

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5853819号
(P5853819)

(45) 発行日 平成28年2月9日(2016.2.9)

(24) 登録日 平成27年12月18日(2015.12.18)

(51) Int.Cl.		F I			
G06F 12/00	(2006.01)	G06F 12/00	533J		
G06F 3/06	(2006.01)	G06F 3/06	301X		
G06F 13/00	(2006.01)	G06F 12/00	531D		
		G06F 13/00	520F		

請求項の数 11 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2012-75374 (P2012-75374)	(73) 特許権者	000005223 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(22) 出願日	平成24年3月29日(2012.3.29)	(74) 代理人	100108187 弁理士 横山 淳一
(65) 公開番号	特開2013-206209 (P2013-206209A)	(72) 発明者	前田 美穂子 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
(43) 公開日	平成25年10月7日(2013.10.7)	審査官	篠塚 隆
審査請求日	平成27年1月6日(2015.1.6)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 制御プログラム、制御方法、記憶制御装置および情報処理システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

情報処理装置と通信可能な、送信先の記憶制御装置にデータを送信することでデータの同期を行う送信元の記憶制御装置が実行する制御プログラムにおいて、

前記送信元の記憶制御装置に、

前記送信元の記憶制御装置が有する記憶部に記憶された同期対象のデータを変更データに変更する要求を前記情報処理装置から受信させ、

前記要求に含まれる、前記送信先の記憶制御装置が有する記憶部において前記同期対象のデータに対応するデータが記憶されたアドレスを特定するアドレス情報を抽出させ、

前記要求を受信した時間を特定する時間情報を生成させ、

抽出された前記アドレス情報と生成された前記時間情報とを含み、前記送信先の記憶制御装置に記憶された前記対応するデータを前記変更データに変更する変更要求を、前記送信元の記憶制御装置から前記送信先の記憶制御装置に対して送信させる、

ことを特徴とする制御プログラム。

【請求項2】

前記制御プログラムはさらに、

前記送信元の記憶制御装置に、

送信された前記変更要求以外に基づく前記対応するデータの変更が実行中でない旨の応答を前記送信先の記憶制御装置から受信した場合、前記送信元の記憶制御装置が有する記憶部に記憶された前記同期対象のデータを前記変更データに変更させ、

前記変更データを、前記送信元の記憶制御装置から前記送信先の記憶制御装置に対して送信させる、

ことを特徴とする請求項 1 記載の制御プログラム。

【請求項 3】

前記制御プログラムはさらに、

前記送信元の記憶制御装置に、

前記変更データおよび前記変更要求を、前記送信元の記憶制御装置から前記送信先の記憶制御装置に送信可能な経路が複数存在する場合、複数の前記経路それぞれを介して、前記送信元の記憶制御装置から前記送信先の記憶制御装置に対して計測用データを送信させ、

送信した前記計測用データを受信した旨の応答を前記送信先の記憶制御装置から受信するまでの応答時間を計測させ、

計測された応答時間が最も短い経路を、前記要求によって変更された前記変更データおよび前記変更要求を、前記送信元の記憶制御装置から前記送信先の記憶制御装置に送信させる経路に決定させる、

ことを特徴とする請求項 2 記載の制御プログラム。

【請求項 4】

前記変更要求はさらに、

前記変更データおよび前記変更要求を、前記送信元の記憶制御装置から前記送信先の記憶制御装置に送信する経路を特定する経路情報を含む、

ことを特徴とする請求項 2 または 3 記載の制御プログラム。

【請求項 5】

情報処理装置と通信可能な、送信元の記憶制御装置からデータを受信することでデータの同期を行う送信先の記憶制御装置が実行する制御プログラムにおいて、

前記送信先の記憶制御装置に、

同期対象のデータを変更する要求を前記送信先の記憶制御装置が前記情報処理装置から受信した時間を特定する時間情報と、前記送信先の記憶制御装置が有する記憶部において前記同期対象のデータに対応するデータが記憶されるアドレスを特定するアドレス情報とを含み、前記送信先の記憶制御装置に前記対応するデータを変更データに変更する変更要求を、前記送信元の記憶制御装置から受信させ、

前記記憶部に記憶された、前記アドレス情報で特定される前記対応するデータに対する処理が実行中であり、且つ、前記処理を実行する要求を前記情報処理装置から受信した時間が、前記時間情報で特定される時間よりも後であるとき、前記対応するデータを前記変更データに変更させない、

ことを特徴とする制御プログラム。

【請求項 6】

前記送信先の記憶制御装置はさらに、

前記送信元の記憶制御装置および前記送信先の記憶制御装置とデータの送受信を行うことでデータを同期する他の記憶制御装置と接続され、

前記変更要求はさらに、

前記変更要求を前記送信元の記憶制御装置から前記他の記憶制御装置に送信する経路を特定する経路情報を含み、

前記制御プログラムはさらに、

前記送信先の記憶制御装置に、

前記変更要求を、前記経路情報で特定される経路を介して、前記送信先の記憶制御装置から前記他の記憶制御装置に送信させる、

ことを特徴とする請求項 5 記載の制御プログラム。

【請求項 7】

情報処理装置と通信可能な、送信先の記憶制御装置にデータを送信することでデータの同期を行う送信元の記憶制御装置が実行する制御方法において、

10

20

30

40

50

前記送信元の記憶制御装置が、
前記送信元の記憶制御装置が有する記憶部に記憶された同期対象のデータを変更データに変更する要求を前記情報処理装置から受信し、
前記要求に含まれる、前記送信先の記憶制御装置が有する記憶部において前記同期対象のデータに対応するデータが記憶されたアドレスを特定するアドレス情報を抽出し、
前記要求を受信した時間を特定する時間情報を生成し、
抽出した前記アドレス情報と生成した前記時間情報とを含み、前記送信先の記憶制御装置に記憶された前記対応するデータを前記変更データに変更する変更要求を、前記送信元の記憶制御装置から前記送信先の記憶制御装置に対して送信する、
ことを特徴とする制御方法。

10

【請求項 8】

情報処理装置と通信可能な、送信元の記憶制御装置からデータを受信することでデータの同期を行う送信先の記憶制御装置が実行する制御方法において、
前記送信先の記憶制御装置が、
同期対象のデータを変更する要求を前記送信先の記憶制御装置が前記情報処理装置から受信した時間を特定する時間情報と、前記送信先の記憶制御装置が有する記憶部において前記同期対象のデータに対応するデータが記憶されるアドレスを特定するアドレス情報とを含み、前記送信先の記憶制御装置に前記対応するデータを変更データに変更する変更要求を、前記送信元の記憶制御装置から受信し、
前記記憶部に記憶された、前記アドレス情報で特定される前記対応するデータに対する処理が実行中であり、且つ、前記処理を実行する要求を前記情報処理装置から受信した時間が、前記時間情報で特定される時間よりも後であるとき、前記対応するデータを前記変更データに変更しない、
ことを特徴とする制御方法。

20

【請求項 9】

情報処理装置と通信可能な、送信先の記憶制御装置にデータを送信することでデータの同期を行う送信元の記憶制御装置において、
同期対象のデータを記憶する記憶部と、
前記記憶部に記憶された同期対象のデータを変更データに変更する要求を前記情報処理装置から受信する受信部と、
前記要求に含まれる、前記送信先の記憶制御装置が有する記憶部において前記同期対象のデータに対応するデータが記憶されたアドレスを特定するアドレス情報を抽出する抽出部と、
前記要求を受信した時間を特定する時間情報を生成する生成部と、
抽出した前記アドレス情報と生成した前記時間情報とを含み、前記送信先の記憶制御装置に記憶された前記対応するデータを前記変更データに変更する変更要求を、前記送信元の記憶制御装置から前記送信先の記憶制御装置に対して送信する送信部と、
を備えたことを特徴とする記憶制御装置。

30

【請求項 10】

情報処理装置と通信可能な、送信元の記憶制御装置からデータを受信することでデータの同期を行う送信先の記憶制御装置において、
前記送信元の記憶装置に記憶された同期対象のデータに対応するデータを記憶する記憶部と、
同期対象のデータを変更する要求を前記送信先の記憶制御装置が前記情報処理装置から受信した時間を特定する時間情報と、前記記憶部において前記対応するデータが記憶されるアドレスを特定するアドレス情報とを含み、前記送信先の記憶制御装置に前記対応するデータを変更データに変更する変更要求を、前記送信元の記憶制御装置から受信し、
前記記憶部に記憶された、前記アドレス情報で特定される前記対応するデータに対する処理が実行中であり、且つ、前記処理を実行する要求を前記情報処理装置から受信した時間が、前記時間情報で特定される時間よりも後であるとき、前記対応するデータを前記変

40

50

更データに変更しない制御部と、
を備えたことを特徴とする記憶制御装置。

【請求項 1 1】

情報処理装置と、送信元の記憶制御装置と、送信先の記憶制御装置とを備えた情報処理システムにおいて、

前記情報処理装置は、

前記送信元の記憶制御装置に記憶されたデータを変更する第 1 の要求を前記送信元の記憶制御装置に送信する第 1 の送信部を備え、

前記送信元の記憶制御装置は、

同期対象のデータを記憶する第 1 の記憶部と、

前記第 1 の記憶部に記憶された同期対象のデータを変更データに変更する要求を前記情報処理装置から受信する第 1 の受信部と、

前記要求に含まれる、前記送信先の記憶制御装置が有する記憶部において前記同期対象のデータに対応するデータが記憶されたアドレスを特定するアドレス情報を抽出する抽出部と、

前記要求を受信した時間を特定する時間情報を生成する生成部と、

抽出した前記アドレス情報と生成した前記時間情報とを含み、前記送信先の記憶制御装置に記憶された前記対応するデータを前記変更データに変更する変更要求を、前記送信元の記憶制御装置から前記送信先の記憶制御装置に対して送信する第 2 の送信部と、を備え、

前記送信先の記憶制御装置は、

前記対応するデータを記憶する第 2 の記憶部と、

前記変更要求を、前記送信元の記憶制御装置から受信する第 2 の受信部と、

前記第 2 の記憶部に記憶された、前記アドレス情報で特定される前記対応するデータに対する処理が実行中であり、且つ、前記処理を実行する要求を前記情報処理装置から受信した時間が、前記時間情報で特定される時間よりも後であるとき、前記対応するデータを前記変更データに変更しない制御部と、

を備えたことを特徴とする情報処理システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は制御プログラム、制御方法、記憶制御装置および情報処理システムに関する

【背景技術】

【0002】

従来、複数の記憶装置間でデータを同期する技術が存在する。複数の記憶装置間でデータを同期することで、例えば、ある記憶装置で障害が発生し、データが消失してしまった場合でも、他の記憶装置に消失したデータと同様のデータが記憶されているため、データの消失を防ぐことが可能である。特に、データが集約されるデータセンタなどでは、データセンタに記憶されたデータを他のデータセンタにコピーすることが従来実施されている。また、複数の記憶装置間でデータを同期する技術が存在する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2008 - 299481 号公報

【非特許文献】

【0004】

【非特許文献 1】<http://www-m3.ma.tum.de/foswiki/pub/MN0506/WebHome/dijkstra.pdf>

【発明の概要】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

例えば、データの同期が行われる複数のデータセンタに同期対象のデータが記憶されている場合、無線通信機能を有するPC(Personal Computer)などの情報処理装置(端末)を用いて、最も高速にアクセス可能なデータセンタを適宜選択して、データにアクセスするということが可能である。

【0006】

しかしながら、従来技術においては、2つ以上の記憶装置間でデータの同期が行われる場合に、それぞれの記憶装置でデータの変更が発生する時間の差、および、同期を行うためのデータの送信に必要な時間により、同期するデータに不整合が生ずるおそれがある。例えば、端末から、データの変更を要求する、異なる2つのデータ変更要求が異なる2つの記憶装置それぞれに発生したとする。変更要求を受信した記憶装置それぞれは、データを同期する他の記憶装置にデータの反映を実行するが、データを同期する他の記憶装置は、どちらのデータ変更要求が早いかを判断することができない。つまり、データの変更要求を受信した時間を特定することができない。

10

【0007】

具体的な例を挙げると、図18に示すようなデータ1を同期して記憶するデータセンタA~Dを考える。図18に示すように、データセンタAからデータセンタCにデータを送信するために、2.0秒かかり、データセンタAからデータセンタDにデータを送信するために、6.0秒かかるとする。また、データセンタBからデータセンタCにデータを送信するために、6.0秒かかり、データセンタBからデータセンタDにデータを送信するために、2.0秒かかるとする。また、データセンタAからデータセンタB、あるいはデータセンタBからデータセンタAにデータを送信するために、4.0秒かかるとする。

20

【0008】

ここで、9:00:00の時刻に、データ1をデータ2に変更するデータ変更要求がデータセンタAに対して発生し、9:00:02の時刻に、データ1をデータ3に変更するデータ変更要求がデータセンタBに対して発生したとする。この場合、データ2への変更よりも後にデータ3への変更が発生しているので、一連の変更が反映された後には、データセンタA~Dそれぞれで、データ1がデータ3に変更されるべきである。

【0009】

しかしながら、データセンタDでは、データセンタBに発生したデータ変更についてのデータ変更要求を先に受信してしまうため、データの受信順に変更を実行した場合、データ2が最新のデータとして記憶されてしまう。データセンタBについても同様のことが言える。したがって、データセンタA~Dで、記憶されるデータの内容に不整合が発生してしまうので、端末がデータセンタを任意に選択してデータにアクセスする態様には適用できない。

30

【0010】

本発明はこのような課題を解決し、データの変更要求が、データの同期対象の、どの記憶装置で受信した場合であっても、データを受信した記憶装置以外の他の記憶装置が、データの変更要求を受信した時間を特定すること可能とすることを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0011】

1つの案では、送信元の記憶制御装置に、送信元の記憶制御装置が有する記憶部に記憶された同期対象のデータを変更データに変更する要求を情報処理装置から受信させ、要求に含まれる、送信先の記憶制御装置が有する記憶部において同期対象のデータに対応するデータが記憶されたアドレスを特定するアドレス情報を抽出させ、要求を受信した時間を特定する時間情報を生成させ、抽出されたアドレス情報と生成された時間情報とを含み、送信先の記憶制御装置に記憶された対応するデータを変更データに変更する変更要求を、送信元の記憶制御装置から送信先の記憶制御装置に対して送信させる。

【発明の効果】

50

【 0 0 1 2 】

本発明の1つの態様によれば、情報処理装置からデータを変更する要求を送信元の記憶装置が受信した時間を、送信先の記憶装置が特定することが可能である。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 3 】

本発明を実施する形態について説明する。

【 0 0 1 4 】

図1は、記憶装置101～105が接続される本実施例の情報処理システム100を示す図である。本実施例においては、図1に示す記憶装置101～105でデータを同期する態様を考える。つまり、記憶装置101～105に記憶されるデータの同期が行われる。記憶装置101～105は、例えば、それぞれが記憶部と、記憶部を制御する制御部を有するデータセンタであっても良い。

10

【 0 0 1 5 】

図1中のa～gは記憶装置間を結ぶ通信経路を表す。各通信経路が結ぶ記憶装置を下記に示す。

通信経路a：記憶装置101 - 記憶装置102間

通信経路b：記憶装置101 - 記憶装置105間

通信経路c：記憶装置104 - 記憶装置105間

通信経路d：記憶装置101 - 記憶装置104間

通信経路e：記憶装置102 - 記憶装置103間

通信経路f：記憶装置103 - 記憶装置104間

通信経路g：記憶装置102 - 記憶装置104間

20

上記のように、記憶装置101～105のそれぞれは、自装置以外の少なくとも1つの記憶装置101～105と接続されている。さらに、記憶装置101～105のそれぞれは、記憶装置のデータを変更する要求を記憶装置に対して送信する情報処理装置110と接続される。記憶装置101～105と、情報処理装置110の接続は、記憶装置101～105と、情報処理装置110とが、それぞれに無線部120、121を備え、無線通信を行うことで接続されても良い。また、図1においては、一例として、情報処理装置110が1つの場合を図示しているが、情報処理装置の台数は図1に示す態様に限定されるものではない。

30

【 0 0 1 6 】

記憶装置101～105はさらに、図1に示すようにインターネットを介してNTP (Network Time Protocol) サーバ130に接続され、記憶装置が有する時計の時刻の同期を行うこととしても良い。

【 0 0 1 7 】

図2は、記憶装置101のハードウェア構成の一例を示す図である。記憶装置101は、制御装置201と、制御装置201が制御する記憶部205を有する。

【 0 0 1 8 】

制御装置201は、CPU (Central Processing Unit) 202、メモリ203、記憶部側アダプタ204、ネットワーク側アダプタ206、無線制御部207を備え、それぞれがバスを介して相互に通信可能に接続されている。

40

【 0 0 1 9 】

CPU 202は、制御装置201と接続される記憶部205の制御を行う。メモリ203は、記憶部205の制御に必要な情報を記憶する。また、記憶部205は、CPU 202が実行するプログラムを記憶する。

【 0 0 2 0 】

制御装置201は、記憶部側アダプタ204を介して、記憶部205と接続される。記憶部側アダプタ204と記憶部205との接続には、例えばSCSI (Small Computer System Interface) を用いることが可能である。記憶部205としては、例えば磁気ディスク記憶装置や半導体記憶装置を用いることが可能であ

50

る。また、制御装置 201 に対して、記憶装置 205 は複数接続されていても良い。

【0021】

制御装置 201 はネットワーク側アダプタ 206 を介して、記憶装置 102 ~ 105、あるいは情報処理装置 110 と接続可能である。

【0022】

無線部 120 は、例えば、無線通信の基地局であり、無線制御部 207 は基地局を介して、データの送受信を実行する。

【0023】

尚、本実施例の場合、記憶装置 102 ~ 105 については、記憶装置 101 と同様のハードウェア構成であって良い。

【0024】

図 3 は制御装置 201 の機能ブロック図である。本実施例の記憶装置 101 は、送受信部 301、グループ決定部 302、応答時間計測部 303、経路決定部 304、ID (Identifier) 生成部 305、排他処理部 306、データ更新部 307 を備える。また、制御装置 201 は、データ記憶部 311、識別番号情報記憶部 312、応答時間情報記憶部 313、送信経路情報記憶部 314、排他処理情報記憶部 315 を備える。各部の実行する動作については後述する。

【0025】

図 3 に示す 302 ~ 307 の各部は、例えば、CPU 202 が、記憶部 205 に記憶されたプログラムを実行することにより実現されても良い。送受信部 301 の例としては、図 2 に示すネットワーク側アダプタ 206 や無線制御部 207 のようなインタフェースユニットを用いることもできる。データ記憶部 311 は、記憶部 205 を用いて実現されても良い。また、識別番号記憶部 312、応答時間情報記憶部 313、送信経路情報記憶部 314、排他処理情報記憶部 315 は、メモリ 203 や記憶部 205 を用いて実現されても良い。

〔グループの定義〕

まず、データの同期を行う記憶装置のグループを定義する。尚、同期の対象となるデータは、前述したデータ記憶部 311 に記憶される。データの同期を行う記憶装置のグループはあらかじめ定義されることも可能であり、例えば、GUI (Graphical User Interface) を用いた設定や、所定の入力動作を、例えば図 1 に示す情報処理システム 100 の管理者が情報処理装置 110 を用いて実行することで定義されても良い。

【0026】

図 4 に、制御部 201 の識別番号記憶部 312 に記憶される識別番号 400 の態様を示す。どの記憶装置とデータを同期するかは、図 4 に示すように、記憶装置を識別する識別番号を、グループ決定部 302 が、識別番号記憶部 312 に記憶することで定義する。図 4 の識別番号 400 には、記憶装置 101 ~ 105 を識別するために装置それぞれに割り当てられた識別番号である 0x0001 ~ 0x0005 が含まれる。尚、本実施例では、これらの識別番号の形式は 16 進数である。図 4 に示す識別番号 400 の場合、記憶装置 101、記憶装置 102、記憶装置 103、記憶装置 104、記憶装置 105 がデータを同期するグループとして定義されていることを示している。尚、図 4 は、データの同期を行う記憶装置のグループを定義する手法の 1 つであり、グループを定義する手法は、図 4 の態様以外で実現されても良い。

〔応答時間の計測〕

データの同期を行うグループが定義された後、記憶装置 101 ~ 105 の応答時間計測部 303 は、自装置と直接接続している記憶装置にデータを送信するときの応答時間を計測する。ここで、直接接続とは、2 つの記憶装置が他の記憶装置を介することなく接続している態様を指す。例えば、図 1 に示す記憶装置 101 の場合、記憶装置 101 は、通信経路 a により記憶装置 102 と、通信経路 b により記憶装置 105 と、通信経路 d により記憶装置 104 と直接接続している。そして、記憶装置 101 の応答時間計測部 303 は

10

20

30

40

50

、記憶装置102、104、105にデータを送信するときの応答時間を計測する。ここで、応答時間とは、データの送信元の記憶装置（送信元装置）が、データの送信先の記憶装置（送信先装置）にデータを送信してから、送信先装置がデータを受信し、送信先からの応答を受信するまでの時間を意味する。

【0027】

応答時間を計測する手法としては、例えば、応答時間計測部303が他の記憶装置に
応答時間測定用パケットを送信し、応答時間測定用パケットの宛先である他の記憶装置から
、応答時間測定用パケットの受領を通知する応答（受信応答パケット）を受信するまでの
時間を計測し、応答時間としても良い。ここで、前述した応答時間測定用パケットおよび
受信応答パケットは、例えば、送信データを含まない、いわゆる空パケットを用いて良い
。

10

【0028】

図5は、応答時間情報記憶部313に記憶される情報である応答時間情報500である
。応答時間計測部303は、計測した応答時間を応答時間情報記憶部313に記憶する。
図5に示す応答時間情報500は、記憶装置101の応答時間計測部303が送受信部3
01を介して応答時間測定用パケットをした結果、記憶装置102に対する応答時間は4
.5秒、記憶装置104に対する応答時間は3.0秒、記憶装置105に対する応答時間
は7.5秒であったことを示している。尚、図5および後述する図7において、送信元識
別番号は応答時間測定用パケットを送信して応答時間を計測した記憶装置の識別番号であり、
送信先識別番号は、応答時間測定用パケットの送信先の記憶装置（応答時間の計測対
象の記憶装置）の識別番号である。

20

【0029】

ところで、この応答時間の計測は、応答時間計測部303によって定期的に行われても
良い。

【0030】

図6は、本実施例において、応答時間計測部303が定期的に行う処理の一例を示すシ
ーケンス図である。

【0031】

図6のシーケンス図について説明する。まず、送信元装置の応答時間計測部303は、
自装置と直接接続している送信先装置に、送受信部301を介して応答時間計測用パケッ
トを送信する（S601）。

30

【0032】

送信先装置は、送信元装置が送信した応答時間計測用パケットを受信する（S602）
。そして、応答時間計測用パケットに対する受信応答パケットを、送信元装置に対して送
信する（S603）。

【0033】

送信元装置の応答時間計測部303は、送信先装置が送信した受信応答パケットを受信
する（S604）。そして、ステップS601で応答時間計測用パケットを送信してから
、ステップS604で送信先装置が送信した受信応答パケットを受信するまでの時間を、
送信先装置に対する応答時間として、応答時間情報記憶部313に記憶する（S605）
。尚、自装置と直接接続している送信先装置が複数ある場合、応答時間計測部303は、
ステップS601～ステップS605の処理を、送信先装置それぞれに対して実行する。
例えば、送信元装置が図1の記憶装置101である場合、応答時間計測部303は、記憶
装置102、104、105のそれぞれに対して、ステップS601～ステップS605
の処理を実行する。

40

【0034】

ステップS605で応答時間を記憶した後、送信元装置の応答時間計測部303は、送
信先装置の応答時間情報記憶部312に記憶された応答時間を送信元装置に送信する要求
（応答時間送信要求パケット）を、送信先装置に対して送信する（S606）。

【0035】

50

送信先装置は、送信先装置の応答時間情報記憶部 3 1 2 に記憶された応答時間を送信元装置に送信する要求を送受信部 3 0 1 で受信する (S 6 0 7)。そして、送信先装置の応答時間情報記憶部 3 1 2 に記憶された応答時間情報を送信元装置に送信する (S 6 0 8)

【 0 0 3 6 】

送信元装置は、送信先装置が送信した応答時間情報を送受信部 3 0 1 で受信する (S 6 0 9)。そして、ステップ S 6 0 9 で送受信部 3 0 1 が受信した応答時間情報に基づいて、送信元装置の応答時間情報記憶部 3 1 2 に記憶された応答時間情報を更新する (S 6 1 0)。尚、応答時間情報記憶部 3 1 3 に応答時間情報がこの時点で記憶されていない場合は、応答時間情報を新たに生成した応答時間情報記憶部 3 1 3 に記憶することとしても良い。

10

【 0 0 3 7 】

図 6 に示す処理の手順では、応答時間計測部 3 0 3 が応答時間計測後に応答時間送信要求パケットを送信し、応答時間送信要求パケットを受けた記憶装置が、応答時間送信要求パケットを行った記憶装置に応答時間情報を送信することとしたが、応答時間情報を取得する手順はこれに限定されない。例えば、ステップ S 6 0 5 の処理を終えた後に、送信元装置の応答時間送信部 3 0 3 は、送信先装置にステップ S 6 0 5 で自装置の応答時間情報記憶部 3 1 2 に記憶された応答時間情報を送信し、送信先装置が、送信元装置が送信した応答時間情報を受信することとしても良い。

【 0 0 3 8 】

また、応答時間の計測と、応答時間情報の送信および受信は、図 6 に示すような一連の処理として行う必要性は必ずしもなく、それぞれの処理は独立して実行されるものであっても良い。

20

【 0 0 3 9 】

図 7 は、前述したステップ S 6 0 1 ~ S 6 1 0 の手順を記憶装置 1 0 1 ~ 1 0 5 のそれぞれが実行することで、記憶装置 1 0 1 ~ 1 0 5 のそれぞれが有する応答時間情報記憶部 3 1 3 に記憶される応答時間情報 7 0 0 である。図 7 に示す応答時間情報 7 0 0 は、記憶装置 1 0 1 ~ 1 0 5 が計測した応答時間情報をまとめて記憶したものである。送信元識別番号 7 0 1 は、送信元装置を識別する識別番号である。送信先識別番号 7 0 2 は、送信先装置を識別する識別番号である。応答時間 7 0 3 は、計測された応答時間を示す情報である。

30

【 0 0 4 0 】

応答時間情報 7 0 0 のうち、応答時間情報 7 1 0 は、記憶装置 1 0 1 が送信元装置として応答時間を計測した結果である。応答時間情報 7 1 1 は、記憶装置 1 0 2 が送信元装置として応答時間を計測した結果である。応答時間情報 7 1 2 は、記憶装置 1 0 3 が送信元装置として応答時間を計測した結果である。応答時間情報 7 1 3 は、記憶装置 1 0 4 が送信元装置として応答時間を計測した結果である。応答時間情報 7 1 4 は、記憶装置 1 0 5 が送信元装置として応答時間を計測した結果である。

【 0 0 4 1 】

以後、本実施例においては、記憶装置 1 0 1 ~ 1 0 5 それぞれの応答時間情報記憶部 3 1 3 に、図 7 に示す応答時間情報 7 0 0 が記憶される。

40

〔送信経路の決定〕

記憶装置 1 0 1 ~ 1 0 5 のいずれかが、データ記憶部 3 1 1 に記憶されたデータを変更する変更要求を情報処理装置 1 1 0 から受信した場合、以下の処理を実行する。すなわち、データの変更要求を受信した記憶装置が、データを自装置以外の記憶装置と同期するため、データの変更を反映させるためのデータを送信する要求 (データ送信要求パケット) およびデータの変更に必要な情報等を他の記憶装置に送信する経路 (送信経路) を決定する。

【 0 0 4 2 】

図 8 は、本実施例において、データ送信要求パケットおよびデータの変更に必要な情報

50

等を送信する記憶装置（以下、コピー元装置と記載する）の経路決定部 304 が実行する、送信経路を決定する処理の手順を示すフローチャートである。記憶装置 101 ~ 105 が送信経路を決定する手順を、図 8 を用いて説明する。

【0043】

経路を決定する処理を開始する前に、コピー元装置の経路決定部 304 は、送信経路情報記憶部 314 に送信経路が記憶されている場合、送信経路情報記憶部 314 に記憶されている、送信経路を特定する情報を消去（初期化）する（S801）。ここで、経路決定部 304 は、記憶されていた送信経路の情報をメモリ 203 の、送信経路情報記憶部 314 と異なる他の記憶領域に記憶してから送信経路情報記憶部 314 に記憶されている送信経路の情報を消去することとしても良い。そして、経路決定部 304 は、後述する処理により新たな送信経路が決定した後、メモリ 203 の他の記憶領域に記憶した送信経路の情報を消去することとしても良い。記憶されていた送信経路の情報をメモリ 203 の、送信経路情報記憶部 314 と異なる他の記憶領域に記憶する処理を実行することにより、送信経路の情報の消失を抑止することができる。すなわち、経路決定部 304 が送信経路を決定する処理の実行中に、データの同期を行う場合でも、記憶装置は、メモリ 203 の他の記憶領域に記憶した送信経路の情報に基づいて、データを送信する送信経路を特定することができる。

10

【0044】

ステップ S801 の処理を実行後、経路決定部 304 は、識別番号記憶部 312 に記憶された識別番号 400 を参照する。そして、識別番号 400 に含まれる識別番号 0x0001 ~ 0x0005 で特定される記憶装置 101 ~ 105 の識別番号の中から、識別番号を 1 つ選択する（S802）。例えば、コピー元装置が記憶装置 101 以外の記憶装置である場合であれば、識別番号の小さい順に、ここでは識別番号 = 0x0001 を選択することとして良い。また、識別番号の大きい順に識別番号を選択することとしても構わない。この後、経路決定部 304 は、このステップ S802 で選択した記憶装置（以後、コピー先記憶装置と記載する）に対してデータを送信する送信経路を算出する処理を実行する。

20

【0045】

経路決定部 304 は、コピー先記憶装置を経由する送信経路を特定する情報が送信経路情報記憶部 314 に記憶されているかを判定する（S803）。例として、コピー先装置として記憶装置 102 が選択され、送信経路情報記憶部 314 に「記憶装置 103 から、記憶装置 102 を経由し、記憶装置 101 にデータを送信する送信経路」を特定する情報が記憶されているとする。「記憶装置 103 から、記憶装置 102 を経由し、記憶装置 101 にデータを送信する送信経路」を特定する情報が記憶されている場合、経路決定部 304 は、記憶装置 102 を経由する送信経路を特定する情報が送信経路情報記憶部 314 に記憶されていると判定する。

30

【0046】

判定の結果、コピー先記憶装置を経由する送信経路を特定する情報が送信経路情報記憶部 314 に記憶されていると経路決定部 304 が判定した場合、経路決定部 304 は、ステップ S806 の処理を実行する。

40

【0047】

一方、コピー先記憶装置を経由する送信経路を特定する情報が送信経路情報記憶部 314 に記憶されていないと経路決定部 304 が判定した場合、経路決定部 304 は、ステップ S804 の処理を実行する。尚、送信経路情報記憶部 314 に送信経路を特定する情報が記憶されていない場合、経路決定部 304 は、コピー先装置を経由する送信経路を特定する情報が送信経路情報記憶部 314 に記憶されていないと判定し、ステップ S804 の処理を実行する。

【0048】

ステップ S804 において、経路決定部 304 は、選択した記憶装置にデータを送信する応答時間が最も短い送信経路を決定する。決定の方法は、例えば、応答時間情報 500

50

を参照し、ダイクストラ法（非特許文献1参照）などの、最短経路を求める手法を用いて決定することが可能である。ステップS804における具体的な手法については説明を後述する。

【0049】

応答時間が最も短い送信経路を決定した後、経路決定部304は、決定した送信経路を特定する情報を、コピー先装置にデータを送信する送信経路を特定する情報として送信経路情報記憶部314に記憶する（S805）。

【0050】

ステップS805の処理終了後、経路決定部304は、識別番号400に含まれる識別番号が、ステップS802ですべて選択されたかを判定する（S806）。識別番号400に含まれる識別番号の中で、ステップS802において選択されていない識別番号がある場合は、ステップS802の処理に戻り、経路決定部304は、選択していない記憶装置の中から1つを選択してステップS803以降の処理を繰り返す。一方、識別番号400に示される識別番号がすべて選択されたと判定した場合は、ステップS807の処理を実行する。

【0051】

例えば、コピー元装置が記憶装置103であり、ステップS802で、識別番号 = 0 × 0001が選択済みであり、識別番号 = 0 × 0002、0 × 0004、0 × 0005が選択されていない場合、ステップS802の処理に戻る。一方、例えば、コピー元装置が記憶装置103であり、ステップS802で、識別番号 = 0 × 0001、0 × 0002、0 × 0004、0 × 0005が選択済みである場合、経路決定部304はステップS807の処理を実行する。

【0052】

ステップS807において、経路決定部304は、送信経路情報記憶部314に記憶された送信経路情報により特定される送信経路の中に、他の送信経路に含まれる送信経路があるかを判定する。他の送信経路に含まれる送信経路を特定する情報が記憶されている場合、経路決定部304は、他の送信経路に含まれる送信経路を特定する情報を、送信経路情報記憶部314から消去する（S808）。一方、ステップS807で他の送信経路に含まれる送信経路が記憶されていない場合、経路決定部304はステップS808の処理は実行せずに、経路決定処理を終了する。

【0053】

具体例を用いて説明すると、例えば、コピー元装置が記憶装置103であり、記憶装置103の送信経路情報記憶部314には、下記の送信経路を特定する情報が記憶されているとする。

「記憶装置103をコピー元装置として、記憶装置102を経由し、コピー先の記憶装置101にデータを送信する送信経路」（送信経路1）

「記憶装置103をコピー元装置として、記憶装置104を経由し、コピー先の記憶装置105にデータを送信する送信経路」（送信経路2）

「記憶装置103をコピー元装置として、コピー先の記憶装置104にデータを送信する送信経路」（送信経路3）

送信経路3は、送信経路2の一部であり、送信経路2に含まれるため、経路決定部304は、送信経路3を特定する情報を送信経路記憶部314から消去する（S808）。

【0054】

ステップS808の処理実行後、経路決定部304は、図8に示す経路決定処理を終了する。

【0055】

以上の手順によって、コピー元装置から、コピー先装置にデータを送信する送信経路を決定することが可能である。上記の手順によれば、データをコピー先記憶装置へ送信するときの、応答時間の合計（合計応答時間）が最も短い送信経路を決定して、送信経路情報記憶部314に記憶することが可能である。また、他の送信経路に含まれる経路を消去す

10

20

30

40

50

ることで、より効率の良い送信経路を決定することができる。尚、図 8 に示す処理は、経路決定部 304 によって定期的に行われることとしても良い。

【0056】

図 9 は、送信経路情報記憶部 313 に記憶される情報の一例である。ステップ S805 において、経路決定部 304 は、例えば図 9 に示す送信経路情報 900 のような、送信経路を特定する情報を送信経路情報記憶部 313 に記憶することとしても良い。送信経路情報 900 の一部である送信経路情報 910 は、前述した送信経路 1 を特定する情報である。また、送信経路情報 900 の一部である送信経路情報 911 は、前述した送信経路 2 を特定する情報である。

【0057】

前述したステップ S804 において、経路決定部 304 が実行する、合計応答時間が最も短い送信経路を算出する処理において、ダイクストラ法を用いて記憶装置 103 から記憶装置 101 にデータを送信する際に、合計応答時間が最も短い算出する場合を説明する。

【0058】

まず、コピー元装置を記憶装置 103 に設定する。次に、記憶装置 103 と直接接続している記憶装置に対する応答時間を算出する。ここで、記憶装置 103 と直接接続している記憶装置は、記憶装置 102、104 である。記憶装置 102、104 に対する記憶装置 103 の応答時間は、例えば、応答時間情報記憶部 313 に記憶された応答時間情報に基づいて算出することとしても良い。ここで、応答時間情報 500 を参照すると、記憶装置 103 の記憶装置 102 に対する応答時間は 2.0 秒、記憶装置 103 の記憶装置 104 に対する応答時間は 3.0 秒である。

【0059】

経路決定部 304 は、記憶装置 102、104 のそれぞれの識別番号と、応答時間と、直前に経由した記憶装置の識別番号とを対応付けて記憶する。この場合は、経由した記憶装置はないので、コピー元装置である記憶装置 103 の識別番号を記憶する。そして、記憶装置 103 の識別番号と対応付けて、「処理済みフラグ」を付与する。ここで、「処理済みフラグ」とは、最も短い合計応答時間を算出する処理が終了した記憶装置の識別番号に付与されるフラグである。例えば、前述した記憶装置 103 は、コピー元装置であるため、応答時間が 0 秒である。したがって、記憶装置 103 に対しては、最も短い合計応答時間を算出する処理が終了したので、「処理済みフラグ」が付与される。

【0060】

次に、応答時間が算出された記憶装置の中で、合計応答時間が最も短い応答時間の記憶装置を選択する。尚、「処理済みフラグ」が付与された識別番号に対応する記憶装置は選択の対象から除外する。この場合は、応答時間が 2.0 秒である記憶装置 102 が。

【0061】

次に、経路決定部 304 は、記憶装置 102 と直接接続している記憶装置に対する応答時間を算出する。ここで、応答時間情報 500 を参照すると、記憶装置 102 の記憶装置 101 に対する応答時間は 4.5 秒、記憶装置 103 の記憶装置 104 に対する応答時間は 1.5 秒である。

【0062】

経路決定部 304 は、記憶装置 102 の記憶装置 101 に対する応答時間、および記憶装置 103 の記憶装置 104 に対する応答時間に、記憶装置 102 に対応付けて記憶された応答時間を加えた値を合計応答時間として算出する。具体的には、経路決定部 304 は、記憶装置 102 の記憶装置 101 に対する応答時間 2.0 秒に記憶装置 102 に対応付けて記憶された応答時間 4.5 秒を加えた値である 6.5 秒を、記憶装置 101 に対応する合計応答時間として算出する。また、経路決定部 304 は、記憶装置 102 の記憶装置 101 に対する応答時間 2.0 秒に記憶装置 102 に対応付けて記憶された応答時間 1.5 秒を加えた値である 3.5 秒を、記憶装置 101 に対応する合計応答時間として算出する。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 3 】

経路決定部 3 0 4 は、記憶装置 1 0 1、1 0 4 の識別番号と対応付けて合計応答時間が記憶されているかを判定する。ここで、記憶装置 1 0 1 の識別番号と対応付けて記憶された合計応答時間は記憶されていない。一方、記憶装置 1 0 4 の識別番号と対応付けて記憶された応答時間 3 . 5 秒が記憶されている。

【 0 0 6 4 】

経路決定部 3 0 4 は、記憶装置 1 0 1 の識別番号と、記憶装置 1 0 1 に対応する合計応答時間と、直前に経由した記憶装置の識別番号とを対応付けて記憶する。この場合は、直前に経由した記憶装置の識別番号として、記憶装置 1 0 2 の識別番号を記憶する。

【 0 0 6 5 】

一方で、記憶装置の識別番号と対応付けて記憶された合計応答時間が記憶され、且つ、その合計応答時間が、算出した合計応答時間の値以下である場合は、算出した合計応答時間情報は記憶しない。例えば、記憶装置 1 0 4 の識別番号と対応付けて記憶された応答時間 3 . 0 秒は、記憶装置 1 0 1 に対応する合計応答時間として算出した 3 . 5 秒以下の値であるので、このような場合、算出した合計応答時間である 3 . 5 秒は記憶せず、識別番号も更新しない。そして、記憶装置 1 0 2 の識別番号と対応付けて、「処理済みフラグ」を付与する。

【 0 0 6 6 】

次に、応答時間が算出された記憶装置の中で、合計応答時間が最も短い記憶装置を選択する。尚、「処理済みフラグ」が付与された識別番号に対応する記憶装置は選択の対象から除外する。この場合、合計応答時間が最も短い記憶装置は応答時間が 3 . 0 である記憶装置 1 0 4 である。

【 0 0 6 7 】

次に、経路決定部 3 0 4 は、記憶装置 1 0 4 と直接接続している記憶装置に対する応答時間を算出する。ここで、記憶装置 1 0 3、記憶装置 1 0 2 には「処理済みフラグ」が付与されているため、処理の対象から外す。

【 0 0 6 8 】

応答時間情報 5 0 0 を参照すると、記憶装置 1 0 2 の記憶装置 1 0 1 に対する応答時間は 4 . 0 秒、記憶装置 1 0 3 の記憶装置 1 0 4 に対する応答時間は 4 . 5 秒である。

【 0 0 6 9 】

経路決定部 3 0 4 は、記憶装置 1 0 2 の記憶装置 1 0 1 に対する応答時間、および記憶装置 1 0 3 の記憶装置 1 0 4 に対する応答時間に、記憶装置 1 0 2 に対応付けて記憶された応答時間を加えた値である合計応答時間を算出する。具体的には、経路決定部 3 0 4 は、記憶装置 1 0 4 の記憶装置 1 0 1 に対する応答時間 4 . 0 秒に記憶装置 1 0 2 に対応付けて記憶された応答時間 3 . 0 秒を加えた値である 7 . 5 秒を、記憶装置 1 0 1 に対応する合計応答時間として算出する。また、経路決定部 3 0 4 は、記憶装置 1 0 4 の記憶装置 1 0 5 に対する応答時間 4 . 5 秒に記憶装置 1 0 2 に対応付けて記憶された応答時間 3 . 0 秒を加えた値である 7 . 5 秒を、記憶装置 1 0 5 に対応する合計応答時間として算出する。

【 0 0 7 0 】

経路決定部 3 0 4 は、記憶装置 1 0 1、1 0 5 の識別番号それぞれについて、識別番号と対応付けて応答時間または合計応答時間が記憶されているかを判定する。ここで、記憶装置 1 0 5 の識別番号と対応付けて記憶された応答時間は記憶されていない。一方、記憶装置 1 0 1 の識別番号と対応付けて記憶された応答時間 6 . 5 秒が記憶されている。

【 0 0 7 1 】

経路決定部 3 0 4 は、記憶装置 1 0 5 の識別番号と、記憶装置 1 0 5 に対応する合計応答時間と、直前に経由した記憶装置の識別番号とを対応付けて記憶する。この場合は、直前に経由した記憶装置の識別番号として、記憶装置 1 0 4 の識別番号を記憶する。

【 0 0 7 2 】

一方で、識別番号と対応付けて記憶された合計応答時間が記憶され、且つ、その応答時

10

20

30

40

50

間が算出した合計応答時間の値以下である場合は、算出した合計応答時間情報は記憶しない。例えば、記憶装置101の識別番号と対応付けて記憶された応答時間6.5秒は、記憶装置101に対応する合計応答時間として算出された7.0秒以下の値であるので、このような場合、算出した合計応答時間は記憶せず、識別番号も更新しない。そして、記憶装置103の識別番号と対応付けて、「処理済みフラグ」を付与する。

【0073】

次に、応答時間が算出された記憶装置の中で、合計応答時間が最も短い記憶装置を選択する。尚、「処理済みフラグ」が付与された識別番号に対応する記憶装置は選択の対象から除外する。この場合は、応答時間が6.5である記憶装置101である。ここで、記憶装置101はコピー先装置に設定された記憶装置であるので、これより、記憶装置103から記憶装置101にデータを送信するときの、最も短い合計応答時間は6.5秒であることが分かる。

10

【0074】

図10は、ダイクストラ法を用いて、合計応答時間が最も短い経路が決定された結果を表す図である。記憶装置101に対応付けて記憶された、直前に経由した記憶装置の識別番号は記憶装置102の識別番号である。そして、記憶装置102に対応付けて記憶された、直前に経由した記憶装置の識別番号は、コピー元装置である記憶装置103の識別番号である。したがって、記憶装置103から記憶装置101にデータを送信するとき、合計応答時間が最も短い送信経路は、「記憶装置103から記憶装置102を経由し記憶装置101にデータを送信する送信経路」であることが分かる。

20

【0075】

以上のように、コピー元装置からコピー先装置にデータを送信するときの合計応答時間が最も短い送信経路が決定される。説明に用いた例では、記憶装置103から記憶装置101にデータを送信する送信経路を決定する場合であるが、記憶装置103から記憶装置101にデータを送信する送信経路以外の送信経路についても同様の手順で、合計応答時間が最も短い送信経路を求めることが可能である。

〔データ送信の手順〕

図11は、データを変更する変更要求やデータの変更に必要な情報等を送信するコピー元装置が実行する処理の手順を示すフローチャートである。

【0076】

まず、コピー元装置の送受信部301が、データ記憶部311に記憶したデータを変更する変更要求を情報処理装置110から受信する(S1101)。

30

【0077】

ID生成部305は、自装置の識別番号と、情報処理装置110から変更要求を受信した時刻に基づいて、処理IDを生成する(S1102)。ここで、ID生成部305が生成する処理IDは、例えば、情報処理装置110からの変更要求を受信した記憶装置と、その変更要求を受信した時刻とを特定する情報として用いられる。処理IDの態様については後述する。

【0078】

次に、コピー元装置のデータ更新部307は、送信経路情報記憶部314に記憶された送信経路情報を参照する(S1103)。そして、送信経路情報によって特定される送信経路を介して、データの変更を反映させるためのデータを、コピー先装置に送信することを通知する要求(データ送信要求パケット)を、コピー先装置に送信する(S1104)。

40

【0079】

データ送信要求パケットを、送受信部301を介してコピー先装置に送信した後、コピー元装置は、定期的に送信先から応答を受信したかを確認しながら、コピー先装置から、データ送信要求パケットに対する応答があるまで待機する(S1105)。

【0080】

コピー先装置からの応答を受信した場合(S1105、Yes)、コピー元装置の排他

50

処理部 306 は、自装置のデータ記憶部 311 に記憶されたデータを、ステップ 1101 で送受信部 301 が受信した変更要求に基づいて変更可能であるかを判定する (S1106)。ステップ S1106 の判定は、例えば、ステップ S1101 で送受信部 301 が受信した変更要求によって変更されるデータに対して、データ更新部 307 が処理を実行中でない場合、排他処理部 306 は、データを変更可能であると判定する。また、ステップ S1101 で送受信部 301 が受信した変更要求によって変更されるデータに対して、データ更新部 307 が処理を実行中である場合、排他処理部 306 は、データを変更可能でないと判定する。

【0081】

ステップ S1106 で、排他処理部 306 が、データを変更可能でないと判定した場合は、ステップ S1107 に示すエンキュー処理を実行する。エンキュー処理については詳細を後述する。一方、ステップ S1106 で、排他処理部 306 が、データを変更可能であると判定した場合は、ステップ S1108 の処理を実行する。

【0082】

ステップ S1108 において、コピー元装置のデータ更新部 307 は、自装置のデータ記憶部 311 に記憶されているデータを、ステップ S1101 で送受信部 301 が受信した変更要求に基づいて変更する (S1108)。そして、変更後のデータをコピー先装置に送信する (S1109)。

【0083】

以上の手順によって、情報処理装置 110 から変更要求を受信したコピー元装置は、変更要求に基づいて、自装置のデータ記憶部 311 に記憶されたデータを変更する。また、変更要求に基づく変更をコピー先装置に反映させるための情報を、コピー先装置に対して送信する。

【0084】

図 12 は、図 11 のステップ S1102 の処理において、ID 生成部 305 が生成する処理 ID の一例である。本実施例の処理 ID は、上 8 桁に装置識別番号、下 8 桁に tick 値を割り当てた、16 桁の 16 進数である。ここで、tick 値とは、記憶装置が有する内部時計の時刻に基づいて ID 生成部 305 が生成する値である。例えば、図 12 に示す処理 ID 1200 の場合は、記憶装置 101 の送受信部 301 が、tick 値 = 12345678 で特定される時間に受信した変更要求の処理 ID である。コピー先装置の排他処理部 306 は、処理 ID に基づいて、変更要求を受信した記憶装置と、その記憶装置が情報処理装置 110 から変更要求を受信した時刻とを特定することが可能である。すなわち、コピー先装置の排他処理部 306 は、処理 ID の上 8 桁に基づいて、変更要求を受信した記憶装置を特定し、処理 ID の下 8 桁に基づいて、情報処理装置 110 から変更要求を受信した時刻を特定することが可能である。

【0085】

図 13 は、S1104 においてコピー先装置が送信するデータ送信要求パケットに含まれる情報の一例である。図 13 に示すように、データ送信要求パケットは、データサイズ 1301、アドレス情報 1302、処理 ID 1303、送信経路情報 1304 を含む。データサイズ 1301 は、変更後のデータのデータサイズ (データ長) を特定する情報である。アドレス情報 1302 は、データ記憶部 311 の記憶領域において変更対象のデータが記憶されたアドレスを示す情報である。変更対象のデータが記憶されたアドレスは、情報処理装置から受信した変更要求に含まれている。データ更新部 307 は、変更要求に含まれる、変更対象のデータが記憶されたアドレスを抽出し、抽出したアドレスをアドレス情報 1302 としてデータ送信要求パケットを生成する。処理 ID 1303 は、図 11 のステップ S1102 で ID 生成部 305 が生成した処理 ID である。送信経路情報 1304 は、データの送信経路を特定する情報である。ここで、送信経路情報 1304 は、図 9 に示す送信経路情報と同様の態様であって良い。図 13 はデータ送信要求パケットに含まれる情報の態様の一例であり、データ送信要求パケットに含まれる情報の態様は、図 13 に示す態様に限定されない。

10

20

30

40

50

〔エンキュー処理〕

図14は、S1107のエンキュー処理の手順を示すフローチャートである。前述したステップS1107のエンキュー処理について図14を用いて説明する。

【0086】

排他処理部306は、現在データ更新部307が実行中の処理の処理IDを参照する(S1401)。次に、排他処理部306は、図11のステップS1102でID生成部305が生成した処理IDと、現在実行中の処理の処理IDとを比較する(S1402)。比較の手法は、例えば、情報処理装置110から変更要求を受信した時刻を特定する情報である処理IDの下8桁に示される値の大小に基づいて判定する。つまり、処理IDの下8桁の値が小さい処理IDの方が、過去の時刻を示す処理IDであると判定する。

10

【0087】

比較の結果、図11のステップS1102でID生成部305が生成した処理IDの下8桁の値が、現在実行中の処理の処理IDの下8桁の値よりも小さい場合、排他処理部306は変更要求(に基づくキュー)を消去する(S1403)。

【0088】

この場合、図11のステップS1102で受信した変更要求は、現在処理が実行中の変更要求よりも前に発生したものである。すなわち、現在実行中の処理によって、図11のステップS1102で送受信部301が受信した変更要求の対象のデータは、変更要求に基づいて変更された後のデータよりも新しいデータに変更される。この場合、図11のステップS1102で送受信部301が受信した変更要求に基づくデータの変更は不要であるため、排他処理部306は、変更要求(に基づくキュー)を消去し、エンキュー処理を終了する。すなわち、排他処理部306は、ステップS1101で送受信部301が受信した変更要求に基づいてデータ記憶部311に記憶されたデータを変更する処理を抑止する。尚、この場合は、コピー先装置は、エンキュー処理終了後に図11のS1109の処理を実行する。

20

【0089】

一方、ステップS1402での比較の結果、図11のステップS1102でID生成部305が生成した処理IDの下8桁の値が、現在実行中の処理の処理IDの下8桁の値よりも大きい場合、変更要求は、現在処理中の変更の変更要求よりも後に受信したものと判定する。この場合、排他処理部306は、ステップS1405の処理を実行する。

30

【0090】

また、図11のステップS1102でID生成部305が生成した処理IDの下8桁の値と、現在実行中の処理の処理IDの下8桁の値が同じ値の場合、排他処理部306は、以下の処理を行う。すなわち、図11のステップS1102でID生成部305が生成した処理IDの上8桁の値と、現在実行中の処理の処理IDの上8桁の値を比較する(S1404)。比較の結果、図11のステップS1102でID生成部305が生成した処理IDの上8桁の値が、現在実行中の処理の処理IDの上8桁の値よりも小さい場合、排他処理部306は、変更要求(に基づくキュー)を消去(S1403)し、エンキュー処理を終了する。また、図11のステップS1102でID生成部305が生成した処理IDの上8桁の値が、現在実行中の処理の処理IDの上8桁の値よりも大きい場合、排他処理部306は、ステップS1405の処理を実行する。

40

【0091】

ここで、図11のステップS1102でID生成部305が生成した処理IDの上8桁の値が、現在実行中の処理の処理IDの上8桁の値よりも小さい場合、排他処理部306は、ステップS1405の処理を実行することとしても良い。そして、図11のステップS1102でID生成部305が生成した処理IDの上8桁の値が、現在実行中の処理の処理IDの上8桁の値よりも大きい場合、排他処理部306は、変更要求(に基づくキュー)を消去し、エンキュー処理を終了することとしても良い。

【0092】

ステップS1405で、排他処理部306は、現在参照しているキューの次にキューイ

50

ングされているキューの処理IDを参照する。そして、排他処理部306は、参照した処理IDと、データ送信要求パケットの処理IDとを比較する(S1406)。比較の結果、図11のステップS1102でID生成部305が生成した処理IDの下8桁の値が、現在実行中の処理の処理IDの下8桁の値よりも小さい場合、排他処理部306は、参照しているキューの直前に、ステップS1101で送受信部301が受信した変更要求に基づく変更処理のキューをエンキューする(S1407)。一方、図11のステップS1102でID生成部305が生成した処理IDの下8桁の値が、現在実行中の処理の処理IDの下8桁の値よりも以上の場合、排他処理部306はステップS1405の処理を再実行する。ステップS1407の後、排他処理部はエンキュー処理を終了する。この後、コピー元装置は、ステップS1407でエンキューしたキューが実行状態になるまで待機し、ステップS1407でエンキューしたキューが実行状態になった場合に、データ更新部307が、図11のステップS1108の処理を実行する。

10

〔コピー先装置の処理手順〕

図15は、コピー先装置が実行する処理のうち、コピー先装置がデータ送信要求パケットを受信(S1501)してから、コピー元装置に回答パケットを送信する(S1506)までの手順を示すフローチャートである。コピー元装置からデータ送信要求パケットを受信するコピー先装置が実行する処理の手順について説明する。

【0093】

まず、コピー元装置が送信したデータ送信要求パケットをコピー先装置の送受信部301が受信する。(S1501)

20

次に、コピー先装置のデータ送信部307は、ステップS1501で送受信部301が受信したデータ送信要求パケットに含まれている送信経路情報を参照し、自装置が送信経路の終点であるかを判定する(S1502)。ここで、終点について説明すると、例えば、前述した送信経路1の場合、記憶装置102は送信経路の終点でなく、一方、記憶装置101は送信経路の終点である。送信経路の終点でないと判定した場合、データ更新部307はステップS1503の処理を実行する。一方、送信経路の終点である場合、排他処理部306が、ステップS1504の処理を実行する。

【0094】

ステップS1503において、データ更新部307は、データの変更を反映させるためのデータ送信要求パケットを、ステップS1502で参照した送信経路情報に基づいて、送受信部301を介して送信経路において自装置より1つ先のコピー先装置に送信する。例えば、ステップS1502で参照した送信経路情報が前述した送信経路1を示す送信経路情報であり、自装置が記憶装置102である場合、データ更新部307は、送受信部301を介してデータ送信要求パケットを記憶装置101に対して送信する。データ送信要求パケットを送信後、排他処理部306がステップS1504の処理を実行する。

30

【0095】

ステップS1504において、排他処理部306は、ステップS1501で送受信部301が受信したデータ送信要求パケットに基づくデータの変更の処理を、自装置で開始可能かを判定する。データの変更の処理を処理開始可能か否かは、例えば、データ送信要求パケットに含まれるデータのアドレスに、現在アクセスが発生しているかを検出し、アクセスが検出されない場合に、データに対して重複する処理が実行中でないことから処理開始可能と判定される。

40

【0096】

データの変更処理が開始可能であると排他処理部306が判定した場合、排他処理部306は、ステップS1506の処理を実行する。一方、処理開始が可能でないと判定した場合、排他処理部306はステップS1505のエンキュー処理を実行する。ステップS1505のエンキュー処理の説明については後述する。

【0097】

排他処理部306がステップS1505のエンキュー処理を実行後、データ送信要求パケットに基づくキューが実行状態に移ると、データ更新部307はメモリ203にデータ

50

を受信するためのバッファを取得し、データ送信部 307 はデータの変更が可能な旨の応答パケットをコピー元装置に送信する (S1506)。

【0098】

ステップ S1506 の処理を実行後、コピー先装置の処理は図 15 の端子 A から、図 16 の端子 A に移行する。

【0099】

図 16 は、コピー先装置が実行する処理のうち、コピー先装置が、変更データを受信 (S1601) してから、変更完了の応答パケットをコピー元装置に送信する (S1604) までの手順を示すフローチャートである。

【0100】

図 15 のステップ S1506 でデータ更新部 307 が、データの変更が可能である旨の応答パケットをコピー元装置に送信した後、送受信部 301 はコピー元装置が送信した変更データを受信し、図 15 のステップ S1506 で取得したバッファに記憶する (S1601)。そして、データ更新部 307 は、図 13 に示すステップ S1201 で送受信部 301 が受信したデータ送信要求パケットに含まれる情報に基づいて、自装置のデータ記憶部 311 に記憶されたデータをステップ S1601 で送受信部 301 がバッファに記憶した変更データに変更する (S1602)。データの変更後、データ更新部 307 は、自装置が送信経路の終点であるかを判定する (S1603)。尚、この判定の手法については S1502 と同様であり、したがって例えば、ステップ S1502 で判定された結果をメモリ 203 に保持し、保持した結果に基づいてステップ S1502 と同様の判定とステップ S1603 の判定を行うこととしても良い。

【0101】

ステップ S1603 で、自装置が送信経路の終点でないと判定した場合、処理の手順は、図 16 の端子 B から、図 11 の端子 B に移動し、以後、コピー先装置では図 11 のステップ S1106 からの処理が実行される。つまり、コピー先装置は、今度はコピー元装置として、データ送信要求パケットおよびデータの変更に必要な情報等を送信する。一方、自装置が送信経路の終点であると判定した場合、コピー先装置のデータ更新部 307 は、送受信部 301 を介して、データの変更が完了した旨の応答パケットをコピー元装置に送信して処理を終了する (S1604)。

〔エンキュー処理〕

図 17 は、ステップ S1505 でコピー先装置が実行するエンキュー処理の手順を示すフローチャートである。前述したステップ S1505 のエンキュー処理について、図 17 を用いて説明する。

【0102】

排他処理部 306 は、現在データ更新部 307 が実行中の処理の処理 ID を参照する (S1701)。次に、排他処理部 306 は、図 15 のステップ S1501 で送受信部 301 が受信したデータ送信要求パケットに含まれる処理 ID と、現在実行中の処理の処理 ID とを比較する (S1702)。比較の手法は、例えば、情報処理装置 110 から変更要求を受信した時刻を特定する情報である処理 ID の下 8 桁に示される値の大小に基づいて判定する。つまり、処理 ID の下 8 桁の値が小さい処理 ID の方が、過去の時刻を示す処理 ID であると判定する。

【0103】

比較の結果、ステップ S1501 で送受信部 301 が受信したデータ送信要求パケットに含まれる処理 ID によって特定される時刻が、現在実行中の処理の処理 ID によって特定される時刻よりも小さい場合、排他処理部 306 はデータ送信要求パケット (に基づくキュー) を消去する (S1703)。

【0104】

この場合、ステップ S1501 で送受信部 301 が受信したデータ送信要求パケットに対応する変更要求は、現在処理中の変更を要求した変更要求よりも前に受信したものであると判定する。つまり、現在実行中の処理により、図 15 のステップ S1501 で送受信

10

20

30

40

50

部 3 0 1 が受信したデータ送信要求パケットの対象のデータは、データ送信要求パケットに基づいて変更された後のデータよりも新しいデータに変更される。この場合、ステップ S 1 5 0 1 で送受信部 3 0 1 が受信したデータ送信要求パケットに基づくデータの変更は不要であるため、排他処理部 3 0 6 は、データ送信要求パケット（に基づくキュー）を消去し、エンキュー処理を終了する。言い換えれば、排他処理部 3 0 6 は、図 1 5 のステップ S 1 5 0 1 で送受信部 3 0 1 が受信した変更要求に基づいてデータ記憶部 3 1 1 に記憶されたデータを変更する処理を抑止する。尚、この場合は、コピー先装置のデータ更新部 3 0 7 は、エンキュー処理終了後に図 1 6 の S 1 6 0 3 の処理を実行する。

【 0 1 0 5 】

一方、ステップ S 1 7 0 2 での比較の結果、ステップ S 1 5 0 1 で送受信部 3 0 1 が受信したデータ送信要求パケットに含まれる処理 ID によって特定される時刻が、現在実行中の処理の処理 ID によって特定される時刻よりも大きい場合、排他処理部 3 0 6 は、以下のように判定する。すなわち、排他処理部 3 0 6 は、図 1 5 のステップ S 1 5 0 1 で送受信部 3 0 1 が受信したデータ送信要求パケットに対応する変更要求は、現在処理中の変更の変更要求よりも後に受信したものであると判定する。この場合、排他処理部 3 0 6 は、ステップ S 1 7 0 5 の処理を実行する。

【 0 1 0 6 】

また、図 1 5 のステップ S 1 5 0 1 で送受信部 3 0 1 が受信したデータ送信要求パケットに含まれる処理 ID の下 8 桁の値が、現在実行中の処理の処理 ID の下 8 桁の値と同じ値の場合、排他処理部 3 0 6 は、以下の処理を行う（S 1 7 0 4）。すなわち、図 1 5 のステップ S 1 5 0 1 で送受信部 3 0 1 が受信したデータ送信要求パケットに含まれる処理 ID の上 8 桁の値と、現在実行中の処理の処理 ID の上 8 桁の値を比較する。比較の結果、図 1 5 のステップ S 1 5 0 1 で送受信部 3 0 1 が受信したデータ送信要求パケットに含まれる処理 ID の上 8 桁の値が、現在実行中の処理の処理 ID の上 8 桁の値よりも小さい場合、排他処理部 3 0 6 は、データ送信要求パケット（に基づくキュー）を消去する（S 1 7 0 3）。また、図 1 5 のステップ S 1 5 0 1 で送受信部 3 0 1 が受信したデータ送信要求パケットに含まれる処理 ID の上 8 桁の値が、現在実行中の処理の処理 ID の上 8 桁の値よりも大きい場合、排他処理部 3 0 6 はステップ S 1 7 0 5 の処理を実行する。

【 0 1 0 7 】

ここで、図 1 1 のステップ S 1 1 0 2 で ID 生成部 3 0 5 が生成した処理 ID の上 8 桁の値が、現在実行中の処理の処理 ID の上 8 桁の値よりも小さい場合、排他処理部 3 0 6 は、排他処理部 3 0 6 はステップ S 1 7 0 5 の処理を実行することとしても良い。そして、図 1 1 のステップ S 1 1 0 2 で ID 生成部 3 0 5 が生成した処理 ID の上 8 桁の値が、現在実行中の処理の処理 ID の上 8 桁の値よりも大きい場合、排他処理部 3 0 6 は、データ送信要求パケット（に基づくキュー）を消去することとしても良い。

【 0 1 0 8 】

ステップ S 1 7 0 5 では、現在参照しているキューの次にキューイングされているキューの処理 ID を参照する。そして、参照した処理 ID と、データ送信要求パケットの処理 ID とを比較する（S 1 7 0 6）。比較の結果、図 1 5 のステップ S 1 5 0 1 で送受信部 3 0 1 が受信したデータ送信要求パケットに含まれる処理 ID の下 8 桁の値が、現在実行中の処理の処理 ID の下 8 桁の値よりも小さい場合、排他処理部 3 0 6 は、参照しているキューの直前に、ステップ S 1 5 0 1 で送受信部 3 0 1 が受信した変更要求に基づく変更処理のキューをエンキューする（S 1 7 0 7）。一方、ステップ S 1 7 0 6 比較の結果、図 1 5 のステップ S 1 5 0 1 で送受信部 3 0 1 が受信したデータ送信要求パケットに含まれる処理 ID の下 8 桁の値が、現在実行中の処理の処理 ID の下 8 桁の値以上の場合、排他処理部 3 0 6 はステップ S 1 7 0 5 の処理を再実行する。ステップ S 1 7 0 7 の後、排他処理部 3 0 6 はエンキュー処理を終了する。この後、コピー元装置は、ステップ S 1 7 0 7 でエンキューしたキューが実行状態になるまで待機し、ステップ S 1 7 0 6 でエンキューしたキューが実行状態になった場合に、データ更新部 3 0 7 が、図 1 5 のステップ S 1 5 0 6 の処理を実行する。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 9 】

以上の手順で、コピー元装置が受信した変更要求を、他の記憶装置（コピー先装置）に送信し、データの同期を行う。

【 0 1 1 0 】

本実施例によれば、記憶装置 1 0 1 ~ 1 0 5 のいずれかがデータ変更要求を受信したとき、受信した記憶装置は、データ変更要求を受信した時刻を特定する情報を生成し、生成した、時刻を特定する情報を、データの送信要求に含めて他の記憶装置に送信する。また、データ送信要求パケットを受信した他の記憶装置は、データ送信要求パケットに含まれる、時刻を特定する情報に基づいて、記憶装置 1 0 1 ~ 1 0 5 のそれぞれがデータの変更を実行する。これにより、例えば、コピー元装置からコピー先装置にデータを送信するときの応答時間の差により、変更要求とデータ送信要求パケットの順序が異なる場合であっても、データの矛盾を発生させることなく、記憶装置 1 0 1 ~ 1 0 5 に記憶されるデータの同期を行うことができる。

10

【 0 1 1 1 】

また、本実施例では、グループに属する他の記憶装置にデータを送信する場合、応答時間が最も短くなる送信経路を選択し、データの送信を行うため、データ送信の効率を向上させることが可能である。

【 0 1 1 2 】

本実施例は、本発明を実現する態様を示した一例であり、本発明を実施する態様は実施例を用いて説明した態様に限定されない。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 1 1 3 】

【図 1】本実施例の情報処理システム 1 0 0 を示す。

【図 2】記憶装置 1 0 1 のハードウェア構成の一例を示す。

【図 3】記憶装置 1 0 1 の機能ブロック図を示す。

【図 4】識別番号 4 0 0 を示す。

【図 5】応答時間情報 5 0 0 を示す。

【図 6】本実施例において、応答時間計測部 3 0 3 が定期的に行う処理の手順を表すシーケンス図を示す。

【図 7】応答時間情報 7 0 0 を示す。

30

【図 8】経路決定部 3 0 4 が送信経路を決定する処理の手順を表すフローチャートを示す。

【図 9】送信経路情報 9 0 0 を示す。

【図 1 0】ダイクストラ法による処理の結果を表す図を示す。

【図 1 1】送信元装置が実行する処理の手順を示すフローチャートを示す。

【図 1 2】処理 ID 1 2 0 0 を示す。

【図 1 3】送信先装置が送信するデータ送信要求パケットに含まれる情報の一例を示す。

【図 1 4】送信元装置が実行するエンキュー処理の手順を示すフローチャートを示す。

40

【図 1 5】送信元装置が実行する処理の手順（1 / 2）を表すフローチャートを示す。

【図 1 6】送信元装置が実行する処理の手順（2 / 2）を表すフローチャートを示す。

【図 1 7】送信先装置が実行するエンキュー処理の手順を示すフローチャートを示す。

【図 1 8】従来技術を説明する図を示す。

【符号の説明】

【 0 1 1 4 】

1 0 0 情報処理システム

1 0 1、1 0 2、1 0 3、1 0 4、1 0 5 記憶装置

1 1 0 情報処理装置

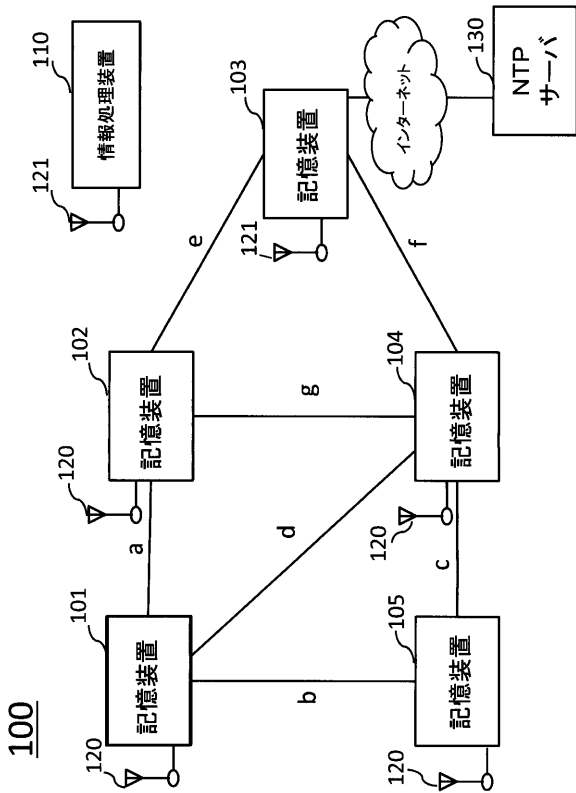
50

- 1 2 0、1 2 1 無線部
- 1 3 0 NTPサーバ 1 3 0
- 2 0 1 制御装置
- 2 0 2 CPU
- 2 0 3 メモリ
- 2 0 4 記憶部側アダプタ
- 2 0 5 記憶部
- 2 0 6 ネットワーク側アダプタ
- 2 0 7 無線制御部
- 3 0 1 送受信部
- 3 0 2 グループ決定部
- 3 0 3 応答時間計測部
- 3 0 4 経路決定部
- 3 0 5 ID生成部
- 3 0 6 排他処理部
- 3 0 7 データ更新部
- 3 1 1 データ記憶部
- 3 1 2 識別番号記憶部
- 3 1 3 応答時間情報記憶部
- 3 1 4 送信経路情報記憶部
- 3 1 5 排他処理情報記憶部

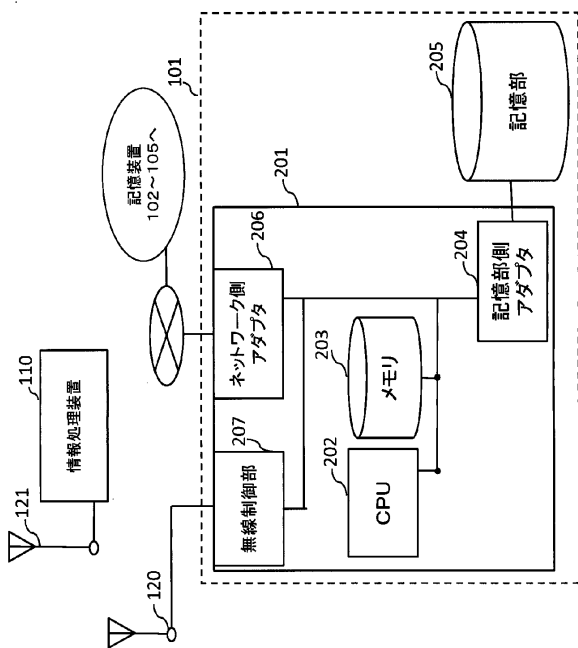
10

20

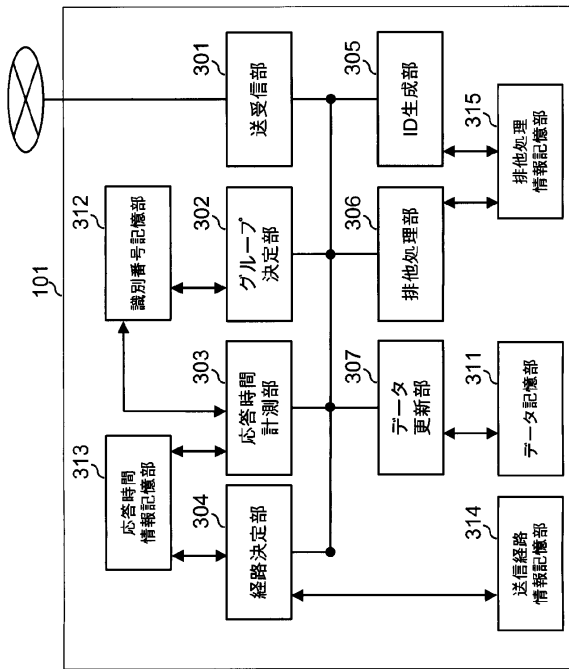
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

400

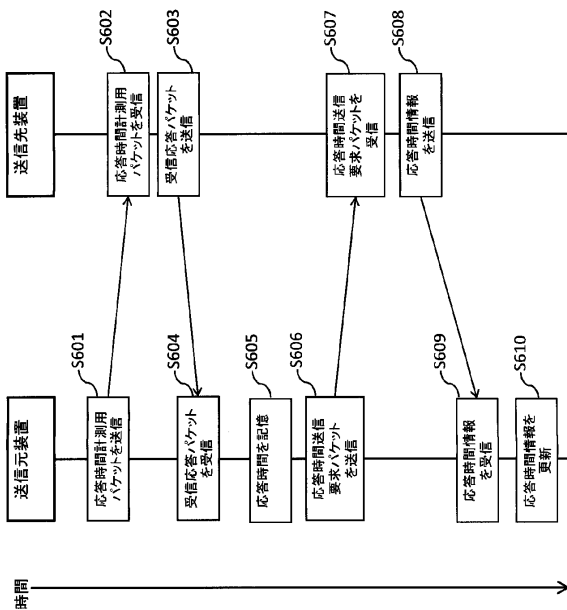
識別番号
0x0001
0x0002
0x0003
0x0004
0x0005

【図5】

500

送信元識別番号	送信先識別番号	応答時間 [sec]
0x0001	0x0002	4.5
0x0001	0x0004	3.0
0x0001	0x0005	7.5

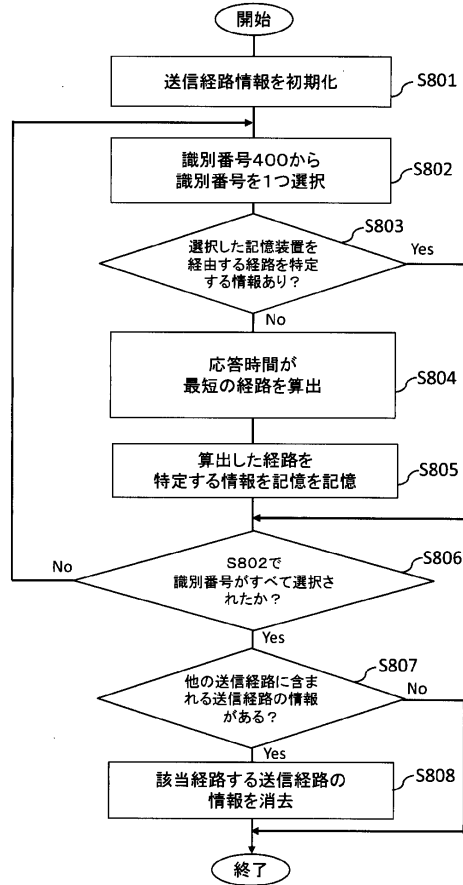
【図6】



【図7】

700	701	702	703
コピー元 識別番号	コピー先 識別番号	コピー先 識別番号	応答時間 [sec]
0x0001	0x0002	0x0002	4.5
0x0001	0x0004	0x0004	3.5
0x0001	0x0005	0x0005	7.5
0x0002	0x0001	0x0001	4.5
0x0002	0x0003	0x0003	2.0
0x0002	0x0004	0x0004	1.5
0x0003	0x0002	0x0002	2.0
0x0003	0x0004	0x0004	3.5
0x0004	0x0001	0x0001	3.5
0x0004	0x0002	0x0002	1.5
0x0004	0x0003	0x0003	3.5
0x0004	0x0004	0x0004	4.5
0x0005	0x0001	0x0001	7.5
0x0005	0x0004	0x0004	4.5

【図8】

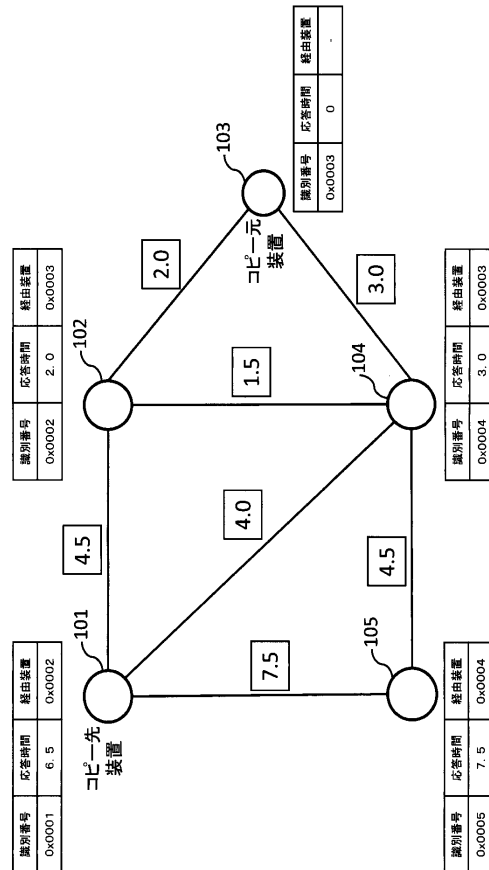


【図9】

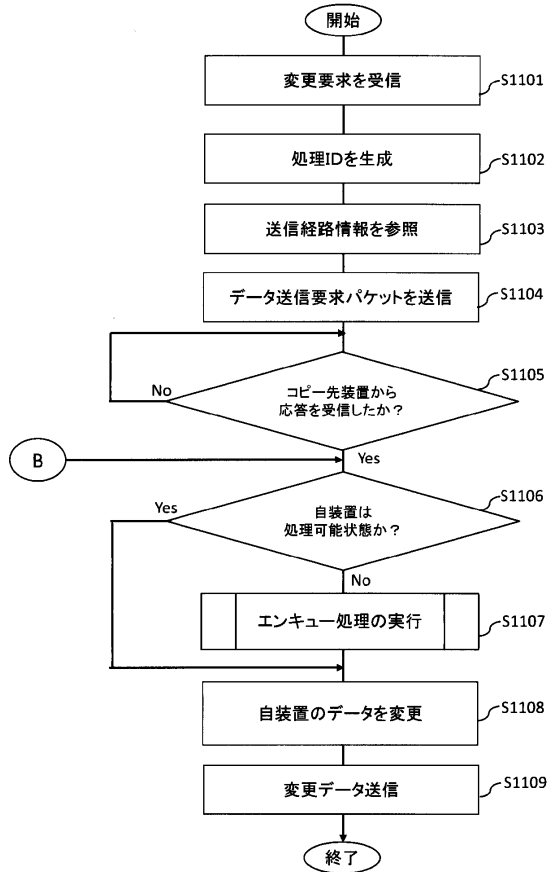
900

コピー元識別番号	経路	コピー先識別番号
0x0003	0x0002	0x0001
0x0003	0x0004	0x0005

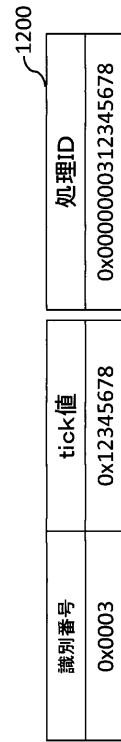
【図10】



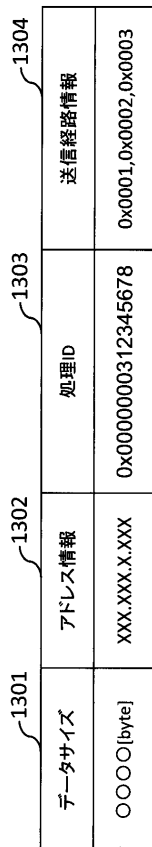
【図11】



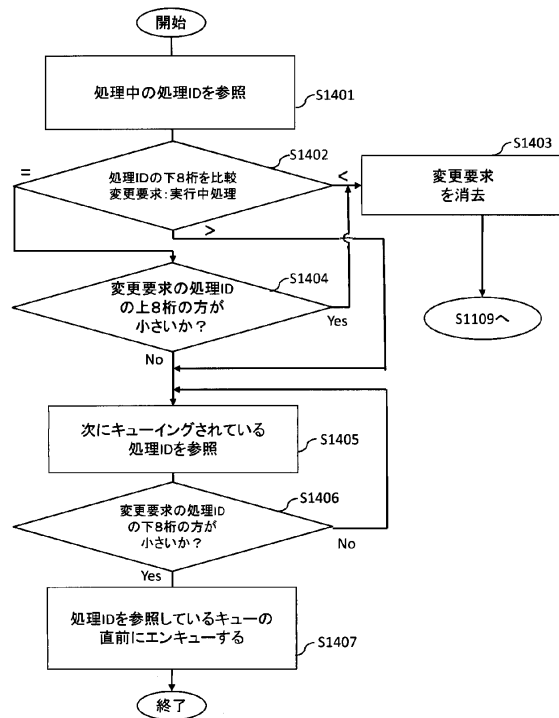
【図12】



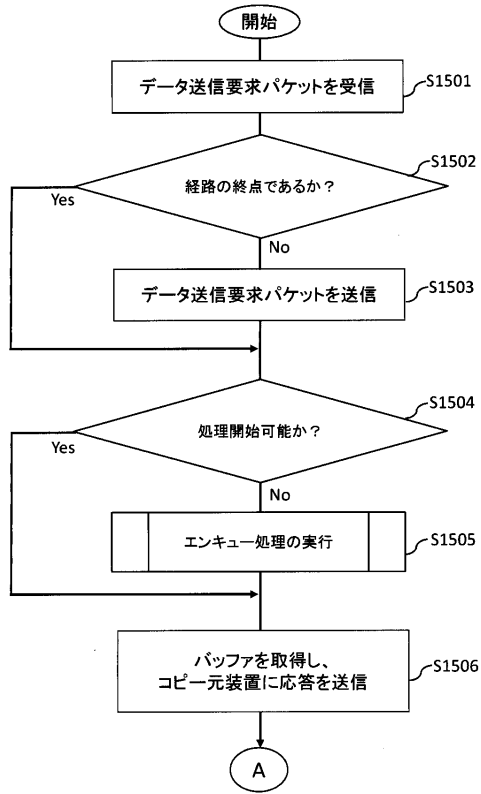
【図13】



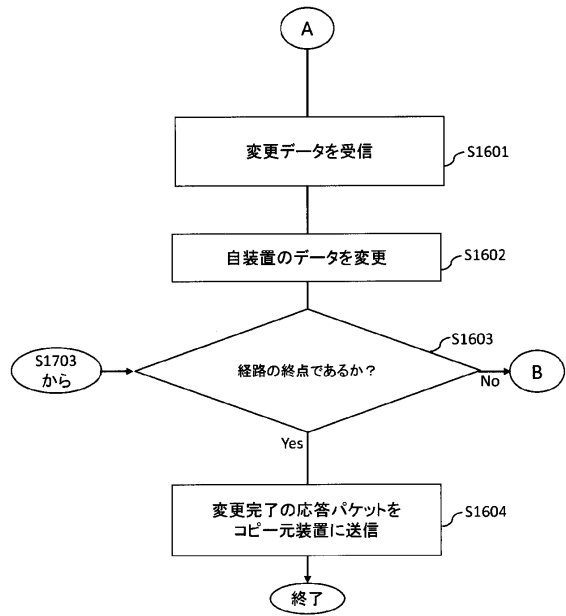
【図14】



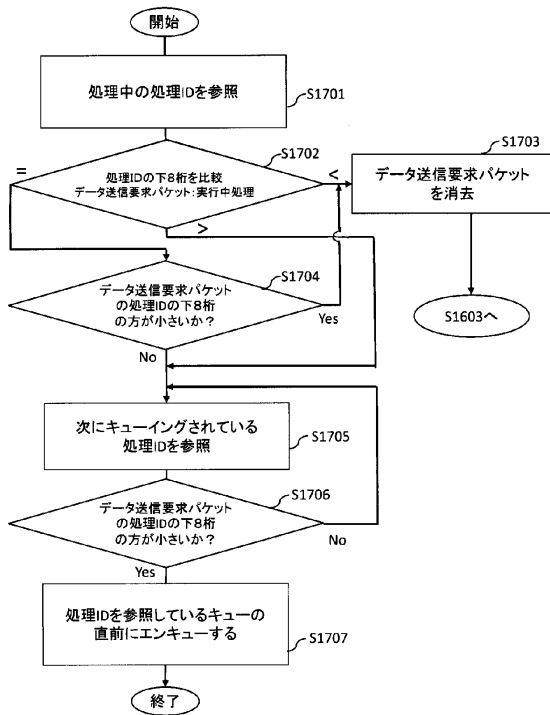
【図15】



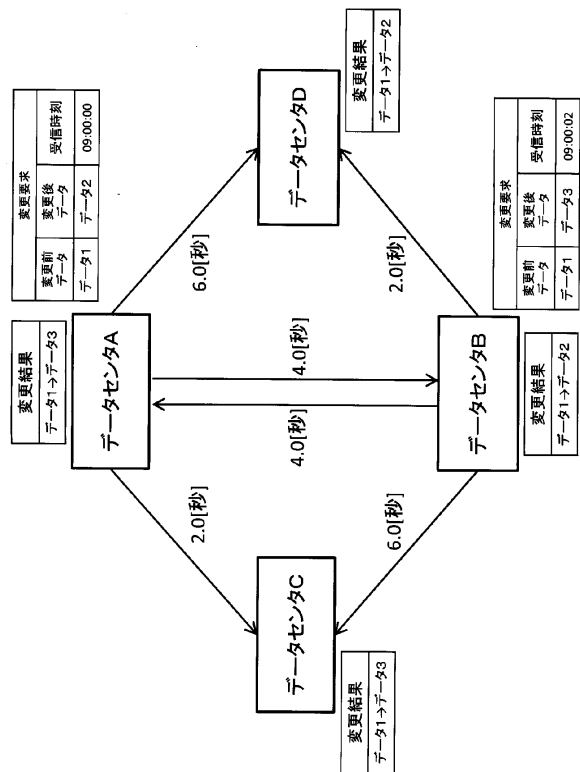
【図16】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-128414(JP,A)
特開2006-252373(JP,A)
特開2004-94433(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F3/06-3/08
12/00
13/00