

Изобретение относится к области спортивной медицины и касается способа определения двигательной активности человека (спортсмена), а точнее отдельной его части (руки или ноги), и устройства для его осуществления.

Известен способ регистрации движения человека, заключающийся в проведении высокоскоростной фотосъемки, ввода изображений в ЭВМ и его последующей обработки с целью вычисления параметров движения, в том числе и двигательной активности. Такой способ имеет ряд недостатков: низкую точность определения параметров за счет различных ракурсов положения объекта съемки во времени; длительный процесс произведения вычислений, связанный с необходимостью ввода большого числа кадров изображений в ЭВМ и его анализа; предполагает определенные условия освещения человека в ходе съемки; предполагает нахождение человека в пределах прямой видимости кинокамер(ы); имеет высокую стоимость.

Известен другой способ регистрации движений человека или его отдельных частей, состоящий в том, что в значимых точках тела человека размещают элементы, чувствительные к изменению их положения в пространстве, с помощью известных средств записывают и обрабатывают полученную информацию с помощью ЭВМ с получением данных о характере движений человека. В известном способе используют ряд пассивных отражающих элементов - меток, которые подсвечивают и проводят высокоскоростную съемку с помощью 3 и более телевизионных камер, соединенных с помощью высокоскоростных аналоговых каналов ввода со специализированной ЭВМ.

Этот способ также обладает рядом недостатков, т.к. требует обязательного нахождения человека в пределах видимости, требует облучения человека различного рода электромагнитными излучениями (подсветкой) и предполагает наличие дополнительного оборудования для подсветки меток, устройство для осуществления этого способа характеризуется высокой стоимостью.

Также известен ряд аналогичных способов, основанных на измерении расстояний до меток на определенных частях тела человека с помощью измерения других физических величин, основанных на применении датчиков Холла, электромагнитных, электростатических и других датчиков. Все эти способы и устройства, их реализующие, имеют общие недостатки: необходимость воздействия на человека электромагнитным или электростатическим полями; ограниченная область действия, обусловленная конечной чувствительностью датчиков; более низкая, чем у оптических способов точность, высокая стоимость.

Наиболее близкими по сути изобретения являются способ и устройство RU 2257846 C1 «Способ регистрации движений человека и устройство для его осуществления».

Описываемый способ состоит в том, что в значимых точках тела человека размещают элементы, чувствительные к изменению их положения в пространстве, с помощью чувствительных к сигналам этих элементов средств записывают полученную от них информацию и обрабатывают записанную информацию с помощью ЭВМ с получением данных о характере движений человека, согласно изобретению на теле человека (например, на руке) размещают одно трехкоординатное устройство измерения угловых отклонений, включающее три датчика угловой скорости, каждый из которых ориентируют в направлении одной из трех взаимно перпендикулярных осей (X, Y, Z) и записывают сигналы с выхода этих датчиков в энергонезависимую память, информацию из которой затем используют для последующей обработки. Отметим, что в описании устройства, реализованного по данному способу, указывается, что оно автономное, т.е. не связанное с другими устройствами, в том числе внешней ЭВМ, блоками питания и т.п. Иными словами, такое автономное устройство имеет элементы питания - электрохимические батарейки или аккумуляторы, от которых питается устройство.

Целями настоящего изобретения являются создание более простого способа регистрации двигательной активности человека (спортсмена), а точнее отдельной его части (руки), который

не требовал бы для своего осуществления обязательного применения традиционных датчиков измерения линейных или угловых скоростей (полупроводниковых гироскопов или акселерометров);

не требовал бы внешнего облучения (подсветки) испытуемого;

не требовал бы привязки испытуемого к определенной ограниченной территории - зоне действия датчиков;

не требовал бы определенной ориентации человека относительно средств, принимающих сигналы датчиков;

имел бы более низкую стоимость за счет отсутствия полупроводниковых датчиков перемещений;

имел бы более простую структуру устройства (сокращение аппаратных затрат);

обеспечивал бы более длительную работу измерительного устройства за счет подзарядки батареи питания во время работы.

Поставленная задача достигается тем, что в способе и устройстве для определения двигательной активности человека в значимой точке (например, на руке) вместо трехкоординатного устройства измерения угловых отклонений, включающего три полупроводниковых датчика угловой скорости (гироскопа), каждый из которых ориентируют в направлении одной из трех взаимно перпендикулярных осей (X, Y, Z), размещают электромеханическое устройство, реагирующее на движение руки человека, аналогичное, например, механизму подзарядки наручных часов, которое выполняет роль механизма подзарядки пи-

тающей батареи (аккумулятора), а ток заряда батареи является мерой двигательной активности человека. Ток заряда оцифровывают с помощью аналого-цифрового преобразователя и обрабатывают непосредственно в измерительном устройстве, эти же данные могут быть считаны во внешнюю ЭВМ для сохранения результатов (например, в базе данных спортсменов).

Рассмотрим несколько вариантов реализации электромеханических устройств, реагирующих на движение руки человека, аналогичных механизму подзарядки наручных часов.

Один из вариантов реализации электромеханического устройства подзарядки состоит в том, что оно содержит сегмент диска, закрепленного на свободно вращающейся оси, расположенной в центре окружности сегмента диска. Этот сегмент диска при движении человека может свободно вращаться за счет сил тяжести и инерции. Ось сегмента соединена с часовой пружиной, которая может свободно сжиматься при вращении сегмента в соответствующем направлении, но не может раскручиваться, т.к. этому препятствует механическая защелка. Эта пружина раскручивается относительно медленно через несколько зубчатых колесиков и приводит в движение специальное колесико с электрической обмоткой, которое вращается в магнитном поле, созданном системой постоянных магнитов. Колесико с обмоткой и система постоянных магнитов образуют простейший электрический генератор, т.к. это колесико выполняет роль ротора. Таким образом, при ходьбе человека, если сегмент диска вращается в направлении, совпадающем с направлением завода пружины, она сжимается. Сжатая пружина раскручивает ротор миниатюрного электрогенератора (через систему зубчатых колес), который генерирует переменное напряжение определенной величины.

Второй вариант также имеет сегмент диска, закрепленного на свободно вращающейся оси, расположенной в центре окружности диска. Этот сегмент диска при движении человека может свободно вращаться за счет сил тяжести и инерции. Ось сегмента одновременно является ротором миниатюрного электрогенератора. При движении руки человека и, соответственно, при вращении сегмента диска, миниатюрный электрогенератор вырабатывает переменное напряжение определенной величины.

Напряжение с выхода обмотки миниатюрного электрогенератора проходит через выпрямительный диодный мост и поступает на конденсатор, на котором напряжение интегрируется, а затем, через постоянный резистор поступает на аккумуляторную батарею питания. Таким образом, электромеханическое устройство осуществляет подзарядку аккумуляторной батареи во время работы, а ток заряда, протекающий через постоянный резистор, эквивалентен двигательной активности руки человека.

Очевидно, что такое устройство стоит значительно дешевле, чем, например, трехкоординатное устройство для измерения угловых отклонений, включающее три полупроводниковых датчика угловой скорости (гироскопа). Например, один датчик угловой скорости фирмы Analog Devices ADXRS150EB стоит 50\$ [<http://www.analog.com>]. Т.е. система из трех датчиков - соответственно, более \$150. Кроме того, как уже указывалось выше, постоянный подзаряд аккумуляторной батареи, от которой питается автономное устройство, увеличивает время его непрерывной работы.

Таким образом очевидно как упрощение устройства, так и снижение его стоимости и увеличение времени непрерывной работы. Кроме того, предлагаемые способ и устройство обеспечивают достаточно высокую точность измерений; не требуют жестких условий освещения или облучения человека какими-либо полями; не ограничивают область нахождения человека; обеспечивают более высокую скорость записи данных, чем высокоскоростная фотосъемка; позволяют регистрировать движения человека (или его частей) значительное время и на значительном расстоянии.

В дальнейшем изобретение поясняется описанием конкретного варианта его осуществления и прилагаемым чертежом, на котором изображена функциональная схема устройства для определения двигательной активности человека согласно изобретению.

На чертеже представлена функциональная схема устройства определения двигательной активности человека, а точнее отдельной его части (руки, ноги), содержащего электромеханическое устройство подзарядки 1 с цепями подзарядки (диодный мост, интегрирующий конденсатор и резистор) и аккумуляторной батареей, аналоговый мультиплексор 2, аналого-цифровой преобразователь 3, микроконтроллер 4, блок оперативной памяти 5 и высокоскоростной интерфейс USB 6.

Выходы обмотки электрогенератора электромеханического устройства подзарядки соединены с соответствующими входами полупроводникового выпрямительного моста VD, выходы которого соединены с выводами интегрирующего конденсатора C, и через постоянный резистор R с соответствующими выходами аккумуляторной батареи, сигналы с обоих выводов постоянного резистора R соединены во входами аналогового мультиплексора 2, выход которого соединен с входом аналого-цифрового преобразователя 3, выход которого подключен к соответствующим входам микроконтроллера 4, одна группа выходов которого соединена с управляющими входами аналогового мультиплексора 2, вторая группа входов/выходов микроконтроллера 4 соединена с входами/выходами блока оперативной памяти 5, а третья группа входов/выходов микроконтроллера 4 соединена с входами/выходами быстродействующего интерфейса USB 6, выход которого может быть соединен с внешней ЭВМ.

Способ регистрации движений человека станет понятным из описания работы устройства.

Устройство работает следующим образом. При движении руки человека с закрепленным на ней устройством для определения двигательной активности электромеханическое устройство подзарядки 1

вырабатывает некоторое переменное напряжение, которое выпрямляется на диодном выпрямительном мосту VD, интегрируется на конденсаторе С и через постоянный резистор R поступает на аккумуляторную батарею, подзаряжая ее (она используется для питания автономного устройства). Оба выхода постоянного резистора R соединены со входами аналогового мультиплексора 2. Сигналы с выходов резистора R, образуемые током заряда аккумуляторной батареи и эквивалентные двигательной активности, поступают на вход аналого-цифрового преобразователя 3 через аналоговый мультиплексор 2, которым управляет микроконтроллер 4. Сигналы оцифровываются в аналого-цифровом преобразователе 3 и с его выхода подаются на входы микроконтроллера 4, в котором происходит вычисление двигательной активности и накопление полученной величины в блоке оперативной памяти 5. Другие входы/выходы микроконтроллера 4 соединены со входами/выходами высокоскоростного интерфейса USB 6, выход которого может быть соединен со внешней ЭВМ для быстрого считывания накопленных данных. Узлы аналогового мультиплексора 2, аналого-цифрового преобразователя 3, микроконтроллер 4, блок оперативной памяти 5, интерфейс USB 6 являются внутренними узлами используемой современной микросхемы микроконтроллера C8051F342 фирмы Silicon Laboratories.

Преимущества предлагаемого способа и устройства состоят в том, что сокращают аппаратные затраты по сравнению с прототипом; сокращают стоимость устройства по сравнению с прототипом; не используют никакие полупроводниковые датчики, реагирующие на движение; обеспечивают более длительную работу автономного измерительного устройства от аккумуляторной батареи за счет подзарядки ее во время работы; отсутствует необходимость в воздействии на человека внешними электростатическими, электромагнитными или иными полями, вредными для здоровья; испытываемый человек полностью свободен от территориальных ограничений (ни креплениями, ни используемым оборудованием, ни зоной видимости или уверенного радиоприема); испытываемый человек свободен от определенной ориентации в пространстве, например, чтобы датчики были освещены или повернуты к приемной антенне или фотоприемнику; скорость регистрации при данном способе и устройстве существенно выше, чем в противопоставляемых устройствах, т.к. не ограничивается необходимостью в ручных измерениях, пропускной способностью каналов связи и т.п.

Используемые в заявляемом способе устройства автономны, т.е. не имеют во время измерений и регистрации связи ни с компьютером, ни с внешним питанием, следовательно не имеют проводов и других элементов, мешающих естественному движению испытуемого человека.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ определения двигательной активности человека, состоящий в том, что в значимых точках тела человека размещают элементы, чувствительные к изменению их положения в пространстве, с помощью чувствительных к сигналам этих элементов средств записывают полученную от них информацию и обрабатывают записанную информацию с получением данных о двигательной активности, отличающийся тем, что на теле человека размещают одно автономное микроконтроллерное устройство, включающее электромеханическое устройство, реагирующее на движение, которое выполняет роль механизма подзарядки аккумуляторной батареи, а ток подзарядки, являющийся мерой двигательной активности человека, оцифровывают и вычисляют на его основе величину, эквивалентную двигательной активности, которую накапливают в оперативной памяти, данные из которой могут быть считаны через высокоскоростной интерфейс во внешнюю ЭВМ, например, для сохранения в базе данных.

2. Устройство для определения двигательной активности человека, содержащее средство определения перемещения, аналоговый мультиплексор, аналого-цифровой преобразователь, микроконтроллер, высокоскоростной интерфейс USB, отличающееся тем, что средство определения перемещения выполнено в виде электромеханического устройства, реагирующего на движение руки человека, аналогичного, например, механизму подзарядки наручных часов, которое осуществляет подзарядку аккумуляторной батареи, а ток подзарядки, являющийся мерой двигательной активности человека, измеряется на резисторе, выводы которого соединены со входами аналогового мультиплексора, выход которого соединен со входом аналого-цифрового преобразователя, выход которого соединен со входами микроконтроллера, выходы которого соединены со входами аналогового мультиплексора, блока оперативной памяти и высокоскоростного интерфейса USB.

3. Устройство по п.2, в котором электромеханическое устройство подзарядки содержит сегмент диска, закрепленного на свободно вращающейся оси, расположенной в центре окружности сегмента диска, ось сегмента соединена с часовой пружиной, которая может свободно сжиматься при вращении сегмента в соответствующем направлении, но может раскручиваться только через несколько зубчатых колес, которые приводят в движение ротор миниатюрного электрогенератора, вращающийся в магнитном поле постоянных магнитов, который вырабатывает при своем вращении переменное напряжение определенной величины.

4. Устройство по п.2, в котором электромеханическое устройство подзарядки содержит сегмент диска, закрепленного на свободно вращающейся оси, расположенной в центре окружности сегмента диска, которая одновременно является ротором миниатюрного электрогенератора, вырабатывающего при движении переменное напряжение определенной величины.

