

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5627541号
(P5627541)

(45) 発行日 平成26年11月19日 (2014.11.19)

(24) 登録日 平成26年10月10日 (2014.10.10)

(51) Int. Cl.	F I
G 0 9 B 29/00 (2006.01)	G O 9 B 29/00 Z
G 0 6 T 17/05 (2011.01)	G O 6 T 17/05
G 0 9 B 29/10 (2006.01)	G O 9 B 29/10 A
G 0 1 C 21/26 (2006.01)	G O 1 C 21/26 A

請求項の数 13 (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2011-140393 (P2011-140393)	(73) 特許権者	000006013
(22) 出願日	平成23年6月24日 (2011. 6. 24)		三菱電機株式会社
(65) 公開番号	特開2013-7889 (P2013-7889A)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(43) 公開日	平成25年1月10日 (2013. 1. 10)	(74) 代理人	100088672
審査請求日	平成25年10月4日 (2013. 10. 4)		弁理士 吉竹 英俊
		(74) 代理人	100088845
			弁理士 有田 貴弘
		(72) 発明者	小谷 英梨子
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
			菱電機株式会社内
		(72) 発明者	下谷 光生
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
			菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 3次元道路地図データ生成装置、3次元道路地図データ処理システム、及びナビゲーション装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

3次元座標による3次元道路地図情報に基づき、始点から終点に至る少なくとも一つの道路成分を構成要素とする3次元道路地図データを生成する3次元道路地図データ生成装置であって、

前記少なくとも一つの前記道路成分はそれぞれX Y構成点情報及びZ構成点情報を含み、

前記3次元道路地図情報に基づき、前記道路成分を構成する、前記始点および前記終点を含む3次元構成点について、前記始点を開始点として連続する3つの3次元構成点を取り出し、前記3次元座標のX Y平面上で前記3つの3次元構成点が同一直線上にある場合には、前記3つの3次元構成点のうちの2番目の3次元構成点を除外する操作を前記終点まで繰り返すことにより、X Y平面上のX方向成分及びY方向成分のみにより位置決めされる第1の数のX Y構成点を指示する前記X Y構成点情報を作成するX Y構成点作成部と

、
前記3次元道路地図情報に基づき、前記3次元構成点について、前記始点を開始点として連続する3つの3次元構成点を順次取り出し、前記3次元座標のZ X平面又はZ Y平面上で前記3つの3次元構成点が同一直線上にある場合には、前記3つの3次元構成点のうちの2番目の3次元構成点を除外する操作を前記終点まで繰り返すことにより、Z方向成分により位置決めされる第2の数のZ構成点を指示する前記Z構成点情報を作成するZ構成点作成部とを備え、

10

20

前記 Z 構成点情報に基づき、前記第 1 の数の X Y 構成点それぞれの Z 方向成分が算出可能であることを特徴とする、

3 次元道路地図データ生成装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載の 3 次元道路地図データ生成装置と、

前記 3 次元道路地図データを格納する 3 次元道路地図情報記憶装置と、

前記 3 次元道路地図データにおける前記 X Y 構成点情報で指示される各前記 X Y 構成点について、各前記 X Y 構成点の X Y 平面上の X 方向成分および Y 方向成分から各前記 X Y 構成点が、前記 Z 構成点情報で示される、始点および終点を含めた Z 構成点のうちのいずれの 2 つの Z 構成点の間に位置するかを算出し、前記 2 つの Z 構成点を結ぶ直線式における X 方向成分および Y 方向成分に、各前記 X Y 構成点の X Y 平面上の X 方向成分および Y 方向成分をそれぞれ代入することにより、各前記 X Y 構成点の Z 方向成分を算出し、前記 X Y 構成点に算出された前記 Z 方向成分を加味した出力用 3 次元道路地図データを出力可能な 3 次元道路地図データ出力装置とを備えることを特徴とする、

3 次元道路地図データ処理システム。

【請求項 3】

請求項 1 記載の 3 次元道路地図データ生成装置と、

前記 3 次元道路地図データを格納する 3 次元道路地図情報記憶装置と、

前記 3 次元道路地図データにおける前記 X Y 構成点情報で指示される各前記 X Y 構成点について、各前記 Z 構成点情報で示される、始点および終点を含めた Z 構成点を通る近似曲線式を算出し、各前記 X Y 構成点の X Y 平面上の X 方向成分および Y 方向成分を前記近似曲線式の X 方向成分および Y 方向成分にそれぞれ代入することにより、各前記 X Y 構成点の Z 方向成分を算出し、前記 X Y 構成点に算出された前記 Z 方向成分を加味した出力用 3 次元道路地図データを出力可能な 3 次元道路地図データ出力装置とを備えることを特徴とする、

3 次元道路地図データ処理システム。

【請求項 4】

請求項 2 記載の 3 次元道路地図データ処理システムであって、

前記 Z 構成点作成部は、前記第 2 の数の Z 構成点を指示し、かつ、

各前記 Z 構成点における X 座標値及び Y 座標値を含む、前記 Z 構成点情報を作成する、

3 次元道路地図データ処理システム。

【請求項 5】

請求項 2 記載の 3 次元道路地図データ処理システムであって、

前記 Z 構成点作成部は、各前記道路成分の始点から終点までの間に所定の距離間隔で順次設定される第 2 の数の Z 構成点を指示し、かつ、

前記所定の距離間隔と始点からの設定順序とを含む、前記 Z 構成点情報を作成する、

3 次元道路地図データ処理システム。

【請求項 6】

請求項 2 記載の 3 次元道路地図データ処理システムであって、

前記 Z 構成点作成部は、第 2 の数の Z 構成点を指示し、かつ、

各前記道路成分の始点から各 Z 構成点までの距離を含む、前記 Z 構成点情報を作成する、

3 次元道路地図データ処理システム。

【請求項 7】

請求項 2 記載の 3 次元道路地図データ処理システムであって、

前記 Z 構成点作成部は、第 2 の数の Z 構成点を指示し、かつ、

前記第 1 の数の X Y 構成点中のうち各 Z 構成点に最も近い X Y 構成点を指示するインデックス情報及び当該最も近い X Y 構成点からの距離を含む、前記 Z 構成点情報を作成する、

3 次元道路地図データ処理システム。

【請求項 8】

請求項 2 ないし請求項 7 のうち、いずれか 1 項に記載の 3 次元道路地図データ処理システムであって、

少なくとも一つの道路成分は複数の道路成分を含み、

前記 Z 構成点作成部は、前記 Z 構成点情報を前記複数の道路成分単位で生成する、
3 次元道路地図データ処理システム。

【請求項 9】

請求項 2 ないし請求項 7 のうち、いずれか 1 項に記載の 3 次元道路地図データ処理システムであって、

前記 3 次元道路地図データ出力装置は、

始点、終点、及び前記第 2 の数の Z 構成点のうち、隣接する 2 点間を直線近似する直線近似処理を実行して、前記第 1 の数の X Y 構成点それぞれにおける Z 方向成分を算出可能な Z 方向成分近似算出部を含む、

3 次元道路地図データ処理システム。

10

【請求項 10】

請求項 2 ないし請求項 7 のうち、いずれか 1 項に記載の 3 次元道路地図データ処理システムであって、

前記 3 次元道路地図データ出力装置は、

始点、終点、及び前記第 2 の数の Z 構成点のうち、隣接する 2 点間を曲線近似する曲線近似処理を実行して、前記第 1 の数の X Y 構成点それぞれにおける Z 方向成分を算出可能な、Z 方向成分近似算出部を含む、

3 次元道路地図データ処理システム。

20

【請求項 11】

請求項 9 あるいは請求項 10 記載の 3 次元道路地図データ処理システムであって、

前記 Z 方向成分近似算出部は、複数の近似式から選ばれた選択近似式を用いて、前記直線近似処理あるいは前記曲線近似処理を実行する、

3 次元道路地図データ処理システム。

【請求項 12】

請求項 10 記載の 3 次元道路地図データ処理システムであって、

前記 3 次元道路地図データ生成装置によって生成される 3 次元道路地図データは曲線近似式を規定した近似式情報を含み、

前記 Z 方向成分近似算出部は、前記近似式情報が指示する曲線近似式を用いて、前記曲線近似処理を実行する、

3 次元道路地図データ処理システム。

30

【請求項 13】

請求項 1 記載の 3 次元道路地図データ生成装置によって生成され、始点から終点に至る少なくとも一つの道路成分を構成要素とする 3 次元道路地図データを格納する 3 次元道路地図情報記憶装置を備え、

前記少なくとも一つの前記道路成分はそれぞれ X Y 構成点情報及び Z 構成点情報を含み、

40

前記 X Y 構成点情報は、前記道路成分を構成する、前記始点および前記終点を含む 3 次元構成点について、前記始点を開始点として連続する 3 つの 3 次元構成点を取り出し、前記 3 次元座標の X Y 平面上で前記 3 つの 3 次元構成点 が同一直線上にある場合には、前記 3 つの 3 次元構成点のうちの 2 番目の 3 次元構成点を除外する操作を前記終点まで繰り返すことにより、X Y 平面上の X 方向成分及び Y 方向成分のみにより位置決めされる第 1 の数の X Y 構成点を指示し、

前記 Z 構成点情報は、前記 3 次元構成点について、前記始点を開始点として連続する 3 つの 3 次元構成点を順次取り出し、前記 3 次元座標の Z X 平面又は Z Y 平面上で前記 3 つの 3 次元構成点 が同一直線上にある場合には、前記 3 つの 3 次元構成点のうちの 2 番目の 3 次元構成点を除外する操作を前記終点まで繰り返すことにより、Z 方向成分により位置

50

決められる第 2 の数の Z 構成点とを指示し、

第 1 及び第 2 の算出方法のうちいずれか一つの方法を用いて、前記第 1 の数の X Y 構成点それぞれの Z 方向成分が算出可能である前記 3 次元道路地図データ出力装置をさらに備え、

前記第 1 の算出方法は、

各前記 X Y 構成点の X Y 平面上の X 方向成分および Y 方向成分から各前記 X Y 構成点が、前記 Z 構成点情報で示される、始点および終点を含めた Z 構成点のうちのいずれの 2 つの Z 構成点の間に位置するかを算出し、前記 2 つの Z 構成点を結ぶ直線式における X 方向成分および Y 方向成分に、各前記 X Y 構成点の X Y 平面上の X 方向成分および Y 方向成分を代入することにより、前記第 1 の数の X Y 構成点それぞれの Z 方向成分を算出する方法

10

前記第 2 の算出方法は、

各前記 Z 構成点情報で示される、始点および終点を含めた Z 構成点を通る近似曲線式を算出し、各前記 X Y 構成点の X Y 平面上の X 方向成分および Y 方向成分を前記近似曲線式の X 方向成分および Y 方向成分にそれぞれ代入することにより、前記第 1 の数の X Y 構成点それぞれの Z 方向成分を算出する方法であり、

X 方向成分及び Y 方向成分の 2 次元の現在位置データを取得する現在位置取得部と、

前記 3 次元道路地図データから道路成分を抽出する前記 3 次元道路地図データ出力装置を用いて、前記 3 次元道路地図データ内における前記少なくとも一つの道路成分のうち、前記現在位置データに合致する道路成分を抽出する地図アクセス部とをさらに備える、ナビゲーション装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、3 次元道路地図情報を利用する 3 次元道路地図データ生成装置、3 次元道路地図データ処理システム、ナビゲーション装置及び 3 次元道路地図データ生成方法に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、道路形状を描くためには、道路を構成する道路成分となる道路リンクの始点と終点とを連結する直線を生成する。曲線部分を含む道路リンクを表現する場合には始点と終点とを結ぶ直線を作成するのではなく、始点と終点との間を複数の直線の集合により結ぶことにより表現される。このような複数の直線の端点（始点、終点を除く）を道路リンクの構成点と呼ぶ。構成点はそれぞれ座標情報を持っている。道路形状の曲線部分の精度はこれら構成点の数に依存して決まる。

30

【0003】

2 次元地図情報に含まれる道路形状の曲線部分は X Y 平面上の湾曲部のみである。一方で、3 次元地図情報に含まれる道路形状の曲線部分は X Y 平面上の湾曲部と Z 方向の勾配部が存在する。そのため、3 次元地図情報を作成する際には、2 次元地図情報に含まれる構成点の位置に単純に標高情報を付加して 3 次元座標として表現しても、勾配部の曲線を精度よく表現することはできない。

40

【0004】

3 次元地図情報を作成する技術としては、例えば、特許文献 1 に開示された地図情報作成装置（方法）が挙げられる。特許文献 1 開示の装置では、2 次元地図情報に標高情報を付加して 3 次元地図を作成する地図情報作成技術である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2006 - 349872 号公報

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

道路形状はX Y平面上にある湾曲部とZ方向の勾配部の曲線部分との位置が異なるため、湾曲部と勾配部に必要となる構成点の位置は異なる。上記特許文献1に代表される従来技術では、湾曲部と勾配部との両方の構成点に対してそれぞれ3次元座標情報を持つため、精度よく道路形状は表現できるが、データサイズは増大してしまうという問題点があった。

【0007】

この発明は上記問題点を解決するためになされたもので、格納する3次元道路地図データのデータサイズの削減を図ることができる3次元道路地図データ生成装置、及び当該3次元道路地図データ生成装置を用い、出力時に3次元道路形状精度を劣化させることなく出力用の3次元道路地図データを得ることができる3次元道路地図データ処理システム等を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

この発明に係る請求項1記載の3次元道路地図データ生成装置は、3次元座標による3次元道路地図情報に基づき、始点から終点に至る少なくとも一つの道路成分を構成要素とする3次元道路地図データを生成する3次元道路地図データ生成装置であって、前記少なくとも一つの前記道路成分はそれぞれX Y構成点情報及びZ構成点情報を含み、前記3次元道路地図情報に基づき、前記道路成分を構成する、前記始点および前記終点を含む3次元構成点について、前記始点を開始点として連続する3つの3次元構成点を取り出し、前記3次元座標のX Y平面上で前記3つの3次元構成点が同一直線上にある場合には、前記3つの3次元構成点のうちの2番目の3次元構成点を除外する操作を前記終点まで繰り返すことにより、X Y平面上のX方向成分及びY方向成分のみにより位置決めされる第1の数のX Y構成点を指示する前記X Y構成点情報を作成するX Y構成点作成部と、前記3次元道路地図情報に基づき、前記3次元構成点について、前記始点を開始点として連続する3つの3次元構成点を順次取り出し、前記3次元座標のZ X平面又はZ Y平面上で前記3つの3次元構成点在同一直線上にある場合には、前記3つの3次元構成点のうちの2番目の3次元構成点を除外する操作を前記終点まで繰り返すことにより、Z方向成分により位置決めされる第2の数のZ構成点を指示する前記Z構成点情報を作成するZ構成点作成部とを備え、前記Z構成点情報に基づき、前記第1の数のX Y構成点それぞれのZ方向成分が算出可能であることを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

請求項1記載の本願発明である3次元道路地図データ生成装置は道路成分をX Y構成点情報及びZ構成点情報に分けることにより、X Y成分変化及びZ方向成分変化に基づき第1の数及び第2の数を互いに独立して決定することができる分、第1の数及び第2の数を必要最小限に抑えることができる。

【0010】

そして、請求項1記載の本願発明のX Y構成点作成部により作成されるX構成成分情報はX Y平面上のX方向成分及びY方向成分のみにより位置決めされる第1の数のX Y構成点を指示する内容であるため、Z方向成分を必要としない分、格納用3次元道路地図データの情報を削減することができる。

【0011】

加えて、Z構成点情報に基づき、前記第1の数のX Y構成点それぞれのZ方向成分が算出可能であるため、3次元道路地図データとしての精度を維持することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】この発明の実施の形態1である3次元道路地図データ処理システムの構成を示すブロック図である。

【図 2】この実施の形態 1 である次元道路地図データ処理システムが実現可能なコンピュータシステムのハードウェア構成を表すブロック図である。

【図 3】実施の形態 1 による 3 次元道路地図データ処理システムのデータ格納処理手順を示すフローチャートである。

【図 4】実施の形態 1 における 3 次元道路地図データ生成装置による格納用 3 次元道路地図データの出力処理を示すフローチャートである。

【図 5】実施の形態 1 における道路リンクデータ構成部が構築する格納用 3 次元道路地図データのデータ構造を示す説明図である。

【図 6】実施の形態 1 の 3 次元道路地図データ生成装置で得られる X Y 構成点情報及び Z 構成点情報の一例を示す説明図である。

10

【図 7】実施の形態 1 の 3 次元道路地図データ出力装置より道路リンクの任意の位置の Z 座標値を取り出す場合のデータ出力処理を示すフローチャートである。

【図 8】実施の形態 1 の 3 次元道路地図データ出力装置による Z 座標算出処理動作を説明する説明図である。

【図 9】この発明の実施の形態 2 による道路リンクデータ構成部が構築する格納用 3 次元道路地図データのデータ構造を示す説明図である。

【図 10】実施の形態 2 の 3 次元道路地図データ生成装置で得られる X Y 構成点情報及び Z 構成点情報の一例を示す説明図である。

【図 11】この発明の実施の形態 3 による道路リンクデータ構成部が構築する格納用 3 次元道路地図データのデータ構造を示す説明図である。

20

【図 12】実施の形態 3 の 3 次元道路地図データ生成装置で得られる X Y 構成点情報及び Z 構成点情報の一例を示す説明図である。

【図 13】この発明の実施の形態 4 による道路リンクデータ構成部 20 が構築する格納用 3 次元道路地図データのデータ構造を示す説明図である。

【図 14】実施の形態 4 の 3 次元道路地図データ生成装置で得られる X Y 構成点情報及び Z 構成点情報の一例を示す説明図である。

【図 15】この発明の実施の形態 5 による道路リンクデータ構成部が構築する格納用 3 次元道路地図データのデータ構造を示す説明図である。

【図 16】実施の形態 5 の 3 次元道路地図データ生成装置で得られる Z 構成点情報の一例を示す説明図である。

30

【図 17】実施の形態 6 による 3 次元道路地図データ処理システムの機能構成を示すブロック図である。

【図 18】実施の形態 6 の 3 次元道路地図データ出力装置 14 より道路リンク列の任意の位置の Z 座標値を取り出す場合のデータ出力処理を示すフローチャートである。

【図 19】実施の形態 6 における Z 座標算出方法を説明するための説明図である。

【図 20】この発明の実施の形態 7 による道路リンクデータ構成部が構築する格納用 3 次元道路地図データのデータ構造を示す説明図である。

【図 21】実施の形態 7 による 3 次元道路地図データ処理システムの機能構成を示すブロック図である。

【図 22】実施の形態 7 の 3 次元道路地図データ出力装置より道路リンクの任意の位置の Z 座標値を取り出す場合のデータ出力処理を示すフローチャートである。

40

【図 23】この発明の実施の形態 8 である移動体ナビゲーション装置を示すブロック図である。

【図 24】この発明の実施の形態 1 ~ 実施の形態 7 の他の態様である 3 次元道路地図データ処理システムの構成を示すブロック図である。

【図 25】前提技術となる地図データ処理システムにて利用される X Y 平面上における道路表現方法の構成例を示している。

【図 26】一単位の道路リンクを前提技術の手法にて格納する方法を示す説明図である。

【図 27】前提技術における 3 次元道路地図データ用のレコードのデータ構成を示す説明図である。

50

【発明を実施するための形態】

【0013】

<前提技術>

図25はこの発明の前提技術となる、地図データ処理システムにて利用されるXY平面上における道路表現方法の構成例を示している。同図に示すように、道路データは各々が道路成分となる7つの道路リンク $L1XY \sim L7XY$ と、4つのノード $N1 \sim N4$ から構成される。ノード $N1 \sim N4$ は道路が交差する場所や属性が変化するような場所に設けられ、道路リンク $L1XY \sim L7XY$ はノード $N1 \sim N4$ 間を接続する直線または曲線である。例えば、道路リンク $L1XY$ はノード $N1$ が始点、ノード $N2$ が終点となる。なお、道路リンク $L4XY \sim L7XY$ に関しては他方側のノード(始点あるいは終点)の図示を省略している。

10

【0014】

図26は一単位の道路リンク $L40XY$ を前提技術(特許文献1等)の手法にて格納する方法を示している。

【0015】

図26の(a)は道路リンク $L40XY$ のXY平面上の形状を図示したものである。なお、図26の(a)で示す道路リンク $L40XY$ は図25で示したリンク $L1XY \sim L7XY$ のいずれかに相当する。

【0016】

同図(a)に示すように、道路リンク $L40XY$ は始点 SXY ～終点 EXY 間に5つのXY構成点 $PXY11 \sim PXY15$ が設けられ、「始点 SXY ，XY構成点 $PXY11$ 」間、「 $PXY1j$ ， $PXY1(j+1)$ ($j=1 \sim 4$)」間、「XY構成点 $PXY15$ ，終点 EXY 」間がそれぞれ直線で結ばれることにより構成される。このように、XY平面上にある道路リンク $L40XY$ の湾曲部の道路リンク形状を表現する際に必要となる構成点を「XY構成点」と呼ぶ。

20

【0017】

図26(b)は道路リンク $L40Z$ のZX平面上の形状を図示したものである。同図(b)に示すように、道路リンク $L40Z$ は始点 SZ ～終点 EZ 間に4つのZ構成点 $PZX11 \sim PZX14$ が設けられ、「始点 SZ ，Z構成点 $PZX11$ 」間、「 $PZX1k$ ， $PZX1(k+1)$ ($k=1 \sim 3$)」間、「Z構成点 $PZX14$ ，終点 EZ 」間がそれぞれ直線で結ばれることにより構成される。このように、ZX平面上等において道路リンク $L40Z$ のZ方向における湾曲部の道路リンク形状を表現する際に必要となる構成点を「Z構成点」と呼ぶ。

30

【0018】

特許文献1で開示された技術では、2次元地図情報が従来持っていたXY構成点にZ構成点を追加し、3次元曲線を表現するものである。以下、3次元曲線を表現する点を「3次元構成点」と呼ぶものとする。

【0019】

図26(c)は3次元構成点による3次元曲線表現をXY平面上に図示したものである。同図(c)に示すように、道路リンク $L40XY$ に対応する道路リンク $L41XY$ は始点 SXY ～終点 EXY 間に9つの3次元構成点 $3D11 \sim 3D19$ が設けられ、「始点 SXY ，3次元構成点 $3D11$ 」間、「 $3D1j$ ， $3D1(j+1)$ ($j=1 \sim 8$)」間、「3次元構成点 $3D19$ ，終点 EXY 」間がそれぞれ直線で結ばれることにより構成される。このように、XY平面上における湾曲部とZX平面上における湾曲部を共に道路リンク形状として表現する際に必要となるXY平面上の構成点を道路リンク $L41XY$ の3次元構成点としている。

40

【0020】

図26(d)は3次元構成点による3次元曲線表現をXZ平面上に示したものである。同図(d)に示すように、道路リンク $L40Z$ に対応する道路リンク $L41Z$ は始点 SZ ～終点 EZ 間に9つの3次元構成点 $3D21 \sim 3D29$ が設けられ、「始点 SZ ，3次元構成

50

点 3 D 2 1」間、「3 D 2 j , 3 D 2 (j + 1) (j = 1 ~ 8)」間、「3 次元構成点 3 D 2 9 , 終点 E Z」間がそれぞれ直線で結ばれることにより構成される。このように、Z X 平面上における湾曲部と X Y 平面上における湾曲部を共に道路リンク形状として表現する際に必要となる Z X 平面上の構成点を道路リンク L 4 1 Z の 3 次元構成点としている。

【 0 0 2 1 】

なお、図 2 6 (c) , (d) で示した道路リンク L 4 1 X Y と道路リンク L 4 1 Z とは基本とする平面 (X Y 平面 , Z X 平面) が異なるだけで内容は同一である。すなわち、「始点 S X Y = 始点 S Z」、「3 次元構成点 3 D 1 i = 3 D 2 i (i = 1 ~ 9)」、「終点 E X Y = 終点 E Z」となる。

【 0 0 2 2 】

10

図 2 7 は前提技術 (特許文献 1 等) における 3 次元道路地図データ用のレコードのデータ構成を示す説明図である。図 2 7 から、前提技術では、道路リンクの各 3 次元構成点において (x,y,z) の 3 次元座標情報を保持していることがわかる。

【 0 0 2 3 】

3 D リンクレコード L R 1 ~ L R n 毎にリンクが管理される。例えば、図 2 6 (c) , (d) で示した道路リンク L 4 1 X Y (道路リンク L 4 1 Z) が一つの 3 D リンクレコード L R i (i = 1 ~ n のいずれか) に対応する。

【 0 0 2 4 】

図 2 7 で示す例では、3 D リンクレコード L R 1 に対応してリンク I D 7 0、その他項目 7 1、構成点数 7 2、3 次元構成点 3 D 1 ~ 3 D n の順に格納される。その他項目 7 1 としては例えばリンク種別 8 1 があり、3 次元構成点 3 D i (i = 1 ~ n) それぞれにおいて、経度・X 座標 9 3 X、経度・Y 座標 9 3 Y、高度・Z 座標 9 3 Z、標高 9 3 H とからなる 3 次元情報が格納される。

20

【 0 0 2 5 】

図 2 7 で示す例では、Z 座標である高度の他に標高も追加されているが、標高は地表の標高を指しており、高度は標高に地表から道路までの高さを加えた値としている。

【 0 0 2 6 】

このように、特許文献 1 に代表される前提技術では、図 2 6 (c) や図 2 6 (d) のように X Y 構成点と Z 構成点とのうち少なくとも一つを 3 次元構成点として登録することにより、X Y 平面上の湾曲部の道路形状と Z 方向の勾配部の道路形状の両方の曲線を精度よく表現することが可能となっている。

30

【 0 0 2 7 】

しかし、道路リンク L 4 0 X Y を道路リンク L 4 1 X Y に変換することにより構成点数は “ 5 ” から “ 9 ” に増加し、あるいは、道路リンク L 4 0 Z を道路リンク L 4 1 Z に変換することにより構成点数は “ 4 ” から “ 9 ” に増加してしまい、格納すべき 3 次元道路地図データのデータ量が増加してしまうという問題点があった。

【 0 0 2 8 】

以下での述べる実施の形態では、X Y 平面上の湾曲部の道路形状と Z 方向の勾配部の道路形状の両方の曲線を精度よく表現可能にし、かつ、格納すべき 3 次元道路地図データのデータ量の削減を図る 3 次元道路地図データ生成装置、3 次元道路地図データ処理システム等を提供する。

40

【 0 0 2 9 】

< 実施の形態 1 >

図 1 はこの発明の実施の形態 1 である 3 次元道路地図データ処理システムの構成を示すブロック図である。

【 0 0 3 0 】

3 次元道路地図データ処理システム 1 の機能構成として、3 次元道路地図データ生成装置 1 1、3 次元道路地図記憶装置 1 2、及び 3 次元道路地図データ出力装置 1 3 を備えている。

【 0 0 3 1 】

50

３次元道路地図データ生成装置１１は、ＸＹ構成点作成部２４とＺ構成点作成部２５とを備えた道路リンクデータ構成部２０、データを入力する入力部２１、データを出力する出力部２２を備えている。

【００３２】

３次元道路地図データ出力装置１３は、Ｚ座標直線近似値算出部４１を備えた道路リンクデータ取得部３０、入力部３１、及び出力部３２を備えている。

【００３３】

図２はこの実施の形態１である次元道路地図データ処理システム１が実現可能なコンピュータシステムのハードウェア構成例を示すブロック図である。同図に示すように、コンピュータシステム１０は、ハードウェアとして、入力装置６０、出力装置６１、ＣＰＵ６２、メモリ６３、通信装置６４、及び記憶装置６５を備えている。これらは、通常のコンピュータと同様のシステム構成である。

10

【００３４】

以下、図２で示したコンピュータシステム１０によって実施の形態１の３次元道路地図データ処理システム１を実現するための一構成例を説明する。

【００３５】

- (1) 入力装置６０…入力部２１、入力部３１を実現、
- (2) 出力装置６１…出力部２２、出力部３２を実現、
- (3) 記憶装置６５…３次元道路地図記憶装置１２を実現、
- (4) ＣＰＵ６２、メモリ６３…ＣＰＵ６２及びメモリ６３上で動作するプログラムとして、道路リンクデータ構成部２０（ＸＹ構成点作成部２４、Ｚ構成点作成部２５）及び道路リンクデータ取得部３０（Ｚ座標直線近似値算出部４１）を実現、
- (5) 通信装置６４…ネットワーク経由で３次元道路地図データ処理システム１にアクセスして出力結果を取得する態様の際に用いる。

20

【００３６】

以下、上記構成例について補足説明する。３次元道路地図記憶装置１２への格納用の３次元道路地図データの出力は出力部２２によって行われ、ＸＹ構成点におけるＺ座標の出力等の処理は出力部３２によって行われる。

【００３７】

ＣＰＵ６２及びメモリ６３上で動作するプログラムとは、記憶装置６５から読み出したプログラムをＣＰＵ６２がメモリ６３を作業領域として実行することにより行われる。

30

【００３８】

入力部３１は出力用の３次元道路地図データを必要とする別装置から入力（所望の道路リンクにおけるＸＹ構成点のＸＹ座標値）を得て、出力部３２より出力（当該ＸＹ構成点におけるＺ座標値）を出力する。例えば、ＧＩＳ（Geographic Information System）システムや地図表示装置との連携があげられる。

【００３９】

入力装置６０は例えばキーボードやマウス等によって構成され、３次元道路地図データ処理システム１に対してユーザが指示や対話処理を行うことができる。出力装置６１はディスプレイ等によって構成され、入力内容の確認や３次元道路地図データの処理状況や結果の確認をすることができる。

40

【００４０】

図３は、実施の形態１による３次元道路地図データ処理システム１における３次元道路地図データ生成装置１１によるデータ格納処理手順を示すフローチャートである。

【００４１】

同図を参照して、ステップＳ１１において、３次元道路地図データ生成装置１１は様々なフォーマットで提供される３次元道路地図情報を入力部２１より読み込む。読み込まれたデータは複数のデータ間で関連付けを行ったり、所望されるデータサイズに加工したり、入力された地図データからデフォルメされた地図データを作成したりすることができる。

50

【 0 0 4 2 】

次に、ステップ S 1 2 において、読み込まれたデータのうち道路リンクデータは道路リンクデータ構成部 2 0 に送られ、X Y 構成点作成部 2 4 によって道路リングデータから第 1 の数の X Y 構成点からなる X Y 構成点情報が生成される。なお、X Y 構成点は、X Y 平面上の X 方向成分及び Y 方向成分のみにより位置決めされる構成点であり、Z 方向成分を含まない。

【 0 0 4 3 】

その後、ステップ S 1 3 において、Z 構成点作成部 2 5 は上記道路リンクデータに対し、第 2 の数の Z 構成点からなる Z 構成点情報が生成される。なお、Z 構成点は、Z 方向成分と X 方向成分及び Y 方向成分と所定の関連性を有する X Y 関連成分とにより位置決めされる構成点である。

10

【 0 0 4 4 】

最後に、ステップ S 1 4 において、X Y 構成点情報と Z 構成点情報に分けて構成された道路リンクデータは、その他入力データや加工されたデータとともにまとめられ格納用 3 次元道路地図データとして 3 次元道路地図記憶装置 1 2 に格納される。

【 0 0 4 5 】

ステップ S 1 1 で入力される 3 次元道路地図情報とは、道路形状を表現する 3 次元位置座標を持っている情報を意味する。道路形状以外にも、通常の地図データに含まれる背景データ、施設データ、道路幅や車線数のような道路属性等を含んでよい。

【 0 0 4 6 】

20

図 4 は実施の形態 1 による 3 次元道路地図データ処理システム 1 の 3 次元道路地図データ生成装置 1 1 による格納用 3 次元道路地図データの出力処理を示すフローチャートである。

【 0 0 4 7 】

3 次元道路地図データ生成装置 1 1 は 3 次元道路地図記憶装置 1 2 よりデータを出力する際は、ステップ S 2 1 において、入力部 2 1 より出力形式や出力部分を特定する出力形式パラメータを入力する。

【 0 0 4 8 】

そして、ステップ S 2 2 において、指定された部分を 3 次元道路地図記憶装置 1 2 より取り出した格納用 3 次元道路地図データを出力形式パラメータが指示する出力形式に変換した後、ステップ S 2 3 において、出力部 2 2 よりデータ出力を行う。

30

【 0 0 4 9 】

上記の出力部 2 2 より出力するデータの出力形式はカーナビゲーション装置のデータフォーマットや一般的な地図データのデータフォーマットによる出力があげられる。

【 0 0 5 0 】

図 5 は実施の形態 1 による道路リンクデータ構成部 2 0 が構築する格納用 3 次元道路地図データのデータ構造を示す説明図である。

【 0 0 5 1 】

3 D リンクレコード L R 1 ~ L R n 毎にリンクが管理され、3 D リンクレコード L R 1 に対応してリンク I D 7 0、その他項目 7 1、X Y 構成点数 7 2、X Y 構成点 P X Y 1 ~ P X Y n、Z 構成点数 7 3、Z 構成点 P Z 1 ~ P Z n の順に格納される。その他項目 7 1 としては例えばリンク種別 8 1 があり、X Y 構成点 P X Y i (i = 1 ~ n) それぞれにおいて、経度・X 座標 8 2 X、経度・Y 座標 8 2 Y からなる X 方向及び Y 方向成分のみの情報が格納される。すなわち、X Y 構成点は経度、緯度の 2 次元の座標情報を持ち、当該リンクの X Y 平面での道路形状を示す。

40

【 0 0 5 2 】

一方、Z 構成点 P Z j (j = 1 ~ m) それぞれにおいて経度・X 座標 8 3 X、経度・Y 座標 8 3 Y 及び高度・Z 座標 8 3 Z の 3 次元情報が格納される。すなわち、Z 構成点 P Z j は、X 方向成分及び Y 方向成分自体である X Y 関連成分と Z 方向成分とにより構成される。したがって、Z 構成点は経度、緯度と高さ座標を持ち、当該リンクの Z 方向の道路起

50

伏形状を示す。

【 0 0 5 3 】

なお、本明細書中において、「X Y 関連成分」とは、X Y 構成点情報と何らかの関連性を有し、Z 構成点情報がZ 方向成分に加え上記X Y 関連成分を有することにより、Z 構成点情報に基づき、第1の数のX Y 構成点それぞれのZ 方向成分が算出可能にした、情報成分を意味する。

【 0 0 5 4 】

上述したように、3 D リンクレコードL R 1 ~ L R n は3次元の道路リンクの数だけ存在し、各道路リンクの種別及び座標情報等が格納されたレコードである。これら3 D リンクレコードL R 1 ~ L R n は地図データ内の3次元道路リンクと1対1に対応する。3 D リンクレコードの中に道路リンクが含まれており、リンクIDやX Y 構成点数、X Y 構成点、Z 構成点数、Z 構成点、またその他複数の項目により構成されている。リンクID 7 0 は各道路リンクを識別するための番号である。X Y 構成点数7 2 はX Y 構成点の数(第1の数)、Z 構成点数7 3 はZ 構成点の数(第2の数)を示している。

【 0 0 5 5 】

3 D リンクレコードL R 1 ~ L R n は道路リンクに関する情報を保持するための複数の項目を持つ。例えば、上述したリンク種別やリンクの長さ、トンネルや橋の有無などがあげられる。

【 0 0 5 6 】

X Y 構成点やZ 構成点の経度、緯度の値に関し、基準値の座標を決定し、差分を入力してもよい。基準値は、当該リンクの始点、終点となるノードや当該リンクの構成点の中の任意の点、地図の任意の矩形内の平均値等があげられる。また、基準値は3 D リンクレコードの持つ複数の項目の一つとして追加してもよい。

【 0 0 5 7 】

高度とは、地形の高度と道路の高さやトンネル等を考慮した道路上での高さである。地形の高度のみから3次元道路地図データを作る場合や、トンネルや高架等の高度を別レコードとして持たせる場合は、高さ情報として地形高度のみの高さ座標を格納してもよい。高さ座標においても、経度、緯度の値と同様に基準値を決定し差分入力としてもよい。

【 0 0 5 8 】

3次元道路地図記憶装置1 2 に格納されているすべての道路リンクデータを上記図5で示したデータ構成にて持つ必要はなく、湾曲部が多数存在するが勾配部の変化は乏しいランプのみ上記のデータ構成を適用するなど、一部分の適用でもよい。

【 0 0 5 9 】

以上のように、実施の形態1では、各々がX Y 平面の湾曲部を表現する第1の数のX Y 構成点を指示するX Y 構成点情報と、Z 方向の勾配部を表現する第2の数のZ 構成点を指示するZ 構成点情報とに分類された格納用3次元道路地図データを得ることによって、従来と同様の3次元精度を維持するデータを提供しながら格納サイズを小さくすることが可能である。

【 0 0 6 0 】

図6は3次元道路地図データ生成装置1 1で得られるX Y 構成点情報及びZ 構成点情報の一例を示す説明図である。

【 0 0 6 1 】

以下、図3のステップS 1 1で読み込んだ3次元道路地図情報が図2 6の(c) , (d)で示す道路リンクL 4 1 X Y (道路リンクL 4 1 Z)からなる場合を例に挙げて、ステップS 1 2におけるX Y 構成点抽出動作、ステップS 1 3におけるZ 構成点抽出動作について説明する。

【 0 0 6 2 】

まず、ステップS 1 2におけるX Y 構成点抽出方法について説明する。X Y 構成点の抽出方法は、道路リンクL 4 1 X Yを構成する始点S X Y、3次元構成点3 D 1 1 ~ 3 D 1 9及び終点E X Yのうち、始点S X Yを開始点として連続する3点を順次取り出し、X Y

10

20

30

40

50

平面上で3点が同一直線上にある時は真ん中の点を除外する。

【0063】

図26(c)で示す道路リンクL41XYでは、3次元構成点3D14~3D16は同一線上にあるため、真ん中の3次元構成点3D15を除外する。次に3次元構成点3D14, 3D16及び3D17を取り出すと、これも同一線上にあるため、3次元構成点3D16を除外する。これをくり返し、連続する3点を取り出した時に同一線上にある点が無くなれば、これらをXY構成点と生成する。この際、生成するXY構成点ではZ成分の情報を除去する。

【0064】

その結果、図6(a)に示すように、3次元構成点3D11~3D14及び3D19に対応する5つのXY構成点PXY11~PXY15を選択的に抽出することができる。これらXY構成点PXY11~PXY15はX方向成分及びY方向成分のみから構成される。

【0065】

次に、ステップS13におけるZ構成点抽出方法について説明する。Z構成点の抽出方法は、道路リンクL41Zを構成する始点SZ、3次元構成点3D21~3D29及び終点EZのうち、始点SXを開始点として連続する3点を順次取り出し、XYZ空間上で3点が同一直線上にある時は真ん中の点を除外する。なお、説明の都合上、図6(b)及び図26(d)で示すZX平面上の同一直線上のZ構成点は、XYZ空間上でも同一直線上に存在するとする。

【0066】

図26(d)で示す道路リンクL41Zでは、始点SZ、3次元構成点3D21及び3D22は同一直線上にあるため、真ん中の3次元構成点3D21を除外する。次に、始点SZ、3次元構成点3D22, 3D23を取り出すと、これも同一直線上にあるため、3次元構成点3D22を除外する。これをくり返し、連続する3点を取り出した時に同一線上にある点が無くなれば、これらをZ構成点とする。

【0067】

その結果、図6(b)に示すように、3次元構成点3D24, 3D26, 3D28及び3D29に対応する4つのZ構成点PZ1~PZ4を選択的に抽出することができる。Z構成点は示す情報は、Z方向成分に加え、X方向成分及びY方向成分をもXY関連成分として含んでいる。

【0068】

なお、XY構成点及びZ構成点の抽出手法は上述した方法に限定するものではなく、XY構成点はXY平面上で連続する3点が同一線上に存在しないように抽出し、Z構成点はXYZ空間上で連続する3点が同一線上に存在しないように抽出すればよいものとする。

【0069】

(効果)

以下、図26(c), (d)で示す道路リンクL40XY(道路リンクL40Z)と、図6(a), (b)で示す道路リンクL20XY及び道路リンクL20Zの組合せとを比較検討する。

【0070】

道路リンクL40XYに関し、図26(c)のように(x,y,z)の3次元構成点が9個必要となる。一方、図6(a)に示すように、道路リンクL20XYに関し、(x,y)のXY構成点が5個で十分となる。

【0071】

そして、図9(b)に示すように、道路リンクL20Zに関し、(x,y,z)のZ構成点が4個で十分となる。

【0072】

x, y, zのデータサイズをすべて同じSDとした場合、特許文献1に代表される前提技術の3次元道路地図データ(道路リンクL40XYあるいは道路リンクL40Z)では、いずれも格納サイズは27SDとなり、実施の形態1により得られた格納用3次元道路

10

20

30

40

50

地図データでは、 $22SD(10SD + 12SD)$ となる。結果として、実施の形態1で得られる格納用3次元道路地図データの方がデータサイズを削減できていることがわかる。

【0073】

このように、格納用3次元道路地図データとしてXY構成点情報とZ構成点情報とに分類することにより、XY構成点情報及びZ構成点情報がそれぞれ不要な情報を持たずに精度よく表現することが可能である。

【0074】

例えば、XY構成点を多数必要とするような湾曲部を持ち、Z方向の勾配については直線で表現できるためZ構成点を必要としないような道路形状の道路リンクにおいて、前提技術では、3次元の座標情報をすべての構成点において持たせては余分な情報を持つことになりデータサイズが増大する。一方、実施の形態1の3次元道路地図データ生成装置11によれば、上記ケースにおいて、Z構成点情報は余分な高さ情報を保持せず、格納用3次元道路地図データとしてデータサイズを小さくすることが可能となる。

【0075】

このように、実施の形態1における3次元道路地図データ生成装置11は道路リンクを示す情報として、XY構成点情報及びZ構成点情報に分けることにより、XY成分変化及びZ方向成分変化に基づき第1の数及び第2の数を互いに独立して決定することができる。分、第1の数及び第2の数を必要最小限に抑えることができる。

【0076】

さらに、実施の形態1における3次元道路地図データ生成装置11は、XY構成点作成部24により作成されるX構成成分情報はXY平面上のX方向成分及びY方向成分のみにより位置決めされる第1の数のXY構成点を指示する内容であるため、Z方向成分を必要としない分、格納用3次元道路地図データの情報量を削減することができる。その結果、格納用3次元道路地図データの減量化を図ることができる。

【0077】

加えて、Z構成点情報に基づき、第1の数のXY構成点それぞれのZ方向成分が算出可能であるため、3次元道路地図データとしての精度を維持することができる。

【0078】

また、実施の形態1の格納用3次元道路地図データにおけるZ構成点情報はXY座標値を持っているため、XY平面状でのZ構成点の位置を知るために計算を必要とせず、容易に出力可能である。

【0079】

3次元道路地図データ処理システム1は、地図表示機能や経路計算機能を有したり、地図情報を利用する装置と連携したり、組み込んだりしてもよい。その際に、3次元道路地図記憶装置12より任意のデータ値を取り出すために3次元道路地図データ出力装置13を備えている。取り出すデータとしては、位置座標を指定して道路リンクのZ座標値、道路属性、任意の位置の施設データを取得したり、指定の名前の施設を検索したりすることができる。3次元道路地図データ出力装置13は、3次元道路地図情報を利用するために、必要なデータへのアクセス機能を持っている。

【0080】

3次元道路地図データ出力装置13は、入力部31より取り出すデータを指定するパラメータを受け付ける。3次元道路地図記憶装置12より指定されたデータを取り出し、出力部32より格納用3次元道路地図データに基づく出力用3次元道路地図データを出力する。

【0081】

図7は、3次元道路地図データ出力装置13より道路リンクの任意の位置のZ座標値を取り出す場合のデータ出力処理を示すフローチャートである。

【0082】

ステップS31において、入力部31より道路リンク上の(x,y)の位置(XY座標)を

10

20

30

40

50

指定して、Z座標値を取得するよう命令を出す。

【0083】

次に、ステップS32において、3次元道路地図記憶装置12より格納用3次元道路地図データにおける道路リンクデータの情報を道路リンクデータ取得部30により取得する。道路リンクデータ取得部30は、入力部31より指定されたデータが道路リンクデータのZ座標値の場合には、Z座標直線近似値算出部41によって、指定した道路リンク上におけるXY座標が、当該道路リンクにおけるZ構成点(開始点SZ及び終了点SZを含む)間のどの位置にあるか算出する。

【0084】

そして、ステップS33において、隣接する2点のZ構成点(始点及び終点ノードを含む)から直線の式を求めて、直線の式にXY座標を代入し対応するZ座標を算出する。算出した値は出力部32より得る。

【0085】

したがって、3次元道路地図データ出力装置13は、格納用3次元道路地図データ内のXY構成点情報が指示するXY構成点に基づきZ方向成分の情報であるZ座標値を含む出力用3次元道路地図データを精度良く算出することができる。

【0086】

図8は3次元道路地図データ出力装置13によるZ座標算出処理動作を説明する説明図である。同図(a)は道路リンクL20におけるXY構成点情報で指示される道路リンクL20XY、同図(b)は道路リンクL20におけるZ構成点情報で指示される道路リンクL20Zを示している。

【0087】

以下、図8を参照して、3次元道路地図記憶装置12に格納された格納用3次元道路地図データ内の道路リンクL20(道路リンクL20XY+道路リンクL20Z)から、道路リンクL20上の任意の位置としXY座標を指定された場合に、3次元道路地図データ出力装置13における道路リンクデータ取得部34内のZ座標直線近似値算出部41を用いて、対応するZ座標を求める方法を説明する。

【0088】

例えば、道路リンクL20上のXY構成点PXY1のXY座標が指定された場合、そのZ座標は開始点SZとZ構成点PZ1との間にあることがわかる。そこで、開始点SZとZ構成点PZ1とを結んだ直線の式を求め、XY構成点PXY1のXY座標を代入し、対応するZ座標を算出することにより、XY構成点PXY1のZ座標を精度良く算出することができる。

【0089】

このように、実施の形態1の3次元道路地図データ処理システム1は3次元道路地図データ出力装置13を備えることによって、XY平面の湾曲部を表現する第1の数のXY構成点を指示するXY構成点情報と、Z方向の勾配部を表現する第2の数のZ構成点を指示するZ構成点情報とに分けた格納用3次元道路地図データから、適宜、各XY構成点にZ座標値を付加した出力用3次元道路地図データを精度良く取得することが可能となる。

【0090】

その結果、特許文献1に代表される前提技術よりも、格納用3次元道路地図データのデータサイズを圧縮させながら、かつ、前提技術にて格納されていたZ座標と同等のZ座標値を3次元道路地図データ出力装置13により取得することができる効果をする。

【0091】

上述したように、Z構成点情報はX方向成分及びY方向成分自体であるXY関連成分とZ方向成分とにより位置決めされる第2の数のZ構成点を指示するため、XY関連成分に基づき、XY構成点情報が指示する各XY構成点のZ方向成分を精度良く算出することができる。その結果、3次元道路地図データ生成装置11より生成される格納用3次元道路地図データは、3次元道路地図情報としての3次元精度を維持することができる。

【0092】

さらに、実施の形態 1 の 3 次元道路地図データ処理システム 1 における Z 座標直線近似値算出部 4 1 は、始点、終点、第 2 の数の Z 構成点のうち、隣接する 2 点間を直線近似する直線近似処理を実行することにより、Z 構成点情報のデータサイズを増加させることなく、所望の道路リンク上の X Y 座標に対応する Z 座標を得ることができる。

【 0 0 9 3 】

< 実施の形態 2 >

図 9 はこの発明の実施の形態 2 による道路リンクデータ構成部 2 0 が構築する格納用 3 次元道路地図データのデータ構造を示す説明図である。なお、実施の形態 2 の 3 次元道路地図データ処理システムは、図 1 で示した実施の形態 1 の 3 次元道路地図データ処理システム 1 と同等のシステム構成を呈している。ただし、Z 構成点作成部 2 5 による生成される Z 構成点情報の内容が異なる。

10

【 0 0 9 4 】

同図に示すように、Z 構成点情報が指示する Z 構成点 PZ_j ($j = 1 \sim m$) それぞれにおいて始点相対距離 8 4 及び高度・Z 座標 8 3 Z の情報が格納される。すなわち、Z 構成点 PZ_j は、Z 方向成分と始点からの相対距離である始点相対距離である X Y 関連成分とにより構成される。したがって、Z 構成点は、経度、緯度座標が算出可能な始点相対距離と高さ座標とを持ち、当該道路リンクの Z 方向の道路起伏形状を示している。

【 0 0 9 5 】

図 9 で示すように、図 5 に示された実施の形態 1 のデータ構造では Z 構成点の位置は経度、緯度にて示しているのに対し、実施の形態 2 ではリンクの始点相対距離 8 4 を D 座標とし、D 座標の値によって Z 構成点の X Y 方向の位置を間接的に示している。なお、他のデータ構造は図 5 で示した実施の形態 1 と同様であるため説明を省略する。

20

【 0 0 9 6 】

D 座標はリンクの始点から当該 Z 構成点までの距離としているが、D 座標の “ 0 ” となる基準値は上記差分表現と同様に限定するものではない。

【 0 0 9 7 】

図 1 0 は実施の形態 2 の 3 次元道路地図データ生成装置 1 1 で得られる X Y 構成点情報及び Z 構成点情報の一例を示す説明図である。

【 0 0 9 8 】

図 1 0 (a) に示すように、X Y 構成点情報が指示する内容は、実施の形態 1 の道路リンク L 2 0 X Y と同一構成であり、始点 S X Y、X Y 構成点 $PXY_{11} \sim PXY_{15}$ 及び終点 E X Y からなる道路リンク L 2 0 X Y を指示している。

30

【 0 0 9 9 】

一方、図 1 0 (b) に示すように、Z 構成点情報に関し、Z 構成点 $PZ_1 \sim PZ_4$ の内容が実施の形態 1 と異なる。実施の形態 2 の Z 構成点 $PZ_1 \sim PZ_4$ は、Z 方向成分に加え、始点 S X Y との相対距離 d を含んで構成される。

【 0 1 0 0 】

x, y, z, d のデータサイズをすべて同じ S D とした場合、実施の形態 2 により得られた格納用 3 次元道路地図データでは、 $18SD (10SD + 8SD)$ となる。結果として、実施の形態 2 で得られる格納用 3 次元道路地図データは、実施の形態 1 のデータサイズの 2 / 3 にデータサイズを削減できていることがわかる。

40

【 0 1 0 1 】

このように、実施の形態 2 の 3 次元道路地図データ処理システムにおける Z 構成点作成部 2 5 は、X Y 関連成分として道路リンクの始点からの各 Z 構成点に至る距離を含ませることにより、実施の形態 1 以上に格納用 3 次元道路地図データの情報量を削減することができる。

【 0 1 0 2 】

また、実施の形態 2 のデータ構成では、ADAS(Advanced Driver Assistance System)対応のアプリケーションで、勾配位置を(経度、緯度)の 2 次元情報として情報取得するのではなく距離として勾配情報を利用する場合、計算する手間が発生せず、素早く処理するこ

50

とができる。

【0103】

なお、3次元道路地図データ出力装置13によるZ座標の算出は以下のように行うことができる。例えば、道路リンクL20上のXY構成点PXY2のXY座標が指定された場合、始点SXYからXY構成点PXY1を経由してXY構成点PXY2に至る距離である始点相対距離を求める。その始点相対距離は開始点SZとZ構成点PZ1との間にあることがわかる。始点SZとZ構成点PZ1とを結んだ直線の式を求め、XY構成点PXY2の始点相対距離を代入し、対応するZ座標を算出することにより、実施の形態1と同様、XY構成点PXY1のZ座標を精度良く算出することができる。

【0104】

<実施の形態3>

図11はこの発明の実施の形態3による道路リンクデータ構成部20が構築する格納用3次元道路地図データのデータ構造を示す説明図である。なお、実施の形態2の3次元道路地図データ処理システムは、図1で示した実施の形態1の3次元道路地図データ処理システム1と同等のシステム構成を呈している。ただし、Z構成点作成部25が生成するZ構成点情報の内容が異なっている。

【0105】

同図に示すように、Z構成点情報が指示するZ構成点PZj (j = 1 ~ m)それぞれにおいて、XY構成点インデックス85、XY構成点相対距離86及び高度・Z座標83Zの情報が格納される。すなわち、Z構成点PZjは、XY構成点インデックス85で指示されるXY構成点からの相対距離であるXY構成点相対距離であるXY関連成分とZ方向成分とにより構成される。なお、XY構成点インデックス85は各Z構成点に最も近いXY構成点のインデックス情報である。インデックス情報とは例えばXY構成点PXYiの始点からの順序等が考えられる。したがって、Z構成点は、経度、緯度座標が算出可能なXY構成点インデックス85及びXY構成点相対距離86と共に高さ座標とを持ち、当該リンクのZ方向の道路起伏形状を示している。

【0106】

図11に示すように、図5に示された実施の形態1のデータ構造ではZ構成点の位置は経度、緯度にて示しているが、実施の形態3では最も近いXY構成点を指示するXY構成点インデックス85と当該XY構成点までの相対距離を指示するXY構成点相対距離86とを有し、これらの情報によってZ構成点のXY方向の位置を間接的に示している。なお、他のデータ構造は図5で示した実施の形態1と同様であるため説明を省略する。

【0107】

図12は実施の形態3の3次元道路地図データ生成装置11で得られるXY構成点情報及びZ構成点情報の一例を示す説明図である。

【0108】

図12(a)に示すように、XY構成点情報の指示する内容は実施の形態1の道路リンクL20XYと同一構成であり、始点SXY、XY構成点PXY1 ~ PXY5及び終点EXYからなる道路リンクL20XYを指示している。なお、XY構成点PXY1 ~ PXY5はそれぞれ簡単に表現可能なインデックス[0] ~ [4]により識別可能である。

【0109】

一方、図12(b)に示すように、Z構成点情報はZ構成点PZ1 ~ PZ4の内容が実施の形態1と異なっており、Z方向成分に加え、元と近いXY構成点のインデックス情報を指示するidx、インデックス情報idxが指示するXY構成点から当該Z構成点までの相対距離d(終点側EZに向かう方向(図中右方向)の距離)を含んで構成される。

【0110】

x, y, z, idx, dのデータサイズをすべて同じSDとした場合、実施の形態3により得られた格納用3次元道路地図データでは、22SD(10SD + 10SD)となる。結果として、実施の形態3で得られる格納用3次元道路地図データは、実施の形態1と同等のデータサイズ削減を図ることができる。また、idx, dのデータサイズをx, y

10

20

30

40

50

、 z 、のデータサイズより小さくすることができれば、実施の形態 1 以上のデータサイズ削減を図ることができる。

【0111】

このように、実施の形態 3 の 3 次元道路地図データ処理システムにおける Z 構成点作成部 25 は、XY 関連成分として最も近い XY 構成点を指示するインデックス情報と、最も近い XY 構成点からの相対距離（一方向における）を含ませることにより、実施の形態 1 以上に格納用 3 次元道路地図データの情報量を削減することができる。

【0112】

なお、3 次元道路地図データ出力装置 13 による Z 座標の算出は、各 XY 構成点が間に存在する 2 つの Z 構成点（始点 SZ、終点 EZ 含む）から、以下のように行うことができる。道路リンク L20 上の XY 構成点 PXY5 の XY 座標が指定された場合、XY 構成点 PXY5 は、XY 構成点 PXY5 をインデックス情報（[4]）として指示する Z 構成点 PZ1 と始点 SZ との間に存在することを認識する。その結果、開始点 SZ と Z 構成点 PZ1 とを結んだ直線上における XY 構成点 PXY5 の位置（Z 構成点 PZ1 の相対距離 d に基づき算出）に対応する Z 座標を精度良く算出することができる。

【0113】

上述のように、Z 座標を求める際に、その XY 構成点が Z 構成点と一致しているか、または Z 構成点の間に存在しているのかを取得する必要がある。Z 構成点の間に存在している場合には、どの Z 構成点の区間にあるか情報を取得しなければならない。本構成では、Z 構成点と最も近い XY 構成点とを XY 構成点インデックス 85 によって関連付けているため、距離によって関連付けする実施の形態 2 の構成に比べ、XY 構成点における高さ情報を取得する処理速度の向上が可能となる。

【0114】

< 実施の形態 4 >

図 13 はこの発明の実施の形態 4 による道路リンクデータ構成部 20 が構築する格納用 3 次元道路地図データのデータ構造を示す説明図である。なお、実施の形態 4 の 3 次元道路地図データ処理システムは図 1 で示した実施の形態 1 の 3 次元道路地図データ処理システム 1 と同等のシステム構成を呈している。ただし、Z 構成点作成部 25 が生成する Z 構成点情報の内容が異なっている。

【0115】

同図に示すように、Z 構成点情報が指示する Z 構成点 PZj（ $j = 1 \sim m$ ）それぞれにおいて、高度・Z 座標 83Z の情報が格納される。すなわち、Z 構成点 PZj は、Z 方向成分のみより構成される。ただし、Z 構成点 PZj を道路リンクの所定距離間隔に等分して得ることにより、始点 SZ から何番目の Z 構成点であるか等により Z 構成点 PZj を特定することにより間接的に始点 SZ から当該 Z 構成点までの距離を認識することができる。

【0116】

図 13 に示すように、図 5 に示された実施の形態 1 のデータ構造では Z 構成点の位置は経度、緯度にて示しているが、実施の形態 4 では XY 関連成分として Z 構成点 PZj の設定間隔と始点からの Z 構成点 j の設定順序とを含ませ、Z 構成点の XY 方向の位置を間接的に算出可能にしている。なお、他のデータ構造は図 5 で示した実施の形態 1 と同様であるため説明を省略する。

【0117】

図 14 は実施の形態 4 の 3 次元道路地図データ生成装置 11 で得られる XY 構成点情報及び Z 構成点情報の一例を示す説明図である。

【0118】

図 14 (a) に示すように、XY 構成点情報は実施の形態 1 の道路リンク L20 XY と同一構成であり、始点 SXY、XY 構成点 PXY1 ~ PXY5 及び終点 EXY からなる道路リンク L20 ZY を指示している。

【0119】

一方、図14(b)に示すように、道路リンクL30Zを4等分にしたZ構成点PZ1～PZ3を抽出することができる。実施の形態4のZ構成点PZ1～PZ3はそれぞれZ方向成分を有している。

【0120】

x, y, zのデータサイズをすべて同じSDとした場合、実施の形態4により得られた格納用3次元道路地図データでは、13SD(10SD+3SD)となる。結果として、実施の形態4で得られる格納用3次元道路地図データは、実施の形態1～実施の形態3以上にデータサイズ削減を図ることができる。

【0121】

このように、実施の形態4の3次元道路地図データ処理システムにおけるZ構成点作成部25は、XY関連成分として、始点～終点間にZ構成点を設ける距離間隔と、始点からの当該Z構成点の設定順序とすることにより、各Z構成点に必要な情報はZ成分のみとすることができるため、実施の形態1以上に格納用3次元道路地図データの情報を削減することができる。

10

【0122】

なお、3次元道路地図データ出力装置13によるZ座標の算出は以下のように行うことができる。例えば、道路リンクL20上のXY構成点PXY1のXY座標が指定された場合、当該XY構成点PXY1の始点SXYからの距離を求める。その距離は始点SZとZ構成点PZ1との間にあることがわかる。そして、開始点SZとZ構成点PZ1とを結んだ直線の式を求め、XY構成点PXY1の始点からの距離dを代入し、対応するZ座標値を算出することにより、実施の形態1と同様、XY構成点PXY1のZ座標値を精度良く算出することができる。

20

【0123】

また、実施の形態4では、Z構成点の数(第2の数)によって勾配情報の精度を調整することができる。単純な形状であれば、Z構成点の数を少なくすることができる。一方、複雑な形状の場合はZ構成点の数を増やして勾配情報の精度を上げることができる。本構成は、勾配の変化が乏しい場合や、等分に構成点を配置した時に道路形状を表現できる場合、メッシュ標高データ(DEM(Digital Elevation Model)等)のみから勾配情報を作成するような勾配情報の精度が求められない場合に有効である。

【0124】

30

<実施の形態5>

図15はこの発明の実施の形態5による道路リンクデータ構成部20が構築する格納用3次元道路地図データのデータ構造を示す説明図である。なお、実施の形態4の3次元道路地図データ処理システムじゃ図1で示した実施の形態1の3次元道路地図データ処理システム1と同等のシステム構成を呈している。ただし、Z構成点作成部25が生成するZ構成点情報の内容が異なっている。

【0125】

同図に示すように、XY構成点情報は実施の形態1～実施の形態4と同様、3DリンクレコードLR1～LRn単位にXY構成点を格納しているのに対し、Z構成点情報は、道路リンク単位ではなく複数のリンクからなる道路リンク列単位にZ構成点を格納している。すなわち、3Dリンク列レコードLRR1～LRRnを対応させてZ構成点を格納している。なお、道路リンク列とは、道路リンクの接続関係や種別によって複数の道路リンクを1つにまとめたものである。道路リンク列情報は3Dリンク列レコードによって管理され、3次元のリンク列の数だけ存在し、リンク列に含まれるリンクIDが格納されたレコードである。3Dリンク列レコードは地図データ内の3次元リンク列と1対1に対応している。

40

【0126】

3Dリンク列レコードLRR1において、リンク列ID74、リンク数75、リンクID・ID1～IDn、Z構成点数73、Z構成点PZ1～PZnから構成される。

【0127】

50

Z 構成点 PZ_j ($j = 1 \sim m$) それぞれにおいて、位置座標 87、高度・Z 座標 83Z の情報が格納される。

【0128】

なお、位置座標 87 としては、実施の形態 1 の経度・X 座標 83X 及び経度・Y 座標 83Y、実施の形態 2 の始点相対距離 84、実施の形態 3 の XY 構成点インデックス 85 及び XY 構成点相対距離 86 等が考えられる。また、実施の形態 4 のように、道路リンク上に Z 構成点 PZ_j を所定の距離で等分して設ける場合、位置座標 87 は不要となる。上記のように、Z 構成点 PZ_j は、位置座標 87 と Z 方向成分より構成される。

【0129】

例えば、実施の形態 3 では、Z 構成点を { XY 構成点インデックス 85 (最も近い XY 構成点のインデックス情報)、XY 構成点相対距離 86 (XY 構成点インデックス 85 が指示する Y 構成点からの距離)、高度・Z 座標 83Z (高さ座標) } という構成にしている。実施の形態 5 の場合、リンク列に対応して、Z 構成点を実施の形態 4 の構成にて示すためには、(最も近いリンクの ID、最も近い XY 構成点のインデックス、インデックスが指示する XY 構成点からの距離、高さ座標) として、最も近い XY 構成点を持つリンクを特定できるようにする必要がある。また、リンクを特定できればよいので、位置座標 87 の一部としてリンク ID 情報を持つのではなく、リンク列の指定もインデックス情報で行うようにしても良い。

【0130】

図 15 に示すように、実施の形態 5 では位置座標 87 を持たせて、Z 構成点の XY 方向の位置を算出可能にしている。なお、他のデータ構造は図 5 で示した実施の形態 1 と同様であるため説明を省略する。

【0131】

図 16 は実施の形態 5 の 3 次元道路地図データ生成装置 11 で得られる Z 構成点情報の一例を示す説明図である。

【0132】

図 16 では図示してしないが、XY 構成点情報は、実施の形態 1 ~ 実施の形態 4 と同様に、リンク $L1XY$ 、 $L2XY$ 及び $L3XY$ (図示せず) 毎に XY 構成点が設けられる。

【0133】

一方、図 16 に示すように、リンク $L1XY$ 、 $L2XY$ 及び $L3XY$ に対応する 3 つのリンク $L1Z$ 、 $L2X$ 、 $L3Z$ からなるリンク列 $L1Z \sim L3Z$ が一括してまとめられ Z 構成点 $PZ1$ 、 $PZ12$ を抽出することができる。実施の形態 5 の Z 構成点 $PZ1 \sim PZ2$ は、それぞれ上述した位置座標 87 に加え、Z 方向成分を有している。

【0134】

このように、リンク列 $L1Z \sim L3Z$ 等の複数のリンク間にまたがった緩やかな勾配の湾曲部が形成されている場合、Z 構成点を元にして近似曲線を引くことで間の高度を補間することができる。また、勾配の変化がリンク列を構成する複数のリンク列にまたがって直線で表現できる場合には、リンク列間を接続するノードの座標を 3 次元座標として持たずともノードの高度を求めることができるため、2 次元で表現することが可能となる。そのため、Z 構成点情報のデータサイズの削減につながる。

【0135】

このように、実施の形態 5 の 3 次元道路地図データ処理システムにおける Z 構成点作成部 25 は、複数のリンクからなるリンク列単位に Z 構成点を求めて Z 構成点情報を得ることにより、Z 構成点情報のさらなるデータサイズの削減を図ることができる。

【0136】

なお、3 次元道路地図データ出力装置 13 による Z 座標の算出は位置座標 87 の内容に従い、実施の形態 1 ~ 実施の形態 4 で示した方法により行える。

【0137】

また、3D リンク列レコードを構成する項目は図 15 に限定するものではなく、リンク列に関係する情報項目を追加してもよい。

10

20

30

40

50

【 0 1 3 8 】

< 実施の形態 6 >

図 1 7 は、実施の形態 6 による 3 次元道路地図データ処理システム 2 の機能構成を示すブロック図である。図 1 に示された実施の形態 1 における 3 次元道路地図データ処理システム 1 の 3 次元道路地図データ出力装置 1 3 内の Z 座標直線近似値算出部 4 1 に代わって、3 次元道路地図データ出力装置 1 4 内に Z 座標曲線近似値算出部 4 2 を有している点が異なる。なお、他の構成は図 1 で示した実施の形態 1 の 3 次元道路地図データ処理システム 1 と同様である。

【 0 1 3 9 】

図 1 8 は、3 次元道路地図データ処理システム 2 内の 3 次元道路地図データ出力装置 1 4 より指定された道路リンクにおける任意の位置の Z 座標値を取り出す場合のデータ出力処理を示すフローチャートである。なお、説明の都合上、Z 構成点情報における Z 構成点 PZ_j は、実施の形態 1 と同様、経度・X 座標 8 3 X、経度・Y 座標 8 3 Y 及び高度・Z 座標 8 3 Z によって示しているとする。

10

【 0 1 4 0 】

同図を参照して、ステップ S 4 1 において、入力部 3 1 より道路リンク上の (x,y) の位置の Z 座標値を取得するよう命令を出す。この際、道路リンクデータ取得部 3 0 を用いて、3 次元道路地図記憶装置 1 2 より格納用 3 次元道路地図データを取得する。

【 0 1 4 1 】

ステップ S 4 2 において、道路リンクデータ取得部 3 0 は、入力部 3 1 より指定されたデータが道路リンクデータの Z 座標値の場合には Z 座標曲線近似値算出部 4 2 によって、指定した X Y 座標が道路リンク列上の Z 構成点 (始点及び終点ノードを含む) 間のどの位置にあるか算出する。

20

【 0 1 4 2 】

その後、ステップ S 4 3 において、指定された X Y 座標の位置にある勾配の曲線は Z 構成点を用いて近似曲線として求める。近似曲線には、多項式曲線やスプライン曲線、ベジエ曲線、円弧曲線、クロソイド曲線等を用いる。

【 0 1 4 3 】

したがって、Z 構成点作成部 2 5 は、Z 座標曲線近似値算出部 4 2 にて用いる近似曲線に応じて、Z 構成点の個数や配置を決定する点が、実施の形態 1 ~ 実施の形態 5 と異なる。以下、この点を図 2 6 及び図 6 を参照して説明する。

30

【 0 1 4 4 】

実施の形態 6 における Z 構成点の抽出方法は、道路リンク L 4 1 Z を構成する X Y Z 空間上での開始点 S Z、終点 E Z を取り出し、開始点 S Z、終点 E Z 間に指定された近似曲線に対応づけることにより行われる。

【 0 1 4 5 】

図 1 8 に戻って、ステップ S 4 4 において、ステップ S 4 3 で求めた近似曲線に、ステップ S 4 1 で指定した X Y 座標を代入し、対応する Z 座標を算出し、当該 Z 座標を出力部 3 2 より出力する。

【 0 1 4 6 】

以下、ステップ S 4 3 の近似曲線を求める処理について詳述する。ステップ S 4 3 において、予め決められた近似曲線を適用しても、道路種別や構成点の分布によって自動的に近似曲線を選択するようにしても良い。

40

【 0 1 4 7 】

自動的に近似曲線を選択する場合は、道路種別によって判別する方法があげられる。高速道路では、カーブを設計する際にクロソイド曲線が利用されるため、近似曲線はクロソイド曲線を選択する。一般道では、クロソイド曲線のみで設計されていないため、勾配が緩やかに変化する箇所は折れ線、勾配形状が単純な曲線は円弧、複雑な場合はスプラインを選択する方法等があげられる。また、入力であるポリラインの形状に最も近い曲線を算出する方法もある。ポリラインと曲線の距離は、おののおのを媒介変数表現し、与えられた

50

媒介変数の値に対応したポリラインおよび曲線上の２点間の距離の和により定義し、この値が小さいものほど近いと定義する。距離の定義については、X軸（もしくはY軸）に平行な（等間隔に配置された）直線とポリラインおよび曲線おのおのの交点との距離の和としてもよい。

【０１４８】

なお、予め決められた近似曲線を適用する場合には、Z構成点作成部２５によってZ構成点を求める計算量が少なくすむという効果がある。

【０１４９】

一方、複数の近似曲線から自動的に近似曲線を適用する場合には、適切な曲線を選ぶことで、実態と誤差の少ないZ座標を提供できる効果がある。

10

【０１５０】

図１９は実施の形態６におけるZ座標算出方法を説明するための説明図である。以下、図１９を参照して、３次元道路地図データ生成装置１１を用いて３次元道路地図記憶装置１２に格納された格納用３次元道路地図データにおける道路リンク列L１Z～L３Zから、道路リンク列L１Z～L３Z上の任意の位置のXY座標を指定された場合にZ座標曲線近似値算出部４２を用いて、対応するZ座標を求める方法を説明する。

【０１５１】

例えば、道路リンク列L１XY上の位置P６のXY座標が指定された場合には、道路リンク列L１Z～L３Z上にあることがわかり、道路リンク列L１Z～L３Zが形成する近似曲線を求める。図１９では、Z構成点PZ１とPZnは曲線の変曲点として配置している。例えば、スプライン曲線にて近似を行う。求めたスプライン曲線の式から、指定された位置P６のXY座標の位置に対応するZ座標の値を取得する。

20

【０１５２】

このように、実施の形態６の３次元道路地図データ処理システム２におけるZ座標曲線近似値算出部４２は、第２の数のZ構成点間を曲線近似する曲線近似処理を実行することにより直線近似よりも精度のよい近似値を得ることができるため、Z構成点情報のデータサイズを増加させることなく、所望のリンク上のXY座標に対応するZ座標を精度良く得ることができる効果を奏する。

【０１５３】

本実施の形態では、Z構成点が道路リンク列に対応した場合を示しているが、実施の形態１～実施の形態４のようにZ構成点が道路リンクに対応してもよい。

30

【０１５４】

<実施の形態７>

図２０はこの発明の実施の形態７による道路リンクデータ構成部２０が構築する格納用３次元道路地図データのデータ構造を示す説明図である。

【０１５５】

同図に示すように、さらに、Z構成点情報は、使用する近似式を指示する近似値情報７６をさらに有している。図２０で示す例では近似値情報７６はクロソイド曲線８８を指示している。なお、他のデータ構造は図５で示した実施の形態１と同様であるため説明を省略する。

40

【０１５６】

図２１は、実施の形態７による３次元道路地図データ処理システム３の機能構成を示すブロック図である。図１に示された実施の形態１における３次元道路地図データ処理システム１の３次元道路地図データ出力装置１３内のZ座標直線近似値算出部４１に代わって、３次元道路地図データ出力装置１５内にZ座標近似式算出部４３を有している点が異なる。なお、他の構成は図１で示した実施の形態１の３次元道路地図データ処理システム１と同様である。

【０１５７】

図２２は、３次元道路地図データ処理システム３内の３次元道路地図データ出力装置１５より道路リンクの任意の位置のZ座標値を取り出す場合のデータ出力処理を示すフロー

50

チャートである。

【0158】

同図を参照して、ステップS41において、入力部31より道路リンク上の(x,y)の位置のZ座標値を取得するよう命令を出す。この際、道路リンクデータ取得部30を用いて、3次元道路地図記憶装置12より道路リンクデータの情報を取得する。

【0159】

ステップS52において、道路リンクデータ取得部34は、入力部31より指定されたデータが道路リンクデータのZ座標値の場合にはZ座標曲線近似値算出部43によって、指定したXY座標が道路リンク列上のZ構成点(始点及び終点ノードを含む)間のどの位置にあるか算出する。

10

【0160】

その後、ステップS53において、近似値情報76の指示する近似手法を特定する。図20で示した3DリンクレコードLR1で指示するリンクの場合は、データ内に近似式情報として、クロソイド曲線が指定されている。指定する近似値情報76としては、直線、クロソイド、円弧曲線等の道路設計上用いられる線形の式があげられる。その他、複雑な形状の場合には、スプライン曲線やベジエ曲線や多項式で示す曲線式等がある。

【0161】

その後、ステップS54において、ステップS53で特定した近似手法により、Z構成点における勾配の近似式を求める。すなわち、指定されたXY座標の位置にある勾配の曲線はZ構成点や必要であれば始点及び終点ノードを用いてデータ内に格納された近似方法にて近似式を求める。

20

【0162】

そして、ステップS55において、ステップS54で求めた近似曲線に、ステップS51で指定したXY座標を代入し、対応するZ座標を算出する算出し、当該Z座標を出力部32より出力する。

【0163】

なお、単体のリンクだけでなく、リンク列に対応して3Dリンク列レコードに近似式情報をもたせる構成としてもよい。

【0164】

このように、3Dリンクレコードに近似式情報をもたせることによって、すべての直線あるいは曲線を同じ手法で近似するのではなく、道路リンクの形状に応じて適切な近似方法を指定することができる。そのため、精度のよい近似値を得ることができる。

30

【0165】

すなわち、実施の形態7の3次元道路地図データ処理システム3において、Z座標近似式算出部43は、複数の近似式から選ばれた選択近似式を用いて、直線近似処理あるいは曲線近似処理を実行するにより、指定されたリンク上のXY座標に応じて精度のよいZ座標値を得ることができる。

【0166】

<実施の形態8>

また、3次元道路地図データ出力装置13は3次元道路地図情報を利用するナビゲーション装置に組み込んでよい。

40

【0167】

図23はこの発明の実施の形態8である移動体ナビゲーション装置を示すブロック図である。実施の形態8の移動体ナビゲーション装置100は、タッチパネルやリモコン等の入力装置160、ディスプレイや音声出力を行う出力装置161、CPU162、メモリ163、外部サーバとの通信を行う通信装置164、地図情報を格納しておく地図データ記憶装置165、指定された目的地までの経路を計算し案内を行う経路案内処理部166、地図を表示する地図表示部167、ロケータやジャイロセンサ等の各種センサ168、GPS受信機169、地図データ記憶装置165から必要なデータを取り出す3次元道路地図データ出力装置13(～15)を備えた地図データアクセス部170から構成されてい

50

る。これらは、通常のカーナビゲーションに代表される移動体ナビゲーション装置と同様のシステム構成である。

【0168】

地図データ記憶装置165には、3次元道路地図データ生成装置11にて作成した格納用3次元道路地図データを格納しており、3次元道路地図データ出力装置13を備えた地図データアクセス部170を用いてデータを取り出すことができる。

【0169】

例えば、地図表示部167が地図データを取り出す際には、地図データアクセス部170に必要なデータの要求を出し、3次元道路地図データ出力装置13から地図データ記憶装置165にアクセスして目的となるデータを取り出し、求められた形式に変換して値を地図表示部167に返却する。

10

【0170】

具体的には、地図データアクセス部170は、GPS受信機169により現在位置(X、Y)を把握し、現在位置に合致する道路リンクを地図データ記憶装置165内の格納用3次元道路地図データから取り出し、必要に応じて取り出した道路リンクのXY構成点情報及びZ構成点情報に基づきXY構成点に対応するZ座標値を算出して、地図表示部167に地図情報を出力する。

【0171】

このように、実施の形態8の移動体ナビゲーション装置100は、内部に3次元道路地図データ出力装置13を組み込むことで、データサイズを削減した格納用3次元道路地図データを移動体ナビゲーション装置内で利用することが可能となる。

20

【0172】

なお、本実施の形態では地図データアクセス部170に3次元道路地図データ出力装置13を組み込んで構成したが、XY構成点に対応するZ座標値を求める処理は、地図データアクセス部170で実施しない構成にしても良い。

【0173】

例えば、地図データアクセス部170に代えて、経路案内処理実行時に経路誘導の計算を行う経路案内処理部166で実施しても良い、この場合、地図データアクセス部170は単に格納用3次元道路地図データにアクセスしそのまま格納用3次元道路地図データを経路案内処理部166に渡すだけでよい。このようにすることで、Z座標値が不要なときにはZ座標値を求める計算をしなくても良いのでCPU処理が削減される。

30

【0174】

例えば、Z座標値が必要な処理には、勾配を勘案したエコルート探索や、EV(電気自動車)、HEV(ハイブリッド電気自動車)の走行計画処理、カーブやインターチェンジなどの速度超過における安全警報計算がある。

【0175】

また、Z座標値を求める処理を別の計算モジュールで一括して実行する構成にしても良く、この場合、複数の処理モジュールがZ座標値を必要とする場合に重複して計算する必要が無い。

【0176】

このように、移動体ナビゲーション装置100内の地図データ記憶装置165に格納される格納用3次元道路地図データにおける道路リンクを示す情報として、XY構成点情報及びZ構成点情報に分けることにより、XY成分変化及びZ方向成分変化に基づき第1の数及び第2の数を互いに独立して決定することができる分、第1の数及び第2の数を必要最小限に抑えることができる。

40

【0177】

さらに、実施の形態8の移動体ナビゲーション装置100において、地図データ記憶装置165に格納される格納用3次元道路地図データのX構成成分情報はXY平面上のX方向成分及びY方向成分のみにより位置決めされる第1の数のXY構成点を指示する内容であるためZ方向成分を必要としない分、情報量を削減することができる。その結果、格納

50

用 3 次元道路地図データの減量化を図ることができる。

【0178】

さらに、格納用 3 次元道路地図データの Z 構成点情報は X Y 関連成分と Z 方向成分とにより位置決めされる第 2 の数の Z 構成点を指示するため、上記 X Y 関連成分に基づき、各 X Y 構成点の Z 方向成分を算出することができるため、3 次元道路地図データとしての精度を維持することができる。

【0179】

<その他>

(方法発明への適用)

実施の形態 1 ~ 実施の形態 7 で示した 3 次元道路地図データ処理システム 1 (~ 3) における 3 次元道路地図データ生成装置 11 による格納用 3 次元道路地図データの作成方法は以下のステップを備える方法発明としても適用可能である。

【0180】

すなわち、3 次元座標による 3 次元道路地図データを受け、始点から終点に至る少なくとも一つの道路リンクからなる格納用 3 次元道路地図データを生成する方法であって、上記少なくとも一つの道路リンクはそれぞれ X Y 構成点情報及び Z 構成点情報を含み、以下のステップ(a) , (b) を実行する。

【0181】

ステップ(a) : 3 次元道路地図情報に基づき、X Y 平面上の X 方向成分及び Y 方向成分のみにより位置決めされる第 1 の数の X Y 構成点を指示する X Y 構成点情報を作成する。

【0182】

ステップ(b) : 上記 X Y 構成点情報と所定の関連性を有する X Y 関連成分と Z 方向成分とにより位置決めされる第 2 の数の Z 構成点を指示する Z 構成点情報を作成する。

【0183】

そして、Z 構成点情報に基づき、第 1 の数の X Y 構成点それぞれの Z 方向成分が算出可能であることを特徴とする。

【0184】

このように、上述した次元道路地図データの生成方法は、格納用 3 次元道路地図データにおける道路リンクを示す情報として、X Y 構成点情報及び Z 構成点情報に分けることにより、X Y 成分変化及び Z 方向成分変化に基づき第 1 の数及び第 2 の数を互いに独立して決定することができる分、第 1 の数及び第 2 の数を必要最小限に抑えることができる。

【0185】

さらに、3 次元道路地図データの生成方法において、上記ステップ(a) により作成される X 構成成分情報は、X Y 平面上の X 方向成分及び Y 方向成分のみにより位置決めされる第 1 の数の X Y 構成点を指示する内容であるため、Z 方向成分を必要としない分、格納用 3 次元道路地図データの情報量を削減することができる。その結果、格納用 3 次元道路地図データの減量化を図ることができる。

【0186】

加えて、上記ステップ(b) により作成される Z 構成点情報は X Y 構成点情報と所定の関連性を有する X Y 関連成分と Z 方向成分とにより位置決めされる第 2 の数の Z 構成点を指示するため、上記 X Y 関連成分に基づき、各 X Y 構成点の Z 方向成分を算出することができるため、3 次元道路地図データとしての精度を維持することができる。

【0187】

(他の態様)

また、図 24 に示すように、実施の形態 1 ~ 実施の形態 7 において、3 次元道路地図データ出力装置 13 ~ 15 を除き、3 次元道路地図データ生成装置 11 及び 3 次元道路地図記憶装置 12 からなる構成に特化した 3 次元道路地図データ処理システム 4 を他の態様として考えられる。

【0188】

この態様においても、格納用 3 次元道路地図データにおける道路リンクを示す情報とし

10

20

30

40

50

て、X Y構成点情報及びZ構成点情報に分けることにより、X Y成分変化及びZ方向成分変化に基づき第1の数及び第2の数を互いに独立して決定することができる分、第1の数及び第2の数を必要最小限に抑えることができる効果を奏する。

【0189】

さらに、3次元道路地図データ生成装置11は、X Y構成点作成部24により作成されるX構成成分情報はX Y平面上のX方向成分及びY方向成分のみにより位置決めされる第1の数のX Y構成点を指示する内容であるため、Z方向成分を必要としない分、格納用3次元道路地図データの情報を削減することにより、システムの減量化を図ることができる効果を奏する。

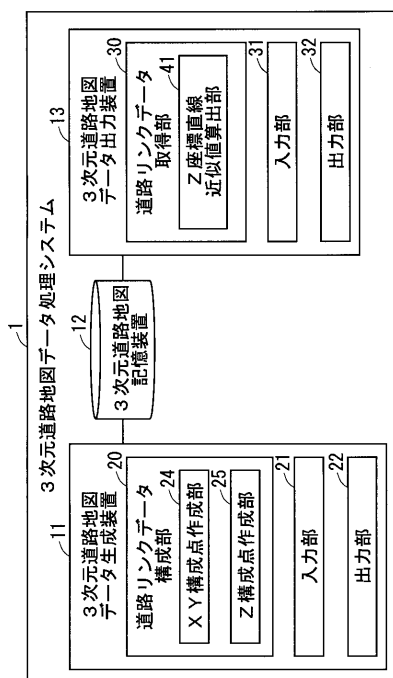
【符号の説明】

【0190】

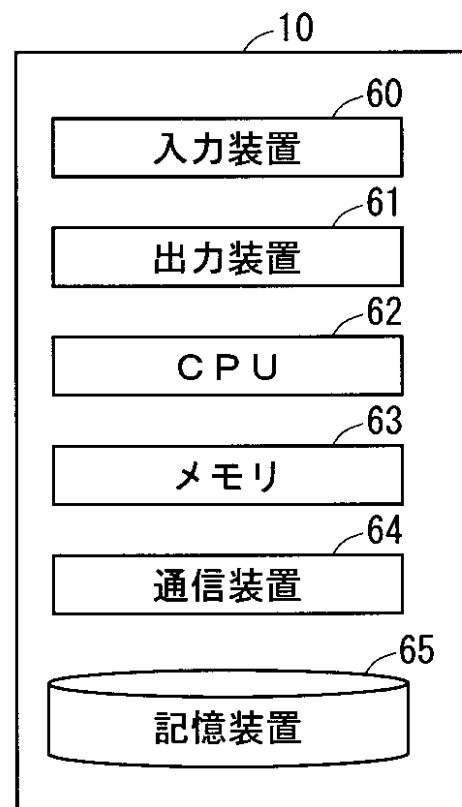
1～3 3次元道路地図データ処理システム、11 3次元道路地図データ生成装置、12 3次元道路地図記憶装置、13～15 3次元道路地図データ出力装置、20 道路リンクデータ構成部、21, 31 入力部、22, 32 出力部、24 X Y構成点作成部、25 Z構成点作成部、30 道路リンクデータ取得部、41 Z座標直線近似値算出部、42 Z座標曲線近似値算出部、43 Z座標近似式算出部。

10

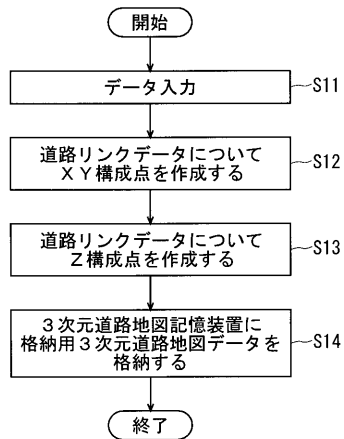
【図1】



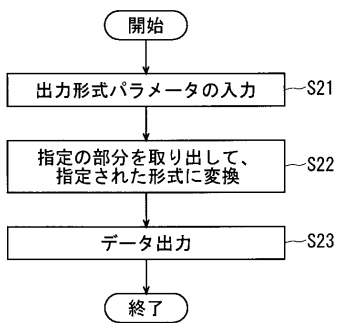
【図2】



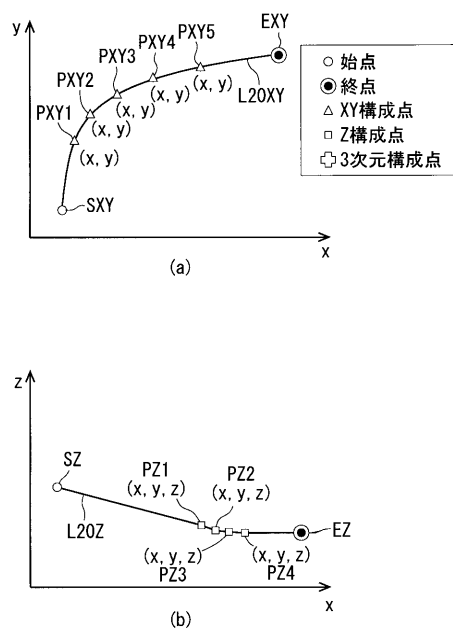
【図 3】



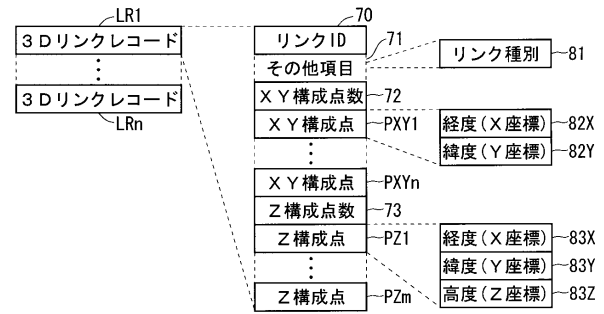
【図 4】



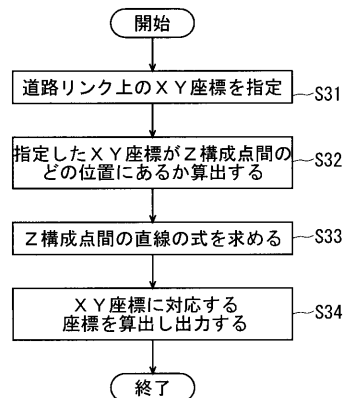
【図 6】



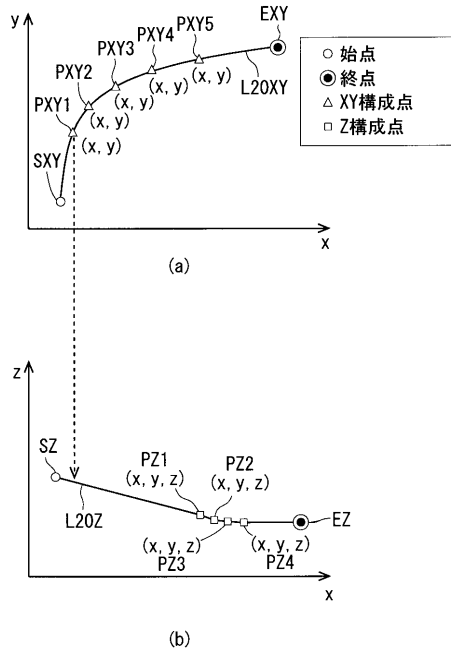
【図 5】



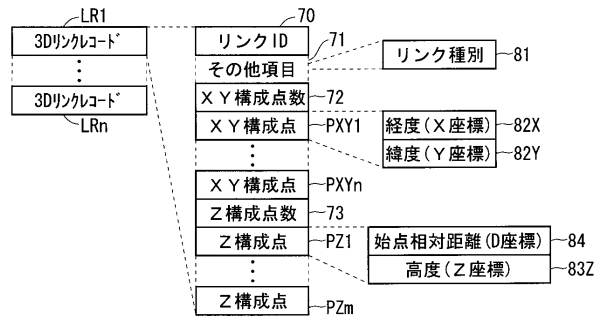
【図 7】



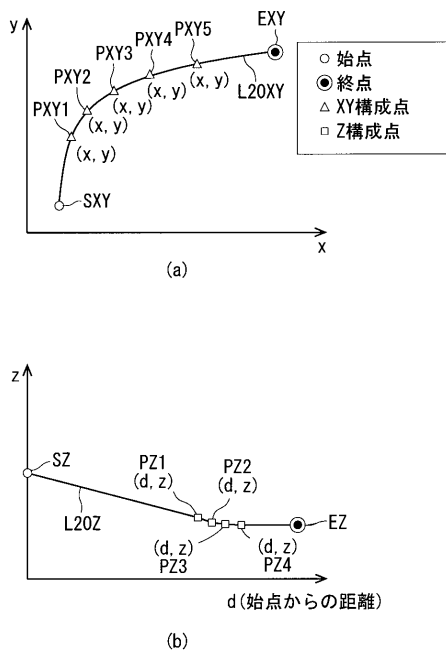
【図 8】



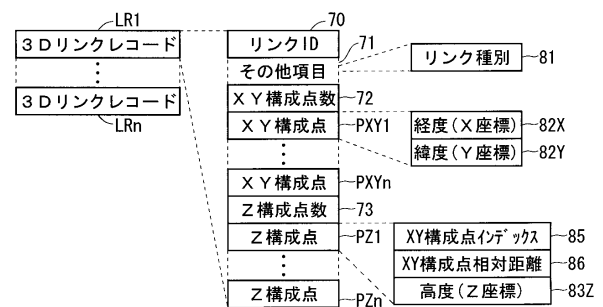
【図 9】



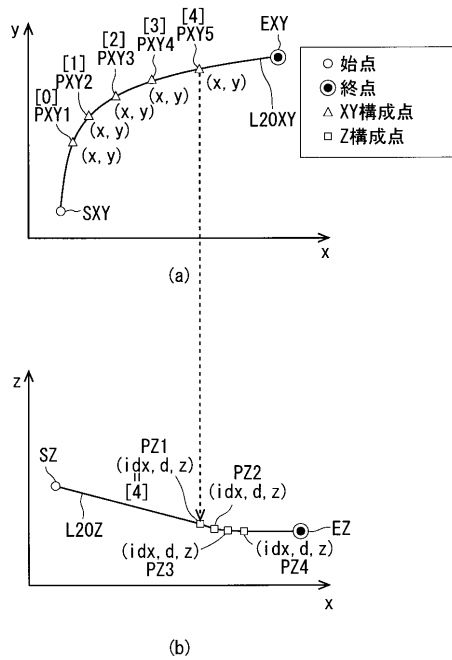
【図 10】



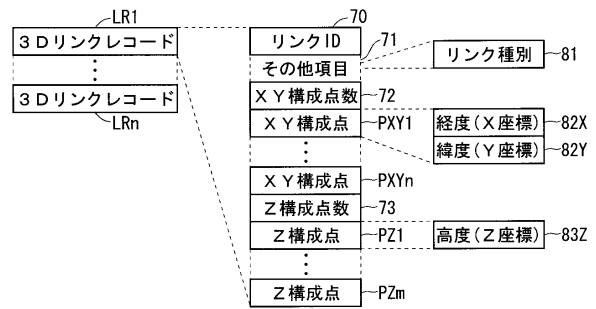
【図 11】



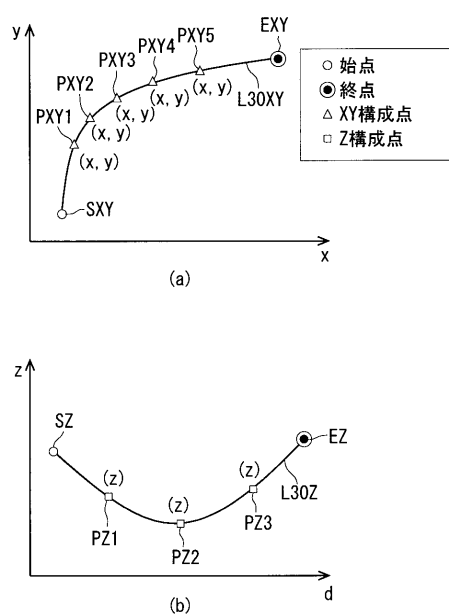
【図 12】



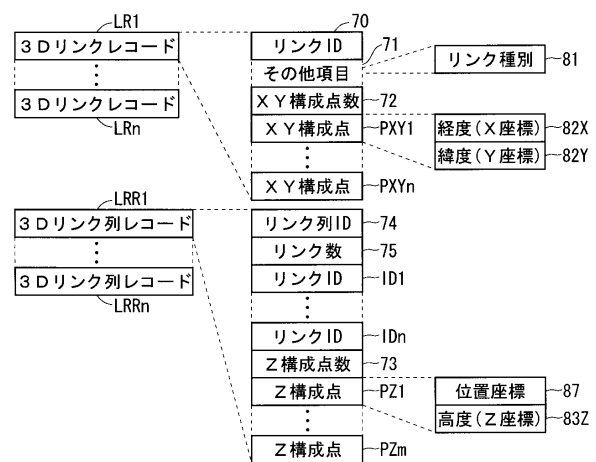
【図 13】



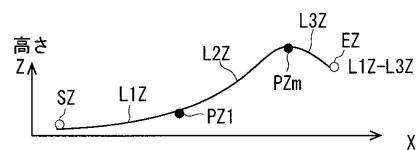
【図 14】



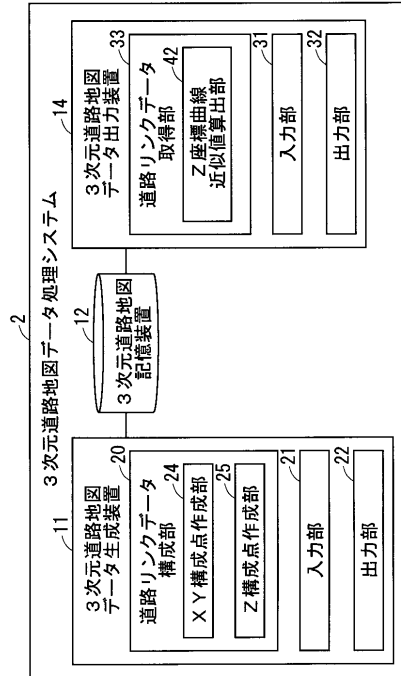
【図 15】



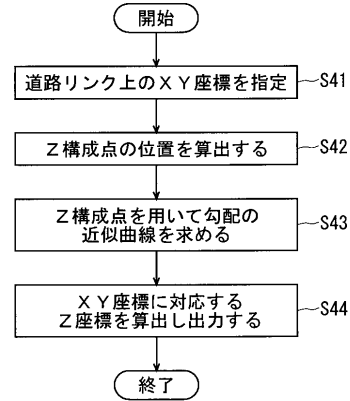
【図 16】



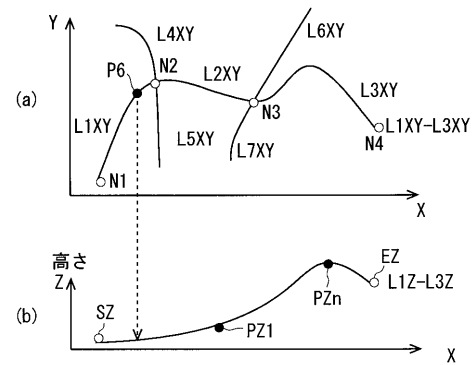
【図 17】



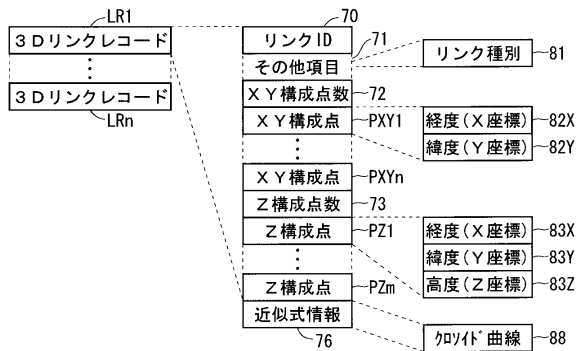
【図 18】



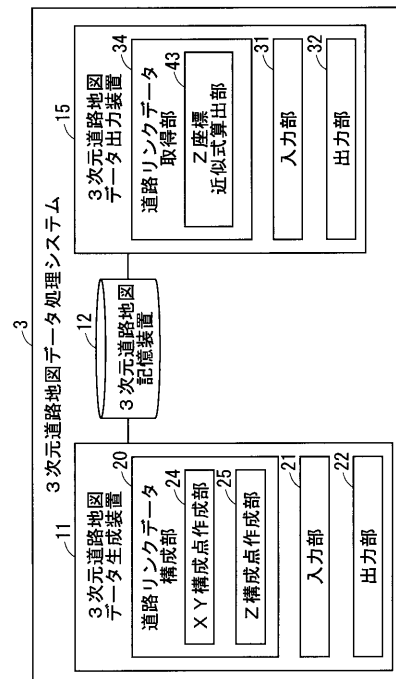
【図 19】



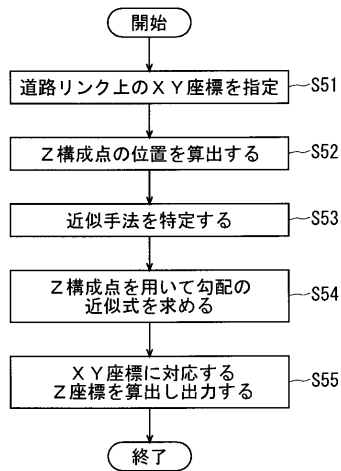
【図 20】



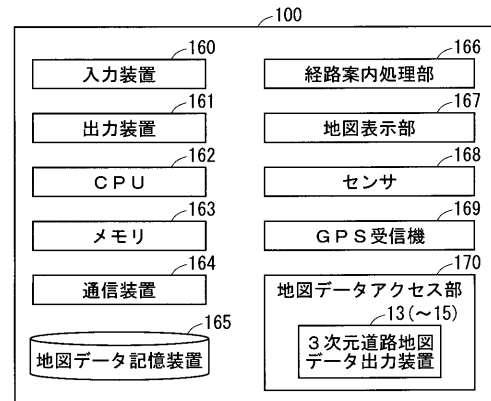
【図 21】



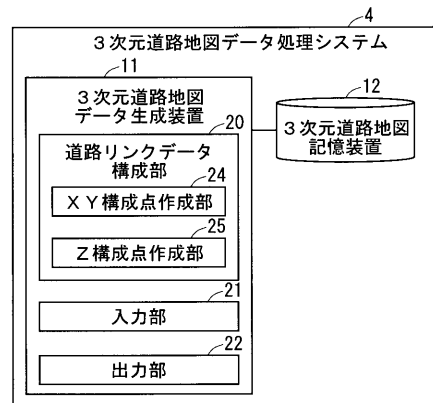
【図 2 2】



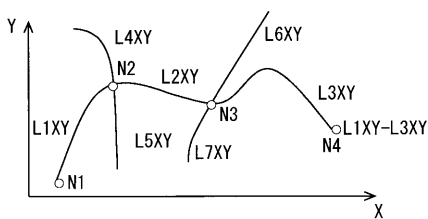
【図 2 3】



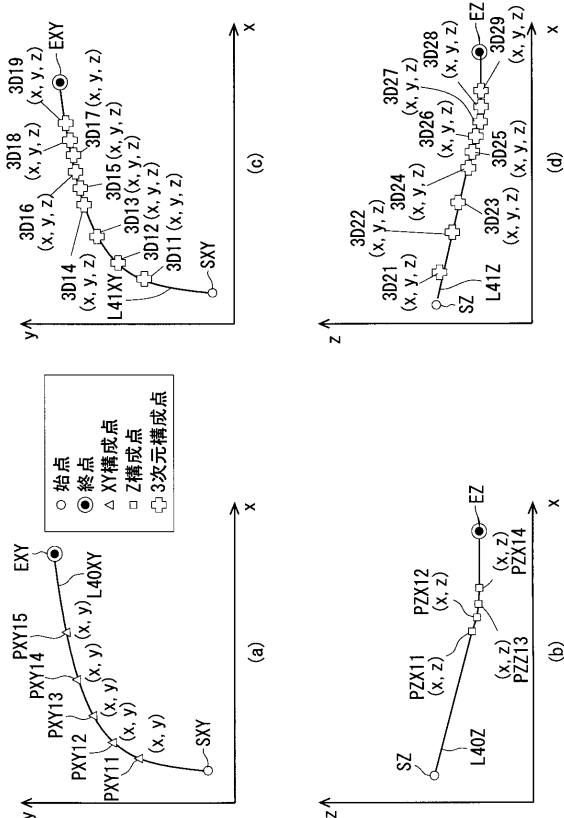
【図 2 4】



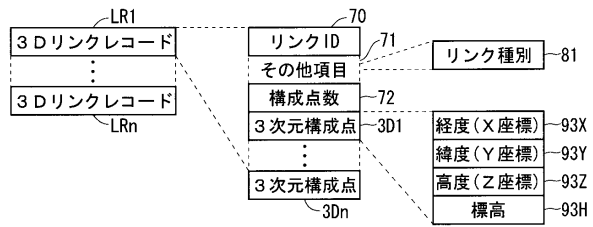
【図 2 5】



【図 2 6】



【図 27】



フロントページの続き

- (72)発明者 御厨 誠
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 坂入 威郎
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 亀井 克之
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 玉田 隆史
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 大山 栄成

- (56)参考文献 特開平08-147455(JP,A)
特開2006-349872(JP,A)
特開2001-305953(JP,A)
国際公開第98/052176(WO,A1)
特開2003-196683(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G09B 29/00 - 29/14
G01C 21/00 - 21/36
G06T 1/00
G06T 11/60 - 13/80,
G06T 17/05
G06T 19/00 - 19/20
G08G 1/00 - 99/00