

## Регистрация и анализ тремора с помощью детектора движения на основе веб-камеры

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

*Тамбовский Государственный Технический Университет, Тамбов*

*Контактная информация: д.т.н., профессор Фролов Сергей Владимирович  
sergej.frolov@gmail.com*

---

В статье предлагается авторский метод визуализации тремора — «Видеовизуализация тремора», основанный на использовании веб-камеры и специальной компьютерной программы, с целью повышения эффективности диагностики и контроля над лечением ряда заболеваний центральной нервной системы.

**Ключевые слова:** визуализация, тремор, детектор движения, веб-камера, график интенсивности.

---

Тремор — это произвольные 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, 2]. 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 [6]. Патологический тремор в основном имеет место при наследственных или приобретенных заболеваниях центральной нервной системы: болезнь Паркинсона, мультисистемная атрофия, эссенциальный тремор и отравлениях, например, марганцем [3].

Таким образом, тремор служит основной и неотъемлемой частью многих

заболеваний, и его диагностика является важной задачей 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 остается вопрос воспроизводимости данных, реги-

страция которых зависит от исходного положения конечности [2]. Высокая стоимость тоже является явным недостатком подобных методов.

**Цель.** Разработать максимально эффективный, удобный и недорогой метод регистрации и анализа тремора.

### Материалы и методы

В основе нашего метода лежит тот факт, что тремор можно зафиксировать с помощью детектора движения, основанного на сравнении кадров путём вычитания из последующего кадра предыдущего [5].

При работе нами используется:

Веб-камера iSlim 321R;

Персональный компьютер с операционной системой Windows XP\ Vista\7.

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

Камера iSlim 321R при хорошей освещённости работает со скоростью 30 кадров в секунду [7] (т.е. 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 поэто-

му необходим ряд стандартных условий для работы:

**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.

**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.

**Адекватное расположение руки.** Очевидно, что если в обзор камеры будет попадать рука вместе с одеждой, то работа программы будет неадекватной. 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.

**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 всё зависит от освещённости.

**Порог тремора.** Так как размеры изображения с камеры iSlim 321R - 640x480 точек, то получается, что в одном кадре 307200 точек, и, соответственно, можно зафиксировать даже небольшое движение (разница между двумя изображениями в 50 и более пикселей). Но если разли-

ца составляет всего несколько пикселей, то очевидно, что это ошибка, ведь размеры руки несоизмеримо больше, чем 1–2 точки. С другой стороны, если разница между 2-мя кадрами — 200000 точек, то очевидно, что это тоже какая-то ошибка: например, произошёл сдвиг самой камеры. Поэтому для визуализации тремора устанавливают минимальный и максимальный порог движения. Слишком слабые и слишком сильные движения отбрасываются как помехи.

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

### Результаты и их обсуждение

На основе вышесказанного, авторами была предложена и реализована в виде компьютерной программы (рис. 1) специальная методика регистрации тремора — «Видеовизуализация тремора». В ка-

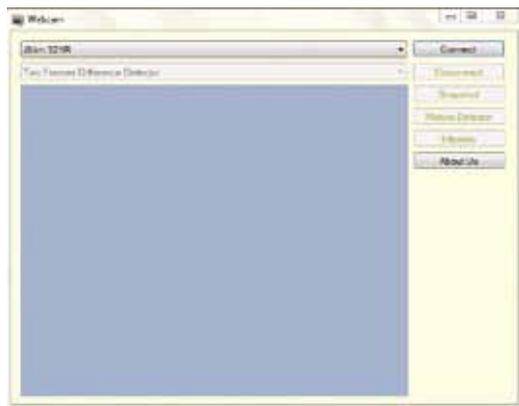


Рис. 1. Программа «Видеовизуализация тремора».

честве языка программирования использовался Microsoft Visual C# 2005 Express.

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

- выделение выбранным цветом;
- график интенсивности;
- рассчитываемая в реальном времени частота 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 нём указывается зелёным цветом, средняя — желтым и высокая — красным. Расчёт частоты тремора проводится ежесекундно, 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 видеорегистрации тремора тем, что в нем оценивается движение самой руки, а не специального маркера, приклеенного на руку [4]. Таким образом, анализируется тремор всей части руки, попавшей в обзор камеры, а не только тремор маркера.

### Выводы

В статье предложена авторская методика визуализации тремора, основанная на использовании компьютерной программы детектора движения, с целью повышения эффективности диагностики и лечения ряда заболеваний центральной нервной системы.

### Список литературы

1. Веб-студия «б» Электронный медицинский справочник - «МоноМед».
2. *Горбунов А.В., Антониук С.Д.* Варианты и аномалии развития артерий головного мозга в постнатальном онтогенезе человека по данным магнитно-резонансной ангиографии // «Вестник Тамбовского государственного университета». 2006. т. 11. Вып. 2. С. 174–176.
3. *Горбунов А.В.* Варианты развития артерий головного мозга человека и цереброваскулярные нарушения // Тамбов: Изд-во Першина Р.В. 2009.
4. *Лихачев С.А., Ващилин В.В., Дик С.К.* Тремор: феноменология и способы регистрации // Медицинский журнал: научно-практический рецензируемый журнал / учредитель: Белорусский государственный медицинский университет. 2010. № 2. С. 133–137.
5. <http://code.google.com/p/aforge/>
6. <http://society.parkinsonism.ru/?page=84>
7. <http://www.genius.ru/products.aspx?pnnum=20464>

## Recording and analysis of tremor through motion detection based on the webcam

S.V. Frolov, A.V. Gorbunov, A.Yu. Potlov

The paper presents the author's method of visualization of the tremor — “Videovizualization of the tremor” based on the use of Webcams and special computer programs to improve the efficiency of diagnosis and control of the treatment of diseases of the central nervous system.

**Key words:** visualization, tremor, motion detection, webcam, the graph of the intensity.