

Проективное совмещение телевизионных изображений многокамерной системы технического зрения по данным натурной видеосъемки

А.А. Диязитдинова

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики

Самара, Россия

alphiya.diyazitdinova@gmail.com

Аннотация—В работе представлен алгоритм проективного совмещения телевизионных изображений многокамерной системы технического зрения. Особенностью задачи является расчет параметров по данным натурной видеосъемки. Сложность задачи заключается в сопоставлении точек на изображениях. Применение метода полного перебора определяет огромное количество вариантов, время проверки которых не удовлетворяет требованиям на настройку систем видеонаблюдения. Для уменьшения количества вариантов были разработаны две процедуры, позволяющие уменьшить количество возможных вариантов. Эти процедуры легли в основу алгоритма, который позволяет оценивать параметры проективного совмещения за время, приемлемое для промышленных многокамерных систем видеонаблюдения.

Ключевые слова— проективный, совмещение, телевизионный, изображение, многокамерный, особая точка, корреляция, логарифмически-полярный.

1. ВВЕДЕНИЕ

Для решения специфических промышленных задач используются видеосистемы, которые называются многокамерными системами технического зрения. Такие системы нашли применение для исключения «слепых зон» на охраняемой территории и для повышения разрешающей способности областей изображения без потери информации обо всем поле зрения [1]. Неотъемлемой частью подобных многокамерных систем является процедура настройки. Если для настройки нельзя использовать тест-объект (часто используется «шахматная доска»), то возникает проблема сопоставления точек для оценки параметров совмещения. Для решения этой проблемы необходимо разрабатывать методы настройки по данным, снятым в ходе натурной видеосъемки, без использования тест-объектов. В представленной работе представлено исследование, посвященное решению данной задачи.

2. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ РАЗРАБОТАННОГО АЛГОРИТМА СОВМЕЩЕНИЯ

Для совмещения была выбрана проективная модель. Она описывается выражениями:

$$x' = (h_{11}x + h_{12}y + h_{13}) / (h_{31}x + h_{32}y + 1) \quad (1)$$

$$y' = (h_{21}x + h_{22}y + h_{23}) / (h_{31}x + h_{32}y + 1) \quad (2)$$

Идея проективного совмещения телевизионных изображений базируется на том, чтобы вычислить особые

точки на изображениях, затем выбрать 4 произвольные точки на изображениях, и по ним оценить совмещение. В качестве решения использовать тот вариант, который обеспечит максимальное совпадение общего фрагмента по коэффициенту корреляции. Количество вариантов согласно методу полного перебора будет равно:

$$V = C_M^4 \cdot A_N^4, \quad (3)$$

где C – количество сочетаний, A – количество размещений, M – количество точек на первом изображении, N – количество точек на втором изображении.

При количестве особых точек порядка 1000, количество вариантов V будет порядка 10^{22} . Если проверка даже одного варианта будет составлять 0,01 с, то время обработки составит $3 \cdot 10^{13}$ лет.

Поэтому необходимо разрабатывать процедуры, позволяющие уменьшить количество вариантов путем предварительной отбраковки, чтобы время совмещения удовлетворяло требованиям по настройке систем видеонаблюдения [2].

Первая процедура отбраковки основана на возможном геометрическом расположении особых точек относительно друг друга.

Сформированные ограничения представлены ниже:

$$y_2 > y_1; \quad x_3 > x_1; \quad y_3 > y_1; \quad x_4 > x_1; \quad r_{13} \cdot m_1 < r_{12} < r_{13} \cdot m_2;$$

$$r_{13} \cdot m_1 < r_{14} < r_{13} \cdot m_2; \quad R_1 < r_{13} < R_2; \quad k_{14} < k_{13} < k_{12},$$

$$\text{где } r_{12} = ((x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2)^{1/2}, \quad r_{13} = ((x_1 - x_3)^2 + (y_1 - y_3)^2)^{1/2}, \quad r_{14} = ((x_1 - x_4)^2 + (y_1 - y_4)^2)^{1/2}, \quad k_{12} = (y_1 - y_2) / (x_1 - x_2), \quad k_{13} = (y_1 - y_3) / (x_1 - x_3), \quad k_{14} = (y_1 - y_4) / (x_1 - x_4).$$

Примечание: для изображения с размером 1280x720 пикселей использовались следующие параметры: $m_1=0,333$, $m_2=0,666$; $R_1 = 200$ пикселей, $R_2=500$ пикселей.

На Рис. 1 показано графическое представление ограничений.

Вторая процедура позволяет провести предварительное сопоставление особых точек. Если особые точки соответствуют одному и тому же фрагменту изображения, то и окрестность изображения этих точек также будут похожи. Однако они могут отличаться поворотом и масштабом. Для сравнения использовался прием представления изображений в логарифмически-

полярной системе координат [3], который обеспечивает инвариантность к повороту и масштабу.

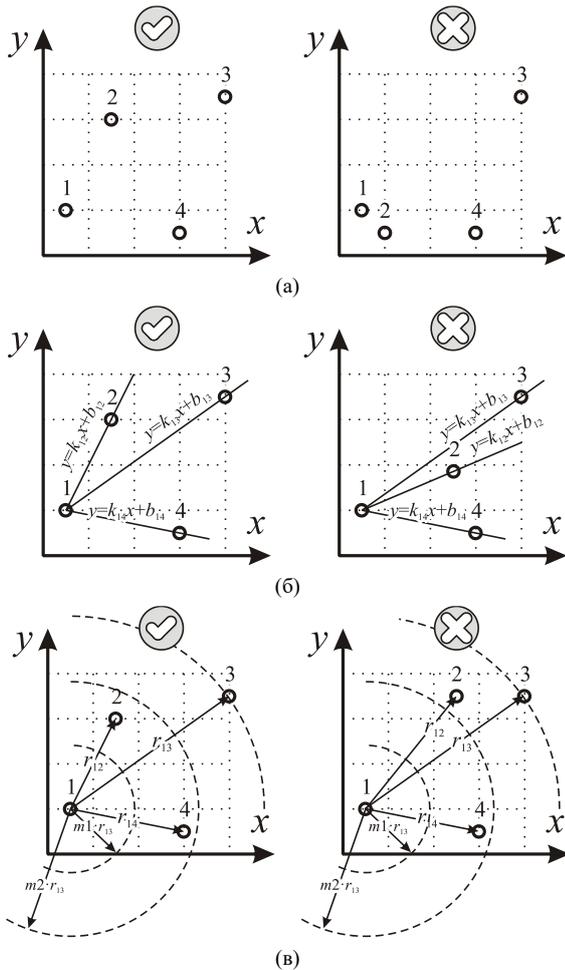


Рис. 1. Ограничения: (а) на взаимное расположение точек, (б) по углу, (в) по расстоянию

3. ЭКСПЕРИМЕНТ

Разработанный алгоритм был реализован в виде программы C++, тестирование проводилось на изображениях с разрешением 1280x720 пикселей, количество особых точек на изображениях по Harris detector составляло порядка 2000. Обработка на персональном компьютере с процессором Intel Core i7 занимала порядка 40-50 минут. На Рис. 2 показан пример совмещения.

Как можно видеть из Рис. 2б, разработанный алгоритм позволяет корректно совмещать изображения.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанный алгоритм проективного совмещения позволяет корректно обрабатывать изображения в автоматическом режиме без участия оператора. Алгоритм может быть внедрен на предприятиях, занимающихся

разработкой и внедрением промышленных систем для охраны территорий гражданского и стратегического назначения.



(а)



(б)

Рис. 2. Съемка периметра наблюдения системой, установленной на высотном здании: (а) исходные изображения, (б) результат совмещения

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Дязитдинова, А.А. Повышение помехоустойчивости при оценке параметров проективного совмещения телевизионных сигналов / А.А. Дязитдинова // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. – 2021. – Т. 24, № 1. – С. 58-66. DOI: 10.18469/1810-3189.2021.24.1.58-66.
- [2] EN 50132-7:2012 – Alarm systems – CCTV surveillance systems for use in security applications – Part 7: Application guidelines, 2012 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/21916/0337918c36d24d739fb5c37af1035ed4/SIST-EN-50132-7-2012.pdf> (02.02.2022).
- [3] Мясников, Е.В. Определение параметров геометрических трансформаций для совмещения портретных изображений / Е.В. Мясников // Компьютерная оптика. – 2007. – Т. 31, № 3. – С. 77-82.