

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3748255号  
(P3748255)

(45) 発行日 平成18年2月22日(2006.2.22)

(24) 登録日 平成17年12月9日(2005.12.9)

(51) Int. Cl.			F I		
<b>GO 1 S</b>	<b>13/91</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 1 S	13/91	P
<b>B 6 4 F</b>	<b>1/36</b>	<b>(2006.01)</b>	B 6 4 F	1/36	
<b>GO 1 S</b>	<b>13/46</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 1 S	13/46	
<b>GO 8 G</b>	<b>5/00</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 8 G	5/00	A
<b>GO 8 G</b>	<b>5/04</b>	<b>(2006.01)</b>	GO 8 G	5/04	A

請求項の数 30 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2002-538181 (P2002-538181)	(73) 特許権者	503148122
(86) (22) 出願日	平成13年10月22日(2001.10.22)		ロッキード・マーティン・コーポレイション
(65) 公表番号	特表2004-523733 (P2004-523733A)		LOCKHEED MARTIN CORPORATION
(43) 公表日	平成16年8月5日(2004.8.5)		アメリカ合衆国、メリーランド州、ゲイターズバーグ、ノース・フレデリック・アベニュー 700
(86) 国際出願番号	PCT/US2001/032581		700 N. Frederick Avenue, Gaithersburg, MD 20879, U. S. A.
(87) 国際公開番号	W02002/035252	(74) 代理人	100057874
(87) 国際公開日	平成14年5月2日(2002.5.2)		弁理士 曾我 道照
審査請求日	平成15年6月23日(2003.6.23)	(74) 代理人	100110423
(31) 優先権主張番号	60/241, 738		弁理士 曾我 道治
(32) 優先日	平成12年10月20日(2000.10.20)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
(31) 優先権主張番号	09/982, 948		
(32) 優先日	平成13年10月22日(2001.10.22)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 民間航空受動コヒーレントロケーションシステムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の接近する空中物体を追跡するために、物体の状態認識を強化するシステムであって、

統制されていない送信機からの基準信号、および前記統制されていない送信機を発信源としかつ前記複数の接近する空中物体のうちのある物体により散乱される散乱送信信号を受信する受信機サブシステムと、

前記受信した送信信号に基づいて、前記物体の視線速度を求めると共に、前記受信した散乱送信信号のデジタル化された送信信号の複製をバッファリングするフロントエンド処理サブシステムと、

前記受信した散乱送信信号のデジタル化された送信信号の複製を受信すると共に、前記求められた視線速度に基づいて、物体の状態推定値を求めるバックエンド処理サブシステムとを備え、

前記フロントエンド処理サブシステム及び前記バックエンド処理サブシステムは、互いに離間されて配設されているシステム。

【請求項 2】

前記散乱送信信号は、周囲送信信号を含む請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記物体についての初期の位置情報をさらに備え、前記空中物体の初期の位置情報は、

前記散乱された送信信号から隔離された前記システムに通信される請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記物体の状態推定値を表示する出力装置をさらに備える請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記受信機サブシステム、前記フロントエンド処理サブシステムおよび前記バックエンド処理サブシステムを連結する通信リンクをさらに備える請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 6】

空域内の所定の場所を監視する受動コヒーレントロケーションシステムであって、  
統制されていない送信機を発信源としかつ前記空域内の物体により散乱される散乱送信信号を受信し、前記散乱送信信号のデジタル化された信号を出力する受信機サブシステムと、

前記デジタル化された信号についての到達周波数差を求めると共に、前記デジタル化された信号のデジタル化された送信信号の複製をバッファリングするフロントエンド処理サブシステムと、

前記デジタル化された送信信号の複製を受信すると共に、前記到達周波数差に従って前記物体についての位置情報を求めるバックエンド処理サブシステムとを備え、

前記フロントエンド処理サブシステム及び前記バックエンド処理サブシステムは、互いに離間されて配設されているシステム。

【請求項 7】

前記物体についての前記位置情報を提供する出力装置をさらに備える請求項 6 に記載のシステム。

【請求項 8】

前記統制されていない送信機からの基準信号をさらに備え、前記基準信号は、前記デジタル化された信号についての前記到達周波数差を求めるために使用される請求項 6 に記載のシステム。

【請求項 9】

前記到達周波数差から求められる前記物体の視線速度の計算をさらに含む請求項 6 に記載のシステム。

【請求項 10】

前記散乱送信信号を検出するアンテナサブシステムをさらに備える請求項 6 に記載のシステム。

【請求項 11】

前記アンテナサブシステムは、フェーズドアレーアンテナを備える請求項 10 に記載のシステム。

【請求項 12】

前記受信機サブシステムは、極めて高いダイナミックレンジの受信機を備える請求項 6 に記載のシステム。

【請求項 13】

前記フロントエンド処理サブシステムと前記バックエンド処理サブシステムとの間に通信リンクをさらに含む請求項 6 に記載のシステム。

【請求項 14】

物体についての更新された状態推定値を求める方法であって、  
統制されていない送信機からの基準送信信号、および前記統制されていない送信機を発信源としかつ前記物体により散乱される散乱送信信号を受信することと、  
フロントエンド処理サブシステムを用いて、前記受信された送信信号を比較して、測定差を求めると、

前記求められた測定差に基づいて、前の状態推定値を更新することと、

前記フロントエンド処理サブシステムから離間されて配設された前記バックエンド処理

10

20

30

40

50

サブシステムによって、前記デジタル化された送信信号の複製が受信され、前記受信した散乱送信信号のデジタル化された送信信号の複製をバッファリングすることと、

前記物体が地面の位置から所定の距離内にあると、警告を発行することとを含む方法。

【請求項 15】

前記物体についての初期の状態推定値を求めることをさらに含む請求項 14 に記載の方法。

【請求項 16】

複数の送信機から、前記統制されていない送信機を選択することをさらに含む請求項 14 に記載の方法。

10

【請求項 17】

前記物体が移動しているかどうかを判断することをさらに含む請求項 14 に記載の方法。

【請求項 18】

前記更新された状態推定値を出力することをさらに含む請求項 14 に記載の方法。

【請求項 19】

前記物体が有効範囲外にあると、前記受信することを終了することをさらに含む請求項 14 に記載の方法。

【請求項 20】

前記警告は、航空管制システムに発行される請求項 14 に記載の方法。

20

【請求項 21】

前記警告は、パイロットに発行される請求項 14 に記載の方法。

【請求項 22】

物体についての更新された状態推定値を求める方法であって、  
統制されていない送信機からの基準送信信号、および前記統制されていない送信機を発信源としかつ前記物体により散乱される散乱送信信号を受信することと、  
フロントエンド処理サブシステムを用いて、前記受信された送信信号を比較して、測定差を求めることと、

前記測定差に基づいて、前の状態推定値を更新することと、

前記フロントエンド処理サブシステムから離間されて配設された前記バックエンド処理サブシステムによって、前記デジタル化された送信信号の複製が受信され、前記受信した散乱送信信号のデジタル化された送信信号の複製をバッファリングすることと、

30

前記物体が、別の物体と交差する航路をとると、警告を発行することとを含む方法。

【請求項 23】

民間航空受動コヒーレントロケーションシステムを使用して物体を追跡する方法であって、

基準送信信号を送信する送信機を選択することと、

前記基準送信信号を受信することと、

前記送信機から送信され、かつ空域内の物体によって散乱される散乱送信信号を受信することと、

40

フロントエンド処理サブシステムを用いて、前記散乱送信信号を前記基準送信信号と比較して、測定差を求めることと、

前記フロントエンド処理サブシステムから離間されて配設された前記バックエンド処理サブシステムによって、前記デジタル化された送信信号の複製が受信され、前記散乱送信信号及び前記基準送信信号のデジタル化された送信信号の複製をバッファリングすることと、

前記測定差に従って物体の状態推定値を更新することとを含む方法。

【請求項 24】

50

前記更新された物体の状態推定値を出力することをさらに含む請求項 2 3 に記載の方法。

【請求項 2 5】

前記測定差は、到達周波数差を含む請求項 2 3 に記載の方法。

【請求項 2 6】

前記測定差は、到達時間差を含む請求項 2 3 に記載の方法。

【請求項 2 7】

前記測定差は、到来角を含む請求項 2 3 に記載の方法。

【請求項 2 8】

物体についての更新された状態推定値を求めるシステムであって、  
統制されていない送信機からの基準送信信号、および前記統制されていない送信機を発信源としかつ前記物体により散乱される散乱送信信号を受信する手段と、  
前記受信された送信信号をフロントエンド処理サブシステム内で比較して、測定差を求める手段と、

10

前記求められた測定差に基づいて、前の状態推定値を更新する手段と、

前記フロントエンド処理サブシステムから離間されて配設された前記バックエンド処理サブシステムによって、前記デジタル化された送信信号の複製が受信され、前記受信した散乱送信信号のデジタル化された送信信号の複製をバッファリングする手段と、

前記物体が所定の距離内にあると、警告を発行する手段と  
を備えるシステム。

20

【請求項 2 9】

物体についての更新された状態推定値を求めるシステムであって、  
統制されていない送信機からの基準送信信号、および前記統制されていない送信機を発信源としかつ前記物体により散乱される散乱送信信号を受信する手段と、  
前記受信された送信信号をフロントエンド処理サブシステム内で比較して、測定差を求める手段と、

前記測定差に基づいて、前の状態推定値を更新する手段と、

前記フロントエンド処理サブシステムから離間されて配設された前記バックエンド処理サブシステムによって、前記デジタル化された送信信号の複製が受信され、前記受信した散乱送信信号のデジタル化された送信信号の複製をバッファリングする手段と、

前記物体が、別の物体と交差する航路をとると、警告を発行する手段と  
を備えるシステム。

30

【請求項 3 0】

民間航空受動コヒーレントロケーションシステムを使用して物体を追跡するシステムであって、

基準送信信号を送信する送信機を選択する手段と、

前記基準送信信号を受信する手段と、

前記送信機から送信され、かつ空域内の物体によって散乱される散乱送信信号を受信する手段と、

前記散乱送信信号を前記基準送信信号とフロントエンド処理サブシステム内で比較して  
、測定差を求める手段と、

40

前記フロントエンド処理サブシステムから離間されて配設された前記バックエンド処理サブシステムによって、前記デジタル化された送信信号の複製が受信され、前記散乱送信信号及び前記基準送信信号のデジタル化された送信信号の複製をバッファリングする手段と、

前記測定差に従って物体の状態推定値を更新する手段と  
を備えるシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

[発明の背景]

50

## 技術分野

本発明は、受動コヒーレントロケーション（「PCL (passive coherent location)」）システムおよび方法に関し、より具体的には、民間航空といった航空環境で使用されるPCLシステムおよび方法に関する。

## 【0002】

本出願は、2000年10月20日に出願された「民間航空受動コヒーレントロケーション方法およびシステム (CIVIL AVIATION PASSIVE COHERENT LOCATION METHOD AND SYSTEM)」についての米国特許仮出願第60/241,738号の利益を主張する。この仮出願は、参照により本出願に組み込まれる。

## 【0003】

## [関連技術の説明]

多くの従来型の民間航空レーダシステムは、レーダシステムの初期コストおよび維持コストのため、特に高いライフサイクルコストを有する。さらに、従来型の民間航空レーダシステムは、通常、電磁信号を放送し、電磁信号の放送は規制された活動であるので、広範囲にわたる規制の獲得および遵守のコストが、現在の民間航空レーダシステムを運用することを伴う。

## 【0004】

その上、広範囲の、物理的で、規制的で、かつ経済的な阻害要因が、一時的またはモバイルベースでのこのようなシステムの移送を妨げる。例えば、現在の民間航空レーダシステムをオリンピック、花火大会、または他のイベントといった特別なイベントに移送することは、環境影響評価に特有の監督官庁からのさまざまな事前許可および電磁信号送信機の移動に関連したコストを含む多くの阻害要因を生む。

## 【0005】

## 【発明の概要】

したがって、本発明は、関連する技術分野の制限および不都合による1つまたは2つ以上の問題を実質的に取り除くPCLシステムおよび方法に向けられている。

## 【0006】

実施の形態では、民間航空PCLシステムは、複数の統制されていない送信機からの送信信号を受信する。好ましい実施の形態では、統制されていない送信機は、ラジオ放送局およびテレビ放送局を含むことができる。その上、一実施の形態では、民間航空PCLシステムは、運用上独立したエンティティによって運用される送信機からの信号を使用することができる。統制されていない送信機からの信号は、単独に使用することもできるし、または、PCLシステムを統制する組織によって運用される送信機からの信号と共に使用することもできる。

## 【0007】

民間航空PCLシステムは、アンテナサブシステム、コヒーレント受信機サブシステム、フロントエンド処理サブシステム、バックエンド処理サブシステム、および出力装置を含むことができる。これらサブシステムのそれぞれは、通信リンクによって接続される。この通信リンクは、システムバス、ネットワーク接続、無線ネットワーク接続、または他のタイプの通信リンクであってもよい。

## 【0008】

本発明は、少なくとも1つの統制されていない送信機からの周囲送信信号を使用して、所定の場所の空域を監視するために使用することができる。好ましい実施の形態では、周囲送信信号は、物体によって散乱され、PCLシステムによって受信される。これら散乱送信信号は、統制されていない送信機からPCLシステムに直接受信される基準送信信号と比較される。特に、散乱送信信号と基準送信信号との到達周波数差が求められる。この到達周波数差により、物体の視線速度を求めることができる。好ましい実施の形態では、所定の場所は、空港である。本発明は、従来型のレーダシステムと共に使用することもできるし、または、従来型のレーダシステムの代わりに使用することもできる。

## 【0009】

10

20

30

40

50

また、本発明は、少なくとも1つの統制されていない送信機からの周囲送信信号を使用し、かつ、所定の場所に接近する物体に関する初期位置情報を使用して、当該所定の場所の空域を監視するために使用することもできる。この初期位置情報は、所定の時刻における物体の位置の電子通信または口頭での連絡を含むことができる。例えば、空港に接近する航空機は、本システムにその位置を提供することができ、これにより、本システムが、航空機の正確な追跡を素早く始めることが可能となる。

【0010】

また、本発明は、少なくとも1つの統制されていない送信機からの周囲送信信号を使用して、所定の場所の周辺の機能強化された空域認識だけでなく、当該所定の場所内の機能強化された地上の交通認識を提供するために使用することもできる。好ましい実施の形態では、当該所定の場所は、空港であり、物体は、航空機および地上車両を含む。本システムは、空港に関連する境界に接近する物体および/または境界内の物体についての位置情報を受信および/または維持することができる。

10

【0011】

また、本発明は、少なくとも1つの統制されていない送信機からの周囲送信信号を使用して、所定のイベントの間、機能強化された空域認識を提供する移動レーダシステムを可能とするために使用することもできる。好ましい実施の形態では、本発明は、車両を基にした監視システムの一部として使用される。この車両を基にした監視システムでは、車両が、少なくとも1つの統制されていない送信機からの周囲送信信号を受信するために所定の場所に配備される。この車輪で動く車両は、乗用バンといった非商業的な車両であってもよい。

20

【0012】

また、本発明は、一組の所定の判定基準に基づいて、複数の周囲送信信号から、サブセットの周囲送信信号を選択するために使用することもできる。

【0013】

上記一般的な記載および以下の詳細な記載の双方は、例示的なものかつ説明のためのものであり、特許請求される本発明のより詳しい説明を提供するように意図されていると理解されるべきである。

【0014】

添付図面は、本発明のより一層の理解を提供するために含まれ、本明細書に組み込まれて、本明細書の一部を構成する。これら添付図面は、本発明の実施の形態を示し、その記載と共に、本発明の原理を説明する役割を果たす。

30

【0015】

【好ましい実施の形態の詳細な説明】

ここでは、その例が図面に示されている本発明の好ましい実施の形態について、詳細に言及される。

【0016】

図1は、本発明の実施の形態による、複数の送信機、物体、およびPCLシステムの図を示している。好ましい実施の形態では、PCLシステム200は、複数の統制されていない送信機110、120、および130からの送信信号を受信する。統制されていない送信機110、120、および130は、ラジオおよびテレビ放送局、国内気象局の送信機、無線航空ビーコン(例えばVOR)、ならびに現在のおよび計画されている空港業務および運営をサポートする送信機(例えば放送型自動従属監視)を含むことができる。これらのいずれかは、エンティティを統制するPCLシステム200の運用統制下であってもよいし、なくてもよい。さらに、PCLシステム200は、独立して運用するエンティティによって運用される送信機からの信号を使用することができる。これらの信号は、適当な送信機から送信される周波数変調(「FM」)された信号または高品位テレビ信号(「HDTV」)であることがより好ましい。さらに別の送信機(図示せず)が存在し、ある特定のPCLシステム200によって使用可能であってもよい。以下により詳細に開示されるように、この特定のPCLシステム200は、可能な周囲信号のどの部分を使用する

40

50

かを求めるためのシステムおよび方法を有してもよい。

【0017】

一実施の形態では、送信機110、120、および130は、エンティティを統制するPCLシステム200の統制下でない。好ましい実施の形態では、送信機110、120、および130は、ラジオおよびテレビ放送局であり、PCLシステム200は、航空管制センター10といった空港エンティティによって統制される。統制されていない送信機からの信号は、単独で使用することもできるし、または、航空管制センター10によって運用される送信機からの信号と共に使用することもできる。

【0018】

次に、本発明の動作について説明すると、送信機110、120、および130は、低帯域幅の電磁送信信号をあらゆる方向に送信する。例示的な周囲送信信号は、周囲送信信号111および112を含み、図1に示されている。これらの周囲送信信号のいくつかは、物体100によって散乱され、PCLシステム200によって受信される。例えば、周囲送信信号112は、物体100によって散乱され、散乱送信信号113が、PCLシステム200によって受信される。さらに、基準送信信号111が、PCLシステム200によって直接受信される。基準送信信号111は、散乱送信信号113よりも強度が大きい可能性がある。PCLシステム200は、基準送信信号111と散乱送信信号113とを比較し、物体100についての位置情報を求める。この用途の目的で、位置情報は、物体100の位置に関するいかなる情報をも含み、3次元の地理状態(以下、地理状態)、地理状態の変化の直線変化率および半径変化率(すなわち速度)、ならびに速度の直線変化率および半径変化(すなわち加速度)を含む。そして、位置情報は、航空管制センター10に転送することができる。

【0019】

特に、本システムは、散乱送信信号と基準送信信号との到達周波数差(「FDOA(frequency-difference-of-arrival)」)を求める。この到達周波数差は、次に、物体の視線速度を求めることを可能とする。本発明は、狭い帯域幅の送信機といった統制されていない送信機に頼ることができる。この送信機は、比較的低い時間遅延分解能と比較的良好な周波数差分解能をもたらすことが理解されよう。しかしながら、この周波数差分解能は、地理状態の情報を直接提供しないが、本発明によって地理状態の情報を導出するために使用することができる視線速度情報を提供する。したがって、本発明の好ましい実施の形態は、主として、到達周波数差情報を基にして物体の地理状態を求める。

【0020】

一実施の形態では、複数の送信機110、120、および130からの基準送信信号および散乱送信信号は、物体100の地理状態を解明するために、高速にかつ確実に使用される。さらに、本システムは、後に詳述するように、初期設定情報を受信かつ/または保持することができる。

【0021】

図2は、本発明の実施の形態による民間航空PCLシステムのブロック図を示している。PCLシステム200は、アンテナサブシステム210、コヒーレント受信機サブシステム220、フロントエンド処理サブシステム230、バックエンド処理サブシステム240、および出力装置250を含む。これらサブシステムのそれぞれは、通信リンク215、225、235、および245によって接続することができる。これらの通信リンクは、システムバス、ネットワーク接続、無線ネットワーク接続、または他のタイプの通信リンクであってもよい。好ましい実施の形態では、レーダシステム内で移動するコンポーネントは存在しない。選択コンポーネントについては、後に詳述する。

【0022】

アンテナサブシステム210は、散乱送信信号113および基準送信信号111を含む電磁送信信号を受信する。アンテナサブシステム210は、散乱送信信号113の到来角を測定するフェーズドアレイといった、散乱送信信号が到来する方向の検出を可能にする構成を含むことが好ましい。アンテナサブシステム210は、広帯域の周波数範囲をカバー

することが好ましい。

【0023】

コヒーレント受信機サブシステム220は、アンテナ-受信機間リンク215を介してアンテナサブシステム210の出力を受信する。一実施の形態では、コヒーレント受信機サブシステム220は、極めて高いダイナミックレンジの受信機を備える。好ましい実施の形態では、コヒーレント受信機のダイナミックレンジは、120dBの瞬時ダイナミックレンジを超える。コヒーレント受信機サブシステム220は、散乱送信信号の予想されるドップラ偏移に基づいて、ある特定の周波数に所定の変動をプラスまたはマイナスした送信信号を受信するように調整することができる。例えば、受信機サブシステム220は、送信機110の周波数に予想されるドップラ偏移をプラスまたはマイナスした周波数を有する送信信号を受信するように調整することができる。コヒーレント受信機サブシステム220は、散乱送信信号113および基準送信信号111のデジタル化された複製を出力することが好ましい。

10

【0024】

一実施の形態では、フロントエンド処理サブシステム230は、デジタル化された送信信号の複製を受信し、かつ到達周波数差を求めるように構成された高速プロセッサを備える。別の実施の形態では、フロントエンド処理サブシステム230は、特殊目的のハードウェアデバイス、大規模集積回路、または特定用途向け集積回路を備える。さらに、到達周波数差を求めるために、フロントエンド処理サブシステム230は、デジタル化された送信信号の到達時間差および到来角を求めることができる。適当なアルゴリズムが、これら

20

【0025】

バックエンド処理サブシステム240は、フロントエンド処理サブシステム230の出力を受信し、かつ、物体100についての位置情報、特に地理状態を求めるように構成された高速汎用プロセッサを備える。物体についての地理状態を、到達周波数差の測定に基づいて求めるシステムおよび方法の詳細な記述については、1996年6月11日に発行され、Loral Federal Systems Companyに付与された「DOPPLER DETECTION SYSTEM FOR DETERMINING INITIAL POSITION OF A MANEUVERING TARGET」と題された米国特許第5,525,995号を参照されたい。この米国特許は、参照により本明細書に援用される。

【0026】

フロントエンド処理サブシステム230とバックエンド処理サブシステム240との間の通信は、プロセッサ通信リンク235により実施することができる。好ましい実施の形態では、プロセッサ通信リンク235は、市販のTCP/IPローカルエリアネットワークを使用して実施される。別の実施の形態では、プロセッサ通信リンク235は、高速ネットワーク接続、無線接続、またはフロントエンド処理サブシステム230およびバックエンド処理システム240が互いに対して遠隔に位置することができる別のタイプの接続を使用して実施されてもよい。一実施の形態では、フロントエンド処理システム230は、データの損失における関連するコストおよび付加的な処理要求にかかわらず、プロセッサ通信リンク235を横断するトラフィックを減少させるために、デジタル化された送信信号の複製を圧縮してもよい。

30

40

【0027】

データは、ユーザリクエストといった所定のイベントの発生時にのみプロセッサ通信リンク235を横切って送信されてもよい。例えば、本発明は、フロントエンド処理サブシステム230によって、デジタル化された送信信号の複製を取得し、かつ、一時的にバッファリングするために使用することができる。時間の経過により、古いデジタル化された送信信号の複製は、リクエストがユーザにより行われなければ、新しいデジタル化された送信信号の複製によって上書きされる可能性がある。一方、リクエストが行われると、バッファリングされている、デジタル化された送信信号の複製を、バックエンド処理サブシステム240に、分析のために送信することができる。本発明のこの特徴は、例えば、航空機事故の状況を再構成するために使用することができる。

50

## 【0028】

本発明を単一の処理ユニット上に実施することができる。しかし、好ましい実施の形態では、バックエンド処理サブシステム240およびフロントエンド処理サブシステム230は、モジュール性を増加させ、これらのサブシステムのそれぞれによって実行される論理的に分離されたタスク用に、特殊化された処理ハードウェアおよびソフトウェアを実施できるようにするために、2つの独立した汎用または特殊目的のプロセッサを使用して実施される。例えば、プロセッサを個別にすることにより、システムのロバスト性を高めることができ、インストールの容易性が増す。

## 【0029】

出力装置250は、コンピュータモニタ、データリンクおよびディスプレイ、ネットワーク接続、プリンタまたは他の出力装置を備えることができる。好ましい実施の形態では、地理状態の情報は、航空管制官またはパイロットに同時に提供される。また、地理状態の情報は、他のエンティティおよびユーザに提供することもできる。出力装置250は、バックエンド処理サブシステム240によって求められるものとして、地理状態の情報の精度の推定値に関連する情報をさらに提供することができる。出力装置通信リンクは、高速バス、ネットワーク接続、無線接続、または他のタイプの通信リンクを備えることができる。

## 【0030】

図3は、本発明の実施の形態による民間航空PCLシステムを運用するフローチャートを示している。概観して、ステップ300で、物体の地理的位置を求めるプロセスが開始される。ステップ310で、システムは、複数の可能な統制されていない送信機から、サブセットの統制されていない送信機を選択する。ステップ330および340で、散乱送信信号および基準送信信号が、少なくとも1つの統制されていない送信機から受信される。ステップ350で、散乱送信信号および基準送信信号が比較される。ステップ352で、システムは、物体が新しいかどうかを判断する。物体が新しいと判断されたならば、システムは、受信された送信信号から求められた到達周波数差情報、到達時間差情報、および到来角情報を使用して、ステップ354で、初期の物体の状態推定値を求める。物体が新しくないならば、システムは、ステップ360に進み、主として到達周波数差情報に基づいて、物体の状態推定値を更新する。ステップ370で、システムは、物体が移動しているかどうか、および、有効範囲内にあるかどうかを判断する。物体が移動しており、かつシステムの有効範囲内にあるならば、システムは、ステップ380で、物体の状態推定値を出力し、ステップ330に戻る。ステップ370で、物体が移動していないか、または有効範囲外にあるならば、プロセスは終了する。これらステップのそれぞれは、以下に詳述される。

## 【0031】

ステップ310で、システムは、サブセットの統制されていない送信機を選択する。このステップは、一組の所定の判定基準に基づいて、複数の統制されていない送信機から、サブセットの統制されていない送信機を選択することを備えることができる。このような判定基準は、個々の送信機の空間分離および信号強度、送信機とPCLシステムとの間に明確な高低線があるかどうか、送信機の周波数特性、送信機を含む他の送信源からの干渉、および他の判定基準を含むことができる。他の判定基準が使用されてもよい。送信機の実選は、前もって行うこともできるし、または、現在の送信信号に基づいて動的に行われて周期的に更新することもできる。あるいは、送信機の実選に必要とされる情報のほとんどは、公文書であるので、ある特定の場所について推奨された送信機を予め決定しておくこともできる。

## 【0032】

送信機がいったん特定されると、PCLシステムは、ステップ330で、送信機から基準送信信号を受信する。ステップ340で、PCLシステムは、当該送信機を発信源としかつ受信機の方向の物体によって散乱される散乱送信信号を受信する。ステップ350で、散乱送信信号および基準送信信号が比較され、到達周波数差および到達時間差といった測

10

20

30

40

50

定差が求められ、散乱信号の到来角が、フェーズドアレーを使用して求められる。到達周波数差および到達時間差を求めるための適切な技法は、標準的な相互相関技法を含む。

【0033】

ステップ352で、システムは、比較された信号が、新しい物体に関連するものであるか、またはシステムによって既に特定されている物体に関連するものであるかを判断する。物体が新しいものと判断されると、システムは、ステップ354で、初期の物体の状態推定値を求める。好ましい実施の形態では、初期の物体の状態情報は、散乱送信信号113についての到来角情報だけでなく、散乱送信信号113と基準送信信号111との到達周波数差および到達時間差から求めることができる。

【0034】

別の実施の形態では、システムは、初期の物体位置を仮定してもよい。さらに、システムは、ユーザが初期の物体位置を入力できるようにしてもよい。例えば、航空管制官は、進入してくるパイロットによって報告された場所に基づいて初期の推定位置を入力してもよい。また、管制官は、離陸を準備する滑走路上の航空機の場所を特定するといった、個人的な観測に基づいて情報を提供してもよい。さらに、物体は、システムに電子的にデータを提供することができる全地球測位システムといった位置装置を有していてもよい。初期状態の情報を求める前述の方法および他の方法の組み合わせが使用されてもよい。初期状態の推定値が求められると、システムは、ステップ370に進む。

【0035】

ステップ352で、システムは、物体が新しい物体でないと判断すると、システムは、ステップ360に進む。ステップ360で、システムは、主として散乱送信信号113と基準送信信号111との到達周波数差に基づいて、物体の状態推定値を更新する。一実施の形態では、システムは、到達時間差および到来角情報の参照なしに、散乱送信信号113と基準送信信号111との到達周波数差のみに基づいて、物体の状態推定値を更新してもよい。一実施の形態では、この情報は、後の使用のためにメモリに記憶される。

【0036】

更新された物体の状態推定値を求めるために、到達周波数差情報および他の送信信号と送信信号との比較情報を、初期の物体の状態推定値と共に使用することもできる。単一の物体について、複数の送信機からの送信信号が処理されているならば、物体が、求められた周波数偏移のそれぞれを引き起こすことができる3次元空間の場所を求めることにより、システムは、更新された物体の状態推定値を求めることができる。信号強度、初期の物体の状態推定値の精度、システムの処理速度および他の因子に基づいて、システムは、物体を3次元空間の点または領域に求めることができる。さらに、システムは、更新される物体の状態推定値に関連した精度定格を、これらの因子および他の因子に基づいて求めることができる。システムが、物体の状態推定値を更新すると、システムは、ステップ370に進む。

【0037】

ステップ370で、システムは、物体が移動中であり、かつシステムの有効範囲内にあるかどうかを判断する。物体が移動中であるならば、システムは、ステップ380に進み、物体の状態情報を出力する。この出力は、システムに関連したCRTディスプレイ、ネットワーク接続、無線ネットワーク接続、コックピットのデータリンクおよびディスプレイ、または他の出力装置に提供することができる。一実施の形態では、システムは、物体の状態推定値に対する精度等級 (rating) を出力してもよい。

【0038】

物体の状態推定値が出力された後、物体がもはや移動中でないか、または、システムの有効範囲外であるとシステムが判断するまで、システムは、ステップ330に戻り、ステップ330から370を繰り返す。システムがデータを処理する高い速度およびシステムがデータを出力する比較的低い速度に基づいて、システムは、1つまたはそれよりも多い次の繰り返しの間、ステップ380をスキップしてもよい。システムが、物体がもはや移動中でないと判断するか、または物体が有効範囲外にあると判断すると、システムは、ステ

10

20

30

40

50

ップ390に進み、プロセスは終了する。

【0039】

航空機についての情報の提供に加えて、本発明は、航空滑走路上の車両といった地上車両についての情報を提供するために使用することができる。低速で移動する地上車両によって引き起こされる周波数偏移は、比較的小さいので、正確な初期の物体の状態推定値を使用することができる。例えば、地上車両は、滑走路に入る前に、ある特定の場所に向けることができるので、システムは、正確な物体の状態推定値を素早く確立し、保持することができる。さらに、システムは、移動を停止した物体についての物体の状態情報を格納することができ、物体が再び移動を開始すると、この状態情報を、初期の物体の状態推定値として利用することができる。

10

【0040】

別の実施の形態では、本発明は、少なくとも1つの統制されていない送信機からの周囲送信信号を使用して、所定のイベントの間、強化された空域認識を提供する移動レーダシステムを可能にするために使用することができる。一実施の形態では、本発明は、車輪で動くかまたは牽引式の車両を基にした監視システムの一部として使用される。この監視システムでは、車両は、所定の場所に配備され、少なくとも1つの統制されていない送信機からの周囲送信信号を受信する。この車両は、乗用バンといった非商業的な車両であってもよい。本発明のこの特徴は、オリンピック、花火大会、または他のイベントといった特別なイベントのための空域の監視に使用することができる。

【0041】

一実施の形態では、本発明は、複数の物体を同時に追跡するために使用することができる。例えば、本発明は、空港の空域に接近する多数の航空機および/または空港の空域内の多数の航空機ならびに静止した多数の航空機および/または車両ならびに/または空港の敷地を移動している多数の航空機および/または車両を同時に追跡するために使用することができる。システムは、物体が所定の距離内にあることを管制官、パイロットおよび/または運転手に通知するために、警告を使用することができる。また、システムは、1つまたは2つ以上の物体が、衝突を引き起こす可能性があるコースといった、安全でない可能性があるコースをとっていることを管制官、パイロットおよび/または運転手に通知するために、警告を使用することもできる。他の警告を使用することもできる。

20

【0042】

本発明の精神および範囲から逸脱することなく、さまざまな変更および変形を本発明に行えることは、当業者には明らかであろう。例えば、本発明は、PCLシステムに関して記述されてきたが、この発明の態様を、従来型のモノスタティックレーダシステムを含む他のタイプのレーダシステムと共に使用することが可能である。したがって、この発明の変更および変形が、併記の特許請求項の範囲およびそれらの均等物の範囲内にあるという条件で、本発明が、これら変更形態および変形形態をカバーすることが意図されている。

30

【図面の簡単な説明】

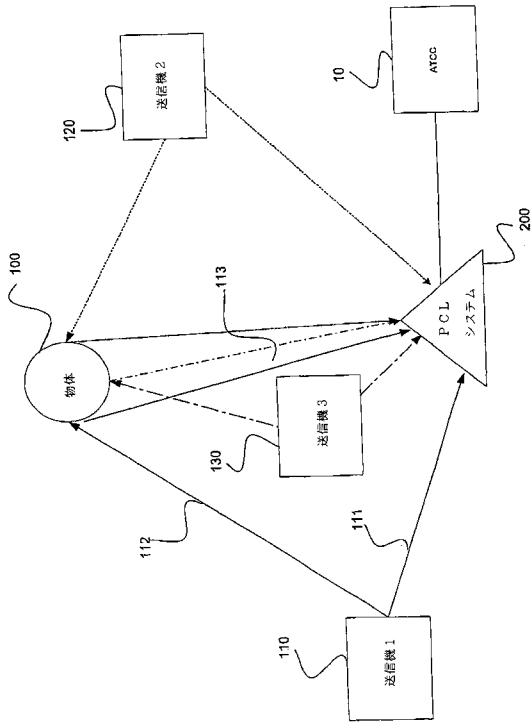
【図1】 本発明の実施の形態による複数の送信機、物体、およびPCLシステムの図である。

【図2】 本発明の実施の形態による民間航空PCLシステムのブロック図である。

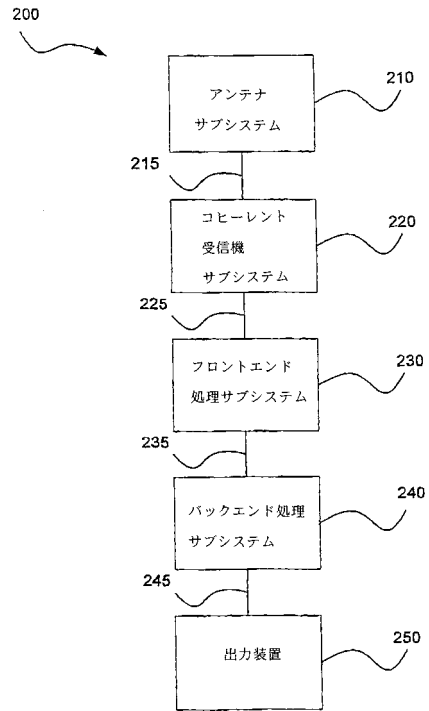
40

【図3】 本発明の実施の形態による民間航空PCLシステムを運用するフローチャートである。

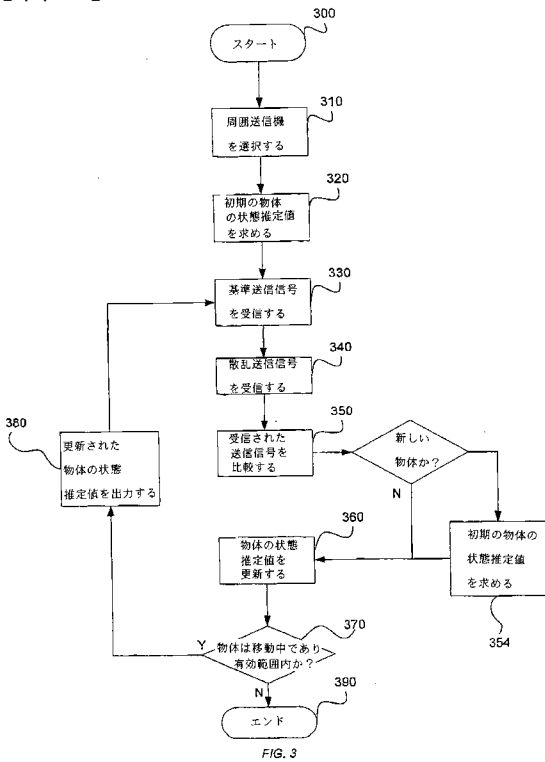
【図1】



【図2】



【図3】



## フロントページの続き

- (74)代理人 100084010  
弁理士 古川 秀利
- (74)代理人 100094695  
弁理士 鈴木 憲七
- (74)代理人 100111648  
弁理士 梶並 順
- (74)代理人 100116953  
弁理士 中村 礼
- (72)発明者 ボー、ケヴィン・ダブリュ  
アメリカ合衆国、メリーランド州、ゲイターズバーグ、ノース・フレデリック・アベニュー 70  
0
- (72)発明者 ロドウィグ、リチャード  
アメリカ合衆国、メリーランド州、ゲイターズバーグ、チャーチル・ダウンズ・ロード 8517
- (72)発明者 ベナー、ロバート  
アメリカ合衆国、メリーランド州、ゲイターズバーグ、クリークビュー・ドライブ 22225

審査官 宮川 哲伸

- (56)参考文献 特開平5 - 27020 (JP, A)  
特開平5 - 100020 (JP, A)  
特開平8 - 297162 (JP, A)  
米国特許第5525995 (US, A)  
Ogrodnik, R.F., BISTATIC LAPTOP RADAR, Proceedings of The 1996 IEEE National Radar Conference, 米国, IEEE, 1996年 5月13日, P.369-373  
Ogrodnik, R.F., Fusion Techbroad area Surveillance exploiting ambient signals via coherent techniques, Proceedings of the 1994 International Conference on Multisensor Fusion and Intelligent Systems, 米国, IEEE, 1994年 8月 2日, P.421-429

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01S 7/00 ~ 7/42  
G01S 13/00 ~ 13/95  
B64F 1/36  
G08G 5/00  
G08G 5/04