

СБОРКА ОБЩЕГО ИЗОБРАЖЕНИЯ ТОПОЛОГИИ СБИС

Ю. Ю. Ланкевич

Объединённый институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси

Минск, Республика Беларусь

E-mail: yury.lankevich@newman.bas-net.by

Рассматривается задача сборки общего изображения слоя топологии сверхбольших интегральных микросхем (СБИС) из кадров, полученных путём фотографирования микроскопом технологического слоя микросхемы. Предлагается вариант алгоритма решения задачи совмещения путём анализа матриц ошибок совмещений.

ВВЕДЕНИЕ

Задача сборки общего видеоизображения СБИС [1] из кадров, полученных путём фотографирования микроскопом технологического слоя микросхемы, имеет большую сложность по ряду причин, связанных с используемым оборудованием: большое число кадров для каждого слоя, искажение кадров, неточное позиционирование микроскопа во время съёмки [2]. Для решения этой задачи требуются новые алгоритмы, которые помогут быстро и качественно получать необходимые результаты. Предлагаемый алгоритм предполагает решение задачи в два этапа: получение матриц ошибок совмещений соседних кадров и вычисление относительных координат кадров по результатам анализа матриц ошибок совмещений.

I. ИДЕЯ АЛГОРИТМА

Множество кадров изображения топологии СБИС необходимо сплести в одно общее изображение с минимальной ошибкой совмещения. Для этого необходимо по матрицам ошибок совмещений вычислить оптимальные значения относительных координат. Матрица ошибок совмещения соседних кадров представляет собой массив элементов, каждый из которых представляет собой значение ошибки одного из возможных совмещений двух соседних кадров. Предполагается, что матрицы ошибок совмещений были уже получены.

Идея алгоритма заключается в том, чтобы получить относительные координаты и определить достоверность каждой из полученных координат. После этого предлагается последовательно фиксировать относительные координаты, начиная с более достоверных и учитывать, что для четверки кадров одну из относительных координат можно пересчитать и зафиксировать, если три другие координаты уже известны. Таким образом, менее достоверные координаты будут пересчитаны исходя из более достоверных. При этом можно реализовать ручной режим, когда пользователь будет фиксировать некоторые из координат, как более достоверные.

Задачу вычисления относительных координат по матрицам ошибок совмещений можно раз-

бить на две подзадачи: задачу анализа матриц ошибок и задачу коррекции общего видеоизображения по результатам анализа.

II. ЗАДАЧА АНАЛИЗА МАТРИЦ ОШИБОК

Задача анализа матриц ошибок состоит в том, чтобы по матрицам ошибок получить относительные координаты соседних кадров и приоритеты, которые соответствуют полученным относительным координатам.

Алгоритм анализа матриц ошибок совмещений обрабатывает исходную информацию, заданную в виде матриц ошибок совмещений соседних кадров. Результатом выполнения алгоритма решения задачи анализа матриц ошибок совмещений являются матрицы относительных координат соседних кадров и матрицы весов. Понятие веса будет рассмотрено далее.

На рис. 1 представлены некоторые виды матриц совмещений в графическом виде, в форме изображений в градациях серого цвета. Чёрная точка соответствует нулю, а белая единице.

На рис. 1, а представлены менее достоверные матрицы совмещений, на значения, полученные с помощью этих матриц, полагаться нельзя. На рис. 1, б представлены более достоверные матрицы совмещений кадров.

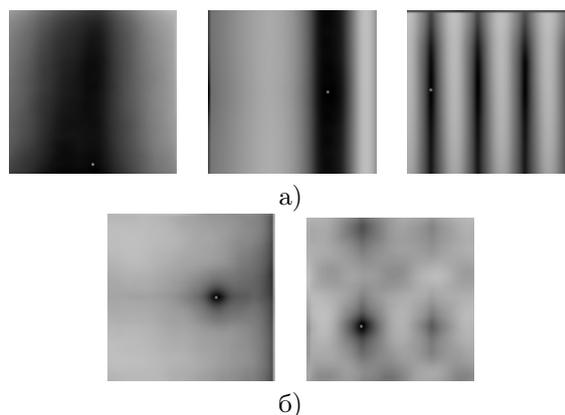


Рис. 1 – Виды матриц совмещений: а) менее достоверные матрицы; б) более достоверные матрицы

Минимум находится в наиболее темной части каждого изображения, соответствующего матрице совмещений. Поэтому, чем больше эта область, тем менее достоверной будет относи-

тельная координата соседнего кадра, которая соответствует найденному минимуму. Если таких областей в одной матрице несколько и они разбросаны по всему изображению, тогда найденная относительная координата соседнего кадра будет недостоверной.

Введём понятие *веса* относительной координаты – чем меньше вес, тем больше вероятность того, что значение относительной координаты является верным. Значение веса относительной координаты в дальнейшем будет выступать в роли приоритета в порядке пересчёта полученных значений относительных координат всех кадров изображения.

Значение веса вычисляется следующим образом:

1. Выбирается пороговое значение, ниже которого все значения из матрицы ошибок считаются равнозначными
2. Находятся наименьшая и наибольшая позиции (по горизонтали и по вертикали отдельно) элементов матрицы ошибок из множества элементов, значения которых меньше порогового значения.
3. Весу присваивается разница наименьшей и наибольшей позиции.

Такой вариант подсчета веса показывает, насколько можно ошибиться, если выбрать неправильный вариант совмещения.

III. ЗАДАЧА КОРРЕКЦИИ ОБЩЕГО ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЯ

Основная задача коррекции общего видеоизображения – по результатам анализа требуется пересчитать значения относительных координат всех совмещенных кадров общего видеоизображения.

Алгоритм коррекции общего видеоизображения выполняется отдельно по координате x и отдельно по координате y . Алгоритм для координаты y имеет такие же шаги, что и для x .

Рассмотрим общий случай (рис. 2) расположения четырех соседних кадров видеоизображений.

Ранее были определены матрицы относительных координат (X_H и X_V – для правого и нижнего кадра соответственно по координате x ; Y_H и Y_V – для правого и нижнего кадра соответственно по координате y), исходя из информации из матриц ошибок совмещений.

Для четырех соседних кадров должны выполняться следующие условия:

$$X_V[i][j] + X_H[i][j] = X_V[i][j+1] + X_H[i+1][j]; \quad (1)$$

$$Y_V[i][j] + Y_H[i][j] = Y_V[i][j+1] + Y_H[i+1][j], \quad (2)$$

где i – позиция кадра в строке, j – позиция кадра в столбце, $X_V[i][j]$ – относительная координата по x для нижнего соседнего кадра, $Y_V[i][j]$ – относительная координата по y для нижнего соседнего кадра, $X_H[i][j]$ – относительная координата по x для правого соседнего кадра, $Y_H[i][j]$ – относительная координата по y для правого соседнего кадра.

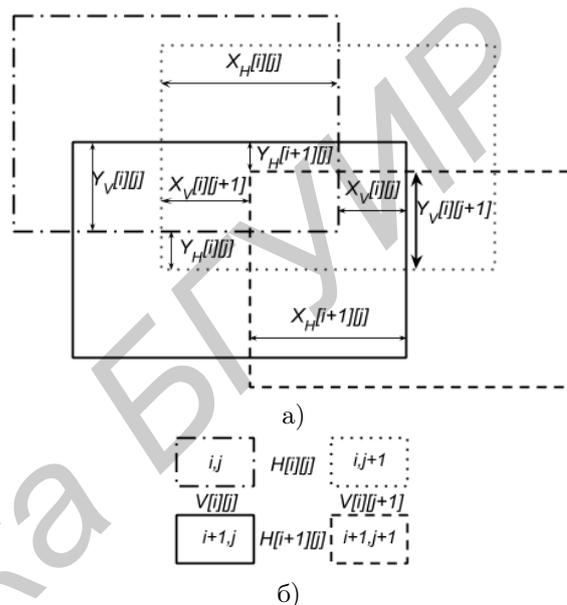


Рис. 2 – Относительные координаты для четверки кадров (i – номер строки; j – номер столбца): а) кадры с перекрытием; б) положение кадров относительно друг друга

Алгоритм коррекции основывается на том, что для четверки кадров исходя из трех полученных относительных координат с помощью (1) и (2) можно получить четвертую координату.

В некоторых случаях данный алгоритм дает неправильные результаты. Возможность ручной фиксации некоторых относительных координат может улучшать результат работы данного алгоритма.

В настоящее время реализуется ещё один алгоритм для решения задачи совмещения кадров изображения топологии СБИС по матрицам ошибок совмещений.

IV. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дудкин, А.А. Обработка изображений в проектировании и производстве интегральных схем / А.А. Дудкин, Р.Х. Садыхов. – Минск: ОИПИ НАН Беларуси, 2008. – 270 с.
2. НТЦ «Белмикросистемы» [Электронный ресурс]. – 2011. – Режим доступа : <http://www.integral.by/files/files/bms-2011.pdf> – Дата доступа : 13.09.2015.