

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 9 月 12 日(12.09.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/136299 A1

- (51) 国際特許分類:
G06F 17/50 (2006.01) **G06Q 50/10** (2012.01)
G06Q 10/04 (2012.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/075516
- (22) 国際出願日: 2013 年 9 月 20 日(20.09.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-042053 2013 年 3 月 4 日(04.03.2013) JP
- (71) 出願人: 日本電気株式会社(NEC CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号
Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 矢野尾 一男(YANOO, Kazuo); 〒1088001
東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式
社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 稲葉 良幸, 外(INABA, Yoshiyuki et al.);
〒1066123 東京都港区六本木 6-10-1 六
本木ヒルズ森タワー 23 階 TMI 総合法律事
務所 Tokyo (JP).

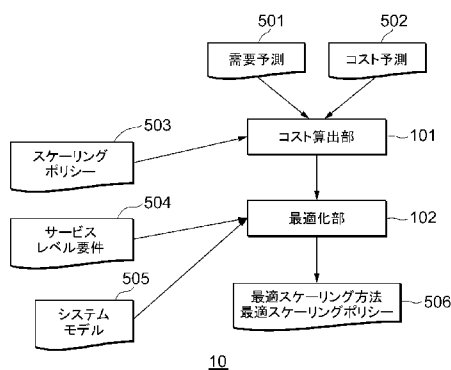
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH,
PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ
ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,
GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: DESIGN ASSISTANCE SYSTEM, DESIGN ASSISTANCE METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 設計支援システム、設計支援方法、およびプログラム



- 101 Cost calculation unit
102 Optimization unit
501 Demand prediction
502 Cost prediction
503 Scaling policy
504 Service level requirement
505 System model
506 Optimal scaling method
Optimal scaling policy

(57) Abstract: The present invention is provided with: a cost calculation unit that calculates system cost predicted from the present time until the estimated life of the system on the basis of a demand prediction, which represents the predicted value of the amount of processing requested of the system from the present time until the estimated life of the system, a cost prediction, which represents the predicted value of the monetary amount including operating costs and procurement costs for system-configuring elements from the present time until the estimated life of the system, and a scaling policy, which indicates the range to which the system configuration can be altered; and an optimization unit that calculates the combination of optimal design parameters for the system on the basis of system cost, service level requirements, which include performance requirements that the system should fulfil, and a system model indicating the relationship between service level variables, which represent system performance, and design parameters, which represent system-configuring elements.

(57) 要約: 現在からシステムの想定寿命までの間に、システムに対して要求される処理量の予測値を表す需要予測と、現在から前記システムの想定寿命までの間の、システムの構成要素の調達コストと運用コストを含む金額の予測値を表すコスト予測と、システムの構成の変更可能な範囲を示すスケールリングポリシーとに基づいて、現在からシステムの想定寿命までの間に掛かることが予測される、システムのコストを算出するコスト算出部と、システムが満たすべき性能要件を含むサービスレベル要件と、システムの構成要素を表す設計パラメータとシステムの性能を表すサービスレベル変数との関係を示すシステムモデルと、システムのコストとに基づいて、

システムの最適な設計パラメータの組み合わせを算出する最適化部と、を備える。

明 細 書

発明の名称：

設計支援システム、設計支援方法、およびプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、設計支援システム、設計支援方法、およびプログラムに関する。

背景技術

[0002] I T (information technology) システムの設計者は、設計対象のシステムの将来的な需要を考慮して最適なアーキテクチャを決定する必要がある。

I T システムの処理能力が必要とされる処理能力を下回ると、必要なサービスを継続することができなくなる。一方、必要以上の処理能力をシステムに持たせると、無駄なコスト（設備投資費用、運用費用）がかかる。将来に渡ってシステムに対する需要が一定であると仮定すれば、最適なシステム構成は、その需要に対応でき、要求された品質（性能・可用性など）を満たすことができる、現時点において最安のシステム構成である。

[0003] 一方、将来、システムに対する需要が増大すると予測される場合は、需要が増大しても少ないコストで対応可能なアーキテクチャ、すなわち拡張性の高いアーキテクチャがより最適なシステム構成になる。ただし、拡張性は高ければ高いほど良いわけではなく、予測される需要を上回る拡張性を得るためにコストをかけることは無駄である。このように、I T システムの設計時には、アーキテクチャの拡張性を評価し、最適な設計を決定する必要がある。

[0004] 特許文献 1 に記載された I T システムの設計支援システムは、システム処理性能の設計仕様とシステム信頼性の設計仕様の両方を満足し、かつコストが許容範囲に収まるようなシステムを設計する。

特許文献 2 に記載されたシステム設計方法では、遺伝的アルゴリズムを使用している。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2005-316696号公報

特許文献2：特表2006-510115号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかし、特許文献1のシステムでは、将来的にシステムに対する需要が増大した場合に、システムを拡張することができなかった。また、特許文献2では、拡張スロットの個数などによってシステムの拡張性を評価しているが、予測される需要の増大とコストを考慮した拡張性を評価することはできなかった。

[0007] そこで、本発明の目的は、将来のシステムに対する需要の変化と適正なコストを考慮してシステムを設計することが可能な、設計支援システムを得ることである。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明に係る設計支援システムは、現在からシステムの想定寿命までの間に、前記システムに対して要求される処理量の予測値を表す需要予測と、現在から前記システムの想定寿命までの間の、前記システムの構成要素の調達コストと運用コストを含む金額の予測値を表すコスト予測と、前記システムの構成の変更可能な範囲を示すスケーリングポリシーとに基づいて、現在から前記システムの想定寿命までの間に掛かることが予測される、前記システムのコストを算出するコスト算出部と、前記システムが満たすべき性能要件を含むサービスレベル要件と、前記システムの構成要素を表す設計パラメータと前記システムの性能を表すサービスレベル変数との関係を示すシステムモデルと、前記システムのコストとに基づいて、前記システムの最適な設計パラメータの組み合わせを算出する最適化部と、を備えたものである。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、将来のシステムに対する需要の変化と適正なコストを考慮してシステムを設計することが可能な、設計支援システムを得ることができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の実施の形態1による、設計支援システムの構成を示すブロック図。

[図2]本発明の実施の形態1による、システムモデルの例を示す図。

[図3]本発明の実施の形態1による、システムモデルの例を示す図。

[図4]本発明の実施の形態1による、スケーリングポリシーの例を示す図。

[図5]本発明の実施の形態1による、スケーリングポリシーの例を示す図。

[図6]本発明の実施の形態1による、設計支援システムの動作のフローチャート。

[図7]本発明の実施の形態1による、コスト算出部の動作のフローチャート。

[図8]本発明の実施の形態1による、コスト算出部の処理を説明する図。

[図9]本発明の実施の形態2による、設計支援システムの構成を示すブロック図。

[図10]本発明の実施の形態2による、コスト算出部の動作のフローチャート。

[図11]本発明の実施の形態3による、設計支援システムの構成を示すブロック図。

[図12]本発明の実施の形態3による、需要予測確度の例を示す図。

[図13]本発明の実施の形態3による、コスト算出部による需要予測確度の変換の例を示す図

[図14]本発明の実施の形態3による、コスト算出部の処理を説明する図。

発明を実施するための形態

[0011] 実施の形態1.

次に、本発明を実施するための形態について、図面を参照して詳細に説明する。

図１は、本発明の実施の形態１による設計支援システム１０の構成を示すブロック図である。図１に示すように、設計支援システム１０は、コスト算出部１０１および最適化部１０２を備えている。

[0012] 設計支援システム１０は、ＣＰＵ(Central Processing Unit)、ＲＯＭ(Read Only Memory)やＲＡＭ(Random Access Memory)等のメモリ、各種の情報を格納する外部記憶装置、入力インタフェース、出力インタフェース、通信インタフェース及びこれらを結ぶバスを備える専用又は汎用のコンピュータによって構成されうる。なお、設計支援システム１０は、単一のコンピュータにより構成されるものであっても、通信回線を介して互いに接続された複数のコンピュータにより構成されるものであってもよい。

[0013] コスト算出部１０１および最適化部１０２は、ＣＰＵがＲＯＭ等に格納された所定のプログラムを実行することにより実現される機能のモジュールに相当する。

[0014] コスト算出部１０１は、入力手段を介して設計者から与えられた需要予測５０１、コスト予測５０２、およびスケーリングポリシー５０３に基づいて、予測される将来のシステムの構成要素のコストを算出する。コストとは、調達コスト（機材の購入金額）だけでなく、運用コスト（保守費用、電気代など）を含む。

[0015] 最適化部１０２は、サービスレベル要件５０４、システムモデル５０５、およびコスト算出部１０１によって算出されたコスト算出結果に基づいて、システムモデル中の設計パラメータの最適なスケーリング方法を算出する。

[0016] サービスレベル要件５０４は、システムが満たすべき非機能要件（主に性能要件）を表す。式（１）、（２）は、サービスレベル要件５０４の例である。式（１）の「平均応答時間」と式（２）の「リソース最大使用率」は、サービスの品質を表す変数（サービスレベル変数）である。式（１）、（２）に示すとおり、サービスレベル要件５０４は、サービスレベル変数を含む不等式で記述することができる。

平均応答時間 $\leq$ ３秒 …（１）

リソース最大使用率 $\leq 80\% \dots (2)$

[0017] システムモデル505は、システムモデルの設計パラメータとサービスレベル変数との関係を表す。システムモデルの設計パラメータとは、サーバの台数や機種、スレッドプールのサイズなど、設計者が決定すべき項目である。設計パラメータは、取りうる値の範囲（ドメイン）が事前に定義されている。システムの構成は、設計パラメータのベクトルで表すことができる。例えば、クラスタのサーバ台数 N 、使用するサーバ機種 S という2つの設計パラメータがある場合、システム構成はベクトル (N, S) によって決定される。例えば、ベクトル $(1, s1)$ は機種 $s1$ を1台用いる構成を表す。このようなベクトルを、以降、構成ベクトルと記す。複数のクラスタによって構成されるシステムの場合（例えばWeb3層システム）、構成ベクトルの次元はその分だけ大きくなる（例えば $(N1, S1, N2, S2)$ ）。

[0018] 設計パラメータとサービスレベル変数との関係は、図2に示すように閉じた式で表してもよいし、図3に示すようにシミュレーションを前提としたモデルで表してもよい。図2の場合、平均応答時間は近似的な関数で表されている。一方、図3に示すモデルは、ロードバランサやサーバの動作をシミュレーションするモデルで構成され、平均応答時間はシミュレーションによってのみ得ることができる。図2の例は、高速な計算が可能だが、特殊な場合を除いてモデルと実際のシステムの動作の間に乖離が生じる。すなわち、閉じた式は、近似的な式として表すことしかできない。図3の例は、システムを正確にモデル化できるが、解を得るのに時間がかかる。

[0019] 図2において、 λ はシステムに対する需要を表す。需要予測501は、現時点からシステムの想定寿命までの間のシステムに対する需要を予測したものである。需要とは、例えば「10トランザクション／秒」のようにシステムに対する需要を表す数値で表される。需要予測501は、例えば、（現時点での需要、需要増大の年率、想定寿命）の3つのパラメータで表すことができる。あるいは、経過年数と需要の関係を表す任意の関数として表すことができる。

[0020] コスト予測502は、現時点からシステムの想定寿命までの間の、システムの構成要素の調達コストと運用コストを予測したものである。コストは金額で表される。コスト予測502は、例えば（現時点での価格、価格下落の年率）の2つのパラメータで表される。あるいは、コスト予測502は、経過年数とコストの関係を表す任意の関数として表すことができる。

[0021] スケーリングポリシー503は、ある構成ベクトルからのスケーリングが可能な構成ベクトルを表すものである。スケーリングポリシー503は、構成ベクトルを入力とし、構成ベクトルの集合を出力とする関数として定義することができる。図4は2種類のスケーリングポリシーの例を示している。図4の例は、矢印の元の構成ベクトルが、矢印の先の構成ベクトルにスケーリング可能であることを表している。図4の左の例は、ある機種のサーバ(例えばs1)を採用した場合、機種変更はできないが、台数は追加していくことができるというポリシーを表す。図4の右の例では、サーバは1台であれば機種変更可能だが、サーバを2台以上含む構成の場合は、機種は変更できず、台数追加のみが可能であるというポリシーを表す。以降、このようなシステム構成の変更をスケーリングポリシー上の「遷移」と記す。また一連の遷移を「スケーリング経路」と記す。

[0022] 図5中のm1, m2はスケーリング経路の例である。m1は、サーバの台数は1台のままで、機種をs1→s2→s3と変更していくスケーリング経路を表す。m2は、機種をs1に固定し、台数を1→2→3→4と変更していくスケーリング経路を表す。最適化部102が出力する最適スケーリング方法506は、スケーリングポリシー上の遷移の中で、サービスレベル要件を満たし、且つ最もコストが小さいものである。

[0023] 次に、設計支援システム10の動作について説明する。図6は、設計支援システム10の動作のフローチャートである。

最適化部102は、最大需要時にサービスレベル要件504を満たす構成ベクトルを構成ベクトルの全空間から抽出する（ステップS701）。最大需要は、需要予測501に基づいて容易に算出することができる。例えば図

5において、 $(s_3, 1)$ が最大需要時にサービスレベル要件を満たすのであれば、 $(s_3, 1)$ を抽出する。

[0024] 次に、コスト算出部101は、抽出された構成ベクトルを終点とする最もコストの低いスケーリング経路とそのコストを、スケーリングポリシー503を参照して検索する（ステップS702）。具体的には、コスト算出部101は、需要予測501から得られる需要曲線と抽出された構成ベクトルが処理可能な需要を比較し、需要曲線を上回る最もコストの低い経路を探索する。コスト算出部101の詳細な処理については後述する。

[0025] 最適化部102は、ステップS702で得られたコストが今までに得られたコストよりも安ければ（ステップS702；Y）最もコストの低い経路を更新する（ステップS704）。設計支援システム10は、他に探索すべき構成ベクトルが無くなるまでステップS701～S704を繰り返す（ステップS705）。一連の処理により、サービスレベルを満たす最安のスケーリング経路を得ることができる。

[0026] ステップS702の処理について詳細に説明する。

図7は、コスト算出部101の動作のフローチャートである。

まず、コスト算出部101は、抽出された構成ベクトルを終点とするスケーリング経路を、スケーリングポリシー503を参照して抽出する（ステップS801）。例えば、 $(s_3, 1)$ を終点とするスケーリング経路は、 $[(s_3, 1)]$ 、 $[(s_2, 1), (s_3, 1)]$ 、 $[(s_1, 1), (s_3, 1)]$ 、 $[(s_1, 1), (s_2, 1), (s_3, 1)]$ の4通りが存在する。コスト算出部101は、これらの中から1つを抽出する。

[0027] 次に、コスト算出部101は、ステップS801で抽出したスケーリング経路の中で遷移が発生する時間を算出し、それに基づいてコストを算出する（ステップS802）。具体的には、コスト算出部101は、経路中の構成ベクトルが処理可能な需要を算出し、得られた処理可能な需要の折れ線を、需要曲線を上回るように配置した場合の最安値を算出する。一般に、あるスペックのサーバの調達コストは、時間が経つにつれて下がるので、そのサーバの処理可能な需要の折れ線が需要曲線に接するように遷移時間を決定すれ

ば、最安値を得ることができる。

[0028] ある構成ベクトルが処理可能な需要は、その構成ベクトルにおいてサービスレベル要件504を満たすリソース最大使用率をシステムモデルに基づいて算出することによって得ることができる。例えば、式(1)、(2)及び図2に示す例では、構成ベクトル(s3,1)が処理可能な需要は、 $0.04/4 \times \lambda / 1 \leq 0.8$ より、 $\lambda = 80$ という値を得ることができる。同様にして、(s2,1)は $\lambda = 40$ 、(s1,1)は $\lambda = 20$ という値を得られる。

[0029] その結果、例えば10から50に指数的に上昇する需要が与えられた場合、[(s1,1), (s2,1), (s3,1)]という経路の最安コストを実現する遷移時間は図8のt1, t2のようになる。

[0030] 図8において、時刻t0におけるサーバs1の調達コストをc1(t0)、時刻t1におけるサーバs2の調達コストをc2(t1)、時刻t2におけるサーバs3の調達コストをc3(t2)とすると、経路[(s1,1), (s2,1), (s3,1)]の最安コストはc1(t0)+c2(t1)+c3(t3)となる。ここでは、機種の変更によって不要となった機材の売却益や、運用コストは考慮していないが、売却益や、運用コストをこの計算式に含めてもよい。

[0031] 一方、スケーリング経路が[(s3,1)]である場合、この場合は最初からサーバs3を1台配置するため、コストはc3(t0)である。もし、サーバs3の価格下落率が大きければ、 $c3(0) > c1(t0)+c2(t1)+c3(t3)$ となるため、最初からs3を配置するのではなく、s1→s2→s3というように機種変更していった方がトータルのコストは安く済む。さらに、s3の価格下落率が小さければ、最初からs3を配置した方が安く済む。このように、コスト算出部101は、最安の経路を探索して最安経路を記憶し(ステップS803, S804)、必要なだけ探索を繰り返す(ステップS805)。以上により、抽出された構成ベクトルを終点とする最安のスケーリング経路を得ることができる。

[0032] なお、構成ベクトルの抽出(ステップS701)、スケーリング経路の抽出(ステップS801)、他に探索するか否かの判定(ステップS705, S805)の詳細な手順については、問題の規模や性質に応じた、適切な公

知の最適化アルゴリズムを用いることができる。

[0033] 設計パラメータの数がごく少ない場合は、全ての構成ベクトルとスケーリングを列挙し、全てについて探索を行うことが可能である。設計パラメータの数が増えた場合も、ある程度の規模までは分岐限定法などの公知の手法を用いて、全探索空間を調べることなく高速に厳密最適解を得ることが可能である。また、さらに設計パラメータの数が増えた場合は、遺伝的アルゴリズムなどメタヒューリスティクスアルゴリズムを用いて探索するようにしてもよい。

[0034] また、上記の例では、図2の閉じた計算式から逆算することによって、構成ベクトルが処理可能な需要を算出しているが、システムモデルが図3のようにシミュレーションモデルで与えられた場合は、そのような計算は一般には不可能である。しかし、このような場合も、次のような方法によって構成ベクトルが処理可能な需要を算出することが可能である。

[0035] (方法1) シミュレーションによってある需要における使用率の計算を繰り返し、使用率がサービスレベル要件の上限と等しくなる需要の値を2分法によって算出する。

(方法2) いくつかの需要におけるシミュレーション結果に基づいて、需要と使用率の間の関数を回帰分析・曲線フィッティングによって求め、その逆関数から使用率がサービスレベル要件の上限と等しくなる需要の値を求める。

[0036] 以上のように、図3のようにシステムモデルがシミュレーションモデルとして与えられている場合も、本実施形態は適用可能である。

[0037] また、本実施形態では、コスト計算の際にリソース最大使用率を算出する関数と、リソース最大使用率に関わるサービスレベル要件と、需要曲線のみ基づいて、スケーリング経路上の遷移時刻を決定したが、その他のサービスレベル要件（例えば平均応答時間）も併せて考慮するようにしてもよい。このようにすると、コスト計算処理に要する時間が増大するが、システムの最大負荷時以外でも、その他のサービスレベル要件が満たされていることを保

証することができる。

[0038] 以上のように、本実施形態によれば、最適化部 102 が、システムについての将来的な需要予測とコスト予測に基づいてコストを算出し、サービスレベル要件を満たしつつ、スケーリングポリシーに合致する最安のスケーリング経路を出力するようにしたため、将来の需要変動・コスト変動を考慮した最適なシステム構成をユーザに提示することができる。

[0039] 実施の形態 2.

図 9 は、本発明の実施の形態 2 による設計支援システム 20 の構成を示すブロック図である。図 9 に示すように、設計支援システム 20 は、コスト算出部 101 への入力がスケーリングポリシーではなくスケーリングポリシー候補 603 である。スケーリングポリシー候補 603 は、複数のスケーリングポリシーから構成される。

[0040] 図 10 は、実施の形態 2 によるコスト算出部 101 の動作のフローチャートである。図 10 に示すように、実施の形態 2 では、実施の形態 1 と同様の処理に加え、コスト算出部 101 はスケーリングポリシー候補 603 の探索を行う。これにより、コスト算出部 101 は、複数のスケーリングポリシーの中から、最もコストの小さいスケーリング方法を検索することが可能になる。

[0041] 以上のように、本実施形態では、将来の需要変動・コスト変動を考慮した最適なシステム構成を提示するだけでなく、予め定められた複数のスケーリングポリシーの中から最適なスケーリングポリシーを判定し、ユーザに提示することができる。

[0042] 実施の形態 3.

図 11 は、本発明の実施の形態 3 による設計支援システム 30 の構成を示すブロック図である。図 11 に示すように、設計支援システム 30 は、コスト算出部 101 に需要予測確度 701 がさらに入力される。需要予測確度 701 は、需要予測 501 の確実性を表す。例えば、需要予測確度 701 は、需要予測 501 の確からしさの確率密度分布として表現することができる。

[0043] 図12は、需要予測確度701の例を示す図である。図12の例では、システムの寿命は5年である。5年後のシステムに対する需要は、最大50程度と予想されるが、最も可能性が高いのは30程度で頭打ちになることであり、可能性は低いものの15程度までしか伸びない可能性もある。

[0044] 実施の形態3では、コスト算出部101は、まず需要予測確度701を適当に領域分割し、各領域での需要と確率密度の表に変換する。図13はコスト算出部101による需要予測確度701の変換の例を示す図である。この例では、コスト算出部101は、図12に示された需要予測確度を、需要20、30、40、50の4とおりに分割し、それぞれの需要に達する確率を算出している。なお、図13に示すような表を、需要予測確度701として、直接コスト算出部101に直接提供するようにしてもよい。

[0045] 次に、コスト算出部101は、各領域での需要値について、図7に示す最安経路探索処理を実施し、領域ごとの最安経路およびコストを計算する。そして、それらの領域ごとのコスト値と領域ごとの確率とを積和することによって、全体のコストを算出する。

[0046] 図14は、実施の形態3のコスト算出処理を説明する図である。

図14の左上は需要50の領域、右上は需要40の領域、左下は需要30の領域、右下は需要20の領域のコスト算出を示している。需要40では($s_2, 1$)で最大需要が満たされるため、コストは $c_1(t_0) + c_2(t_1')$ となる。また、需要20では($s_1, 1$)で最大需要が満たされるため、コストは $c_1(t_0)$ となる。図13に示した各領域の確率と積和すると、この構成ベクトルのコストは、 $0.1 \times (c_1(t_0) + c_2(t_1) + c_3(t_3)) + 0.2 \times (c_1(t_0) + c_2(t_1')) + 0.5 \times (c_1(t_0) + c_2(t_1)) + 0.2 \times c_1(t_0)$ となる。

[0047] 以上のように、本実施形態によれば、将来の需要変動だけでなく、その需要変動予測の不確実性も考慮した上で最適なシステム構成を提示することができる。

[0048] この出願は、2013年3月4日出願された日本出願特願2013-42053を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

[0049] 以上、実施形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は上記実施形態に限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、本願発明のスコープ内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

[0050] 上記の実施の形態の一部または全部は、以下の付記のようにも記載されるが、以下には限られない。

(付記 1) 現在からシステムの想定寿命までの間に、前記システムに対して要求される処理量の予測値を表す需要予測と、現在から前記システムの想定寿命までの間の、前記システムの構成要素の調達コストと運用コストを含む金額の予測値を表すコスト予測と、前記システムの構成の変更可能な範囲を示すスケーリングポリシーとに基づいて、現在から前記システムの想定寿命までの間に掛かることが予測される、前記システムのコストを算出するコスト算出部と、

前記システムが満たすべき性能要件を含むサービスレベル要件と、前記システムの構成要素を表す設計パラメータと前記システムの性能を表すサービスレベル変数との関係を示すシステムモデルと、前記システムのコストとに基づいて、前記システムの最適な設計パラメータの組み合わせを算出する最適化部と、を備えたことを特徴とする設計支援システム。

[0051] (付記 2) 前記コスト算出部は、

複数の前記スケーリングポリシーの候補の中から、最適なスケーリングポリシーを選択した上で、前記システムのコストを算出する、付記 1 に記載の設計支援システム。

[0052] (付記 3) 前記コスト算出部は、

前記需要予測の確実性を表す需要予測確度に基づいて、将来の需要予測の不確実さを考慮して前記システムのコストを算出する、付記 1 または 2 に記載の設計支援システム。

[0053] (付記 4) 現在からシステムの想定寿命までの間に、前記システムに対して要求される処理量の予測値を表す需要予測と、現在から前記システムの想定寿命までの間の、前記システムの構成要素の調達コストと運用コストを含む

金額の予測値を表すコスト予測と、前記システムの構成の変更可能な範囲を示すスケーリングポリシーとに基づいて、現在から前記システムの想定寿命までの間に掛かることが予測される、前記システムのコストを算出する工程と、

前記システムが満たすべき性能要件を含むサービスレベル要件と、前記システムの構成要素を表す設計パラメータと前記システムの性能を表すサービスレベル変数との関係を示すシステムモデルと、前記システムのコストとに基づいて、前記システムの最適な設計パラメータの組み合わせを算出する工程と、を備えたことを特徴とする設計支援方法。

[0054] (付記5) コンピュータを、

現在からシステムの想定寿命までの間に、前記システムに対して要求される処理量の予測値を表す需要予測と、現在から前記システムの想定寿命までの間の、前記システムの構成要素の調達コストと運用コストを含む金額の予測値を表すコスト予測と、前記システムの構成の変更可能な範囲を示すスケーリングポリシーとに基づいて、現在から前記システムの想定寿命までの間に掛かることが予測される、前記システムのコストを算出するコスト算出部と、

前記システムが満たすべき性能要件を含むサービスレベル要件と、前記システムの構成要素を表す設計パラメータと前記システムの性能を表すサービスレベル変数との関係を示すシステムモデルと、前記システムのコストとに基づいて、前記システムの最適な設計パラメータの組み合わせを算出する最適化部と、して機能させるためのプログラム。

産業上の利用可能性

[0055] 本発明は、将来のシステムに対する需要の変化と適正なコストを考慮してシステムを設計することに適している。

符号の説明

[0056] 10, 20, 30 設計支援システム、101 コスト算出部、102 最適化部、501 需要予測、502 コスト予測、503 スケーリングポ

リシー、504 サービスレベル要件、505 システムモデル、506,
606 最適スケーリング方法、603 スケーリングポリシー候補、70
1 需要予測確度

請求の範囲

- [請求項1] 現在からシステムの想定寿命までの間に、前記システムに対して要求される処理量の予測値を表す需要予測と、現在から前記システムの想定寿命までの間の、前記システムの構成要素の調達コストと運用コストを含む金額の予測値を表すコスト予測と、前記システムの構成の変更可能な範囲を示すスケーリングポリシーとに基づいて、現在から前記システムの想定寿命までの間に掛かることが予測される、前記システムのコストを算出するコスト算出部と、
- 前記システムが満たすべき性能要件を含むサービスレベル要件と、前記システムの構成要素を表す設計パラメータと前記システムの性能を表すサービスレベル変数との関係を示すシステムモデルと、前記システムのコストとに基づいて、前記システムの最適な設計パラメータの組み合わせを算出する最適化部と、を備えたことを特徴とする設計支援システム。
- [請求項2] 前記コスト算出部は、
- 複数の前記スケーリングポリシーの候補の中から、最適なスケーリングポリシーを選択した上で、前記システムのコストを算出する、請求項1に記載の設計支援システム。
- [請求項3] 前記コスト算出部は、
- 前記需要予測の確実性を表す需要予測確度に基づいて、将来の需要予測の不確実さを考慮して前記システムのコストを算出する、請求項1または2に記載の設計支援システム。
- [請求項4] 現在からシステムの想定寿命までの間に、前記システムに対して要求される処理量の予測値を表す需要予測と、現在から前記システムの想定寿命までの間の、前記システムの構成要素の調達コストと運用コストを含む金額の予測値を表すコスト予測と、前記システムの構成の変更可能な範囲を示すスケーリングポリシーとに基づいて、現在から前記システムの想定寿命までの間に掛かることが予測される、前記シ

ステムのコストを算出する工程と、

前記システムが満たすべき性能要件を含むサービスレベル要件と、前記システムの構成要素を表す設計パラメータと前記システムの性能を表すサービスレベル変数との関係を示すシステムモデルと、前記システムのコストとに基づいて、前記システムの最適な設計パラメータの組み合わせを算出する工程と、を備えたことを特徴とする設計支援方法。

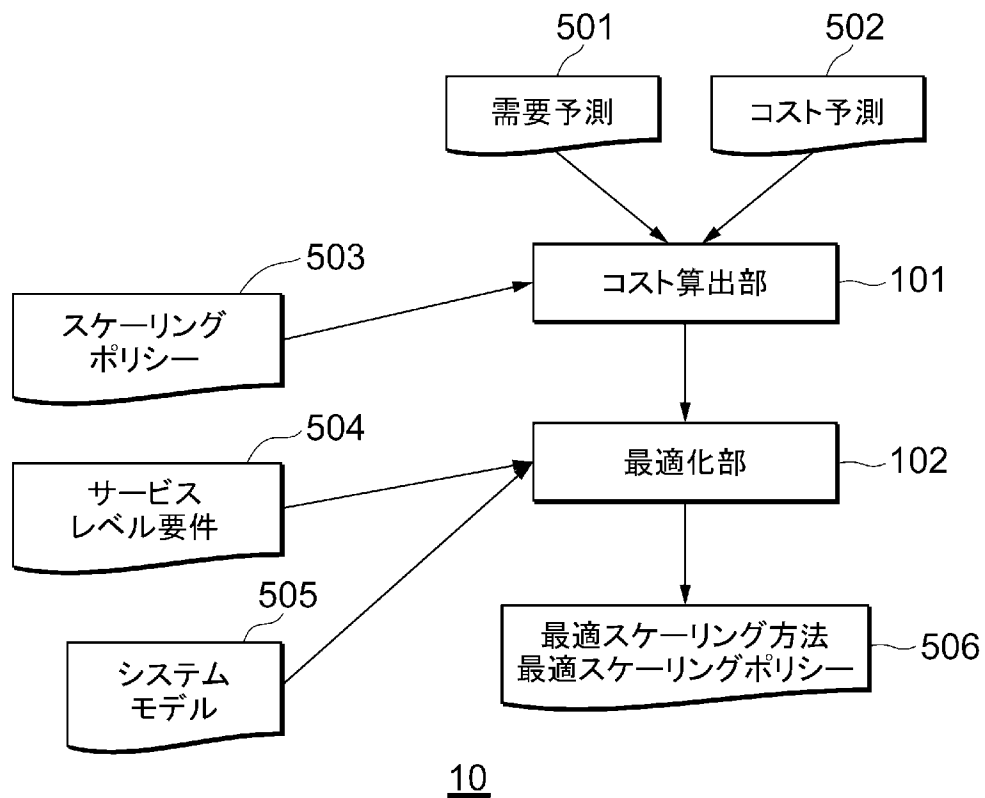
[請求項5]

コンピュータを、

現在からシステムの想定寿命までの間に、前記システムに対して要求される処理量の予測値を表す需要予測と、現在から前記システムの想定寿命までの間の、前記システムの構成要素の調達コストと運用コストを含む金額の予測値を表すコスト予測と、前記システムの構成の変更可能な範囲を示すスケーリングポリシーとに基づいて、現在から前記システムの想定寿命までの間に掛かることが予測される、前記システムのコストを算出するコスト算出部と、

前記システムが満たすべき性能要件を含むサービスレベル要件と、前記システムの構成要素を表す設計パラメータと前記システムの性能を表すサービスレベル変数との関係を示すシステムモデルと、前記システムのコストとに基づいて、前記システムの最適な設計パラメータの組み合わせを算出する最適化部と、して機能させるためのプログラム。

[図1]



[図2]

設計パラメータ

Webサーバ台数 $N = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ Webサーバ機種 $S = \{s1, s2, s3\}$

計算式

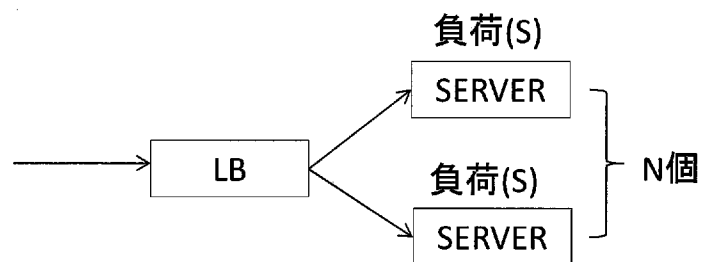
相対性能値 $(s1) = 1$ 相対性能値 $(s2) = 2$ 相対性能値 $(s3) = 4$ 負荷 $(S) = 0.04 / \text{相対性能値}(S)$ リソース最大使用率 $(\lambda, S, N) = \text{負荷}(S) \times \lambda / N$ 平均応答時間 $(\lambda, S, N) = 1 / (N / \text{負荷}(S) - \lambda) + \lambda \times \text{負荷}(S) \times (N - 1) / N$

[図3]

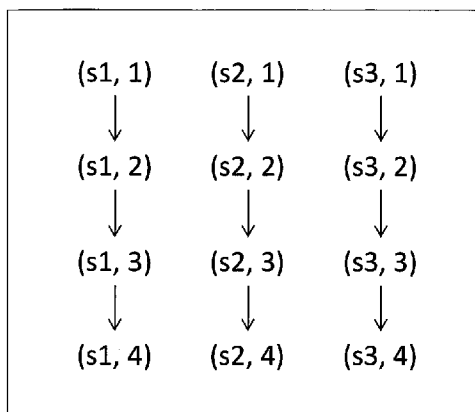
設計パラメータ

Webサーバ台数 $N = \{1, 2, 3, 4\}$ Webサーバ機種 $S = \{s1, s2, s3\}$

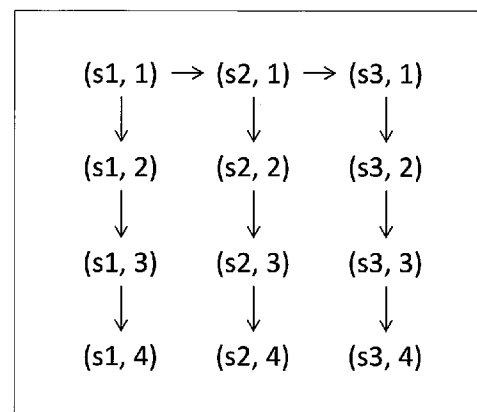
計算式

相対性能値 $(s1) = 1$ 相対性能値 $(s2) = 2$ 相対性能値 $(s3) = 4$ 負荷 $(S) = 0.03 / \text{相対性能値}(S)$ 

[図4]

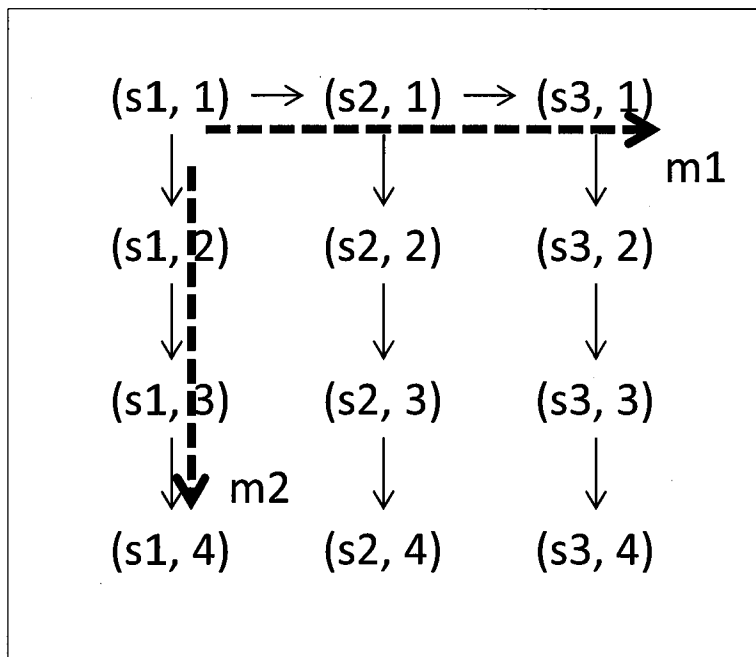


同一サーバの台数変更のみ
許容するスケーリングポリシー

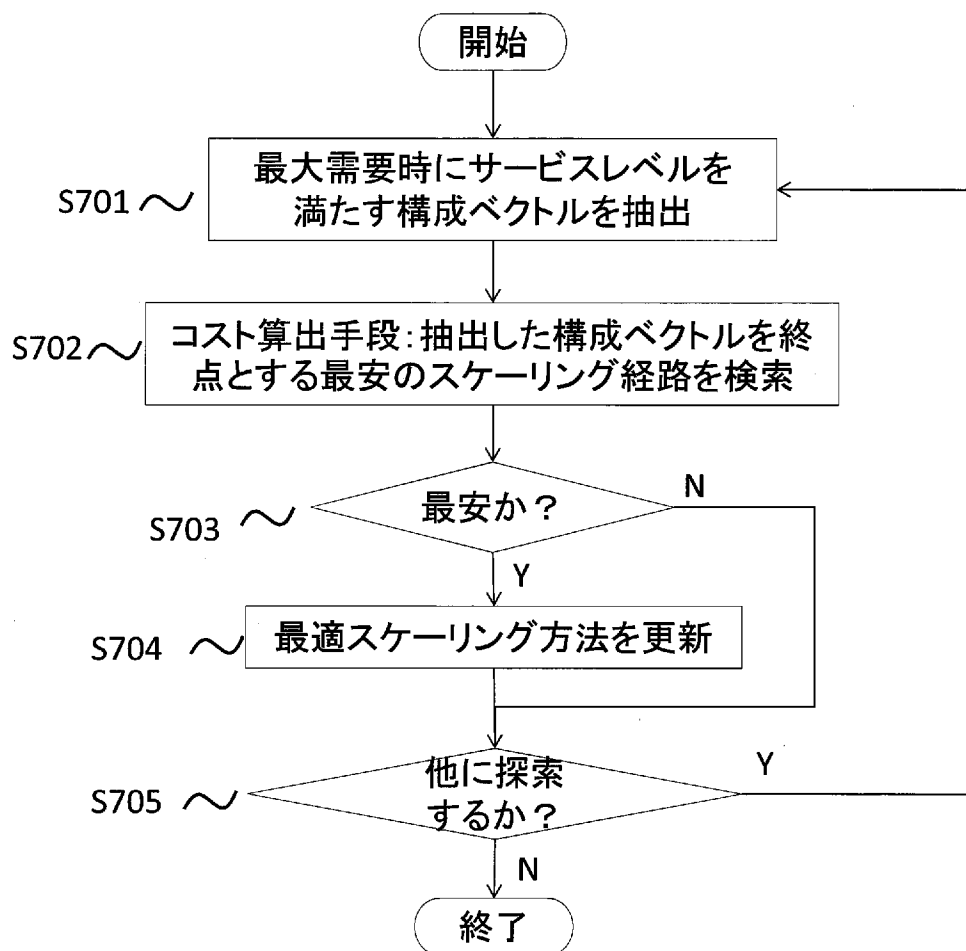


サーバの機種変更と、
同一サーバの台数変更のみ
許容するスケーリングポリシー

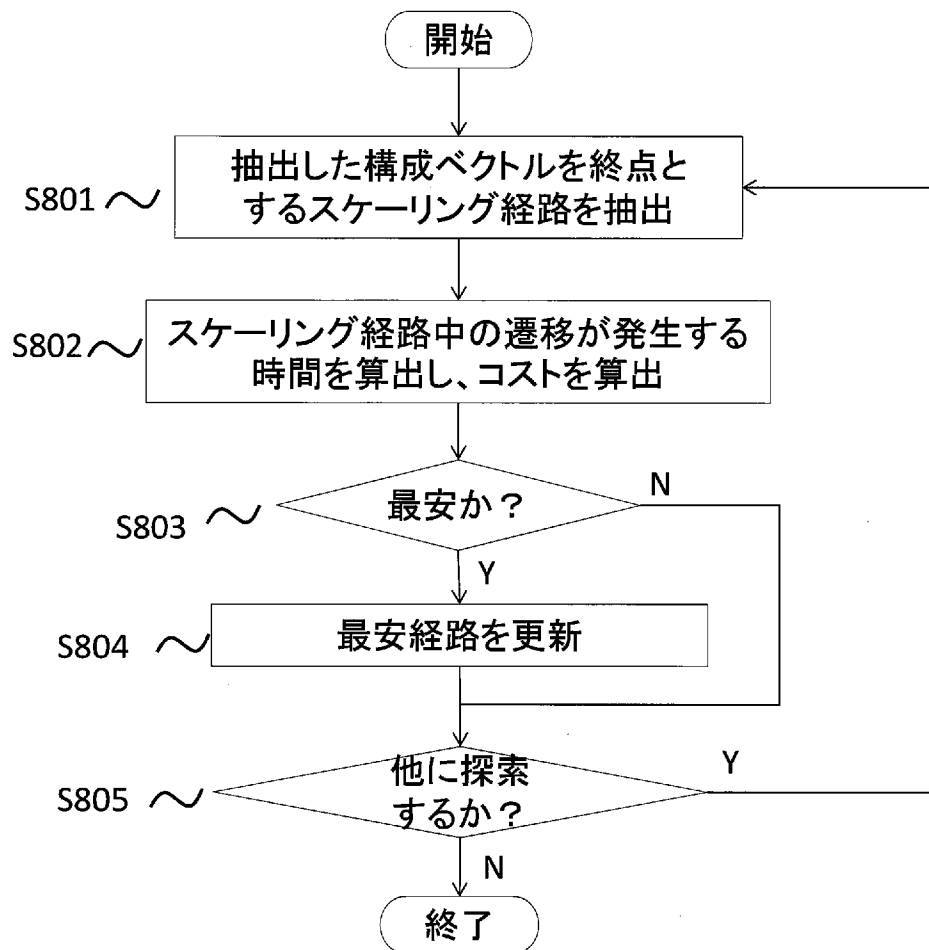
[図5]



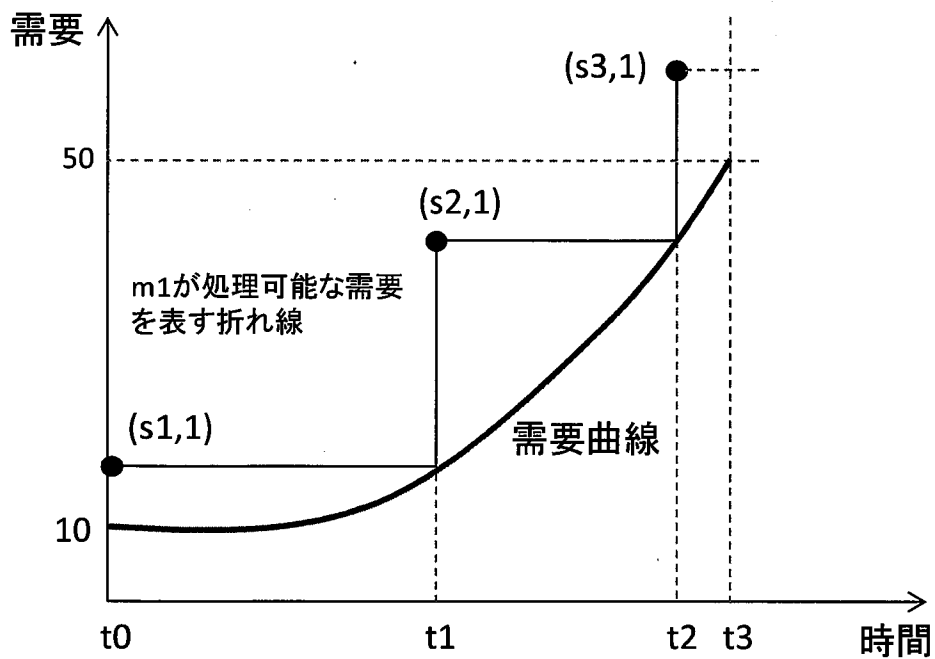
[図6]



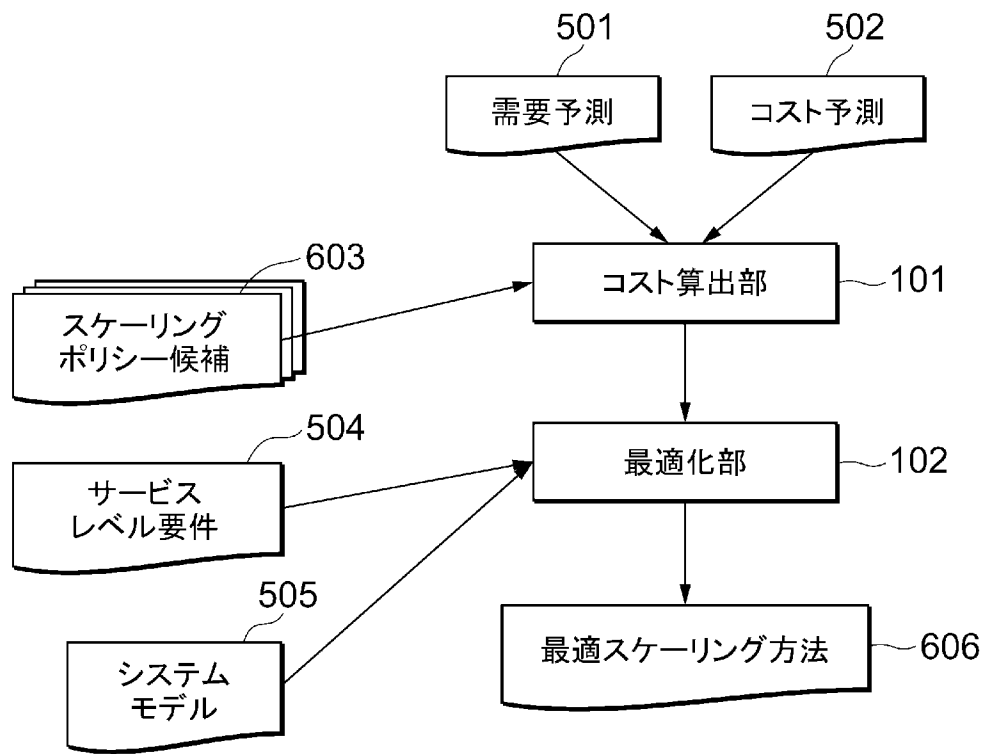
[図7]



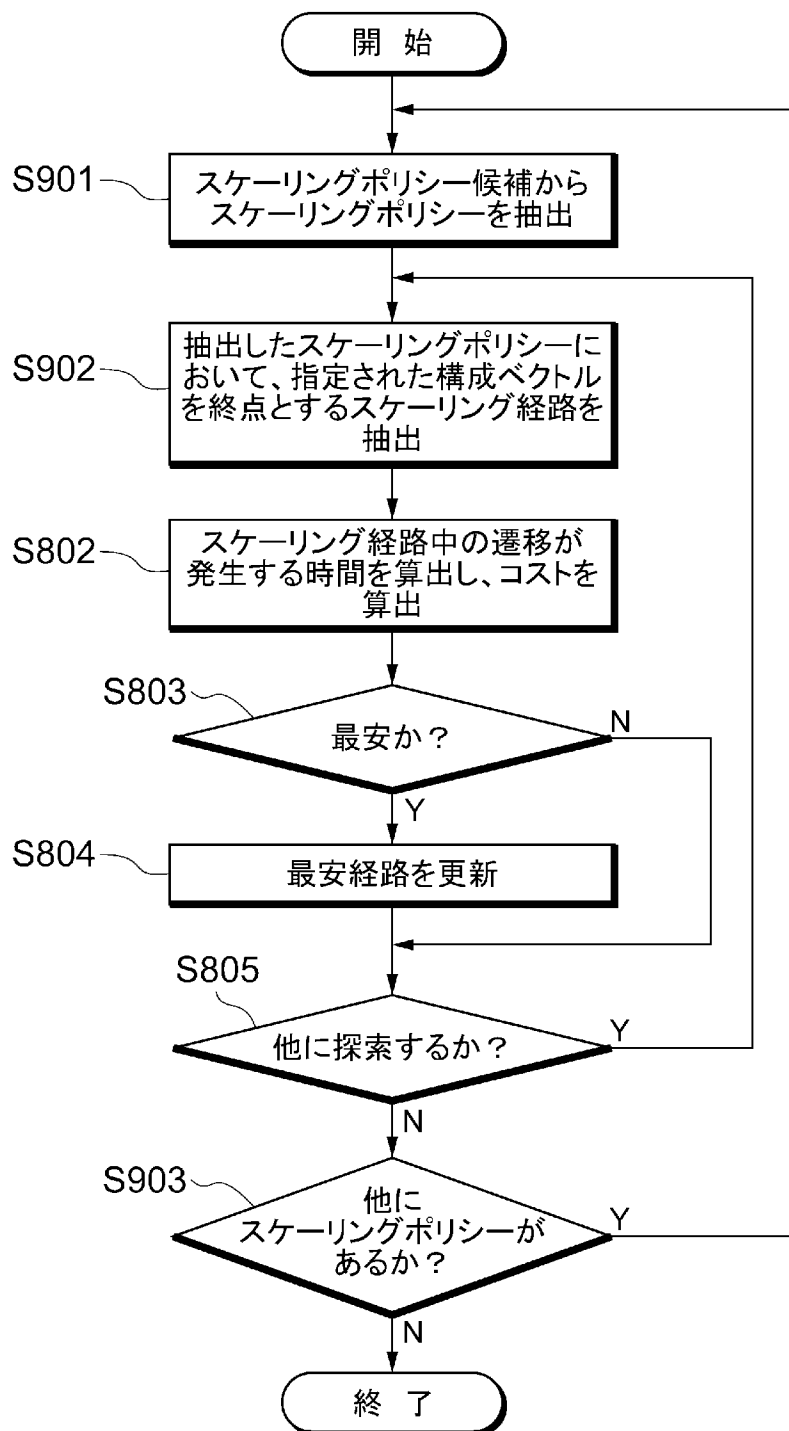
[図8]



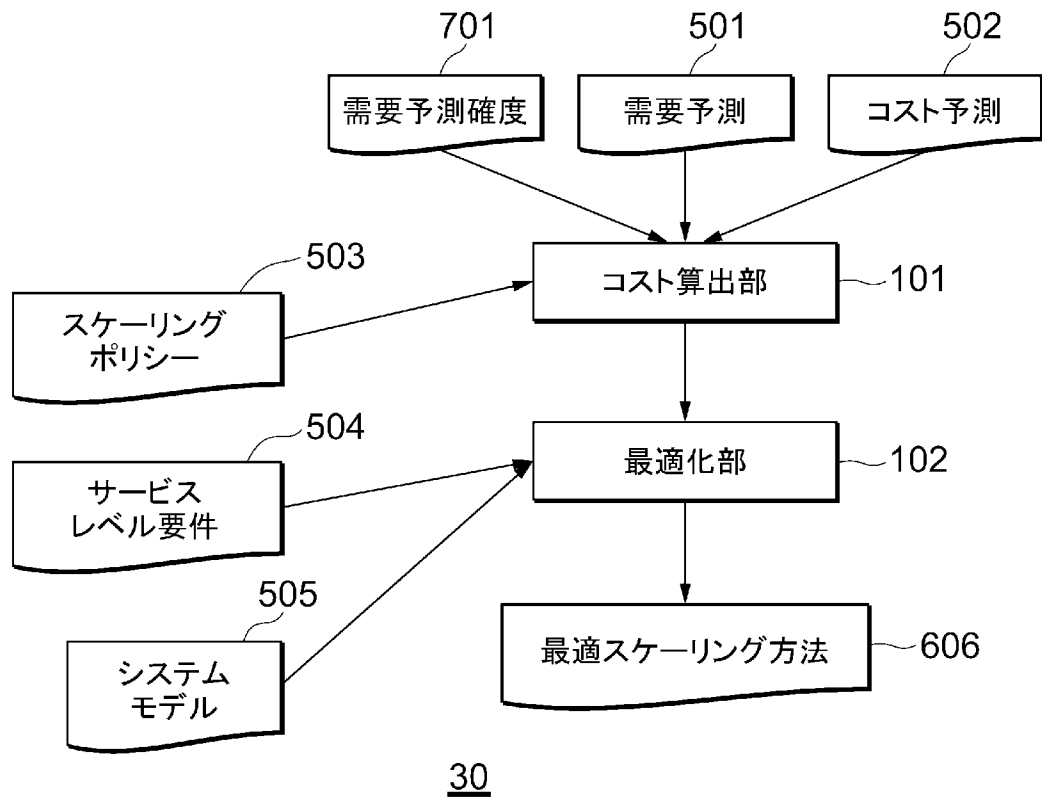
[図9]

20

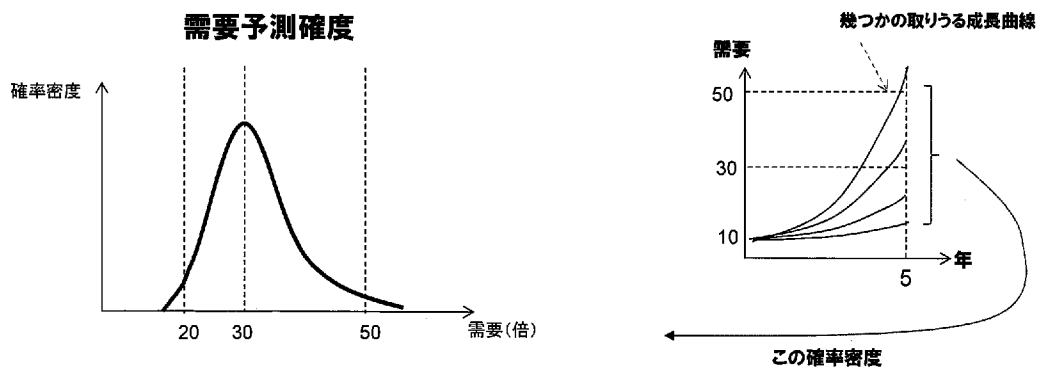
[図10]



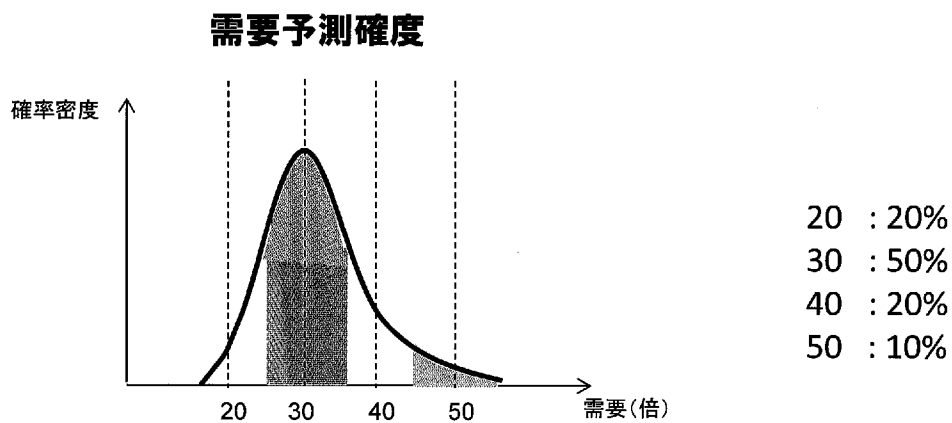
[図11]



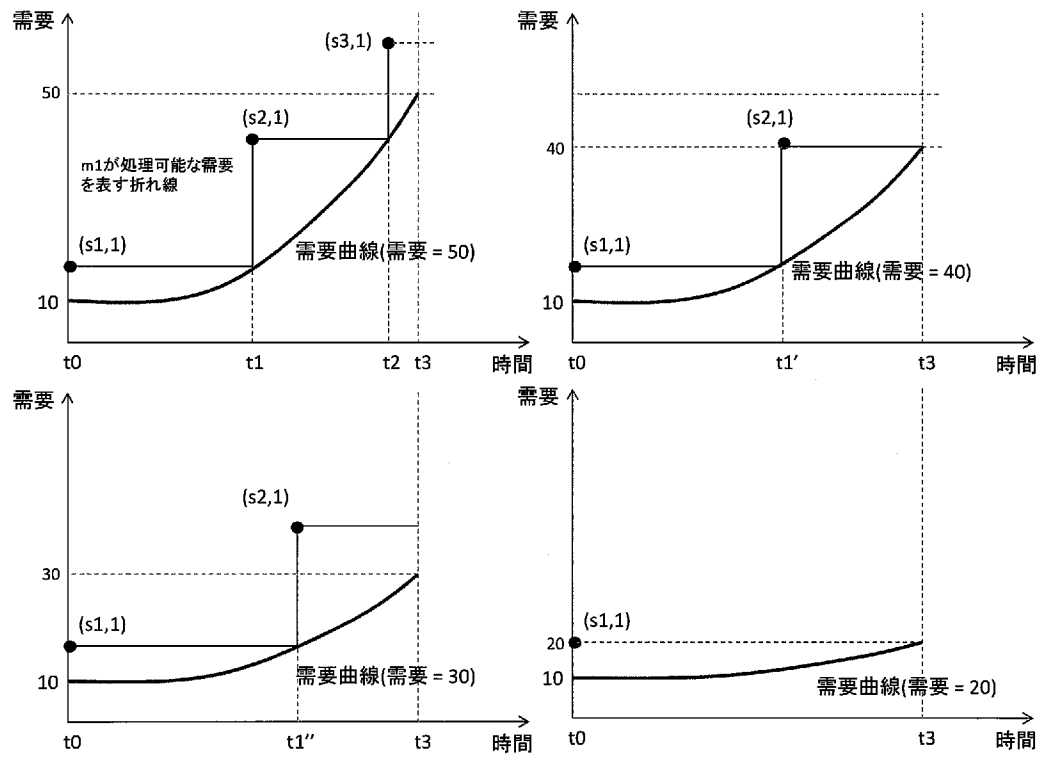
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/075516

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F17/50(2006.01)i, G06Q10/04(2012.01)i, G06Q50/10(2012.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06F17/50, G06Q10/04, G06Q50/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2008-242791 A (Nomura Research Institute, Ltd.), 09 October 2008 (09.10.2008), paragraphs [0011] to [0037]; fig. 1 (Family: none)	1, 2, 4, 5 3
Y A	JP 2010-92484 A (Accenture Global Services GmbH), 22 April 2010 (22.04.2010), paragraphs [0043] to [0054]; fig. 2, 3 & CA 2680978 A1 & CN 102193781 A & EP 2192536 A2 & US 2010/088662 A1	1, 2, 4, 5 3
A	JP 2001-222579 A (Toshiba Corp.), 17 August 2001 (17.08.2001), entire text; all drawings (Family: none)	1-5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
21 November, 2013 (21.11.13)

Date of mailing of the international search report
03 December, 2013 (03.12.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/075516

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-99973 A (Hitachi, Ltd.), 14 April 2005 (14.04.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 2004-507838 A (Abu El Ata, Nabil, A.), 11 March 2004 (11.03.2004), entire text; all drawings & AU 8690701 A & CA 2419153 A1 & EP 1314106 A2 & US 6311144 B1 & WO 2002/019148 A2	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G06F17/50(2006.01)i, G06Q10/04(2012.01)i, G06Q50/10(2012.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G06F17/50, G06Q10/04, G06Q50/10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2008-242791 A（株式会社野村総合研究所）2008.10.09, [0011]-[0037], 図1（ファミリーなし）	1, 2, 4, 5 3
Y A	JP 2010-92484 A（アクセンチュア グローバル サービスィズ ゲーエムベーハー）2010.04.22, [0043]-[0054], 図2, 3 & CA 2680978 A1 & CN 102193781 A & EP 2192536 A2 & US 2010/088662 A1	1, 2, 4, 5 3
A	JP 2001-222579 A（株式会社東芝）2001.08.17, 全文, 全図 （ファミリーなし）	1-5

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 1 . 1 1 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

0 3 . 1 2 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

加舎 理紅子

5 M

3 0 5 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 9 9

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2005-99973 A (株式会社日立製作所) 2005.04.14, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2004-507838 A (アブ エル アタ・ナビル・エー) 2004.03.11, 全文, 全図 & AU 8690701 A & CA 2419153 A1 & EP 1314106 A2 & US 6311144 B1 & WO 2002/019148 A2	1-5