



Рис.2. Ковариационные поверхности

ченные результаты дают основания для дальнейшей разработки и построения алгоритма формирования векторов признаков на основе вейвлет-преобразования с целью их последующего применения при создании системы классификации функциональных нарушений и органических патологий в голосовом тракте. На основе проанализированных записей была создана база данных, готовая для проведения дальнейших исследований и анализа в этом направлении.

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ЧАСТИЧНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ДЛЯ ЗАДАЧИ СОПРОВОЖДЕНИЯ ОБЪЕКТА В СИСТЕМАХ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ

Н. П. Драбович

Слежение за движением реальных объектов – одна из наиболее сложных проблем компьютерного зрения, решение которой востребовано во многих отраслях деятельности человека, среди которых особо выделяется видеонаблюдение (обнаружение и сопровождение различных объектов, появляющихся в поле зрения камеры или определенных событий). Видеонаблюдение входит в состав функций многих систем: охранных, автоматического контроля производства, управления дорожным движением. Для систем контроля доступа является актуальным поиск наилуч-

шего изображения лица движущегося человека для дальнейшей идентификации личности. Решение задачи сопровождения объектов позволит создавать автомобили со встроенными системами слежения за дорожной разметкой, предотвращения столкновений. Для систем расширенной (augmented) реальности, совмещающих видеоизображения реальных предметов и компьютерной графики для дальнейшего отображения на носимых человеком очках или иных устройствах, решение задачи обнаружения и сопровождения объектов также является важным. В человеко-машинном интерфейсе замена компьютерной мыши на отслеживание перемещения лица или других частей тела может оказать значительную помощь пользователям ПК с нарушением двигательного аппарата.

Для решения задачи обнаружения и сопровождения предложено использовать единый подход, заключающийся в том, что обнаружение объекта происходит на каждом из видеокадров, однако из всевозможных регионов видеокадра анализируются только те, в которых появление объекта наиболее вероятно в соответствии с заданной моделью движения. Метод «частичной фильтрации» [1] принадлежит к классу последовательных методов Монте-Карло [2], применяемых для байесовского оценивания состояния нелинейной, негауссовской системы, являясь, таким образом, обобщением классической калмановской фильтрации. В случае сопровождения объекта в качестве компонентов ненаблюдаемого вектора X_t , описывающего состояние динамической системы, можно выбрать координаты истинного положения объекта, его скорость, ускорение, размеры региона изображения и скорость их изменения. Однако для простоты реализации и обеспечения высокой скорости вычислений при создании программы в качестве неизвестных параметров были выбраны координаты центра и размеры прямоугольного региона видеокадра. Если получаемые на выходе алгоритма частичной фильтрации координаты центра прямоугольника совпадают с истинным центром объекта, наблюдаемого на видеоизображении, то будем считать, что программа работает корректно.

В качестве признака объекта, по которому производится его обнаружение в разработанной программе используется цвет, что позволяет отслеживать даже те объекты, которые изменяют свою форму или частично перекрываются. Для обеспечения устойчивости к изменениям условий видеосъемки производится перевод цвета из пространства RGB в HSV, выделяется канал H (оттенок) и строится одномерная гистограмма цветности объекта.

На этапе инициализации N частиц получают из следующих соображений: часто бывает так, что существует окрестность некоторой точки

(x_0, y_0) пространства, обозреваемого видеокамерой, появление или нахождение в которой объекта наиболее вероятно. Поэтому на этапе инициализации генерируются N частиц с двумерной нормальной плотностью вероятности с максимумом в точке (x_0, y_0) . Величины дисперсий отражают степень уверенности о сделанном предположении. Таким образом, если нам ничего не известно о возможном месте появления объекта, то можно увеличить дисперсии и в качестве (x_0, y_0) выбрать центр кадра.

В момент времени t для каждой из N частиц вычисляем одномерную гистограмму цветности соответствующего региона, предварительно выделив канал N цветового пространства HSV. Присваиваем вес данному региону. Вес пропорционален величине совпадения гистограммы цвета сопровождаемого объекта и гистограммы анализируемого региона. В качестве такой величины может быть использовано расстояние Баттачария:

$$d_i = \sqrt{1 - \sum_{u=1}^U \sqrt{p^u q_i^u}}, \quad (1)$$

где U – количество карманов гистограммы; p^u, q^u – вектора, каждый элемент которых представляет собой относительное число пикселей с заданной цветностью принадлежащих соответственно анализируемому региону и изображению объекта.

Вес частицы, до нормировки:

$$w_i = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} \exp\left(-\frac{d_i^2}{2\sigma^2}\right), \quad (2)$$

где σ – заранее заданный параметр, который подбирается экспериментально для разных типов объектов.

Производится нормировка весов частиц:

$$w_i = \frac{w_i}{\sum_{j=1}^N w_j}, \quad (3)$$

Для получения оценки координат объекта могут использоваться следующие способы. Вычисляется математическое ожидание $\hat{x}_k = \sum_{i=1}^M w^i x_k^i$; находится частица с максимальным весом, и в качестве оценки выби-

раются ее координаты; вычисляется взвешенная сумма $\hat{x}_k = \sum_{i=p}^P w^i x_k^i$ в

окрестности частицы с максимальным весом. В случае сопровождения M объектов, производится поиск M частиц с максимальным весом и вычисляются взвешенные суммы в окрестностях этих частиц.

Далее производится повторная выборка [2], после которой количество частиц с заданными координатами увеличивается пропорционально весу этих частиц, и таким образом уменьшается количество частиц с малым весом, увеличивается число частиц с большим весом. В итоге получаем N частиц, которые сконцентрировались именно в тех областях изображения, в которых наиболее вероятно появление объекта в следующий момент времени. На основании модели движения для каждой полученной частицы строится прогноз. При отсутствии априорных знаний о характере движения объекта в качестве такой модели движения часто выбирают двумерное нормальное распределение с теми же или уменьшенными величинами дисперсий, что и на этапе инициализации, это так называемый случайный шаг («random walk»). Всем частицам присваиваются одинаковые веса $w^i = 1/N$ и производится переход к анализу следующего видеокadra.

Достоинства представленного алгоритма заключаются в том, что возможно одновременное обнаружение и сопровождение изменяющегося количества деформирующихся и частично перекрывающихся объектов, обладающих заданными свойствами. Среди недостатков следует отметить высокие требования к вычислительным ресурсам.

Разработка программы велась в системе Microsoft Visual C++, для низкоуровневого анализа изображений применялась библиотека Intel OpenCV. При тестировании программы для захвата видео использовалась веб-камера, обеспечивающая захват видеокadров размером 320x240x24b со скоростью 15 кадров в секунду, после включения режима автоматического сопровождения объекта скорость обработки видеокadров уменьшалась незначительно. Апробация разработанного программного обеспечения производилась также для видео с уменьшенным, по сравнению с веб-камерой, уровнем зашумленности и увеличенным размером видеокadров.

Литература

1. Ristic B., Arulampalam A., Gordon N. Beyond the Kalman Filter: Particle Filters for Tracking Applications. Artech House, Boston, 2004.
2. Doucet A., Freitas N., Gordon N. Sequential Monte Carlo Methods in Practice. Springer Verlag, New York, 2001.