

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50154/2021
(22) Anmeldetag: 04.03.2021
(45) Veröffentlicht am: 15.06.2024

(51) Int. Cl.: **B25J 9/16** (2006.01)
B25J 19/06 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
US 2015377413 A1
US 2016016315 A1
US 2021053227 A1

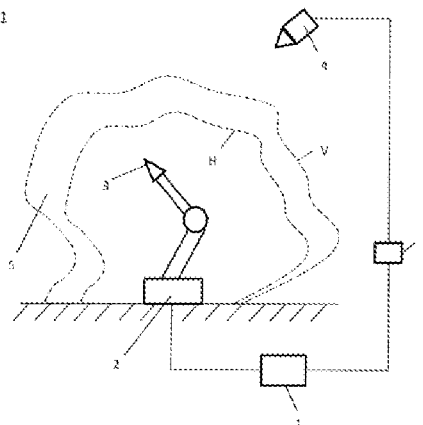
(73) Patentinhaber:
Neufeld Christian Norbert Dr.
4203 Altenberg (AT)

(74) Vertreter:
KLIMENT & HENHAPEL Patentanwälte OG
1010 Wien (AT)

(54) VERFAHREN ZUR FESTLEGUNG EINES SICHERHEITSBEREICHES

(57) Verfahren zum Absichern eines Sicherheitsbereiches (S) im umgebenden Raumbereich einer mithilfe einer Maschinensteuerung (1) automatisiert arbeitenden Maschine (2) mit während eines Arbeitszyklus raumgreifend bewegten Maschinenteilen (3), wobei die Gesamtheit der über einen Arbeitszyklus von den bewegten Maschinenteilen (3) eingenommenen Raumpositionen als Bewegungsraum ermittelt wird, und eine die Oberfläche des Bewegungsraumes approximierende Hüllfläche (H) für den Bewegungsraum in Form von Datenpunkten (P_i , $i=1 \dots N$) ermittelt wird. Es wird vorgeschlagen, dass aus den Datenpunkten (P_i , $i=1 \dots N$) der Hüllfläche (H) ein den Bewegungsraum umgebender Hüllraum errechnet wird, der den Sicherheitsbereich (S) bildet, wobei der Sicherheitsbereich (S) eine innere Oberfläche aufweist, die von der Hüllfläche (H) gebildet wird, sowie eine äußere Oberfläche, und eine Sensoreinheit (4) zur Überwachung des Sicherheitsbereiches (S) das Eindringen eines Objekts in den Sicherheitsbereich (S) detektiert und eine Sicherungssteuerung (5) bei Detektion des Eindringens eines Objekts in den Sicherheitsbereich (S) eine Sicherheitsfunktion der Maschinensteuerung (1) für die Maschine (2) aktiviert.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Absichern eines Sicherheitsbereiches im umgebenden Raumbereich einer mithilfe einer Maschinensteuerung automatisiert arbeitenden Maschine mit während eines Arbeitszyklus raumgreifend bewegten Maschinenteilen, wobei die Gesamtheit der über einen Arbeitszyklus von den bewegten Maschinenteilen eingenommenen Raumpositionen als Bewegungsraum ermittelt wird, und eine die Oberfläche des Bewegungsraumes approximierende Hüllfläche für den Bewegungsraum in Form von Datenpunkten ermittelt wird, gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1, sowie eine Vorrichtung zum Absichern eines erfindungsgemäß festgelegten Sicherheitsbereiches im umgebenden Raumbereich einer mithilfe einer Maschinensteuerung automatisiert arbeitenden Maschine mit während eines Arbeitszyklus raumgreifend bewegten Maschinenteilen, gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 6.

[0002] Ein gattungsgemäßes Verfahren wird in der US 2016/0016315 A1 beschrieben. Weitere Verfahren zur Überwachung von Sicherheitsbereichen werden in der US 2015/0377413 A1 sowie der US 2021/053227 A1 beschrieben. Bei automatisiert arbeitenden Maschinen mit während eines Arbeitszyklus raumgreifend bewegten Maschinenteilen stellen mögliche Kollisionen mit Objekten eine erhebliche Gefahrenquelle dar. Bei diesen Objekten kann es sich um Menschen handeln, die sich in den Nahebereich einer automatisiert arbeitenden Maschine begeben und von raumgreifend bewegten Maschinenteilen erfasst und verletzt werden können, oder auch um andere Maschinen wie beispielsweise selbstfahrende Transportsysteme und dergleichen, die im Fall von Kollisionen beschädigt werden können. Im Sinne der Sicherheit sowohl für Mensch als auch Maschine müssen daher Vorkehrungen getroffen werden, um solche Kollisionen zu verhindern.

[0003] Bekannt ist hierfür etwa die Errichtung von mechanischen Barrieren wie Zäune, Gitter oder Einhausungen. Solche mechanischen Barrieren verfügen aber neben ihrem hohen Platzbedarf auch über den Nachteil einer Inflexibilität, da jede Umstellung des Produktionsvorganges oder Änderung der räumlichen Anordnung einen aufwändigen Umbau erfordert. Des Weiteren ergibt sich ein hoher Investitions- und Betriebsaufwand. Zudem zeigen sich auch Unzulänglichkeiten in der Schutzwirkung, da die Anordnung der mechanischen Barrieren mitunter mehr nach den örtlichen Gegebenheiten wie Raumarchitektur oder notwendige Zugangsmöglichkeiten ausgerichtet wird, und weniger nach dem tatsächlichen Schutzbedarf.

[0004] Des Weiteren sind Kameras verfügbar, die einen die Maschine umgebenden Raumbereich überwachen, indem einfachste geometrische Räume wie Quader oder Kugeln als Sicherheitsbereiche definiert und in einen Kameraprozessor hochgeladen werden. Bei einer räumlichen Verletzung des Sicherheitsbereiches wie dem Eindringen von Menschen oder anderen Maschinen gibt die Kamera ein Sicherheitssignal an die Maschinensteuerung ab und aktiviert damit eine Sicherheitsfunktion der Maschinensteuerung für die Maschine, die die Maschine in einen gefahrlosen Zustand bringt, beispielsweise stoppt. Diese Vorgangsweise bedient sich somit virtueller Barrieren und vermeidet einige der mit physischen Barrieren verbundenen Nachteile, allerdings erweist es sich als schwierig den Bezug zur physischen Maschine herzustellen und beispielsweise nachträgliche Umstellungen des Produktionsvorganges oder Änderungen der räumlichen Anordnung der Maschine zu berücksichtigen. Die Festlegung des Sicherheitsbereiches anhand von Quader oder Kugeln erfolgt daher zumeist überdimensioniert, um hinsichtlich der Sicherheit kein Risiko einzugehen und unterliegt damit letztendlich auch einer gewissen Beliebigkeit.

[0005] Es besteht daher das Ziel der Erfindung einerseits darin die Sicherheit des Betriebes automatisiert arbeitender Maschinen zu gewährleisten und andererseits möglichst platzsparend und unter geringem baulichen Installationsaufwand eine flexible Absicherung solcher Maschinen zu ermöglichen, die auch nachträgliche Umstellungen des Produktionsvorganges oder Änderungen der räumlichen Anordnung der Maschine leicht berücksichtigen kann.

[0006] Diese Ziele werden durch die Merkmale von Anspruch 1 erreicht. Anspruch 1 bezieht sich auf ein Verfahren zum Absichern eines Sicherheitsbereiches im umgebenden Raumbereich einer mithilfe einer Maschinensteuerung automatisiert arbeitenden Maschine mit während eines Ar-

beitszyklus raumgreifend bewegten Maschinenteilen, wobei die Gesamtheit der über einen Arbeitszyklus von den bewegten Maschinenteilen eingenommenen Raumpositionen als Bewegungsraum ermittelt wird, und eine die Oberfläche des Bewegungsraumes approximierende Hüllfläche für den Bewegungsraum in Form von Datenpunkten ermittelt wird. Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, dass aus den Datenpunkten der Hüllfläche ein den Bewegungsraum umgebender Hüllraum errechnet wird, der den Sicherheitsbereich bildet, wobei der Sicherheitsbereich eine innere Oberfläche aufweist, die von der Hüllfläche gebildet wird, sowie eine äußere Oberfläche, und eine Sensoreinheit zur Überwachung des Sicherheitsbereiches das Eindringen eines Objekts in den Sicherheitsbereich detektiert und eine Sicherungssteuerung bei Detektion des Eindringens eines Objekts in den Sicherheitsbereich eine Sicherheitsfunktion der Maschinensteuerung für die Maschine aktiviert. Erfindungsgemäß wird somit in der Festlegung des Sicherheitsbereiches vom Arbeitszyklus der Maschine selbst ausgegangen, und zwar von der Gesamtheit der über einen Arbeitszyklus von den bewegten Maschinenteilen eingenommenen Raumpositionen, die in weiterer Folge als Bewegungsraum bezeichnet wird. Wie ein solcher Bewegungsraum ermittelt werden kann, wird in weiterer Folge noch genauer beschrieben werden. Sobald ein digitales Abbild dieses Bewegungsraumes verfügbar ist, kann über bekannte mathematische Verfahren eine die Oberfläche des Bewegungsraumes approximierende Hüllfläche für den Bewegungsraum in Form von Datenpunkten ermittelt werden. Diese Datenpunkte können entweder als "Punktwolke" vorliegen, also als Vielzahl in einem räumlichen Koordinatensystem vergleichsweise eng beieinander liegender Datenpunkte, die die Hüllfläche beschreiben, oder als Eckpunkte von Flächenelementen, die die Oberfläche des Bewegungsraumes approximieren. Approximationsverfahren dieser Art sind bekannt und bedienen sich in der Regel Flächenelementen in Form von Dreiecken, Vierecken oder Sechsecken, die die zu approximierende Oberfläche lückenlos nachbilden. Die gemeinsamen Eckpunkte dieser Flächenelemente werden dabei auch als Knotenpunkte bezeichnet. Der Vorteil solcher Approximationsverfahren gegenüber den oben beschriebenen Punktwolken liegt in einer erheblichen Datenreduktion und somit in einer erheblich erleichterten Weiterverarbeitung dieser Daten. Die so ermittelten Datenpunkte der Hüllfläche dienen erfindungsgemäß als Ausgangspunkt zur Errechnung eines den Bewegungsraum umgebenden Hüllraumes, der den Sicherheitsbereich bildet. Der Vorteil eines solcherart festgelegten Sicherheitsbereiches liegt nun darin, dass er unmittelbar aus dem Arbeitsprozess der Maschine gewonnen wird und bei nachträglichen Veränderungen des Arbeitszyklus leicht adaptiert werden kann. Des Weiteren können bauliche Maßnahmen zur Errichtung physischer Barrieren entfallen und die Ausdehnung des Sicherheitsbereiches auf das unmittelbar notwendige Ausmaß reduziert werden, sodass das erfindungsgemäße Verfahren am Ort der Maschine auch sehr platzsparend umgesetzt werden kann. Der Begriff „Arbeitszyklus“ ist dabei nicht nur als vollständiger und sich wiederholender Arbeitsvorgang zu verstehen, sondern auch als sicherheitsrelevanter Teilabschnitt eines Arbeitsvorganges.

[0007] Eine Möglichkeit zur Errechnung eines Hüllraumes besteht durch Verschiebung der die Hüllfläche repräsentierenden Datenpunkte in eine den Bewegungsraum umgebende und zur Oberfläche des Bewegungsraumes beabstandete Verschiebungsfläche, wobei die Verschiebungsfläche die äußere Oberfläche des Sicherheitsbereiches bildet, und der Hüllraum durch den Bereich zwischen der Hüllfläche und der Verschiebungsfläche festgelegt ist. Eine solche Verschiebung oder auch Translation ist eine geometrische Abbildung, die jeden Datenpunkt der Hüllfläche in eine Raumrichtung um eine vorgegebene Strecke verschiebt. Sie kann durch einen Vektor oder auch mehreren Vektoren, den sogenannten Verschiebungsvektoren, gekennzeichnet werden. Das Ausmaß der Verschiebung, also die Länge der Verschiebungsvektoren, wird sich dabei an die Anforderungen der jeweiligen Betriebssituation, aber auch an rechtlichen Vorgaben orientieren. Die Verschiebungsfläche stellt in weiterer Folge die äußere Oberfläche des Sicherheitsbereiches dar, und die Hüllfläche die innere Oberfläche des Sicherheitsbereiches.

[0008] Eine Möglichkeit zur Ermittlung des Bewegungsraumes besteht darin, dass der Bewegungsraum als Gesamtheit der über einen Arbeitszyklus von den bewegten Maschinenteilen eingenommenen Raumpositionen aus Raumpositionsdaten der Maschinensteuerung für die bewegten Maschinenteile ermittelt wird. Der Bewegungsraum wird somit über eine Simulation des Arbeitszyklus durch Speichern aller eingenommenen Raumpositionen der bewegten Maschinen-

teile konstruiert.

[0009] Eine weitere Möglichkeit zur Ermittlung des Bewegungsraumes besteht darin, dass der Bewegungsraum als Gesamtheit der über einen Arbeitszyklus von den bewegten Maschinenteilen eingenommenen Raumpositionen mithilfe einer zur Messung von Tiefeninformation fähigen Kamera ermittelt wird. In diesem Fall ist nach Montage der Maschine am Ort ihres geplanten Betriebes zumindest eine zur Messung von Tiefeninformation fähige Kamera zu installieren, in deren Erfassungsbereich sich die Maschine befindet. Eine zur Messung von Tiefeninformation fähige Kamera wird auch als 3D-Kamera bezeichnet. Die Maschine wird als Teil des Montagevorganges in Betrieb gesetzt, sodass sie zumindest einen Arbeitszyklus durchläuft. Währenddessen wird die Maschine von der Kamera gefilmt und die Aufnahmen gespeichert. In einem nachfolgenden Bildverarbeitungsverfahren können die aufeinanderfolgenden Bilder nun so übereinander gelegt werden, dass sich ein Gesamtbild aller über einen Arbeitszyklus eingenommenen Raumpositionen der Maschine ergibt. Dieses Gesamtbild stellt den Bewegungsraum dar und kann zu einer weiteren digitalen Verarbeitung zur Ermittlung der Hüllfläche herangezogen werden.

[0010] Die Verschiebung der die Hüllfläche repräsentierenden Datenpunkte zur Errechnung der Verschiebungsfläche kann dabei für unterschiedliche Datenpunkte auch über unterschiedliche Streckenlängen erfolgen. Mit anderen Worten kann der Verschiebungsvektor für unterschiedliche Bereiche der Hüllfläche unterschiedlich lang gewählt werden. Das hat den Vorteil, dass für Bereiche der Hüllfläche, in deren Nahbereich im Regelbetrieb nicht mit dem sicherheitsrelevanten Eindringen von Objekten zu rechnen ist, etwa in oberen Raumbereichen oder in wandzugewandten Bereichen der Maschine, der Sicherheitsabstand auch geringer gewählt werden kann.

[0011] Die Sicherheitsfunktion kann etwa in einem Abschalten der Maschine bestehen.

[0012] Des Weiteren wird eine Vorrichtung zum Absichern eines erfindungsgemäß festgelegten Sicherheitsbereiches im umgebenden Raumbereich einer mithilfe einer Maschinensteuerung automatisiert arbeitenden Maschine mit während eines Arbeitszyklus raumgreifend bewegten Maschinenteilen vorgeschlagen, bei dem eine Sensoreinheit vorgesehen ist, die ein Eindringen eines Objekts in den Sicherheitsbereich detektiert, sowie eine Sicherungssteuerung, die bei Detektion des Eindringens eines Objekts in den Sicherheitsbereich eine Sicherheitsfunktion der Maschinensteuerung für die Maschine aktiviert, wobei der Sicherheitsbereich gebildet wird durch einen den Bewegungsraum der bewegten Maschinenteile umgebenden Hüllraum mit einer inneren Oberfläche, die von einer die Oberfläche des Bewegungsraumes approximierende Hüllfläche für den Bewegungsraum gebildet wird, und einer äußeren Oberfläche.

[0013] Die Sensoreinheit ist vorzugsweise als zumindest eine zur Messung von Tiefeninformation fähige Kamera ausgeführt. Falls der Bewegungsraum als Gesamtheit der über einen Arbeitszyklus von den bewegten Maschinenteilen eingenommenen Raumpositionen aus Raumpositionsdaten der Maschinensteuerung für die bewegten Maschinenteile ermittelt wird, dient die Sensoreinheit lediglich zur Detektion des Eindringens von Objekten in den Sicherheitsbereich. Sie ist hierfür mit einer Sicherungssteuerung verbunden, die auch Teil der Maschinensteuerung sein kann und die ausgelegt ist um bei Detektion des Eindringens eines Objekts in den Sicherheitsbereich eine Sicherheitsfunktion der Maschinensteuerung für die Maschine zu aktivieren.

[0014] Falls der Bewegungsraum als Gesamtheit der über einen Arbeitszyklus von den bewegten Maschinenteilen eingenommenen Raumpositionen mithilfe zumindest einer zur Messung von Tiefeninformation fähigen Kamera ermittelt wird, dient die Sensoreinheit sowohl zur anfänglichen Festlegung des Sicherheitsbereiches, als auch zur Absicherung des Sicherheitsbereiches im Regelbetrieb der Maschine. Hierbei wird wie oben beschrieben die Maschine als Teil des Montagevorganges in Betrieb gesetzt, sodass sie zumindest einen Arbeitszyklus durchläuft. Währenddessen wird die Maschine von der zumindest einen Kamera gefilmt und die Aufnahmen gespeichert. In einem nachfolgenden Bildverarbeitungsverfahren können die aufeinanderfolgenden Bilder nun so übereinander gelegt werden, dass sich ein Gesamtbild aller über einen Arbeitszyklus eingenommenen Raumpositionen der Maschine ergibt. Dieses Gesamtbild stellt den Bewegungsraum dar und kann zu einer weiteren digitalen Verarbeitung zur Ermittlung der Hüllfläche sowie des

Hüllraumes und somit zur Festlegung des Sicherheitsbereiches herangezogen werden. Im Regelbetrieb der Maschine dient die Sensoreinheit in weiterer Folge auch zur Detektion des Eindringens von Objekten in den Sicherheitsbereich. Sie ist hierfür mit einer Sicherungssteuerung verbunden, die in diesem Fall in der Regel kein Teil der Maschinensteuerung sein wird, aber mit der Maschinensteuerung verbunden ist, und die ausgelegt ist um bei Detektion des Eindringens eines Objekts in den Sicherheitsbereich eine Sicherheitsfunktion der Maschinensteuerung für die Maschine zu aktivieren.

[0015] Die Erfindung wird in weiterer Folge anhand eines Ausführungsbeispiels mithilfe der beiliegenden Figuren näher erläutert. Es zeigen hierbei die

[0016] Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Anordnung einer automatisiert arbeitenden Maschine mit während eines Arbeitszyklus raumgreifend bewegten Maschinenteilen mit einer Sensoreinheit und einer Sicherungssteuerung zur Absicherung eines erfindungsgemäß festgelegten Sicherheitsbereiches, und die

[0017] Fig. 2 eine schematische Darstellung einer Anordnung einer automatisiert arbeitenden Maschine mit während eines Arbeitszyklus raumgreifend bewegten Maschinenteilen mit einer Hüllfläche und einer Verschiebungsfläche.

[0018] Anhand der Fig. 1 wird zunächst eine mögliche Ausführungsform einer Vorrichtung zum Absichern eines erfindungsgemäß festgelegten Sicherheitsbereiches im umgebenden Raumbereich einer mithilfe einer Maschinensteuerung 1 automatisiert arbeitenden Maschine 2 mit während eines Arbeitszyklus raumgreifend bewegten Maschinenteilen 3 beschrieben. Es ist eine Sensoreinheit 4 vorgesehen, die ausgelegt ist um ein Eindringen eines Objekts in den Sicherheitsbereich S zu detektieren, sowie eine Sicherungssteuerung 5, die ausgelegt ist um bei Detektion des Eindringens eines Objekts in den Sicherheitsbereich S eine Sicherheitsfunktion der Maschinensteuerung 1 für die Maschine 2 zu aktivieren. Die Sensoreinheit 4 ist hierfür mit der Sicherungssteuerung 5 verbunden, die wiederum mit der Maschinensteuerung 1 verbunden ist. Die Sicherheitsfunktion besteht in einem unverzüglichen Abschalten der Maschine 2.

[0019] Die Sensoreinheit 4 ist als zumindest eine zur Messung von Tiefeninformation fähige Kamera ausgeführt. Solche Kameras werden auch als 3D-Kameras bezeichnet und können etwa als ToF ("Time-of-Flight")-Kameras ausgeführt sein. Bei ToF-Kameras handelt es sich um Kameras, die nicht nur ein 2D-Bild aufnehmen, sondern für jedes Aufnahmepixel auch eine Tiefeninformation messen. Unter Tiefeninformation werden Informationen über die Distanzen zwischen den einzelnen Objekten einer Szene und der ToF-Kamera verstanden. ToF-Kameras werden auch als aktive Kameras bezeichnet, da sie mit einer eigenen Lichtquelle ausgestattet sind, die auch als ToF-Lichtquelle bezeichnet wird. Das von dieser Lichtquelle emittierte Licht wird an den Objekten einer aufzunehmenden Szene reflektiert und gelangt dadurch als Rückstreustrahlung in den Erfassungsbereich des Bildsensors der Kamera. Die Tiefeninformation wird aus dem reflektierten Licht über Laufzeit- bzw. Phasendifferenz-Messungen ermittelt.

[0020] Im gezeigten Ausführungsbeispiel wird der Bewegungsraum der Maschine 2 als Gesamtheit der über einen Arbeitszyklus von den bewegten Maschinenteilen 3 eingenommenen Raumpositionen mithilfe der als 3D-Kamera ausgeführten Sensoreinheit 4 ermittelt. Die Sensoreinheit 4 dient somit sowohl zur anfänglichen Festlegung des Sicherheitsbereiches S, als auch zur Absicherung des Sicherheitsbereiches S im Regelbetrieb der Maschine 2. Hierbei wird die Maschine 2 als Teil des Montagevorganges in Betrieb gesetzt, sodass sie zumindest einen Arbeitszyklus durchläuft. Währenddessen wird die Maschine 2 von der Sensoreinheit 4 gefilmt und die Aufnahmen gespeichert. In einem nachfolgenden Bildverarbeitungsverfahren können die aufeinanderfolgenden Bilder nun so übereinander gelegt werden, dass sich ein Gesamtbild aller über einen Arbeitszyklus eingenommenen Raumpositionen der Maschine 2 und ihrer bewegten Maschinenteile 3 ergibt. Dieses Gesamtbild stellt den Bewegungsraum dar und kann zu einer weiteren digitalen Verarbeitung zur Ermittlung der Hüllfläche H sowie des Hüllraumes und somit zur Festlegung des Sicherheitsbereiches S herangezogen werden, wie anhand der Fig. 2 erläutert wird.

[0021] Anhand der Fig. 2 wird eine mögliche Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfah-

rens zur Festlegung eines Sicherheitsbereiches S beschrieben. Wie bereits erwähnt wurde, wird zunächst der Bewegungsraum als Gesamtheit der über einen Arbeitszyklus von den bewegten Maschinenteilen 3 eingenommenen Raumpositionen mithilfe der Sensoreinheit 4 ermittelt. Sobald ein digitales Abbild dieses Bewegungsraumes verfügbar ist, kann über bekannte mathematische Verfahren eine die Oberfläche des Bewegungsraumes approximierende Hüllfläche H für den Bewegungsraum in Form von Datenpunkten P_i ($i=1 \dots N$) ermittelt werden. Diese Datenpunkte P_i können etwa als Eckpunkte von Flächenelementen vorliegen, die die Oberfläche des Bewegungsraumes approximieren. Approximationsverfahren dieser Art sind bekannt und verwenden in der Regel Flächenelemente in Form von Dreiecken, Vierecken oder Sechsecken, die die zu approximierende Oberfläche lückenlos nachbilden. Das Ausführungsbeispiel der Fig. 2 zeigt etwa die Approximation der Oberfläche des Bewegungsraumes mithilfe von Vierecken als Flächenelemente, wenngleich die Oberfläche des Bewegungsraumes in der Praxis komplexere Verläufe aufweisen wird als im Beispiel der Fig. 2. Die Festlegung des Sicherheitsbereiches S erfolgt in weiterer Folge durch Verschiebung der die Hüllfläche H repräsentierenden Datenpunkte P_i und somit durch Konstruktion einer den Bewegungsraum umgebenden und zur Oberfläche des Bewegungsraumes beabstandeten Verschiebungsfläche V . Dabei wird jeder Datenpunkt P_i der Hüllfläche H in eine Raumrichtung um eine vorgegebene Strecke verschoben. Die Verschiebungsfläche V stellt in weiterer Folge die äußere Oberfläche des Sicherheitsbereiches S dar. Das Ausmaß der Verschiebung, also die Länge der Verschiebungsvektoren, wird sich dabei an die Anforderungen der jeweiligen Betriebssituation, aber auch an rechtlichen Vorgaben orientieren. Der erfindungsgemäße Hüllraum wird durch den Bereich zwischen der Hüllfläche H und der Verschiebungsfläche V festgelegt und bildet den Sicherheitsbereich S .

[0022] Im Regelbetrieb der Maschine 2 dient die Sensoreinheit 4 in weiterer Folge auch zur Detektion des Eindringens von Objekten in den Sicherheitsbereich S . Sie ist hierfür wie bereits erwähnt mit der Sicherungssteuerung 5 verbunden, die wiederum mit der Maschinensteuerung 1 verbunden ist. Die Sicherungssteuerung 5 ist ausgelegt um bei Detektion des Eindringens eines Objekts in den Sicherheitsbereich S eine Sicherheitsfunktion der Maschinensteuerung 1 für die Maschine zu aktivieren, etwa eine sofortige Abschaltung der Maschine 2.

[0023] Der Vorteil eines solcherart festgelegten Sicherheitsbereiches S liegt nun darin, dass er unmittelbar aus dem Arbeitsprozess der Maschine 2 gewonnen wird und bei nachträglichen Veränderungen des Arbeitszyklus leicht adaptiert werden kann. Des Weiteren können bauliche Maßnahmen zur Errichtung physischer Barrieren entfallen und die Ausdehnung des Sicherheitsbereiches S auf das unmittelbar notwendige Ausmaß reduziert werden, sodass das erfindungsgemäße Verfahren am Ort der Maschine 2 auch sehr platzsparend umgesetzt werden kann.

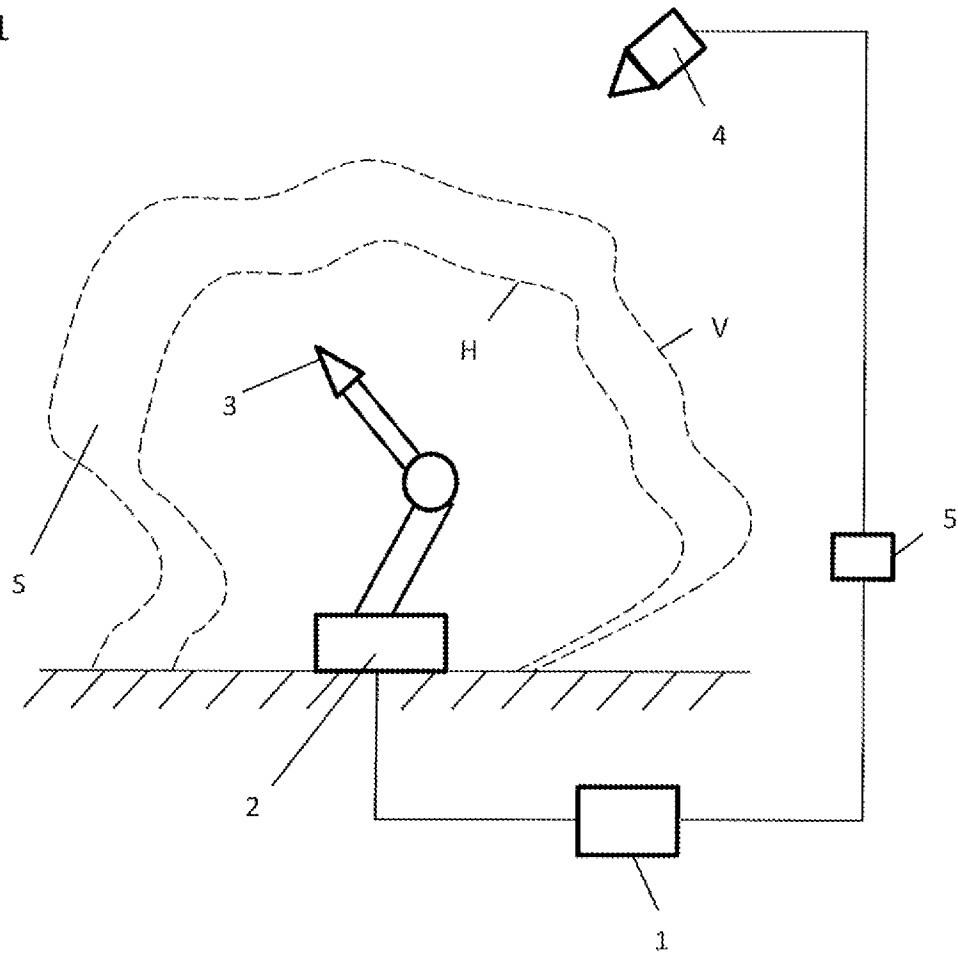
Patentansprüche

1. Verfahren zum Absichern eines Sicherheitsbereiches (S) im umgebenden Raumbereich einer mithilfe einer Maschinensteuerung (1) automatisiert arbeitenden Maschine (2) mit während eines Arbeitszyklus raumgreifend bewegten Maschinenteilen (3), wobei die Gesamtheit der über einen Arbeitszyklus von den bewegten Maschinenteilen (3) eingenommenen Raumpositionen als Bewegungsraum ermittelt wird, und eine die Oberfläche des Bewegungsraumes approximierende Hüllfläche (H) für den Bewegungsraum in Form von Datenpunkten (P_i , $i=1\dots N$) ermittelt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass aus den Datenpunkten (P_i , $i=1\dots N$) der Hüllfläche (H) ein den Bewegungsraum umgebender Hüllraum errechnet wird, der den Sicherheitsbereich (S) bildet, wobei der Sicherheitsbereich (S) eine innere Oberfläche aufweist, die von der Hüllfläche (H) gebildet wird, sowie eine äußere Oberfläche, und eine Sensoreinheit (4) zur Überwachung des Sicherheitsbereiches (S) das Eindringen eines Objekts in den Sicherheitsbereich (S) detektiert und eine Sicherungssteuerung (5) bei Detektion des Eindringens eines Objekts in den Sicherheitsbereich (S) eine Sicherheitsfunktion der Maschinensteuerung (1) für die Maschine (2) aktiviert.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Bewegungsraum als Gesamtheit der über einen Arbeitszyklus von den bewegten Maschinenteilen (3) eingenommenen Raumpositionen aus Raumpositionsdaten der Maschinensteuerung (1) für die bewegten Maschinenteile (3) ermittelt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Bewegungsraum als Gesamtheit der über einen Arbeitszyklus von den bewegten Maschinenteilen (3) eingenommenen Raumpositionen mithilfe einer zur Messung von Tiefeninformation fähigen Kamera ermittelt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Hüllraum durch Verschiebung der die Hüllfläche (H) repräsentierenden Datenpunkte (P_i) in eine den Bewegungsraum umgebende und zur Oberfläche des Bewegungsraumes beabstandete Verschiebungsfläche (V) errechnet wird, wobei die Verschiebungsfläche (V) die äußere Oberfläche des Sicherheitsbereiches (S) bildet, und der Hüllraum durch den Bereich zwischen der Hüllfläche (H) und der Verschiebungsfläche (V) festgelegt ist.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verschiebung der die Hüllfläche (H) repräsentierenden Datenpunkte (P_i) zur Errechnung der Verschiebungsfläche (V) für unterschiedliche Datenpunkte (P_i) über unterschiedliche Streckenlängen erfolgt.
6. Vorrichtung zum Absichern eines Sicherheitsbereiches (S) im umgebenden Raumbereich einer mithilfe einer Maschinensteuerung (1) automatisiert arbeitenden Maschine (2) mit während eines Arbeitszyklus raumgreifend bewegten Maschinenteilen (3), **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Sensoreinheit (4) vorgesehen ist, die ein Eindringen eines Objekts in den Sicherheitsbereich (S) detektiert, sowie eine Sicherungssteuerung (5), die bei Detektion des Eindringens eines Objekts in den Sicherheitsbereich (S) eine Sicherheitsfunktion der Maschinensteuerung (1) für die Maschine (2) aktiviert, wobei der Sicherheitsbereich (S) gebildet wird durch einen den Bewegungsraum der bewegten Maschinenteile (3) umgebenden Hüllraum mit einer inneren Oberfläche, die von einer die Oberfläche des Bewegungsraumes approximierende Hüllfläche (H) für den Bewegungsraum gebildet wird, und einer äußeren Oberfläche.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sensoreinheit (4) als zumindest eine zur Messung von Tiefeninformation fähige Kamera ausgeführt ist.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

1/2

Fig. 1



2/2

Fig. 2

