

А.Е. Баринов, А.А. Захаров

*Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета  
Россия, 602264, Владимирская область, г. Муром, ул. Орловская, д.23  
E-mail: alexey.barinov.mur@ya.ru, aa-zaharov@ya.ru*

### **Разработка модели определения положения и ориентации головы человека по видеозображениям**

Определение положения и ориентации головы человека является актуальной задачей во многих областях: тренажеры военной и гражданской техники; человеко-машинное взаимодействие, системы биометрии; 3D-видео; компьютерные игры и т.д. Определение положения и ориентации положения головы человека позволит повысить эффект присутствия обучаемого в синтезируемой среде за счет изменения области зрения.

Способы определения положения и ориентации головы принято разделять на маркерные и безмаркерные. На сегодняшний день более перспективными считаются безмаркерные подходы на основе методов компьютерного зрения. Однако существующие методы определения положения и ориентации головы на основе видеозображений обладают следующими недостатками: низкая скорость работы, чувствительность к оптическим искажениям, необходимость ручной инициализации, ограниченный диапазон углов поворота головы. В связи с этим возникла очевидная потребность в разработке новых алгоритмов и программных средств определения положения и ориентации головы человека.

Особенностью предлагаемых подходов является обработка видеопоследовательности с использованием спектральной теории графов [3-5]. Сравнение графов состоит в поиске соответствий между структурами на основе более или менее строгих ограничений. В распознавании образов при использовании графов могут быть извлечены различные особенности [1]. К таким особенностям относится представление графа, основанное на разложении матриц в спектр. Спектр графа представляет собой упорядоченный по возрастанию или убыванию вектор собственных чисел матрицы смежности графа. Спектральные методы основаны на следующем свойстве: собственные значения и собственные векторы матрицы смежности графа инвариантны относительно перестановок вершин в матрице. Следовательно, если два графа изоморфны, их матрицы смежности будут иметь одинаковые собственные значения и векторы. Преимуществом таких подходов является то, что они позволяют анализировать большое множество элементов на основе малого количества простых составляющих и правил формирования графической модели. Также структурные методы позволяют описать те характеристики объекта, которые исключают его отнесение к другому классу, что повышает надежность распознавания.

В процессе отслеживания положения и ориентации головы необходимо постоянно анализировать динамическую сцену. Для этого предлагается использовать стереоустановку, состоящую из двух цифровых камер. По видеозображениям необходимо провести калибровку, в результате которой будут получены внутренние и внешние параметры камер. В ходе данного этапа координатная система стереоустановки сопоставляется с глобальными координатами. Зная внутренние и внешние параметры камеры, можно вычислить координаты особых точек головы и рассчитывать значения углов поворота и смещений относительно начального положения.

Чтобы численно описать кивок, поворот и наклон головы, необходимо найти соответствующие углы относительно осей глобальных координат (рис. 1).

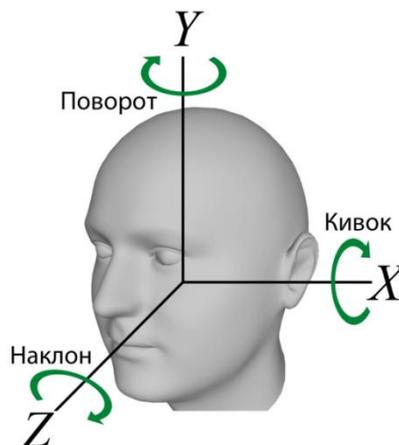


Рис.1. Движения головы человека в пространстве

Весь процесс состоит из следующих шагов: инициализация, отслеживание, расчет положения и ориентации. На этапе инициализации выполняется процесс кластеризации с ограничениями. Кластеризация основана на использовании случайного блуждания по графу для получения информации о структуре особенностей сцены. В качестве параметров, ограничивающих результаты кластеризации, используется априорная информация о пропорциях человеческой головы [2].

Таким образом, из всей сцены выделяются ключевые точки, характеризующие голову человека. На основе выделенных особенностей строится взвешенный граф. Чтобы выделить в текущем кадре голову человека, строится окно по предыдущему положению изображения. В рамках окна обнаруживаются ключевые точки сцены. Производится сравнение массивов дескрипторов предыдущего и текущего кадров. Если совпадений на данном этапе обнаружено не было, происходит равномерное расширение окна во все стороны изображения. Если после сравнения стало известно, что в рамках окна присутствуют не все особые точки головы, то расширение окна происходит в сторону наибольшего скопления особенностей. Использование структуры особенностей позволяет уменьшить количество ложных соответствий.

В процессе работы может произойти ситуация, когда лицо не может быть обнаружено на изображении. Это может произойти в результате следующих ситуаций: лицо закрыто руками, перед камерой возник посторонний объект, человек покинул область видимости. В таком случае производится процесс обнаружения изображения головы. Для обнаружения области головы на изображении используются спектральные характеристики графа, полученные в процессе инициализации. Результаты экспериментов показали, что с помощью разработанной модели и набора алгоритмов возможно определение положения и ориентации головы человека по видеопоследовательности.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-37-00235

#### Литература

1. Баринов А.Е. Захаров А.А. Разработка алгоритма определения положения и ориентации 3D-объектов на основе извлечения градиентных особенностей изображения // Ползуновский вестник, 2014. № 2. С. 50–54.
2. Захаров А.А., Тужилкин А.Ю. Синтез трехмерных сцен по видеоизображениям с использованием априорной информации // Научно-технический вестник Поволжья, 2013. № 5. С. 163-165.
3. Belkin M., Niyogi P. Laplacian eigenmaps and spectral techniques for embedding and clustering // Advances in Neural Information Processing Systems, 2001. – P. 585-591.
4. Melia M., Shi J. A random walks view of spectral segmentation // NIPS, 2000. – P. 873-879.
5. Ng A., Jordan M., Weiss Y. On spectral clustering: Analysis and an algorithm // NIPS, 2001.