

Рязанская государственная радиотехническая академия

При решении ряда задач мультиспектральной обработки видеопоследовательностей возникает проблема совмещения кадров изображений, полученных датчиками с различной спектральной чувствительностью так, чтобы точки изображений, имеющие одинаковые координаты, являлись проекциями одной и той же точки пространства. Эту операцию можно выполнить, не прибегая к электронным методам. Для этого необходимо иметь датчики с одинаковыми углами зрения, разместить их на малом расстоянии друг от друга и ориентировать одинаковым образом. Однако часто датчики имеют отличающиеся углы зрения, и точная ориентировка их связана со значительными трудностями. Избежать этих проблем можно, используя электронный алгоритм юстировки.

Проведённый анализ показал, что, в случае наблюдения плоской сцены, для точной юстировки одно из изображений должно быть подвергнуто проективному преобразованию [1,2]:

$$x_1 = \frac{a_1x_2 + a_2y_2 + a_3}{a_7x_2 + a_8y_2 + 1}, \quad y_1 = \frac{a_4x_2 + a_5y_2 + a_6}{a_7x_2 + a_8y_2 + 1}. \quad (1)$$

Здесь (x_1, y_1) – координаты точек первого изображения, (x_2, y_2) – координаты точек второго изображения, $a_i, i = \overline{1..8}$ – коэффициенты проективного преобразования.

Преобразование (1) в однородных координатах [1] допускает матричную форму записи:

$$P_1^o = \begin{pmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ a_4 & a_5 & a_6 \\ a_7 & a_8 & 1 \end{pmatrix} \cdot P_2^o. \quad (2)$$

Здесь P_1^o, P_2^o – однородные координаты точек первого и второго изображений.

Таким образом, задача сводится к определению восьми параметров проективного преобразования.

Найти эти коэффициенты можно, если нам известны хотя бы четыре пары точек изображений, удовлетворяющих уравнению (1). Тогда $a_i, i = \overline{1..8}$ получаются в результате решения системы линейных алгебраических уравнений:

$$\begin{aligned} x_{n2}a_1 + y_{n2}a_2 + a_3 - x_{n1}x_{n2}a_7 - x_{n1}y_{n2}a_8 &= x_{n1}, \\ x_{n2}a_4 + y_{n2}a_5 + a_6 - y_{n1}x_{n2}a_7 - y_{n1}y_{n2}a_8 &= y_{n1}, \\ n &= \overline{1..N}, \end{aligned} \quad (3)$$

где N – количество пар точек, $(x_{n1}, y_{n1}), (x_{n2}, y_{n2}), n = \overline{1..N}$ – пары точек разносектральных изображений.

Разработанный алгоритм лёг в основу программного обеспечения для юстировки двухспектральных видеосюжетов. Входными данными программы являются два видеосюжета, полученные в разных спектральных диапазонах. Программа позволяет вручную выбирать опорные точки, вычисляет параметры проективного преобразования, преобразует каждый кадр одного из сюжетов и записывает преобразованный видеосюжет.

Эксперименты показали, что если выбор опорных точек достаточно точен, а их прообразы располагаются приблизительно в одной плоскости, то юстировка последовательностей выполняется с хорошим качеством по всей площади кадра. Для увеличения точности юстировки количество пар опорных точек бралось от 6 до 8, и система уравнений (3) решалась методом псевдообращения матрицы. Чтобы избежать плохой обусловленности системы (3), опорные точки нужно выбирать так, чтобы любые три из них, по возможности, не лежали на одной прямой.

На рис. 1 приведено изображение, полученное с телевизионного датчика, а на рис. 2 – с инфракрасного. Это изображения одной и той же сцены в одно и то же время. Опорные точки отмечены крестиками и пронумерованы. Соответствующие пары точек имеют одинаковые номера. На рис. 3 показано телевизионное изображение, подвергнутое проективному преобразованию. Как видно, опорные точки переместились и находятся в тех же позициях, что и опорные точки

изображения на рис. 2. На рис. 4 приведено инфракрасное изображение, преобразованное аналогичным образом.



Рис. 1 Исходный ТВ кадр

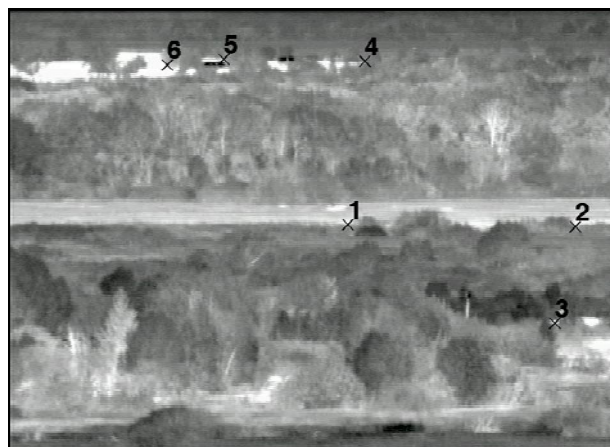


Рис. 2 Исходный ИК кадр

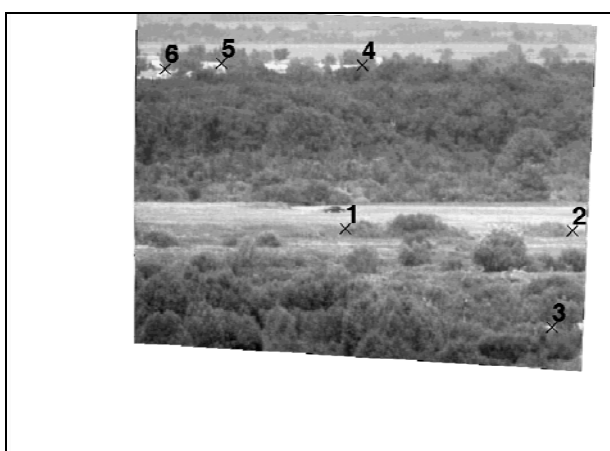


Рис. 3 Преобразованный ТВ кадр



Рис. 4 Преобразованный ИК кадр

При анализе матриц проективного преобразования, вычисленных с использованием реальных сюжетов, выяснилось, что параметры a_7 и a_8 обычно близки к нулю. Сюжеты были получены недалеко расположенными друг от друга датчиками с достаточно большого расстояния от сцены. Таким образом, проективное преобразование выродилось в более простое для вычислений аффинное. Например, матрицы преобразований из рис. 1 в рис. 3 и из рис. 2 в рис. 4. имеют вид, приведённый в таблице 1.

Таблица 1

Кадр	Матрица проективного преобразования
ТВ	$\begin{bmatrix} 0.7374 & 0.0010 & 158.2661 \\ 0.0319 & 0.7702 & -5.3442 \\ -0.0000 & 0.0000 & 1.0000 \end{bmatrix}$
ИК	$\begin{bmatrix} 1.3539 & 0.0119 & -214.0708 \\ -0.0561 & 1.3073 & 15.9659 \\ 0.0001 & -0.0001 & 1.0000 \end{bmatrix}$

Трудной проблемой оказался ручной выбор опорных точек. Не всегда удаётся чётко различить одинаковые точки на разном спектральных изображениях, а тем более выбрать их лежащими не на одной прямой.

Таким образом, в докладе будет сформулирована задача юстировки двухспектральной видеопоследовательности, предложено её решение при наблюдении плоской сцены, и приводятся результаты испытаний разработанного алгоритма на ряде сцен.

Литература

1. Иванов В.П., Батраков А.С. Трёхмерная компьютерная графика.- М.: Радио и связь.- 1995.-224 с.
2. Путьтин Е.П., Аверин С.И. Обработка изображений в робототехнике.- М.: Машиностроение.- 1990.-320 с.



A STUDY OF TWO SPECTRAL ELECTRONIC IMAGE REGISTRATION ALGORITHM

Alpatov B., Babayan P.

(Ryazan, Ryazan State Radioengineering Academy)

At present moment, the problem of different spectral image registration arising due to some practical tasks in multispectral image processing. This problem can be solved without electronic means. One can take sensors with equal view angles and place them closely. However, firstly sensors have different view angles and secondly it is difficult to orient them perfectly well. To overcome this problem, electronic image registration algorithm can be used.

The analysis shows that in the case of plane scene imaging exact registration must be performed by a projective transform of one of the images [1,2]:

$$x_1 = \frac{a_1x_2 + a_2y_2 + a_3}{a_7x_2 + a_8y_2 + 1}, \quad y_1 = \frac{a_4x_2 + a_5y_2 + a_6}{a_7x_2 + a_8y_2 + 1}, \quad (1)$$

where (x_1, y_1) – coordinates of first image points, (x_2, y_2) – coordinates of second image points, $a_i, i = \overline{1..8}$ – projective transform coefficients.

Thus, the problem of image registration is reduced to the estimation problem of projective transform coefficients.

It is possible to calculate the ones if it's known four pairs of points at least matched eq (1). Then $a_i, i = \overline{1..8}$ are resulted after solving of linear algebraic equation system:

$$\begin{aligned} x_{n2}a_1 + y_{n2}a_2 + a_3 - x_{n1}x_{n2}a_7 - x_{n1}y_{n2}a_8 &= x_{n1}, \\ x_{n2}a_4 + y_{n2}a_5 + a_6 - y_{n1}x_{n2}a_7 - y_{n1}y_{n2}a_8 &= y_{n1}, \\ n &= \overline{1..N}, \end{aligned} \quad (2)$$

where N – quantity of pairs, $(x_{n1}, y_{n1}), (x_{n2}, y_{n2}), n = \overline{1..N}$ – points pairs of different spectrum images.

The algorithm developed was assumed as a basis of software for registration of two spectrum images.

The report will be dedicated to problem definition of two spectral image registration and to the solution of this problem in the case of plane scene observation. The experimental results will be presented too.

References

1. Ivanov V.P., Batrakov A.S. 3D computer graphics.- M.:Radio i svyaz .- 1995.
2. Putjatin E.P., Averin S.I. Image processing in robotics.- M.: Mashinostroyeniye.-1990.