

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年9月28日(28.09.2017)

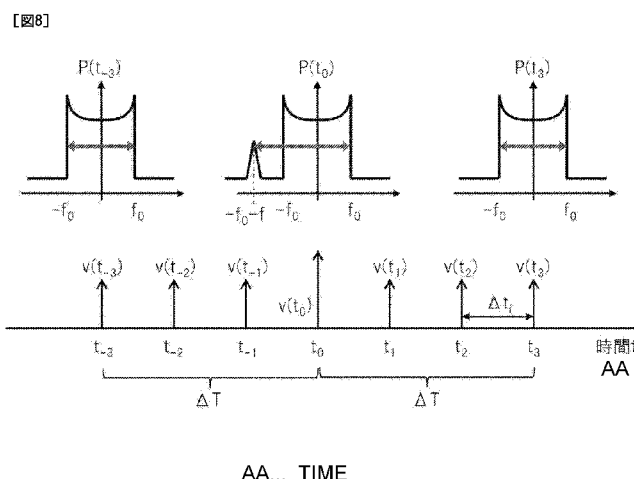


(10) 国際公開番号
WO 2017/163989 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 11/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/010028
- (22) 国際出願日: 2017年3月13日(13.03.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-060850 2016年3月24日(24.03.2016) JP
- (71) 出願人: ソフトバンク株式会社 (SOFTBANK CORP.) [JP/JP]; 〒1057317 東京都港区東新橋一丁目9番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: マイティ ソウラブ (MAITI, Sourabh); 〒1057317 東京都港区東新橋一丁目9番1号 ソフトバンク株式会社内 Tokyo (JP). 藤井 輝也 (FUJII, Teruya); 〒1057317 東京都港区東新橋一丁目9番1号 ソフトバンク株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 青木 篤, 外 (AOKI, Atsushi et al.); 〒1058423 東京都港区虎ノ門三丁目5番1号 虎ノ門37森ビル青和特許法律事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: TERMINAL SPEED ESTIMATION METHOD USING DOPPLER SPECTRUM

(54) 発明の名称: ドップラースペクトルを用いた端末速度推定方法



(57) Abstract: Provided is a moving speed estimation method that detects the occurrence of Doppler spectrum components that are from peripheral moving scatterers. A moving speed estimation method that includes: a step for calculating a Doppler spectrum; a step for calculating a maximum Doppler frequency; a step for determining a first moving speed for a terminal from the maximum Doppler frequency; and a step for comparing the first moving speed with a second moving speed for the terminal that was determined a prescribed amount of time earlier and, when the first moving speed is at or below the product of the second moving speed and a first coefficient, for determining the first moving speed to be a present moving speed.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/163989 A1



周辺移動散乱体によるドップラースペクトル成分の発生を検知する移動速度推定方法を提供する。移動速度の推定方法は、ドップラースペクトルを算出するステップと、最大ドップラー周波数を算出するステップと、最大ドップラー周波数から端末の第1の移動速度を決定するステップと、第1の移動速度と所定時間前に決定された端末の第2の移動速度とを比較し、第1の移動速度が、第2の移動速度に第1の係数を掛けた値以下の場合、第1の移動速度を現在時間の移動速度と決定するステップと、を有する。

明 細 書

発明の名称： ドップラースペクトルを用いた端末速度推定方法 技術分野

[0001] 本発明は、無線通信システムにおけるドップラースペクトルを用いた端末の速度推定方法に関し、特に、現在時刻と前後時間の速度推定値との比較結果から信頼性の確認を行う端末の速度推定方法に関する。

背景技術

[0002] 無線通信システムは、ユーザによる無線通信の多様な利用を想定し、低データレート通信から高データレート通信、静止画から動画ストリーミング伝送、静止状態や歩行状態での利用から高速移動状態での利用、あるいは屋内での使用から屋外での使用など様々な形態による無線通信サービスを提供している。

[0003] 無線通信システムを提供する事業者は、このような利用形態に加え、都市部や農村部などサービスを提供する場所、サービスを利用するユーザの人口分布やデータ量（トラフィック密度）など、様々な条件を考慮したシステム構築を行っている。システム構築の一環として、事業者は、どのような場所や時間においても、ユーザが遅滞なく無線通信システムに接続することができ、満足するサービスの提供を受けられるように、利用形態やトラフィック密度を考慮して基地局（またはセル）の配置設計を行う。

[0004] しかし、利用形態の更なる多様化やトラフィック量の増加に伴い、平面的なセル配置では、十分なサービスを提供することは困難となる。このため、複数の種類のセルを組み合わせることにより、多様な利用形態やトラフィック特性に合致したサービスを提供するオーバーレイセル構成の構築が進められている。オーバーレイセル構成の1つの例において、セルサイズの大きいマクロセル内にセルサイズの小さい極小セルを重畳（オーバーレイ）させる。極小セルは、マイクロセル、ピコセル、フェムトセルなどである。このような極小セルは、マクロセル内のトラフィック密度が高い場所、高データレ

ート通信が想定される場所、マクロセル基地局からの電波受信が困難な場所等に設置される。

[0005] オーバーレイセル構成において、周波数利用効率を向上させるため、あるいは、ハンドオーバの頻度を抑制するために、端末の移動速度に応じて、マクロセルと極小セルの階層を適切に選択する階層選択制御が必要となる。

[0006] 移動速度が速い端末は、マクロセルのみに接続し、極小セルには接続されないようにする。一方、移動速度の遅い端末は、極小セル内にある場合は極小セルと接続し、極小セルが重畳されていない場所では、マクロセルと接続する。このような階層選択制御により、高速移動中の端末が極小セルに頻繁にハンドオーバすることを防止して、ハンドオーバの制御シグナリングの増加やハンドオーバ増加に伴う通信断を減らすことができる。また、低速移動の端末が極小セルに接続することで、送信電力が抑制されて、システム内の干渉電力を減らすことができる。

[0007] 階層選択制御を適切に実行するためには、端末の移動速度を正確に測定し、その移動速度に基づいて、マクロセル又は極小セルに接続させることが重要である。

[0008] 端末の移動速度を推定する方法の1つとして、ドップラースペクトルを利用する方法がある（非特許文献1）。ここでドップラースペクトルとは、伝搬路応答の時間変動をフーリエ変換した結果得られる周波数軸（ドップラー周波数シフト）上の電力波形である。端末と基地局間の無線伝搬環境が電波の到来方向分布が一様である全周散乱モデルと見なせる場合、ドップラースペクトルは、最大ドップラー周波数においてピークを示す。このため、スペクトルのピークを検出することにより、最大ドップラー周波数を測定することができ、最大ドップラー周波数から端末の移動速度を算出することができる。

先行技術文献

非特許文献

[0009] 非特許文献1：G-H. Park, D. Hong and C-E. Kang, 「A New Doppler Spread

Estimation Using FFT」 IEICE Trans. Commun., vol.E86-B, No.9, pp.279 9-2803, Sept. 2003.

非特許文献2：マイティ、星野、三上、「最大ドップラー周波数検出に基づく
端末移動速度推定アルゴリズムの見通し外伝搬環境における屋外実験評価」、
2015年電子情報通信学会ソサイエティ大会、2015年9月。

非特許文献3：マイティ、星野、三上、「最大ドップラー周波数検出に基づく
端末高速・低速移動判定アルゴリズムの屋外実験評価」、2016年電子情報通
信学会総合大会、2016年3月。

発明の概要

[0010] 端末が自動車内にあり、その端末搭載自動車が一般道路や高速道路を走行すると、対向車や同方向車などの自動車が端末搭載自動車の近傍を走行する。このような対向車や同方向車は、端末から送信される電波、あるいは端末で受信される電波を散乱させる。このような自動車を周辺移動散乱体とする。周辺移動散乱体の存在により、ドップラースペクトルの算出において、端末単体によるドップラースペクトルとは異なるドップラースペクトル成分が発生する。この異なるドップラースペクトル成分は、端末単体によるドップラースペクトルより低い周波数成分または高いスペクトル周波数成分を有している。また、通常は、端末単体によるドップラースペクトルの電力より小さい電力となる。対向車による速度推定値への影響が確認されている文献として、非特許文献2、非特許文献3を挙げる。

[0011] 端末のドップラースペクトル検出において、周辺移動散乱体によるドップラースペクトル成分を有効成分として検出してしまうと、端末単体によるドップラースペクトルより広いスペクトルとなり、最大ドップラー周波数が高くなってしまう。このため、周辺移動散乱体が存在すると、端末の移動速度が実際より早い速度として推定される可能性がある。

[0012] 端末のドップラースペクトルを算出し、算出されたドップラースペクトルから端末の移動速度を推定する方法において、現在時刻で算出された移動速度と現在時刻の前後の時刻において算出された移動速度を比較することによ

り、現在時刻の移動速度に周辺移動散乱体による影響があるか否かを判定し、より正確な端末の移動速度を推定することができる。

[0013] 本発明は、ドップラースペクトルを用いた端末の移動速度推定において、周辺移動散乱体によるドップラースペクトル成分が存在する場合においても、周辺移動散乱体によるドップラースペクトル成分の発生と、端末の加速又は減速に伴うドップラースペクトルの変動を区別し、正確な移動速度推定を行う移動速度推定方法を提供することを目的とする。

[0014] 端末の移動速度を推定する方法は、参照信号を受信するステップと、前記受信した参照信号から、伝搬路の時間変動データを作成するステップと、前記伝搬路の時間変動データにFFTを掛けるステップと、前記FFTの出力からドップラースペクトルを算出するステップと、前記ドップラースペクトルに対するしきい値を設定し、前記ドップラースペクトルの成分のうち、前記しきい値以上となる有効成分を選択するステップと、前記有効成分のうち、最も高い周波数の成分の第1の周波数を検出するステップと、前記有効成分のうち、最も低い周波数の成分の第2の周波数を検出するステップと、前記第1の周波数と前記第2の周波数の差分からドップラースペクトル幅を算出するステップと、前記ドップラースペクトル幅から最大ドップラー周波数を検出するステップと、前記最大ドップラー周波数から端末の第1の移動速度を決定するステップと、前記第1の移動速度と所定時間前に決定された前記端末の第2の移動速度とを比較し、前記第1の移動速度が、前記第2の移動速度に第1の係数を掛けた値以下の場合、前記第1の移動速度を現在時間の移動速度と決定するステップと、を有する。

[0015] 移動速度推定方法において、周辺移動散乱体によるドップラースペクトル成分を検出し、端末の加速又は減速に伴うドップラースペクトルの変動と区別することにより、端末の移動速度を正確に推定することができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]ドップラースペクトルの例を示す図である。

[図2]最大ドップラー周波数の検出方法を説明する図である。

[図3]ドップラースペクトルへのしきい値の適用を説明する図である。

[図4]最大ドップラー周波数の推定方法のフローチャートを示す図である。

[図5]周辺移動散乱体によるドップラースペクトル成分を示す図である。

[図6]端末搭載車と対向車との関係を示す図である。

[図7]周辺移動散乱体によるドップラースペクトル成分の変動を示す図である。

[図8]本発明による周辺移動散乱体によるドップラースペクトル成分の検出方法を説明する図である。

[図9]本発明による周辺移動散乱体によるドップラースペクトル成分の検出方法のフローチャートを示す図である。

[図10]本発明による装置構成の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下図面を参照して、ドップラースペクトルを用いた端末の速度推定方法について説明する。しかしながら、本発明が、図面又は以下に記載される実施形態に限定されるものではないことを理解されたい。

[0018] 図1にドップラースペクトルの例を示す。この例は、無線伝搬環境が全周散乱モデルとみなせる理想的な場合を表している。図において、横軸は周波数を表し、縦軸は相対電力を表す。ただし、図1ではベースバンド帯域に変換した後の処理結果を示しているため、実際には横軸の周波数0 Hzがキャリア周波数に対応することに注意が必要である。以降のドップラースペクトルの図においても横軸の周波数の定義は図1と同様である。この例において、最大ドップラー周波数は、100 Hzであり、ドップラースペクトルの周波数100 Hz及び-100 Hzにおいて、高い電力の成分が生じている。このように、受信信号の伝搬路変動を用いて算出されたドップラースペクトルから、電力の高い成分の周波数を検出することで、最大ドップラー周波数を推定することができる。

[0019] 図2は、ドップラースペクトルから最大ドップラー周波数を算出する方法を簡単に説明した図である。周波数の負側において、最大電力が得られる周

波数を $f(1)$ とし、正側において、最大電力が得られる周波数を $f(2)$ とする。理想的なフェージング環境下においては、 $f(1)$ と $f(2)$ の間でU字型のスペクトルを示し、 $f(1)$ と $f(2)$ は、同じ周波数絶対値を示す。この周波数絶対値が最大ドップラー周波数 f_D となる。即ち、 $f(1)=-f_D$ であり、 $f(2)=f_D$ となる。そして、 $f(1)$ と $f(2)$ の間の周波数がドップラースペクトル幅となる。

[0020] 最大ドップラー周波数 f_D が得られると、端末の移動速度 v は、 $f_D \times \lambda$ で算出することができる。ここで、 λ は、キャリア周波数の波長である。

[0021] ドップラースペクトルから最大ドップラー周波数を検出する方法が幾つか考えられる。以下に、ドップラースペクトルに対して固定のしきい値を設定し、しきい値以上となる有効成分について、そのうちの最大周波数の成分と最小周波数の成分から最大ドップラー周波数を算出する方法を説明する。

[0022] 図3は、ドップラースペクトルにおけるしきい値の設定の一例を示した図である。ここでは、雑音電力 N_0 [dBm]を算出し、更に、 ΔN [dB]を加算した値をしきい値とする。図3に示されるように、 $N_0 + \Delta N$ [dBm]をしきい値とすることで、ドップラースペクトルの外側の雑音成分を除外することができる。そして、しきい値以上となる有効成分は、直接波成分など幾つかの電力が高い成分を含む。これらの有効成分の中から、最大の周波数を持つ成分（即ち、図3の「A」で示される100 Hzの成分）と最小周波数を持つ成分（即ち、図3の「B」で示される-100 Hzの成分）を選択することで、最大ドップラー周波数を決定することができる。

[0023] 図4は、最大ドップラー周波数算出の方法を示すフローチャートである。S10において、無線接続している基地局または端末から参照信号を受信する。ここで、参照信号としたが、システムにより、パイロット信号やビーコンなどとも呼ばれ、伝搬路推定に使用される既知の信号である。S11において、受信した参照信号をベースバンド信号に変換し、復調した後、受信電力を測定することにより、受信信号の伝搬路の時間変動データを作成する。伝搬路の時間変動データは、一定区間毎にバッファに格納される。

[0024] 受信信号は、端末の移動速度に比例して変動するため、受信信号の伝搬路

変動をフーリエ変換することにより、ドップラースペクトルが得られる。S12において、一定区間毎に格納された伝搬路の時間変動データに高速フーリエ変換（FFT）を掛ける。ここで、一定区間は、FFTのポイント数に相当する。S13において、FFTの出力からドップラースペクトルが算出される。

[0025] S14において、スペクトルのしきい値を設定し、しきい値以上となる有効成分を検出する。S15において、有効成分の中から最大周波数を持つ有効成分 $E_{f_{max}}$ を選択し、その周波数 $f(E_{f_{max}})$ を検出する。S16において、有効成分の中から最小周波数を持つ有効成分 $E_{f_{min}}$ を選択し、その周波数 $f(E_{f_{min}})$ を検出する。

[0026] S17において、検出された2つの周波数を用いて、最大ドップラー周波数を算出する。ここでは、2つの周波数 $f(E_{f_{max}})$ と周波数 $f(E_{f_{min}})$ からドップラースペクトル幅を算出し、その半値を最大ドップラー周波数 f_D とすることができる。即ち、 $f_D = (f(E_{f_{max}}) - f(E_{f_{min}})) / 2$ とする。

[0027] このように、しきい値を設定し、しきい値以上となる有効成分を抽出することで、雑音成分によるスペクトルを除外して、受信信号によるスペクトルのみを選択することができる。さらに、適切なしきい値を設けることで、雑音成分による誤検出を抑制し、より正確な最大ドップラー周波数を推定することができる。

[0028] 上記例において、しきい値を雑音電力 N_0 に ΔN を加算した値に設定したが、これに限定されるものではない。例えば、測定されるSNRなどの無線伝搬状況に応じて、しきい値を可変とすることも可能である。

[0029] また、周波数 $f(E_{f_{max}})$ と周波数 $f(E_{f_{min}})$ とのうち、絶対値の大きい方を最大ドップラー周波数 f_D とする方法もある。即ち、 $f_D = \max(|f(E_{f_{max}})|, |f(E_{f_{min}})|)$ とする。

[0030] 次に、周辺移動散乱体によるドップラースペクトル算出への影響とその検知方法について説明する。端末搭載自動車は、一般道路や高速道路を走行する際、対向車や同方向車が存在する。このように端末搭載自動車周辺を移動する車両体（周辺移動散乱体）は、端末から出力される電波、または端末で受信される電波を散乱させる。

- [0031] 周辺移動散乱体が存在すると、端末のドップラースペクトル検出において、端末単体によるドップラースペクトルとは別に、周辺移動散乱体によるドップラースペクトル成分が発生する。簡単な例を図5に示す。端末単体によるドップラースペクトルは、端末の移動速度に応じた最大ドップラー周波数 f_0 と $-f_0$ により示される。この端末単体によるドップラースペクトルより高い周波数位置(f_1)において、周辺移動散乱体によるドップラースペクトル成分が発生している。このドップラースペクトル成分の電力は、通常、端末単体によるドップラースペクトルの電力より小さくなる。
- [0032] しかし、周辺移動散乱体によるドップラースペクトル成分を端末のドップラースペクトルの有効成分として検出してしまうと、ドップラースペクトル幅は、 $-f_0 \sim f_1$ となり、本来のドップラースペクトル幅より広く検出される。図4に示すフローチャートに従い、最大ドップラー周波数を算出すると、ドップラースペクトル幅の半値は $(f_1 + f_0)/2$ となり、実際の最大ドップラー周波数より大きくなる。また、最大周波数と最小周波数の絶対値の大きい方から最大ドップラー周波数を算出しても最大ドップラー周波数は f_1 となる。
- [0033] 図6に端末が搭載される自動車Aと対向車Bの関係を簡単に示す。対向車Bが周辺移動散乱体となる。自動車Aは速度 v_0 で走行し、その最大ドップラー周波数は f_0 とする。一方、対向車Bは速度 v で走行し、その最大ドップラー周波数は f とする。また、時刻 t における自動車Aと対向車Bとがなす角度を $\theta(t)$ とすると、自動車Aと対向車Bの相対速度 v_1 は、 $v_1 = v_0 + 2v \times \cos \theta(t)$ となる。このため、対向車Bによるドップラースペクトル成分の周波数 f_1 は、 $f_1 = f_0 + 2f \times \cos \theta(t)$ となる。
- [0034] 対向車Bが自動車Aに近づくと、角度 $\theta(t)$ が 90° に近づくため、対向車Bによるドップラースペクトル成分の周波数 f_1 は、 f_0 に近づく。即ち、図7に示されるように、対向車Bによるドップラースペクトル成分は、自動車A単体によるドップラースペクトルより高い周波数位置に現れ、両者が接近するに従い、自動車A単体によるドップラースペクトルの中心に近づく。
- [0035] 対向車Bが自動車Aの横を通り、離れると、対向車Bによるドップラース

ペクトル成分の周波数 f_1 は、 $f_1 = -f_0 - 2f \times \cos \theta(t)$ となり、自動車A単体によるドップラースペクトルより低い周波数位置に移動する。

[0036] 周辺移動散乱体と同方向車の場合も同様に考えることができる。同方向車の速度が自動車Aの速度より速く、自動車Aを追い抜いて行く場合、同方向車によるドップラースペクトル成分は、自動車A単体によるドップラースペクトルより高い周波数位置で発生し、追い抜いた後、低い周波数位置に移動する。

[0037] 更に、自動車Aの近傍に対向車や同方向車が複数存在する場合、自動車A単体によるドップラースペクトルの片外側または両外側に複数のドップラースペクトル成分が出現することも考えられる。以下に示す本発明による速度推定方法は、このように複数のドップラースペクトル成分が存在している場合においても正確に速度推定を行うことができる。

[0038] 上記のように周辺移動散乱体によるドップラースペクトル成分が存在すると、端末のドップラースペクトルの正確な検出を妨げることになる。周辺移動散乱体によるドップラースペクトル成分を検出し、端末のドップラースペクトルと区別することで、端末単体によるドップラースペクトルを算出し、正確な速度推定を行うことができる。

[0039] 本発明の1つの実施例における周辺移動散乱体によるドップラースペクトル成分の検出方法を説明する。

[0040] 図8は、端末の移動速度の推定を行う時間と、その時のドップラースペクトルの例を示す図である。移動速度の推定は、時間... t_{-3} 、 t_{-2} 、 t_{-1} 、 t_0 、 t_1 、 t_2 、 t_3 ... において行われるとする。その時間間隔 Δt_i はシステムや端末により設定される。

[0041] 現在時刻 t_0 において算出されるドップラースペクトル $P(t_0)$ は、端末単体のみによるドップラースペクトルであるか、端末単体のドップラースペクトルと周辺移動散乱体によるドップラースペクトル成分とが混在したスペクトルであるかの区別はできない。このため、ドップラースペクトル幅から算出される現在時刻 t_0 における速度推定値 $v(t_0)$ が、実際の速度を表すものであるか

の信頼性を確認する。

[0042] 現在時刻 t_0 における速度推定値 $v(t_0)$ の信頼性を確認するために、 ΔT 前の速度推定値 $v(t_{-\Delta T})$ との比較を行う。即ち、時間 $t_{-\Delta T}$ と t_0 との間で、ドップラースペクトル幅に大きな変動があり、速度推定値に影響が生じたかを判定する。 ΔT は任意に設定することができる。速度推定値の比較においては、速度推定時の誤差や実際の移動速度の若干の変化を考慮し、現在時刻 t_0 における速度推定値 $v(t_0)$ が、 ΔT 前の速度推定値 $v(t_{-\Delta T})$ に係数 α で重み付けした速度より大きくなるかを調査する。即ち、 $v(t_0) > \alpha \times v(t_{-\Delta T})$ となるかを判定する。 α は、1.3程度を想定するが、これに制限されるものではない。

[0043] $v(t_0)$ が $\alpha \times v(t_{-\Delta T})$ 以下となる場合、時刻 $t_{-\Delta T} \sim t_0$ において、次の例が想定される。

1. 周辺移動散乱体がなく、車の速度が維持されている、又は若干速くなっているが、重み付け係数 α の範囲内である。
2. 周辺移動散乱体がなく、車が減速中である。
3. 時刻 t_0 において周辺移動散乱体によるドップラースペクトル成分が存在するが、重み付け係数 α の範囲内である。
4. 時刻 $t_{-\Delta T}$ において周辺移動散乱体によるドップラースペクトル成分が存在していたが、時刻 t_0 において周辺移動散乱体が存在しない。

[0044] $v(t_0)$ が $\alpha \times v(t_{-\Delta T})$ 以下となる場合、速度推定値 $v(t_0)$ の信頼性があると判断され、時刻 t_0 の速度推定値として $v(t_0)$ がそのまま使用される。

[0045] 一方、 $v(t_0)$ が $\alpha \times v(t_{-\Delta T})$ を超える場合、時刻 $t_{-\Delta T} \sim t_0$ において、次の例が想定される。

1. 周辺移動散乱体がなく、車が加速中である。
2. 時刻 $t_{-\Delta T}$ において周辺移動散乱体がなく、時刻 t_0 において周辺移動散乱体によるドップラースペクトル成分が発生している。

[0046] 図8の例では、現在時刻 t_0 におけるドップラースペクトル $P(t_0)$ には、端末単体のドップラースペクトルに加え、周波数の低い側に周辺移動散乱体によるドップラースペクトル成分が存在している。このため、算出されるドップ

ラースペクトル幅は、実際の端末単体のドップラースペクトル幅に比べ広くなり、移動速度の推定値 $v(t_0)$ も実際より高くなる。

[0047] 図8では、時刻 t_{-3} を現在時刻の ΔT 前としている。時刻 t_{-3} において算出されたドップラースペクトル $P(t_{-3})$ は、端末単体のドップラースペクトルのみを含んでいる。このため、現在時刻 t_0 において検出されたドップラースペクトル幅は、時刻 t_{-3} において検出されたドップラースペクトル幅に比べ広くなり、移動速度の推定値 $v(t_0)$ は、 $v(t_{-3})$ より高くなる。

[0048] 上記の処理において、 $v(t_0)$ が $\alpha \times v(t_{-\Delta T})$ を超えると判断されると、更なる信頼性を確認するため、速度推定値 $v(t_0)$ と ΔT 後の速度推定値 $v(t_{\Delta T})$ との比較を行う。速度推定値の比較において、速度推定値 $v(t_{\Delta T})$ と速度推定値 $v(t_0)$ を係数 α で重み付けした速度とを比較する。即ち、 $v(t_{\Delta T}) > \alpha \times v(t_0)$ であるかを判定する。 α は、1.3程度を想定するが、これに制限されるものではない。また、 ΔT 前の速度推定値との比較において用いた α と同じ値とすることも、異なる値とすることもできる。

[0049] $v(t_{\Delta T})$ が $\alpha \times v(t_0)$ を超える場合、時刻 $t_0 \sim t_{\Delta T}$ において、 $t_{-\Delta T} \sim t_0$ に継続して、車が加速中であることが想定される。この場合、時刻 t_0 における速度推定値 $v(t_0)$ の信頼性があると判断され、時刻 t_0 における速度推定値として $v(t_0)$ がそのまま使用される。

[0050] 一方、時刻 t_0 において周辺移動散乱体によるドップラースペクトル成分が発生したことにより、速度推定値 $v(t_0)$ が増加した後、時刻 $t_{\Delta T}$ においてそのドップラースペクトル成分が消滅した場合、速度推定値は減少する。このため、 $v(t_{\Delta T})$ は $\alpha \times v(t_0)$ より小さくなる。この場合、時刻 t_0 における速度推定において、周辺移動散乱体によるドップラースペクトル成分の影響があったものと判断し、速度推定値 $v(t_0)$ を ΔT 前の速度推定値 $v(t_{-\Delta T})$ に設定する。

[0051] 図8の例では、現在時刻 t_0 におけるドップラースペクトル $P(t_0)$ の算出において、端末単体のドップラースペクトルに加えて、周辺移動散乱体によるドップラースペクトル成分が存在している。このため、移動速度の推定値 $v(t_0)$ も高くなる。一方、 ΔT 後である時刻 t_3 において、周辺移動散乱体によるドッ

プラスペクトル成分は消滅し、端末単体によるドップラースペクトルのみ残っている。このため、速度推定値 $v(t_3)$ は、 $\alpha \times v(t_0)$ より小さくなる。この場合、時刻 t_0 において、周辺移動散乱体による影響があったと判断し、現在時刻の速度推定値 $v(t_0)$ は、 $v(t_3)$ に設定される。

[0052] 図9に上記処理のフローチャートを示す。これは、図4に示されるフローチャートのS17の後に行われるものである。

[0053] 図9のS21において、現在時刻 t_0 におけるドップラースペクトル幅の算出から、移動速度 $v(t_0)$ の推定を行う。S22において、移動速度推定値 $v(t_0)$ の信頼性を検証するため、 ΔT 前の移動速度推定値 $v(t_{-\Delta T})$ に係数 α を掛けた速度との比較を行う。 $v(t_0)$ が $\alpha \times v(t_{-\Delta T})$ 以下の場合、時刻 t_0 において、周辺移動散乱体の影響がなく、時刻 $t_{-\Delta T}$ から速度が維持されているか減速中であると判断し、S25において、 $v(t_0) = v(t_0)$ と設定する。

[0054] S22において、 $v(t_0)$ が $\alpha \times v(t_{-\Delta T})$ を超える場合、S23において、 ΔT 後の移動速度推定値 $v(t_{\Delta T})$ と $v(t_0)$ に係数 α を掛けた速度との比較を行う。 $v(t_{\Delta T})$ が $\alpha \times v(t_0)$ を超える場合、時刻 $t_{-\Delta T}$ から $t_{\Delta T}$ にかけて端末が加速中であり、周辺移動散乱体の影響がないと判断し、S24において、 $v(t_0) = v(t_0)$ と設定する。これに対し、 $v(t_{\Delta T})$ が $\alpha \times v(t_0)$ 以下の場合、時刻 t_0 において、周辺移動散乱体の影響があったと判断し、S26において、 $v(t_0) = v(t_{-\Delta T})$ と設定する。

[0055] 図10は、本発明の装置構成を簡単に説明するブロック図である。このような構成は、基地局側、端末側のどちらにも設置することができ、両局のどちらにおいても、最大ドップラー周波数の測定を可能にする。

[0056] 図10において、30は信号受信部、31は受信信号電力測定部、32はFFT、33は信号選択部、34は最大ドップラー周波数算出部、35は端末速度推定部、36はバッファ、37は端末速度比較部を表す。信号受信部30は、無線通信を行う送信側局からの信号を受信し、受信信号の中から参照信号を取り出す。参照信号の挿入方法は、システムにより規定される。受信信号電力測定部31は、受信した参照信号をベースバンド信号に変換し、復調した後、受信電力を測定して、受信信号の伝搬路の時間変動データを生成する。受信信号電力測定

部31は、伝搬路推定の一部として実装することも可能である。FFT 32は、伝搬路の時間変動データにFFTを掛けて、ドップラースペクトルを算出する。信号選択部33は、ドップラースペクトルの中より、最大ドップラー周波数を算出するために使用する成分を選択する。図4のフローチャートにおいて、信号選択部33は、しきい値を設定し、有効成分中の最大周波数の成分と最小周波数の成分を選択する。最大ドップラー周波数算出部34は、信号選択部33で選択された成分の周波数から、最大ドップラー周波数を算出する。図4の例において、2つの周波数の成分からドップラースペクトル幅を算出し、その半値を最大ドップラー周波数とする。端末速度推定部35は、検出された最大ドップラー周波数より、端末の移動速度を算出する。バッファ36は算出された端末の移動速度を所定期間保存する。端末速度比較部37は、現在時刻に算出された移動速度とバッファ36に保存される ΔT 時間前の移動速度を比較する。あるいは、 ΔT 時間後において、バッファ36に保存される現在時刻の移動速度と ΔT 時間後の移動速度を比較する。

符号の説明

[0057]	30	信号受信部
	31	受信信号電力測定部
	32	FFT
	33	信号選択部
	34	最大ドップラー周波数算出部
	35	端末速度推定部
	36	バッファ
	37	端末速度比較部

請求の範囲

[請求項1]

端末の移動速度を推定する方法であって、
参照信号を受信するステップと、
前記受信した参照信号から、伝搬路の時間変動データを作成するステップと、
前記伝搬路の時間変動データにFFTを掛けるステップと、
前記FFTの出力からドップラースペクトルを算出するステップと、
、
前記ドップラースペクトルに対するしきい値を設定し、前記ドップラースペクトルの成分のうち、前記しきい値以上となる有効成分を選択するステップと、
前記有効成分のうち、最も高い周波数の成分の第1の周波数を検出するステップと、
前記有効成分のうち、最も低い周波数の成分の第2の周波数を検出するステップと、
前記第1の周波数と前記第2の周波数の差分からドップラースペクトル幅を算出するステップと、
前記ドップラースペクトル幅から最大ドップラー周波数を検出するステップと、
前記最大ドップラー周波数から端末の第1の移動速度を決定するステップと、
前記第1の移動速度と所定時間前に決定された前記端末の第2の移動速度とを比較し、前記第1の移動速度が、前記第2の移動速度に第1の係数を掛けた値以下の場合、前記第1の移動速度を現在時間の移動速度と決定するステップと、
を有する、移動速度の推定方法。

[請求項2]

前記第1の移動速度が、前記第2の移動速度に前記第1の係数を掛けた値を超える場合、

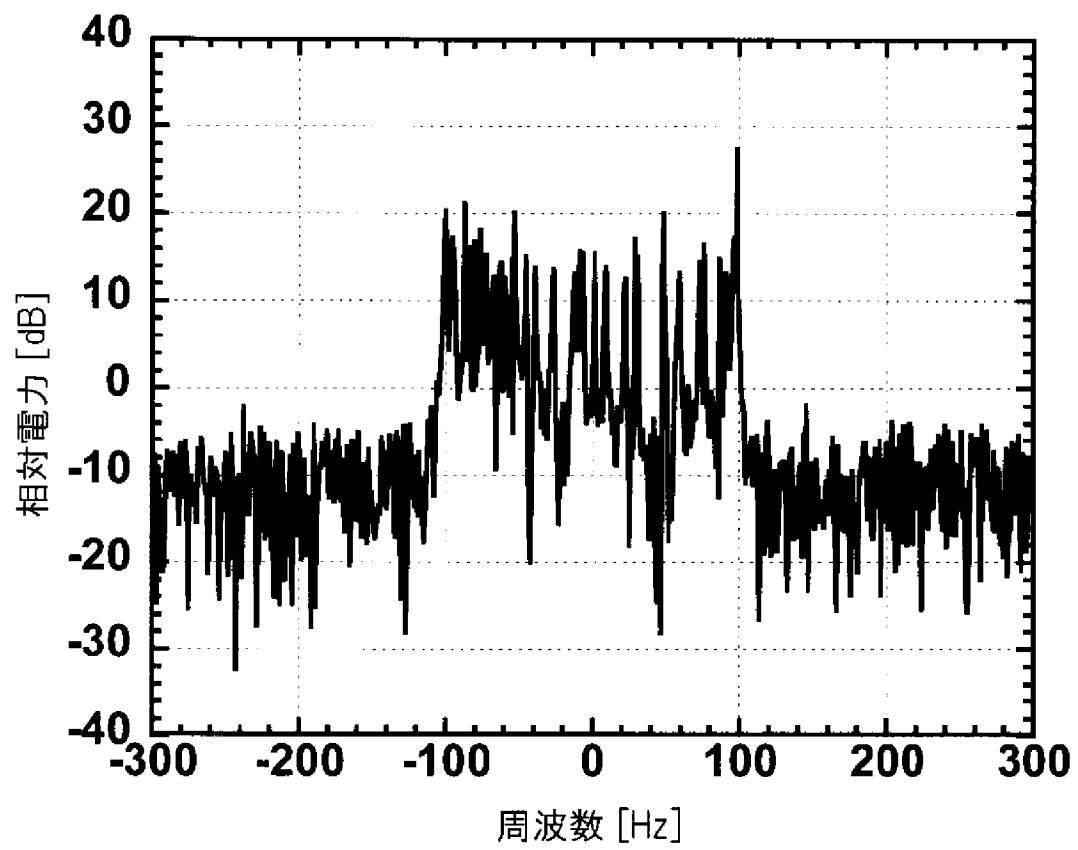
所定時間後に決定される前記端末の第3の移動速度が、前記第1の移動速度に第2の係数を掛けた値を超えるか否かを判定するステップと、

前記判定するステップにおいて超えると判定された場合、前記第1の移動速度を現在時間の移動速度と決定するステップと、

前記判定するステップにおいて超えないと判定された場合、前記第2の移動速度を現在時間の移動速度と決定するステップと、
を更に有する、請求項1に記載の移動速度の推定方法。

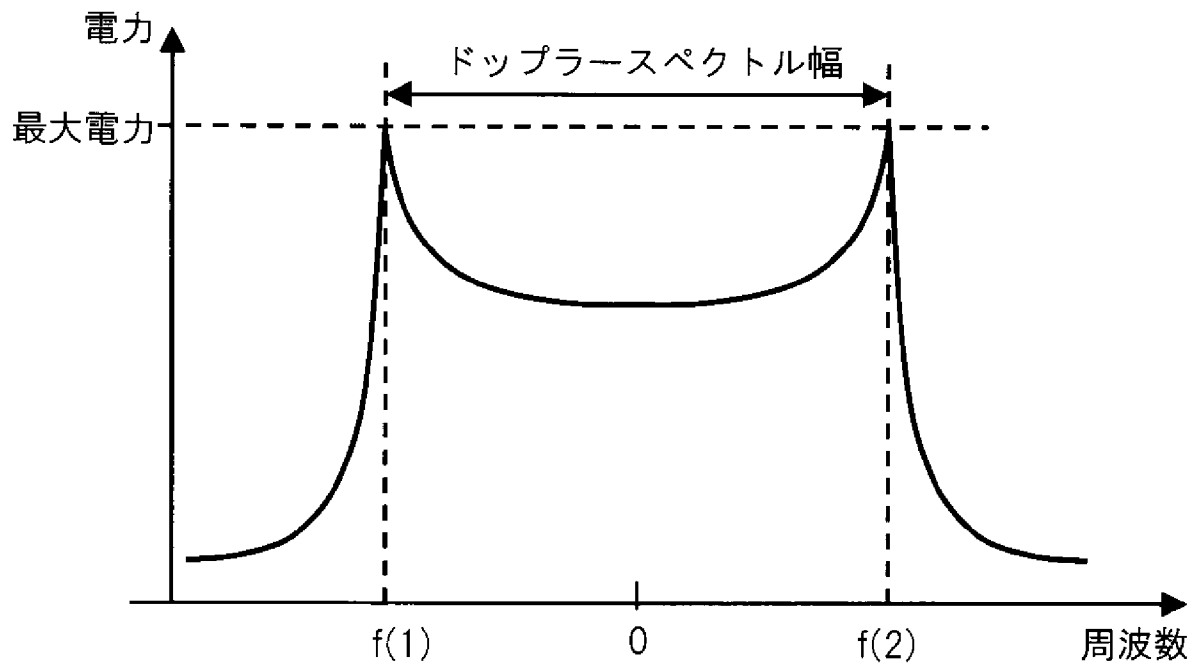
[図1]

図1



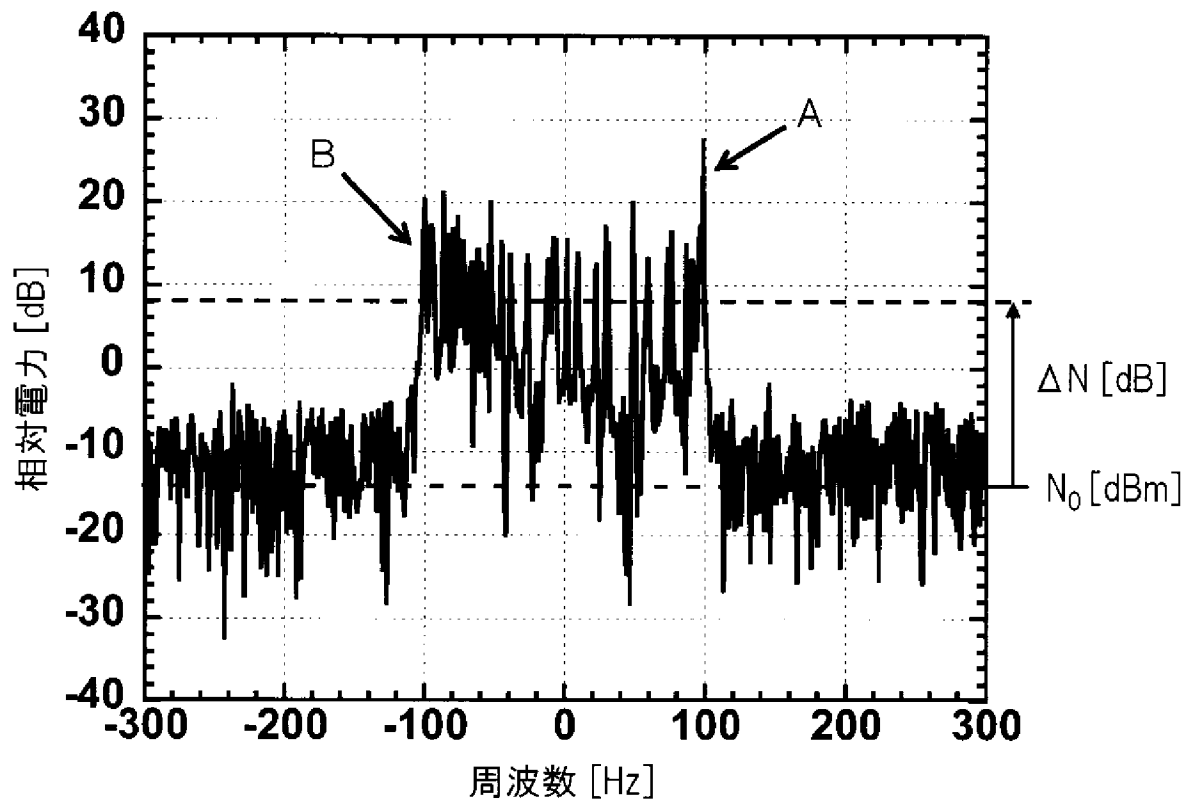
[図2]

図2



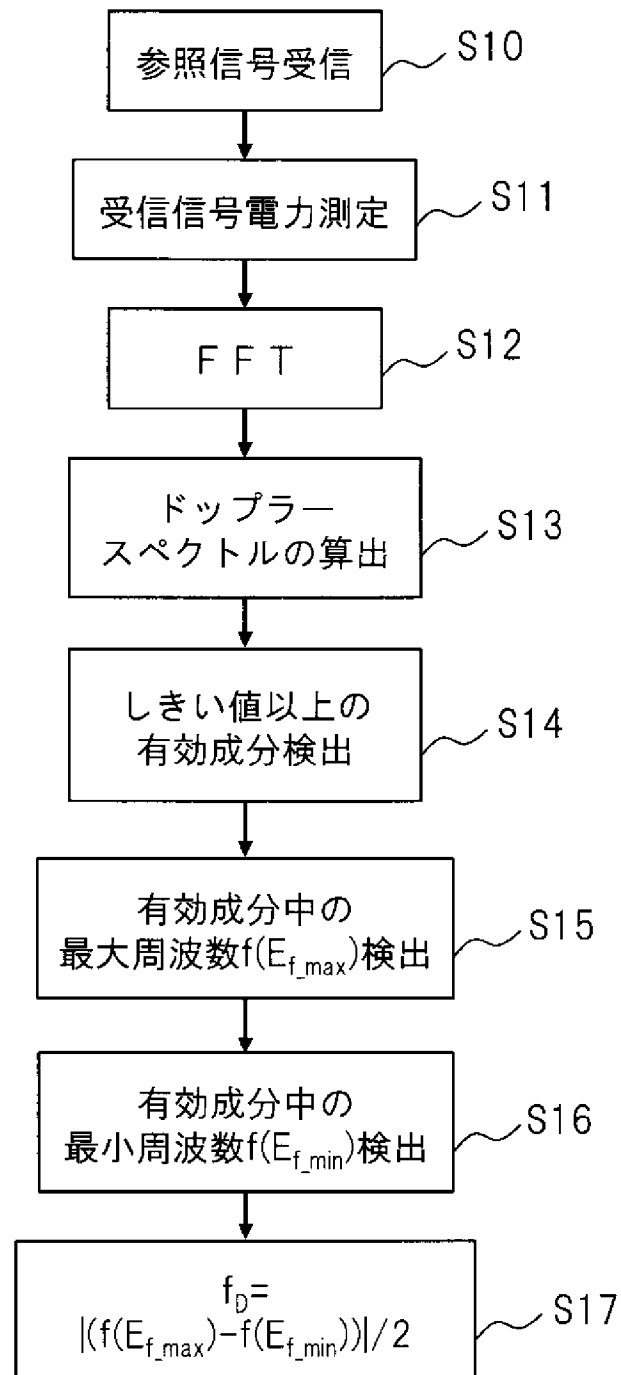
[図3]

図3



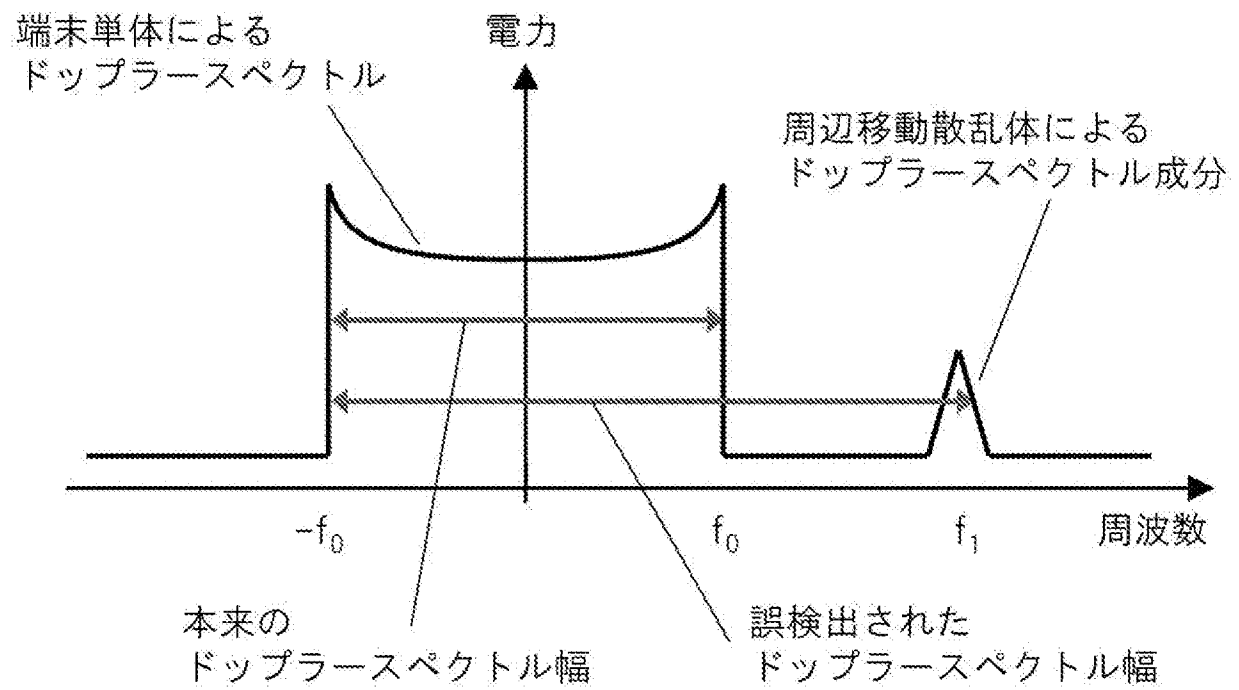
[図4]

図4



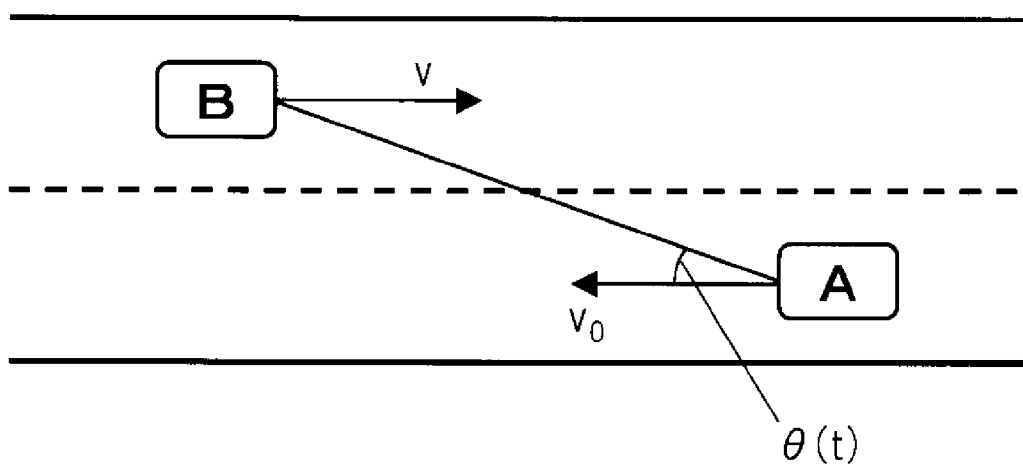
[図5]

図5



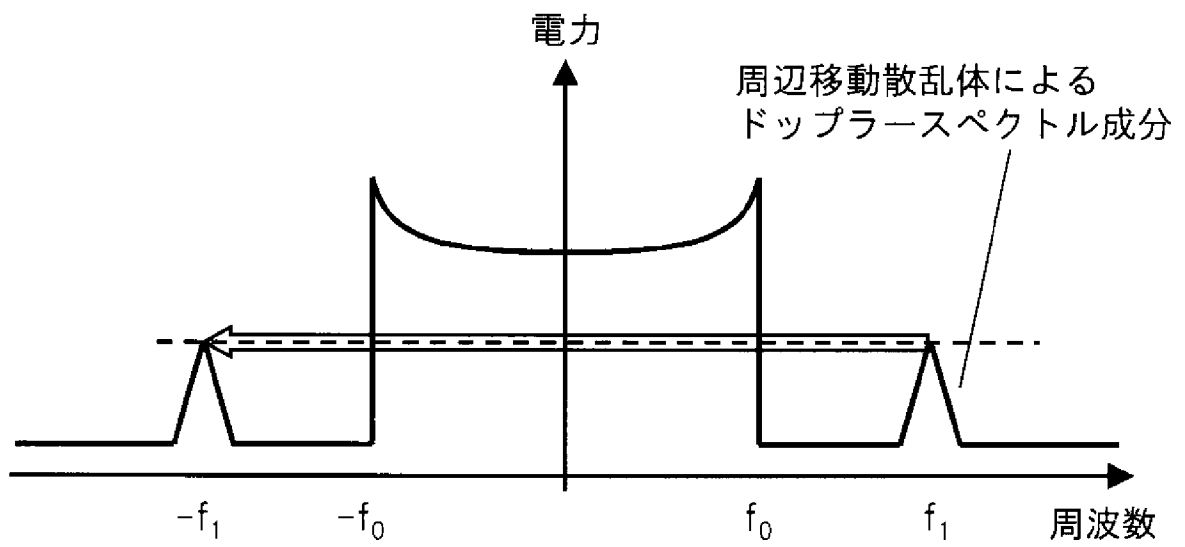
[図6]

図6



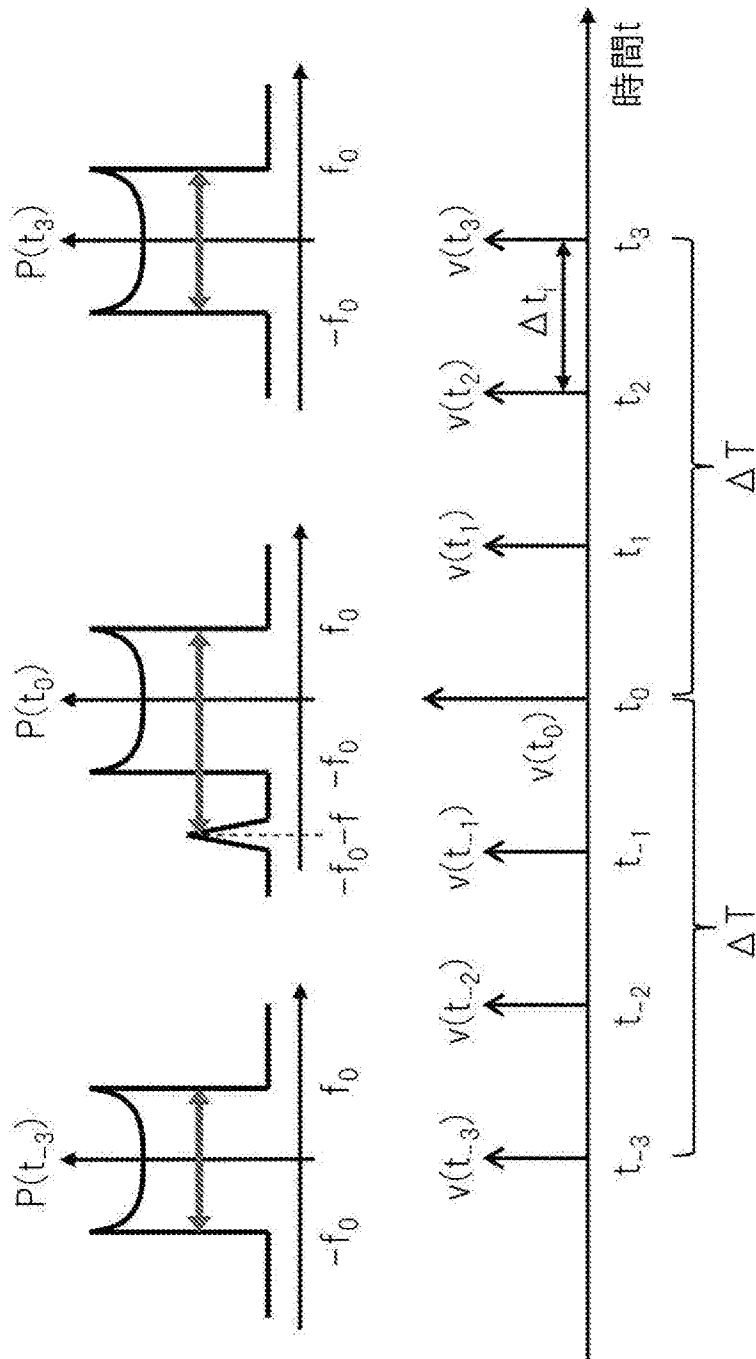
[図7]

図7



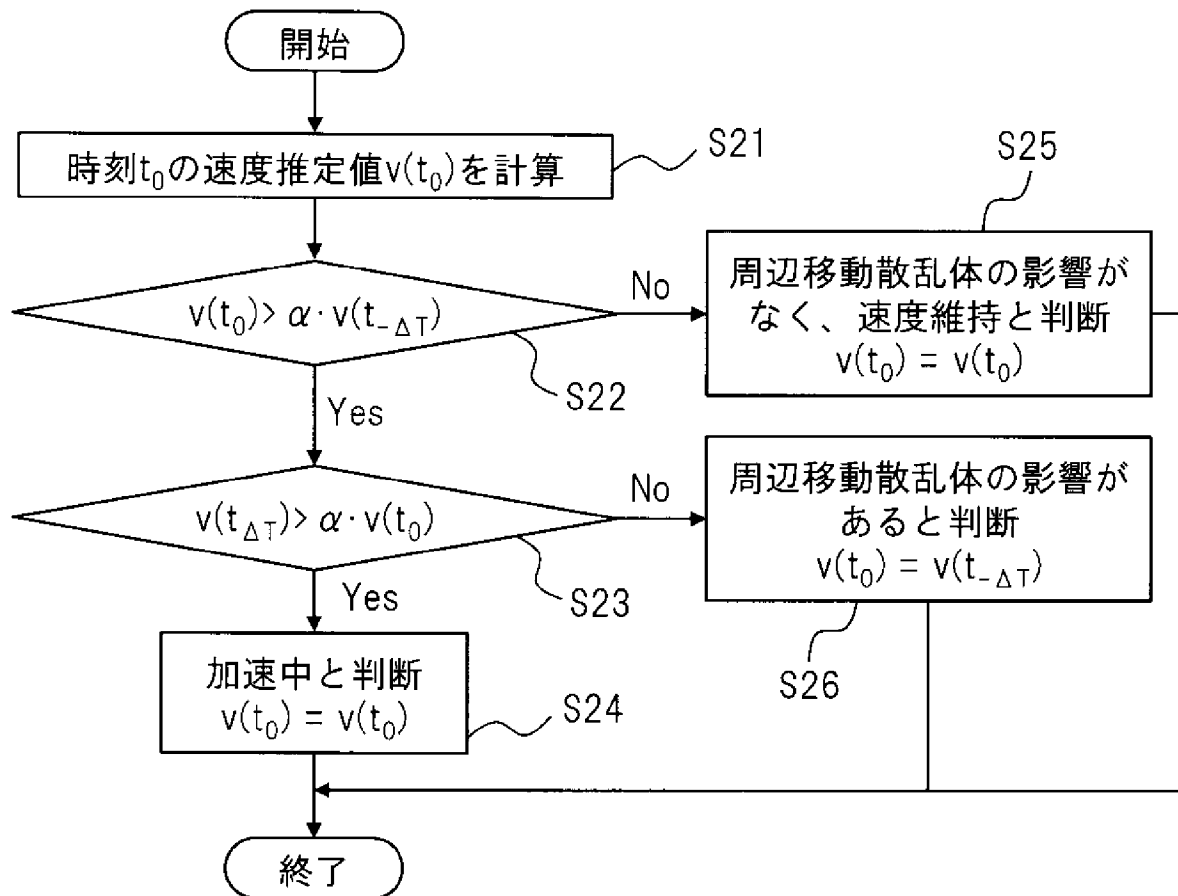
[図8]

図8



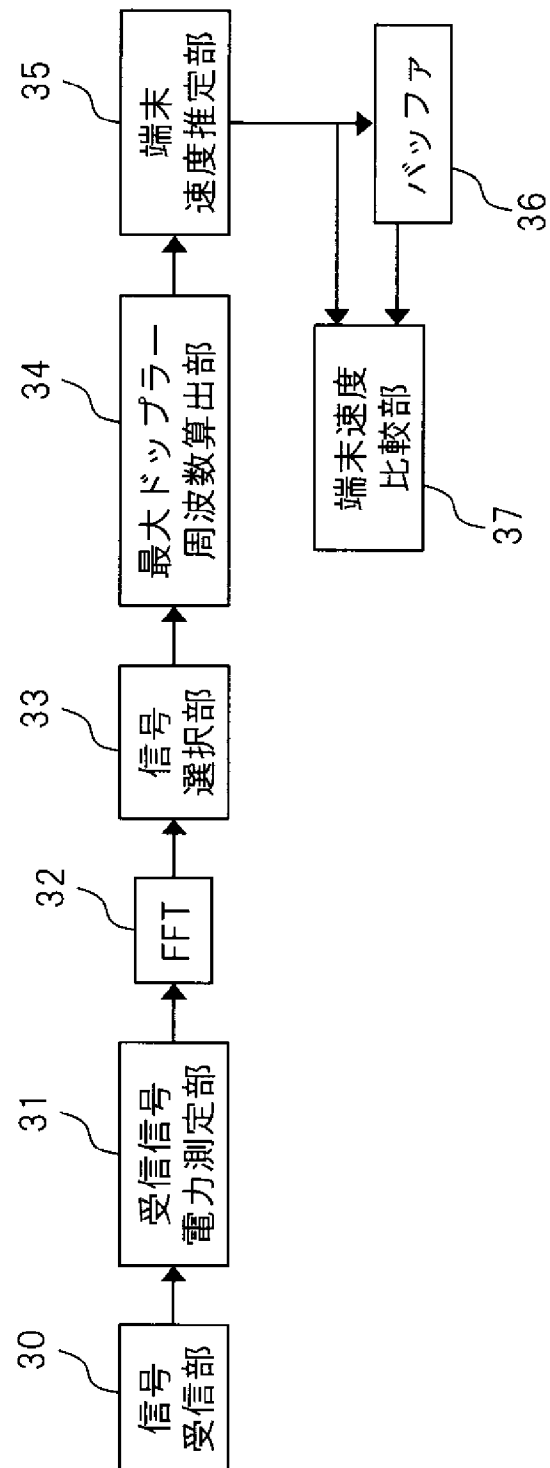
[図9]

図9



[図10]

図10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/010028

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S11/10(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01S11/00-G01S11/16, H04B7/24-H04B7/26, H04W4/00-H04W99/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
$\frac{Y}{A}$	Sourabh MAITI et al., "An Investigation on Velocity Estimation of Mobile Terminal for Cellular Mobile Radio Communication Systems", IEICE Technical Report, 15 November 2015 (15.11.2015), vol.114, no.395, pages 31 to 36	$\frac{1}{2}$
$\frac{Y}{A}$	JP 2014-232081 A (NEC CASIO Mobile Communications, Ltd.), 11 December 2014 (11.12.2014), paragraphs [0049] to [0059] (Family: none)	$\frac{1}{2}$
$\frac{Y}{A}$	JP 2006-126018 A (Alpine Electronics, Inc.), 18 May 2006 (18.05.2006), paragraphs [0019] to [0027] (Family: none)	$\frac{1}{2}$

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
16 May 2017 (16.05.17)

Date of mailing of the international search report
30 May 2017 (30.05.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/010028

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	JP 2016-130692 A (Softbank Corp.), 21 July 2016 (21.07.2016), paragraphs [0030] to [0034] (Family: none)	1-2
A	US 2005/0267370 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.), 01 December 2005 (01.12.2005), paragraphs [0052] to [0061]; fig. 3A to 3B & EP 1600792 A2 & KR 10-2005-0113468 A & CN 1702477 A	1-2

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01S 11/10(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01S 11/00 - G01S 11/16, H04B 7/24 - H04B 7/26, H04W 4/00 - H04W 99/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	マイティ ソウラブ, 外2名, “セルラ移動通信システムにおける端末移動速度推定法に関する検討”, 電子情報通信学会技術研究報告, 2015. 11. 15, 第114巻第395号, p. 31-36	1 2
Y A	JP 2014-232081 A (NECカシオモバイルコミュニケーションズ株式会社) 2014. 12. 11 *[0049]-[0059]* (ファミリーなし)	1 2

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16.05.2017

国際調査報告の発送日

30.05.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

高場 正光

2 S

7 8 5 7

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
<u>Y</u> A	JP 2006-126018 A (アルパイン株式会社) 2006. 05. 18 *[0019]-[0027]* (ファミリーなし)	<u>1</u> 2
P, A	JP 2016-130692 A (ソフトバンク株式会社) 2016. 07. 21, *[0030]-[0034]* (ファミリーなし)	1-2
A	US 2005/0267370 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 2005. 12. 01 *[0052]-[0061], FIGS. 3A-3B* & EP 1600792 A2 & KR 10-2005-0113468 A & CN 1702477 A	1-2