

System zur Erzeugung angereicherter Bilder

Die vorliegende Erfindung betrifft ein System zur Erzeugung angereicherter Bilder, umfassend wenigstens eine Bildaufnahmeeinrichtung, wenigstens ein mit der Bildaufnahmeeinrichtung verbundenes Analysemodul, wenigstens eine mit dem Analysemodul verbundene Anzeigeeinrichtung, wobei die Bildaufnahmeeinrichtung dazu eingerichtet ist, Bilder, insbesondere Bilddaten an das Analysemodul zu übertragen, und wobei das Analysemodul dazu eingerichtet ist, Steuerdaten an die Anzeigeeinrichtung zu übertragen, wobei die Steuerdaten die Bilddaten und Anweisungsdaten zum Anzeigen von wenigstens einer Anreicherung in einem Bild umfassen, wobei die Anzeigeeinrichtung dazu eingerichtet ist auf Basis der Steuerdaten ein aufgenommenes Bild und eine zugehörige Anreicherung wiederzugeben.

Solche Systeme kommen insbesondere bei sogenannten Augmented-Reality-Systemen zum Einsatz. Diese umfassen in der Regel eine Kamera (Bildaufnahmeeinrichtung), eine Verarbeitungseinheit (Analysemodul) und ein Display (Anzeigeeinrichtung). Die Verarbeitungseinheit ermittelt Informationen über das geometrische und radiometrische Verhältnis zwischen Kamera und Umgebung, so dass sie anschließend realistisch aussehende Objekte in die Szene einfügen kann. Das geometrische Verhältnis, d.h. die Position der Kamera im Raum, kann beispielsweise durch externe Infrarot-Tracker, durch in der Szene sichtbare Marker, oder durch Beschleunigungs- oder Schrittsensoren bestimmt werden. Das radiometrische Verhältnis, d.h. der Beleuchtungsunterschied zwischen der aufgenommenen Umgebung und einem künstlich erzeugtem Bild, kann beispielsweise durch Intensitätsvergleiche zwischen einer Vorlage und der aktuellen Aufnahme ermittelt werden.

Falls bei einem solchen bekannten System jedoch Schwierigkeiten bei einer Komponente gibt, die das geometrische oder radiometrische Verhältnis zwischen Kamera und Umgebung erfasst bzw. berechnet, oder ein realistisches Bild aus anderen Gründen nicht erzeugt werden kann, wird üblicherweise ein Bild erzeugt, das nicht realistisch wirkt, oder ein Bild, in dem keine Augmented Reality eingeblendet wird. In beiden Fällen ergibt sich ein unzureichendes Ergebnis, d.h. bei den durch die Anzeigeeinrichtung dargestellten Bildern.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein System für die Anreicherung von Bildern bereitzustellen, das es ermöglicht, die obigen Nachteile zu vermeiden.

- Zur Lösung dieser Aufgabe wird vorgeschlagen, dass das System ferner ein Erweiterungsmodul umfasst, das im Übertragungsweg zwischen dem Analysemodul und der Anzeigeeinrichtung angeordnet ist, dass das Analysemodul weiter dazu eingerichtet ist, wenigstens eine Zuverlässigkeitsinformation für jedes Bild zu erzeugen, dass das Erweiterungsmodul dazu eingerichtet ist, die Steuerdaten und die Zuverlässigkeitsinformation vom Analysemodul zu empfangen und auf Basis der Steuerdaten und der Zuverlässigkeitsinformation modifizierte Steuerdaten zu erzeugen und an die Anzeigeeinrichtung zu übertragen.
- 10 Das Erweiterungsmodul ermöglicht dabei mittels der Zuverlässigkeitsinformation beispielsweise Messtoleranzen von Sensoren zu berücksichtigen oder zu bestimmen, in welchem Zustand ein Sensorsystem ist (Ausfall/in Betrieb o.ä.). Entsprechend können mittels des Erweiterungsmoduls die üblicherweise direkt an die Anzeigeeinrichtung weitergegebenen Steuerdaten bei Bedarf angepasst werden und so geändert bzw. modifiziert werden, dass an die Anzeigeeinrichtung modifizierte Steuerdaten übertragen und dort angezeigt werden können, die eine Darstellung mit gutem Ergebnis darstellen, insbesondere in Bezug auf die Anreicherungen in den von der Bildaufnahmeeinrichtung aufgenommenen und mittels der Anzeigeeinrichtung wiedergegebenen Bildern.
- 20 Der hier verwendete Begriff „Anreicherung“ soll eine Art Verbesserung bzw. Veränderung des Abbildes der Realität bezeichnen. Es wird beispielsweise an eine Überblendung einer in der Realität in englischer Sprache verfassten Werbebotschaft auf einer Bande eines Sportplatzes mit einer gleichen oder anderen Werbung in einer anderen Sprache gedacht. Der hier verwendete Begriff „Anreicherung“ ist im Fachjargon auch als „Augmentierung“ bekannt, was sich an dem englischen Begriff „augment“ für verbessern, verstärken, anreichern orientiert.
- 30 Das Erweiterungsmodul kann ein Zustandsmodul und ein Animationsmodul aufweisen, wobei das Zustandsmodul dazu eingerichtet ist, die Zuverlässigkeitsinformation zu empfangen, eine Zustandsinformation aus mehreren, insbesondere vier, Zustandsinformationen auszuwählen und die ausgewählte Zustandsinformation an das Animationsmodul zu übergeben. Dabei kann das Animationsmodul dazu eingerichtet sein, die Steuerdaten zu empfangen und basierend auf der Zustandsinformation die modifizierten Steuerdaten zu erzeugen.
- 35 Das Animationsmodul kann ferner dazu eingerichtet sein, in Abhängigkeit der Zustandsinformation

die Bilddaten und Anweisungsdaten für die Anreicherung als modifizierte Steuerdaten zu übertragen, was einem Einschaltzustand für Anreicherungen entspricht, oder nur die Bilddaten als modifizierte Steuerdaten zu übertragen, was einem Ausschaltzustand für Anreicherungen entspricht,

- 5 oder eine Übergangsanimation als Teil der modifizierten Steuerdaten zu übertragen, wobei die Übergangsanimation beim Wechsel zwischen dem Einschaltzustand und dem Ausschaltzustand ausgewählt wird.

- 10 Vorzugsweise ist die Übergangsanimation derart beschaffen, dass durch die Bildaufnahmeeinrichtung erfasste reale Daten und Daten einer anzuzeigenden Anreicherung integriert verarbeitet und angezeigt werden. Entsprechend kann durch die Integration der Realität in eine Übergangsanimation ein Grad von Realismus erreicht werden, bei dem es für einen Betrachter der Anzeigeeinrichtung nicht erkennbar ist, ob das System aktuell eine Anreicherung anzeigt oder reale Bilder
15 ohne Anreicherung darstellt.

- Das Animationsmodul kann ein Realisierungsmodul aufweisen, das dazu eingerichtet ist, eine Übergangsanimation zur erstellen, die eine bestimmte Anzahl Bilder aufweist, und in einem Animationspuffer zu speichern. Weiter kann das Animationsmodul einen Animationsspeicher aufweisen, der dazu eingerichtet ist, vorbestimmte Übergangsanimationen in Form von computerlesbaren Instruktionen zu speichern. Somit können in dem Animationsspeicher vorgefertigte bzw. fertig programmierte Übergangsanimationen bereitgestellt werden. Diese gespeicherten Übergangsanimationen können vom Realisierungsmodul in Abhängigkeit der Steuerdaten, insbesondere der Zuverlässigkeitsinformation und der Zustandsinformation, aus dem Animationsspeicher gelesen und mit den Steuerdaten kombiniert werden, so dass die modifizierten Steuerdaten die ausgewählte Übergangsanimation enthalten, um einen Wechsel zwischen Einschaltzustand und Ausschaltzustand zu ermöglichen.

- 30 Das Animationsmodul kann ferner dazu eingerichtet sein, im Ausschaltzustand aus den vom Analysemodul bereitgestellten Steuerdaten die Anweisungsdaten für eine Anreicherung zu entfernen und nur die Bilddaten als modifizierte Steuerdaten an die Anzeigeeinrichtung zu übertragen.

- 35 Ferner kann das Animationsmodul dazu eingerichtet sein, die Steuersignale des Analysemoduls entsprechend der Zustandsinformation derart zu modifizieren, dass bei einem Wechsel zwischen dem Einschaltzustand und dem Ausschaltzustand eine Übergangsanimation nahtlos eingefügt wird.

Die Übergangsanimation kann als virtuelle Rollbande oder als virtuelles Fenster oder dergleichen ausgeführt sein.

5 Es wird darauf hingewiesen, dass der oben beschriebenen Wechsel zwischen Einschaltzustand und Ausschaltzustand einen Wechsel in beide Richtung umfasst, also vom Einschaltzustand zum Ausschaltzustand und vom Ausschaltzustand zum Einschaltzustand.

10 Die Erfindung betrifft ferner auch die Verwendung eines oben beschriebenen Systems in einem Fernsehübertragungssystem oder/und in einem virtuellen Werbeanzeigesystem oder/und in einem Augmented-Reality-System.

Zur Verwendung eines hier beschriebenen Systems im Rahmen eines Fernsehübertragungssystem wird auf die am gleichen Tag eingereichte, parallele Anmeldung mit dem Titel „Fernsehübertragungssystem zur Erzeugung angereicherter Bilder“ der gleichen Anmelderin verwiesen. Es wird insbesondere auf das dortige unter Bezugnahme auf die Figuren 4 bis 6 beschriebene Multipliziermodul und das Kontrollmodul hingewiesen, bei denen ein System gemäß der vorliegenden Anmeldung
15 eingebunden sein kann.
20

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die anliegenden Figuren beispielhaft und nicht einschränkend beschrieben.

25 Fig. 1 zeigt eine vereinfachte und schematische Darstellung eines Systems zur Erzeugung angereicherter Bilder.

Fig. 2 zeigt schematische und vereinfacht ein Erweiterungsmodul des Systems.

30 Fig. 3 zeigt schematisch und vereinfacht mögliche Zustände und zugehörige Zustandsübergänge.

Fig. 4 zeigt schematisch und vereinfacht die Funktionsweise eines Animationsmoduls des Erweiterungsmoduls.

35

Fig. 5 zeigt schematisch und vereinfacht den Ablauf einer Übergangsanimation anhand einer virtuellen Rollbande.

Fig. 1 zeigt vereinfacht und schematisch ein Diagramm eines Systems 10 zur Erzeugung angereicherter Bilder. Das System umfasst eine Bildaufnahmeeinrichtung bzw. Kamera 12, eine Analysemodul 14, ein Erweiterungsmodul 16 und eine Anzeigeeinrichtung bzw. ein Display 18. Die Bildaufnahmeeinrichtung 12 übermittelt
5 Kamerabilder (und ggf. noch zusätzliche Sensordaten) als Kameradaten S1 zum Analysemodul 14. Das Analysemodul 14 verarbeitet diese Kameradaten S1 und erzeugt hieraus Steuerdaten S2 bzw. Steuerbefehle S2. Derartige Steuerdaten bzw. Steuerbefehle S2 können beispielsweise OpenGL-Befehle und OpenGL-Textures sein. Die Steuerdaten S2 werden an das Erweiterungsmodul 16 gesen-
10 det. Das Erweiterungsmodul 16 ist dazu eingerichtet, die Steuerdaten S2 zu verändern. Es werden die Sensordaten bzw. Kameradaten S1 vom Analysemodul 14 um Zuverlässigkeitsinformationen R2 erweitert, beispielsweise Messtoleranzen von Sensoren. Das Erweiterungsmodul 16 erzeugt aus den Steuerdaten S2 und den Zuverlässigkeitsinformationen R2 modifizierte Steuerdaten S2b, um die Anzeige-
15 einrichtung 18 anzusteuern.

Unter Bezugnahme auf die Fig. 2 wird nachfolgend das Erweiterungsmodul 16 beschrieben. Das Erweiterungsmodul 16 umfasst eine Komponente V, die dazu eingerichtet ist, Zuverlässigkeitsinformation R2 bzw. ein Zuverlässigkeitssignal R2
20 in ein binäres Signal OK(t) umzuwandeln. Dabei kann die Umwandlung beispielsweise auf einem Schwellwertvergleich basieren, um zu entscheiden, welcher Binarwert für das Signal OK vergeben wird. Das Signal OK(t) gibt an, ob die Steuerdaten S2(t) geeignet sind, angezeigt zu werden. Das Signal OK wird von der Komponente V an ein Zustandsmodul 20, das auch als Zustandsmanager bezeichnet
25 werden kann, übergeben.

Das Zustandsmodul 20 wählt einen von mehreren, im vorliegenden Beispiel von vier, möglichen Zuständen $Z(t)$ aus und gibt diesen Zustand $Z(t)$ an ein Animationsmodul 22, das auch als Animationsmanager bezeichnet werden kann, weiter.
30 Die Auswahl eines Zustands $Z(t)$ basiert dabei auf vorangegangenen Zuständen, wie etwa einem Zustand $Z(t-N)$. Vorangegangene Zustände, wie etwa $Z(t-N)$, $Z(t-N+1)$ etc., sind in einem Zustandspuffer PZ gespeichert und können ggf. auch vom Modul 20 abgefragt werden.

35 Das Animationsmodul 22 empfängt die Steuerdaten S2, die durch einen Puffer PS um bis zu N Takte verzögert werden können bzw. verzögert worden sind. Ferner empfängt das Animationsmodul 22 den Zustand $Z(t)$ als Eingangsgröße bzw. Input, d.h. den Zustand, der in N Takten erreicht werden soll.

Das Zustandsmodul 20 bestimmt den Zustand des Animationsmoduls 22. Im vorliegenden Beispiel werden vier Zustände $Z(t)$ unterschieden, die die Ausgabe von modifizierten Steuerdaten $S2b(t)$ des Animationsmoduls 22 beeinflussen.

- 5 Die Zustände können dabei durch zwei Variablen EN und TR beschrieben werden, wobei EN eine Repräsentation ist, ob Anreicherungen eingeschaltet oder ausgeschaltet sind, und wobei TR eine Repräsentation ist, ob eine Übergangsanimation beim Wechsel zwischen einem Einschaltzustand und einem Ausschaltzustand abgespielt werden soll.

10

Die Zustände sind

$Z=1$, wobei $EN=1$ und $TR=0$ sind, und das Animationsmodul 22 unmodifizierte Steuerdaten $S2(t-N)$ ausgeben soll, d.h. die Anreicherungen (Augmentierungen) sind eingeschaltet (Einschaltzustand);

- 15 $Z=2$, wobei $EN=0$ und $TR=0$ sind, und das Animationsmodul 22 Originalbilder aus den Steuerdaten $S2(t-N)$ als modifizierte Steuerdaten $S2b$ ausgeben soll, ohne Einblendung von Anreicherungen, d.h. die Anreicherungen (Augmentierungen) sind ausgeschaltet (Ausschaltzustand);

- 20 $Z=3$, wobei $EN=1$ und $TR=1$ sind, und das Animationsmodul 22 eine Übergangsanimation abspielen soll ausgehend von einem Einschaltzustand ($Z=1$) zu einem Ausschaltzustand ($Z=2$); und

$Z=4$, wobei $EN=0$ und $TR=1$ sind, und das Animationsmodul 22 eine Übergangsanimation abspielen soll ausgehend von einem Ausschaltzustand ($Z=2$) zu einem Einschaltzustand ($Z=1$).

25

Die Zustände $Z(t) = 1$ bis 4 und deren Übergänge sind in der Fig. 3 beispielhaft als Diagramm dargestellt. Das Ausschalten der Anzeige von Anreicherungen ist dabei ein N Takte dauernder Übergang von $Z=1$ und $OK=0$ (Daten $S2(t)$ sind ungeeignet zur Anzeige) über $Z=3$ zu $Z=2$. Das Einschalten der Anzeige von Anreicherungen ist ein N Takte dauernder Übergang von $Z=2$ und $OK=1$ (Daten $S2(t)$ sind geeignet zur Anzeige) über $Z=4$ zu $Z=1$.

30

- In Fig. 4 ist schematisch in einem Diagramm die Funktionsweise des Animationsmoduls 22 dargestellt. Die Aufgabe des Animationsmoduls 22 ist es, die Steuersignale $S2$ in Abhängigkeit von bzw. entsprechend dem Zustand $Z(t)$ zu modifizieren, so dass bei Zustandswechseln nahtlose Übergangsanimationen eingefügt werden können und dass die Anzeigeeinrichtung 18 beim Zustand $Z=2$ (Ausschaltzustand) die durch die Aufnahmeeinrichtung 12 aufgenommenen Originalbilder anzeigt.
- 35

- Die Übergangsanimationen sind dabei nicht nur derart ausgestaltet bzw. ausgeführt, dass eine Anreicherung langsam mehr und mehr eingeblendet bzw. ausgeblendet wird. Vielmehr können durch das Erweiterungsmodul 16, insbesondere
- 5 durch das Animationsmodul 22, Steuerbefehle modifiziert werden, Hierdurch lassen sich gezielt Übergangsanimationen erstellen, so dass es für ein Betrachter der Anzeigeeinrichtung 18 nicht erkennbar ist, ob aktuell die Realität (Originalbilder) oder angereicherte Bilder (mit Anreicherungen/Augmentierungen) angezeigt wird.
- 10 Der Zustand $Z(t)$ wählt aus, ob $S2(t-N)$ unverändert ausgegeben werden soll, d.h. ob die anreicherung bzw. Augmentierung aus den Steuerdaten $S2$ durch ein Modul 24 entfernt werden soll, oder ob eine Übergangsanimation A abgespielt werden soll.
- 15 Bei einer Zustandsänderung bzw. einem Wechseln von $Z=1$ zu $Z=3$ (Ausschalten) und $Z=2$ zu $Z=4$ (Einschalten) wird durch ein Realisierungsmodul 26 eine N Bilder lange Animation A erstellt und im Animationspuffer PA gespeichert. Anschließend wird die Übergangsanimation A anstelle von $S2$ als modifizierte Steuerdaten $S2b$ an die Anzeigeeinrichtung 18 übermittelt.
- 20 $A(1)$ bezeichnet das erste durch die Anzeigeeinrichtung 18 erzeugte Bild der Übergangsanimation A , $A(N)$ das letzte. Für eine nahtlose Ausschalt-Übergangsanimation muss das gerenderte Bild $A(N)$ dem Bild $S2(t)$ (ohne Anreicherung/Augmentierung) entsprechen. Analog dazu muss für eine nahtlose Einschalt-Übergangsanimation $A(1)$ dem Bild $S2(t-N)$ (ohne Anreicherung/Augmentierung) entsprechen.
- 25 Das Animationsmodul 22 umfasst ferner eine Animationsdatenbank (Animationspeicher) 28. In der Animationsdatenbank 28 liegen die Übergangsanimationen A
- 30 in Form von Programmcode-Instruktionen, die verwendet werden, um die Steuerdaten $S2$ zu Übergangsanimationen A zu wandeln. Die Instruktionen können beispielsweise Texturen verwenden, die erst zur Laufzeit durch Teile von $S2(t)$ bis $S2(t-N)$ ersetzt werden. Dies geschieht ähnlich, wie etwa bei der Definition von Animationen in bekannten nichtlinearen Videobearbeitungsprogrammen für die
- 35 Post-Produktion (z.B. Adobe After Effects, Adobe Premiere, Davinci Resolve, Nuke). Allerdings lassen sich diese bekannten Programme nicht Live einsetzen und die von diesen Programmen erzeugten Effekte werden nicht mit Steuerinformationen verknüpft, sondern auf gesamte Videoclips angewendet.

Zum Zeitpunkt, zu dem die Übergangsanimation erstellt werden soll, liegen dem Animationsmodul 22 mit den Steuerdaten S2(t) bis S2(t-N) sämtliche Informationen vor, wie und wo eine Anreicherung/Augmentierung im Zustand Z=1 dargestellt werden würde. Die in dem Animationsmodul 22 enthaltene Effektdatenbank
5 28 definiert, wie Steuerdaten S2 bei der Effektrealisierung in dem Realisierungsmodul 26 modifiziert werden müssen, um eine Übergangsanimation A zu erstellen und in dem Animationspuffer PA abzulegen.

Beispielsweise können durch das Realisierungsmodul 26 OpenGL-Koordinatentransformationen von Steuerdaten S2 durchgeführt werden, um eine
10 2D oder 3D-Verschiebung oder eine Rotation zu erreichen, oder es können OpenGL-Texturen anhand der in S2 enthaltenen Bilder erstellt und in die Übergangsanimation A integriert werden.

Fig. 5 zeigt rein beispielhaft und vereinfacht eine Übergangsanimation einer sogenannten virtuellen Rollbande. Der Übergang vom Zustand Z=2 (Ausschaltzustand, keine Anreicherung) im ersten Bild (links) erfolgt über den Zustand Z=4 (Übergangsanimation) in den Bildern 2 bis 4 (von links) zum Zustand Z=1 (Einschaltzustand, Anreicherung wird angezeigt bzw. überblendet). Dabei zeigt der punktierte
15 Bereich bzw. die punktiert dargestellte Fläche den Bereich, der im Zustand Z=1 angereichert werden würde, der ab erst im fünften Bild (nach Abspielen der Übergangsanimation in den Bildern 2-4) vollständig angereichert bzw. augmentiert wird.

25 Diese Übergangsanimation erfolgt hier rein beispielhaft über N=5 Takte. Bei konkreten Anwendungen werden Übergangsanimationen für einen fließenden bzw. nahtlosen Übergang wohl eher mehr Takte benötigen. Die Realisierung der Übergangsanimation kann wie folgt realisiert werden:

30 Die Textur „Reality“ wird aus dem ursprünglichen Bild in S2(t-N) an derjenigen Stelle extrahiert, wo die Anreicherung/Augmentierung eingeblendet werden würde.

Eine neue Textur T wird erstellt, indem „Reality“ und „Augment“ vertikal miteinander verbunden werden. Die Steuerbefehle werden in der Übergangsanimation A entsprechend angepasst, so dass anstelle einer unmittelbaren (übergangslosen) Anzeige von „Augment“ die neue Textur T angezeigt wird, welche
35 eine Kombination von „Reality“ und „Augment“ darstellt.

Die vertikale Roll-Bewegung kann beispielsweise durch einen Region-of-Interest-Operator (ROI) erzeugt werden, der auf die Textur T angewendet wird. In A(1) wählt dieser die obere Hälfte aus (d.h. Reality), dann in A(2) bis A(4) immer tiefere ROIs, bis er in A(5) genau die Textur „Augment“ auswählt, die
5 nach der Animation weiterhin dargestellt wird, da der Zustand $Z=1$ erreicht ist.

Die Steuerbefehle zur Realisierung werden in die Übergangsanimation A integriert, als modifizierte Steuerdaten $S2b(t)$ ausgegeben und zuletzt durch die Anzeigeeinrichtung 18 wie oben bereits erläutert ausgegeben.
10

Das hier vorgestellte System ermöglicht also durch Integration der Realität in eine Einschalt- oder Ausschalt-Übergangsanimation einer Anreicherung (virtuelles Objekt) einen Grad von Realismus, bei dem nicht erkannt werden kann, ob das System bezogen auf das Anzeigen bzw. Überblenden von Anreicherungen aktiviert
15 (Einschaltzustand) oder deaktiviert (Ausschaltzustand)