

PATENTSCHRIFT 1 45771

Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(11) 145 771 (44) 07.01.81 Int. Cl.³ 3(51) E 01 B 35/00
(21) WP E 01 B / 215 377 (22) 06.09.79

-
- (71) siehe (72)
(72) Müller, Gerhard, o. Prof. Dr.sc.techn., DD
(73) siehe (72)
(74) Hochschule für Verkehrswesen „Friedrich List“ Dresden, Abt. Schutzrechtspolitik, 8010 Dresden, Friedrich-List-Platz 1

(54) Verfahren und Anordnung zur Steuerung von Baumaschinen

(57) Die Erfindung bietet sich vorzugsweise zur Steuerung von solchen Baumaschinen an, die linienförmige Bauwerke fertigen; das betrifft z.B. das Stopfen und Richten von Gleisen. Ziel und Aufgabe der Erfindung ist es, einen Steuermechanismus vorzuschlagen, der sich unter anderem durch weitgehende automatische Arbeitsweise auszeichnet und es ermöglicht, die Baumaschine bei hoher Arbeitsgenauigkeit mittels Laserstrahl zu steuern. Erfindungsgemäß wird die Baumaschine auf einer vorausberechneten Raumkurve Rk in der Art durch Laserstrahl gesteuert, daß durch die Steueranordnung ausgehend von einem auf der Raumkurve Rk liegenden Punkt A durch Berechnen und Einstellen der Sollhorizontalwinkel α und Sollvertikalwinkel β , die sich als Winkel zwischen dem Punkt A, dem jeweiligen Raumkurvenpunkt P und einem koordinatenmäßig bekannten Festpunkt FP ergeben, der Raumkurvenpunkt P zyklisch auf die Raumkurve Rk gebracht wird. Die erfindungsgemäße Anordnung besteht unter anderem aus Laserstreckenmeßsystem, Winkelmeßvorrichtung, Mikroprozessor und einer Vorrichtung zum Nachführen des Laserstrahles.
- Fig.1 -

215377-1-

Prof. Dr. sc. techn. Gerhard Müller

Dresden, den 3.9.1979

Titel der Erfindung

Verfahren und Anordnung zur Steuerung von Baumaschinen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung von Baumaschinen und eine Anordnung zur Durchführung des Verfahrens. Die erfindungsgemäße Lösung kann zur Steuerung von solchen Baumaschinen benutzt werden, die vorzugsweise linienförmige Bauwerke fertigen; das betrifft z.B. das Stopfen und Richten von Gleisen.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Bei der Steuerung von Baumaschinen unterscheidet man:

- a) Absolute Steuerungen, d.h. Steuermechanismen, die die Arbeitswerkzeuge der Maschinen so steuern, daß sie eine vorausberechnete Lage in bezug auf Punkte einnehmen, die nicht unmittelbar mit dem neu zu errichtenden Bauwerk in Verbindung stehen. Solche Punkte können z.B. koordinatenmäßig bekannte Festpunkte sein.
- b) Relative Steuerungen, d.h. Steuermechanismen, die die Arbeitswerkzeuge von Maschinen so steuern, daß sie eine dem Verfahren entsprechende geänderte Lage zur Ausgangssituation einnehmen.

Zu den absoluten Steuermechanismen gehört die Leitdrahtsteuerung, mit der es möglich ist, eine aus kurzen Geraden

zusammengesetzte Raumkurve zu fertigen. Ein Fertiger tastet sich mit entsprechenden Meßfühlern an einem die theoretisch richtige Linie verkörpernden Meßdraht entlang. Zur Herstellung der gewünschten horizontalen und vertikalen Lage der Arbeitswerkzeuge sind auf beiden Seiten des Fertigers je ein Leitdraht nach Lage und Höhe abzustecken und zu montieren. Da dieser Vorgang nur manuell erfolgen kann, entsteht ein außerordentlich großer Arbeitsaufwand bei der Einsatzvorbereitung einer solchen Steuerung.

Zu diesen Steuermechanismen gehören ferner Laserstrahlsteuerungen von Flachbaggern auf Geraden und Ebenen. Die bekannten Verfahren und Anordnungen der Geraden- und Ebenensteuerung beruhen darauf, daß von Lasersendern, die auf koordinatenmäßig bekannten Punkten stehen, die Arbeitswerkzeuge von außen über entsprechende Empfänger gesteuert werden. Nachteilig ist daher, daß vor allem die Laserstrahlabweichungen infolge Refraktionserscheinungen im vollen Betrag die theoretisch richtige Lage verfälschen. Eine realisierte Raumkurvensteuerung mit Hilfe von Laserstrahlen ist gegenwärtig nicht bekannt.

Die Leitdrahtsteuerung kann nur als Übergangslösung angesehen werden, da der manuelle Aufwand zur Vorbereitung der Steuerung im Verhältnis zum automatisch ablaufenden Fertigungsprozeß außerordentlich hoch ist. Mit der Geraden- und Ebenensteuerung kann insbesondere im Verkehrsbauwesen nur ein geringer Teil der Fertigungsprozesse gesteuert werden.

Die relativen Steuermechanismen setzen verkörperte Linien, z.B. in Form von Gleisen, Ackerfurchen, Getreideschnittkanten u.ä. voraus. Nur unter Einbeziehung solcher verkörperten Linien ist es z.B. möglich, die Krümmung von Gleisen, die durch Betriebseinwirkung deformiert worden sind, den theoretisch richtigen Krümmungsgrößen anzunähern. Zu diesen Steuermechanismen kann man auch die bekannten Steuerungen von Landmaschinen rechnen, die es gestatten, die Maschine entlang von Furchen, Reihen, Schnittkanten u.ä. zu führen. Das Fertigen vorausberechneter Raumkurven ist mittels der bekannten relativen Steuermechanismen nicht möglich. Vielmehr handelt es sich um Verfahren und Anordnungen, mit denen bestehende Abweichungen von der Sollgeometrie, z.B. Lagefehler von Gleisen, verkleinert, aber nicht beseitigt werden können.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, einen Steuermechanismus für Baumaschinen vorzuschlagen, der sich durch eine weitgehend automatisierte Arbeitsweise und hohe Arbeitsgenauigkeit auszeichnet.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Anordnung zu entwickeln, die es gestatten, Baumaschinen auf vorausberechneten Raumkurven mittels Laserstrahlen zu steuern.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß eine Gerätefiguration zur Steuerung der Baumaschine auf dieser montiert wird und die nachfolgend angeführten Verfahrensschritte abgearbeitet werden. Voraussetzung für die Anwendung der Erfindung ist, daß die Raumkurve R_k mathematische formuliert und in einem einheitlichen dreidimensionalen Koordinatensystem festgelegt wird. Ferner müssen in Raumkurvennähe in bestimmten Abständen koordinatenmäßig bekannte Festpunkte FP (trassennaher Polygonzug) vorhanden sein. Es ist ferner zu gewährleisten, daß zwischen der Raumkurve R_k und den Festpunkten FP eine Sichtverbindung besteht. Weiterhin geht die Erfindung von der Erkenntnis aus, daß der Einfluß der Refraktion auf die Genauigkeit des Steuervorganges auf etwa 25% gegenüber den bisher bekannten Verfahren der Geraden- und Ebenensteuerung vermindert wird.

Die o.g. Gerätekonfiguration besteht aus folgenden Elementen:

- Laserstrahl mit Einrichtung für die Messung der Strecke s
- Einrichtung zur Nachführung des Laserstrahles auf den koordinatenmäßig bekannten Festpunkt FP in horizontaler und vertikaler Richtung
- Reflektor für den Laserstrahl, der auf dem koordinatenmäßig bekannten Zielpunkt FP aufgestellt wird
- Mikroprozessor zur Berechnung der Sollhorizontalwinkel α und der Sollvertikalwinkel β am jeweiligen Raumkurvenpunkt P
- Vorrichtung zum Einstellen der Sollhorizontalwinkel α und Sollvertikalwinkel β zwischen dem Laserstrahl und der Fertigerbasis; mit diesen Einstellbewegungen werden gleichzeitig die Arbeitswerkzeuge in die richtige Arbeitslage gebracht.

Der Arbeitsablauf ist bei diskontinuierlichen Arbeitsprozessen, wie sie z.B. beim Einsatz von Gleisstopf- und Richtmaschinen auftreten, folgender:

1. Der Fertiger wird auf dem Anfangspunkt der zu fertigenden Raumkurve Rk nach Lage und Höhe aufgestellt.
2. Auf dem nächstgelegenen koordinatenmäßig bekannten Festpunkt FP wird der Laserreflektor aufgestellt.
3. Der Laserstrahl wird durch manuelle Zielung auf den Laserreflektor eingestellt.
4. Messung der Schrägstrecke s nach dem koordinatenmäßig bekannten Festpunkt FP.
5. Berechnung der Sollhorizontalwinkel α und der Sollvertikalwinkel β entsprechend der gemessenen Strecke s und der mathematisch formulierten Raumkurve Rk.
6. Einstellung der Arbeitswerkzeuge entsprechend der berechneten Sollhorizontalwinkel α und der Sollvertikalwinkel β ; dadurch nehmen die Arbeitswerkzeuge die entsprechende Stellung zur Fertigung der Raumkurve Rk ein.
7. Nach Abschluß des Fertigungsvorganges rückt die Maschine um eine entsprechende Länge vor, wobei der Laserstrahl automatisch dem Reflektor nachgeführt wird.

Die Arbeitsschritte 4. bis 7. wiederholen sich zyklisch. Handelt es sich um einen kontinuierlich ablaufenden Arbeitsprozeß, wie er z.B. bei Straßenfertigern vorkommt, dann muß der Fertiger zwischen den Arbeitszyklen des Steuervorganges mit Hilfe eines internen Trägheitssteuersystems stabil gehalten werden.

Ausführungsbeispiel

Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Anordnung zur Steuerung von Baumaschinen werden nachstehend an Hand eines Ausführungsbeispiels mit einer Gleisstopf- und Richtmaschine näher erläutert. In den dazugehörigen Zeichnungen zeigen

- Fig.1 die Prinzipdarstellung zum Herstellen der Solllage und
Fig.2 die Prinzipdarstellung zum Herstellen der Sollhöhe.

Voraussetzung für die Anwendung einer mit der erfindungsgemäßen Steuerung ausgerüsteten Gleisstopf- und Richtmaschine ist ein Gleis, das mit Lagefehlern behaftet sein kann, die mathematische Formulierung der zu fertigenden Raumkurve Rk und koordinatenmäßig bekannte Festpunkte FP in Gleisnähe mit Längsabständen bis 200 m. Der gesamte Arbeitsablauf erfordert folgende

Vorbereitungsarbeiten:

- Markierung des Anfangspunktes A der Strecke, die gerichtet und gestopft werden soll
- Aufstellen des Reflektors auf dem koordinatenmäßig bekannten Festpunkt FP
- Eingabe der mathematisch formulierten Raumkurve R_k und der Koordinaten des Festpunktes FP in den Mikroprozessor
- Vorfahren der Gleisstopf- und Richtmaschine auf dem markierten Anfangspunkt A der Strecke
- Ausrichten des Laserstrahles von Hand auf den Reflektor und Einschalten der Nachführautomatik.

Der zyklische Steuerungsablauf umfaßt folgende Teilschritte:

- Auslösen des Meßvorganges; es erfolgt die Messung der Strecke s und die Berechnung des Sollhorizontalwinkels α und des Sollvertikalwinkels β .
- Auslösen des Richtvorganges; es wird der Steuerpunkt P' , wenn $\alpha' < \alpha$ bzw. von P'' , wenn $\alpha'' > \alpha$ ist, solange horizontal verschoben, bis der Sollhorizontalwinkel α mit dem am Steuermechanismus übereinstimmt. Der Steuerpunkt hat dann die theoretisch richtige Lage P auf der vorausberechneten Raumkurve R_k eingenommen. Die Achse der Maschine dreht sich dabei gemäß Fig. 1 um den Drehpunkt A.
- Auslösen des Stopfvorganges; es wird der Steuerpunkt von P' wenn $\beta' < \beta$ bzw. von P'' , wenn $\beta'' > \beta$ ist, solange vertikal verschoben, bis der Sollvertikalwinkel β mit dem am Steuermechanismus übereinstimmt. Der Steuerpunkt hat dann die theoretisch richtige Höhe P auf der vorausberechneten Raumkurve R_k eingenommen. Die Achse der Maschine dreht sich dabei gemäß Fig.2 um den Drehpunkt A.
- Vorrücken der Gleisstopf- und Richtmaschine; dabei wird der Laserstrahl automatisch auf den Reflektor, der auf dem Festpunkt FP steht, nachgeführt und der Steuerablauf beginnt erneut. Wenn der Sollhorizontalwinkel α eine bestimmte Größe erreicht hat, wird der Laserstrahl auf den nächsten Festpunkt FP neu eingerichtet.

Erfindungsanspruch

1. Verfahren und Anordnung zur Steuerung von Baumaschinen, gekennzeichnet dadurch, daß die Baumaschine auf einer vorausberechneten Raumkurve R_k in der Art automatisch durch Laserstrahl gesteuert wird, daß durch die Steueranordnung ausgehend von einem auf der Raumkurve R_k liegenden Punkt A durch Berechnen und Einstellen der Sollhorizontalwinkel α und Sollvertikalwinkel β , die sich als Winkel zwischen dem Punkt A, dem jeweiligen Raumkurvenpunkt P und einem koordinatenmäßig bekannten Festpunkt FP ergeben, der Raumkurvenpunkt P zyklisch auf die Raumkurve R_k gebracht wird.
2. Anordnung zur Realisierung des Verfahrens nach Punkt 1., gekennzeichnet dadurch, daß sie aus einem Laserstreckenmeßsystem, einer Vorrichtung zum Messen der Horizontalwinkel α und Vertikalwinkel β , einem Mikroprozessor zur Speicherung der mathematisch definierten Raumkurve R_k , zur Berechnung der Sollwinkel α und β und zum Vergleich der gemessenen und berechneten Winkel α und β sowie einer Vorrichtung zur Nachführung des Laserstrahles auf dem Festpunkt FP während der Fortbewegung der Baumaschine und einem Verbindungselement zwischen den Arbeitswerkzeugen, der Winkelmeßvorrichtung und des Mikroprozessors, das die Bewegungen der Arbeitswerkzeuge proportional überträgt, besteht.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

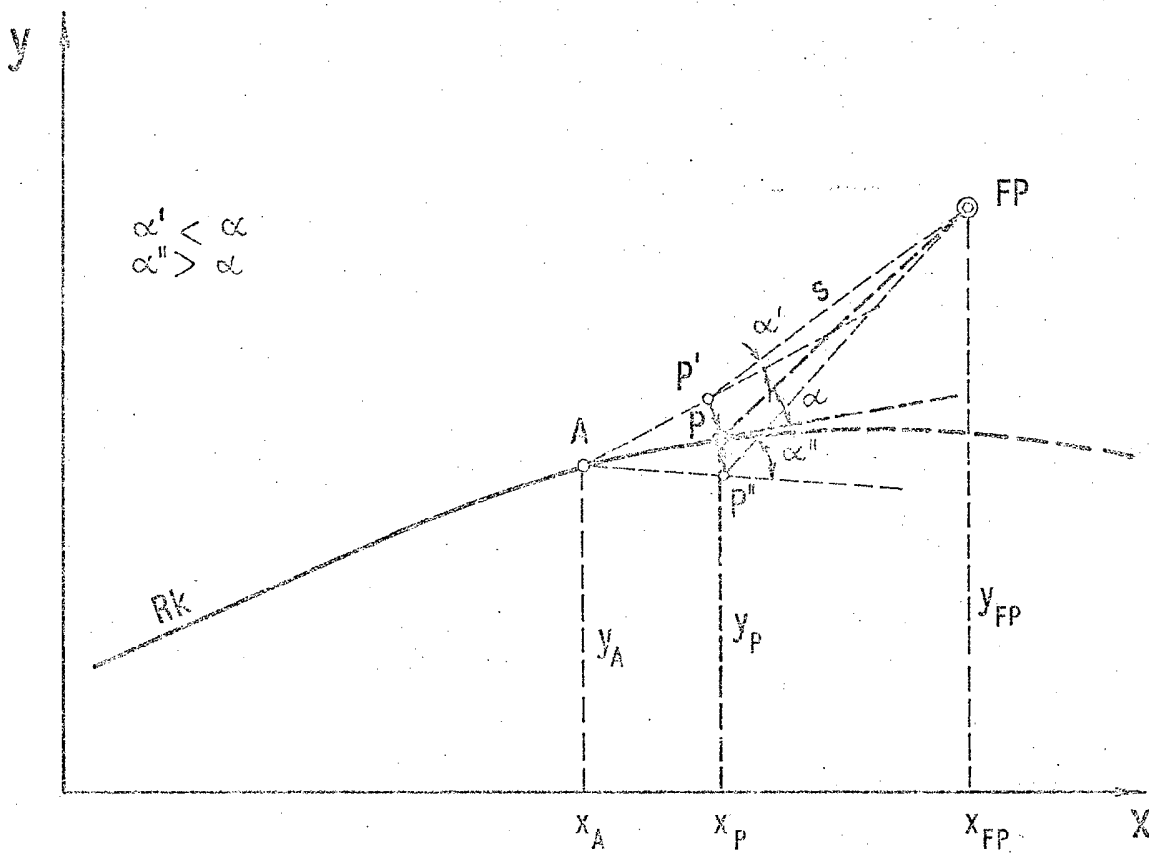


Fig. 1

