

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-299846

(P2008-299846A)

(43) 公開日 平成20年12月11日(2008.12.11)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G 0 6 F 9/48 (2006.01)	G O 6 F 9/46 4 5 2 A	5 B O 2 1
G 0 6 F 3/12 (2006.01)	G O 6 F 3/12 C	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2008-139528 (P2008-139528) (22) 出願日 平成20年5月28日 (2008. 5. 28) (31) 優先権主張番号 11/807, 475 (32) 優先日 平成19年5月29日 (2007. 5. 29) (33) 優先権主張国 米国 (US)	(71) 出願人 502096543 パロ・アルト・リサーチ・センター・イン コーポレーテッド Palo Alto Research Center Incorporated アメリカ合衆国、カリフォルニア州 94 304、パロ・アルト、コヨーテ・ヒル・ ロード 3333 (74) 代理人 100079049 弁理士 中島 淳 (74) 代理人 100084995 弁理士 加藤 和詳 (72) 発明者 ウィーラー ラムル アメリカ合衆国 ニューハンプシャー州 03824 ダラム ミル ロード 47 最終頁に続く
---	--

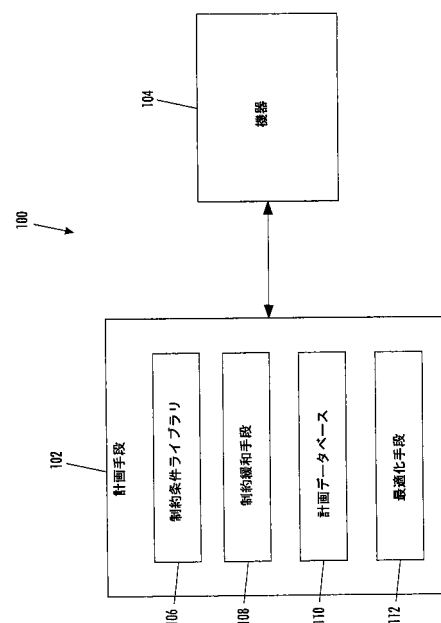
(54) 【発明の名称】 機器環境においてジョブの計画を作成する方法及び機器のジョブのためのオフライン及びオンラインジョブの計画作成を実行するためのシステム

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、受信されたジョブを実行するためのジョブ計画を迅速に検索する、及び、予め定められた時間の範囲において最適で高品質な計画の更なる探索を実行する、ことを容易にするシステム及び方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 計画が作成されるジョブを受信し、実行可能である第1の計画を特定するために、予め計算された計画のセットを解析し、第1の計画を初期値の計画としてスケジューリングし、第2の計画を特定するために、最長計画作成期間を設定し、使用可能であれば、第2の計画を特定し、第2の計画が第1の計画より良好かどうかを判断する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

機器環境においてジョブの計画を作成する方法であって、
計画が作成されるジョブを受信し、
実行可能である第 1 の計画を特定するために、予め計算された計画のセットを解析し、
前記第 1 の計画を初期値の計画としてスケジューリングし、
第 2 の計画を特定するために、最長計画作成期間を設定し、
使用可能であれば、前記第 2 の計画を特定し、
前記第 2 の計画が前記第 1 の計画より良好かどうかを判断する、
ことを含む方法。

10

【請求項 2】

前記第 2 の計画が使用可能でない場合、又は、前記第 2 の計画が前記第 1 の計画よりも良好でない場合、前記第 1 の計画を実行する、
ことを更に含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

システムモデルを受信し、
前記システムモデルに関連付けられた少なくとも一つの制約条件を緩和し、
一つ以上の前記予め計算された計画を生成するために、緩和された前記システムモデルを解決する、
ことを更に含む請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 4】

前記少なくとも一つの制約条件が、予め定められた最長ジョブ実行時間、前記ジョブを完了するために用いられる予め定められた最大コンポーネント数、スケジューリングされるオブジェクトの分散性、異なるオブジェクトの異なる実施の間の相互関係、又はジョブ実行中に生じるイベントの順序付け、の内の少なくとも一つに関連付けられる、
ことを含む請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

機器のジョブのためのオフライン及びオンラインジョブの計画作成を実行するためのシステムであって、

与えられたジョブの計画がジョブリクエストに適合していることを確実にするために適用される、少なくとも一つの制約条件を記憶する制約ライブラリと、

予め定められた計画作成期間の第 1 の期間中に、予め計算された計画データベースを解析し、前記ジョブリクエストを満たす第 1 の計画を特定し、前記予め定められた計画作成期間の第 2 の期間中に、第 2 の計画を特定しようと試みる、計画手段と、

どちらの計画が、前記ジョブリクエストを実行するためにより良好であるかを判断するために、前記第 1 の計画と前記第 2 の計画とを比較する最適化手段と、
を備えるシステム。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本明細書中に記載されている様々な特徴を有する本発明は、一般に、強固に統合された並列プリントアーキテクチャに係り、より詳細には、プリントジョブ計画の最適化に関する。

40

【背景技術】**【0002】**

プリント機と関連するコンポーネントが複雑化していることから、数多くのコマンドと、多量の情報量の処理と、を容易にする、システム及び方法に対するニーズが高まっている。一方、プロセッサの処理速度が上昇し、メモリの容量が拡大するにつれて、現代のコンピュータシステムの処理能力を十分に活用するために、プリントプラットフォームも益々複雑になってきている。システムに対する要求に応えるため、処理能力を上昇させる傾

50

向と、使用可能な処理能力の利用率を最大化するためにシステムの機能性を高める傾向と、がプリントシステムをより複雑化している。

【0003】

従来の計画作成アルゴリズムは、プリンタ側で受信されたプリントジョブを処理するための計画された順序付け、又は、一連のイベントを生成することを試みる。プリントジョブに多数のプリントオプションが含まれる場合、プリンタによって印字される一連のページを注意深く経路選択することが重要となる。例えば、プリントジョブ計画の作成は、トナー及び紙などの資源の節約、及び、プリントプラットフォームの効率を向上させる。

【0004】

モデルベースの計画作成において、特にプリンタなど製造システムのためのオンライン計画作成にとって、計画手段の速度が重要である。新しいジョブリクエストが受信された場合、従来のオンライン計画手段は、初期状態から増加可能（インクリメント）に計画を構成する。これによって、全ての可能性の探索が可能となり、良質な計画、ひいては、最適な計画が見つけ出される。しかしながら、このような方法は、システムが複雑な場合、計画作成が長期化してしまうという欠点がある。

【特許文献1】米国特許出願公開第2005/0278303号明細書

【特許文献2】米国特許第4,579,446号明細書

【特許文献3】米国特許第4,587,532号明細書

【特許文献4】米国特許第4,836,119号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従って、本発明は、受信されたジョブを実行するためのジョブ計画を迅速に検索すること、予め定められた時間の範囲において最適で高品質な計画の更なる探索を実行すること、を容易にするシステム及び方法を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

機器（machine）環境においてジョブを計画作成する方法は、計画作成されるジョブを受信し、実行可能である第1の計画を特定するために、予め計算された計画の1セットを解析し、第1の計画を初期値の計画としてスケジューリングし、第2の計画を特定するために、最長計画作成期間を設定し、使用可能であれば、第2の計画を特定し、第2の計画の方が第1の計画より良好かどうかを判断する、ことを含む。

【0007】

機器のジョブのためのオフライン及びオンラインジョブの計画作成を実行するためのシステムが、与えられたジョブ計画がジョブリクエストに適合していることを確実にするために用いられる、少なくとも一つの制約条件を記憶する制約条件ライブラリと、予め定められた計画作成期間の第1の期間中にジョブリクエストに応じるために、予め計算された計画データベースを解析し、第1の計画を特定して、予め定められた計画作成期間の第2の期間中に第2の計画を特定しようと試みる計画手段と、ジョブリクエストを実行するための計画のどちらがより良好であるかを判断するために、第1の計画と第2の計画を比較する最適化手段と、を備える。

【0008】

本発明の第1の態様は、機器環境においてジョブの計画を作成する方法であって、計画が作成されるジョブを受信し、実行可能である第1の計画を特定するために、予め計算された計画のセットを解析し、第1の計画を初期値の計画としてスケジューリングし、第2の計画を特定するために、最長計画作成期間を設定し、使用可能であれば、第2の計画を特定し、第2の計画が第1の計画より良好かどうかを判断する、ことを含む。

【0009】

本発明の別の態様は、第1の態様の方法であって、第2の計画が使用可能でない場合、又は、第2の計画が第1の計画よりも良好でない場合、第1の計画を実行する、ことを更

10

20

30

40

50

に含む。

【0010】

本発明の別の態様は、第1の態様の方法であって、システムモデルを受信し、システムモデルに関連付けられた少なくとも一つの制約条件を緩和し、一つ以上の予め計算された計画を生成するために、緩和されたシステムモデルを解決する、ことを更に含む。

【0011】

本発明の別の態様は、上記の態様の方法であって、少なくとも一つの制約条件が、予め定められた最長ジョブ実行時間、ジョブを完了するために用いられる予め定められた最大コンポーネント数、スケジューリングされるオブジェクトの分散性、異なるオブジェクトの異なる実施の間の相互関係、又はジョブ実行中に生じるイベントの順序付け、の内の少なくとも一つに関連付けられる、ことを含む。

10

【0012】

本発明の第2の態様は、機器のジョブのためのオフライン及びオンラインジョブの計画作成を実行するためのシステムであって、与えられたジョブ計画がジョブリクエストに適合していることを確実にするために適用される、少なくとも一つの制約条件を記憶する制約ライブラリと、予め定められた計画作成期間の第1の期間中に、予め計算された計画データベースを解析し、ジョブリクエストを満たす第1の計画を特定し、予め定められた計画作成期間の第2の期間中に、第2の計画を特定しようと試みる、計画手段と、どちらの計画が、ジョブリクエストを実行するためにより良好であるかを判断するために、第1の計画と第2の計画とを比較する最適化手段と、を備える。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

本発明の明細書に記載されている様々な特徴は、与えられたジョブに対する解を迅速に選択するために、予め計算された計画のセットを用いることによって、計画作成時間を削減するための方法に関する。また、計画手段は、最初に選択された解を改良するために、割当てられた計画作成時間の残り時間を利用しても差し支えない。既存の方法に比べると、この方法の利点は、有効な計画をきわめて迅速に見つけ出せることである。従って、多数のIME (Input Method Editor) プリンタなどの高速な計画作成を要求するシステムにおいて、この方法は、リアルタイムであるための制約条件によって、従来の計画手段が適正な期間内で、システムの生産性が最大のとなる最適計画を見つけ出すことが困難な場面においても、性能を保証できる。

30

【0014】

図1に関して参照すると、システム100は、機器104に動作可能に連結され、この機器104のためのジョブの計画を作成する計画手段102を含む。例えば、機器は、製造環境において、経路選択装置（ルータ）となり得て、一つの製造装置から他の製造装置へオブジェクトを経路選択（ルーティング）することもできる。このような場面において、計画手段102は、製造環境において、様々な装置へ送信され様々な装置から送受信される、オブジェクトの動作に対して、最適な計画又は最適スケジュールを決定し得る。他の例によれば、機器104は、プリンタであってもよい。そして、計画手段102は、一つのコンポーネントから他のコンポーネントへ、紙の経路を選択するための最適な方法を見つけ出すことによって、プリントジョブなどの実行を最適化することを容易にすることができる。

40

【0015】

計画手段102は、受信されたタスク又はジョブに対する計画を、構成及び／又は選択した場合に適用されてもよい1つ以上の制約条件に関する情報を記憶する、制約条件ライブラリ106を更に含む。例えば、時間の制約条件は、ジョブが終了するまでの所定の最長期間、又は、ジョブ解を特定又は選択するための所定の最長期間などであり、これらがジョブ解に関連付けられてもよい。他の例において、制約条件は、例えば、ジョブを完了させるために必要な最小コンポーネント数を使用するジョブ解が、優先権をもつこと示す制約条件など、最適解が選択されることを確実にすることに関する。他の例においては、

50

制約条件ライブラリ106は、スケジューリングされるオブジェクトの分散性（ディスクリートネス）及び／又は異なるオブジェクトの異なる実施（activities）の間の相互関係（interaction）に関連付けられた制約条件を含む。また他の実施例においては、ライブラリは、システムの異なる作用素（operators）間の干渉及び／又はシステム内を移動する異なるオブジェクトの干渉に関連する制約条件を含む。制約条件ライブラリ106は、上述したような制約条件、及び、当業者によって理解されるような他の制約条件を含み得る。

【0016】

計画手段102は、与えられたジョブのために生成又は特定される計画の数を増やすことによって、迅速に計画を見つけ出すことを容易にするために、ジョブ解又は計画を生成及び／又は選択する時に適用される1つ以上の制約条件の選択的緩和及び／又は選択的除去を行う制約条件緩和手段（リラクサ）108を更に含む。例えば、ジョブ計画の規準について1つ以上の制約を緩和することによって、制約条件緩和手段108は、ジョブの実行に受容可能であると識別されるジョブ計画の数を増やすことができ、これによって、使用可能なジョブ計画のオプション数も増やすことができる。この結果、良好な又は最適な計画の発見が一層容易になる（ただし、緩和された制約条件のセット有り）。例えば、時間の制約条件は、好ましいとされるジョブ計画の実行時間が10秒以下であることを指図し、順序付け制約条件は、イベントa、b、cが、この順に実行されることを指図する。6個の使用可能なジョブ解が10秒以下で実行され得るが、一つの解のみがイベントa、b、cを所望の順序で実行する場合、制約条件緩和手段108は、最初にイベントaが発生することを前提に、例えば、イベントb、cを任意順に発生可能とするように、順序付け制約条件を緩和する。これによって、より多くの良好なジョブ解が得られる。関連する例として、制約条件緩和手段108は、6個のジョブ計画の全てを選択及び／又は実行可能とするために、順序付け制約条件を完全に除去してもよい。

【0017】

計画データベース110は、ジョブもしくはタスクの受信時に、予め計算又は生成される1つ以上のジョブ計画又は解を記憶することができる。計画データベース110は、与えられたジョブに関する全ての規準及び／又は制約条件に一致する1つ以上の選択された計画に関する情報と、ジョブ計画作成及び／又は実行に関する任意の他の情報と、の内の少なくとも一方を記憶することができる。更に、計画手段102は、与えられた制約条件を満たす1つ以上の計画を含む計画のセットの内から、最適な計画を特定する最適化手段（最適化装置）112を含む。機器104がプリンタ又は他の電子写真装置である例によれば、最適化手段112は、実行に時間が掛かる計画に対しては最短実行時間を有する計画が望ましいが、（例えば、ジョブキューが満杯、又は、ほぼ満杯である等）特定セットの制約条件がある場合、紙もしくはトナーなどの特定の資源の保存がそれほど重要ではないと判断する。このような場合、最適化手段112は、最小量のトナー使用を要求する制約条件を緩和又は除去するように、制約条件緩和手段108に命令することができ、これが更に、最短実行時間を有するジョブ計画がより短時間で特定、解析、選択されることを可能とする。

【0018】

他の例によれば、例えば、機器104（例えば、製造設備）のモデルが計画手段102に与えられると、計画手段102は、このモデルを使用して、（例えば、製造設備、機器、プリンタなどによるオブジェクトの）使用可能な経路（ルート）又はジョブ計画を計算することができ、製造設備又は機器104の全体的な処理能力を最適化する。そうしている間、計画手段102は、制約条件緩和手段108を介して、いくつかの制約条件を緩和して、ジョブ解の選択時間を削減することができる。例えば、計画手段102は、ネットワークフローベースの最適化手段112を使用することができる。次いで、計画手段102は、計画データベース110内の緩和された条件下で計算されたジョブ計画を記憶し、新しいジョブのために計画を探索する時、記憶されたジョブ計画を最初に試用することができる。このように、計画作成探索又はスケジューリング探索の必要性が緩和されるので

、良好な計画を迅速に見つけ出すことができる。次いで、この良好な計画は、与えられた計画作成時間内に、より良好な計画を探索する後の計画探索のための上限として、使用され得る。従って、システム100は、計画手段102によって用いられる分枝限定探索アルゴリズム、最良優先探索アルゴリズム、又は任意の随時探索アルゴリズムと一緒に使用され得るフレキシブルなフレームワークを提供する。

【0019】

図2は、本明細書中に記載されている様々な特徴が用いられる環境を表す、カラープリントシートバッファ又は密統合された並列プリンタ(TIPP)システムを有する汎用製造プリンタにおいて用いられるような、複数のコンポーネントを含むシステム200を示す。システム200は、一枚以上の紙を含み、カラープリントエンジン204及び差込手段(インサータ)208に動作可能に関連付けられる紙供給部202を含む。紙供給部202からの紙は、二つの経路の内の一つを選択する。例えば、紙は、差込手段208に入る前に、紙供給部202から、カラープリントエンジン204、そして、カラープリントバッファ206まで経路選択される。更にもしくは代替的に、紙は、紙供給部202から差込手段208へ直接、経路選択されてもよい(例えば、高速経路216を用いてカラーエンジン204とカラープリントバッファ206を迂回する)。同様に、紙は、高速経路218を用いて、白黒エンジン210を迂回してもよい。

【0020】

紙供給部202から差込手段208まで直接経路選択された紙は、ユーザへ提供されるドキュメントの仕上げをする仕上手段(フィニッシャ)214へ進む前に、白黒ページ及びカラーページを組み合わせる融合手段(マージャ)212を介して、白黒プリントエンジン210へ受け渡されてもよい。他の例によれば、紙は、システム200の全てのコンポーネントを通過し、カラー部分と白黒部分の両方を有してもよい。システム200によって実行されるジョブに関連付けられる機能は、このジョブに対して、1つ以上の解、又は、「複数の計画」を定義する一連のイベントとなるように編成される。

【0021】

図3は、TIPPプラットフォームなどの機器における媒体経路選択ジョブのための、ネットワークフローモデルの解300を示す。モデルがあれば、ネットワークフローモデルの解は、製造設備内の材料(例えば、TIPPプリンタにおける(複数の)紙)が分散した状態である場合の制約条件を緩和し、この緩和された条件下で、システムにおいて製造設備の処理能力を最大にする、実行可能な経路を見つけ出す。モデルは一度「解」を与えられており、プリントジョブのリクエストの際にプリンタ内の異なる場所において配置された複数の紙が存在する場合、リアルタイムであるための制約条件を考慮に入れる必要がない。解300は、システムに対して所望される処理能力を達成することができる、1セットの有効な経路302を示す。

【0022】

図4は、TIPPプラットフォームなどの機器における媒体経路選択ジョブのためのモデルベースのオンライン計画手段の解400を示す。モデルベースのオンライン計画手段は、図中に示された経路402などの所与のプリントジョブのために具体的な経路を組み立てることができる。経路402は、増加可能に組み立てられることができ、リアルタイムであるための制約条件を考慮に入れる。全ての実行可能な経路は、最終解が正確かつ最適であることを確実にするために検討され得る。例えば、プリンタなどにおいて、空経路から開始して、必要なモジュールを横切る入力(フィード)から出力(仕上手段)までの完了経路が終了するまで、各ステップにおいて与えられた機器の能力が追加されてもよい。計画又は経路が毎回初期状態から組み立てられ、制約条件が緩和されない場合、解を見つけ出すために必要な時間を把握することはむずかしい。しかしながら、先に使用された探索アルゴリズム(例えば、A*)が最適性を保証する場合、解の品質は良好となる。

【0023】

図5は、受信されたジョブを実行するために、予め計算されたジョブ計画を迅速に検索する、及び、予め定められた時間内で最適な品質の計画の探索を実行する、ことを容易に

10

20

30

40

50

する計画作成フレームワーク500を示す。計画作成フレームワーク500は、製造設備、組み立てライン、プリントプラットフォームなどのシステムモデルに関する情報を受け取る、問題緩和手段502を含む。問題緩和手段502は、モデリングされたシステムによって実行されるジョブに関連付けられた情報も受信できる。このような情報が受信されると、問題緩和手段は、ジョブの性能に関連付けられた1つ以上の制約条件（例えば、ジョブ期間制限、特定の実行規準、イベント順序付けなど）を緩和することができ、単純化された、即ち、「緩和された」計画を作成するための問題を出力することができる。緩和された問題を解決する解決手段504は、単純化された計画を作成するための問題を受け取り、受け取ったジョブ記述を実行するための、各々の計画を示す1つ以上の解を生成することができる。この解（複数を含む）は、計画手段—スケジュール作成手段508によって、引き続きアクセスできるように、計画データベース506内に記憶されてもよい。

10

【0024】

例によれば、計画手段—スケジュール作成手段508は、ジョブ計画が所望されるプリンタなどの現在のシステム状態に関する情報を受信できる。現在のシステム状態の情報は、これらに限定されないが、使用可能な資源のレベル、システム資源の使用レベル、このシステムが他のジョブを実行しているためにビジー状態であるかどうか、このシステムが現在計画作成されているジョブを実行する用意ができているか、及び／又は、それが何時なのか等であっても良い。計画手段—スケジュール作成手段508が、予め計算された計画データベース506にアクセスし、最適化規準に従って予め計算された計画データベース506内に記憶された計画の中から最良の計画を選択し、実行可能システムへこの計画を、最終的な計画として出力する。所与の計画が最良な計画であるかどうかを判断する際に、計画手段—スケジュール作成手段は、多種多様の規準を検討する。規準は、これらに限定されないが、一つ以上の定義された制約条件を準拠する、緩和された制約条件を準拠する、実行時間を最短にする、資源消費を最低にする等を含む。関連する例によれば、現在システム状態の情報が、ネットワークフローのモデル化手段によって受信され、オンラインシステム情報を提供する。この情報は、ネットワークフローのモデル化手段によってこのシステムのモデルを連続的及び／又は周期的に更新可能とさせる。

20

【0025】

このように、機器モデル及び／又はジョブ記述が受信された時、計画作成フレームワーク500は、計画作成問題を単純化するためにいくつかの制約条件を緩和する。緩和は、タイプ次第であり、計画作成フレームワーク500は、単純化された問題に解を与えるために適切な解決手段504を呼び出し、特定された解を予め計算された計画データベース506内に記憶する。リアルタイムにおいて、ジョブリクエストが受信された時、計画手段—スケジュール作成手段508は、予め計算された計画データベース506から解を選択し、少なくとも一つの有効な計画を、実行する計画として使用可能とすることを確実にするために、この解を迅速にスケジューリングする。次に、計画手段508は、初期の解よりも良好な解（例えば、より速く、又は、より低価格な解）を発見しようと、計画作成時間の残り時間を使う。

30

【0026】

図6は、割当てられた計画作成期間の第1の期間中に少なくとも一つの有効なジョブ計画を見つけ出し、最適なジョブ計画の生成及び／又は特定のための計画作成期間の残りの期間を保存するために、制約緩和プロトコルに連携している欲張り探索アルゴリズムを用いて、ジョブ計画をオンラインで計算する、計画作成フレームワーク600を示す。計画作成フレームワーク600は、システムモデル及び／又はジョブ記述情報を受信する問題緩和手段602を含む。問題緩和手段602は、実行されるジョブ、使用可能な資源、システムの使用率などの現在のシステムの状態に関連付けられた情報を、更に受信し得る。受信された情報に基づいて、問題緩和手段602は、ジョブを終了させるに足る1セットのイベントを特定するために、ジョブ性能に対する一つ以上の制約条件を緩和及び／又は無視するために欲張りアルゴリズムを用いることができ、これによって、有効なジョブ解の数が増加する。（例えば、削減された制約条件を有する）単純化されたジョブ計画作成

40

50

するための問題は、解決手段604へ出力され、この解決手段604は、残った制約条件を満たす一つ以上の計画を特定することができる。解決手段604によって戻された最良な計画は、計画手段—スケジュール作成手段606によって選択され、最終的な計画として出力され得る。従って、解決手段604は、一つ以上の制約条件に必ずしも従わずにジョブを終了することを可能とする、初期ジョブ解を戻すことができる。緩和された問題を解決する解決手段604が問題の解決をより簡単にするために、いくつかの制約条件を無視することを前提にした場合、その解は、元の制約条件の全てに照合して最適とはなり得ない。予め定められた計画作成期間の残りの期間中に、より良好な計画（例えば、元の制約条件のより多くの条件又は全ての条件に一致した計画）が探索及び／又は生成されてもよい。

10

【0027】

図7は、ジョブ計画作成に対して他の方法を用いる場合の計画作成フレームワーク700を示す。他の方法とは、1セットの予め計算されたジョブ計画と、リアルタイムでオンライン特定され、前もって実行されたジョブ計画との両方から、ジョブ解が選択され、次に、これらのジョブ解は予め計算された計画と一緒にキャッシュ記憶される方法であっても良い。例えば、計画作成フレームワーク700は、ジョブが計画作成されるシステムの状態に関連付けられた現在のシステム状態の情報を受信する計画手段—スケジュール作成手段702を含むことができる。計画手段—スケジュール作成手段702は、予め計算された計画データベース704（オフライン期間に予め計算されていたジョブリクエストのための一つ以上の計画が記憶され得る）から最良の計画を更に検索することができる。計画手段—スケジュール作成手段702によって選択される予め計算された計画は、予め計算された計画データベース内の他の計画と比較すると、リクエストされたジョブを（例えば、資源、時間などについて）最低コストで終了することができる計画である。予め計算された計画が一旦選択されると、計画手段—スケジュール作成手段702は、最終計画を生成することができる。この最終的な計画は、検索された予め計算された計画の変更内容を含んでいてもよいし、実行のために出力されてもよい。計画手段は、この予め計算された計画を、最終的な計画の品質の上限として使用し、割当てられた計画作成時間の残りの期間において、より良好な計画を発見しようと試みる。このような良好な計画が発見されれば、それが最終的な計画として出力される。次に、この最終的な計画が、（この計画の評価を行う）制約条件緩和手段706によって受信され、この計画が予め定義された標準

20

30

【0028】

図8は、一つ以上のジョブ計画を予め計算するためのネットワークフローモデルと、混合整数プログラミング（MIP）技術と、を一つ以上の特性に応じて用いることによって、ジョブ計画手順の単純化を容易にする計画作成フレームワーク800を示す。計画作成フレームワーク800は、ジョブが計画作成されるシステムのモデルに関連する情報のみならず、計画作成されるジョブの記述に関連する情報を受信するネットワークフローモデル化手段802を含む。ネットワークフローモデル化手段802は、MIP符号化技術を用いて、システムのモデルを生成してもよいし、ジョブ期間中に処理されるオブジェクトの分散された状態を緩和することによって、そして、このジョブの異なる製造上の必要条件に関連する作用素間の相互関係を無視することによって、解決すべきジョブ計画作成のための問題を単純化してもよい。（例えば、市販のMIP解決手段、無料の解決手段などであってもよい）MIP解決手段804は、計画作成のための問題を解決することができ、有効なジョブ解をもたらすことができる。ネットワークフローモデルのための最終解に

40

50

含まれた複数の経路及び／又は計画は、予め計算された計画データベース 806 に記憶され得る。次に、計画手段—スケジュール作成手段 808 は、良好な予め計算された計画に関連する情報と現在システム状態の情報とを受信して最終計画を生成することができる。

【0029】

図 9 は、さまざまな態様に従って、接続グラフを用いたジョブ計画解の生成及び／又は選択を容易にする計画作成フレームワーク 900 を示す。接続グラフ構築手段 902 は、システムモデルと、システムによって実行されるジョブを記述する情報と、を受信することができる。接続グラフ構築手段 902 は、移動する異なるオブジェクトに関連付けられる異なる作用素間の相互関係を無視しながら、オブジェクトを経路選択するために用いられるシステムの異なるコンポーネント間の接続を表す、接続グラフを生成することができる。例えば、プリントプラットフォームにおいて、オブジェクトは処理又はプリントを必要とする紙面であってもよいし、作用素はこれらのページを処理するための機能を実行するコンポーネントなどを含んでいてもよい。最短経路解決手段 904 は、接続グラフを受信し、全てのペアの最短経路探索アルゴリズムを用いて、セット解を生成する。セット解の各解は、リクエストされたジョブを実行するための計画を代表しており、このような計画が予め計算された計画データベース 906 に記憶され得る。次に、良好な予め計算された計画は、計画手段—スケジュール作成手段 908 によって選択又は検索され、この計画手段—スケジュール作成手段 908 が、実行される最終的な計画を生成するために、現在システム状態の情報に従って選択された計画を更に最適化することもある。次に、最終的な計画は、実行のために出力され得る。システムモデルにおける作用素間の相互関係のみは無視するが、オブジェクトの分散性を重視することによって、フレームワーク 900 は、本明細書中に記載された他のフレームワークよりも少ない制約条件を緩和することができる。これによって、より高品質の予め計算された計画が得られる。接続グラフは、この技術に限定されないが、MIP（混合整数プログラミング）技術を用いて符号化されてもよいし、1 セットの MIP の符号化された解を出力することもできる。

【0030】

図 10 は、予め定められた期間中にジョブを計画作成するために、予め計算された計画を利用するための方法 1000 を示す図である。この方法 1000 において、計画作成期間の第 1 の期間中に十分なジョブ計画が特定され、計画作成期間の第 2 の期間中により良好なジョブ計画が探索される。1 セットの予め計算された計画は、計画作成期間の第 1 の期間中に、評価され、そうでなければ、受信され、ステップ 1002 において、予め計算された計画の中から、計画 P1 が、実行されるジョブに関連付けられる一つ以上の規準を満たす計画として特定され、実行のためにスケジューリングされる。例えば、製造ジョブが受信された時、計画手段は、予め計算された計画データベースから計画を選択し、この計画を実行するためにスケジューリングしてもよい。このように、ステップ 1002 は、リアルタイムな資源の制約条件と製造ジョブの実行中に処理される材料の分散性とを考慮に入れながら、ジョブ計画作成を容易にすることができる。例えば、製造ジョブはプリンタにおけるプリントジョブであってもよいし、材料は、紙であってもよい。競合を解決するために資源の割当てをスケジューリングする場合、同一資源の他の全ての割当てを行った後に、新しい割当てをスケジューリングすることによって、探索なしで有効な計画を導くことができる。次に、選択された、又は、得られた計画 P1 は、計画作成期間中に計画手段によって探索又は発見される最終的な計画の品質の上限として使用されてもよい。

【0031】

ステップ 1004 において、計画作成最長期間 T は、計画作成期間の第 2 の期間の最長許容期間として設定される。ステップ 1006 において、予め定義されたジョブ規準を満たす第 2 の計画 P2 の探索が行われてもよいし、この探索は、期間 T（例えば、計画作成期間の第 2 の期間）の期限満了まで続行されてもよい。ステップ 1008 において、第 2 の計画 P2 が特定されたかどうかについての判断が行われてもよい。第 2 の計画 P2 が特定されなければ、ステップ 1014 において、計画 P1 が、これまで実行のために特定された計画のうちの最高の品質の計画として、計画手段又は他のシステムプロセッサへ戻さ

れる。

【0032】

ステップ1008において第2の良好な計画が特定された場合、次に、ステップ1010において、計画P2の方が計画P1よりも良好かどうかについて判断される。計画の最適性は、計画の実行及び／又は性能に関連する1つ以上のパラメータの関数として求められてもよい。例えば、計画の最適性に影響を与えるパラメータは、これらに限定されないが、計画実行速度、資源消費、出力品質などを含んでいてもよい。プリンタ又は電子写真装置に関連する具体的な例において、計画最適性は、プリントジョブ速度、一つ以上の資源（紙、トナーなど）に関連するコスト削減、機器を介した経路選択効率などの関数であってもよい。P1の方がP2より良好であると判断された場合、次のステップ1014へ進み、P1が実行可能なプロセッサ及び／又は計画手段コンポーネントへ出力される、又は、戻される。P2の方がP1より良好であると判断された場合、次に、ステップ1012において、P2は、ジョブ又はタスクの実行可能な「今までで最高の解」として戻されてもよい。計画P1のコストが、分枝限定探索における上限として用いられる場合、計画P2の発見によって、P2の方がP1よりも良好であることが示唆されていることが理解されよう。従って、P1とP2のコストを更に比較する必要性がなくなる。

10

【0033】

計画作成期間は、継続時間が、秒、ミリ秒、マイクロ秒などであってよく、計画作成期間の第1及び第2の期間は、等しい長さである必要はない。例えば、計画作成期間は、約100ミリ秒～約2秒の範囲内であってもよく、計画作成期間の第1及び第2の期間の長さ比率を約1：2としてもよい。他の例によれば、計画作成期間の全体の継続時間が300ミリ秒である場合、（例えば、ステップ1002に対応する）計画作成期間の第1の期間は、約110ミリ秒の継続時間を有していてもよく、残りの約190ミリ秒の継続時間が、（例えば、ステップ1004から1014に対応する）計画作成期間の第2の期間に割当てられてもよい。更に他の例によれば、この方法は、二つより多い計画を評価し、実行するための最良の計画を選択するために、計画作成期間内で、多数回、繰り返される。以上の述べた例は、本来、例として挙げたにすぎず、計画作成期間、計画作成期間の各期間中、又は計画作成期間の第1の期間と計画作成期間の第2の期間との比率を限定することを意図するものではないことが理解されよう。

20

【0034】

図11は、プリントプラットフォームによって実行される予定のプリントジョブを評価し、少なくとも一つの計画が使用可能であることを確実にするために、このジョブを実行するための少なくとも最低規準を満たす第1のジョブ計画を選択し、さまざまな態様に従って、ジョブの実行とジョブ性能を改良するために、このジョブを実行するための最適な計画を特定するための方法1100を示す。方法1100は、これまでに図面に関して説明された計画手段などの計画作成コンポーネントによって実行される。プリントプラットフォーム又は他の電子写真装置もしくは画像形成装置の場合、ジョブ計画は、テキストが用紙に適正にプリントされることが確実になるように処理される1つ以上の紙面が、この経路に沿って移動する（例えば、プリンタを横切る）一つ以上の経路の決定を含んでいてもよい。他の自動化された製造領域についても同様である。ステップ1102において、機器モデルが評価され、このモデルのためにネットワークフローモデルが生成され、解が与えられ、このネットワークフローモデルの最終的な解に含まれる実行可能な経路が、記憶される。ステップ1102は、ネットワークフローモデルが、分散性と、ジョブ実行に関するリアルタイムの制約条件と、を緩和するので、迅速に実行され得る。ステップ1104において、入ってくるプリントジョブが検出され、計画手段によって解析され、次いで、計画手段は、ネットワークフローモデルによって予め計算された経路の一つを選択し、ステップ1106において、選択された経路をスケジューリングしようと試みる。選択された計画は、計画手段によって発見される最終的な計画の上限として用いられる。ステップ1108においては、限定された時間内で、ステップ1104においてネットワークフローの解から選択された最初の解より良好な解を求める探索が行われる。最初の解より

30

40

50

良好な解がなければ、ステップ1110において、より良好な解に関連する計画が出力され得る。ステップ1112において、ネットワークフローモデルに変更があったかどうか判断される。オフ／オンラインで進行するモデルにおいて、モジュールなどのモデル変更があった時は必ず、ステップ1102へ戻り、新しいネットワークフローモデルが組み立てられ、再び解が与えられ、データベースへ新しい有効な経路が記憶される。

【0035】

ステップ1104において、最終的な解がスケジューリングプロセスを受けられることに注目されたい。このスケジューリングプロセスは、ネットワークフローによって予め計算された経路から選択された時の計画が有効な計画ではなくても、リアルタイムの資源の制約条件と材料（例えば、紙）の分散性を考慮に入れる。上述された通りに、「ネットワークフロー」（ステップ1102において解決手段として用いられる）は、オンライン計画作成のために一つの解を迅速に返却するために、1セットの緩和された解が探索され得るいくつかの方法の一つである。ネットワークフローモデルは、材料の分散性とシステムのオンラインの態様とを考慮に入れる必要がない（例えば、設備を移動する他の部品の材料との有効な相互関係を無視する）。他のバリエーションを有する方式は、限定された「オンライン」情報を考慮に入れ、新しいジョブが入ってくる各段階においてネットワークフローモデルを設定するだけでなく、ネットワークフローモデルに解を与えるときに材料の分散性を近似することができる。ネットワークフローモデルが本明細書中に記載されたさまざまな態様と連携して用いられているが、理論的な計画作成リサーチにおいての「緩和された計画（relaxed-plan）」などの他の方式が、1セットの候補となる計画を予め計算するための更なる又は他の方法として用いられることができる。例えば、「緩和された計画」方式は、機能と性能との間の論理的な相互関係を緩和することによって作動するが、ネットワークフローモデルにおけるような材料の分散性に対する制約条件を緩和することによっては、作用しない。更に、大小のセットの制約条件は、上記に説明されたネットワークフローモデルを適用した場合、緩和され得る。他の方式は、前もって全ての実行可能な経路を得るために、全ての最短経路を算出するアルゴリズムを用いることである。この方式は、異なる個々のオブジェクト又は個々の紙面の間の相互関係を緩和しながらも、オブジェクトの分散性を考慮に入れる。

【0036】

上記に開示された発明、他の特徴、作用、又はその代替が、望ましくは、多くの他の異なるシステム又は用途に組み込まれてもよいことが理解されよう。本発明において、今の時点で予想できない代替案、変更、変形、又は改良が、請求の範囲を逸脱することなく、今後、当業者によって作成され得ることも理解されよう。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】本発明の機器に動作可能に連結され、この機器のためのジョブを計画作成する計画手段を含むシステムを示す図である。

【図2】本明細書中に記載された様々な特徴が用いられ得る環境を表すカラープリントシートバッファ又は強固に統合された並列プリンタ（TIPP）システムを有する汎用製造プリンタにおいて用いられるような複数のコンポーネントを含むシステムを示す図である。

【図3】TIPPプラットフォームなどの機器における記憶媒体経路選択ジョブのためのネットワークフローモデルの解を示す図である。

【図4】TIPPプラットフォームなどの機器における記憶媒体経路選択ジョブのためのモデルベースのオンライン計画手段の解を示す図である。

【図5】受信されたジョブを実行するためにジョブ計画を迅速に検索することと、予め定められた時間の範囲内で、最適な品質計画の探索を実行することを容易にする計画作成フレームワークを示す図である。

【図6】割当てられた計画作成期間の第1の期間中に少なくとも一つの有効なジョブ計画を見つけ出す、及び、最適ジョブ計画の生成及び／又は特定のための計画作成期間の残り

10

20

30

40

50

の期間を保存する、ことを容易にするために、制約緩和プロトコルに連携している欲張り探索アルゴリズムを用いる計画作成フレームワークを示す図である。

【図 7】 予め計算されたジョブ計画の 1 セットと、リアルタイムでオンライン特定された前もって実行されたジョブ計画と、の両方からジョブ解が選択されるジョブ計画作成に用いられる計画作成フレームワークを示す図である。

【図 8】 一つ以上の特徴に応じて、整数線形プログラミング (ILP) 技術を用いることによってジョブ計画手順の簡単化を容易にする計画作成フレームワークを示す図である。

【図 9】 さまざまな態様に依じて、接続グラフを用いて、ジョブ計画解の生成及び／又は選択を容易にする計画作成フレームワークを示す図である。

【図 10】 予め定められた期間中にジョブを計画作成するために、予め計算された計画を利用するための方法であって、計画作成期間の第 1 の期間中に十分なジョブ計画が特定され、計画作成期間の第 2 の期間中により良好なジョブ計画が探索される方法を示す図である。

10

【図 11】 プリントプラットフォームによって実行される予定のプリントジョブを評価し、少なくとも一つの計画が使用可能であることを確実にするためにこのジョブを実行するための少なくとも最低規準を満たす第 1 のジョブ計画を選択し、計画を探索するための全体時間の限定などのさまざまな態様に従って、ジョブの実行とジョブ性能を改良するためにこのジョブを実行するための最適な計画を特定するための方法を示す図である。

【符号の説明】

【0038】

20

102 計画手段

104 機器

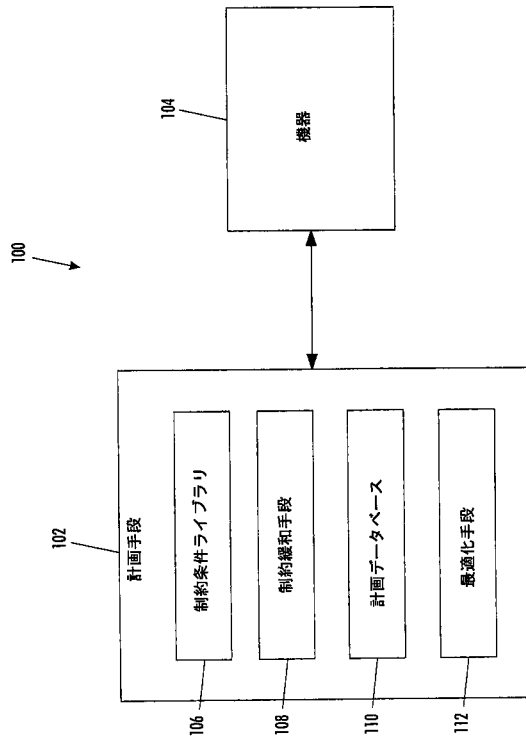
106 制約条件ライブラリ

108 制約条件緩和手段

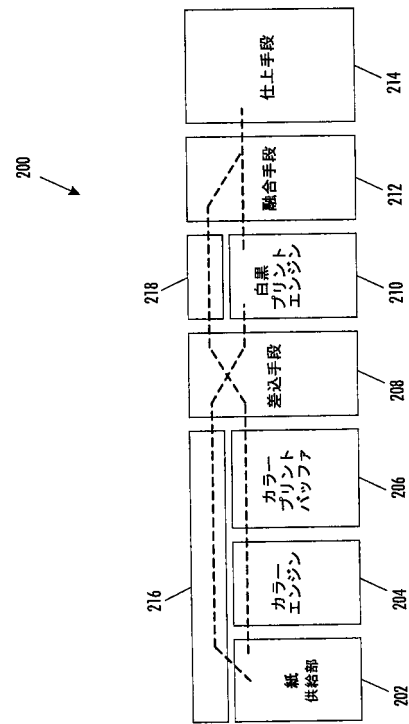
110 計画データベース

112 最適化手段

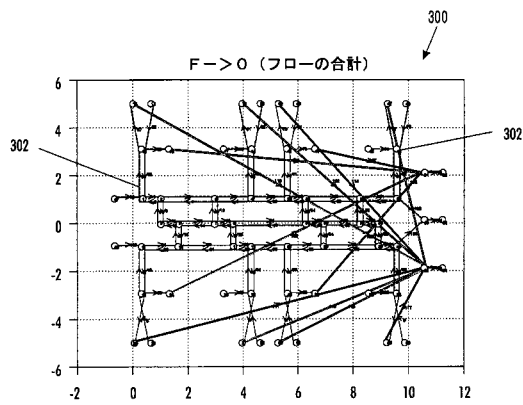
【図 1】



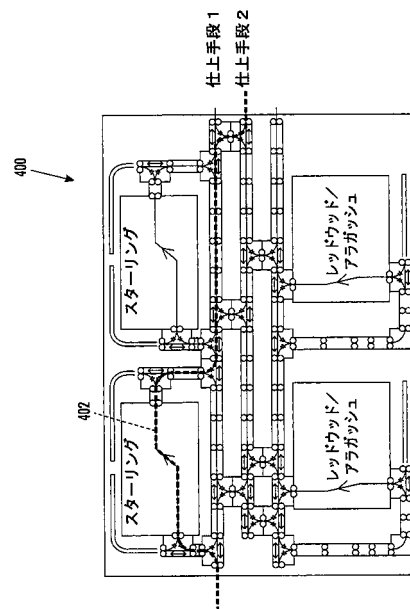
【図 2】



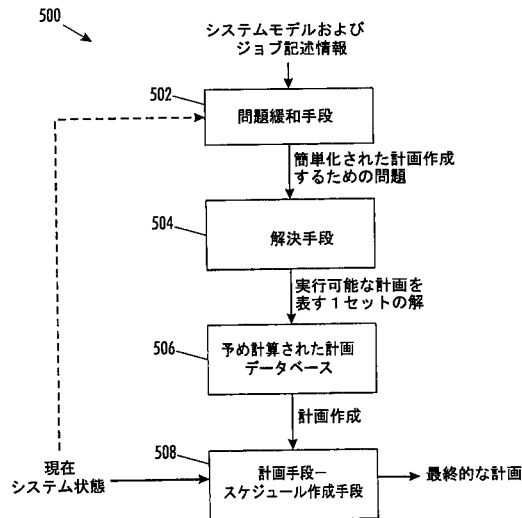
【図 3】



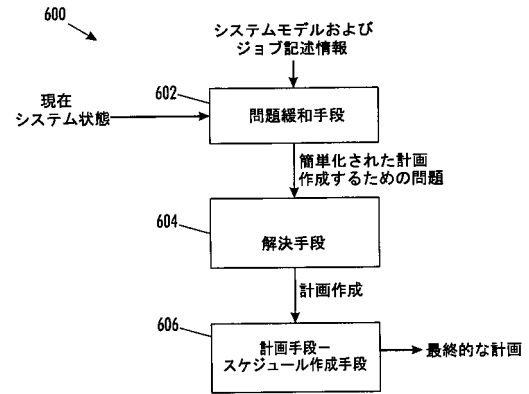
【図 4】



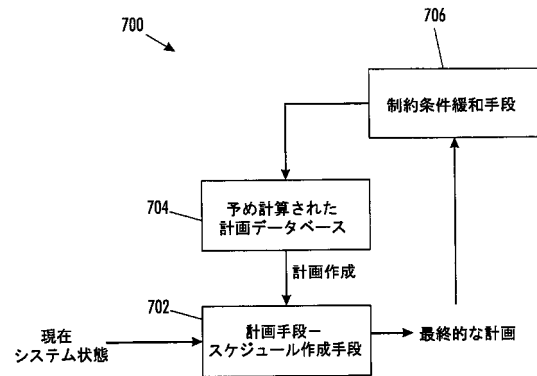
【図 5】



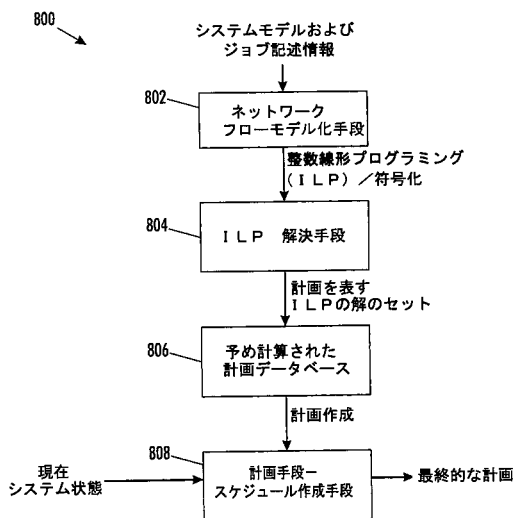
【図 6】



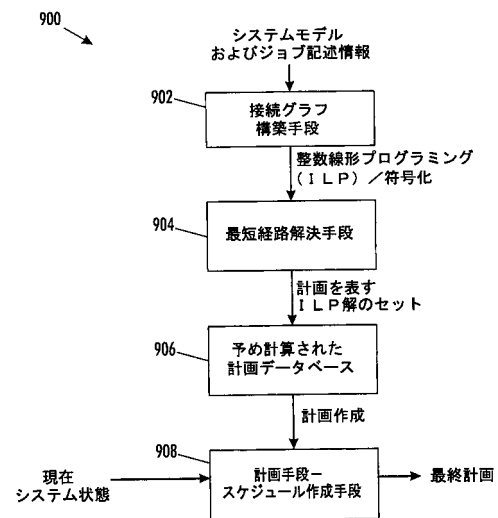
【図 7】



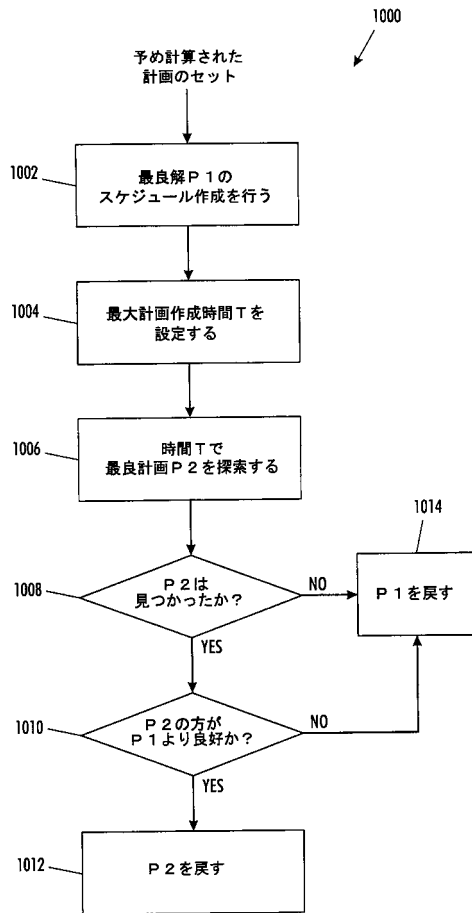
【図 8】



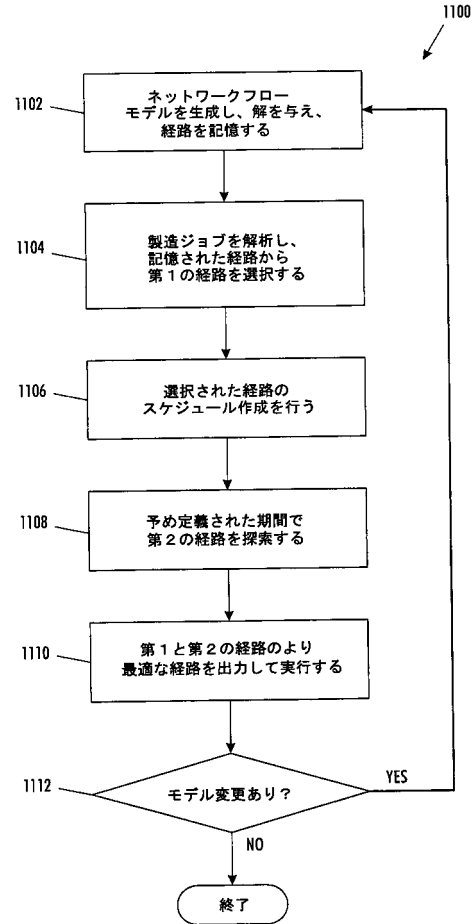
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 ミン ビン ドゥー

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94040 マウンテン ビュー カリフォルニア ストリ
ート 2650 アpartment 24

(72)発明者 ロン チョウ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95129 サンノゼ ブルックベール ドライブ 166
5 アpartment 3

(72)発明者 ヘイサム ヒンディ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94025 メンロ パーク ノエル ドライブ 1175

Fターム(参考) 5B021 AA01 CC05 NN19