

УДК 621.315.592

КОМПЕНСАЦИЯ НЕСООТВЕТСТВИЯ ПОКАЗАНИЙ ОПТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ НЕОХЛАЖДАЕМОГО МИКРОБОЛОМЕТРА

Климович Т. А., Жамойть А. Е., Занько А. И.

ОАО «ИНТЕГРАЛ» - управляющая компания холдинга «ИНТЕГРАЛ»
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Тепловая инфракрасная визуализация получила большую популярность в применении по всему миру. Микроболометры – это тепловые датчики, используемые для получения инфракрасных изображений. Для повышения их производительности часто требуются методы компенсации. Компенсация используется для уменьшения влияния ошибок квантования. Она может включать в себя использование фильтров, алгоритмов коррекции или других методов, которые помогают улучшить качество сигнала после квантования. Параметры, используемые в процедуре компенсации, относятся к процессу обработки сигналов и данных, особенно в контексте цифровой обработки сигналов.

Ключевые слова: болометрический детектор, компенсация, пиксели.

COMPENSATION FOR DISCONFORMITY OF OPTICAL PARAMETERS FOR AN UNCOOLED MICROBOLMETER

Klimovich T., Zhamoit A., Zanko A.

INTEGRAL JSC – Managing Company of INTEGRAL Holding
Minsk, Republic of Belarus

Abstract. Thermal infrared imaging has gained great popularity in applications around the world. Microbolometers are thermal sensors used to acquire infrared images. Compensation techniques are often required to improve their performance. Compensation is used to reduce the effects of quantization errors. It may involve the use of filters, correction algorithms, or other techniques that help to improve the quality of the signal after quantization. The parameters used in the compensation procedure relate to the process of signal and data processing, particularly in the context of digital signal processing.

Key words: bolometer detector, compensation, pixels.

Адрес для переписки: Климович Т. А., ул. Корженевского, 16, г. Минск 220024, Республика Беларусь
e-mail: tanya.tatina.klimovich@mail.ru

Неохлаждаемые детекторы производятся с использованием сложного оборудования и самыми современными технологиями. Несмотря на хорошо контролируемые производственные процессы, детекторы подвержены влиянию разного рода отклонениям, такие как физические, электрические и тепловые [1].

Болометрический массив детекторов объединен со схемами считывания, которые обеспечивают электронный доступ к каждой ячейке детектора, представляющей собой пиксель (рисунок 1). Считывание матрицы можно производить с любого угла, в любом направлении.

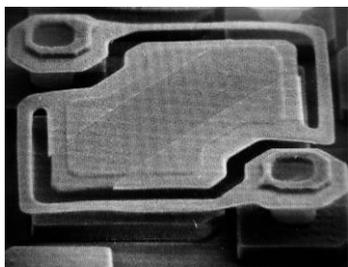


Рисунок 1 – Ячейка пикселя

В процессе изготовления сопротивление ИК-чувствительных датчиков может существенно от-

личаться друг от друга. В худшем случае, эта неравномерность может привести к снижению чувствительности показаний. Схема считывания предназначена для усиления слабого электрического сигнала из-за излучения и удаления нежелательных сигналов.

В болометрическом детекторе используется полный мост Уинстона, что дает возможность обрабатывать очень малые изменения сигнала и, следовательно, достигать требуемой высокой чувствительности.

Однако при включении питания (и в случае больших изменений окружающей среды) мост редко бывает сбалансирован из-за незначительных изменений процесса, и его электрический уровень отражает либо «Min», либо «Max» значение для каждого пикселя в массиве. Необходимо сбалансировать напряжение пикселей путем подачи «компенсационного» тока. Это действие называется «компенсация». Компенсация выполняется на системном уровне каждого пикселя [2].

На рисунке 2 представлен мост Уинстона. Мост состоит из четырех резисторов два резистора термически замкнуты, их температура соответствует температуре корпуса болометра. Два других резистора (пикселя) представляют собой

термически изолированные мембраны. Один пиксель («активный») расположен в центре матрицы и постоянно подвергается облучению. Изолированный пиксель от подложки, экранирован от любого излучения, и поэтому называется «слепым».

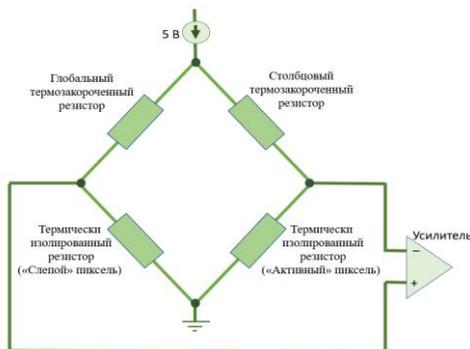


Рисунок 2 – Мост Уинстона для микроболметра

«Слепой» пиксель ряда предназначен для компенсации динамического поведения активного пикселя. Поэтому он изолирован от излучения и электрически подключен только во время считывания конкретной строки. Таким образом, мост включает в себя две разные пары болометров, но каждая из них полностью согласована и воспринимает одинаковое излучение. Таким образом, выходной сигнал является функцией разности температур «активного» пикселя от излучения.

Основная концепция компенсации заключается в сканировании всего массива и выборе соответствующей комбинации, которая поместит каждый пиксель в среднюю область динамического диапазона напряжений.

Алгоритм процедуры калибровки чувствительности микроболметров основан на принципе приведения выходных данных каждого пикселя к желаемому целевому значению путем изменения соответствующего значения Most Significant Bit (MSB) (наиболее значащего бита) и Least Significant Bit (LSB) (наименьшего значащего бита) компенсации.

На каждой итерации назначается новое значение компенсации. Комбинация битов назначается в соответствии с логической схемой, запрограммированной на системном уровне. Основная задача - сведение значений каждого пикселя к целевой зоне. Целевая зона в основном определяется настройками усиления (GAIN). Усиление – это параметр, который определяет, насколько сигнал, получаемый от микроболметра, усиливается перед его обработкой. В микроболметрах, которые используются для измерения теплового излучения, GAIN может влиять на чувствительность

устройства. Чем выше значение GAIN, тем более чувствительным становится прибор, что позволяет ему обнаруживать более слабые изменения температуры. Однако слишком высокое значение GAIN может привести к перегрузке сигнала и искажению данных.

В алгоритме калибровки используются следующие шаги:

1. Инициализация значений MSB и LSB. Выбранное значение старшего бита нельзя менять при дальнейшей настройке.

2. Считывание значения каждого пикселя. Начальное состояние отображает текущую выходную мощность пикселя.

3. Определение целевой зоны: задается желаемая выходная мощность. Этого можно достичь, выбрав определенный диапазон напряжения.

4. Обновление состояния пикселя: вычисленное значение MSB и LSB применяется к пикселю, изменяя его выходной сигнал до тех пор, пока он не достигнет желаемой целевой зоны.

5. Этот процесс повторяется для всех пикселей в матрице датчиков, гарантируя, что выходной сигнал каждого пикселя соответствует заданному целевому значению.

В результате чего получается «однородный» массив с небольшим рассеянием (рисунок 3). Это комплексный процесс, который обеспечивает точность и надежность измерений, а также помогает выявить и устранить возможные источники ошибок.

2958	2962	14834	3142
2761	13868	2959	4592
2738	16104	16100	3141
2856	2866	2691	14439
14199	12795	14412	2885
2832	2857	3167	9145
13736	2913	13853	2965

Компенсация

16551	17184	16778	16200
16863	16108	16290	15989
16144	16784	15745	16082
15788	16169	15698	15855
16408	16733	16020	16843
16828	17236	16802	17459
15771	16857	17003	16547

Рисунок 3 – Значения части массива пикселей до и после компенсации

Литература

1. Evan Smith, Vanadium Oxide Microbolometers with Patterned Gold Black or Plasmonic Resonant Absorbers. – Florida, 2015 –168 p.

2. Le, Yu. Status of Uncooled Infrared Detector Technology at ULIS / Le Yu // Defence Science Journal. – 2013. – V. 63, № 6. – P. 545–549.