

Beschreibung

Verfahren zur zweidimensionalen Bestimmung einer aktuellen Auslenkung und Verdrehung eines an einer Laufkatze
5 einer Krananlage gehaltenen Lastaufnahmemittels

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur zweidimensionalen Bestimmung einer aktuellen Auslenkung und Verdrehung eines an einer Laufkatze einer Krananlage
10 gehaltenen Lastaufnahmemittels bezogen auf eine Ruhelage des Lastaufnahmemittels. Ferner betrifft die vorliegende Erfindung einen Kran mit einer Laufkatze und einem an der Laufkatze angeordneten Lastaufnahmemittel, umfassend eine an der Unterseite der Laufkatze angeordnete Kamera, die
15 derart ausgerichtet ist, dass sie die Oberseite des Lastaufnahmemittels erfasst, und eine Auswerteeinheit, die zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens eingerichtet ist.

20 Krananlagen mit einer Laufkatze und einem an der Laufkatze meist über Tragseile gehaltenen Lastaufnahmemittel, das beispielsweise zur Aufnahme handelsüblicher Container ausgelegt ist, sind im Stand der Technik in unterschiedlichsten Ausgestaltungen bekannt. Die von dem Aufnahme-
25 mittel aufgenommene Last kann bei solchen Krananlagen durch Verfahren der Laufkatze einerseits und durch Verändern der Länge der Tragseile andererseits dreidimensional im Raum bewegt werden. Während des Betriebs der Krananlage erfährt das Lastaufnahmemittel Auslenkungen und/oder
30 Verdrehungen, die es insbesondere bei automatischen Lös- und Ladezyklen auszugleichen gilt. Entsprechend werden aktuelle Auslenkungen und Verdrehungen der Laufkatze bezogen auf eine Ruhelage des Lastaufnahmemittels automatisch bestimmt, um auf diesen basierend ein auf das
35 Lastaufnahmemittel einwirkendes Schwingungsdämpfungssystem zu regeln.

Ein bekanntes Verfahren zur zweidimensionalen Bestimmung einer aktuellen Auslenkung und Verdrehung eines an einer Laufkatze einer Krananlage gehaltenen Lastaufnahmemittels bezogen auf eine Ruhelage des Lastaufnahmemittels ist in

5 der DE 198 36 103 A1 beschrieben. Bei diesem Verfahren nimmt eine an der Laufkatze der Krananlage befestigte Halbleiterkamera ein Bild eines an der Oberseite des Lastaufnahmemittels angebrachten Reflektors auf, der von einer direkt neben der Halbleiterkamera positionierten

10 Infrarot-Beleuchtungseinheit beleuchtet wird. Der Reflektor stellt im Videobild der Kamera eine auswertbare Fläche dar, die mit einer in einer Auswerteeinheit gespeicherten Referenzfläche des Reflektors in Ruhelage des Lastaufnahmemittels verglichen werden kann. Anhand eines

15 solchen Vergleiches kann eine aktuelle Auslenkung und/oder Verdrehung des Lastaufnahmemittels bezogen auf die Ruhelage des Lastaufnahmemittels berechnet werden. Grundsätzlich hat sich dieses bekannte Verfahren in der Praxis bewährt. Ein Nachteil des Verfahrens besteht al-

20 lerdings darin, dass sich die Montage des Reflektors in Abhängigkeit von der Bauart des Lastaufnahmemittels als schwierig erweisen kann, da beispielsweise nur sehr wenig Bauraum zur Verfügung steht. Wird als Reflektor ein aktiver Reflektor eingesetzt, so benötigt man an dem Lastauf-

25 nahmemittel eine zusätzliche Spannungsversorgung, was in der Regel ebenfalls mit einem erheblichen Aufwand einhergeht. Darüber hinaus benötigt man häufig eine zusätzliche Heizung, um den Reflektor schneefrei zu halten und damit die Funktionsfähigkeit des Systems zu gewährleisten. Im

30 Falle eines Defekts des Lastaufnahmemittels muss ferner sichergestellt werden, dass der gleiche Reflektor beim Ersatz-Lastaufnahmemittel an gleicher Position verbaut ist. Anderenfalls ist eine aufwändige Nachkalibrierung erforderlich. Schließlich sind für die Durchführung des

35 Verfahrens neben der Halbleiterkamera ein Reflektor und eine Infrarot-Beleuchtungseinheit erforderlich, was vergleichsweise hohe Kosten nach sich zieht.

Weitere Verfahren zur zweidimensionalen Bestimmung einer aktuellen Auslenkung und Verdrehung eines an einer Laufkatze einer Krananlage gehaltenen Lastaufnahmemittels
5 sind aus der CN 111483914 A und der US 2007/289931 A1
vorbekannt.

Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes Verfahren
10 der eingangs genannten Art sowie eine zur Durchführung des Verfahrens ausgelegte Krananlage bereitzustellen.

Zur Lösung dieser Aufgabe schafft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zur zweidimensionalen Bestimmung einer
15 aktuellen Auslenkung und Verdrehung eines an einer Laufkatze einer Krananlage gehaltenen Lastaufnahmemittels bezogen auf eine Ruhelage des Lastaufnahmemittels, das die Schritte aufweist:

- 20 a) Anordnen einer Kamera an der Laufkatze derart, dass die Kamera die Oberseite des Lastaufnahmemittels erfasst;
- b) Aufnahme eines Bildes der Oberseite des Lastaufnahmemittels in einer Ruhelage des Lastaufnahmemittels und Speichern dieses Ruhelagebildes;
- 25 c) Aufnahme eines aktuellen Bildes der Oberseite des Lastaufnahmemittels während des Betriebs der Krananlage, während sich das Lastaufnahmemittel nicht in Ruhelage befindet;
- d) Erfassen einer Mehrzahl von an der Oberseite des
30 Lastaufnahmemittels vorhandener, dem Lastaufnahmemittel eigener geometrischer Merkmale im in Schritt c) aufgenommenen aktuellen Kamerabild;
- e) Suchen der in Schritt d) erfassten geometrischen Merkmale im Ruhelagebild; und
- 35 f) Bestimmung der aktuellen zweidimensionalen Auslenkung und Verdrehung der geometrischen Merkmale bezogen auf deren Ruhelage durch Vergleichen der Positionen der

geometrischen Merkmale im aktuellen Bild mit den Positionen der geometrischen Merkmale im Ruhelagebild.

Als Kamera, die in Schritt a) an einer Laufkatze angeordnet wird, kann eine herkömmliche Digitalvideokamera gewählt werden, wodurch die Kosten für die Anschaffung der Kamera minimiert werden. Die in Schritt d) erfassten geometrischen Merkmale sind dem Lastaufnahmemittel eigene Merkmale, was den Vorteil mit sich bringt, dass keine zusätzlichen Komponenten auf der Oberseite des Lastaufnahmemittels positioniert werden müssen, wie beispielsweise die eingangs beschriebenen Reflektoren oder dergleichen. Ein weiterer Vorteil, der mit der Auswahl von dem Lastaufnahmemittel eigenen geometrischen Merkmalen einhergeht, besteht darin, dass das Lastaufnahmemittel im Falle eines Defektes einfach durch ein neues Lastaufnahmemittel gleicher Bauart ausgetauscht werden kann, ohne dass anschließend eine Nachkalibrierung der geometrischen Merkmale erforderlich ist.

Insgesamt schafft die vorliegende Erfindung ein sehr preiswertes Verfahren zum Erfassen von aktuellen Pendelbewegungen des Lastaufnahmemittels.

Gemäß einer ersten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens handelt es sich bei den in Schritt d) erfassten Merkmalen um vorab festgelegte Merkmale, die nach ihrer Festlegung in einer Auswerteeinheit gespeichert werden. In aktuellen Kamerabildern werden somit immer dieselben geometrischen Merkmale erfasst und in Schritt f) mit denjenigen im Ruhelagebild verglichen, um die jeweilige aktuelle zweidimensionale Auslenkung und Verdrehung der geometrischen Merkmale zu bestimmen. Damit wird auch Schritt e) nicht bei jedem neuen aktuellen Kamerabild durchgeführt sondern nur einmalig, da sich die Positionen

der geometrischen Merkmale in dem Ruhelagebild nicht verändern und entsprechend einfach gespeichert werden können.

- 5 Gemäß einer zweiten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens handelt es sich bei den in Schritt d) erfassten Merkmalen um automatisch von der verwendeten Software ausgewählte Merkmale, die von aktuellem Kamerabild zu aktuellem Kamerabild verschieden sein können. Entsprechend
- 10 muss Schritt e) bei jedem neuen aktuellen Kamerabild durchgeführt werden. Diese automatische Auswahl geometrischer Merkmale hat den Vorteil, dass eine ordnungsgemäße Bestimmung der aktuellen zweidimensionalen Auslenkung und Verdrehung der geometrischen Merkmale bezogen auf deren
- 15 Ruhelage auch bei sich ändernden Belichtungsverhältnissen und Verschattungen stets möglich ist. Im Falle eines Defektes des Lastaufnahmемittels kann dieses einfach durch ein neues Lastaufnahmемittel ersetzt werden, und zwar unabhängig davon, ob das neue Lastaufnahmемittel die gleiche Bauart aufweist wie das alte Lastaufnahmемittel, da
- 20 die geometrischen Merkmale nicht festgelegt sondern bei der Durchführung des Verfahrens immer wieder automatisch neu ausgewählt werden. Lediglich das Ruhelagebild muss dann einmalig neu aufgenommen werden.
- 25
- Gemäß einer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung erfolgt die Bestimmung der aktuellen Auslenkung und Verdrehung des Lastaufnahmемittels in Schritt f) mittels digitaler Bildverarbeitung, was hinsichtlich der Bearbeitungs-
- 30 tungsgeschwindigkeit von Vorteil ist.

- Bevorzugt werden die Schritte c) bis f) vielfach in kurz aufeinanderfolgenden Zeitabständen wiederholt, wobei basierend auf den aufeinanderfolgenden aktuellen Auslenkungen und Verdrehungen des Lastaufnahmемittels ein Bewe-
- 35

gungszyklus des Lastaufnahmemittels bestimmt wird. Basierend auf solchen Bewegungszyklen lässt sich eine Schwingungsdämpfung optimal regeln.

- 5 Gemäß einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden basierend auf den in Schritt f) bestimmten aktuellen Auslenkungen und Verdrehungen des Lastaufnahmemittels in der Auswerteeinheit Regelbefehle erstellt und an ein auf das Lastaufnahmemittel einwirkendes
- 10 Schwingungsdämpfungssystem weitergeleitet, das dann basierend auf den Regelbefehlen geregelt wird.

- Ferner schafft die vorliegende Erfindung zur Lösung der eingangs genannten Aufgabe ein System umfassend eine Ka-
- 15 mera, insbesondere Digitalkamera, und eine Auswerteeinheit, die zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens ausgelegt ist.

- Vorteilhaft umfasst das System ferner ein Schwingungs-
- 20 dämpfungssystem.

- Ferner schafft die vorliegende Erfindung zur Lösung der eingangs genannten Aufgabe eine Krananlage mit einer Laufkatze und einem an der Laufkatze angeordneten Last-
- 25 aufnahmemittel, umfassend eine an der Unterseite der Laufkatze angeordnete Kamera, die derart ausgerichtet ist, dass sie die Oberseite des Lastaufnahmemittels erfasst, eine Auswerteeinheit, die zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche einge-
- 30 richtet ist, und ein auf das Lastaufnahmemittel einwirkendes Schwingungsdämpfungssystem, das über die Auswerteeinheit geregelt wird.

- Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung
- 35 werden anhand der nachfolgenden Beschreibung unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung deutlich. Darin ist

Figur 1 eine schematische Seitenansicht einer Krananlage gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und

5

Figur 2 eine schematische perspektivische Draufsicht eines Lastaufnahmemittels der in Figur 1 gezeigten Krananlage.

- 10 Figur 1 zeigt eine Krananlage 1 mit einer in X- und Y-Richtung motorisch bewegbaren Laufkatze 2, an der über in Z-Richtung motorisch bewegbare Tragseile 3 ein Lastaufnahmemittel 4 gehalten ist. Bei dem Lastaufnahmemittel 4 kann es sich um ein solches handeln, das zur Aufnahme
15 handelsüblicher Container ausgelegt ist, um nur ein Beispiel zu nennen.

- Zur Durchführung eines Verfahrens gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zur zweidimensionalen Bestimmung einer aktuellen Auslenkung und Verdrehung des an der Laufkatze 2 gehaltenen Lastaufnahmemittels 4 bezogen auf eine Ruhelage des Lastaufnahmemittels 4 wird in einem ersten Schritt eine Kamera 5 an der Laufkatze 2 derart angeordnet, dass diese die Oberseite des Lastaufnahmemittels 4 erfasst, wie es in der Figur durch die gestrichelten Linien 6 angedeutet ist. Bei der Kamera 5 handelt es sich vorliegend um eine herkömmliche Digitalvideokamera. Ferner werden, vorliegend an der Laufkatze 2, eine Auswerteeinheit 7 und ein Schwingungsdämpfungssystem 8 positioniert. Die Auswerteeinheit 7 und das Schwingungsdämpfungssystem 8 können aber auch an anderen Positionen angeordnet und/oder in bereits vorhandene Bauteilen der Krananlage 1 integriert werden.

- 35 In einem weiteren Schritt wird mit der Kamera 5 ein Bild der Oberseite des Lastaufnahmemittels 4 in einer Ruhelage

des Lastaufnahmemittels 4 aufgenommen und dieses Ruhelagebild in der Auswerteeinheit 7 gespeichert.

- Während des darauffolgenden Betriebs der Krananlage 1
- 5 nimmt die Kamera 5 aktuelle Bilder der Oberseite des Lastaufnahmemittels 4 auf und übermittelt diese an die Auswerteeinheit 7. In der Auswerteeinheit 7 werden dann in jedem aktuellen Kamerabild automatisch an der Oberseite des Lastaufnahmemittels 4 vorhandene, dem Lastauf-
- 10 nahmemittel 4 eigene geometrische Merkmale 9, 10, 11 gewählt. Diese geometrischen Merkmale 9, 10, 11 werden dann im Ruhelagebild gesucht, woraufhin die aktuelle zweidimensionale (X-Y-Ebene in Figur 1) Auslenkung und Verdrehung der geometrischen Merkmale 9, 10, 11 bezogen auf de-
- 15 ren Ruhelage bestimmt wird, indem die Positionen der geometrischen Merkmale 9, 10, 11 im aktuellen Bild mit den Positionen der geometrischen Merkmale 9, 10, 11 im Ruhelagebild verglichen werden. Basierend auf der aktuellen Auslenkung und Verdrehung generiert die Auswerteeinheit 7
- 20 Signale zur Regelung des Schwingungsdämpfungssystems 8 und leitet diese an das Schwingungsdämpfungssystem 8 weiter. Je mehr aktuelle Kamerabilder in einer vorgegebenen Zeitspanne aufgenommen und in der zuvor beschriebenen Weise ausgewertet werden, desto genauer kann basierend
- 25 auf den aufeinander folgenden aktuellen Auslenkungen und Verdrehungen des Lastaufnahmemittels 4 der Bewegungszyklus des Lastaufnahmemittels 4 bestimmt werden, was eine optimierte Schwingungsdämpfung ermöglicht.
- 30 Ein wesentlicher Vorteil des zuvor beschriebenen Verfahrens besteht darin, dass zu dessen Durchführung nur wenige Komponenten erforderlich sind, nämlich lediglich eine Kamera 5, eine Auswerteeinheit 7 und ein Schwingungsdämpfungssystem 8. Zusätzliche Komponenten, wie bei-
- 35 spielsweise Reflektoren oder Infrarot-Beleuchtungseinheiten entfallen, was einen sehr preiswerten Aufbau nach sich zieht.

Die geometrischen Merkmale 9, 10, 11 werden für jedes aktuelle Kamerabild automatisch neu bestimmt. Entsprechend können sich die geometrischen Merkmale verschiedener aktueller Kamerabilder voneinander unterscheiden. Dies bringt den Vorteil mit sich, dass eine ordnungsgemäße Bestimmung der aktuellen zweidimensionalen Auslenkung und Verdrehung der geometrischen Merkmale bezogen auf deren Ruhelage auch bei sich ändernden Belichtungsverhältnissen und Verschattungen möglich ist.

Im Falle eines Defektes des Lastaufnahmemittels 4 kann dieses einfach durch ein neues Lastaufnahmemittel ausgetauscht werden, ohne dass anschließend eine Nachkalibrierung der geometrischen Merkmale 9, 10 und 11 erforderlich ist. Wird ein neues Lastaufnahmemittel gewählt, dessen Bauart sich von dem alten Lastaufnahmemittel 4 unterscheidet, so muss lediglich ein neues Ruhelagebild aufgenommen und gespeichert werden. Zudem kann der von der Kamera 5 aufgenommene Kamerastream beispielsweise auch von dem Kranführer oder einem Remote-Operator genutzt werden, was ebenfalls einen Vorteil darstellt.

Gemäß einer alternativen Ausgestaltung des zuvor beschriebenen Verfahrens kann es sich bei den im aktuellen Kamerabild erfassten Merkmalen 9, 10, 11 um vorab festgelegte Merkmale handeln. Entsprechend müssen diese Merkmale 9, 10 und 11 im Ruhelagebild nur einmal gesucht und dann gespeichert werden, da diese konstant bleiben.

Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen.

Unabhängig vom grammatikalischen Geschlecht eines bestimmten Begriffes sind Personen mit männlicher, weiblicher oder anderer Geschlechteridentität mit umfasst.

Patentansprüche

1. Verfahren zur zweidimensionalen Bestimmung einer aktuellen Auslenkung und Verdrehung eines an einer Laufkatze
5 (2) einer Krananlage (1) gehaltenen Lastaufnahmemittels (4) bezogen auf eine Ruhelage des Lastaufnahmemittels (4), das die Schritte aufweist:
- a) Anordnen einer Kamera (5) an der Laufkatze (2) derart, dass die Kamera (5) die Oberseite des Lastaufnahmemittels (4) erfasst;
10
 - b) Aufnahme eines Bildes der Oberseite des Lastaufnahmemittels (4) in einer Ruhelage des Lastaufnahmemittels (4) und Speichern dieses Ruhelagebildes;
 - c) Aufnahme eines aktuellen Bildes der Oberseite des Lastaufnahmemittels (4) während des Betriebs der Krananlage (1), während sich das Lastaufnahmemittel (4) nicht in Ruhelage befindet;
15
 - d) Erfassen einer Mehrzahl von an der Oberseite des Lastaufnahmemittels (4) vorhandener, dem Lastaufnahmemittel (4) eigener geometrischer Merkmale (9, 10, 11) im in Schritt c) aufgenommenen aktuellen Kamerabild;
20
 - e) Suchen der in Schritt d) erfassten geometrischen Merkmale (9, 10, 11) im Ruhelagebild; und
 - f) Bestimmung der aktuellen zweidimensionalen Auslenkung und Verdrehung der geometrischen Merkmale (9, 10, 11) bezogen auf deren Ruhelage durch Vergleichen der Positionen der geometrischen Merkmale (9, 10, 11) im aktuellen Bild mit den Positionen der geometrischen Merkmale (9, 10, 11) im Ruhelagebild.
25
- 30
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei den in Schritt d) erfassten Merkmalen (9, 10, 11) um vorab festgelegte Merkmale handelt.
- 35 3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei den in Schritt d) erfassten Merkmalen (9, 10, 11) um automatisch ausgewählte Merkmale handelt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Bestimmung der aktuellen
Auslenkung und Verdrehung des Lastaufnahmemittels (4) in
5 Schritt f) mittels digitaler Bildverarbeitung erfolgt.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Schritte c) und f) viel-
fach in kurz aufeinanderfolgenden Zeitabständen wieder-
10 holt werden, und dass basierend auf den aufeinanderfol-
genden aktuellen Auslenkungen und Verdrehungen des Last-
aufnahmemittels (4) ein Bewegungszyklus des Lastaufnah-
memittels (4) bestimmt wird.

15 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass basierend auf den in Schritt
f) bestimmten aktuellen Auslenkungen und Verdrehungen des
Lastaufnahmemittels (4) in der Auswerteeinheit (7) Regel-
befehle erstellt und an ein auf das Lastaufnahmemittel
20 (4) einwirkendes Schwingungsdämpfungssystem (8) weiterge-
leitet werden, das dann basierend auf den Regelbefehlen
geregelt wird.

7. System umfassend eine Kamera (5), insbesondere Digi-
25 talkamera, und eine Auswerteeinheit (7), die zur Durch-
führung eines Verfahrens nach einem der vorherigen An-
sprüche ausgelegt ist.

8. System nach Anspruch 7, umfassend ferner ein Schwin-
30 gungsdämpfungssystem (8).

9. Krananlage (1) mit einer Laufkatze (2) und einem an
der Laufkatze (2) angeordneten Lastaufnahmemittel (4),
umfassend eine an der Unterseite der Laufkatze (2) ange-
ordnete Kamera (5), die derart ausgerichtet ist, dass sie
35 die Oberseite des Lastaufnahmemittels (4) erfasst, eine

Auswerteeinheit (7), die zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6 eingerichtet ist, und ein auf das Lastaufnahmemittel (4) einwirkendes Schwingungsdämpfungssystem (5), das über die Auswerteeinheit (7) geregelt wird.

5