– время экспонирования

– ширина апертуры фотодиода

– шаг дискретизации

*h* – высота полета

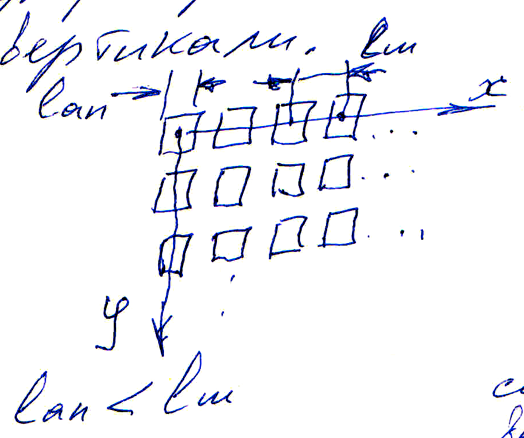
*V* – скорость летательного аппарата

Скорость перемещения оптического изображения относительно светочувствительной матрицы

Ограничения:

Система координат в плоскости светочувствительного слоя матрицы. Центр координат в центре апертуры левого верхнего фотодиода матрицы. Ось x – горизонтально вправо при взгляде со стороны объектива. Ось y – вертикально вниз при взгляде со стороны объектива.

Апертура – окно фотодиода, через которые свет проходит в фотодиод. В матрицах фото-, видео-, киноаппаратов апертура имеет форму квадрата. Апертуры всех фотодиодов равны и регулярно расположены по горизонтали и вертикали.



n – номер пикселя по горизонтали

m – номер пикселя по вертикали

Ширина апертуры фотодиода .

Шаг дискретизации по пространственным координатам – это расстояние между центрами апертур соседних горизонтальных или вертикальных фотодиодов.

Частота пространственной дискретизации . Единица измерения .

Дискретное значение освещенности на фотодиоде (n, m):

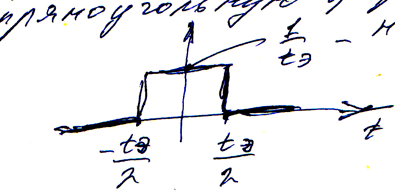
– распределение освещенности, построенном объективом.

– дискретные значения освещенности.

– экспозиция, это количество света, направляемого объективом в точку кадра за время экспонирования , т.е. за время, в течении которого свет проходит в точку на поверхности матрицы.

В общем случае, когда есть движение изображения относительно светочувствительного слоя, в формуле (123123).

В большинстве случаев в цифровой аппаратуре характеристика обтюрации и имеет прямоугольную форму.



Нормирование:

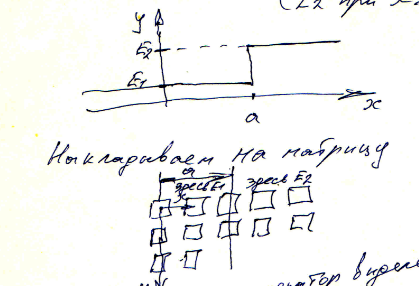
Тогда (123123) преобразуется к виду:

Если , т.е. не зависит от времени, то ненормированная, абсолютная

Задание 1 – Статический край

Пусть E

– номер фотодиода, через который будет проходить граница перехода освещенностей.



Накладываем на матрицу

Возьмем – оператор выделения целой части = – номер фотодиода, через который будет проходить граница перехода освещенностей.

Тогда для n от 1 до , ; для n > .

Расчет нужен для фотодиода с номером

Если , то

Если , то

Если , то

Если , то

Дополнение к задаче 1

1. Освещенность измеряется в люксах (лк). Измеряется значительно. Например, освещенность поверхности Земли от ночного неба лк, а днем от солнца лк.

Поэтому целесообразно в программе перейти к относительным величинам. Например, в Photoshop в режиме gray яркость измеряется от 0 до 100. Поэтому примем, что max освещенность = 100%, а min = 0%. Тогда и в процентах вводим.

1. Как выводить результаты расчетов.

Достаточно выбрать для демонстрации фрагмент поля пикселей. Например 20 на 20 пикселей. Увеличенное, чтобы видеть на экране, например, в половину экрана. В каждом пикселе(квадрате) устанавливаем яркость равную , рассчитанную по формулам. Этого недостаточно. Похоже есть смысл еще выводить таблицу 20 на 20, в ячейках которой указывать ). В таблице можно увидеть изменение в 1%, а на экране не всегда.

1. Если ограничиваем размеры фрагмента матрицы, то очевидно, что должно выполнятся условие: . Иначе расчет будет, а в визуализации ничего не увидим
2. .

Корректировка задачи 1.

Если , то

Если , то

Если , то

Задание 2 – Размытый край

Объектив размывает край из-за аберраций объектива и дифракции света на диафрагмах

Ширина размытия края

Если , то уравнение сводится к заданию 1.

, – номера пикселей, на которые попадают точки перегиба функции E(x).

*a* – координата вдоль оси x, где начинается изменение освещенности

*b* – координата вдоль оси x, где заканчивается изменение освещенности

Очень много разбивок интеграла на части.

Если больше трёх фотодиодов занимает полоса размытия, то в промежуточных фотодиодах проще — один интеграл.

Кружок нерезкости до 0,03 мм часто принимается допустимым. Это полоса в 30 мкм.

Реально много объектов в изображении в фотографии с большим размытием. Иногда с существенно большим.

1. Край размыт. Ширина размытия края

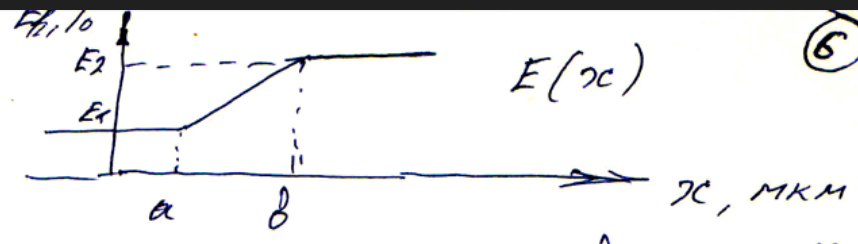
Функция кусочно-гладкая, как и в первом примере, из-за чего интервалы интегрирования приходится вводить.

Если , то уравнение внронкается в пример 1.

Если выводим 20 на 20 пикселей, то .

Т.е. если мкм, a = 70 мкм, то мкм, т.е. распространяется на 11 фотодиодов

Если рассматривать большие значения , то большее количество пикселей. Но нового это ничего не даст.



1. , – вычисляем номера пикселей, на которые попадают точки перегиба функции E(x).
2. Зависимость

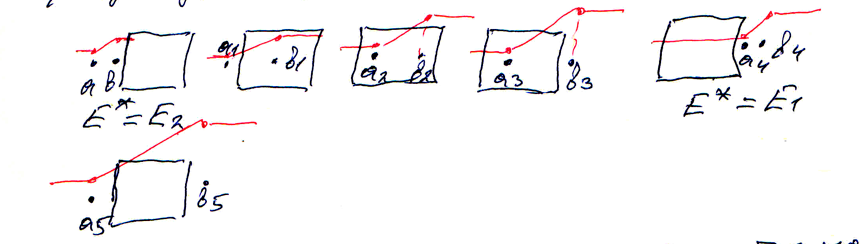
Аппроксимация на участке (a, b) линейная.

1. Поскольку из-за кусочно-гладкой функции и дискретизации, при которой придется считать в разных интервалах отдельно.

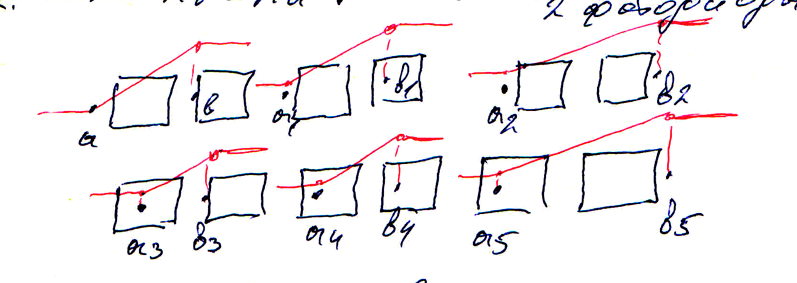
, – количество горизонтальных пикселей, где измеряется E!

Пример 2 продолжение

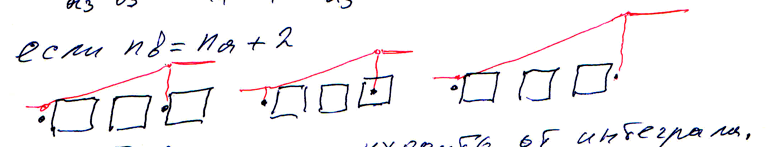
1. Если , т.е. граница попадает на один фотодиод, то варианты:



1. Если , т.е. граница, размытая на 2 фотодиода



1. Если



и так далее если уходить от интеграла.

Или интегралы разбивать на сумму интегралов. Задавая в них разные пределы интегрирования.

Если берем матрицу 20 на 20, то полоса может занимать до 18 фотодиодов

Задача 3 – Динамический край

Движение края происходит вдоль оси x со скоростью *V* (мм/с).

- время экспонирования обратно пропорционально значению выдержки.

Начальное положение края в момент начала экспонирования *x = a*

Конечное положение края в момент окончания экспонирования *x = b*

Если

То уравнение сводится к заданию 2

Если

То уравнение сводится к заданию 1

b = a+ V \* tэксп

1. Зададим значения выдержки. Например 100
2. Время экспонирования обратно пропорционально значению выдержки. сек в этом примере.
3. Задать скорость движения изображения относительно слоя V(скорость) в мм\c. Например, если шаг фотодиодов 10 мкм, а сек, то 1 фотодиод край пройдет при скорости 0,01\0,01 = 1 мм\с, а 5 фотодиодов 5\*0,01\0,01 = 5 мм\с.
4. Пусть скорость постоянная во время экспонирования. Тогда можно задать значения a в момент начала экспонирования. И рассчитать значение в момент окончания экспонирования
5. Пусть характеристика обтюрации прямо прямоугольная
6. Пусть экспозиция в результате меняется линейно
7. Тогда задаем a, , V, рассчитываем b и при этих условиях и ограничениях переходим к задаче 2