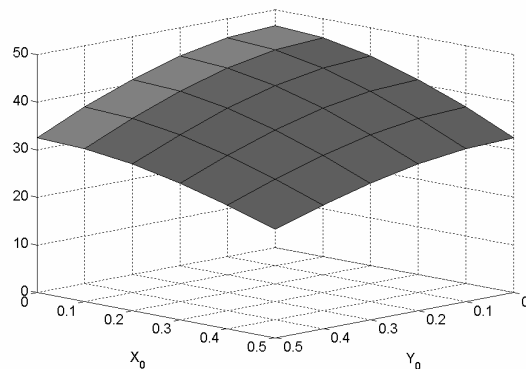


Рис. 3. Максимальные значения сигнала ФПУ от точечного объекта
при изменении положения объекта

Ниже приведены фрагменты исходных изображений, содержащие точечные объекты, полученные путем численного моделирования с применением программного приложения написанной на языке высокого уровня С++ в среде разработки VisualStudioC++ версия 6.0 [4,5]. Для исследования генерировался кадр изображения размера 1024x1024, содержащий точечные объекты и шумовую составляющую. Объект

задавался в виде гауссоиды $\frac{1}{\sqrt{2\pi r}} e^{-\frac{x^2+y^2}{2r^2}}$ с $r = 0.4$ и амплитудой равным 100. Сигнал от объекта формировался в окне 5x5 элемента ФПУ и сопровождался аддитивным некоррелированным нормальным шумом с нулевым средним и среднеквадратичным отклонением изменявшимся от 0 до 0.2 А. Координаты центра объекта располагались таким образом, что шаг между ними составлял 25 элементов ФПУ по каждой координате (всего 1600 объектов).

На рис. 4 показаны фрагменты (128x128 элементов) необработанных изображений при отношении сигнал/шум равном 5. На рисунке рис. 4, а объекты имеют субпиксельные координаты в центре элемента, тем самым имеют наибольшую амплитуду. На рисунке 4, б субпиксельные координаты центра объектов находятся на краю элемента ФПУ. На рисунке 4, в все объекты находятся в угловой точке и поэтому

имеют наименьшую из возможных амплитуд. Из рисунков видно, что на исходных изображениях объект практически не виден. При дальнейшем уменьшении отношения сигнал/шум входного изображения, например равном 3, объект даже в положении в центре элемента ФПУ не виден.

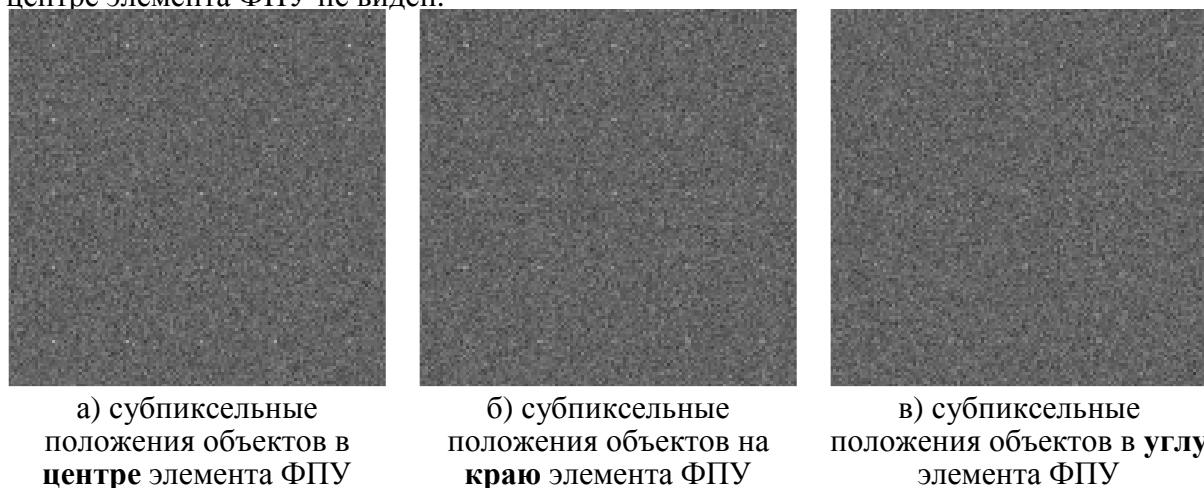


Рис. 4. Входное отношение сигнал/шум равно 5

В данной работе показано, что при регистрации изображений точечных объектов матричным ФПУ, форма регистрируемого ФПУ сигнала от точечных объектов существенно изменяется в зависимости от субпиксельного положения центра объекта относительно центра элемента ФПУ. Амплитуда объекта также существенно зависит от субпиксельных положений объектов. Из вышеизложенного следует, что одним из решений для надежного обнаружения таких объектов является применение согласованного (адаптивного) фильтра, где фильтр подстраивается под каждое положение объекта. В этом случае фильтр должен вместо сохранения формы сигнала на выходе фильтра обеспечить его максимальный (по сравнению с шумом) уровень на выходе.

Литература:

1. Грузман И.С., В.С. Киричук, В.П. Косых, Г.И. Перетягин, А.А. Спектор. Новосибирск, Цифровая обработка изображений в информацион-ных системах: учеб. Пособие : Изд-во НГТУ, 2002. – 352 с. – 2000 экз. – ISBN 5-7782-0330-6.
2. Малинин В. В. Моделирование и оптимизация оптико-электронных приборов с фотоприемными матрицами. Новосибирск: Наука; Сибирская издательская фирма, 2005.
3. А. Т. Стэйр, Дж. Карпентер, Т. Хамфриз, В. Ф. Захаренков, В. П. Мисник, В. В. Синельщиков, В. А. Хатулёв Российско-американские спутники наблюдения (RAMOS) для исследования околоземного и космического пространства с использованием стереоскопических методов наблюдения // Вопросы радиоэлектроники. 2003. № 1. С. 12–27.
4. Грегори Р. К. Использование Visual C++ 6. – М.; СПб.; К.; Идательский дом «Вильямс», 2003. -864 с.
5. Punithakumar K. A sequential Monte Carlo probability hypothesis density algorithm for multitarget track-before-detect / K. Punithakumar, T. Kirubarajan, A. Sinha // SPIE Proc. on Signal and Data Processing of Small Targets. – 2005. – Vol. 5913. – P. 592 – 604.