

(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5月14日(14.05.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/095490 A1

(51) 国際特許分類:
H04L 12/44 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/030217

(22) 国際出願日: 2019年8月1日(01.08.2019)

(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 2018-208356 2018年11月5日(05.11.2018) JP

(71) 出願人: 住友電気工業株式会社
(SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.)
[JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 Osaka (JP). 株式会社オートネットワーク技術研究所(AUTONETWORKS TECHNOLOGIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5108503 三重県四日市市西末広町1番14号 Mie (JP). 住友電装株式会社(SUMITOMO WIRING

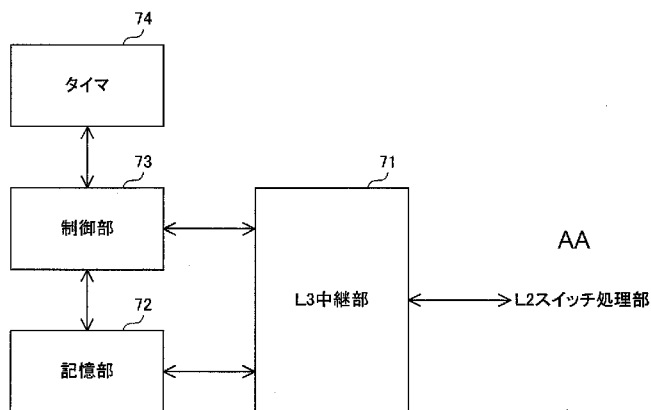
SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒5108503 三重県四日市市西末広町1番14号 Mie (JP). トヨタ自動車株式会社(TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 Aichi (JP).

(72) 発明者: 岩田章人(IWATA, Akihito); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 田中秀幸(TANAKA, Hideyuki); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 前田英樹(MAEDA, Hideki); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 泉達也(IZUMI, Tatsuya); 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号住友電気工業株式会社内 Osaka (JP). 萩原剛志(HAGIHARA, Takeshi); 〒5108503 三重県四日市市西末広町1番14号株式会社オートネ

(54) Title: SWITCH DEVICE, COMMUNICATION CONTROL METHOD, AND COMMUNICATION CONTROL PROGRAM

(54) 発明の名称: スイッチ装置、通信制御方法および通信制御プログラム

70



71 L3 relay unit
72 Storage unit
73 Control unit
74 Timer
AA L2 switch processing unit

(57) Abstract: This switch device is mounted on a vehicle and is provided with: a switch unit which relays communication data between a plurality of function units mounted on the vehicle; a storage unit for holding the communication data to be relayed; and a control unit which determines the state of the storage unit, and, on the basis of a determination result, adjusts the throughput of the communication data transmitted from the function units on an application by application basis.

(57) 要約: スイッチ装置は、車両に搭載されるスイッチ装置であって、前記車両に搭載される複数の機能部間の通信データを中継するスイッチ部と、中継すべき前記通信データを保持する記憶部と、前記記憶部の状態を判定し、判定結果に基づいて、前記機能部から送信される前記通信データのスループットをアプリケーションごとに調整する制御部とを備える。

[続葉有]



WO 2020/095490 A1

ットワーク技術研究所内 Mie (JP). 藪内靖弘(YABUUCHI,Yasuhiro); 〒5108503 三重県四日市市西末広町 1 番 1 4 号株式会社オートネットワーク技術研究所内 Mie (JP). 山崎康広(YAMASAKI,Yasuhiro); 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 安藤博哉(ANDO,Hiroya); 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 川村俊雄(KAWAMURA,Toshio); 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 浦山博史(URAYAMA,Hirofumi); 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人ワンディー I P パートナーズ(ONEDEE IP PARTNERS); 〒5320003 大阪府大阪市淀川区宮原四丁目 1 番 4 号 KDX 新大阪ビル Osaka (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, 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：

スイッチ装置、通信制御方法および通信制御プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、スイッチ装置、通信制御方法および通信制御プログラムに関する。

この出願は、2018年11月5日に提出された日本出願特願2018-208356号を基礎とする優先権を主張し、その開示のすべてをここに取り込む。

背景技術

[0002] 特許文献1（特開2013-168865号公報）には、以下のような車載ネットワークシステムが開示されている。すなわち、車載ネットワークシステムは、車載ネットワーク上で用いられる通信規約のうち前記車載ネットワーク上における実装に依拠する部分を定義する定義データを格納するメモリを備えた車載制御装置と、前記車載制御装置に対して前記定義データを発行する通信規約発行装置とを備える。前記通信規約発行装置は、前記車載制御装置を前記車載ネットワークに参加させる登録装置から、前記車載制御装置を前記車載ネットワークに参加させるよう要求する登録要求を受け取ると、前記登録装置に対する認証を実施した上で、前記車載ネットワークに上における実装に準拠した前記定義データを作成して前記登録装置に返信する。前記登録装置は、前記通信規約発行装置が送信した前記定義データを受け取り、受け取った前記定義データを前記メモリ上に格納するよう前記車載制御装置に対して要求する。そして、前記車載制御装置は、前記登録装置から定義データを受け取って前記メモリ上に格納し、前記定義データが定義する前記部分にしたがって、前記通信規約に準拠して前記車載ネットワークを用いて通信する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2013-168865号公報

発明の概要

[0004] (1) 本開示のスイッチ装置は、車両に搭載されるスイッチ装置であって、前記車両に搭載される複数の機能部間の通信データを中継するスイッチ部と、中継すべき前記通信データを保持する記憶部と、前記記憶部の状態を判定し、判定結果に基づいて、前記機能部から送信される前記通信データのスループットをアプリケーションごとに調整する制御部とを備える。

[0005] (6) 本開示の通信制御方法は、車両に搭載されるスイッチ装置であって中継すべき通信データを保持する記憶部を備えるスイッチ装置における通信制御方法であって、前記車両に搭載される複数の機能部間の通信データを中継するステップと、前記記憶部の状態を判定し、判定結果に基づいて、前記機能部から送信される前記通信データのスループットをアプリケーションごとに調整するステップとを含む。

[0006] (7) 本開示の通信制御プログラムは、車両に搭載されるスイッチ装置であって中継すべき通信データを保持する記憶部を備えるスイッチ装置における通信制御プログラムであって、コンピュータを、前記車両に搭載される複数の機能部間の通信データを中継するスイッチ部と、前記記憶部の状態を判定し、判定結果に基づいて、前記機能部から送信される前記通信データのスループットをアプリケーションごとに調整する制御部、として機能させるためのプログラムである。

[0007] 本開示の一態様は、このような特徴的な処理部を備えるスイッチ装置として実現され得るだけでなく、スイッチ装置を備える車載通信システムとして実現され得る。また、本開示の一態様は、スイッチ装置の一部または全部を実現する半導体集積回路として実現され得る。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図1は、本発明の実施の形態に係る車載通信システムの構成を示す図である。

[図2]図2は、本発明の実施の形態に係る車載通信システムにおける各装置のV I D、M A CアドレスおよびI Pアドレスの一例を示す図である。

[図3]図3は、本発明の実施の形態に係る車載通信システムにおいて伝送されるイーサネットフレームの一例を示す図である。

[図4]図4は、本発明の実施の形態に係る車載通信システムにおけるスイッチ装置の構成を示す図である。

[図5]図5は、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置におけるL 2スイッチ処理部の構成を示す図である。

[図6]図6は、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置におけるL 3中継処理部の構成を示す図である。

[図7]図7は、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置におけるL 3中継処理部の記憶部に保存されるデータを示す図である。

[図8]図8は、本発明の実施の形態に係る車載通信システムにおける、L 3中継処理されるイーサネットフレームの伝送経路の一例を示す図である。

[図9]図9は、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置における制御部が保持している遅延時間テーブルの一例を示す図である。

[図10]図10は、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置における記憶部の使用量とA C Kフレームの遅延時間との関係の一例を示す図である。

[図11]図11は、本発明の実施の形態に係る車載通信システムにおける、通信データのスループット調整のシーケンスの一例を示す図である。

[図12]図12は、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置における制御部が保持しているウィンドウサイズテーブルの一例を示す図である。

[図13]図13は、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置における記憶部の使用量とウィンドウサイズの縮小量との関係の一例を示す図である。

[図14]図14は、本発明の実施の形態に係る車載通信システムにおける、通信データのスループット調整のシーケンスの一例を示す図である。

[図15]図15は、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置における制御部が保持している使用量推測テーブルの一例を示す図である。

[図16]図 1 6 は、本発明の実施の形態に係る車載通信システムにおいて、スイッチ装置が車載デバイスから送信される通信データのスループットを調整する際の動作手順を定めたフローチャートである。

[図17]図 1 7 は、本発明の実施の形態に係る車載通信システムにおいて、スイッチ装置が車載デバイスから送信される通信データのスループットを調整する際の動作手順を定めたフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0009] 従来、車載ネットワークにおけるセキュリティを向上させるための車載ネットワークシステムが開発されている。

[0010] [本開示が解決しようとする課題]

特許文献 1 に記載の車載ネットワークでは、車載 ECU (Electronic Control Unit) 間で送受信される通信データを中継する通信ゲートウェイが設けられる。

[0011] たとえば、通信ゲートウェイが車載 ECU から多量の通信データを受信して輻輳状態となる場合がある。

[0012] 本開示は、上述の課題を解決するためになされたもので、その目的は、車載ネットワークにおいてより安定した通信環境を実現することが可能なスイッチ装置、通信制御方法および通信制御プログラムを提供することである。

[0013] [本開示の効果]

本開示によれば、車載ネットワークにおいてより安定した通信環境を実現することができる。

[0014] [本願発明の実施形態の説明]

最初に、本発明の実施形態の内容を列記して説明する。

[0015] (1) 本発明の実施の形態に係るスイッチ装置は、車両に搭載されるスイッチ装置であって、前記車両に搭載される複数の機能部間の通信データを中継するスイッチ部と、中継すべき前記通信データを保持する記憶部と、前記記憶部の状態を判定し、判定結果に基づいて、前記機能部から送信される前記通信データのスループットをアプリケーションごとに調整する制御部とを

備える。

[0016] このような構成により、記憶部の状態に応じて、機能部から送信される通信データのスループットをアプリケーションごとに調整することができる。たとえば、スイッチ装置において輻輳状態となった場合に、アプリケーションの優先度に応じて通信データの送信を選択的に制限することができる。これにより、優先度が高いアプリケーションに関する通信データのスループットを大幅に低下させることなく、スイッチ装置の輻輳状態を緩和することができ、スイッチ装置における通信データの滞留および伝送遅延をバランス良く調整することができる。したがって、車載ネットワークにおいてより安定した通信環境を実現することができる。

[0017] (2) 好ましくは、前記機能部は、他の前記機能部からACKを受信すると前記通信データを送信し、前記制御部は、前記スイッチ部による前記ACKの中継を遅延させることにより前記スループットを調整する。

[0018] このような構成により、制御部がACKの中継を遅延させることで、機能部による次の通信データの送信タイミングを遅延させることができる。これにより、既存の処理を利用しながら、スループットをアプリケーションごとに調整することができる。

[0019] (3) 好ましくは、前記機能部は、他の前記機能部から受信した送信サイズ情報に応じた量の前記通信データを単位時間あたりで送信し、前記制御部は、前記スイッチ部が受信した前記送信サイズ情報の内容を変更して前記スイッチ部に中継させることにより前記スループットを調整する。

[0020] このような構成により、制御部が送信サイズ情報の内容を変更してスイッチ部に中継させることで、機能部が次に送信する通信データの量を調整することができる。これにより、既存の処理を利用しながら、スループットをアプリケーションごとに調整することができる。

[0021] (4) 好ましくは、前記スイッチ装置は、さらに、複数の通信ポートを備え、前記スイッチ部は、前記通信ポートを介して前記通信データを送受信し、前記制御部は、前記通信ポートにおける前記通信データの送信レートに基

づいて前記状態を判定する。

[0022] このような構成により、通信ポートにおける送信レートに基づいて記憶部の状態を事前に予測し、予測結果に基づいて記憶部の状態を判定することができる。これにより、たとえば、記憶部の容量が実際に不足する前に、機能部から送信される通信データのスループットをアプリケーションごとに調整することができる。

[0023] (5) 好ましくは、前記制御部は、同じ前記機能部から今回受信した前記ACKおよび前回受信した前記ACKを比較し、比較結果に応じて、今回受信した前記ACKの中継を遅延させるか否かを決定する。

[0024] たとえば、機能部は、他の機能部から送信される通信データを正常に受信できなかった場合に、当該他の機能部に通信データの再送を要求するために当該他の機能部へACKを複数回連続で送信する場合がある。この場合、上記の構成により、通信データの再送が遅延することを防ぐことができる。

[0025] (6) 本発明の実施の形態に係る通信制御方法は、車両に搭載されるスイッチ装置であって中継すべき通信データを保持する記憶部を備えるスイッチ装置における通信制御方法であって、前記車両に搭載される複数の機能部間の通信データを中継するステップと、前記記憶部の状態を判定し、判定結果に基づいて、前記機能部から送信される前記通信データのスループットをアプリケーションごとに調整するステップとを含む。

[0026] このような構成により、記憶部の状態に応じて、機能部から送信される通信データのスループットをアプリケーションごとに調整することができる。たとえば、スイッチ装置において輻輳状態となった場合に、アプリケーションの優先度に応じて通信データの送信を選択的に制限することができる。これにより、優先度が高いアプリケーションに関する通信データのスループットを大幅に低下させることなく、スイッチ装置の輻輳状態を緩和することができ、スイッチ装置における通信データの滞留および伝送遅延をバランス良く調整することができる。したがって、車載ネットワークにおいてより安定した通信環境を実現することができる。

[0027] (7) 本発明の実施の形態に係る通信制御プログラムは、車両に搭載されるスイッチ装置であって中継すべき通信データを保持する記憶部を備えるスイッチ装置における通信制御プログラムであって、コンピュータを、前記車両に搭載される複数の機能部間の通信データを中継するスイッチ部と、前記記憶部の状態を判定し、判定結果に基づいて、前記機能部から送信される前記通信データのスループットをアプリケーションごとに調整する制御部、として機能させるためのプログラムである。

[0028] このような構成により、記憶部の状態に応じて、機能部から送信される通信データのスループットをアプリケーションごとに調整することができる。たとえば、スイッチ装置において輻輳状態となった場合に、アプリケーションの優先度に応じて通信データの送信を選択的に制限することができる。これにより、優先度が高いアプリケーションに関する通信データのスループットを大幅に低下させることなく、スイッチ装置の輻輳状態を緩和することができ、スイッチ装置における通信データの滞留および伝送遅延をバランス良く調整することができる。したがって、車載ネットワークにおいてより安定した通信環境を実現することができる。

[0029] 以下、本発明の実施の形態について図面を用いて説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。また、以下に記載する実施の形態の少なくとも一部を任意に組み合わせてもよい。

[0030] [構成および基本動作]

図1は、本発明の実施の形態に係る車載通信システムの構成を示す図である。

[0031] 図1を参照して、車載通信システム301は、スイッチ装置101と、複数の車載デバイス111とを備える。車載通信システム301は、車両1に搭載される。

[0032] 以下、車載デバイス111A, 111B, 111C, 111D, 111Eの各々を、車載デバイス111とも称する。車載デバイス111は、機能部の一例である。なお、車載通信システム301は、5つの車載デバイス11

1を備える構成に限らず、2つ、3つ、4つまたは6つ以上の車載デバイス111を備える構成であってもよい。

[0033] 車載デバイス111は、たとえば、自動運転ECU(Electronic Control Unit)、画像センサ、レーダ装置、ナビゲーション装置、TCU(Telematics Communication Unit)、セントラルゲートウェイ(CGW)、およびヒューマンマシンインタフェース等であり、スイッチ装置101と通信を行うことが可能である。

[0034] なお、車載デバイス111は、これらの具体例に限らず、車両1に搭載され、かつスイッチ装置101と通信可能な他のデバイスであってもよい。

[0035] スwitch装置101および車載デバイス111は、たとえば、イーサネット(登録商標)ケーブル10により、互いに接続されている。車両1の車載ネットワークにおけるスイッチ装置101および各車載デバイス111の接続関係は、たとえば固定されている。

[0036] スwitch装置101および車載デバイス111は、イーサネットケーブルを用いて互いに通信する。スイッチ装置101および車載デバイス111間では、たとえば、IEEE802.3に従うイーサネットフレームを用いて通信データのやり取りが行われる。

[0037] [車載デバイス]

車載デバイス111は、1または複数のアプリケーションの機能を有している。車載デバイス111は、自己のアプリケーションに関する情報を、スイッチ装置101を介して送受信する。

[0038] 車載デバイス111のアプリケーションの一例として、画像センサである車載デバイス111は、たとえば、車両1の周囲を周期的に撮影し、撮影結果を示す画像情報を作成する。

[0039] 車載デバイス111のアプリケーションの他の例として、レーダ装置である車載デバイス111は、たとえば、ミリ波を用いて、車両1の周囲における歩行者等の物体の検知結果を示す検知情報を周期的に作成する。

[0040] 車載デバイス 111 のアプリケーションの他の例として、自動運転 ECU である車載デバイス 111 は、たとえば、画像センサから受けた画像情報およびレーダ装置から受けた検知情報に基づいて、自動運転を補助する。

[0041] 図 2 は、本発明の実施の形態に係る車載通信システムにおける各装置の V I D、MAC アドレスおよび I P アドレスの一例を示す図である。

[0042] 図 2 を参照して、車載ネットワークにおいて、たとえば、車載デバイス 111 A、111 B、111 C と車載デバイス 111 D、111 E とは、互いに異なる V L A N (V i r t u a l L o c a l A r e a N e t w o r k) に属する。

[0043] この例では、車載デバイス 111 A、111 B、111 C の属する V L A N の I D (以下、V I D とも称する。) は、1 である。また、車載デバイス 111 D、111 E の属する V I D は、2 である。

[0044] スイッチ装置 101 および車載デバイス 111 は、固有の MAC (M e d i a A c c e s s C o n t r o l) アドレスおよび I P (I n t e r n e t P r o t o c o l) アドレスを有する。

[0045] [スイッチ装置]

再び図 1 を参照して、スイッチ装置 101 は、車載ネットワークにおける複数の車載デバイス 111 間の通信データを中継する中継処理を行う。

[0046] 具体的には、車載ネットワークでは、たとえば、I P プロトコルに従って、I P パケットを用いて情報の送受信が行われる。I P パケットは、通信データの一例であるイーサネットフレームに格納されて伝送される。

[0047] スイッチ装置 101 は、各車載デバイス 111 間で伝送されるイーサネットフレームを中継する中継処理を行う。

[0048] 詳細には、スイッチ装置 101 は、複数のレイヤを有する通信プロトコルに従って動作する。より詳細には、スイッチ装置 101 は、L 2 (レイヤ 2) スイッチとして機能することが可能であり、同じ V L A N に属する車載デバイス 111 間のイーサネットフレームを中継する。また、スイッチ装置 101 は、L 3 (レイヤ 3) 中継装置としても機能することが可能であり、異

なるVLANに属する車載デバイス111間のイーサネットフレームを中継する。

[0049] 図3は、本発明の実施の形態に係る車載通信システムにおいて伝送されるイーサネットフレームの一例を示す図である。

[0050] 図3を参照して、イーサネットフレームは、イーサネットヘッダフィールドと、IPヘッダフィールドと、TCPヘッダフィールドと、データフィールドと、CRC(Cyclic Redundancy Check)フィールドとを有する。

[0051] イーサネットヘッダフィールドには、送信先MACアドレスと、送信元MACアドレスと、タイプとが格納される。IPヘッダフィールドには、IPヘッダと、送信元IPアドレスと、送信先IPアドレスとが格納される。データフィールドには、任意のデータと、必要に応じてパディングとが格納される。CRCフィールドには、CRC値が格納される。

[0052] TCPヘッダフィールドには、送信先ポート番号と、送信元ポート番号と、シーケンス番号と、確認応答番号と、ヘッダ長およびセッションフラグと、ウィンドウサイズと、チェックサムと、緊急ポインタとが格納される。

[0053] ヘッダ長およびセッションフラグのフィールドには、ヘッダ長と、NS(Nonce Sum)フラグと、CWR(Congestion Window Reduced)フラグと、ESEフラグと、URG(Urgent)フラグと、ACK(Acknowledgement)フラグと、PSH(Push)フラグと、RST(Reset)フラグと、SYN(Synchronize)フラグと、FIN(Fin)フラグとが格納される。

[0054] たとえば、車載デバイス111Bが画像情報または検知情報を含むIPパケットを車載デバイス111Cへ送信する場合、このIPパケットには、送信元IPアドレスおよび送信先IPアドレスとして、IP-BおよびIP-Cがそれぞれ含まれる。

[0055] 車載デバイス111Bは、自己と車載デバイス111Cとが同じVLANに属していることから、1、MAC-CおよびMAC-Bを、VID、送信

先MACアドレスおよび送信元MACアドレスとしてそれぞれイーサネットフレームに書き込む。

[0056] 車載デバイス111Bは、IPパケットを格納したイーサネットフレームをスイッチ装置101へ送信する。

[0057] スイッチ装置101は、車載デバイス111Bからイーサネットフレームを受信すると、受信したイーサネットフレームに対してレイヤ2のスイッチ処理を行うことで、当該イーサネットフレームを車載デバイス111Cへ送信する。

[0058] また、たとえば、車載デバイス111Bが画像情報または検知情報を含むIPパケットを車載デバイス111Dへ送信する場合、このIPパケットには、送信元IPアドレスおよび送信先IPアドレスとして、IP-BおよびIP-Dがそれぞれ含まれる。

[0059] 車載デバイス111Bは、自己と車載デバイス111Dとが異なるVLANに属していることから、1、デフォルトゲートウェイであるスイッチ装置101のMACアドレスすなわちMAC-G、およびMAC-Bを、VID、送信先MACアドレスおよび送信元MACアドレスとしてそれぞれイーサネットフレームに書き込む。

[0060] 車載デバイス111Bは、IPパケットを格納したイーサネットフレームをスイッチ装置101へ送信する。

[0061] スイッチ装置101は、車載デバイス111Bからイーサネットフレームを受信すると、受信したイーサネットフレームに対してレイヤ3の中継処理を行うことで、当該イーサネットフレームを車載デバイス111Dへ送信する。

[0062] そして、車載デバイス111Cまたは111Dは、スイッチ装置101を経由してイーサネットフレームを受信すると、ACKフラグを1に設定したイーサネットフレーム（以下、ACKフレームとも称する。）を車載デバイス111Bへ返信する。

[0063] 車載デバイス111Bは、車載デバイス111Cまたは111DからAC

Kフレームを受信すると、次のイーサネットフレームを車載デバイス111Cまたは111Dへ送信する。

[0064] 車載デバイス111Cまたは111Dは、自己が次に受信可能なデータ量に関する送信サイズ情報を、車載デバイス111Bに通知する。車載デバイス111Bは、通知された送信サイズ情報に応じたデータ量のイーサネットフレームを単位時間あたりで送信する。

[0065] 具体的には、たとえば、車載デバイス111Cまたは111Dは、送信サイズ情報たとえばウィンドウサイズが格納されたACKフレームを送信する。車載デバイス111Bは、ACKフレームを受信して、ACKフレームに格納されたウィンドウサイズに応じたデータ量を上限とするイーサネットフレームを、車載デバイス111Cまたは111Dへ送信する。

[0066] [スイッチ装置の構成]

図4は、本発明の実施の形態に係る車載通信システムにおけるスイッチ装置の構成を示す図である。

[0067] 図4を参照して、スイッチ装置101は、L2スイッチ処理部60と、L3中継処理部70と、通信ポート54である通信ポート54A、54B、54C、54D、54Eとを備える。

[0068] なお、スイッチ装置101では、5つの通信ポート54が設けられる構成に限らず、2つ、3つ、4つ、または6つ以上の通信ポート54が設けられる構成であってもよい。

[0069] 通信ポート54は、たとえばイーサネットケーブル10を接続可能な端子である。なお、通信ポート54は、集積回路の端子であってもよい。

[0070] 複数の通信ポート54の各々は、イーサネットケーブル10を介して複数の車載デバイス111のうちのいずれか1つに接続されている。また、複数の通信ポート54の各々は、たとえばVLANと対応付けられている。

[0071] L2スイッチ処理部60は、たとえば、L2スイッチとして動作し、同じVLANに属する車載デバイス111間のイーサネットフレームを中継する。

- [0072] L 3 中継処理部 7 0 は、たとえば、L 3 スイッチとして動作し、異なる V L A N に属する車載デバイス 1 1 1 間のイーサネットフレームを中継する。
- [0073] 図 5 は、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置における L 2 スイッチ処理部の構成を示す図である。
- [0074] 図 5 を参照して、L 2 スイッチ処理部 6 0 は、L 2 スイッチ部 6 1 と、記憶部 6 2 とを含む。
- [0075] L 2 スイッチ部 6 1 は、通信ポート 5 4 を介して受信したイーサネットフレームに対してレイヤ 2 のスイッチ処理を行う。L 2 スイッチ部 6 1 は、中継すべきイーサネットフレームを受信すると、受信したイーサネットフレームを記憶部 6 2 に保存する。
- [0076] 図 6 は、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置における L 3 中継処理部の構成を示す図である。
- [0077] 図 6 を参照して、L 3 中継処理部 7 0 は、L 3 中継部 7 1 と、記憶部 7 2 と、制御部 7 3 と、タイマ 7 4 とを含む。
- [0078] L 3 中継部 7 1 は、L 2 スイッチ部 6 1 から受信したイーサネットフレームに対してレイヤ 3 のスイッチ処理を行う。L 3 中継部 7 1 は、中継すべきイーサネットフレームを受信すると、受信したイーサネットフレームを記憶部 7 2 に保存する。記憶部 7 2 には、たとえば、アプリケーションごとのキューが設けられている。
- [0079] 図 7 は、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置における L 3 中継処理部の記憶部に保存されるデータを示す図である。
- [0080] 図 7 を参照して、記憶部 7 2 には、あるアプリケーションに対応するキュー 7 2 A と、別のアプリケーションに対応するキュー 7 2 B とが設けられている。L 3 中継部 7 1 は、たとえば、イーサネットフレームに含まれる送信元ポート番号を参照することにより、対応のアプリケーションを特定し、イーサネットフレームをアプリケーションごとに対応のキューに振り分けて記憶部 7 2 に保存する。なお、記憶部 7 2 には 3 つ以上のキューが設けられている構成であってもよい。

[0081] 制御部 7 3 は、記憶部 7 2 の状態を判定し、判定結果に基づいて、車載デバイス 1 1 1 から送信される通信データのスループットをアプリケーションごとに調整する。制御部 7 3 が通信データのスループットをアプリケーションごとに調整する方法の詳細については後述する。

[0082] [レイヤ 2 のスイッチ処理]

L 2 スイッチ部 6 1 は、たとえば、レイヤ 2 に従って、L 3 中継処理部 7 0 を介さずに中継処理を行うことが可能である。

[0083] 図 5 を参照して、L 2 スイッチ部 6 1 は、たとえば、L 3 中継処理部 7 0 および通信ポート 5 4 A, 5 4 B, 5 4 C, 5 4 D, 5 4 E にそれぞれ接続される複数の端子を有する。各端子には、固有の論理ポート番号が割り当てられている。

[0084] この例では、L 3 中継処理部 7 0 および通信ポート 5 4 A, 5 4 B, 5 4 C, 5 4 D, 5 4 E に接続された端子の論理ポート番号は、それぞれ # 0、# 1、# 2、# 3、# 4 および # 5 である。

[0085] また、L 2 スイッチ部 6 1 は、たとえば、A R L テーブル (A d d r e s s R e s o l u t i o n L o g i c) を保持している。

[0086] A R L テーブルの内容は、上述したように車載ネットワークにおいて固定されている接続関係に基づいて、たとえばユーザにより予め定められている。

[0087] A R L テーブルは、たとえば、送信先 M A C アドレスと出力先との対応関係を示す。ここで、出力先は、論理ポート番号である。

[0088] 具体的には、A R L テーブルには、車載デバイス 1 1 1 の M A C アドレスと当該車載デバイス 1 1 1 を接続先とする端子の論理ポート番号との対応関係、および自己のスイッチ装置 1 0 1 の M A C アドレスと L 3 中継処理部 7 0 の論理ポート番号との対応関係が含まれる。

[0089] L 2 スイッチ部 6 1 は、通信ポート 5 4 経由でイーサネットフレームを受信すると、受信したイーサネットフレームを記憶部 6 2 に保存するとともに、当該イーサネットフレームに含まれる送信先 M A C アドレスを取得する。

[0090] L2スイッチ部61は、取得した送信先MACアドレスに対応する論理ポート番号をARLテーブルから取得する。具体的には、L2スイッチ部61は、たとえば、車載デバイス111Bから車載デバイス111Cへ伝送されるイーサネットフレームのように、同一のVLAN内で伝送されるイーサネットフレームに対しては、取得した送信先MACアドレスに対応する論理ポート番号として、#1～#5のうちのいずれか1つを取得する。

[0091] そして、L2スイッチ部61は、対応のイーサネットフレームを記憶部62から取得し、取得したイーサネットフレームを、取得した論理ポート番号の端子から通信ポート54経由で車載デバイス111へ送信する。

[0092] 一方、L2スイッチ部61は、たとえば、車載デバイス111Aから車載デバイス111Eへ伝送されるイーサネットフレームのように、異なるVLAN間で伝送されるイーサネットフレームに対しては、取得した送信先MACアドレスに対応する論理ポート番号として#0を取得する。

[0093] そして、L2スイッチ部61は、対応のイーサネットフレームを記憶部62から取得し、取得したイーサネットフレームをL3中継処理部70へ出力する。

[0094] [レイヤ3の中継処理]

L3中継部71は、L2スイッチ処理部60を介して中継処理を行う。具体的には、L3中継部71は、レイヤ2よりも上位のレイヤ3に従って中継処理を行う。

[0095] L3中継部71は、L2スイッチ処理部60から受信したイーサネットフレームに対してレイヤ3の中継処理（以下、L3中継処理とも称する。）を行う。

[0096] 詳細には、L3中継部71は、L2スイッチ処理部60からイーサネットフレームを受けて、受けたイーサネットフレームの送信先MACアドレスおよび送信元MACアドレスを書き換える。

[0097] より詳細には、L3中継部71は、たとえば、レイヤ3の中継処理に用いるIPアドレスとMACアドレスとの対応関係を示すテーブル情報T1Aを

保持する。

[0098] 具体的には、L 3 中継部 7 1 は、自己が中継対象とする送信先ネットワークたとえば V L A N と V I D との対応関係を示すルーティングテーブル、および V I D ごとの、 I P アドレスと M A C アドレスとの対応関係を示す A R P (A d d r e s s R e s o l u t i o n P r o t o c o l) テーブルを含むテーブル情報 T I A を保持する。

[0099] テーブル情報 T I A の内容は、上述したように車載ネットワークにおいて固定されている接続関係に基づいて、たとえばユーザにより予め定められている。

[0100] L 3 中継部 7 1 は、L 2 スイッチ処理部 6 0 からイーサネットフレームを受けると、受けたイーサネットフレームを記憶部 7 2 に保存する。さらに、L 3 中継部 7 1 は、受けたイーサネットフレームに含まれる I P パケットから送信先 I P アドレスを取得し、たとえば、取得した送信先 I P アドレスに対してサブネットマスク計算を行うことにより V L A N を特定する。

[0101] L 3 中継部 7 1 は、ルーティングテーブルを参照し、特定した V L A N に対応する V I D を取得する。

[0102] そして、L 3 中継部 7 1 は、取得した V I D に対応する A R P テーブルを参照し、送信先 I P アドレスに対応する M A C アドレスを当該 A R P テーブルから取得する。

[0103] L 3 中継部 7 1 は、当該イーサネットフレームを記憶部 7 2 から取得し、取得したイーサネットフレームにおける V I D 、送信先 M A C アドレスおよび送信元 M A C アドレスを、取得した V I D および M A C アドレス、ならびに自己のスイッチ装置 1 0 1 の M A C アドレスにそれぞれ書き換えて L 2 スイッチ処理部 6 0 へ出力する。

[0104] [L 3 中継処理の具体例]

図 8 は、本発明の実施の形態に係る車載通信システムにおける、L 3 中継処理されるイーサネットフレームの伝送経路の一例を示す図である。

[0105] 図 8 を参照して、車載デバイス 1 1 1 A が、たとえば、車載デバイス 1 1

1 Eを宛先とするイーサネットフレームを送信する状況を想定する。

[0106] この場合、車載デバイス111Aは、VID、送信元MACアドレス、送信先MACアドレスおよび送信先IPアドレスとして、1、MAC-A、MAC-GおよびIP-Eをそれぞれ含むイーサネットフレームをスイッチ装置101へ送信する。

[0107] スwitch装置101におけるL3中継処理部70は、通信ポート54AおよびL2スイッチ処理部60経由で車載デバイス111Aからイーサネットフレームを受信すると、テーブル情報T1Aに基づいて、受信したイーサネットフレームに対してL3中継処理を行う。

[0108] より詳細には、L3中継部71は、L2スイッチ処理部60からイーサネットフレームを受けて、受けたイーサネットフレームを記憶部72に保存する。そして、L3中継部71は、イーサネットフレームを記憶部72から取得し、取得したイーサネットフレームに含まれるVID、送信元MACアドレスおよび送信先MACアドレスを、2、MAC-GおよびMAC-Eにそれぞれ書き換える。L3中継部71は、書き換え後のイーサネットフレームをL2スイッチ処理部60へ出力する。

[0109] L2スイッチ処理部60は、L3中継処理部70からイーサネットフレームを受けると、ARLテーブルに基づいて、受けたイーサネットフレームに含まれる送信先MACアドレスに対応する論理ポート番号#5を取得する。

[0110] L2スイッチ処理部60は、取得した論理ポート番号#5の端子から通信ポート54E経由でイーサネットフレームを送信する。これにより、当該イーサネットフレームは、通信ポート54E経由で車載デバイス111Eへ送信される。

[0111] [課題]

ところで、スイッチ装置101が車載デバイス111から多量の通信データたとえばイーサネットフレームを受信すると、たとえば、L3中継処理部70の記憶部72においてオーバーフローが生じる場合がある。

[0112] 記憶部72のオーバーフローを解消するために、たとえば、スイッチ装置

101から車載デバイス111へポーズフレームを送信することにより、車載デバイス111からイーサネットフレームが送信されてくる頻度を下げることが考えられる。

[0113] たとえば、イーサネットフレームの送信元の車載デバイス111の別に応じて優先度を設定しておき、優先度の低い車載デバイス111へポーズフレームを送信する。

[0114] これにより、優先度の低い車載デバイス111からイーサネットフレームが送信されてくる頻度を下げ、優先度の高い車載デバイス111からのイーサネットフレームを優先的に中継することができるため、記憶部72がオーバーフロー状態となる可能性を低減することができる。

[0115] しかしながら、車載デバイス111が複数のアプリケーションの機能を有している場合、アプリケーションの優先度に応じて、優先度の高いアプリケーションに対応するイーサネットフレームを優先的に中継することはできない。

[スループットの調整]

[0116] 制御部73は、記憶部72の状態を判定する。より詳細には、制御部73は、記憶部72を定期的または不定期に監視し、記憶部72が保持しているデータの量またはイーサネットフレームの数を参照することにより記憶部72の状態を判定する。なお、制御部73は、L3中継部71を監視し、L3中継部71がL2スイッチ処理部60からイーサネットフレームを受信すると、記憶部72が保持しているデータの量またはイーサネットフレームの数を参照することにより記憶部72の状態を判定してもよい。

[0117] 制御部73は、判定した結果に基づいて、車載デバイス111から送信される通信データのスループットをアプリケーションごとに調整する。通信データのスループットは、ウィンドウサイズをRTT (Round Trip Time) で除した値に比例する。

[0118] [動作の流れ]

車載通信システム301における各装置は、メモリを含むコンピュータを

備え、当該コンピュータにおけるCPU等の演算処理部は、以下のフローチャートおよびシーケンスの各ステップの一部または全部を含むプログラムを当該メモリからそれぞれ読み出して実行する。これら複数の装置のプログラムは、それぞれ、外部からインストールすることができる。これら複数の装置のプログラムは、それぞれ、記録媒体に格納された状態で流通する。

[0119] [ACKフレームの中継保留]

たとえば、スイッチ装置101は、送信先の車載デバイス111からのACKの中継を遅延させることにより、車載デバイス111間のRTTを増大させることで通信データのスループットをアプリケーションごとに調整する。

[0120] たとえば、スイッチ装置101は、送信先の車載デバイス111から受信したACKフレームの中継を遅延させる。より詳細には、制御部73は、L3中継部71によるACKフレームの送信タイミングを遅延させる。

[0121] 再び図8を参照して、たとえば、車載デバイス111Aが2つのアプリケーション1, 2を有しており、各アプリケーションに対応するイーサネットフレームを車載デバイス111Eへ送信する状況を想定する。

[0122] ここでは、アプリケーション1の優先度はアプリケーション2の優先度よりも高く、アプリケーション1に対応するイーサネットフレームF1はアプリケーション2に対応するイーサネットフレームF2よりも優先的に中継されて車載デバイス111Eへ送信される必要があるものとする。

[0123] 制御部73は、記憶部72の状態に応じて、L3中継部71によるACKフレームの送信タイミングの遅延時間（以下、中継遅延時間とも称する。）を決定し、ACKフレームを中継するタイミングを調整する。

[0124] 図9は、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置における制御部が保持している遅延時間テーブルの一例を示す図である。

[0125] 図9を参照して、たとえば、制御部73は、記憶部72が保持しているデータの量（以下、記憶部72の使用量とも称する。）Cと中継遅延時間Tとのアプリケーションごとの対応関係を示す遅延時間テーブルを保持しており

、遅延時間テーブルを参照することにより中継遅延時間を決定する。

[0126] 具体的には、たとえば、記憶部 72 の使用量 C_1 が 1000 k バイト以上 1500 k バイト未満の状態におけるアプリケーション 1 の中継遅延時間 T_1 は 10 ミリ秒であり、アプリケーション 2 の中継遅延時間 T_2 は 20 ミリ秒である。また、たとえば、記憶部 72 の使用量 C_1 が 1500 k バイト以上 2000 k バイト未満の状態におけるアプリケーション 1 の中継遅延時間 T_1 は 15 ミリ秒であり、アプリケーション 2 の中継遅延時間 T_2 は 30 ミリ秒である。

[0127] すなわち、制御部 73 は、記憶部 72 の使用量 C_1 が 1000 k バイト以上の場合には、L3 中継部 71 による ACK フレームの送信タイミングを遅延させる必要があると判断し、記憶部 72 の使用量 C_1 が 1000 k バイト未満の場合には、L3 中継部 71 による ACK フレームの送信タイミングを遅延させる必要がないと判断する。

[0128] 図 10 は、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置における記憶部の使用量と ACK フレームの遅延時間との関係の一例を示す図である。図 10 において、縦軸は中継遅延時間（秒）を示し、横軸は記憶部の使用量（byte）を示す。

[0129] 図 10 を参照して、制御部 73 が保持する遅延時間テーブルは、記憶部 72 の使用量 C が所定の値である C_0 以上の場合において、中継遅延時間 T が記憶部 72 の使用量 C に比例し、かつ、アプリケーションの優先度が低いほど記憶部 72 の使用量 C の増加に対する中継遅延時間 T の増加量が大きくなるように設定されている。

[0130] 図 11 は、本発明の実施の形態に係る車載通信システムにおける、通信データのスループット調整のシーケンスの一例を示す図である。

[0131] 図 11 を参照して、まず、スイッチ装置 101 において、制御部 73 は、所定のタイミングにおいて記憶部 72 の状態を判定する（ステップ S11）。

[0132] 次に、制御部 73 は、記憶部 72 の状態を判定した結果、L3 中継部 71

によるACKフレームの送信タイミングを遅延させる必要があると判断すると、アプリケーションごとに中継遅延時間Tを設定する。具体的には、制御部73は、遅延時間テーブルを参照することにより中継遅延時間Tを設定する（ステップS12）。

[0133] 次に、車載デバイス111Aは、アプリケーション1に対応するイーサネットフレームF1を、スイッチ装置101を介して車載デバイス111Eへ送信する（ステップS13）。

[0134] 次に、車載デバイス111Aは、アプリケーション2に対応するイーサネットフレームF2を、スイッチ装置101を介して車載デバイス111Eへ送信する（ステップS14）。

[0135] 次に、車載デバイス111Eは、イーサネットフレームF1を受信すると、イーサネットフレームF1に対するACKフレームackF1をスイッチ装置101へ送信する（ステップS15）。

[0136] 次に、車載デバイス111Eは、イーサネットフレームF2を受信すると、イーサネットフレームF2に対するACKフレームackF2をスイッチ装置101へ送信する（ステップS16）。

[0137] 次に、スイッチ装置101は、ACKフレームackF1を受信すると、ACKフレームackF1の転送を中継遅延時間T1だけ保留し（ステップS17）、車載デバイス111Aへ送信する（ステップS18）。

[0138] 次に、車載デバイス111Aは、ACKフレームackF1を受信すると、次に送信すべきイーサネットフレームF1を、スイッチ装置101を介して車載デバイス111Eへ送信する（ステップS19）。

[0139] 一方、スイッチ装置101は、ACKフレームackF2を受信すると、ACKフレームackF2の転送を中継遅延時間T2だけ保留し（ステップS20）、車載デバイス111Aへ送信する（ステップS21）。

[0140] 次に、車載デバイス111Aは、ACKフレームackF2を受信すると、次に送信すべきイーサネットフレームF2を、スイッチ装置101を介して車載デバイス111Eへ送信する（ステップS22）。

- [0141] 次に、制御部 7 3 は、前回記憶部 7 2 の状態を判定したタイミングから所定時間経過後の所定のタイミングにおいて記憶部 7 2 の状態を判定する（ステップ S 2 3）。
- [0142] 次に、制御部 7 3 は、記憶部 7 2 の状態を判定した結果、L 3 中継部 7 1 による ACK フレームの送信タイミングを遅延させる必要がないと判断すると、中継遅延時間 T の設定を解除する（ステップ S 2 4）。
- [0143] 次に、車載デバイス 1 1 1 A は、アプリケーション 1 に対応するイーサネットフレーム F 1 を、スイッチ装置 1 0 1 を介して車載デバイス 1 1 1 E へ送信する（ステップ S 2 5）。
- [0144] 次に、車載デバイス 1 1 1 E は、イーサネットフレーム F 1 を受信すると、イーサネットフレーム F 1 に対する ACK フレーム a c k F 1 をスイッチ装置 1 0 1 へ送信する（ステップ S 2 6）。
- [0145] 次に、スイッチ装置 1 0 1 は、ACK フレーム a c k F 1 を受信すると、ACK フレーム a c k F 1 の中継を保留することなく、車載デバイス 1 1 1 A へ送信する（ステップ S 2 7）。
- [0146] 次に、車載デバイス 1 1 1 A は、アプリケーション 2 に対応するイーサネットフレーム F 1 を、スイッチ装置 1 0 1 を介して車載デバイス 1 1 1 E へ送信する（ステップ S 2 8）。
- [0147] 次に、車載デバイス 1 1 1 E は、イーサネットフレーム F 2 を受信すると、イーサネットフレーム F 2 に対する ACK フレーム a c k F 2 をスイッチ装置 1 0 1 へ送信する（ステップ S 2 9）。
- [0148] 次に、スイッチ装置 1 0 1 は、ACK フレーム a c k F 2 を受信すると、ACK フレーム a c k F 2 の中継を保留することなく、車載デバイス 1 1 1 A へ送信する（ステップ S 3 0）。
- [0149] より詳細には、ステップ S 1 7 において、スイッチ装置 1 0 1 における L 3 中継部 7 1 は、L 2 スイッチ処理部 6 0 を介して ACK フレーム a c k F 1 を受信すると、受信した ACK フレーム a c k F 1 を記憶部 7 2 に保存する。制御部 7 3 は、L 3 中継部 7 1 が ACK フレーム a c k F 1 を受信する

と、設定している中継遅延時間 T_1 をタイマ 74 にセットする。

[0150] タイマ 74 にセットした中継遅延時間 T_1 が経過すると、制御部 73 は、タイマ 74 からの中継遅延時間 T_1 が経過した旨の通知を受けて、中継遅延時間 T_1 の経過を L3 中継部 71 に通知する。L3 中継部 71 は、制御部 73 からの通知を受けて、ACK フレーム $ack F_1$ を記憶部 72 から取得し、取得した ACK フレーム $ack F_1$ に含まれる VID 等を書き換えて L2 スイッチ処理部 60 へ出力する。

[0151] また、ステップ S20 において、スイッチ装置 101 における L3 中継部 71 は、L2 スイッチ処理部 60 を介して ACK フレーム $ack F_2$ を受信すると、受信した ACK フレーム $ack F_2$ を記憶部 72 に保存する。制御部 73 は、L3 中継部 71 が ACK フレーム $ack F_2$ を受信すると、設定している中継遅延時間 T_2 をタイマ 74 にセットする。

[0152] タイマ 74 にセットした中継遅延時間 T_2 が経過すると、制御部 73 は、タイマ 74 からの中継遅延時間 T_2 が経過した旨の通知を受けて、中継遅延時間 T_2 の経過を L3 中継部 71 に通知する。L3 中継部 71 は、制御部 73 からの通知を受けて、ACK フレーム $ack F_2$ を記憶部 72 から取得し、取得した ACK フレーム $ack F_2$ に含まれる VID 等を書き換えて L2 スイッチ処理部 60 へ出力する。

[0153] このようにして、スイッチ装置 101 は、記憶部 72 の使用量に応じて、ACK フレームを宛先の車載デバイス 111 へ送信するタイミングを調整する。

[0154] [ウィンドウサイズの変更]

たとえば、スイッチ装置 101 は、送信先の車載デバイス 111 から受信した送信サイズ情報の内容を変更することにより、送信元の車載デバイス 111 が次回送信する通信データの単位時間あたりのデータ量を調整することで通信データのスループットをアプリケーションごとに調整する。

[0155] たとえば、スイッチ装置 101 は、送信先の車載デバイス 111 から受信した ACK フレームにおけるウィンドウサイズを変更する。より詳細には、

制御部 7 3 は、ACK フレームにおけるウィンドウサイズを L 3 中継部 7 1 に変更させる。

[0156] 制御部 7 3 は、記憶部 7 2 の状態に応じてウィンドウサイズの縮小量を決定し、次回送信されるイーサネットフレームのデータ量を調整する。

[0157] 図 1 2 は、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置における制御部が保持しているウィンドウサイズテーブルの一例を示す図である。

[0158] 図 1 2 を参照して、たとえば、制御部 7 3 は、記憶部 7 2 の使用量 C とウィンドウサイズの縮小量 W とのアプリケーションごとの対応関係を示すウィンドウサイズテーブルを保持しており、ウィンドウサイズテーブルを参照することにより、ウィンドウサイズの縮小量 W を決定し、次回送信されるイーサネットフレームのデータ量の上限を調整する。

[0159] 具体的には、たとえば、記憶部 7 2 の使用量 C 1 が 1 0 0 0 k バイト以上 1 5 0 0 k バイト未満の状態におけるアプリケーション 1 のウィンドウサイズの縮小量 W 1 は 1 0 0 0 バイトであり、アプリケーション 2 のウィンドウサイズの縮小量 W 2 は 2 0 0 0 バイトである。また、たとえば、記憶部 7 2 の使用量 C 1 が 1 5 0 0 k バイト以上 2 0 0 0 k バイト未満の状態におけるアプリケーション 1 のウィンドウサイズの縮小量 W 1 は 1 5 0 0 バイトであり、アプリケーション 2 のウィンドウサイズの縮小量 W 2 は 3 0 0 0 バイトである。

[0160] 図 1 3 は、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置における記憶部の使用量とウィンドウサイズの縮小量との関係の一例を示す図である。図 1 3 において、縦軸はウィンドウサイズの縮小量 (byte) を示し、横軸は記憶部の使用量 (byte) を示す。

[0161] すなわち、制御部 7 3 は、記憶部 7 2 の使用量 C 1 が 1 0 0 0 k バイト以上の場合には、ウィンドウサイズを縮小させる必要があると判断し、記憶部 7 2 の使用量 C 1 が 1 0 0 0 k バイト未満の場合には、ウィンドウサイズを縮小させる必要があると判断する。

[0162] 図 1 3 を参照して、制御部 7 3 が保持するウィンドウサイズテーブルは、

記憶部 7 2 の使用量 C が所定の値 C_0 以上の場合において、ウィンドウサイズの縮小量 W が記憶部 7 2 の使用量 C に比例し、かつ、アプリケーションの優先度が低いほど記憶部 7 2 の使用量 C の増加に対するウィンドウサイズの縮小量 W の増加量が大きくなるように設定されている。

[0163] 図 1 4 は、本発明の実施の形態に係る車載通信システムにおける、通信データのスループット調整のシーケンスの一例を示す図である。

[0164] 図 1 4 を参照して、まず、スイッチ装置 1 0 1 において、制御部 7 3 は、所定のタイミングにおいて記憶部 7 2 の状態を判定する（ステップ S 3 1）。

[0165] 次に、制御部 7 3 は、記憶部 7 2 の状態を判定した結果、ウィンドウサイズを縮小させる必要があると判断すると、アプリケーションごとにウィンドウサイズの縮小量 W を設定する。具体的には、制御部 7 3 は、ウィンドウサイズテーブルを参照することにより縮小量 W を決定する（ステップ S 3 2）。

[0166] 次に、車載デバイス 1 1 1 A は、アプリケーション 1 に対応するイーサネットフレーム F_1 を、スイッチ装置 1 0 1 を介して車載デバイス 1 1 1 E へ送信する（ステップ S 3 3）。

[0167] 次に、車載デバイス 1 1 1 E は、イーサネットフレーム F_1 を受信すると、イーサネットフレーム F_1 に対する ACK フレーム $ack F_1$ をスイッチ装置 1 0 1 へ送信する（ステップ S 3 4）。

[0168] 次に、スイッチ装置 1 0 1 は、ACK フレーム $ack F_1$ を受信すると、ACK フレーム $ack F_1$ の TCP ヘッダフィールドに含まれるウィンドウサイズを書き換え（ステップ S 3 5）、書き換え後の ACK フレーム $ack F_1$ を車載デバイス 1 1 1 A へ送信する（ステップ S 3 6）。

[0169] 次に、車載デバイス 1 1 1 A は、ACK フレーム $ack F_1$ を受信すると、ACK フレーム $ack F_1$ の TCP ヘッダフィールドに含まれるウィンドウサイズで指定されたデータ量を上限として、次に送信すべきイーサネットフレーム F_1 を、スイッチ装置 1 0 1 を介して車載デバイス 1 1 1 E へ送信

する（ステップS37）。

[0170] 次に、車載デバイス111Aは、アプリケーション2に対応するイーサネットフレームF2を、スイッチ装置101を介して車載デバイス111Eへ送信する（ステップS38）。

[0171] 次に、車載デバイス111Eは、イーサネットフレームF2を受信すると、イーサネットフレームF2に対するACKフレームackF2をスイッチ装置101へ送信する（ステップS39）。

[0172] 次に、スイッチ装置101は、ACKフレームackF2を受信すると、ACKフレームackF2のTCPヘッダフィールドに含まれるウィンドウサイズを書き換え（ステップS40）、書き換え後のACKフレームackF2を車載デバイス111Aへ送信する（ステップS41）。

[0173] 次に、車載デバイス111Aは、ACKフレームackF2を受信すると、ACKフレームackF1のTCPヘッダフィールドに含まれるウィンドウサイズで指定されたデータ量を上限として、次に送信すべきイーサネットフレームF2を、スイッチ装置101を介して車載デバイス111Eへ送信する（ステップS42）。

[0174] 次に、制御部73は、前回記憶部72の状態を判定したタイミングから所定時間経過後の所定のタイミングにおいて記憶部72の状態を判定する（ステップS43）。

[0175] 次に、制御部73は、記憶部72の状態を判定した結果、ウィンドウサイズを縮小させる必要がないと判断すると、ウィンドウサイズの縮小量Wの設定を解除する（ステップS44）。

[0176] 次に、車載デバイス111Aは、アプリケーション1に対応するイーサネットフレームF1を、スイッチ装置101を介して車載デバイス111Eへ送信する（ステップS45）。

[0177] 次に、車載デバイス111Eは、イーサネットフレームF1を受信すると、イーサネットフレームF1に対するACKフレームackF1をスイッチ装置101へ送信する（ステップS46）。

- [0178] 次に、スイッチ装置101は、ACKフレームackF1を受信すると、ACKフレームackF1に含まれるウィンドウサイズを書き換えることなく、車載デバイス111Aへ送信する（ステップS47）。
- [0179] 次に、車載デバイス111Aは、アプリケーション2に対応するイーサネットフレームF1を、スイッチ装置101を介して車載デバイス111Eへ送信する（ステップS48）。
- [0180] 次に、車載デバイス111Eは、イーサネットフレームF2を受信すると、イーサネットフレームF2に対するACKフレームackF2をスイッチ装置101へ送信する（ステップS49）。
- [0181] 次に、スイッチ装置101は、ACKフレームackF2を受信すると、ACKフレームackF2に含まれるウィンドウサイズを書き換えることなく、車載デバイス111Aへ送信する（ステップS50）。
- [0182] より詳細には、ステップS35において、スイッチ装置101におけるL3中継部71は、L2スイッチ処理部60を介してACKフレームackF1を受信すると、受信したACKフレームackF1を記憶部72に保存する。制御部73は、L3中継部71がACKフレームackF1を受信すると、設定しているウィンドウサイズの縮小量W1をL3中継部71に通知する。
- [0183] L3中継部71は、ACKフレームackF1を記憶部72から取得し、ACKフレームackF1に含まれるウィンドウサイズを縮小量W1に従って書き換えるとともに、ACKフレームackF1に含まれるVID等を書き換えてL2スイッチ処理部60へ出力する。
- [0184] また、ステップS40において、スイッチ装置101におけるL3中継部71は、L2スイッチ処理部60を介してACKフレームackF2を受信すると、受信したACKフレームackF2を記憶部72に保存する。制御部73は、L3中継部71がACKフレームackF1を受信すると、設定しているウィンドウサイズの縮小量W2をL3中継部71に通知する。
- [0185] L3中継部71は、ACKフレームackF2を記憶部72から取得し、

A C K フレーム a c k F 2 に含まれるウィンドウサイズを縮小量 W 2 に従って書き換えるとともに、A C K フレーム a c k F 2 に含まれる V I D 等を書き換えて L 2 スイッチ処理部 6 0 へ出力する。

[0186] このようにして、スイッチ装置 1 0 1 は、記憶部 7 2 の使用量に応じて、車載デバイス 1 1 1 A が次に送信するイーサネットフレームのデータ量を調整する。

[0187] [送信レートからの推測]

スイッチ装置 1 0 1 では、制御部 7 3 は、通信ポート 5 4 における通信データの送信レートに基づいて、記憶部 7 2 の状態を判定してもよい。

[0188] より詳細には、制御部 7 3 は、少なくともいずれか 1 つの通信ポート 5 4 を定期的または不定期に監視し、通信ポート 5 4 における通信データの送信レートに基づいて、記憶部 7 2 の状態を判定する。

[0189] たとえば、制御部 7 3 は、各通信ポート 5 4 を監視し、たとえば平均送信レートが最大である通信ポートの送信レート（以下、最大送信レートとも称する。）に基づいて、記憶部 7 2 の状態を判定する。あるいは、制御部 7 3 は、各通信ポート 5 4 を監視し、各通信ポートの送信レートの平均値に基づいて、記憶部 7 2 の状態を判定する。

[0190] 図 1 5 は、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置における制御部が保持している使用量推測テーブルの一例を示す図である。

[0191] 図 1 5 を参照して、たとえば、制御部 7 3 は、最大送信レートと所定時間後の記憶部 7 2 の使用量との対応関係を示す使用量推測テーブルを保持している。制御部 7 3 は、使用量推測テーブルを参照することにより、所定時間後の記憶部 7 2 の使用量を推測する。

[0192] 具体的には、たとえば、制御部 7 3 は、最大送信レートが 5 0 M b p s 未満の場合、所定時間後の記憶部 7 2 の使用量の推定値を 5 0 0 k b y t e 未満であると推測し、最大送信レートが 5 0 M b p s 以上の場合、所定時間後の記憶部 7 2 の使用量の推定値を 5 0 0 k b y t e 以上 1 0 0 0 k b y t e 未満であると推測し、最大送信レートが 7 5 M b p s 以上の場合、所定時間

後の記憶部 7 2 の使用量の推定値を 1 0 0 0 k b y t e 以上 1 5 0 0 k b y t e 未満であると推測し、最大送信レートが 1 0 0 M b p s 以上の場合、所定時間後の記憶部 7 2 の使用量の推定値を 1 5 0 0 k b y t e 以上 2 0 0 0 k b y t e 未満であると推測する。

[0193] 制御部 7 3 は、上記推測結果に基づいて記憶部 7 2 の状態を判定し、通信データのスループットをアプリケーションごとに調整する。

[0194] より詳細には、制御部 7 3 は、推測した記憶部 7 2 の使用量に基づいて、図 9 に示す遅延時間テーブルを参照することにより中継遅延時間 T を決定する。あるいは、制御部 7 3 は、推測した記憶部 7 2 の使用量に基づいて、図 1 2 に示すウィンドウサイズテーブルを参照することによりウィンドウサイズの縮小量 W を決定する。

[0195] [動作の流れ]

図 1 6 は、本発明の実施の形態に係る車載通信システムにおいて、スイッチ装置が車載デバイスから送信される通信データのスループットを調整する際の動作手順を定めたフローチャートである。

[0196] 図 1 6 を参照して、制御部 7 3 は、記憶部 7 2 の状態を定期的または不定期に判定する（ステップ S 1 0 2）。具体的には、制御部 7 3 は、記憶部 7 2 を定期的または不定期に監視し、記憶部 7 2 が保持しているデータの量またはイーサネットフレームの数に基づいて記憶部 7 2 の状態を判定する。あるいは、制御部 7 3 は、通信ポート 5 4 を定期的または不定期に監視し、通信ポート 5 4 における通信データの送信レートに基づいて記憶部 7 2 の状態を判定する。

[0197] 次に、制御部 7 3 は、記憶部 7 2 の状態の判定結果に基づいて、通信データのスループットを低減する必要があるかを判断する（ステップ S 1 0 4）。たとえば、図 9 に示す遅延時間テーブルまたは図 1 2 に示すウィンドウサイズテーブルを参照することにより、通信データのスループットを低減する必要があるかを判断する。

[0198] 次に、制御部 7 3 は、通信データのスループットを低減する必要があると

判断した場合（ステップS 1 0 4でYES）、スループットの低減量をアプリケーションごとに設定する（ステップS 1 0 6）。たとえば、制御部7 3は、記憶部7 2の状態に応じて中継遅延時間Tまたはウィンドウサイズの縮小量Wをアプリケーションごとに設定する。

[0199] 一方、制御部7 3は、通信データのスループットを低減する必要がないと判断した場合（ステップS 1 0 4でNO）、スループットの低減を解除する（ステップS 1 0 8）。たとえば、制御部7 3は、中継遅延時間Tまたはウィンドウサイズの縮小量Wの設定を解除する。

[0200] なお、本発明の実施の形態に係る車載通信システムでは、制御部7 3は、記憶部7 2の状態に応じて、ACKフレームの送信タイミングの遅延および送信サイズ情報の内容の変更のうち、いずれか一方のみを行う構成であってもよいし、両方を行う構成であってもよい。

[0201] また、本発明の実施の形態に係る車載通信システムでは、1つの車載デバイス1 1 1が2つのアプリケーションを有しており、スイッチ装置1 0 1は、各アプリケーションに対応するイーサネットフレームを他の車載デバイス1 1 1へ送信する場合に通信データのスループットをアプリケーションごとに調整する構成であるとしたが、これに限定するものではない。

[0202] 制御部7 3は、1つの車載デバイス1 1 1が有するアプリケーションに対応するイーサネットフレームと、他の車載デバイス1 1 1が有するアプリケーションに対応するイーサネットフレームとを、さらに他の車載デバイス1 1 1へ送信する場合に通信データのスループットをアプリケーションごとに調整する構成であってもよい。

[0203] また、本発明の実施の形態に係る車載通信システムでは、L 3中継処理部7 0が制御部7 3を有しており、制御部7 3が、記憶部7 2の状態を判定し、判定結果に基づいて、車載デバイスから送信される通信データのスループットをアプリケーションごとに調整する構成であるとしたが、これに限定するものではない。

[0204] 制御部7 3が、上記判定結果に基づいて、図9に示す遅延時間テーブルを

参照することにより中継遅延時間 T を決定し、 $L2$ スイッチ処理部60における $L2$ スイッチ部61によるACKフレームの送信タイミングを遅延させることにより、通信データのスループットをアプリケーションごとに調整する構成であってもよい。さらに、制御部73が、上記判定結果に基づいて、図12に示すウィンドウサイズテーブルを参照することにより縮小量 W を決定し、 $L2$ スイッチ部61に送信サイズ情報の内容を変更させることにより、通信データのスループットをアプリケーションごとに調整する構成であってもよい。

[0205] さらに、制御部73が、 $L2$ スイッチ処理部60における記憶部62の状態を判定し、判定結果に基づいて、 $L3$ 中継部71または $L2$ スイッチ部61によるACKフレームの送信タイミングを遅延させることにより、通信データのスループットをアプリケーションごとに調整する構成であってもよい。あるいは、制御部73が、 $L2$ スイッチ処理部60における記憶部62の状態を判定し、判定結果に基づいて、 $L3$ 中継部71または $L2$ スイッチ部61に送信サイズ情報の内容を変更させることにより、通信データのスループットをアプリケーションごとに調整する構成であってもよい。

[0206] また、本発明の実施の形態に係る車載通信システムでは、スイッチ装置101は、2つのアプリケーションに対応する各イーサネットフレームを他の車載デバイス111へ送信する場合に、いずれのアプリケーションについても通信データのスループットを調整する構成であるとしたが、これに限定するものではない。スイッチ装置101は、制御部73が記憶部72の状態を判定した結果、一方のアプリケーションについては通信データのスループットを調整せず、他方のアプリケーションについてのみ通信データのスループットを調整する構成であってもよい。また、スイッチ装置101は、3つ以上のアプリケーションに対応する各イーサネットフレームを他の車載デバイス111へ送信する場合に、少なくともいずれか1つのアプリケーションについて通信データのスループットを調整する構成であってもよい。

[0207] ところで、特許文献1に記載の車載ネットワークでは、車載ECU（E1

electronic Control Unit) 間で送受信される通信データを中継する通信ゲートウェイが設けられる。

[0208] たとえば、通信ゲートウェイが車載ECUから多量の通信データを受信して輻輳状態となる場合がある。

[0209] 具体的には、たとえば、車載ネットワークにおいて、スイッチ装置101が車載デバイス111から多量の通信データたとえばイーサネットフレームを受信すると、たとえば、L3中継処理部70の記憶部においてオーバーフローが生じる場合がある。

[0210] 記憶部のオーバーフローを解消するために、たとえば、スイッチ装置101から車載デバイス111へポーズフレームを送信することにより、車載デバイスからイーサネットフレームが送信されてくる頻度を下げることが考えられる。

[0211] しかしながら、車載デバイス111が複数のアプリケーションの機能を有している場合、アプリケーションの優先度に応じて、優先度の高いアプリケーションに対応するイーサネットフレームを優先的に中継することはできない。

[0212] これに対して、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置101では、車両1に搭載される。L3中継部71は、車両1に搭載される複数の車載デバイス111間のイーサネットフレームを中継する。記憶部72は、中継すべきイーサネットフレームを保持する。そして、制御部73は、記憶部72の状態を判定し、判定結果に基づいて、車載デバイス111から送信されるイーサネットフレームのスループットをアプリケーションごとに調整する。

[0213] このような構成により、記憶部72の状態に応じて、車載デバイス111から送信されるイーサネットフレームのスループットをアプリケーションごとに調整することができる。たとえば、スイッチ装置101において輻輳状態となった場合に、アプリケーションの優先度に応じてイーサネットフレームの送信を選択的に制限することができる。これにより、優先度の高いアプリケーションに関するイーサネットフレームのスループットを大幅に低下さ

せることなく、スイッチ装置１０１の輻輳状態を緩和することができ、スイッチ装置１０１におけるイーサネットフレームの滞留および伝送遅延をバランス良く調整することができる。

[0214] したがって、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置１０１では、車載ネットワークにおいてより安定した通信環境を実現することができる。

[0215] また、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置１０１では、車載デバイス１１１は、他の車載デバイス１１１からＡＣＫフレームを受信するとイーサネットフレームを送信する。制御部７３は、Ｌ３中継部７１によるＡＣＫフレームの中継を遅延させることによりスループットを調整する。

[0216] このような構成により、制御部７３がＡＣＫフレームの中継を遅延させることで、車載デバイス１１１による次のイーサネットフレームの送信タイミングを遅延させることができる。これにより、既存の処理を利用しながら、スループットをアプリケーションごとに調整することができる。

[0217] また、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置１０１では、車載デバイス１１１は、他の車載デバイス１１１から受信したＡＣＫフレームにおけるウィンドウサイズに応じた量のイーサネットフレームを単位時間あたりで送信する。制御部７３は、Ｌ３中継部７１が受信したＡＣＫフレームにおけるウィンドウサイズの内容を変更してＬ３中継部７１に中継させることによりスループットを調整する。

[0218] このような構成により、制御部７３がＡＣＫフレームにおけるウィンドウサイズの内容を変更してＬ３中継部７１に中継させることで、車載デバイス１１１が次に送信するイーサネットフレームの量を調整することができる。これにより、既存の処理を利用しながら、スループットをアプリケーションごとに調整することができる。

[0219] また、本発明の実施の形態に係るスイッチ装置１０１は、複数の通信ポート５４を備える。Ｌ３中継部７１は、通信ポート５４を介してイーサネットフレームを送受信する。そして、制御部７３は、通信ポート５４におけるイーサネットフレームの送信レートに基づいて記憶部７２の状態を判定する。

[0220] このような構成により、通信ポート 54 における送信レートに基づいて記憶部 72 の状態を事前に予測し、予測結果に基づいて記憶部 72 の状態を判定することができる。これにより、たとえば、記憶部 72 の容量が実際に不足する前に、車載デバイス 111 から送信されるイーサネットフレームのスループットをアプリケーションごとに調整することができる。

[0221] 本発明の実施の形態に係る通信制御方法では、まず、スイッチ装置 101 が、車両 1 に搭載される複数の車載デバイス 111 間のイーサネットフレームを中継する。次に、スイッチ装置 101 が、記憶部 72 の状態を判定し、判定結果に基づいて、車載デバイス 111 から送信されるイーサネットフレームのスループットをアプリケーションごとに調整する。

[0222] このような方法により、記憶部 72 の状態に応じて、車載デバイス 111 から送信されるイーサネットフレームのスループットをアプリケーションごとに調整することができる。たとえば、スイッチ装置 101 において輻輳状態となった場合に、アプリケーションの優先度に応じてイーサネットフレームの送信を選択的に制限することができる。これにより、優先度が高いアプリケーションに関するイーサネットフレームのスループットを大幅に低下させることなく、スイッチ装置 101 の輻輳状態を緩和することができ、スイッチ装置 101 におけるイーサネットフレームの滞留および伝送遅延をバランス良く調整することができる。

[0223] したがって、本発明の実施の形態に係る通信制御方法では、車載ネットワークにおいてより安定した通信環境を実現することができる。

[0224] [スイッチ装置 101 の変形例 1]

再び図 1 を参照して、車載デバイス 111 は、イーサネットフレームを正常に受信できなかった場合、イーサネットフレームの再送を要求するために、同一の ACK フレームを 3 回連続で送信元の車載デバイス 111 へ送信する。

[0225] より詳細には、車載デバイス 111 は、イーサネットフレームを正常に受信できなかった場合、イーサネットヘッダフィールド、IP ヘッダフィールド

ド、およびTCPヘッダフィールドが同一であるACKフレームを3回連続で送信元の車載デバイス111へ送信する。

[0226] 車載デバイス111は、同一のACKフレームを所定時間内に3回連続で受信すると、前回送信したイーサネットフレームを再送する。

[0227] このような構成においては、記憶部72の状態に関わらず、送信元の車載デバイス111によるイーサネットフレームの再送は遅滞なく行われることが好ましい。

[0228] そこで、変形例1に係るスイッチ装置101では、制御部73は、たとえば、L3中継部71が車載デバイス111からあるアプリケーションに関するACKフレームを受信すると、当該車載デバイスの当該アプリケーションに関して前回受信したACKフレームと今回受信したACKフレームとを比較し、比較結果に応じて、今回受信したACKフレームの中継処理を遅延させるか否かを決定する。

[0229] より詳細には、制御部73は、たとえば、L3中継部71が車載デバイス111からあるアプリケーションに関するACKフレームを受信すると、当該車載デバイスから当該アプリケーションに関する前回受信したACKフレームの上記フィールドと今回受信したACKフレームの上記フィールドとが同一である場合、記憶部72の状態の判定結果に関わらず、今回受信したACKフレームを遅延させることなく中継させる。

[0230] 図17は、本発明の実施の形態に係る車載通信システムにおいて、スイッチ装置が車載デバイスから送信される通信データのスループットを調整する際の動作手順を定めたフローチャートである。

[0231] 図17を参照して、制御部73は、L3中継部71を監視し、L3中継部71がACKフレームを受信するまで待機する（ステップS202でNO）。

[0232] 制御部73は、L3中継部71がACKフレームを受信すると（ステップS202でYES）、ACKフレームに関する所定条件を満たすか否かを確認する（ステップS204）上記所定条件とは、具体的には、L3中継部7

１が、対応の車載デバイス１１１およびアプリケーションが今回受信したＡＣＫフレームと同一であるＡＣＫフレームであって、イーサネットヘッダフィールド、ＩＰヘッダフィールド、およびＴＣＰヘッダフィールドが今回受信したＡＣＫフレームと同一であるＡＣＫフレームを、所定時間以下の間隔で３回連続で受信したか否かである。

[0233] 制御部７３は、ＡＣＫフレームに関する上記所定条件を満たす場合（ステップＳ２０４でＹＥＳ）、記憶部７２の状態に関わらず、今回受信したＡＣＫフレームをＬ３中継部７１に遅滞なく送信させる（ステップＳ２０６）。

[0234] 制御部７３は、ＡＣＫフレームに関する上記所定条件を満たさない場合（ステップＳ２０４でＮＯ）、今回受信したＡＣＫフレームをスループットの調整量に従ってＬ３中継部７１に送信させる（ステップＳ２０８）。

[0235] 以上のように、本発明の実施の形態の変形例に係るスイッチ装置１０１では、制御部７３は、同じ車載デバイス１１１から今回受信したＡＣＫフレームおよび前回受信したＡＣＫフレームを比較し、比較結果に応じて、今回受信したＡＣＫフレームの中継を遅延させるか否かを決定する。

[0236] 車載デバイス１１１は、他の車載デバイス１１１から送信されるイーサネットフレームを正常に受信できなかった場合に、当該他の車載デバイスにイーサネットフレームの再送を要求するために当該他の車載デバイス１１１へＡＣＫフレームを複数回連続で送信する場合がある。この場合、変形例に係るスイッチ装置１０１の構成によれば、イーサネットフレームの再送が遅延することを防ぐことができる。

[0237] 上記実施の形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記説明ではなく請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

[0238] 以上の説明は、以下に付記する特徴を含む。

[0239] [付記１]

車両に搭載されるスイッチ装置であって、

前記車両に搭載される複数の機能部間の通信データを中継するスイッチ部と、

中継すべき前記通信データを保持する記憶部と、

前記記憶部の状態を判定し、判定結果に基づいて、前記機能部から送信される前記通信データのスループットをアプリケーションごとに調整する制御部とを備え、

前記制御部は、前記記憶部の使用量と中継遅延時間とのアプリケーションごとの対応関係を示す遅延時間テーブルを参照することにより前記中継遅延時間を取得し、前記スイッチ部によるACKフレームの中継を取得した前記中継遅延時間だけ遅延させることにより前記スループットを調整する、スイッチ装置。

[0240] [付記2]

車両に搭載されるスイッチ装置であって、

前記車両に搭載される複数の機能部間の通信データを中継するスイッチ部と、

中継すべき前記通信データを保持する記憶部と、

前記記憶部の状態を判定し、判定結果に基づいて、前記機能部から送信される前記通信データのスループットをアプリケーションごとに調整する制御部とを備え、

前記制御部は、前記記憶部の使用量とウィンドウサイズの縮小量とのアプリケーションごとの対応関係を示すウィンドウサイズテーブルを参照することにより前記縮小量を取得し、前記スイッチ部が受信したACKフレームのウィンドウサイズを取得した前記縮小量に応じて変更することにより前記スループットを調整する、スイッチ装置。

符号の説明

[0241] 1 車両

10 イーサネットケーブル

54 通信ポート

- 6 0 L 2 スイッチ処理部
- 6 1 L 2 スイッチ部
- 6 2 記憶部
- 7 0 L 3 中継処理部
- 7 1 L 3 中継部
- 7 2 記憶部
- 7 3 制御部
- 7 4 タイマ
- 1 0 1 スイッチ装置
- 1 1 1 車載デバイス
- 3 0 1 車載通信システム

請求の範囲

- [請求項1] 車両に搭載されるスイッチ装置であって、
前記車両に搭載される複数の機能部間の通信データを中継するスイッチ部と、
中継すべき前記通信データを保持する記憶部と、
前記記憶部の状態を判定し、判定結果に基づいて、前記機能部から送信される前記通信データのスループットをアプリケーションごとに調整する制御部とを備える、スイッチ装置。
- [請求項2] 前記機能部は、他の前記機能部からACKを受信すると前記通信データを送信し、
前記制御部は、前記スイッチ部による前記ACKの中継を遅延させることにより前記スループットを調整する、請求項1に記載のスイッチ装置。
- [請求項3] 前記機能部は、他の前記機能部から受信した送信サイズ情報に応じた量の前記通信データを単位時間あたりで送信し、
前記制御部は、前記スイッチ部が受信した前記送信サイズ情報の内容を変更して前記スイッチ部に中継させることにより前記スループットを調整する、請求項1または請求項2に記載のスイッチ装置。
- [請求項4] 前記スイッチ装置は、さらに、複数の通信ポートを備え、
前記スイッチ部は、前記通信ポートを介して前記通信データを送受信し、
前記制御部は、前記通信ポートにおける前記通信データの送信レートに基づいて前記状態を判定する、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載のスイッチ装置。
- [請求項5] 前記制御部は、同じ前記機能部から今回受信した前記ACKおよび前回受信した前記ACKを比較し、比較結果に応じて、今回受信した前記ACKの中継を遅延させるか否かを決定する、請求項2に記載のスイッチ装置。

[請求項6] 車両に搭載されるスイッチ装置であって、中継すべき通信データを保持する記憶部を備えるスイッチ装置における通信制御方法であって、

前記車両に搭載される複数の機能部間の通信データを中継するステップと、

前記記憶部の状態を判定し、判定結果に基づいて、前記機能部から送信される前記通信データのスループットをアプリケーションごとに調整するステップとを含む、通信制御方法。

[請求項7] 車両に搭載されるスイッチ装置であって中継すべき通信データを保持する記憶部を備えるスイッチ装置における通信制御プログラムであって、

コンピュータを、

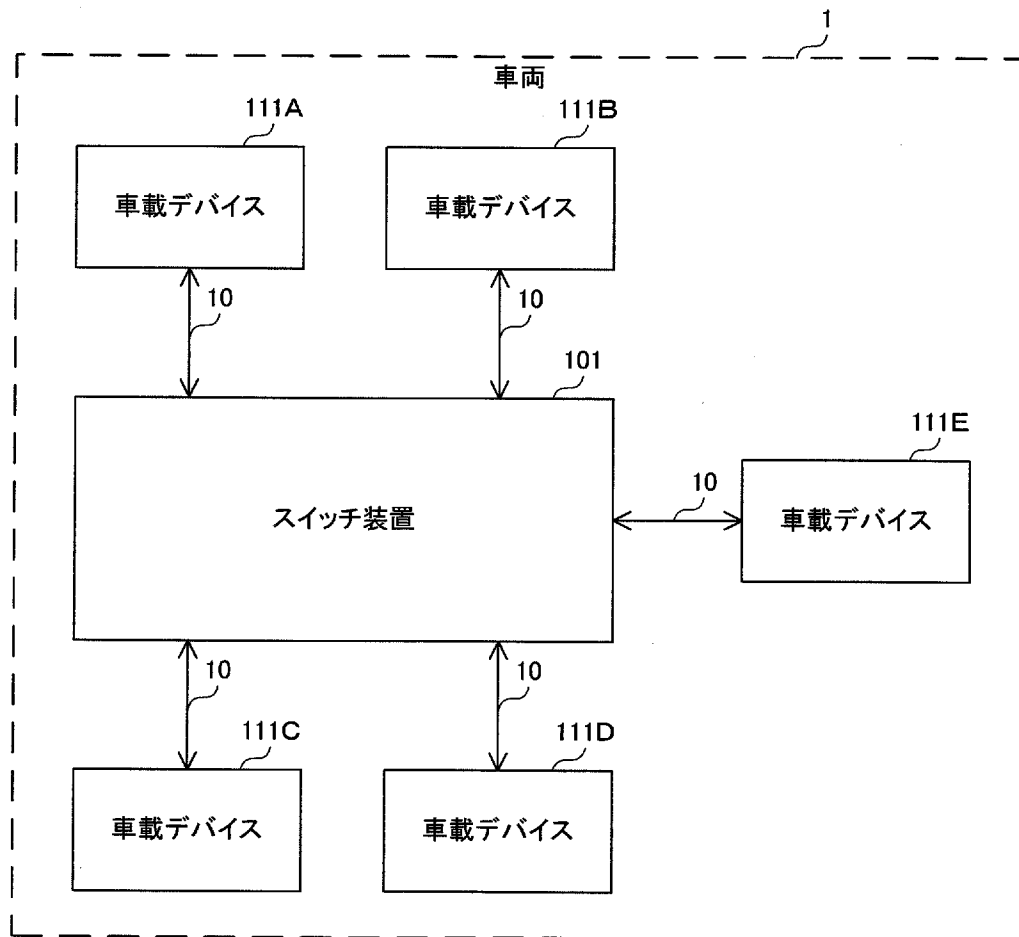
前記車両に搭載される複数の機能部間の通信データを中継するスイッチ部と、

前記記憶部の状態を判定し、判定結果に基づいて、前記機能部から送信される前記通信データのスループットをアプリケーションごとに調整する制御部、

として機能させるための、通信制御プログラム。

[図1]

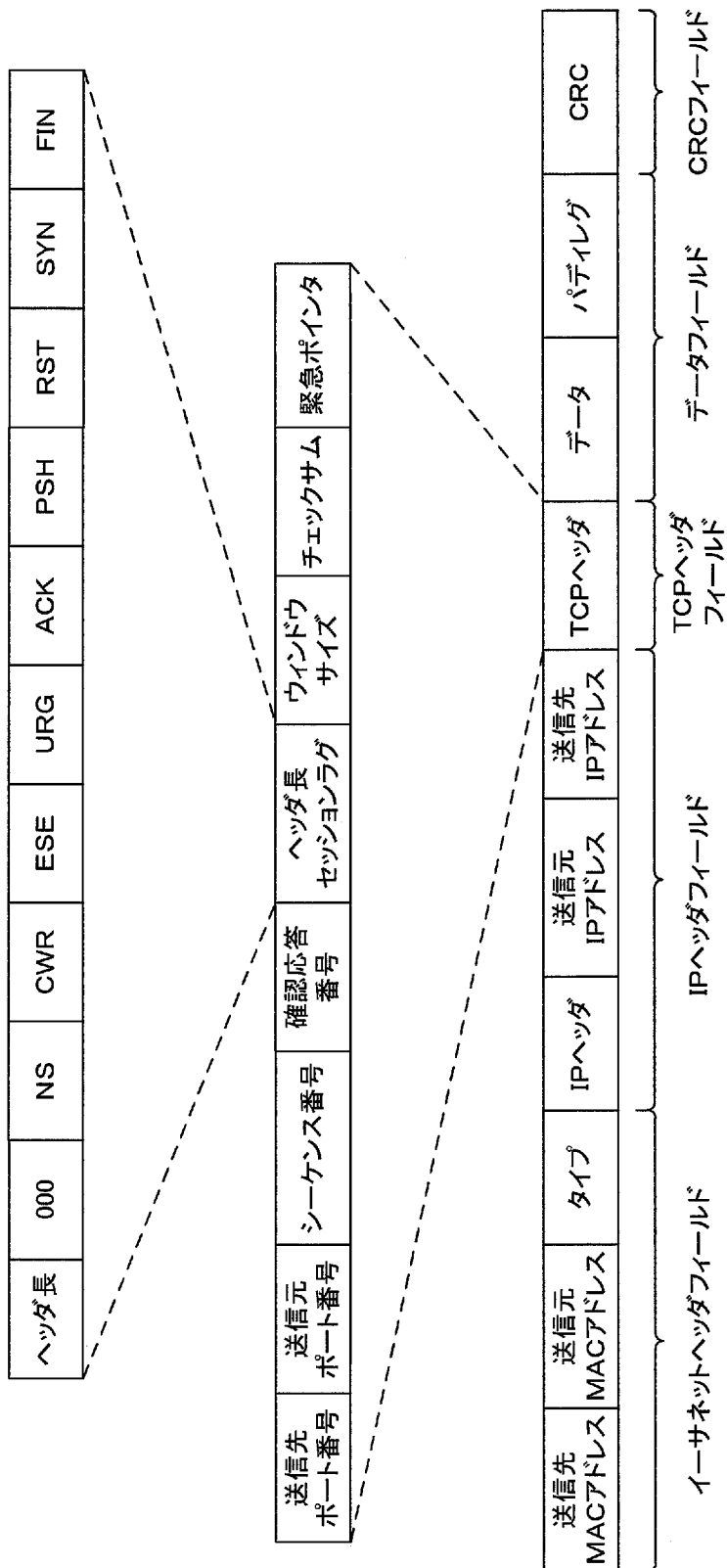
301



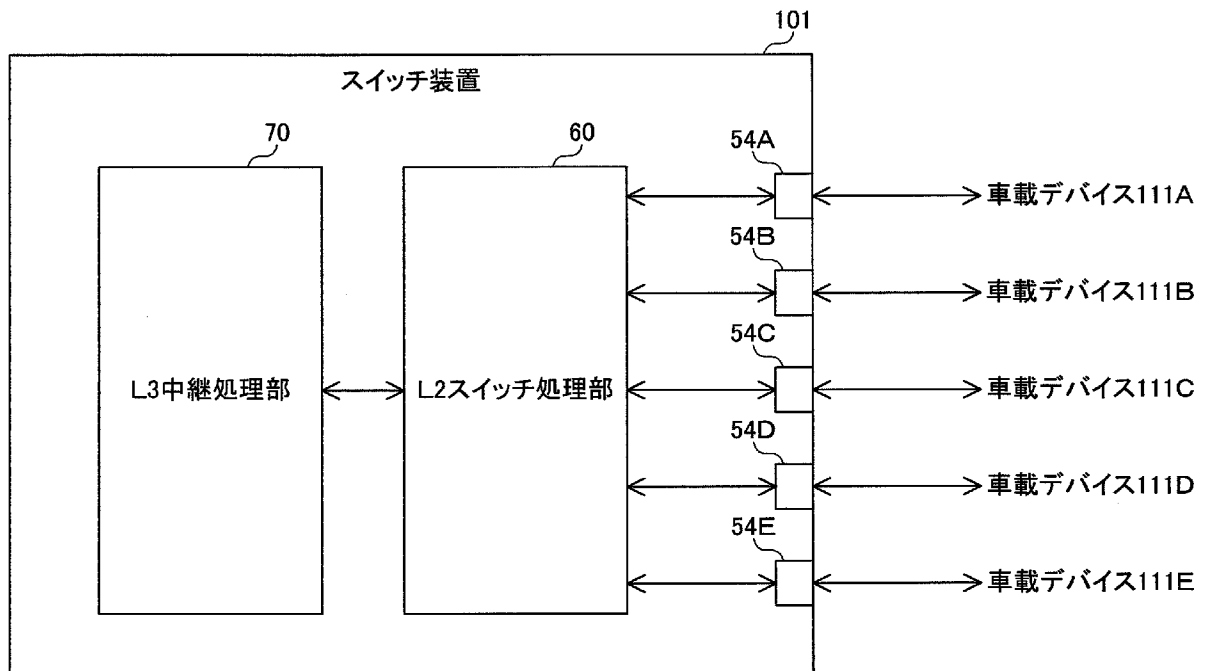
[図2]

装置	VID	MACアドレス	IPアドレス
車載デバイスA	1	MAC-A	IP-A
車載デバイスB	1	MAC-B	IP-B
車載デバイスC	1	MAC-C	IP-C
車載デバイスD	2	MAC-D	IP-D
車載デバイスE	2	MAC-E	IP-E
スイッチ装置	1, 2	MAC-G	IP-G

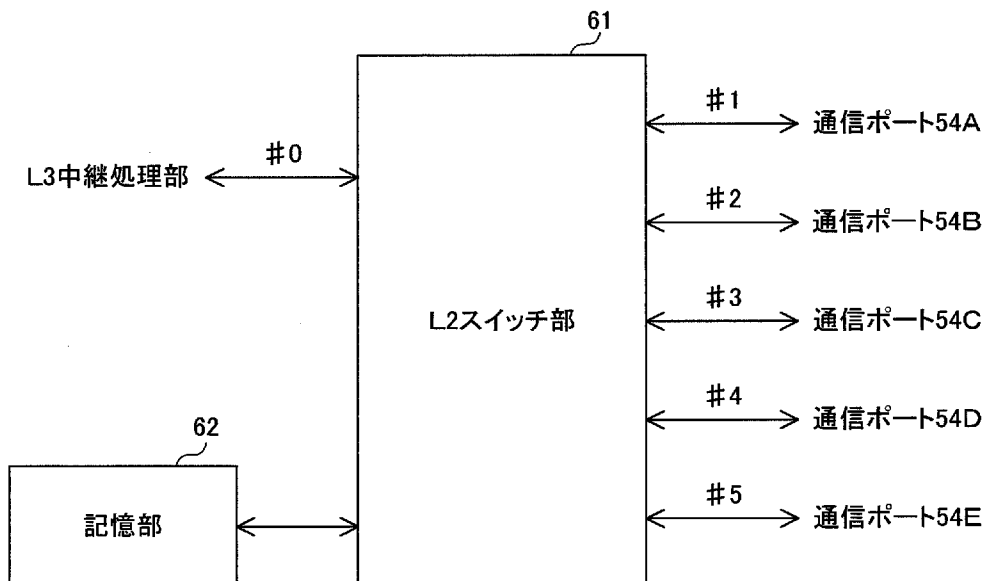
[図3]



[図4]

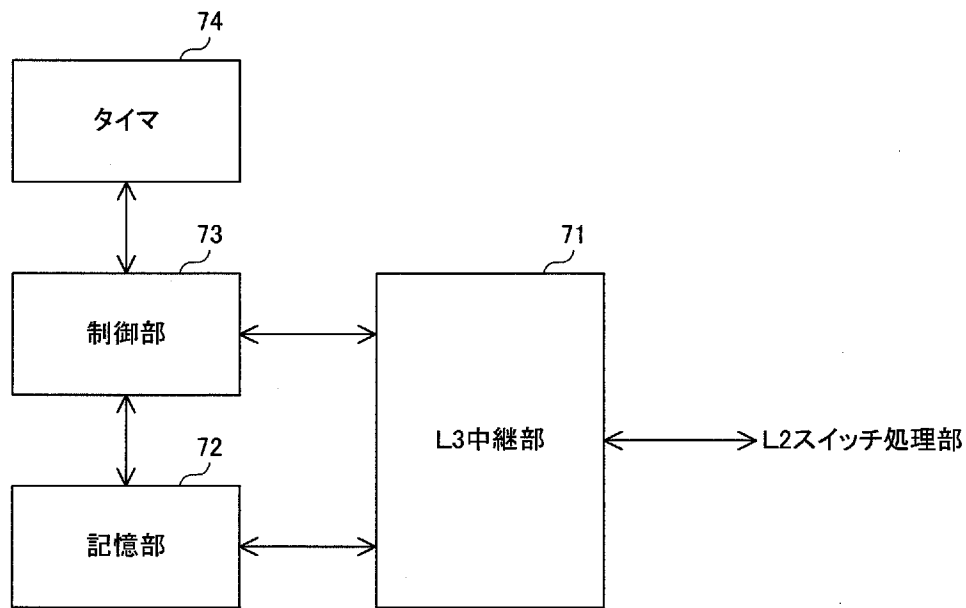


[図5]

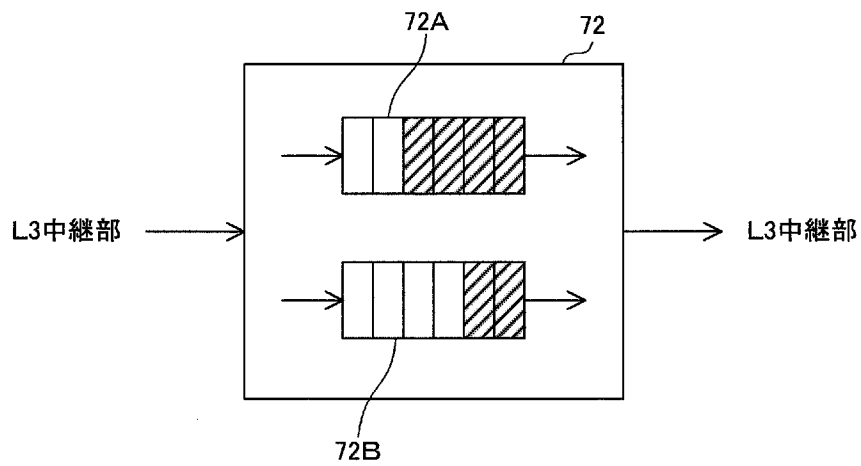
60

[図6]

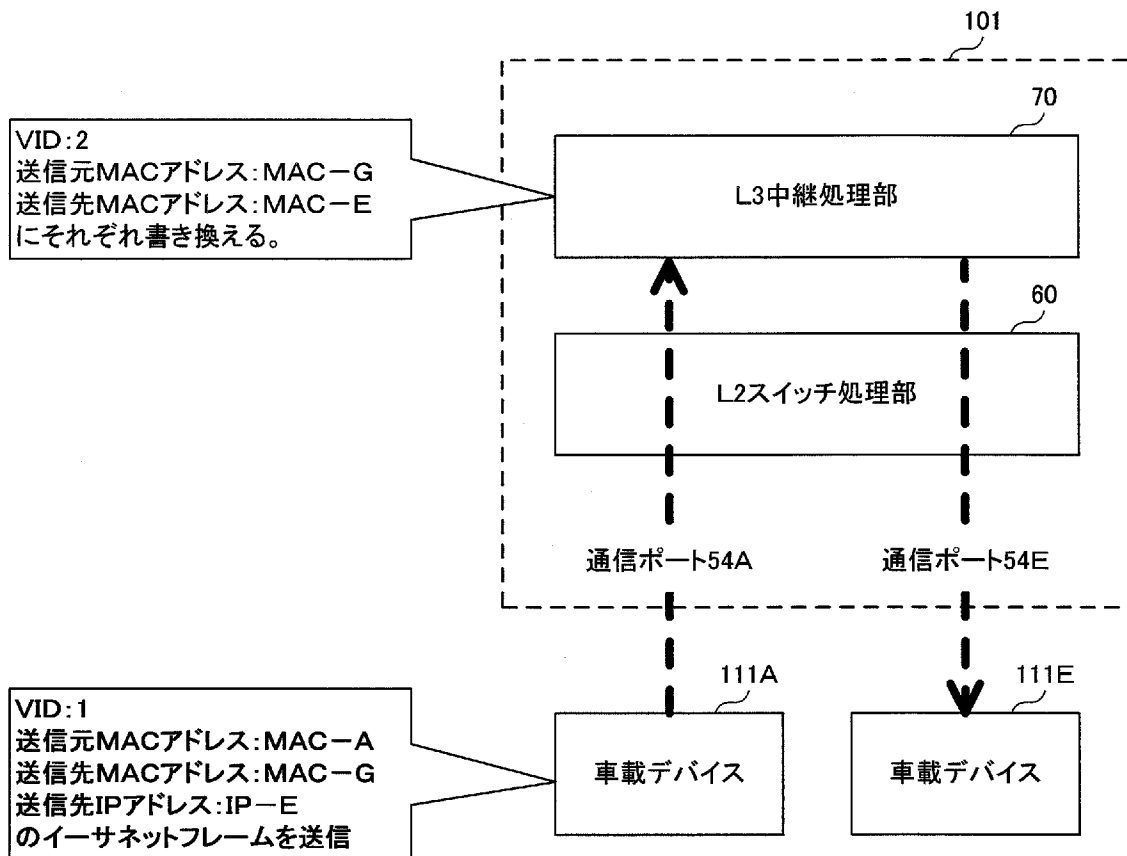
70



[図7]



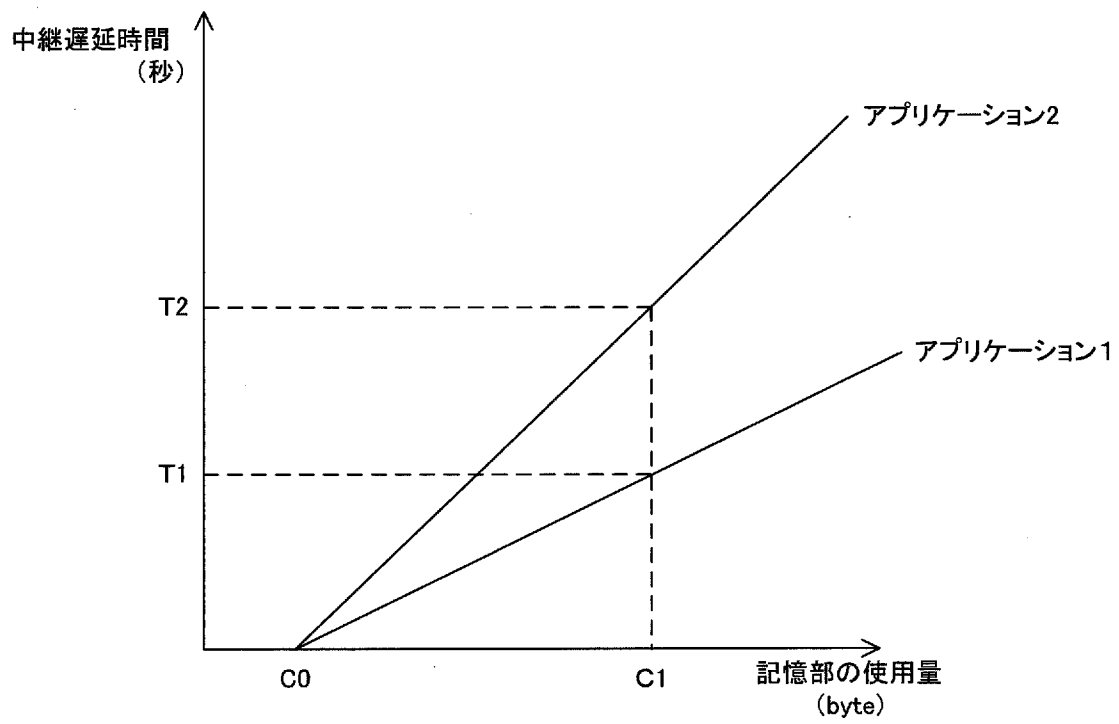
[図8]



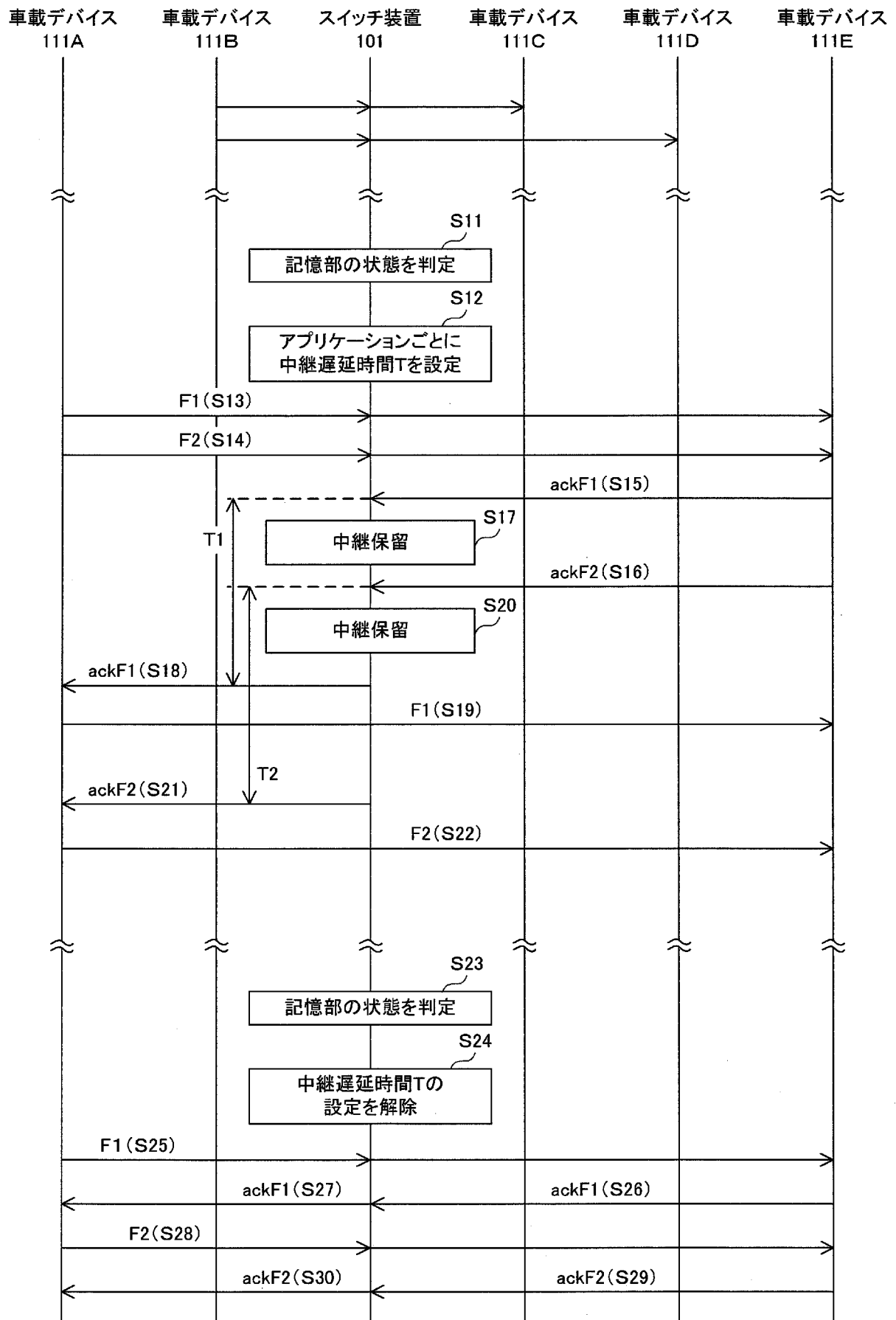
[図9]

記憶部の使用量 (kbyte)	中継遅延時間(msec)	
	アプリケーション1	アプリケーション2
1000	10	20
1500	15	30
2000	20	40
2500	25	50
.	.	.
.	.	.
.	.	.

[図10]



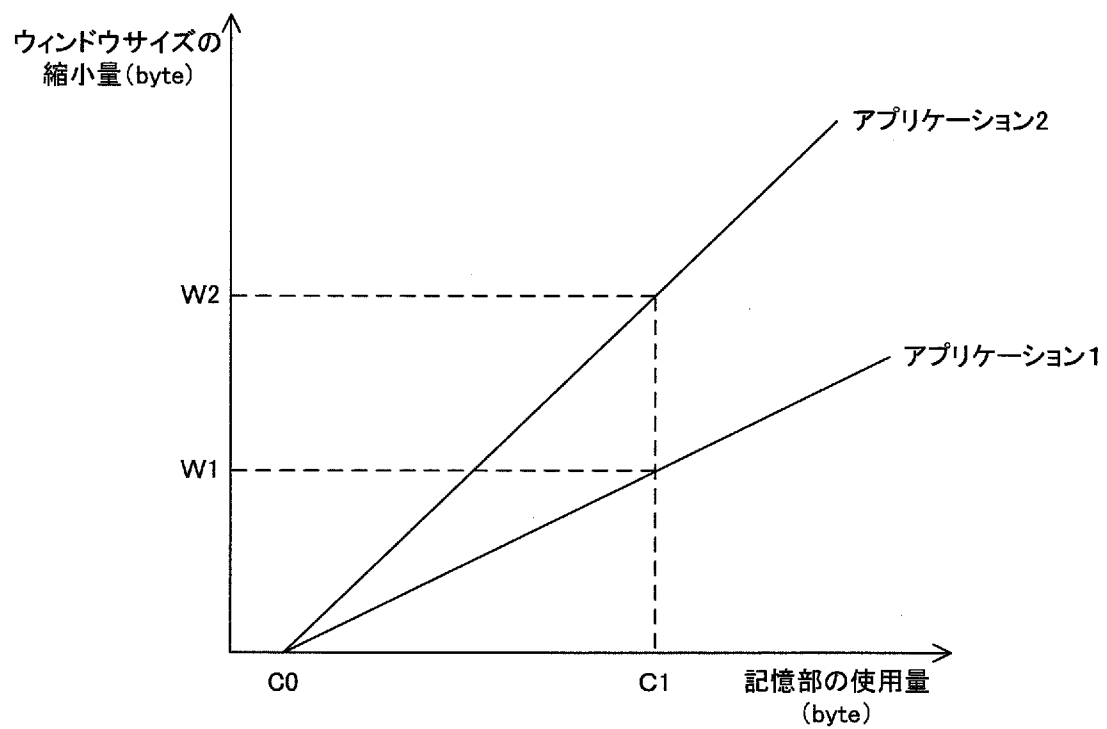
[図11]



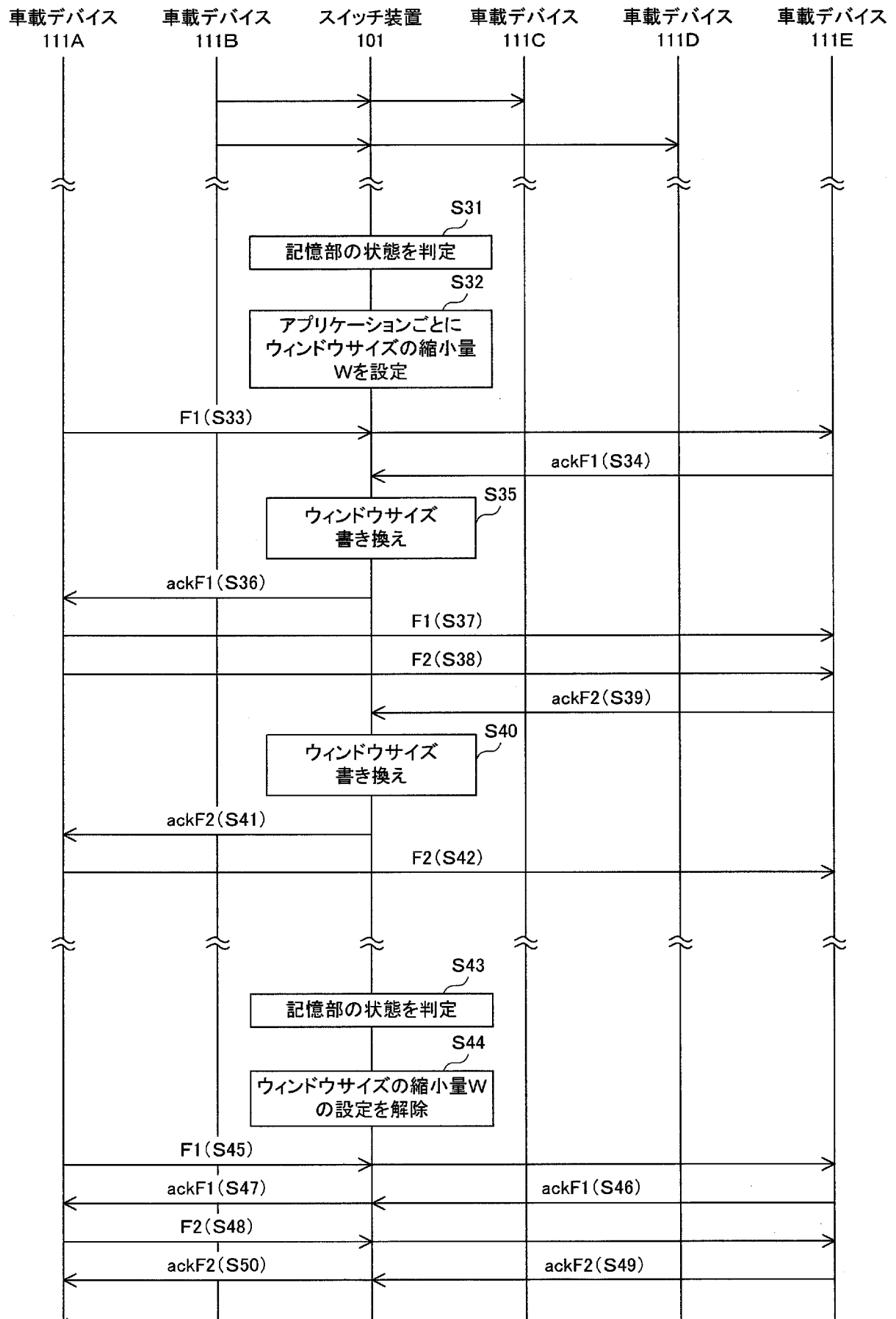
[図12]

記憶部の使用量 (kbyte)	ウィンドウサイズの縮小量(byte)	
	アプリケーション1	アプリケーション2
1000	1000	2000
1500	1500	3000
2000	2000	4000
2500	2500	5000
.	.	.
.	.	.
.	.	.

[図13]



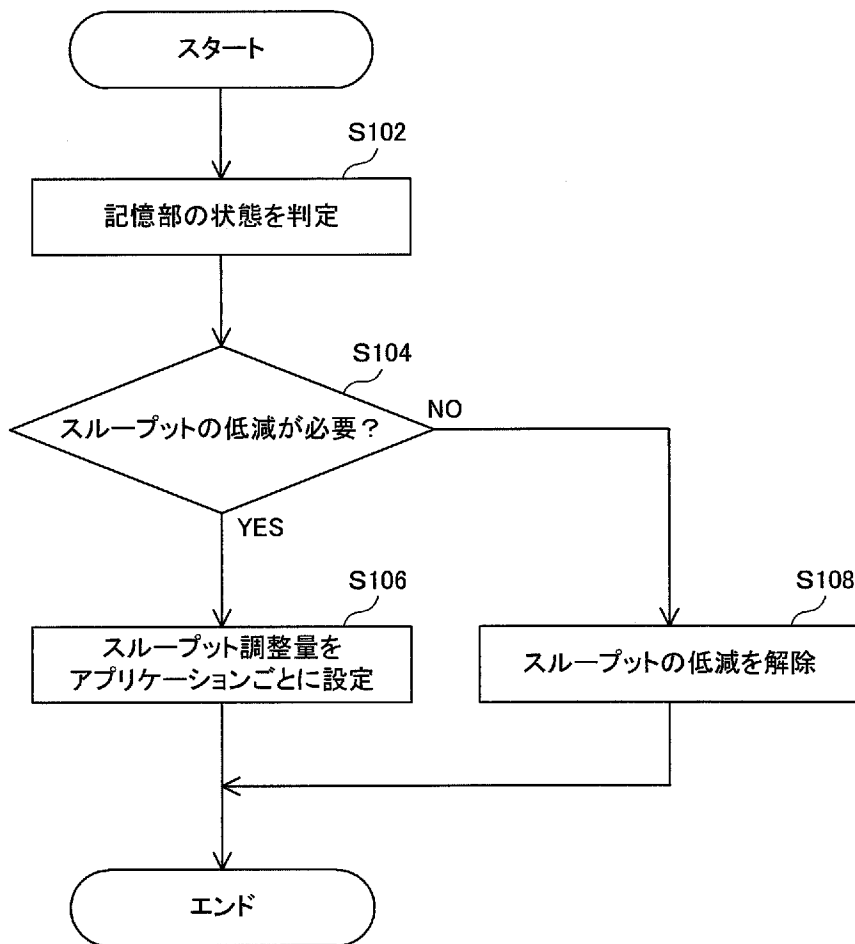
[図14]



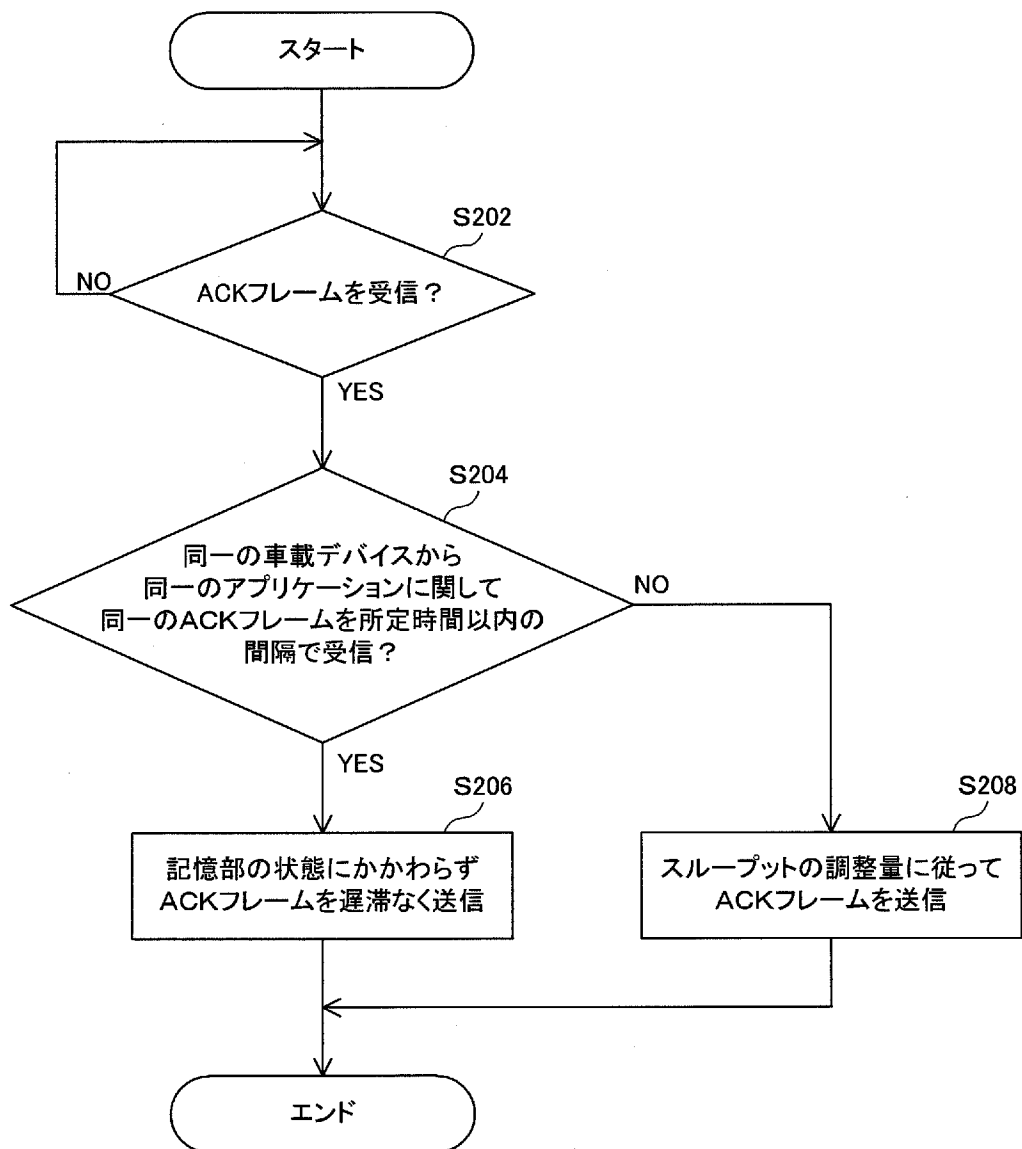
[図15]

送信レート(Mbps)	記憶部の使用量(kbyte)
50	500
75	1000
100	1500
125	2000
150	2500
・	・
・	・
・	・

[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/030217

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H04L12/44 (2006.01) 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. H04L12/44

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.
Y A	JP 2018-70121 A (TOYOTA MOTOR CORPORATION) 10 May 2018, paragraphs [0031]-[0033], [0037], [0043]-[0076], [0113], [0114], fig. 1-3 & US 2018/0126930 A1, paragraphs [0043]-[0045], [0049], [0055]-[0088], [0126], [0127], fig. 1-3 & DE 102017123121 A1 & CN 108023833 A	1-4, 6-7 5
Y	WO 2018/109976 A1 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 21 June 2018, paragraphs [0059]-[0072], fig. 3, 5, 6 & JP 2018-98684 A	1-4, 6-7



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

17.09.2019

Date of mailing of the international search report

01.10.2019

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/JP2019/030217

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2011/074116 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 23 June 2011, paragraphs [0009], [0024]-[0039], [0055], fig. 4, 5 (Family: none)	2-4
Y	JP 2010-213098 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 24 September 2010, paragraphs [0016], [0021]-[0037], [0042], [0043], fig. 5, 6, 8 (Family: none)	2-4
Y	WO 2008/142774 A1 (FUJITSU LIMITED) 27 November 2008, paragraphs [0032], [0041] & US 2010/0054270 A1, paragraphs [0049], [0059] & EP 2161888 A1	4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H04L12/44(2006.01)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. H04L12/44

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
Y A	JP 2018-70121 A（トヨタ自動車株式会社）2018.05.10, [0031]-[0033], [0037], [0043]-[0076], [0113]-[0114], 図 1-3 & US 2018/0126930 A1, [0043]-[0045], [0049], [0055]-[0088], [0126]-[0127], FIGs. 1-3 & DE 102017123121 A1 & CN 108023833 A	1-4, 6-7 5
Y	WO 2018/109976 A1（住友電気工業株式会社）2018.06.21, [0059]-[0072], 図 3, 図 5-6 & JP 2018-98684 A	1-4, 6-7

☒ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

17.09.2019

国際調査報告の発送日

01.10.2019

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）

羽岡 さやか

5 X

3149

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
Y	WO 2011/074116 A1 (三菱電機株式会社) 2011. 06. 23, [0009], [0024]-[0039], [0055], 図 4-5 (ファミリーなし)	2-4
Y	JP 2010-213098 A (三菱電機株式会社) 2010. 09. 24, [0016], [0021]-[0037], [0042]-[0043], 図 5-6, 8 (ファミリーなし)	2-4
Y	WO 2008/142774 A1 (富士通株式会社) 2008. 11. 27, [0032], [0041] & US 2010/0054270 A1, [0049], [0059] & EP 2161888 A1	4