

República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI0906289-0 A2**

(22) Data de Depósito: 21/12/2009
(43) Data da Publicação: 12/04/2011
(RPI 2101)



(51) *Int.Cl.:*
H04N 5/247

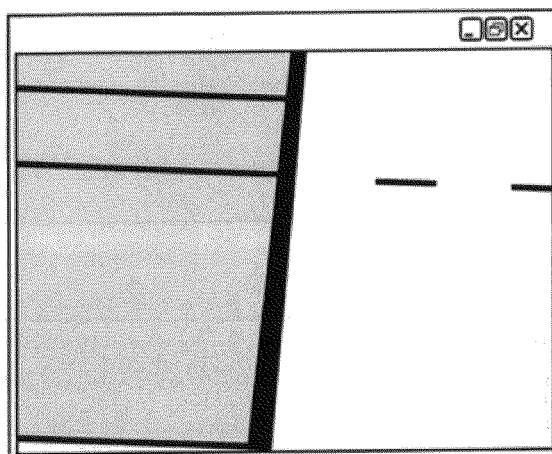
(54) Título: **SISTEMA DE CAPTURA, PROCESSAMENTO E ANÁLISE DE IMAGEM E PROCESSO DE CAPTURA, ANÁLISE E DETERMINAÇÃO DE RESULTADO**

(73) Titular(es): ROBERTO ESTEFANO

(72) Inventor(es): ROBERTO ESTEFANO

(74) Procurador(es): CRUZEIRO NEWMARC
PATENTES E MARCAS LTDA

(57) Resumo: SISTEMA DE CAPTURA, PROCESSAMENTO E ANÁLISE DE IMAGEM E PROCESSO DE CAPTURA, ANÁLISE E DETERMINAÇÃO DE RESULTADO A presente invenção se refere a um sistema de captura, processamento e análise de imagem, captada por meio de câmeras de alta performance, desenvolvido para permitir decidir com precisão lances duvidosos, indicando bola fora da quadra em tempo real, sendo utilizado, por exemplo, em partidas de vôlei de quadra ou outros esportes. A solução tecnológica desenvolvida permite emular a função de um juiz de linha em jogos de campo ou de quadra, no que diz respeito à sinalização de "bola dentro" ou "bola fora". A presente invenção se refere também a um processo de captura, análise e determinação de resultado, compreendendo um software baseado em visão computacional, responsável pela análise e determinação de resultado.





PI0906289-0

**"SISTEMA DE CAPTURA, PROCESSAMENTO E ANÁLISE DE
IMAGEM E PROCESSO DE CAPTURA, ANÁLISE E DETERMINAÇÃO DE RESULTADO"**

A presente invenção se refere a um sistema de captura, processamento e análise de imagem, captada por meio de câmeras de alta performance, desenvolvido para permitir decidir com precisão lances duvidosos, indicando bola fora da quadra em tempo real, sendo utilizado, por exemplo, em partidas de vôlei de quadra ou outros esportes.

A solução tecnológica desenvolvida permite emular a função de um juiz de linha em jogos de campo ou de quadra, no que diz respeito à sinalização de "bola dentro" ou "bola fora".

A presente invenção se refere também a um processo de captura, análise e determinação de resultado, compreendendo um software baseado em visão computacional, responsável pela análise e determinação de resultado.

Descrição do estado da técnica

No estado da técnica atual, no campo esportivo, uma das principais dificuldades é a interpretação e determinação, com precisão, de lances duvidosos, com relação a posição da bola de jogo e às linhas delimitadoras do campo de jogo.

Como exemplo, em um jogo de *volleyball*, no momento do impacto da bola na quadra, a mesma atinge a velocidade de até 40 m/s sendo que a sua permanência no chão é em torno de 0,5 centésimo de segundo, sendo este movimento mais rápido do que a percepção do olho humano, gerando assim subjetividade na interpretação de bola dentro ou bola fora.

Objetivo da invenção

Para solucionar os inconvenientes da técnica

atual, a presente invenção revela um sistema capaz de capturar a imagem no momento do impacto da bola no solo, sendo que o objetivo é auxiliar a arbitragem indicando o resultado da jogada calculado geometricamente e fornecendo uma imagem real, captada
5 disponibilizada para consulta em tempo real sempre que a bola atingir o chão da quadra nas áreas perto das linhas delimitadoras, onde possam surgir dúvidas de interpretação sobre a sinalização de bola dentro ou bola fora.

Segundo a FIVB, Federação Internacional de
10 Volleyball, denomina-se bola dentro quando a bola toca o piso da quadra, incluindo as linhas de delimitação e bola fora, no que diz respeito ao objeto desta patente, quando a parte da bola que toca o solo está totalmente fora das linhas de delimitação.

Câmeras de alta performance estão posicionadas
15 estrategicamente, de modo a monitorar as áreas de interesse da quadra: linhas laterais e de fundo. As câmeras estão conectadas a computadores que através de uma rede wireless conseguem fazer a integração desses equipamentos com um computador central que através de um software, analisa as imagens, e seleciona o frame
20 que mostra o momento e o ponto exato onde a bola tocou o solo, e dá a indicação dentro ou fora, ao mesmo tempo em que envia para outro dispositivo móvel de posse do primeiro árbitro o resultado da jogada.

Descrição resumida dos desenhos

25 O objeto da presente invenção será melhor caracterizado com base nas figuras em anexo, nas quais:

A figura 1 é uma reprodução de uma imagem capturada pelo sistema da presente invenção, revelando a linha

imaginária delimitadora gerada pelo sistema.

A figura 2 é uma reprodução de uma imagem capturada pelo sistema da presente invenção, no momento de impacto da bola no campo de jogo, nas proximidades da linha imaginário
5 delimitadora do campo de jogo.

A figura 3 é uma vista em perspectiva de um tótem no interior do qual se alojam a câmera de alta performance e seu respectivo computador.

A figura 4 é uma vista frontal de um tótem no interior do qual se alojam a câmera de alta performance e seu
10 respectivo computador.

A figura 5 é uma vista em planta de uma quadra ou campo de jogo, com a representação da posição dos totens em relação às linhas laterais e de fundo de quadra.

15 **Descrição detalhada das figuras e da invenção**

De acordo com as figuras observa-se que a presente invenção compreende câmeras de alta performance, posicionadas ao redor de quadras esportivas, alinhadas com as linhas de fundo e laterais da quadra ou campo de jogo, conectadas
20 a computadores interligados a um computador central ou servidor por meio de roteador que promove a conexão de dados entre os computadores e o servidor por meio de rede sem fio.

O computador central ou servidor é provido de um software baseado em visão computacional, que promove a análise do
25 imagem capturada pela câmera de alta performance, emitindo a um dispositivo móvel o resultado da análise da imagem, com a determinação de bola dentro ou bola fora do campo de jogo.

Alem disso, o computador central apresenta as

imagens reais do lance que produziu o resultado determinado.

Como se observa nas figuras 3 e 4, as câmeras de alta performance e seus respectivos computadores ficam alojados no interior de totens, que os encapsula, sendo que o totem é provido
5 de uma abertura central para a lente da câmera.

Cada totem possui duas prateleiras, uma para CPU e outra para o suporte da câmera, sendo o fundo utilizado para a armazenagem de cabos e tomadas de energia.

São utilizados quatro tótems para o monitoramento
10 das jogadas, sendo que cada um deles é posicionado na direção de cada linha delimitadora da quadra. Cada totem é sempre posicionado do lado oposto ao do árbitro de bandeira.

A bola utilizada no jogo possui um chip interno de validação do software do servidor ou computador central.

15 A linha da quadra é detectada automaticamente e salva pelo sistema. Em caso de mudança do posicionamento do equipamento, basta reposicioná-lo na posição indicada pelo sistema.

A câmera é posicionada a 30 cm de altura do chão.
20 Esta altura foi determinada para poder eliminar, por exemplo, a jogada de manchete como bola no chão, sendo comprovada através da fórmula:

$$h = (18 * 0,3) / (d + 18)$$

Onde:

25 d = distância da câmera até o início da quadra;

h = altura máxima de uma bola que o sistema pode considerar no chão (ponto mínimo da trajetória em V);

30 cm = altura da câmera;

18 m = extensão da linha lateral.

Como a solução é baseada na captura da imagem realizadas por câmeras de alta velocidade posicionadas estrategicamente na direção das linhas delimitadoras da quadra, 5 poderá eventualmente a imagem ficar obstruída pela presença de parte do corpo de um atleta que esteja posicionado entre o totem monitor de jogadas e o local específico onde a bola toca o chão da quadra.

Para este cenário, podem ser utilizados totens 10 adicionais monitores de jogadas posicionados de forma a capturar uma segunda imagem do monitoramento das linhas delimitadoras da quadra. O posicionamento dos totens adicionais seria sempre à direita do totem principal, por exemplo a uma distância de 2 metros do mesmo. Os totens adicionais são interligados ao sistema, da 15 mesma forma que os totens principais.

A presente invenção compreende também um processo de captura, análise e determinação de resultado compreendendo um software baseado em visão computacional, responsável pela análise e determinação de resultado, composto pelas seguintes etapas:

- 20
 - detecção da linha do campo de jogo;
 - salvamento da posição da linha de jogo;
 - recepção da imagem capturada pela câmera de alta performance;
- 25
 - detecção do impacto da bola de jogo;
 - comparação da posição do impacto da bola com a posição da linha de jogo salva no sistema;
 - comunicação do impacto da bola e determinação do resultado da comparação;

- comunicação do resultado da comparação, por meio de dispositivo móvel sem fio;

- visualização do resultado.

Visão computacional é a ciência e tecnologia que
5 envolve processamento de imagens utilizando computadores. Ela desenvolve teoria e tecnologia para a construção de sistemas artificiais que obtém informação de imagens ou quaisquer dados multi-dimensionais. Exemplos de aplicações incluem o controle de processos (como robôs industriais ou veículos autônomos), detecção
10 de eventos, organização de informação, modelagem de objetos ou ambientes e interação (atrelado a interação homem-computador). A visão computacional também pode ser descrita como um complemento da visão biológica. Na visão biológica, a percepção visual dos humanos e outros animais é estudada, resultando em modelos em como
15 tais sistemas operam em termos de processos fisiológicos. Por outro lado, a visão computacional estuda e descreve sistemas de visão artificial implementados por hardware ou software.

O software da presente invenção é embarcado no servidor ou computador central. A detecção da bola é realizada
20 através da tonalidade, e da forma e do movimento da bola em jogo. A detecção do impacto da bola no solo é realizado através da detecção de uma trajetória em "V", com o ponto mínimo abaixo do valor estabelecido como sendo solo.

A detecção da linha do campo de jogo pelo
25 software se dá pela geração de uma linha imaginária ao longo e do lado de fora das linhas laterais e de fundo de quadra, determinando qual lado é bola dentro e qual lado é bola fora.

O software reconhece na imagem gerada pela câmera

de alta performance o momento e ponto exatos em que a bola quica no solo e interpreta como bola dentro quando a bola cai à esquerda da linha imaginária e como bola fora quando a bola cai à direita da linha imaginária.(ou vice versa)

5 O equipamento utiliza um notebook como interface com funcionamento wireless.

A tecnologia disponibiliza a integração de computadores, câmeras de alta performance, dispositivos móveis e bola com chip através de um roteador wireless e de um software de
10 visão computacional.

O software necessita receber alguns parâmetros do objeto que será monitorado tais como: diâmetro, área e cores para que possa reconhecer a bola dentro das áreas de interesse da quadra (laterais e fundos).

15 Também é necessário ajustes nas câmeras em relação às seguintes características: altura, foco, zoom, abertura do diafragma e posicionamento. São esses ajustes que permitem sincronizar as câmeras com o software. O software permite o reconhecimento automático de onde está a linha da quadra e também
20 estabelecer pontos mínimos para iniciar o rastreamento da bola. Os pontos mínimos são aqueles abaixo dos quais a trajetória é considerada válida pelo sistema em sua busca de uma finalização.

REIVINDICAÇÕES

1) **"SISTEMA DE CAPTURA, PROCESSAMENTO E ANÁLISE DE IMAGEM"**, caracterizado por compreender câmeras de alta performance, posicionadas ao redor de quadras esportivas, alinhadas com as linhas de fundo e laterais da quadra ou campo de jogo, conectadas a computadores interligados a um computador central por meio de roteador que promove a conexão de dados entre os computadores e o servidor por meio de rede sem fio, sendo o computador central ou servidor provido de um software baseado em visão computacional, que promove a análise da imagem capturada pela câmera de alta performance, emitindo a um dispositivo móvel o resultado da análise da imagem, com a determinação de bola dentro ou bola fora do campo de jogo.

2) **"SISTEMA"**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a bola utilizada no jogo possui um chip interno de validação do software do servidor ou computador central.

3) **"SISTEMA"**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que cada computador e sua respectiva câmera de alta performance são encapsulados no interior de totens monitores de jogada e posicionados alinhados na direção da linha da quadra a ser monitorada, para emular um árbitro de linha.

4) **"SISTEMA"**, de acordo com as reivindicações 1 e 3, caracterizado pelo fato de que cada totem é provido de uma abertura central para a lente da câmera.

5) **"SISTEMA"**, de acordo com as reivindicações 1 e 3, caracterizado pelo fato de que cada câmera de alta performance é posicionada a uma altura de até 30 centímetros acima do solo.

6) **"SISTEMA"**, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que câmeras com computadores adicionais são utilizados em caso de obstrução do campo visual das câmeras principais, sendo os equipamentos adicionais interligados ao sistema e posicionados à direita das câmeras principais.

7) **PROCESSO DE CAPTURA, ANÁLISE E DETERMINAÇÃO DE RESULTADO**, caracterizado por compreender um software baseado em visão computacional, responsável pela análise e determinação de resultado, através das seguintes etapas:

- 10 - detecção da linha do campo de jogo;
- salvamento da posição da linha de jogo;
- recepção da imagem capturada pela câmera de alta performance;
- detecção do impacto da bola de jogo;
- 15 - comparação da posição do impacto da bola com a posição da linha de jogo salva no sistema;
- comunicação do impacto da bola e determinação do resultado da comparação;
- comunicação do resultado da comparação, por
- 20 meio de dispositivo móvel sem fio;
- visualização do resultado.

8) **"PROCESSO"**, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que dito software é embarcado no servidor ou computador central.

25 9) **"PROCESSO"**, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que a detecção da bola é realizada através da tonalidade e da forma da bola de jogo.

10) **"PROCESSO"**, de acordo com a reivindicação 7,

caracterizado pelo fato de que a detecção do impacto da bola no solo é realizado através da detecção de um trajetória em "V".

11) **"PROCESSO"**, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que a detecção da linha do campo de jogo pelo software se dá pela geração de uma linha imaginária ao longo e do lado de fora das linhas laterais e de fundo de quadra, determinando qual lado é bola dentro e qual lado é bola fora.

12) **"PROCESSO"**, de acordo com as reivindicações 7 e 11, caracterizado pelo fato de que o software reconhece na imagem gerada pela câmera de alta performance o momento e ponto exatos em que a bola quica no solo e interpreta como bola dentro quando a bola cai à esquerda da linha imaginária e como bola fora quando a bola cai à direita da linha imaginária.

1 / 3

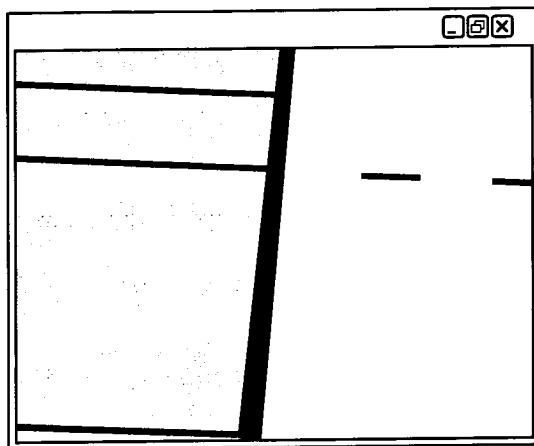


FIG. 1

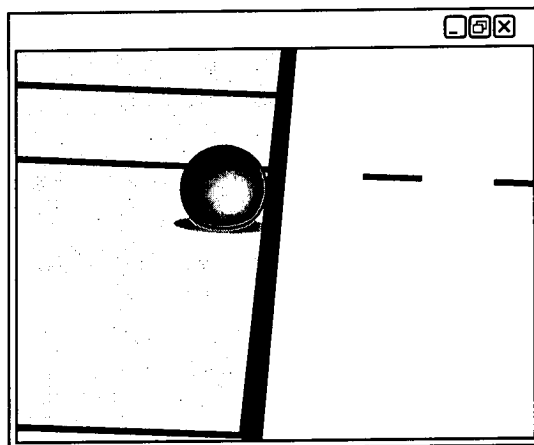


FIG. 2

2 / 3

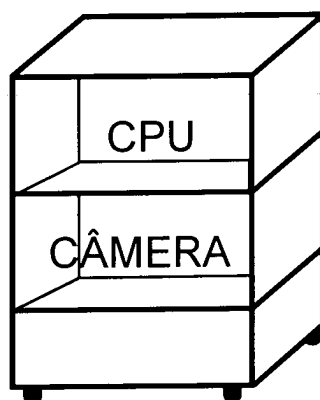


FIG. 3

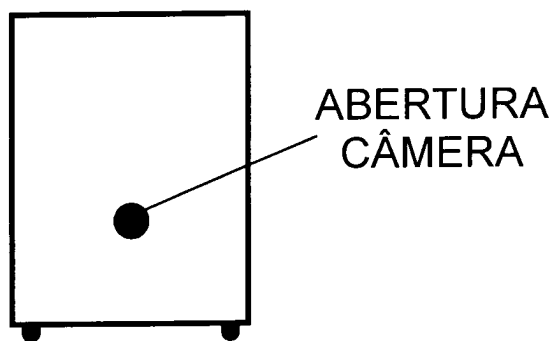


FIG. 4

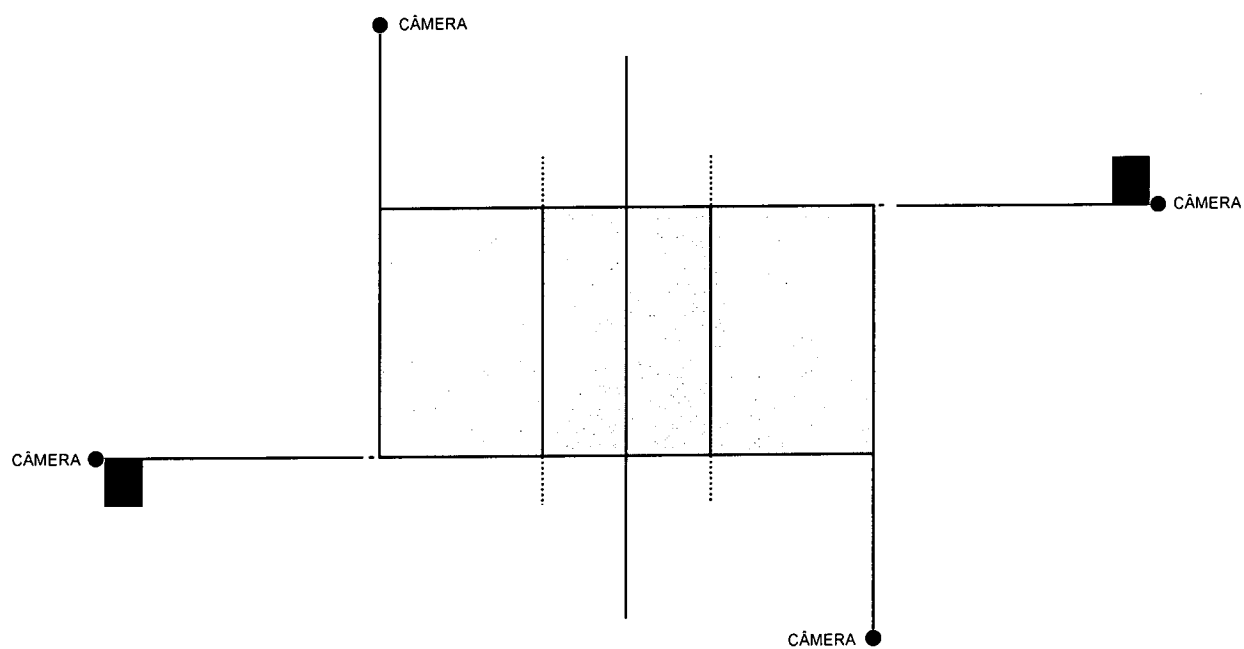


FIG. 5

RESUMO

**"SISTEMA DE CAPTURA, PROCESSAMENTO E ANÁLISE DE
IMAGEM E PROCESSO DE CAPTURA, ANÁLISE E DETERMINAÇÃO DE RESULTADO"**

5 A presente invenção se refere a um sistema de
captura, processamento e análise de imagem, captada por meio de
câmeras de alta performance, desenvolvido para permitir decidir
com precisão lances duvidosos, indicando bola fora da quadra em
tempo real, sendo utilizado, por exemplo, em partidas de vôlei de
quadra ou outros esportes.

10 A solução tecnológica desenvolvida permite emular
a função de um juiz de linha em jogos de campo ou de quadra, no
que diz respeito à sinalização de "bola dentro" ou "bola fora".

A presente invenção se refere também a um
processo de captura, análise e determinação de resultado,
15 compreendendo um software baseado em visão computacional,
responsável pela análise e determinação de resultado.