

(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
2013年10月3日(03.10.2013)

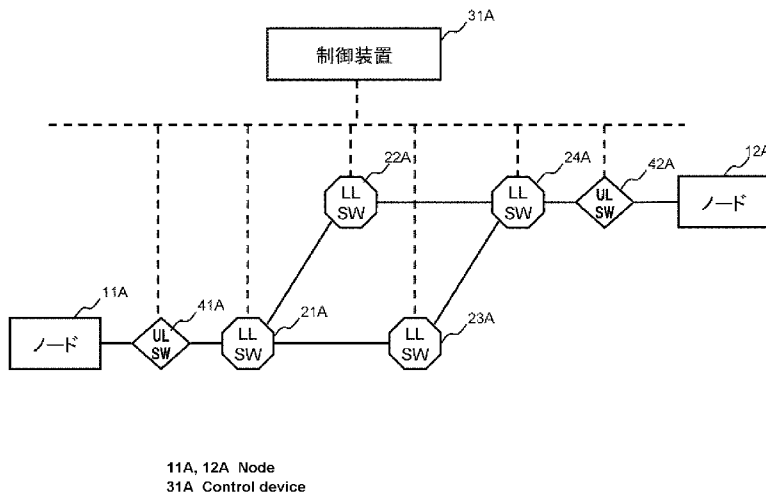


(10) 国際公開番号
WO 2013/146885 A1

- (51) 国際特許分類:
H04L 12/717 (2013.01) H04L 12/859 (2013.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/059008
 - (22) 国際出願日: 2013年3月27日(27.03.2013)
 - (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 2012-074654 2012年3月28日(28.03.2012) JP
 - (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 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; および
(71) 出願人(米国についてのみ): 加藤 剛史(KATO, Takeshi) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP).
 - (74) 代理人: 加藤 朝道(KATO, Asamichi); 〒2220033 神奈川県横浜市港北区新横浜3丁目20番12号加藤内外特許事務所内 Kanagawa (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, KM, 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, 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, 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: COMMUNICATION SYSTEM, UPPER LAYER SWITCH, CONTROL DEVICE, SWITCH CONTROL METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 通信システム、上位レイヤスイッチ、制御装置、スイッチ制御方法及びプログラム



(57) Abstract: In the present invention, a lower layer switch is caused to perform detailed forwarding control that takes into account upper layer information. This communication system includes: a core network including a lower layer switch that holds control information in which are associated processing contents and match conditions containing lower layer header information, and that processes received packets using control information having the match conditions matching the received packets; an upper layer switch that is disposed at the end of the core network and that rewrites a predetermined region of the lower layer header of packets with contents associated with upper layer communication contents; and a control device that instructs the upper layer switch to rewrite the lower layer header region and, to the lower layer switch, sets control information containing match conditions of the header information after the rewriting.

(57) 要約: 下位レイヤスイッチに、上位レイヤの情報を加味したきめ細かな転送制御を行わせる。通信システムは、下位レイヤのヘッダ情報を含むマッチ条件と、処理内容とを対応付けた制御情報を保持し、受信パケットに適合するマッチ

条件を持つ制御情報を用いて受信パケットを処理する下位レイヤスイッチを含んだコアネットワークと、前記コアネットワークの端部に配置され、パケットの下位レイヤのヘッダの所定領域を、上位レイヤの通信内容に対応付けられた内容に書き換える上位レイヤスイッチと、前記上位レイヤスイッチに対し前記下位レイヤのヘッダ領域の書き換えを指示するとともに、前記下位レイヤスイッチに前記書き換え後のヘッダ情報をマッチ条件に含む制御情報を設定する制御装置と、を含む。

WO 2013/146885 A1

明 細 書

発明の名称：

通信システム、上位レイヤスイッチ、制御装置、スイッチ制御方法及びプログラム

技術分野

[0001] [関連出願についての記載]

本発明は、日本国特許出願：特願2012-074654号（2012年3月28日出願）に基づくものであり、同出願の全記載内容は引用をもって本書に組み込み記載されているものとする。

本発明は、通信システム、上位レイヤスイッチ、制御装置、スイッチ制御方法及びプログラムに関し、特に、制御装置から設定された制御情報に従って動作するスイッチを含む通信システム、上位レイヤスイッチ、制御装置、スイッチ制御方法及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 近年、オープンフロー（OpenFlow）という技術が提案されている（特許文献1、非特許文献1、2参照）。オープンフローは、通信をエンドツーエンドのフローとして捉え、フロー単位で経路制御、障害回復、負荷分散、最適化を行うものである。中継装置として機能するオープンフロースイッチは、制御装置と位置付けられるオープンフローコントローラとの通信用のセキュアチャネルを備え、オープンフローコントローラから適宜追加または書き換え指示されるフローテーブルに従って動作する。フローテーブルには、フロー毎に、パケットヘッダと照合するマッチングルール（ヘッダフィールド）と、フロー統計情報（Counters）と、マッチングルール（ヘッダフィールド）に適合するパケットに適用する処理内容を定義したインストラクション（Instructions）と、の組が定義される（非特許文献2の「4.1 Flow Table」以下参照）。

[0003] 例えば、オープンフロースイッチは、パケットを受信すると、フローテー

ブルから、受信パケットのヘッダ情報に適合するマッチングルールを持つエントリを検索する。検索の結果、受信パケットに適合するエントリが見つかった場合、オープンフロースイッチは、フロー統計情報（カウンタ）を更新するとともに、受信パケットに対して、当該エントリのアクションフィールドに記述された処理内容（指定ポートからのパケット送信、フラッディング、廃棄等）を実施する。一方、前記検索の結果、受信パケットに適合するエントリが見つからなかった場合、オープンフロースイッチは、セキュアチャンネルを介して、オープンフローコントローラに対して受信パケットを転送し、受信パケットの送信元・送信先に基づいたパケットの経路の決定を依頼し、これを実現するフローエントリを受け取ってフローテーブルを更新する。このように、オープンフロースイッチは、フローテーブルに格納されたエントリを処理規則として用いてパケット転送を行っている。

[0004] また、特許文献2には、ネットワークの入り口でコンテンツを解析してパケットにラベルを付与し、以降はラベルベースで経路を選択する方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：国際公開第2008/095010号
特許文献2：特開2006-203904号公報

非特許文献

[0006] 非特許文献1：Nick McKeownほか7名、“OpenFlow：Enabling Innovation in Campus Networks”、[online]、[平成24（2012）年2月14日検索]、インターネット〈URL：<http://www.openflow.org/documents/openflow-wp-latest.pdf>〉

非特許文献2：“OpenFlow Switch Specification” Version 1.1.0 Implemented (Wire Protocol 0x02)、[online]、[平成24（20

12)年2月14日検索]、インターネット〈URL:http://www.openflow.org/documents/openflow-spec-v1.1.0.pdf〉

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] 以下の分析は、本発明によって与えられたものである。上記非特許文献1、2のオープンフローでは、イーサネット（登録商標）、TCP（Transmission Control Protocol）／IP（Internet Protocol）ネットワークにおけるMAC（Media Access Control）アドレス、IPアドレス・ポート番号といったレイヤ4（以下、「L4」と記す。）以下のレイヤ情報を元にフローを制御することを行っている。なお、本明細書では、L4以下を「下位レイヤ」と呼び、L5以上を「上位レイヤ」と呼ぶ。また、オープンフロースイッチに代表されるフロー制御時にL4以下の情報を参照して動作するスイッチを「下位レイヤスイッチ」と呼び、「上位レイヤ」を参照して動作するスイッチを「上位レイヤスイッチ」と呼ぶ。
- [0008] しかしながら、同一のIPアドレス・ポート番号の上で様々なアプリケーションが動作するシステムでは、L4以下のフロー制御では、上位レイヤの情報、例えば、アプリケーションの種類に応じたフロー制御ができないという問題点がある（非特許文献2のオープンフロープロトコル参照）。
- [0009] 他方、ファイアウォール、プロキシサーバなどのアプリケーションを認識し、パケットヘッダを書き換えたり、代理応答する機器が知られているが、これらの機器は、ネットワークの経路を制御することはできない。
- [0010] また、特許文献2の方法も、TCP／IP以外のパケットフォーマットを導入することになるため、ネットワークを構成する機器の種類が制限されることになる。
- [0011] 本発明は、下位レイヤスイッチに、上位レイヤの情報を加味したきめ細かな転送制御の実現に貢献できる通信システム、上位レイヤスイッチ、制御装置、スイッチ制御方法及び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

- [0012] 第1の視点によれば、下位レイヤのヘッダ情報を含むマッチ条件と、処理内容とを対応付けた制御情報を保持し、受信パケットに適合するマッチ条件を持つ制御情報を用いて受信パケットを処理する下位レイヤスイッチを含んだコアネットワークと、前記コアネットワークの端部に配置され、上位レイヤのヘッダ情報に基づいて、パケットの下位レイヤのヘッダの所定領域を、上位レイヤの通信内容に対応付けられた内容に書き換える上位レイヤスイッチと、前記上位レイヤスイッチに対し前記下位レイヤのヘッダ領域の書き換えを指示するとともに、前記下位レイヤスイッチに前記書き換え後のヘッダ情報をマッチ条件に含む制御情報を設定する制御装置と、を含む通信システムが提供される。
- [0013] 第2の視点によれば、下位レイヤのヘッダ情報を含むマッチ条件と、処理内容とを対応付けた制御情報を保持し、受信パケットに適合するマッチ条件を持つ制御情報を用いて受信パケットを処理する下位レイヤスイッチを含んだコアネットワークの端部に配置され、所定の制御装置からの指示に基づいて、上位レイヤのヘッダ情報に基づいて、パケットの下位レイヤのヘッダの所定領域を、上位レイヤの通信内容に対応付けられた内容に書き換える上位レイヤスイッチが提供される。
- [0014] 第3の視点によれば、下位レイヤのヘッダ情報を含むマッチ条件と、処理内容とを対応付けた制御情報を保持し、受信パケットに適合するマッチ条件を持つ制御情報を用いて受信パケットを処理する下位レイヤスイッチを含んだコアネットワークと、前記コアネットワークの端部に配置され、上位レイヤのヘッダ情報に基づいて、パケットの下位レイヤのヘッダの所定領域を、上位レイヤの通信内容に対応付けられた内容に書き換える上位レイヤスイッチと、に接続され、前記上位レイヤスイッチに対し前記下位レイヤのヘッダ領域の書き換えを指示するとともに、前記下位レイヤスイッチに前記書き換え後のヘッダ情報をマッチ条件に含む制御情報を設定する制御装置が提供される。

[0015] 第4の視点によれば、下位レイヤのヘッダ情報を含むマッチ条件と、処理内容とを対応付けた制御情報を保持し、受信パケットに適合するマッチ条件を持つ制御情報を用いて受信パケットを処理する下位レイヤスイッチを含んだコアネットワークと、前記コアネットワークの端部に配置され、上位レイヤのヘッダ情報に基づいて、パケットの下位レイヤのヘッダの所定領域を、上位レイヤの通信内容に対応付けられた内容に書き換える上位レイヤスイッチと、を含むネットワークにおいて、前記上位レイヤスイッチに対し前記下位レイヤのヘッダ領域の書き換えを指示するステップと、前記下位レイヤスイッチに、前記書き換え後のヘッダ情報をマッチ条件に含む制御情報を設定するステップと、を含むスイッチ制御方法が提供される。本方法は、上記した上位レイヤスイッチ及び下位レイヤスイッチを制御する装置という、特定の機械に結びつけられている。

[0016] 第5の視点によれば、下位レイヤのヘッダ情報を含むマッチ条件と、処理内容とを対応付けた制御情報を保持し、受信パケットに適合するマッチ条件を持つ制御情報を用いて受信パケットを処理する下位レイヤスイッチを含んだコアネットワークと、前記コアネットワークの端部に配置され、上位レイヤのヘッダ情報に基づいて、パケットの下位レイヤのヘッダの所定領域を、上位レイヤの通信内容に対応付けられた内容に書き換える上位レイヤスイッチと、を含むネットワークに接続されたコンピュータに、前記上位レイヤスイッチに対し前記下位レイヤのヘッダ領域の書き換えを指示する処理と、前記下位レイヤスイッチに、前記書き換え後のヘッダ情報をマッチ条件に含む制御情報を設定する処理と、を実行させるプログラムが提供される。なお、このプログラムは、コンピュータが読み取り可能な（非ランジエントな）記憶媒体に記録することができる。即ち、本発明は、コンピュータプログラム製品として具現することも可能である。

発明の効果

[0017] 本発明によれば、下位レイヤスイッチによる、上位レイヤの情報を加味したきめ細かな転送制御の実現に貢献することが可能となる。

図面の簡単な説明

- [0018] [図1]本発明の一実施形態の構成を示す図である。
- [図2]本発明の第1の実施形態の通信システムの構成を示す図である。
- [図3]本発明の第1の実施形態のコントローラが決定した経路の例である。
- [図4]本発明の第1の実施形態のコントローラが保持する経路管理テーブルの例である。
- [図5]本発明の第1の実施形態のL7SW41が保持するヘッダ変換テーブル（アプリケーションA実行中）の例である。
- [図6]本発明の第1の実施形態のL7SW42が保持するヘッダ変換テーブル（アプリケーションA実行中）の例である。
- [図7]本発明の第1の実施形態のL7SW41が保持するヘッダ変換テーブル（アプリケーションB実行中）の例である。
- [図8]本発明の第1の実施形態のL7SW42が保持するヘッダ変換テーブル（アプリケーションB実行中）の例である。
- [図9]本発明の第1の実施形態のL4SWに設定されるフローエントリの例である。
- [図10]本発明の第2の実施形態の通信システムの構成を示す図である。
- [図11]本発明の第2の実施形態の通信システムの変形構成を示す図である。
- [図12]本発明の第3の実施形態の通信システムの構成を示す図である。
- [図13]本発明の第3の実施形態のコントローラが決定した経路の例である。
- [図14]本発明の第3の実施形態のL7SW43が保持するヘッダ変換テーブルの例である。

発明を実施するための形態

[0019] はじめに本発明の一実施形態の概要について図面を参照して説明する。なお、この概要に付記した図面参照符号は、理解を助けるための一例として各要素に便宜上付記したものであり、本発明を図示の態様に限定することを意図するものではない。

[0020] 本発明は、その一実施形態において、図1に示すように、下位レイヤの情

報に基づいてパケット転送を行う下位レイヤスイッチ（図1のLLSW21A～24A）を含むコアネットワークと、前記コアネットワークの端部に配置した上位レイヤスイッチ（図1のULSW41A、42A）と、下位レイヤスイッチ（図1のLLSW21A～24A）及び上位レイヤスイッチ（図1のULSW41A、42A）を制御する制御装置（図1の31A）とを含む構成にて実現できる。

[0021] より具体的には、下位レイヤスイッチ（図1のLLSW21A～24A）は、下位レイヤのヘッダ情報を含むマッチ条件と、処理内容とを対応付けた制御情報を保持し、受信パケットに適合するマッチ条件を持つ制御情報を用いて受信パケットの転送を行う。上位レイヤスイッチ（図1のULSW41A、42A）は、上位レイヤのヘッダ情報に基づいて、パケットの下位レイヤのヘッダの所定領域を、上位レイヤの通信内容に対応付けられた内容に書き換える。制御装置（図1の31A）は、前記上位レイヤスイッチに対し前記下位レイヤのヘッダ領域の書き換えを指示するとともに、前記下位レイヤスイッチに前記書き換え後のヘッダ情報をマッチ条件に含む制御情報を設定する。

[0022] 例えば、制御装置（図1の31A）は、上位レイヤスイッチ（図1のULSW41A、42A）に対し、上位レイヤのヘッダ情報から把握されるアプリケーション種別に基づいて、パケットの下位レイヤのヘッダの所定領域に前記アプリケーション種別を示す識別子の埋め込みを指示する。また、制御装置（図1の31A）は、下位レイヤスイッチ（図1のLLSW21A～24A）に対し、前記識別子をマッチ条件に含む制御情報を設定することで、アプリケーション種別に応じた経路制御が実現される。

[0023] なお、図1の例では、外部ノード（図1のノード11A、12A）に、直接上位レイヤスイッチ（図1のULSW41A、42A）が接続されているが、外部ノード（図1のノード11A、12A）と上位レイヤスイッチ（図1のULSW41A、42A）との間に、下位レイヤスイッチ等が配置されていてもよい。また、図1の例では、2つの上位レイヤスイッチ（図1のU

L SW 4 1 A、4 2 A) を配置しているが、上位レイヤスイッチ (図 1 の U L SW 4 1 A、4 2 A) は後記第 2、3 実施形態で説明するように、1 台でもよいし、3 台以上配置されていてもよい。

[0024] [第 1 の実施形態]

続いて、本発明の第 1 の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。図 2 は、本発明の第 1 の実施形態の通信システムの構成を示す図である。図 2 を参照すると、コントローラ 3 1 から設定されるフローエントリに従ってパケットを処理するレイヤ 4 スイッチ (以下、「L 4 SW」と記す。) 2 1 ~ 2 4 と、L 4 SW 2 1 ~ 2 4 の両端 (入口と出口) に配置されるレイヤ 7 スイッチ (以下、「L 7 SW」と記す。) 4 1、4 2 と、これら L 4 SW および L 7 SW を制御するコントローラ 3 1 とを含む構成が示されている。なお、図 2 において、実線は、ノード 1 1、1 2 間のデータを伝送するネットワークの接続関係を示し、破線は、コントローラ 3 1 と L 4 SW および L 7 SW 間の制御用のチャネルを表している。

[0025] ノード 1 1、1 2 は、上記した通信システムを介して通信するユーザの端末やサーバ等である。

[0026] コントローラ 3 1 は、非特許文献 1、2 のオープンフローコントローラ相当の機能を持ち、L 4 SW 2 1 ~ 2 4 に対し、制御情報として、フローエントリ (図 9 参照) を登録する。また、コントローラ 3 1 は、L 7 SW 4 1、4 2 に対して、図 5 ~ 図 8 に示すヘッダ変換テーブルを設定し、その動作を制御する。

[0027] L 4 SW 2 1 ~ 2 4 は、非特許文献 1、2 のオープンフロースイッチ相当の機能を持ち、図 9 に示すフローエントリのマッチ条件と、受信パケットのヘッダ情報を照合し、受信パケットのヘッダ情報に適合するマッチ条件を持つフローエントリを検索する。前記検索の結果、受信パケットのヘッダ情報に適合するマッチ条件を持つフローエントリが見つかった場合、L 4 SW 2 1 ~ 2 4 は、受信パケットに対し、当該フローエントリのアクションフィールドの処理内容を適用する。例えば、ノード 1 1 からの L 4 ポート番号 = 6

1の packets を受信した場合、L4SW21は、図9の一番上のフローエントリに従って、L4SW22に転送する動作を行う。

[0028] 一方、前記検索の結果、受信パケットのヘッダ情報に適合するマッチ条件を持つフローエントリが見つからなかった場合、L4SW21～24は、コントローラ31に対して、フローエントリの設定を要求するメッセージ(PacketIn)を送出する。

[0029] L7SW41、42は、受信パケットのレイヤ7ヘッダ等から、接続中のノードにおいて実行中のアプリケーションを特定し、図5～図8に示すヘッダ変換テーブルを参照して、L4ヘッダを書き換える動作を行う。例えば、L7SW41は、ノード11からアプリケーションAの packets を受信すると、図5に示すヘッダ変換テーブルを参照し、ノード11のL4ポート番号(60-1)を61-1に書き換える動作を行う。このようなL7SW41、42は、プロキシサーバ、リバースプロキシサーバといったノードの通信を中継する機能を持ったサーバによって実現できる。L7SW41、42の具体的な機能については、後にその動作とともに説明する。

[0030] なお、上記したL7SW41、42及びコントローラ31の機能は、これらの装置を構成するコンピュータに、そのハードウェアを用いて、上記した各処理を実行させるコンピュータプログラムにより実現することもできる。

[0031] 続いて、本発明の第1の実施形態の動作について図面を参照して詳細に説明する。以下の説明では、図2のノード11とノード12の間で、ノード11から始まるアプリケーションAとアプリケーションBのトラフィックが流れるものとする。アプリケーションAとアプリケーションBは、HTTP(HyperText Transfer Protocol)1.1のKeepAliveのように、同じL4ポート番号(ここでは、ポート番号=60とする。)を共有して使用される可能性がある。このうちアプリケーションAの通信は、L4スイッチ22を通る図3の経路51を使用し、アプリケーションBの通信はL4SW23を通る図3の経路52を使用することを考える。ユーザは、この経路選択ポリシーをコントローラ31へ登録する。なお、

ユーザが上記経路 5 1、5 2 を登録するのではなく、コントローラ 3 1 がネットワークトポロジや負荷分散ポリシー等に基づいて上記経路 5 1、5 2 を計算するものとしてもよい。

[0032] ユーザから経路選択ポリシーの登録を受けたコントローラ 3 1 は、次のように L 7 SW 4 1、4 2 を制御する。まず、コントローラ 3 1 はノード 1 1、1 2 が送受信するパケットの中に経路情報を埋め込む方法を決定する。経路情報を埋め込む方法は、L 2 SW 2 1～2 4 が参照する L 4 ヘッダ以下のいずれかのフィールドである。本実施形態では、ノード 1 1 側の L 4 ポート番号に経路情報を埋め込む。つまり、ノード 1 1 発ノード 1 2 宛のパケットはソース L 4 ポート番号に、ノード 1 2 発ノード 1 1 宛てのフレームは宛先 L 4 ポート番号に経路情報を埋め込む。

[0033] 次に、コントローラ 3 1 は、上記経路に対応付ける L 4 ポート番号を決定する。本実施形態では、経路 5 1 を流れるパケットのノード 1 1 側 L 4 ポート番号を L 4 ポート番号 6 1 とし、経路 5 2 を流れるフレームのノード 1 1 側 L 4 ポート番号を L 4 ポート番号 6 2 とするマッピングが決定されたものとする。このマッピングされたポート番号は、経路選択キーとして、L 4 SW 2 1～2 4 におけるフローエントリのマッチ条件に含められる。また、経路 5 1、5 2 にマッピングされた L 4 ポート番号 6 1、6 2 は、L 7 SW 4 2 にて L 4 ポート番号 6 0 に書き換え、ノード 1 2 からは L 4 ポート番号 6 0 に見せることとする。

[0034] ここで、例えばアプリケーション A、B が TCP を利用しており、同時に複数の TCP セッションを生成して並列実行が可能だとする。その場合は、TCP セッションを識別するために L 4 ポート番号 6 1、6 2 には複数の L 4 ポート番号をマッピングする必要がある。そこで、以降は、L 4 ポート番号範囲 6 0、6 1、6 2 と呼ぶこととする。

[0035] L 4 ポート番号範囲 6 1 と 6 2 は重なってはいない。L 4 ポート番号範囲 6 0 は L 4 ポート番号範囲 6 1 か 6 2 と同じでも良い。L 4 ポート番号範囲 6 0、6 1、6 2 は同じ広さで、それぞれのポート番号が対応付けら

れている。各L4ポート番号範囲のうち、L4ポート番号60-1、61-1、62-1が対応付けられているとする。

[0036] 以上のアプリケーションが使用する経路と、経路選択のキーのマッピングは図3の通りとなり、コントローラ31に経路管理テーブルとして保持される。

[0037] 次にコントローラ31は、L7SW41に対し、パケットの内容からアプリケーションAの通信の開始とアプリケーションBの通信の開始を識別する方法を通知する。通信の開始を識別する方法とは、たとえばHTTPプロトコルのURL (Uniform Resource Locator) や、XML (eXtensible Markup Language) コンテンツのタグで示された情報に基づくものなどである。特に、通信シーケンスの初期段階の通信内容から識別できる方法が選択される。

[0038] 次に、コントローラ31は、L7SW41に対し、アプリケーションAの通信とノード11側L4ポート番号範囲61の対応付けと、アプリケーションBの通信とノード11側L4ポート番号範囲62の対応付けた図4に示すヘッダ変換テーブルを登録する。ヘッダ変換テーブルの登録は、アプリケーションA、B以外の通信で、ノード11側L4ポート番号に、L4ポート番号範囲61、62を使ってはならないことの通知も兼ねている。もし、L4ポート番号範囲61、62がノード11によって使われる可能性がある場合は、L7SW41が他のポート番号に変換するようにアクションを登録するようにしてもよい。また、ヘッダ変換テーブルはノード11とノード12間の通信に限定して適用されるものであってもよい。

[0039] 次にコントローラ31は、L7SW42へ、L7SW41と同様にパケットからアプリケーションを識別する方法を登録する。また、コントローラ31はL7SW42に対し、L4ポート番号範囲61、62とL4ポート番号範囲60とを対応付けた図6に示すヘッダ変換テーブルを登録する。つまり、L7SW41によって変換されたノード11側のL4ポート番号範囲61、62は、ノード12からはL4ポート番号範囲60を使用しているように

見せるような変換が行われる。

- [0040] 次に、ノード11がL4ポート番号Xを使用してノード12のL4ポート番号Y宛てにアプリケーションAの通信を開始したとする。
- [0041] ノード11によるアプリケーションAのパケットは最初にL7SW41に届くことになる。
- [0042] ここで、アプリケーションAがTCPを使用する場合、スリーウェイハンドシェイクを完了し、L7のデータが届くまで、L7SW41がアプリケーションを識別することができないため、L7SW41はノード12に代わりノード11へ代理応答（SYN-ACKパケット）を返すことが望ましい。ただし、TCPセッション確立後にノード12側から通信が開始されるようなアプリケーションの場合は、スリーウェイハンドシェイク自体をアプリケーションA、Bのいずれかとして扱い、ノード12へ配送するようにしてもよい。
- [0043] L7SW41は、アプリケーションAの通信が開始されたことを認識すると、図5の示すヘッダ書換えテーブルを参照し、ノード11側のL4ポート番号を、L4ポート番号範囲61から選択したポート番号61-1に付け替えて中継する。
- [0044] L7SW41からノード12宛てに中継されたパケットは次にL4SW21へ届くことになる。L4SW21はそのパケットに対応するマッチ条件を持つフローエントリを検索する。この時点では、当該パケットに適合するマッチ条件を持つフローエントリは設定されていないため、L4SW21は、コントローラ31に対し、前記パケットを添付してフローエントリの設定を要求するメッセージ（Packet-In）を送出する。
- [0045] コントローラ31は、前記メッセージ（Packet-In）に含まれるヘッダ情報のうちノード11側のソースL4ポート番号がL4ポート番号範囲61の範囲内であることから、アプリケーションAの通信であることを認識する。この認識結果から、該当するパケットが経路51を流れるよう、経路51上のL4SW21、22、24に対し、フローエントリを設定する。

このとき、経路の分岐点となるL4SW21に設定されるフローエントリのマッチ条件には、L4ソースポート番号として、L4ポート番号範囲61が設定されている。

[0046] 図9は、L4SW21へ設定されるフローエントリの例である。この時点では、図9のエントリ711が設定されることになる。なお、上記の説明では、L4SW21からのメッセージ(Packet-In)を待つフローエントリを設定するものとして説明したが、L7SW41、42へのヘッダ書換テーブルの設定時等に、予めL4SW21~24にもフローエントリを設定しておいてもよい。

[0047] 次に、コントローラ31はL4SW21から受信したパケットをL4SW24に送信し、L7SW42方向へ送信するよう指示する(Packet-Outメッセージ)。

[0048] L7SW42は、図6に示すヘッダ書換テーブルを参照し、L4SW24から転送されたパケットのソースL4ポート番号がL4ポート番号61-1であり、L4ポート番号範囲61の範囲内であることからアプリケーションAの通信のパケットであることを認識する。そして、L7SW42は、図6に示すヘッダ書換テーブルを参照し、ソースL4ポート番号をL4ポート番号範囲60の対応する番号であるL4ポート番号60-1に変換してノード12へ中継する。

[0049] 最終的にノード12へ届くパケットは、ノード11のL4ポート番号範囲60のポート番号から届いたように見えることになる。

[0050] 次にノード12がノード11に対し、アプリケーションAのパケットを返したとする。L7SW42に届くノード12発ノード11宛のアプリケーションAのパケットは、宛先ポート番号がL4ポート番号60-1であり、L4ポート番号範囲60の範囲内である。L7SW42は、このパケットがアプリケーションA、Bいずれのものかを、コントローラ31から登録された方法に従って確認する。アプリケーションを識別できない場合は、前回中継したときに記憶したアプリケーションがまだ実行されているものと判断する

- 。
- [0051] L 7 SW 4 2は図5から前回の中継時はアプリケーションAが実行されていたことを記憶しており、まだアプリケーションAの通信が続いていると判断し、その宛先L 4ポート番号を対応するL 4ポート番号6 1 - 1に書換え、L 4 SW 2 4方向へ中継する。
- [0052] L 4 SW 2 4へ届いた後は、ノード1 1からノード1 2方向の packets 転送と同様にして、L 4 SW 2 4からのメッセージ (Packet - In) に基づき、コントローラ3 1は、経路5 1に沿った packets 転送を行わせるフローエントリを作成し、経路5 1上のL 4 SW 2 4、2 2、2 1に設定する。また、コントローラ3 1は、L 4 SW 2 1に対して、L 7 SW 4 1の方向への packets の転送を指示する。
- [0053] L 7 SW 4 1は、受信した packets の宛先ポート番号がL 4ポート番号6 1 - 1であることからアプリケーションAの通信が続いていると認識する。また、L 7 SW 4 1は、図5に示すヘッダ書換えテーブルを参照し、宛先L 4ポート番号を、ノード1 1が実際に使用しているポート番号 (X) へ書き換えてノード1 1へ中継する。
- [0054] 次に、ノード1 1が同じポート番号 (X) でアプリケーションBの通信を開始したとする。L 7 SW 4 1はノード1 1からアプリケーションBの packets を中継するときに、アプリケーションBの通信であることを認識する。
- [0055] アプリケーションAのために使われていたL 4ポートがアプリケーションBに使われていることを認識したL 7 SW 4 1は、図5のヘッダ書換えテーブルの実行中アプリケーションフィールドを図7に示すように、「アプリケーションB」に更新する。
- [0056] また、L 7 SW 4 1は、図7のヘッダ書換えテーブルを参照して、アプリケーションBの packets のL 4ソースポート番号を、L 4ポート番号範囲6 2のポート番号6 2 - 1に変換し、L 4 SW 2 1方向へ中継する。このとき、TCPを使用している場合、TCPのセッションを張りなおすのではなく、ポート番号を変更するのみで、TCPヘッダのシーケンスナンバーは前の

パケットに続く番号を振る必要がある。

- [0057] 前記パケットを受信したL4SW21は、アプリケーションAのときと同様に、コントローラ31に対し、前記パケットを添付してフローエントリの設定を要求するメッセージ(Packet-In)を送出する。コントローラ31は、経路52上のL4SW21、23、24に、アプリケーションB用のフローエントリを設定する。さらに、コントローラ31はL4SW21から受信したパケットをL4SW24に送信し、L7SW42方向へ送信するよう指示する(Packet-Outメッセージ)。
- [0058] L7SW42は、アプリケーションAのときと同様に、ソースL4ポート番号からアプリケーションBを認識し、図6のヘッダ書換えテーブルの実行中アプリケーションフィールドを図8に示すように、「アプリケーションB」に更新する。また、L7SW42は、図8のヘッダ書換えテーブルを参照して、アプリケーションBのパケットのL4ソースポート番号を、ポート番号60-1に変換し、ノード12へ中継する。ここで、ノード12は、変換後のソースL4ポート番号がアプリケーションAで使用していたポート番号と同じポート番号60-1であるため、同じTCPセッション上の通信として認識することができる。
- [0059] アプリケーションBのパケットに対し、ノード12から応答パケットが送信された場合も、アプリケーションAのときと同様に、ヘッダの書換えが行われたノード11に転送される。
- [0060] 以上のように、本実施形態によれば、アプリケーションに応じたきめ細かな経路制御が可能になる。一方で、アプリケーションを識別する機能はネットワークのエッジに当たるL7SWのみに設置すればよいため、コアネットワークを構成する機器は転送に専念することができる。つまり、コアネットワークを構成するスイッチのフローエントリ検索機能は、ASIC(Application Specific Integrated Circuit)により構成することができ、高速化を期待できる。
- [0061] また、上記した実施形態ではTCP/IPのパケットを扱うため、経路選

択の分岐点以外のスイッチはオープンフロースイッチではなくてもよい。たとえばL 4 SW 2 2、2 3はMACアドレスを学習してパケットを転送するL 2スイッチに置き換えることができる。

[0062] また、アプリケーションに応じた経路制御の必要がないノードはネットワークへ接続するときにL 7 SWを挟む必要がない。アプリケーションに応じた経路制御を適用するノードと、その必要のないノードとを同じネットワークに接続させることが可能である。

[0063] 本実施形態では、アプリケーション毎にフローエントリを設定している。このため、オープンフロースイッチのフロー統計機能を利用し、フローエントリにヒットしたパケットをカウントすることにより、アプリケーションの通信量を測定するといった用途にも適用できる。

[0064] [第2の実施形態]

続いて、コアネットワークの両端ではなく、その一端にL 7 SWを配置するようにした本発明の第2の実施形態について図面を参照して詳細に説明する。図10、図11は、本発明の第2の実施形態に係る通信システムの構成を表した図である。以下、第1の実施形態との相違点を中心に説明する。

[0065] 本実施形態は、アプリケーションの片方向のフローだけを制御するに好ましく採用できる。図10は、本発明の第2の実施形態の構成を表した図である。図10は、図2の第1の実施形態の構成からL 7 SW 4 2を取り除き、ノード12をL 4 SW 2 4へ接続した構成である。図11は、図2の第1の実施形態の構成からL 7 SW 4 1を取り除き、ノード11をL 4 SW 2 1へ接続した構成である。

[0066] 図10の構成によれば、ノード11発ノード12宛のパケットについて、アプリケーションに応じた経路制御が可能である。一方、図11の構成によれば、ノード12発ノード11宛のパケットについて、アプリケーションに応じた経路制御が可能である。

[0067] 以下、図10のノード11発ノード12宛のパケットと、図11のノード12発ノード11宛のパケットに加えられる処理について説明する。

- [0068] 図10、図11どちらの構成においても、L7SWがノードから届いたフレームのアプリケーションに応じてL4ポート番号を変換してL4SWへ送り出す動作は同じである。第1の実施形態では、経路選択のためにL7SWで変換されたソースL4ポート番号を対向のL7SWで変換して1つのL4ポート番号に見せていたが、本実施形態では、出口側にL7SWが配置されていないため、これをネットワークの出口のL4スイッチで実行する必要がある。この動作は、L4SWにヘッダ書換えを行わせるフローエントリを設定することが実現できる。具体的には、図10の構成では、L4SW24に、L7SW41で書き換えられたパケットのL4ポート番号をさらに書き換えさせるフローエントリを設定することになる。同様に、図11の構成では、L4SW21に同様のフローエントリを設定することになる。
- [0069] 続いて、図10におけるノード12発ノード11宛のパケットと、図11のノード11発ノード12宛のフレームについて説明する。本実施形態ではこの方向のパケットをアプリケーションに応じて経路制御することはできない。この方向のフレームの経路はコントローラ31で決定し、L7SWまで配送するためのフローエントリを各L4SWへ登録する必要がある。
- [0070] また、第1の実施形態では、L4SWからL7SWへパケットが届いたときに、L7SWはL4ポート番号を参照して、対向ノードでアプリケーションの切り替わりがあったことを検出していたが、本実施形態ではこの動作は行われなくなることになる。
- [0071] なお、一般的にリクエストの内容からアプリケーションを識別することは可能だが、リプライからアプリケーションを識別することは困難な場合が多い。例えば、図11の構成において、ノード11がノード12へリクエストを送信し、ノード12がノード11へリプライを返す形式のアプリケーションだとする。ノード12からL7SW42へ届くパケットの内容はリプライであり、その内容からL7SW42がアプリケーションを識別するのは困難だとする。そのようなアプリケーションでは、L7SW42は、ノード11発ノード12宛のパケットの内容からアプリケーションを識別し、その結果

をノード12発ノード11宛パケットの経路制御に適用する方式が有効である。

[0072] 以上のように、コアネットワークの両端に、L7SWを配置しない構成においても、その少なくとも一方向の通信についてアプリケーションに応じた経路制御を行うことが可能となる。

[0073] [第3の実施形態]

図10に示した第2の実施形態と同様の構成でも特定のアプリケーションについては両方向の通信についてアプリケーションに応じた経路制御ができる。このような特定のアプリケーションによる通信がおこなわれることを前提した本発明の第3の実施形態について説明する。

[0074] 図12は、本発明の第3の実施形態に係る通信システムの構成を表した図である。図12の構成は図10と似ているが、L7SW43の動作が異なる。以下、ノード13がHTTPクライアント、ノード14がHTTPサーバであるものとして、その動作を説明する。

[0075] 図12のネットワークでノード13とノード14の間でHTTPアプリケーションCとHTTPアプリケーションDのトラフィックが流れるとする。このうちアプリケーションCの通信は、L4SW26を通る図13の経路53を使用し、アプリケーションDの通信は、L4スイッチ27を通る図13の経路54を使用することを考える。ユーザはこの経路選択ポリシーをコントローラ32へ登録する。

[0076] ユーザから経路選択ポリシーの登録を受けたコントローラ32は、次のようにL7SW43を制御する。まず、コントローラ32は、L7SW43へパケットの内容からアプリケーションCの通信の開始と、アプリケーションDの通信の開始を識別する方法を登録する。HTTPの場合、URLなどのリクエストの内容からアプリケーションを識別することができる。

[0077] また、コントローラ32は、L7SW43に、アプリケーションCかアプリケーションDの通信の開始を検出したときのアクションとして、特定の範囲のソースL4ポート番号で代理接続するアクション付きのヘッダ変換テー

ブルを登録する。

[0078] 図14は、L7SW43に登録するヘッダ変換テーブルの例である。図14の例では、アプリケーションCの代理接続時のソースL4ポート番号の範囲をL4ポート番号範囲63、アプリケーションDの代理接続時のソースL4ポート番号の範囲をL4ポート番号範囲64としている。このヘッダ変換テーブルの登録は、L7SW43に対するソースL4ポート番号としてL4ポート番号範囲63と、L4ポート番号範囲64をアプリケーションCとアプリケーションD以外の通信で使用してはならないという指示を兼ねている。

[0079] 次に、ノード13からノード14へアプリケーションCの通信が発生したとする。ノード13が送信したパケットは最初にL7SW43へ到達する。L7SW43はこのパケットを解析し、ノード13がアプリケーションCの通信を開始したことを認識し、図14のエントリ721に従い、ソースL4ポートをL4ポート範囲63から選択したL4ポート63-1としてノード14宛に代理接続する。

[0080] コントローラ32は、経路53上のL4SW25、26、28に、ノード14への代理接続したL7SW43が送信したパケットを経路53に沿って転送させるフローエントリを設定する。このフローエントリには、マッチ条件として、L7SW43側のL4ポートがL4ポート範囲63の範囲内という条件が設定されている。

[0081] 以上により、ノード14への代理接続したL7SW43が送信したアプリケーションCのパケットは、ノード14に転送される。ノード14は、ソースL4ポート63-1からの接続として認識することになる。

[0082] 次にノード13からアプリケーションDの通信が発生したとする。同様にL7SW43はアプリケーションDの通信を認識すると、図14のエントリ722に従い、ソースL4ポート番号をL4ポート範囲64から選択したL4ポート64-2としてノード14宛てに代理接続する。この接続は、アプリケーションCの通信とは別のセッションとして接続する。

[0083] コントローラ32は、経路54上のL4SW25、27、28に、ノード14への代理接続したL7SW43が送信したパケットを経路54に沿って転送させるフローエントリを設定する。このフローエントリには、マッチ条件として、L7SW43側のL4ポートがL4ポート範囲64の範囲内という条件が設定されている。

[0084] 以上により、ノード14への代理接続したL7SW43が送信したアプリケーションDのパケットは、ノード14に転送される。ノード14は、ソースL4ポート64-2からの接続として認識することになる。

[0085] 以上、本発明の実施形態を説明したが、本発明は、上記した実施形態に限定されるものではなく、本発明の基本的技術的思想を逸脱しない範囲で、更なる変形・置換・調整を加えることができる。例えば、上記した各実施形態に示したネットワーク構成は、本発明の理解を助けるための一構成例に過ぎず、図示した形態に限られるものではない。

[0086] また、上記した実施形態では、下位レイヤスイッチとして、L4SWを用いるものとして説明したが、その他オープンフロースイッチとして動作可能な機器であればよい。

[0087] また、上記した実施形態では、L4ポート番号を書き換える例を挙げて説明したが、MACアドレス、IPアドレス等を書き換える動作を行うこととしてもよい。また、パケットヘッダの適当な領域にフローを識別できる識別子を付与する方法も採用可能である。

[0088] 最後に、本発明の好ましい形態を要約する。

[第1の形態]

(上記第1の視点による通信システム参照)

[第2の形態]

第1の形態の通信システムにおいて、さらに、

前記コアネットワークの別の一端に配置され、前記上位レイヤスイッチにより書き換えられた前記下位レイヤのヘッダ領域を、送信元を示す所定の内容に書き換える第2の上位レイヤスイッチを含む通信システム。

[第3の形態]

第2の形態の通信システムにおいて、

前記第2の上位レイヤスイッチは、前記制御装置からの指示に基づいて逆方向から受信したパケットに対し、前記パケットの下位レイヤのヘッダの所定領域を、前記上位レイヤの通信内容に対応付けられた内容に書き換える動作を行い、

前記上位レイヤスイッチは、前記第2の上位レイヤスイッチにより書き換えられた前記下位レイヤのヘッダ領域を復元する通信システム。

[第4の形態]

第1から第3いずれかの形態の通信システムにおいて、

前記上位レイヤスイッチは、外部ノード間で特定の通信の発生を検出すると、前記下位レイヤスイッチに代理接続し、

前記制御装置は、前記下位レイヤスイッチに、前記代理接続した前記上位レイヤスイッチからのパケットを識別するマッチ条件を持つ制御情報を設定する通信システム。

[第5の形態]

第1から第4いずれかの形態の通信システムにおいて、

前記上位レイヤスイッチまたは前記第2の上位レイヤスイッチは、前記制御装置から設定されたヘッダ書き換えテーブルに基づいて、下位レイヤのヘッダの書き換えを行う通信システム。

[第6の形態]

第1から第5いずれかの形態の通信システムにおいて、

前記上位レイヤスイッチは、アプリケーションを識別するレイヤ7スイッチであり、

前記制御装置は、アプリケーション種別に応じた経路制御を行う通信システム。

[第7の形態]

第1から第6いずれかの形態の通信システムにおいて、

前記上位レイヤスイッチは、アプリケーションを識別するレイヤ7スイッチであり、

前記制御装置は、前記上位レイヤスイッチまたは前記第2の上位レイヤスイッチに対して、受信パケットのレイヤ4ポート番号を、アプリケーション種別に対応付けた番号範囲に変換するよう指示する通信システム。

[第8の形態]

第1から第7いずれかの形態の通信システムにおいて、

前記下位レイヤスイッチは、オープンフロースイッチであり、

前記制御装置は、前記制御情報として、レイヤ4ポート番号範囲をマッチ条件に含むフローエントリを設定するオープンフローコントローラである通信システム。

[第9の形態]

(上記第2の視点による上位レイヤスイッチ参照)

[第10の形態]

(上記第3の視点による制御装置参照)

[第11の形態]

(上記第4の視点によるスイッチ制御方法参照)

[第12の形態]

(上記第5の視点によるプログラム参照)

なお、上記第9～第12の形態は、第1の形態と同様に、第2～第8の形態に展開することが可能である。

[0089] なお、上記の特許文献および非特許文献の各開示を、本書に引用をもって繰り込むものとする。本発明の全開示（請求の範囲を含む）の枠内において、さらにその基本的技術思想に基づいて、実施形態ないし実施例の変更・調整が可能である。また、本発明の請求の範囲の枠内において種々の開示要素（各請求項の各要素、各実施形態ないし実施例の各要素、各図面の各要素等を含む）の多様な組み合わせ、ないし選択が可能である。すなわち、本発明は、請求の範囲を含む全開示、技術的思想にしたがって当業者であればなし

得るであろう各種変形、修正を含むことは勿論である。なお本書において、単数形で記載された用語は、当然に複数をも代表するものとする。日本語は単複同形であることに留意されたい。

符号の説明

- [0090] 11～14、11A、12A ノード
21～28 レイヤ4スイッチ (L4SW)
21A～24A 下位レイヤスイッチ (LLSW)
31、32 コントローラ
31A 制御装置
41～43 レイヤ7スイッチ (L7SW)
41A、42A 上位レイヤスイッチ (ULSW)
51～54 経路
711～714 フローエントリ
721、722 エントリ

請求の範囲

- [請求項1] 下位レイヤのヘッダ情報を含むマッチ条件と、処理内容とを対応付けた制御情報を保持し、受信パケットに適合するマッチ条件を持つ制御情報を用いて受信パケットを処理する下位レイヤスイッチを含んだコアネットワークと、
- 前記コアネットワークの端部に配置され、パケットの下位レイヤのヘッダの所定領域を、上位レイヤの通信内容に対応付けられた内容に書き換える上位レイヤスイッチと、
- 前記上位レイヤスイッチに対し前記下位レイヤのヘッダ領域の書き換えを指示するとともに、前記下位レイヤスイッチに前記書き換え後のヘッダ情報をマッチ条件に含む制御情報を設定する制御装置と、
- を含む通信システム。
- [請求項2] 前記コアネットワークの別の一端に配置され、前記上位レイヤスイッチにより書き換えられた前記下位レイヤのヘッダ領域を、送信元を示す所定の内容に書き換える第2の上位レイヤスイッチを含む請求項1の通信システム。
- [請求項3] 前記第2の上位レイヤスイッチは、前記制御装置からの指示に基づいて逆方向から受信したパケットに対し、前記パケットの下位レイヤのヘッダの所定領域を、前記上位レイヤの通信内容に対応付けられた内容に書き換える動作を行い、
- 前記上位レイヤスイッチは、前記第2の上位レイヤスイッチにより書き換えられた前記下位レイヤのヘッダ領域を復元する請求項2の通信システム。
- [請求項4] 前記上位レイヤスイッチは、外部ノード間で特定の通信の発生を検出すると、前記下位レイヤスイッチに代理接続し、
- 前記制御装置は、前記下位レイヤスイッチに、前記代理接続した前記上位レイヤスイッチからのパケットを識別するマッチ条件を持つ制御情報を設定する請求項1から3いずれか一の通信システム。

- [請求項5] 前記上位レイヤスイッチまたは前記第2の上位レイヤスイッチは、前記制御装置から設定されたヘッダ書き換えテーブルに基づいて、下位レイヤのヘッダの書き換えを行う請求項1から4いずれか一の通信システム。
- [請求項6] 前記上位レイヤスイッチは、アプリケーションを識別するレイヤ7スイッチであり、
前記制御装置は、アプリケーション種別に応じた経路制御を行う請求項1から5いずれか一の通信システム。
- [請求項7] 前記上位レイヤスイッチは、アプリケーションを識別するレイヤ7スイッチであり、
前記制御装置は、前記上位レイヤスイッチまたは前記第2の上位レイヤスイッチに対して、受信パケットのレイヤ4ポート番号を、アプリケーション種別に対応付けた番号範囲に変換するよう指示する請求項1から6いずれか一の通信システム。
- [請求項8] 前記下位レイヤスイッチは、オープンフロースイッチであり、
前記制御装置は、前記制御情報として、レイヤ4ポート番号範囲をマッチ条件に含むフローエントリを設定するオープンフローコントローラである請求項1から7いずれか一の通信システム。
- [請求項9] 下位レイヤのヘッダ情報を含むマッチ条件と、処理内容とを対応付けた制御情報を保持し、受信パケットに適合するマッチ条件を持つ制御情報を用いて受信パケットを処理する下位レイヤスイッチを含んだコアネットワークの端部に配置され、
所定の制御装置からの指示に基づいて、パケットの下位レイヤのヘッダの所定領域を、上位レイヤの通信内容に対応付けられた内容に書き換える上位レイヤスイッチ。
- [請求項10] 下位レイヤのヘッダ情報を含むマッチ条件と、処理内容とを対応付けた制御情報を保持し、受信パケットに適合するマッチ条件を持つ制御情報を用いて受信パケットを処理する下位レイヤスイッチを含んだ

コアネットワークと、

前記コアネットワークの端部に配置され、パケットの下位レイヤのヘッダの所定領域を、上位レイヤの通信内容に対応付けられた内容に書き換える上位レイヤスイッチと、に接続され、

前記上位レイヤスイッチに対し前記下位レイヤのヘッダ領域の書き換えを指示するとともに、前記下位レイヤスイッチに前記書き換え後のヘッダ情報をマッチ条件に含む制御情報を設定する制御装置。

[請求項11]

下位レイヤのヘッダ情報を含むマッチ条件と、処理内容とを対応付けた制御情報を保持し、受信パケットに適合するマッチ条件を持つ制御情報を用いて受信パケットを処理する下位レイヤスイッチを含んだコアネットワークと、

前記コアネットワークの端部に配置され、パケットの下位レイヤのヘッダの所定領域を、上位レイヤの通信内容に対応付けられた内容に書き換える上位レイヤスイッチと、を含むネットワークにおいて、

前記上位レイヤスイッチに対し前記下位レイヤのヘッダ領域の書き換えを指示するステップと、

前記下位レイヤスイッチに、前記書き換え後のヘッダ情報をマッチ条件に含む制御情報を設定するステップと、を含むスイッチ制御方法。

[請求項12]

下位レイヤのヘッダ情報を含むマッチ条件と、処理内容とを対応付けた制御情報を保持し、受信パケットに適合するマッチ条件を持つ制御情報を用いて受信パケットを処理する下位レイヤスイッチを含んだコアネットワークと、

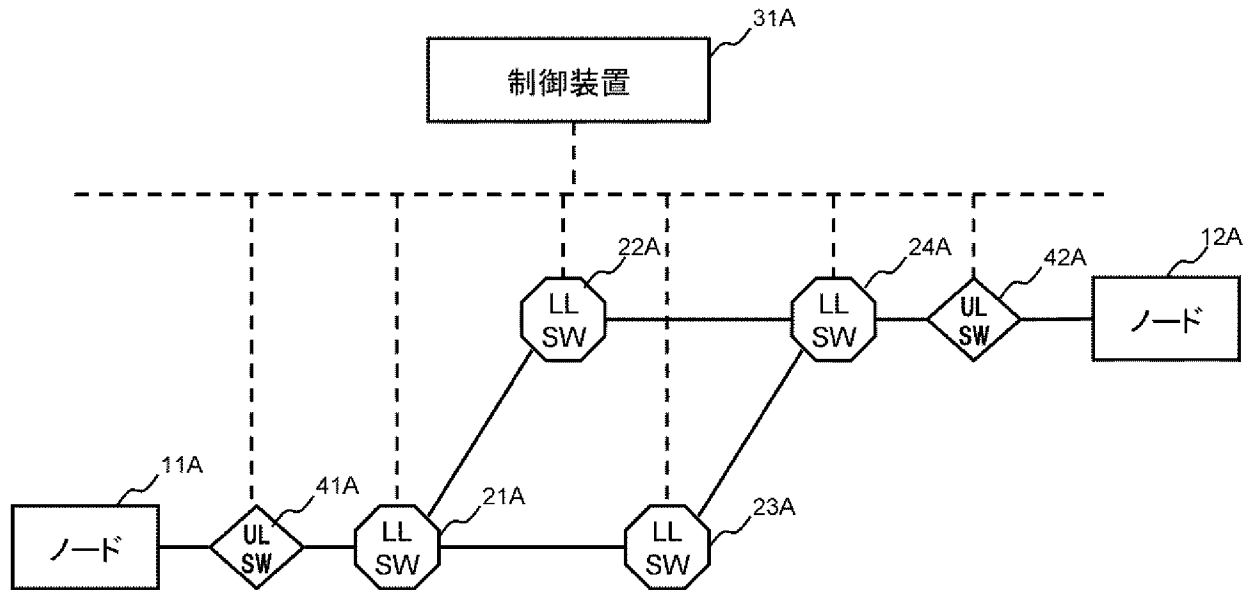
前記コアネットワークの端部に配置され、パケットの下位レイヤのヘッダの所定領域を、上位レイヤの通信内容に対応付けられた内容に書き換える上位レイヤスイッチと、を含むネットワークに接続されたコンピュータに、

前記上位レイヤスイッチに対し前記下位レイヤのヘッダ領域の書き

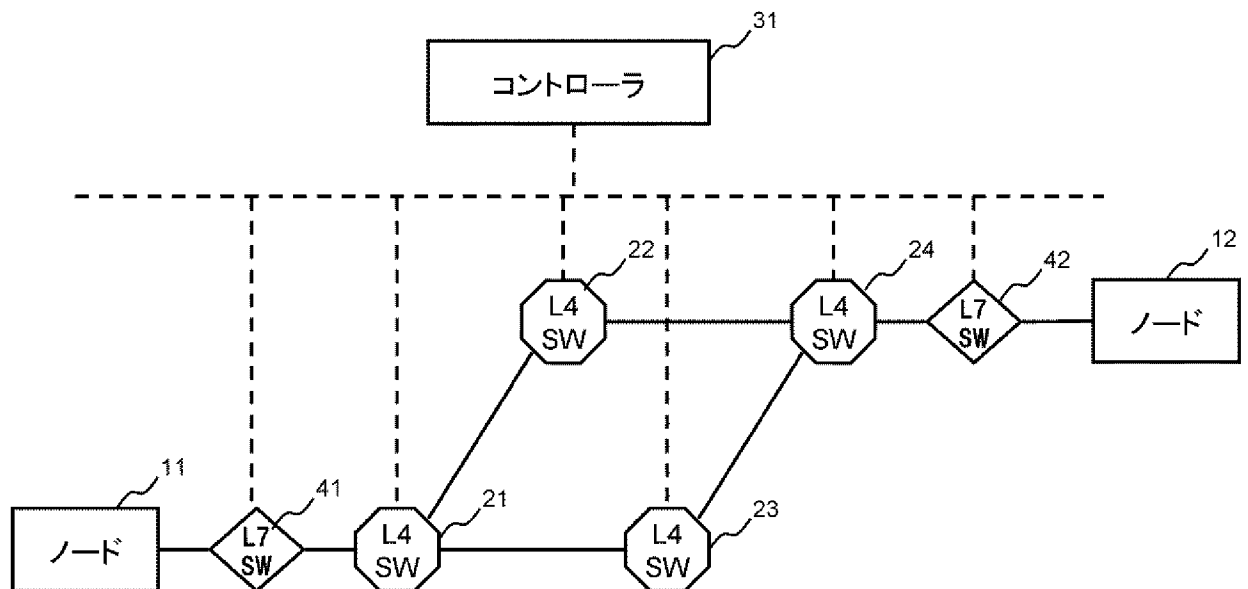
換えを指示する処理と、

前記下位レイヤスイッチに、前記書き換え後のヘッダ情報をマッチ条件に含む制御情報を設定する処理と、を実行させるプログラム。

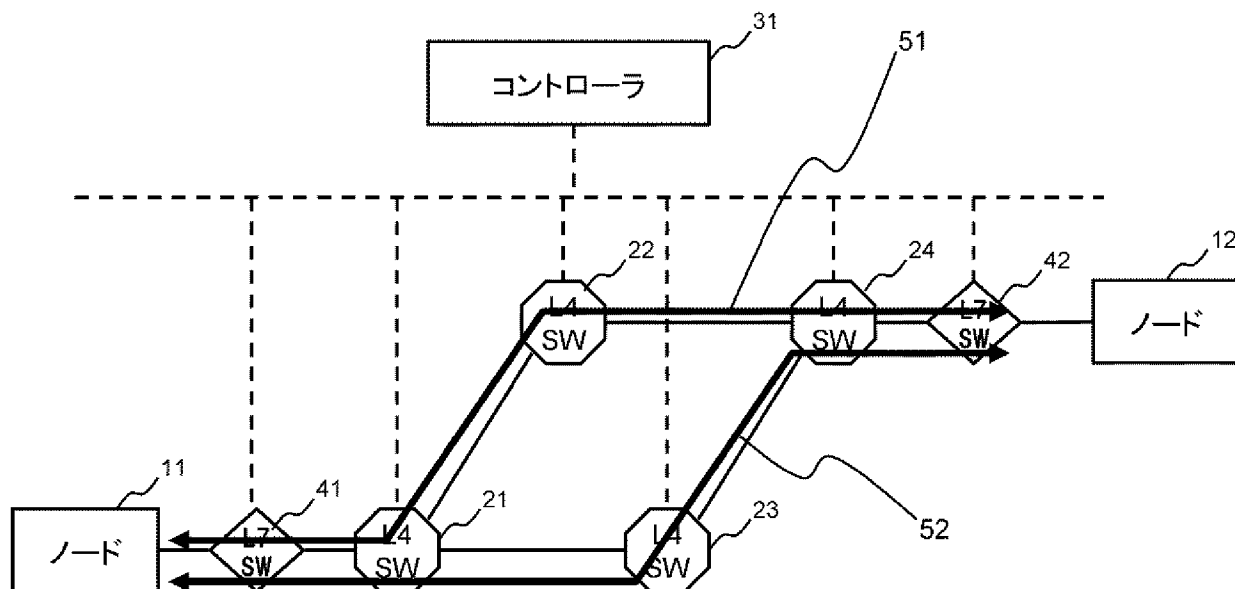
[図1]



[図2]



[図3]



[図4]

アプリケーション	選択経路	経路選択のキー	ノード12から見たL4ポート番号
アプリケーションA	経路51	L4ポート番号範囲61	L4ポート番号範囲60
アプリケーションB	経路52	L4ポート番号範囲62	

[図5]

ノード・L4ポート番号		ノード・L4ポート番号		実行中アプリケーション
ノード11 L4ポート番号X	経路選択用L4変換		ノード12 L4ポート番号Y	アプリケーションA
	アプリケーションA実行時	L4ポート番号61-1		
	アプリケーションB実行時	L4ポート番号62-1	変換なし	

[図6]

ノード・L4ポート番号		ノード・L4ポート番号		実行中アプリケーション
ノード11 L4ポート番号60-1	経路選択用L4変換		ノード12 L4ポート番号Y	アプリケーションA
	アプリケーションA実行時	L4ポート番号61-1		
	アプリケーションB実行時	L4ポート番号62-1	変換なし	

[図7]

ノード・L4ポート番号			ノード・L4ポート番号		実行中アプリケーション
ノード11 L4ポート番号X	経路選択用L4変換		ノード12 L4ポート番号Y	経路選択用L4変換	アプリケーションB
	アプリケーションA実行時	L4ポート番号61-1		変換なし	
	アプリケーションB実行時	L4ポート番号62-1			

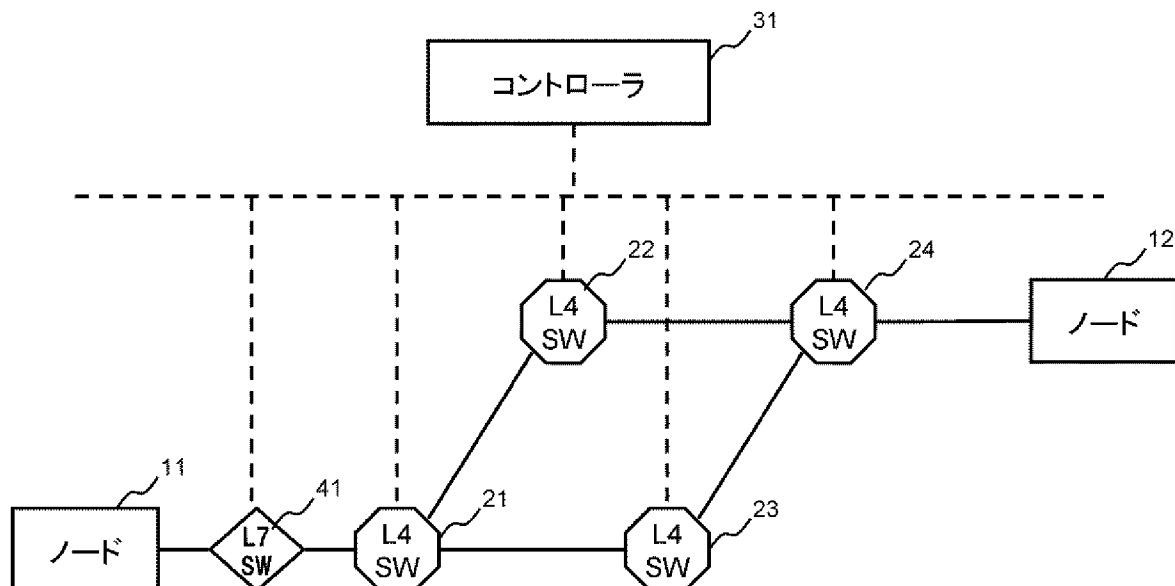
[図8]

ノード・L4ポート番号			ノード・L4ポート番号		実行中アプリケーション
ノード11 L4ポート番号60-1	経路選択用L4変換		ノード12 L4ポート番号Y	経路選択用L4変換	アプリケーションB
	アプリケーションA実行時	L4ポート番号61-1		変換なし	
	アプリケーションB実行時	L4ポート番号62-1			

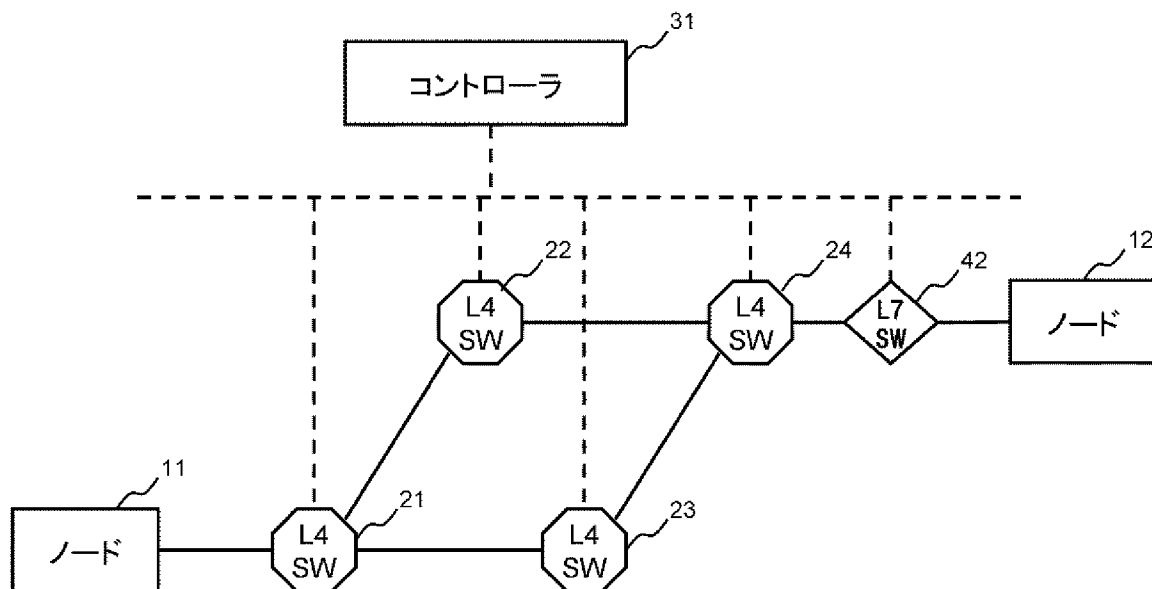
[図9]

	マッチ条件 (Match Fields)				アクション
	L3ソースアドレス	L4ソースポート範囲	L3宛先アドレス	L4宛先ポート範囲	転送方向
エントリ711	ノード11	L4ポート番号範囲61	ノード12	any	L4スイッチ22側
エントリ712	ノード11	L4ポート番号範囲62	ノード12	any	L4スイッチ23側
エントリ713	ノード12	any	ノード11	L4ポート番号範囲61	L7スイッチ41側
エントリ714	ノード12	any	ノード11	L4ポート番号範囲62	L7スイッチ41側

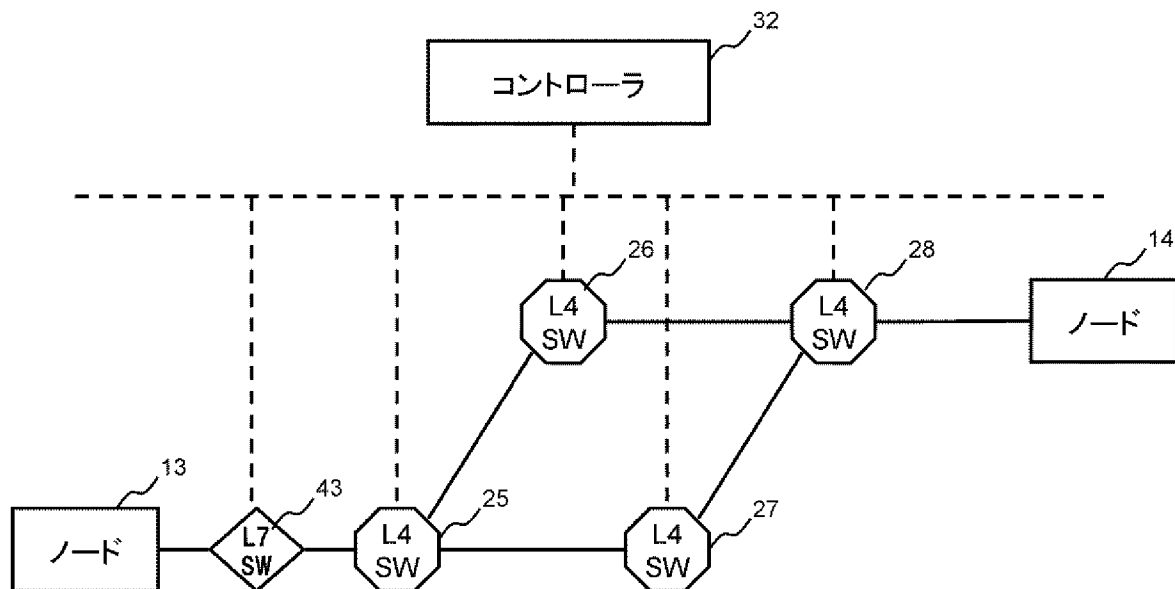
[図10]



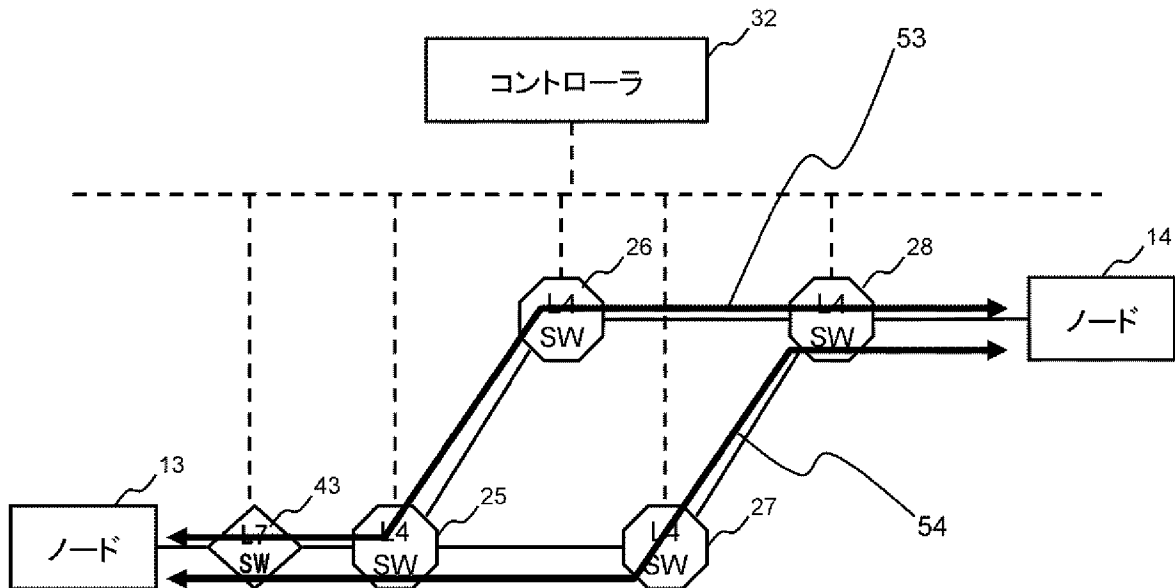
[図11]



[図12]



[図13]



[図14]

	通信内容	アクション	
		転送方法	ソースL4ポート範囲
エントリ721	アプリケーションC	代理接続	L4ポート範囲63
エントリ722	アプリケーションD	代理接続	L4ポート範囲64

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/059008

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L12/717(2013.01) i, H04L12/859(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)

H04L12/717, H04L12/859

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	WO 2011/037105 A1 (NEC Corp.), 31 March 2011 (31.03.2011), paragraphs [0020] to [0068]; fig. 1 to 3B & US 2012/0263186 A1	1, 4-12 2, 3
Y A	JP 2006-174374 A (Fujitsu Ltd.), 29 June 2006 (29.06.2006), paragraphs [0028] to [0056], [0088] to [0100]; fig. 1, 7 & US 2006/0133371 A1	1, 4-12 2, 3
P, X	JP 2012-186649 A (NEC Corp.), 27 September 2012 (27.09.2012), paragraphs [0007] to [0049]; fig. 1 to 6 (Family: none)	1, 5, 6, 9-12

 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
13 June, 2013 (13.06.13)Date of mailing of the international search report
02 July, 2013 (02.07.13)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/059008

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 2005-109536 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 21 April 2005 (21.04.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 2004-228791 A (Hitachi Communication Technology Co., Ltd.), 12 August 2004 (12.08.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 2002-261792 A (NEC Corp.), 13 September 2002 (13.09.2002), entire text; all drawings & US 2002/0085488 A1	1-12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. H04L12/717(2013.01)i, H04L12/859(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. H04L12/717, H04L12/859

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 1971-2013年
 日本国実用新案登録公報 1996-2013年
 日本国登録実用新案公報 1994-2013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	WO 2011/037105 A1 (日本電気株式会社) 2011.03.31, 段落 [0020] - [0068], 図1-3B & US 2012/0263186 A1	1,4-12 2,3
Y A	JP 2006-174374 A (富士通株式会社) 2006.06.29, 段落【0028】 - 【0056】 , 【0088】 - 【0100】 , 図1,7 & US 2006/0133371 A1	1,4-12 2,3

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。

<p>* 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</p>	<p>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</p>
---	---

国際調査を完了した日
 13.06.2013

国際調査報告の発送日
 02.07.2013

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)	5 X	3 8 5 4
山田 倍司		
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
P, X	JP 2012-186649 A (日本電気株式会社) 2012. 09. 27, 段落【0007】－【0049】, 図1－6 (ファミリーなし)	1, 5, 6, 9-12
A	JP 2005-109536 A (日本電信電話株式会社) 2005. 04. 21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2004-228791 A (株式会社日立コミュニケーションテクノロジー) 2004. 08. 12, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2002-261792 A (日本電気株式会社) 2002. 09. 13, 全文, 全図 & US 2002/0085488 A1	1-12