



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2002135045/12**, **26.12.2002**
 (24) Дата начала действия патента: **26.12.2002**
 (43) Дата публикации заявки: **20.07.2004**
 (45) Опубликовано: **27.06.2005 Бюл. № 18**
 (56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **WO 96/25986 A1, 29.08.1996. RU 2144217 C1, 10.01.2000. US 6367332 B1, 09.04.2002.**

Адрес для переписки:
107078, Москва, ул. Садовая Спасская, 21, кв.268, Г.Н. Ворожцову

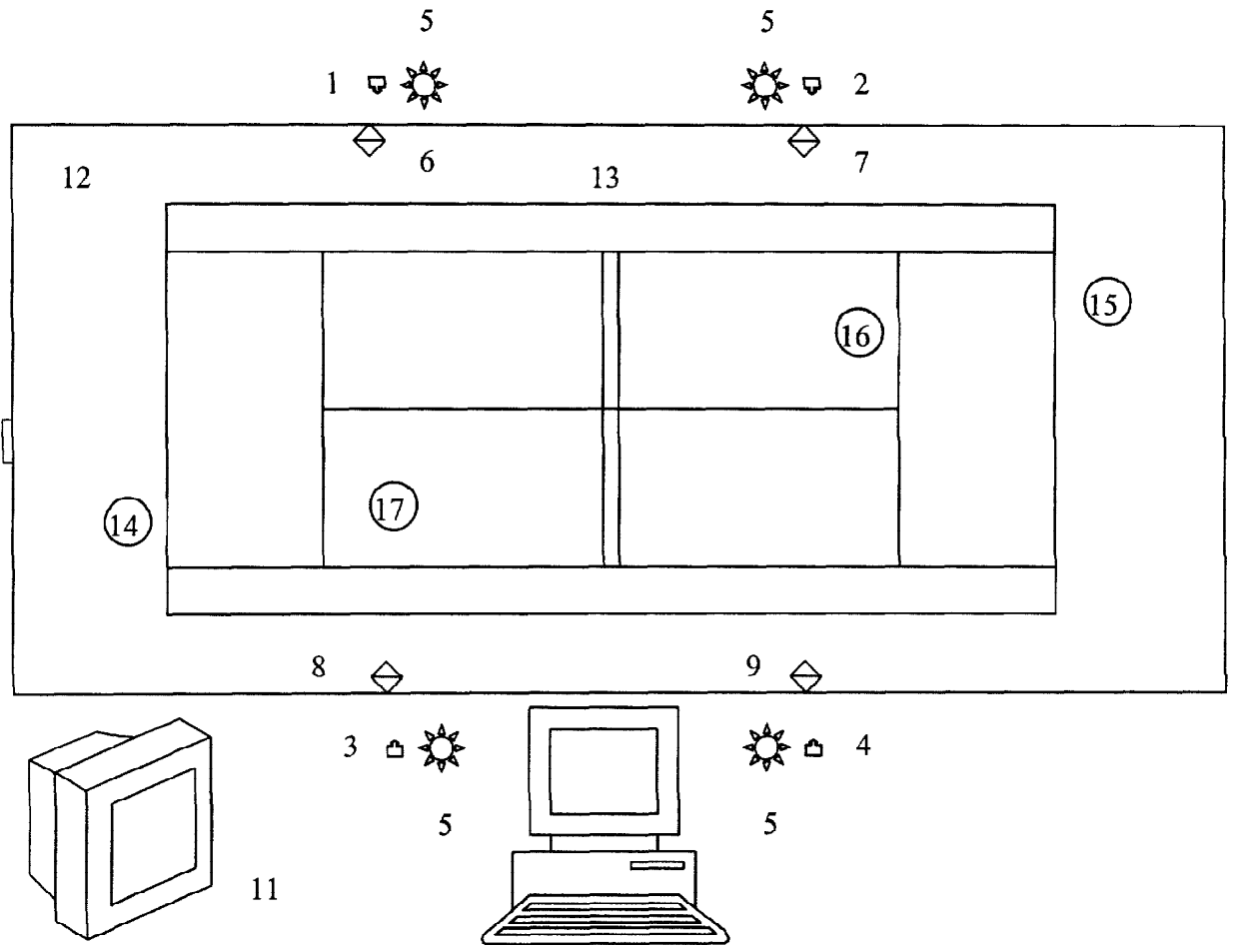
(72) Автор(ы):
**Ворожцов Г.Н. (RU),
 Лощёнов В.Б. (RU),
 Лужков Ю.М. (RU),
 Хижняк Е.П. (RU)**
 (73) Патентообладатель(ли):
**Ворожцов Георгий Николаевич (RU),
 Лощёнов Виктор Борисович (RU),
 Лужков Юрий Михайлович (RU),
 Хижняк Евгений Павлович (RU)**

(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОГО ОБЪЕКТА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СПОРТИВНЫХ СОСТЯЗАНИЙ ИЛИ В ТРЕНИРОВОЧНОМ ПРОЦЕССЕ, УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ И СПОСОБ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО И ТВОРЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА СПОРТСМЕНОВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к способам контроля, необходимым как при проведении спортивных состязаний, так и в тренировочном процессе. Конкретно оно касается определения динамических параметров движения материального объекта в условиях состязаний или на тренировках и позволяет определить целый ряд динамических параметров движения материального объекта в процессе спортивных состязаний или в тренировочном процессе, что позволит более строго документировать все этапы спортивных мероприятий и демонстрировать их как судьям, так и зрителям, даст возможность более объективно оценивать уровень мастерства спортсменов, окажет помощь инженерным и научным работникам при создании и совершенствовании спортивного оборудования. Траектории инфракрасных следов, образовавшихся в результате взаимодействия объекта с окружающими объектами или окружающей средой регистрируют и анализируют динамику изменения интенсивности инфракрасного излучения в различных участках траектории объекта и по ним рассчитывают параметры движения объекта. Регистрируют траекторию

инфракрасных следов в различных спектральных диапазонах и траекторию теней, образовавшихся в результате взаимодействия объекта и сосредоточенных или распределенных внешних источников инфракрасных излучений. В случае большого тенниса область соприкосновения мяча с кортом и момент соударения мяча с поверхностью корта регистрируют по излому траекторий инфракрасных следов. Устройство включает инфракрасную камеру, компьютер и приемник механических колебаний, связанный с инфракрасной камерой. Внешний источник подсветки модулирован по частоте или по длинам волн инфракрасного излучения и синхронизован с инфракрасной камерой. Могут использоваться инфракрасные камеры с регулируемым временем фиксации изображения. Возможно также использование инфракрасных камер, снабженных приспособлением, обеспечивающим возможность их поворота и перемещения, синхронизированного с приемником механических колебаний. Инфракрасные камеры могут быть снабжены системой оптических фильтров, изменяющих спектральный диапазон их чувствительности. 3 н. и 9 з.п. ф-лы, 15 ил.



10
Фиг. 1

RU 2254895 C2

RU 2254895 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2002135045/12, 26.12.2002**

(24) Effective date for property rights: **26.12.2002**

(43) Application published: **20.07.2004**

(45) Date of publication: **27.06.2005 Bull. 18**

Mail address:

**107078, Moskva, ul. Sadovaja Spasskaja, 21,
kv.268, G.N. Vorozhtsovu**

(72) Inventor(s):

**Vorozhtsov G.N. (RU),
Loshchenov V.B. (RU),
Luzhkov Ju.M. (RU),
Khizhnjak E.P. (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Vorozhtsov Georgij Nikolaevich (RU),
Loshchenov Viktor Borisovich (RU),
Luzhkov Jurij Mikhajlovich (RU),
Khizhnjak Evgenij Pavlovich (RU)**

(54) **METHOD FOR DETERMINING DYNAMIC PARAMETERS OF MOVEMENT OF MATERIAL OBJECT DURING SPORTIVE MATCHES OR EXERCISING, APPARATUS AND METHOD FOR EVALUATING SPORTSMEN'S TECHNICAL AND CREATIVE POTENTIAL**

(57) Abstract:

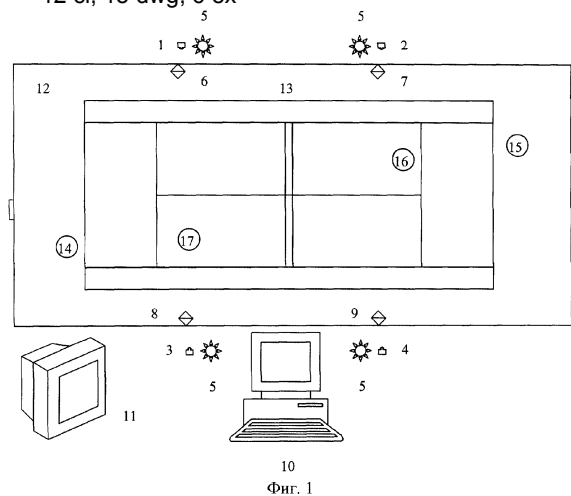
FIELD: sports, in particular, controlling methods and equipment.

SUBSTANCE: method involves registering paths of infrared traces created upon interaction of object with surrounding objects or environment; analyzing dynamics of changing intensity of infrared radiation in different parts of object's path and calculating parameters of movement of object on the basis of resulting values; registering path of infrared traces in various spectral ranges and path of shadowing resulted from interaction between object and concentrated or distributed infrared radiation sources; in high tennis cases, registering ball and tennis-court contacting region and moment when ball collides with tennis-court surface by breakdown of infrared radiation traces. Apparatus has infrared chamber, computer and mechanical vibration receiver connected with infrared chamber. Outside illumination source is frequency modulated type or infrared radiation wavelength modulated type and is synchronized with infrared chamber. Infrared chambers with adjustable image registering time, as well as rotatable and moving infrared chambers equipped with rotational or displacement drive may be employed. Infrared chambers may be provided with optical filter

systems for changing their perception spectral ranges. Above methods and equipment allow all stages of sportive events to be registered and displayed to both referees and spectators, enable evaluation of sportsmen's skills to be effected more objectively and render help to engineering and scientific workers in improvement of sportive equipment.

EFFECT: wider range of use and increased efficiency.

12 cl, 15 dwg, 6 ex



Изобретение относится к способам контроля, необходимым, как при проведении спортивных состязаний, так и в тренировочном процессе. Конкретно оно касается определения динамических параметров движения материального объекта в условиях состязаний или на тренировках.

5 В качестве материальных объектов могут рассматриваться движущиеся в пространстве объекты, как, например, мяч (теннис, пинг-понг, футбол, волейбол и т.д.), а также такие спортивные снаряды, как ракетка, копье, молот, диск; в зимних видах спорта - коньки, лыжи, сани и пр. в контакте с окружающими предметами, окружающей средой или с другими спортивными снарядами.

10 Кроме того, в качестве материального объекта может рассматриваться сам спортсмен или его одежда в движении относительно окружающей среды (кожа и плавательный костюм пловца или прыгуна в воду относительно воды, бегун относительно воздуха, обувь прыгуна относительно спортивной площадки и т.д.)

15 Согласно существующему уровню техники определение динамических характеристик объекта в спортивных состязаниях или на тренировках с использованием оптических приборов и камер, работающих в видимом диапазоне, решается в недостаточном объеме и не отражает существующей необходимости. Например, оценка скорости полета мяча дает только один из многих необходимых параметров. Замедленная видеосъемка не обеспечивает необходимой точности при объективизации аута.

20 Существует способ (WO 87/01295, A 63 B 71/06), в котором с помощью инфракрасных камер можно получать изображение места удара теннисного мяча на теннисной площадке, где регистрируется местоположение мяча во время контакта и два положения мяча после контакта, для того, чтобы идентифицировать принадлежность следа отскочившему мячу и не спутать с другими тепловыми следами. Недостатком данного способа является то, что он не дает информацию о всех составляющих движения мяча, а фиксирует только место

25 контакта мяча с поверхностью корта с недостаточной степенью точности.

30 Существует также способ (WO 96/25986, A 63 B 71/06, 1996), касающийся фиксирования поверхности соприкосновения объекта, присутствующего в спорте (мяч, игрок, шина, полоз и т.п.) с контактными основаниями (грунт, поверхность стола, ограничение поля и т.п.), где используется дополнительно маркировка площадки на основе металлического порошка, с целью улучшить отличие ограничивающих полос от самой площадки, и тем самым повысить четкость определения местоположения спортивного объекта по инфракрасному следу. Недостатком данного способа является то, что в нем фиксируется только область контакта, и поэтому могут определяться только параметры движения

35 объекта, характеризующие его движение только во время контакта. При этом такие параметры движения, как энергия движения, линейная и вращательная скорость вращения объекта, не оцениваются. Кроме этого, только теплового отпечатка, возникшего в результате отскока мяча от поверхности корта, недостаточно для судьи, так как в зависимости от чувствительности инфракрасной камеры один и тот же удар может иметь

40 разную длину следа. И наоборот, при одной и той же чувствительности камеры разная скорость удара и разный тип покрытия также дадут разную длину следа, и судье будет затруднительно оценить, был аут или нет. Кроме того, реализация изобретения требует использования специальной краски для контрастирования границ корта в ПК-диапазоне. Все это существенно ограничивает широкое использование изобретения.

45 Исходя из этого, задачей настоящего изобретения является создание такого способа определения динамических параметров движения материального объекта, который бы обеспечил определение достаточного количества качественных динамических характеристик, обеспечивающих повышение объективности судейства спортивных игр, помощь инженерам, конструкторам и научным работникам при создании и

50 совершенствовании спортивного оборудования, оказание помощи тренировочному процессу.

Для решения этой задачи в способе определения динамических характеристик материального объекта в спортивных состязаниях или в тренировочном процессе с

использованием регистрации траектории движения объекта в инфракрасном спектральном диапазоне, согласно изобретению регистрируют траектории инфракрасных следов, образовавшихся в результате взаимодействия объекта с окружающими объектами или окружающей средой, регистрируют и анализируют динамику изменения интенсивности инфракрасного излучения в различных участках траектории объекта и по ним рассчитывают параметры движения объекта.

Дополнительно регистрируют траектории инфракрасных следов в различных спектральных диапазонах и теней, образовавшихся в результате взаимодействия объекта и сосредоточенных или распределенных внешних источников инфракрасных излучений.

В случае большого тенниса область соприкосновения мяча с кортом и момент соударения мяча с поверхностью корта регистрируют по излому траекторий инфракрасных следов.

ИК-след - это вся или часть поверхности объекта (мяча, корта, среды), имеющая температуру, отличную от окружающей среды или других частей объекта. ИК-след может иметь положительное значение, если он образован в результате неупругого соударения двух объектов. В этом случае место контакта имеет более высокую температуру, чем окружающие тела или части тела. ИК-след может иметь отрицательное значение, если он затеняет другие более тепловые объекты или находится в среде с более высокой температурой, чем он сам.

Траектория ИК-следа - это геометрическое место точек, образованное движением ИК-следа в воздушной среде и на поверхности другого объекта. При этом ИК-след может иметь как положительное, так и отрицательное значение относительно среды и на поверхности.

Траекторий ИК-следов во время полета мяча от одного игрока до другого будет несколько. И в зависимости от постановки задачи анализируется одна, две или несколько одновременно.

В качестве подобных следов могут быть, например, следы от соприкосновения мяча с поверхностью корта. Это могут также быть следы, образованные затенением мяча теплового излучения, которое испускается или отражается окружающими предметами (поверхностью корта, зрителями и другими тепловыми источниками).

Известна система устройств, служащих для объективизации судейства теннисных матчей, включающая одну или несколько ИК-камер и компьютер, соединенный с периферийными устройствами (WO 96/25986). Однако подобная система устройств не обеспечивает получение достаточного количества динамических параметров движения мяча с достаточной степенью точности.

Задачей изобретения является создание системы устройств, которая бы обеспечила получение необходимых динамических характеристик движения материальных объектов в условиях спортивных состязаний или тренировочного процесса с достаточной (удовлетворительной) степенью точности.

Для решения этой задачи устройство для определения динамических параметров движения материального объекта при проведении спортивных состязаний или в тренировочном процессе, содержащее, по меньшей мере, одну инфракрасную камеру и компьютер, согласно изобретению содержит приемник механических колебаний, связанный с инфракрасной камерой.

Устройство может включать внешний источник подсветки.

Для большей точности получения динамических характеристик источник подсветки может быть модулирован по частоте или по длинам волн инфракрасного излучения и синхронизирован с инфракрасными камерами.

Кроме того, могут быть использованы инфракрасные камеры с регулировочным временем фиксации изображения.

Дополнительно по меньшей мере одна инфракрасная камера может быть снабжена приспособлением, обеспечивающим возможность ее поворота и перемещения, синхронизированного с приемником механических колебаний.

Кроме того, по меньшей мере одна инфракрасная камера может быть снабжена системой оптических фильтров, изменяющих спектральный диапазон чувствительности инфракрасной камеры.

Задача оценки технического и творческого потенциала спортсменов решается с использованием способа по пп.1-4 и устройства по пп.5-10 формулы.

5 Схема предлагаемой системы устройств, например, для тенниса представлена на фиг.1 (для других спортивных игр отличие будет только в количестве и взаимном расположении камер, ИК-источников света и приемников механических колебаний. Для настольного тенниса и бильярда, например, все три устройства в одном экземпляре располагаются над столом), где

1, 2, 3, 4 - ИК-камеры, с механизмом поворота, синхронизованного с приемниками механических колебаний и системой оптических фильтров.

5 - ИК-источники света, 4 штуки, синхронизованы с ИК-камерами.

6, 7, 8, 9 - приемники механических колебаний, обеспечивающие синхронный прием механических колебаний по воздуху и по покрытию корта, соединенные с анализатором механических колебаний, который подает сигнал на открытие и закрытие ИК-камер.

10 10 - центральный компьютер с платами управления и программным обеспечением, обеспечивающим согласованное действие ИК-камер, приемников механических колебаний и модулирование ИК-источника света.

20 11 - монитор, демонстрирующий зрителям результаты обработки траекторий ИК-следов в виде изображений и цифровых значений параметров движения мяча во время игры.

12 - площадка для игры в теннис.

13 - сетка.

14 - точка подачи первого игрока.

25 15 - точка подачи второго игрока.

16 - точка контакта мяча с кортом после подачи первого игрока.

17 - точка контакта мяча с кортом после подачи второго игрока.

Принцип работы схемы устройств следующий.

30 При подаче слева с позиции 14, звук от удара ракеткой по мячу достигнет приемников 6 и 8, которые открывают камеры 2 и 4 и закрывают камеры 1 и 3. Мяч за время прохождения сигнала от ракетки до датчиков пролетит максимально около двух метров, что не влияет на точность построения траекторий следов и соответственно определение параметров движения мяча. При касании мяча точки 16, механические колебания, возникшие в результате касания, передаются по покрытию корта (или по воздуху) к датчикам 7 и 9, которые закрывают камеры 2 и 4 через заранее установленный промежуток времени, например 1 сек. При приеме мяча вторым игроком, звук от удара ракеткой по мячу фиксируется приемниками 7 и 9, которые открывают камеры 1 и 3 и закрывают камеры 2 и 4, если они еще не были закрыты предыдущим сигналом. ИК-подсветка 5 работает синхронно или с покадровой разверткой или с приемниками механических колебаний. При подаче мяча вторым игроком взаимодействие устройств осуществляется аналогично. Приведенная схема с применением приемников механических колебаний используется с целью уменьшения объема обработки информации и ускорения вывода на монитор судьи и на зрительский монитор кадров касания мяча с кортом и скоростных параметров полета мяча, включая число оборотов вращения мяча. ИК-подсветка применяется для контрастирования разметки корта, если это необходимо, и для создания тени от летящего мяча, по которой строится или уточняется траектория движения ИК-следа или самого мяча. Это позволяет с более высокой степенью точности определить место касания мяча с кортом. Необходимость в нескольких устройствах вызвана существующей вероятностью экранирования траектории мяча спортсменом, паразитными звуковыми сигналами. Хотя при решении других задач, описанных вначале, достаточно одного комплекса или даже одной камеры.

Нижеприведенные примеры иллюстрируют осуществление предлагаемого способа с применением предложенной для него системы устройств.

Пример 1.

Определение некоторых параметров движения теннисного мяча, в том числе аута с использованием регистрации траекторий ИК-следов и тени во время спортивных состязаний с применением ИК-камер, работающих в длинноволновом диапазоне спектра.

5 На фиг.2 приведено 6 последовательных кадров инфракрасных изображений одного эпизода теннисного матча. Длительность каждого кадра для используемой камеры $\tau=4 \cdot 10^{-2}$ сек.

Каждый последующий кадр "помнит" конечную часть предыдущего кадра, что позволяет восстановить изображение в непрерывном виде.

10 На кадре I видна траектория тени, создаваемой мячом (температура мяча меньше температуры поверхности корта), в виде прямой линии между точками 1 и 2. Скорость полета мяча $V=S(1-2)/\tau$, где

$S(1-2)$ - расстояние между точками 1 и 2=2, 3 метра,

$\tau=4 \cdot 10^{-2}$ с,

15 $V=2,3 \text{ м}/4 \cdot 10^{-2} \text{ с}=57,5 \text{ м/с}=207 \text{ км/час}$.

На кадре II видно продолжение траектории движения тени, создаваемой мячом $S(3-4)=2,3 \text{ м}$ и $S(4-5)$, траектория ИК-следа, образованного в результате трения мяча о корт при прикосновении с ним $S(4-5) \approx 15 \text{ см}$. Если траектория 1-2-3-4 совпадает по геометрическим размерам с траекторией мяча (в данном конкретном случае), то траектория следа на поверхности корта имеет геометрические размеры, зависящие от скорости вращения и линейной скорости мяча. Интенсивность свечения траектории следа также зависит от этих параметров. Это справедливо для конкретного покрытия корта и качества мяча.

20 На кадре III зафиксировано продолжение траектории ИК-следа $S(6-7)$, $S(8-9)$, $S(10-11)$ и оставшийся ИК-след на поверхности корта $S(4-5)$. Траектория ИК-следа прерывается за счет вращения мяча вокруг своей оси. Нетрудно оценить скорость отскока мяча и число оборотов (n). $V_{\text{отскока}}=2,0 \text{ м}/4 \cdot 10^{-2} \text{ с}=50 \text{ м/с}=180 \text{ км/час}$.

Учитывая, что длительность кадра составляет $4 \cdot 10^{-2}$ с, а мяч, как видно из кадра, 30 успел сделать два полных оборота и еще как минимум 0.5 оборота, то $n(6-11)=2,5 \text{ об}/4 \cdot 10^{-2} \text{ с}=60 \text{ об/с}=3600 \text{ об/мин}$.

На кадре IV зафиксировано продолжение траектории ИК-следа, соответствующего траектории движения мяча $S(12-13)$, $S(14-15)$, и оставшийся ИК-след на поверхности корта $S(4-5)$, также в кадре остался зафиксированным участок траектории $S(10-11)$ от предыдущего кадра. Скорость полета мяча после отскока $V(12-15)=1,5 \text{ м}/4 \cdot 10^{-2} \text{ с}=37 \text{ м/с}=133 \text{ км/час}$.

$n(12-15)=1,5 \text{ об}/4 \cdot 10^{-2} \text{ с}=37 \text{ об/с}=2200 \text{ об/мин}$.

Таким образом, скорость полета мяча и количество оборотов вокруг оси уменьшается достаточно быстро после соударения мяча с кортом.

40 На V кадре осталась заметной только траектория следа $S(4-5)$, который практически исчез на IV кадре. Но если предыдущие 5 кадров снимались последовательно один за одним, то между 5 и 6 кадром пропущено 40 кадров. Таким образом, время исчезновения ИК-следа, оставленного на корте мячом в данном эпизоде игры,

составляет $\tau_{\text{следа}}=4 \cdot 10^{-2} \text{ с} \cdot 40=1,6 \text{ сек}$.

Любопытно отметить, что в данном игровом эпизоде, случившемся на "Кубке Кремля", в 2002 году, мяч не попал в "поле". Это хорошо видно по части траектории ИК-следа $S(3-4-5)$.

Для определения параметров движения теннисного мяча в промежутке между ударом по нему ракеткой и вторым касанием мяча или ракетки соперника, или поверхности корта, воспользуемся результатами регистрации траектории движения, приведенными выше.

50 Неизвестным является скорость вращения (число оборотов) мяча во время удара.

Скорость вращения мяча определяется аналитически из уравнения сохранения энергии:

$$E_n + E_k + E_{\text{квр}} = E'_n + E'_k + E'_{\text{квр}} + A_{\text{тр}},$$

где E_n , E'_n - потенциальная энергия мяча до первого соприкосновения с кортом и после;

E_k, E'_k - кинетическая энергия движения мяча массой m , со скоростью v до соприкосновения с кортом и v' после соприкосновения с кортом;

$A_{тр}$ - энергия, затраченная на преодоление сил трения, возникающих во время контакта мяча с кортом.

5 Для упрощения решения, энергией, потраченной на сопротивление воздуха, в этом примере пренебрегаем.

В нашем примере скорость вращения мяча или в более привычной форме - число оборотов мяча вокруг своей оси $n=70$ об/с=4200 об/мин.

На фиг.3 приведены те же кадры, что и на фиг.2, только без авторских пометок.

10 Пример 2.

Определение скорости полета мяча и области контакта с кортом с использованием видеокамеры, работающей в ближнем ИК-диапазоне.

15 Преимущество видеокамеры, работающей в ближнем ИК-диапазоне, определяется возможностью использования ИК-источников подсветки, которые невидимы человеческим глазом и поэтому не мешают наблюдению за матчем зрителям.

На фиг.4, 5 приведены кадры, в которых зафиксированы траектории полета мяча, и траектория тени мяча, с использованием камеры, работающей в режиме: 20 мсек камера открыта, 20 мсек - закрыта. Камера работает в ближнем ИК-диапазоне спектра без ИК-подсветки (поэтому плохо видна траектория тени, создаваемой мячом). Анализ траекторий
20 позволяет легко вычислить скорость полета мяча (в данном случае она равна 38 м/с), изменение телесного угла отлета мяча по сравнению с углом подлета и по точке изгиба кривой траектории уточнить место касания мяча с кортом. Для более точного анализа области касания мяча с кортом анализируются две траектории: одна - траектория создаваемая световым следом, отраженным от мяча, вторая - создаваемая тенью,
25 возникающей при экранировании мячом светового потока, исходящего от ИК-источника.

Для оценки технического и творческого потенциала спортсменов могут быть использованы динамические параметры движения теннисного мяча, такие как линейная скорость и ускорение, скорость вращения мяча, а также изменение телесного угла отлета мяча по сравнению с углом подлета, методы определения которых описаны в примерах 1 и
30 2. Интегральной характеристикой технического и творческого потенциала спортсменов может служить индекс спортивного мастерства, который может быть рассчитан как некоторый интегральный показатель, учитывающий роль каждого из перечисленных выше динамических параметров с соответствующими весовыми коэффициентами.

Пример 3.

35 Оценка равномерности нагрузки на ноги у лыжника во время тренировки и качества лыжной мази.

Измерения проводились ИК-камерой, в диапазоне 8-12 мкм. Включение и выключение камеры производилось по звуку сигнала, издаваемого от контакта лыжи со снегом и принимаемого детектором. Изображение обрабатывалось по специальной программе,
40 которая позволяла в цифровом виде рассчитывать параметры сцепления лыжи со снегом, полученные на основе ИК-траекторий.

На фиг.6 приведена траектория следа лыжника во время тренировки. Лыжи покрыты одной и той же мазью. Две светлые прерывающиеся полосы имеют разную интенсивность, что свидетельствует о неравномерности нагрузки на ноги. В данном случае нагрузка на
45 левую ногу примерно в два раза выше, чем на правую.

На фиг.7 приведено ИК-изображение лыжника, движущегося на лыжах, покрытых разной мазью. Правая лыжа покрыта мазью для температуры минус 10-15°C, левая - 0°C. Температура окружающего воздуха минус 5°C. Из чертежа видно, что левая лыжа имеет более яркое изображение, чем правая. Это означает, что трение о снег левой лыжи выше,
50 чем правой. Следовательно, из двух мазей в данном случае больше подходит мазь, рассчитанная на температуру минус 10-15°C.

Пример 4.

Оценка влияния распределения нагрузки внутри спортивного автомобиля на параметры

его движения во время тренировки по траектории ИК-следа.

Измерения проводились ИК-камерой, в диапазоне 8-12 мкм. Режим работы камеры определялся звуковыми сигналами, производимыми при контакте шины автомобиля с поверхностью дороги и принимаемыми детектором. Изображение обрабатывалось по 5 специальной программе, которая позволяла в цифровом виде рассчитывать сцепление шины с поверхностью дороги, равномерность нагрузки и другие параметры, полученные на основе ИК-траекторий.

На фиг.8 приведена траектория ИК-следа автомобиля, начавшего движение. Траектория состоит из двух полос. Начало полос, связанное со стартом автомобиля, имеет разную 10 интенсивность. Начало левой траектории имеет большую интенсивность, чем начало правой. Это говорит о неравномерном распределении нагрузки внутри автомобиля с перекосом веса на левую сторону.

На фиг.9, 10 приведены траектории ИК-следов, образованных движением автомобиля по кривой. (Автомобиль движется справа налево, скорость в обоих случаях была одинакова.) 15 На фиг.9 приведена траектория ИК-следа автомобиля с неправильно распределенной нагрузкой. Видно, что на крутом участке поворота задние колеса автомобиля занесло влево. На фиг.10 приведена траектория ИК-следа с оптимизированным распределением нагрузки. Видно, что траектория представляет собой равномерные полосы с плавно меняющейся интенсивностью.

20 Пример 5.

Энергетические потери спортсменов-пловцов в гидрокостюмах и без них.

Измерения проводились ИК-камерой, в диапазоне 8-12 мкм. Режим работы камеры определялся звуковой волной, возникающей при касании спортсмена с поверхностью воды и регистрируемой детектором. Изображение обрабатывалось по специальной программе, 25 которая позволяла в цифровом виде рассчитывать тепловые потери.

Пловец отталкивается от бортика бассейна и какое-то время плывет под водой. На фиг.11 пловец одет в гидрокостюм и тепловой след его едва заметен. На фиг.12 пловец без гидрокостюма. Виден интенсивный ИК-след и его траектория. Тепловые потери спортсмена без гидрокостюма существенно выше.

30 Пример 6.

Оценка качества поверхности движущегося спортивного снаряда.

Измерения проводились ИК-камерой, в диапазоне 8-12 мкм. Режим работы камеры определялся в соответствии с изменением звукового спектра, регистрируемого детектором, возникающего при изменении уровня турбулентности. Изображение 35 обрабатывалось по специальной программе, которая позволяла в цифровом виде рассчитывать необходимые параметры движения объектов по полученным ИК-траекториям.

Характер взаимодействия движущегося спортивного снаряда с воздушной или водной средой определяет его скорость и точность попадания в цель. В первом приближении 40 характер взаимодействия определяется соотношением ламинарной и турбулентной составляющей потока или следа, оставляемого после себя движущимся снарядом. На фиг.13 приведена траектория ИК-следа твердого предмета (имитирующего спортивный снаряд - копье, пулю, водные лыжи, дно судна и т.д.), движущегося в воде с некоторой скоростью. На фиг.14 приведена траектория того же предмета, движущегося с большей 45 скоростью. Видно, что турбулентная составляющая существенно выросла. На фиг.15 приведена траектория ИК-следа того же предмета, с той же скоростью, как во втором случае, только поверхность покрыта водоотталкивающим составом. Видно, что турбулентная составляющая снизилась до первоначального уровня.

Таким образом, предложенный способ и устройство для его осуществления позволяют 50 определить целый ряд динамических характеристик движения материального объекта в процессе спортивных состязаний или в тренировочном процессе, что позволит более строго документировать все этапы спортивных мероприятий и демонстрировать их как судьям, так и зрителям, даст возможность более объективно оценивать уровень

мастерства спортсменов, окажет помощь инженерным и научным работникам при создании и совершенствовании спортивного оборудования.

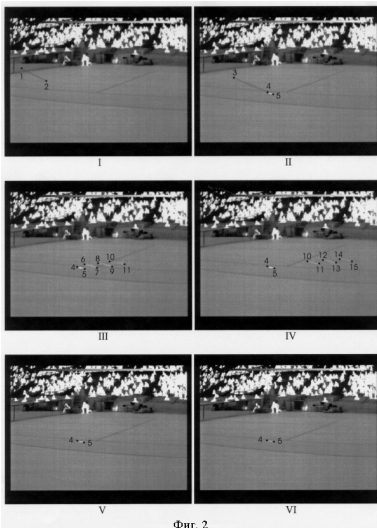
Формула изобретения

- 5 1. Способ определения динамических характеристик движения материального объекта в спортивных состязаниях или тренировочном процессе с использованием регистрации траектории движения объекта в инфракрасном спектральном диапазоне, отличающийся тем, что регистрируют траектории инфракрасных следов, образовавшихся в результате взаимодействия объекта с окружающими объектами или окружающей средой, регистрируют
- 10 и анализируют динамику изменения интенсивности инфракрасного излучения в различных участках траектории объекта и по ним рассчитывают параметры движения объекта.
2. Способ по п.1, отличающийся тем, что дополнительно регистрируют траектории инфракрасных следов в различных спектральных диапазонах.
3. Способ по п.1, отличающийся тем, что дополнительно регистрируют траектории
- 15 теней, образовавшихся в результате взаимодействия объекта и сосредоточенных или распределенных внешних источников инфракрасных излучений.
4. Способ по п.1, отличающийся тем, что в случае большого тенниса область соприкосновения мяча с кортом и момент соударения мяча с поверхностью корта регистрируют по излому траекторий инфракрасных следов.
- 20 5. Устройство для определения динамических параметров движения материального объекта при проведении спортивных состязаний или в тренировочном процессе, содержащее, по меньшей мере, одну инфракрасную камеру и компьютер, отличающееся тем, что оно содержит приемник механических колебаний, связанный с инфракрасной камерой.
- 25 6. Устройство по п.5, отличающееся тем, что оно содержит внешний источник подсветки.
7. Устройство по п.5 или 6, отличающееся тем, что внешний источник подсветки модулирован по частоте или по длинам волн инфракрасного излучения и синхронизован с инфракрасными камерами.
8. Устройство по п.5, отличающееся тем, что используют инфракрасные камеры с
- 30 регулируемым временем фиксации изображения.
9. Устройство по п.5, отличающееся тем, что, по меньшей мере, одна инфракрасная камера снабжена приспособлением, обеспечивающим возможность ее поворота и перемещения, синхронизованного с приемником механических колебаний.
10. Устройство по п.5, отличающееся тем, что, по меньшей мере, одна инфракрасная
- 35 камера снабжена системой оптических фильтров, изменяющих спектральный диапазон чувствительности инфракрасной камеры.
11. Способ оценки технического и творческого потенциала спортсменов, заключающийся в том, что используют способ по пп.1-4 и устройство по пп.5-10.

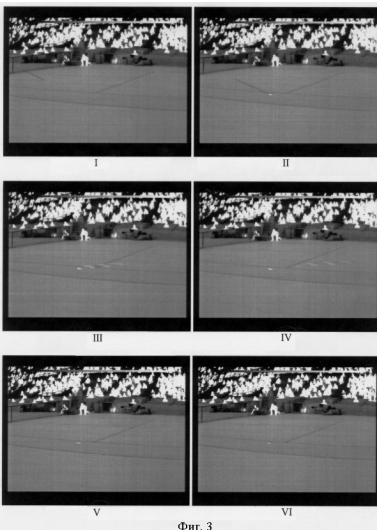
40

45

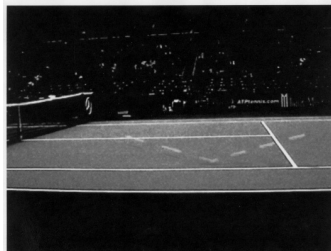
50



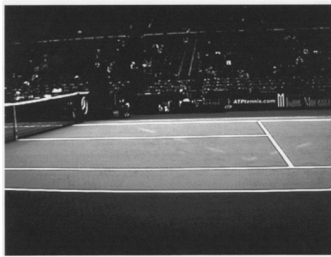
Фиг. 2



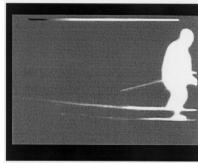
Фиг. 3



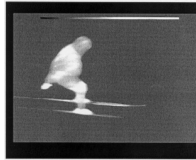
Фиг. 4



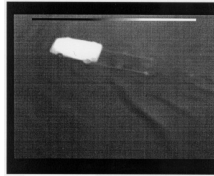
Фиг. 5



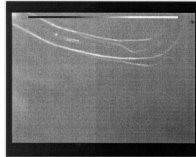
Фиг. 6



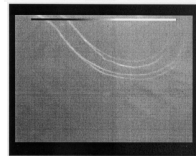
Фиг. 7



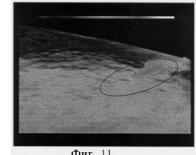
Фиг. 8



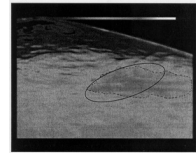
Фиг. 9



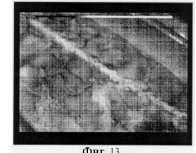
Фиг. 10



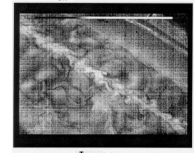
Фиг. 11



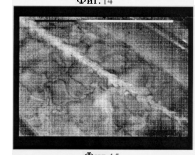
Фиг. 12



Фиг. 13



Фиг. 14



Фиг. 15