



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2007 049 147 A1** 2009.04.16

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2007 049 147.8**

(22) Anmeldetag: **12.10.2007**

(43) Offenlegungstag: **16.04.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **A63B 71/06** (2006.01)

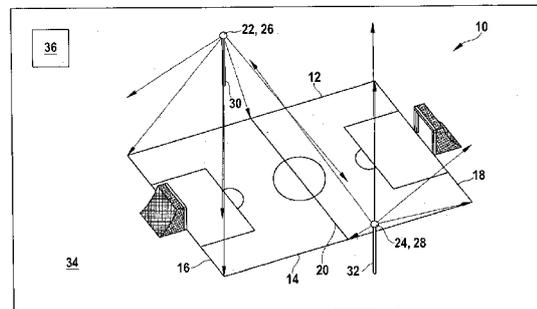
(71) Anmelder:  
**Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:  
**Koehler, Markus, 71636 Ludwigsburg, DE;  
Zimmermann, Uwe, 71686 Remseck, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Sensorsystem zum Erfassen von Bewegungsabläufen oder Spielsituationen beim Sport**

(57) Zusammenfassung: Ein Sensorsystem wird zum Erfassen von Bewegungsabläufen von Sport treibenden Personen und/oder Sportgeräten und/oder von Spielsituationen beim Sport verwendet, wobei das Sensorsystem wenigstens eine Sensorvorrichtung aufweist, die winkel- und abstandsauflösend ist.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft die Verwendung eines Sensorsystems zum Erfassen von Bewegungsabläufen von Personen, insbesondere von Sport treibenden Personen, und/oder Sportgeräten und/oder von Spielsituationen beim Sport. Ferner bezieht sich die Erfindung auf eine Sportstätte mit einem solchen Sensorsystem.

**Stand der Technik**

**[0002]** Die Analyse von Bewegungsabläufen von Sport treibenden Personen und ihrer Sportgeräte im Rahmen des Trainings zur Erzielung einer Leistungssteigerung ist weit verbreitet. Hierzu werden häufig Hilfsmittel eingesetzt, wie beispielsweise Kameras oder dergleichen, um Bewegungsabläufe im Einzelnen und ggf. in verlangsamttem Tempo nachvollziehen und korrigieren zu können. Häufig sind jedoch die Informationen unzureichend, die durch solche bekannte Hilfsmittel bereitgestellt werden. So liefert eine Monokamera nur eine zweidimensionale Abbildung der Geschehnisse, wohingegen sich die dritte Dimension, also Abstands- oder Tiefeninformationen, nur erahnen lassen. Insbesondere Flugbahnen von Sportgeräten, wie beispielsweise die eines Fußballes beim Schießen Schlagen einer Flanke, lassen sich somit nicht genau nachvollziehen. Gerade dies wäre aber zum Studieren und Trainieren spezieller Situationen wünschenswert.

**[0003]** Das Erfassen von Bewegungsabläufen ist ferner zur Bewertung von Spielsituationen sehr wichtig, beispielsweise um festzustellen, ob ein Regelverstoß vorliegt oder nicht. Bislang wird diese Aufgabe bei den meisten Sportarten von Schiedsrichtern übernommen. Aufgrund zahlreicher Fehlentscheidungen, die insbesondere durch Fernsehübertragungen (mit der Möglichkeit der Zeitlupe, der Einblendung von Abständen, wie beispielsweise desjenigen eines Fußballes zur Mauer beim Freistoß, etc.) eindeutig aufgedeckt wurden, ist man in einigen Sportarten dazu übergegangen, die Schiedsrichter mit Hilfe geeigneter Sensorsysteme zu unterstützen, wodurch eine höhere Sicherheit gegen Fehlentscheidungen gegeben ist.

**[0004]** Allerdings gibt es weiterhin Spielsituationen, die sich auch mit den modernsten der derzeit eingesetzten Sensorsystemen zum Erfassen von Bewegungsabläufen nicht eindeutig analysieren lassen. So könnten auch heute Situationen ähnlich dem Wembley-Tor bei der Fußball-Weltmeisterschaft im Jahre 1966 nicht eindeutig aufgeklärt werden, also die Frage, ob ein Fußball die Torlinie passiert hat oder nicht.

**[0005]** Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein al-

ternatives Mittel zum Erfassen von Bewegungsabläufen von Sport treibenden Personen und/oder Sportgeräten und/oder von Spielsituationen beim Sport bereitzustellen, das die eingangs genannten Probleme zumindest teilweise behebt.

**Offenbarung der Erfindung**

**[0006]** Diese Aufgabe wird gemäß der vorliegenden Erfindung durch die Verwendung eines Sensorsystems nach Anspruch 1 und durch eine Sportstätte nach Anspruch 5 gelöst. Die Unteransprüche beziehen sich auf individuelle Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung.

**[0007]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wird zum Erfassen von Bewegungsabläufen von Sport treibenden Personen und/oder Sportgeräten und/oder von Spielsituationen beim Sport ein Sensorsystem mit wenigstens einer Sensorvorrichtung verwendet. Die Sensorvorrichtung ist erfindungsgemäß winkel- und abstandsauflösend, so dass mit ihrer Hilfe Abstands- bzw. Tiefeninformationen in einem vorbestimmten Winkelauf Lösungsbereich erzielt werden können, die gegenüber herkömmlichen Sensorsystemen eine genauere Analyse von Bewegungsabläufen und Spielsituationen gestatten. Anhand solcher Tiefeninformationen kann beispielsweise problemlos beurteilt werden, ob ein Fußball eine bestimmte Linie passiert hat, wie zum Beispiel die Torlinie, die Seitenauslinie oder dergleichen.

**[0008]** Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung handelt es sich bei der Sensorvorrichtung um einen optischen PMD-Sensor (Photonic Mixer Device Sensor). Bei diesem Halbleiterbauelement wird ein von einer Aussendeinrichtung ausgesendetes Lichtsignal, beispielsweise unsichtbares Infrarotlicht, zur Beleuchtung einer zu erfassenden Szene verwendet. Das Lichtsignal wird von der Szene zurück auf den PMD-Sensor reflektiert, der ebenfalls an die Modulationsquelle angeschlossen ist. Auf diese Weise werden die in Elektronen gewandelten Photonen in Abhängigkeit vom Referenzsignal noch im lichtempfindlichen Halbleiterbereich pixelweise entfernungsselektiv getrennt. Anhand eines solchen Vergleichsprozesses zwischen dem optischen Mess- und dem elektronischen Referenzsignal stellt das resultierende Ausgangssignal bereits einen direkten Bezug zur 3D-Information dar. Durch Modulation des ausgesendeten Signals und durch Filterung des empfangenen Signals können auf Fremdlicht beruhende Störungen unterdrückt werden, was den Einsatz des Sensors auch unter problematischen Umgebungsbedingungen gestattet.

**[0009]** Gemäß einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung wird als Sensorvorrichtung ein Lidar-Scanner (Light Detecting And Ranging Scanner) eingesetzt. Dieser sendet Laserpulse in Richtung einer zu

erfassenden Szene aus und erfasst empfängt das von der Szene reflektierte Licht. Aus der Laufzeit der Signale und der Lichtgeschwindigkeit wird die Entfernung zum Ort der Streuung berechnet.

**[0010]** Indem beim PMD-Sensor und oder beim Lidar-Scanner der Aussendewinkel der Lichtsignale variiert wird, kann eine entsprechende Winkelauflösung erzielt werden.

**[0011]** Ferner umfasst das Sensorsystem bevorzugt wenigstens eine Kamera. Diese Kamera ist vorteilhaft der wenigstens einen Sensorvorrichtung zugeordnet, wobei die Sensorvorrichtung und die Kamera bevorzugt im Wesentlichen die gleiche Winkelauflösung aufweisen. Hierbei ist das Sensorsystem gemäß einer bevorzugten Variante derart ausgebildet, dass Objekten und/oder Personen, die mit Hilfe der Kamera abgebildet werden, entsprechende von der zugeordneten Sensorvorrichtung erfasste Abstandsinformationen zugeordnet werden. Beispielsweise kann jedem Pixel der Kameraabbildung eine entsprechende Abstandsinformation zugeteilt werden, so dass eine dreidimensionale Erfassung einer Szene erzielt wird.

**[0012]** Vorteilhaft verfügt das Sensorsystem über eine Auswerteeinheit, welche die mit Hilfe der Sensorvorrichtung und ggf. mit Hilfe der Kamera erfassten Informationen auswertet bzw. analysiert, was bevorzugt automatisch erfolgt. Die Auswertung kann beispielsweise anhand von vordefinierten Algorithmen ausgeführt werden.

**[0013]** Zudem ist das Sensorsystem bevorzugt derart ausgebildet, dass bei zumindest einem vordefinierten Auswerteergebnis ein Signal ausgegeben wird. So kann beispielsweise ein Signal ausgegeben werden, wenn das Auswerteergebnis dahingehend lautet, dass ein Ball eine Linie passiert hat, dass sich ein Fußballspieler zum Zeitpunkt einer Ballabgabe im Abseits befunden hat, oder Bewegungsvorgänge zu analysieren, etc.

**[0014]** Ferner bezieht sich die vorliegende Erfindung auf eine Sportstätte mit einem Sensorsystem der zuvor beschriebenen Art.

**[0015]** Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung ist die wenigstens eine Sensorvorrichtung ortsfest und bevorzugt an einer erhöhtenerhöhter Position an der Sportstätte positioniert, wie beispielsweise an unter einem Stadiondach, einer Hallendecke oder dergleichen. Ferner umfasst das Sensorsystem bevorzugt eine Vielzahl von Sensorvorrichtungen und ggf. Kameras, die verteilt in der Sportstätte angeordnet sind.

## Ausführungsbeispiel

**[0016]** Nachfolgend wird die vorliegende Erfindung anhand eines nicht einschränkenden Ausführungsbeispiels genauer unter Bezugnahme auf die Zeichnung beschrieben, die schematisch eine Sportstätte mit einem erfindungsgemäßem Sensorsystem zeigt.

**[0017]** Die eine Sportstätte **10** hat die Form eines Fußballfeldes mit das Spielfeld begrenzenden Seitenauslinien **12**, **14** und Torauslinien **16**, **18** sowie einer Mittellinie **20**. In Verlängerung der Mittellinie **20** sind außerhalb des Fußballfeldes einander gegenüber angeordnete winkel- und abstandsauflösende Sensorvorrichtungen **22** und **24** (nur schematisch dargestellt) mit jeweils zugeordneten Kameras **26** und **28** vorgesehen, die erhöht auf entsprechenden Pfählen Masten **30** und **32** positioniert sind.

**[0018]** Die Sensorvorrichtungen **22**, **24** und die Kameras **26**, **28** sind Teil eines Sensorsystems **34**, das in der Zeichnung als Gesamtsystem schematisch in Form eines großen Kastens dargestellt ist. Sie dienen dazu, Bewegungsabläufe der sich auf dem Spielfeld befindenden Spieler und des Fußballs sowie ganze Spielsituationen zu erfassen. Hierzu nimmt die Kamera **26** die Szene in der linken Spielfeldhälfte der Zeichnung auf und erzeugt eine entsprechende zweidimensionale Abbildung. Die der Kamera **26** zugeordnete Sensorvorrichtung **22**, bei der es sich z. B. um einen PMD-Sensor handelt, der die gleiche Winkelauflösungsvorteilhaft den gleichen Öffnungswinkel wie die Kamera **26** besitzt, scannt die gleiche Szene wie die Kamera **26** und liefert auf diese Weise die entsprechenden Abstands- bzw. Tiefeninformationen. Die von der Kamera **26** und der Sensorvorrichtung **22** erfassten Informationen werden an eine schematisch dargestellte Auswerteeinheit **36** übermittelt, welche diese und somit die Szene in der linken Spielfeldhälfte auswertet. Eine Auswertung kann beispielsweise derart erfolgen, dass jedem Pixel der von der Kamera **26** gelieferten zweidimensionalen Abbildung eine entsprechende Abstandsinformation zugeteilt wird, die von der Sensorvorrichtung **22** erfasst wurde. Auf diese Weise wird eine dreidimensionale Abbildung der erfassten Szene erzielt. Anhand von vordefinierten Algorithmen stellt die Auswerteeinheit **36** ferner fest, ob ein Regelverstoß stattgefunden hat, also ob beispielsweise der Ball eine der Seitenauslinien **12** oder **14** oder eine der Torauslinien **16** oder **18** passiert hat, ob ein Spieler zum Zeitpunkt der Ballabgabe im Abseits stand, ob ein Spielerin einem Gerangel Ballkontakt hatte oder nicht, also ob ein Foulspiel vorlag oder nicht, etc. Ferner kann beispielsweise eine Auswertung dahingehend erfolgen, dass festgestellt wird, ob der Ball die Torlinie passiert hat oder nicht. Eine genaue Auswertung solcher Situationen ist je nach den vorliegenden Bedingungen nur aufgrund der Tiefeninformationen möglich, die durch die Sensorvorrichtung **22** bereitgestellt werden. Wird ein Re-

gelverstoß durch die Auswerteeinheit **36** festgestellt, so kann beispielsweise ein entsprechendes Signal ausgegeben werden, das den Schiedsrichter, den Linienrichter oder eine andere verantwortliche Person auf diesen Regelverstoß hinweist.

**[0019]** In gleicher Weise erfolgt eine Erfassung und Auswertung der Szene in der rechten Spielfeldhälfte durch die Sensorvorrichtung **24**, die Kamera **28** und die Auswerteeinheit **36**, so dass eine vollständige Überwachung des Spielfeldes gewährleistet ist.

**[0020]** Es sollte klar sein, dass die zuvor beschriebene Ausführungsform in keiner Weise als einschränkend zu verstehen ist. Vielmehr sind eine Vielzahl von Änderungen und Modifikationen möglich, die in den Schutzbereich der vorliegenden Erfindung fallen, der in den beiliegenden Ansprüchen definiert ist.

**[0021]** Beispielsweise können die Sensorvorrichtungen und Kameras auch in anderer Anzahl und an anderen Positionen als dargestellt vorgesehen werden. Auf die Kameras kann ggf. auch ganz verzichtet werden. Zudem können als Sensorvorrichtungen auch andere Sensoren als PMD-Sensoren verwendet werden, wie beispielsweise Lidar-Scanner. Die Sensoren müssen lediglich winkel- und abstandsauflösend sein. Ferner wurde die vorliegende Erfindung anhand eines Fußballfeldes erläutert, wobei die Erfindung auch auf jede andere Sportstätte oder Sportart anwendbar ist, um Bewegungsabläufe von Sport treibenden Personen und/oder von Sportgeräten und/oder Spielsituationen zu erfassen.

### Patentansprüche

1. Verwendung eines Sensorsystems (**34**) zum Erfassen von Bewegungsabläufen von Personen, insbesondere von Bewegungsabläufen von Sport treibenden Personen, und/oder Sportgeräten und/oder von Spielsituationen beim Sport, wobei das Sensorsystem (**34**) wenigstens eine Sensorvorrichtung (**22, 24**) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensorvorrichtung (**22, 24**) winkel- und abstandsauflösend ist.

2. Verwendung eines Sensorsystems (**34**) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Sensorvorrichtung (**22, 24**) einen PMD-Sensor aufweist.

3. Verwendung eines Sensorsystems (**34**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Sensorvorrichtung (**22, 24**) einen Lidar-Scanner aufweist.

4. Verwendung eines Sensorsystems (**34**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorsystem (**34**) wenig-

tens eine Kamera (**26, 28**) aufweist.

5. Verwendung eines Sensorsystems (**34**) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Sensorvorrichtung (**22, 24**) eine Kamera (**26, 28**) zugeordnet ist.

6. Verwendung eines Sensorsystems (**34**) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Sensorvorrichtung (**22, 24**) und die zugeordnete Kamera (**26, 28**) im Wesentlichen die gleiche Winkelauflösung aufweisen.

7. Verwendung eines Sensorsystems (**34**) nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorsystem (**34**) derart ausgebildet ist, dass Objekten und/oder Personen, die mit Hilfe der Kamera (**26, 28**) abgebildet werden, entsprechende von der zugeordneten Sensorvorrichtung (**22, 24**) erfasste Abstandsinformationen zugeordnet werden.

8. Verwendung eines Sensorsystems (**34**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorsystem (**22, 24**) eine Auswerteeinheit (**36**) umfasst.

9. Verwendung eines Sensorsystems (**34**) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorsystem (**22, 24**) derart ausgebildet ist, dass die Auswerteeinheit (**36**) Bewegungsabläufe und/oder Spielsituationen automatisch analysiert.

10. Verwendung eines Sensorsystems (**34**) nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Sensorsystem (**34**) derart ausgebildet ist, dass bei zumindest einem vordefinierten Auswerteergebnis ein Signal ausgegeben wird.

11. Sportstätte (**10**) mit einem Sensorsystem (**34**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

12. Sportstätte (**10**) nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Sensorvorrichtung (**22, 24**) ortsfest positioniert ist.

13. Sportstätte (**10**) nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Sensorvorrichtung (**22, 24**) an einer erhöhten Position positioniert ist.

14. Sportstätte (**10**) nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Sensorvorrichtungen (**22, 24**) verteilt in der Sportstätte (**10**) positioniert sind.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

