

УДК 616.858

## БИОМЕДИЦИНСКИЙ ПОДХОД К ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ДРОЖАНИЙ ПРИ ЭССЕНЦИАЛЬНОМ ТРЕМОРЕ И БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА

© С.В. Фролов, А.В. Горбунов, А.Ю. Потлов

*Ключевые слова:* болезнь Паркинсона; эссенциальный тремор; визуализация; детектор движения; веб-камера. Рассмотрены: тремор и его место при различных заболеваниях, существующие способы диагностики тремора. Установлено, что тремор – неотъемлемая часть большого количества заболеваний и что существующие методики его диагностики не всегда применимы и не всегда дают адекватный результат. Предлагается авторский метод визуализация тремора – «Видеовизуализация тремора», – основанный на использовании веб-камеры и специальной компьютерной программы с целью повышения эффективности диагностики болезни Паркинсона и эссенциального тремора.

*Тремор* – это непроизвольные ритмичные движения конечностей, головы, языка и других частей тела, возникающие вследствие поочередного сокращения мышц-агонистов и мышц-антагонистов. Структуры нервной системы, ответственные за возникновение тремора, недостаточно изучены [1–3]. Выделяют два основных вида тремора – физиологический и патологический. Физиологический тремор существует у каждого здорового человека. Его амплитуда столь мала, что он обычно незаметен. Патологический тремор – тремор, возникающий при различных заболеваниях, видимый невооруженным глазом и имеющий ряд клинических и электрофизиологических характеристик, отличных от физиологического тремора [4]. Патологический тремор в основном имеет место при наследственных или приобретенных заболеваниях центральной нервной системы: болезнь Паркинсона, мультисистемная атрофия, эссенциальный тремор – и отравлениях, например, марганцем [2]. В ряде случаев дрожания возникают только в неподвижном состоянии, например, при болезни Паркинсона. Характерно, что человек, не способный самостоятельно ходить, зачастую легко взбегаёт по лестнице, может танцевать, кататься на лыжах. Медленное передвижение может внезапно смениться быстрым бегом, который больной не в силах преодолеть, пока не упадет или не встретит препятствие. А в некоторых случаях, например при эссенциальном треморе, дрожания присутствуют всегда и не уменьшаются при движениях. Поэтому дифференциальная диагностика болезни Паркинсона и эссенциального тремора – актуальный вопрос медицины.

Современные методы регистрации параметров тремора основаны на преобразовании смещения объекта различного рода датчиками в выходной электрический сигнал, его предварительной обработке, преобразовании в форму, удобную для хранения и последующего математического анализа. Используются датчики, основанные на принципе тензометрии, где регистрируется прикладываемое усилие, емкостные датчики, регистрирующие изменение магнитного поля при движении конечности, акселерометрические датчики, основанные

на регистрации ускорения движения. Однако методики регистрации движения с использованием датчиков имеют и свои достоинства, и недостатки. Большинство датчиков имеют проводную электрическую связь с оборудованием для регистрации сигнала, являются «контактными», т. е. крепятся на определенном участке тела, имеют определенные физические параметры (объем, вес), что не может не влиять на полученные результаты. Проблемным является вопрос воспроизводимости данных, регистрация которых зависит от исходного положения конечности [5]. Высокая стоимость тоже является явным недостатком подобных методов.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В основе нашего метода лежит тот факт, что тремор можно зафиксировать с помощью детектора движения, основанного на сравнении кадров путем вычитания из последующего кадра предыдущего [1].

При работе нами используются:

- веб-камера iSlim 321R;
- персональный компьютер с операционной системой Windows XP\ Vista\7.

Использование заранее определенной веб-камеры объясняется тем, что для нее заранее известны: разрешение, число кадров в секунду, интерфейс, системные требования и т. п.

Камера iSlim 321R при хорошей освещенности работает со скоростью 30 кадров в секунду [6], а это значит, что одна секунда видео состоит из 30 изображений. Тремор, как и любое другое движение, определяется как разность между двумя соседними кадрами. Таким образом, последовательно сравнивая 30 изображений в секунду, можно фиксировать движения, в данном случае тремор, до 30 раз в секунду, т. е. с частотой 30 Гц. Частоты патологического тремора редко превышают 12 Гц, а усиленного физиологического – 18 Гц. Таким образом, метод позволяет в полной мере регистрировать тремор и анализировать его частоту.

Не следует забывать, что тремор и любые движения, регистрируемые веб-камерой, – это не одно и то

же, и поэтому необходим ряд *стандартных условий* для работы:

1) *фиксированное расстояние*. Очевидно, что чем дальше от камеры объект, тем меньше пикселей на изображении он занимает. Поэтому его движения становятся менее значительными, и для адекватности метода необходимо выбрать четкое расстояние от руки пациента до веб-камеры. Наиболее оптимальным является расстояние – 50 см;

2) *нулевой уклон*. Большинство современных веб-камер, и в т. ч. iSlim 321R, имеют возможность регулирования угла обзора. Для точности измерений камера должна смотреть на руку в профиль с нулевым уклоном;

3) *адекватное расположение руки*. Очевидно, что если в обзор камеры будет попадать рука вместе с одеждой, то работа программы будет не адекватной. Идеальным является следующее расположение руки в обзоре камеры: рука выровнена по ширине так, что кончики пальцев не достают 1–2 см до правого края обзорного изображения камеры, а по высоте находится посередине;

4) *специальный фон*. Желательно использовать однородный белый, черный и т. п. фон. Ведь программа не может отличить пиксель с руки и с фона на их границе, если они абсолютно одинакового цвета. Если тест на тремор проводить на фоне, очень близком по цвету с рукой человека, то движения будут фиксироваться хуже, в такой ситуации все будет зависеть от освещенности;

5) *порог тремора*. Так как размеры изображения с камеры iSlim 321R – 640×480 точек, то получается, что в одном кадре 307 тыс. 200 точек, и соответственно можно зафиксировать даже небольшое движение (разница между двумя изображениями в 50 и более пикселей). Но если разница составляет всего несколько пик-

селей, то очевидно, что это ошибка, ведь размеры руки несоизмеримо больше, чем 1–2 точки. Вместе с тем если разница между двумя кадрами – 200 тыс. точек, то очевидно, что это – тоже какая-то ошибка, например, произошел сдвиг самой камеры. Поэтому для визуализации тремора устанавливают минимальный и максимальный порог движения. Слишком слабые и слишком сильные движения отбрасываются как помехи;

6) *хорошая освещенность*. Большинство современных веб-камер, в т. ч. iSlim 321R, автоматически настраивают количество кадров под освещенность от 8 в полной темноте до 30 при средней и хорошей освещенности. Поэтому освещенность должна быть дневной – тогда количество кадров будет 30 в секунду, т. е. постоянным значением, вполне достаточным для нормальной работы.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На основе вышесказанного авторами была предложена и реализована в виде компьютерной программы (рис. 1) специальная методика регистрации тремора – «Видеовизуализация тремора». В качестве языка программирования использовался Microsoft Visual C# 2005 Express.

Для визуализации тремора пациенту предлагают пройти экспресс-тест. Он вытягивает руку и держит ее так ровно, как сможет в течение одной минуты. Руку пациент вытягивает и держит строго на расстоянии 50 см в центре обзора веб-камеры на фоне, резко контрастирующем с рукой. Для визуализации движения в течение экспресс-теста используются (рис. 2):

- выделение выбранным цветом;
- график интенсивности;
- рассчитываемая в реальном времени частота тремора.

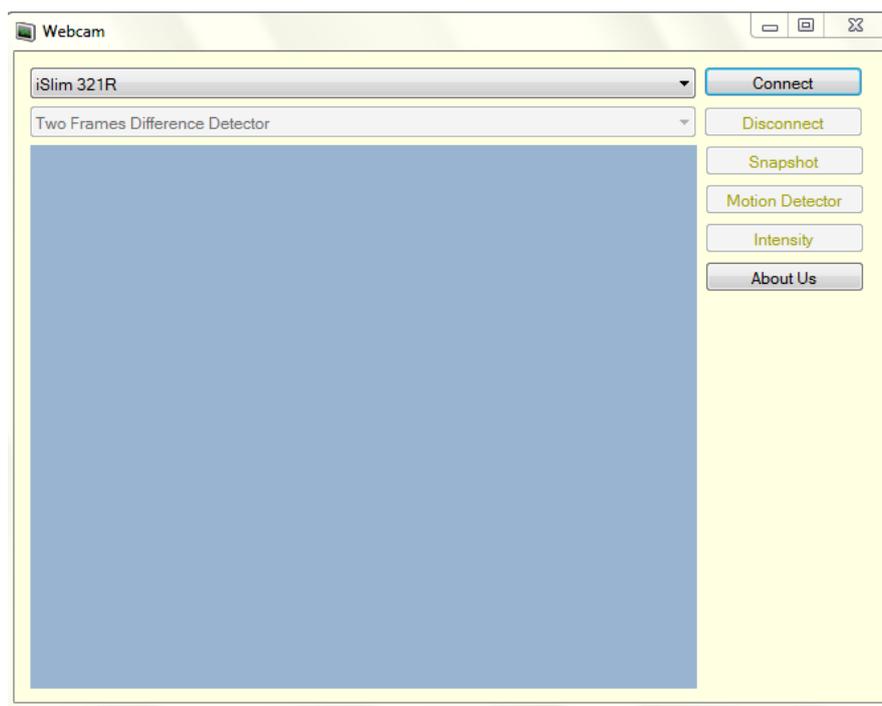


Рис. 1. Программа «Видеовизуализация тремора»

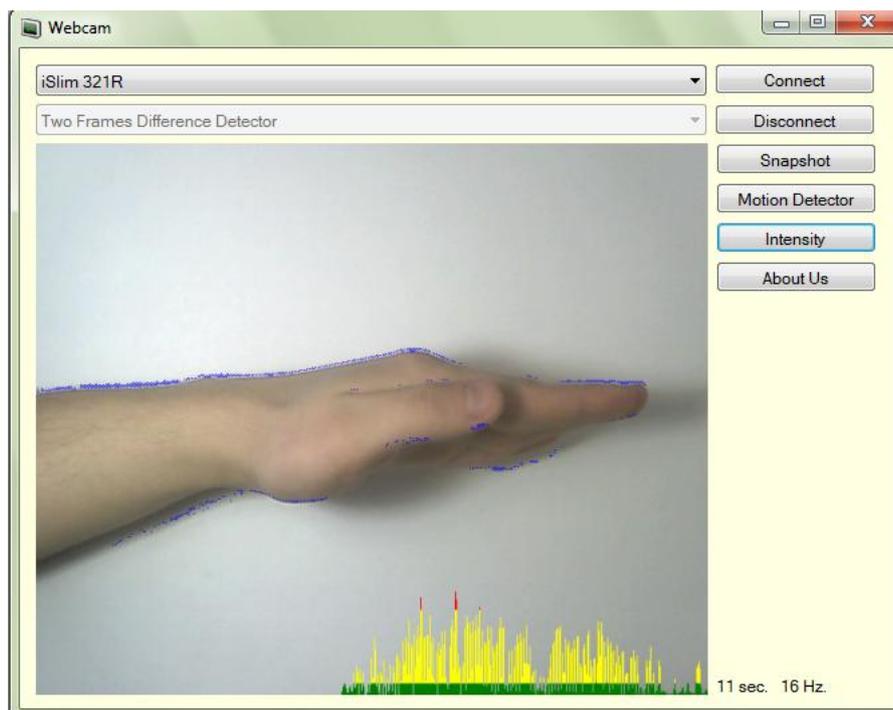


Рис. 2. Экспресс-тест тремора

График интенсивности показывает в виде столбцов интенсивность тремора: чем выше столбец, тем больше была разница между двумя кадрами. Этот график строится в реальном времени. Низкая интенсивность тремора на нем указывается зеленым цветом, средняя – желтым и высокая – красным. Расчет частоты тремора проводится каждую секунду на основе данных с внутреннего таймера программы и данных по количеству колебаний со средней амплитудой.

Для удобства анализа экспресс-тест сопровождается записью видео, необходимого для истории болезни.

Следует отметить, что данный метод прост и достаточно удобен в использовании. Компьютерная программа работает на обычных компьютерах с операционной системой Windows XP/Vista/7, программной платформой Microsoft.NET Framework версии 2.0 или выше и видекодеком DivX 3. При этом наш метод принципиально отличается от существующих на данный момент методов видеорегистрации тремора тем, что в нем оценивается движение самой руки, а не специального маркера, приклеенного на руку [5]. Таким образом, анализируется тремор всей части руки, попавшей в обзор камеры, а не только тремор маркера.

## ВЫВОДЫ

Предложена авторская методика визуализации тремора, основанная на использовании компьютерной программы детектора движения, с целью повышения эффективности диагностики болезни Паркинсона и эссенциального тремора.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Веб-студия «6». Электронный медицинский справочник «Моно-Мед». URL: <http://www.monomed.ru>. (дата обращения: 13.08.2012).
2. Горбунов А.В., Антонок С.Д. Варианты и аномалии развития артерий головного мозга в постнатальном онтогенезе человека по данным магнитно-резонансной ангиографии // Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки. Тамбов, 2006. Т. 11. Вып. 2. С. 174-176.
3. Горбунов А.В. Варианты развития артерий головного мозга человека и цереброваскулярные нарушения. Тамбов: Изд-во Р.В. Першина, 2009.
4. Национальное общество по изучению болезни Паркинсона и расстройств движения. URL: <http://society.parkinsonizm.ru/?page=84> (дата обращения: 14.08.2012).
5. Лихачев С.А., Вацилин В.В., Дик С.К. Тремор: феноменология и способы регистрации // Медицинский журнал: науч.-практ. рецензируемый журнал / Белорусский гос. мед. ун-тет. 2010. № 2. С. 133-137.
6. Genius iSlim 321R. URL: <http://www.genius.ru/products.aspx?pnum=20464>. (дата обращения: 12.08.2012).

Поступила в редакцию 19 октября 2012 г.

## Frolov S.V., Gorbunov A.V., Potlov A.Y. BIOMEDICAL APPROACH TO DIFFERENTIAL DIAGNOSIS OF SHAKE ON ESSENTIAL TREMOR AND PARKINSON'S DISEASE

Tremor and its place in various diseases, the existing methods of diagnosis of tremor are regarded. It is found that the tremor is an integral part of a large number of diseases and current diagnostic techniques it is not always applicable and does not always give an adequate result. The paper presents the author's method of visualization of the tremor – “Video visualization of the tremor” based on the use of Webcams and special computer programs to improve the efficiency of diagnosis of Parkinson's disease and essential tremor.

*Key words:* Parkinson's disease; essential tremor; tremor; motion detection; rapid test; graph of intensity.