

Рассмотрен метод построения панорамных изображений (панорамирование) на основе ряда кадров, снятых видеокамерой, движущейся поступательно в вертикальном и горизонтальном направлениях. Основой метода является последовательное вычисление вектора перемещения для двух соседних кадров и стыковки этих кадров в одно большое панорамное изображение.

© В.П. Боюн, В.В. Довгань, 2002

УДК 681.327

В.П.БОЮН, В.В.ДОВГАНЬ

ПОСТРОЕНИЕ ПАНОРАМНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ РЯДА КАДРОВ, СНЯТЫХ ВИДЕОКАМЕРОЙ, ПРОИЗВОЛЬНО ПЕРЕМещаЮЩЕЙСЯ В ПЛОСКОСТИ, ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ПАНОРАМИРУЕМОЙ

Панорамные изображения используются в случаях, когда необходимо получить целостное представление окружающей обстановки из нескольких отснятых кадров. В случае если съемка производится с камеры, движущейся поступательно в горизонтальном направлении, можно получить широкоформатное (по горизонтали) изображение с высотой, равной высоте кадра. Такой способ построения панорамных изображений рассмотрен в [1,2]. Однако в некоторых случаях, например, съемка обширных территорий, больших зданий, аэрофотосъемка и т.п. может потребоваться панорамное изображение, снятое камерой, перемещающейся в двух направлениях. В таком случае, как ширина, так и высота результирующего изображения могут быть значительно больше соответственно ширины и высоты отдельного кадра.

Для построения панорамного изображения в рассматриваемом случае необходимо производить стыковку отдельных кадров видеопоследовательности в одно панорамное изображение, с учетом смещения кадров по двум осям. Рассмотрим два соседних кадра видеопоследовательности, снятых камерой, движущейся, например, вверх и вправо (см. рис.1). На показанных рисунках видно, что второй кадр содержит значительную часть первого, смещенную на некоторую величину по обоим координатам в обратную сторону движения камеры. Для дальнейшего рассмот-

рения вопроса необходимо определить как направление движения камеры, так и численное значение смещения изображения от кадра к кадру в обоих направлениях. С этой целью в первом кадре выделяется некоторая область (образец) и производится поиск этой области во втором кадре (см. рис.2). Размер образца в первом кадре выбирается из следующих соображений:

размер образца должен быть достаточным для обеспечения точности нахождения смещения кадров относительно друг друга и точности их состыковки;

участок изображения, содержащий образец, должен присутствовать в следующем кадре видеопоследовательности. В рассматриваемом случае наиболее удачным расположением образца будет центр кадра;

при увеличении размеров образца пропорционально его площади увеличивается количество вычислений, необходимых для нахождения вектора смещения кадров друг относительно друга.



Кадр №1



Кадр №2

РИС. 1. Соседние кадры видеопоследовательности при движении камеры вверх и вправо

Зону поиска образца во втором кадре следует выбирать больше максимального смещения камеры от кадра к кадру (эта величина зависит от линейной скорости движения камеры и частоты кадров съемки). Зона поиска должна быть больше образца и может равняться размерам всего кадра.

Степень соответствия выбранного образца из кадра n в кадре $n+1$ на каждом шаге сканирования определяется, например, по минимуму функции [3,4]

$$F = \sum_{(i,j \in R)} |A(i,j) - C(i,j)|,$$

где $A(i,j)$ – значения яркости элементов образца (из кадра n); $C(i,j)$ – значения яркости элементов в зоне поиска кадра $n+1$.

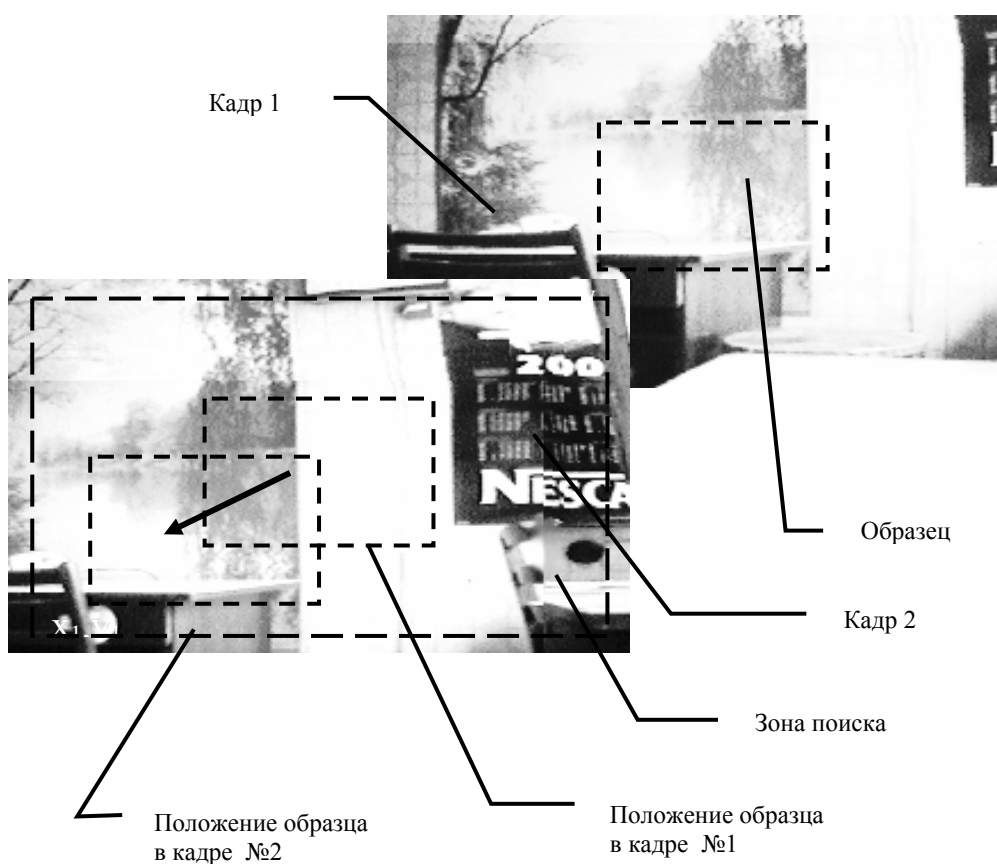


РИС. 2. Определение вектора смещения соседних кадров видеопоследовательности

Координаты x_1, y_1 , в которых будет наблюдаться минимум данной функции, будут указывать на координаты вхождения образца во втором кадре видеопоследовательности, как показано на рис. 2.

Сложность процедуры поиска образца изображения при неравномерной скорости движения камеры может быть определена следующим образом.

Для одной операции сравнения образца $b \cdot h$ пикселей требуется выполнить $\approx 2bh$ операций типа сложения. Так как поиск производится по зоне сканирования шириной $(B-b)$ и высотой $(H-h)$, то общее количество операций определится как $2 \cdot (B-b) \cdot (H-h) \cdot bh$.

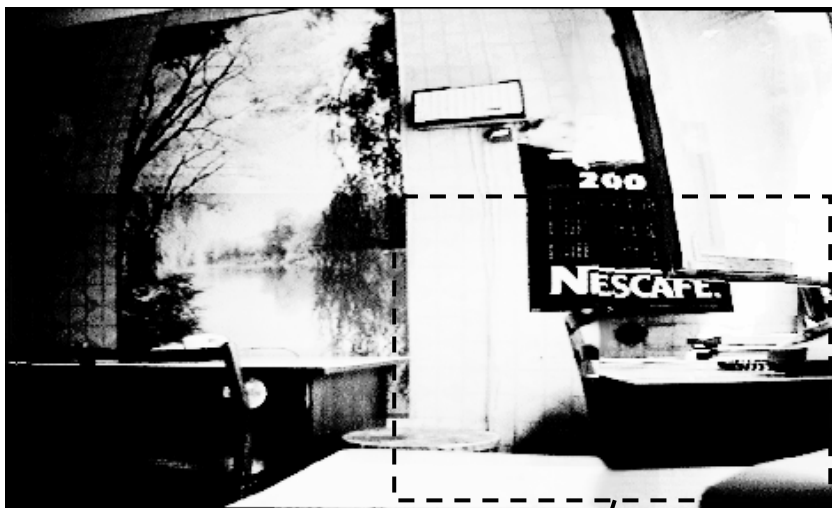
По разнице координат x_1, y_1 и x_0, y_0 можно получить вектор относительного смещения второго кадра относительно первого, а также произвести состыковку этих кадров и получить изображение, содержащее полную информацию из двух кадров, как показано на рис. 3.



РИС. 3. Панорамное изображение, являющееся суммой изображений первого и второго кадров

Выполняя подобным образом обработку для всех кадров видеопоследовательности, получаем панорамное изображение, являющееся суммой всех кадров рис. 4.

Данный метод построения панорамного изображения позволяет достичь значительных степеней сжатия видеопоследовательностей рассматриваемого типа, так как весь ряд снятых кадров заменяется одним большим панорамным изображением. В рассматриваемом случае из 77 кадров видеопоследовательности



Размер кадра исходной
видеопоследовательности

РИС. 4. Панорамное изображение, полученное из 77 кадров



РИС. 5. Монтаж видеопоследовательности с заданной траекторией камеры:
а – траектория движения камеры при съемке исходной видео-
последовательности; б – заданная произвольная траектория

размером 320 x 180 пикселов было получено одно панорамное изображение размером 470 x 280 пикселов. Объем информации исходной видеопоследовательности (для полутонового изображения один байт на пиксел): $N_{\text{ви}} = 320 \cdot 180 \cdot 77 = 4435200$ байт. Объем полученного панорамного изображения: $N_{\text{пан}} = 470 \cdot 280 = 131600$ байт. Степень сжатия:

$$K_{\text{ск}} = \frac{N_{\text{пан}}}{N_{\text{ви}}} \cdot 100\% = \frac{131600}{4435200} \cdot 100\% = 2.97\% .$$

Из полученного таким образом панорамного изображения можно полностью восстановить не только исходную последовательность кадров, но и смонтировать видеопоследовательность с произвольной траекторией движения камеры и с любой частотой кадров. Для этого каждую точку заданной траектории мы принимаем за центр кадра, а далее вырезаем из большого панорамного изображения кадр и ставим в ряд видеопоследовательности (см. рис.5), причем размер кадров сгенерированной видеопоследовательности может не совпадать с исходным.

Предложенный метод позволяет создавать панорамные изображения на основе последовательности кадров, снятых видео- или фотокамерой, движущейся поступательно в вертикальном и горизонтальном направлениях без использования ручных операций. Этот метод позволяет значительно уменьшить время создания панорамных изображений и улучшить их качество за счет увеличения количества снимков, из которых монтируется панорамное изображение.

Метод может быть рекомендован для использования в цифровых фотоаппаратах и видеокамерах. Построенные таким образом панорамные изображения могут быть использованы в системах виртуальной реальности.

Рассмотренный метод панорамирования может быть использован для компрессии видеoinформации в охранных системах с подвижными видеокамерами, с возможным улучшением комфортности просмотра окружающей обстановки, для дистанционного зондирования поверхности Земли, получения изображения непрерывного сварочного шва большой длины для последующего визуального контроля. Предложенный способ монтажа видеопоследовательности из большого панорамного может быть использован в кинематографе и в телевидении.

1. *Боюн В.П., Довгань В.В.* Интелектуалізація систем колового огляду // Праці V всеукр. міжнар. конф. "Оброблення сигналів і зображень та розпізнавання образів" (УКРОБРАЗ 2000). – К.: 2000. – С. 283 - 286.
2. *Довгань В.В.* Построение панорамных изображений (панорамирование) на основе ряда изображений, отснятых вращающейся видео- или фотокамерой // Технологія створення перспективних комп'ютерних засобів та систем з використанням новітньої елементної бази. – К.: 2000 – С. 99 - 104.
3. *Старовойтов В.В.* Локальные геометрические методы цифровой обработки и анализа изображений. – Минск: Ин-т технической кибернетики НАН Беларуси, 1997. – 284 с.
4. *Липанов А.В., Путятин Е.П.* Исследование алгоритмов обнаружения объектов на основе методов корреляционного распознавания и алгоритма параллельной нормализации. – Харьков: Радиоэлектроника и информатика. – 1998. – №3. – С. 28 - 33.

Получено 01.07.2002