

(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
2020年1月30日(30.01.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/022374 A1

(51) 国際特許分類:

H04L 12/771 (2013.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/028986

(22) 国際出願日: 2019年7月24日(24.07.2019)

(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 2018-140701 2018年7月26日(26.07.2018) JP

(71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 金子 斉 (KANEKO, Hitoshi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT

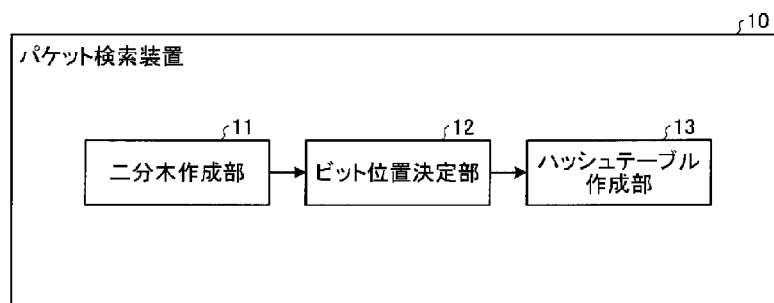
T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 西木 雅幸 (NISHIKI, Masayuki); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 内田 博志 (UCHIDA, Hiroshi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人 酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) Title: PACKET SEARCH DEVICE, PACKET SEARCH METHOD, AND PACKET SEARCH PROGRAM

(54) 発明の名称: パケット検索装置、パケット検索方法、及びパケット検索プログラム



- 10 Packet search device
- 11 Binary tree creation unit
- 12 Bit position determination unit
- 13 Hash table creation unit

(57) Abstract: This packet search device (10) comprises a binary tree creation unit (11), a bit position determination unit (12), and a hash table creation unit (13). The binary tree creation unit (11) creates a binary tree having a predetermined branch. The bit position determination unit (12) determines a start bit position and an end bit position for hash table formation for a part of the created binary tree. The hash table creation unit (13) creates a hash table of a part of the binary tree, for a range from the determined start bit position to the end bit position.

(57) 要約: パケット検索装置 (10) は、二分木作成部 (11) とビット位置決定部 (12) とハッシュテーブル作成部 (13) とを有する。二分木作成部 (11) は、所定の枝分かれを有する二分木を作成する。ビット位置決定部 (12) は、作成された上記二分木の一部に対するハッシュテーブル化の開始ビット位置と終了ビット位置とを決定する。ハッシュテーブル作成部 (13) は、決定された上記開始ビット位置から上記終了ビット位置までを対象として、上記二分木の一部のハッシュテーブルを作成する。

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST, 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：

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：

パケット検索装置、パケット検索方法、及びパケット検索プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、パケット検索装置、パケット検索方法、及びパケット検索プログラムに関する。

背景技術

[0002] 従来、パケットの検索技術として、主にハードウェアを用いたTCAM (Ternary Content Addressable Memory) 検索と、主にソフトウェア処理を用いた二分木法やハッシュ (Hash) 法による検索がある。これらの検索技術のうち、ハッシュ法は、通常の変数値取得処理と同様の動作であり、比較処理を行わないため、一般的には二分木法よりも高速である。しかしながら、ハッシュ法の場合、全てのルール (rule) についてマッチフィールド (Match Field) が固定されなければならない (ANY値等が許容されない) ことや、ハッシュ衝突の問題があることから、二分木法が用いられることが多い。

[0003] 例えば、非特許文献1の第31頁には、ハッシュ方式と二分木方式との長所と短所が比較されているが、機能拡張性の項目において、ハッシュ方式はLPM (Longest Prefix Match) 検索ができないと記載されている。すなわち、ハッシュ方式では、全てのルール間で、検索対象のフィールドが同じでなければならないとう、厳しい適用条件が課される。

先行技術文献

非特許文献

[0004] 非特許文献1：“パケットフォワーディングを支える技術 (2) ハードウェア処理ルータの内部詳解”、[online]、[平成30年7月17日検索]、インターネット<<https://www.nic.ad.jp/ja/materials/iw/2012/proceedings/d1/d1-uchiya.pdf>>

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上述した従来技術では、以下の様な問題点があった。ハッシュ法では、全てのルール間で、検索対象フィールドが同じでなければならないことから、複数のフィールドの内、何れかのフィールドでA N Y等が許容される場合には、パケット検索に際して、ハッシュ法が適用できないという問題点があった。換言すれば、検索対象フィールドが固定化されていない場合（例えば、ルールにA N Yを許容する場合）には、ハッシュ法の高速性を活かすことは困難であった。

[0006] 以下、図8を参照しながら、従来技術の課題について、より詳細に説明する。図8は、従来技術の課題を説明するための図である。ハッシュ法の適用は、検索対象フィールドが5 t u p l eの様に予め固定されており、値としてA N Y等の変数が許容されていない場合が典型例である。すなわち、各ルールの検索対象フィールドが、完全長方形型の様に完全に一致していないと、ハッシュ法は原則として適用できない。

[0007] より具体的には、図8に示す様に、ハッシュ法は、入力パケットの対象フィールドとルールのマッチフィールドとを、それぞれハッシュ値化して比較する方法であるため、マッチフィールドにA N Yやp r e f i x、s u f f i xが許容され、ルールの検索対象フィールドがまちまちになると、パケットによりハッシュ化する対象領域が固定化されず、ハッシュ法の適用は困難となる。なぜなら、ハッシュを成立させるためには、入力パケット側の対象フィールドとルール側の対象フィールドとが一致している必要があるが、ルール内のフィールドにA N Yやp r e f i x、s u f f i xが含まれることにより、ルール側の対象フィールドが定まらない場合には、上記一致が困難となるからである。

[0008] 開示の技術は、上記に鑑みてなされたものであって、検索対象のフィールドが固定化されていない場合にも、パケット検索を高速化することができるパケット検索装置、パケット検索方法、及びパケット検索プログラムを提供

することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本願の開示するパケット検索装置は、一つの態様において、所定の枝分かれを有する二分木を作成する二分木作成部と、作成された前記二分木の一部に対するハッシュテーブル化の開始ビット位置と終了ビット位置とを決定する決定部と、決定された前記開始ビット位置から前記終了ビット位置までを対象として、前記二分木の一部のハッシュテーブルを作成するテーブル作成部とを有する。

[0010] また、本願の開示するパケット検索方法は、一つの態様において、パケット検索装置が、所定の枝分かれを有する二分木を作成する二分木作成工程と、作成された前記二分木の一部に対するハッシュテーブル化の開始ビット位置と終了ビット位置とを決定する決定工程と、決定された前記開始ビット位置から前記終了ビット位置までを対象として、前記二分木の一部のハッシュテーブルを作成するテーブル作成工程とを含む。

[0011] 更に、本願の開示するパケット検索プログラムは、一つの態様において、所定の枝分かれを有する二分木を作成する二分木作成ステップと、作成された前記二分木の一部に対するハッシュテーブル化の開始ビット位置と終了ビット位置とを決定する決定ステップと、決定された前記開始ビット位置から前記終了ビット位置までを対象として、前記二分木の一部のハッシュテーブルを作成するテーブル作成ステップとをコンピュータに実行させる。

発明の効果

[0012] 本願の開示するパケット検索装置、パケット検索方法、及びパケット検索プログラムは、検索対象のフィールドが固定化されていない場合にも、パケット検索を高速化することができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]図1は、パケット検索装置の構成を示す図である。

[図2]図2は、本実施例に係るパケット検索処理を説明するための図である。

[図3]図3は、従来技術及び本実施例に係るハッシュ法の適用対象となるフィ

ールドを示す図である。

[図4]図4は、本実施例に係るハッシュテーブル化アルゴリズムの概要を示す図である。

[図5]図5は、本実施例に係るハッシュテーブル化アルゴリズムの具体例を示す図である。

[図6]図6は、本実施例に係る二分木のハッシュテーブル化アルゴリズムを説明するための図である。

[図7]図7は、本実施例に係るパケット検索プログラムによる情報処理がコンピュータを用いて具体的に実現されることを示す図である。

[図8]図8は、従来技術の課題を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下に、本願の開示するパケット検索装置、パケット検索方法、及びパケット検索プログラムの実施例を、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、以下の実施例により本願の開示するパケット検索装置、パケット検索方法、及びパケット検索プログラムが限定されるものではない。

[0015] まず、本願の開示する一実施例に係るパケット検索装置10の構成を説明する。図1は、パケット検索装置10の構成を示す図である。図1に示す様に、パケット検索装置10は、二分木作成部11とビット位置決定部12とハッシュテーブル作成部13とを有する。これら各構成部分は、一方向又は双方向に、信号やデータの入出力が可能な様に接続されている。

[0016] 詳細な構成については後述するが、二分木作成部11は、所定の枝分かれを有する二分木を作成する。ビット位置決定部12は、作成された上記二分木の一部に対するハッシュテーブル化の開始ビット位置と終了ビット位置とを決定する。ハッシュテーブル作成部13は、決定された上記開始ビット位置から上記終了ビット位置までを対象として、上記二分木の一部のハッシュテーブルを作成する。

[0017] 図2は、本実施例に係るパケット検索処理を説明するための図である。図2に示す様に、本実施例に係るパケット検索装置10は、二分木の一部（破

線枠 A 1 の部分) をハッシュテーブル化することにより、該当部分の比較検索処理に対し、ハッシュ法を適用する。ハッシュ法では、ハッシュテーブルを配列変数で作成し、検索値 (ハッシュ値) を配列変数のインデックスにする。ハッシュ法による検索は、このインデックス値の指定により行うが、本動作は、機械語レベルでは、メモリのアドレス指定処理となるため、通常の変数値取得処理と同様の動作になる。すなわち、ハッシュ法では、パケット検索装置 10 は、上記比較検索処理を、メモリアドレス指定処理に変更することにより、比較処理を行わずに検索を実行することができる。このため、高速処理が実現される。

[0018] 図 2 に示す例では、破線枠 A 1 内の 3 つの情報 (0 1 1、1 0 1、1 1 1) に対する検索が、ハッシュテーブル化により高速化されることとなる。但し、この例とは異なり、ハッシュテーブル化する部分の情報が 1 つしかない (枝分かれが無い) 場合には、元の二分木法でも比較検索処理が実行されないため、ハッシュテーブル化による効果は得られない。このため、かかる場合には、必ずしもハッシュテーブル化を行う必要は無い。反対に、ハッシュテーブル化する部分の枝分かれの数が多い程、ハッシュテーブル化により得られる高速化の効果は高くなる。

[0019] 図 3 は、従来技術及び本実施例に係るハッシュ法の適用対象となるフィールドを示す図である。図 3 では、横軸方向にはビットが規定され、縦軸方向にはルールが規定されている。図 3 に示す様に、従来技術においてハッシュ法の適用対象となるフィールドは、完全長方形型であるため、全てのルール間で対象フィールドが一致している。これに対して、本実施例においてハッシュ法の適用対象となるフィールドは、ANY 値 (prefix、suffix を含む) を伴うため、各ルールの対象フィールドは、必ずしも一致していない。このため、従来の方法では、ハッシュ法の適用による高速化を図ることは困難である。そこで、本実施例に係るパケット検索装置 10 は、ANY を伴う二分木テーブルを前提とし、ルール状況 (例えば、トリートメント状況) に応じて動的に、部分的なハッシュテーブル化を行う。

[0020] 以下、図4及び図5を参照しながら、本実施例に係るハッシュテーブル化アルゴリズムについて、説明する。図4は、本実施例に係るハッシュテーブル化アルゴリズムの概要を示す図である。図4は前述の図3に対応し、横軸方向にはビットが規定され、縦軸方向にはルールが規定されている。図5は、本実施例に係るハッシュテーブル化アルゴリズムの具体例を示す図である。前提として、ルールの並び順は、A N Yを伴う二分木を作成する際に、各ノードを上から0、1、A（A N Y）として二分木を作成した場合に、その上下の順に従って上からルールを並べる（S 0）。

[0021] 次のS 1では、パケット検索装置1 0は、開始ビット位置が同じであるルールの中で、終了ビット位置が最短のルール（最短長ルール）R 1に合わせて、破線枠A 2に対応するハッシュテーブルT 1を作成する。ここで、開始ビット位置とは、文字通りの開始位置（例えば、図4の（1））のみならず、A N Y値直後のビット位置（例えば、図4の（2））を含む。同様に、終了ビット位置とは、文字通りの終了位置（例えば、図4の（3））のみならず、A N Y値直前のビット位置（例えば、図4の（4））を含む。

[0022] 上記最短のルールの終了ビット位置以降については、パケット検索装置1 0は、当該位置から、その次に短いルールまで、ハッシュテーブルを作成する。図5に示す例では、破線枠A 3に対応するハッシュテーブルが引き続き作成される（S 2）。以降、同様の処理が繰り返し、実行される。

[0023] このとき、破線枠A 4に対応するハッシュテーブルについては、ハッシュテーブル化する部分の元の二分木の枝分かれ数が2であり、2以下であるので、作成されない。従って、そのまま二分木法が採られる（S 3）。

[0024] なお、ハッシュテーブル化せずにそのまま二分木法が採られる条件として、枝分かれ数が2以下であることを例示したが、これに限らず、所定値N（例えば、3）以下であってもよい。上記S 1の場合、枝分かれ数が1 1であるので、所定値Nが1 1以上でない限り、ハッシュテーブル化が実行される。反対に、枝分かれ数が2以下であっても、枝分かれが存在する場合には、ハッシュテーブル化を行ってもよい。

[0025] 以下、図6を参照しながら、二分木のハッシュテーブル化アルゴリズムについて、より詳細に説明する。通常の検索ルールでは、ANY値やprefix、suffixを伴うのが一般的である。このような場合にも、以下の手順によりハッシュテーブル化することで、パケット検索の効率化が実現される。

[0026] 図6は、本実施例に係る二分木のハッシュテーブル化アルゴリズムを説明するための図である。図6に示す様に、(1)では、start nodeを起点として、枝分かれが、上から0、1、A(any node)の順になる様に、二分木構成が作成される。

[0027] 次の(2)では、二分木のstart nodeまたはAの次に、0または1のノード、あるいは0と1双方のノードが続く場合、そのビット位置を、ハッシュテーブルの開始ビット位置とし、その後、Aまたは終端点が現れた場合、Aの手前または終端点のビット位置を、ハッシュテーブルの終了ビット位置とする。図6に示す例では、左端のstart nodeに0と1双方のノードが続くため、このビット位置B1が、破線枠A5に対応するハッシュテーブルの開始ビット位置となる。その後、ビット位置B1から4ビット後のビット位置B2にAが現れるため、その手前のビット位置B3が、破線枠A5に対応するハッシュテーブルの終了ビット位置となる。

[0028] 次の(3)では、上記(2)に引き続き、ハッシュテーブルの終了ビット位置から、0または1のノード、あるいは0と1双方のノードが続く場合、そのビット位置を、新たなハッシュテーブルの開始ビット位置とする。その後は、上記(2)と同様に、Aまたは終端点が現れた場合、Aの手前または終端点のビット位置を、ハッシュテーブルの終了ビット位置とする。これにより、図6に示す例では、破線枠A6～A9に対応する4つのハッシュテーブルが新たに作成されることとなる。

[0029] なお、図6の(4)の様に、ハッシュテーブル化する部分に枝分かれが無い場合には、ハッシュテーブル化は行われない。これにより、高速化に寄与しない部分にまで、不要なハッシュ法が適用されることが抑制され、より効

率的なパケット検索が可能となる。

[0030] ハッシュテーブル化の評価に関し、二分木法による検索回数を $\log_2(N)$ (N はルール数) とすると、図6に示す例では、ルール数(終端ノードの数)が19であるので、検索回数は $\log_2(19) \div 4.2$ となる。一方、図6の破線枠A5～A9に示す部分をハッシュテーブル化した場合には、1ハッシュテーブル内において1NULL判定を行うとすると、101101AA1のルールヒット時に、最大3回の検索で済むことになる。従って、パケット検索の効率化が実現される。

[0031] 以上説明した様に、パケット検索装置10は、二分木作成部11とビット位置決定部12とハッシュテーブル作成部13とを有する。二分木作成部11は、所定の枝分かれを有する二分木を作成する。ビット位置決定部12は、作成された上記二分木の一部に対するハッシュテーブル化の開始ビット位置と終了ビット位置とを決定する。ハッシュテーブル作成部13は、決定された上記開始ビット位置から上記終了ビット位置までを対象として、上記二分木の一部のハッシュテーブルを作成し、該一部にハッシュ法を適用する。ハッシュ法は、二分木法と比較して一般的に高速であるため、パケット検索装置10によれば、ハッシュ法を適用可能な範囲内で、パケット検索の高速化を図ることができる。

[0032] パケット検索装置10において、上記二分木は、ANY値、prefix、suffixのうち、少なくとも1つを含むものとしてもよい。また、パケット検索装置10において、二分木作成部11は、上記所定の枝分かれが上から0、1、ANY値の順になる様に、上記二分木を作成し、ビット位置決定部12は、上記二分木の開始点または上記ANY値の次に、0または1のノード、あるいは0と1の双方のノードが続く場合、そのビット位置を、上記開始ビット位置に決定すると共に、その後に別のANY値または終端点が見れた場合、該ANY値の手前または上記終端点のビット位置を、上記終了ビット位置に決定するものとしてもよい。

[0033] 換言すれば、ビット位置決定部12は、二分木内のANY値を回避しつつ

、部分的なハッシュテーブル化の対象範囲が極力広くなる様に、二分木の構成に合わせて動的に、ハッシュテーブル化の開始ビット位置と終了ビット位置とを決定する。これにより、検索対象フィールドが固定化されていない場合（例えば、ルールにANYを許容する場合）にも、可能な限り、ハッシュ法の高速性を活かすことができる。

[0034] また、パケット検索装置10において、ビット位置決定部12は、上記ハッシュテーブル化の対象部分となる二分木の一部の枝分かれ数が、所定数（例えば、2）以下の場合には、上記二分木の一部を、上記ハッシュテーブル化の対象から除外して、そのまま二分木法を適用するものとしてもよい。

[0035] なお、ビット位置決定部12は、二分木にハッシュテーブル化を適用する部分に同期する様に、パケットによりハッシュ値を求める、ルール側の対象フィールドも変更する。これにより、二分木において高速化を所望する部分を、正確かつ継続的に、ハッシュテーブル化の対象とすることができる。

[0036] 上述した様に、本実施例に係るパケット検索技術は、二分木法に対して、部分的にハッシュ法を適用することで、ルールのマッチフィールドが固定化されていない（例えば、マッチフィールドにANYやprefix、suffixなどが存在する）場合にも、パケット検索を高速化することができる。換言すれば、本実施例に係るパケット検索技術は、ANYやprefix、suffixを伴う二分木テーブルを前提とし、ルール状況に応じて動的に、部分的なハッシュテーブル化を行う。これにより、検索ルールの仕様が、マッチフィールドにANY値やprefix、suffixを含む柔軟な仕様の場合にも、ハッシュテーブルを部分的に適用し、高速化を実現することが可能となる。また、本実施例に係るパケット検索技術は、二分木を部分的にハッシュテーブル化するため、ANY値のみならず、prefixやsuffixがマッチフィールドに許容される場合にも対応することができる。

[0037] （パケット検索プログラム）

図7は、本実施例に係るパケット検索プログラムによる情報処理がコンピ

ュータ１００を用いて具体的に実現されることを示す図である。図７に示す様に、コンピュータ１００は、例えば、メモリ１０１と、ＣＰＵ（Central Processing Unit）１０２と、ハードディスクドライバインタフェース１０３と、ディスクドライバインタフェース１０４と、シリアルポートインタフェース１０５と、ビデオアダプタ１０６と、ネットワークインタフェース１０７とを有し、これらの各部はバスＣによって接続される。

[0038] メモリ１０１は、図７に示す様に、ＲＯＭ（Read Only Memory）１０１ａ及びＲＡＭ（Random Access Memory）１０１ｂを含む。ＲＯＭ１０１ａは、例えば、ＢＩＯＳ（Basic Input Output System）等のブートプログラムを記憶する。ハードディスクドライバインタフェース１０３は、図７に示す様に、ハードディスクドライブ１０８に接続される。ディスクドライバインタフェース１０４は、図７に示す様に、ディスクドライブ１０９に接続される。例えば磁気ディスクや光ディスク等の着脱可能な記憶媒体が、ディスクドライブ１０９に挿入される。シリアルポートインタフェース１０５は、図７に示す様に、例えばマウス１１０、キーボード１１１に接続される。ビデオアダプタ１０６は、図７に示す様に、例えばディスプレイ１１２に接続される。

[0039] ここで、図７に示す様に、ハードディスクドライブ１０８は、例えば、ＯＳ（Operating System）１０８ａ、アプリケーションプログラム１０８ｂ、プログラムモジュール１０８ｃ、プログラムデータ１０８ｄ、二分木データ、ハッシュテーブルを記憶する。すなわち、開示の技術に係るパケット検索プログラムは、コンピュータ１００によって実行される指令が記述されたプログラムモジュール１０８ｃとして、例えばハードディスクドライブ１０８に記憶される。具体的には、上記実施例で説明した二分木作成部１１、ビット位置決定部１２、ハッシュテーブル作成部１３の各々と同様の情報処理を実行する各種手順が記述されたプログラムモジュール１０８ｃが、ハードディスクドライブ１０８に記憶される。また、パケット検索プログラムによる情報処理に用いられるデータは、プログラムデータ１０８ｄとして、例えば

ハードディスクドライブ１０８に記憶される。そして、ＣＰＵ１０２が、ハードディスクドライブ１０８に記憶されたプログラムモジュール１０８ｃやプログラムデータ１０８ｄを必要に応じてＲＡＭ１０１ｂに読み出し、上記各種手順を実行する。

[0040] なお、パケット検索プログラムに係るプログラムモジュール１０８ｃやプログラムデータ１０８ｄは、ハードディスクドライブ１０８に記憶される場合に限られず、例えば着脱可能な記憶媒体に記憶され、ディスクドライブ１０９等を介してＣＰＵ１０２によって読み出されてもよい。あるいは、パケット検索プログラムに係るプログラムモジュール１０８ｃやプログラムデータ１０８ｄは、ネットワーク（ＬＡＮ（Local Area Network）、ＷＡＮ（Wide Area Network）等）を介して接続された他のコンピュータに記憶され、ネットワークインタフェース１０７を介してＣＰＵ１０２によって読み出されてもよい。

[0041] また、上述したパケット検索装置１０の各構成要素は、必ずしも物理的に図示の如く構成されていることを要しない。すなわち、各装置の分散・統合の具体的態様は、図示のものに限らず、その全部又は一部を、各種の負荷や使用状況等に応じて、任意の単位で機能的又は物理的に分散・統合して構成することもできる。例えば、ビット位置決定部１２とハッシュテーブル作成部１３を１つの構成要素として統合してもよい。反対に、ビット位置決定部１２に関し、ハッシュテーブル化の開始ビット位置と終了ビット位置とを決定する部分と、ルール側の対象フィールドを変更する部分とに分散してもよい。更に、二分木データ、ハッシュテーブルを格納するハードディスクドライブ１０８を、パケット検索装置１０の外部装置として、ネットワークやケーブル経由で接続する様にしてもよい。

符号の説明

- [0042] １０ パケット検索装置
１１ 二分木作成部
１２ ビット位置決定部

1 3 ハッシュテーブル作成部

1 0 0 コンピュータ

1 0 1 メモリ

1 0 1 a ROM

1 0 1 b RAM

1 0 2 CPU

1 0 3 ハードディスクドライブインタフェース

1 0 4 ディスクドライブインタフェース

1 0 5 シリアルポートインタフェース

1 0 6 ビデオアダプタ

1 0 7 ネットワークインタフェース

1 0 8 ハードディスクドライブ

1 0 8 a OS

1 0 8 b アプリケーションプログラム

1 0 8 c プログラムモジュール

1 0 8 d プログラムデータ

1 0 9 ディスクドライブ

1 1 0 マウス

1 1 1 キーボード

1 1 2 ディスプレイ

B 1、B 2、B 3 ビット位置

C バス

T 1 ハッシュテーブル

請求の範囲

- [請求項1] 所定の枝分かれを有する二分木を作成する二分木作成部と、
作成された前記二分木の一部に対するハッシュテーブル化の開始ビット位置と終了ビット位置とを決定する決定部と、
決定された前記開始ビット位置から前記終了ビット位置までを対象として、前記二分木の一部のハッシュテーブルを作成するテーブル作成部と
を有することを特徴とするパケット検索装置。
- [請求項2] 前記二分木は、A N Y 値を含むことを特徴とする請求項 1 に記載のパケット検索装置。
- [請求項3] 前記二分木作成部は、前記所定の枝分かれが0、1、A N Y 値の順になる様に、前記二分木を作成し、
前記決定部は、前記二分木の開始点または前記A N Y 値の次に、0または1、あるいは0と1の双方が続く場合、そのビット位置を、前記開始ビット位置に決定すると共に、その後に別のA N Y 値または終端点が現れた場合、該A N Y 値の手前または前記終端点のビット位置を、前記終了ビット位置に決定することを特徴とする請求項 2 に記載のパケット検索装置。
- [請求項4] 前記決定部は、前記ハッシュテーブル化の対象部分となる二分木の一部の枝分かれ数が、所定数以下の場合には、前記二分木の一部を、前記ハッシュテーブル化の対象から除外することを特徴とする請求項 1 に記載のパケット検索装置。
- [請求項5] パケット検索装置が、
所定の枝分かれを有する二分木を作成する二分木作成工程と、
作成された前記二分木の一部に対するハッシュテーブル化の開始ビット位置と終了ビット位置とを決定する決定工程と、
決定された前記開始ビット位置から前記終了ビット位置までを対象として、前記二分木の一部のハッシュテーブルを作成するテーブル作

成工程と

を含むことを特徴とするパケット検索方法。

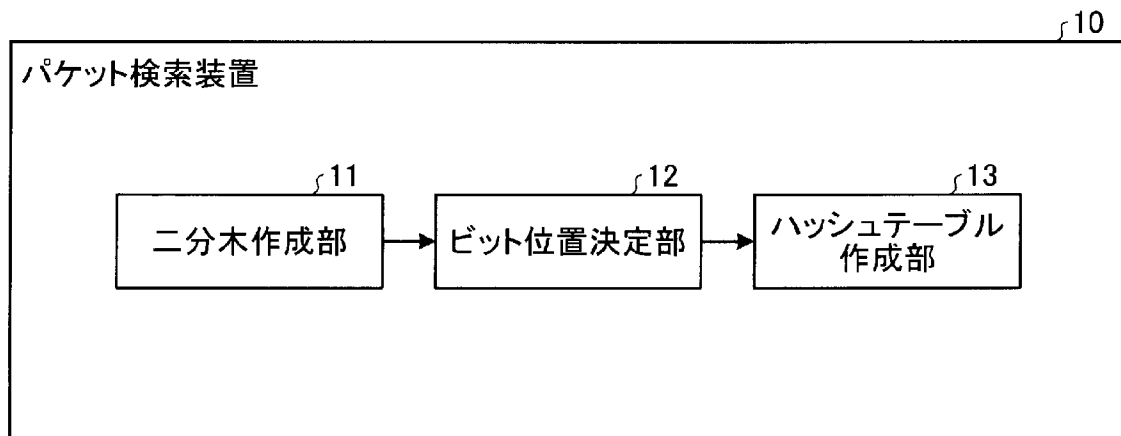
[請求項6]

所定の枝分かれを有する二分木を作成する二分木作成ステップと、
作成された前記二分木の一部に対するハッシュテーブル化の開始ビット位置と終了ビット位置とを決定する決定ステップと、

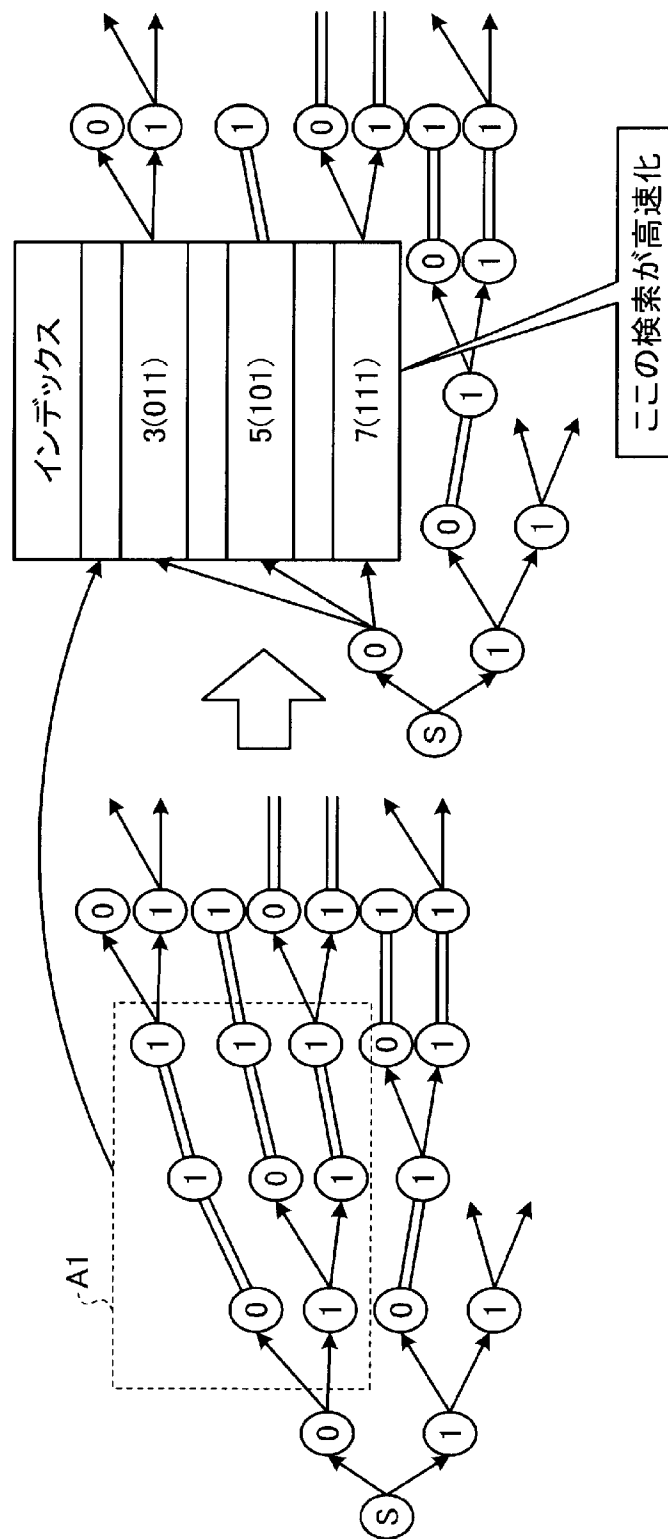
決定された前記開始ビット位置から前記終了ビット位置までを対象として、前記二分木の一部のハッシュテーブルを作成するテーブル作成ステップと

をコンピュータに実行させるためのパケット検索プログラム。

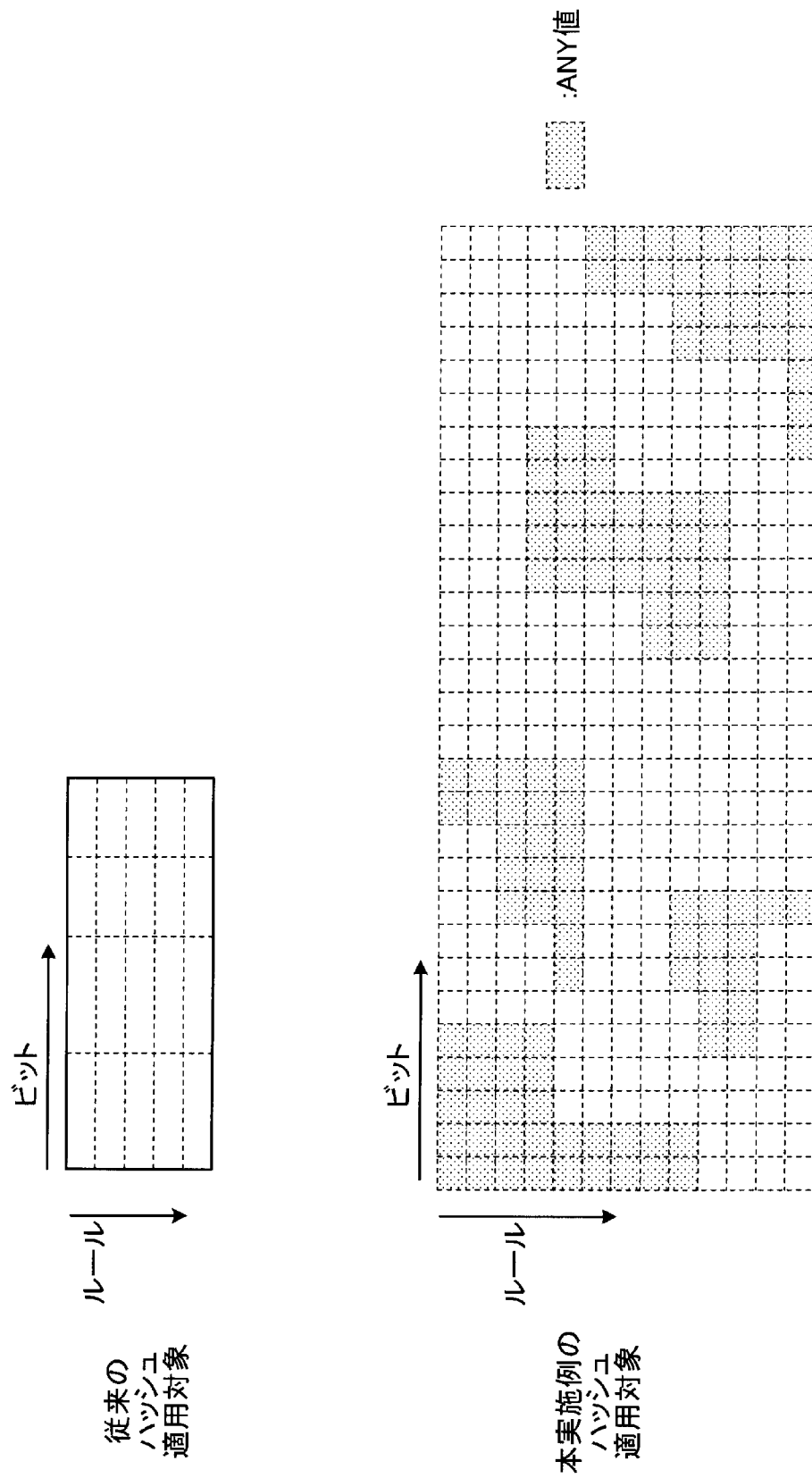
[図1]



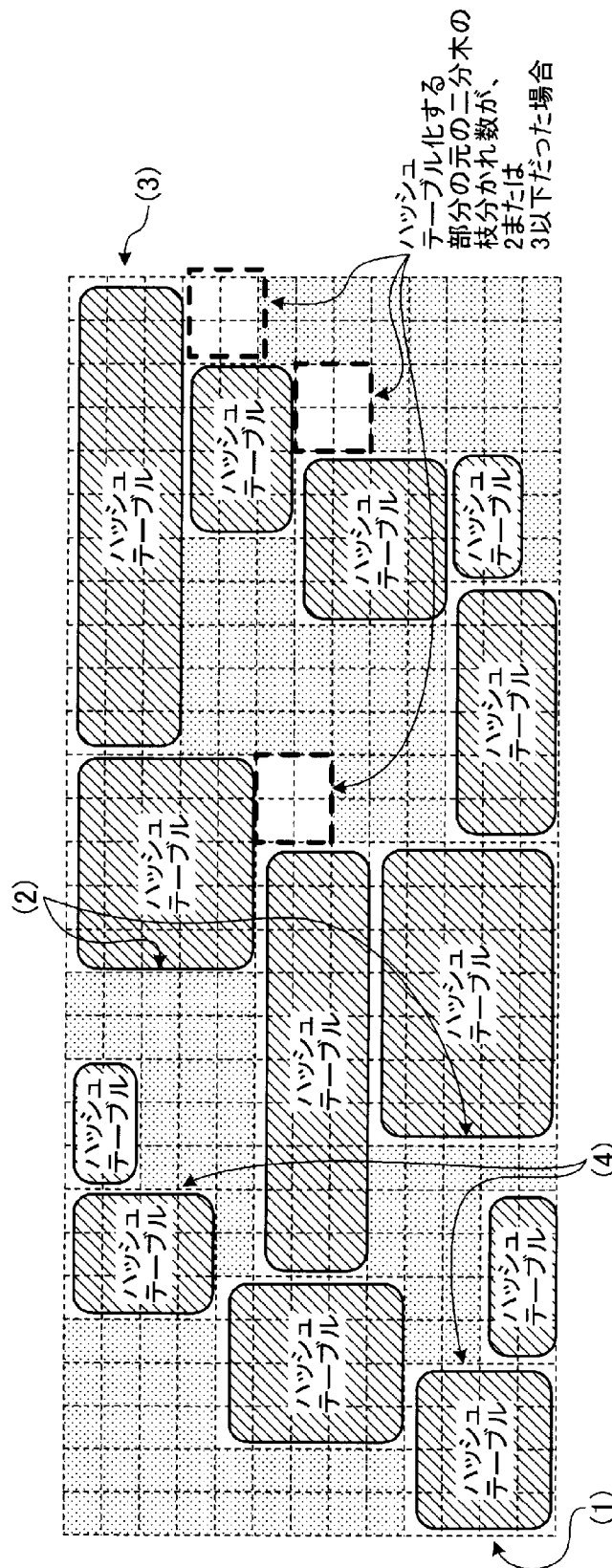
[図2]



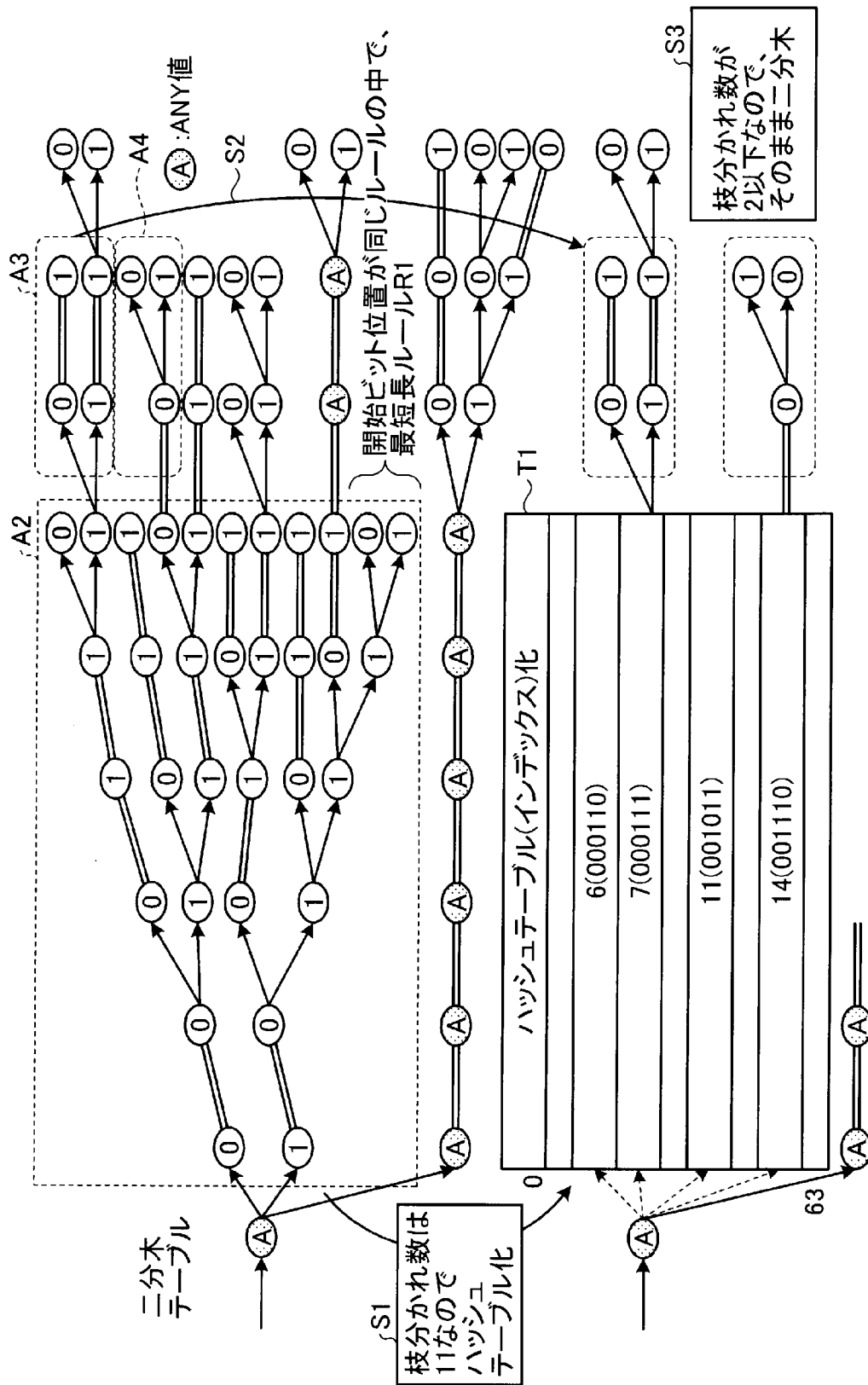
[図3]



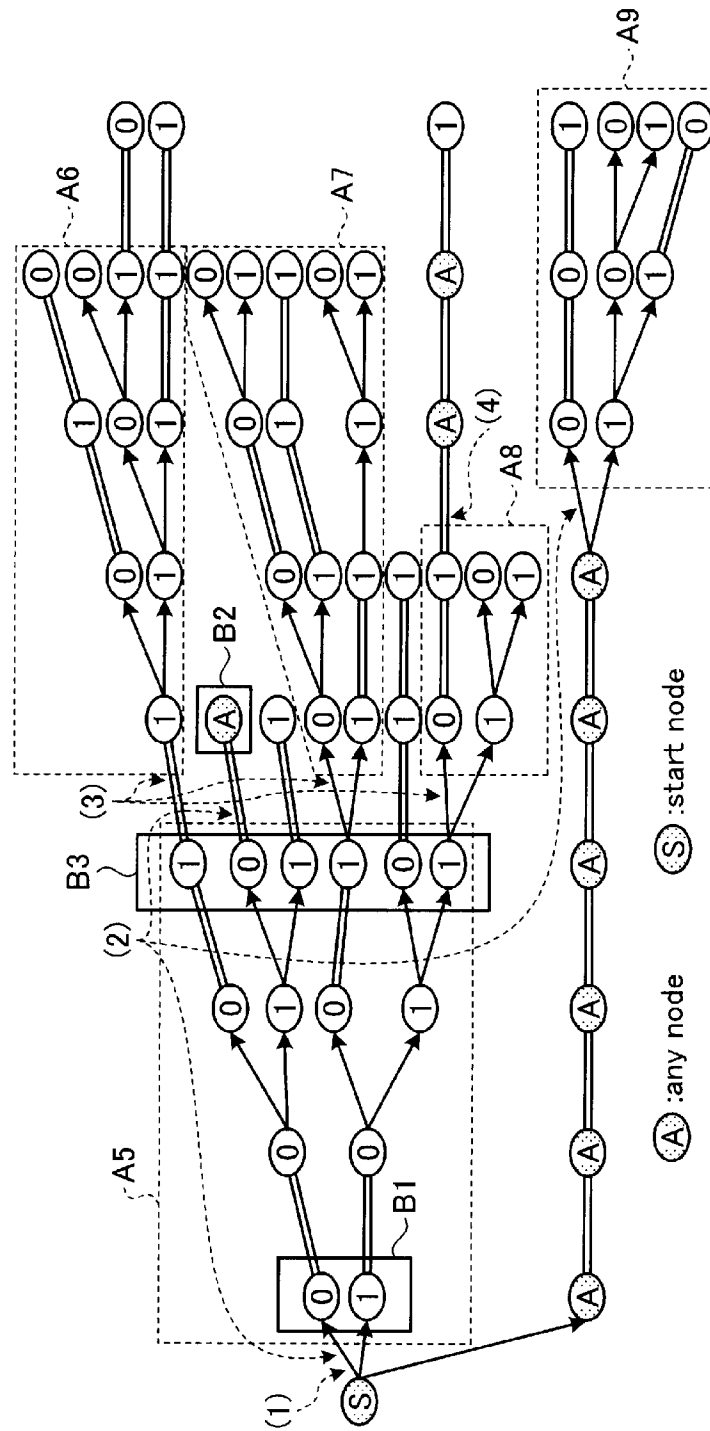
[図4]



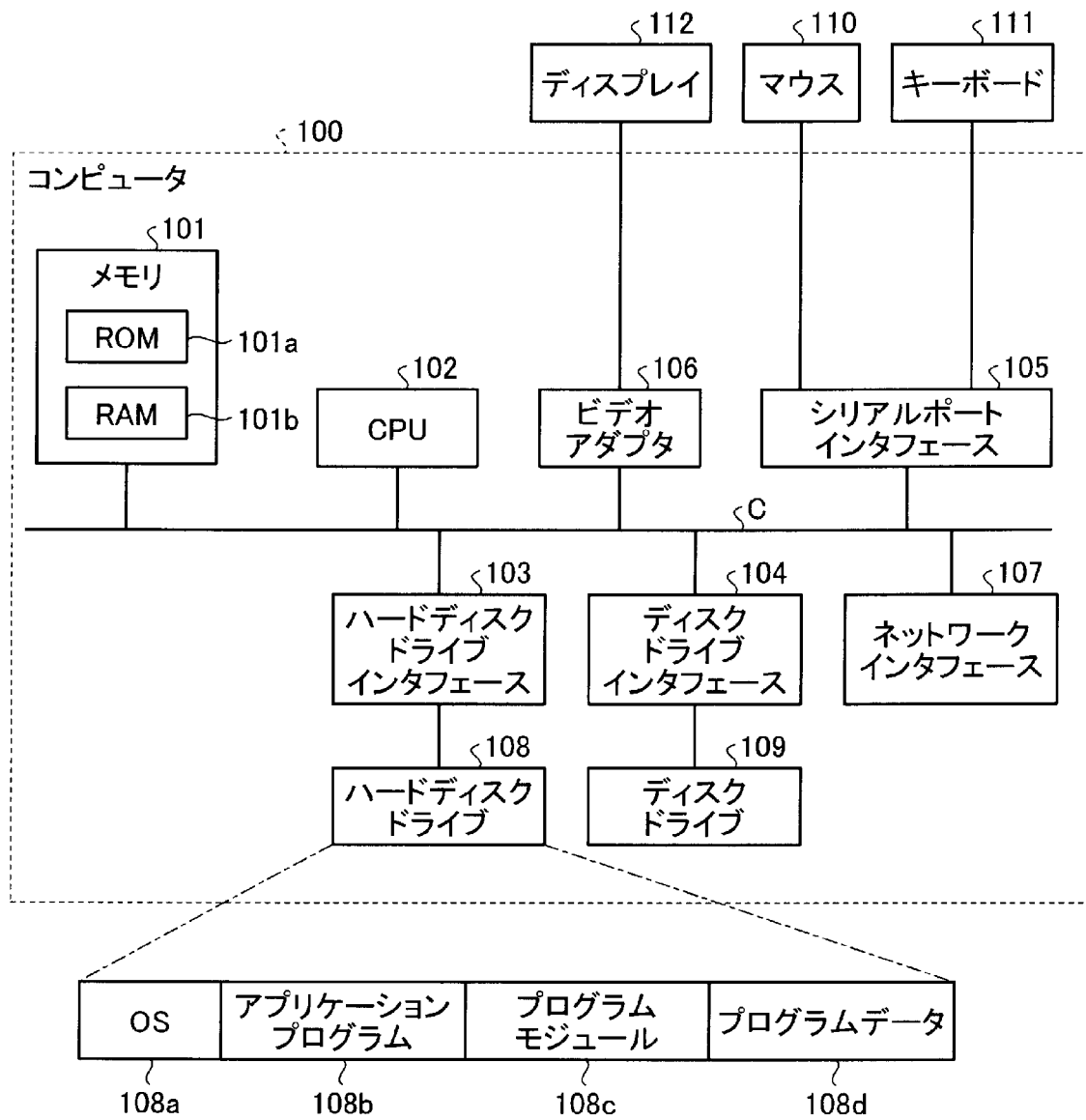
[図5]



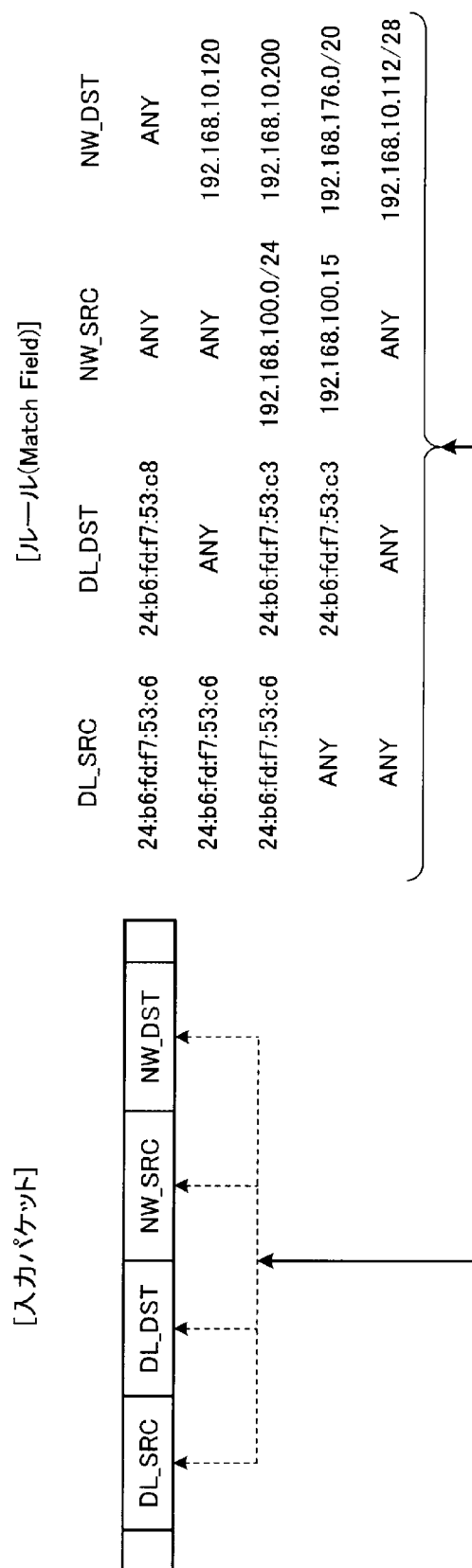
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/028986

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H04L12/771 (2013.01) 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)

Int.Cl. H04L12/771

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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.
X	US 6212184 B1 (VENKATACHARY, S. et al.) 03 April 2001, column 14, line 29 to column 18, line 63, column 19, lines 41-64, fig. 9, 11, 13-15 (Family: none)	1-6
A	US 6018524 A (TURNER, J. et al.) 25 January 2000, entire text, all drawings (Family: none)	1-6



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

19.08.2019

Date of mailing of the international search report

03.09.2019

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office

3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,

Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/028986

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WALDVOGELT, M. et al., Scalable high speed IP routing lookups, Proceedings of the ACM SIGCOMM'97 Conference on Applications, Technologies, Architectures, and Protocols for Computer Communication, 14 September 1997, pp. 25-36	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04L12/771(2013.01)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 (IPC))

Int.Cl. H04L12/771

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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
X	US 6212184 B1 (SRINIVASAN Venkatachary, et al.) 2001.04.03, 第14欄第29行-第18欄第63行, 第19欄第41行-第64行, 図9, 11, 13-15 (ファミリーなし)	1-6
A	US 6018524 A (TURNER Jonathan, et al.) 2000.01.25, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6
A	Marcel Waldvogelt, et al., Scalable High Speed IP Routing Lookups, Proceedings of the ACM SIGCOMM '97 conference on	1-6

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

19.08.2019

国際調査報告の発送日

03.09.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/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)

中川 幸洋

5 X

1 2 1 2

電話番号 03-3581-1101 内線 3596

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
	Applications, technologies, architectures, and protocols for computer communication, 1997.09.14, Pages25-36	