



Рис. 4. Движение объекта 1548 в поле зрения второй камеры (номер выделен красным)

Современный уровень развития технологий

Ряд западных университетов создали опытные системы многокамерного сопровождения и продемонстрировали их работоспособность на территории своих кампусов. Разработки состоят из нескольких камер и рабочей станции, производящей обработку поточного или записанного видео. В зоне действия камер свободно перемещаются студенты. Плотность потока низкая (один человек на несколько квадратных метров), но объекты регулярно перекрываются. Результатами обработки являются координаты и траектория движения людей на двухмерном плане контролируемой области. Опытные системы показали неплохую точность сопровождения, вполне достаточную для обоснования практической ценности разработки.



Рис. 5. Возвращение объекта 1548 в поле зрения первой камеры

Коммерческое внедрение сдерживается следующими факторами:

- недостаточная универсальность компьютерных алгоритмов — сложная настройка разработчиками, нет возможности эффективно использовать многокамерные системы повсеместно;
- плохая масштабируемость системы по числу камер из-за сложности децентрализации;
- проблемы с совместимостью и системной интеграцией — особенно если инфраструктура охранного наблюдения уже построена.

На уровне однокамерного сопровождения возникает проблема сегментирования людей в плотном потоке на различном масштабе. Так, алгоритмы машинного зрения часто "ошибаются" на этапе отделения объекта от фона (например, когда люди находятся близко друг к другу, частично или полностью перекрываются, перестают двигаться, выглядят нестандарт-

но). В то время как разнообразие внешнего вида и поведения человека безгранично, простые отклонения от модели (скажем, перемещение на инвалидном кресле или раскрытие газеты) могут "вести" компьютерную систему в "заблуждение".

Люди появляются на различном расстоянии от камеры, следовательно, фрагменты изображения имеют различную детализацию и информативность. Зачастую трудно обеспечить однородное освещение на большом пространстве. Эти факторы существенно повышают вычислительную сложность алгоритма обработки видео. Дополнительную неопределенность создают

На уровне многокамерного сопровождения центральная техническая проблема состоит в обеспечении инвариантности (постоянства) признаков, по которым ведется сопоставление объектов после их временного исчезновения из зоны контроля всех телекамер

физические преграды сцены, ограничивающие обзор камеры, такие как колонны и ларьки. Если программа "теряет" объект в какой-то момент времени, то происходит разрыв траектории и утрачивается возможность проследить движение объекта от начальной до конечной точки.

Сопровождаемый объект (человек) может наблюдаться под различными ракурсами, на различном расстоянии и в любом состоянии (сидит, стоит, идет, бежит). Разные типы освещения (естественное, искусственное) затрудняют использование цветовых признаков, поскольку они существенно зависят от спектра излучения осветителя. Подобные факторы приводят к нестабильности численных значений признаков и к ошибкам сопоставления объектов при переходе из зоны действия одной камеры к другой. Точная калибровка камеры в трехмерном пространстве контролируемого объекта позволяет повысить эффективность системы многокамерного сопровождения, особенно если области наблюдения камер перекрываются.

На практике численные данные о местоположении и ориентации телекамер недоступны, и калибровка системы становится сложной и трудо-

емкой процедурой. Чаще всего она производится ручным сопоставлением трехмерной модели и двухмерных изображений, поступающих с камеры. Возможна частичная или полная автоматизация, когда алгоритмы регистрации сопоставляют ракурсы по узловым точкам и производят объектную привязку.

Оценка точности

Для оценки точности системы многокамерного сопровождения необходимы специальные технические средства, обеспечивающие автоматическое тестирование, так как ручное тестирование слишком трудоемко и не обеспечивает достаточно хорошей повторяемости экспериментов. Автоматическое тестирование предполагает наличие канонического набора видеосюжетов, достоверно размеченных экспертами. Например, набор MCTS (Multiple-Camera Tracking Scenario) разработан научным подразделением Министерства внутренних дел Великобритании и содержит 140 часов видео, которое было одновременно записано с пяти камер, установленных в международном аэропорту.

В наборе представлены перекрывающиеся и неперекрывающиеся ракурсы камер. Сделана аннотация для 185 000 кадров по стандарту VIPER GT. Научное подразделение предлагает использовать метрику F1, представляющую интегральную точность системы охраны для различных сценариев использования многокамерной системы.

Заключение

Разработка многокамерной системы сопровождения является актуальной научно-инженерной задачей, решение которой сегодня востребовано пользователями различной категории. Появляется возможность анализировать поведение множества людей в масштабе всего охраняемого объекта, а не только в поле зрения одной камеры. Индивидуальные или обобщенные данные о перемещениях людей на обширной территории открывают принципиально новые возможности для построения систем поддержки принятия решения.

По мере совершенствования математической теории машинного зрения и вычислительной мощности аппаратного обеспечения приложения систем многокамерного сопровождения будут расширяться в новые отрасли. ■

Ваше мнение и вопросы по статье направляйте на ss@groteck.ru