

5

B E S C H R E I B U N G

3D-Szenario-Aufzeichnung mit Waffenwirkungssimulation

10 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur dreidimensionalen Szenario-Aufzeichnung von Handlungsgeschehen bei Feuergefechtsübungen in Nahbereichen, bei denen mehrere bildgebende Systeme (BGS), wie Videokameras, Scanner, Infrarotkameras o.ä. zur Überwachung des Übungsbereichs installiert werden.

15

Bei Übungen von Militär und Polizei mit Waffen bei kurzer Distanz zum Gegner, wie beispielsweise in Gebäuden, Fahrzeugen oder sonstigen Nahbereichen wird zur realistischen aber gefahrlosen Darstellung von Waffen und deren Wirkung häufig Übungsmunition mit markierenden Farb-Projektilen verwendet. Die Übenden müssen dabei aufwendige Schutzkleidung, wie Brillen, Helme und Panzer tragen, die nicht dem realen Szenario entsprechen. Ein Verletzungsrisiko bleibt zudem aufgrund der hohen Bewegungsenergie der Farb-Projektile bestehen. Andere Systeme verwenden Licht-Sender an den Waffen, die zusätzlich entsprechende Sensoren am Gegner erfordern, die Waffen in Forum und Schwerpunkt wesentlich verändern und die Verwendung der gewohnten Holster nicht mehr zulassen. Ferner kommt es durch die Technik häufig zu negativem (verwirrendem) Training, wenn bei einem Treffer an der getroffenen Stelle kein Sensor vorhanden ist. Abhilfe schafft eine Strahlaufweitung des Infrarotstrahls. Diese führt aber auch zu Ungenauigkeiten und gegebenenfalls zu fälschlichen Trefferanzeigen, selbst wenn vorbeigeschossen wurde.

20

25

30

Die Darstellung von Wirkmitteln wie Handgranaten erfolgt entsprechend durch Verspritzen von Farbe bei der Explosion, wobei Übende, Gerät und Räume erheblich verschmutzt werden. Auch das alternative Aussenden von Licht- und/oder Funkwellen bedarf entsprechender Sensorik an den
5 Übenden. Bei beiden Techniken wird der Realismus der Übung dann verfälscht, wenn Gegenstände oder Personen durch Objekte, die sonst auf die Waffenwirkung keinen Einfluss hätten, wie beispielsweise Tische oder Vorhänge, verdeckt und in der Folge von der Farbe oder den Licht- bzw. Funkwellen nicht getroffen werden. Weiterhin besteht die Gefahr,
10 dass Funkwellen Objekte, die im realen Szenario eine schützende Wirkung haben, wie z.B. Mauern, durchdringen.

Für die Mit- und Nachschau des Übungsgeschehens zur anschließenden Analyse wird das Übungsgeschehen bei bekannten Systemen mit
15 Kameras in den einzelnen Räumen oder Bereichen aufgezeichnet und anschließend wiedergegeben. Perspektive und Blickwinkel sind dabei durch die Montage der Kamera vorgegeben und können nicht nachträglich verändert werden. Die zügige Verfolgung des oft schnell ablaufenden Geschehens durch mehrere Räume oder Bereiche ist komplex, da
20 entsprechende Filmsequenzen verschiedener Kameras passend aneinander gereiht werden müssen.

Für die Darstellung des taktischen Vorgehens in der Mit- und Nachschau können Übende und Räume beispielsweise mit Transpondern, Baken oder
25 Bodensensoren so instrumentalisiert werden, dass die Position von Personen im Raum festgestellt und der Waffeneinsatz (z.B. mit Feuerlinien) dargestellt werden kann. Für die graphische Darstellung muss jedoch die Übungsumgebung als Grundriss oder 3D-Modell vorab manuell nachgebaut werden, um die Übungsdaten entsprechend einblenden zu
30 können.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur dreidimensionalen Szenario-Aufzeichnung von Handlungsgeschehen bei Feuergefechtsübungen im Nahbereich zu schaffen, wobei möglichst keine Instrumentalisierung der Übenden und
5 der Übungsumgebung sowie keine Veränderung der Übungswaffen durchgeführt wird. Waffeneinsatz, Feuerlinien und Waffenwirkungen sollen dabei dennoch genau dargestellt werden. Die Mit- und Nachschau des Übungsgeschehens soll aus beliebigen Perspektiven möglich sein.

- 10 Diese Aufgaben werden durch die im Patentanspruch 1 bzw. im Patentanspruch 16 aufgeführten Merkmale gelöst.

Waffeneinsatz, Feuerlinien und Waffenwirkungen der Übenden werden durch das erfindungsgemäße System automatisch erkannt, bei
15 getroffenen Personen wird über ein Anatomie-Modell die Wirkung berechnet. Bei Verwendung von projektilloser Übungsmunition kann gefahrlos mit bekannten, an Übungsmunition angepassten Originalwaffen geschossen werden. Es sind keine weiteren Modifikationen der Waffen oder zusätzliche Ausrüstungsgegenstände bzw. Schutzkleidung
20 notwendig. Explodierende Übungs-Handgranaten werden ebenso erkannt und in ihrer Wirkung berechnet.

Die Erfindung ermöglicht es außerdem, das Handlungsgeschehen in dreidimensionaler Form aus jeder beliebigen Perspektive im Raum zu
25 betrachten. Bei Nachschau des Geschehens kann die Szenario-Aufzeichnung beliebig angehalten, vor- und zurückgespult oder in Zeitlupe abgespielt werden.

Die abhängigen Patentansprüche 2 bis 15 enthalten verschiedene
30 vorteilhafte Ausgestaltungen eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

Nach einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung wird eine getroffene Person über ein optisches oder akustisches Signal benachrichtigt, wenn die Bilderkennungssoftware eine Waffenwirkung erkannt hat.

5

Bei einer Ausführungsform kann eine taktische 2D-Lagekarte aus dem 3D-Szenario abgeleitet werden, wenn die Übenden zuvor eindeutig mit Symbolen oder Nummern markiert worden sind. Auf der 2D-Lagekarte können die Übenden und deren Handlungen, wie Bewegungen,
10 Waffeneinsatz o.ä. eindeutig abgebildet werden.

Bei einem Verfahren nach Anspruch 7 können auch Personen außerhalb des Übungsraums aufgenommen und zu Ausbildungszwecken als 3D-Modell (Avatar) in die 3D-Szenario-Aufzeichnung nachträglich eingefügt
15 werden. So kann beispielsweise ein Ausbilder Handlungsverbesserungen demonstrieren.

Für die bildgebenden Systeme (BGS) störendes Gegenlicht kann entweder dadurch vermieden werden, dass es automatisch rechnerisch
20 kompensiert wird, oder die Beleuchtungskörper mit der Frequenz der Bildaufnahme der gegenüberliegenden BGS ein- und ausgeschaltet werden, wobei das BGS immer dann ein Bild aufnimmt, wenn der gegenüberliegende Beleuchtungskörper ausgeschaltet ist.

25 In einer Ausführungsform der Erfindung werden bildgebenden Systeme (BGS) mit unterschiedlichen Arbeitsweisen und spektralen Empfindlichkeiten sowie Beleuchtungselemente entsprechender, unterschiedlicher spektraler Ausstrahlung verwendet, um Verdeckungseffekte (z.B. Rauch), Objekt-Verfälschung oder Fehlstellen im
30 3D-Szenario auszugleichen.

Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren nach Anspruch 12 werden die Anforderungen an die Rechenleistung der Software gesenkt, indem zunächst ein personenleeres Modell der Übungsräume mit eventuellen Einrichtungsgegenständen erstellt wird, so dass während der Übung
5 lediglich die Differenz in der Bildänderung durch das Handlungsgeschehen berechnet werden muss.

Bei einem Verfahren nach Anspruch 13 können die personenleeren Modelle der Übungsräume zu einem zusammenhängenden 3D-Modell
10 zusammengefasst werden.

In einer erfindungsgemäßen Ausführungsform nach Anspruch 14 ist es dem Betrachter zudem möglich, mit Hilfe einer stereoskopischen Virtual-Reality-Brille sich selbst in das Szenario zu begeben und die Handlung
15 aus Sicht der Handelnden zu betrachten.

Eine einfachere Montage und bessere Mobilität des Systems wird erreicht, wenn nach Anspruch 15 die bildgebenden Systeme (BGS) und eventuelle Beleuchtungssysteme batteriegestützt betrieben werden und die
20 Bildübertragung an den auswertenden Rechner drahtlos erfolgt.

Die abhängigen Patentansprüche 17 bis 19 enthalten verschiedene vorteilhafte Ausgestaltungen einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform der Vorrichtung sind die bildgebenden Systeme (BGS) auf Bändern und Schienen angebracht und verkabelt. Dies ermöglicht eine einfache und präzise Montage.

Die Vorrichtung nach Anspruch 18 sieht als bildgebende Systeme (BGS)
30 Tagsicht-Farbbildkameras und/oder monochrome Nachtsichtkameras vor.

Bei einer Vorrichtung nach Anspruch 19 werden Weißlicht- bzw. Infrarot-Beleuchtungskörper (z.B. LEDs) zur Beleuchtung des Szenarios gemeinsam mit den bildgebenden Systemen (BGS) auf Befestigungsbändern angebracht.

5

Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines vereinfacht dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Es zeigen

10

Fig. 1 Draufsicht auf eine von mehreren BGS-Ebenen des Raumes

Fig. 2 Lage einer von mehreren BGS-Ebenen im Raum

15

Fig. 3 Erzeugung von 3D-Modellen aus Szenario-Aufnahmen

Fig. 4 Komponenten des erfindungsgemäßen Systems

20

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel dient die Erfindung dazu, eine Feuergefechtsübung in einem Raum durchzuführen, dabei das Handlungsgeschehen der Übung aufzuzeichnen sowie eine Mit- und Nachschau des Geschehens zu ermöglichen.

25

Im dem Raum 1, in der das Übungsgeschehen stattfinden soll, werden mehrere, gleiche bildgebende Systeme (BGS) 2, wie z.B. Video-Kameras, angebracht. Die Anzahl der bildgebenden Systeme (BGS) 2, ihre Position und ihre Ausrichtung werden so gewählt, dass ihre Bildwinkel 3 überlappen und dadurch lückenlos der gesamte Raum 1 betrachtet werden kann. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel hängt jeweils eine

30

bestimmte Anzahl an BGS in über die Höhe des Raumes verteilten Ebenen an allen vier Wänden und der Decke des Raumes verteilt. Alle BGS 2 sind miteinander synchronisiert, die Frequenz der Bildaufzeichnung

ist für alle BGS 2 gleich. Auf diese Weise entstehen in der Bildaufnahmefrequenz Momentaufnahmen 5 aller Objekte 4 des Szenarios aus allen eingerichteten Blickwinkeln.

- 5 Alle BGS sind mit einem Rechner 6 verbunden, der diese Momentaufnahmen 5 auf einem Speicher 7 aufzeichnet und/oder online mit einer speziellen Software 8 verarbeitet. Die Software 8 ist in der Lage, die Bildinhalte aller Aufnahmen, die gleichzeitig und zu einem bestimmten Zeitpunkt gemacht werden, zu vergleichen und aus den verschiedenen
- 10 Perspektiven, unter denen die sichtbaren Bildpunkte erscheinen, ein fotorealistisches 3D-Modell 9 des Szenarios zu errechnen. Wegen der synchron laufenden BGS werden so in der Bildfrequenz sich entsprechend des Übungsgeschehens kontinuierlich verändernde 3D-Modelle erzeugt, die sich zu einer 3D-Szenario-Aufzeichnung zusammenfügen lassen,
- 15 sozusagen ein 3D-Film.

- Personen, Waffen und Ausrüstungsgegenstände werden zuvor als 3D-Funktionsmodelle 11 mit ihren anatomischen, ballistischen, materialtypischen und optischen Merkmalen in einer Datenbank 10
- 20 abgespeichert. Die Bilderkennungssoftware 8 ist daher in der Lage, diese Objekte und ihre Funktionszustände im Bild wiederzuerkennen und bei der Erstellung des 3D-Szenarios 9 als Objekt-Baustein einzubauen. Wird beispielsweise im Übungsgeschehen das Bild einer Pistole erkannt, bei der sich der Verschluss nach hinten bewegt, so wird daraus das Abfeuern
- 25 dieser Waffe abgeleitet. Im 3D-Szenario 9 wird dann über die Position und Orientierung der Waffe im Raum 1 und den bekannten ballistischen Daten der Auftreffpunkt des Projektils berechnet. Bei getroffenen Personen wird über deren Anatomie-Modell und gegebenenfalls getragener und ebenfalls von der Bilderkennungssoftware 8 erkannter Schutzkleidung die
- 30 Waffenwirkung berechnet und z.B. als optisches und/oder akustisches Signal den Übenden mitgeteilt. Handgranaten werden ebenso erkannt, ihre Wirkung auf ihre Umgebung und in der Umgebung befindliche Objekte wird berechnet und mitgeteilt.

Aus dem 3D-Szenario 9 des Handlungsgeschehens wird darüber hinaus eine 2D-Lagekarte 14 der Übung abgeleitet. Dafür sind die Übenden eindeutig mit Symbolen oder Nummern markiert.

- 5 Das erfindungsgemäße System kommt ohne Instrumentierung der Übenden und ohne Veränderung der Übungswaffen aus, ist genau in der Darstellung der Waffenwirkungen und ermöglicht Mit- und Nachschau auf einem oder mehreren Monitoren 12 aus beliebigen Perspektiven.
- 10 Mit einer stereoskopischen Virtual-Reality-Brille 13, bzw. 3D-Brille, ist es zudem dem Betrachter möglich, sich selbst in das Szenario zu begeben und die Handlung aus Sicht des Handelnden zu betrachten.

PATENTANSPRÜCHE

5

1.

Verfahren zur dreidimensionalen Szenario-Aufzeichnung von Handlungsgeschehen bei Feuergefechtsübungen in Nahbereichen, bei denen mehrere, synchronisierte bildgebende Systeme (BGS), wie Video-Kameras, Scanner o.ä. zur Überwachung der Übungsbereiche installiert werden, wobei eine Software

- 15 - aus den Aufnahmen der BGS ein fotorealistisches 3D-Modell des Szenarios errechnet und das Handlungsgeschehen fortlaufend als 3D-Szenario aufzeichnet,
- Personen, Waffen und andere Ausrüstungsgegenstände (z.B. Schutzkleidung) erkennt und mit ihren anatomischen, ballistischen, materialtypischen und optischen Merkmalen als Objekt-Baustein im 3D-Modell weiter verarbeitet und wiedergibt,
- 20 - Position und Orientierung von Waffen und deren Abfeuern erkennt, die Fluglinie von Projektilen berechnet und im 3D-Modell abbildet, und
- bei von Projektilen getroffenen Personen anhand der Trefferposition, eventuell erkannter Schutzkleidung und den ballistischen Faktoren die Waffenwirkung berechnet.

25

2.

Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die bildgebenden Systeme (BGS) in ihrer Anzahl, Position und Ausrichtung so gewählt sind, dass ihre Blickwinkel überlappen und das Handlungsgeschehen in den Übungsräumen aus allen Perspektiven lückenlos überwacht wird.

30

3.

Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die bildgebenden Systeme alle mit einem Rechner verbunden sind, auf dem die Aufzeichnungen gesammelt und mittels Bilderkennungssoftware
5 verarbeitet werden.

4.

Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** getroffene Personen über ein optisches und/oder ein akustisches
10 Signal benachrichtigt werden.

5.

Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** Handgranaten ebenso als Objekt-Baustein erkannt und ihre
15 Wirkungen im speziellen Szenario berechnet werden.

6.

Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus der 3D-Szenario-Aufzeichnung eine 2D-Projektion (Grundriss
20 des Übungsraums) erstellt wird, auf denen die Übenden und deren Handlungen (Bewegungen, Waffeneinsatz, Feuerlinien o.ä.) eindeutig abgebildet werden.

7.

Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine oder mehrere Personen auch außerhalb des Übungsraumes von mehreren BGS aufgenommen werden, um zu Ausbildungszwecken als 3D-Modell (Avatar) in die 3D-Szenario-Aufzeichnung nachträglich
25 eingefügt zu werden und so beispielsweise Handlungsverbesserungen demonstriert werden können.
30

8.

Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** eventuell störendes Gegenlicht direkt sichtbarer Beleuchtungskörper oder anderer BGS im Übungsraum automatisch rechnerisch kompensiert wird.

9.

Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** eventuell störendes Gegenlicht dadurch vermieden wird, dass die das störende Gegenlicht erzeugenden Beleuchtungskörper mit der Frequenz der Bildaufnahme des gegenüberliegenden BGS an- und ausgeschaltet werden, wobei das BGS immer dann ein Bild aufnimmt, wenn der Beleuchtungskörper ausgeschaltet ist.

10.

Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** BGS mit unterschiedlichen Arbeitsweisen und spektralen Empfindlichkeiten sowie Beleuchtungselemente entsprechender, unterschiedlicher spektraler Ausstrahlung verwendet werden, um Verdeckungseffekte (z.B. Rauch), Objekt-Verfälschung oder Fehlstellen im 3D-Szenario auszugleichen.

11.

Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Aufzeichnungen der BGS mit einem Zeitstempel versehen und abgespeichert werden.

12.

Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** zunächst ein personenleeres Modell der Übungsräume mit eventuellen Einrichtungsgegenständen erstellt wird, so dass während der Übung lediglich die Differenz in der Bildänderung durch das Handlungsgeschehen berechnet werden muss.

13.

Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere
personenleere Modelle von Übungsräumen zu einem
zusammenhängenden 3D-Modell, beispielsweise zu einem Hausmodell
5 zusammengefasst werden.

14.

Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet,**
dass der Betrachter der 3D-Szenario-Aufzeichnung die Möglichkeit hat,
10 mit einer stereoskopischen Virtual-Reality-Brille das Handlungsgeschehen
aus Sicht der Handelnden zu betrachten.

15.

Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet,**
15 **dass** die BGS und eventuelle Beleuchtungssysteme batteriegestützt
betrieben werden und die Bildübertragung an den auswertenden Rechner
drahtlos erfolgt.

16.

20 Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der
Ansprüche 1 bis 15, **gekennzeichnet durch** mehrere bildgebende
Systeme (BGS) zur Erfassung des Handlungsgeschehens aus mehreren
Perspektiven, einen Computer mit einer Software zur Berechnung der 3D-
Szenario-Aufzeichnung aus den Daten der BGS, eine Datenbank mit darin
25 abgespeicherten Funktionsmodellen von Personen, Waffen und
Ausrüstungsgegenständen, wobei insbesondere anatomische, ballistische,
materialtypische und optische Merkmale hinterlegt sind, und mindestens
einen Monitor zur Mit- oder Nachschau der Aufzeichnungen.

30 17.

Vorrichtung nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die BGS
zur schnellen und einfachen Montage auf Bändern oder Schienen
angebracht und verkabelt sind.

18.

Vorrichtung nach Anspruch 16 oder 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** als BGS Tagsicht-Farbbildkameras und/oder monochrome Nachtsichtkameras verwendet werden.

5

19.

Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** Weißlicht- bzw. Infrarot-Beleuchtungskörper (z.B. LEDs) zur Beleuchtung des Szenarios auf den Befestigungsbändern der
10 BGS mit angebracht werden.