

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4467237号
(P4467237)

(45) 発行日 平成22年5月26日(2010.5.26)

(24) 登録日 平成22年3月5日(2010.3.5)

(51) Int.Cl.	F I
A 6 1 N 5/10 (2006.01)	A 6 1 N 5/10 H
G 0 6 F 15/00 (2006.01)	A 6 1 N 5/10 M
	A 6 1 N 5/10 S
	G 0 6 F 15/00 3 1 O A
	G 0 6 F 15/00 3 1 O E

請求項の数 83 (全 33 頁)

(21) 出願番号	特願2002-547572 (P2002-547572)	(73) 特許権者	503042820
(86) (22) 出願日	平成13年12月10日 (2001.12.10)		ローマ リンダ ユニヴァーシティ メデ イカル センター
(65) 公表番号	特表2004-526476 (P2004-526476A)		アメリカ合衆国 9 2 3 5 0 カリフォル ニア ローマ リンダ プロスペクト ス トリート 2 4 8 8 8
(43) 公表日	平成16年9月2日 (2004.9.2)	(74) 代理人	100065215
(86) 国際出願番号	PCT/US2001/047634		弁理士 三枝 英二
(87) 国際公開番号	W02002/045793	(74) 代理人	100124028
(87) 国際公開日	平成14年6月13日 (2002.6.13)		弁理士 松本 公雄
審査請求日	平成16年8月20日 (2004.8.20)	(72) 発明者	バウマン マイケル エイ. アメリカ合衆国 9 2 5 0 8 - 2 5 0 4 カリフォルニア州 リバーサイド オーク デール レーン 2 0 8 4 2
(31) 優先権主張番号	60/254,467		
(32) 優先日	平成12年12月8日 (2000.12.8)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
前置審査			

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 陽子線治療制御システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

陽子線治療デバイスの通信を管理するための通信システムであって、
較正および位置合わせされたビームを患者の処置中心に向けて誘導する処置ステーションと、

該処置ステーションの動作を監視および制御するために使用される 1 つまたは複数のホ
ストアプリケーションを実行するクライアントと、

前記処置ステーションに含まれ、前記処置ステーションの動作に関連したハードウェア
デバイスを装備する 1 つまたは複数の機能構成要素と、

ホストアプリケーション毎の単一のクライアントデータチャネルを使用して各ホストア
プリケーションと通信し、さらに単一のモニタデータチャネルによって各機能構成要素に
接続され、各ホストアプリケーションが単一のデータチャネルを使用して各機能構成要素
と通信できるように、各ホストアプリケーションと機能構成要素との間の経路を指定する
動作を実行するエージェントデバイスとを備え、

前記エージェントデバイスが、前記ホストアプリケーションの各々及び前記機能構成要
素の各々のアドレスを、それぞれのネットワークアドレスに、ルックアップテーブルを使用
してマッピングして、前記エージェントデバイスが、前記ホストアプリケーションと前
記機能構成要素との間の実質的に透過な経路指定を提供し、それによって、前記ホストア
プリケーションが、陽子線治療システム内の前記機能構成要素のネットワークアドレスを
知っていることを不要とし、

10

20

前記モニタがさらにプロクタを備え、

該プロクタが、前記ハードウェアデバイスの動作パラメータを評価し、前記動作パラメータが安全許容範囲内にあるか否かを判定し、且つ、前記動作パラメータが前記安全許容範囲を超えている場合、1つまたは複数の安全策を実行し、

各々の前記機能構成要素が、さらにモニタモジュールを備え、

該モニタモジュールが、機能構成要素のための通信プロキシとして働き、前記エージェントデバイスを介してホストアプリケーションから情報を受信し、該情報を、放射線ビームを較正および位置合わせするために、前記機能構成要素に関連付けられた前記ハードウェアデバイスによって実行される命令に変換するために使用される通信システム。

【請求項2】

前記プロクタによって実行される前記安全策が、前記機能構成要素の前記ハードウェアデバイスを無効化して、前記ビームが前記患者の処置中心に照射されるのを防ぐことを含む、請求項1に記載の通信システム。

【請求項3】

前記プロクタによって実行される前記安全策が、前記ホストアプリケーションにステータスインジケータを転送して、前記ハードウェアデバイスの前記動作パラメータが安全許容範囲を超えたことを前記ホストアプリケーションに通知することを含む、請求項1に記載の通信システム。

【請求項4】

前記陽子線治療デバイスの前記機能構成要素が、ビーム源から前記患者の処置中心への前記ビームの方向転換を管理および監視するために使用されるビーム輸送システムを備える、請求項1に記載の通信システム。

【請求項5】

前記陽子線治療デバイスの前記機能構成要素が、前記ビームを発生するために前記処置ステーションに供給される電力を管理および監視するために使用される電源システムを備える、請求項1に記載の通信システム。

【請求項6】

前記陽子線治療デバイスの前記機能構成要素が、前記陽子線治療デバイスの前記動作パラメータを監視およびロギングするために使用されるロギングシステムを備える、請求項1に記載の通信システム。

【請求項7】

前記陽子線治療デバイスの前記機能構成要素が、前記処置ステーションの前記動作パラメータを監視し、前記動作パラメータが安全閾値を超える場合に前記ビームを解除するために使用される安全システムを備える、請求項1に記載の通信システム。

【請求項8】

前記ホストアプリケーションと前記機能構成要素との間の通信が、前記ホストアプリケーションから命令を発行することと、前記機能構成要素が、前記機能構成要素の前記ハードウェアデバイスを誘導し、その後、前記ハードウェアデバイスの監視を許可するように、動作情報を前記ホストアプリケーションに返信することを含む、請求項1に記載の通信システム。

【請求項9】

前記エージェントデバイスが、前記ホストアプリケーションからハードウェアデバイス固有の通信を受信し、前記陽子線治療システム内の前記機能構成要素のアドレスを前記ホストアプリケーションが有すること無く、適切な前記機能構成要素に前記通信を経路指定する、請求項7に記載の通信システム。

【請求項10】

前記モニタが、前記ハードウェアデバイス上で命令を実行することによって生成された情報を前記エージェントデバイスにリレーし、

前記エージェントデバイスが、この情報を前記ホストアプリケーションに返信する、請求項7に記載の通信システム。

10

20

30

40

50

【請求項 1 1】

前記エージェントデバイスにさらに安全機能モジュールが組み込まれており、
該安全機能モジュールが、1つまたは複数の許可されたホストアプリケーションを識別し、該ホストアプリケーションがそれを実施するための適切な許可を有するものと識別されるときにだけ、命令を前記機能構成要素に経路指定する、請求項 1 に記載の通信システム。

【請求項 1 2】

前記ホストアプリケーションが、ユーザインターフェースをさらに含み、
該ユーザインターフェースを介して、ユーザによって入力される複数の前記ハードウェアデバイスの1つまたは複数、または監視する命令を取得し、さらに前記複数のハードウェアデバイスの1つまたは複数からその動作ステータスを示す情報を受信する、請求項 1 に記載の通信システム。

10

【請求項 1 3】

前記ホストアプリケーションが、ユーザインターフェースをさらに含み、
該ユーザインターフェースを介して、ユーザによって入力される複数の前記ハードウェアデバイスの1つまたは複数、または監視する命令を取得し、さらに前記複数のハードウェアデバイスの1つまたは複数から命令の結果を示す情報を受信する、請求項 1 に記載の通信システム。

【請求項 1 4】

前記クライアントが、1つまたは複数の前記ハードウェアデバイスの活動を監視および制御するために使用され、前記ホストアプリケーションを構成するブレインコントローラを含む、請求項 1 に記載の通信システム。

20

【請求項 1 5】

前記ブレインコントローラが、前記陽子線治療デバイス内の1つまたは複数のハードウェアデバイスを監視するハインドブレイン構成要素を含む、請求項 1 4 に記載の通信システム。

【請求項 1 6】

前記ブレインコントローラが、前記陽子線治療デバイス内の1つまたは複数のハードウェアデバイスを制御するフォアブレイン構成要素を含む、請求項 1 4 に記載の通信システム。

30

【請求項 1 7】

前記ブレインコントローラが、複数のハードウェアデバイスを、集約して、整合されたハードウェア機能ドメインを表すメタデバイスとして扱う、請求項 1 4 に記載の通信システム。

【請求項 1 8】

前記ブレインコントローラが、ユーザ入力を要求すること無く動作する、請求項 1 4 に記載の通信システム。

【請求項 1 9】

前記陽子線治療デバイスが、複数の処置ステーションを含み、
前記処置ステーションの機能構成要素が、前記エージェントデバイスによって、前記処置ステーションの制御および指揮が集中調整され得るように統合される、請求項 1 に記載の通信システム。

40

【請求項 2 0】

新たにクライアントが前記通信システムに追加されて統合される場合、前記通信システム内のデータチャネルの総数が、追加された前記クライアントの数だけ増加する請求項 1 に記載の通信システム。

【請求項 2 1】

新たにホストアプリケーション及び機能構成要素が前記陽子線治療デバイス追加されて統合される場合、前記通信システム内のデータチャネルの総数が、追加された前記ホストアプリケーション及び機能構成要素の数だけ増加する請求項 2 0 に記載の通信システム。

50

【請求項 2 2】

1 つまたは複数のホストアプリケーションと、患者の処置に使用される放射線ビームの発生および位置合わせに関連する複数のハードウェアデバイスとの間の通信を提供する、分散ネットワークを備えた陽子線治療デバイスのための階層型通信システムであって、

前記ホストアプリケーションとの間の単一のデータチャンネルが、前記ホストアプリケーション及び前記複数のハードウェアデバイスとの間の通信を可能にし、前記単一のデータチャンネルを介して、前記ホストアプリケーションと前記複数のハードウェアデバイスとの間の通信を経路指定するエージェントデバイスと、

前記エージェントデバイスを介して経路指定されたホストアプリケーションから命令を受信するため、及び、後にハードウェアデバイス上で実行される前記命令をハードウェア認識可能な形式に変換するために使用され、さらに、前記ハードウェアデバイスから情報応答を受信し、該情報応答を前記エージェントデバイスを介して前記ホストアプリケーションに転送し返すために使用される、各々の前記ハードウェアデバイスに関連付けられたモニタ構成要素と、

前記ハードウェアデバイスから得られる前記情報応答を評価し、異常なハードウェア挙動を識別し、さらに、異常なハードウェア挙動が検出されたときに1つまたは複数の安全策を発行する、前記モニタ構成要素内にあるプロクタ構成要素とを含み、

前記エージェントデバイスが、前記ホストアプリケーションの各々及び前記ハードウェアデバイスの各々のアドレスを、それぞれのネットワークアドレスに、ルックアップテーブルを使用してマッピングして、前記エージェントデバイスが、前記ホストアプリケーションと前記ハードウェアデバイスとの間の実質的に透過な経路指定を提供し、それによって、前記ホストアプリケーションが、陽子線治療システム内の前記ハードウェアデバイスのネットワークアドレスを知っていることを不要とし、

前記陽子線治療デバイスに新たにホストアプリケーションが追加されて統合される場合、前記分散ネットワーク内のチャンネル数が、追加された前記ホストアプリケーションの数だけ増加し、

前記陽子線治療デバイスにおけるネットワーク内の前記チャンネル数の増加が、各々のホストアプリケーション及び各々のハードウェアデバイスが単一のデータチャンネルによって接続され、新たに追加されるホストアプリケーションが前記陽子線治療デバイスに統合される結果によって生じる階層型通信システム。

【請求項 2 3】

前記チャンネルのセットが、

前記ホストアプリケーションによって発行された特定の命令が向けられている目標のハードウェアデバイスを決定することによって、各々のホストアプリケーションと前記複数のハードウェアデバイスとの間の通信を可能にし、

その後、前記ホストアプリケーションが前記分散ネットワーク内の前記ハードウェアデバイスの場所の情報を有さない状態で、適切な前記チャンネルを介して、前記命令を前記目標のハードウェアデバイスに経路指定する、請求項 2 2 に記載の階層型通信システム。

【請求項 2 4】

前記チャンネルのセットが、

目標のハードウェアデバイスによって発行された特定の情報応答が向けられているホストアプリケーションを決定することによって、前記複数のハードウェアデバイスと各々の前記ホストアプリケーションとの間の通信を可能にし、

その後、前記目標のハードウェアデバイスが前記分散ネットワーク内の前記ホストアプリケーションの場所の情報を有さない状態で、適切な前記チャンネルを介して、前記情報応答を前記ホストアプリケーションに経路指定する、請求項 2 2 に記載の階層型通信システム。

【請求項 2 5】

前記プロクタ構成要素が、異常なハードウェア挙動を、前記ハードウェアデバイスに関する所望の許容範囲または動作範囲からの偏差として識別する、請求項 2 2 に記載の階層

10

20

30

40

50

型通信システム。

【請求項 2 6】

前記異常なハードウェア挙動が、前記情報応答内に含まれる重要な変数を評価することによって識別される、請求項 2 2 に記載の階層型通信システム。

【請求項 2 7】

前記重要な変数が最大許容範囲または閾値で与えられる正常値を超えるときに、前記異常なハードウェア挙動が識別される、請求項 2 6 に記載の階層型通信システム。

【請求項 2 8】

前記異常なハードウェア挙動が、前記重要な変数の偏差の変動する平均がある時間内に正常値を超える悪化傾向として識別される、請求項 2 6 に記載の階層型通信システム。

10

【請求項 2 9】

前記重要な変数がリングエネルギー変数を含む、請求項 2 6 に記載の階層型通信システム。

【請求項 3 0】

前記重要な変数が電源出力変数を含む、請求項 2 6 に記載の階層型通信システム。

【請求項 3 1】

前記重要な変数が磁界強度変数を含む、請求項 2 6 に記載の階層型通信システム。

【請求項 3 2】

前記重要な変数が照射線量変数を含む、請求項 2 6 に記載の階層型通信システム。

【請求項 3 3】

前記プロクタ構成要素によって発行される前記安全策が、放射線ビームの発生に関する前記複数のハードウェアデバイスの 1 つまたは複数の動作を停止させることを含む、請求項 2 2 に記載の階層型通信システム。

20

【請求項 3 4】

前記プロクタ構成要素によって発行される前記安全策が、前記ホストアプリケーションへの警告の転送を含む、請求項 2 2 に記載の階層型通信システム。

【請求項 3 5】

前記プロクタ構成要素によって発行される前記安全策が、前記ホストアプリケーションへの異常な挙動のロギングまたはレポートを含む、請求項 2 2 に記載の階層型通信システム。

30

【請求項 3 6】

分散ネットワーク内の通信を管理するための階層型通信システムであって、

前記分散ネットワークに接続され、単一チャネルを介して複数のハードウェアデバイスの内の一つのハードウェアデバイスに命令を送信するように構成されたクライアントと、

前記分散ネットワークを介して前記クライアントに接続され、さらに、各々のハードウェアデバイスが単一チャネルによって接続されるように前記複数のハードウェアデバイスに接続され、前記クライアントによって送信された命令を受信し、前記命令が向けられている目標のハードウェアデバイスを識別し、適切な単一チャネルを介して前記目標のハードウェアデバイスへの前記命令を経路指定するエージェントデバイスと、

前記目標のハードウェアデバイスに関連付けられ、さらに前記分散ネットワークに接続され、前記エージェントデバイスによって経路指定された前記命令を受信し、前記命令に関連するハードウェア認識可能なコマンドを識別し、その後、前記ハードウェア認識可能なコマンドを、後で実行させるために前記目標のハードウェアデバイスに発行するモジュールとを含み、

40

前記エージェントデバイスが、前記クライアントの各々及び前記ハードウェアデバイスの各々のアドレスを、それぞれのネットワークアドレスに、ルックアップテーブルを使用してマッピングして、前記エージェントデバイスが、前記クライアントと前記ハードウェアデバイスとの間の実質的に透過な経路指定を提供し、それによって、前記クライアントが、陽子線治療システム内の前記ハードウェアデバイスのネットワークアドレスを知っていることを不要とし、

50

前記モニタモジュールが、前記目標のハードウェアデバイスの性能および動作パラメータを監視するプロクタを含む階層型通信システム。

【請求項 37】

前記分散ネットワーク内の通信が経路指定されるように、前記エージェントデバイスが、1つまたは複数のモニタモジュールとの通信を仲介するために使用されるモニタプロキシと、1つまたは複数のクライアントとの通信を仲介するために使用されるクライアントプロキシとを含む二重プロキシ機能を有する、請求項36に記載の階層型通信システム。

【請求項 38】

前記エージェントデバイスが、1つまたは複数の許可されたクライアントを識別し、前記クライアントがそれを実施する適切な許可を有するものと識別されるときにだけ、命令を前記目標のハードウェアデバイスに経路指定する安全機能を、さらに有する、請求項36に記載の階層型通信システム。

10

【請求項 39】

前記モニタモジュールが、前記エージェントデバイスによって経路指定された前記命令を受信する通信プロキシと、前記命令の構文を解析および検査することによって、受信した前記命令を解釈するコマンドプロセッサと、

前記命令を、前記目標のハードウェアデバイスによって受信されて後に実行されるハードウェア認識コマンドに変換するハードウェア抽出層モジュールとをさらに含む請求項36に記載の階層型通信システム。

20

【請求項 40】

前記目標のハードウェアデバイスが、前記ハードウェア認識コマンドを前記モニタモジュールの前記ハードウェア抽出層モジュールから受信し、前記コマンドを実行し、且つ、前記プロクタによる処理及び前記エージェントデバイスを介しての前記クライアントへの転送のために、実行された前記コマンドに対応する動作情報を前記モニタモジュールに返す、請求項39に記載の階層型通信システム。

【請求項 41】

前記プロクタが、前記目標のハードウェアデバイスから前記動作情報を受信して、その時点の動作を評価する、請求項40に記載の階層型通信システム。

30

【請求項 42】

前記目標のハードウェアデバイスのその時点の動作が異常と判断されるときに、前記プロクタが、1つまたは複数の安全策を実行する、請求項40に記載の階層型通信システム。

【請求項 43】

前記安全策が、前記目標のハードウェアデバイスを無効にすることを含む、請求項42に記載の階層型通信システム。

【請求項 44】

前記安全策が、前記クライアントにステータスインジケータを転送することを含む、請求項42に記載の階層型通信システム。

40

【請求項 45】

前記目標のハードウェアデバイスが正常動作パラメータから外れて動作しているときに、前記目標のハードウェアデバイスの前記その時点の動作が異常と判断される、請求項42に記載の階層型通信システム。

【請求項 46】

前記目標のハードウェアデバイスが誤動作しているとき、または動作していないときに、前記目標ハードウェアデバイスの前記その時点の動作が異常と判断される、請求項42に記載の階層型通信システム。

50

【請求項 4 7】

前記目標のハードウェアデバイスの前記その時点の動作の傾向が、前記目標のハードウェアデバイスが将来の時点で正常動作パラメータから外れて動作することを示しているとき、前記目標のハードウェアデバイスの前記その時点の動作が異常と判断される、請求項 4 2 に記載の階層型通信システム。

【請求項 4 8】

前記エージェントデバイスが、前記複数のハードウェアデバイスの少なくとも 1 つの動作を監視するために使用される制御構成要素またはアプリケーションを含む、請求項 3 9 に記載の階層型通信システム。

【請求項 4 9】

前記クライアントがユーザインターフェースを含み、
該ユーザインターフェースを介して、ユーザによって入力される前記複数のハードウェアデバイスの 1 つまたはそれ以上を制御または監視する命令を取得し、さらに、前記ユーザインターフェースが、前記複数のハードウェアデバイスの 1 つまたはそれ以上から、その動作ステータスを示す情報を受信する、請求項 3 9 に記載の階層型通信システム。

【請求項 5 0】

前記クライアントがユーザインターフェースを含み、
該ユーザインターフェースを介して、ユーザによって入力される前記複数のハードウェアデバイスの 1 つまたはそれ以上を制御または監視する命令を取得し、さらに、前記ユーザインターフェースが、前記複数のハードウェアデバイスの 1 つまたはそれ以上から、前記命令の結果を示す情報を受信する、請求項 3 9 に記載の階層型通信システム。

【請求項 5 1】

前記クライアントが、1 つまたは複数の前記ハードウェアデバイスの活動を調整するために使用されるブレインコントローラを含む、請求項 3 9 に記載の階層型通信システム。

【請求項 5 2】

前記ブレインコントローラが、前記分散システム内の 1 つまたは複数のハードウェアデバイスを監視するハインドブレイン構成要素を含む、請求項 5 1 に記載の階層型通信システム。

【請求項 5 3】

前記ブレインコントローラが、前記分散システム内の 1 つまたは複数のハードウェアデバイスを制御するフォアブレイン構成要素を含む、請求項 5 1 に記載の階層型通信システム。

【請求項 5 4】

前記ブレインコントローラが、前記複数のハードウェアデバイスを、集約して、整合されたハードウェア機能ドメインを表すメタデバイスとして扱う、請求項 5 1 に記載の階層型通信システム。

【請求項 5 5】

前記ブレインコントローラが、ユーザ入力を要求すること無く動作する、請求項 5 1 に記載の階層型通信システム。

【請求項 5 6】

複数のハードウェアデバイスと、これらの複数のハードウェアデバイスを制御および監視する命令を発行するクライアントとの間で情報を交換するための方法であって、

前記クライアントと、前記クライアントと通信し、そこから送信された命令を受け取るように構成されたエージェントデバイスとの間に単一の第 1 の通信チャネルを確立するステップと、

前記エージェントデバイスと各々のハードウェアデバイスとの間に単一の第 2 の通信チャネルを確立するステップと、

前記クライアント及び前記エージェントデバイス間の前記第 1 の通信チャネル、及び、前記第 2 の通信チャネルを介して、前記複数のハードウェアデバイスと前記クライアントとの間の通信を可能とするために、前記命令が適切なハードウェアデバイスに転送され

10

20

30

40

50

るように、前記エージェントデバイスを用いて前記クライアントによって発行された前記命令を経路指定するステップと、

前記命令を、後で前記ハードウェアデバイスによって実行される、ハードウェアで認識されるフォーマットに変換する、各々の前記ハードウェアデバイス上にあるモタモジュールを使用して、前記命令を受信するステップとを含み、

前記エージェントデバイスが、前記クライアントの各々及び前記ハードウェアデバイスの各々のアドレスを、それぞれのネットワークアドレスに、ルックアップテーブルを使用してマッピングして、前記エージェントデバイスが、前記クライアントと前記ハードウェアデバイスとの間の実質的に透過な経路指定を提供し、それによって、前記クライアントが、陽子線治療システム内の前記ハードウェアデバイスのネットワークアドレスを知っていることを不要とし、

10

前記モタモジュールが、前記ハードウェアデバイスの動作を監視し、前記ハードウェアデバイスが所望の許容範囲内で動作しているか否かを判断するプロクタをさらに含む情報交換方法。

【請求項 57】

前記モタモジュールが、さらに、前記ハードウェアデバイスから、後に前記エージェントデバイスを介して前記クライアントに転送されるステータス情報を受信する、請求項 56 に記載の情報交換方法。

【請求項 58】

前記ハードウェアデバイスが前記所望の許容範囲から外れて動作していると判断されたときに、前記プロクタが、1つまたは複数の安全策を実行する、請求項 57 に記載の情報交換方法。

20

【請求項 59】

前記プロクタによって実行される前記安全策が、前記ハードウェアデバイスのその時点の動作機能を示すステータスインジケータを、前記クライアントに発行することを含む、請求項 58 に記載の情報交換方法。

【請求項 60】

前記プロクタによって実行される前記安全策が、前記ハードウェアデバイスの解除を含む、請求項 58 に記載の情報交換方法。

【請求項 61】

前記プロクタによって実行される前記安全策が、前記ハードウェアデバイスの動作を前記所望の許容範囲内に戻すために、前記ハードウェアデバイスによって実行される、ハードウェアで認識される1つまたは複数のコマンドを発行することを含む、請求項 58 に記載の情報交換方法。

30

【請求項 62】

前記クライアントおよび前記複数のハードウェアデバイスが、陽子線治療システムを構成する、請求項 58 に記載の情報交換方法。

【請求項 63】

前記クライアントおよび前記複数のハードウェアデバイスが、陽子線治療システムを構成し、前記陽子線治療デバイスにおけるネットワーク内の前記チャンネル数の増加が、各々のクライアント及び各々のハードウェアデバイスが単一のデータチャンネルによって接続される結果によって生じる、請求項 58 に記載の情報交換方法。

40

【請求項 64】

前記モタモジュールが、前記クライアントからの命令を受信することなく動作する、請求項 58 に記載の情報交換方法。

【請求項 65】

前記クライアントからの命令を受信することなく行われる前記モタモジュールの動作が、オフラインデバイスを監視するために使用される、請求項 64 に記載の情報交換方法。

【請求項 66】

50

前記クライアントからの命令を受信することなく行われる前記モニタモジュールの動作が、誤動作しているハードウェアデバイスを検出するために使用され、前記モニタモジュールが、前記誤動作しているハードウェアデバイスを正常動作に戻す補正処置を実施する、請求項6 4に記載の情報交換方法。

【請求項 6 7】

前記クライアントからの命令を受信することなく行われる前記モニタモジュールの動作が、異常なハードウェアデバイス挙動を検出するために使用され、前記モニタモジュールが、前記誤動作しているハードウェアデバイスを正常動作に戻す補正処置を実施する、請求項6 4に記載の情報交換方法。

【請求項 6 8】

前記クライアントからの命令を受信することなく行われる前記モニタモジュールの動作が、異常なハードウェアデバイス挙動を検出するために使用され、前記モニタモジュールが、前記異常な挙動を、後で前記クライアントに送信するためにロギングする、請求項6 4に記載の情報交換方法。

【請求項 6 9】

1つまたは複数のホストアプリケーションを実行するコンピュータと複数のハードウェアデバイスとを含み、前記ホストアプリケーションが複数の命令の送信を介して前記複数のハードウェアデバイスを制御および監視するために使用される、陽子線治療システム内で情報を交換するための方法であって、

各ホストアプリケーションとエージェントデバイスとの間に、前記ホストアプリケーションと通信し、送信された命令を受信するように構成された単一の第1の通信チャネルを確立するステップと、

各ハードウェアデバイスが単一通信チャネルによって前記エージェントデバイスに接続されるように、前記エージェントデバイスと各ハードウェアデバイスとの間に単一の第2の通信チャネルを確立するステップと、

前記ホストアプリケーションによって発行された命令を、該命令が、適切な前記ハードウェアデバイスに転送されるように、前記エージェントデバイスを用いて経路指定して、前記第1の通信チャネルを介した前記複数のハードウェアデバイスとのホストアプリケーション通信を可能にするステップと、

前記命令を、後にハードウェアデバイスによって実行されるハードウェアデバイスで認識されるフォーマットに変換する、各々の前記ハードウェアデバイス上にあるモニタモジュールを使用して、前記命令を受信するステップとを含み、

前記エージェントデバイスが、前記ホストアプリケーションの各々及び前記ハードウェアデバイスの各々のアドレスを、それぞれのネットワークアドレスに、ルックアップテーブルを使用してマッピングして、前記エージェントデバイスが、前記ホストアプリケーションと前記ハードウェアデバイスとの間の実質的に透過な経路指定を提供し、それによって、前記ホストアプリケーションが、陽子線治療システム内の前記ハードウェアデバイスのネットワークアドレスを知っていることを不要とし、

前記ホストアプリケーションと前記ハードウェアデバイスとの間の前記通信が、患者の処置に関連する1つまたは複数の重要な変数を監視するために使用され、

前記重要な変数が、異常なハードウェア挙動を識別するためにプロクタによって監視され、

前記プロクタが、前記異常なハードウェア挙動の検出に回答して、前記複数のハードウェアデバイスの1つまたは複数の動作を停止する、陽子線治療システムにおける情報交換方法。

【請求項 7 0】

前記異常なハードウェア挙動が、前記重要な変数が最大許容範囲または閾値で与えられる正常値を超えるとときに識別される、請求項6 9に記載の陽子線治療システムにおける情報交換方法。

【請求項 7 1】

10

20

30

40

50

前記異常なハードウェア挙動が、前記重要な変数の偏差の変動する平均がある時間内に正常値を超える悪化傾向として識別される、請求項 6 9 に記載の陽子線治療システムにおける情報交換方法。

【請求項 7 2】

前記重要な変数がリングエネルギー変数を含む、請求項 6 9 に記載の陽子線治療システムにおける情報交換方法。

【請求項 7 3】

前記重要な変数が電源出力変数を含む、請求項 6 9 に記載の陽子線治療システムにおける情報交換方法。

【請求項 7 4】

前記重要な変数が磁界強度変数を含む、請求項 6 9 に記載の陽子線治療システムにおける情報交換方法。

【請求項 7 5】

前記重要な変数が照射線量変数を含む、請求項 6 9 に記載の陽子線治療システムにおける情報交換方法。

【請求項 7 6】

前記プロクタが、前記異常なハードウェア挙動の検出に応答して、前記ホストアプリケーションに警告を転送する、請求項 6 9 に記載の陽子線治療システムにおける情報交換方法。

【請求項 7 7】

前記プロクタが、前記異常な挙動を前記ホストアプリケーションにロギングまたはレポートする、請求項 6 9 に記載の陽子線治療システムにおける情報交換方法。

【請求項 7 8】

陽子線治療デバイスのためのネットワークリソースの分散システムの通信および制御方法であって、

各クライアントデバイスとエージェントデバイスとの間に単一の第 1 の通信チャネルを確立するステップと、

前記エージェントデバイスと少なくとも 1 つの各ハードウェアデバイスとの間に、モニタデバイスを介して単一の第 2 の通信チャネルを確立するステップと、

前記クライアントデバイスと前記エージェントデバイスとの間、及び前記エージェントデバイスと前記モニタデバイスとの間で転送されるデータを、ハードウェアリソースの前記分散システムにアクセス要求するクライアントプロセス、通信チャネルを管理してクライアントプロセス要求を経路指定するエージェントプロセス、並びに、前記エージェントプロセスからの要求を受信し、該要求を実行し、及び、結果を前記クライアントプロセスに返信するモニタプロセスに従って処理するステップとを含み、

前記エージェントデバイスが、前記クライアントデバイスの各々及び前記ハードウェアデバイスの各々のアドレスを、それぞれのネットワークアドレスに、ルックアップテーブルを使用してマッピングして、前記エージェントデバイスが、前記クライアントデバイスと前記ハードウェアデバイスとの間の実質的に透過な経路指定を提供し、それによって、前記クライアントデバイスが、陽子線治療システム内の前記ハードウェアデバイスのネットワークアドレスを知っていることを不要とし、

前記モニタデバイスがプロクタを有し、

前記プロクタが、前記ハードウェアデバイスの動作を監視し、前記ハードウェアデバイスが所望の許容範囲内で動作しているか否かを判断する、通信および制御方法。

【請求項 7 9】

前記クライアントプロセスが、ユーザインターフェースを介してユーザからの前記要求を受信するステップと、

前記クライアントプロセスが、クライアントデバイスから前記エージェントデバイスに前記要求を転送するステップとをさらに含む請求項 7 8 に記載の通信および制御方法。

【請求項 8 0】

10

20

30

40

50

前記エージェントプロセスが、前記クライアントデバイスから前記要求を受信するステップと、

前記エージェントプロセスが、前記エージェントデバイスがどのハードウェアデバイスに前記要求を転送すべきかを決定するステップと、

前記エージェントプロセスが、前記決定されたハードウェアデバイスに前記要求を送信するステップとをさらに含む請求項 7 8 に記載の通信および制御方法。

【請求項 8 1】

前記モニタプロセスが、前記エージェントデバイスから前記要求を受信するステップと、

前記モニタプロセスが、前記要求を、前記ハードウェアデバイスで実行される、ハードウェアで認識される命令に変換するステップと、

前記モニタプロセスが、異常なハードウェア挙動を識別するために、前記ハードウェアデバイスのステータスを監視するステップと、

前記モニタプロセスが、異常なハードウェア挙動が検出されたときに、1つまたは複数の補正処置を実施するステップとをさらに含む請求項 7 8 に記載の通信および制御方法。

【請求項 8 2】

前記陽子線治療デバイスに新たにハードウェアデバイスが追加されて統合される場合、前記分散ネットワーク内のデータチャンネル数が追加された前記ハードウェアデバイスの数だけ増加する、請求項 2 2 に記載の階層型通信システム。

【請求項 8 3】

前記陽子線治療デバイスにおけるネットワーク内の前記チャンネル数の増加が、各々のホストアプリケーション及び各々のハードウェアデバイスが単一のデータチャンネルによって接続され、新たに追加されるハードウェアデバイスが前記陽子線治療デバイスに統合される結果によって生じる、請求項 2 2 に記載の階層型通信システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(発明の背景)

(発明の分野)

本発明は、分散制御システムに関し、特に、陽子線治療デバイスのための分散環境でデータ通信を管理するための制御システムに関する。

【背景技術】

【0002】

(関連技術の説明)

放射線粒子治療デバイスは、一般に、局所型の癌ならびに他の病気の処置に使用されている。これらのデバイスは、患者の特定の領域、例えば腫瘍を目標として設定し、精密に位置合わせされた原子の粒子流または電磁放射線を目標領域に誘導するために使用される。粒子流からのエネルギーが、局所的な細胞の損傷を引き起こし、腫瘍の成長および進行を効果的に途絶させる。

【0003】

放射線治療法の特有用な一形態は陽子線治療法であり、患者の目標領域に照射するのに、陽子が形成するエネルギー流が使用される。方向性を持ったビームによる他のタイプの放射線治療法と同様に、陽子線治療法では、陽子流が所望の目標領域だけに照射されるように、患者をビーム源に対して正確に位置決めする必要がある。そうしなければ、患者の身体内部の他の健康な細胞が陽子流によって損傷される可能性がある。

【0004】

米国特許第 4,905,267 号に詳細に記載されているように、患者を特定の向きで位置決めするために支持装置が使用され、支持装置がさらに陽子処置設備のガントリ構造内の処置プラットフォーム上に位置決めされる。陽子治療設備は、多数の患者に対処する目的で、そのような処置装置を2つ以上さらに備えていることがある。処置設備の装置お

10

20

30

40

50

よび構成要素の制御および監視は、各処置ステーションの活動を調整するコンピュータおよびハードウェアサブシステムによって指揮される。陽子線治療には、患者の位置決めを使用される機械式の装置に加えて、ビーム強度の制御、ビーム位置の修正、デジタル画像処理の実施、安全状態の監視、および他の機能に使用される他の多数のシステムおよびソフトウェア構成要素が必要である。これらのシステムが一体となって、ハードウェアおよびソフトウェア構成要素の複雑な分散型の集合体を形成する。さらに、2つ以上の処置装置を備える陽子処置設備では、システムの冗長性および各処置装置の選択的制御に関する追加的要求によって、システムの複雑さがさらに増大する。

【0005】

放射線治療デバイスなどの分散システムの複雑なアーキテクチャは、単一アプリケーションによる整合制御に多数の障害をもたらし、さらにシステムの構成要素間のネットワーク化を困難にする。従来の分散システムの一つの特有の制限事項は、分散システムの様々な構成要素間のデータ通信の管理に関するものであり、これは、分散システムのサイズが増大するほどより困難になる。この問題は、特に放射線治療デバイスが2つ以上の処置装置を備えるように設計されているときに明らかである。その結果、1つには、維持しなければならない通信チャンネルの数のために、集中制御および監視の解決策を提供することは厄介なタスクとなる。さらに、複雑な通信マッピングスキーマによって、すべてのデバイスが相互に通信できることを保証するのが困難になる。分散システムの一つの構成要素を修正またはアップグレードすると、必然的に、その修正された構成要素が接続されている他の多数の構成要素の構成を修正する必要が生じることが多い。これらの構成要素の構成の修正が適切でないと、システムが制御不能になる、システムの監視が不正確になる、デバイスが故障するなど、多数の問題を引き起こす可能性がある。

【0006】

放射線治療デバイスでは、既存のマッピングスキーマを前述のように大幅に再構成することは、患者の安全性を確保するために解決しなければならない潜在的な制御の問題が生じるので、望ましくない。これらの問題が適切に解決されなければ、あるいは放射線治療デバイスの稼働時に1つまたは複数の構成要素が予期せず制御不能になれば、患者が負傷する可能性がある。したがって、修正および構成要素のアップグレードに対するシステムの許容度を高めるために、放射線治療デバイス内の構成要素間の透過性(transparency)のレベルを高めることが望ましい。

【0007】

図1は、それぞれが選択された動作およびタスクを実行する複数のハードウェアデバイス50を備える、従来の分散システム40を示す。ハードウェアデバイス50の制御および保守は、複数の通信チャンネルまたはデータバス70を介してハードウェアデバイス50と通信する、1つまたは複数のホストアプリケーションまたはプロセス60を用いて調整される。ホストアプリケーションまたはプロセス60が通信するハードウェアデバイス50のそれぞれに、通常、別個の通信チャンネル70が確立される。

【0008】

放射線治療デバイスなどの複雑な分散システムの調整および管理機能が制限されるこの手法を用いると、いくつかの問題が生じる。特に、ホストアプリケーションまたはプロセス60によって多数のハードウェアデバイス50を管理または監視するときには、確立および維持しなければならない通信チャンネル70の必要数がさらに大きくなる。多くの場合、このことが、オペレーティングシステムまたはハードウェア構成要素によってサポートされる最大数を超えて増加する場合がある通信チャンネル70を、管理するのに必要なシステムオーバーヘッドを増加させることになる。したがって、対応できる通信チャンネル70の数の制約があるので、従来の分散システム40のスケラビリティが制限される。さらに、分散システム40の複雑さが増大すると、有効なネットワーク監視および認証を実行し、安全なファイアウォールポリシーを維持して十分なシステムセキュリティを確保することがさらに困難になる。

【0009】

複雑な分散システム40では、既存のシステム40のアーキテクチャで作業する個々人がチャンネル70の通信マッピングおよびシステム40内のサービスを理解することを保証するのに、さらなる問題が生じる。このことは、新しいハードウェア構成要素または機能を追加するために、ハードウェアデバイス50がどのように相互接続しているかを明確に知っていなければならない開発者には、特に重要である。従来手法は、この問題に十分に対処しておらず、理解して発展させるのが困難な場合がある、難解なマッピングスキームに頼っている。

【0010】

従来の分散環境は、通常、クライアント/サーバパラダイムに基づいている。クライアント/サーバ方式は、1つまたは複数のモノリシックホストアプリケーションを使用して、分散環境の個々のシステムをポーリングし、必要に応じて情報を1つにつなぎ合わせる。この情報の分配および調整方法は、前述した保守の難しさ、スケーラビリティの不足、データ検証および妥当性検査が複雑なことを含めて、多くの理由から、望ましくない。

10

【0011】

さらに、陽子線治療システムでは、通常、動作すべき基盤ハードウェアデバイスおよびサブシステムの常時監視を必要とする、多数の安全機能が存在する。この監視要求に対する従来手法は、制御プログラムまたはアプリケーションによって、ホストアプリケーションのレベルでハードウェアの監視を単独に実行することである。この手法を使用する潜在的な欠点の1つは、ホストアプリケーションまたは制御プログラムの故障が、潜在的に危険な状態またはハードウェアの破損状態をまねき得ることである。場合によっては、ホストアプリケーションと、監視されるハードウェアとの間の通信の消失を検出するために、「ウォッチドッグ」プログラムを採用することもあるが、ウォッチドッグプログラムを使用すると、システムに望ましくない影響を及ぼすことがある。

20

【0012】

電源の場合、ウォッチドッグプログラムが電源を自動的に遮断して、システムセーフを起動することがある。この結果、電源が冷却され、その後患者の処置を再開できるまでのウォーミングアップ期間が長時間にわたることがある。さらに、陽子線治療システムの故障が処置直前まで隠れていることがあり、それが処置を遅らせて、患者の不快感を高めることになることも考えられる。

【0013】

したがって、陽子線治療デバイスで使用されるような、複雑な疎結合型分散環境内の通信を管理する、改良型システムおよび方法が必要とされている。このシステムアーキテクチャは、陽子線治療システムの複雑さおよび帯域幅要求に対応できる一方で、スケーリング、保守、および発展を容易にするように、許容可能なレベルの単純性を維持すべきである。さらに、システムは、オフラインまたは誤動作しているデバイスの監視に関連する潜在的な問題を解決する、改良されたシステム監視機能を提供すべきである。

30

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0014】

(発明の概要)

本発明は、陽子線治療システムのコマンド、管理、および監視のための階層型通信システムを含む。一態様では、前記陽子線治療システムのアーキテクチャは、患者の処置で使用されるハードウェアおよび/またはリソースに、エージェントモジュールを介して通信する、1つまたは複数のホストアプリケーションまたはプログラムを含む。前記エージェントは、透過性をもって (transparently)、通信トラフィックを管理し、前記陽子線治療システムの構成要素間のデータの経路指定を含むいくつかの管理機能を実行する。前記通信システムは、前記陽子線治療システムに関連する様々なハードウェアデバイスおよびリソースに、下層レベル (low level) の通信制御およびコマンド変換を提供するモニターモジュールを含む。

40

【0015】

50

前記階層型通信システムを使用すると、通信の調整および管理の複雑さが大幅に軽減される。一態様では、通信システムアーキテクチャが、前記エージェントの経路指定/多重化機能を用いるマルチプロセスによって、チャンネルまたはソケット使用率を低減させて、前記ハードウェアデバイス間のデータ交換を調整する際に直面する潜在的ボトルネックを解消する。前記通信システムはさらに、プロクタ (proctor) モジュールを使用して、組込みシステムに常時監視機能を与える。

【0016】

集中型接続アーキテクチャは、前記陽子線治療システムを用いて処置される患者の安全性の維持において重要である接続セキュリティを向上させるという、さらなる利益を提供する。前記通信システムアーキテクチャは、さらに、ユーザインターフェースを単純化し、アプリケーションの開発および配置の複雑さを軽減する。例えば、ホストアプリケーションは、各デバイスと通信するのに必要な機能の実施または定義について明確に知らずに、組込みハードウェアデバイスを管理、監視および制御するように構成され得る。さらに、前記ホストアプリケーションは、デバイスまたはその制御システムの物理的な場所を知らずに、前記組込みハードウェアデバイスと通信するように構成され得る。一態様では、この性質の論理マッピングによって、システム構成を大幅に修正せずに、システム内にデバイスを柔軟に設置できるようになる。

【0017】

一態様では、本発明は、陽子線治療デバイス内の通信を管理するための通信システムを含んでおり、このシステムが、処置ステーションと、1つまたは複数のホストアプリケーションと、1つまたは複数の機能構成要素と、エージェントとを含んでいる。前記処置ステーションは、較正および位置合わせされたビームを患者の処置中心 (isocenter) に向けて誘導するために使用され、前記1つまたは複数のホストアプリケーションは、前記処置ステーションの動作に関連するハードウェアサブシステムを含む機能構成要素を介して、前記処置ステーションの動作を監視および制御するために使用される。前記エージェントは、各ホストアプリケーションに接続されており、ホストアプリケーションごとに単一のクライアントデータチャンネルを使用する。前記エージェントはさらに、監視データチャンネルによって各機能構成要素に接続されており、各ホストアプリケーションが前記単一のクライアントデータチャンネルを使用して各機能構成要素と通信できるように、前記エージェントが各ホストアプリケーションと前記機能構成要素との間の経路指定動作を実行する。

【0018】

他の態様では、本発明は、分散ネットワークを含む陽子線治療デバイスのための階層型通信アーキテクチャを含み、前記分散ネットワークが、少数のチャンネルセットを用いて動作して、患者の処置に使用される放射線ビームの発生および位置合わせに関連する、1つまたは複数のホストアプリケーションと複数のハードウェアデバイスとの間の十分に透過な通信を提供する。前記アーキテクチャはさらに、複数の別個のデータチャンネルによって各アプリケーションと各ハードウェアデバイスとに接続されたエージェントデバイスを含んでおり、該エージェントは、前記別個のデータチャンネルを介して、1つまたは複数のホストアプリケーションと複数のハードウェアデバイスとの間の通信を経路指定する。前記アーキテクチャはさらに、各ハードウェアデバイスに結合するモニタ構成要素を含んでおり、該モニタ構成要素は、前記エージェントを介して経路指定されたホストアプリケーションからの命令を受け取り、後に前記ハードウェアデバイスで実行されるハードウェアが認識する形式に該命令を変換し、さらに、前記ハードウェアデバイスから情報応答を受信して、前記エージェントを介して前記情報応答を前記ホストアプリケーションに転送するために使用される。また、前記アーキテクチャでは、前記モニタ構成要素内にプロクタ構成要素が組み込まれており、これが、前記ハードウェアデバイスから得た前記情報応答を評価し、異常な (anomalous) ハードウェア挙動を識別し、さらに、異常なハードウェア挙動が検出された場合に1つまたは複数の安全策を発行する。

【0019】

他の態様では、本発明は、分散ネットワーク内の通信を管理する階層型通信システムを含む。該システムはさらに、前記分散ネットワークに接続され、単一チャネルを介して複数のハードウェアデバイスに命令を送信するように構成されたクライアントを含む。さらに前記システムは、分散ネットワークを介して前記クライアントに接続され、且つ、各ハードウェアデバイスが単一チャネルによってエージェントに接続されるようにさらに複数のハードウェアデバイスに接続されたエージェントを含んでおり、該エージェントは、前記クライアントによって送信された命令を受信して、前記命令が向けられている目標ハードウェアデバイスを識別し、適切なチャネルを介して前記命令を前記目標ハードウェアデバイスまで経路指定する。前記システムは、前記目標ハードウェアデバイスに結合され、前記分散ネットワークに接続されたモニタをさらに含んでおり、該モニタが、前記エー10
ジェントによって経路指定された前記命令を受信し、前記命令に関連するハードウェアで認識可能なコマンドを識別し、その後、前記ハードウェアで認識可能なコマンドを、後に実行させるために前記目標ハードウェアデバイスに発行する。

【0020】

他の態様では、本発明は、クライアントと複数のハードウェアデバイスとの間で情報交換するための方法を含み、前記クライアントが、前記複数のハードウェアデバイスを制御および監視する命令を発行する。前記方法はさらに、(1)前記クライアントと、前記ク15
ライアントと通信してそこから送信された命令を受信するように構成されたエージェントとの間に、第1の通信チャネルを確立するステップと、(2)前記エージェントと各ハードウェアデバイスとの間に複数の第2の通信チャネルを確立するステップと、(3)前記クライアントによって発行された前記命令を、前記命令が十分に透過な方式で適切なハードウェアデバイスに送られるように、前記エージェントを用いて経路指定するステップと、(4)ハードウェアデバイス上にあり、前記命令を、後に前記ハードウェアデバイスによって実行されるハードウェアで認識されるフォーマットに変換するモニタモジュールを使用して、前記命令を受信するステップとを含む。

【0021】

また、他の態様では、本発明は、陽子線治療システム内で情報交換するための方法を含んでおり、ここで、望ましくは、複数の命令の送信を介し、少なくとも1つのホストアプリケーションを使用して複数のハードウェアデバイスを制御および監視するように、前記20
少なくとも1つのホストアプリケーションと前記複数のハードウェアデバイスとが相互接続されている。この方法はさらに、(1)各ホストアプリケーションと、該ホストアプリケーションと通信してそこから送信された命令を受信するように構成されたエージェントデバイスとの間に、第1の通信チャネルを確立するステップと、(2)各ハードウェアデバイスが単一の通信チャネルによって前記エージェントに接続されるように、前記エージェントデバイスと各々の前記ハードウェアデバイスとの間に、複数の第2の通信チャネルを確立するステップと、(3)前記エージェントデバイスを用いて、前記ホストアプリケーションによって発行された前記命令を、前記命令が、十分に透過な方式で適切なハードウェアデバイスに転送されるように、経路指定するステップと、(4)各々のハードウェアデバイス上にあり、前記命令を、後に前記ハードウェアデバイスによって実行されるハードウェアで認識されるフォーマットに変換するモニタモジュールを使用して、受信する30
ステップとを含む。

【0022】

さらに他の態様では、本発明は、ネットワークリソースの分散システムの通信および制御のための方法を含んでおり、クライアントデバイスとエージェントデバイスとの間に第1の通信チャネルを確立し、前記エージェントデバイスと少なくとも1つのハードウェアデバイスとの間に第2の通信チャネルを確立し、前記クライアントデバイスと前記エージェントデバイスとの間、さらには、前記エージェントデバイスと監視デバイスとの間で転送されるデータが、ハードウェアリソースの分散システムへのアクセスを要求するクライアントプロセスと、通信チャネルを管理し、クライアント処理要求について経路指定するエージェントプロセスと、該エージェントプロセスからの要求を受け入れ、該要求を実行40
50

し、結果を前記クライアントプロセスに返すモニタプロセスとにしたがって、処理される。

【 0 0 2 3 】

本発明のこれらおよび他の態様、利点、ならびに新規な特徴は、以下の詳細な説明を読み、添付の図面を参照すれば、明らかになる。図面では、同じ要素は、同じ参照番号が付されている。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 4 】

(好ましい実施の形態の詳細な説明)

図 2 は、1つまたは複数のホストアプリケーション 105 に結合された、患者を処置するための陽子線治療システム (P B T S : proton beam therapy system) 100 の一実施の形態を示す。一態様では、ホストアプリケーション 105 は、処置ステーション 115 と併せて使用される複数の機能構成要素 110 と通信する。機能構成要素 110 は、処置ステーション 115 の活動を誘導するモニタおよび管理構成要素を含む。各機能構成要素 110 は、処置ステーション 115 内に存在する1つまたは複数のハードウェアデバイスをさらに含み、これらは、望ましくは陽子線治療システム 100 内で結合されて集合的に管理される。

10

【 0 0 2 5 】

処置プロセスの間、これらのハードウェアデバイスの動作は、精密に較正および位置合わせされた陽子線 147 を、患者 120 の特定の目標領域または処置中心 (isocenter) 148 に向けて誘導するように調整されるのが望ましい。一実施の形態では、処置ステーション 115 は、注入器 135 によって加速器 130 に接続された陽子源 125 を備えている。加速器 130 は、陽子を所望のエネルギーレベルまで加速させ、ビーム輸送装置 140 を介して、処置ステーション 115 の固定位置で支持された患者 120 に陽子線を到達させる。ビーム輸送装置 140 は、粒子流を患者 120 の身体内の特定の目標処置中心に向けて誘導するノズル 150 をさらに備えている。患者 120 は、ガントリ 145 で支持されており、ガントリ 145 は、回転軸周りに回転可能であり、陽子線を適切に位置合わせするために使用される。陽子線治療システム 100 のさらなる詳細については、本発明の譲受人に譲渡された米国特許第 5,866,912 号および米国特許第 4,870,287 号に開示されており、これらを参照によりここに援用する。

20

30

【 0 0 2 6 】

一態様では、陽子線治療システム 100 は、複数の処置ステーション 115 を備えている。各処置ステーション 115 は、前述の陽子源 125、加速器 130、注入器 135 など、同一構成要素のうち少なくとも一部を共有するように構成され得る。一態様では、処置ステーション 115 間で共有される構成要素は、共通の制御インターフェースを介して監視および制御される。多数の処置ステーションが組み込まれた陽子線治療システムのさらなる詳細は、米国特許第 5,585,642 号および米国特許第 4,870,287 号に記載されており、これらを参照によりここに援用する。

【 0 0 2 7 】

放射線治療の技術分野で理解されているように、陽子線または放射線流を目標処置中心に正確に到達させることが重要である。さらに、様々な異なる角度からビームを到達させることができるときには、陽子線または放射線流治療を強力なものにすることができる。したがって、一般に、患者 120 をビーム輸送装置 140 のノズル 150 に対して相対的に固定位置に設置し、ビームが様々な異なる角度から到達するように、ビーム輸送装置 140 のノズル 150 を、可動式ガントリ 145 を介して様々な位置に移動させることが望ましい。米国特許第 4,905,267 号および米国特許第 5,117,829 号は、それぞれ放射線処置のために患者 120 を位置合わせするシステムを開示しており、これらの各特許を参照によりここに援用する。さらに、米国特許第 4,917,344 号および米国特許第 5,039,057 号は、それぞれ、様々な角度の連続的な範囲にわたってビームを到達させるガントリシステムを開示しており、これらの各特許も参照によりここに

40

50

援用する。他の様々な患者の処置を選択する方法、患者への粒子線または放射線ビームの到達を向上させる装置などについては、米国特許第5,017,789号、5,240,218号、5,825,845号、4,905,267号、5,117,829号、および5,260,581号に開示されており、これらも参照によりここに援用する。

【0028】

機能構成要素110は、患者の安全性を保証するため、及び陽子線を構成して誘導するために使用されるハードウェアサブシステムの活動を監視および調整する。患者の安全性は、放射線処置の主たる関心事であり、ビームが常に適切な強度またはエネルギーレベルで導かれていることを保証するために、陽子線治療システム全体にわたって常時厳重な制御を維持しなければならない。一実施の形態では、ビーム治療システムは、ハードウェアデバイスおよびサブシステムが作動可能状態にあって、適切に構成されていることを確認できない限り、ビームが患者に接触しないように構成される。作動可能状態とは、ハードウェアデバイスおよびサブシステムが、許容範囲内であり、かつ患者の処置に適切にように決定された特定の範囲で機能していることを表す。通常、陽子線は、すべてのサブシステムがこの作動可能状態にあることを確認されるまで無効化される。以下においてさらに詳細に説明するように、機能構成要素110および階層型通信システムの構成は、いつ患者を処置するのが適切であるかを決定するために、陽子線治療デバイスの準備状態を監視するのに必要な整合機能を提供する。

【0029】

一態様では、ホストアプリケーション105は、機能構成要素110と情報を交換し、放射線治療システムに主要なコマンドおよび監視機能を提供する。ホストアプリケーション105と機能構成要素110との通信は、通常は従来のネットワークプロトコルを用いて形成される複数のデータチャネル155を介して進められる。ホストアプリケーション105と機能構成要素110とは、階層型通信ネットワークによって連結されており、この階層型通信ネットワークは、陽子線治療システム100を動作させるのに必要なデータ通信を実行するのに、従来のシステムよりも少数のデータチャネル155を使用する。

【0030】

ホストアプリケーションは、ローカルホストアプリケーション160とリモートホストアプリケーション165の両方を備えていてもよい。ローカルホストアプリケーション160は、陽子線治療システム100に直接関連するコンピュータまたは構成要素の上で実行されるアプリケーションを含む。例えば、ローカルホストアプリケーション160を、陽子線治療システム100の1つまたは複数のハードウェアデバイスに結合されたコンピュータから直接実行することができる。あるいは、ローカルホストアプリケーション160を、放射線治療システム100のハードウェアデバイスまたはサブシステムにネットワーク接続を介して連結された、1つまたは複数のスタンドアロンコンピュータから実行することもできる。ローカルホストアプリケーション160と、情報を送受信する対象の1つまたは複数の機能構成要素110との間のデータ交換は、前述の階層型通信ネットワークを介して進められる。

【0031】

リモートホストアプリケーション165は、陽子線治療システム100の外部でかつ/または陽子線治療システム100から独立して、実行されるアプリケーションを含む。一態様では、リモートホストアプリケーション165は、リモートネットワークングプロトコルの使用を介して陽子線治療システム100にインターフェース接続するように構成されており、必ずしも陽子線治療システム100に直接結合されたコンピュータまたは構成要素からローカルに実行される必要はない。ローカルホストアプリケーション160と同様に、リモートホストアプリケーション165は、階層型通信ネットワークを利用して必要または所望に応じて機能構成要素110とデータおよび情報を交換する。

【0032】

機能構成要素110は、陽子線治療システム100の動作に関連した多数のサブシステムを備えている。一態様では、これらのサブシステムは、相互の間およびホストアプリケ

10

20

30

40

50

ーション105との間でデータおよび情報を交換する、コンピュータおよびハードウェアデバイスの分散ネットワークを形成する。図2には、説明のために、例示的な機能構成要素110を示す。これらの機能構成要素には、ビーム輸送システム170、安全システム175、電源システム180、およびロギングシステム185が含まれる。

【0033】

放射線治療システムが、相互接続されたデバイスおよび構成要素の複合した集合体であり、これには上記で例示した機能構成要素110、ならびに他の多数の構成要素、システム、およびプロセスを含めることができることが理解できるであろう。これらのデバイスおよびサブシステムを1つにまとめて分散環境が形成され、これに本発明の階層型通信システムを実装して、チャンネルの複雑さを軽減し、患者の安全性を向上することができる。

10

【0034】

一態様では、陽子線治療システム100の分散環境には、一度に2人以上の患者に対応するのに有用な、複数の処置ステーション115と、関連するハードウェアおよびソフトウェア構成要素とが含まれる。本発明は、分散環境の複雑度が、単一ステーション処置設備の場合よりもかなり増大するマルチステーション処置設備内の通信管理に適合するのに、特に適している。

【0035】

階層型通信システムを、陽子線治療システム100のコマンド、制御、および監視に関して開示しているが、本発明を他のタイプの分散システムとの使用に適合させて、通信効率を向上させ、チャンネル数を削減できることが理解できるであろう。したがって、これらの代替的な分散システムアーキテクチャは、本発明の他の実施形態を、ここに記載するシステムおよび方法との使用に適合させたものとして表しているに過ぎないことが理解できる。

20

【0036】

図3は、前述の陽子線治療システム100などの分散環境における情報交換を管理する階層型通信アーキテクチャ200に関する最上位編成のブロック図を示す。上記したように、分散システムは、特殊なコントローラ、コンピュータ、および他の構成要素を含めた複数のハードウェアデバイス210の中のいずれをも備えることができ、これらは、様々なデバイス210間の通信およびデータ交換を可能にするために、ネットワーク接続によって相互接続されていることが望ましい。階層型通信アーキテクチャ200は、調整されたハードウェアおよびソフトウェアベースの手法を用いて実装され、ハードウェアデバイス210は、少数組のデータチャンネル155を介してホストアプリケーション105に接続される。各ホストアプリケーション105は、複数の第1のデータ接続またはデータチャンネル220がホストアプリケーション105とエージェントデバイス215との間で維持されるように、エージェントデバイス215と相互接続している。エージェントデバイス215はさらに、複数の第2のデータ接続またはデータチャンネル225によって、分散システム100の各ハードウェアデバイス210と相互接続している。

30

【0037】

ホストアプリケーション105とエージェントデバイス215との間、ならびにエージェントデバイス215とハードウェアデバイス210との間の接続は、パークレーソケットベースの伝送制御プロトコル/インターネットプロトコル(TCP/IP: Transmission Control Protocol/Internet Protocol)またはユーザデータグラムプロトコル/インターネットプロトコル(UDP/IP: User Datagram Protocol/Internet Protocol)などの、適切なプロトコルを使用するネットワーク接続を含んでいる。ソケットベースのプロトコルの広範囲のインターオペラビリティを階層型通信システム内で有利に使用して、各ハードウェアデバイス210が情報の送受信に使用できる、一般に認識されている通信プロトコルを提供することができる。さらに、ソケットベースのプロトコルは、(1)開発者がハードウェアインターフェースの作成に使用できる一般に良く理解されている仕様、(2)高信頼性の送受信特性、(3)マルチスレッド互換性、(4)複数同時接続の支援、ならびに(5)ブロッキングおよび非ブロッキング構成の支援を含めて、多くの有利

40

50

な特性を有している。以下でさらに詳細に説明するように、これらの特性は、階層型通信アーキテクチャ200の開発に関連する作業を単純化するのに有用で、ほとんどのホストアプリケーション105およびハードウェアデバイス210と併せて使用するために構成され得る。

【0038】

階層型通信アーキテクチャ200が、必ずしも前述のソケットベースのプロトコルとの使用だけに限定される必要はなく、むしろ例えばリモートメッセージパッシングプロトコルを含めた他の多数の通信プロトコルとの使用に適合され得ることが、当業者には理解されるであろう。したがって、階層型通信アーキテクチャ200で他のプロトコルを実施することは、本発明の他の実施の形態を表すものと理解される。

10

【0039】

図1に関して前述したように、従来の分散システム40は、各ホストアプリケーション60とその対応するハードウェアデバイス50との間に複数のチャンネル70を維持しなければならない。したがって、従来の分散システムに必要なチャンネル70の総数が、急激に増大して性能を低下させ、またアーキテクチャの設計閾値を上回ることもある。階層型通信アーキテクチャ200は、この制限事項を克服し、陽子線治療デバイス100などの分散システム内の通信およびデータ交換に必要なチャンネルの総数を大幅に減少させる。例えば、例示した従来の分散システム40では、3つのホストアプリケーション60が4つのハードウェアデバイス50と通信するように構成されており、合計12のチャンネル70を必要とする。それに比べ、図3に示すように、階層型通信アーキテクチャ200を使用すると、同数のホストアプリケーションおよびハードウェアデバイスを接続するのに7つのチャンネルだけでよい。

20

【0040】

図示した分散システムは本発明の一実施の形態に過ぎず、分散システムの他のサイズ/構成も同様に、階層型通信アーキテクチャ200を用いて実施すると、チャンネル数が削減する利益をもたらすことが理解されるであろう。さらに、有利なことに階層型通信アーキテクチャ200を既存の分散システムと併せて使用するように構成でき、その結果これらのシステムがこの新しい通信アーキテクチャを備えるように改造され、チャンネル数が削減されて複雑さが軽減される利益がもたらされる。

【0041】

30

前述の分散システム構成の他の利益は、各デバイス210、その制御システム、またはエージェント215の物理的な場所を知らずに、ホストアプリケーション105をハードウェアデバイス210と通信するように構成できることである。この性質の論理マッピングによって、システム構成を大幅に修正せずに、構成要素を分散システム内で柔軟に設置できるようになる。一態様では、本発明の分散システム構成を陽子線治療デバイスに適用して、システム構成要素間のマッピング依存性を大幅に低減させることによって、システムのスケラビリティおよびフレキシビリティを増大させることができる。既存の構成要素を置き換えるとき、または新しい構成要素をシステムに追加するとき、大幅な再構成を必要とすることなく、システムが容易に維持され、アップグレードされることから、この特徴はマルチステーション処置設備を含む陽子線治療システムで特に有用である。

40

【0042】

分散システム構成の重要な特徴は、システムに新しいホストアプリケーション105を追加する際の計算上の複雑さに関係する。図1に示すような従来のシステムは、ハードウェアデバイスに接続される各ホストアプリケーションについて、(N)の計算上の複雑さを有する(ここで、Nは、分散システム40内のハードウェアデバイス50の数である)。ハードウェアデバイス50に適切に接続するには、ホストアプリケーション60を追加するごとに、さらにN個のチャンネル70が必要になる。したがって、Mが分散システム内に存在するホストアプリケーションの数を表すとして、ホストアプリケーション60を追加するごとに、チャンネル70の数が(M×N)の関数で増加する。

【0043】

50

本発明では、ホストアプリケーションの追加に関する計算上の複雑さおよびコストが従来技術よりも大幅に削減される。例えば図3に示すように、第1のホストアプリケーションまたはクライアント105を複数のハードウェアデバイスに接続することに関する計算上の複雑さは、“N”の複雑さになる（Nは、分散システムに結合したハードウェアデバイス210の数である）。しかしその後、ホストアプリケーションまたはクライアント105を階層型通信アーキテクチャに続けて追加することに関する計算上の複雑さは、一定値すなわち“1”である。したがって、第1番目のものより後にホストアプリケーションまたはクライアント105を追加するごとに、計算上の複雑さが大幅に軽減される。したがって、ホストアプリケーション105を追加して、ハードウェアデバイス210に適切に接続するように統合するには、合計M個だけのチャンネル155を必要とする（ここで、Mは、追加後の分散システム内に存在するホストアプリケーションまたはクライアント105の総数に相当する）。したがって、本発明の分散システム内のチャンネル155の数は、関数“M + N”で増大する。その結果、本発明の分散システム構成に必要なチャンネル155の総数が増加する割合がかなり小さくなり、システムの複雑さが増大（すなわち、ホストアプリケーション105またはハードウェアデバイス210が増加）するとき計算上の複雑さが増大する割合は、従来の分散システムに比べて緩やかになる。階層型通信システムのこの特徴によって、以下でさらに詳細に説明するように、望ましいことにシステムのスケラビリティが増大し、分散システムの管理が改善される。

10

【0044】

20

図4は、さらに、陽子線治療デバイス100との使用に適合された階層型通信アーキテクチャ200を示す。前述のビーム輸送システム170、安全システム175、電源システム180、ロギングシステム185など、特定のサブシステムを形成するハードウェアデバイス210が、機能構成要素302に結合されていることが望ましい。機能構成要素302は、それぞれ物理レベルでも動作できる2つの論理層305に分けられる。第1論理層は、汎用層315を含み、これが、機能構成要素302の基盤ハードウェアデバイス210と、それよりも上位のアプリケーションまたはクライアント320との間に、通信インターフェースおよび経路指定機能を提供する。通常、クライアント320は、ほぼユーザ透過な（user-transparent）方式で汎用層315を介して情報要求およびコマンドを送る。続いてその送信が、組込み層325を含む第2論理層を介して、適切なハードウェアデバイス210に経路指定される。同様に、基盤ハードウェアデバイス210が、ユーザ透過な方式でクライアント320に情報を返信する。

30

一態様では、クライアント320は、制御構成要素335とユーザインターフェース330とを備えている。制御構成要素335は、機能構成要素302と相互作用し、基盤ハードウェアデバイス210と情報を交換して、指定された制御機能を実行する。各制御構成要素335はさらに、1つまたは複数のユーザインターフェース330に接続されていて、ユーザからの入力を受信し、必要に応じてユーザインターフェース330に情報を返すことができる。一態様では、1つまたは複数の制御構成要素335は、他の制御構成要素335にインターフェース接続して、所望の制御構成要素335間で直接通信するための手段を提供することができる。さらに、制御構成要素335は、複数の機能構成要素302間でコラボレーションするための手段を提供する。このコラボレーションは、ブレインコントローラ222と呼ばれる1つまたは複数の特殊な制御構成要素によって導かれる。他の制御構成要素220の様に、ブレインコントローラ222は、他のブレインコントローラ222に接続することによって、直接的または間接的に機能構成要素302のサービスを利用することができるのが望ましい。ブレインコントローラの構成および機能のさらなる詳細は、図8と併せてより詳細に説明する。

40

【0045】

一態様では、クライアント320は、制御構成要素335とユーザインターフェース330とを備えている。制御構成要素335は、機能構成要素302と相互作用し、基盤ハ

50

ードウェアデバイス 210 と情報を交換して、指定された制御機能を実行する。各制御構成要素 335 はさらに、1 つまたは複数のユーザインターフェース 330 に接続されていて、ユーザからの入力を受信し、必要に応じてユーザインターフェース 330 に情報を返すことができる。一態様では、1 つまたは複数の制御構成要素 335 は、他の制御構成要素 335 にインターフェース接続して、所望の制御構成要素 335 間で直接通信するための手段を提供することができる。さらに、制御構成要素 335 は、複数の機能構成要素 302 間でコラボレーションするための手段を提供する。このコラボレーションは、ブレインコントローラ 222 と呼ばれる 1 つまたは複数の特殊コントローラ構成要素によって導かれる。他の制御構成要素 220 の様に、ブレインコントローラ 222 は、他のブレインコントローラ 222 に接続することによって、直接的または間接的に機能構成要素 302 のサービスを利用することができるのが望ましい。ブレインコントローラの構成および機能のさらなる詳細は、図 8 と併せてより詳細に説明する。

10

【0046】

他の態様では、ユーザインターフェース 330 が、機能構成要素 302 と直接インターフェース接続することができる。制御構成要素 335 およびブレインコントローラ 222 を介してバイパス通信することができる。この通信モードを、例えば、ロギング動作、構成パラメータのフェッチ、およびデータストリームアプリケーションで使用して、機能構成要素 302 のハードウェアデバイス 210 とユーザインターフェース 330 との間で情報を直接送信することができる。

【0047】**エージェント / 汎用層**

前述のエージェント 215 は、機能構成要素 302 の汎用層 315 内にある。各機能構成要素 302 は、クライアント 320 と基盤ハードウェアデバイス 210 との間のメッセージおよび情報のための経路指定デバイスとして働くエージェント 215 に結合させることができる。一態様では、クライアントによって送信される情報は、ハードウェアデバイス 210 を監視および制御するために望ましくはクライアント 320 によって発行される、コマンド、命令、要求などを含む。エージェント 215 は、この情報をクライアント 320 から受信し、機能構成要素 302 の基盤ハードウェアデバイス 210 に通信要求をサービスする、1 つまたは複数のモニタ 340 に送信する。さらにエージェント 215 は、情報の性質に応じて、機能構成要素 302 内のすべてのモニタ 340 に所望の情報を同報するように構成することができる。

20

30

【0048】

エージェント 215 はさらに、二重プロキシ (dual-proxy) 機能を含み、モニタプロキシ機能 226 が、機能構成要素 302 に結合したモニタ 340 との通信を担い、クライアントプロキシ機能 228 が、クライアント 320 との通信を担う。さらに、エージェント 215 は、エラー検出やロギングなどの他のネットワーク通信機能も管理する。エージェント 215 には、さらにセキュリティ機能を組み込むことができ、それによってエージェントを、階層型通信アーキテクチャ 200 の通信機構の使用にアクセス許可された「許可」クライアント 320 およびモニタ 240 を認識するように構成することができる。

40

【0049】

階層型通信アーキテクチャ 200 を使用する分散システムの通常 (ルーチン) 動作時に、システムが初期化され、エージェント 215 のモニタプロキシ 226 が、利用可能な各モニタ 340 とのハードウェアチャネル 225 を開く。モニタプロキシ 226 は、機能構成要素内の各モニタ 340 と通信し、モニタ 340 へのメッセージおよびモニタ 340 からのメッセージをキューに入れる機能を担うネットワークアプリケーションプログラミングインターフェース (API : applications programming interface) を維持する通信プロキシである。

【0050】

同様に、クライアントプロキシ 228 は、各クライアント 320 とのクライアントチャ

50

ネル220を開くことによってクライアント320と通信するネットワークAPIを維持する通信プロキシである。分散システム内の通信を可能にするのに多数の開かれたチャンネルを必要とする従来のシステムとは異なり、本発明では、開かれた通信チャンネル220、225の数とクライアント320およびハードウェアデバイス210の数とが1対1に対応している。

【0051】

一実施の形態では、エージェント215は、メッセージポインタキューに対してポインタを利用しており、メッセージポインタが渡されて、実際のメッセージまたは情報が共有ヒープ内に格納される。第1キューは、クライアントプロキシへの着信メッセージに使用され、第2キューは、モニタプロキシからの発信メッセージ用であり、第3キューは、モニタプロキシへの着信メッセージであって、クライアントプロキシへの発信メッセージでもあるメッセージに使用される（例えば、クリーンパススルー）。クライアントプロキシの着信キューに到着するメッセージを検査し、且つ単一メッセージ（直線経路）または複数のメッセージ（ブロードキャスト）をモニタプロキシの発信キューに入れるスレッドを初期化するエージェント215によって情報が送信される。

【0052】

クライアントプロキシは、クライアント320のアドレスをそれらのネットワークアドレス（すなわち、ソフトIPアドレス）にマッピングするルックアップテーブルを維持する。このテーブルは、メッセージが受信されるときに確立され、テーブルに追加されたエントリは、クライアント320に戻る、メッセージに対する返答の経路指定に使用される。さらに、エージェント215は、対応する宛先モニタ340にメッセージを経路指定するモニタプロキシ226によって使用される、モニタマッピング情報を含む構成データを維持することもできる。また、エージェント215がこの情報を使用して、特定の機能領域302内にどのモニタ340および関連ハードウェアデバイス210があるかを決定することもできる。その結果、単一のエージェント215を、複数の機能構成要素302および対応するハードウェアデバイス210のネットワーク通信を調整するように構成することができる。一実施の形態では、階層型通信アーキテクチャ200は、分散システム全体についてネットワークトラフィックおよびメッセージングを調整する単一のエージェントを利用するように構成されるのが望ましい。単一エージェント構成を使用すると、新しい機能構成要素302およびハードウェアデバイス210の追加に関連したスケーリング動作が容易になり、分散システム全体にわたる整合性が保証される。

【0053】

エージェントはさらに、分散システムへの無許可アクセスを防ぎ、あるいは特定の時間に情報送信の目的で認識されていないクライアント320を選択的にブロックする、様々なセキュリティ動作を実施することができる。エージェント215がこれらのセキュリティ動作を実行できる一つの方法は、開かれているクライアントチャンネル200を、その時点で認識または許可されているクライアント320だけに制限することである。患者の安全性およびシステムセキュリティを改善するために、これらのセキュリティ対策が、陽子線治療システム内で望ましく実施され得ることが理解されよう。

【0054】

モニタプロクタ/組込み層

組込み層325を含む第2論理層は、基盤ハードウェアデバイス210との間の変換および通信を担うネットワークインターフェースまたはフックを提供する。各機能構成要素302の組込み層325は、望ましいことに、特定の機能構成要素302のハードウェアデバイス210が、クライアント320によって、分散システム内の場所またはアドレスについて明確に知らないままで、アクセスおよび監視され得るように、十分にユーザ透過性がある。

【0055】

モニタ340は、各機能構成要素302の組込み層315にあり、汎用層315のエージェント215とのデータおよび情報の交換を担っている。以下においてさらに詳細に説

10

20

30

40

50

明するように、モニタ340は、情報の受信、コマンドの解釈および変換、データ収集、データ提示、および情報の送信を含む機能の実行を担う複数の連携モジュールを含んでいる。

【0056】

図5は、エージェント215とハードウェアデバイス210との間にあるモニタ340の連携モジュールを示す。モニタ240の機能構成要素には、プロキシ351、コマンドプロセッサ352、プロクタ353、ハードウェア抽出層モジュール354、およびドライバ355が含まれている。以下でさらに詳細に説明するように、これらの構成要素の活動は、エージェント215を介してクライアント320から受信した情報を処理し、この情報を認識可能な形式で基盤ハードウェアデバイス210に渡すことに関連したタスクを実行するように調整されるのが望ましい。

10

【0057】

ドライバ355は、モニタ340の最下位論理レベルにあり、機能構成要素302とそれが相互作用するハードウェアデバイス210との間にハードウェアインターフェースを提供する。ハードウェアデバイス210は、いくつかの異なる計器、デバイス、装置などのいずれかを備えることができ、これらは、クライアント320によって制御および監視されることが望ましい。陽子線治療システムの典型的なハードウェアデバイス210は、磁石および線量計を備えることができる。ドライバ351は、クライアント320がハードウェアデバイス210の所望のサービスにアクセスできるように、ハードウェアデバイス210へのインターフェースの提供を担う。制御すべき各ハードウェアデバイス210には、ハードウェアデバイス210の一部(すなわちコントローラカードなど)とインターフェースする少なくとも1つのドライバ351がある。

20

【0058】

一般に、各ハードウェアデバイス210は、高度に専用化された限定的なコマンドセットを認識し、このコマンドは、特殊化されたビット/メモリアドレッシングまたはレジスタレベルコマンドを含んでいてもよい。これらのコマンド言語定義およびアドレッシングスキームは、通常は異なるクラスのハードウェアデバイス210(例えば、温度モニタと線量測定モニタ)間では共有されない。さらに、異なる製造業者製の類似のハードウェアデバイス210が、異なるコマンド構造を利用していることがある。さらに、データの出力およびフォーマットは、通常、ハードウェアデバイス210によって異なり、データ出力は、望ましくはクライアント320または他の機能構成要素302に渡すために変更されるべきであるフォーマットまたはユニット指定式であることがある。したがって、各ハードウェアデバイス210と通信するには、特殊化されたインタープリタを使用しなければならない。

30

【0059】

ドライバ351は、特殊なインタープリタとして働き、上位の情報要求またはコマンドを、ハードウェアデバイス210によって認識されるネイティブ言語またはコードに変換する抽出機能を提供する。ハードウェアデバイス210のコマンド言語の制限を解消できるときには、階層型通信アーキテクチャ200は、「汎用」コマンドおよび情報構造を利用することが望ましい。汎用言語は、階層型通信アーキテクチャ200の様々な構成要素にわたり、共通認識される形式に情報をコード化する。特定のハードウェアデバイス210に向けた情報およびコマンドをドライバ351が受信し、汎用コードをハードウェアで認識可能なコードに変換するのに必要な動作を実行する。同様に、ドライバ351は、ハードウェアデバイス210から情報を受信し、この情報を分散システムの他の構成要素で認識される汎用形式に変換する。また、ドライバ351は、ユニット変換やフォーマット変換などの変換動作を実行してデータを修正してから、モニタ340の上位構成要素に分配することができる。

40

【0060】

一態様では、前述のデータ変換動作をドライバ351のレベルで実行することによって、

50

望ましいことに、システムのスケラビリティおよび開発フレキシビリティが向上する。例えば、既存のハードウェアデバイス 210 を異なるハードウェアデバイスに交換またはアップグレードする場合、階層型通信アーキテクチャ 200 の上位構成要素に必要な修正が最小限に抑えられる。その代わりにドライバ 351 を構文またはコマンド構造の変更に
10 対応するように容易に修正でき、それらを用いて、汎用言語コードが、新しくインストールされたハードウェアデバイスで認識されるコマンドまたは情報に変換される。同様に、ドライバ 351 は、分散システムの他の構成要素の大幅な修正の必要無く、新しいハードウェアデバイスによって生成されるデータのフォーマットまたは表示の変化を認識するように修正され得る。したがって、階層型通信アーキテクチャ 200 をこのように構成することによって、ハードウェアデバイスの透過性が向上し、システムのアップグレードおよび保守に対応するのに必要な変更の数が限定される。

【0061】

一態様では、ドライバ 351 は、基盤ハードウェアデバイス 210 にアクセスするために使用される、ラッパー (wrapper) アプリケーションプログラミングインターフェース (API) を提供する。さらに、ドライバ 351 は、モニタ 340 の上位モジュールが要求する通りに実行するスレッドセーフ機能の集合体として実施することができる。ドライバ 351 は、通常、ハードウェアのレジスタへのメモリマップアクセスを使用して、結合されたハードウェアデバイス 210 とインターフェースしている。このようにインターフェースしているドライバは、ハードウェアデバイス 210 に含まれるプロセッサ、または
20 ハードウェアデバイス 210 の制御に使用される周辺制御カードを利用することができる。この構成は、組込みクレイト (crate) とも呼ばれ、ここでクレイトは、ハードウェアデバイス 210 と、ドライバ 351 と、ドライバ 351 を実行するプロセッサと、ドライバ 351 によってハードウェアデバイス 210 の制御に使用されるコントローラカードとを備えている。

【0062】

一実施の形態では、組込みクレイト内のドライバ開発および実施には、組込みコンピュータオペレーティングシステムおよび開発プラットフォームが使用される。組込み開発プラットフォームを使用することによって、ハードウェアレジスタを仮想化するようにドライバ 351 を設計でき、ハードウェアデバイス 210 によって要求される保護および他のサービスを提供できる。一態様では、ドライバ 351 は、ハードウェアデバイス 210 内の
30 機能およびレジスタと、ソフトウェア開発者が使用する機能との間の論理マッピングを維持する、一連の機能呼び出しを与えるように構成され得る。また、機能構成要素 302 は、必要または要求に応じて作動するために、ドライバ 351 を使用して機能呼び出しを発行するようにも構成され得る。

【0063】

ドライバ 351 は、ハードウェアデバイスの相互作用に集中して、特定のハードウェアデバイス 210 の「生の (raw)」サービスに対するインターフェースを提供でき、一方、ハードウェア抽出層モジュール (HAL: hardware abstraction layer) 354 は、ドライバ 351 を使用して必要なハードウェア抽出を提供し、クライアント 320 による情報の提示とハードウェアデバイス 210 のそれとの間にブリッジを形成する。HAL 354 はさらに、分散システムによって提供されるサービスと、ジョブを実行するハードウェアデバイス 210 との間の変換機構として働く。HAL 354 のこの特徴によって、機能構成要素 302 に含まれる各ハードウェアデバイス 210 のその時点での実施およびコマンド構造を、分散システムの各部分に認識させ続けようとする問題および困難性が大幅に
40 解消される。

【0064】

例えば、HAL 354 は、クライアント 320 からコマンドおよび命令を工学単位 (例えば、アンペア (Amps)、ボルト (Volts)、ミリトル (mTorr) など) で受信し、それらを適切なドライバ表現、ならびに基盤ハードウェアデバイス 210 によって許容可能な入力として認識される API 呼び出しに変換する。同様に、HAL 354 は、ハードウェ
50

デバイス 210 から生のデータ出力および情報を受信し、生データをクライアント 320 に認識されるまたは望まれる形式に変換する 1 つまたは複数の動作を実行することができる。

【0065】

H A L 3 5 4 によって提供される望ましい特徴の 1 つは、分散システム内で使用される各ハードウェアデバイス 210 を、クライアント 320 のコマンド/制御機能から分離しておくことができることである。具体的には、H A L 3 5 4 は、クライアント 320 によって要求されるサービスをハードウェア透過な形式に反映し、それら进行处理するようにドライバ 351 に渡すように設計される。ハードウェアデバイス 210 が分散システム内で変更されるとき、あるいはクライアント 320 によって新しいまたは異なるサービスが要求される場合、望ましいことに H A L は、その変化に対応するのに最小限の修正しか必要としない。さらに、分散システムに変更または追加がなされるときには、エージェント 215 やクライアント 320 などの H A L 3 5 4 の上位にある他の構成要素は、望ましいことに、修正をほとんどまたは全く必要としない。その代わりに、ドライバ 351 および基盤ハードウェアデバイス 210 に H A L 3 5 4 をインターフェースするコードの一部を作り直すことによって、H A L 3 5 4 は、必要に応じてシステム設計の変更に対応するように更新され得る。

10

【0066】

また、H A L 3 5 4 は、ドライバ 355 および関連するハードウェアデバイス 210 を単一のメタデバイス (meta-device) に統合するメカニズムを提供することもできる。メタデバイスは、クライアント 320 からは、論理上、ハードウェアの単一のユニットに見える。このようにハードウェアを統合すると、望ましいことに、システムの見かけの複雑さが軽減され、分散システムのハードウェア構成要素の監視および指揮が容易になる。例えば陽子線治療システムでは、ビーム散乱 (scatterer) メタデバイスを、1 つまたは複数の、分解器 (resolver)、モータコントローラ、デジタル入力、およびシリアルポート通信を含めたハードウェアデバイス 210 を備えるものとして定義することができる。したがって、ビーム散乱メタデバイスに発行される単一のメタコマンドまたは命令を使用して、ビーム散乱体 (scatterer) の様々なハードウェアデバイス 210 に望ましく発行される、複数のコマンドおよび/または命令の複合体を表すことができる。メタコマンドは、H A L 3 5 4 によって認識され、対応するコマンドおよび/または命令が、H A L 3 5 4 によってドライバ 351 を介して、適切なハードウェアデバイス 210 に発行される。同様に、H A L 3 5 4 は、メタデバイス内に含まれる複数のハードウェアデバイス 210 からデータおよび情報を受信し、この情報を組み合わせて統合された形式でクライアント 320 に返信する 1 つまたは複数の動作を実行することができる。

20

30

【0067】

H A L 3 5 4 の他の特徴は、クライアント 320 がデバイス 210 への明確なアドレスまたは経路を知る必要がないように、各ハードウェアデバイス 210 のマッピングを機能構成要素 302 内で内部維持するために、H A L 3 5 4 が使用され得ることである。その代わりに、クライアント 320 が、コマンドを単純にモニタ 340 に導くことができ、続いてこれを処理して、H A L 3 5 4 によって決定されるように、適切なハードウェアデバイスに経路指定することができる。この特徴が、複雑な分散システム内のマッピングの複雑さを大幅に軽減し、デバイスの透過性を向上させることが理解されよう。デバイスの透過性は、分散システムの見かけ上の複雑さを軽減し、また開発者がハードウェアデバイス 210 の実際のレイアウトまたはトポロジーを認識しておく必要をなくすのに役立つことから、望ましい特性である。さらに、H A L 3 5 4 は、クライアント 320 の大幅な再ネットワーク化を必要とせずに、基盤ハードウェアデバイス 210 を修正し、または機能構成要素 302 内のデバイスの構成を変更できるように、容易に再定義され得る。

40

【0068】

モニタ 340 は、関連ハードウェアデバイス 210 の性能を監視する 1 つまたは複数のプロクタ 353 をさらに含み、機能構成要素 302 内の異常なまたは望ましくないデバイ

50

ス挙動に関するハンドラーの働きをする。プロクタ353は、機能構成要素302のハードウェアデバイス210の要件および/または要求を評価する。プロクタ353によって実行される機能には、正しいシステム設定の監視および範囲外のパラメータの識別が含まれる。

【0069】

一態様では、プロクタ353は、ハードウェアデバイス210から受信したデータおよび情報を解釈することによって、異常なデバイス挙動を識別する。プロクタ353は、機能構成要素302内のハードウェアデバイス210に関する所望の許容度および範囲の知識を維持しており、実際のハードウェア情報を指定された許容度および範囲と比較することによって、ハードウェアデバイス210が所望のパラメータ内で実行しているかどうかを判断する。一態様では、陽子線治療システム内の異常なデバイス挙動は、リングエネルギー、電源出力、磁界強度、および/または照射線量などの、1つまたは複数の重要な変数357を評価することによって識別され得る。重要な変数357の値が上限または許容範囲外にあることが観察されると、プロクタ353はこの事象を認識して報告することができる。他の態様では、重要な変数が所定の限度を超えて標準値から偏差しているときに、異常な挙動を識別することができる(例えば出力スパイク)。さらに、異常な挙動が悪化傾向として観察されることもあり、この場合、プロクタ353は、偏差の平均の変動がある時間内に許容範囲から外れることを予想する。

【0070】

プロクタ353は、停止コマンドまたは命令の発行を通して1つまたは複数のハードウェアデバイス210の動作を停止させることによって、異常な挙動に対処することができる。その代わりに、プロクタ353は、ハードウェアデバイス210が動作を続けることを許可するが、クライアント320に異常状態の警告を発行することもできる。さらに、プロクタ353に、ステータスインジケータ358の送信など、構成可能な方式で、異常な挙動をクライアント320にロギングおよびレポートする機能を設けることもできる。

【0071】

プロクタ353は、さらに、従来のシステムによって実行されることが多い、ホストアプリケーションレベルでシステムのオフラインまたは誤動作を監視するという欠点を軽減する。一態様では、プロクタの特徴は、クライアントとの実質的な相互作用なしに常時実行される、ローカライズ形式のハードウェアデバイス監視である。この実施の形態では、プロクタは、ハードウェアデバイス110がその範囲内で望ましく動作すべき1組の条件またはパラメータを認識している。プロクタ353は、さらに、ハードウェアデバイス機能を監視し、それがこれらのパラメータ内で動作していることを保証する。ハードウェアデバイス110が、認識されている条件から偏差している場合、プロクタ353は、モニタに、標準動作パラメータを復元する、ハードウェアによって認識される適切なコマンドを発行するように命令することができる。

【0072】

例えば、陽子線治療デバイス100用の電源をプロクタ353によって監視して、出力電力が要求されるまたは所望の電力に一致することを保証することができる。さらに、プロクタ353は、電源システムに内部故障がないことを保証することもできる。電源用のプロクタ353によって、故障が検出され、あるいは電源が標準パラメータ内で動作していないことが観察されると、プロクタがレポートを作成し、それが外部システムに送信されて、制御アプリケーションまたはクライアントが稼働していなくても、故障に関する事前警告を通知することができる。さらに、プロクタ353は、ハードウェアによって認識される、補正または復元機能を実行するコマンドの発行をモニタに命令することによって、電源を通常動作に復元させる補正処置を実施することができる。

【0073】

一態様では、プロクタ353の使用によって、粒子線治療デバイスにおける患者の安全性が大きく向上する。重要なハードウェアデバイス210を自動的に連続監視することによって、プロクタ353が、その時点で発生している危険な異常状態を識別し、患者に危

10

20

30

40

50

険を与えることのある将来的な異常状態を予測することができる。例えば、プロクタ353によってビーム強度が許容範囲でないことが観察されたら、システムを停止させて、患者を傷つける可能性を防ぐことができる。同様に、プロクタ353が、ビーム強度がその時点では容認可能な許容範囲内にあるが悪化傾向が生じていることを観察し、それを用いて、いつビーム強度が許容範囲を外れるか予測して、補正処置を実施すべきかどうかを決定することができる。陽子線治療システムの複雑さによって、プロクタ353を使用して実施される自動ハードウェア監視および制御手法が促進されることが理解されよう。

【0074】

コマンドプロセッサ352は、論理上プロクタ353およびHAL354のすぐ上位にあり、その両方は独立にこの構成要素に接続されている。コマンドプロセッサ352の機能は、クライアント320から受信した着信命令を解釈して実行することである。さらに、コマンドプロセスによって、ハードウェアデバイス210から受信した要求データおよび情報の形式で返信メッセージが提供される。

10

【0075】

コマンドプロセッサ352は、着信命令またはメッセージの構文を解析および検査することによって命令を解釈し、検証に基づいて、適切なハードウェアデバイス210で実行すべき命令を転送する。転送された命令はHAL354によって受信され、前述のように、ハードウェアデバイス210で実行するために、HAL354が、ドライバ355への命令の準備および提示に関連した動作を実行する。さらに、コマンドプロセッサ352は、ハードウェアデバイスの監視およびエラー検出に関連した動作を実行するプロクタ353にも命令を転送する。コマンドプロセッサ352のもう一つの機能は、HAL354およびプロクタ353によって与えられる、ハードウェアデバイス210からのデータおよび情報を受信して、この情報を適切なクライアント320に転送することである。

20

【0076】

一態様では、コマンドプロセッサ352は、クライアント320からの着信命令の順序を維持する情報キューを含んでおり、これらを実入先出し(first in/first out)法で処理する。コマンドプロセッサ352は、命令をキューに直接コピーするのではなく、メッセージのサイズが大きいときには、システム性能に悪影響を及ぼすことのある、情報の不必要なコピーを避けるために、命令へのポインタを格納することができる。命令が処理されると、それに応じてキューが更新され、要求される情報をクライアント320に送り返す。

30

【0077】

通信プロキシ351は、論理上、コマンドプロセッサ352の上位にあり、エージェント215に結合した1つまたは複数のチャネルから着信データおよび情報を受信し、この情報をコマンドプロセッサ352に直接転送する。通信プロキシ351は、通常、モニタ340の他の構成要素とは異なり、特殊なコマンドまたは命令インタプリタを持たず、情報の受信および配布のために使用される。さらに、通信プロキシ351は、コマンドプロセッサ352から要求される情報を含む発信メッセージを受け入れ、エージェント215を介して適切なクライアント320に発信メッセージを転送する。

【0078】

40

一態様では、通信プロキシ351は、エージェント215からモニタ340への開かれたチャネルまたはソケット接続をそのそれぞれが反映する、複数のネットワークAPIオブジェクトを維持することによって、クライアント320から受信した命令をハードウェアデバイスによって送られた対応するデータまたは応答に関連付ける。コマンドプロセッサ352から結果が受信されたときに、命令の結果を適切なクライアント320に転送することができるように、通信プロキシ351によって、ネットワークAPIオブジェクトが使用されて、着信コマンドまたは命令の発信元が識別される。

【0079】

図6は、前述のモニタ340を使用してコマンドまたは命令を実行するプロセスを示す。このプロセスは、エージェント215を介して転送された、クライアント320からの

50

命令が受信される状態 4 1 0 から始まる。コマンドの受信は、エージェント 2 1 5 との開かれたチャンネルを維持する、通信プロキシ 3 5 1 によって行われる。通信プロキシ 3 5 1 は、さらに、命令の発信源のアドレス、チャンネル、または IP 番号を識別することによって、着信命令の発信元を検証する。この情報は、どのクライアントが、準備ができたときに命令の結果を送られるべきかを識別するために、通信プロキシ 3 5 1 によって使用される。

【 0 0 8 0 】

状態 4 1 5 に進むと、検証のために、通信プロキシ 3 5 1 がコマンドプロセッサ 3 5 2 に命令を転送する。検証には、その命令が、認識されているフォーマットに一致しており、HAL 3 5 4 およびプロクタ 3 5 3 に分配されるであろう必要パラメータおよび値を有していることを保証するために、命令の構文を検査することが含まれている。コマンド検証後、プロセス 4 0 0 は、通信プロキシ 2 1 5 が承認検査を実施する状態 4 2 0 に進む。承認検査とは、特定のハードウェアデバイス 2 1 0 へのアクセスを要求している、またはハードウェアコマンドを発行しているクライアント 3 2 0 が、それを実際に許可されているかを確認する検証手順である。一態様では、承認状態 4 2 0 が使用されて、機能構成要素 3 0 2 またはハードウェアデバイス 2 1 0 へのクライアントアクセスを制約することによって、分散システム内にあるレベルのセキュリティを実施することができる。クライアントアクセスは、クライアント 3 2 0 が、モニタ 3 4 0 内に格納されたリストによって指定される十分な許可を有するものと認識されるときにだけ許可される。さらに、承認状態 4 2 0 がブロッキング手順の中で使用されて、そのリソースが既に他のクライアント 3 2 0 によって使用されているとき、あるいは他の理由でブロックされているときには、クライアントデバイス 3 2 0 が特定のハードウェアデバイスまたはリソースにアクセスしないように保証することができる。

【 0 0 8 1 】

コマンド検証および認定後、プロセスは、コマンドルックアップ状態 4 2 5 に進み、そこで、コマンドプロセッサ 3 5 2 が、入力コマンドまたは命令に基づいて、起動すべき正しいハードウェア API および関連ハードウェアデバイス 2 1 0 を決定する。次いで、コマンドプロセッサ 3 5 2 は、この情報を所望のハードウェアデバイス 2 1 0 に結合した適切な HAL 3 5 4 に送り、そこで命令は、ハードウェアデバイス 2 1 0 によって認識される適切な形式に変換され、状態 4 3 0 において実行される。

【 0 0 8 2 】

状態 4 3 5 において、ハードウェア起動の結果は、モニタ 3 4 0 の様々な構成要素を介して戻され、そこで、それらは図 5 に関して詳細に説明したように、処理されてパッケージ化される。その後、通信プロキシ 3 5 1 が、コマンドまたは命令の結果を、エージェント 2 1 5 を介して適切なクライアント 3 0 2 に送信する。

【 0 0 8 3 】

図 7 は、エージェント 2 1 5 を使用してクライアントデバイス 3 2 0 およびモニタ 3 4 0 と通信する情報交換プロセスを示す。そのプロセスは、状態 5 1 0 から始まり、そこで分散システムが始動して、エージェント 2 1 5 が、そのシステムの構成、および必要な機能構成要素 3 0 2 ごとに使用されるモニタ 4 3 0 の場所を識別する。一態様では、関連するクレイトまたはハードウェアデバイス 2 1 0 へのチャンネルマッピングの特徴を含む中央構成ファイルまたはシステムにアクセスすることによって、システムの構成が決定される。さらに、エージェント 2 1 5 は、クライアントアクセスを提供するためにバインドされる専用ポートまたはチャンネル 1 5 5 を決定するリスニングポートを識別する。中央構成ファイルまたはシステムからこの情報が得られた後は、状態 5 1 5 において、エージェント 2 1 5 がリスニングポートにバインドされ、その後、エージェント 2 1 5 がアクセスするように指定した各モニタ 3 4 0 への接続を確立する。

【 0 0 8 4 】

状態 5 2 0 において、エージェント 2 1 5 が、通常の情報処理ならびにクライアント 3 2 0 およびモニタ 3 4 0 との通信を開始する。エージェント 2 1 5 が、接続されたクライ

10

20

30

40

50

アント 3 2 0 から命令または情報要求を受信すると、エージェント 2 1 5 は、要求の発信元またはチャンネル 1 5 5 を記録し、それによって命令の発信源であるクライアント 3 2 0 を識別する。その後、状態 5 2 5 において、エージェント 2 1 5 は、命令が送られるべき適切なモニタ 3 4 0 を決定する。一態様では、命令を受信するように指定されるモニタ 3 4 0 は、コマンドの発生源である着信チャンネル番号を用いて識別される。さらに、要求しているクライアント 2 1 5 の発信元アドレスは、クライアント 3 2 0 とエージェント 2 1 5 との間のデータ送信において、エンコードされていてもよい。発信元アドレスは、クライアント 3 2 0 によって解析され、命令の結果を受信するべき適切なエージェント 2 1 5 が決定される。その後、エージェント 2 1 5 が命令を適切なモニタ 3 4 0 に転送し、そこで図 6 で説明したように命令が処理される。

10

【 0 0 8 5 】

状態 5 3 0 において、エージェント 2 1 5 がモニタ 3 4 0 から命令の結果を含む返信を受信すると、エージェント 2 1 5 が、リスニングポートおよび中央構成ファイルによって決定される適切なクライアント 3 2 0 に返信を転送する。したがって、エージェント 2 1 5 は、各クライアント 3 2 0 とハードウェアに結合したモニタ 3 4 0 との間の中継の働きをする。

【 0 0 8 6 】

図 8 は、分散システムで指揮および監視活動を調整するのに使用されるブレインコントローラ 2 2 2 の一実施の形態を示す。ブレインコントローラ 2 2 2 は、複数の機能構成要素 3 0 2 を 1 つに集約させて論理メタデバイス 6 3 0 を形成するのに有用な追加的な計算機能を提供する。一態様では、メタデバイス 6 3 0 は、所望のタイプのサービスを提供するために、複数の機能構成要素 3 0 2 間のコラボレーションを必要とする複合機能ドメインを表わしている。

20

【 0 0 8 7 】

ブレインコントローラ 2 2 2 は、さらに、ハインドブレイン (hind-brain) 6 1 0 とフォアブレイン (fore-brain) 6 2 0 とに分けることができる。ハインドブレイン 6 1 0 は、通常、大規模な意志決定または分析的比較の必要のない動作を実行する。例えば、ハインドブレイン 6 1 0 を使用して、複数のシステムまたは機能構成要素 3 0 2 に接続し、監視および/または動作機能などの動作を実行することができる。一態様では、ハインドブレイン 6 1 0 は、ユーザインターフェース 3 3 0 からの直接的なユーザ入力なしに自律的に機能し、ネットワーク接続またはチャンネル 1 5 5 を介して 1 つまたは複数の機能構成要素 3 0 2 と直接相互作用する。ハインドブレイン 6 1 0 は、ユーザインターフェース 3 3 0 を介してユーザにその活動のステータスまたは結果を表示するように構成できるが、この機能は、必ずしもハインドブレイン動作に必要ではない。ハインドブレイン 6 1 0 は、さらに、今度は他のエージェント 2 1 5 にネットワーク接続されるメタデバイス 6 3 0 のためのエージェントの働きをすることができ、多くのシステムまたは機能構成要素 3 0 2 を 1 つに合わせて結合させるための手段を提供する。

30

【 0 0 8 8 】

例えば、陽子線治療システムは、分散システム全体にわたって広がる、それぞれがそれぞれのエージェント 2 1 5 を備える、複数の別個の機能構成要素 3 0 2 を、望ましく監視するビーム妨害メタデバイスを、実施することができる。ビーム妨害メタデバイスには、さらに、その時点での粒子線治療デバイスの処置モードについて知ることが必要なことがある。さらに、ビーム妨害メタデバイスには、陽子線を受け取るべき処置ステーション 1 1 5 について知ることが必要な場合がある。これらの各情報源から得られた情報を使用して、ハインドブレイン 6 1 0 が、いつ陽子線を関与させるのが安全か決定する。この処理が分散システム全体にわたって広がっている複数の機能構成要素 3 0 2 の調整を含んでいるので、単一の H A L 3 5 4 は、通常、この複雑な動作の実行には適しておらず、したがって同様の機能を達成するには、メタデバイスを使用することが望ましい。

40

【 0 0 8 9 】

フォアブレイン 6 2 0 は、ハインドブレイン 6 1 0 に比べて分析機能が高く、複雑な活

50

動制御動作の実施を担っている。一態様では、フォアブレイン 620 は、特定の動作を実行するために、正しいステップが確実に実施されることを保証する動作状態マシンを形成する。例えば、フォアブレイン 620 は、患者の処置を管理するのに必要なステップの制御および監視を担うことができる。フォアブレインは、複数のエージェント 215 およびハインドブレイン 610 と通信し、コマンドを送信し、応答を受信し、これらを基盤ハードウェアデバイス 210 の活動を調整するために使用することによって、このタスクを遂行する。したがって、フォアブレイン 620 は、様々なサブシステムの活動を誘導して、分散システムのタスクを整合された方式で実行する。さらに、各フォアブレイン 620 は、通常、様々なシステム活動を誘導し、必要または要求に応じて応答またはステータス更新情報を受信するフォアブレイン 620 と相互作用するために使用されるユーザインターフェイス 330 に接続されている。

10

【0090】

上記した発明の説明によって、本発明の新規特徴を示し、記載し、指摘したが、当業者には、本発明の趣旨から逸脱することなく、図示した装置ならびにその使用の詳細な形態に、様々な省略、置換、および変更を実施できることが理解されよう。

【図面の簡単な説明】

【0091】

【図1】従来の分散システムのブロック図である。

【図2】陽子線治療システムの一実施の形態を示す図である。

【図3】分散環境で使用される階層型通信システムに関する最上位層の編成の一実施の形態を示す図である。

20

【図4】陽子線治療デバイスとの使用に適合した階層型通信システムの一実施の形態を示す図である。

【図5】階層型通信システムと併せて使用されるモニタの一実施の形態を示す図である。

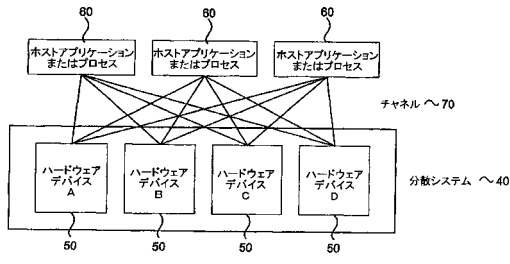
【図6】モニタによって使用されるコマンドまたは命令プロセスを示す図である。

【図7】階層型通信システム内でエージェントデバイスによって使用される情報交換プロセスを示す図である。

【図8】階層型通信システムと併せて使用されるブレインコントローラの一実施の形態を示す図である。

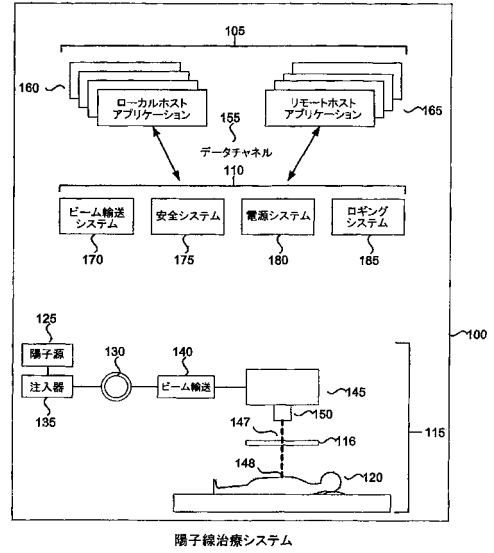
【 図 1 】

FIGURE 1
(先行技術)



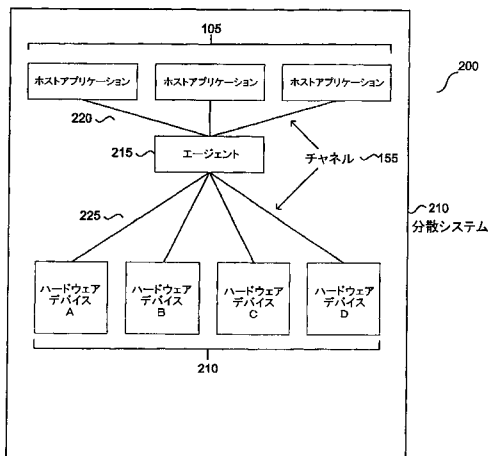
【 図 2 】

FIGURE 2



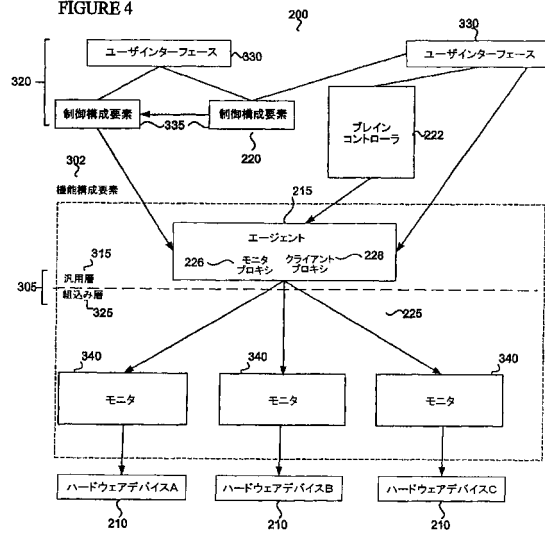
【 図 3 】

FIGURE 3



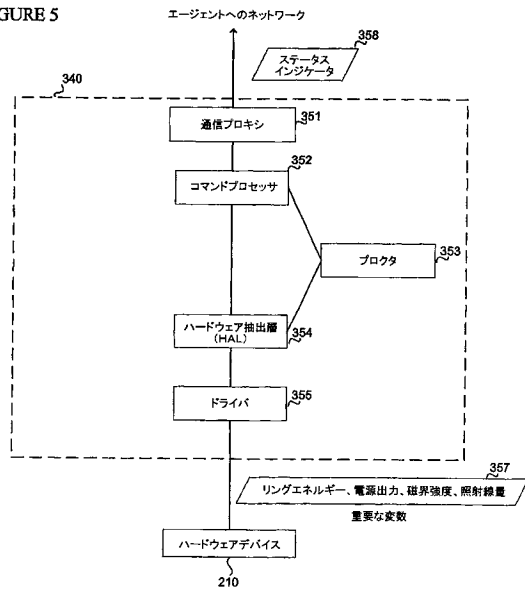
【 図 4 】

FIGURE 4



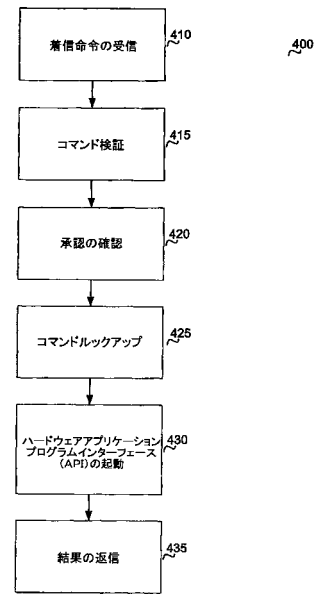
【 図 5 】

FIGURE 5



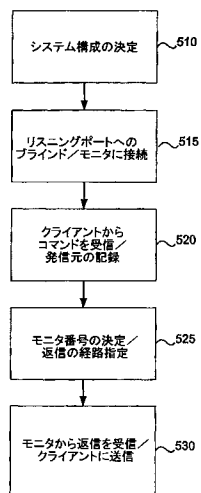
【 図 6 】

FIGURE 6



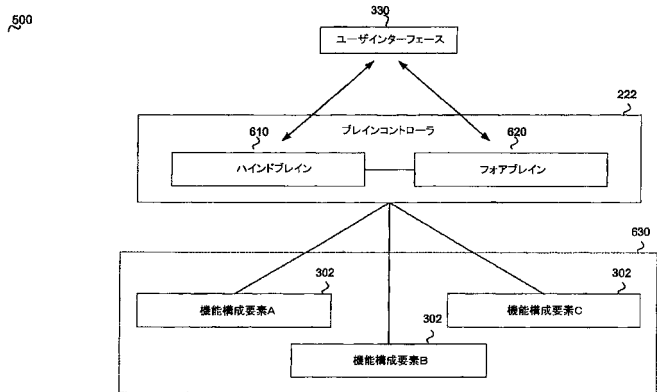
【 図 7 】

FIGURE 7



【 図 8 】

FIGURE 8



フロントページの続き

- (72)発明者 ベルーフ アレクサンドル ヴィ.
アメリカ合衆国 9 2 3 5 4 - 3 0 2 6 カリフォルニア州 ローマ リンダ テイラー ストリート シャープ ディー 2 5 2 7 8
- (72)発明者 バキル ジュリデ
アメリカ合衆国 9 1 7 3 0 - 1 4 2 6 カリフォルニア州 ランチョ クカモンガ パシト ストリート 7 3 3 1
- (72)発明者 アーモン デガニト
アメリカ合衆国 9 2 3 7 3 - 4 9 8 0 カリフォルニア州 レッドランズ ブロッサム アベニュー 1 4 1 5
- (72)発明者 オルセン ハワード ビー.
アメリカ合衆国 9 2 3 2 4 - 9 7 8 5 カリフォルニア州 コルトン キャニオン ドライブ 2 1 9 7
- (72)発明者 セイラム デーナ
アメリカ合衆国 9 2 5 0 9 - 1 6 0 5 カリフォルニア州 リバーサイド パークデール レーン 6 6 2 1

審査官 横山 佳弘

- (56)参考文献 特開平03 - 1 7 7 9 5 0 (J P , A)
国際公開第00 / 0 2 3 8 7 9 (W O , A 1)
特開平06 - 1 1 9 2 6 9 (J P , A)
特開平10 - 0 9 3 6 1 1 (J P , A)
特開2000 - 1 4 0 1 3 7 (J P , A)
特開平11 - 3 2 8 0 8 0 (J P , A)
特開昭60 - 0 4 3 7 0 2 (J P , A)
特開平07 - 0 4 7 0 7 9 (J P , A)
特表平10 - 5 1 0 1 9 5 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

A61N 5/10
G06F 15/00
G06F 13/00