

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2008-537262

(P2008-537262A)

(43) 公表日 平成20年9月11日 (2008.9.11)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)
G06Q 10/00 (2006.01)		G06F 17/60	1 6 8	
F41H 13/00 (2006.01)		G06F 19/00	1 0 0	
		F41H 13/00		

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 22 頁)

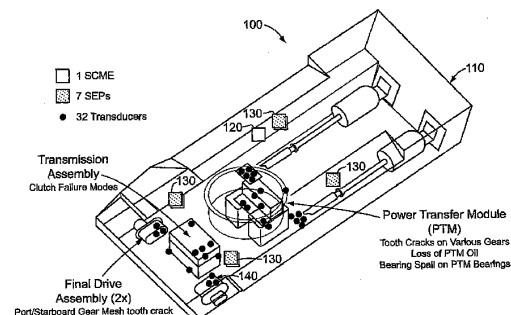
(21) 出願番号	特願2008-507745 (P2008-507745)	(71) 出願人	500575824
(86) (22) 出願日	平成18年4月13日 (2006.4.13)		ハネウェル・インターナショナル・インコーポレーテッド
(85) 翻訳文提出日	平成19年11月27日 (2007.11.27)		アメリカ合衆国ニュージャージー州07962-2245, モーリスタウン, コロンビア・ロード 101, ピー・オー・ボックス 2245
(86) 国際出願番号	PCT/US2006/014101	(74) 代理人	100089705
(87) 国際公開番号	W02006/113450		弁理士 社本 一夫
(87) 国際公開日	平成18年10月26日 (2006.10.26)	(74) 代理人	100140109
(31) 優先権主張番号	11/108,725		弁理士 小野 新次郎
(32) 優先日	平成17年4月19日 (2005.4.19)	(74) 代理人	100075270
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 小林 泰
		(74) 代理人	100080137
			弁理士 千葉 昭男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 意思決定支援方法およびシステム

(57) 【要約】

本発明によれば、アセット (100) の組の構成要素に関するデータを収集するステップを含み、該データは、組の構成要素における各構成要素のステータスに関する情報を含む、意思決定支援方法が提供される。また、この方法は、該データとアセット (100) の使用に対する要求の組とを比較するステップと、構成要素のそれぞれのステータスおよびアセット (100) の指定使用に対する要求の組に基づき、組の構成要素における構成要素のそれぞれの残存寿命を推定するステップとを含む。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

アセット（１００）の１組の構成要素についてデータを収集するステップと、前記データは、前記組の構成要素における各構成要素のステータスについての情報を含み、

前記データと前記アセット（１００）の使用に対する１組の要求とを比較するステップと、

各前記構成要素の前記ステータスおよび前記アセット（１００）の指定使用に対する前記組の要求に基づき、前記組の構成要素における各前記構成要素の残存寿命を推定するステップと

を含む、意思決定支援方法。

10

【請求項 2】

前記アセット（１００）の前記目的の使用の間、前記組の構成要素を監視し、前記構成要素の前記ステータスを更新するステップと、

前記構成要素の前記更新されたステータスに基づき、前記構成要素の前記残存寿命を推定するステップと

をさらに含む、請求項 1 に記載の意思決定支援方法。

【請求項 3】

前記構成要素の前記残存寿命についての情報をユーザに出力するステップをさらに含み、前記情報は、Go / No - Go の勧告より多くを含む、請求項 1 に記載の意思決定支援方法。

20

【請求項 4】

前記構成要素の前記残存寿命の推定は、前記アセット（１００）の前記指定使用に関する情報を含むベクトルを使用して決定され、

前記アセット（１００）の前記指定使用は、前記アセット（１００）の現在の使用および前記アセット（１００）の将来の使用を含む、請求項 1 に記載の意思決定支援方法。

【請求項 5】

アセット（１００）の構成要素に取り付けられたセンサ（１３０）と、

前記センサ（１３０）に電氣的に接続され、前記センサ（１３０）を制御し、前記構成要素に関するデータを受け取り、前記センサ（１３０）から受け取った前記データに基づき、前記構成要素の推定の残存寿命を予測し、前記データは、前記構成要素のステータスに関する情報を含む、コンピュータ処理装置（１２０）と、

30

前記構成要素の前記残存寿命に関する情報を表示し、前記情報は、故障に向かう前記構成要素の進行状況の指標を含む、グラフィカルユーザインターフェースと、を含む、意思決定支援システム。

【請求項 6】

前記勧告は、前記センサ（１３０）から受け取った前記データと前記アセット（１００）の指定使用に対する組の要求との比較に基づく、請求項 5 に記載の意思決定支援システム。

【請求項 7】

処理装置（１２０）を設定して意思決定支援の方法を実行させるプログラムコードを含むコンピュータ可読媒体であって、

40

前記コンピュータ可読媒体は、

１組のアセット（１００）の構成要素に関するデータを受け取りプログラムコードと、前記データは、前記組の構成要素における各構成要素のステータスに関する情報を含み、

前記データと前記アセット（１００）の使用に対する組の要求とを比較するためのプログラムコードと、

各前記構成要素の前記ステータスおよび前記アセット（１００）の指定使用に対する前記組の要求に基づき、前記組の構成要素における各前記構成要素の残存寿命を推定するためのプログラムコードと、

50

を含む、コンピュータ可読媒体。

【請求項 8】

前記アセット（100）の前記指定使用の間、前記組の構成要素を監視し、前記構成要素の前記ステータスを更新するためのプログラムコードと、

前記構成要素の前記更新されたステータスに基づき、前記構成要素の前記残存寿命を推定するためのプログラムコードと

をさらに含む、請求項 7 に記載のプログラムコードを含むコンピュータ可読媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

ここに開示される発明主題は、意思決定支援方法およびシステムに関する。より詳しくは、この開示の発明主題は、アセットのステータスに関し有意義な情報を提供することができる方法およびシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

大規模な組織は、その活動のため、輸送手段、機械装置や他の種類の装置など各種のアセット（アセット）に依存している。たとえば、軍の効率的な作戦には、各種の軍用輸送手段、兵器システムなどについて、正確な知識が必要である。今日、これらのアセットの多くには、そのステータスを監視する各種の技術が含まれている。

【0003】

20

ところがあいにく、これらの技術では、通常、そのアセットの使用に関して警告灯などによる簡単な Go / No Go 決定が提供されるだけである。さらに、既知の技術では、アセットが、現在または将来における使用中、どのように動作するかについて、予想する（または推定する）ことができない。

【0004】

軍事については、現在（または将来）の個別任務について健全に動作する残存寿命を示す情報の面で、アセットの操作員を援助することができる方法およびシステムを提供することは、望ましい。さらに、軍事任務の計画者および艦隊レベルの計画者は、任務の成功（ならびに後方支援）のために、最も現実的な、任務に固有な将来のアセット状態に基づき、理解し計画を立てる必要がある。適切な意思決定支援ツールと一体となった予想技術によって、アセットの信頼性および可用性を増加し、一方所有するための全体コストを減少することができる。

30

【0005】

たとえば、遠征戦闘車（EFV）の予想システムをさらに効率的にする必要がある。初期故障または他の異常が EFV で確認されたとき、EFV の動作に対するその故障の影響を予測することができる方法およびシステムを提供することは、望ましい。この結果は、EFV の現在（または将来）の使用に結び付けることができるはずである。さらに、いずれかの時点から所望の予測期間（すなわち、輸送手段の任務）まで、動力伝達系が受けることになる動作条件を反映するパラメータを導き出すことができる、EFV に関する動力伝達系の予想システムが必要である。

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

したがって、組織が有するアセットの健全な動作を予想または予測することができる方法およびシステムを提供することは、望ましい。さらに、たとえば同じデータソースを使用して時間とともにアルゴリズムを調整することによって、アセットの性能の予想を最大限に利用する能力を有する方法またはシステムが必要である。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明によれば、アセットの 1 組の構成要素についてデータを収集するステップを含み

50

、そのデータは、組の構成要素における各構成要素のステータスについての情報を含む、意思決定支援方法が提供される。また、この方法は、そのデータとアセットの使用に対する要求の組とを比較するステップと、各構成要素のステータスおよびそのアセットの指定使用に関する要求の組に基づき、組の構成要素における各構成要素の残存寿命を推定するステップとを含む。

【 0 0 0 8 】

本発明の他の実施形態によれば、アセットの構成要素に取り付けられたセンサと、センサに電氣的に接続されたコンピュータ処理装置とを含み、コンピュータ処理装置は、センサを制御し、構成要素のステータスの情報を含む、構成要素についてのデータを受け取り、センサから受けたデータに基づき、構成要素の推定の残存寿命を予測する、意思決定支援システムが提供される。このシステムは、構成要素の残存寿命についての情報を表示するグラフィカルユーザインターフェースも含むことができ、この情報には、故障に向かう構成要素の進行状況の指標が含まれる。

10

【 0 0 0 9 】

本発明の他の実施形態によれば、意思決定支援の方法を実施するように処理装置を設定するプログラムコードを含んだコンピュータ可読媒体が提供され、そのコンピュータ可読媒体は、アセットの 1 組の構成要素における各構成要素のステータスに関する情報を含む、1 組の構成要素に関するデータを受け取るプログラムコードと、そのデータとアセットの使用に対する 1 組の要求とを比較するためのプログラムコードと、構成要素の各ステータスおよびアセットの指定使用に対する組の要求に基づき、組の構成要素における各構成要素の残存寿命を推定するためのプログラムコードとを含む。

20

【 0 0 1 0 】

前述の全体的な説明および後述する詳細な説明は、ともに例示的で解説的なものだけであり、特許請求されている本発明を限定するものではないことを理解されたい。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 1 】

添付図面は、本明細書に組み込まれその一部をなすものであり、本発明のいくつかの実施形態を例示し、その説明とともに、本発明の原理を説明する。

ここで、本発明の本例示の実施形態について詳細に言及することにし、その例は、添付図面に示す。可能な場合は常に、同じまたは類似の構成要素を参照するために、すべての図面を通して同じ参照番号が使用される。

30

【 0 0 1 2 】

各種の実施形態によれば、ここで述べる意思決定支援方法およびシステムは、輸送手段（ビークル）または機械的および / または電氣的な構成要素を有する他の装置など、各種のアセットまたはアセットの艦隊に適用することができる。例示の輸送手段は、軍用、商業用、私用、陸、空、水の輸送手段を含むことができる。ここで述べる意思決定支援方法およびシステムは、アセット中いたるところに配置されたセンサから収集されたデータを使用し、アセットのステータスに関する情報をユーザに予想することができる。たとえば、センサは、構成要素上に配置され、その温度やサイクル数など、これら構成要素の各種の面を監視することができる。アセットの構成要素は、駆動軸、歯車、変速装置、クラッチ、電力系統や、制御系統など、輸送手段のいかなる機械的および / または電氣的な構成要素とすることができる。

40

【 0 0 1 3 】

さらに、本発明の実施形態の方法およびシステムは、現在および / または今後の使用または任務がアセットおよび各種の構成要素に与えることがある影響を予想し、推奨する行動指針をユーザに伝達することができる。たとえば、システムは、アセットが遭遇し得る、知られた、起こり得る事象を量的関数に変換することができる。構成要素のステータスは、量的関数に適用し、構成要素がその事象にどのようにして耐えるかということを予想することができる。さらに、システムは、特定の構成要素が使用の目的に耐え得るか否かについて指針をユーザに示すことができ、また、システムは、構成要素のステータスが事

50

象後にどのようなことになるかについての指標を示すことができる。

【0014】

説明のため、ここで、いくつかの実施形態を、EFV軍用車を参照して説明する。EFVは、17～18人の武装歩兵部隊（強化海兵ライフル分隊など）を輸送することができる装甲軌道水陸両用戦闘車であり、乗組員は、3人である。EFVによって、海軍および海兵隊は、船の機動および海岸への機動を結合させて、1つの途切れのない攻撃を行うことができ、機動、急襲および防衛のための、十分な海上スペースを艦船および上陸部隊にともに与えることができる。EFVによって、歩兵部隊は、核/細菌/化学（NBC）の戦闘環境を含め、戦闘行動中、装甲されて保護された陸上および水上の機動力を得、直接に火力支援を受けることができる。

10

【0015】

ここで、図1を参照すると、EFV用のEFV動力伝達系予想システム（DTPS）が示されている。具体的には、EFV110上のDTPS100は、サブシステム条件監視エンジン（SCME）と呼ばれる、中心となる小さい形状因子のコンピュータ処理装置120と、一組（たとえば、7個）の組み込み処理付きセンサ（SEP）130と、通信および電力伝送ネットワークとを含む。これら構成要素は、当業者には良く知られた、ハードウェア、ファームウェアおよびソフトウェアに基づき実現することができる。

【0016】

SEP130、関連変換器140、およびSCME120によって、DTPS100の主な物理的な要素が構成される。SEP130は、EFV中いたるところの有利な位置で各種の構成要素上に配置することができ、SCME120へ情報を伝達することができる。たとえば、SEP130は、動力伝達系の要素上に配置することができる。SEP130は、センサを使用して動力伝達系を監視することができ、未加工データの前処理、データ抽出、データ転送、および輸送手段の状態決定を含む、情報処理のいくつかの部分を実施することができる。各SEP130は、付随するアナログ回路を有した1つまたは複数のセンサと、通信システム（CANBus）と、小型コンピュータとを含むことができる。

20

【0017】

各種の実施形態によれば、SCME120は、主予想作業センターの1つとなり、SEP130からの情報を処理することができる。たとえば、SCME120は、SEP130によって提供される特徴中に故障の兆候を検出する、故障を分離する、傾向を見る、および残存寿命を推定することを含め、情報のより高レベルの処理を実施することができる。いくつかの実施形態では、推定の残存寿命は、公称の予め定められた任務パラメータの組に基づくことができる。

30

【0018】

輸送手段のデータバスからの情報は、予測処理に含めることができる。SCME120は、オンボードでデータ記憶能力を含むことができる。しかし、各種の実施形態では、主データ記憶場所は、EFVの大容量メモリ装置（図1には示さず）とすることができる。SEP130およびSCME120は、専用の通信バスを介して通信することができる。このバスは、SCME120からSEP130へ電力も送ることができる。各種の実施形態によれば、システム100は、アセットの各種の構成要素について診断分類および予想ベクトルを生成し出力することができる。予想ベクトルは、構成要素の状態およびその性能の傾向を示す情報のいかなる組とすることもできる。

40

【0019】

さらに、システム100の出力は、SCME120からとすることができ、システム100は、出力として、検出、診断および予想の情報を提供することができる。さらにまた、故障モードに依存して、システム100は、異なるレベルの出力（たとえば、感度、故障までの時間、信頼度など）を提供することができる。

【0020】

DTPSシステム100は、単純なGo/No-Goの意思決定の情報より多くの情報

50

を提供することができる。たとえば、DTPSシステム100は、公称の任務を上回る任務に基づき、予想ベクトルの組を提供することができ、その情報を使用して将来の輸送手段のステータスを予想することができる。さらに、DTPSシステム100は、有意義でユーザフレンドリな方法で情報を提供することができる。

【0021】

図2に、DTPSシステム100などの意思決定支援システムの各種のレイヤーを示す。たとえば、SEP130は、201でセンサモジュールを設けることができ、オンボードメモリとともに202で信号処理を実施することができる。たとえば、センサモジュール201は、たとえば、センサが取り付けられた構成要素それぞれのステータスに関する情報を含む、データを獲得することができる。さらに、そのデータは、ステージ202で操作し処理することができる。

【0022】

各種の実施形態によれば、DTPSシステム100の副構成要素、たとえばSCME120など、他の副構成要素は、204で健全性評価、および205で予想レイヤーを設けることができる。システム構成に依存して、ステージ203で、状態監視をSEP130および/またはSCME120に含めることができる。健全性評価の情報および状態監視の情報は、各種のアルゴリズムに入力し、205で予想関数をもたらすことができる。これによって、システムが受け取った各種のデータの知識融合を行うことができる。各種のシステムの追加物として、予想からの情報を使用して、ステージ206で意思決定支援を行い、ステージ207でグラフィカルユーザインターフェース上などに、ユーザフレンドリで表示することもできる。

【0023】

各種の実施形態によれば、意思決定支援システムは、導き出された機械可読予想ベクトルを、ユーザ可読形態で予想出力に変換することができる。例として、表Iに予想ベクトルのユーザ可読組を示す。

【0024】

【表1】

	DSF	BMO	TR	シータ
アルゴリズム1	0.3	0.3	0.3	0.1
アルゴリズム2	0.4	0.2	0.0	0.4
アルゴリズム3	0.0	0.0	0.9	0.1
DTPSシステム出力				
	0.13	0.1	0.75	0.02

表I

【0025】

表Iでは、DSFは、ジェット水流の駆動軸の故障を示し、BMOは、ベアリングモジュールの過負荷故障を示し、TRは、先端摩擦故障を示し、シータは、他の各種の不明の要素を示しており、ここでアルゴリズム1～3の結果は、故障確率の指標を提供する。意思決定支援システムは、各種のアルゴリズムから得られた情報を結合し、その時点で利用できる情報に基づき、任務中の特定構成要素の故障確率を提供することもできる。

【0026】

理解されるように、特定の故障が近い将来起こると報告されたことに関連したユニットが、容易に定量化（すなわち、クラッチの移動数、または歯車に残された回転数）することができる状況では、予想ベクトルは、有意義な情報になる自動翻訳したものをユーザに提供することができる。

【0027】

各種の実施形態によれば、表示装置およびグラフィカルユーザインターフェース（GUI）／表示レイヤーを設けることができる。さらに、近い将来起こる故障の定量化が容易にユーザフレンドリな形（すなわち、ある歯車の残存回転数の予測数）に移行されない状況においては、ここに述べる意思決定支援システムは、任務に関し、構成要素についての関連する情報を提供することができ、色コードの形など他の形で、輸送手段の健全性情報を提供することができる。

【0028】

各種の実施形態によれば、ここで述べるシステムの予想出力は、動的なものにすることができ、任務変更によって更新することができる。1個の標準の初期設定された任務に基づく他の装置とは違って、ここで述べるシステムは、輸送手段に関して、最適な支援を行う。たとえば、予想システムは、現在の輸送手段の状態だけでなく、予期される将来の輸送手段の使用にも基づき、連続的にベクトルを更新することができる。

10

【0029】

述べたように、知られた方法およびシステムは、Go / No Go 決定を超える意思決定の推論を実施しない。これによって、限られた数の監視された動力伝達系の構成要素の予測された将来の状態（1個の標準の初期設定された任務に基づく）と、輸送手段の予測された将来の状態の間に著しいギャップが残される。より高レベルの意思決定援助がなく、出力ベクトルを輸送手段の現在（または将来）の使用に結び付けないと、情報の有用性が限定される。

【0030】

20

しかし、ここに述べる各種の実施形態は、動的であり、現場の輸送手段操作員に、適切に表示された、たとえば見積もられたクラッチの残存する移動数などのような事項を同定する予測情報を提供することができる。さらに、輸送手段の現在の使用およびその後の将来の使用が任務によって変更されたとき、その情報が急速に価値を失う従来の装置とは違って、ここで述べる方法およびシステムは、現在（および将来）の任務が発展するとき、常に更新された情報を提供することができる。

【0031】

将来の輸送手段の任務に関する知識がないと、アセット保守者／任務計画者は、ベクトル出力を解釈するその能力、および現在の保守／計画行為に関するその妥当性が限定され得る。したがって、高レベルの意思決定推論は、輸送手段の現場時間を最大にし、一方保守時間を最小にするために非常に有益なものになることができる。

30

【0032】

任務遂行および任務計画におけるより高レベルの意思決定援助の必要に一致して、予想出力は、統合後方支援システムに入力するのに十分な情報を提供することができる。より高レベルの後方支援援助は、アセットの予想システムと一体となって、アセットに対する支援システムを補完することができる。

【0033】

各種の実施形態によれば、ここに述べる意思決定支援システムの出力は、常にベクトルが更新されており、過去の輸送手段の使用および現在の輸送手段の状態だけでなく、将来の輸送手段の使用、将来の任務遂行および輸送手段の保守にも直接結合することができる。

40

【0034】

図3に、本発明の各種の実施形態による意思決定支援システムの例示のアーキテクチャ300を示す。アーキテクチャ300は、ステージ310で各種のアルゴリズムまたは推論経路320を経由してデータを引き出し、ステージ330でアセットから得られた関連するデータおよび／または情報に基づき、意思決定支援を実施することができる。アーキテクチャ300によって、データの処理および分析に利用できる広範囲のツールが使用可能になり、一方、動的コマンドおよび制御意思決定環境における適切なトレードオフ分析を可能にする、コア評価指標および制御を選択する能力が保存される。

【0035】

50

たとえば、ステージ 330 で示した関連するデータおよび / または情報は、たとえば、331 および 332 で示す常に監視するデータなどのドメインデータを含むことができる。常に監視するデータ 331 および 332 は、たとえば、上述の SEP 130 のセンサなどのセンサから得ることができる。ステージ 330 のデータは、任務に関する各種のスカラおよび / またはベクトルのデータも含むことができる。ステージ 330 のデータは、任務および / またはアセットに関する、334 における離散型データも含むことができる。情報 330 についての関連する特徴は、データレベル 340 で結合または融合することができる。たとえば、関連する特徴は、ステージ 342 における情報 330 から抽出することができる。ステージ 344 において、関連する特徴は、分類することができる。ステージ 346 において、関連する特徴に関して宣言することができる。

10

【0036】

言及したように、各種のアルゴリズムは、情報 330 に基づき、分析し有意義な予測（または予想）を実施するために使用することができる。各種の実施形態によれば、予想は、ベクトルの形でもたらしすることができる。ステージ 350 で、予想は、ユーザフレンドリーな形で任務に関する知識をユーザに提供することができる。

【0037】

ここで述べる意思決定支援システムから得られる予想は、各種の状況下で使用される各種のタイプのアセットを分析するのに有用であり得る。軍事用途では、予想は、戦時戦闘用兵器庫の管理を援助するために使用することができる。たとえば、予想は、次に示すタイプの任務中のアセット状態を分析するために使用することができる。

20

【0038】

水陸両用：

水上行動：水陸両用の攻撃、牽制、襲撃、および河川作戦中の機動の一部

攻撃：

急襲：好機を生かすために、速度を稼ぐことによって準備時間が得られる攻撃

用意周到な攻撃：敵と交戦し崩壊させる、または捕獲するために、事前に計画し調整された火力および機動力を使用することが特徴である行動

接触するための移動：敵との接触を果たすまたは回復するように計画された作戦

武力偵察：敵兵力の強さの把握および / またはその試験、または他の情報を得るように計画された攻撃

30

平定：通常、攻撃が成功した後に続き、徹底的に敵を破壊するように計画された作戦

追撃：敵性部隊を破壊する目的で、逃げようと試みている敵性部隊を捕らえるまたは行く手を妨げるように計画された作戦

防衛：

陣地防衛：決定的な戦闘が行われることになる、選択された戦術的な位置に、大量の防御部隊が配置された防衛の種類。その防御陣地を維持し、その間の領域を制圧するためには、防御位置にある部隊の能力に主に依存する。厚みを加え、反撃から戦闘陣地を遮断または回復するために、予備軍が使用される。

【0039】

機動防衛：敵から主導権を獲得するために、火力の編成および地形の利用とともに機動力が使用される、領域または陣地の防衛

40

後退：

遅延：おおむね徹底的な交戦状態になることなく、敵の勢いを殺ぎ、敵に最大の損害を与えることによって、圧力を受けている部隊が、時間をかけてスペースを得る作戦

撤退：接触中の部隊が、敵部隊との交戦状態から離れるように計画された作戦

撤兵：非接触状態である部隊が、敵部隊から離脱する作戦

各種の実施形態によれば、意思決定支援システムの例示の任務は、予測指標が EFV オペレーションモードサマリ / 任務プロフィール (OMS / MP) から得られるとき、使用することができる。そのような任務は、標準の海兵隊のシナリオから導き出される激しい紛争中に演じられる海兵派遣軍の作戦から導き出される任務とすることができる。たとえ

50

ば、そのシナリオは、輸送艦艇からの進水から始まる、水平線のかなたからの高速の水面上の攻撃、防御された海浜中への武力侵攻、敵進駐軍の破壊、および重要目標の掌握の、武力行動を可能にする最初の 28 時間 50 分を含むことができる。このシナリオは、領域防衛という任務への変更によって終了することができる。

【 0 0 4 0 】

アセットが晒されることになる、アセットに対する機械負荷および状態を監視すると、任務のより良好なモデル化、構成要素の動作プロファイルの把握など、管理体制をより一層認識することができる。軍事任務プロファイルに通常見られる任務の過酷さおよびランダム性の程度が変化することによって、離散的および / または連続的な分析方法を含むアルゴリズムは、任務の管理体制の認識および使用の監視のために使用することができる。これらの方法は、正規、指数またはワイブルなどの従来の統計的分布によって任務プロファイルデータを表現することから、具体的な任務タイプに関して任務を表現することができる、より専門化された回帰および相関技法にまで及ぶことができる。時間軸において離散的に発生する、ジェット水流の異物損傷 (FOD)、特定の高重力機動など、まれな / ランダムな輸送手段の動作事象は、ポアソンインパルス関数などの離散型インパルス関数に基づき、モデル化することができる。長時間のマクロスケールに対し、通常の任務環境は、連続的な要素によって表現することができ、一方まれな事象は、離散的な要素によって表現することができる。

10

【 0 0 4 1 】

たとえば、不正な部品取り付け、偶発事故、FOD や異常な機動など、まれでランダムな動作事象は、大きい動的トルクのインパルスとして現れることがあり得、ポアソン (またはワイブルでも) のショットノイズ過程モデルによる一連のインパルスとしてモデル化することができる。インパルスの出現が計数過程 $N(t)$ によってモデル化される場合、 $X^j(t)$ (上付き添え字 j は、間欠性を示す) で表される、まれな間欠的な事象は、次の総和で表すことができる。

20

【 0 0 4 2 】

【 数 1 】

$$X^j(t) = \sum_{j=1}^{N(t)} F_j \delta(t-t_j)$$

30

【 0 0 4 3 】

ここで、 F_j は、インパルス j のランダム振幅であり、 $(t - t_j)$ は、時間 $t = t_j$ で発生する、デラックデルタ単位インパルス関数である。構成要素の耐用年限内の任意の時間 t において、 $X(t)$ で表される、全体的な得られる任務環境モデルは、 $X^c(t)$ で表された、非正規過程によって定義される連続的な任務要素と、 $X^j(t)$ で表された、ショットノイズ過程で定義される、間欠的なまれな事象要素との重ね合わせによって表すことができる。

【 0 0 4 4 】

図 4 A および 4 B に、各種の実施形態による、連続的および離散的な任務レベルのモデル化のパラダイムの組合せを示す。たとえば、連続的な任務プロファイルは、任務データから展開された統計的分布に基づき、模擬するまたはモデル化することができる。次いで、離散的なまれな / ランダムな事象は、並行して模擬するまたはモデル化し、発生率に基づき、またレガシーデータから同定されて、連続モデル出力に加えることができる。

40

【 0 0 4 5 】

ここで述べる意思決定支援システムなどの予想ベースの意思決定支援システムを提供すると、アセットの任務対応状態の連続的な評価をもたらすことができ、アセットの展開中、任務への適応を直接支援することができる。

【 0 0 4 6 】

各種の実施形態によれば、多くの構造的な輸送手段の構成要素の損傷メカニズムに関連する非線形性は、プロファイルの固有の特性と混合された任務タイプとの両方によって決

50

めることができる。動作環境および任務の厳しさの大きい可変性から生じる、重大な構成要素の損傷は、アセットの構成要素の耐用年限に直接影響を及ぼすことがあり得る。各種の状況下においては、独特の動作使用プロフィール、または、異常な動作条件やランダムな損傷の発生などを含む、いくつかのまれで厳しい、ランダムに発生する事象が支配し得る疲労故障モードによって、構成要素の耐用年限は、変化させられることがある。各種の実施形態によれば、この時間で変化する信頼性の状況についての精度は、確率的な任務の模擬過程の基礎として、使用することができる。

【 0 0 4 7 】

図 5 に、各種の実施形態による意思決定支援システムの他の例示のアーキテクチャ 5 0 0 のブロック図を示す。アーキテクチャ 5 0 0 は、結論を推論し引き出すための部分を含む、意思決定支援システムの特徴を含む。

10

【 0 0 4 8 】

たとえば、ステージ 5 0 2 で、任務投影推論器 (M P R) は、来たる任務のプロフィールおよび D T P S からの情報などセンサの予想出力を入力し、任務中に発生する、任意の構成要素の故障の確率を計算する。各種の実施形態によれば、システムは、D T P S 予想ベクトル 5 0 4 の使用縦座標を来たる任務についての使用記述に「投影」することによって、これを実施し、使用ユニットを効率的に任務に変換させる。たとえば、任務は、表 I I に示すようなものとすることができる。

【 0 0 4 9 】

【 表 2 】

20

区分 #	期間	区分タイプ	サブタイプ
1	10分	遷移モード	
2	1.5時間	水上モード (計画)	海況 = 1 気温 = 高温 天候 = 晴れ
3	10分	遷移モード	
4	2.0時間	陸上モード (クロスカントリー)	地形 = 砂漠 気温 = 高温 天候 = 晴れ 気候 = 乾燥

30

表 II

【 0 0 5 0 】

この例では、システムは、ジェット水流の遊星歯車の 1 個の近い将来の故障を追跡することができる、表 I I I に示す予想ベクトルを生成することができる。各種の実施形態によれば、予想ベクトルは、所定の使用パラメータの関数として、故障の累積確率を表すことができる。表 I I I に示すように、この例では、これからの 1 4 時間中の水上モードの動作中に、9 0 % で故障の可能性がある。最初の 8 時間は、比較的無事であるが、故障確率は、その時間を過ぎると、急速に増加する。

40

【 0 0 5 1 】

【表 3】

水上動作時間	2	4	6	8	10	12	14
故障確率 (%)	0.01	0.03	0.1	1	10	50	90

表Ⅲ

10

【0052】

ここで戻って図5を参照すると、MPRは、「水上動作時間」を任務および任務の部分に翻訳することができ、新しい予想ベクトルを生成することができる。図6Aおよび6Bに、元のベクトルおよび新しいベクトルをプロットしてある。図6Bを見ると、このプロフィールの最初の5個の任務は、比較的無事であるが、故障確率は、その後の任務中に急速に増加していることが分かる。この例では、故障は、その確率が3.5%から87%に上昇する、7、8または9番目の任務中に、恐らく発生する。

【0053】

上記の例は、予想ベクトル、水上モード動作の時間の形で、使用ユニットが容易に任務に投影されたので、比較的分かりやすかった。一方、投影には、それに関連した不確定性を有して仮定が必要になることがある、他の故障モードがある。一例は、クラッチの予想であり、それは、時間ではなく、移動数で表される予想ベクトルを有することになる。分かるように、多くの例では、部品の残存寿命を知ることが望ましい。しかし、移動を任務に移行することは、高度の不確定性を有し、仮定が必要である。たとえば、輸送手段が「陸上モード(クロスカントリ)」の間では、C2クラッチは、1時間当り5~20回の係合があることが恐らく知られている。この場合、正確に30回の移動での故障を予測する、新しい予想ベクトルは、1.5~6回の任務中の故障に投影して移行されることになる。

20

【0054】

各種の実施形態によれば、これらのあり得る大きい不確定性は、使用ユニットを来たる任務に変換させることによって、対応することができる。たとえば、ユーザに、最善および最悪の場合のシナリオのような追加の情報を提供することができ、ユーザには、出力を解釈するという余地を残すことができる(この手法では、ユーザに大量の情報をもたらすことができる)。ユーザは、より正確な項目によって来たる任務を定義することができるインターフェースを得ることができ、したがってMPRは、より明確な仮定を行うことができる。また、ユーザは、起動、停止、移動、回転などの数を推定するために、来たる任務の地図データおよび計画された経路など、他の情報源から来たる任務の詳細な属性を推定することができるソフトウェアモジュール(図示せず)に、アクセスすることができる。また、ユーザは、状態が類似しているという仮定に基づき、不確定性を狭めるために最近の任務を当てにすることができる(たとえば、クロスカントリする地形が、昨日の任務中平坦であり、したがって速度の変更および1キロメートル当りの移動がほとんど必要なかった場合、来たる任務には、類似の条件に向かうように翻訳を偏らせる)。

30

40

【0055】

各種の実施形態によれば、MPRは、任務中对任務外、たとえば任務前に、異なって動作することができる。たとえば、任務前に、MPRは、システムによって生成された最新の予想ベクトル、および来たる任務のプロフィールを使用することができる。システム出力は、動作中に収集されたセンサデータに基づいているので、システム出力は、動作していないと静的であり得、したがってMPRは、ユーザが任務プロフィールを変更した場合、その投影を変更することができる。

50

【 0 0 5 6 】

任務中、M P R は、システム出力の変化、任務プロフィールの変更および現在の任務がどれだけ残っているかの推定に応答することができる。この入力は、システムが数時間内に故障が起こると予測しているとき、任務中役立つことができる。M P R は、特定の時間から任務終了までの故障確率を計算するために、現在の任務がどれだけ残っているかを知ることができる、したがって任務を完了することができるか否かを決定することができる。

【 0 0 5 7 】

任務記述 5 0 6 は、5 0 8 で P A M によってシステムに与えられるデータ構造である。「性能予想」は、来たる任務を記述するために、ユーザが調整することができる、各種のパラメータを記述したケースドキュメントを使用することができる。任務パラメータ化の描写性は、任務前に、M P R が投影のために使用するのに十分なものとすることができる。各種の実施形態によれば、システムは、使用されることになる移動数および速度範囲を M P R が推定するのを援助する、装置を含むことができる。たとえば、M P R は、クロスカントリ / 周辺道路 / 幹線道路 / 都市などの駆動条件を記述した情報を使用することができる。

【 0 0 5 8 】

いくつかの場合、「性能予想」を使用する場合に与えられる任務パラメータ化は、任務中 M P R にあまり役に立たない恐れがある。たとえば、システムが現在の任務に何が残されているかを推定することは、難しい場合がある。1 個の特定のパラメータ「残り任務時間」は、任務中の残り時間の秒読みとして使用することができ、それを P A M が連続的に更新する。

【 0 0 5 9 】

5 1 0 の任務トラッカ (M R) は、各任務中、動作することができ、2 個の出力を生成することができる。5 1 2 に示す第 1 の出力「残り任務」は、現在の任務で何が残されているのか、および実際の任務がどの程度「任務記述」に合致しているかを推定することができる。5 1 4 に示す第 2 の出力「使用要素」は、初期設定要素より狭められた不確定性を有した、この任務および次の数回の任務中に適用できる使用要素の指標 (たとえば、1 時間当りの移動) として、働くことができる。

【 0 0 6 0 】

各種の実施形態によれば、M R は、P A M から得られた「任務記述」データおよびシステムが記録した使用データを使用して、5 1 3 に示すように出力をもたらすことができ、これまでの任務および最近の任務を記述することができる。使用データは、予想ベクトルを生成するために、システムが使用することができる。たとえば、クラッチ故障の傾向を見るために、システムのセンサは、使用軸のその傾向を生成するために、移動を計数することができる。各種の実施形態によれば、システムが記録した使用データは、5 1 5 に示すように、M T が使用するのに最適なものにすることができる。他の実施形態によれば、M T は、それ自体の専用化された使用データを記録することができ、またはシステム使用記録機能を拡大することができる。

【 0 0 6 1 】

各種の実施形態によれば、M T は、次に示すことなどの「残り任務」出力を生成することができる。

「任務記述」の実際との一致 = 優れている、「残り任務」= 任務終了まで、区分 4 の 1 時間

「任務記述」の実際との一致 = なし、「残り任務」= 不明

M T は、次に示すことなどの「使用要素」出力を生成し記録することができる。

【 0 0 6 2 】

本任務：クラッチ C 2 移動 = 1 時間当り 2 1 ~ 3 0 (クロスカントリ)、クラッチ C 2 移動 = 1 時間当り 2 ~ 5 (幹線道路)

次の任務：クラッチ C 2 移動 = 1 時間当り 1 5 ~ 3 5 (クロスカントリ)、クラッチ C 2 移動 = 1 時間当り 2 ~ 7 (幹線道路)

「本任務」と印された「使用要素」は、現在の任務中に得られた使用データに特別の重みを与えることによって得ることができ、現在の任務に最も適用することができる。「次の任務」と印された「使用要素」は、最近のいくつかの任務に重みを与え、そのようにしてわずかに長期の傾向を表すことができる。MTが生成した「使用要素」は、投影における不確定性を減少させる目的で、初期設定のパラメータの代わりに、MPRが使用することができる。MPRは、MTが生成した「使用要素」が、暦時間および/またはGPS位置によって決定され、適用できないと見なされた場合、初期設定の使用要素に戻るることができる。

【0063】

各種の実施形態によれば、意思決定支援ツールの出力に任務固有の臨界援助を適用するために、516に示すように、臨界推論器を実装することができる。このモジュールは、図5に示すように、未解決故障、または任務に対するその故障が及ぼすことがある影響の臨界を同定するために、輸送手段および輸送手段システムについての知識を使用することができる。このモジュールによって、意思決定援助システムは、差し迫った故障のレベルまたは臨界を提供することが可能になる。現在のシステムの使用に関してのみでなく、将来のシステムの使用に関しても、固有の任務知識によって行う。

10

【0064】

通知および意思決定推論器モジュールは、518に示し、より高レベルの意思決定援助および通知する推論を含むことができる。通知援助は、現在および将来の輸送手段の任務についての知識を獲得し、推論を適用して必要な警告を行うことができる。この機能は、アセットの現在または将来の使用に重要ではないシステムに関する邪魔な警告の回避を支援することができる。意思決定推論器モジュールは、520に示すように、現在および将来のアセットのステータス情報と現在および将来のアセットの使用情報を統合し、Go/No-Go型の意思決定援助、ならびにより詳細な情報ももたらすことができる。また、このモジュールは、使用中のアセットについて、ならびに将来の任務計画についても使用することができる。

20

【0065】

各種の実施形態によれば、各種のアルゴリズムは、情報を融合し意思決定支援を行うために使用することができる。これらは、たとえば決定論エキスパートルールベースおよび意思決定のツリーからニューラルネットワークおよび知的エージェントなどの暗黙アルゴリズムにまで及ぶ。

30

【0066】

各種の実施形態によれば、意思決定ツリーは、記号によるまたは離散型のデータ組に基づく推論の方法をもたらすことができる。たとえば、本発明の実施形態では、分類するためのルールを学ぶために、訓練組を使用することができる。訓練のための入力として分類カテゴリとともに提供される連続型、離散型および記号によるデータによって、データの上位集合を形成することができる。これらの実施形態では、方法およびシステムは、訓練データに含まれた複数の可能なサブ組の最適な順序付けを見出して、分類カテゴリおよび特徴空間に関して組のエントロピーを最小に減少させることができる。二者択一問題（任務Go/No-Go）について古典的に使用されているが、本発明の実施形態は、可能な結果の組数には限定されない。いくつかの点で、本発明の実施形態は、支援ベクトル機械の結果に非常に類似した結果を生じる。任務を予想機能へマッピングすると、訓練およびコンサルト関数を構築するための出力ルールを使用することによって得られた、剪定された意思決定ツリーの形を取ることができる。

40

【0067】

各種の実施形態によれば、システムは、ケースベース推論(CBR)を使用することができ、これは、人工知能を発展させる直観的な手法である。人間が学ぶやり方に従ってモデル化し、CBRは、新しい問題の解決策を見出すために、既存の知識および技法、すなわち事件を適用することによって、ドメインの知識拡張を追求する。得られた結果と望む結果の比較によって、新しい技法/事件の改良および適応が可能になる。CBRシステム

50

は、動的であり、使用を通じてより高い忠実さを達成することができる。ニューラルネットワーク、遺伝的アルゴリズム、および他の多くの技法とは違って、C B Rシステムは、経験および新しい事件の展開を通じて適切に学習するので、再訓練またはルールの再導入を要求する必要はない。信頼度は、C B R推論過程の当然の結果である。信頼は、新しい問題に関する一致した事件数および類似性の指標、および一致した事件の全組に基づく。C B Rは、アセットレベルの任務計画および後方支援のための推論を支援し、一方艦隊および指揮官レベルにおける意思決定支援のオプションを拡張するための知識の基礎を増加させるために、ベースラインおよび所定の任務プロファイルのサブ組を使用し拡張することができる、アセットについての意思決定支援に対する手法の構成要素である。

【0068】

10

図7に、各種の実施形態による、ファジールールおよび推論システムを詳細に示す。図7のステージ710において見られるように、意思決定推論器モジュールは、715の検出、診断および予想のアルゴリズムからシステム/輸送手段の入力を受け取り、それらをファジー化する。すなわち、推論器モジュールは、入力を受け取り、予想アルゴリズムが見なす、測定値が所与の組に属す程度を表すために、0～1の範囲の値などの実数値を割り当てる。次いで、任務ルールの組は、720でファジーデータに適用することができる。ファジーデータの入力組に特有の、多くの任務ルールの集合は、730で展開される。この複合集合は、740でデファジー化、すなわち値を割り当てられ、750で現在および将来のアセットの使用のために予測および意思決定の援助を実施する。

【0069】

20

各種の実施形態によれば、ベイズ信頼度ネット(Bayesian Belief Nets)によって、エンティティ間の関係、観察されたエンティティの特性、物理的な制限および全般のドメインの専門的知識について、明確な表示および推論が可能になる。この方法には、方向付けられた非環式グラフを使用して、因果関係または関係を表示することが含まれる。方向付けられた非環式グラフは、ノードおよび相互接続の組(循環が形成されない)であり、ノード間の関係の指標を有している。信頼度ネットによって、不確定性、同時確率の関係およびデータと推論の間の明確な接続の表示が可能になる。

【0070】

ベイズ推論(Bayesian Inference)は、診断が正しい確率を決定する、または1つの演繹的情報が与えられた場合、予測を更新するために、使用することができる。分析的に、この過程は、次のように表すことができる。

30

【0071】

【数2】

$$P(f_1|O_n) = \frac{P(O_n|f_1) \cdot P(f_1)}{\sum_{f=1}^n P(O_n|f_1) \cdot P(f_1)}$$

【0072】

40

ここで、 $P(f_1|O_n)$ は、診断出力(O)が与えられた場合の故障確率(f)であり、 $P(f_1|O_n)$ は、診断出力(O)が故障(f)と関連する確率であり、 $P(f_1)$ は、故障が発生する確率(f)である。

【0073】

ベイズネットワークおよびマルコフ確率場を含む、確率的図式モデル(PGMs)は、不確定性知識を表現するための方法であり、統計的推論および機械学習における推論技法である。一般的なPGMの解を得るための正確なアルゴリズム(および多くの近似的技法)は、扱いにくい。各種の実施形態によれば、パール信頼度伝播(Pearl's belief propagation(BP))アルゴリズム(実装が比較的簡単な変分近似技法)は、ネットワークのノードの故障を含むセンサネットワーク、および環境が急速

50

に変化している状態を模擬するために使用することができる。

【 0 0 7 4 】

各種の実施形態によれば、システムに直接影響を及ぼすことができる、無限の数の動作状態があり得る。輸送手段に搭載のサブシステムのリアルタイム監視によって、初期故障を検出する方法を実現することができるが、故障までの時間をより正確に予想するために、輸送手段のその時の動作状態を知るべきである。このデータは、輸送手段の任務から最も容易に導き出すことができる。

【 0 0 7 5 】

各種の実施形態によれば、管理できる動作シナリオは、各種の任務シナリオのカテゴリ化または分類などを通じて、いくつかの方法で扱うことができる。任務シナリオを分類するための、前もっての努力によって、輸送手段に搭載の予想アルゴリズムを最適化するとき、大きい利益を得ることができる。ここで述べるシステムは、任務シナリオの変更に、決定論的な方法で、順応する機能を備えることができ、さらに、それらは、輸送手段上のパラメータ（たとえば、RPM、スロットル位置、動作中のジェット水流など）のリアルタイム監視を拡大することができる。

【 0 0 7 6 】

各種の実施形態によれば、ここに述べるシステムに任務データを結合することによって、データへ完全性を付与することができる。結局、データは、ほとんどリアルタイムベースで、最適なアセット割り当てをするための知識ベースを戦域司令官などのユーザに提供するために、使用することができる。

【 0 0 7 7 】

各種の実施形態によれば、事業場のいたるところで、たとえば輸送手段から保守現場へ、または任務計画者から後方支援センターへ情報を通信することができるシステムは、ツールおよび過程の多様な組の統合を必要とする、複雑なタスクを実施することができる。過程を機能させる上で許されない混乱がなく、適切にシステムを使用することができることは、専門分野を越える統合にとって重要である。組織とこの情報を送信するための簡単でオープンなプロトコルの選択で必要な、情報の正しい種類を同定することは、広範囲な統合を実現可能にするために役立つことができる。

【 0 0 7 8 】

ここに述べるシステムから実現できる利点のいくつかは：防衛プラットフォーム局の機械装置の運用および保守に関連した安全性の改善；導入から退役までの機械装置のライフサイクルコストの低減；特定の機械または機械の群の保守間隔、および計画的保守による停止中実施されるタスクの優先順序付けを最適化する能力；プラットフォーム上のすべてのアセットの動作可能時間／使用可能性の増加；対応する経済的利益が明確に確認できる、定期保守オーバーホールの技術的正当性の理由の提供；どのような任務プロフィールの混合構成が、特定の航空機システム／サブシステム／LRUの故障モードに最も損傷を与える影響を及ぼすかの試験；航空機任務の動作変数とその結果生じるシステム／サブシステム／LRUの損傷の間の技術ベースの関係の方向付け；時宜を得た保守間隔を最適化するための飛行機構成要素の損傷プロフィールとタスクの優先順位付けに関連付ける能力；および対応する利益がはっきりと確認される、妥当な技術的原則によって、艦隊の計画および／または保守の予定を立てるための正当化である。

【 0 0 7 9 】

さらに、任務援助および解釈的予想技術を実施するいくつかの利点には、任務保証の向上および安全性の強化が含まれる。たとえば、ここで述べるシステムは、EFVがその任務目標を満たすことができ、および構成要素の劣化または経年変化に関連した脆弱性によって機能しなくなることがないという信頼性を増加させることができる。さらに、多くの使用の原因と診断情報のモデル化および融合によって、予測された性能およびGo/No Goの意思決定の信頼性についての精度を向上させることができる。

【 0 0 8 0 】

さらに、安全性が強化される。特に、制御の喪失またはEFVの故障は、操作員および

10

20

30

40

50

他の人員に対する、安全性を危険にさらす潜在的な原因を意味する。

各種の実施形態によれば、ここで述べるシステムは：次世代主力戦闘機予想および健全性管理 (the Joint Strike Fighter Prognostics and Health Management (JSF PHM))；米陸軍診断向上プログラムおよび将来戦闘システム (US Army Diagnostic Improvement Program (ADIP) and Future Combat Systems (FCS))；米空軍多用途先進低価格タービンエンジン (USAF Versatile Advanced Affordable Turbine Engine (VAATE)) の取り組み；多くの NAVSEA 船上状態ベース管理 (shipboard Condition-Based Maintenance (CBM)) および DD(X) 任務即応 (Mission Readiness (MRSS)) の取り組み；NAVAIR ヘリコプタ健全性および使用監視システム (Health and Usage Monitoring Systems (HUMS)) プログラム；DARPA アセット即応予想 (Asset Readiness Prognostics)；the USMC EFV DTPS；およびアセットの健全性について正確な知識が必要である運用を行う他のプログラムを含む、米国防総省内のプログラムに適用することができる。この知識は、計画された任務の予期された効果と結合されたとき、最適な計画および任務遂行に不可欠である。さらに、ここで述べるシステムは、正しい時間に、正しい任務に対して正しいアセットを有効にする、先進的予想および意思決定支援技法を提供することができる。

10

20

【0081】

EFV 中で使用するために分析することができる、任務および使用監視機能の他の例を述べる。この例では、F-16/F11-129 のエンジンからの任務分析データが分析されて、エンジン/航空機の使用に関連する動作状態の統計的記述を展開した。この統計的分析は、使用現場を調査して 8 個の異なる任務タイプの 1 つに分けた。データ収集の期間中、29 機の航空機 (主にエンジン) のパラメータが測定され分析された。図 8 に、分析した艦隊から得られた結果のいくつかを示す。

【0082】

この例では、いくつかのデータ処理測定値は、分析中に用いられて、多くの飛行からのデータを図 8 に示す任務プロフィールの記述タイプに集約した。まず、各飛行は、統計的に調査されて、それを特定の任務タイプに分類した (統計平均に基づき)。次に、小さ過ぎて損傷を起こさない、または任務タイプに影響しない小さな変位は、除去した。典型的な飛行のすべては、飛行前および着陸後のアイドルおよび地上走行のデータを含む。

30

【0083】

この検討はエンジンに集中したが、同様の手法は、動力伝達系の予想の目的で任務有害因子の変数を捉えるために、使用することができる。重要な構成要素の疲労要因に関連するエンジン使用に関して、6 個のパラメータを任務分析から選択して、さらに調査した。各任務タイプおよび各パラメータについて、2 つの方法でデータを分析した。まず、各パラメータ値の頻度を求めて柱状グラフを計算した。各ビンの母集団は、各パラメータ値を求めるため、パラメータを計算した総時間を表す。パラメータ値の $\pm 1.5\%$ の決定基準を休止期間の測定に使用した。各ビンの母集団は、そのビンによって定義された期間の間、パラメータが一定であった回数を表す。

40

【0084】

各種の実施形態によれば、先進的ヘリコプタの診断および予想などの、アセットに対するウェブベースの適用があり得る。ヘリコプタの診断および予想システムは、必要なエンジンデータおよび情報に連続的にリンクされる、動作中のホームページを介してアクセスすることができる。各種の実施形態では、エンジンの全艦隊について構成要素の損傷レベルは、ウェブサイトの「艦隊管理」リンクを介して評価することができる。

【0085】

各種の実施形態によれば、飛行列線の航空電子機器の保守および診断システムは、RA

50

H - 6 6 コマンチ、F - 2 2 I M I S、マーベリック / ハブーン、および C - 1 7 A g i l e を含む多くのプログラムのために、携帯機器パッケージの形で、存在することができる。推論システムは、最適な試験計画を特定することができ、対話型電子テクニカルマニュアルの適切な章にリンクすることができる。これらの頑丈な携帯型保守援助は、ここで述べるオープンシステムのアーキテクチャ、先進的データ融合、および共同診断プログラムを支援するように、なすことができる。ここで述べるシステムは、民間用途にも適応させることができる。

【 0 0 8 6 】

各種の実施形態によれば、航空電子機器健全性管理 (A H M) パッケージにおいて診断および予想に対するシステムレベルの手法を提供することができる。各種の実施形態には：オンボードシステムとオフボードシステムの間で継続的に情報および通信を可能にする、拡張可能なマーク付き言語 (X M L) のオープン通信アーキテクチャ；自動的に痕跡を記憶検索するための、X M L 使用可能な痕跡データベース；高レベル推論を支援するための、革新的な知識交換および融合モジュール；意思決定支援のための、先進的オンボードおよび翼における診断および予想推論器；およびシステムの成長および適応能力を支援するための連続学習が含まれ得る。自動試験メタ言語 (A T M L) の開発と統合された取り組み、および統合的、機動的で急速な広範囲戦闘支援 (t h e j o i n t A g i l e R a p i d G l o b a l C o m b a t S u p p o r t (A R G C S)) の主導によって、戦闘機へより良好な支援能力、再構成可能な試験プログラム組における現在の開発の補完 / 強化および先進的な翼診断のための合成信号刺激をもたらすことができる。

10

20

【 0 0 8 7 】

本発明の他の実施形態は、本明細書を検討し、ここで開示された本発明を実施すると、当業者に明らかになる。本明細書および例は、例示するのみと見なすように企図されており、本発明の真の範囲および精神は、特許請求の範囲によって示される。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 8 8 】

【 図 1 】 本発明の各種の実施形態による、監視システムおよび各種のセンサを有する輸送手段のいくつかの部分を示す図である。

【 図 2 】 本発明の各種の実施形態による予想システムの高レベルのフローチャート図である。

30

【 図 3 】 本発明の各種の実施形態による予想システムの他のフローチャート図である。

【 図 4 A 】 本発明の各種の実施形態による、任務について、アセットの少なくとも 1 つの構成要素の負荷分析を示す図である。

【 図 4 B 】 図 4 B は、本発明の各種の実施形態による、任務について、アセットの少なくとも 1 つの構成要素の負荷分析を示す図である。

【 図 5 】 本発明の各種の実施形態による予想システムの他のフローチャート図である。

【 図 6 A 】 本発明の各種の実施形態による、アセットの構成要素に関する例示の予想ベクトルをプロットした図である。

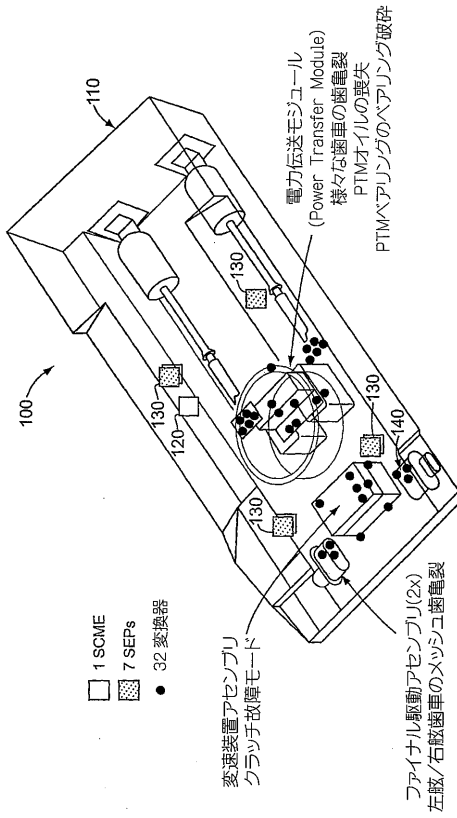
【 図 6 B 】 本発明の各種の実施形態による、サンプル任務上に投影された図 6 A の例示の予想ベクトルをプロットした図である。

40

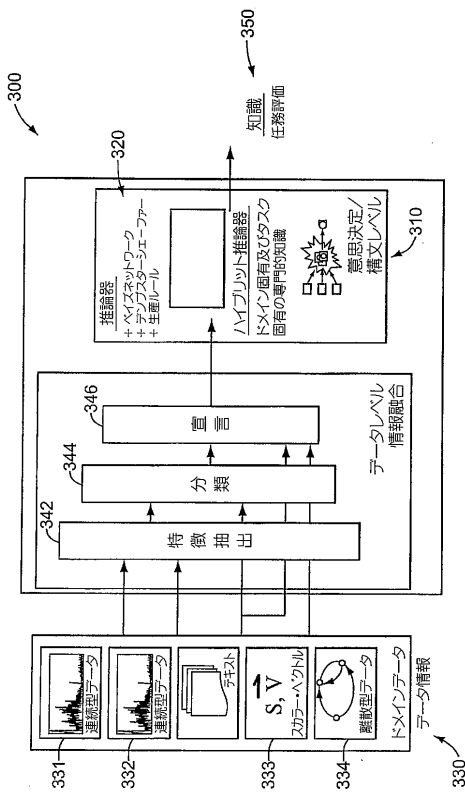
【 図 7 】 本発明の各種の実施形態による予想システムの他のフローチャート図である。

【 図 8 】 本発明の各種の実施形態によって分析された、艦隊から得られた予想結果を示す図である。

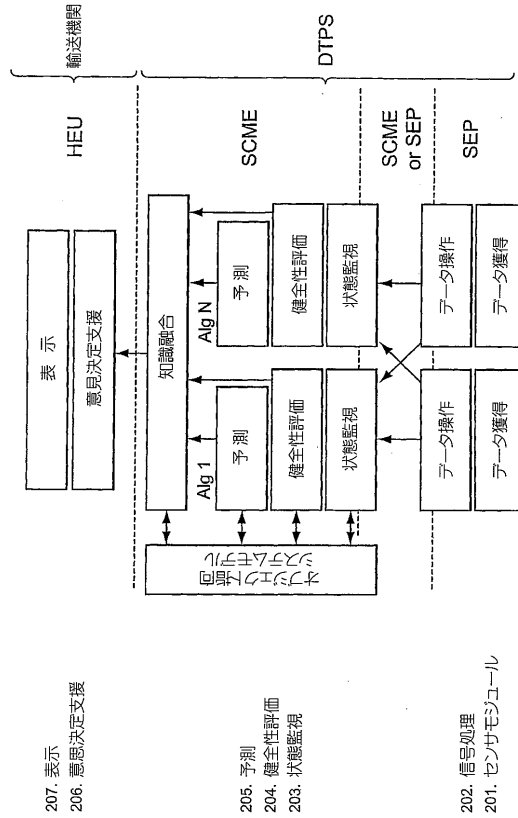
【図 1】



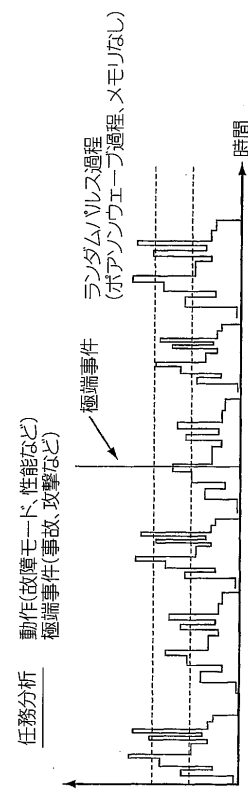
【図 3】



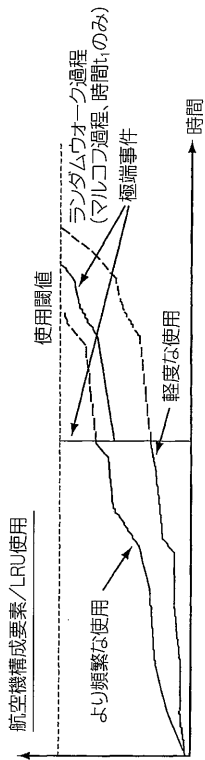
【図 2】



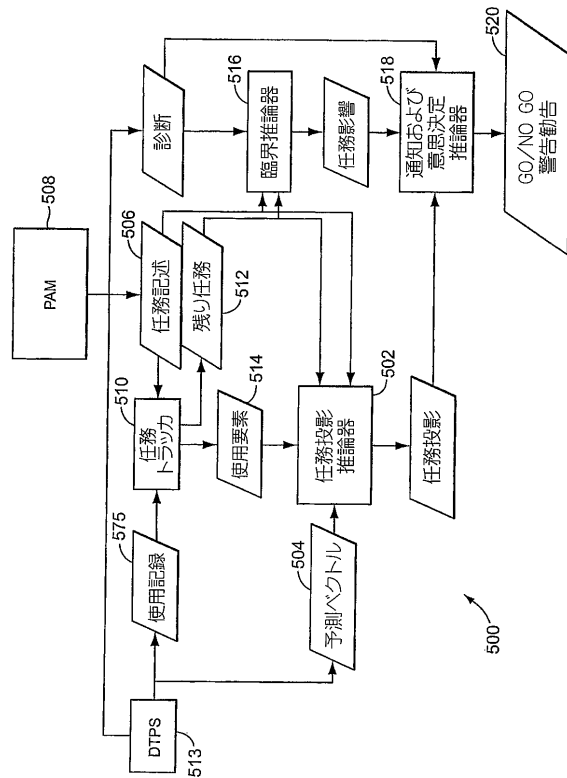
【図 4 A】



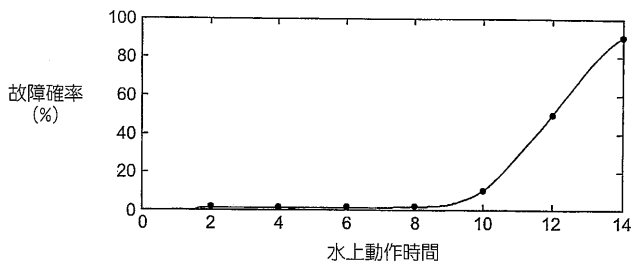
【図 4 B】



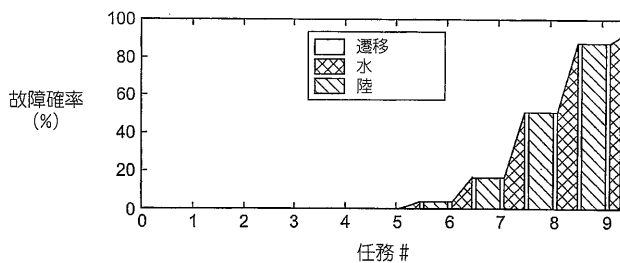
【図 5】



【図 6 A】



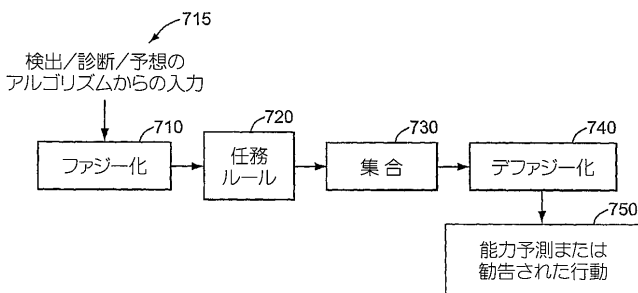
【図 6 B】



【図 8】

任務	全任務に対するパーセンテージ
ACT	空戦作戦 13.10%
AGG	対地および砲撃 11.70%
BFM	基本戦闘機機動 12.70%
INT	迎撃 10.30%
PK	平和維持活動 10.50%
SAT_HO	対空作戦(高高度) 4.90%
SAT_LO	対空作戦(低高度) 18.00%
SEAD	敵防御の抑圧 11.80%
XC	クロスカントリー 7.00%
	100.00%

【図 7】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2006/014101

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. G05B23/02		
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) G05B G07C		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, 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.
X	US 2003/061004 A1 (DISCENZO FREDERICK M) 27 March 2003 (2003-03-27) paragraph [0008] - paragraph [0009]	1-4, 7, 8
Y	paragraph [0015]	6
X	US 2004/138832 A1 (JUDD JOHN E) 15 July 2004 (2004-07-15)	5
Y	column 6, line 63 - column 10, line 44	6
A	US 5 210 704 A (HUSSEINY ET AL) 11 May 1993 (1993-05-11)	
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 document 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		Date of mailing of the international search report
5 September 2006		18/09/2006
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Kelperis, K

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2006/014101

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2003061004 A1	27-03-2003	US 2004267395 A1 US 7050873 B1	30-12-2004 23-05-2006
US 2004138832 A1	15-07-2004	WO 2004063680 A2	29-07-2004
US 5210704 A	11-05-1993	NONE	

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(74)代理人 100096013

弁理士 富田 博行

(74)代理人 100107696

弁理士 西山 文俊

(72)発明者 ゴールドステイン, デーヴィッド・ビー

アメリカ合衆国ニュージャージー州 0 8 5 1 4, クリーム・リッジ, モンマウス・ロード 7 3 6

(72)発明者 ブッシュ, ダリル・ジー

アメリカ合衆国ミネソタ州 5 5 3 4 6, エデン・ブレイリー, ハーラン・ドライブ 6 6 4 1