

⑫ 特 許 公 報 (B 2) 昭59-18724

⑤Int.Cl.³ 識別記号 庁内整理番号 ②④④公告 昭和59年(1984)4月28日
 G 05 D 1/03 7052-5H
 B 62 D 1/28 7053-3D 発明の数 1

(全6頁)

1

2

⑤④移動機械におけるランドマークの検出方法

②特 願 昭54-96256
 ②出 願 昭54(1979)7月28日
 ⑥公 開 昭56-21203
 ④昭56(1981)2月27日
 ⑦発 明 者 舘 暲
 東京都練馬区石神井台2-7-7
 ⑦発 明 者 小森谷 清
 東京都世田谷区上北沢3-3-2
 ⑦出 願 人 工業技術院長
 ⑦④指定代理人 工業技術院 機械技術研究所長
 (出願人において、実施許諾の用意がある。)
 ⑥参考文献
 特 開 昭50-89786 (JP, A)

⑦⑤特許請求の範囲

1 移動機械が路面に付したランドマーク上を走行する際にそのランドマークを検出するセンサを、移動機械の進行方向に対してほぼ直角の方向に多数の光電変換素子をランドマークの巾より広く配列させることにより構成し、それぞれ隣接する二つの光電変換素子を一組として、それらの出力の差分を単調増加する波形の基準信号と比較し、その比較結果として得られた論理信号と予め与えた基準パターン信号とが一致するか否かにより、マークエッジに対応する上記差分のみが論理信号として抽出できる基準信号の上限と下限とを検出し、上記差分と比較する閾値をその上限と下限に相当する基準信号レベルの平均値に設定して、この閾値と上記差分の比較によりランドマークの検出を行うことを特徴とする移動機械におけるランドマークの検出方法。

発明の詳細な説明

本発明は、路面に付設したランドマークに追従して所要の経路を走行する移動機械において、上記ランドマークを検出するための方法に関するも

のである。

例えば、盲導犬に代る移動機械、或いは工場、病院、一般道路等において機材を運搬する移動機械を所要の経路に沿って自動走行させるには、移動機械を路面に離散的に付設したランドマークに追従して所要の経路に沿って走行させるのが有効であり、この場合、移動機械においてそのランドマークとの相対的位置を検出する必要がある。

本発明は、上記ランドマークの検出を行うに際し、移動機械上に多数の光電変換素子を一列に配置してなるランドマークセンサを路面に対向させて配設し、それぞれ隣接する二つの光電変換素子出力の差分をとつて、その差分がコンパレータの基準信号として与えられる閾値よりも大きくなった部分をランドマークのエッジとして検出するように構成し、特に上記閾値をランドマークセンサが受ける光量に応じて自動調節できるようにした点に特徴を有するものである。

図面を参照して本発明をさらに詳細に説明するに、まず、第1図に示すように、移動機械1が走行する通路には、その主要部分、例えば交差点や一定間隔ごとの路面上に移動機械の走行予定経路に沿ってそれを誘導するためのランドマーク2を離散的に付設する。このランドマークは、例えば塗料やテープ等により形成されたものである。

いま、移動機械1が一つのランドマークにさしかかると、移動機械の前後に取付けたランドマークセンサ3が動作してランドマーク2を検出し、そのランドマーク2の中心線と移動機械における前方のセンサ3の中心とのずれ Δy 、及びランドマークの中心線に対する移動機械の姿勢角 $\Delta\phi$ が求められ、移動機械1の走行軌道は、次式で与えられる操蛇角 θ によりランドマークに正しく追従するように修正される。

$$\theta = k_1 \Delta y + k_2 \Delta\phi$$

(k_1 , k_2 は定数)

上記ランドマークセンサ3は、第2図に例示す

るように、カバー4内にランドマーク2を照明する蛍光灯5を横設し、ランドマークや路面で反射した光をライトガイド6を通して指向性を高めたうえで光電変換素子としてのフォトトランジスタ7で受けるように構成することができる。勿論、カバー4及び蛍光灯5を除去して外部の光を利用しても差支えない。そして、このランドマークセンサ3においては、第3図に模式的に示すように、多数個のフォトトランジスタ7を移動機械の進行方向に対してほぼ直角の方向に一列に、かつランドマークの巾よりも広く配列設置し、隣接する二つのフォトトランジスタを一組として、それらの出力の差分を差動アンプにおいて増幅し、この差動アンプの出力に基づいてマークエッジの検出を行う。即ち、路面とランドマークとでは反射光の光量に差異があり、従つて隣接するフォトトランジスタの出力の差が比較的大きい場合には、両フォトトランジスタの取付位置の間にランドマークのエッジが位置するものとして、ランドマークに対する移動機械の相対的位置を検知することができる。

しかるに、隣接するフォトトランジスタの出力の差は、蛍光灯の劣化や外部の光の強度変化に応じてある程度変化し、従つて上記出力の差をコンパレータにおいて基準信号と比較することにより論理信号に変換する場合に、そのコンパレータの基準信号として与える閾値を常時適切な値に調整し、ランドマーク及び路面が明るい場合には閾値を大きく、また暗い場合には閾値を小さくする必要がある。

本発明においては、このような閾値をランドマークや路面からの反射光量に応じて自動調整するにあたり、移動機械が、任意のランドマーク2を利用して中心線のずれ及び姿勢角を修正して、そのランドマーク2に対して正しい位置、即ちそのランドマーク2をランドマークセンサ3の中央でとらえ得るような位置に達したときに、上記差動アンプの出力に基づいて、以下に詳述するように上記閾値を設定する。

まず、上記差動アンプの出力はコンパレータにおいて単調増加する波形の基準信号と比較するが、ここではその基準信号の一例として三角波を用いる場合について説明する。

第3図の三角波発生回路において発生させる三

角波基準信号は、第5図Aに示すようなもので、三角波における低い値が基準信号としてコンパレータに加えられているときは、一般的に差動アンプ出力がそれよりも大きく、従つて各コンパレータから論理1の出力があり、基準信号が次第に大きくなるに従つて出力が論理0のコンパレータが増加し、遂には基準信号がマークエッジに対応する差動アンプを除く他の差動アンプ出力よりも大きくなつて、マークエッジに対応する差動アンプに接続したコンパレータのみが論理1の出力をもつようになる。この状態における基準信号レベルaは、適正な閾値の下限に相当するものである。

また、基準信号がさらに大きくなつて、マークエッジに対応する差動アンプ出力よりも大きくなると、その時点ですべてのコンパレータ出力が論理0となる。この状態における基準信号レベルbが適正な閾値の上限に相当し、以後は基準信号が大きくなつても各コンパレータ出力は論理0の状態に維持される。

このように、コンパレータの基準信号として三角波等の単調増加する波形の基準信号を用いることにより、マークエッジに対応する差動アンプ出力のみを論理信号として抽出できる基準信号の上限と下限とを検出することができる。

なお、上記単調増加する波形の基準信号は、上述した三角波の場合から明らかなように、最小値として検出すべき閾値の下限よりも小さく、最大値として検出すべき閾値の上限よりも大きい範囲内において変動し、しかもその間において単調に増加する信号であることが必要である。

コンパレータに接続したビツト一致回路は、各コンパレータにおける比較結果として得られた論理信号と予め与えた基準パターン信号とが一致するか否かにより、第5図Bに示すように、適正な閾値の下限と上限との間において論理1を出力し、それ以外のときに論理0を出力するもので、このビツト一致回路出力が論理0から論理1になつたとき、即ち前記適正な閾値の下限においては、ビツト一致回路出力の立上りをトリガーとして、アナログメモリIにその時点におけるコンパレータの基準信号レベルを記憶させ、またビツト一致回路出力が論理1から論理0になつたとき、即ち前記適正な閾値の上限においては、ビツト一致回路出力の立下りをトリガーとして、アナログメモリ

Ⅱにその時点におけるコンパレータ基準信号レベルを記憶させる。

従つて、ビット一致回路は単調増加する基準信号レベルのどの部分が適正な上限または下限となるかを示し、両アナログメモリに記録のタイミングを与え、これに対して両アナログメモリは基準信号レベルの上限と下限を記憶保持するためのものである。

第4図は、上記ビット一致回路の一例を示すものである。このビット一致回路においては、1, 0のビットパターンとして予め与えた基準パターン信号と各コンパレータの出力とを比較するため、基準パターン信号における各0ビットの信号とそれに対応するコンパレータ出力とが、それぞれオア素子Ⅰに送られる。

上記基準パターン信号とは、ランドマークセンサが正しくランドマークを検出した際のコンパレータの出力パターンを示し、即ちランドマークセンサがその中央でランドマークをとらえ、しかも外光の変化などの外乱に影響されることなくランドマークを検出した際のコンパレータの出力パターンと同一のものである。結果的には、後述するアンド素子Ⅲの出力として、ランドマークセンサ3によつて正しくランドマークを検出した場合に有効な基準信号の下限及び上限が得られることになる。

コンパレータ出力は、前述したように三角波の基準信号レベルが低い場合にはその殆んどが論理1を出力し、そのため上記オア素子Ⅰの殆んどは1の出力をもつが、基準信号レベルが次第に高くなるに従つて出力が論理0のコンパレータが増加し、基準信号レベルが適正な閾値の下限に達したときには、マークエッジに対応するコンパレータを除く他のコンパレータ出力、即ち基準パターン信号における各0ビットの信号に対応するコンパレータ出力がすべて論理0となり、各オア素子Ⅰからの出力がすべて0になる。従つて、各オア素子Ⅰに接続したオア素子Ⅱにおいては、基準信号レベルが適正な閾値の下限に達したときに、それまで出力されていた1の信号が0に変化し、これをインバータにおいて反転することにより、上記閾値の下限において立上りを示す出力信号を得ることができる。

一方、基準パターン信号における1の信号とそ

れに対応するコンパレータ出力とは、それぞれアンド素子Ⅰに送られ、各アンド素子においては、コンパレータにおける基準信号レベルが適正な閾値の上限に達することによりコンパレータ出力が論理0になつたとき、それまで出力されていた1の信号が0になり、各アンド素子Ⅰに接続したアンド素子Ⅱにおいてもその出力が立下りを示す。

従つて、前記インバータの反転出力及び上記アンド素子Ⅱの出力をアンド素子Ⅲに送ることにより、その出力として、第5図Bに示すように適正な閾値の下限と上限との間において論理1の出力を発生させることができる。

第3図において、前述したようにアナログメモリⅠ, Ⅱに記憶させた適切な閾値の上限及び下限に相当する基準信号レベルは、平均化回路においてそれらの平均値に相当する出力(第5図C参照)を発生させ、これをその後のコンパレータの基準信号とするため、スイッチ回路において上記三角波と平均化回路出力との切換えを行わせる。スイッチ回路における両者の切換えは、スイッチ信号により三角波発生回路において三角波を発生させると共に、スイッチ回路をその三角波がコンパレータに基準信号として印加されるように切換え、また三角波の最後にあらわれる波形の変化、例えば三角波の最大値またはその立下りによつて、スイッチ回路を平均化回路の出力がコンパレータに送られるように切換えるものである。

さらに、上記平均化回路においては、正しくランドマークを検出できる閾値の上限及び下限に相当する信号の平均値 $(a+b)/2$ に相当する信号を発生させることができる。

第6図は、差動アンプ出力の変化の一例を示す。cはマークと路面とのエッジ上の平均レベル、dはマークあるいは路面上の平均レベルを示す。ここで、マークあるいは路面上での差動アンプ出力に大きな雑音がついていると仮定すると、 $(a+b)/2$, $(c+d)/2$ は図のような関係となる。従つて、 $(a+b)/2$ をその後のコンパレータの基準信号にすることは、第6図からわかるように、単に $(c+d)/2$ を閾値にするのに比べて、路面やランドマークの汚れ、照明光量の変化に基づいて基動アンプ出力が変動しても、最大の余裕をもつてその影響を受けにくくすることができる。

7

従つて、単にスイッチ信号を与えることにより上記閾値を適切な値に設定することができ、このスイッチ信号を、ランドマークがランドマークセンサの中央でとらえられたときに発生させ、あるいは複数のランドマークを通過するごとに、ランド

マークセンサがその中央でランドマークをとらえるように移動機械の中心線のずれ及び姿勢角を修正したうえで発生させることにより、閾値を常に適切な値に調整することができる。

なお、ランドマークに対する移動機械の相対的位置または姿勢を検出して操舵制御を行う方法は、本発明と直接的に関係がないのでここでは詳述しない。また、第3図に基づいて説明したフォトトランジスタの出力信号の処理は、第3図の回路と実質的に同一機能をもたせたコンピュータによつて行うこともできる。

以上に詳述したところから明らかなように、本発明においては、隣接する光電変換素子出力の差

8

分によつてマークエッジを検出するため、ランドマークが汚れたり反射光量が変化することがあつても、ランドマークと路面との間に反射光量の差があればよく、極めて確実なマークエッジの検出

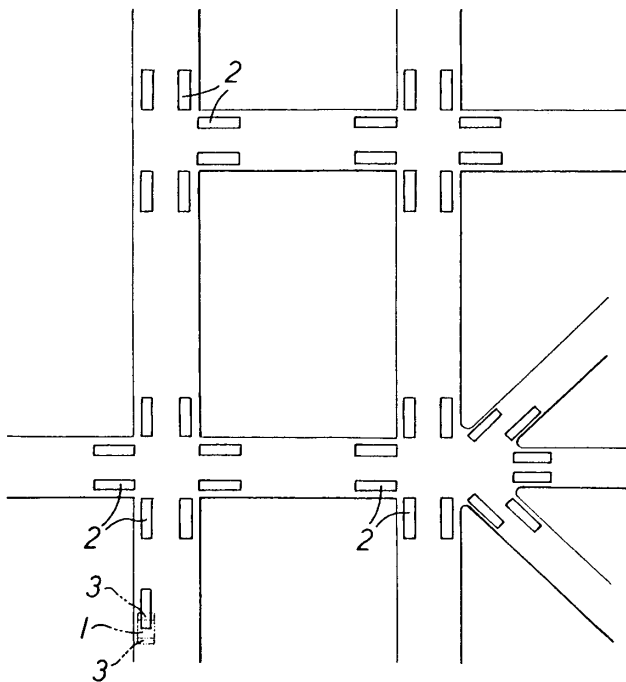
5 を行うことができ、また上記差分と比較する閾値を、マークエッジに対応する差分のみが抽出できる三角波の基準信号の上限値と下限値の平均値に設定しているため、上記閾値として光電変換素子の受光量が変動してもマークエッジの誤認識を行

10 うことがない最適値を与えることができる。

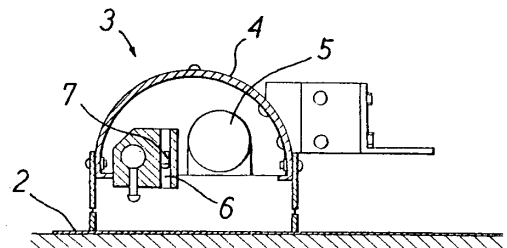
図面の簡単な説明

第1図はランドマークによる移動機械の走行誘導方法についての概念図、第2図はランドマークセンサの構成図、第3図は本発明を実施する装置の回路構成図、第4図はビット一致回路の構成図、第5図A～C及び第6図は本発明の作用説明図である。

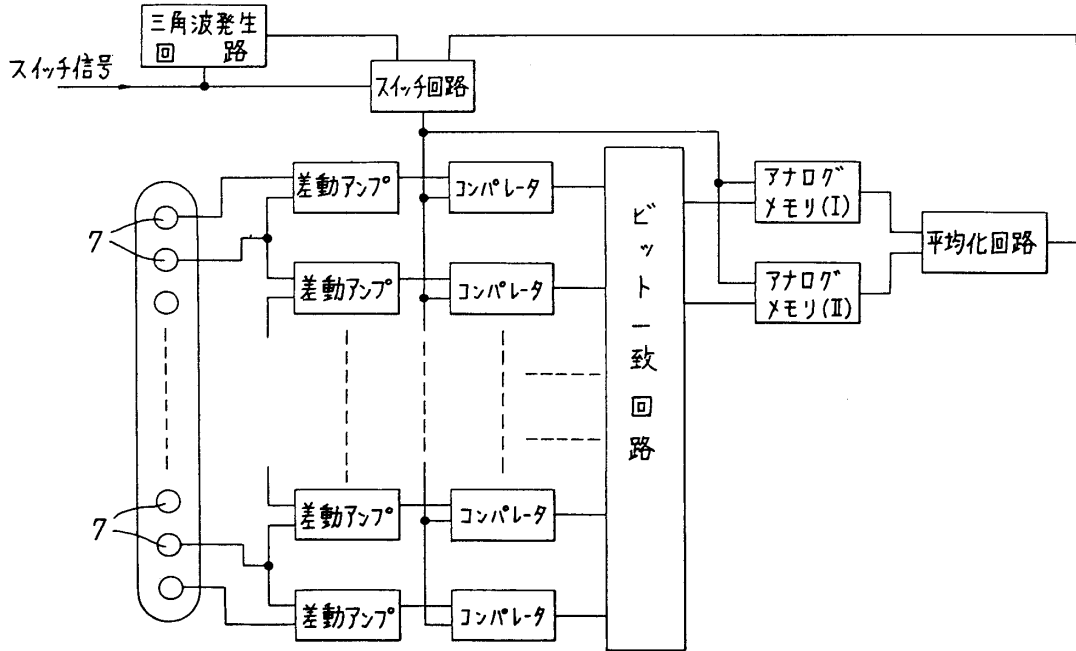
第1図



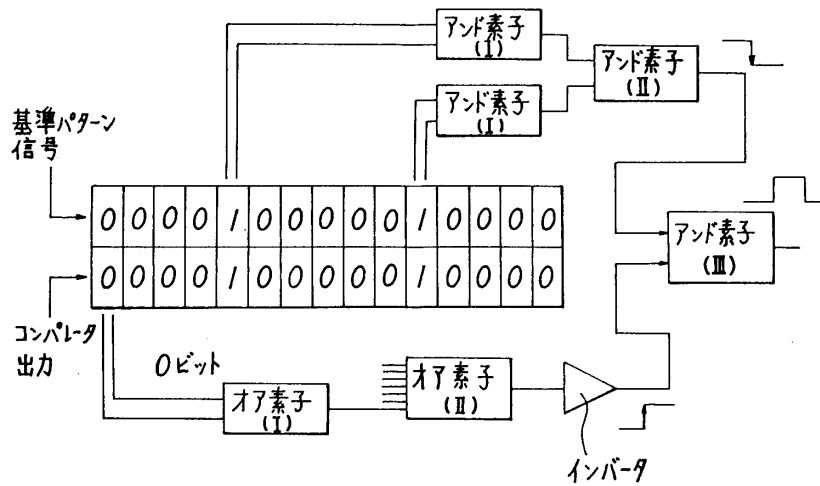
第2図



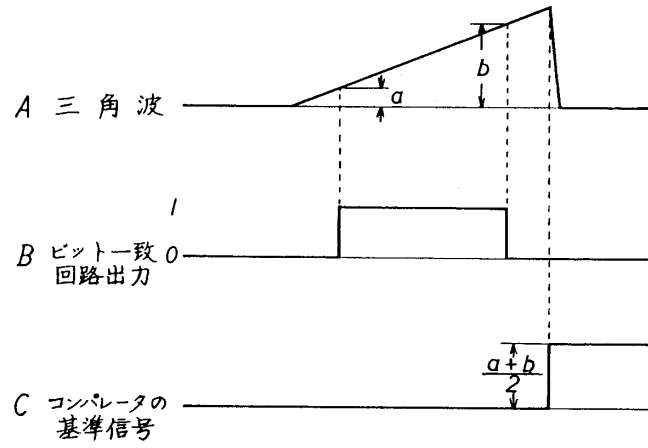
第3図



第4図



第 5 図



第 6 図

