

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-14867
(P2017-14867A)

(43) 公開日 平成29年1月19日(2017.1.19)

(51) Int.Cl.
E01C 23/01 (2006.01)

F I
E O I C 23/01

テーマコード(参考)
2 D O 5 3

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2015-135524 (P2015-135524)
(22) 出願日 平成27年7月6日(2015.7.6)

(71) 出願人 000004226
日本電信電話株式会社
東京都千代田区大手町一丁目5番1号
(74) 代理人 100086232
弁理士 小林 博通
(74) 代理人 100104938
弁理士 鶴澤 英久
(74) 代理人 100140361
弁理士 山口 幸二
(72) 発明者 戸田 浩之
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日
本電信電話株式会社内
(72) 発明者 片岡 泰之
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日
本電信電話株式会社内

最終頁に続く

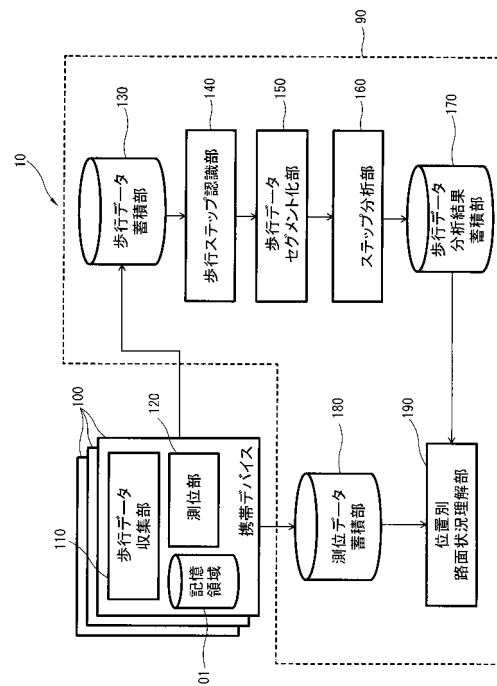
(54) 【発明の名称】 路面状況理解システム、路面状況理解方法、路面状況理解プログラム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】高精度かつピンポイントに路面状況を把握できるシステム、方法、プログラムを提供する。

【解決手段】携帯デバイス100の歩行データ収集部110は各センサデバイスのセンサデータを収集し、測位部120は携帯デバイス100の測位情報を収集し、収集された各情報はそれぞれタイムスタンプと併せて情報処理装置90の歩行データ蓄積部130、測位データ蓄積部180に記録される。歩行ステップ認識部140は、蓄積部130の記録データに基づき人が歩行する際の個々の足の運びを示す歩行ステップを認識する。歩行データセグメント化部150は、前記認識情報をセグメント化して歩行ステップと対応付けられる歩行データを特定する。ステップ分析部160は、前記歩行データを路面状況に対応付ける形で分類し、歩行データ分析結果蓄積部170に記録する。位置別路面状況理解部190は、前記両蓄積部170、180に基づき路面状況を把握する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

携帯デバイスを用いて実世界の路面状況を理解するシステムであって、
前記携帯デバイスに備え付けられたセンサデバイスのセンサデータを収集し、該収集されたセンサデータを歩行データとして記録するセンサデータ収集手段と、
前記センサデータ収集手段で記録した歩行データから人が歩行する際の個々の足の運びを示す歩行ステップを認識する歩行ステップ認識手段と、
前記歩行ステップ認識手段で認識された個々の歩行ステップと対応付けられる歩行データを特定する歩行データ特定手段と、
前記歩行データ特定手段で特定された歩行データの特徴量を抽出し、抽出された特徴量に基づき該歩行データに含まれる歩行ステップを路面状況に対応付ける形で分類する歩行データ分析手段と、
を備えることを特徴とする路面状況理解システム。

10

【請求項 2】

前記センサデータ収集手段は、前記センサデータを前記タイムスタンプと併せて記録する一方、
前記歩行データ特定手段は、前記タイムスタンプに基づき前記歩行ステップのタイミングを特定し、
該特定されたタイミングに基づき前記歩行データを個々の前記歩行ステップと関連付けた形でセグメント化することを特徴とする請求項 1 記載の路面状況理解システム。

20

【請求項 3】

前記携帯デバイスの測位情報を収集する測位部と、
前記測位部の収集情報を前記タイムスタンプと関連付けて記録する測位データ蓄積部と、
前記測位データ蓄積部の記録情報と、前記歩行データ分析手段の分類結果とに基づき路面状況を把握する位置別路面状況理解手段と、
をさらに備えることを特徴とする請求項 1 または 2 のいずれか 1 項に記載の路面状況理解システム。

30

【請求項 4】

携帯デバイスを用いて実世界の路面状況を理解するシステムの実行する路面状況理解方法であって、
前記携帯デバイスに備え付けられたセンサデバイスのセンサデータを収集し、該収集されたセンサデータを歩行データとして記録するセンサデータ収集ステップと、
前記センサデータ収集ステップで記録した歩行データから人が歩行する際の個々の足の運びを示す歩行ステップを認識する歩行ステップ認識ステップと、
前記歩行ステップ認識ステップで認識された個々の歩行ステップと対応付けられる歩行データを特定する歩行データ特定ステップと、
前記歩行データ特定ステップで特定された歩行データの特徴量を抽出し、抽出された特徴量に基づき該歩行データに含まれる歩行ステップを路面状況に対応付ける形で分類する歩行データ分析ステップと、
を有することを特徴とする路面状況理解方法。

40

【請求項 5】

前記センサデータ収集ステップにおいて、前記センサデータを前記タイムスタンプと併せて記録する一方、
前記歩行データ特定ステップにおいて、前記タイムスタンプに基づき前記歩行ステップのタイミングを特定し、
該特定されたタイミングに基づき前記歩行データを個々の前記歩行ステップと関連付けた形でセグメント化することを特徴とする請求項 4 記載の路面状況理解方法。

50

【請求項 6】

前記携帯デバイスの測位情報を収集し、収集された測位情報を前記タイムスタンプと関連付けて測位データ蓄積部に記録する測位データ収集ステップと、

前記測位データ蓄積部の記録情報と、前記データ分析手順での分類結果とに基づき路面状況を把握する位置別路面状況理解ステップと

をさらに有することを特徴とする請求項 4 または 5 のいずれか 1 項に記載の路面状況理解方法。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の路面状況理解システムとして、コンピュータを機能させることを特徴とする路面状況理解プログラム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えばスマートフォンなどの携帯デバイスを用いて実世界の路面状況を理解（把握）する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

周知のようにスマートフォンなどの携帯デバイスには、数多くのセンサデバイスが組み込まれている。このセンサデバイスを用いて路面状況を理解しようとする取組（手法）を紹介する。

20

【0003】

まず、自動車に設置されたスマートフォンを用いて、路面の段差の有無や道路状況（例えば舗装路・砂利道など）を検知しようとする非特許文献 1, 2 の取組が挙げられる。この取組は、自動車に設置されたスマートフォンの加速度センサの取得情報を元に段差の有無や道路状況を推定し、同時に測定した測位情報とともに関連付けし、どの場所がどのような路面状況であるのかを把握しようとする。

【0004】

つぎに別の取組として、人の持つスマートフォンなどの情報を元に人の行動（立つ・座る・歩行など）を理解しようとする非特許文献 3 の取組が挙げられる。このとき「立つ」・「座る」・「歩行」などの行動の認識だけでは路面状況を把握できないものの、「階段を上がる」, 「階段を下りる」という行動を認識することで、その場所に階段があることを路面状況として認識することが可能となる。

30

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献 1】野村智洋, 牧野友哉, 白石陽 “快適な運転支援のためのスマートフォンを用いた路面状況の推定手法の提案” 情報処理学会第 75 回全国大会, 5 v - 6, 2013

【非特許文献 2】八木浩一 “スマートフォンを活用した路面段差観測手法と東北地方太平洋沖地震後の路面段差分布の調査結果” 第 29 回日本道路会議, 2011

40

【非特許文献 3】Jennifer R.Kwapisz, Gary M.Weiss, Samuel A.Moore “Activity Recognition using Cell Phone Accelerometers”, in Proc.of SensorKDD, 2010

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、非特許文献 1, 2 のように自動車に設置したスマートフォンを用いる手法には、例えば歩道や屋内などの自動車が走ることができない場所については情報を収集することができないという問題があった。

【0007】

この問題については、非特許文献 3 のようにスマートフォンを持つ人の行動を理解する

50

アプローチで解決することは可能と考えられるが、現在の行動認識の取組を活用するには問題がある。

【0008】

すなわち、これまでの行動認識の取組は、図7に示すように、センサデバイスのセンサデータを特定の時間窓の区間に切り出し、時間的に継続した人の行動（例えば10秒間の行動など）を把握しようとする。

【0009】

そうすると、ピンポイントで段差や路面状況を理解するには別の処理が必要と考えられる。あるいは時間的に継続した行動を把握しようとするのは、僅かなタイミングでしか生じない段差を越えたという行動などを把握することはそもそも困難とも考えられる。

10

【0010】

本発明は、このような従来の問題を解決するためになされ、高精度かつピンポイントな路面状況の把握を図ることを解決課題としている。

【課題を解決するための手段】

【0011】

そこで、本発明は、センサデバイスのセンサデータの情報から人が歩行する際の個々の足運びを示す歩行ステップを認識し、さらに該歩行ステップに紐づくセンサデータを特定する。ここで特定された個々のセンサデータに対して、歩行ステップの種別（例えば段差を上る、段差を下る、傾斜を上るなど）を把握する。

20

【0012】

本発明に係る路面状況理解システムは、携帯デバイスに備え付けられたセンサデバイスのセンサデータを収集し、該収集されたセンサデータを歩行データとして記録するセンサデータ収集手段と、前記センサデータ収集手段で記録した歩行データから人が歩行する際の個々の足の運びを示す歩行ステップを認識する歩行ステップ認識手段と、前記歩行ステップ認識手段で認識された個々の歩行ステップと対応付けられる歩行データを特定する歩行データ特定手段と、前記歩行データ特定手段で特定された歩行データの特徴量を抽出し、抽出された特徴量に基づき該歩行データに含まれる歩行ステップを路面状況に対応付ける形で分類する歩行データ分析手段と、を備える。

【0013】

本発明に係る路面状況理解方法は、携帯デバイスに備え付けられたセンサデバイスのセンサデータを収集し、該収集されたセンサデータを歩行データとして記録するセンサデータ収集ステップと、前記センサデータ収集ステップで記録した歩行データから人が歩行する際の個々の足の運びを示す歩行ステップを認識する歩行ステップ認識ステップと、前記歩行ステップ認識ステップで認識された個々の歩行ステップと対応付けられる歩行データを特定する歩行データ特定ステップと、前記歩行データ特定ステップで特定された歩行データの特徴量を抽出し、抽出された特徴量に基づき該歩行データに含まれる歩行ステップを路面状況に対応付ける形で分類する歩行データ分析ステップと、を有する。

30

【0014】

なお、本発明は、前記路面状況理解システムとしてコンピュータを機能させるプログラムの態様としてもよい。このプログラムは、ネットワークや記録媒体などを通じて提供することができる。

40

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、高精度かつピンポイントに路面状況を把握することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の実施形態に係る路面状況理解システムの機能構成図。

【図2】同 処理フロー図。

【図3】同 歩行ステップ認識の一例を示す図。

【図4】同 歩行データ蓄積部のデータ例。

50

【図5】同 歩行データ分析結果蓄積部のデータ例。

【図6】同 測位データ蓄積部のデータ例。

【図7】非特許文献3の認識対象の時間窓の例。

【発明を実施するための形態】

【0017】

システム構成例

図1に基づき本発明の実施形態に係る路面状況理解システムの機能構成例を説明する。この路面状況理解システム10は、複数の携帯デバイス100と、該各携帯デバイス100とインターネット経由でデータ送受信可能に接続された情報処理装置90とを主体に構成されている。

10

【0018】

この携帯デバイス100は、例えばスマートフォンなどの所持可能な携帯端末であればよい。具体的には携帯デバイス100は、歩行に関わる各種センサの出力情報（センサデータ）を歩行データとして取得する歩行データ収集部110と、携帯デバイス100の測位情報（位置情報）を取得する測位部120と、該両者110, 120の取得情報を記憶可能な記憶領域とを備える。この記憶領域101は、携帯デバイス100のストレージに構築されている。

【0019】

情報処理装置90は、コンピュータにより構成され、通常のコピュータのハードウェアリソース、例えばCPU, 主記憶装置（RAM, ROMなど）、補助記憶装置（HDD

20

やSSDなど）を備える。

【0020】

このハードウェアリソースとソフトウェアリソースとの協働の結果、情報処理装置90は、歩行データ蓄積部130, 歩行ステップ認識部140, 歩行データセグメント化部150, ステップ分析部160, 歩行データ分析結果蓄積部170, 測位データ蓄積部180, 位置別路面状況理解部190を実装する。

【0021】

ここでは前記各蓄積部130, 170, 180は、前記記憶装置に構築されているものとする。この蓄積部130, 180には、携帯デバイス100から送信された前記各部110, 120の収集データが蓄積される。この両蓄積データに基づき路面状況を理解（把握）する処理が実行される。

30

【0022】

なお、情報処理装置90は、単一のコンピュータにより構成してもよく、あるいはコンピュータ群に前記各部130~190を分散して構成してもよい。

【0023】

処理内容

図2に基づき路面状況理解システム10の処理内容を説明する。

【0024】

S01: ユーザの携帯デバイス100の操作もしくは携帯デバイス100を所持したユーザの歩行などの自動検知を起点に処理が開始される。このとき歩行データ収集部110で各種センサのセンサデータを収集し、また測位部120で測位情報を収集する。

40

【0025】

この歩行データ収集部110と測位部120とは、共に携帯デバイス100に組み込まれたハードウェアもしくはソフトウェアとして実現されている。この歩行データ収集部110は、動きを検知する慣性センサであればよく、例えば加速度センサ, ジャイロセンサ（角速度センサ）, 歩行検知センサなどのセンサデバイスを用いることができ、これらのセンサデバイスのセンサデータを歩行データとして収集する。

【0026】

また、測位部120は、GPSなどの衛星電波を用いた測位手段や「Wi-Fi」電波を用いた測位手段やそれらの組み合わせなどで実現され、これらにより測位情報（位置情

50

報)が収集される。

【0027】

S02:携帯デバイス100は、S01で収集された歩行データをタイムスタンプおよび識別情報と結び付ける。すなわち、前記センサの出力するセンサデータ、即ち歩行データはタイムスタンプおよび識別情報と関連付けられ、その際の識別情報としては例えば携帯デバイス100の端末IDを用いることができる。

【0028】

ここで関連付けられた歩行データは、必要に応じて記憶領域101に記憶され、携帯デバイス100の通信機能により情報処理装置90に送信される。このとき情報処理装置90の受信した情報は、歩行データ蓄積部130に記録されて蓄積される。図3に基づき一例を説明すれば、歩行データ蓄積部130には端末ID毎にタイムスタンプの情報と、加速度センサX~Zの情報(図3中の加速度X~Z)と、ジャイロセンサX~Zの情報(同ジャイロX~Z)が記録されている。

10

【0029】

S03:携帯デバイス100は、S01で取得した測位情報をタイムスタンプおよび識別情報と結び付ける。すなわち、測位部120の測位情報は、タイムスタンプおよび識別情報と関連付けられ、その際の識別情報としてはS02と同じく携帯デバイス100の端末IDを用いることができる。

【0030】

ここで関連付けられた測位情報は、必要に応じて記憶領域101に記憶され、携帯デバイス100の通信機能により情報処理装置90に送信される。このとき情報処理装置90の受信した情報は、測位データ蓄積部180に記録されて蓄積される。図4に基づき一例を説明すれば、測位データ蓄積部180には端末ID毎にタイムスタンプの情報・緯度情報・経度情報が記録されている。

20

【0031】

この図4のデータ例は、屋外を想定しているため、測位情報として緯度と経度の情報が記録されている。一方、屋内の測位情報としては、例えば施設名や施設内部での場所を示す情報を記録することができる。

【0032】

S04:歩行ステップ認識部140は、歩行データ蓄積部130から連続的な歩行に関わる歩行データを取得する。ここで取得された歩行データから人の歩の歩みに相当する歩行ステップが発生したタイムスタンプを特定する。

30

【0033】

その際、歩行データを分析して歩行する際の個々の足の運びである歩行ステップを認識する。この認識の一例としては、図5に示すように、前記歩行データ中のセンサデータのピークが起こる間隔を特定して歩行ステップを認識する方法や、携帯デバイス100に備え付けられている図示省略の歩行認識センサから得られる情報を元に歩行ステップを認識する方法などでよい。

【0034】

このように認識された歩行ステップが発生したタイムスタンプを特定し、特定されたタイムスタンプをその歩行データと併せて歩行データセグメント部150に送る。

40

【0035】

S05:歩行データセグメント化部150は、S04で送られた歩行データに基づき個々の歩行ステップと対応付けられる歩行データを特定する。すなわち、S04で送られたタイムスタンプから歩行ステップのタイミングを特定し、該特定されたタイミングと歩行データとを元に、歩行データを歩行ステップと関連付けた形でセグメント化する。

【0036】

例えば歩行ステップが認識されたタイムスタンプを開始点として、次の歩行ステップが認識されたタイムスタンプを終了点として、その区間の歩行データを一つのセグメントとする。このセグメントを歩行ステップに関連づく歩行データとみなし、これをセグメント

50

化された歩行データとする。

【0037】

その他に歩行データを分析して得られるデータの周期性を元に、歩行データをセグメント化し、該セグメントに内包するタイムスタンプの歩行ステップと関連付けることなどできる。また、非特許文献3の移動窓を用いて個々の歩行ステップに対応する歩行データを複数用意することも考えられる。

【0038】

さらに携帯デバイス100の配置場所によっては、右足と左足の歩行ステップでセンサ情報、即ち歩行データに違いがみられる場合も想定される。その場合には2ステップ毎に歩行データをセグメント化することも考えられる。なお、セグメント化された歩行データはステップ分析部160に送られる。

10

【0039】

S06：ステップ分析部160は、S05のセグメント化された歩行データを路面状況に対応する形の分類体系に分類する。例えばセグメントとして区切られた個々の歩行データが、平地を歩いたもの、傾斜面を歩いたもの、段差を歩いたものなどの路面状況に対応付ける形で分類する。

【0040】

このときS05のセグメント化された歩行データを特徴づける特徴量を抽出し、ルールベースもしくは教師あり学習の枠組みで分類を行う。この特徴量としては、例えば

- (1) 方向別加速度の平均値，標準偏差
 - (2) 全体的な加速度の大きさ
 - (3) 前後の加速度ピークとの間隔
- を利用することができる。

20

【0041】

この分類結果は、携帯デバイス100の端末IDと併せて歩行分析結果蓄積部170に出力される。この歩行分析結果蓄積部170には、歩行データを識別するための識別データと、該データに対する分析結果とが記録される。

【0042】

図6に基づき一例を説明すれば、識別データとしては歩行データ(センサデータ)を取得した携帯デバイス100の端末IDと、該歩行データ取得時のタイムスタンプの開始点および終了点が記録される。また、分析結果としては、ステップ分析部160の分類結果「段差あり，平地，段差下りなど」が記録される。

30

【0043】

S07：位置別路面状況理解部190は、問い合わせに応じて歩行データ分析結果蓄積部170の蓄積データと測位データ蓄積部180の蓄積データとを統合し、場所ごとの路面状況を求めて出力する。ここでは前記両蓄積部170，180の蓄積データを組み合わせ、どの場所がどのような路面状況であるかを把握し集計する。

【0044】

例えばバッチ処理を行うことで路面状況を把握できる路面状況付き地図を生成することができる。また、オンライン処理により今後進む予定の方向の路面状況を特定し、特定された路面状況をユーザに携帯デバイス100を通じて提示することもできる。

40

【0045】

その結果、路面状況理解システム10によれば、スマートフォンなど携帯デバイス100のセンサデータを活用して段差の有無などの路面状況を高精度かつピンポイントに特定し、ユーザに提示することができる。

【0046】

このとき測位データ蓄積部180の蓄積データを併せて活用しているため、何処にどのような路面状況が存在するかという地理的情報を組み合わせた路面状況の特定が可能となっている。

【0047】

50

したがって、路面状況の調査において、派遣型の現地調査を行わずとも、車いすなどが通ることが困難な段差や階段の存在を把握することができる。これによりバリアフリーな経路のナビゲーションなどハンディキャップを持ったユーザが快適に移動可能なナビゲーションサービスの実現に貢献することができる。

【0048】

その他、プログラム等

本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、各請求項に記載された範囲内で変形して実施することができる。例えば情報処理装置90の各部130～190の一部もしくは全部として、コンピュータを機能させるプログラムとして構成することもできる。

【0049】

このプログラムによれば、S01～S07の一部あるいは全部をコンピュータに実行させることが可能となる。このプログラムは、Webサイトや電子メールなどネットワークを通じて提供することができる。また、前記プログラムは、CD-ROM、DVD-ROM、CD-R、CD-RW、DVD-R、DVD-RW、MO、HDD、BD-ROM、BD-R、BD-REなどの記録媒体に記録して、保存・配布することも可能である。この記録媒体は、記録媒体駆動装置を利用して読み出され、そのプログラムコード自体が前記実施形態の処理を実現するので、該記録媒体も本発明を構成する。

【符号の説明】

【0050】

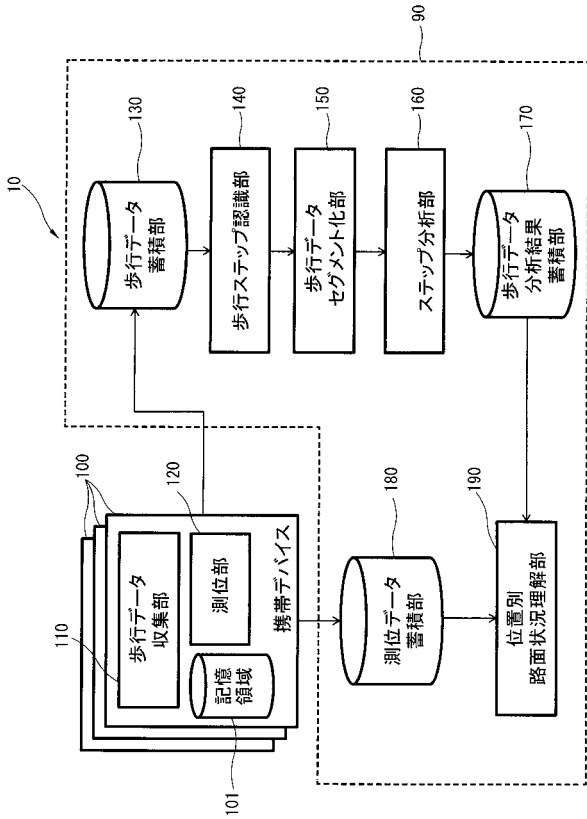
- 10 ... 路面状況理解システム
- 90 ... 情報処理装置
- 100 ... 携帯デバイス
- 101 ... 記憶領域
- 110 ... 歩行データ収集部（歩行データ収集手段）
- 120 ... 測位部
- 130 ... 歩行データ蓄積部
- 140 ... 歩行ステップ認識部（歩行ステップ認識手段）
- 150 ... 歩行データセグメント化部（歩行データ特定手段）
- 160 ... 歩行ステップ分析部（歩行データ分析手段）
- 170 ... 歩行データ分析結果蓄積部
- 180 ... 測位データ蓄積部
- 190 ... 位置別路面状況理解部（位置別路面状況理解手段）

10

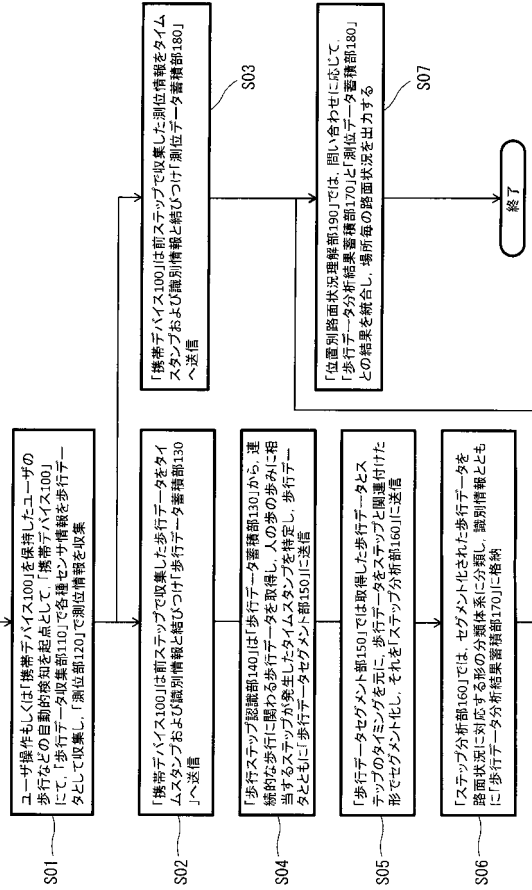
20

30

【図 1】



【図 2】



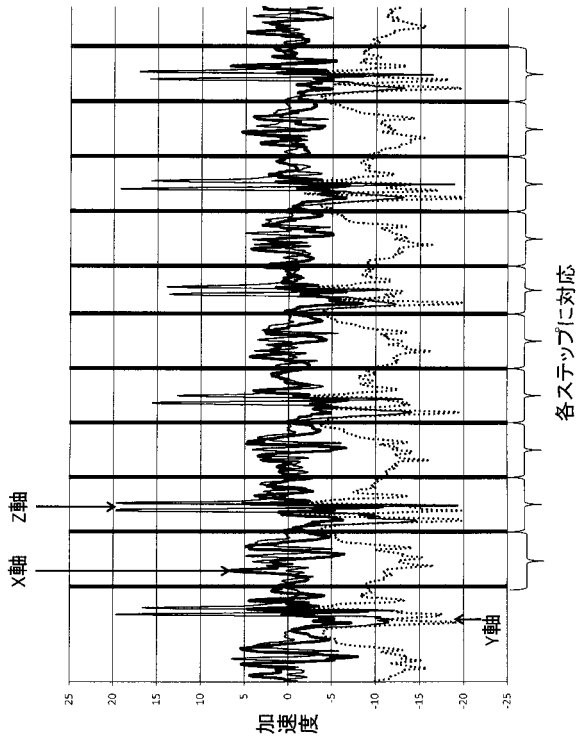
【図 3】

端末ID	タイムスタンプ	加速度X	加速度Y	加速度Z	ジャイロ X	ジャイロ Y	ジャイロ Z
AAA	001	123	234	312	567	555	655
AAA	002	234	334	4345	467	546	646
BBB	001	131	252	353	760	976	767
...							

【図 4】

端末ID	タイムスタンプ	緯度	経度
AAA	001	123	234
AAA	002	234	334
BBB	001	131	252
...			

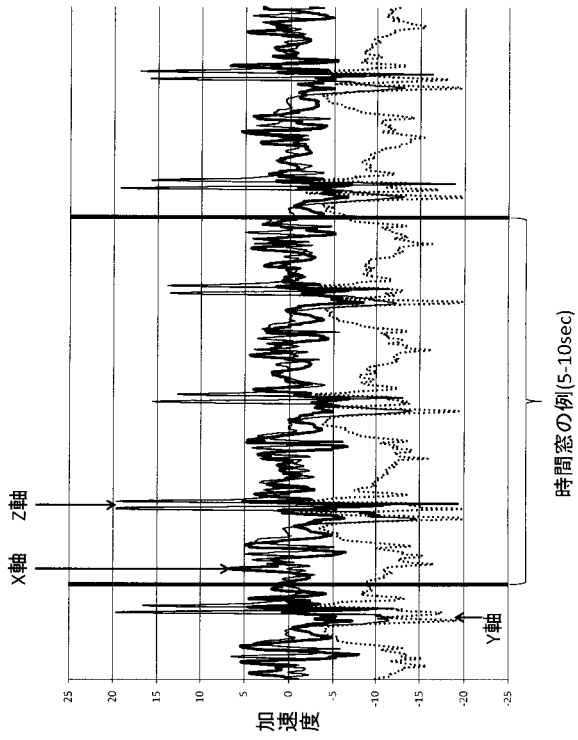
【 図 5 】



【 図 6 】

端末ID	タイムスタンプ 開始点	タイムスタンプ 終了点	分析結果
AAA	001	010	段差上り
AAA	010	030	平地
...
BBB	001	131	段差下り
...

【 図 7 】



フロントページの続き

- (72)発明者 羽田野 真由美
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
- (72)発明者 小池 義昌
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
- Fターム(参考) 2D053 AA31 AB09 FA02