

(19)



(11)

EP 2 931 649 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
16.05.2018 Patentblatt 2018/20

(51) Int Cl.:
B66C 13/16 (2006.01) **B66C 13/18** (2006.01)
B66C 23/02 (2006.01) **B66C 13/46** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **13810895.6**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2013/003798

(22) Anmeldetag: **16.12.2013**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2014/095028 (26.06.2014 Gazette 2014/26)

(54) **TURMDREHKRAN**

ROTATING TOWER CRANE

GRUE PIVOTANTE SUR PYLÔNE

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **17.12.2012 DE 202012012116 U**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
21.10.2015 Patentblatt 2015/43

(60) Teilanmeldung:
18163759.6

(73) Patentinhaber: **Liebherr-Components Biberach
GmbH
88400 Biberach an der Riß (DE)**

(72) Erfinder:
• **FENKER, Oliver
88447 Warthausen (DE)**
• **PALBERG, Michael
88521 Ertingen - Binzwangen (DE)**

(74) Vertreter: **Thoma, Michael
Lorenz Seidler Gossel
Rechtsanwälte Patentanwälte
Partnerschaft mbB
Widenmayerstraße 23
80538 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-91/14644 WO-A1-2005/082770

EP 2 931 649 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Kran, insbesondere Turmdrehkran, mit einem um eine aufrechte Achse drehbaren Kranausleger, an dem eine Laufkatze verfahrbar angeordnet ist, von der ein mit einem Lasthaken verbundenes Hubseil abläuft, sowie einer Lasthaken-Positionsbestimmungseinrichtung zur Bestimmung der Lasthakenposition.

[0002] Einen Kran mit einer Lasthaken-Positionsbestimmungseinrichtung zeigt beispielsweise die Schrift WO 91/14644 A1.

[0003] Turmdrehkrane können einen zumindest näherungsweise liegenden Kranausleger aufweisen, der von einem sich aufrecht erstreckenden Turm getragen wird und um die aufrechte Turmlängsachse verdreht werden kann. Bei einem sog. Obendreher dreht sich hierbei der Ausleger relativ zum Turm, während bei einem Untendreher der ganze Turm und damit der daran angelinkte Ausleger verdreht wird. Der Abstand des Lasthakens von der Turmachse kann mittels einer Laufkatze eingestellt werden, die entlang des Auslegers verfahrbar ist, wobei das mit dem Lasthaken verbundene Hubseil über die besagte Laufkatze abläuft.

[0004] Aus verschiedenen Gründen ist es hierbei wünschenswert, die exakte Position des Lasthakens über eine entsprechende Lasthaken-Positionsbestimmungseinrichtung möglichst exakt zu bestimmen. Dies kann nicht nur vorteilhaft sein, wenn der Lasthaken beispielsweise hinter einer Mauer für den Kranführer nicht mehr sichtbar ist, sondern auch dann, wenn die Laufkatzenposition nicht mehr exakt mit der Lasthakenposition übereinstimmt, d.h. in senkrechter Richtung nicht mehr deckungsgleich ist (es versteht sich, dass durch die Senktiefe des Lasthakens die Höhenstellung von Lasthaken und Laufkatze abweicht). Eine solche Abweichung der Lasthakenposition von der Laufkatzenposition kann verschiedene Ursachen haben, beispielsweise einen ungeraden Verlauf des Hubseils oder dynamische Auslenkungen wie Pendelbewegungen der Last oder Windauslenkungen. Je nach zu bewerkstellender Aufgabe kann es dabei ausreichend sein, die Lasthakenposition nur relativ zur Laufkatze bzw. zum Kran zu bestimmen, beispielsweise um Pendelbewegungen zu dämpfen, oder es kann auch eine absolute Lasthakenposition im Raum benötigt werden, beispielsweise um einen automatisierten Betrieb bei Umschlagvorgängen zu realisieren. Von solchen Verwendungen des Lasthakenpositionssignals zu Steuerungszwecken abgesehen kann durch Bestimmung der Lasthakenposition auch eine erhöhte Sicherheit erreicht werden, da die Last permanent überwacht werden kann, wobei ggf. auch eine Redundanz des Senktiefensensors erreicht werden kann.

[0005] Aus dem Stand der Technik ist es dabei bekannt, die Lasthakenposition optisch zu erfassen. Beispielsweise zeigt die JP 9-142773 einen Kran, an dessen Auslegerspitze, von der das Hubseil abläuft, eine nach unten blickende Kamera montiert ist, deren Blickrichtung

verstellt wird, um Pendelbewegungen des Lasthakens zu folgen, so dass der Kranführer über die Kamera stets den Lasthaken sehen kann. Die DE 197 25 315 C2 beschreibt einen Hüttenwerkskran mit einem relativ zu einem Tragrahmen verfahrbaren Katzfahrwerk, von dem das Hubseil abläuft. An dem Tragrahmen sind mehrere Kameras angeordnet, deren Blickfeld groß genug ist, um den Kranhaken bei verschiedenen Katzfahrwerkstellungen erfassen zu können. Bei einem solchen Hüttenwerkskran sind die anzufahrenden Positionen relativ starr vorgegeben, so dass die zu verarbeitende Bilddatenmenge handhabbar bleibt. Würde ein solches System indes bei einem Turmdrehkran verwendet, käme eine kaum mehr zu verarbeitende Datenflut zustande.

[0006] Aus der Schrift WO 2005/082770 A1 ist ferner ein Turmdrehkran bekannt, an dessen Laufkatze eine nach unten blickende Kamera angebracht ist, um dem Kranführer ein Videobild der Lasthaken-Umgebung anzuzeigen, so dass der Kranführer in Bewegungsrichtung liegende Hindernisse besser erkennen kann. Dieses Kamerasystem dient der Visualisierung von Hindernissen bzw. des Absetz- oder Aufnahmebereichs, den der Kranführer anzusteuern hat, es wird jedoch dabei nicht die Lasthakenposition relativ zum Kran oder absolut im Raum bestimmt.

[0007] Die DE 41 90 587 C2 beschreibt einen Schiffscontainer-Kran, bei dem eine Lasthakenposition mittels einer Kamera, die an der Aufhängungsvorrichtung für das Kranseil angebracht ist, bestimmt wird. Dabei werden an den aufgenommenen Containern mehrere nach oben strahlende Lichtquellen angebracht, die von der Kamera erfasst werden. Dies ist jedoch bei Kranen wie Turmdrehkranen, die auch Lasten wie Baustellenprodukte, die oft deutlich kleiner sind als Container, aufnehmen, nicht ohne weiteres möglich, da hier nicht die großflächige Containeroberseite zur Verfügung steht.

[0008] In ähnlicher Weise mit Lichtquellen arbeitet die DE 102 45 970 A1, bei der zusätzlich auch von oben her die Last mittels einer Lichtquelle bestrahlt wird. Die andere, an der aufzunehmenden Last angebrachte Lichtquelle sendet ein Lichtsignal nur dann nach oben an die Aufhängenvorrichtung - sozusagen als optisches Echo -, wenn die Last von der oberen Lichtquelle bestrahlt wird.

[0009] Die US 6 351 720 B1 zeigt schließlich einen Containerkran, bei dem die Lastposition mittels mehrerer Kameras ermittelt wird, von denen eine an einer Laufkatze des Krans und eine andere am Portal des Krans angebracht ist, um Verwindungen des Krans berücksichtigen zu können. Dies bringt jedoch eine sehr aufwendige Datenverarbeitung mit sich, zudem besteht das Problem, dass die zweite Kamera durch Hindernisse und dgl. ein beeinträchtigtes Blickfeld hat.

[0010] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, einen verbesserten Turmdrehkran der genannten Art zu schaffen, der Nachteile des Standes der Technik vermeidet und Letzteren in vorteilhafter Weise weiterbildet. Insbesondere soll eine verbesserte Positionsbestimmung des Lasthakens erreicht werden, die mit

einer begrenzten Datenverarbeitungs- und damit begrenzter Rechnerkapazität auskommt, dabei jedoch ohne übermäßige Zeitverzögerung die Position exakt bestimmt.

[0011] Erfindungsgemäß wird die genannte Aufgabe durch einen Turmdrehkran gemäß Anspruch 1 gelöst. Bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0012] Es wird also vorgeschlagen, die Lasthakenposition optisch mittels einer Kamera zu bestimmen, die an der Laufkatze des Krans angebracht ist und von der Laufkatze in vorbestimmter und damit bekannter Blickrichtung nach unten auf den Lasthaken blickt. Dabei wird von einer Bildauswerteeinheit die Position des Lasthakens im Kamerabild bestimmt. Aus der Position des Lasthakens im Kamerabild und der Laufkatzenstellung bestimmen Auswertemittel sodann die tatsächliche Lasthakenposition. Erfindungsgemäß besitzt die Bildauswerteeinheit Konturerkennungsmittel zum Erkennen einer dem Lasthaken und/oder einem daran angebrachten Anbauteil entsprechenden Umrisskontur in dem Kamerabild, wobei die Lasthakenposition anhand der Umrisskontur des Lasthakens und/oder dem daran angebrachten Anbauteil bestimmt wird. Die Erfindung geht dabei von der Überlegung aus, dass bei vorbestimmter Blickrichtung der an der Laufkatze angebrachten Kamera die Position des Lasthakens im Kamerabild der Lasthakenposition relativ zur Laufkatze entspricht bzw. ein Maß für die Lasthakenposition relativ zur Laufkatze ist und somit unter ergänzender Heranziehung der Laufkatzenposition die absolute Position des Lasthakens im Raum bestimmt werden kann. Blickt die Kamera von der Laufkatze exakt senkrecht nach unten, ist die Position des Lasthakens im Kamerabild bzw. die Ortsabweichung des Lasthakens vom Zentrum des Kamerabilds ein Maß für den Querversatz bzw. Horizontalversatz des Lasthakens gegenüber der Laufkatze, wobei der genannte Horizontalversatz des Lasthakens gegenüber der Laufkatze unter Heranziehung der jeweiligen Senktiefe des Lasthakens, d.h. des Abstands des Lasthakens von der Laufkatze und einem gegebenenfalls eingestellten Zoomfaktor der Kamera bestimmt werden kann. Vorteilhafterweise werden keine mehreren Kameras oder Bilder aus verschiedenen Blickachsen benötigt, da die Positionsbestimmung mit nur einer Kamera bzw. aus nur einem Kamerabild heraus erfolgen kann, wodurch beträchtlich Rechenleistung gespart wird.

[0013] Der Abstand des Lasthakens von der Laufkatze kann hierbei in verschiedener Weise bestimmt werden. Einerseits kann die Senktiefe des Lasthakens aus der abgespulten Hubseillänge bestimmt werden, die auch bei nicht exakt geradem Hubseilverlauf ein ausreichend genaues Maß für den Abstand des Lasthakens von der Laufkatze bzw. der darin montierten Kamera gibt, um aus dem besagten Abstand des Lasthakens von der Laufkatze und der im Kamerabild bestimmten Bildposition des Lasthakens bzw. des Versatzes des Lasthakens aus dem Bildzentrum heraus die tatsächliche Relativpo-

sition bzw. den tatsächlichen Horizontalversatz des Lasthakens gegenüber der Laufkatze zu bestimmen.

[0014] Alternativ oder zusätzlich kann der Abstand des Lasthakens von der Laufkatze bzw. der daran angebrachten Kamera auch aus dem Kamerabild selbst bestimmt werden, insbesondere mittels einer Bildauswerteeinheit, die die Pixelanzahl der Bilddarstellung des Lasthakens und/oder eines damit verbundenen Anbauteils wie beispielsweise einer Seilumlenkflasche oder eines anderen Kranstrukturteils, das sich bestimmungsgemäß in der Nähe des Lasthakens befindet, oder auch einer damit verbundenen Markierung und/oder die Größe des Lasthakens oder des genannten Anbauteils der genannten Markierung im Kamerabild bestimmt. Bei bekannter Größe des Lasthakens bzw. bekannter Größe des Anbauteils oder der Markierung kann aus dem Kamera-Zoomfaktor und der Pixelanzahl und/oder der Darstellungsgröße im Kamerabild der Abstand des Kranhakens bzw. des Anbauteils oder der Markierung sehr exakt bestimmt werden. Die Bestimmung des Lasthakenabstands von der Laufkatze mittels Pixelzählung kann zusätzlich zur alternativen Senktiefenbestimmung beispielsweise aus der Hubseil-Spüllänge erfolgen, um ein redundantes System für die Senktiefenbestimmung des Lasthakens zu erzielen und somit die Sicherheit zu erhöhen. Gegebenenfalls kann die optische Bestimmung mittels Pixelauswertung jedoch auch alternativ vorgesehen sein.

[0015] Die Identifizierung des Lasthakens in dem von der Kamera bereitgestellten Kamerabild kann grundsätzlich in verschiedener Art und Weise erfolgen, beispielsweise durch Pixelauswertung und/oder Konturauswertung und/oder Farbauswertung. Insbesondere können ein Pixelmuster, das dem Lasthaken und/oder dem damit verbundenen Anbauteil wie Seilflasche oder spezieller Markierung entspricht, sowie die Umrisskontur und Farbe des Lasthakens und/oder des damit verbundenen Anbauteils bestimmt werden. Hierbei können in der Bildverarbeitung an sich bekannte Algorithmen wie Binärbildstellung, Kantendetektion oder Merkmalsselektion eingesetzt werden, um das Kamerabild zu analysieren. Um die Entdeckungswahrscheinlichkeit zu erhöhen bzw. die Identifizierung des Kranhakens oder der daran angebrachten Markierung zu vereinfachen, kann das bereitgestellte Bild auch einer Spektralanalyse unterzogen werden, wobei beispielsweise Reflexionseigenschaften analysiert werden können.

[0016] Um das Finden des Lasthakens im Kamerabild zu vereinfachen, kann die Bildauswerteeinheit Seilverlaufs-Bestimmungsmittel zur Bestimmung des Seilverlaufs des von der Laufkatze ablaufenden Hubseils umfassen. Das von der Laufkatze ablaufende Hubseil besitzt in dem bereitgestellten Kamerabild in der Regel eine sehr charakteristische Kontur in Form einer sehr schmalen, langen Geraden bzw. einer nur sehr leicht gekrümmten, langen, schmalen Linie, deren Ausgangspunkt durch die Umlenkung an der Laufkatze im Kamerabild in einem relativ eng umgrenzten Bereich liegt und somit leicht

identifiziert werden kann. Insbesondere erzeugt das von der Laufkatze ablaufende Hubseil bei der üblicherweise vorgesehenen Einscherung am Lasthaken bzw. der damit verbundenen Lastflasche im Kamerabild zwei spitzwinklig bzw. konisch zusammenlaufende Linien, in deren Verbindungspunkt zumindest näherungsweise die Position des Lasthakens angenommen werden kann.

[0017] Die zu bestimmende Positionsangabe für die Position des Lasthakens kann hierbei grundsätzlich in verschiedener Art und Weise bereitgestellt werden, wobei vorteilhafterweise eine absolute Koordinaten-Positionsangabe in einem absoluten Koordinatensystem erfolgen kann, welches beispielsweise seinen Ursprung im Fuß des Krans haben kann, wobei beispielsweise die Turmlängsachse die Z-Achse, der Ausleger die X-Achse und eine dazu senkrechte Achse die Y-Achse beschreiben kann. Die Bildauswerteeinheit kann dabei die Bildposition des Lasthakens im Kamerabild zunächst in einem relativen Koordinatensystem, beispielsweise einem Laufkatzen-Koordinatensystem bestimmen, welches seinen Ursprung in der Kamera und/oder der Laufkatze hat und parallel zum vorgenannten absoluten Koordinatensystem ausgerichtet ist, wobei jedoch die Z-Achse entsprechend der optischen Achse der Kamera invers zur Z-Achse des absoluten Systems verlaufen kann. Positionsangaben in diesem relativen Koordinatensystem, welches sich durch Laufkatzenbewegungen verschieben kann, werden dann von den Positionsbestimmungsmitteln unter Berücksichtigung der Laufkatzenstellung in Positionsangabe im vorgenannten absoluten Koordinatensystem umgerechnet.

[0018] Um die Bildauswertung zu vereinfachen und die Datenmenge zu reduzieren, kann in Weiterbildung der Erfindung an dem Lasthaken oder der damit verbundenen Lastflasche, mittels derer das Hubseil am Lasthaken umgelenkt wird, eine Markierung vorbestimmter Größe und/oder vorbestimmter Konturierung angeordnet sein, die an einer Oberseite des Lasthakens bzw. der Lastflasche angebracht und/oder der Laufkatze bzw. der daran angebrachten Kamera sichtbar zugewandt ist. Die genannte Markierung kann hierbei als separates Bauteil ausgebildet sein, beispielsweise in Form eines oberseitig an der Flasche angebrachten Tellers oder einer Zielscheibe, wobei ein solches separates Bauteil an dem Lasthaken oder der damit verbundene Lastflasche montiert bzw. angebaut sein kann, beispielsweise angeschweißt oder festgeschraubt sein kann.

[0019] Alternativ oder zusätzlich zu einem solchen separaten Markierungsteil kann auch der Lasthaken und/oder die Lastflasche selbst als Markierung ausgebildet sein, beispielsweise durch entsprechende Konturierung eines zur Laufkatze hin sichtbaren Lasthaken- und/oder Lastflaschenabschnitts, wobei hier beispielsweise der Lasthaken mit seinem oberseitigen Kopfabschnitt eine beispielsweise eckige oder runde Kontur, beispielsweise in Form einer pilz- oder kragenförmigen, in der Draufsicht dreieckförmigen Verbreiterung konturiert sein kann.

[0020] Als Markierung kann hierbei beispielsweise eine Ringanordnung nach Art einer Zielscheibe oder auch eine andere geometrische Grundkontur oder Grundfläche wie beispielsweise Dreieck, Viereck oder Mehreck, Kreis, Oval oder Ellipse, gerade oder gebogene Linien oder Mischformen bzw. Kombinationen hieraus vorgesehen sein, wobei die Markierung vorteilhafterweise aus zueinander kontrastreichen Flächenstücken, beispielsweise ein weißer Kreis mit einem schwarzen Punkt in seiner Mitte zusammengesetzt sein kann, und/oder kräftige, von den üblichen Umgebungsfarben abweichende Farbgebungen aufweisen kann, beispielsweise Leuchtfarbenpunkte, um die Identifizierung der Markierung im Kamerabild zu vereinfachen.

[0021] Um nicht nur die Position, sondern auch die Ausrichtung der Markierung im Kamerabild einfacher bestimmen zu können, kann in vorteilhafter Weise eine von rotationssymmetrischen Formen abweichende Markierung, insbesondere eindeutig orientierte Markierungskonturen verwendet werden, beispielsweise in Form eines "T" oder eines gleichschenkligen, nicht gleichseitigen Dreiecks oder dergleichen. Bei Verwendung derartiger Markierungen kann durch die Bildauswerteeinheit und entsprechende Auswertung des Kamerabilds nicht nur die exakte Lage des Lasthakens, sondern auch eine Verdrehung gegenüber der Auslegerausrichtung bestimmt werden, die beispielsweise durch Verdrehung der am Lasthaken hängenden Last eintreten kann.

[0022] Darüber hinaus kann insbesondere bei schwierigen Montagebedingungen für separat anzubringende Marker am Kranhaken der sichtbare Haken an sich als Marker verwendet werden, beispielsweise in der vorgenannten Weise durch spezielle Konturierung des der Laufkatze zugewandten Kopfabschnitts. Dies kann in Anlehnung an die Gesichtserkennung erfolgen, wie sie bei Überwachungssystemen eingesetzt wird. Dabei können geeignete geometrische Merkmale des Kranhakens als Marker bzw. Markierung verwendet werden. Dies bringt den Vorteil, dass separate Markeranbauten unnötig sind, welche im Betrieb beschädigt oder verschmutzt werden können. Vorteilhaft bei der Entwicklung ist, dass nur eine bestimmte Anzahl an vorbestimmten Merkmalen sichtbar sein müssen. Auch bei einer teilweisen Verdeckung einzelner Merkmale wird der Kranhaken noch zuverlässig in seiner Position und Orientierung erkannt.

[0023] Um die Datenverarbeitungsmenge bei der Bildauswertung möglichst klein zu halten, kann in vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung der auszuwertende Bildbereich und/oder die Größe des auszuwertenden Bildes in Abhängigkeit verschiedener Betriebsparameter variabel gesteuert werden. Eine Kamerasteuereinheit kann insbesondere den Zoomfaktor der Kamera in Abhängigkeit der Senktiefe des Lasthakens einstellen, wobei hier beispielsweise für eine Voreinstellung des Zoomfaktors die aus der Hubseil-Spullänge bestimmte Senktiefe verwendet werden kann und/oder eine Justierung oder Nachjustierung des Zoomfaktors nach erfolgter Abstandsbestimmung durch Pixelzählung und/oder Be-

stimmung der Bilddarstellungsgröße wie zuvor erläutert erfolgen kann. Insbesondere kann mit zunehmender Senktiefe bzw. zunehmendem Abstand des Lasthakens von der Laufkatze der Zoomfaktor erhöht werden, um eine bestimmte Größe der Darstellung des Kranhakens oder der damit verbundenen Markierung im Kamerabild zu erreichen. Es erleichtert die Identifizierung der Markierung bzw. des Lasthakens im Kamerabild beträchtlich, wenn die Bildauswerteeinheit - zumindest näherungsweise - im Voraus weiß, wie groß das zu identifizierende Pixelmuster im Gesamtbild ist bzw. welchen Flächenanteil die Bilddarstellung der Markierung bzw. des Lasthakens im Gesamtbild ausmacht.

[0024] Alternativ oder zusätzlich kann der genannte Zoomfaktor von der Kamerasteuervorrichtung auch in Abhängigkeit anderer Größen variiert werden, insbesondere in Abhängigkeit des Ergebnisses eines Bildauswerterversuchs. Kann bei einem zuvor eingestellten Zoomfaktor der Lasthaken oder die damit verbundene Markierung nicht im Bild identifiziert werden, kann der Zoomfaktor verkleinert werden, um einen größeren Bildausschnitt der Umgebung absuchen zu können. Gegebenfalls kann der Zoomfaktor iterativ mehrfach verkleinert werden, um in mehreren Stufen immer größere Bereiche abzusuchen. Alternativ oder zusätzlich kann der Zoomfaktor jedoch auch vergrößert werden, wenn der Lasthaken bzw. die damit verbundene Markierung in einem Kamerabild nicht identifiziert werden konnte, was gegebenenfalls auch daran liegen kann, dass der Lasthaken bei sehr stark zu kleinem Zoomfaktor im Bild viel zu klein dargestellt wird, sodass die Bildschärfe bzw. Pixelzahl nicht ausreicht, um das bekannte Konturmuster der Markierung und/oder des Lasthakens und/oder der Lastflache zu identifizieren.

[0025] Alternativ oder zusätzlich zu einer solchen Verstellung des Zoomfaktors der Kamera kann die Kamerasteuervorrichtung und/oder die Bildauswerteeinheit auch einen auszuwertenden Bereich innerhalb des von der Kamera bereitgestellten Kamerabilds variieren, um die auszuwertende Datenmenge möglichst klein zu halten. Der interessierende Bildausschnitt kann insbesondere dann vergrößert werden, wenn die Markierung bzw. der Lasthaken in dem zuvor ausgewerteten Bildausschnitt verloren gegangen ist, beispielsweise weil sich der Lasthaken durch stärkere Pendelbewegungen oder stärkere Windlast aus dem genannten Bildausschnitt herausbewegt hat. Geht die Markierung oder der Lasthaken im von der Bildauswerteeinheit untersuchten Bildausschnitt verloren, kann der genannte Bildausschnitt einmalig oder auch iterativ in mehreren Stufen aufgebläht werden, gegebenenfalls bis er das gesamte Kamerabild umfasst. Vorteilhafterweise kann die Bildauswerteeinheit derart ausgebildet sein, dass bei einer Vergrößerung des interessierenden bzw. auszuwertenden Bildausschnitts nur der hinzugenommene Bildausschnittsbereich erneut ausgewertet wird, beispielsweise der rahmenförmige Bildausschnittsteil, der durch Vergrößerung des Bildausschnitts um den vorherigen Bildausschnitt herum hinzu-

gekommen ist.

[0026] Alternativ oder zusätzlich zu einer solchen einmaligen oder iterativen Vergrößerung des Bildausschnitts, der von der Bildauswerteeinheit ausgewertet wird, um die Position des Lasthakens oder der daran angebrachten Markierung zu identifizieren, kann dann, wenn der Lasthaken oder die damit verbundene Markierung im Kamerabild identifiziert werden kann, der Bildausschnitt im bereitgestellten Kamerabild verschoben und/oder verkleinert werden, vorzugsweise derart, dass der neue, wiederum zu untersuchende Bildausschnitt bezüglich der identifizierten Position des Lasthakens bzw. der damit verbundenen Markierung zentriert wird, d.h. die identifizierte Markierung in der Mitte des neuen Bildausschnitts liegt. Alternativ oder zusätzlich kann der Bildausschnitt einmalig oder iterativ verkleinert werden, insbesondere derart, dass das die Markierung bzw. den Lasthaken wiedergebende Pixelmuster bzw. das entsprechende Bildkonturmuster einen vorbestimmten Flächenanteil des jeweiligen Bildausschnitts ausmacht, beispielsweise 20% der Fläche des für die Auswertung verwendeten Bildausschnitts wiedergibt.

[0027] Die Position des Lasthakens kann vorteilhafterweise nicht nur relativ zur Laufkatze des Krans, sondern auch absolut und/oder relativ zur Lasthakenumgebung, bspw. der Baustellenumgebung, aus dem Kamerabild bestimmt werden. In Weiterbildung der Erfindung kann die Positionsbestimmungseinrichtung Umgebungs-Bestimmungsmittel zum Bestimmen der Lasthaken-Umgebung, insbesondere in Form charakteristischer Hindernis- und/oder Umgebungskonturen, aus dem aufgenommenen Kamerabild aufweisen, wobei die Positionsbestimmungsmittel zur Bestimmung der Lasthakenposition aus der bestimmten Bildposition des Lasthakens im Kamerabild derart ausgebildet sein können, dass die Lasthakenposition relativ zur Lasthaken-Umgebung bestimmt wird.

[0028] Die Lasthakenposition relativ zur Umgebung, die in der genannten Weise aus dem Kamerabild bestimmbar ist, kann vorteilhafterweise dazu bestimmt werden, die Kranbewegungen zu steuern, insbesondere um ein Lasthakenziel, bspw. eine Absetz- oder Aufnahme-position anzufahren, oder Kranbewegungen zu stoppen oder einen Fahrweg des Lasthakens automatisch zu verändern, um eine Kollision des Lasthakens und/oder einer damit aufgenommenen Last mit einem im Kamerabild identifizierten Hindernis wie bspw. Gebäudekante zu vermeiden. Dabei kann der Kran Lasthakenziel-Steuermitel zum Steuern von Kranbewegungen in Abhängigkeit der bestimmten Lasthakenposition relativ zur Lasthaken-Umgebung und/oder Kollisionsvermeidungs-Steuermitel zum Stoppen oder Ändern von Kranbewegungen in Abhängigkeit der bestimmten Lasthakenposition relativ zur Lasthaken-Umgebung aufweisen.

[0029] Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels und zugehöriger Zeichnungen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1: eine schematische Darstellung eines Turmdrehkrans, an dessen Ausleger eine verfahrbare Laufkatze vorgesehen ist, von der das mit einem Lasthaken verbundene Hubseil abläuft und an der eine Kamera zur Positionsbestimmung des Lasthakens angeordnet ist,
- Fig. 2: eine vergrößerte, ausschnittsweise Darstellung der am Ausleger vorgesehenen Laufkatze und der mit der Kamera verbundenen Systemkomponenten für die Bildübertragung und -auswertung sowie Positionsbestimmung,
- Fig. 3: eine Darstellung einer an der Oberseite der mit dem Lasthaken verbundenen Lastflasche angebrachten Markierung, die in dem von der Kamera bereitgestellten Kamerabild identifizierbar ist,
- Fig. 4: eine Darstellung einer Markierung ähnlich Fig. 3, wobei die Markierung im Gegensatz zur Fig. 3 eine eindeutige Orientierung aufweist, um zusätzlich zur Position auch die Orientierung bzw. Drehstellung des Lasthakens bestimmen zu können, und
- Fig. 5: ein von der Kamera bereitgestelltes Kamerabild des Lasthakens, wobei der im Kamerabild dargestellte Hubseilverlauf zu sehen ist, aus dem ebenfalls die Lasthakenposition bestimmt werden kann und/oder die Identifizierung des Lasthakens oder der damit verbundenen Markierung im Kamerabild vereinfacht werden kann.

[0030] Wie Fig. 1 zeigt, kann der Kran als oben drehender Turmdrehkran 1 ausgebildet sein, dessen sich aufrecht erstreckender Turm 2 einen Ausleger 3 sowie einen Gegenausleger trägt. Der genannte Ausleger 3 kann relativ zum Turm 2 um die aufrechte Turmlängsachse 4 verdreht werden und eine zumindest näherungsweise horizontale Lage einnehmen. An dem genannten Ausleger 3 ist eine Laufkatze 5 verfahrbar aufgehängt, so dass die Laufkatze 5 im Wesentlichen über die gesamte Länge des Auslegers 3 verfahren werden kann, um die Ausladung des Lasthakens 7 variieren zu können. Der genannte Lasthaken 7 ist dabei an einem Hubseil 6 befestigt, das über die genannte Laufkatze 5 abläuft, um den Lasthaken 7 absenken und anheben zu können. In an sich bekannter Weise kann an dem Lasthaken 7 hierbei eine Lastflasche 13 vorgesehen sein, vgl. Fig. 2, über die das Hubseil 6 am Lasthaken 7 umgelenkt bzw. eingeschert wird.

[0031] Wie Fig. 2 zeigt, umfasst eine Lasthaken-Positionsbestimmungseinrichtung 8 eine an der Laufkatze 5 angebrachte Kamera 9, die zusammen mit der Laufkatze 5 verfahrbar ist und von der Laufkatze 5 im Wesentlichen senkrecht nach unten blickt. Wie Fig. 2 zeigt, kann die

Blickachse der Kamera 9 mit der Z-Achse des lokalen bzw. relativen Katzkoordinatensystems zusammenfahren.

[0032] Die von der Kamera 9 bereitgestellten Bilddaten können vorteilhafterweise durch eine schnurlos arbeitende Übertragungsvorrichtung 19 beispielsweise in Form einer Funkübertragungsvorrichtung an ein Bildverarbeitungs- und Auswertesystem 20 übertragen werden, die vorteilhafterweise im Bereich der Führerkabine oder der Kransteuerungseinheit angeordnet sein kann und eine entsprechende Empfangs-/ Sendeeinheit 21a umfassen kann, die mit der Empfangs-/Sendeeinheit 21b der Übertragungsvorrichtung 18 an der Laufkatze kommunizieren kann. Grundsätzlich könnte auch die Bildauswertung unmittelbar an der Kamera 9 bzw. der Laufkatze 5 erfolgen, bevorzugt ist es jedoch, dort nur die Bilddaten zu sammeln und diese dann zu übertragen und an anderer Stelle auszuwerten, um das System im Bereich der Laufkatze klein und leicht bauend ausbilden zu können.

[0033] Um die Kamera 9 mit Energie zu versorgen, kann an der Laufkatze 5 ein Energiespeicher 22 beispielsweise in Form eines Akkus vorgesehen sein, der mittels einer Ladestation 23 geladen werden kann, die am Ausleger 3 beispielsweise im Bereich einer Parkposition der Laufkatze 5 angeordnet sein kann, um den Energiespeicher 22 in Außer-Betriebs-Zeiten des Krans laden zu können.

[0034] Das Bildverarbeitungs- und Auswertesystem 20 kann einen zentralen Rechner 24 beispielsweise in Form eines Industrie-PCs mit Bildverarbeitungssystem umfassen, der über einen Videoserver 25 mit der Empfangs-/Sendeeinrichtung 21 verbunden sein kann, um einerseits die Bildsignale der Kamera 9 zu empfangen bzw. abzurufen und andererseits Steuersignale an die Kamera 9 senden zu können.

[0035] Wie Fig. 2 zeigt, kann vorteilhafterweise im Bereich des Kranführerstands auch ein Videodisplay 26 vorgesehen sein, um zusätzlich zur Positionsbestimmung auch das Bild der Kamera 9 dem Kranführer anzeigen zu können.

[0036] Damit die im Rechner 24 realisierte Bildauswerteeinheit 11 den Lasthaken 7 in dem von der Kamera 9 bereitgestellten Kamerabild detektieren und identifizieren kann, werden vorteilhafterweise im Vorfeld Merkmale des Lasthakens 7 und/oder der damit verbundenen Lastflasche 13 definiert, beispielsweise geometrische Flächen, Formen, Konturen, Farben und dergleichen, wobei in vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung eine Markierung 14 oberseitig am Lasthaken 7 bzw. der Lastflasche 13 angebracht werden kann, so dass die Markierung 14 für die Kamera 9 sichtbar ist.

[0037] Wie Fig. 3 zeigt, kann die Markierung 14 nach Art einer Zielscheibe aus zueinander kontrastreichen Ringen bestehen, die ineinander gesetzt sind. Alternativ zu einer solchen rotationssymmetrischen Markierung kann vorteilhafterweise jedoch auch eine eindeutig orientierte Markierung 14 verwendet werden, wie sie Fig. 4 zeigt, beispielsweise in Form eines "T", wobei auch hier

vorteilhafterweise wieder eine kontrastreiche Darstellung verwendet ist. Es versteht sich jedoch, dass anstelle eines solchen "T" auch die Markierung 14 auch andere Merkmale für eine Orientierungsbestimmung aufweisen kann, beispielsweise können zwei oder mehr rotations-symmetrische Marker in geometrischem Bezug zueinander vorgesehen werden, und/oder es können andere rechteckige Markerformen mit Orientierungsbezug Verwendung finden und/oder es können geometrische Formen der Last an sich oder der Lastaufnahme wie beispielsweise der Spreader beim Containerkran als Markierung verwendet werden.

[0038] Die Kamera 9 wird vorteilhafterweise über Steuersignale von dem Bildverarbeitungs- und Auswertesystem 20 her gesteuert, wobei die Steuersignale hier auch über die in Fig. 2 gezeigte Funkverbindung übertragen werden können. Dabei versucht die Bildauswerteeinheit 11, die Last bzw. den Lasthaken 7 anhand der vordefinierten Markierung 14 innerhalb des von der Kamera 9 bereitgestellten Bildes zu entdecken. Eine Analyse des bereitgestellten Kamerabildes kann dabei durch verschiedene Algorithmen wie beispielsweise einer Binärbilderstellung, einer Kantendetektion und/oder einer Merkmalsselektion erfolgen.

[0039] Mit Hilfe der Aktualisierungsrate der von der Kamera 9 bereitgestellten Kamerabilder und der damit verbundenen Auswertungsrate der Bildauswerteeinheit 11 kann der Lasthaken 7 bzw. die daran befindliche Last nicht nur statisch im Bild ermittelt werden, sondern auch bei dynamischen Bewegungen der Last. Hierbei kann eine Nachverfolgung der Last, ein sog. Tracking erfolgen.

[0040] Um die Identifizierung der Markierung 14 im Kamerabild zu unterstützen, kann von der Kransteuerung vorzugsweise permanent die Senktiefe des Lasthakens 7 bereitgestellt werden, auf Basis derer zumindest näherungsweise abgeschätzt werden kann, in welcher Entfernung sich der Lasthaken 7 von der Kamera 9 befindet. Daraufhin stellt das Bildverarbeitungs- und Auswertesystem 20 den Kamera-Zoom der Kamera 9 entsprechend ein.

[0041] Die Analyse des jeweils bereitgestellten Kamerabildes kann kontinuierlich erfolgen, vorzugsweise mittels Kantendetektion, Binärbildgenerierung und Merkmalsselektion bezüglich der bekannten Markierung 14. Dabei wird vorteilhafterweise innerhalb eines vorgebbaren Bildausschnitts in einer bestimmten Region des Kamerabildes die Verarbeitung durchgeführt. Da die Größe, je nach Betriebsfall sehr klein gehalten werden kann, wird der Rechenaufwand hierdurch beträchtlich minimiert. Der Bildausschnitt kann hierbei minimal so klein gewählt werden, dass er im Wesentlichen der Markergröße entspricht. Alternativ oder zusätzlich kann der zu analysierende Bildausschnitt maximal im Wesentlichen der gesamten Größe des kompletten Kamerabildes entsprechen.

[0042] Die Position und/oder die Größe des genannten Bildausschnitts kann aufgrund der letzten bekannten Markierungspositionen und einer geschätzten Vorhersa-

ge bestimmt werden. Hierzu kann beispielsweise ein sog. Kalman-Filter oder auch andere Filtereinrichtungen verwendet werden, welche aufgrund der vergangenen Werte eine Vorhersage treffen können.

[0043] Soweit bei der Initialisierung der Bildverarbeitung noch keine vergangenen Markierungspositionen für eine Vorhersage zur Verfügung stehen, kann der zu untersuchende Bildausschnitt willkürlich in das Bild gelegt werden. Sollte sich in diesem Bildausschnitt keine Markierung finden, kann der Bildausschnitt stetig vergrößert werden, bis die Markierung 14 innerhalb des Bildausschnitts liegt und detektiert werden kann.

[0044] Sobald die Markierung 14 im Kamerabild entdeckt werden kann, ermittelt die Bildauswerteeinheit 11 die Bildposition des Lasthakens 7 bzw. der Markierung 14 in dem Kamerabild, woraus dann die Positionsbestimmungsmittel 12 die Lasthakenposition in dem relativen Koordinatensystem der Laufkatze 5 bestimmen. Das genannte relative Katzkoordinatensystem kann so gewählt werden, dass es seinen Ursprung in der optischen Achse der Kamera 9 und dem Nullpunkt der Senktiefe besitzt, welcher in der Laufkatze 5 liegen kann.

[0045] Anhand der bekannten Größe der Markierung 14, des aktuell eingestellten Zoom-Faktors der Kamera 9 sowie der von der Sensorik gemessenen Pixelanzahl der Markierung 14 im Kamerabild kann eine exakte Entfernungsbestimmung der Markierung 14 von der Laufkatze 5 vorgenommen werden. Hieraus kann der Z-Versatz bzw. die Z-Differenz des Lasthakens 7 zur Senktiefe ermittelt werden, welche Senktiefe beispielsweise durch Bestimmung der abgespulten Hubseillänge bestimmt werden kann. Durch die gesonderte Messung der tatsächlichen Senktiefe über die Pixelgröße der Markierung 14 im Kamerabild kann eine Redundanz zum herkömmlichen Senktiefesensor erreicht werden.

[0046] Da im realen Einsatz die Last aufgrund von Kranbewegungen, Windeinflüssen oder der Dynamik des Krans nie wirklich in Ruhe ist, pendelt die Last, wobei die Pendelfrequenz in Abhängigkeit der Seillänge des Hubseils 6 steht. Die Pendelamplitude ist abhängig von der Masse und weiteren Faktoren wie der Bewegungsdynamik oder dem Windeintrag.

[0047] Um bei der Bildauswertung die Entdeckungswahrscheinlichkeit für die Entdeckung der Markierung 14 im Kamerabild zu verbessern, kann auch hier eine Abschätzung erfolgen, wo sich der Lasthaken 7 vermutlich bei folgenden Messungen befinden wird, wobei auch hier der vorgenannte Kalman-Filter zum Einsatz kommen kann.

[0048] Wandert die Markierung 14 aufgrund einer zu großen Pendelamplitude aus dem Kamerabild heraus, kann die Bildauswerteeinrichtung die Markierung 14 verlieren. Um die Markierung 14 möglichst schnell wieder zu detektieren, kann folgendermaßen vorgegangen werden:

Zunächst kann beispielsweise der zu analysierende Bildausschnitt des Kamerabildes auf einen Bildausschnitt aufgebläht bzw. vergrößert und/oder verschoben werden,

indem der Wiedereintritt der Markierung 14 erwartet wird. Alternativ oder zusätzlich kann auch das gesamte Kamerabild als Bildausschnitt definiert werden, insbesondere dann, wenn die zur Verfügung stehende Rechenleistung ausreichend groß ist.

[0049] Alternativ oder zusätzlich zu einer solchen Veränderung des Bildausschnitts kann nach einem Verlust der Markierung 14 auch die Kamera 9 eine oder mehrere Stufen zurückzoomen, um den Bildbereich zu vergrößern. Aufgrund des solchermaßen vergrößerten Bildbereichs ist die Wahrscheinlichkeit groß, dass sich der Marker wieder innerhalb des Bildes befindet. Um die Nachteile der hierdurch kleiner werdenden Markierungsgröße zu kompensieren, kann der Zoomfaktor der Kamera 9 iterativ in mehreren Schritten vergrößert und auch wieder verkleinert werden.

[0050] Alternativ oder zusätzlich zu den vorgenannten Bildverarbeitungsstrategien kann die Bildauswerteeinheit 11 Seilverlauf-Bestimmungsmittel 17 umfassen, mittels derer der Verlauf des Hubseils 6 im Kamerabild bestimmt wird, wie dies Fig. 5 zeigt. Anhand des detektierten Hubseilverlaufs im Kamerabild kann die Position des Lasthakens 7 bestimmt werden oder zumindest der Bereich eingengt werden, in dem der Lasthaken 9 bzw. die Markierung 14 liegen muss, so dass die genannte Hubseil-Verlaufsbestimmung alternativ oder zusätzlich zur Erfassung der genannten Markierung bzw. des Lasthakens 7 direkt aus dem Kamerabild vorgesehen sein kann.

[0051] Die Bestimmung der Lasthakenposition bzw. Einengung des Bereichs, in dem sich der Lasthaken 7 befinden muss, mit Hilfe der Seilverlaufsbestimmung beruht auf der Annahme, dass das Hubseil 6 bei einer Einsicherung an der Lastflasche 13 im Kamerabild einen konischen Verlauf besitzt, insbesondere konisch zur Last zuläuft, vgl. Fig. 5, so dass der Lasthaken 7 bzw. die Last und deren Position als Ende des von den Hubseilabschnitten definierten Konus bestimmt werden kann.

[0052] Um die Entdeckungswahrscheinlichkeit bezüglich der interessierenden Flächen und Konturen im Kamerabild zu erhöhen, kann das gemessene Bild in Weiterbildung der Erfindung auch einer spektralen Analyse unterzogen werden. Hierbei können beispielsweise die Reflexionseigenschaften der Merkmale der Last, des Lasthakens 7 oder der Markierung 14 in bestimmten spektralen Bereichen den Merkmalsraum erweitern und für die Identifizierung herangezogen werden.

[0053] Eine solche Vorgehensweise kann Teil einer Vorfilterung des Bildes sein, die die dann mit Hilfe der genannten Algorithmen zu untersuchenden Bilddaten mengenmäßig deutlich reduziert. Damit verringert sich der Aufwand der Algorithmen zur Detektion der Lasthakenposition deutlich. Auch widrige Witterungseinflüsse wie Schnee, Eis, Regen, Nebel, Sonnenlicht, Schattenwurf usw. können zumindest teilweise kompensiert werden.

[0054] Eine solche spektrale Analyse kann vorteilhafterweise auch durch die Verwendung von Speziallacken

für die Markierung 14 optimiert werden, beispielsweise durch die Verwendung von Lacken oder anderen Oberflächenbeschichtungen, die im nahen Infrarotbereich nur geringe Reflexionseigenschaften besitzen.

[0055] Für die genannte Vorfilterung kann z.B. ein an sich bekannter Landsat-Algorithmus verwendet werden.

Patentansprüche

1. Kran, insbesondere Turmdrehkran, mit einem um eine aufrechte Achse (4) drehbaren Kranausleger (3), an dem eine Laufkatze (5) verfahrbar angeordnet ist, von der ein mit einem Lasthaken (7) verbundenes Hubseil (6) abläuft, sowie einer Lasthaken-Positionsbestimmungseinrichtung (8) zur Bestimmung der Lasthakenposition, wobei die Lasthaken-Positionsbestimmungseinrichtung (8) eine an der Laufkatze (5) angeordnete Kamera (9), die in vorbestimmter Blickrichtung (10) nach unten auf den Lasthaken (7) ausgerichtet ist, eine Bildauswerteeinheit (11) zur Bestimmung der Bildposition des Lasthakens (7) in einem von der Kamera (9) bereitgestellten Kamerabild, sowie Positionsbestimmungsmittel (12) zur Bestimmung der Lasthakenposition aus der bestimmten Bildposition des Lasthakens (7) im Kamerabild unter Berücksichtigung einer Laufkatzenstellung umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bildauswerteeinheit (11) Konturerkennungsmittel zum Erkennen einer dem Lasthaken und/oder einem daran angebrachten Anbauteil entsprechenden Umrisskontur in dem Kamerabild aufweist und die Lasthakenposition anhand der Umrisskontur des Lasthakens und/oder dem daran angebrachten Anbauteil bestimmt wird.
2. Kran nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Bildauswerteeinheit (11) Seilverlaufs-Bestimmungsmittel (17) zur Bestimmung des Hubseilverlaufs in dem Kamerabild aufweist und die Bildauswerteeinheit (11) derart ausgebildet ist, dass die Position des Lasthakens (7) im Kamerabild in Abhängigkeit des bestimmten Hubseilverlaufs bestimmt wird, wobei die Lasthakenposition als Verbindungspunkt zweier in dem Kamerabild identifizierter Hubseilgeraden bestimmt wird.
3. Kran nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Lasthaken-Positionsbestimmungseinrichtung (8) Abstandsbestimmungsmittel zur Bestimmung des Abstands des Lasthakens (7) von der Laufkatze (5) umfassen, wobei die genannten Abstandsbestimmungsmittel einen Pixelzähler zur Bestimmung der Pixelanzahl der im Kamerabild identifizierten Lasthaken- und/oder Markierungs-Bildfläche aufweist.
4. Kran nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei eine Senktiefen-Bestimmungseinrichtung zur Bestimmung der Senktiefe des Lasthakens (7) aus einer Abspulllänge des Hubseils (6) vorgesehen ist.

5. Kran nach einem der Ansprüche 3 oder 4, wobei ein Horizontalversatz des Lasthakens (7) gegenüber der Laufkatze (5) von den Positionsbestimmungsmitteln (12) aus der bestimmten Bildposition des Lasthakens (7) im Kamerabild unter Berücksichtigung des jeweils eingestellten Zoom-Faktors der Kamera und der/des bestimmten Senktiefe/Abstands des Lasthakens (7) von der Laufkatze (5) bestimmbar ist. 5
6. Kran nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine KameraSteuervorrichtung zur Steuerung von Kameraeinstellungen vorgesehen und derart ausgebildet ist, dass der Zoomfaktor der Kamera (9) in Abhängigkeit einer Lasthaken-Senktiefe variabel eingestellt wird. 10
7. Kran nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die KameraSteuervorrichtung (15) derart ausgebildet ist, dass der Zoomfaktor der Kamera (9) in Abhängigkeit des Erkennens des Lasthakens (7) und/oder der daran angebrachten Markierung (14) in dem von der Kamera (9) bereitgestellten Kamerabild vergrößert und/oder verkleinert, insbesondere bei Nichterkennung des Lasthakens (7) und/oder der damit verbundenen Markierung (14) einmalig oder iterativ verkleinert wird. 20
8. Kran nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Bildauswerteeinheit (11) Bildausschnitt-Steuermittel (16) zum Vergrößern eines von der Bildauswerteeinheit (11) auszuwertenden Bildausschnitts des Kamerabilds in Abhängigkeit des Erkennens des Lasthakens (7) und/oder der damit verbundenen Markierung (14) aufweist, wobei die genannten Bildausschnitt-Steuermittel (16) derart ausgebildet sind, dass bei Nichterkennen des Lasthakens (7) und/oder der damit verbundenen Markierung (14) mit einem kleineren Bildausschnitt beginnend der Bildausschnitt einmalig oder iterativ vergrößert wird. 25
9. Kran nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Bildauswerteeinheit (11) Pixelauswertemittel zum Erkennen eines Pixelmusters, das dem Lasthaken und/oder einer damit verbundenen Anbauteil wie Seilflasche entspricht, sowie Farberkennungsmittel zum Erkennen einer Farbe und/oder Farbkombination in dem Kamerabild, die der Farbe und/oder Farbkombination des Lasthakens und/oder dessen Anbauteil entspricht, aufweist. 30
10. Kran nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei an dem Lasthaken (7) und/oder einer damit verbundenen Lastflasche (13) eine der Laufkatze (5) 35

sichtbar zugewandte Markierung (14) angebracht ist und die Bildauswerteeinheit (11) derart ausgebildet ist, dass in dem Kamerabild ein der Markierung entsprechendes Kontur- und/oder Pixelmuster identifiziert wird. 40

11. Kran nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Markierung (14) und/oder der Lasthaken und/oder die Lastflasche eine geometrische Grundfläche wie Kreis, Mehreck, Linie und/oder ein aus mehreren geometrischen Grundflächen zusammengesetztes Grundflächenmuster umfasst. 45
12. Kran nach einem der beiden vorhergehenden Ansprüche, wobei die Markierung (14) und/oder der Lasthaken und/oder die Lastflasche eindeutig orientiert ausgebildet ist und die Bildauswerteeinheit (11) Orientierungsbestimmungsmittel zur Bestimmung der Orientierung des Lasthakens (7), insbesondere Bestimmung eines Drehwinkels des Lasthakens (7) bezüglich einer aufrechten Achse aufweist. 50
13. Kran nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei Laufkatzen-Positionsbestimmungsmittel (18) vorgesehen sind, die Verfahrenspositions-Bestimmungsmittel zur Bestimmung der Laufkatzenstellung relativ zum Kranausleger und Drehstellungs-Bestimmungsmittel zur Bestimmung der Drehstellung des Kranauslegers (3) bezüglich der Drehachse (4) umfassen, wobei die Lasthaken-Positionsbestimmungsmittel (12) derart ausgebildet sind, dass die Lasthakenposition aus der bestimmten Laufkatzenstellung relativ zum Kranausleger (3), der Drehstellung des Kranauslegers (3) und der Bildposition des Lasthakens (7) im Kamerabild der Kamera (9) bestimmt wird. 55
14. Kran nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Positionsbestimmungseinrichtung (8) Umgebungs-Bestimmungsmittel zum Bestimmen der Lasthaken-Umgebung, insbesondere in Form charakteristischer Hindernis- und/oder Umgebungskonturen, aus dem aufgenommenen Kamerabild aufweist, wobei die Positionsbestimmungsmittel (12) zur Bestimmung der Lasthakenposition aus der bestimmten Bildposition des Lasthakens (7) im Kamerabild derart ausgebildet sind, dass die Lasthakenposition relativ zur Lasthaken-Umgebung bestimmt wird, wobei Lasthakenziel-Steuermittel zum Steuern von Kranbewegungen in Abhängigkeit der bestimmten Lasthakenposition relativ zur Lasthaken-Umgebung und/oder Kollisionsvermeidungs-Steuermittel zum Stoppen oder Ändern von Kranbewegungen in Abhängigkeit der bestimmten Lasthakenposition relativ zur Lasthaken-Umgebung vorgesehen sind. 60

Claims

1. Crane, in particular tower slewing crane, having a jib (3) rotatable about an upright axis (4), at which jib a trolley (5) is movably arranged, from which trolley a hoist rope (6) connected to a load hook (7) runs off, as well as a load hook position determining device (8) for determining the load hook position, wherein the load hook position determining device (8) comprises a camera (9) arranged at the trolley (5) and oriented downward towards the load hook (7) in a predetermined viewing direction (10), an image evaluator (11) for determining the image position of the load hook (7) in a camera image provided by the camera (9), as well as position determining means (12) for determining the load hook position based on the determined image position of the load hook (7) in the camera image while taking into account a position of the trolley, **characterized in that** the image evaluator (11) has contour recognition means for recognizing, in the camera image, an outer contour corresponding to the load hook and/or its attachment, and the load hook position is determined based on the outer contour of the load hook and/or the attachment mounted thereto
2. Crane according to the preceding claim, wherein the image evaluator (11) includes rope run determining means (17) for determining the hoist rope run in the camera image, and the image evaluator (11) is adapted such that the position of the load hook (7) in the camera image is determined in dependency of the determined hoist rope run, wherein the load hook position is determined as being the point of intersection of two hoist rope lines identified in the camera image.
3. Crane according to any one of the preceding claims, wherein the load hook position determining device (8) comprises distance determining means for determining the distance of the load hook (7) from the trolley (5), wherein said distance determining means has a pixel counter for determining the number of pixels of the load hooks and/or marker image area identified in the camera image.
4. Crane according to any one of the preceding claims, wherein a lowering depth determining means is provided for determining the lowering depth of the load hook (7) based on an unwound length of the hoist rope (6).
5. Crane according to one of claims 3 or 4, wherein a horizontal displacement of the load hook (7) in relation to the trolley (5) is determinable by the position determining means (12) based on the determined image position of the load hook (7) in the camera image taking into account the respective set zoom ratio of the camera and the determined lowering depth/distance of the load hook (7) from the trolley (5).
6. Crane according to any one of the preceding claims, wherein a camera control device for controlling camera settings is provided and adapted such that the zoom ratio of the camera (9) is set variably in dependency of a load hook lowering depth.
7. Crane according to the preceding claim, wherein the camera control device (15) is adapted such that the zoom ratio of the camera (9) is increased and/or decreased in dependence on recognition of the load hook (7) and/or the marker (14) provided thereon in the camera image provided by the camera (9), in particular such that when the load hook (7) and/or the marker (14) associated therewith is not recognized the zoom ratio is decreased once or iteratively.
8. Crane according to any one of the preceding claims, wherein the image evaluator (11) includes image section control means (16) for enlarging an image section of the camera image to be evaluated by the image evaluator (11), which enlarging is effected in dependence on recognition of the load hook (7) and/or the marker (14) associated therewith, wherein said image section control means (16) are adapted such that in the case of non-recognition of the load hook (7) and/or the marker (14) associated therewith, starting with a small image section, such image section is enlarged once or iteratively.
9. Crane according to any one of the preceding claims, wherein the image evaluator (11) includes pixel evaluation means for recognizing a pixel pattern corresponding to the load hook and/or an attachment connected thereto such as a pulley, as well as color recognition means for recognizing, in the camera image, a color and/or color combination corresponding to the color and/or color combination of the load hook and/or the attachment thereof.
10. Crane according to any one of the preceding claims, wherein a marker (14) is attached to the load hook (7) and/or a pulley (13) connected thereto which marker is visibly oriented towards the trolley (5), and the image evaluator (11) is adapted such that in the camera image a contour and/or pixel pattern corresponding to the marker is identified.
11. Crane according to the preceding claim, wherein the marker (14) and/or the load hook and/or the pulley includes a geometrical base such as circle, polygon, line and/or a base pattern combined of several geometrical bases.
12. Crane according to any one of the two preceding

claims, wherein the marker (14) and/or the load hook and/or the pulley are adapted in an unambiguously oriented manner and the image evaluator (11) has orientation determining means for determining the orientation of the load hook (7), in particular determining a rotation angle of the load hook (7) in relation to an upright axis.

13. Crane according to any one of the preceding claims, wherein trolley position determining means (18) are provided which trolley position determining means include travel position determining means for determining the trolley position relative to the jib and slewing position determining means for determining the slewing position of the jib (3) relative to the rotational axis (4), wherein the load hook position determining means (12) are adapted such that the load hook position is determined based on the determined trolley position relative to the jib (3), the slewing position of the jib (3) and the image position of the load hook (7) in the camera image of camera (9).

14. Crane according to any one of the preceding claims, wherein the position determining device (8) includes neighborhood determining means for determining the load hook neighborhood, in particular in terms of characteristic obstacle and/or neighborhood contours, based on the taken camera image, wherein the position determining means (12) for determining the load hook position based on the determined image position of the load hook (7) in the camera image are adapted such that the load hook position is determined relative to the load hook neighborhood, wherein load hook target control means are provided for controlling crane movements in dependency of the determined load hook position relative to the load hook neighborhood and/or collision prevention control means for stopping or altering crane movements in dependency of the determined load hook position relative to the load hook neighborhood.

Revendications

1. Grue, en particulier grue pivotante sur pylône, avec une flèche (3) pouvant tourner autour d'un axe vertical (4), sur laquelle un chariot roulant (5) est disposé de manière mobile et duquel se déroule un câble de levage (6) relié à un crochet porte-charge (7), ainsi qu'avec un dispositif (8) de détermination de position de crochet porte-charge pour déterminer la position du crochet porte-charge, le dispositif (8) de détermination de position de crochet porte-charge comprenant une caméra (9) agencée sur le chariot roulant (5), qui est orientée dans une direction de vision prédéterminée (10) vers le bas sur le crochet porte-charge (7), une unité d'analyse d'images (11) pour déterminer la position du crochet porte-charge (7) dans

une image de caméra fournie par la caméra (9) ainsi que des moyens (12) de détermination de position pour déterminer la position du crochet porte-charge à partir d'une position d'image déterminée du crochet porte-charge (7) dans l'image de la caméra en tenant compte d'une position du chariot roulant, **caractérisée en ce que** l'unité (11) d'analyse d'images comprend un moyen de reconnaissance de contours pour un contour correspondant au crochet porte-charge et/ou à une pièce de montage attachée sur celui-ci dans l'image de la caméra et la position du crochet porte-charge est déterminée au moyen du contour du crochet porte-charge et/ou de la pièce de montage attachée sur celui-ci.

2. Grue selon la revendication précédente, **caractérisée en ce que** l'unité (11) d'analyse d'images comporte des moyens (17) de détermination du tracé du câble pour déterminer le tracé du câble de levage dans l'image de la caméra et l'unité d'analyse d'images (11) est conçue de telle manière que la position du crochet porte-charge (7) dans l'image de la caméra est déterminée en fonction du tracé du câble de levage déterminé, la position du crochet porte-charge étant déterminée comme le point de jonction de deux droites du câble de levage identifiées dans l'image de la caméra.

3. Grue selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le dispositif (8) de détermination du crochet porte-charge comporte des moyens de détermination de distances pour déterminer la distance entre le crochet porte-charge (7) et le chariot roulant (5), lesdits moyens de détermination de distance comportant un compteur de pixels pour déterminer le nombre de pixels de la surface d'image du crochet porte-charge et/ou du marquage identifiées dans l'image de la caméra.

4. Grue selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'un** dispositif de détermination de la profondeur de plongée pour déterminer la profondeur de plongée du crochet porte-charge (7) à partir d'une longueur de déroulage du câble de levage (6) est prévu.

5. Grue selon l'une quelconque des revendications 3 ou 4, **caractérisée en ce qu'un** décalage horizontal du crochet porte-charge (7) par rapport au chariot roulant (5) peut être déterminé par les moyens (12) de détermination de position à partir de la position d'image déterminée du crochet porte-charge (7) dans l'image de la caméra en tenant compte du facteur de zoom de la caméra respectivement ajusté et/ou de la profondeur de plongée/de la distance déterminée du crochet porte-charge (7) par rapport au chariot roulant (5).

6. Grue selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'un** dispositif de commande de caméra pour le contrôle des réglages de la caméra est prévu et conçu de telle manière que le facteur de zoom de la caméra (9) est réglé de manière variable en fonction de la profondeur de plongée du crochet de porte-charge.
7. Grue selon la revendication précédente, **caractérisée en ce que** le dispositif de commande de caméra (15) est conçu de telle manière que le facteur de zoom de la caméra (9) est augmenté et/ou réduit en fonction de la reconnaissance du crochet porte-charge (7) et/ou du marquage (14) apposé dessus dans l'image fournie par la caméra (9) voire est réduit une seule fois ou itérativement en particulier en cas de non-reconnaissance du crochet porte-charge (7) et/ou du marquage (14) y associé.
8. Grue selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'unité d'analyse d'images (11) comprend des moyens (16) de commande de détail d'image pour agrandir un détail d'image de l'image de la caméra à évaluer par l'unité d'analyse d'images (11) en fonction de la reconnaissance du crochet porte-charge (7) et/ou du marquage y associé (14), lesdits moyens (16) de réglage du détail d'image étant conçus de telle manière qu'en cas de non-reconnaissance du crochet porte-charge (7) et/ou du marquage y associé (14), le détail d'image est agrandi une seule fois ou itérativement en commençant par un détail d'image de petite taille.
9. Grue selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** l'unité (11) d'analyse d'images comprend des moyens d'évaluation des pixels pour reconnaître un motif de pixels qui correspond au crochet porte-charge et/ou à une pièce rapportée attachée dessus comme un moufle, ainsi que des moyens de reconnaissance de couleur pour reconnaître une couleur et/ou une combinaison de couleurs dans l'image de la caméra qui correspond à la couleur et/ou à la combinaison de couleurs du crochet porte-charge et/ou de sa pièce de montage attachée.
10. Grue selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'un** marquage (14) visiblement faisant face au chariot roulant (5) est attaché sur le crochet porte-charge (7) et/ou sur un moufle (13) qui lui est relié et l'unité d'analyse d'images (11) est conçue de telle manière qu'un motif de contour et/ou un motif de pixels correspondant au marquage est identifié dans l'image de la caméra.
11. Grue selon la revendication précédente, le marquage (14) et/ou le crochet porte-charge et/ou le moufle comportant une surface de base géométrique telle
- comme un cercle, un polygone, une ligne et/ou un motif de surfaces composé de plusieurs surfaces géométriques.
12. Grue selon l'une quelconque des deux revendications précédentes, le marquage (14) et/ou le crochet porte-charge et/ou le moufle étant réalisé avec une orientation claire et l'unité d'analyse d'images (11) comportant des moyens de détermination de l'orientation pour déterminer l'orientation du crochet porte-charge (7), en particulier pour déterminer un angle de rotation du crochet porte-charge (7) par rapport à un axe vertical.
13. Grue selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** des moyens (18) de détermination du chariot roulant sont prévus qui comprennent des moyens de détermination de la position de déplacement pour déterminer la position du chariot roulant par rapport à la flèche et des moyens de détermination de la position de rotation pour déterminer la position de rotation de la flèche (3) par rapport à l'axe de rotation (4), les moyens (12) de détermination du crochet porte-charge étant conçus de telle manière que la position du crochet porte-charge est déterminée à partir de la position du chariot roulant déterminée par rapport à la flèche (3), à la position de rotation de la flèche (3) et à la position d'image du crochet porte-charge (7) dans l'image caméra de la caméra (9).
14. Grue selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le dispositif de détermination (8) comprend des moyens de détermination de l'environnement pour déterminer l'environnement du crochet porte-charge, en particulier sous forme de contours caractéristiques d'obstacles et/ou d'environnants à partir de l'image de la caméra prise, les moyens de détermination (12) pour déterminer la position du crochet porte-charge à partir de la position d'image déterminée du crochet porte-charge (7) dans l'image de la caméra étant conçus de telle manière que la position du crochet porte-charge est déterminée par rapport à l'environnement du crochet porte-charge des moyens de commande du crochet porte-charge pour piloter les mouvements de la grue en fonction de la position du crochet porte-charge déterminée par rapport à l'environnement du crochet porte-charge et/ou des moyens de commande anticollision pour arrêter ou modifier les mouvements de la grue en fonction de la position du crochet porte-charge déterminée par rapport à l'environnement du crochet porte-charge étant prévus.

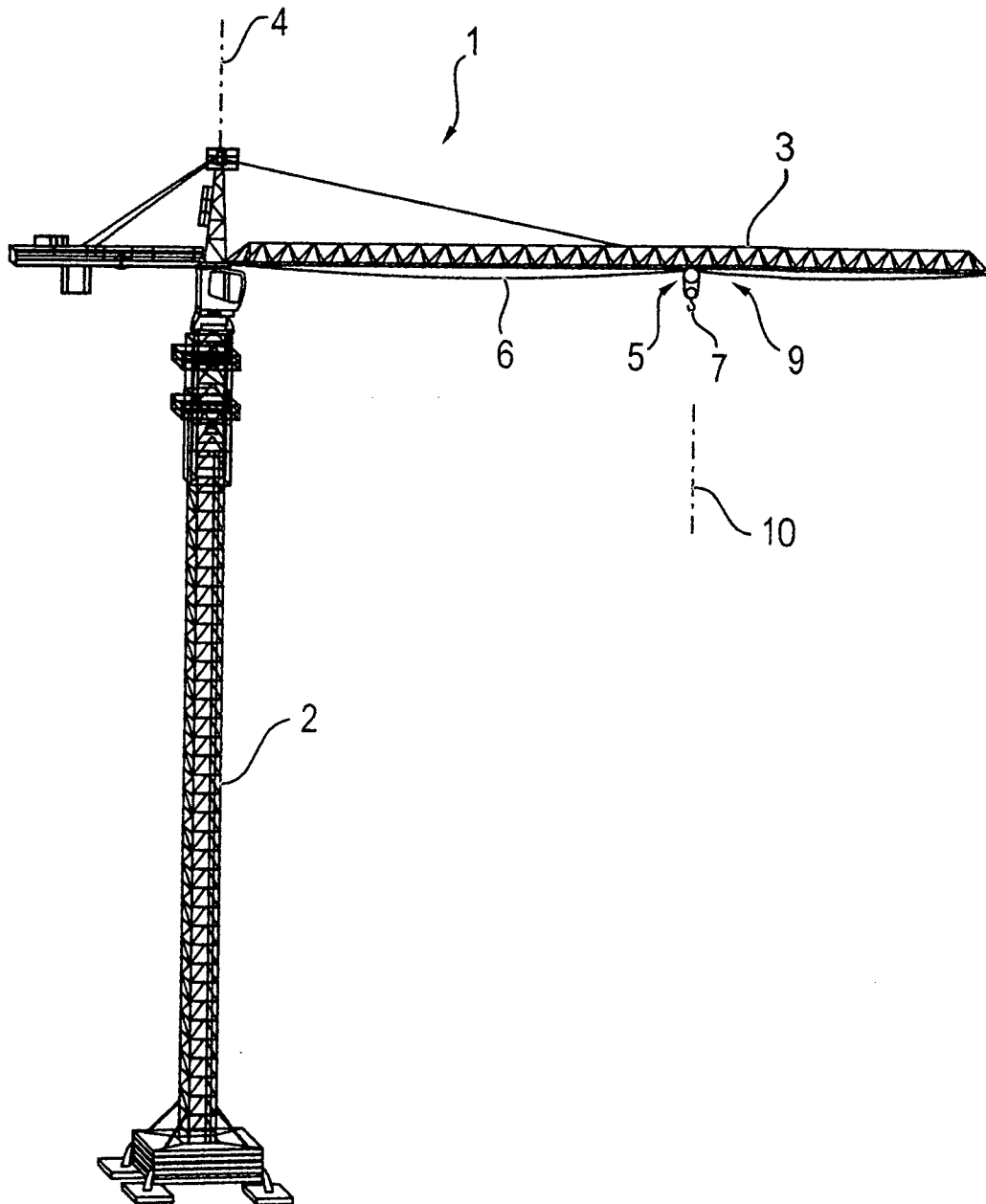


FIG. 1

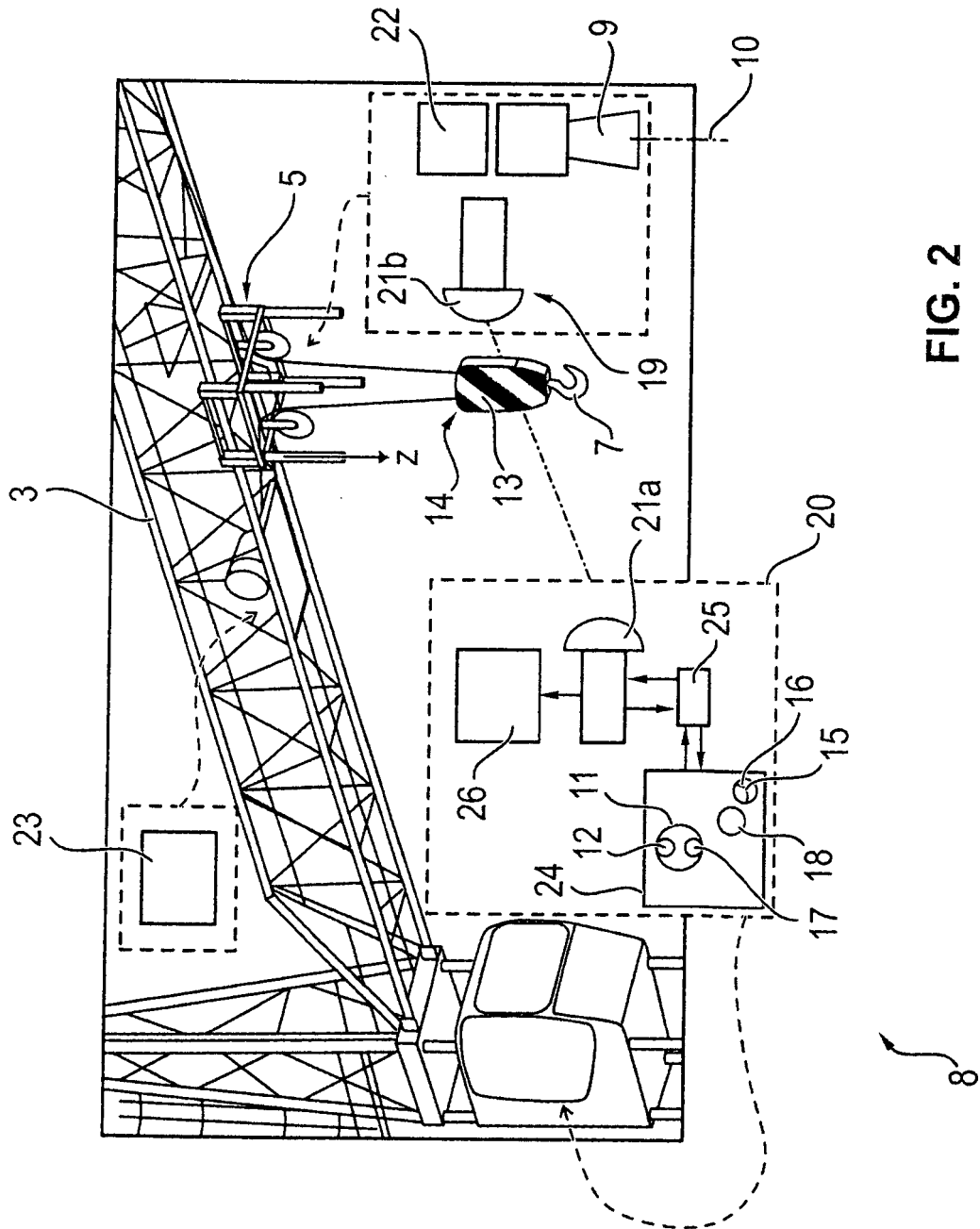


FIG. 2

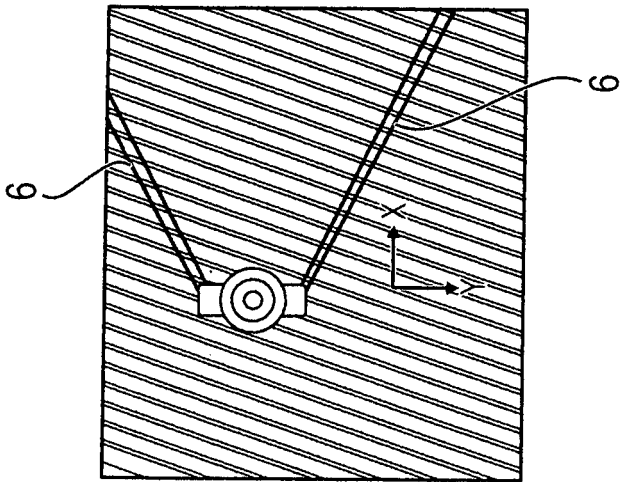


FIG. 5

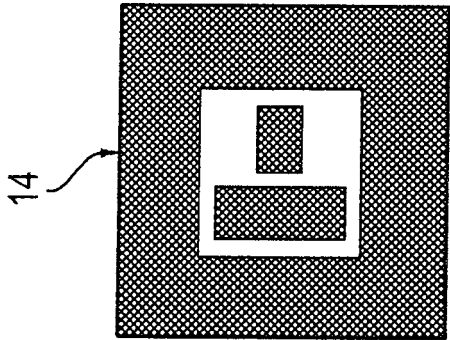


FIG. 4

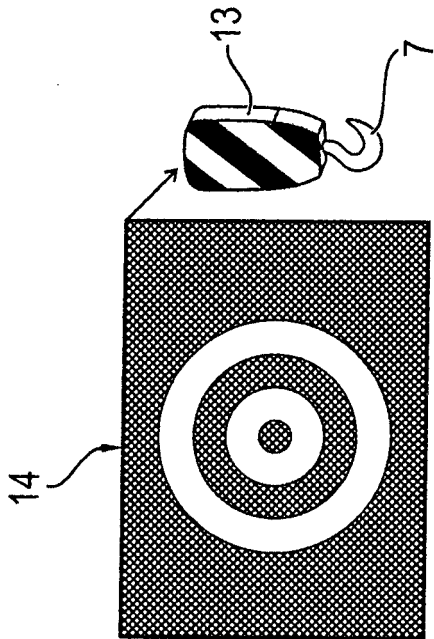


FIG. 3

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 9114644 A1 [0002]
- JP 9142773 A [0005]
- DE 19725315 C2 [0005]
- WO 2005082770 A1 [0006]
- DE 4190587 C2 [0007]
- DE 10245970 A1 [0008]
- US 6351720 B1 [0009]