

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3665460号
(P3665460)

(45) 発行日 平成17年6月29日(2005.6.29)

(24) 登録日 平成17年4月8日(2005.4.8)

(51) Int. Cl.⁷

F I

H04L 12/56
G06F 13/00

H04L 11/20 102D
G06F 13/00 351A

請求項の数 22 (全 35 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平9-335543 (22) 出願日 平成9年12月5日(1997.12.5) (65) 公開番号 特開平11-168505 (43) 公開日 平成11年6月22日(1999.6.22) 審査請求日 平成15年7月15日(2003.7.15)</p>	<p>(73) 特許権者 000005223 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 (74) 代理人 100074099 弁理士 大菅 義之 (74) 代理人 100067987 弁理士 久木元 彰 (72) 発明者 島山 卓久 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 審査官 清水 稔</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 分散自律協調型の応答時間チューニングによる経路選択システム、方法、及び記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも1つのノードを有する複数のシステムがネットワークを介して分散配置される環境において、発信元ノードから送信先ノードに送信されるデータのネットワーク上の経路、及び送信先ノードから発信元ノードに返信されるデータのネットワーク上の経路を選択する経路選択システムにおいて、該送信先ノードのサービスを要求するために、該発信元ノードから該送信先ノードに対してサービス要求メッセージを送信する場合に、該発信元ノードと該送信先ノードとの間を接続可能な各経路について、予測情報を用いて、それぞれ予測応答時間を求め、該予測応答時間が最小となる経路を使用して、該サービス要求メッセージを送信する経路算出手段と、該経路算出手段の該サービス要求メッセージの送信に応じて、少なくとも該送信を行った経路、及び該サービス要求メッセージの要求データ長を含む、そのサービス要求メッセージの送信に関する情報を応答情報として記憶し、該送信先ノードから、該発信元ノードに該サービス要求メッセージに対する応答を受信する場合に、少なくともその応答の応答データ長、及び該サービス要求メッセージの送信時からの応答時間に関する値を含む、その応答の受信に関する情報を更に該応答情報として記憶する応答情報管理手段と、該応答情報管理手段の該応答の受信に応じて、該応答情報に基づいて、該予測情報の内容を更新する予測情報管理手段と、を有することを特徴とする経路選択システム。

10

【請求項2】

前記応答時間に関する値が、単位データ長あたりの応答時間を示す実応答時間であり、

20

該実応答時間が計算式：実応答時間 = (2 ・ 応答時間) / (要求データ長 + 応答データ長)

により求められることを特徴とする請求項 1 に記載の経路選択システム。

【請求項 3】

少なくとも 1 つのノードを有する前記システムが、該システムごとに、前記予測情報を有し、該予測情報が少なくとも 1 つの応答時間予測オブジェクトを有し、該応答時間予測オブジェクトがそれぞれ、染色体、及び適合度を意味するビット列を有し、該染色体が応答時間予測関数のパラメータに対応する少なくとも 1 つの遺伝子ブロックを有し、前記予測情報管理手段が、前記サービス要求メッセージに対する応答を受信した際に、該染色体を世代交代させる世代交代手段を有し、該世代交代手段が、該応答時間予測オブジェクト内の各遺伝子ブロックからなる該応答時間予測関数のパラメータを用いて予測応答時間を計算し、最適な応答時間の予測を行った応答時間予測オブジェクトほど前記適合度を大きい値に設定し、前記適合度の値が大きいほど前記応答時間予測オブジェクトの寿命の値を長く設定する適合度計算手段と、寿命に達した応答時間予測オブジェクトを判定し、その応答時間予測オブジェクトを削除する応答時間予測オブジェクト削除手段と、該応答時間予測オブジェクト削除手段によって削除された応答時間予測オブジェクトを補完すべく新たな応答時間予測オブジェクトを生成するために、既存の応答時間予測オブジェクトを、適合度の高いものほど高い確率で選択されるようにして複数選択し、その中の応答時間予測オブジェクトの染色体に対して所定の確率で、遺伝的オペレータを行う応答時間予測オブジェクト生成手段とを有し、該世代交代手段による世代交代処理を繰り返すことによつて、動的に最適な応答時間の予測を行うことができるように該応答時間予測オブジェクトを進化させ、最適な経路の予測を自律的に行わせることを特徴とする請求項 1 に記載の経路選択システム。

10

20

【請求項 4】

前記予測情報、及び前記応答情報を含む複数のスクールのそれぞれが、少なくとも 1 つの前記予測情報管理手段に対応づけられ、該予測情報管理手段内の前記世代交代手段において、前記適合度計算手段が、該予測応答時間の計算の際に、他のスクール内の該応答情報を使用することができ、前記応答時間予測オブジェクト生成手段が、対応する前記スクールに対して、新たな応答時間予測オブジェクトを生成において、既存の応答時間予測オブジェクトを選択する際に、他のスクール内の応答時間予測オブジェクトを選択することができ、他のスクールが対応づけられている予測情報管理手段の属するシステムとの間で協調的に通信負荷を分散して経路を予測することを特徴とする請求項 3 に記載の経路選択システム。

30

【請求項 5】

前記予測応答時間が、複数の応答の受信によって得られた複数の応答情報内の実応答時間及びその実応答時間が計測された時刻と、前記応答時間予測オブジェクト内の各遺伝子ブロックに記憶された、実応答時間が計測された時刻の新しさに関する係数、予測対象経路と実応答時間の計測された経路の距離に関する係数、及び予測対象経路と実応答時間の計測された経路のそれぞれの経路上の各ノードに関するアドレス情報の部分的な、距離に関する重み付けを表す係数と、実応答時間が計測された時刻の新しさに関する定数、及び予測対象経路と実応答時間の計測された経路の距離に関する定数を基に計算されることを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の経路選択システム。

40

【請求項 6】

前記適合度が、前記予測応答時間と、複数の応答の受信によって得られた複数の応答情報内の実応答時間及びその実応答時間が計測された時刻と、前記応答時間予測オブジェクト内の各遺伝子ブロックに記憶された、実応答時間が計測された時刻の新しさに関する係数と、実応答時間が計測された時刻の新しさに関する定数を基に計算されることを特徴とする請求項 5 に記載の経路選択システム。

【請求項 7】

前記予測応答時間が、複数の応答の受信によって得られた複数の応答情報内の実応答時

50

間 $R T_i$ ($i = 1 \sim N$) 及びその実応答時間が計測された時刻、並びに前記応答時間予測オブジェクト内の各遺伝子ブロックに記憶された、最新性影響係数 (c_{new})、距離影響係数 (c_{dist})、4つのサブネットワーク間距離影響係数 ($cs_{net1}, cs_{net2}, cs_{net3}, cs_{net4}$) を用いて、

【数 1】

$$\text{予測応答時間} = \left(\sum_{i=1}^N R I R_i \cdot D I R_i \cdot R T_i \right) / \left(\sum_{i=1}^N R I R_i \cdot D I R_i \right)$$

によって求められ、ここで $R I R_i = e^{(-C_1 \cdot c_{new} \cdot T A_i)}$ (C_1 は正の定数、 $T A_i$ は該予測応答時間計算時刻から i 番目の実応答時間が計測された時刻を差し引いた値である)、 $D I R_i = 1 / (C_2 \cdot e^{-C_3 \cdot c_{dist}} \cdot D E_{i+1})$ (C_2 及び C_3 は正の定数である)

10

【数 2】

$$D E_i = \sum_{k=1}^4 \left(C_k \cdot \sum_{j=1}^M |R_{kij} - T_{kj}| \right)$$

(i 番目の該応答情報の経路上の各ノードの番号を j とし、発信元ノード、送信先ノードを含む該経路上のノード数を M とし、予測対象の経路上の j 番目のノードの IP アドレスを $T_{1j}, T_{2j}, T_{3j}, T_{4j}$ とし、該応答情報の経路上の各ノードの j 番目の IP アドレスを $R_{1ij}, R_{2ij}, R_{3ij}, R_{4ij}$ とする)

20

$C_k = e^{-C_4 \cdot cs_{netk}}$ (C_4 は正の定数)

であることを特徴とする請求項 5 に記載の経路選択システム。

【請求項 8】

前記適合度が、複数の応答の受信によって得られた複数の応答情報内の実応答時間 $R T_i$ ($i = 1 \sim N$) 及びその実応答時間が計測された時刻、並びに前記応答時間予測オブジェクト内の各遺伝子ブロックに記憶された、最新性影響係数 (c_{new}) を用いて、

【数 3】

$$\text{適合度} = \left(\sum_{i=1}^N R I R_i \right) / \left(\sum_{i=1}^N (d R T_i + 1) \cdot R I R_i \right)$$

30

を用いて求められ、ここで $R I R_i = e^{(-C_1 \cdot c_{new} \cdot T A_i)}$ (C_1 は正の定数、 $T A_i$ は該予測応答時間計算時刻から i 番目の実応答時間 $R T_i$ が計測された時刻を差し引いた値である)、 $d R T_i$ は、 i 番目の実応答時間 $R T_i$ が計測された時点での予測応答時間と、該実応答時間 $R T_i$ の差の絶対値であることを特徴とする請求項 6 に記載の経路選択システム。

【請求項 9】

前記寿命の値が、寿命 = ((前記予測情報の適合度 - 適合度の最小値) / (1 - 適合度の最小値)) · 寿命の最大値の式により求められることを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の経路選択システム。

【請求項 10】

40

前記発信元ノードが前記サービス要求メッセージを、代表サーバ宛に送信する際に、その代表サーバの名称に対応する少なくとも 1 つのミラーサーバ名を提供し、該発信元ノードが PROXY サーバを経由して該サービス要求メッセージを送信する際に、該発信元ノードに関連する少なくとも 1 つの PROXY サーバ名を提供する経路情報管理手段を有することを特徴とする請求項 1 に記載の経路選択システム。

【請求項 11】

少なくとも 1 つのノードを有する複数のシステムがネットワークを介して分散配置される環境において、発信元ノードから送信先ノードに送信されるデータのネットワーク上の経路、及び送信先ノードから発信元ノードに返信されるデータのネットワーク上の経路を選択する経路選択方法において、該送信先ノードのサービスを要求するために、該発信元

50

ノードから該送信先ノードに対してサービス要求メッセージを送信する場合に、該発信元ノードと該送信先ノードとの間を接続可能な各経路について、予測情報を用いて、それぞれ予測応答時間を求め、該予測応答時間が最小となる経路を使用して、該サービス要求メッセージを送信する経路算出ステップと、該経路算出ステップの該サービス要求メッセージの送信に応じて、少なくとも該送信を行った経路、及び該サービス要求メッセージの要求データ長を含む、そのサービス要求メッセージの送信に関する情報を応答情報として記憶し、該送信先ノードから、該発信元ノードに該サービス要求メッセージに対する応答を受信する場合に、少なくともその応答の応答データ長、及び該サービス要求メッセージの送信時からの応答時間に関する値を含む、その応答の受信に関する情報を更に該応答情報として記憶する応答情報管理ステップと、該応答情報管理ステップの該応答の受信に応じて、該応答情報に基づいて、該予測情報の内容を更新する予測情報管理ステップと、を有することを特徴とする経路選択方法。

10

【請求項 1 2】

前記応答時間に関する値が、単位データ長あたりの応答時間を示す実応答時間であり、該実応答時間が計算式： $実応答時間 = (2 \cdot 応答時間) / (要求データ長 + 応答データ長)$

により求められることを特徴とする請求項 1 1 に記載の経路選択方法。

【請求項 1 3】

少なくとも 1 つのノードを有する前記システムが、該システムごとに、前記予測情報を有し、該予測情報が少なくとも 1 つの応答時間予測オブジェクトを有し、該応答時間予測オブジェクトがそれぞれ、染色体、及び適合度を意味するビット列を有し、該染色体が応答時間予測関数のパラメータに対応する少なくとも 1 つの遺伝子ブロックを有し、前記予測情報管理ステップが、前記サービス要求メッセージに対する応答を受信した際に、該染色体を世代交代させる世代交代ステップを有し、該世代交代ステップが、該応答時間予測オブジェクト内の各遺伝子ブロックからなる該応答時間予測関数のパラメータを用いて予測応答時間を計算し、最適な応答時間の予測を行った応答時間予測オブジェクトほど前記応答時間予測オブジェクトの適合度を大きい値に設定し、前記適合度の値が大きいほど前記寿命の値を長く設定する適合度計算ステップと、寿命に達した応答時間予測オブジェクトを判定し、その応答時間予測オブジェクトを削除する応答時間予測オブジェクト削除ステップと、該応答時間予測オブジェクト削除ステップによって削除された応答時間予測オブジェクトを補完すべく新たな応答時間予測オブジェクトを生成するために、既存の応答時間予測オブジェクトを、適合度の高いものほど高い確率で選択されるようにして複数選択し、その中の応答時間予測オブジェクトの染色体に対して所定の確率で、遺伝的オペレータを行う応答時間予測オブジェクト生成ステップとを有し、該世代交代ステップによる世代交代処理を繰り返すことによって、動的に最適な応答時間の予測を行うことができるように該応答時間予測オブジェクトを進化させ、最適な経路の予測を自律的に行わせることを特徴とする請求項 1 1 に記載の経路選択方法。

20

30

【請求項 1 4】

前記予測情報、及び前記応答情報を含む複数のスクールのそれぞれが、少なくとも 1 つの前記予測情報管理ステップに対応づけられ、該予測情報管理ステップ内の前記世代交代ステップにおいて、前記適合度計算手段が、該予測応答時間の計算の際に、他のスクール内の該応答情報を使用することができ、前記応答時間予測オブジェクト生成手段が、対応する前記スクールに対して、新たな応答時間予測オブジェクトを生成において、既存の応答時間予測オブジェクトを選択する際に、他のスクール内の応答時間予測オブジェクトを選択することができ、他のスクールが対応づけられている予測情報管理ステップの属するシステムとの間で協調的に通信負荷を分散して経路を予測することを特徴とする請求項 1 3 に記載の経路選択方法。

40

【請求項 1 5】

前記予測応答時間が、複数の応答の受信によって得られた複数の応答情報内の実応答時間及びその実応答時間が計測された時刻と、前記応答時間予測オブジェクト内の各遺伝子

50

ブロックに記憶された、実応答時間が計測された時刻の新しさに関する係数、予測対象経路と実応答時間の計測された経路の距離に関する係数、及び予測対象経路と実応答時間の計測された経路のそれぞれの経路上の各ノードに関するアドレス情報の部分的な、距離に関する重み付けを表す係数と、実応答時間が計測された時刻の新しさに関する定数、及び予測対象経路と実応答時間の計測された経路の距離に関する定数を基に計算されることを特徴とする請求項 1 3 または 1 4 に記載の経路選択方法。

【請求項 1 6】

前記適合度が、前記予測応答時間と、複数の応答の受信によって得られた複数の応答情報内の実応答時間及びその実応答時間が計測された時刻と、前記応答時間予測オブジェクト内の各遺伝子ブロックに記憶された、実応答時間が計測された時刻の新しさに関する係数と、実応答時間が計測された時刻の新しさに関する定数を基に計算されることを特徴とする請求項 1 5 に記載の経路選択システム。

【請求項 1 7】

前記予測応答時間が、複数の応答の受信によって得られた複数の応答情報内の実応答時間 $R T_i$ ($i = 1 \sim N$) 及びその実応答時間が計測された時刻、並びに前記応答時間予測オブジェクト内の各遺伝子ブロックに記憶された、最新性影響係数 (c_{new})、距離影響係数 (c_{dist})、4 つのサブネットワーク間距離影響係数 ($c_{snet1}, c_{snet2}, c_{snet3}, c_{snet4}$) を用いて、

【数 4】

$$\text{予測応答時間} = \left(\sum_{i=1}^N R I R_i \cdot D I R_i \cdot R T_i \right) / \left(\sum_{i=1}^N R I R_i \cdot D I R_i \right)$$

によって求められ、ここで $R I R_i = e^{(-C_1 \cdot c_{new} \cdot T A_i)}$ (C_1 は正の定数、 $T A_i$ は該予測応答時間計算時刻から i 番目の実応答時間が計測された時刻を差し引いた値である)、 $D I R_i = 1 / (C_2 \cdot e^{-C_3 \cdot c_{dist}} \cdot D E_{i+1})$ (C_2 及び C_3 は正の定数である)

【数 5】

$$D E_i = \sum_{k=1}^4 (C_k \cdot \sum_{j=1}^M |R_{kij} - T_{kj}|)$$

(i 番目の該応答情報の経路上の各ノードの番号を j とし、発信元ノード、送信先ノードを含む該経路上のノード数を M とし、予測対象の経路上の j 番目のノードの IP アドレスを $T_{1j}, T_{2j}, T_{3j}, T_{4j}$ とし、該応答情報の経路上の各ノードの j 番目の IP アドレスを $R_{1ij}, R_{2ij}, R_{3ij}, R_{4ij}$ とする))

$C_k = e^{-C_4 \cdot c_{snetk}}$ (C_4 は正の定数)

であることを特徴とする請求項 1 5 に記載の経路選択方法。

【請求項 1 8】

前記適合度が、複数の応答の受信によって得られた複数の応答情報内の実応答時間 $R T_i$ ($i = 1 \sim N$) 及びその実応答時間が計測された時刻、並びに前記応答時間予測オブジェクト内の各遺伝子ブロックに記憶された、最新性影響係数 (c_{new}) を用いて、

【数 6】

$$\text{適合度} = \left(\sum_{i=1}^N R I R_i \right) / \left(\sum_{i=1}^N (d R T_i + 1) \cdot R I R_i \right)$$

を用いて求められ、ここで $R I R_i = e^{(-C_1 \cdot c_{new} \cdot T A_i)}$ (C_1 は正の定数、 $T A_i$ は該予測応答時間計算時刻から i 番目の実応答時間 $R T_i$ が計測された時刻を差し引いた値である)、 $d R T_i$ は、 i 番目の実応答時間 $R T_i$ が計測された時点での予測応答時間と、該実応答時間 $R T_i$ の差の絶対値であることを特徴とする請求項 1 6 に記載の経路選択方法。

【請求項 1 9】

10

20

30

40

50

前記寿命の値が、 $\text{寿命} = ((\text{前記予測情報の適合度} - \text{適合度の最小値}) / (1 - \text{適合度の最小値})) \cdot \text{寿命の最大値}$ の式により求められることを特徴とする請求項13または14に記載の経路選択方法。

【請求項20】

前記発信元ノードが前記サービス要求メッセージを、代表サーバ宛に送信する際に、その代表サーバの名称に対応する少なくとも1つのミラーサーバ名を提供し、該発信元ノードがPROXYサーバを経由して該サービス要求メッセージを送信する際に、該発信元ノードに関連する少なくとも1つのPROXYサーバ名を提供する経路情報管理ステップを有することを特徴とする請求項11に記載の経路選択方法。

【請求項21】

少なくとも1つのノードを有する複数のシステムがネットワークを介して分散配置される環境において、発信元ノードから送信先ノードに送信されるデータのネットワーク上の経路、及び送信先ノードから発信元ノードに返信されるデータのネットワーク上の経路を選択する経路選択方法を実現するプログラムを記録した記録媒体であって、該送信先ノードのサービスを要求するために、該発信元ノードから該送信先ノードに対してサービス要求メッセージを送信する場合に、該発信元ノードと該送信先ノードとの間を接続可能な各経路について、予測情報を用いて、それぞれ予測応答時間を求め、該予測応答時間が最小となる経路を使用して、該サービス要求メッセージを送信する経路算出ステップと、該経路算出ステップの該サービス要求メッセージの送信に応じて、少なくとも該送信を行った経路、及び該サービス要求メッセージの要求データ長を含む、そのサービス要求メッセージの送信に関する情報を応答情報として記憶し、該送信先ノードから、該発信元ノードに該サービス要求メッセージに対する応答を受信する場合に、少なくともその応答の応答データ長、及び該サービス要求メッセージの送信時からの応答時間に関する値を含む、その応答の受信に関する情報を更に、該応答情報として記憶する応答情報管理ステップと、該応答情報管理ステップの該応答の受信に応じて、該応答情報に基づいて、該予測情報の内容を更新する予測情報管理ステップを、コンピュータに実行させるプログラムを記録した該コンピュータが読み取り可能な記録媒体。

【請求項22】

前記発信元ノードがサービス要求メッセージを、代表サーバ宛に送信する際に、その代表サーバの名称に対応する少なくとも1つのミラーサーバ名を提供し、該発信元ノードがPROXYサーバを経由して該サービス要求メッセージを送信する際に、該発信元ノードに関連する少なくとも1つのPROXYサーバ名を提供する経路情報管理ステップを、さらにコンピュータに実行させる請求項21記載のプログラムを記録した該コンピュータが読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、複数のシステムが分散して配置されたネットワーク環境において、最適な経路を選択するための方式に関し、より詳しくは、それらの複数のシステムのうち、あるシステムから他のシステムにサービスの要求データが送信され、該送信データに対する応答データが、その要求データの送信先システムから要求データの送信元システムに返信された場合に、その送信データ及び応答データの単位データ長あたりの応答時間をもとに、それらのデータの送信と応答に用いられる最適経路を予測し、選択する方式に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年のインターネットの急速な普及に伴い、インターネット上で送受信されるデータ量は著しく増加してきている。インターネット上で送受信されるデータは、WWWサーバからダウンロードされるホームページのデータ、FTPサーバからの各種ソフトウェアのデータ、企業や個人間のメール等、その種類や用途は多岐にわたる。

【0003】

10

20

30

40

50

このような状況において、インターネットのユーザは、要求したホームページに関するデータのダウンロード、すなわちホームページの表示に長時間を要したり、複数のミラーサーバが提供されているにもかかわらず、最も効率的なサーバがどれか分からないために、ファイルのダウンロードに長時間を要したりすることをしばしば経験する。

【0004】

一方、ネットワークのトポロジが複雑化することで、最適なネットワークの経路が動的に大きく変化し、ネットワーク管理者またはネットワーク技術者にとっては、最適な経路選択を行うことがより困難なものとなってきている。

【0005】

しかし、従来の経路選択に関するルーティング・プロトコルは、ルータなどの各中継装置において、発信元アドレスから送信先アドレスまでの間に介在するルータ数（ホップ数）、帯域（データ最大流量）、及びトラフィック（データの実際の流量）等の情報を収集し、これらを指標として経路の計算を行っている。これらの技術においては、あるノードから他のノードに対してサービスを要求するデータが送信され、他のノードからその送信データに対する応答データが返信された場合の、その送信データ及び応答データの単位データ長あたりの応答時間は、経路選択の計算には使用されていない。

【0006】

従来のルーティング・プロトコルの代表的な例として、RIPとOSPFがある。

RIP (Routing Information Protocol、RFC1058) は、自律システム内のルータ間あるいはルータとホスト間の動的ルーティング情報交換プロトコルである。RIPは距離ベクトル・アルゴリズムを採用し、多くのUNIXシステムやルータに実装されている。また、RIPでは、それぞれのルータが隣接するルータとの間で、一定周期ごとに、データが送信先に到達するまでに経由するルータの数（ホップ数）を交換し、そのホップ数を最小にするように通信経路を選択する。ただし、管理可能な最大のホップ数は15である。

【0007】

OSPF (Open Shortest Path First、RFC1583) は、リンク・ステート・アルゴリズムを採用し、ルータ間でネットワークの接続情報（リンク・ステート）を交換し、それらを基に、各ルータが最適な通信経路を選択する。OSPFは、ネットワークの負荷、回線コスト/速度、遅延などを考慮した最適なコストの経路を選択することができ、また更にコストが同じ複数の経路を確保して負荷分散を行う。

【0008】

また、上記RIPに遺伝的アルゴリズムを適用した例が、1997年、Masaharu Munetomo、Yoshiaki Takai、Yoshiharu Satoにより、論文「An Adaptive Network Routing Algorithm Employing Path Genetic Operators (Seventh International Conference on Genetic Algorithms (ICGA'97)」として発表されている。

【0009】

遺伝的アルゴリズム (GA) とは、生物の遺伝の機構を工学的に模倣・応用した技術である。生物の進化の過程では、既存の個体（親）から新たな個体（子）が生まれる際に、個体の持つ染色体同士の交叉、染色体上の遺伝子の突然変異などが起こる。そして、環境に適応しない個体は淘汰され、より適応した個体が生き延びて新たな親となり、さらに新たな子孫を作っていく。このようにして、環境に適応した個体の集団が生き延びていく。各個体がどの程度環境に適応するかは、染色体あるいはゲノムによって決定される。

【0010】

遺伝的アルゴリズムでは、組合せ最適化問題の解候補を、遺伝子の1次元ストリングである染色体に対応させて文字列として表現し、解候補（これを個体と呼ぶ）の集団に対して、選択および自己複製による淘汰、交叉、突然変異等の遺伝子操作を繰り返し行うことにより最適解の探索を行う。なお、上述の文字列とは、例えば0と1を使って表されるような数列等も含むものとする。

【0011】

ここでは、生物進化は、解候補に対する目的関数（解候補の適性度を評価する関数）の値

10

20

30

40

50

が最適値に近づくことに相当し、目的関数を最適にするものほど大きい値を取るような適応度関数が文字列（染色体）に対して定義される。淘汰とは、適応度関数により各文字列の評価値を算出し、解候補の集団の中で評価値の高い文字列を持つ解候補を、より高い確率で選択して次世代の解候補集団とする操作である。突然変異とは、文字列（ビット列）の一部のビット（遺伝子の一部）をランダムに反転した値（もともと1なら0、もともと0なら1）に置き換える操作である。交叉とは、2つの文字列の一部を相互に入れ換える操作である。

【0012】

これらの操作を繰り返すことによって評価値のより高い文字列、すなわち目的関数をより最適化する解候補を得ることができる。遺伝的アルゴリズムは、大規模で多峰性を有する離散変数の最適化問題を解くのに適しているといわれており、しかも容易に適用可能であることから、広く一般的に使われている。

10

【0013】

上記論文においては、各ルータがRIPに基づいてホップ数を最小にするようにして作成されたルーティング・テーブル内の「デフォルト・ルート」の他に、突然変異及び交叉を用いる遺伝的アルゴリズムを使用して代替ルートを生成する。こうして生成された複数の経路は、それらの経路を使用した際の通信待ち時間に応じて、採用される確率（頻度）が決定され、その待ち時間に基づく評価が一定値を下回った場合に、この遺伝的アルゴリズムが適用され、新たな別の経路が生成される。

【0014】

ここでは、突然変異は、例えば、基の経路を構成するルータのうち、あるルータを隣接する別のルータに変更し、そのルータと発信元のノードとの最短経路、及びそのルータと送信先のノードとの最短経路を接続して新しい経路とする操作を表す。交叉は、例えば、基の1対の経路に関して、それらの経路を構成するルータのうち、両方の経路に含まれるルータの組を選択し、更にその組の中からルータを1つ選択し、そのルータと送信先ノードの間にあるルータを全て入れ替えて、新たな経路を生成する操作を表す。

20

【0015】

また、トランザクションの応答時間に基づいて、最適な処理を行うトランザクション処理サーバにそのトランザクションと同じ階級のトランザクションを割り当てる機構が特願平5-87579「トランザクション処理サーバの経路指定機構」に開示されている。

30

【0016】

上記機構では、トランザクションが複数の階級に区分され、その階級ごとに、トランザクション処理に関する平均応答時間が計算される。更に、各階級ごとに目標応答時間が設定されており、これらから階級ごとに性能指標を求める。

【0017】

ここで上記機構は、トランザクションの1つを着信すると、その処理を行う可能性のあるトランザクション処理サーバのそれぞれについて、前記トランザクションが処理された場合の予測性能指標を求め、全階級に亘る全体の予測性能指標を最良にするトランザクション処理サーバに前記トランザクションの処理を割り当てる。

【0018】

この機構では、トランザクションの処理をどのサーバに行わせるかを、過去のトランザクション処理に関する応答時間を基に決定するものであり、トランザクション処理に用いられるデータ長、データ量及び単位データ長あたりの応答時間を考慮するものではない。また、この機構は、トランザクション処理を行うサーバに対して、そのトランザクション処理に必要なデータを送信するネットワーク上の経路を制御するものでもない。更に、トランザクション処理を行うサーバに対するネットワーク上の経路中のノード数や帯域の違いなどの考慮も当然なされてはいない。

40

【0019】

【発明が解決しようとする課題】

従来の経路選択方式では、任意の隣接する経路の組み合わせにおける応答時間の予測をす

50

るためには、その組み合わせに含まれる全経路の全ノード間の応答時間の予測が必要であり、そのためには、経路上の全ノードについて出入り口のデータ通過量を計測し、一カ所で収集する必要がある。ところが、ノードによっては、データ通過量を計測できないものもあり、たとえ計測できて計測データの通知形式が異なると、これを応答時間の予測には使用できなかった。

【0020】

また、たとえデータ通過量を通知する能力をノードが持っているても、そのノードの運用者によっては、セキュリティ上の理由などにより、データ通過量を通知しないことも多い。このため、従来の経路選択技法では、特定のノードのリアルタイムなデータ通過量が欠けていることが多く、応答時間の予測ができなかった。

10

【0021】

また、従来の経路選択に関するルーティング・プロトコルは、ルータなどの各中継装置において、発信元アドレスから送信先アドレスまでの間に介在するルータ数（ホップ数）、帯域（データ最大流量）、及びトラフィック（データの実際の流量）等の情報を収集し、これらを指標として経路を決定していたが、これらの決定は、そのルータ及び隣接するルータからの情報によって局所的に行われるものであり、中継するスイッチング・ルータなどのネットワーク中継装置、クライアント、及びサーバの性能をも含んだ、発信元アドレスから送信先アドレスまでの経路の全体の性能を評価して経路選択するわけではない。従って、従来の経路選択方式では、例えば、ルータのスイッチング性能やWWW / PROXYサーバのキャッシュ分散効果は、性能情報として考慮されず、クライアントを利用するユーザにとって最適な経路、即ち実際のリクエストに対する応答時間の短い経路が必ずしも選択されるとは限らなかった。従来、ノード内の処理時間が回線通過時間に比してオーダーが低い場合が多く、応答時間の予測にはほとんど影響しなかったが、近年、計算機の内部バスの処理速度をはるかに凌駕したLAN（ギガビットイーサネットなど）やWAN（ATMによるB-ISDNなど）さらにはギガビット・ルータが登場し、ノード内処理時間が全体の応答時間に大きな影響を及ぼすようになってきている。

20

【0022】

更に、従来の経路選択方式では、クライアントに隣接した中継ノードの選択は静的にのみ可能で、中継性能が動的に変化する各中継ノードをその変化に適合させて動的に経路選択を行うことができなかった。

30

【0023】

また更に、従来の経路選択方式では、各経路選択システム間での協調的ふるまいが得られなかった。例えば、キャッシュの種類により利用する中継ノードを決めておき、同じキャッシュの内容が複数の中継ノードに重複して存在しないように制御することができなかった。

【0024】

また更に、従来の経路選択方式では、同様のルーティング・アルゴリズムが用いられると、各クライアントが同じデータから同じ予測を行ってしまう可能性があり、全てのクライアントが同じノードを経路として選択してしまい、結果として、応答時間が極端に悪化する結果を生んでしまっていた。

40

【0025】

本発明は、前記課題を解決するために、発信元ノードから他の送信先ノードに対してサービスを要求するデータが送信された場合に、その送信データと、送信先ノードから発信元ノードに返信された応答データの単位データ長あたりの応答時間を記録して、その情報を使用して経路ごとの応答時間を予測し、自律的に最適な経路を選択するシステムを提供することを目的とする。

【0026】

更に、本発明は、ノード間の経路の性能のみならず、経路上の全ての中継ノードの性能をも加味して得られる、単位データ長あたりの実応答時間を利用して経路選択を行うことができるシステムを提供することを目的とする。

50

【 0 0 2 7 】

【課題を解決するための手段】

上記本発明の課題を解決するための請求項 1 に記載の経路選択システムは、少なくとも 1 つのノードを有する複数のシステムがネットワークを介して分散配置される環境において、発信元ノードから送信先ノードに送信されるデータのネットワーク上の経路、及び送信先ノードから発信元ノードに返信されるデータのネットワーク上の経路を選択する経路選択システムであって、該送信先ノードのサービスを要求するために、該発信元ノードから該送信先ノードに対してサービス要求メッセージを送信する場合に、該発信元ノードと該送信先ノードとの間を接続可能な各経路について、予測情報を用いて、それぞれ予測応答時間を求め、該予測応答時間が最小となる経路を使用して、該サービス要求メッセージを送信する経路算出手段と、該経路算出手段の該サービス要求メッセージの送信に応じて、少なくとも該送信を行った経路、及び該サービス要求メッセージの要求データ長を含む、そのサービス要求メッセージの送信に関する情報を応答情報として記憶し、該送信先ノードから、該発信元ノードに該サービス要求メッセージに対する応答を受信する場合に、少なくともその応答の応答データ長、及び該サービス要求メッセージの送信時からの応答時間に関する値を含む、その応答の受信に関する情報を更に該応答情報として記憶する応答情報管理手段と、該応答情報管理手段の該応答の受信に応じて、該応答情報に基づいて、該予測情報の内容を更新する予測情報管理手段を有するよう構成される。これによって、前記経路の一部の情報が入手できなくてもその経路の応答時間を予測でき、ネットワーク中継装置、クライアント、サーバ等の性能をも含んだ前記経路の全体的な応答性能を基に 10 20 応答時間が予想可能となる。

【 0 0 2 8 】

請求項 2 に記載の経路選択システムは、請求項 1 において、前記応答時間に関する値が、単位データ長あたりの応答時間を示す実応答時間であり、該実応答時間が計算式： $実応答時間 = (2 \cdot 応答時間) / (要求データ長 + 応答データ長)$ により求められるよう構成される。これによって、前記経路の応答時間の予測が、ネットワーク中継装置、クライアント、サーバ等の性能をも含んだ前記経路の全体的な応答性能を基に得られる。

【 0 0 2 9 】

請求項 3 に記載の経路選択システムは、請求項 1 において、少なくとも 1 つのノードを有する前記システムが、該システムごとに、前記予測情報を有し、該予測情報が少なくとも 1 つの応答時間予測オブジェクトを有し、該応答時間予測オブジェクトがそれぞれ、染色体、及び適合度を意味するビット列を有し、該染色体が応答時間予測関数のパラメータに対応する少なくとも 1 つの遺伝子ブロックを有し、前記予測情報管理手段が、前記サービス要求メッセージに対する応答を受信した際に、該染色体を世代交代させる世代交代手段を有し、該世代交代手段が、該応答時間予測オブジェクト内の各遺伝子ブロックからなる該応答時間予測関数のパラメータを用いて予測応答時間を計算し、最適な応答時間の予測を行った応答時間予測オブジェクトほど前記適合度を大きい値に設定し、前記適合度の値が大きいほど前記応答時間予測オブジェクトの寿命の値を長く設定する適合度計算手段と、寿命に達した応答時間予測オブジェクトを判定し、その応答時間予測オブジェクトを削除する応答時間予測オブジェクト削除手段と、該応答時間予測オブジェクト削除手段によって削除された応答時間予測オブジェクトを補完すべく新たな応答時間予測オブジェクトを生成するために、既存の応答時間予測オブジェクトを、適合度の高いものほど高い確率で選択されるようにして複数選択し、その中の応答時間予測オブジェクトの染色体に対して所定の確率で、遺伝的オペレータを行う応答時間予測オブジェクト生成手段とを有し、該世代交代手段による世代交代処理を繰り返すことによって、動的に最適な応答時間の予測を行うことができるように該応答時間予測オブジェクトを進化させ、最適な経路の予測を自律的に行わせるよう構成される。これによって、前記最適な経路の予測を、中継ノード等の動的な性能の変化に応じて、動的かつ自律的に行うことができる。 30 40

【 0 0 3 0 】

請求項 4 に記載の経路選択システムは、請求項 3 において、前記予測情報、及び前記応答 50

情報を含む複数のスクールのそれぞれが、少なくとも1つの前記予測情報管理手段に対応づけられ、該予測情報管理手段内の前記世代交代手段において、前記適合度計算手段が、該予測応答時間の計算の際に、他のスクール内の該応答情報を使用することができ、前記応答時間予測オブジェクト生成手段が、対応する前記スクールに対して、新たな応答時間予測オブジェクトを生成において、既存の応答時間予測オブジェクトを選択する際に、他のスクール内の応答時間予測オブジェクトを選択することができ、他のスクールが対応づけられている予測情報管理手段の属するシステムとの間で協調的に通信負荷を分散して経路を予測するよう構成される。これによって、新しい予測個体の生成に、他のスクールの情報を反映させ、全体システムとして協調するように最適経路を求めることができる。

【0031】

請求項5に記載の経路選択システムは、請求項3または4において、前記予測応答時間が、複数の応答の受信によって得られた複数の応答情報内の実応答時間及びその実応答時間が計測された時刻と、前記応答時間予測オブジェクト内の各遺伝子ブロックに記憶された、実応答時間が計測された時刻の新しさに関する係数、予測対象経路と実応答時間の計測された経路の距離に関する係数、及び予測対象経路と実応答時間の計測された経路のそれぞれの経路上の各ノードに関するアドレス情報の部分的な、距離に関する重み付けを表す係数と、実応答時間が計測された時刻の新しさに関する定数、及び予測対象経路と実応答時間の計測された経路の距離に関する定数を基に計算されるよう構成される。これによって、前記経路の一部の情報が入手できなくてもその経路の応答時間を予測でき、ネットワーク中継装置、クライアント、サーバ等の性能をも含んだ前記経路の全体的な応答性能を基に応答時間が予想可能となる。

【0032】

請求項6に記載の経路選択システムは、請求項5において、前記適合度が、前記予測応答時間と、複数の応答の受信によって得られた複数の応答情報内の実応答時間及びその実応答時間が計測された時刻と、前記応答時間予測オブジェクト内の各遺伝子ブロックに記憶された、実応答時間が計測された時刻の新しさに関する係数と、実応答時間が計測された時刻の新しさに関する定数を基に計算されるよう構成される。これによって、前記最適な経路の予測を、中継ノード等の動的な性能の変化に応じて、動的かつ自律的に行うことができる。

【0033】

請求項7に記載の経路選択システムは、請求項5において、前記予測応答時間が、複数の応答の受信によって得られた複数の応答情報内の実応答時間 RT_i ($i = 1 \sim N$) 及びその実応答時間が計測された時刻、並びに前記応答時間予測オブジェクト内の各遺伝子ブロックに記憶された、最新性影響係数 (c_{new})、距離影響係数 (c_{dist})、4つのサブネットワーク間距離影響係数 ($csnet1, csnet2, csnet3, csnet4$) を用いて、

【0034】

【数7】

$$\text{予測応答時間} = \left(\sum_{i=1}^N RIR_i \cdot DIR_i \cdot RT_i \right) / \left(\sum_{i=1}^N RIR_i \cdot DIR_i \right)$$

【0035】

によって求められ、ここで $RIR_i = e^{(-C1 \cdot c_{new} \cdot T_{Ai})}$ ($C1$ は正の定数、 T_{Ai} は該予測応答時間計算時刻から i 番目の実応答時間が計測された時刻を差し引いた値である)、 $DIR_i = 1 / (C2 \cdot e^{-C3 \cdot c_{dist}} \cdot DE_{i+1})$ ($C2$ 及び $C3$ は正の定数であ

10

20

30

40

50

る)、

【0036】

【数8】

$$DEi = \sum_{k=1}^4 (C_k \cdot \sum_{j=1}^M |R_{kij} - T_{kj}|)$$

10

【0037】

(i番目の該応答情報の経路上の各ノードの番号をjとし、発信元ノード、送信先ノードを含む該経路上のノード数をMとし、予測対象の経路上のj番目のノードのIPアドレスをT1j、T2j、T3j、T4jとし、該応答情報の経路上の各ノードのj番目のIPアドレスをR1ij、R2ij、R3ij、R4ijとする)、 $C_k = e^{-C_4 \cdot csnet^k}$ (C4は正の定数)であるよう構成される。これによって、前記経路の一部の情報が入手できなくてもその経路の応答時間を予測でき、ネットワーク中継装置、クライアント、サーバ等の性能をも含んだ前記経路の全体的な応答性能を基に応答時間が予想可能となる。

20

【0038】

請求項8に記載の経路選択システムは、請求項6において、前記適合度が、複数の応答の受信によって得られた複数の応答情報内の実応答時間RTi (i=1~N)及びその実応答時間が計測された時刻、並びに前記応答時間予測オブジェクト内の各遺伝子ブロックに記憶された、最新性影響係数(cnew)を用いて、

【0039】

【数9】

$$\text{適合度} = \left(\sum_{i=1}^N RIRi \right) / \left(\sum_{i=1}^N (dRTi + 1) \cdot RIRi \right)$$

30

【0040】

を用いて求められ、ここで $RIRi = e^{(-C1 \cdot cnew \cdot TAi)}$ (C1は正の定数、TAiは該予測応答時間計算時刻からi番目の実応答時間RTiが計測された時刻を差し引いた値である)、dRTiは、i番目の実応答時間RTiが計測された時点での予測応答時間と、該実応答時間RTiの差の絶対値であるよう構成される。これによって、前記最適な経路の予測を、中継ノード等の動的な性能の変化に応じて、動的かつ自律的に行うことができる。

40

【0041】

請求項9に記載の経路選択システムは、請求項3または4において、前記寿命の値が、寿命 = ((前記予測情報の適合度 - 適合度の最小値) / (1 - 適合度の最小値)) · 寿命の最大値、の式により求められるよう構成される。これによって、前記最適な経路の予測を、中継ノード等の動的な性能の変化に応じて、動的かつ自律的に行うことができる。

【0042】

50

請求項10に記載の経路選択システムは、請求項1において、前記発信元ノードが前記サービス要求メッセージを、代表サーバ宛に送信する際に、その代表サーバの名称に対応する少なくとも1つのミラーサーバ名を提供し、該発信元ノードがPROXYサーバを経由して該サービス要求メッセージを送信する際に、該発信元ノードに関連する少なくとも1つのPROXYサーバ名を提供する経路情報管理手段を有するよう構成される。これによって、クライアントは、PROXYサーバを経由したミラーサーバに対する経路の応答時間を予測でき、経路の選択を適切に行うことができる。

【0043】

請求項11に記載の経路選択システムは、過去に行われたサービス要求について、該サービス要求に使用した経路情報と、該サービスの応答時間の情報と、データ量の情報を管理する応答情報管理手段と、前記応答情報管理手段が管理する情報に基づいて、経路の選択を行う手段を備えるよう構成される。これによって、前記経路情報の一部が入手できなくてもその経路の応答時間を予測でき、ネットワーク中継装置、クライアント、サーバ等の性能をも含んだ前記経路の全体的な応答性能を基に応答時間が予想可能となる。

10

【0044】

請求項12に記載の経路選択方法は、少なくとも1つのノードを有する複数のシステムがネットワークを介して分散配置される環境において、発信元ノードから送信先ノードに送信されるデータのネットワーク上の経路、及び送信先ノードから発信元ノードに返信されるデータのネットワーク上の経路を選択する経路選択方法であって、該送信先ノードのサービスを要求するために、該発信元ノードから該送信先ノードに対してサービス要求メッセージを送信する際に、該発信元ノードと該送信先ノードとの間を接続可能な各経路について、予測情報を用いて、それぞれ予測応答時間を求め、該予測応答時間が最小となる経路を使用して、該サービス要求メッセージを送信する経路算出ステップと、該経路算出ステップの該サービス要求メッセージの送信に応じて、少なくとも該送信を行った経路、及び該サービス要求メッセージの要求データ長を含む、そのサービス要求メッセージの送信に関する情報を応答情報として記憶し、該送信先ノードから、該発信元ノードに該サービス要求メッセージに対する応答を受信する際に、少なくともその応答の応答データ長、及び該サービス要求メッセージの送信時からの応答時間に関する値を含む、その応答の受信に関する情報を更に該応答情報として記憶する応答情報管理ステップと、該応答情報管理ステップの該応答の受信に応じて、該応答情報に基づいて、該予測情報の内容を更新する予測情報管理ステップを有するよう構成される。これによって、前記経路の一部の情報が入手できなくてもその経路の応答時間を予測でき、ネットワーク中継装置、クライアント、サーバ等の性能をも含んだ前記経路の全体的な応答性能を基に応答時間が予想可能となる。

20

30

【0045】

請求項13に記載の経路選択方法は、請求項12において、前記応答時間に関する値が、単位データ長あたりの応答時間を示す実応答時間であり、該実応答時間が計算式： $実応答時間 = (2 \cdot 応答時間) / (要求データ長 + 応答データ長)$ により求められるよう構成される。これによって、前記経路の応答時間の予測が、ネットワーク中継装置、クライアント、サーバ等の性能をも含んだ前記経路の全体的な応答性能を基に得られる。

40

【0046】

請求項14に記載の経路選択方法は、請求項12において、少なくとも1つのノードを有する前記システムが、該システムごとに、前記予測情報を有し、該予測情報が少なくとも1つの応答時間予測オブジェクトを有し、該応答時間予測オブジェクトがそれぞれ、染色体、及び適合度を意味するビット列を有し、該染色体が応答時間予測関数のパラメータに対応する少なくとも1つの遺伝子ブロックを有し、前記予測情報管理ステップが、前記サービス要求メッセージに対する応答を受信した際に、該染色体を世代交代させる世代交代ステップを有し、該世代交代ステップが、該応答時間予測オブジェクト内の各遺伝子ブロックからなる該応答時間予測関数のパラメータを用いて予測応答時間を計算し、最適な応答時間の予測を行った応答時間予測オブジェクトほど前記応答時間予測オブジェクトの適

50

合度を大きい値に設定し、前記適合度の値が大きいほど前記寿命の値を長く設定する適合度計算ステップと、寿命に達した応答時間予測オブジェクトを判定し、その応答時間予測オブジェクトを削除する応答時間予測オブジェクト削除ステップと、該応答時間予測オブジェクト削除ステップによって削除された応答時間予測オブジェクトを補完すべく新たな応答時間予測オブジェクトを生成するために、既存の応答時間予測オブジェクトを、適合度の高いものほど高い確率で選択されるようにして複数選択し、その中の応答時間予測オブジェクトの染色体に対して所定の確率で、遺伝的オペレータを行う応答時間予測オブジェクト生成ステップとを有し、該世代交代ステップによる世代交代処理を繰り返すことによって、動的に最適な応答時間の予測を行うことができるように該応答時間予測オブジェクトを進化させ、最適な経路の予測を自律的に行わせるよう構成される。これによって、前記最適な経路の予測を、中継ノード等の動的な性能の変化に応じて、動的かつ自律的に行うことができる。

10

【0047】

請求項15に記載の経路選択方法は、請求項14において、前記予測情報、及び前記応答情報を含む複数のスクールのそれぞれが、少なくとも1つの前記予測情報管理ステップに対応づけられ、該予測情報管理ステップ内の前記世代交代ステップにおいて、前記適合度計算手段が、該予測応答時間の計算の際に、他のスクール内の該応答情報を使用することができ、前記応答時間予測オブジェクト生成手段が、対応する前記スクールに対して、新たな応答時間予測オブジェクトを生成において、既存の応答時間予測オブジェクトを選択する際に、他のスクール内の応答時間予測オブジェクトを選択することができ、他のスクールの情報が対応づけられている予測情報管理ステップの属するシステムとの間で協調的に通信負荷を分散して経路を予測するよう構成される。これによって、新しい予測個体の生成に、他のスクールの情報を反映させ、全体システムとして協調するよう最適な経路を求めることができる。

20

【0048】

請求項16に記載の経路選択方法は、請求項14または15において、前記予測応答時間が、複数の応答の受信によって得られた複数の応答情報内の実応答時間及びその実応答時間が計測された時刻と、前記応答時間予測オブジェクト内の各遺伝子ブロックに記憶された、実応答時間が計測された時刻の新しさに関する係数、予測対象経路と実応答時間の計測された経路の距離に関する係数、及び予測対象経路と実応答時間の計測された経路のそれぞれの経路上の各ノードに関するアドレス情報の部分的な、距離に関する重み付けを表す係数と、実応答時間が計測された時刻の新しさに関する定数、及び予測対象経路と実応答時間の計測された経路の距離に関する定数を基に計算されるよう構成される。これによって、前記経路の一部の情報が入手できなくてもその経路の応答時間を予測でき、ネットワーク中継装置、クライアント、サーバ等の性能をも含んだ前記経路の全体的な応答性能を基に応答時間が予想可能となる。

30

【0049】

請求項17に記載の経路選択方法は、請求項16において、前記適合度が、前記予測応答時間と、複数の応答の受信によって得られた複数の応答情報内の実応答時間及びその実応答時間が計測された時刻と、前記応答時間予測オブジェクト内の各遺伝子ブロックに記憶された、実応答時間が計測された時刻の新しさに関する係数と、実応答時間が計測された時刻の新しさに関する定数を基に計算されるよう構成される。これによって、前記最適な経路の予測を、中継ノード等の動的な性能の変化に応じて、動的かつ自律的に行うことができる。

40

【0050】

請求項18に記載の経路選択方法は、請求項16において、前記予測応答時間が、複数の応答の受信によって得られた複数の応答情報内の実応答時間 RT_i ($i = 1 \sim N$) 及びその実応答時間が計測された時刻、並びに前記応答時間予測オブジェクト内の各遺伝子ブロックに記憶された、最新性影響係数(cnew)、距離影響係数(cdist)、4つのサブネットワーク間距離影響係数(csnet1, csnet2, csnet3, csnet4)を用いて、

50

【 0 0 5 1 】

【 数 1 0 】

$$\text{予測応答時間} = \left(\sum_{i=1}^N RIRi \cdot DIRi \cdot RTi \right) / \left(\sum_{i=1}^N RIRi \cdot DIRi \right)$$

10

【 0 0 5 2 】

によって求められ、ここで $RIRi = e^{(-C1 \cdot cnew \cdot TAi)}$ ($C1$ は正の定数、 TAi は該予測応答時間計算時刻から i 番目の実応答時間が計測された時刻を差し引いた値である)、 $DIRi = 1 / (C2 \cdot e^{-C3 \cdot cdist} \cdot DEi+1)$ ($C2$ 及び $C3$ は正の定数である)、

【 0 0 5 3 】

【 数 1 1 】

20

$$DEi = \sum_{k=1}^4 (Ck \cdot \sum_{j=1}^M |Rkij - Tkj|)$$

【 0 0 5 4 】

(i 番目の該応答情報の経路上の各ノードの番号を j とし、発信元ノード、送信先ノードを含む該経路上のノード数を M とし、予測対象の経路上の j 番目のノードの IP アドレスを $T1j \cdot T2j \cdot T3j \cdot T4j$ とし、該応答情報の経路上の各ノードの j 番目の IP アドレスを $R1ij \cdot R2ij \cdot R3ij \cdot R4ij$ とする)、 $Ck = e^{-C4 \cdot csnet^k}$ ($C4$ は正の定数) であるよう構成される。これによって、前記経路の一部の情報が入手できなくてもその経路の応答時間を予測でき、ネットワーク中継装置、クライアント、サーバ等の性能をも含んだ前記経路の全体的な応答性能を基に応答時間が予想可能となる。

30

【 0 0 5 5 】

請求項 19 に記載の経路選択方法は、請求項 17 において、前記適合度が、複数の応答の受信によって得られた複数の応答情報内の実応答時間 RTi ($i = 1 \sim N$) 及びその実応答時間が計測された時刻、並びに前記応答時間予測オブジェクト内の各遺伝子ブロックに

40

【 0 0 5 6 】

【 数 1 2 】

$$\text{適合度} = \left(\sum_{i=1}^N RIR_i \right) / \left(\sum_{i=1}^N (dRT_i + 1) \cdot RIR_i \right)$$

【0057】

を用いて求められ、ここで $RIR_i = e^{(-C1 \cdot c_{new} \cdot TA_i)}$ ($C1$ は正の定数、 TA_i は該予測応答時間計算時刻から i 番目の実応答時間 RT_i が計測された時刻を差し引いた値である)、 dRT_i は、 i 番目の実応答時間 RT_i が計測された時点での予測応答時間と、該実応答時間 RT_i の差の絶対値であるよう構成される。これによって、前記最適な経路の予測を、中継ノード等の動的な性能の変化に応じて、動的かつ自律的に行うことができる。

10

【0058】

請求項20に記載の経路選択方法は、請求項14または15において、前記寿命の値が、 $\text{寿命} = \left(\left(\text{前記予測情報の適合度} - \text{適合度の最小値} \right) / \left(1 - \text{適合度の最小値} \right) \right) \cdot \text{寿命の最大値}$ 、の式により求められるよう構成される。これによって、前記最適な経路の予測を、中継ノード等の動的な性能の変化に応じて、動的かつ自律的に行うことができる。

20

【0059】

請求項21に記載の経路選択方法は、請求項12において、前記発信元ノードが前記サービス要求メッセージを、代表サーバ宛に送信する際に、その代表サーバの名称に対応する少なくとも1つのミラーサーバ名を提供し、該発信元ノードがPROXYサーバを経由して該サービス要求メッセージを送信する際に、該発信元ノードに関連する少なくとも1つのPROXYサーバ名を提供する経路情報管理ステップを有するよう構成される。これによって、クライアントは、PROXYサーバを経由したミラーサーバに対する経路の応答時間を予測でき、経路の選択を適切に行うことができる。

【0060】

請求項22に記載の経路選択方法を実現するプログラムを記録した記録媒体は、少なくとも1つのノードを有する複数のシステムがネットワークを介して分散配置される環境において、発信元ノードから送信先ノードに送信されるデータのネットワーク上の経路、及び送信先ノードから発信元ノードに返信されるデータのネットワーク上の経路を選択する経路選択方法を実現するプログラムを記録した記録媒体であって、該送信先ノードのサービスを要求するために、該発信元ノードから該送信先ノードに対してサービス要求メッセージを送信する場合に、該発信元ノードと該送信先ノードとの間を接続可能な各経路について、予測情報を用いて、それぞれ予測応答時間を求め、該予測応答時間が最小となる経路を使用して、該サービス要求メッセージを送信する経路算出ステップと、該経路算出ステップの該サービス要求メッセージの送信に応じて、少なくとも該送信を行った経路、及び該サービス要求メッセージの要求データ長を含む、そのサービス要求メッセージの送信に関する情報を応答情報として記憶し、該送信先ノードから、該発信元ノードに該サービス要求メッセージに対する応答を受信する場合に、少なくともその応答の応答データ長、及び該サービス要求メッセージの送信時からの応答時間に関する値を含む、その応答の受信に関する情報を更に、該応答情報として記憶する応答情報管理ステップと、該応答情報管理ステップの該応答の受信に応じて、該応答情報に基づいて、該予測情報の内容を更新する予測情報管理ステップを有するよう構成される。これによって、前記経路の一部の情報が入手できなくてもその経路の応答時間を予測でき、ネットワーク中継装置、クライアント、サーバ等の性能をも含んだ前記経路の全体的な応答性能を基に応答時間が予想可能となる。

30

40

【0061】

50

請求項 2 3 に記載の経路選択方法を実現するプログラムを記録した記録媒体は、少なくとも 1 つのノードを有する複数のシステムがネットワークを介して分散配置される環境において、発信元ノードから送信先ノードに送信されるデータのネットワーク上の経路、及び送信先ノードから発信元ノードに返信されるデータのネットワーク上の経路を選択する経路選択方法を実現するプログラムを記録した記録媒体であって、前記発信元ノードがサービス要求メッセージを、代表サーバ宛に送信する際に、その代表サーバの名称に対応する少なくとも 1 つのミラーサーバ名を提供し、該発信元ノードが P R O X Yサーバを経由して該サービス要求メッセージを送信する際に、該発信元ノードに関連する少なくとも 1 つの P R O X Yサーバ名を提供する経路情報管理ステップを有するよう構成される。これによって、クライアントは、P R O X Yサーバを経由したミラーサーバに対する経路の応答時間を予測でき、経路の選択を適切に行うことができる。

10

【 0 0 6 2 】**【 発明の実施の形態 】**

以下に、本発明の実施の形態の例について、図面を参照して説明する。尚、各図において、同一または類似のものには同一の参照番号または、記号を付与して説明する。

【 0 0 6 3 】

図 1 は、本発明の第 1 の実施例である、経路選択システム 1 0 0 のシステム構成を示すブロック図である。経路選択システム 1 0 0 は、サービス提供サーバ群 1 1 0、P R O X Yサーバ群 1 2 0、クライアント群 1 3 0、インターネットなどの多数のネットワーク中継装置を含む広域ネットワーク 1 4 0、及び L A N 1 5 0 を含む。前記サービス提供サーバ群 1 1 0、及び P R O X Yサーバ群 1 2 0 は、それぞれ前記ネットワーク 1 4 0 に接続されている。前記クライアント群 1 3 0 は、ここでは前記複数の P R O X Yサーバ群 1 2 0 を選択的に使用可能なように、L A N 1 5 0 を介して P R O X Yサーバ群 1 2 0 に接続されている。しかし、クライアント群 1 3 0 は P R O X Yサーバ群 1 2 0 を介さずに直接ネットワーク 1 4 0 に接続することもできる。

20

【 0 0 6 4 】

サービス提供サーバ群 1 1 0 は、複数のサーバ 1 1 1、1 1 2、1 1 3、・・・からなり、それぞれのサーバがネットワーク 1 4 0 に接続される。また、前記サービス提供サーバ群 1 1 0 はミラーサーバとしても提供され、例えばサーバ 1 1 1 は 2 つのミラーサーバを含み、サーバ 1 1 2 は 1 つのミラーサーバを含む。ミラーサーバとは、あるサーバが保有しているデータを、そっくりそのままコピーした形で記憶しているサーバのことであり、例えば、インターネット上に、同一のデータを収めた複数のサイトが配置される。同時に多くのクライアント群 1 3 0 から要求されるサーバへのアクセスを分散させて、ネットワークの負荷を軽減するとともに、人気の高い W W W サイトや F T P サイトのサーバに対するアクセスの集中を回避する目的で設置しているケースが多い。

30

【 0 0 6 5 】

P R O X Yサーバ群 1 2 0 は、複数のサーバ 1 2 1、1 2 2、・・・からなり、それぞれのサーバがネットワーク 1 4 0 に接続される。企業内ネットワークのような内部ネットワーク内の情報資産を、インターネットなどの誰でもアクセス可能な外部ネットワークから守るために設置されている「ファイアウォール」と呼ばれるゲートウェイは、同時に内部ネットワークのユーザーが外部ネットワークへアクセスする際の障壁になってしまうという問題がある。P R O X Yサーバは、これを解消するために内部ネットワーク内のクライアントからの外部ネットワークに対するサービス要求を受け付けてその作業を代行する役割を果たす。内部ネットワーク内にあるクライアントはファイアウォールの存在を意識せずに P R O X Yサーバ越しに外部ネットワークにアクセスし、様々な外部ネットワーク上のサーバ等が提供するサービスを要求することができる。また、P R O X Yサーバは、最近アクセスの行われたデータ、又は頻度の高いアクセスが行われるデータをキャッシュする機能も有しており、クライアント群 1 3 0 がそのデータのアクセスを行うと、実際にネットワーク 1 4 0 上のサービス提供サーバ群 1 1 0 にアクセスすることなく、P R O X Yサーバ群 1 2 0 から、所望のデータを取得でき、ネットワーク上の全体トラフィック

40

50

を低減させることができる。

【0066】

クライアント群130は、複数のクライアント131、132、・・・からなり、ユーザはそのクライアント群130から前記サービス提供サーバ群110に対して、前記PROXYサーバ群120及び前記ネットワーク140を介してサービス要求を行う。最も一般的な例として、クライアント群130上で稼働するWWWブラウザから、サービス提供サーバ群110内にあるHTMLファイル等をダウンロードし、所望のホームページをクライアント群130上に表示するといった処理があげられる。この場合、前記サービス提供サーバ群110は、WWWサーバとして機能する。WWWサーバは、ウェブサーバーとも呼ばれる。WWWサーバでは、クライアントのWWWブラウザからhttpプロトコルを用いて送られてくる要求に応じて、「httpd」と呼ばれるデーモンプロセスが稼働し、このデーモン・プロセスによって、ホームページを記述するHTMLファイルやパーツとなる画像ファイルなど、要求されたデータがクライアントのWWWブラウザに送信される。

10

【0067】

また、クライアント群130は、図1に示すようにPROXYサーバ群120を経由して前記サービス提供サーバ群110にアクセスすることが多いが、前記PROXYサーバ群120を経由せずに行うこともできる。

【0068】

更に、各クライアント、例えばクライアント131は、経路算出機能131A、応答情報管理機能131B、予測情報管理機能131C、及び経路情報管理機能131Dを含む。図1には詳細に示されていないが、クライアント132もクライアント131と同様の機能群（経路算出機能132A、応答情報管理機能132B、予測情報管理機能132C、及び経路情報管理機能132D）を有しており、その他のクライアントも同様の機能群を有する。

20

【0069】

ここでは、クライアント群130の有する各機能をクライアント131を例にとって説明する。経路算出機能131Aは、予測情報管理機能131Cが提供する予測情報と実応答時間、及び経路情報管理機能131Dが提供するミラーサーバ名とPROXYサーバ名を用いて、クライアント131から送信先（ミラーサーバ）までの最適な通信経路を決定し、その経路に沿って所望のサービス要求を送信する。

30

【0070】

応答情報管理機能131Bは、前記経路算出機能131Aによって送信されたサービス要求に対する応答を受信すると、実応答時間等の応答に関する情報を記憶し、その情報を予測情報管理機能131Cに提供する。

【0071】

予測情報管理機能131Cは、前記経路算出機能131Aの要求に応じて最新の予測情報を提供し、応答情報管理機能131Bから実応答時間等の情報を受信すると、その情報を基に予測情報を更新する。

【0072】

経路情報管理機能131Dは、ミラーサーバ名やPROXYサーバ名などの情報を有し、前記経路算出機能131Aの要求に応じてそれらの情報を提供する。ここで考慮する経路は、原則的にクライアント群130からサービス提供サーバ群110に向かう経路と、逆にサービス提供サーバ群110からクライアント群130に戻る経路が連結されたものであり、通常その経路の開始アドレスと最終アドレスが一致する。しかし、クライアント群130がサービス要求を送信するプロセスと、応答を受信するプロセスが別個に独立しており、または別のクライアント群130でサービス要求処理と受信処理が行われるような場合、それぞれのアドレスが異なる場合が考えられる。そのような場合には、前記経路は、実質的に往復の経路を構成しているにも関わらず、その開始アドレスと最終アドレスが一致しないことに注意すべきである。

40

50

【 0 0 7 3 】

また、WWWサーバに対するサービスの要求では、通常メッセージの往復の経路は同じであり、クライアント群 1 3 0 からサービス提供サーバ群 1 1 0 に向かった経路を逆にたどって応答が返される。しかし、前記経路は、往復の経路が異なる場合もあり、上述のように、経路を往復の経路が連結されたものとして扱うことが好ましい。

【 0 0 7 4 】

次に、図 2 のクライアント 1 3 1 における処理フローを参照して、クライアント 1 3 1 に関する全体の処理フローを説明する。本発明は、最適な経路の予測に遺伝的アルゴリズム (GA) を用いている。GA を用いることによって、従来、経路選択の度に全ての環境データから計算を行う必要のあった経路選択が、ネットワーク環境の変化による予測個体 (予測パラメータ) のズレを少しずつ計算していくだけでよくなる。

10

【 0 0 7 5 】

GA によって、ネットワーク環境変化情報 (例えば、新たに計測した応答時間データ) の入手ごとに、前記予測個体を世代交代することにより、刻々と変化するネットワーク環境 (回線の切断、回線の拡張、利用者の増減、サービスの流行の変化など) に対応した予測個体を準備していくことになる。

【 0 0 7 6 】

また、新たに生成される予測個体のそれぞれに対し、さまざまな環境の変化の方向に適応可能なものとして遺伝子 (染色体) が設定される。即ち、GA により、未来のあらゆる変化のパターンを随時予測しながら、周囲の環境の変換に追従して適応していくことができる。ただし、あらゆる変化を予測するためには、十分な交叉及び突然変異の操作が必要である。

20

【 0 0 7 7 】

図 2 は、各処理ステップが、そのステップを行う前述の各機能 (経路算出機能 1 3 1 A、応答情報管理機能 1 3 1 B、予測情報管理機能 1 3 1 C、及び経路情報管理機能 1 3 1 D) 毎に、列を分けて記述されている。例えば、最も左の列に記述された処理ステップ (S 1 0 0、S 1 0 1 等) は、前記経路算出機能 1 3 1 A によって行われ、最も右の列に記述された処理ステップ (S 1 0 2) は、前記経路情報管理機能 1 3 1 D によって行われることを表している。また、クライアント 1 1 0 は、サービス提供サーバ群 1 1 0 にサービスを要求するために複数の PROXY サーバのうち 1 つを経由することができ、サービス提供サーバ群 1 1 0 は、ここでは複数のミラーサーバによって構成されているものと仮定する。

30

【 0 0 7 8 】

最初に、クライアント 1 3 1 が、例えば WWW ブラウザ等で所望のホームページを見ようと そのホームページのアドレスを指定すると、経路算出機能 1 3 1 A において、そのアドレスのあるサーバの代表サーバ名に対してサービスの要求、即ち、この場合指定されたホームページを記述する HTML ファイルとそれに関連するデータのダウンロードの要求が行われる (ステップ S 1 0 0)。

【 0 0 7 9 】

次に、経路算出機能 1 3 1 A は、前記代表サーバ名に対応するミラーサーバ名のリストと PROXY サーバ名のリストをクライアント 1 3 1 内の経路情報管理機能 1 3 1 D に要求する (ステップ S 1 0 1)。図 3 (A) には PROXY テーブル 1 6 0 内の複数のレコードの例が示されており、この PROXY テーブル 1 6 0 内には、このクライアント 1 3 1 が関連する PROXY サーバ名が記憶されている。図 3 (B) には WWW サーバ・テーブル 1 7 0 内の複数のレコードの例が示されており、この WWW サーバ・テーブル 1 7 0 内には、WWW サーバの代表名と、そのサーバに対応するミラーサーバ名が記憶されている。この図の例では、www.BBB.com というサーバがあり、これに対応するミラーサーバとして www1.BBB.com、www2.BBB.com、及び www3.BBB.com が存在することを示しており、サービス要求は、これらの 4 つのサーバのうち 1 つに対して行われうる。これらのテーブルは全て、各クライアント内のメモリに展開されているのが好ましいが、クライアント内の外部

40

50

記憶装置上に配置されていても良いし、本システム内の適当なデータベース・サーバ内に共有可能に配置されていても良い。

【 0 0 8 0 】

経路算出機能 1 3 1 A から、前記代表サーバ名に対応するミラーサーバ名のリストと P R O X Y サーバ名のリストを要求された経路情報管理機能 1 3 1 D は、この要求に応じて、そのサービスの要求を達成可能なミラーサーバ名のリストと P R O X Y サーバ名のリストを、経路算出機能 1 3 1 A に送信する（ステップ S 1 0 2）。サービス要求を送信するサービス提供サーバがミラーサーバを有していなかったり、クライアントが P R O X Y サーバ経由でない場合は、上記 P R O X Y テーブル 1 6 0 や W W W サーバ・テーブル 1 7 0 へのアクセスは必要ではない。

10

【 0 0 8 1 】

次に、経路算出機能 1 3 1 A は、最適な予測個体と実応答時間を予測情報管理機能 1 3 1 C に対して要求する（ステップ S 1 0 3）。経路算出機能 1 3 1 A は、通信負荷等の観点から、寿命や適合度に応じて、予測個体を予測情報管理機能 1 3 1 C に要求するタイミングを調整可能であり、必ずしもステップ S 1 0 3 で行われる必要はない。予測情報管理機能 1 3 1 C は、前記要求を受け取ると、予測個体テーブル 1 8 0 及び実応答時間テーブル 1 9 0 を検索し、必要なレコードを経路算出機能 1 3 1 A に送信する（ステップ S 1 0 4）。

【 0 0 8 2 】

図 4 (A) には予測個体テーブル 1 8 0 内の予測個体のレコードのフォーマットが示されており、図 4 (B) には実応答時間テーブル 1 9 0 内のレコードのフォーマットが示されている。これらのテーブルは通常、システム内のデータベース・サーバに配置され、各クライアントから参照及び更新が可能になっている。

20

【 0 0 8 3 】

図 4 (A) に示すように、予測個体テーブル 1 8 0 内の各予測個体のレコードは、識別番号、アドレス位置、適合度、寿命、生成日時、染色体の長さ、及び染色体を構成する各遺伝子（0 ~ 7 の計 8 ブロック）を含んでいる。

【 0 0 8 4 】

識別番号は、その予測個体を識別するために採番されたユニークな番号である。

アドレス位置は、この予測個体のレコードが予測個体テーブル 1 8 0 内のどの位置から始まるのかを示すアドレスを有している。

30

【 0 0 8 5 】

適合度とは、ここでは、予測個体がクライアント群 1 3 0 のサービス提供サーバ群 1 1 0 に対するサービス要求の応答時間をどれだけの確に予想できるかを判断する尺度である。遺伝的アルゴリズムにおいては、より適合度の高い予測個体が高い確率で生き残ることになり、その適合度の高い予測個体を中心に次の世代の予測個体群が形成されていく。

【 0 0 8 6 】

この実施例で適合度は、以下の式で示される。

【 0 0 8 7 】

【 数 1 3 】

40

$$\text{適合度} = \left(\sum_{i=1}^N RIRi \right) / \left(\sum_{i=1}^N (dRTi + 1) \cdot RIRi \right) \quad \dots\dots(1)$$

【 0 0 8 8 】

50

ここで R I R (Recency Influence Rate)は、最新性影響率を示している。R I R_i は、i 番目の実応答時間が計測された時間が適合度の計算時とどれだけ隔たりがあるかを示す指標であり、以下の式で示される。

【 0 0 8 9 】

$$R I R_i = e^{(-C1 \cdot c_{new} \cdot T A_i)}$$

ここで C 1 は正の定数であり、T A_i は i 番目の実応答時間が計測された時刻を R I R の利用された時刻から差し引いた値である。c_{new}については後述する。また、d R T_i は、i 番目の実応答時間が計測された時点での予測応答時間と、該実応答時間の差の絶対値である。

【 0 0 9 0 】

上記適合度は、d R T_i が全て 0 の場合、即ち各計測時刻において実応答時間と予測応答時間が一致した場合、1 であり、最も適合度が高い。多くの d R T_i が 0 に近く、即ち各計測時刻において実応答時間と予測応答時間の差が小さいケースが多い場合ほど、上記適合度は 1 に近い値となる。上記適合度の高い予測個体が優秀な遺伝子を持っていることになり、上記のことから、適合度が 1 に近い予測個体ほど優秀な遺伝子を持っていることを意味する。

【 0 0 9 1 】

寿命は、以下の式で表される。

寿命 = ((その予測個体の適合度 - スクール内における適合度の最小値) / (1 - スクール内における適合度の最小値)) · スクール内における寿命の最大値ここで、スクールとは、全予測個体の集合 (これを人口ドメインと呼ぶ) の部分集合であり、このスクールの単位で世代交代が行われ、適合度の低い予測個体が淘汰されていく。これに対し、予測個体全ての集合、即ち人口ドメインは、遺伝子の交換が行われる範囲である。このスクールの数は、世代交代処理の規模による成長の達成度や、その処理負荷等の観点から任意に選択することができる。

【 0 0 9 2 】

前述したように、0 < 適合度 < 1 であり、その予測個体の適合度が、スクール内における適合度の最小値となる場合、その予測個体の寿命の値は 0 になり、予測個体の適合度がスクール内における適合度の最大値に近づくほど、その予測個体の寿命の値は大きくなる。従って、前記予測個体の適合度が 1 に近づくほど、寿命は大きな値をとることになる。予測個体は、予測個体の生成日時 + 寿命 < 現在の日時を満たす場合に、寿命が過ぎたものとして削除されるので、寿命の値が大きい予測個体程、長い期間に亘ってそのスクール内にとどまることになる。

【 0 0 9 3 】

また、その予測個体にとって、寿命が過ぎているかどうかは、即時に判断されるため、本来的には寿命の値を予測個体テーブル 1 8 0 に記憶する必要はない。しかし、この実施例においては、予測個体のレコードを明示するために、上記予測個体テーブル 1 8 0 に記憶されるものとして示した。

【 0 0 9 4 】

生成日時は、その予測個体が生成された日時を示すものである。

染色体長は、複数の遺伝子ブロック (スキーマ) から構成される染色体の長さを示している。本発明では、各遺伝子ブロックを以下で詳述するようないくつかの係数としているが、将来的に他の係数を付加、あるいは他の係数と交換する場合もあり得る。このような場合に染色体長は、その染色体全体の長さを示すことによって、アプリケーション等が遺伝子の操作を容易に行えるようにしている。

【 0 0 9 5 】

染色体は、0 ~ 7 の計 8 個の遺伝子ブロック (スキーマ) で構成され、それぞれが、例えば Java の int 型で定義されるようなデータ形式を有する。本実施例で使用されているのは遺伝子ブロック 0、1、及び 4 ~ 7 であるが、これらの遺伝子ブロック及び未使用のその他の遺伝子ブロックには、好適に予測個体が成長するように、様々な任意の値を設定する

10

20

30

40

50

ことができる。

【 0 0 9 6 】

この例では、遺伝子ブロック 0、1、及び 4 ~ 7 には以下の値が設定される。

遺伝子ブロック 0 : 最新性影響係数 (cnew)

最新性影響係数は、前記最新性影響率 R I R の計算に用いられ、実応答時間が計測された時刻と R I R の計算された時刻との差が適合度に関してどのように影響するかを示す指標である。

【 0 0 9 7 】

遺伝子ブロック 1 : 距離影響係数 (cdist)

距離影響係数は、距離影響率 D I R の計算に用いられ、クライアント群 1 3 0 とサービス提供サーバ群 1 1 0 との距離が適合度に関してどのように影響するかを示す指標である。

D I R は、後述する予測応答時間の計算の際に用いられる。

【 0 0 9 8 】

遺伝子ブロック 4 ~ 7 : 距離影響係数 (csnet1 ~ csnet4)

I P アドレスは終止符で 8 ビット単位に 4 つのグループに区切られており、遺伝子ブロック 4 ~ 7 は、各グループごとに、クライアント群 1 3 0 とサービス提供サーバ群 1 1 0 との距離の影響の程度を示す指標である。遺伝子ブロック 4 の距離影響係数 (csnet1) は I P アドレスの先頭の 8 ビットのグループに関する距離の影響を示し、遺伝子ブロック 5 の距離影響係数 (csnet2) は I P アドレスの左から 2 番目の 8 ビットのグループに関する距離の影響を示し、遺伝子ブロック 6 の距離影響係数 (csnet3) は I P アドレスの左から 3 番目の 8 ビットのグループに関する距離の影響を示し、遺伝子ブロック 7 の距離影響係数 (csnet 4) は I P アドレスの最後の 8 ビットのグループに関する距離の影響を示している。

【 0 0 9 9 】

これらの各遺伝子ブロックの距離影響係数は、サブネット間距離影響係数 D E の計算に用いられ、D E は D I R の計算に用いられる。

これまで説明してきた染色体を構成する各スキーマである遺伝子ブロック 0 ~ 7 は、最初は R a n d o m 関数等によってランダムに設定されるが、その後遺伝的アルゴリズムによって成長し、最適なビット列に収束していくことが期待される。

【 0 1 0 0 】

図 4 (B) に示すように、実応答時間テーブル 1 9 0 内のレコードは、識別番号、発信元アドレス、送信先アドレス、経路、実応答時間、要求データ長、応答データ長、及び要求日時を含んでいる。

【 0 1 0 1 】

識別番号は、その実応答時間の記録を有するレコードを識別するために採番されたユニークな番号である。

発信元アドレスは、サービスの要求が行われた、クライアント群 1 3 0 のアドレスである。

【 0 1 0 2 】

送信先アドレスは、クライアント群 1 3 0 によって行われたサービスの要求の送信先、即ちサービス提供サーバ群 1 1 0 のアドレスである。

経路は、前記クライアント群 1 3 0 から前記サービス提供サーバ群 1 1 0 に送信された、クライアント群 1 3 0 からのサービスを要求するメッセージの経路と、前記サービス提供サーバ群 1 1 0 から前記クライアント群 1 3 0 に送信された、サービス提供サーバ群 1 1 0 からの、その要求に回答するメッセージの経路を示しており、ルータやサーバなどの、全ての経由したノードの識別情報が記憶されている。本明細書では、単に経路といった場合はその両端、即ち発信元アドレスと送信先アドレスを含むものとして扱われるが、このテーブル 1 9 0 内の経路は、既にレコード内に発信元アドレスと送信先アドレスを有しているので、前述のように、発信元ノードのアドレスと応答を受信するノードのアドレスが一致する場合は、それらの情報を有していなくてもよい。

【 0 1 0 3 】

10

20

30

40

50

実応答時間は、クライアント群 130 がサービスの要求をサービス提供サーバ群 110 に行ってから、そのサービス提供サーバ群 110 からそのサービスの要求に対する応答がクライアント群 130 に送信されるまでに実際に要した、単位データ長あたりの時間である。この実応答時間 (RT) は、以下の式で表される。

【0104】

$$RT = (2 \cdot RT_{raw}) / (L_{req} + L_{res})$$

ここで、RT_{raw} は、クライアント群 130 がサービスの要求をサービス提供サーバ群 110 に行ってから、そのサービス提供サーバ群 110 からそのサービスの要求に対する応答がクライアント群 130 に送信されるまでに実際に要した時間である。L_{req} は要求データ長であり、L_{res} は応答データ長である。

10

【0105】

要求データ長 (L_{req}) は、クライアント群 130 からサービス提供サーバ群 110 に送信されるサービスの要求を行うメッセージの長さである。このメッセージの長さは、ホームページの表示を指示したり、FTP でファイルのダウンロードの指示をしたりするような要求では、短いことが多い。

【0106】

応答データ長 (L_{res}) は、クライアント群 130 からのサービスの要求に応答して、サービス提供サーバ群 110 がクライアント群 130 に対して返信するメッセージの長さである。このメッセージの長さは、ホームページの表示を指示したり、ファイルのダウンロードの指示の際には、そのホームページやファイルのサイズによって大きく変化する。特に、ファイルのダウンロードなどでは、数メガバイトの返信データ長となることもある。

20

【0107】

実応答時間 RT には、既に要求データ長と応答データ長の情報が含まれているので、このテーブル 190 内にこれらの情報を保持する必然性はないが、ここでは将来の拡張性等に備え保持するものとする。また、データ容量の観点等から好ましくなければ、テーブル 190 からこの 2 つの項目、即ち要求データ長と応答データ長を除外することもできる。

【0108】

要求日時は、クライアント群 130 がサービス提供サーバ群 110 にサービスを要求した日時である。前記適合度や予測応答時間の計算においては、実応答時間のデータが用いられるが、そのデータが取得された時刻が計算時に対して最近のものか、過去のものかによって、その実応答時間のデータの意味が変化するため、本発明の実施例において重要な要素となっている。

30

【0109】

再び図 2 のステップ S105 に戻ると、ここで、経路算出機能 131A がミラーサーバ名及び PROXY サーバ名を基に、それらの IP アドレスを取得する。この処理は、典型的には、クライアント群 130 にとって、そのミラーサーバまたは PROXY サーバが既知の場合、その IP アドレスの情報がメモリ等に記憶されているので、IP アドレスはそこから得られ、クライアント群 130 にとって新規 (未知) である場合は、所定のドメイン内の DNS (Domain Name Server) サーバ内のテーブルをアクセスすることによって、そのミラーサーバまたは PROXY サーバに対応する IP アドレスが取得される。

40

【0110】

次に、このミラーサーバと PROXY 間の可能な経路を展開し、予測情報管理機能 131D から取得した予測個体と実応答時間から、その各経路に対して予測応答時間を求め、予測応答時間が最小となる経路を選択する (ステップ S106)。求められた経路はミラーサーバ、及び PROXY サーバを含む経路である。また、経路算出機能 131A は、ミラーサーバと PROXY 間の可能な経路を少なくとも 1 つ、あらかじめ知っていなければならないが、この機能は、従来のルーティングプロトコルで行われている方法で収集しておくことが可能である。

【0111】

ここで、経路算出機能 131A は、求めたミラーサーバ、PROXY サーバを含む経路を

50

使用して、サービス提供サーバ群 110 にサービスを要求し (ステップ S107)、制御を応答情報管理機能 131B に渡す。そこで応答制御情報機能 131B は、クライアント群 130 がサービスを要求した要求日時、要求データ長、発信元アドレス、送信先アドレス、及びステップ S106 で選択された経路を前記実応答時間テーブル 190 内に新しいレコードとして記憶する (ステップ S108)。

【0112】

次に応答情報管理機能 131B は、サービス提供サーバ群 110 からサービスの応答を受信する (ステップ S109)。このとき、図示していないが、サービスの応答を受信すると同時に、そのサービスをユーザに提供するために必要な処理を所定のアプリケーション等が実行する。例えば、ホームページの表示を指示する要求に対する応答を受信した場合には、WWWブラウザ等が、受信したデータに応じてホームページを段階的に表示し、FTPなどでファイルのダウンロードを指示した場合には、FTPプログラムが、該ダウンロードを実行すると共に応答データの受信状況をリアルタイムで表示したりする。

10

【0113】

次に応答情報管理機能 131B は、サービス提供サーバ群 110 からサービスの応答を全て受信すると、ステップ S108 で新たに作成された前記実応答時間テーブル 190 内のレコードに、該サービスにおける実応答時間、及び応答データ長を記憶する (ステップ S110)。その後、応答情報管理機能 131B は、前記実応答時間とステップ S108 で記憶された経路を予測情報更新管理機能 131C に送信する (ステップ S111)。

【0114】

予測情報管理機能 131C は、応答情報管理機能 131B から実応答時間と経路を受信すると、その情報に基づいて予測個体を更新する (ステップ S112)。

20

【0115】

図5は、最小の予測応答時間の経路を求める処理フローであり、図2のステップ S106 を更に詳細に展開した図である。ステップ S106 では、複数のミラーサーバと PROXYサーバ間の可能な経路を展開し、予測情報管理機能 131D から取得した予測個体と実応答時間からそれらの各経路に対して予測応答時間を求め、予測応答時間が最小となる経路を選択する。

【0116】

最初に、経路算出機能 131A は、ミラーサーバ名のリストと PROXYサーバ名のリストから可能な経路の一覧を取得する (ステップ S200)。次に、これらの経路一覧の中から先頭の経路を1つ選択する (ステップ S201)。次に、予測情報管理機能 131C から取得した予測個体と実応答時間を用いて、ステップ S200 で得られた各経路の予測応答時間を求める (ステップ S202)。ここでの実応答時間は通常、実応答時間テーブル 190 内の同一の経路を有する複数のレコードから得られる複数の実応答時間である。選択された経路と同一の実応答時間のデータ数が十分でない場合、即ち実応答時間テーブル内に前記選択された経路と同じ経路の実応答時間のレコードが少ししかない場合もあるが、そのような場合には、選択された経路と似た経路の実応答時間のレコードや、最新の実応答時間のレコード等を、同一の経路を用いる場合より多く用いて予測応答時間を求めることができる。

30

40

【0117】

例えば、選択された経路と同一の経路で過去に実応答時間が測定されていればそのデータを5つ使用して予測応答時間を計算し、選択された経路と同一の経路で過去に1つも実応答時間が測定されていなければ、経路を問わず最新の実応答時間のデータを10を使用して、予測応答時間を計算するといった方法である。

【0118】

予測応答時間を求める式は以下に示すとおりである。

【0119】

【数14】

$$\text{予測応答時間} = \left(\sum_{i=1}^N RIRi \cdot DIRi \cdot RTi \right) / \left(\sum_{i=1}^N RIRi \cdot DIRi \right) \quad \dots\dots(2)$$

10

【 0 1 2 0 】

ここで、RIRi は、i 番目に取り出された経路についての最新性影響率であり、内容は前述した通りである。DIRi は、i 番目に取り出された経路についての距離影響率であり、以下の式で表される。

【 0 1 2 1 】

$$DIRi = 1 / (C2 \cdot e^{-C3 \cdot \text{cdist}} \cdot DEi+1)$$

ここで、C2及びC3は正の定数で、DEi はIPアドレスによって評価される距離の影響度を示しており、サブネットワーク間距離影響係数という。前記取り出された経路において、その経路上の各ノードの番号をjとして、クライアント群130、PROXYサーバ群120などの経路サーバ、及びサービス提供サーバ群110を含んだその経路上のノード数をMとする。また、前記予測応答時間を求める対象の経路上の各ノードのIPアドレスの8ビットごとのグループを左からそれぞれT1j、T2j、T3j、T4jとし、予測のために利用する実応答時間で実際に使用された経路上の各ノードのIPアドレスの8ビットごとのグループを左からそれぞれR1ij、R2ij、R3ij、R4ijとする。このとき、DEi は以下の式(3)で表すことができる。

20

【 0 1 2 2 】

【 数 1 5 】

30

$$DEi = \sum_{k=1}^4 (Ck \cdot \sum_{j=1}^M |Rkij - Tkj|) \quad \dots\dots(3)$$

【 0 1 2 3 】

ここで、Ck = e^{-C4 · csnetk}

40

但し、C4は正の定数である。また、csnetkは、kの値によって、csnet1～csnet4が適用され、これらの値は前述の通り、IPアドレスの8ビットごとの4つのグループに関する、距離上の重みを意味する。上の式(3)で、2つのIPアドレスを、前記8ビットごとの4つのグループ単位でそれぞれ比較した場合、右側のグループにおける差に比べて、左側のグループにおける差ほど、距離的な意味が大きい(即ち、同じ差でも左側のグループほど離れている)と考えられる。その意味から、通常csnet4、csnet3、csnet2、csnet1の順に大きな値をとることができる。

【 0 1 2 4 】

また、比較する2つの経路の中継ノード数が異なるといった状況も考えられるが、上記式(3)は、中継ノード数の少ない方の経路中の適切な箇所に、適当なアドレスを仮に設定

50

して、両経路の中継ノード数を一致させること等によって、そうした場合にも対応することができる。

【0125】

R T_iは、i 番目に取り出された前記経路の実応答時間である。

次に、前述のように求められた予測応答時間が、予測応答時間最小値より小さいかどうか判定される(ステップS203)。予測応答時間最小値の初期値は無等大等の大きな値である。予測応答時間が予測応答時間最小値より小さい場合(ステップS203、Yes)、現在選択されている経路を予測応答時間が最小の経路であるとして設定する(ステップS204)。通常は、その経路を識別する情報が所定の領域に格納される。次に、予測応答時間最小値に、求められた予測応答時間を設定し(ステップS205)、ステップS206の判定に進む。予測応答時間最小値の初期値は非常に大きな値なので、最初の予測応答時間の計算は、必ずこれらのステップを通る。

10

【0126】

予測応答時間が予測応答時間最小値以上である場合(ステップS203、No)、判定処理ステップS206に進む。ステップS206においては、ステップS202で取得した経路一覧に未処理の経路が残っているかどうか判定する。残っていれば(ステップS206、Yes)、経路一覧から次の経路を選択して(ステップS208)、ステップS202に戻る。残りの経路がない場合は(ステップS207)、最適な経路が決定され(ステップS207)、処理が終了する。即ち、この時点で予測応答時間が最小の経路として設定されている経路が予測応答時間が最小の経路であり、予測応答時間最小値がその経路の予測応答時間である。

20

【0127】

図6は、予測個体の更新処理フローを示す図であり、図2のステップS112を更に詳細に展開した図である。ここで、予測情報管理機能131Cは、応答情報管理機能131Bから実応答時間とその経路を受信すると、それらの情報に基づいて予測個体を更新する。

【0128】

最初に、予測情報管理機能131Cは、応答情報管理機能131Bから実応答時間と経路が送信されたかを判定し(ステップS300)、送信がない場合(ステップS300、No)、この判定を繰り返す。送信が行われると(ステップS300、Yes)、そのクライアント群130に関連するスクール内の先頭の予測個体を取得する(ステップS301)。

30

【0129】

次に、予測情報管理機能131Cは、受信した経路に対応する予測応答時間を、前記取得されたスクール内の予測個体について求める(ステップS302)。この時、受信した経路と同一の実応答時間のデータ数が十分でない場合、即ち実応答時間テーブル内に前記受信した経路と同じ経路の実応答時間のレコードが少ししかない場合がある。そのような場合には、ステップS202で説明したように、前記受信した経路と似た経路の実応答時間のレコードや、最新の実応答時間のレコードを、同一の経路を用いる場合より多く用いて予測を行うこともできる。

40

【0130】

この処理は、スクール内の全ての予測個体に対して繰り返される。

予測応答時間を求める式は前述したとおりである。

更に、各予測個体ごとに前記ステップS302で求められた予測応答時間と、応答情報管理機能131Bから得られた実応答時間及び前記実応答時間テーブル190内の任意のレコードに記憶された実応答時間等から、適合度と寿命を求め、予測個体テーブルの該当レコードの該当項目を更新する(ステップS303)。

【0131】

次に、スクール内にまだ予測個体が残っているかの判定がされ(ステップS304)、残っていれば(ステップS304、Yes)、スクール内の次の予測個体を取得してステッ

50

プ S 3 0 2 以降を行う (ステップ S 3 0 6)。スクール内に予測個体が残っていなければ (ステップ S 3 0 4、No)、世代交代処理を行い (ステップ S 3 0 5)、その後ステップ S 3 0 0 の判定に戻る。

【 0 1 3 2 】

図 7 は、世代交代の処理フローを示すものであり、図 6 のステップ S 3 0 5 を詳細に展開した図である。この処理は、図 6 に示す処理フローにより更新されたスクール内の予測個体に対して、他のスクールにある予測個体をも含んで世代交代処理を行う。

【 0 1 3 3 】

予測情報管理機能 1 3 1 C は、自己のクライアントに関するスクール内の予測個体で、寿命が過ぎている予測個体の数を求める (ステップ S 4 0 0)。予測個体の生成日時 + 寿命 < 現在の日時を満たす場合に、寿命が過ぎたものとして判定される。

10

寿命の過ぎた予測個体が 1 つもなかった場合は (ステップ S 4 0 1、No)、世代交代の処理を終了する。寿命の過ぎた予測個体が 1 つでもあった場合は (ステップ S 4 0 1、Yes)、他のスクールに関連づけられたクライアント群 1 3 0 の予測情報管理機能 1 3 1 C から、予測個体を取得する (ステップ S 4 0 2)。この処理は、他のスクールの予測個体を取得することによって、ステップ S 4 0 3 で行われる新しい予測個体の生成に、他のスクールの情報を反映させ、全体システムとして協調する最適経路を求めるためになされる。

【 0 1 3 4 】

次に、予測情報管理機能 1 3 1 C は、自己のクライアントに関するスクール内の予測個体と他のスクールの予測個体から、前記寿命が過ぎた予測個体の分だけ新しい予測個体を生成する (ステップ S 4 0 3)。新しい予測個体が生成された後、寿命が過ぎた自己のスクール内の予測個体を削除し (ステップ S 4 0 4) 処理を終了する。

20

【 0 1 3 5 】

図 8 は、スクール内の予測個体生成フローを示すものであり、図 7 のステップ S 4 0 3 を更に詳細に展開した図である。この処理は、遺伝的アルゴリズムに基づいて、自己のクライアントに関するスクール内の予測個体またはその他のスクール内の予測個体から、交叉及び突然変異を行い、新しい予測個体を生成する。

【 0 1 3 6 】

最初に予測情報管理機能 1 3 1 C は、自己のクライアントに関するスクール内の予測個体、又はその他のスクール内の予測個体から、前記ステップ S 4 0 1 で寿命の過ぎた予測個体の数と等しい数だけ父親を選択する (ステップ S 5 0 0)。同様に、ステップ S 5 0 1 で、自己のクライアントに関するスクール内の予測個体、又はその他のスクール内の予測個体から、前記ステップ S 4 0 1 で寿命の過ぎた予測個体の数と等しい数だけ母親を選択する。これらの予測個体は、原則として適合度の高い予測個体ほど高い確率で選択される。その結果、予測個体は自己のスクールかそうでないかを問わず選択されることになるが、生物学的には、自己の環境への適合度を高めるため、ある程度自己のスクール内からの予測個体を残すことも必要である。

30

【 0 1 3 7 】

次に、この 2 つの予測個体間で交叉 (crossover) を行う (ステップ S 5 0 2)。この例では、この交叉によって、前記ステップ S 4 0 1 で寿命の過ぎた予測個体の数と等しい数の父親と母親の予測個体 (即ち、その合計は、前記寿命の過ぎた予測個体の数の 2 倍) から、半数の予測個体 (即ち、前記寿命の過ぎた予測個体の数) が生成される。その後突然変異 (mutation) を行い (ステップ S 5 0 3)、最終的に前記寿命の過ぎた予測個体の数と等しい数の予測個体が生成される。

40

【 0 1 3 8 】

この結果生成された予測個体を、予測個体テーブルに新しいレコードとして追加する (ステップ S 5 0 4)。前記交叉及び突然変異の方法、例えば交叉に関して交叉点をどこに、いくつ設定するか、また、突然変異に関して反転させるビットの位置及び数をどうするかなどについては、多くのバリエーションが考えられ、ここでは好適な予測応答時間を得ら

50

れるように、どのような方法も採用しうる。ただし、これらの選択は、世代交代の行き詰まりを避けるために、できるだけランダムに行われることが望ましい。

【0139】

図9は、本発明の第2の実施例である、経路選択システム200のシステム構成を示すブロック図である。経路選択システム200は、サービス提供サーバ群210、PROXYサーバ群220、クライアント群230、サーバ群260、インターネットなどの多数のネットワーク中継装置を含む広域ネットワーク240、及びLAN250を含む。前記サービス提供サーバ群210、及びPROXYサーバ群220は、それぞれ前記ネットワーク240に接続されている。前記クライアント群230及びサーバ群260は、前記LAN250、及び前記PROXYサーバ群220を経由してネットワーク240に接続される。サーバ群260は、ここでは、複数のクライアント群230に対して共有資源及びサーバ機能を提供するサーバであり、WWWサーバなどのより広い範囲で使用されるサービス提供サーバ群210とは区別される。また、サーバ群260は、図9ではLAN250を介してクライアント群230と相互に接続されているが、任意の接続形態をとることができる。

10

【0140】

また、クライアント群230及びサーバ群260は、前記LAN250及びPROXYサーバ群220を介さずに、ネットワーク240に直接接続することもできる。

【0141】

図1で示した経路選択システム100と同様に、サービス提供サーバ群210は、複数のサーバ211、212、213、・・・からなり、それぞれのサーバがネットワーク240に接続される。また、前記サービス提供サーバ群210はミラーサーバとしても提供され、例えばサーバ211は3つのミラーサーバからなり、サーバ212は2つのミラーサーバからなる。

20

【0142】

PROXYサーバ群220は、複数のサーバ221、222、・・・からなり、それぞれのサーバがネットワーク240に接続される。

クライアント群230は、複数のクライアント231、232、・・・からなり、ユーザはそれらのクライアントから前記サービス提供サーバ群210に対して、前記PROXYサーバ群220及び前記ネットワーク240を介してサービス要求を行う。

30

【0143】

また、クライアント群230は、図9に示すようにPROXYサーバ群220を経由して前記サービス提供サーバ群210にアクセスすることが多いが、前記PROXYサーバ群220を経由せずに行うこともできる。また、図9に示すような構成においては、LAN250で接続されたサーバ群260を経由して前記サービス提供サーバ群210にアクセスすることもできる。

【0144】

更に、各クライアント、例えばクライアント231は、経路算出機能231A、及び応答情報管理機能231Bを含む。図9には詳細に示されていないが、クライアント232もクライアント231と同様の機能群を有しており、その他のクライアントも同様である。

40

【0145】

前記経路算出機能231A、及び応答情報管理機能231Bは、図1の経路選択システム100のクライアント131内にある経路算出機能131A、及び応答情報管理機能131Bと同様の機能を有する。

【0146】

サーバ群260は、複数のサーバ261、262、・・・からなる。

図9に示す第2の実施例は、予測情報管理機能261A、及び経路情報管理機能261Bをサーバ群260内に有している。前記予測情報管理機能261A、及び経路情報管理機能261Bは、実質的には、予測情報管理機能131C、及び経路情報管理機能131Dの機能に対応する。この実施例では、クライアント群230とサーバ群260内の各機能

50

間のデータのやりとりが、LAN 250を介して行われる場合がある点をのぞいては、機能面で第1の実施例と変わるものではない。

【0147】

しかし、前記予測情報管理機能261A、及び経路情報管理機能261Bをサーバ群260によって行うことにより、クライアント群230の導入時の負担及びネットワーク構成変更時の負担を軽減したり、サーバ群260に記憶されうる予測個体テーブルや実応答時間テーブルなどのデータの集中管理を行うことができる。

【0148】

また、本発明の第1及び第2の実施例に示したシステム構成は単なる例示に過ぎず、任意の接続方法による接続形態が数多く考えられる。しかし、それらの全ての接続形態についても、本発明の意図及び範囲を逸脱することなく本発明の適用を行うことが可能であることは、当業者には明らかである。

【0149】

更に、本明細書ではここまで、本発明が、クライアントとサービス提供サーバ間の最適経路の選択をクライアントのみ、またはクライアントとサーバの協調作業により実現する例を示してきたが、こうした機能をルータで行うこともでき、またパケット交換網において交換機により行うことも可能である。

【0150】

図10は、上述した経路選択システム100におけるクライアント群130の機能を実施するクライアント・コンピュータ1000のハードウェア構成の一例を示している。また、図9に示す、本発明の第2の実施例のような接続形態におけるクライアント群230、及びサーバ群260も同様の構成を有する。

【0151】

該コンピュータ1000は、それぞれバス1008に接続されたCPU1001、記憶部1002、メモリ部1003、表示部1004、入力部1005、印刷部1006、およびネットワーク・インタフェース部1007からなる。CPU1001は、図1に示された各機能131A~131Dを実行する。記憶部1002は、CPU1001によって実行される前記各機能を実現するプログラム、及び予測個体テーブル等の本発明の経路選択システムに必要なデータを格納する。

【0152】

メモリ部1003には、CPU1001によって実行される前記各機能を実現するプログラムがロードされ、予測個体テーブル等のデータが必要に応じて展開される。本発明の経路選択システム100は、動的に各経路の予測応答時間を比較し、予測応答時間の最も短い経路を選択する必要があるため、これらの動的な処理に必要なデータは常時、アクセス時間の短いメモリ部1003に展開されていることが望ましい。

【0153】

表示部1004は、ネットワーク・アドレスの指定やシステムの初期設定等の入力をガイドするための表示を行うために必要な場合がある。通常はCRT等のディスプレイ装置である。

【0154】

入力部1005は、前記表示装置に表示された入力ガイドにそって入力や指示を行うものであり、キーボード、マウス等から成る入力装置で構成される。

印刷部1006は、ユーザの指示に従って、記憶部1002等に格納されているデータ等を印刷する、レーザプリンタ等の印刷装置である。

【0155】

ネットワーク・インタフェース部1007は、クライアント群130をLAN150を介してPROXYサーバ群120に接続するよう機能する。この接続を公衆回線網又は専用回線を介して行う場合は、モデム、DSU、ルータなどのネットワーク通信装置が必要であり、この場合、ネットワーク・インタフェース部1007は、これらを含む通信インタフェース装置である。図9に示す第2の実施例における接続形態においては、サーバ群2

10

20

30

40

50

60との間のLANインタフェース、及び、LAN250を經由したPROXYサーバ群220との接続機能をも含む。

【0156】

バス1008は、前記各構成要素1001～1007間でデータ、指令等の送受信を行うための共通伝送経路である。

【0157】

【発明の効果】

本発明の経路選択方式によれば、任意の隣接する経路の組み合わせにおける応答時間を予測する際に、ある経路内のいくつかの中継ノードに関する応答データを収集することができなくても、応答時間の予測を行うことができる。即ち、本発明では、単位データ長あたりの実応答時間(RT)を利用することにより、各ノードからのデータ通過量を示す情報が一部欠けている場合でも、予測したい経路による過去の、単位データ長あたりの実応答時間を記憶しており、その情報を元に、その予測対象の経路の応答時間を予測することができる。予測したい経路と同じ経路による単位データ長あたりの実応答時間を記憶していない場合でも、予測したい経路に近い経路の過去の単位データ長あたりの実応答時間を必要数だけ選択し、それらの重み付け後の平均値を計算する等の処理によって、その予測対象の経路の応答時間の予測が可能である。

10

【0158】

また、本発明の単位データ長あたりの実応答時間を利用する経路選択方式によって、ネットワーク中継装置、クライアント、及びサーバの性能をも含んだ、発信元アドレスから送信先アドレスまでの経路の全体的な応答性能が評価され、その情報を元に最適な経路が選択される。

20

【0159】

更に、本発明の経路選択方式によって、クライアントに隣接した中継ノードの選択を、その中継性能の動的変化に応じて動的に行うことができる。

また更に、本発明の経路選択方式によって、各経路選択システム間での協調的ふるまいが得られる。例えば、キャッシュの種類により利用する中継ノードを決めておき、同じキャッシュの内容が複数の中継ノードに重複して存在しないように制御することができる。

【0160】

また更に、本発明の経路選択方式によって、トランザクションの途中経路が帯域の異なる選択可能な多重経路網である場合にも、応答時間の予測が可能である。

30

【0161】

加えて、本発明の経路選択方式によれば、GAを利用することによって、以下のような効果が得られる。

ノードが増加し、選択すべき経路パターンが増加すると、最適な経路を予測するための計算量が飛躍的に増大する。しかし、このようなネットワークの複雑化に対しても、GAを利用することにより、比較的小さな計算量で短時間に最適経路を予測することが可能となる。

【0162】

GAを用いると、ネットワーク環境の変化による予測個体(予測パラメータ)のズレを少しずつ計算していくだけでよく、従来の経路選択方式のように、経路選択の度に全ての環境データから計算を行う必要はない。

40

【0163】

更に、GAを用いると、結果的に応答時間が極端に悪化する経路または経路上のノードに関する一極集中を動的に回避することができる。各クライアントごとに全く異なる予測個体(染色体)を持つため、同じ予測をすることはあり得ず、協調的な予測をするようになる。例えば、クライアントAがノードCを専属で利用し、クライアントBがノードDを専属で利用する状況が自動的に生じる。

【0164】

以上の本発明の効果から、所定のネットワーク環境においては、従来方式の約2倍の性能

50

向上が図られている。

【図面の簡単な説明】

【図 1】経路選択システム 100 のシステム構成を示すブロック図である。

【図 2】クライアントにおける処理フローを示す図である。

【図 3】PROXYテーブル及びWWWサーバ・テーブル内のレコードの例を示す図である。

【図 4】予測個体テーブル及び実応答時間テーブル内のレコードのフォーマットを示す図である。

【図 5】最小の予測応答時間の経路を求める処理フローを示す図である。

【図 6】予測個体の更新処理フローを示す図である。

10

【図 7】世代交代の処理フローを示す図である。

【図 8】スクール内の予測個体生成フローを示す図である。

【図 9】経路選択システム 200 のシステム構成を示すブロック図である。

【図 10】クライアント・コンピュータ 1000 のハードウェア構成の一例を示す図である。

【符号の説明】

100 経路選択システム

110、111、112、113 サービス提供サーバ

120、121、122 PROXYサーバ

130、131、132 クライアント

20

131A 経路算出機能

131B 応答時間情報機能

131C 予測情報管理機能

131D 経路情報管理機能

140 ネットワーク

150 LAN

200 経路選択システム

210、211、212、213 サービス提供サーバ

220、221、222 PROXYサーバ

230、231、232 クライアント

30

231A 経路算出機能

231B 応答時間情報機能

240 ネットワーク

250 LAN

260、261、262 サーバ

261A 予測情報管理機能

261B 経路情報管理機能

1000 クライアント・コンピュータ

1001 CPU

1002 記憶部

40

1003 メモリ部

1004 表示部

1005 入力部

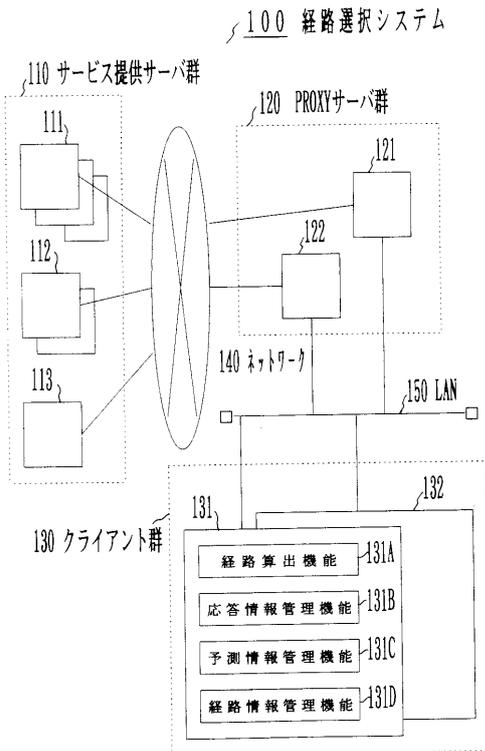
1006 印刷部

1007 ネットワーク・インタフェース部

1008 バス

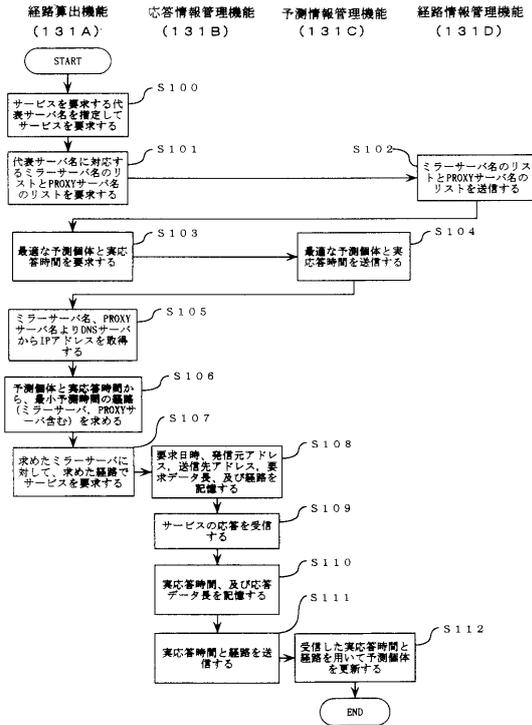
【 図 1 】

経路選択システム 100 のシステム構成を示すブロック図



【 図 2 】

クライアントにおける機能ごとの処理フロー



【 図 3 】

PROXYテーブル及びWWWサーバテーブル内のレコードの例を示す図

(A) 160 PROXY テーブル

PROXY サーバ名
PROXY1. AAA.com
PROXY2. AAB.com
PROXY3. AAA.com
⋮

(B) 170 WWW サーバテーブル

代表サーバ名	ミラーサーバ名
www.BBB.com	www1.BBB.com
www.BBB.com	www2.BBB.com
www.BBB.com	www3.BBB.com
⋮	⋮

【 図 4 】

予測個体テーブル及び実応答時間テーブル内のレコードのフォーマットを示す図

(A) 180 予測個体テーブル

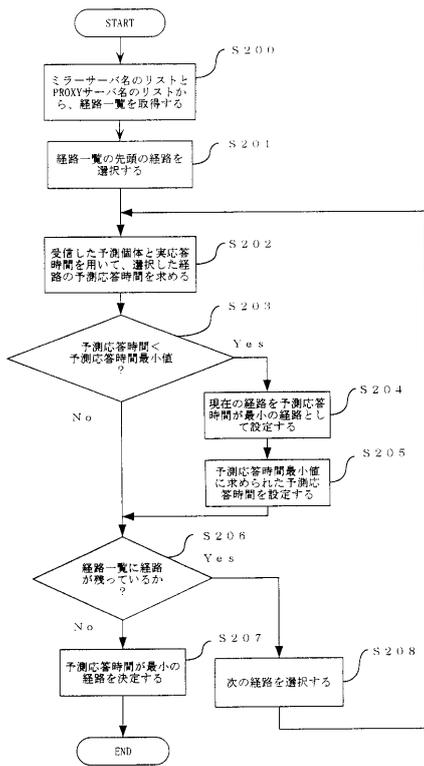
識別番号	アドレス位置	寿命	生成日時
0	1	2	3
染色体長	染色体	適合度	染色体
			4
			5
			6
			7

(B) 190 実応答時間テーブル

識別番号	発信元アドレス	送信先アドレス	経路
実応答時間	要求データ長	応答データ長	要求日時

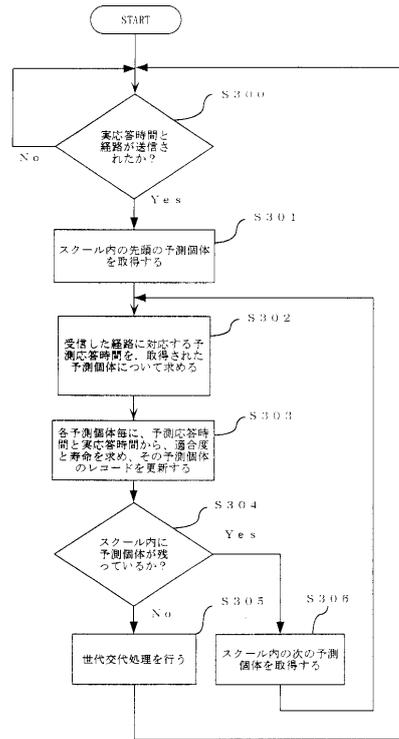
【 図 5 】

最小の予測応答時間の経路を求める処理フロー



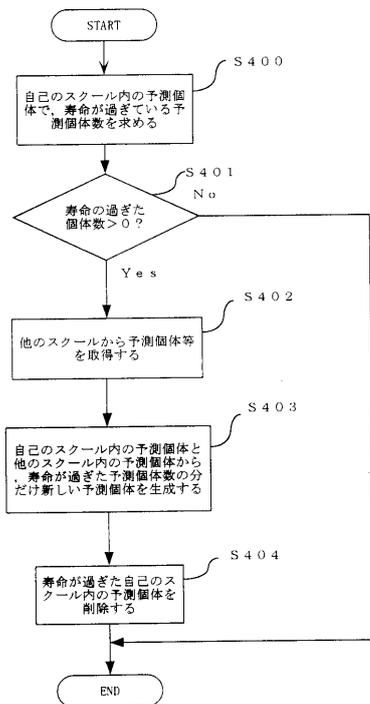
【 図 6 】

予測個体の更新処理フロー



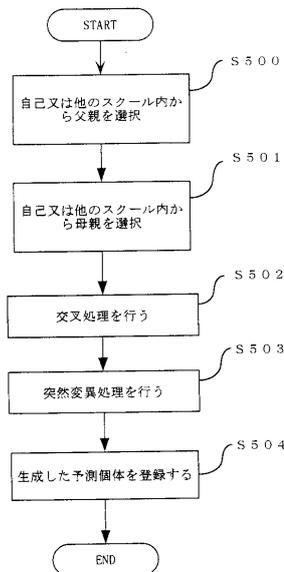
【 図 7 】

世代交代の処理フロー



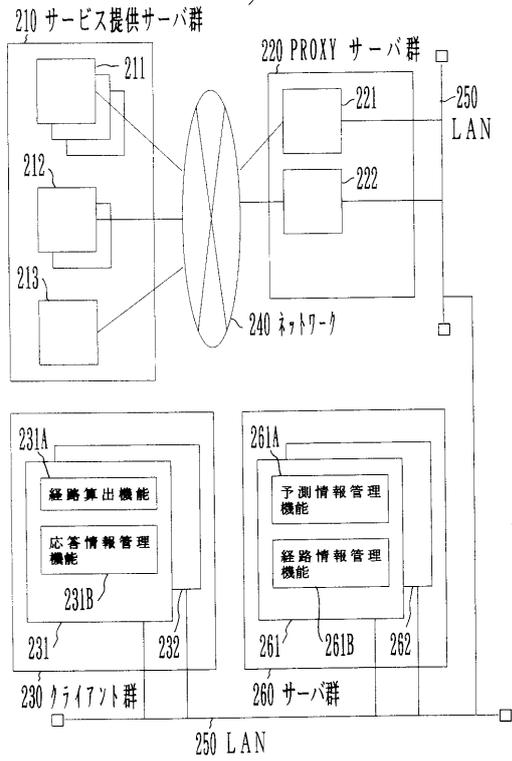
【 図 8 】

スクール内の予測個体生成フロー



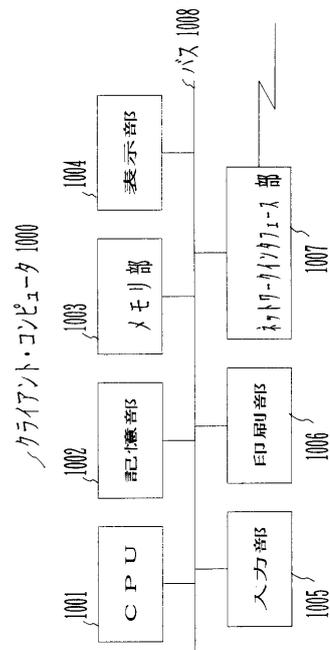
【 図 9 】

経路選択システム 200 のシステム構成を示す
ブロック図
200 経路選択システム



【 図 10 】

クライアント・コンピュータ 1000 の
ハードウェア構成の一例を示す図



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平07-311723(JP,A)
特開平09-293030(JP,A)
特開平08-116325(JP,A)
特開平05-336124(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
H04L 12/56
G06F 13/00 351