

DOI 10.58351/2949-2041.2025.23.6.025

Крыштоп Александр Игоревич, студент
МГТУ им. Н. Э. Баумана

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ СОВМЕЩЕНИЯ ВИДЕОПОТОКОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПАНОРАМНОГО ВИДЕО

Аннотация. В статье анализируются методы совмещения видеопотоков для создания панорамного. Рассмотрены ключевые подходы: пространственно-временное выравнивание, интерполяция и поиск пространственных соединений. Проведен анализ на основе критериев производительности, качества видео и устойчивости. Результаты показывают, что выбор метода зависит от специфики сцены и требований к задержке обработки.

Ключевые слова: Панорамное видео, совмещение видеопотоков, реальное время, интерполяция, пространственная деформация.

Введение. Актуальность создания панорамного видео в реальном времени обусловлена ростом потребностей в видеонаблюдении, трансляциях событий и VR. Основная задача – совмещение потоков с нескольких камер в единое панорамное изображение с минимальной задержкой. Ключевые проблемы включают синхронизацию потоков, компенсацию параллакса и коррекцию цветовых различий. Цель исследования – сравнение современных методов совмещения видеопотоков на основе критериев производительности и качества.

Основные принципы совмещения видеопотоков. Панорамное видео формируется из перекрывающихся фрагментов с разных камер. Процесс включает:

1. Синхронизацию видеопотоков (аппаратную, программную или на основе признаков).
2. Калибровку камер (определение фокусного расстояния, дисторсии).
3. Выравнивание кадров с использованием алгоритмов (SIFT, SURF) и RANSAC для расчета гомографии.
4. Применение гомографии.
5. Коррекцию параллакса и оптимизацию швов.
6. Цветовую коррекцию для согласования освещения между камерами.

Наиболее ресурсоемким этапом является выравнивание кадров, особенно при движении объектов.

Классификация методов. Методы совмещения классифицируются на три категории:

1. Пространственно-временное выравнивание (глобальные преобразования через гомографию).
2. Интерполяция (использование глубоких нейронных сетей для плавного перехода между кадрами).
3. Поиск пространственных соединений (разрезание 3D-графа в перекрывающихся областях).

Для синхронизации применяются:

1. Точные протоколы времени (PTP, NTP).
2. Методы выделения признаков на кадрах.
3. Алгоритмическая корректировка временных меток.
4. Анализ контента (SIFT для сопоставления ключевых точек).

Критерии сравнения методов.

Ключевые критерии оценки:

1. Производительность: время обработки кадра, ресурсоемкость.
2. Качество видео: отсутствие артефактов, цветовая точность.
3. Устойчивость к динамике сцены: сохранение последовательности кадров при движении объектов.
4. Точность синхронизации: отклонение временных меток ≤ 1 мс. Также можно допускать отклонение до 20 мс (в зависимости от типа сцены).



Сравнительный анализ методов.

Результаты сравнения представлены в Таблице 1.

Таблица 1

Сравнение методов совмещения видеопотоков

Критерий	Метод глобальных преобразований	Метод интерполяции кадров	Метод поиска соединений
Производительность	Низкая (более 30 мс/кадр)	Высокая (менее 10 мс/кадр)	Средняя (15-20 мс)
Качество видео	Искажения при движении	Плавные переходы	Точное выравнивание
Устойчивость	Только статические сцены	Средняя	Высокая

Выводы:

1. Глобальные преобразования подходят для статичных сцен с высокими требованиями к детализации.
2. Интерполяция оптимальна для реального времени, но уступает в динамичных сценах.
3. Поиск пространственных соединений обеспечивает точность при движении объектов, но требует ресурсов.

Закключение. Совмещение видеопотоков для панорамного видео требует учета компромисса между скоростью обработки и качеством. Перспективным направлением является гибридизация методов: использование интерполяции для базового совмещения и алгоритмов поиска соединений для коррекции артефактов в динамичных областях. Это позволит достичь минимальной задержки при сохранении визуальной целостности.

Список литературы:

1. Szeliski R. Image Alignment and Stitching: A Tutorial // Review Article. 2004.
2. Brown M., Lowe D.G. Automatic Panoramic Image Stitching using Invariant Features // International Journal of Computer Vision. 2007. Vol. 74. P. 59–73.
3. Rublee E., Rabaud V., Konolige K., Bradski G. ORB: An efficient alternative to SIFT or SURF // Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision. 2011. P. 2564–2571.
4. Hartley R., Zisserman A. Multiple View Geometry in Computer Vision. Cambridge: Cambridge University Press, 2003. 672 p.
5. Fischler M., Bolles R. Random Sample Consensus: A Paradigm for Model Fitting with Applications to Image Analysis and Automated Cartography // International Journal of Computer Vision. 1987. Vol. 24. No 3. P. 171–180.

