

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4397978号
(P4397978)

(45) 発行日 平成22年1月13日 (2010. 1. 13)

(24) 登録日 平成21年10月30日 (2009. 10. 30)

(51) Int. Cl.

F I

G 0 6 F 17/30 (2006.01)

G 0 6 F 17/30 3 4 0 D

G 0 6 F 17/30 1 8 0 D

請求項の数 3 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願平10-119252	(73) 特許権者	390009531
(22) 出願日	平成10年4月28日 (1998. 4. 28)		インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション
(65) 公開番号	特開平11-7454		I N T E R N A T I O N A L B U S I N E S S M A S C H I N E S C O R P O R A T I O N
(43) 公開日	平成11年1月12日 (1999. 1. 12)		アメリカ合衆国10504 ニューヨーク州 アーモンク ニュー オーチャードロード
審査請求日	平成16年12月28日 (2004. 12. 28)		
(31) 優先権主張番号	08/850246	(74) 代理人	100086243
(32) 優先日	平成9年5月2日 (1997. 5. 2)		弁理士 坂口 博
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100091568
			弁理士 市位 嘉宏
		(74) 代理人	100108501
			弁理士 上野 剛史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 濃度を利用した結合順序付け方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

リレーショナルデータベース表の多重結合質問のカーディナリティを算出する方法であって、コンピュータの演算処理により、

前記多重結合質問の結合グラフを表すデータをメモリに記憶する段階であって、前記結合グラフは、頂点のセット及び暗黙に定義され前記頂点に一対一に対応するエッジのセットとして定義され、前記頂点のセットは、前記多重結合質問の前記表と一対一に対応し、前記エッジのセットは、前記質問で表現された結合述語と一対一に対応しており、前記多重結合質問において表現された全ての結合述語に対して一対の頂点及び接続エッジを形成したデータをメモリに記憶する段階と、

前記メモリから前記結合グラフを表すデータを読み取り前記多重結合質問の前記カーディナリティを算出する段階であって、

前記述語が基本キー外部キーの場合、前記グラフから末尾頂点を削除することにより、縮小されたグラフを形成する段階と、

前記縮小されたグラフを表すデータのカーディナリティを前記多重結合質問の前記カーディナリティとする段階

を具備し、

前記多重結合質問の前記カーディナリティを算出する段階は、各エッジによって表される、基本キーと外部キー結合の結合選択率、各頂点によって表される前記表の前記カーディナリティ、及び各頂点によって表される前記表の個々の結合選択率を乗算する段階を含

10

20

む方法。

【請求項 2】

前記末尾頂点を削除する段階は、前記グラフを通るパスにおける各頂点を検査し、かつ前記頂点が末尾頂点であれば、該頂点及び当該頂点に隣接する全てのエッジを除去する段階と、

いずれかの末尾頂点が前記グラフを通るパスの間に除去されたならば、前記グラフを通る別のパスを作成する段階

を具備する請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

リレーショナルデータベース表の多重結合質問のカーディナリティをコンピュータが算出するシステムであって、前記システムは、

前記多重結合質問の結合グラフを表すデータをメモリに記憶する手段であって、前記結合グラフは、頂点のセット及び暗黙に定義され前記頂点に一对一で対応するエッジのセットとして定義され、前記頂点のセットは、前記多重結合質問の前記表と一对一に対応し、前記エッジのセットは、前記質問で表現された結合述語と一对一に対応しており、前記多重結合質問において表現された全ての結合述語を識別する手段と、

識別された各結合述語に対して前記グラフにおいて一对の頂点及び接続エッジを形成したデータをメモリに記憶する手段を有し、

前記メモリから前記結合グラフを表すデータを読み取り前記多重結合質問の前記カーディナリティを算出する手段であって、

前記述語が基本キー外部キーの場合、前記グラフから末尾頂点を削除することにより、縮小されたグラフを形成する手段と、

前記縮小されたグラフを表すデータのカーディナリティを前記多重結合質問の前記カーディナリティとする手段

として機能させ、

前記多重結合質問の前記カーディナリティを算出する手段は、各エッジによって表される、基本キーと外部キー結合の結合選択率、各頂点によって表される前記表の前記カーディナリティ、及び各頂点によって表される前記表の個々の結合選択率を乗算する段階を含む、システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は、データベースシステムにおける質問処理の最適化に関し、特にリレーショナルデータベースシステムにおける結合順序付けの最適化に関する。

【0002】

【従来の技術】

データベースは、情報の集合である。リレーショナルデータベースは、表の集合としてそのユーザによって認められるデータベースである。各表は、行及び列に項目及び項目の属性をそれぞれ配列している。各表の行はレコード（記録）またはタプルとも呼ばれ、項目に対応し、かつ各表の列はフィールド、より正確には属性の型またはフィールドの型と呼ばれ項目の属性に対応する。表 T のカーディナリティ（cardinality：濃度、多様性、一意な値の個数）とはデータベース分野で周知のようにレコード中の一意な値の個数を指し、 $|T|$ で表される。例えば性別データ（男、女）のように値の種類が少ない場合にはカーディナリティが低く、社員番号は高い。表に対する“基本キー（1次キー(primarykey)）”は、表のレコードを独自に識別する単純または複合属性である。キーは、本来的に独自でなければならないし、かつ特定の時点で単に独自ではない。独自の識別子だけが表の全ての属性から構成されている複合属性であるような表を有することは可能であるが一般的ではない。二つ以上の独自の識別子を有する表は可能であるが一般的ではない。そのような場合、表はその一つが選択されかつ基本キーとして指定され、次いで残りの候補が代替キーと言われる多重候補キーを有すると言われる。基本及び代替キーは、二つの時間

独立特性を満足しなければならない。まず表の二つのレコードはキーに対して同じ値を有することがない。第2に、キーが複合であれば独自性特性を破壊することなくキーのコンポーネントを削除できない。

【0003】

“外部キー(foreign key)”は、その値がある表の基本キーの値にマッチすることを要求される表の潜在的複合属性であり、一般的であるが、外部キーが定義される表とは必ずしも異なることを要しない。外部キーの値は、参照されたレコードまたはターゲットレコードと呼ばれる、マッチング基本キー値を含んでいるレコードへの参照を表す。外部キーを含む表は、参照しているまたは外部表と呼ばれるし、かつ対応基本キーを含む表は、参照されたまたはターゲットまたは基本表と呼ばれる。リレーショナルデータベースのデータを探索することは、質問により行われる。質問は、質問がデータベースから探索すべき情報を特定する一つ以上の述語を含む。結合質問は、二つ以上の表から情報を要求する質問である。例えば、一つの表に電話帳(テレフォンディレクトリ)情報を記憶しかつ別の表に雇用情報を記憶するデータベースでは、結合質問は、同じ市内に住みかつ働く全ての人々の名前を要求できる。

10

【0004】

結合質問は、二つの表からのレコードを選択するために用いられる基準を特定する少なくとも一つの“結合述語”を含まなければならない。また、結合質問は、個々の表からのレコードを選択するために一つ以上の単一表述語を含む(例えば、その家の電話番号が876交換にある雇い人(従業員))。結合質問の結合選択率は、結合された表のカーディナリティの生成に対する結合の結果として生ずるマッチの数の比である。表Pの基本キーはP・Pkで表される。ある基本キーに関する表Sの外部キーは、S・Fkで表される。基本キー-外部キー結合は、Pk-Fk結合で表される。同じ基本キーに関して両方が外部キーである二つのキーの結合は、Fk-Fk結合で表される。

20

【0005】

結合質問を行う繊細な方法は、いずれかのレコードが結合述語を満足するかどうかを決定するために第1の表における各レコードに対して第2の表の全てのレコードを調べることである。そのようなレコードは、マッチすると呼ばれる。次いで、データベースシステムは、互いに結合されたマッチングレコードを含んでいる中間(または最終)結果を構築できる。大きなデータベース上で多重結合質問を行うことは、時間を浪費しかつ資源が集中される。多重結合を有する結合質問をより効率的に行う一つの方法は、表が結合される順序を最適化することによってである。良好な結合順序は、成された比較の数または中間結果の大きさを低減することができ、それにより、拡張した資源及び質問全体を行うために必要な合計時間を減少させる。

30

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、良好な結合順序を得ることは、一般的に困難である。通常の結合順序最適化装置(optimizers)は、中間結果のカーディナリティの推定にかなり依存する。また、これらのカーディナリティの推定は、一般に困難である。通常用いられる方法は、最良でも概略でありかつある場合にはかなり不正確である。従って、最適結合順序を推定するためのより効率的かつ正確な方法が望ましい。本発明の上記従来の問題点に鑑み、最適結合順序を推定するためのより効率的かつ正確な方法を提供することをその課題とする。

40

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明の上述した課題は、二つ以上の結合操作を有している質問に対する結合順序を選択するためのコンピュータ実装式の方法であって、全ての可能な結合順序のそれぞれに対して、各結合のカーディナリティの合計値を演算しメモリに記憶する段階と、前記メモリから合計値を読み取り、前期合計値が最小の値を有している結合順序を選択する段階を具備する方法によって達成される。

【0008】

50

本発明の方法では、前記結合のカーディナリティは、結合の結果として生じるタブルの数であるように構成してもよい。

【 0 0 0 9 】

本発明の方法では、可能な結合順序の中から結合順序を選択する段階と、前記選択した結合順序における各コンポーネント結合のカーディナリティを取得する段階と、カーディナリティのそれぞれを合計する段階を更に具備するように構成してもよい。

【 0 0 1 0 】

本発明の方法では、各コンポーネント結合のカーディナリティを取得する段階は、グラフ表現方法を用いてカーディナリティを推定する段階を具備するように構成してもよい。

【 0 0 1 1 】

本発明の方法では、各コンポーネント結合のカーディナリティを取得する段階は、コンポーネント結合の一つのカーディナリティとして予め演算した値を検索する段階を具備するように構成してもよい。

【 0 0 1 2 】

【作用】

一つの形態では、本発明は、代替結合順序の相対的効率を比較するために設計されたメトリックのインプリメンテーションを介して多重結合質問において良好な結合順序を計算するためのコンピュータ実装式方法に関する。別の形態では、本発明は、 $F_k - F_k$ 結合、即ち、 $R . r$ 及び $S . s$ の両方が一つの基本表の一つの基本または交互(alternate) キーに関して外部キーである、実質的に $R . r = S . s$ の形の結合述語との結合、の結合選択率を推定するためのコンピュータ実装式方法に関する。別の形態では、本発明は、 $P_k - F_k$ 結合及び $F_k - F_k$ 結合のあらゆる組合せを含む、任意の大きな数の多重結合の結合カーディナリティを効率的に推定するためのコンピュータ実装式方法に関する。

【 0 0 1 3 】

本発明の利点の中で、結合質問性能の速さ及び効率が改良される。本発明の更なる利点は、以下の説明中に示され、かつ説明及び特許請求の範囲から明らかになるであろう。

【 0 0 1 4 】

【実施例】

本発明は、リレーショナルデータベースシステムにおける結合順序処理を最適化する方法及び装置を供給する。図 1 は、本発明によるカーディナリティを利用した結合最適化を取り入れたリレーショナルデータベースシステム 2 6 を支援するために適する汎用コンピュータプラットフォーム 1 0 を示す。プラットフォームは、(パーソナルコンピュータまたはワークステーションのような) デジタルコンピュータ 1 2、ディスプレイ 1 4、(フロッピディスクドライブ、ハードディスクドライブ、消去可能 CD - ROM ドライブ、または磁気光学ディスクドライブのような) 大容量記憶装置 1 6、キーボード 1 8、及びマウス 2 0 または他の入力装置を含む。コンピュータ 1 2 は、通常の構造のものでありかつメモリ 2 2、プロセッサ 2 4、及びメモリバス及び周辺バス(図示省略)のような、他の通常のコンポーネントを含む。また、コンピュータ 1 2 は、コンピュータ 1 2 が、それによって通信リンク 3 6 上の他のコンピュータ 4 0 にコンピュータネットワーク 3 8 上で接続される通信ハードウェア及びソフトウェア(図示省略)も含む。好適にはメモリ 2 2 に本発明の方法で計算されたカーディナリティの値が記憶されその後の処理により読み取られる。

【 0 0 1 5 】

データベースシステム 2 6 は、データベースを管理する。データベース 2 8 は、一つのコンピュータに集中化されるか、またはコンピュータネットワーク 3 8 間に分配される。一般に、データベース 2 8 は、永久的または一時的に、データベースにリンクされるコンピュータ上で実行されるデータベースシステム 2 6 によって管理される。この説明では、データベース管理システムは、コンピュータ 1 2 で実行されるものとして示される。先に示したように、リレーショナルデータベースシステムの設計及び実現における問題点の一つは、結合最適化、即ち、多重結合質問において表を結合するための最適順序を計算するこ

10

20

30

40

50

とである。表が結合される順序は、結合の結果に影響を及ぼさないが、同じ質問に対する異なる結合順序は、異なる量の時間及び他の資源を消費する。

【 0 0 1 6 】

表 R、S、及び T、表 R、S、及び T が結合されるような結合質問、及び二つの可能な結合順序：(1) 表 R 及び S を結合し、そして結果を表 T と結合し、かつ (2) 表 S 及び T を結合し、そして結果を表 R と結合する、を含むリレーショナルデータベースを考える。まず結合順序 (1) を考える。 $| (R \text{ が } S \text{ を結合する}) | = 20$ かつ $| (R \text{ が } S \text{ を結合する}) T \text{ を結合する} | = 60$ ならば、合計質問の計算中に生成されたタプルの合計数は、 $80 (20 + 60)$ である。次に、結合順序 (2) を考える。 $| (S \text{ が } T \text{ を結合する}) | = 500$ かつ $| (S \text{ が } T \text{ を結合する}) R \text{ を結合する} | = 60$ ならば、合計質問の計算中に生成されたレコードの合計数は、 $560 (500 + 60)$ である。結合順序の選択は、特に大きな表を含む多重結合で、重要である。

10

【 0 0 1 7 】

新しいメトリック、Sigma (シグマ) は、多重結合質問における可能な結合順序の中から結合順序を選ぶために用いられる。Sigma は、それが結合順序で行われるときの各結合からの結果として生じるべく推定されたタプルの数の和として定義される。Sigma メトリックを用いて、全ての結合順序の中で最も小さい Sigma を有している結合順序が最適として選択されかつ結合を行うために用いられる。競合する結合順序がある場合には、例えば、コスト推定計算や、ある他の経験則 (heuristic) を用いて結合順序を選択する。上記の例では、結合順序 (1) に対する Sigma は、80 であり、結合順序 (2) に対する Sigma は、560 であって、順序 (2) に対して順序 (1) が好ましいということを示している。

20

【 0 0 1 8 】

図 2 は、表 $T = \{ T_1, T_2, T_3, \dots, T_n \}$ を含む結合質問に対して可能な結合順序の中から結合順序を選ぶために Sigma メトリックを用いるコンピュータ実装式処理 110 を示す。まず、可能な結合順序の中から結合順序が選択される (ステップ 120)。次に、結合順序における各コンポーネント結合のカーディナリティを得る (ステップ 130)。これは、予め計算された値を検索することにより、または他の方法により、以下に説明するグラフ表現方法を用いてカーディナリティを推定することによって行うことができる。Sigma の計算には特定のカーディナリティの計算方法に限定されない。Sigma の値は、これらのカーディナリティ推定のそれぞれを合計することによって計算される。この Sigma 値がそれまでに発生した Sigma の最小値であるならば、Sigma の値及び対応結合順序の両方が記憶される (ステップ 150)。結合順序が検査されたために残っているならば、処理は、次の可能な結合順序に対して繰り返される (ステップ 160)。さもなければ、結合質問を行うために Sigma の最小値を有する結合順序が用いられる (ステップ 170)。

30

【 0 0 1 9 】

多重 - 結合質問における結合カーディナリティは、質問のグラフ表現を用いて推定することができる。しかしながら、結合グラフを用いる方法を説明する前に、個々の結合カーディナリティ及び結合選択率を推定することについて説明する。 $P_k - F_k$ 結合 R、 $P_k = S \cdot F_k$ を考える。各外部キー値が基本表の一つのレコードと正確にマッチするので、そのような結合のカーディナリティは、外部の表 (この例では、表 S) のカーディナリティに等しい。例えば、大学教授の表 P 及び教授が教えているクラス (授業) の表 S を含むデータベースを考える。 $P \cdot profID$ は、各教授を独自に識別する基本キーである。 $S \cdot teacher$ は、クラスを教えている一人の教授を識別する属性である。従って、 $S \cdot teacher$ は、P に対する外部キーである。 $S \cdot F_k = P \cdot P_k$ の形である、結合述語 $S \cdot teacher = P \cdot profID$ を有する結合質問は、各クラスが確実に一人の教授によって教えられるので、 $| S |$ に等しいカーディナリティを有する。

40

【 0 0 2 0 】

結合質問の結合選択率は、結合した表のカーディナリティの積に対する結合 (即ち、結合

50

カーディナリティ)の結果として生ずるマッチの数の比率である。それゆえに、 $P_k - F_k$ 結合の結合選択率は、 R が基本表であるような、以下の式によって与えられる：

$$\begin{aligned} P_k - F_k \text{ 結合の結合選択率} &= \text{結合カーディナリティ} / (|R| \times |S|) \\ &= |S| / (|R| \times |S|) \\ &= 1 / |R| \end{aligned}$$

$F_k - F_k$ 結合のカーディナリティ及び選択率を推定するために、 $F_k - F_k$ 結合を含んでいる以下のSQL質問を考える：

SELECT * FROM S, T [例1]

WHERE S.F_k = T.F_k

この例では、 $R.P_k$ は、 $S.F_k$ 及び $T.F_k$ の両方に対して基礎を成す基本キーである。そのような質問で用いるキーの値がそれらの表において実質的に均等に分配され、かつ基本キー値が外部キーの中で実質的に全て見出されるならば、各別個の基本キー値に対して、 $|S| / |R|$ は、 $S.F_k$ における値の発生数の良好な推定であり、 $|T| / |R|$ は、 $T.F_k$ における値の発生数の良好な推定である。

【0021】

従って、

$$\begin{aligned} F_k - F_k \text{ 結合の結合カーディナリティ} &= (|S| / |R|) \times (|T| / |R|) \times |R| \\ &= (|S| \times |T|) / |R| \end{aligned}$$

として $S.F_k = T.F_k$ の結合カーディナリティを推定できる。結合選択率の定義及び先に示した仮定から、

$$\begin{aligned} F_k - F_k \text{ 結合の結合カーディナリティ} &= ((|S| \times |T|) / |R|) \times (1 / (|S| \times |T|)) \\ &= 1 / |R| \end{aligned}$$

として、 $F_k - F_k$ 結合の結合選択率を推定できる。 $P_k - P_k$ 結合及び $F_k - F_k$ 結合の両方において、推定した結合選択率は、 $|R|$ が基本キー表のカーディナリティであるような、 $1 / |R|$ に等しいということに注目する。

【0022】

図3に示すように、コンピュータ実装式処理200は、 V が質問における表と一対一で対応する頂点のセットであり、かつ E が質問における結合述語(表現及び暗黙に定義された)と一対一で対応するエッジのセットであるような、結合グラフ $G = (V, E)$ として多重結合質問を表現するために用いることができる。処理を理解するために、以下の結合質問を考える：

SELECT * FROM R, S, T [例2]

WHERE R.P_k = S.F_k

AND R.P_k = T.F_k

この結合を表現している結合グラフを形成するために、第1の段階は、全ての表現結合述語を収集することである(ステップ220)。例2では、二つのそのような述語が存在する： $R.P_k = S.F_k$ 及び $R.P_k = T.F_k$ 。次の段階は、暗黙に定義された全ての結合述語を収集することである(ステップ230)。例2では、 $R.P_k = S.F_k$ 及び $R.P_k = T.F_k$ は、 $S.F_k = T.F_k$ を暗黙に定義する。

【0023】

次に、一対の頂点及びそれらを接続するエッジは、収集された各述語に対するグラフに追加される(ステップ240 - 290)。述語が $P_k - F_k$ であるならば、対応エッジは、基本表から外部表に向かって指向される(ステップ270)。述語が $F_k - F_k$ または他の型の結合であれば、対応エッジは、指向されない(ステップ280)。例2の結合質問に対応する結合グラフを図4に示す。結合している列が独立であるような結合質問のカーディナリティは、(1)コンポーネント結合の選択率の積、(2)結合における個別の表のカーディナリティの積、及び(3)結合における表での個別の選択の選択率の積を積

10

20

30

40

50

算することによって推定することができる。結合している列の独立は、全ての通常の最適化装置(optimizers)に行われる想定である。 $P \cdot P_k = S \cdot F_k$ 及び $S \cdot F_k = T \cdot F_k$ のコンポーネント結合の選択率は、上述した方法を用いて推定される。データベースシステム質問最適化装置は、それが他の種類の結合の選択率を計算しまたは推定するために利用可能であるあらゆる他の方法を用いる。

【0024】

このフォーミュラを結合グラフ400に適用することにより(図4)、質問カーディナリティは、

$$(1/|R|) \times (1/|R|) \times (1/|R|) \times |R| \times |S| \times |T| = (|S| \times |T|) / (|R| \times |R|)$$

であるべく計算される。通常の結合順序最適化装置は、この結果をもたらすが、更に良い推定が見出される、具体的には：

$$(|S| \times |T|) / |R| = N$$

であるべく計算される。これは、表S及びTがまず結合されたならばNタプルが結果として生ずるということに注目することによって確認することができる。(S, T)の全ての行において $S \cdot F_k = T \cdot F_k$ なので、全てのそのようなタプルは、Rの一つのタプルと確実に結合し、それゆえに、追加のタプルを結果として生じない。

【0025】

図5に示すように、結合グラフ表現を用いている多重結合のカーディナリティを推定するためのコンピュータ実装式処理500は、このインサイト(洞察力)を引き出しかつ推定手順におけるグラフを変更することによって正しい結果に到達する。まず、結合質問のグラフ表現が、例えば、手順200を用いることによって形成される(図3)。次に、全ての末尾頂点は、グラフから除去される(ステップ530-570)。末尾頂点は、グラフの他の頂点がポイントしない頂点である。例えば、図4では、頂点R410は、末尾頂点である。末尾頂点を除去するために、手順500は、グラフの各頂点を検査する(ステップ540)。頂点が末尾頂点であれば、それに隣接するそれ及び全てのエッジは、削除される(ステップ550)。このパスがグラフを通る間に末尾頂点が削除されるならば、末尾頂点を除去することは、別の末尾頂点を生成できるので、別のパスが次いでなされる(ステップ570)。

【0026】

一度全ての末尾頂点が除去されたならば、オリジナル結合の結合カーディナリティは、(1)各エッジによって表現される結合の選択率、(2)各頂点によって表現される表のカーディナリティ、及び(3)各頂点によって表現される表の個々の選択率を乗算することによって、残っているグラフを用いて除去することができる(ステップ580)。上記したように、この推定は、結合している列が独立していることを想定する。

【0027】

末尾頂点を除去することの効果は、以下の質問の処理において説明される：

```
SELECT * FROM R, S, T [例3]
WHERE R.Pk = S.Fk
AND S.Pk = T.Fk
```

【0028】

結果のカーディナリティは、|T|である。RとSを結合することは、Sの全ての行をマッチさせ、そしてSとTを結合することは、Tの全ての行をマッチし、結果のカーディナリティは、|T|である。同じ結果は、図5の方法を用いてグラフ表現を評価することによって得られる。図6の結合グラフ600は、例3の質問を表す。エッジ620、640は、対応結合述語によって印が付けられる。頂点R610は、末尾頂点である。頂点R610及びそれに隣接するエッジ620が取り除かれるとき、残ったものは、頂点S630と頂点T650を接続している単一エッジ640である。頂点S630は、いま末尾頂点であり、そこで頂点S630及びそれに隣接するエッジ640が取り除かれて、頂点T650だけを残す。結合結果のカーディナリティは、従って|T|である。本発明は、実施例により説明された。しかしながら、本発明は、表示しかつ説明した実施例に限定されな

10

20

30

40

50

い。例えば、本発明は、ソフトウェアインプリメンテーションにより記述される。しかしながら、本発明は、ソフトウェアまたはハードウェアまたはファームウェア、或いは3つの組合せでインプリメントされる。本発明の範疇は、特許請求の範囲によって定義される。

【0029】

【発明の効果】

本発明の方法、システムにより、効率的かつ正確に最適結合順序を推定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による汎用コンピュータプラットフォームプログラマブルでありリレーショナルデータベースを含むブロック図である。 10

【図2】リレーショナルデータベースシステムにおける結合質問の表の所与のセットに対する最適結合順序を計算するためのコンピュータ実装型方法のブロック図である。

【図3】多重結合質問のグラフ表現を生成するためのコンピュータ実装型方法のブロック図である。

【図4】結合グラフの図である。

【図5】結合質問のグラフ表現を用いて多重結合質問の結合カーディナリティを推定するためのコンピュータ実装型方法のブロック図である。

【図6】結合グラフの図である。

【符号の説明】

20

10 汎用コンピュータプラットフォーム

12 デジタルコンピュータ

14 ディスプレイ

16 大容量記憶装置

18 キーボード

20 マウス

22 メモリ

24 プロセッサ

26 リレーショナルデータベースシステム

28 データベース

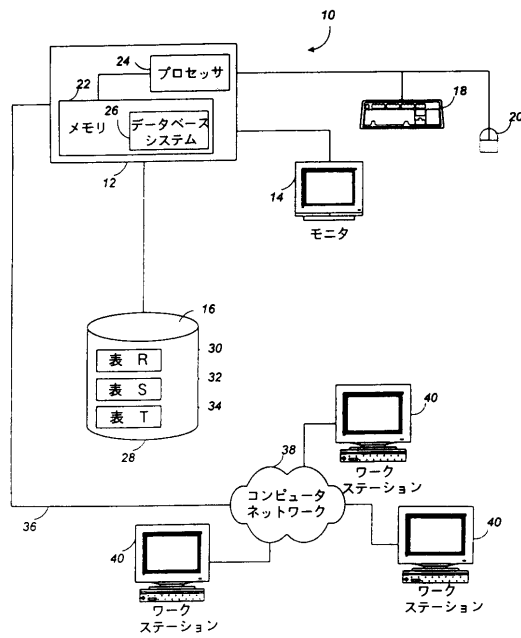
30

36 通信リンク

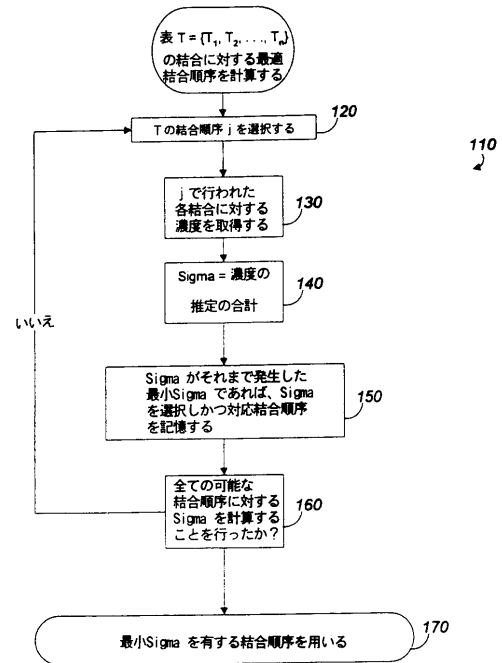
38 コンピュータネットワーク

40 コンピュータ

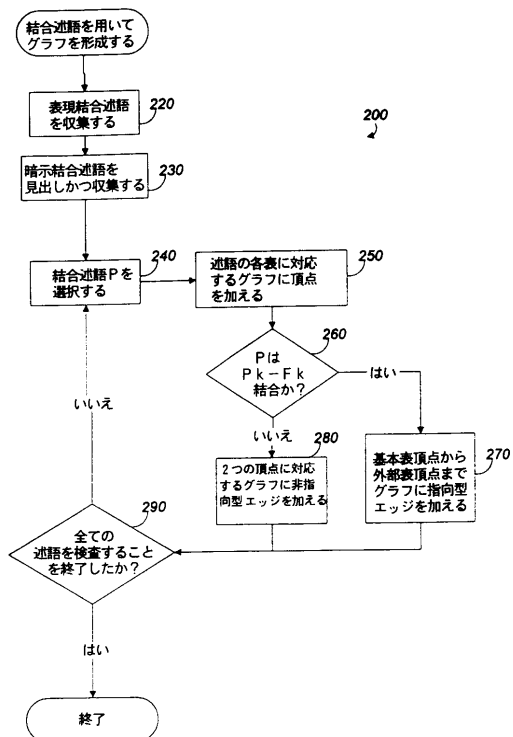
【図 1】



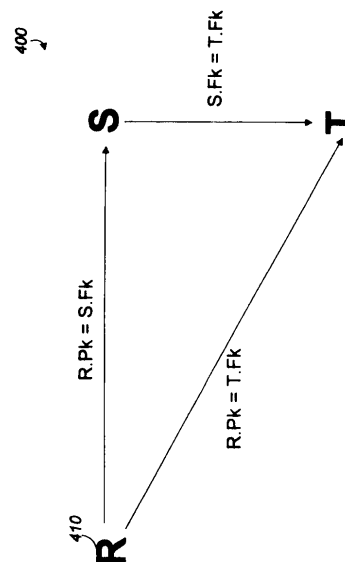
【図 2】



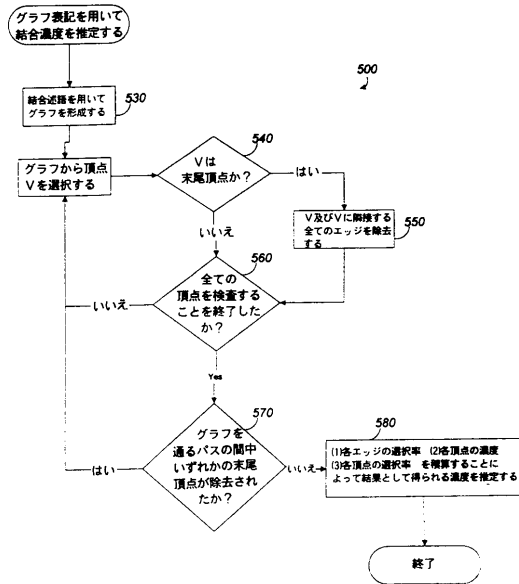
【図 3】



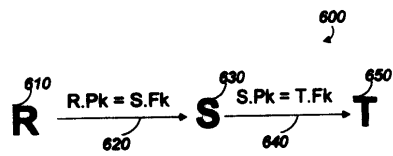
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 ムラリー エム クリシュナー
アメリカ合衆国 オレゴン州 97123 ヒルズボロ サウスイースト エアリアル ストリート 6684

審査官 梅本 達雄

(56)参考文献 水摩正行、日吉茂樹、渡辺正信、RDBアクセス経路選択アルゴリズムの評価、データベース管理システム研究会資料30、社団法人情報処理学会データベース管理システム研究会、1982年5月20日、pp.1~8
Yushi UNO、Toshihide IBARAKI、COMPLEXITY OF THE OPTIMUM JOIN ORDER PROBLEM IN RELATIONAL DATABASES、IEICE TRANSACTIONS、日本、INSTITUTE OF ELECTRONICS INFORMATION AND COMM. ENG、1991年7月1日、vol. E74, no. 7, pp. 2067-2075

(58)調査した分野(Int.Cl.、DB名)
G06F 17/30
JSTPlus(JDreamII)