

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7494910号
(P7494910)

(45)発行日 令和6年6月4日(2024.6.4)

(24)登録日 令和6年5月27日(2024.5.27)

(51)国際特許分類	F I
G 0 6 F 8/34 (2018.01)	G 0 6 F 8/34
G 0 1 N 35/00 (2006.01)	G 0 1 N 35/00 E

請求項の数 8 (全20頁)

(21)出願番号	特願2022-533680(P2022-533680)	(73)特許権者	000001993 株式会社島津製作所 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地
(86)(22)出願日	令和3年3月9日(2021.3.9)	(74)代理人	110001195 弁理士法人深見特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/009166	(72)発明者	伴野 太一 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会社島津製作所内
(87)国際公開番号	WO2022/004061	審査官	多賀 実
(87)国際公開日	令和4年1月6日(2022.1.6)		
審査請求日	令和4年12月5日(2022.12.5)		
(31)優先権主張番号	特願2020-112661(P2020-112661)		
(32)優先日	令和2年6月30日(2020.6.30)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 実験プロトコルを設計する方法、システム、および装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ユーザによる特定アプリケーションへのG U I (Graphical User Interface) 操作を受け付けるステップと、

受け付けた前記G U I 操作に従って、少なくとも1つの実験装置の処理順序が規定された実験プロトコルを有向グラフの形で設計するステップと、

前記少なくとも1つの実験装置を制御して前記実験プロトコルを自動的に実行するステップとを含み、

前記有向グラフの頂点として選択可能な複数のノードは、前記少なくとも1つの実験装置の各々の処理に対応する処理ノードと、条件分岐処理に対応する条件分岐ノードと、サンプルに対する前記少なくとも1つの実験装置の各々の処理の出力データから特徴量を抽出する処理に対応する特徴量抽出ノードとを含み、

前記条件分岐ノードの条件は、前記特徴量に関する条件を含む、方法。

【請求項2】

前記複数のノードは、

前記サンプルを収容する容器に対応する容器ノードと、

前記出力データに対応するデータノードとをさらに含む、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記実験プロトコルを有向グラフの形で設計するステップは、前記処理ノードの追加に伴って前記容器ノードおよび前記データノードを自動的に追加するステップを含み、ここ

10

20

で、

前記容器ノードおよび前記処理ノードは、前記容器ノードから前記処理ノードに向かう第1エッジによって接続され、

前記処理ノードおよび前記データノードは、前記処理ノードから前記データノードへ向かう第2エッジによって接続される、請求項2に記載の方法。

【請求項4】

前記複数のノードに含まれる選択ノードに対する所定のGUI操作に応じて前記選択ノードに関する情報が表示される、請求項1に記載の方法。

【請求項5】

前記複数のノードは、反復処理に対応する反復ノードをさらに含む、請求項1に記載の方法。 10

【請求項6】

少なくとも1つの実験装置と、

ユーザによる特定アプリケーションへのGUI操作を受け付ける入力部と、受け付けた前記GUI操作に従って、前記少なくとも1つの実験装置の処理順序が規定された実験プロトコルを有向グラフの形で設計する処理部と、を有する端末装置と、

前記少なくとも1つの実験装置を制御して、前記実験プロトコルを実行する制御装置とを備え、

前記有向グラフの頂点として前記端末装置において選択可能な複数のノードは、前記少なくとも1つの実験装置の各々の処理に対応する処理ノードと、条件分岐処理に対応する条件分岐ノードと、サンプルに対する前記少なくとも1つの実験装置の各々の処理の出力データから特徴量を抽出する処理に対応する特徴量抽出ノードとを含み、

前記条件分岐ノードの条件は、前記特徴量に関する条件を含む、システム。 20

【請求項7】

前記特定アプリケーションを前記端末装置に提供するサーバ装置をさらに備え、

前記サーバ装置は、前記端末装置において設計された前記実験プロトコルを前記制御装置に送信する、請求項6に記載のシステム。

【請求項8】

少なくとも1つの実験装置を制御して、前記少なくとも1つの実験装置の処理順序が規定された実験プロトコルを実行する装置であって、 30

特定アプリケーションが表示される表示部と、

ユーザによる前記特定アプリケーションへのGUI操作を受け付ける入力部と、

受け付けた前記GUI操作に従って、前記実験プロトコルを有向グラフの形で設計する処理部とを備え、

前記有向グラフの頂点として選択可能な複数のノードは、前記少なくとも1つの実験装置の各々の処理に対応する処理ノードと、条件分岐処理に対応する条件分岐ノードと、サンプルに対する前記少なくとも1つの実験装置の各々の処理の出力データから特徴量を抽出する処理に対応する特徴量抽出ノードとを含み、

前記条件分岐ノードの条件は、前記特徴量に関する条件を含む、装置。

【発明の詳細な説明】 40

【技術分野】

【0001】

本発明は、実験プロトコルを設計する方法、システム、および装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、ユーザがコンピュータ上で設計した実験プロトコルに従って実験を行う構成が知られている。たとえば、国際公開第2016/208623号(特許文献1)に開示されているシステムは、実験プロトコルに関する情報を含むデータベースから実験の連鎖が網目状に形成されたグラフを取得して表示する。

【先行技術文献】 50

【特許文献】

【0003】

【文献】国際公開第2016/208623号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1に開示されているシステムにおいては、或る実験プロトコルと当該実験プロトコルの一部が修正された他の実験プロトコルとの継承関係によって規定される実験プロトコルの階層構造に基づいて、複数の実験プロトコルのそれぞれに関連付けられた複数の実験の間の関連を把握することができる。しかし、特許文献1に開示されているシステム

10

においては、1つのプロトコルに含まれる複数の処理の流れについては考慮されておらず、より高度な処理には対応できない。

【0005】

本発明は、このような課題を解決するためになされたものであって、その目的は、実験プロトコルの自動的な解析を正確に行うことである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一局面に係る方法は、ユーザによる特定アプリケーションへのGUI (Graphical User Interface) 操作を受け付けるステップと、受け付けたGUI操作に従って、少なくとも1つの実験装置の処理順序が規定された実験プロトコルを有向グラフの形で設計するステップと、少なくとも1つの実験装置を制御して実験プロトコルを自動的に実行するステップとを含む。有向グラフの頂点として選択可能な複数のノードは、少なくとも1つの実験装置の各々の処理に対応する処理ノードと、条件分岐処理に対応する条件分岐ノードとを含む。

20

【0007】

本発明の他の局面に係るシステムは、少なくとも1つの実験装置と、端末装置と、制御装置とを備える。端末装置は、入力部と、処理部とを有する。入力部は、ユーザによる特定アプリケーションへのGUI操作を受け付ける。処理部は、受け付けたGUI操作に従って、少なくとも1つの実験装置の処理順序が規定された実験プロトコルを有向グラフの形で設計する。制御装置は、少なくとも1つの実験装置を制御して、実験プロトコルを実行する。有向グラフの頂点として端末装置において選択可能な複数のノードは、少なくとも1つの実験装置の各々の処理に対応する処理ノードと、条件分岐処理に対応する条件分岐ノードとを含む。

30

【0008】

本発明の他の局面に係る装置は、少なくとも1つの実験装置を制御して、少なくとも1つの実験装置の処理順序が規定された実験プロトコルを実行する。装置は、表示部と、入力部と、処理部とを備える。表示部には、特定アプリケーションが表示される。入力部は、ユーザによる特定アプリケーションへのGUI操作を受け付ける。処理部は、GUI操作に従って、実験プロトコルを有向グラフの形で設計する。有向グラフの頂点として選択可能な複数のノードは、少なくとも1つの実験装置の各々の処理に対応する処理ノードと、条件分岐処理に対応する条件分岐ノードとを含む。

40

【発明の効果】

【0009】

本発明に係る方法、システム、および装置によれば、実験プロトコルを条件分岐ノードを含む有向グラフの形で設計することが可能であることにより、より高度な処理に対応可能な実験プロトコルの設計方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】実施の形態に係る自動実験管理システムの構成を示すブロック図である。

【図2】図1の端末装置のハードウェア構成を示すブロック図である。

50

【図 3】図 1 の実験プロトコル設計アプリケーションの G U I 構成を示す図である。

【図 4】図 3 の自動実験システムウィンドウにおいて或る処理が選択された様子を示す図である。

【図 5】図 4 において選択された処理に対応する処理ノードがプロトコル設計ウィンドウに追加された様子を示す図である。

【図 6】図 5 の容器ノードに対応するサンプル容器が指定されている様子を示す図である。

【図 7】図 6 の容器ノードに対応するサンプル容器の指定が完了した様子を示す図である。

【図 8】図 7 のプロトコル設計ウィンドウに特徴量抽出ノードが追加された様子を示す図である。

【図 9】特徴量抽出ノードに対応する特徴量の抽出処理が行われるデータとして図 8 のデータノードに対応する出力データが選択されている様子を示す図である。 10

【図 10】図 9 のプロトコル設計ウィンドウに条件分岐ノードが追加された様子を示す図である。

【図 11】図 10 の条件分岐ノードの条件分岐処理が確定した様子を示す図である。

【図 12】他の実験プロトコルの設計例である有向グラフを示す図である。

【図 13】他の実験プロトコルの設計例である有向グラフを示す図である。

【図 14】図 13 に示される有向グラフに含まれるノードに対してユーザの所定の G U I 操作が行われた場合に表示される情報の例を示す図である。

【図 15】図 1 のサーバ装置のハードウェア構成を示すブロック図である。

【図 16】図 1 の自動実験管理システムにおいて行われる実験プロトコルに基づく自動実験の流れを説明するフローチャートである。 20

【図 17】実施の形態の変形例 1 に係る自動実験管理システムの構成を示すブロック図である。

【図 18】図 17 の端末装置のハードウェア構成を示すブロック図である。

【図 19】実施の形態の変形例 2 に係る自動実験システムの構成を示すブロック図である。

【図 20】図 19 の制御装置のハードウェア構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下に、実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。なお、以下では図中の同一または相当部分には同一符号を付してその説明は原則的に繰返さない。 30

【0012】

図 1 は、実施の形態に係る自動実験管理システム 1000 の構成を示すブロック図である。図 1 に示されるように、自動実験管理システム 1000 は、自動実験システム 1 と、サーバ装置 200 と、データベース 300 と、端末装置 400 とを備える。データベース 300 は、サーバ装置 200 に接続されている。データベース 300 には、たとえば自動実験システム 1 に関する情報、サンプルに関する情報、実験プロトコル、および実験プロトコルの実行による出力データ（実験結果）等が登録される。端末装置 400 は、入出力部 430 を含む。入出力部 430 は、ディスプレイ 431 と、キーボード 432 と、タッチパッド 433 とを含む。端末装置 400 は、たとえば、ノートパソコン、パーソナルコンピュータ、スマートフォン、およびタブレットである。自動実験システム 1、サーバ装置 200、および端末装置 400 は、ネットワーク NW を介して互いに接続されている。ネットワーク NW は、たとえばインターネット、WAN (Wan Area Network)、または LAN (Lan Area Network) を含む。なお、ネットワーク NW に接続されている端末装置は 2 つ以上であってもよいし、自動実験システムは 2 つ以上であってもよい。 40

【0013】

サーバ装置 200 は、実験プロトコル設計アプリケーション 500（特定アプリケーション）を Web アプリケーションとして端末装置 400 に提供する。実験プロトコル設計アプリケーション 500 は、端末装置 400 において Web ブラウザ 600 を介してディスプレイ 431 に表示される。キーボード 432 およびタッチパッド 433 は、ユーザによる実験プロトコル設計アプリケーション 500 への G U I 操作を受け付ける。すなわち 50

、端末装置 400 のユーザは、キーボード 432 およびタッチパッド 433 を介する GUI 操作によって、実験プロトコル設計アプリケーション 500 において自動実験システムを選択して、当該自動実験システムによって実行される実験プロトコルを設計する。実験プロトコルにおいては、ユーザによって選択された自動実験システムに含まれる少なくとも 1 つの実験装置の処理順序が規定されている。端末装置 400 は、ユーザによって設計された実験プロトコルをサーバ装置 200 に送信する。サーバ装置 200 は、端末装置 400 のユーザによって指定された自動実験システムに当該実験プロトコルを送信する。実験プロトコルを設計する端末装置と、当該実験プロトコルを実行する自動実験システムとの間にサーバ装置 200 を介在させることにより、複数の端末装置および複数の自動実験システムをサーバ装置 200 によって一括管理することができる。

10

【0014】

自動実験システム 1 は、制御装置 110 と、複数の実験装置 120 とを含む。制御装置 110 は、複数の実験装置 120 を制御して、サーバ装置 200 からの実験プロトコルを自動的に実行する。複数の実験装置 120 は、ロボットアーム 121 と、インキュベータ 122 と、リキッドハンドラ 123 と、マイクロプレートリーダー 124 と、遠心分離機 125 と、液体クロマトグラフ質量分析装置 (LCMS: Liquid Chromatograph Mass Spectrometer) 126 とを含む。なお、自動実験システムに含まれる実験装置は 1 つであってよい。

【0015】

ロボットアーム 121 は、実験プロトコルに規定された複数の処理の順序に従って、サンプルを収容する容器であるプレート P1t1 または P1t2 を当該複数の処理の各々に対応する実験装置へ移動させる。プレート P1t1, P1t2 の各々は、たとえば培養された大腸菌を含む寒天を収容する。インキュベータ 122 は、温度管理を行いながら細胞を培養する。リキッドハンドラ 123 は、自動的に、複数のマイクロプレート (ウェル) の各々へ一定量ずつサンプルを分配 (分注) する。マイクロプレートリーダー 124 は、マイクロプレート内のサンプルの光学的性質の測定 (たとえば吸光度測定および蛍光強度測定) を行う。遠心分離機 125 は、遠心力によってサンプルの成分を分離する。LCMS 126 は、液体クロマトグラフによって分離されたサンプルの成分を質量電荷比 (m/z) 毎に分離する質量分析を行う。

20

【0016】

図 2 は、図 1 の端末装置 400 のハードウェア構成を示すブロック図である。図 2 に示されるように、端末装置 400 は、プロセッサ 421 と、記憶部としてのメモリ 422 およびハードディスク 423 と、通信インターフェース 424 と、入出力部 430 とを含む。これらは、バス 440 を介して相互に通信可能に接続されている。

30

【0017】

ハードディスク 423 は、不揮発性の記憶装置である。ハードディスク 423 には、たとえばオペレーティングシステム (OS: Operating System) のプログラム 41、および Web ブラウザのプログラム 42 が保存されている。図 2 に示されるデータ以外にも、ハードディスク 423 には、たとえば各種アプリケーションの設定および出力が保存される。メモリ 422 は、揮発性の記憶装置であり、たとえば DRAM (Dynamic Random Access Memory) を含む。

40

【0018】

プロセッサ 421 は、CPU (Central Processing Unit) を含む。プロセッサ 421 は、ハードディスク 423 に保存されているプログラムをメモリ 422 に読み込んで実行する。プロセッサ 421 は、通信インターフェース 424 を介してネットワーク NW に接続する。

【0019】

図 3 は、図 1 の実験プロトコル設計アプリケーション 500 の GUI 構成を示す図である。図 3 に示されるように、実験プロトコル設計アプリケーション 500 は、キューストウィンドウ 510 と、プロトコルリストウィンドウ 520 と、プロトコル設計ウィンド

50

ウ 5 3 0 と、自動実験システムウィンドウ 5 4 0 と、サンプル容器ウィンドウ 5 5 0 と、ツールウィンドウ 5 6 0 と、選択カーソル C r とを含む。

【 0 0 2 0 】

キューリストウィンドウ 5 1 0 には、複数のプロトコルが順序付けられたキューが表示される。図 3 においては、キュー q 1 , q 2 がキューリストウィンドウ 5 1 0 に表示されている。プロトコルリストウィンドウ 5 2 0 には、実験プロトコルが表示される。図 3 においては、実験プロトコル p 1 がプロトコルリストウィンドウ 5 2 0 に表示され、選択されている。

【 0 0 2 1 】

プロトコル設計ウィンドウ 5 3 0 においては、実験プロトコルが有向グラフの形で設計される。有向グラフにおいては、複数のノードの間の接続関係がエッジとして規定される。当該有向グラフは、予め定められた構造化データフォーマットに従って、グラフ構造データとして保存される。構造化データフォーマットとしては、たとえば X M L (e X t e n s i b l e M a r k u p L a n g u a g e) または J s o n (J a v a S c r i p t (登 録 商 標) O b j e c t N o t a t i o n) を挙げるができる。有向グラフの頂点として選択可能な複数のノードは、 G U I として形成され、容器ノード、処理ノード、およびデータノードを含む。容器ノードは、サンプルを収容する容器に対応するノードである。処理ノードは、自動実験システムに含まれる装置の各々の処理に対応するノードである。データノードは、実験装置の処理の出力データに対応するノードである。

【 0 0 2 2 】

プロトコル設計ウィンドウ 5 3 0 は、容器領域 5 3 1、処理領域 5 3 2、およびデータ領域 5 3 3 に分けられている。或る実験プロトコルの設計を開始する初期状態において処理領域 5 3 2 には、実験プロトコルの開始を表すスタートノード M s、実験プロトコルの終了を表すエンドノード M e、およびスタートノード M s からエンドノード M e へ向かうエッジ E 1 0 が表示されている。

【 0 0 2 3 】

自動実験システムウィンドウ 5 4 0 には、ユーザによって選択された自動実験システムに含まれる少なくとも 1 つの実験装置の各々によって実行可能な処理が表示される。図 3 においては、自動実験システム 1 が選択されている。ロボットアーム 1 2 1 によって実行可能な処理として、「容器の搬送」が表示されている。インキュベータ 1 2 2 によって実行可能な処理として、「細胞の培養」が表示されている。リキッドハンドラ 1 2 3 によって実行可能な処理として、「液体の分注」が表示されている。マイクロプレートリーダー 1 2 4 によって実行可能な処理として、「吸光度測定」および「蛍光強度測定」が表示されている。遠心分離機 1 2 5 によって実行可能な処理として、「遠心分離」が表示されている。 L C M S 1 2 6 によって実行可能な処理として、「質量分析」が表示されている。

【 0 0 2 4 】

サンプル容器ウィンドウ 5 5 0 には、サンプルを収容する容器が表示される。図 3 においては、サンプルの一例である大腸菌を収容する容器として、プレート P l t 1 , P l t 2 が表示されている。

【 0 0 2 5 】

ツールウィンドウ 5 6 0 には、自動実験システムの制御装置によって行われる特定の処理が表示される。図 3 においては、「特徴量抽出」、「条件分岐」、「反復」、および「タイマ」が表示されている。「特徴量抽出」は、ユーザによって選択されたデータノードに対応するデータからユーザによって指定された特徴量を抽出する処理に対応する。「条件分岐」は、ユーザによって指定された条件の成否に基づいて分岐処理を行う処理に対応する。「反復」は、ユーザによって指定された回数だけ指定された処理を反復する処理に対応する。「タイマ」は、ユーザによって指定された時間の間、実験プロトコルの進行を待機する処理に対応する。

【 0 0 2 6 】

図 4 は、図 3 の自動実験システムウィンドウ 5 4 0 において或る処理が選択された様子

10

20

30

40

50

を示す図である。図 4 に示されるように、ユーザによって、自動実験システムウィンドウ 5 4 0 において「吸光度測定」が選択され、スタートノード M s とエンドノード M e との間にドラッグされる。

【 0 0 2 7 】

図 5 は、図 4 において選択された処理に対応する処理ノードがプロトコル設計ウィンドウ 5 3 0 に追加された様子を示す図である。図 5 に示されるように、「吸光度測定」に対応する処理ノード M 1 がスタートノード M s とエンドノード M e との間に追加され、選択されている。処理ノード M 1 の追加に伴い、容器ノード C 1 およびデータノード D 1 が自動的に容器領域 5 3 1 およびデータ領域 5 3 3 にそれぞれ自動的に追加される。処理ノード M 1 の選択に伴い、選択されたノードに関する情報を含む情報ウィンドウ 5 7 0 が表示されている。図 5 においては、処理ノード M 1 に対応する吸光度測定のパラメータとして、測定波長および測定対象ウェルが表示されている。

10

【 0 0 2 8 】

スタートノード M s および処理ノード M 1 は、スタートノード M s から処理ノード M 1 に向かうエッジ E 1 によって接続されている。処理ノード M 1 およびエンドノード M e は、処理ノード M 1 からエンドノード M e に向かうエッジ E 2 によって接続されている。容器ノード C 1 および処理ノード M 1 は、容器ノード C 1 から処理ノード M 1 に向かうエッジ E 3 (第 1 エッジ) によって接続されている。処理ノード M 1 およびデータノード D 1 は、処理ノード M 1 からデータノード D 1 に向かうエッジ E 4 (第 2 エッジ) によって接続されている。エッジ E 3 は、容器ノード C 1 に対応する容器が処理ノード M 1 に対応する処理に入力されることを示す。エッジ E 4 は、処理ノード M 1 に対応する処理の出力データがデータノード D 1 に対応することを示す。処理ノードの追加に伴い、当該処理ノードに接続された容器ノードおよびデータノードが自動的に追加されることにより、実験プロトコルの設計を効率化することができる。なお、図 5 においては、容器ノード C 1 が対応するサンプル容器が指定されていないため、容器ノード C 1 およびエッジ E 3 が点線で示されている。

20

【 0 0 2 9 】

図 6 は、図 5 の容器ノード C 1 に対応するサンプル容器が指定されている様子を示す図である。図 6 に示されているように、ユーザによって、サンプル容器ウィンドウ 5 5 0 において「プレート P l t 1」が選択され、容器ノード C 1 にドラッグされる。サンプル容器ウィンドウ 5 5 0 において「プレート P l t 1」が選択されことに伴い、情報ウィンドウ 5 7 0 のタイトルが「容器情報」に変化している。

30

【 0 0 3 0 】

図 7 は、図 6 の容器ノード C 1 に対応するサンプル容器の指定が完了した様子を示す図である。図 7 に示されるように、容器ノード C 1 が選択され、容器ノード C 1 およびエッジ E 3 が実線で示されている。情報ウィンドウ 5 7 0 には、容器ノード C 1 に対応する容器が収容するサンプルおよび容器名が示されている。

【 0 0 3 1 】

図 8 は、図 7 のプロトコル設計ウィンドウ 5 3 0 に特徴量抽出ノード T 1 が追加された様子を示す図である。ツールウィンドウ 5 6 0 において「特徴量抽出」が選択されて、プロトコル設計ウィンドウ 5 3 0 にドラッグされる。その結果、プロトコル設計ウィンドウ 5 3 0 に特徴量抽出ノード T 1 が追加される。特徴量抽出ノード T 1 が選択されていることに伴い、情報ウィンドウ 5 7 0 のタイトルが「ツール情報」に変化している。

40

【 0 0 3 2 】

図 9 は、特徴量抽出ノード T 1 に対応する特徴量の抽出処理が行われるデータとして図 8 のデータノード D 1 に対応する出力データが選択されている様子を示す図である。図 9 に示されるように、データノード D 1 から特徴量抽出ノード T 1 に向かうユーザのドラッグ操作によって、データノード D 1 から特徴量抽出ノード T 1 に向かうエッジ E 5 が追加されている。エッジ E 5 は、データノード D 1 に対応する出力データから特徴量抽出ノード T 1 に対応する特徴量抽出処理によって或る特徴量が抽出されることを示す。ユーザは

50

、特徴量抽出ノードT 1 に対応する情報ウィンドウにおいて、データノードD 1 に対応する出力データから抽出される特徴量を指定することができる。当該特徴量は、予め定められた特徴量テンプレートから選択されてもよい。

【 0 0 3 3 】

図 1 0 は、図 9 のプロトコル設計ウィンドウ 5 3 0 に条件分岐ノードT 2 が追加された様子を示す図である。図 1 0 に示されるように、ツールウィンドウ 5 6 0 において「条件分岐」が選択されて、プロトコル設計ウィンドウ 5 3 0 にドラッグされる。その結果、プロトコル設計ウィンドウ 5 3 0 に条件分岐ノードT 2 が追加される。ユーザは、情報ウィンドウ 5 7 0 において条件分岐ノードT 2 の条件を指定することができる。当該条件は、たとえば等式または不等式として入力され得る。条件分岐ノードT 2 から、条件分岐ノードT 2 の条件の成立を示すエッジE 6 および当該条件の不成立を示すエッジE 7 が延在している。エッジE 6 , E 7 の各々は、接続先が未確定のため点線で示されている。

10

【 0 0 3 4 】

図 1 1 は、図 1 0 の条件分岐ノードT 2 の条件分岐処理が確定した様子を示す図である。図 1 1 に示される有向グラフDG 1 においては、エンドノードMe の位置が図 1 0 のエンドノードMe の位置から移動されるとともに、エッジE 2 が削除されている。特徴量抽出ノードT 1 から条件分岐ノードT 2 に向かうユーザのドラッグ操作によって、特徴量抽出ノードT 1 から条件分岐ノードT 2 に向かうエッジE 8 が追加されている。エッジE 8 は、条件分岐ノードT 2 の条件として、特徴量抽出ノードT 1 に対応する処理によって抽出された特徴量に関する条件が指定されていることを示す。エッジE 6 の先端に対するユーザのドラッグ操作によって、エッジE 6 の先端は、エンドノードMe に接続されている。エッジE 7 の先端に対するユーザのドラッグ操作によって、エッジE 7 の先端は処理ノードM 1 に接続されている。特徴量抽出ノードT 1 を介してデータノードD 1 に対応する出力データの特徴量を条件分岐ノードT 2 の条件に直接的に利用することができるため、出力データに基づく条件分岐処理の設計を効率化することができる。

20

【 0 0 3 5 】

有向グラフDG 1 には、処理ノードM 1、データノードD 1、特徴量抽出ノードT 1、および条件分岐ノードT 2 の順に循環するループ構造が含まれる。条件分岐ノードT 2 の条件が成立する場合、実験プロトコルp 1 が終了する。当該条件が成立しない場合、処理ノードM 1、および特徴量抽出ノードT 1 の各々の処理がこの順に行われた後、再度、条件分岐ノードT 2 の条件分岐処理が行われる。条件分岐ノードT 2 の条件が不成立の間、処理ノードM 1、および特徴量抽出ノードT 1 の各々の処理が繰り返される。すなわち、条件分岐ノードT 2 の条件は、処理ノードM 1、および特徴量抽出ノードT 1 の各々の処理を含む反復処理の終了条件である。なお、条件分岐ノードの条件を反復処理の継続条件とすることもできる。この場合、条件分岐ノードの条件が成立している間、反復処理が継続される。

30

【 0 0 3 6 】

有向グラフの頂点として選択可能な複数のノードに条件分岐処理ノードが含まれることにより、実験プロトコルの条件分岐処理の構造および反復処理の構造を有向グラフに正確に反映することができる。その結果、より高度な処理に対応可能な実験プロトコルの設計方法を提供することができる。また、実験プロトコルが有向グラフの形で設計されることにより、実験プロトコルにおけるサンプルの変化の過程の追跡等、実験プロトコルの自動的な解析を正確に行うことができる。実験プロトコルにおけるサンプルの変化の過程としては、たとえば播種および継代培養を繰り返すことにより形成された細胞の系譜を挙げるることができる。また、実験プロトコルの自動的な解析には、有向グラフに対する機械学習（たとえば主成分分析または深層学習）が含まれる。

40

【 0 0 3 7 】

図 1 2 は、他の実験プロトコルp 2 の設計例である有向グラフDG 2 を示す図である。図 1 2 に示されるように、プロトコルリストウィンドウ 5 2 0 において、「プロトコルp 2」が選択されている。有向グラフDG 2 は、スタートノードMs 2、エンドノードMe

50

2、吸光度測定に対応する処理ノードM 2 1、タイマノードT 2 2、反復ノードT 2 3 A、T 2 3 B、容器ノードC 2 1、およびデータノードD 2 1を含む。スタートノードM s 2 および反復ノードT 2 3 Aは、スタートノードM s 2 から反復ノードT 2 3 Aへ向かうエッジE 2 1によって接続されている。反復ノードT 2 3 Aおよび処理ノードM 2 1は、反復ノードT 2 3 Aから処理ノードM 2 1へ向かうエッジE 2 2によって接続されている。容器ノードC 2 1および処理ノードM 2 1は、容器ノードC 2 1から処理ノードM 2 1へ向かうエッジE 2 3によって接続されている。処理ノードM 2 1およびデータノードD 2 1は、処理ノードM 2 1からデータノードD 2 1へ向かうエッジE 2 4によって接続されている。

【0038】

処理ノードM 2 1およびタイマノードT 2 2は、処理ノードM 2 1からタイマノードT 2 2に向かうエッジE 2 5によって接続されている。タイマノードT 2 2および反復ノードT 2 3 Bは、タイマノードT 2 2から反復ノードT 2 3 Bへ向かうエッジE 2 6によって接続されている。反復ノードT 2 3 BおよびエンドノードM e 2は、反復ノードT 2 3 BからエンドノードM e 2に向かうエッジE 2 7によって接続されている。反復ノードT 2 3 B、T 2 3 Aは、反復ノードT 2 3 BからT 2 3 Aに向かうエッジE 2 8によって接続されている。有向グラフDG 2には、反復ノードT 2 3 A、処理ノードM 2 1、タイマノードT 2 2、および反復ノードT 2 3 Bの順に循環するループ構造が含まれる。情報ウィンドウ570において、反復ノードT 2 3 A、T 2 3 Bによる反復処理の反復回数の上限值が指定されている。当該反復処理の終了条件は、反復回数が上限値以上という条件である。当該反復処理の継続条件は、反復回数が上限値より小さいという条件である。反復ノードにより、実験プロトコルにおける反復処理の設計を効率化することができる。

【0039】

図13は、他の実験プロトコルp 3の設計例である有向グラフDG 3を示す図である。図13に示されるように、プロトコルリストウィンドウ520において、「プロトコルp 3」が選択されている。有向グラフDG 3は、スタートノードM s 3、エンドノードM e 3、処理ノードM 3 1、M 3 2、M 3 3、M 3 4、M 3 5、M 3 6、容器ノードC 3 1、C 3 2、およびデータノードD 3 1、D 3 2を含む。処理ノードM 3 1～M 3 6は、自動実験システムウィンドウ540に示される「細胞の培養」、「液体の分注」、「吸光度測定」、「遠心分離」、「液体の分注」、および「質量分析」にそれぞれ対応する。

【0040】

スタートノードM s 3および処理ノードM 3 1は、スタートノードM s 3から処理ノードM 3 1へ向かうエッジE 3 1によって接続されている。処理ノードM 3 1およびM 3 2は、処理ノードM 3 1からM 3 2へ向かうエッジE 3 2によって接続されている。処理ノードM 3 2およびM 3 3は、処理ノードM 3 2からM 3 3へ向かうエッジE 3 3によって接続されている。処理ノードM 3 3およびM 3 4は、処理ノードM 3 3からM 3 4へ向かうエッジE 3 4によって接続されている。処理ノードM 3 4およびM 3 5は、処理ノードM 3 4からM 3 5へ向かうエッジE 3 5によって接続されている。処理ノードM 3 5およびM 3 6は、処理ノードM 3 5からM 3 6へ向かうエッジE 3 6によって接続されている。処理ノードM 3 6およびエンドノードM e 3は、処理ノードM 3 6からエンドノードM e 3へ向かうエッジE 3 7によって接続されている。

【0041】

容器ノードC 3 1および処理ノードM 3 1は、容器ノードC 3 1から処理ノードM 3 1へ向かうエッジE 4 1によって接続されている。容器ノードC 3 1および処理ノードM 3 2は、容器ノードC 3 1から処理ノードM 3 2へ向かうエッジE 4 2によって接続されている。

【0042】

容器ノードC 3 2および処理ノードM 3 2は、容器ノードC 3 2から処理ノードM 3 2へ向かうエッジE 4 3によって接続されている。容器ノードC 3 2および処理ノードM 3 3は、容器ノードC 3 2から処理ノードM 3 3へ向かうエッジE 4 4によって接続されて

10

20

30

40

50

いる。容器ノードC 3 2および処理ノードM 3 4は、容器ノードC 3 2から処理ノードM 3 4へ向かうエッジE 4 5によって接続されている。容器ノードC 3 2および処理ノードM 3 5は、容器ノードC 3 2から処理ノードM 3 5へ向かうエッジE 4 6によって接続されている。容器ノードC 3 2および処理ノードM 3 6は、容器ノードC 3 2から処理ノードM 3 6へ向かうエッジE 4 7によって接続されている。

【0043】

処理ノードM 3 3およびデータノードD 3 1は、処理ノードM 3 3からデータノードD 3 1へ向かうエッジE 5 1によって接続されている。処理ノードM 3 6およびデータノードD 3 2は、処理ノードM 3 6からデータノードD 3 2へ向かうエッジE 5 2によって接続されている。

10

【0044】

図14は、図13に示される有向グラフDG3に含まれるノードに対してユーザの所定のGUI操作（たとえばダブルクリック）が行われた場合に表示される情報の例を示す図である。図14においては、図13のデータノードD 3 2（選択ノード）がダブルクリックされた場合に表示される情報の例が示されている。図14(a), (b)は、処理ノードM 3 6に対応する質量分析の出力データから作成された液体クロマトグラムおよびマススペクトルをそれぞれ示す。処理ノードがダブルクリックされた場合、たとえば、当該処理ノードに対応する処理の説明が表示される。容器ノードがダブルクリックされた場合、たとえば、当該容器に含まれるサンプルの詳細の説明が表示される。有向グラフのノードに対する所定のGUI操作によって当該ノードに関する情報が表示されることにより、有向グラフの形で設計された実験プロトコルの構成要素の情報を効率的に参照することができる。

20

【0045】

図15は、図1のサーバ装置200のハードウェア構成を示すブロック図である。図15に示されるように、サーバ装置200は、プロセッサ201と、記憶部としてのメモリ202およびハードディスク203と、通信部としての通信インターフェース204と、入出力部205とを含む。これらは、バス210を介して相互に通信可能に接続されている。

【0046】

ハードディスク203は、不揮発性の記憶装置である。ハードディスク203には、たとえばオペレーティングシステム(OS: Operating System)のプログラム51、および自動実験管理プログラム52が保存されている。図15に示されるデータ以外にも、ハードディスク203には、たとえば各種アプリケーションの設定および出力が保存される。メモリ202は、揮発性の記憶装置であり、たとえばDRAM(Dynamic Random Access Memory)を含む。

30

【0047】

プロセッサ201は、CPU(Central Processing Unit)を含む。プロセッサ201は、ハードディスク203に保存されているプログラムをメモリ202に読み込んで実行し、サーバ装置200の各種機能を実現する。たとえば、自動実験管理プログラム52を実行するプロセッサ201は、端末装置400に実験プロトコル設計アプリケーション500を提供する。プロセッサ201は、通信インターフェース204を介してネットワークNWに接続する。

40

【0048】

図16は、図1の自動実験管理システム1000において行われる実験プロトコルに基づく自動実験の流れを説明するフローチャートである。図16に示されるように、S11において端末装置400は、実験プロトコルを有向グラフの形で設計し、実験プロトコルをサーバ装置200に送信する。サーバ装置200は、S12において、端末装置400のユーザによって選択された自動実験システムに実験プロトコルを送信する。自動実験システムの制御装置は、S13において、サーバ装置200から受信した実験プロトコルを自動的に実行する。当該制御装置は、S14において実験プロトコルに含まれる処理の出

50

カデータをサーバ装置 200 に送信する。

【0049】

実施の形態においては、端末装置において設計された実験プロトコルがサーバ装置を介して自動実験システムに送信される場合について説明した。実験プロトコルは、端末装置から自動実験システムに直接送信されてもよい。

【0050】

図 17 は実施の形態の変形例 1 に係る自動実験管理システム 1100 の構成を示すブロック図である。自動実験管理システム 1100 の構成は、図 1 の自動実験管理システム 1000 からサーバ装置 200 およびデータベース 300 が除かれ、端末装置 400 が 400A に置き換えられた構成である。これら以外は同様であるため、説明を繰り返さない。

10

端末装置 400A のディスプレイ 431 には、実験プロトコル設計アプリケーション 500A が表示されている。

【0051】

図 18 は、図 17 の端末装置 400A のハードウェア構成を示すブロック図である。端末装置 400A の構成は、図 2 のハードディスク 423 に自動実験管理プログラム 52A が追加された構成である。これ以外は同様であるため説明を繰り返さない。自動実験管理プログラム 52A がプロセッサ 421 によって実行されることにより、実験プロトコル設計アプリケーション 500A および自動実験システムによる実験プロトコルの自動実行が実現される。

【0052】

20

実験プロトコルの設計は、自動実験システムの制御装置において行われてもよい。図 19 は、実施の形態の変形例 2 に係る自動実験システム 1B の構成を示すブロック図である。自動実験システム 1B の構成は、図 1 の自動実験システム 1 において、制御装置 110 が 110B に置き換えられた構成である。これ以外は同様であるため、説明を繰り返さない。

【0053】

図 19 に示されるように、制御装置 110B は、入出力部 130 と、計算機 140 (処理部) とを含む。入出力部 130 は、ディスプレイ 131 (表示部) と、キーボード 132 (入力部) と、マウス 133 (入力部) とを含む。ディスプレイ 131、キーボード 132、およびマウス 133 は、計算機 140 に接続されている。ディスプレイ 131 には、実験プロトコル設計アプリケーション 500B の GUI が表示されている。キーボード 132 およびマウス 133 は、ユーザによる実験プロトコル設計アプリケーション 500B への GUI 操作を受け付ける。すなわち、ユーザは、ディスプレイ 131 の表示を参照しながら、キーボード 132 の操作、またはマウス 133 の操作によって、実験プロトコル設計アプリケーション 500B へ所望の GUI 操作を行う。

30

【0054】

図 20 は、図 19 の制御装置 110B のハードウェア構成を示すブロック図である。図 20 に示されるように、計算機 140 は、プロセッサ 141 と、記憶部としてのメモリ 142 およびハードディスク 143 と、通信インターフェース 144 とを含む。これらは、バス 145 を介して相互に通信可能に接続されている。

40

【0055】

ハードディスク 143 は、不揮発性の記憶装置である。ハードディスク 143 には、たとえばオペレーティングシステム (OS: Operating System) のプログラム 61、および自動実験管理プログラム 52B が保存されている。図 20 に示されるデータ以外にも、ハードディスク 143 には、たとえば各種アプリケーションの設定および出力が保存される。メモリ 142 は、揮発性の記憶装置であり、たとえば DRAM (Dynamic Random Access Memory) を含む。

【0056】

プロセッサ 141 は、CPU (Central Processing Unit) を含む。プロセッサ 141 は、ハードディスク 143 に保存されているプログラムをメモリ 142 に読み込んで実

50

行する。自動実験管理プログラム 5 2 B がプロセッサ 1 4 1 によって実行されることにより、実験プロトコル設計アプリケーション 5 0 0 B および複数の実験装置 1 2 0 による実験プロトコルの自動実行が実現される。プロセッサ 1 4 1 は、通信インターフェース 1 4 4 を介してネットワークに接続する。

【 0 0 5 7 】

以上、実施の形態および変形例 1 に係る方法およびシステム、ならびに実施の形態の変形例 2 に係る装置によれば、より高度な処理に対応可能な実験プロトコルの設計方法を提供することができる。

【 0 0 5 8 】

[態 様]

上述した例示的な実施の形態は、以下の態様の具体例であることが当業者により理解される。

【 0 0 5 9 】

(第 1 項) 一態様に係る方法は、ユーザによる特定アプリケーションへの G U I 操作を受け付けるステップと、受け付けた G U I 操作に従って、少なくとも 1 つの実験装置の処理順序が規定された実験プロトコルを有向グラフの形で設計するステップと、少なくとも 1 つの実験装置を制御して実験プロトコルを自動的に実行するステップとを含む。有向グラフの頂点として選択可能な複数のノードは、少なくとも 1 つの実験装置の各々の処理に対応する処理ノードと、条件分岐処理に対応する条件分岐ノードとを含む。

【 0 0 6 0 】

第 1 項に記載の方法によれば、実験プロトコルを条件分岐ノードを含む有向グラフの形で設計することが可能であることにより、より高度な処理に対応可能な実験プロトコルの設計方法を提供することができる。

【 0 0 6 1 】

(第 2 項) 第 1 項に記載の方法において、複数のノードは、容器ノードと、データノードと、特徴量抽出ノードとをさらに含む。容器ノードは、少なくとも 1 つの実験装置によって処理されるサンプルを収容する容器に対応する。データノードは、少なくとも 1 つの実験装置の各々のサンプルに対する処理の出力データに対応する。特徴量抽出ノードは、出力データから特徴量を抽出する処理に対応する。条件分岐ノードの条件は、特徴量に関する条件を含む。

【 0 0 6 2 】

第 2 項に記載の方法によれば、特徴量抽出ノードを介してデータノードに対応する出力データの特徴量を条件分岐ノードの条件に直接的に利用することができるため、出力データに基づく条件分岐処理の設計を効率化することができる。

【 0 0 6 3 】

(第 3 項) 第 2 項に記載の方法において、実験プロトコルを有向グラフの形で設計するステップは、処理ノードの追加に伴って容器ノードおよびデータノードを自動的に追加するステップを含む。ここで、容器ノードおよび処理ノードは、容器ノードから処理ノードに向かう第 1 エッジによって接続される。処理ノードおよびデータノードは、処理ノードからデータノードへ向かう第 2 エッジによって接続される。

【 0 0 6 4 】

第 3 項に記載の方法によれば、処理ノードの追加に伴い、当該処理ノードに接続された容器ノードおよびデータノードが自動的に追加されることにより、実験プロトコルの設計を効率化することができる。

【 0 0 6 5 】

(第 4 項) 第 1 項 ~ 第 3 項のいずれか 1 項に記載の方法において、複数のノードに含まれる選択ノードに対する所定の G U I 操作に応じて選択ノードに関する情報が表示される。

【 0 0 6 6 】

第 4 項に記載の方法によれば、選択ノードに対する所定の G U I 操作によって選択ノードに関する情報が表示されることにより、有向グラフの形で設計された実験プロトコルの

10

20

30

40

50

構成要素の情報を効率的に参照することができる。

【0067】

(第5項)第1項～第4項のいずれか1項に記載の方法において、複数のノードは、反復処理に対応する反復ノードをさらに含む。

【0068】

第5項に記載の方法によれば、反復ノードにより、実験プロトコルにおける反復処理の設計を効率化することができる。

【0069】

(第6項)一態様に係るシステムは、少なくとも1つの実験装置と、端末装置と、制御装置とを備える。端末装置は、入力部と、処理部とを有する。入力部は、ユーザによる特定アプリケーションへのGUI操作を受け付ける。処理部は、受け付けたGUI操作に従って、少なくとも1つの実験装置の処理順序が規定された実験プロトコルを有向グラフの形で設計する。制御装置は、少なくとも1つの実験装置を制御して、実験プロトコルを実行する。有向グラフの頂点として端末装置において選択可能な複数のノードは、少なくとも1つの実験装置の各々の処理に対応する処理ノードと、条件分岐処理に対応する条件分岐ノードとを含む。

10

【0070】

第6項に記載のシステムによれば、実験プロトコルを条件分岐ノードを含む有向グラフの形で設計することが可能であることにより、より高度な処理に対応可能な実験プロトコルの設計方法を提供することができる。

20

【0071】

(第7項)第6項に記載のシステムにおいて、特定アプリケーションを端末装置に提供するサーバ装置をさらに備える。サーバ装置は、端末装置において設計された実験プロトコルを制御装置に送信する。

【0072】

第7項に記載のシステムによれば、実験プロトコルを設計する端末装置と、当該実験プロトコルを少なくとも1つの実験装置を制御して実行する制御装置との間にサーバ装置が介在することにより、複数の端末装置および複数の制御装置をサーバ装置によって一括管理することができる。

【0073】

30

(第8項)一態様に係る装置は、少なくとも1つの実験装置を制御して、少なくとも1つの実験装置の処理順序が規定された実験プロトコルを実行する。装置は、表示部と、入力部と、処理部とを備える。表示部には、特定アプリケーションが表示される。入力部は、ユーザによる特定アプリケーションへのGUI操作を受け付ける。処理部は、GUI操作に従って、実験プロトコルを有向グラフの形で設計する。有向グラフの頂点として選択可能な複数のノードは、少なくとも1つの実験装置の各々の処理に対応する処理ノードと、条件分岐処理に対応する条件分岐ノードとを含む。

【0074】

第8項に記載の装置によれば、実験プロトコルを条件分岐ノードを含む有向グラフの形で設計することが可能であることにより、より高度な処理に対応可能な実験プロトコルの設計方法を提供することができる。

40

【0075】

なお、上述した実施の形態および変更例について、明細書内で言及されていない組み合わせを含めて、不都合または矛盾が生じない範囲内で、実施の形態で説明された構成を適宜組み合わせることは出願当初から予定されている。

【0076】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【符号の説明】

50

【 0 0 7 7 】

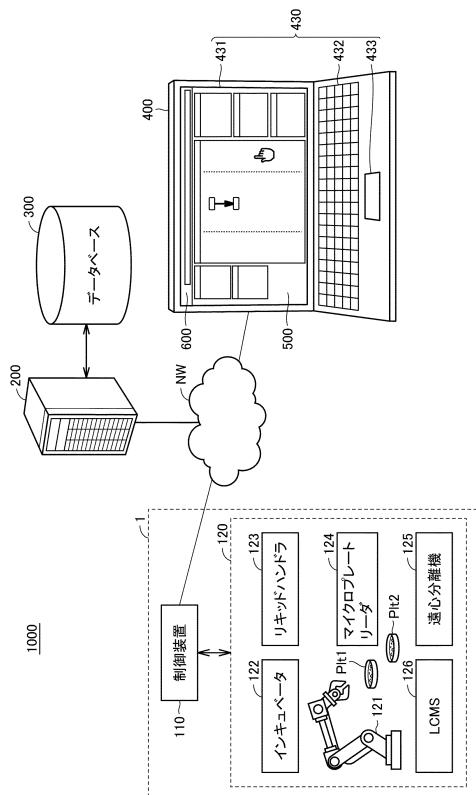
1, 1B 自動実験システム、110, 110B 制御装置、120 実験装置、121
 ロボットアーム、122 インキュベータ、123 リキッドハンドラ、124 マイクロ
 プレートリーダー、125 遠心分離機、130, 205, 430 入出力部、131, 43
 1 ディスプレイ、132, 432 キーボード、133 マウス、140 計算機、14
 1, 201, 421 プロセッサ、142, 202, 422 メモリ、143, 203, 4
 23 ハードディスク、144, 204, 424 通信インターフェース、145, 210
 , 440 バス、200 サーバ装置、300 データベース、400, 400A 端末装
 置、433 タッチパッド、500, 500A, 500B 実験プロトコル設計アプリケー
 ション、510 キューストリストウィンドウ、520 プロトコルリストウィンドウ、530
 プロトコル設計ウィンドウ、531 容器領域、532 処理領域、533 データ領域、
 540 自動実験システムウィンドウ、550 サンプル容器ウィンドウ、560 ツール
 ウィンドウ、570 情報ウィンドウ、600 Webブラウザ、1000, 1100 自
 動実験管理システム、C1, C21, C31, C32 容器ノード、Cr 選択カーソル、
 D1, D21, D31, D32 データノード、DG1~DG3 有向グラフ、T2 条件
 分岐ノード、M1, M21, M31~M36 処理ノード、T1 特徴量抽出ノード、T2
 3A, T23B 反復ノード、Me, Me2, Me3 エンドノード、Ms, Ms2, Ms
 3 スタートノード、NW ネットワーク、Plt1, Plt2 プレート、T22 タイ
 マノード、p1~p3 実験プロトコル。

10

【 図 面 】

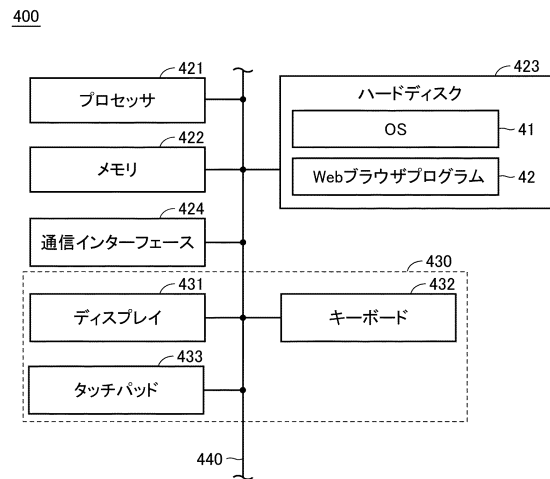
【 図 1 】

FIG.1



【 図 2 】

FIG.2



20

30

40

50

【 図 3 】

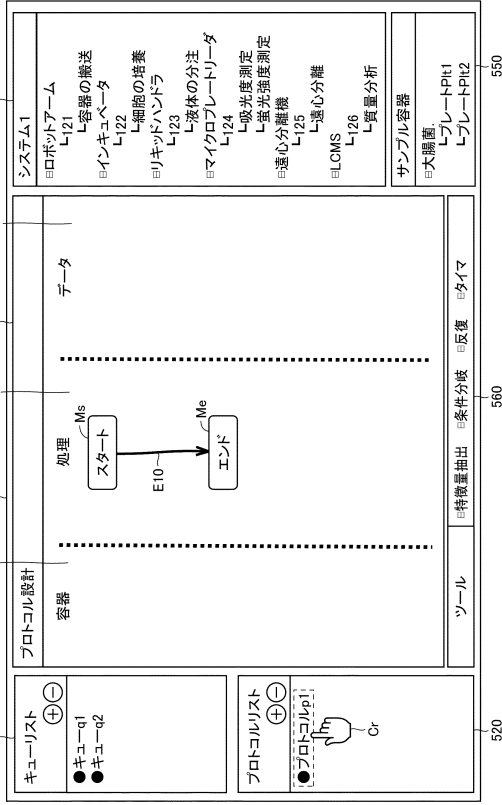


FIG. 3

【 図 4 】

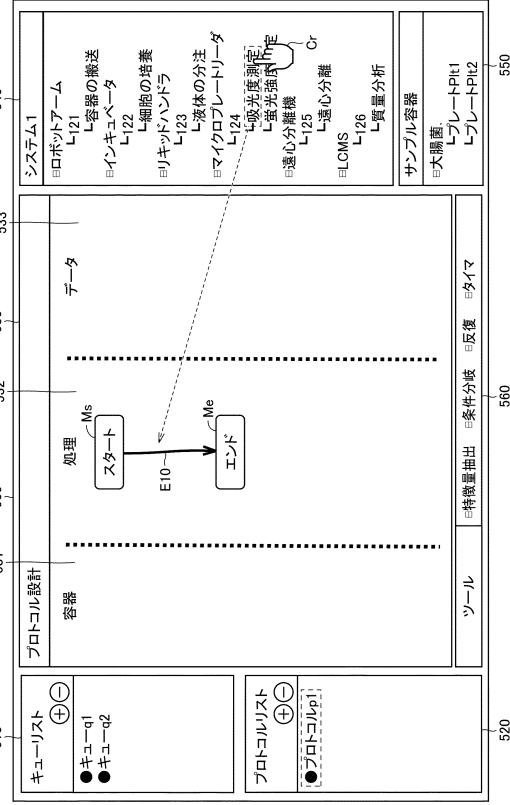


FIG. 4

【 図 5 】

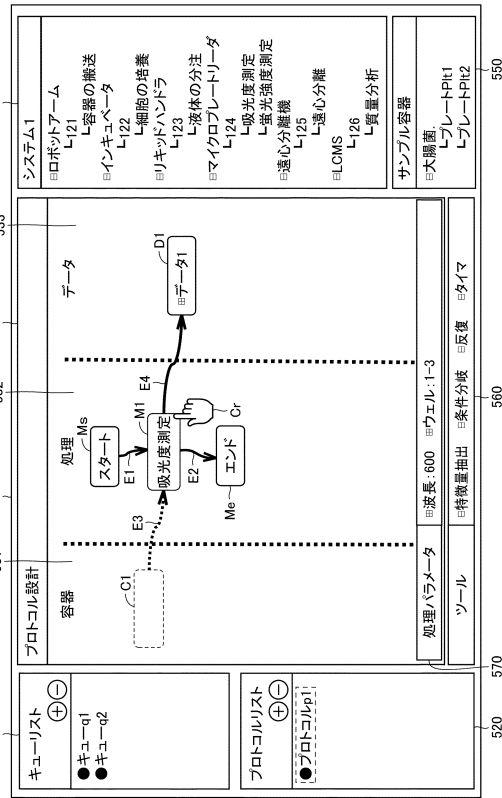


FIG. 5

【 図 6 】

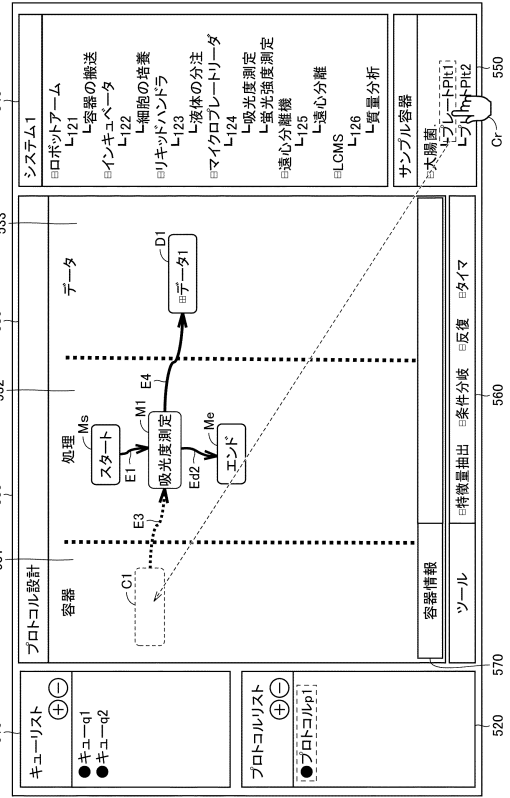


FIG. 6

10

20

30

40

50

【 図 7 】

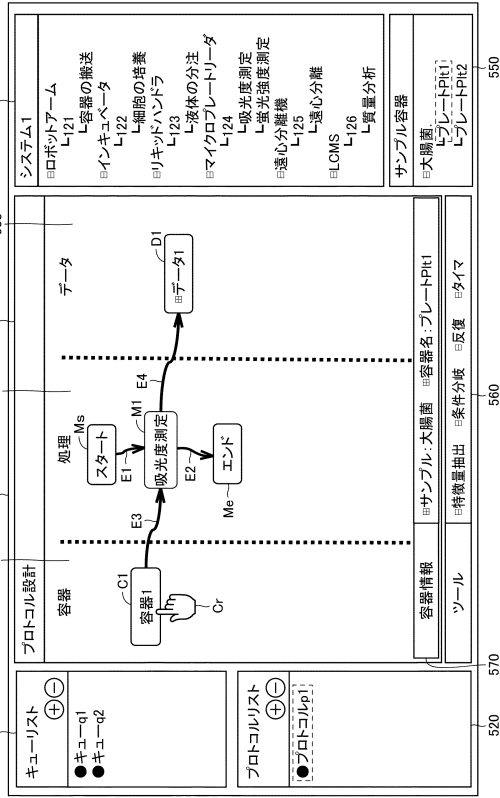


FIG. 7

【 図 8 】

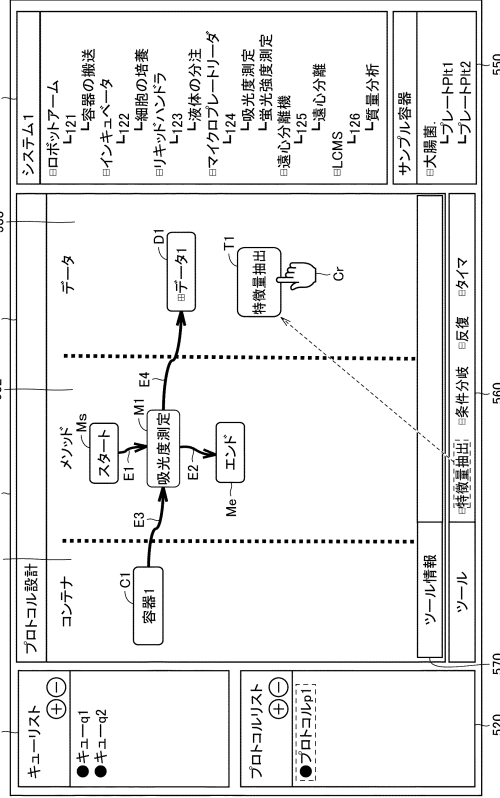


FIG. 8

【 図 9 】

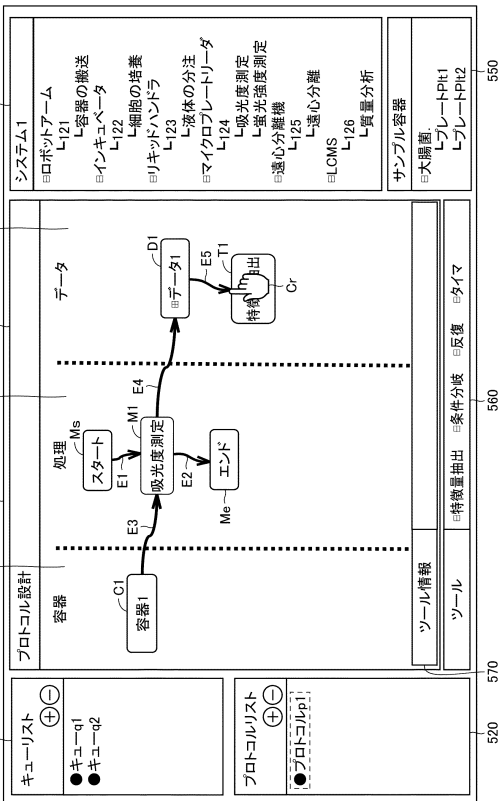


FIG. 9

【 図 10 】

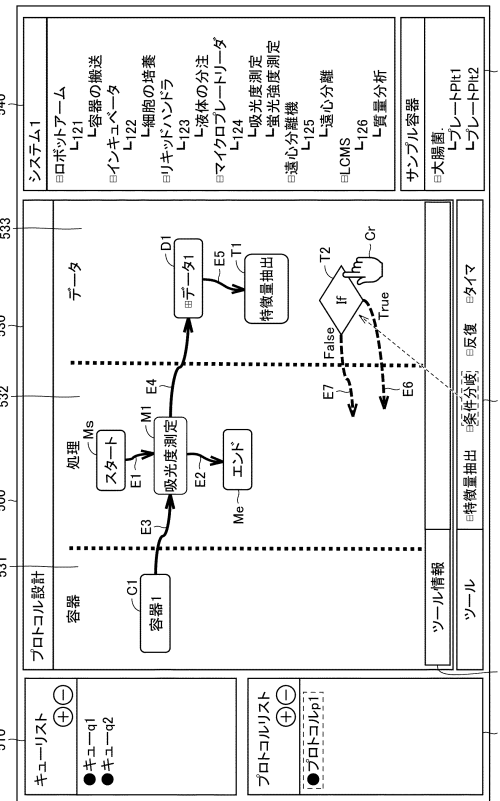


FIG. 10

10

20

30

40

50

【 図 1 1 】

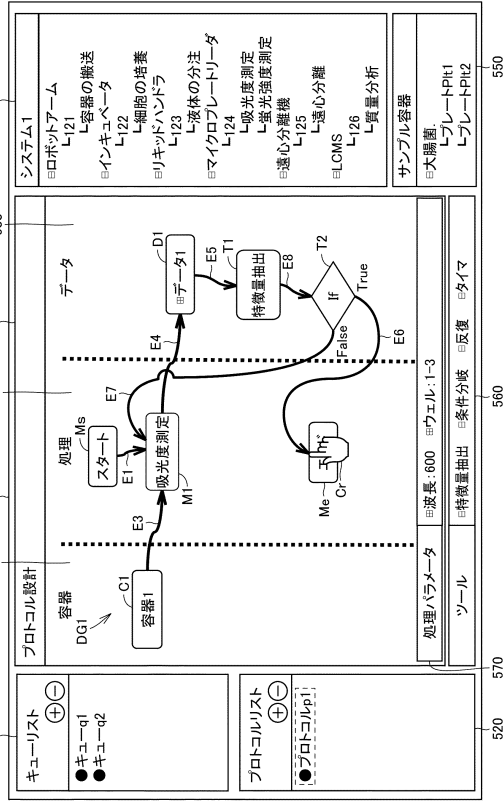


FIG. 11

【 図 1 2 】

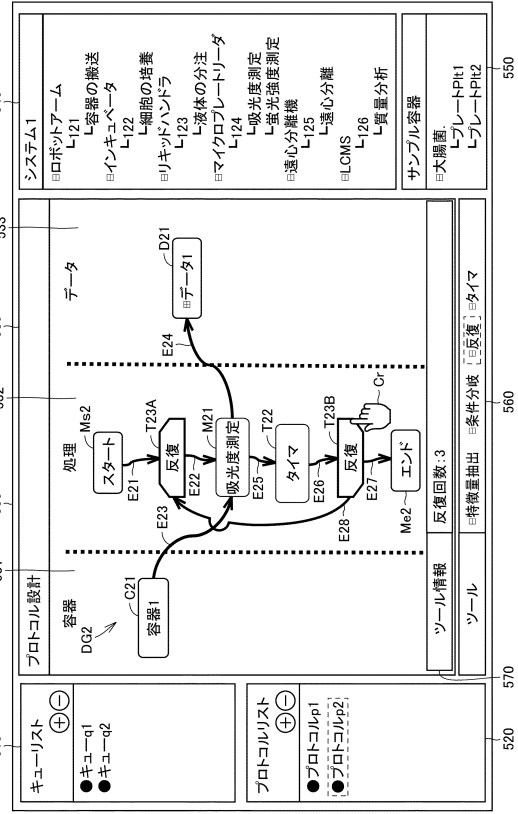


FIG. 12

【 図 1 3 】

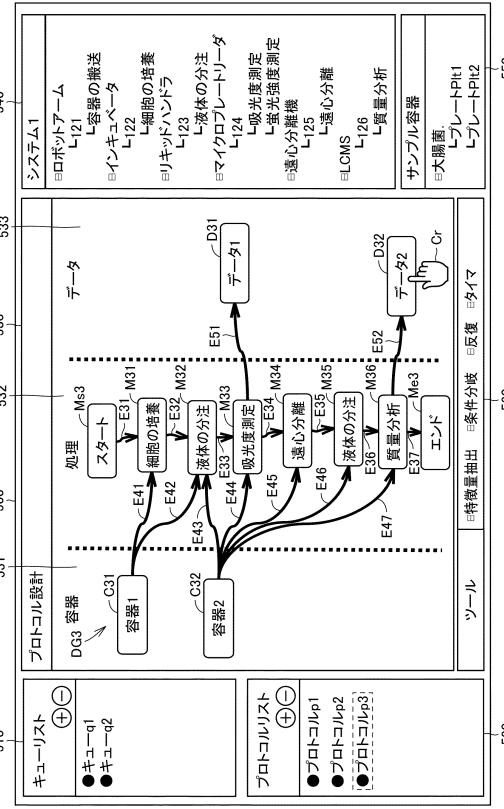
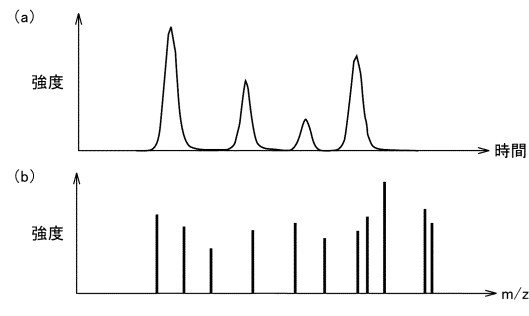


FIG. 13

【 図 1 4 】

FIG. 14



10

20

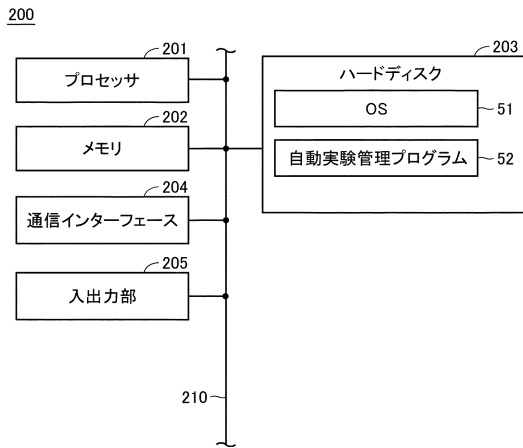
30

40

50

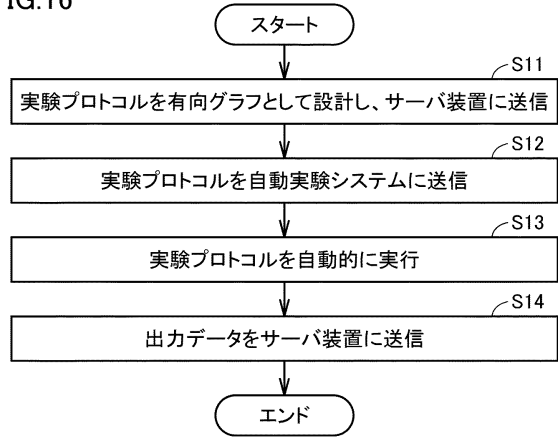
【図15】

FIG.15



【図16】

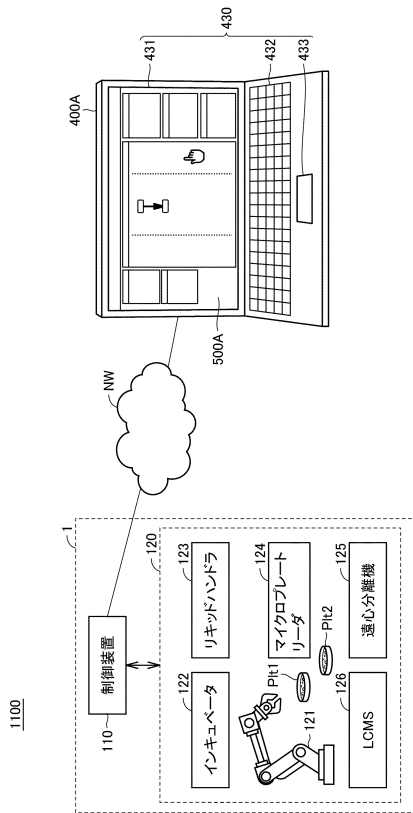
FIG.16



10

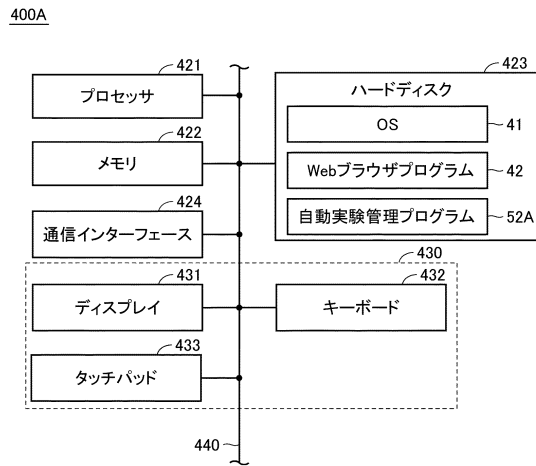
【図17】

FIG.17



【図18】

FIG.18



20

30

40

50

【図 19】

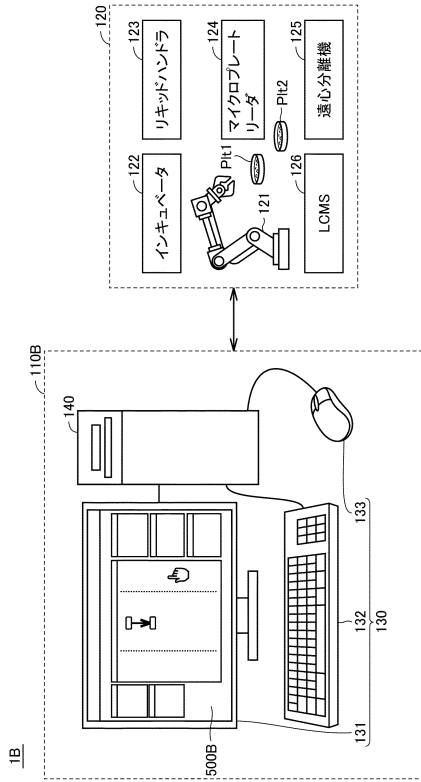
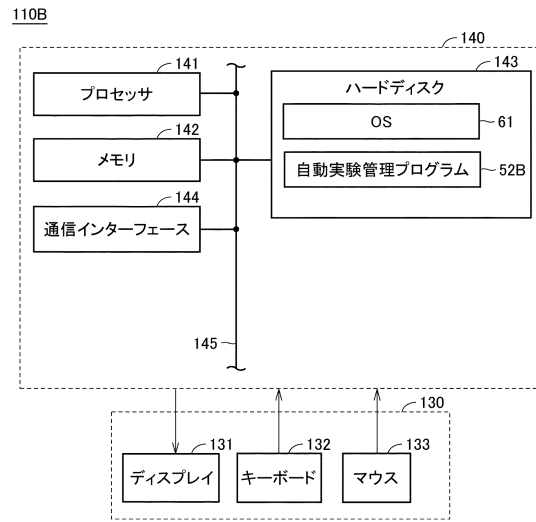


FIG. 19

【図 20】

FIG. 20



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2008/014724(WO,A1)
米国特許第06594588(US,B1)
米国特許出願公開第2018/0253194(US,A1)
特表2010-518488(JP,A)
国際公開第2010/137077(WO,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- G06F 8/00 - 8/77
G01N 35/00 - 37/00
G06Q 10/06 - 10/067