

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-270914

(P2006-270914A)

(43) 公開日 平成18年10月5日(2006.10.5)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4L 12/28 (2006.01)	HO4L 12/28 307	2F073
HO4B 7/26 (2006.01)	HO4B 7/26 A	5K030
HO4Q 7/38 (2006.01)	HO4B 7/26 109M	5K033
GO8C 15/00 (2006.01)	HO4B 7/26 X	5K067
GO8C 17/00 (2006.01)	GO8C 15/00 E	
審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 24 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2005-297916 (P2005-297916)	(71) 出願人	392026693 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ
(22) 出願日	平成17年10月12日 (2005.10.12)		東京都千代田区永田町二丁目11番1号
(31) 優先権主張番号	特願2005-47229 (P2005-47229)	(74) 代理人	100066980 弁理士 森 哲也
(32) 優先日	平成17年2月23日 (2005.2.23)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100075579 弁理士 内藤 嘉昭
		(74) 代理人	100103850 弁理士 崔 秀▲てつ▼
		(72) 発明者	大倉 昭人 東京都千代田区永田町二丁目11番1号 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内
		(72) 発明者	佐々木 純 東京都千代田区永田町二丁目11番1号 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内
			最終頁に続く

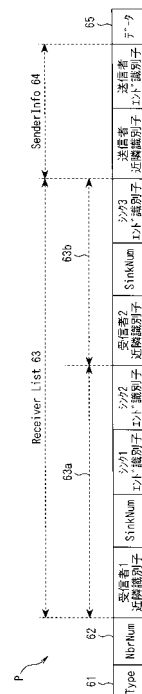
(54) 【発明の名称】 センサ端末、センサ端末の制御方法

(57) 【要約】

【課題】 複数のセンサ端末によって構成されるセンサネットワークにおいて、消費電力を低減しつつ、近隣センサ端末への一括データ送信を行う。

【解決手段】 識別子を列挙したバケット構造を採用することで、集約処理されたパケットを送受信する。これにより、本来別々に送信しなければならないパケットを1つにまとめることができ、センサネットワークシステム全体の消費電力を低減できる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

同一のデータを、送信先である N 個の目的端末に送信する場合に、該目的端末の識別子と自端末に近接する近接端末の M 個 (N、M は、自然数かつ少なくとも一方は 2 以上) の識別子とからなる識別子の組を、少なくとも 1 つ含むパケットであるデータパケットを作成するパケット作成手段を含むことを特徴とするセンサ端末。

【請求項 2】

前記パケット作成手段は、外部からの要求に回答して前記データパケットを作成することを特徴とする請求項 1 記載のセンサ端末。

【請求項 3】

前記目的端末及び前記近接端末の識別子を含むルーティングテーブルを更に含み、前記パケット作成手段は前記ルーティングテーブルを参照して前記データパケットを作成することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のセンサ端末。

10

【請求項 4】

送信先である N 個の目的端末の識別子と自端末に近接する近接端末の M 個 (N、M は、自然数かつ少なくとも一方は 2 以上) の識別子とからなる識別子の組を、少なくとも 1 つ有するパケットを受信するセンサ端末であって、前記パケットに含まれている、識別子の組に基づいて、自端末が該パケットの受信対象であるか判断する受信パケット解析手段と、前記受信パケット解析手段により自端末が該パケットの受信対象であると判断された場合に、前記目的端末に向けて該パケットを転送するために識別子の書き替えを行う手段とを含むことを特徴とするセンサ端末。

20

【請求項 5】

前記受信パケット解析手段により自端末が該パケットの受信対象であると判断され、かつ、該パケットに近接端末の識別子が複数含まれている場合に、その含まれている順番に応じたタイミングで確認応答パケットを返信する手段を更に含むことを特徴とする請求項 4 記載のセンサ端末。

【請求項 6】

自端末に近接する近接端末の識別子を複数有するデータ送信要求パケットを作成するパケット作成手段と、前記パケット作成手段により作成されたデータ送信要求パケットを送信する手段とを含むことを特徴とするセンサ端末。

30

【請求項 7】

自端末に近接する近接端末の識別子を複数有するデータ送信要求パケットを受信するセンサ端末であって、前記データ送信要求パケットに含まれている順番に応じたタイミングで、受信準備完了パケットを返信する手段を含むことを特徴とするセンサ端末。

【請求項 8】

前記パケット作成手段は、識別子の組に、当該識別子の組より少ない情報量で表された代用識別子に対応付けたデータパケットを作成し、以後は識別子の組に代えて代用識別子を付与したデータパケットを作成し、

同一の識別子の組に対し複数回データパケットを送信する場合、初めに識別子の組と代用識別子とを含むデータパケットを送信し、以後のデータパケット送信では、識別子の組を含まず代用識別子を含んだデータパケットを送信することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 までのいずれか 1 項に記載のセンサ端末。

40

【請求項 9】

識別子の組と、識別子の組をより少ない情報量で代用した代用識別子とを含むデータパケットを初めて受信した際に、前記識別子の組と前記代用識別子との対応を記憶する記憶手段と、前記識別子の組を含まず前記代用識別子を含むデータパケットを受信した際に、前記記憶手段に記憶した前記識別子の組と前記代用識別子との対応から、自端末が該パケットの受信対象であるか判断する判断手段とを更に備えたことを特徴とする請求項 4 又は請求項 5 記載のセンサ端末。

【請求項 10】

50

同一のデータを、送信先であるN個の目的端末に送信する場合に、該目的端末の識別子と自端末に近接する近接端末のM個（N、Mは、自然数かつ少なくとも一方は2以上）の識別子とからなる識別子の組を、少なくとも1つ含むパケットであるデータパケットを送信側端末から送信する送信ステップと、前記データパケットを受信した受信側端末において、該データパケットに含まれている、識別子の組に基づいて、自端末が該パケットの受信対象であるか判断する判断ステップと、前記判断ステップにより自端末が該パケットの受信対象であると判断された場合に、前記目的端末に向けて該パケットを転送するために識別子の書き替えを行う識別子書き替えステップとを含むことを特徴とするセンサ端末の制御方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明はセンサ端末、センサ端末の制御方法に関し、特にセンサネットワークを構成するためのセンサ端末、センサ端末の制御方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

（一般的なセンサネットワーク）

ユーザが特に意識することなく、様々な環境で最適なサービスを楽しむことができるユビキタス社会の実現に向け、微小なセンサ端末からなるセンサネットワークの検討が進められている。これらのセンサ端末は環境中の様々な場所に設置され、ユーザの嗜好や状態、また環境情報など多様な情報取得を行う。さらに災害現場や複雑なパイプラインなど、従来観測が困難だった環境での幅広い利用も期待されている。

20

【0003】

センサネットワークでは、情報を収集するセンサ端末を「Sink」、情報を発信するセンサ端末のことを「Source」と呼ぶ。また、センサ端末間の無線通信の制御信号として、送信要求信号をRTS（Request To Send）信号、受信準備完了信号をCTS（Clear To Send）信号、確認応答をACK（Acknowledgment）信号と呼ぶ。

センサ端末の通信における識別子は、IPネットワークで利用されるIPアドレスやMACアドレスとは異なる方式が提案されている。IPアドレス相当のエンドエンド（つまり送信端末及び受信端末）の識別子（以下、エンド識別子）については、アドレス設定負荷を減らすため属性の提案がなされている（非特許文献1参照）。また、MACアドレスは48ビットと冗長であるため、より少ないビット長を近隣間での識別子（以下、近隣識別子）として利用する方式等も提案されている（非特許文献2参照）。

30

【0004】

既存のセンサネットワークでこれらの識別子を用いて実際に通信を行う場合、アドレス長などは変化するが、図16に示されているような既存のIP・MACに近いフレーム構成がとられる。同図に示されている、センサパケットは、1ホップ（hop）の識別のための「受信者近接識別子」及び「送信者近接識別子」と、エンドエンドの識別のための「受信者エンド識別子」及び「送信者エンド識別子」とをデータに付加した構造をなしている。そして、このセンサパケットは、1ホップ毎に近隣識別子が書き替えられながら、目的のセンサ端末まで転送される。

40

【0005】

ここで、センサパケットの送信の様子が図17に示されている。同図には2つのセンサ端末が実線円形で示されている。各実線円形内の数字は、そのセンサ端末の近隣識別子である。

同図において、センサA（Sensor A）からセンサB（Sensor B）にデータを送る場合、センサAは、1ホップの識別のための受信者近隣識別子「2」及び送信者近接識別子「1」と、受信者エンド識別子「B」及び送信者エンド識別子「A」とをデータ「DATA」に付加したセンサパケットP11を作成する。

【0006】

50

このセンサパケット P 1 1 がセンサ A から送信されると、センサ A に近接するセンサ C (S e n s o r C) がそれを受信し、受信者近隣識別子を「 3」、送信者近接識別子を「 2」に書き替えたセンサパケット P 2 2 を作成する。このセンサパケット P 2 2 がセンサ C から送信されると、センサ C に近接するセンサ D (S e n s o r D) がそれを受信し、受信者近隣識別子を「 4」、送信者近接識別子を「 3」に書き替えたセンサパケット P 3 3 を作成する。このセンサパケット P 3 3 がセンサ D から送信されると、センサ D に近接するセンサ B がそれを受信する。

以上のように、センサパケットは、1 ホップ毎に近隣識別子が書き替えられて伝達される。

【 0 0 0 7】

10

(センサネットワークに適した無線技術)

センサネットワークに適した無線技術として、省電力化を意識した様々な提案がされている。S M A C では近隣センサ間で同期をとり Active / Sleep のスケジューリングを行い、Active 時のみ通信を行ったり、1 回の R T S 信号 / C T S 信号でデータ送信を完了するなど様々な省電力化を実現している (非特許文献 3 参照) 。

T M A C はさらにデータをパースト的に送信することで Active 時間を短縮し、また Active 時に通信が競合した場合には、通信可能時刻を明示的に指定することで Sleep 時間の延長と通信の確実性を両立させている (非特許文献 4 参照) 。

【 0 0 0 8】

【特許文献 1】William Adjie-Winoto、 Elliot Schwartz、 Hari Balakrishnan、 Jeremy Lilley、 The design and implementation of an intentional naming system、 Proc . 1 7 t h ACM SOSP、 Kiawah Island、 SC、 Dec . 1 9 9 9 .

20

【非特許文献 2】Jeremy Elson and Deborah Estrin、 Random、 Ephemeral Transaction Identifiers in Dynamic Sensor Networks、 Proceedings of the Twenty First International Conference on Distributed Computing Systems (ICDCS-21)、 Phoenix、 Arizona、 April 2 0 0 1 .

【非特許文献 3】Wei Ye and John Heidemann and Deborah Estrin、 “ An Energy Efficient M A C Protocol for Wireless Sensor Networks、 ” In Proceedings 2 1 s t International Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communications Societies、 2 0 0 2 .

30

【非特許文献 4】Tijds van Dam、 Koen Langendoen、 “ An adaptive energy-efficient M A C protocol for wireless sensor networks、 ” In Proceedings of the 1 s t international conference on Embedded networked sensor systems、 2 0 0 3 .

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 9】

上記従来のセンサネットワークにかかる無線通信制御方式では、その通信フレームと制御信号とについて、I P ネットワークの無線 L A N などに利用される 8 0 2 . 1 1 を基本としている。このため、送信センサ端末に対し、複数の受信センサ端末が存在する場合には、以下に示すような問題点があった。

40

すなわち、上記従来技術にかかる無線通信制御方式では、無線通信範囲内に複数の通信相手センサがいる場合、通信相手毎に R T S 信号 / C T S 信号 / A C K 信号といった制御信号や、データをやり取りしていた。そのため、R T S 信号とデータは送信者が一度送信すれば各センサに届いているにもかかわらず (データを無線送信するため、各センサまで届いているにもかかわらず受信する仕組みがなく、自端末が受信端末であると認識できない)、センサ毎に通信が行われるため複数回の冗長な R T S 信号 / データ通信が発生していた。このことについて、図 1 8 及び図 1 9 を参照して説明する。

【 0 0 1 0】

図 1 8 には 7 つのセンサ端末が実線円形で示されている。各実線円形内の数字は、そのセンサ端末の近隣識別子である。同図において、破線で示されている円形は、S o u r c

50

e A から直接に無線送信可能な範囲である。この状態において、S o u r c e A から、S i n k B 及び S i n k C にセンサパケットを送信する場合を考える。

この場合、S o u r c e A は、受信者近隣識別子「1」及び送信者近接識別子「0」と、受信者エンド識別子「B」及び送信者エンド識別子「A」とをデータ「D A T A」に付加したセンサパケット P 1 2 を作成する。このセンサパケット P 1 2 が S o u r c e A から送信されると、受信者近隣識別子が「1」であるセンサ端末 D が受信する。

【0011】

また、S o u r c e A は、受信者近隣識別子「4」及び送信者近接識別子「0」と、受信者エンド識別子「C」及び送信者エンド識別子「A」とをデータ「D A T A」に付加したセンサパケット P 2 1 を作成する。このセンサパケット P 2 1 が S o u r c e A から送信されると、受信者近隣識別子が「4」であるセンサ端末 E が受信する。

このように、S i n k B、S i n k C のそれぞれに向けて、別々のセンサパケットが送信されることになる。このように別々のセンサパケットが送信される場合、図 1 9 (a) に示されているように、複数回の送受信処理が行われる。すなわち、S o u r c e A とセンサ端末 D との間で、R T S 信号、C T S 信号が授受された後、D A T A であるセンサパケット P 1 2 が送信され、最後に A C K 信号が返ってくることになる。なお、同図 (a) 中の R T S 信号、C T S 信号、A C K 信号は、同図 (b) に示されているように、データ・制御信号等を区別する識別用のフィールドである Type フィールド 6 1、受信対象の近隣センサの識別子を表す ReceiverList フィールド 6 3、及び、送信近隣センサの近隣識別子と送信 S o u r c e のエンド識別子用の SenderInfo フィールド 6 4 を含んで構成されている。

【0012】

さらに、S o u r c e A とセンサ端末 E との間で、R T S 信号、C T S 信号が授受された後、D A T A であるセンサパケット P 2 1 が送信され、最後に A C K 信号が返ってくることになる。

このように別々のセンサパケットが送信され、複数回の送受信処理が行われると、電力消費が増大することになる。これを解決するためには、ブロードキャストを利用することにより、一度の通信で複数の近隣センサにデータを届けることも考えられる。その場合、ブロードキャストアドレスが指定され、送信側のセンサ端末によるあて先の指定はないため、受信データを次のセンサに転送するかどうかはデータを受信した近隣センサが自律的に決定することになる。

【0013】

例えば、図 2 0 に示されているように、S o u r c e A からブロードキャストアドレス「A L L」を含むセンサパケット P 5 については、周囲の複数のセンサ端末 D、E、F、及び G の全てがそれを中継することになる。この場合、周囲のセンサのうち、センサ端末 D 及び E のみがセンサパケット P 5 を中継処理すれば、全 S i n k にデータを届けることができる。しかしながら、この場合、センサ端末 F とセンサ端末 G は自分が中継しなくてよいことを容易に判断することはできない。そして、不要な中継処理を行うと各センサ端末の消費電力に大きな影響を与え、必要な中継処理が行われないと全ての S i n k にデータを届けることができないという問題がある。

【0014】

また、上述したブロードキャストは送信相手が特定されないため、上述した R T S 信号に対する C T S 信号及びデータに対する A C K 信号がどのようなタイミングで送信されるか、またその信号数も分からない。このため、R T S 信号 / C T S 信号の衝突が生じることがあり、その衝突を回避できない。よって、上記のブロードキャストは、安定したデータ通信には不向きである。

本発明は、上記問題点を解決しつつ、複数の近隣センサ端末への一括データ送信を実現できるセンサ端末、センサ端末の制御方法の提供を目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0015】

10

20

30

40

50

本発明の請求項 1 によるセンサ端末は、同一のデータを、送信先である N 個の目的端末に送信する場合に、該目的端末の識別子と自端末に近接する近接端末の M 個 (N、M は、自然数かつ少なくとも一方は 2 以上) の識別子とからなる識別子の組を、少なくとも 1 つ含むパケットであるデータパケット (例えば、図 1 中のデータパケット P) を作成するパケット作成手段 (例えば、図 5 中及び図 6 中の送信データパケット作成部 1 5 に対応) を含むことを特徴とする。送信側端末が明示的に受信センサ毎に中継すべきシンクを指定したデータパケットを作成し、これを送信することにより、複数近隣センサに同一のデータを送信する場合、複数回の通信を行うことなく 1 度の通信で済ませることができるので、無線通信の回数を低減でき、センサ端末同士の通信の省電力化を実現できる。

【 0 0 1 6 】

10

本発明の請求項 2 によるセンサ端末は、請求項 1 において、前記パケット作成手段は、外部からの要求に応答して前記データパケットを作成することを特徴とする。外部からの要求があった場合において、複数近隣センサに同一のデータを送信する場合、複数回の通信を行うことなく 1 度の通信で済ませることができるので、無線通信の回数を低減でき、センサ端末同士の通信の省電力化を実現できる。

【 0 0 1 7 】

本発明の請求項 3 によるセンサ端末は、請求項 1 又は 2 において、前記目的端末及び前記近接端末の識別子を含むルーティングテーブル (例えば、図 5 中及び図 6 中のルーティングテーブル 1 4 に対応) を更に含み、前記パケット作成手段は前記ルーティングテーブルを参照して前記データパケットを作成することを特徴とする。ルーティングテーブルを参照することにより、送信側端末が明示的に受信センサ毎に中継すべきシンクを指定したデータパケットを作成できる。

20

【 0 0 1 8 】

本発明の請求項 4 によるセンサ端末は、送信先である N 個の目的端末の識別子と自端末に近接する近接端末の M 個 (N、M は、自然数かつ少なくとも一方は 2 以上) の識別子とからなる識別子の組を、少なくとも 1 つ有するパケットを受信するセンサ端末であって、前記パケットに含まれている、識別子の組に基づいて、自端末が該パケットの受信対象であるか判断する受信パケット解析手段 (例えば、図 5 中及び図 6 中の受信パケット解析部 1 2 に対応) と、前記受信パケット解析手段により自端末が該パケットの受信対象であると判断された場合に、前記目的端末に向けて該パケットを転送するために識別子の書き替えを行う手段 (例えば、図 5 中及び図 6 中の送信データパケット作成部 1 5 に対応) とを含むことを特徴とする。識別子の組に基づいて、パケットの受信対象であるか判断するので、受信対象でない場合にはその後の処理を行う必要がなくなり、消費電力を低減できる。

30

【 0 0 1 9 】

本発明の請求項 5 によるセンサ端末は、請求項 4 において、前記受信パケット解析手段により自端末が該パケットの受信対象であると判断され、かつ、該パケットに近接端末の識別子が複数含まれている場合に、その含まれている順番に応じたタイミングで確認応答パケットを返信する手段 (例えば、図 6 中の送信タイミング制御部 1 6 3 に対応) を更に含むことを特徴とする。このようなタイミングで確認応答パケットを返信することにより、確認応答パケット同士の衝突を回避できる。

40

【 0 0 2 0 】

本発明の請求項 6 によるセンサ端末は、自端末に近接する近接端末の識別子を複数有するデータ送信要求パケットを作成するパケット作成手段 (例えば、図 6 中の送信タイミング制御部 1 6 2 に対応) と、前記パケット作成手段により作成されたデータ送信要求パケットを送信する手段 (例えば、図 6 中の送信タイミング制御部 1 6 3 に対応) とを含むことを特徴とする。このようなデータ送信要求パケットを作成することにより、データ要求を集約することができるので、無線通信の回数を低減でき、センサ端末同士の通信の省電力化を実現できる。

【 0 0 2 1 】

50

本発明の請求項7によるセンサ端末は、自端末に近接する近接端末の識別子を複数有するデータ送信要求パケット（例えば、図2中のRTS信号Rに対応）を受信するセンサ端末であって、前記データ送信要求パケットに含まれている順番に応じたタイミングで、受信準備完了パケットを返信する手段（例えば、図6中の送信タイミング制御部163に対応）を含むことを特徴とする。このようなタイミングで受信準備完了パケットを返信することにより、受信準備完了パケット同士の衝突を回避できる。

【0022】

本発明の請求項8によるセンサ端末は、請求項1から請求項3までのいずれか1項において、前記パケット作成手段は、識別子の組に、当該識別子の組より少ない情報量で表された代用識別子に対応付けたデータパケットを作成し、以後は識別子の組に代えて代用識別子を付与したデータパケットを作成し、

10

同一の識別子の組に対し複数回データパケットを送信する場合、初めに識別子の組と代用識別子とを含むデータパケットを送信し、以後のデータパケット送信では、識別子の組を含まず代用識別子を含んだデータパケットを送信することを特徴とする。このような構成によれば、2回目以降のパケット送信時にはパケットヘッダのオーバーヘッドを減少させ通信の省電力化を実現できる。

【0023】

本発明の請求項9によるセンサ端末は、請求項4又は5において、識別子の組と、識別子の組をより少ない情報量で代用した代用識別子とを含むデータパケットを初めて受信した際に、前記識別子の組と前記代用識別子との対応を記憶する記憶手段と、前記識別子の組を含まず前記代用識別子を含むデータパケットを受信した際に、前記記憶手段に記憶した前記識別子の組と前記代用識別子との対応から、自端末が該パケットの受信対象であるか判断する判断手段とを更に備えたことを特徴とする。このような構成によれば、代用識別子を含むパケットを受信したときに、識別子の組と代用識別子との対応関係に基づき、その後の受信処理や転送処理が可能になる。

20

【0024】

本発明の請求項10によるセンサ端末の制御方法は、同一のデータを、送信先であるN個の目的端末に送信する場合に、該目的端末の識別子と自端末に近接する近接端末のM個（N、Mは、自然数かつ少なくとも一方は2以上）の識別子とからなる識別子の組を、少なくとも1つ含むパケットであるデータパケットを送信側端末から送信する送信ステップと、前記データパケットを受信した受信側端末において、該データパケットに含まれている、識別子の組に基づいて、自端末が該パケットの受信対象であるか判断する判断ステップと、前記判断ステップにより自端末が該パケットの受信対象であると判断された場合に、前記目的端末に向けて該パケットを転送するために識別子の書き替えを行う識別子書き替えステップとを含むことを特徴とする。このようにセンサ端末を制御すれば、複数近隣センサに同一のデータを送信する場合、複数回の通信を行うことなく1度の通信で済ませることができるので、無線通信の回数を低減でき、センサ端末同士の通信の省電力化を実現できる。

30

【発明の効果】**【0025】**

本発明によれば、複数近隣センサに同一のデータを送信する場合、複数回の通信を行うことなく1度の通信で済ませることができ、かつ、ブロードキャストのように受信センサが自律的にその後の処理を決定するのではなく、送信側端末が明示的に受信センサ毎に中継すべきシンクを指定することで、データの不達や冗長なデータ信号発生を抑制できる。これにより、無線通信の回数を低減でき、センサ端末同士の通信の省電力化を実現できる効果がある。消費電力を低減して電源容量を小さくできるので、センサ端末全体の大きさをより小さくできるという効果がある。

40

【発明を実施するための最良の形態】**【0026】**

以下、本発明の実施の形態を、図面を参照して説明する。なお、以下の説明において参

50

照する各図では、他の図と同等部分は同一符号によって示されている。

(無線パケット構造例)

図1は、本実施形態のセンサ端末を用いたセンサネットワークシステムにおいて、送信側のセンサ端末が、同一のデータを複数の近隣センサに一括送信する場合のパケット構造例を示す図である。

【0027】

同図において、パケットPは、Typeフィールド61、NbrNumフィールド62、ReceiverListフィールド63、SenderInfoフィールド64が、データ65に付加された構造になっている。

Typeフィールド61は、データ・制御信号を区別する識別用のフィールドである。

10

NbrNumフィールド62は、送信対象となる複数近隣センサの数を表すフィールドである。本例では、近隣の受信者1及び受信者2に送信するので、NbrNumフィールドの値は「2」である。送信先が単数の場合には、このフィールドの値は「1」になる。もっとも、送信先が単数の場合には、NbrNumフィールド62を設けないことにしてもよい。

【0028】

ReceiverListフィールド63は、受信リストを示すフィールドである。このフィールドには、(1)受信対象の近隣センサの近隣識別子、(2)その近隣センサが送信先とすべきSinkの数「SinkNum」、(3)その近隣センサが送信先とすべきSinkのエンド識別子とからなる組が、NbrNumフィールドの値に対応する数だけ列挙される。本例では、「受信者1近接識別子」、「SinkNum」、「Sink1エンド識別子」、「Sink2エンド識別子」の組63aと、「受信者2近接識別子」、「SinkNum」、「Sink3エンド識別子」の組63bとが含まれている。前者の組63aは、Sink1及びSink2を目的端末としたパケットを近隣の受信者1が送信するという内容であり、「SinkNum」の値は「2」である。後者の組63bは、Sink3を目的端末としたパケットを近隣の受信者2が送信するという内容であり、「SinkNum」の値は「1」である。

20

【0029】

SenderInfoフィールド64には、送信近隣センサの近隣識別子と送信Sourceのエンド識別子用のフィールドである。

以上が本発明のセンサ端末において、データを送信する際の無線パケットPの基本構造である。なお、必要に応じて「Duration」など802.11等の無線規格で標準に提供されるフィールドが付加される。

30

【0030】

(パケットの送受信)

データ送信の場合、送信センサは上記無線パケットPを発信する。このパケットPを受信した近隣のセンサ端末は、自端末の近隣識別子が、ReceiverListフィールド63に含まれているとき、自端末の近隣識別子に対応する送信先Sinkのエンド識別子を検出し、そのSinkに対して引き続きデータの転送を行う。

これに対し、ReceiverListフィールド63に自端末の近隣識別子が含まれていないセンサ端末は、通常の802.11等のように転送等は行わず、通信が終了するまで待機する。

40

【0031】

(無線制御信号の構造例)

また、RTS信号/CTS信号/ACK信号の各信号授受による無線制御を行う場合、CTS信号、ACK信号の両信号については、図19(b)に示されている構造と同様である。これに対し、RTS信号については、図19(b)に示されている構造とは異なる。すなわち、図2に示されているように、RTS信号Rには、NbrNumフィールド62が追加され、このフィールドには送信対象となる複数の近隣センサの数を表す値が含まれる。そして、RTS信号RのReceiverListフィールド63には、受信対象の近隣センサの識別子が、NbrNumフィールド62の値に対応する数だけ列挙される。例えば、NbrNumフィー

50

ルド62の値が「2」である場合、「近隣1近隣識別子」と「近隣4近隣識別子」とが列挙される。

以上が本実施形態のセンサ端末同士の間で授受されるRTS信号の基本構造である。なお、必要に応じてDurationなど802.11等の無線規格で標準に提供されるフィールドが付加される。

【0032】

(無線制御信号の送受信)

図2に示されているRTS信号を受信したセンサ端末(以下、受信センサ端末と呼ぶ)は、自端末の近隣識別子がReceiverListフィールドに含まれている場合、送信元の近隣識別子に対しCTS信号の返信を行う。このCTS信号の返信は、複数の受信センサ端末間のCTS信号が衝突しないように時間を分けて行われる。具体的には、ReceiverListフィールドに列挙されている識別子の順番に、一定時間を積算したタイミングを基として各受信センサ端末はCTS信号の送信を行う。こうすることにより、CTS信号の送信タイミングが、各受信センサ端末で異なるものとなり、CTS信号の衝突が回避できる。一般に、センサ端末のデータ送信速度は数十Kbpsなので、積算する時間はこれを考慮した時間とする。

10

【0033】

全てのCTS信号を受信した送信センサは、図1に示されているパケット構造でデータパケットを送信する。これにより、複数近隣センサに同一のデータを送信する場合、パケットを複数回送信するのではなく(図18参照)、図3に示されているように1度の通信で済ませることができる。すなわち、同図に示されているように、SourceAは、受信者近隣識別子「1」及び受信者エンド識別子「B」、受信者近隣識別子「4」及び受信者エンド識別子「C」、送信者近隣識別子「0」及び送信者エンド識別子「A」をデータ「DATA」に付加したセンサパケットPを作成する。このセンサパケットPがSourceAから送信されると、受信者近隣識別子が「1」であるセンサ端末D、受信者近隣識別子が「4」であるセンサ端末Eがそれぞれ受信することになる。このように、複数のパケットを1つに集約することができる。なお、図3においては、簡単のためType、NbrNum、SinkNumの各フィールドは表示されていない。

20

【0034】

データパケットを正常に受信したセンサ端末D、Eは、送信者であるSourceAに対しACK信号を返信する。このACK信号の送信についても、CTS信号の送信の際と同様に衝突を回避するため、ReceiverListフィールドに含まれている識別子の順番に一定時間を積算したタイミングを基にして行われる。

30

RTS信号の集約、データパケットの集約が行われ、かつ、CTS信号及びACK信号の衝突が回避される結果、図4に示されているように、SourceAからセンサ端末D、Eに、集約されたRTS信号が送信された後、異なるタイミングでCTS信号が返信される。その後、DATAである集約されたセンサパケットが送信され、異なるタイミングでACK信号が返ってくることになる。

【0035】

以上のように、本実施形態のセンサ端末によれば、ブロードキャストの場合(図20参照)のように受信センサが自律的にその後の処理を決定するのではなく、送信者が明示的に受信センサ毎に中継すべきシンクを指定することで、データの不達や冗長なデータ信号発生を抑制できる。

40

また、RTS信号/CTS信号/ACK信号による無線制御を行う場合は、RTS信号を1つのパケットに集約ことができ、かつ、複数のセンサから返信されるCTS信号/ACK信号にリスト順に基づく時間差を与えているため衝突回避も実現でき、省電力通信と確実な通信とを両立することができる。

【0036】

(センサ端末の構成例1)

図5は、本実施形態にかかるデータの無線通信を行うセンサ端末の構成例を示すブロッ

50

ク図であり、データ送信の際に、R T S 信号等の無線制御を行わない場合の構成例を示すブロック図である。同図において、本例のセンサ端末は、入出力インタフェース 1 1 と、受信パケット解析部 1 2 と、データベース 1 3 と、ルーティングテーブル 1 4 と、送信データパケット作成部 1 5 とを含んで構成されている。

このような構成において、入出力インタフェース 1 1 は、他のセンサ端末からパケットを受信すると、受信パケット解析部 1 2 にそのパケットを転送する。また、入出力インタフェース 1 1 は、送信データパケット作成部 1 5 からパケットが転送されてくると、他のセンサ端末にそのパケットを送信する。

【 0 0 3 7 】

受信パケット解析部 1 2 は、自端末の近隣識別子と自端末のエンド識別子とが Receiver List フィールドに含まれているか解析することによって、自端末がそのパケットの受信対象であるかどうか判断する。例えば、それら識別子の上位数ビットが Receiver List フィールドに含まれていれば、自端末がそのパケットの受信対象であると判断できる。この判断の結果、それらが Receiver List フィールドに含まれている場合、データベース 1 3 へのデータ収容や、送信データパケット作成部 1 5 へのパケットヘッダ構造の通知を行う。なお、上記の判断の結果、自端末の近隣識別子及びエンド識別子が含まれない場合でも、受信パケット解析部 1 2 は、必要に応じてルーティングテーブル 1 4 の更新を行う。

【 0 0 3 8 】

ルーティングテーブル 1 4 は、後述するように、近隣のセンサ端末の識別子を項目に含んでいる。受信パケット解析部 1 2 において自端末がそのパケットの受信対象であると判断された場合、ルーティングテーブル 1 4 内の対応する項目が選択される。ルーティングテーブル 1 4 において複数の項目が選択された状態において、それらの項目に同一の識別子が含まれていれば、それらを集約できることになり、別々のパケットを作成するのではなく、1 つに集約されたパケットが作成される。

【 0 0 3 9 】

送信データパケット作成部 1 5 は、データパケット転送時あるいは自律的にデータパケットを発信する際に、自端末近隣の端末についての識別子である近隣識別子、自端末のエンド識別子、データベース 1 3 内のデータ、受信パケット解析部 1 2 から必要な情報を収集し、図 1 を参照して説明したパケットを作成する。この作成されたパケットは、入出力インタフェース 1 1 に出力される。

なお、対象物の温度、湿度、気温、位置、時刻、動き、電界強度等、センサ端末の周囲の情報を取得する環境情報取得部をセンサ端末内に追加すれば、外部からの要求やデータパケットを受信していない場合であっても、自律的にデータパケットを送信することができる。

【 0 0 4 0 】

(センサ端末の構成例 2)

図 6 は、本実施形態にかかるデータの無線通信を行うセンサ端末の他の構成例を示すブロック図であり、データ送信の際に、R T S 信号等の無線制御を行う場合の構成例を示すブロック図である。同図において、本例のセンサ端末は、図 5 の構成に、無線制御部 1 6 が追加された構成になっている。無線制御部 1 6 は、データパケットを保存する無線制御用バッファ 1 6 1 と、図 2 を参照して説明した R T S 信号を作成する無線制御パケット作成部 1 6 2 と、C T S 信号及び A C K 信号についての送信タイミングを制御する送信タイミング制御部 1 6 3 とを含んで構成されている。

【 0 0 4 1 】

このような構成において、送信データパケット作成部 1 5 は、作成した送信パケットを無線制御用バッファ 1 6 1 に転送する。無線制御用バッファ 1 6 1 はそのデータパケットを保存しておき、無線制御パケット作成部 1 6 2 に R T S 信号の送信要求を通知する。

R T S 信号の送信要求を受けた無線制御パケット作成部 1 6 2 は、送信データパケットのヘッダを参照して、上述した R T S 信号を作成し、送信タイミング制御部 1 6 3 に出力する。送信タイミング制御部 1 6 3 は、R T S 信号を入出力インタフェース 1 1 に転送す

る。入出力インタフェース 11 は他のセンサ端末に R T S 信号を送信する。

【 0 0 4 2 】

また、他のセンサ端末から R T S 信号を受信した場合、受信パケット解析部 12 は、自端末の近隣識別子と自端末のエンド識別子が ReceiverList フィールドに含まれているか判断する。それらが ReceiverList フィールドに含まれている場合、その R T S 信号は無線制御パケット作成部 162 に転送される。

無線制御パケット作成部 162 は、R T S 信号を送信したセンサ端末をあととした C T S 信号を作成し、送信タイミング制御部 163 に出力する。送信タイミング制御部 163 は、複数のセンサ端末が送信する C T S 信号同士の衝突を回避するため、ReceiverList フィールドに含まれている識別子の順番に、ある単位時間を積算したタイミングを基にして C T S 信号を入出力インタフェース 11 に出力する。

【 0 0 4 3 】

送信側のセンサ端末では、C T S 信号が近隣の受信側センサ端末全てから返信されると、無線制御用バッファ 161 からデータパケットを取り出し、入出力インタフェース 11 によりそれを送信する。

データ受信が完了すると、近隣の受信側センサ端末の無線制御パケット作成部 162 は、R T S 信号の送信側センサ端末をあととした A C K 信号を作成し、送信タイミング制御部 163 に A C K 信号を送信する。

【 0 0 4 4 】

送信タイミング制御部 163 は、複数のセンサ端末からの A C K 信号の衝突を回避するため、ReceiverList フィールドに含まれている識別子の順番に、ある単位時間を積算したタイミングを基にして A C K 信号を入出力インタフェース 11 に送信する。

なお、上記の R T S 信号及び C T S 信号の授受が行われない場合もある。この場合、データパケットが正常に受信できた場合に A C K 信号を返信する。

【 0 0 4 5 】

(センサ端末の構成例 3)

図 21 は、本実施形態にかかるデータの無線通信を行うセンサ端末の他の構成例を示すブロック図であり、同一の識別子の組に対し複数のパケットを送信するときに、代用識別子を利用した通信を行う場合の構成を示すブロック図である。同図のセンサ端末は、図 5 の構成に、識別子の組より少ない情報量で表された代用識別子を作成する代用識別子作成部 17 と、代用識別子を含むデータパケットを初めて受信した際に、識別子の組と代用識別子との対応を記憶する代用識別子記憶部 18 を追加したものである。すなわち、受信パケット解析部 12 は、識別子の組と代用識別子とを含んだパケットを受信したとき、例えば図 22 のような対応表を作成し、代用識別子記憶部 18 に記憶させる。

【 0 0 4 6 】

同図を参照すると、この対応表には、代用識別子と、その代用識別子に対応する識別子との組が記憶されている。識別子の組を含まず、代用識別子を含むパケットを受信したとき、受信パケット解析部 12 は代用識別子記憶部 18 に記憶されている、この対応表を参照して代用識別子に対応する識別子の組を求める。そして、受信パケット解析部 12 は、上述したようにその識別子の組に応じた処理を行う。

【 0 0 4 7 】

また、送信データパケット作成部 15 が代用識別子を利用したパケットを作成する場合、代用識別子作成部 17 を利用して代用識別子を作成し、送信データパケットを作成する。例えば、図 23 のように、同一の識別子の組に複数のパケットを送信するとき、初めの通信時は識別子の組及び代用識別子を含むパケットを作成し送信する。それ以後の通信では識別子の組は含まず、代用識別子を含むパケットを作成して通信を行う。

【 0 0 4 8 】

この代用識別子には、例えば識別子の組に対し既存のハッシュ関数 (M D 5 等) を適用した値を利用すれば良い。また、送信センサ端末が代用識別子の値を設定する場合、連続した値を設定しても良いし、ランダムな値を設定しても良い。

10

20

30

40

50

ところで、図1や図14に示されているように、パケット内には、識別子の組以外のヘッダ情報 (N b r N u m、S i n k N u m、R e c v L i s t L e n、R e c v L i s t B i t) も存在する。このため、これらの情報をも含めた内容について代用識別子を用いると、よりヘッダ長を縮小させることができる。

なお、図6の構成に、上述した代用識別子作成部17、代用識別子記憶部18を追加した構成を採用しても良い。このように構成すれば、無線制御を行い、代用識別子による通信を行うセンサ端末が実現できる。

【0049】

(集約動作例)

上記は、同一無線通信範囲内における複数近隣センサへの集約送信方式、つまり1hop通信範囲内の集約について説明したが、ここではSourceからSinkへの経路自体の集約について説明する。

複数の目的Sinkへの経路が集約できる場合は、経路を集約してパケットを送信することが望ましい。経路集約の効果について、図7を用いて説明する。図7(a)の場合ではSource AからSink B、Sink Hに対し同一のデータが別経路で送られるため、データの送受信回数が増え、消費電力が増大する。一方、図7(b)の場合ではSource AからSink B、Sink Hへのデータは同一の経路で送られるため、図7(a)の場合に比べてデータ送受信回数が減少し、省電力効果が高い。

【0050】

上記経路集約を実現するための、センサ端末における、経路集約の動作例について、更に図8を参照して説明する。

同図において、最初に、ルーティングテーブルを基に、最適な近接センサ群のリストを作成する(ステップS101)。次に、リストに未送信のあて先があるか判断する(ステップS102)。ここでは、リストに未送信のあて先があるので、次に、あて先を最も集約可能な近隣センサを選択する(ステップS102 S103)。

そして、上記センサに集約可能なセンサについては、上記リストから削除する(ステップS104)。その後、ステップS102に戻り、リストに未送信のあて先がなくなるまで以上の動作が継続される。

【0051】

(ルーティングテーブル)

ルーティングテーブルの例が図9(a)に示されている。同図には、Sourceの属性を示す「SrcAttr」、Sinkの識別子である「SinkID」、近隣のセンサ端末の識別子である「LocalAdd」、コスト値である「Value」、が示されている。

同図(a)において、複数のSink A~Eに対してデータパケットを送信する場合について説明する。この場合、最初に、各Sink A~Eに送信するコスト値「Value」の最も小さな項目が選択される。コスト値が同一の場合はそれら全てが選択される。本例では太線枠の項目が選択される。

【0052】

同図(a)において選択された項目が同図(b)に示されている。同図(b)は最適近隣識別子リストである。この最適近隣識別子リストにおいて、近隣のセンサ端末の識別子「LocalAdd」の内容が同じ項目が選択される。本例では太線枠の項目が選択される。「LocalAdd」の内容が同じであれば、集約が可能である。このため、同図(b)において選択された項目と同じSinkIDが含まれている項目は消去される。

【0053】

同図(b)において集約又は消去が行われなかった項目が同図(c)に示されている。同図(c)において、さらに近隣のセンサ端末の識別子「LocalAdd」の内容が同じ項目が選択される。本例では太線枠の項目が選択される。「LocalAdd」の内容が同じであれば、集約が可能である。以上のように、集約及び削除が行われるため、最小数のパケットが送信されることになるので、システム全体の消費電力を低減することがで

きる。

なお、外部からの要求に回答してセンサ端末からデータパケットを送信するプル型送信処理の場合よりも、要求が無くてもセンサ端末自身がデータパケットを送信するプッシュ型送信処理の場合の方が図1のように集約できる可能性が高く、消費電力削減の効果が期待できる。

【実施例1】

【0054】

次に、本発明のセンサ端末を利用したセンサネットワークシステムの実施例1について図10を参照して説明する。なお、同図において、パケットPはデータパケットであり、簡単のためType、NbrNum、SinkNumの各フィールドは描かれていない。またSource A、Sink B等はエンド識別子を表し、0、1、2、3等の数字は近隣識別子を表している。

10

【0055】

同図には、最も基本的な適用例が示されている。本例では、Source AがSink B及びSink Cに対して同一のデータパケットを送信する。

まず、Source Aはルーティングテーブルを参照することにより、Sink Bについては近隣センサD（識別子「1」）に、Sink Cについては近隣センサE（識別子「4」）に送信すればよいと判断する。そして、Source Aは、ReceiverListフィールド63において、近隣センサ識別子「1」とエンド識別子「B」、近隣センサ識別子「4」とエンド識別子「C」、をそれぞれ対応付けたパケットPを作成する。なお、パケットPのSenderInfoフィールド64は、送信者であるSource Aの近隣センサ識別子「0」及びエンド識別子「A」である。

20

【0056】

この作成されたパケットPを送信することにより、一度の通信で2つの近隣センサにデータを送信することができる。

このパケットPを受信した近隣のセンサ端末D及びセンサ端末Eは、パケットPのヘッダを参照し、センサ端末DはSink Bに向けてパケットを転送し、センサ端末EはSink Cに向けてパケットを転送する。以上のようにパケットPが送信された場合、ブロードキャストとは異なり、近隣センサ識別子「2」のセンサ端末F、近隣センサ識別子「3」のセンサ端末Gは、自端末があて先に含まれていないと判別できるため、パケットPを受信しても不要な転送等は行わない。

30

【0057】

つまり、ブロードキャストとは異なり、データ送信回数が低減されることになり、無線通信の省電力化に貢献できる。また近隣のセンサ端末毎にパケット受信後の転送先を明示することで、必要十分な転送が行われることが保証され、パケットの不達や、冗長パケット送信による消費電力増大を防ぐことができる。

なお、本実施例においてRTS信号/CTS信号/ACK信号の制御を行う場合は、先述した図4に示すシーケンスで制御が行われる。この場合、RTS信号及びデータパケットについて、送信回数が低減されることになり、無線通信の省電力化に貢献できる。

【実施例2】

40

【0058】

次に、本発明のセンサ端末を利用したセンサネットワークシステムの実施例2について図11を参照して説明する。なお、同図において、パケットPはデータパケットであり、簡単のためType、NbrNum、SinkNumの各フィールドは描かれていない。またSource A、Sink B等はエンド識別子を表し、0、1、2、3等の数字は近隣識別子を表している。

同図には、ある近隣識別子に対するエンド識別子が複数ある場合の適用例が示されている。本例では、Source AがSink B及びSink H並びにSink Cに対して同一のデータを送信する。

【0059】

50

まず、Source Aはルーティングテーブルを参照することにより、Sink B及びSink Hについては近隣センサD（識別子「1」）に、Sink Cについては近隣センサE（識別子「4」）に送信すればよいと判断する。そして、Source Aは、ReceiverListフィールド63において、近隣センサ識別子「1」とエンド識別子「B」及び「H」、近隣センサ識別子「4」とエンド識別子「C」、をそれぞれ対応付けたパケットPを作成する。なお、パケットPのSenderInfoフィールド64は、送信者であるSource Aの近隣センサ識別子「0」及びエンド識別子「A」である。

【0060】

この作成されたパケットPを送信することにより、一度の通信で2つの近隣センサにデータを送信することができる。このパケットPを受信した近隣のセンサ端末Eは、パケットPのヘッダを参照し、Sink Cに向けてパケットを転送する。このとき、ブロードキャストとは異なり、近隣センサ識別子「2」のセンサ端末Fと近隣センサ識別子「3」のセンサ端末Gは、自端末があて先に含まれていないと判別できるため、パケットPを受信しても不要な転送等を行わない。

10

【0061】

一方、パケットPを受信した近隣のセンサ端末Dは、Sink BとSink Hが送信先として指定されているため、それら複数のセンサ端末への一括送信を行う。つまり、センサ端末Dは、識別子の書き替えを行い、ReceiverListフィールド63において、近隣センサ識別子「5」とエンド識別子「B」、近隣センサ識別子「6」とエンド識別子「h」、をそれぞれ対応付けたパケットP'を作成する。なお、パケットP'のSenderInfoフィールドは、送信者であるSource Aの近隣センサ識別子「1」及びエンド識別子「A」である。この作成されたパケットP'を送信することにより、一度の通信で2つの近隣センサにデータを送信することができる。

20

【0062】

以上のようにパケットPが送信された場合、ブロードキャストとは異なり、近隣センサ識別子「2」のセンサ端末F、近隣センサ識別子「3」のセンサ端末Gは、自端末があて先に含まれていないと判別できるため、パケットPを受信しても不要な転送等を行わない。

以上説明したように、本実施例では、Source A及びセンサ端末Dにおいて送信回数が低減されることになり、無線通信の省電力化に貢献できる。

30

【実施例3】

【0063】

上記の実施例2の場合、Source AからSink B及びSink Hまでの経路は、1ホップ分しか集約されていない。経路の集約は1ホップ分に限定されるものではなく、複数ホップ分集約されることもある。

例えば、図12(a)に示されているように、Source AからSink B'、Sink H'、に対し、従来のように別々にパケットを送信すると、このパケットは別々の経路で送信されることがある。これに対し、上述したルーティングテーブルを利用した送信先近隣センサ識別子の集約により集約されたパケットを送信すれば、図12(b)に示されているように、Source AからSink B'及びSink H'に向けて、集約された1つのパケットが直前まで1つの経路で送信されることになる。したがって、経路の集約が複数ホップ分行われ、センサネットワーク全体として送信回数が低減されることになり、無線通信の省電力化に貢献できる。

40

【実施例4】

【0064】

次に、本発明のセンサ端末を利用したセンサネットワークシステムの実施例4について図13を参照して説明する。なお、同図においては、パケットPはデータパケットであり、簡単のためType、NbrNum、SinkNumの各フィールドは描かれていない。またSource A、Sink Gはエンド識別子を表し、0、1、2、3等の数字は近隣識別子を表している。

50

【0065】

同図には、ある1つの目的センサ端末のために近隣のセンサ端末が複数存在する場合の適用例が示されている。本例では、Source AがSink Gに対してデータパケットを送信する場合に、実施例1～3のような単数経路ポリシーではなく、複数経路ポリシーを採用する。

無線通信は有線通信に比べ不安定であり、センサネットワークのような低電力無線は特に通信品質の変動が激しい。そこでSource AはSink Gに対し、複数経路を利用してデータを送信する場合がある。

【0066】

同図において、Source AはSink Gへの複数経路として、ルーティングテーブルから近隣のセンサ端末D（識別子「1」）とセンサ端末B（識別子「5」）とを選択し、同一データパケットの送信を行う。このデータパケットのReceiverListフィールド63においては、近隣センサ識別子「1」及び近隣センサ識別子「5」がエンド識別子「G」に対応付けられる。なお、パケットPのSenderInfoフィールド64は、送信者であるSource Aの近隣センサ識別子「0」及びエンド識別子「A」である。

【0067】

このパケットPを送信することにより、一度の通信で2つのセンサ端末B及びDにデータを送信することができる。すなわち、センサ端末D及びFを経由してSink Gに至る経路と、センサ端末B及びEを経由してSink Gに至る経路とによってパケットPが送信される。このようなデータ転送により、1つのパケットについて2つの経路で送信できる。近隣のセンサ端末が多数存在する場合には、多数の経路が存在することになる。それら多数の経路について別々にパケットを送信することは消費電力の点から好ましくない。そこで、本例ではそれら多数の経路を、2つの経路に集約しているため、消費電力を低減することができる。

【0068】

さらに、本例では、それら2つの経路について別々にパケットを送信する場合とは異なり、最初の1ホップ分が1つのパケット送信で済むので、より消費電力を低減することができる。また、経路の途中に位置する中継センサにおいて、複数の経路にパケットを送信する場合がある。この場合にも、1つに集約したパケットを送信すれば良いので、消費電力を低減でき、かつ、複数の経路を利用して安定性を高めたパケット送信を実現できる。

【0069】

ところで、受信対象となる近隣センサ端末が多数存在する場合、SenderInfoフィールド64の内容が膨大になってしまうおそれがある。そこで、この場合には、全てのセンサ端末の識別子をSenderInfoフィールド64に含めるのではなく、閾値等を設けておき、より少ない数のパケットに分けて送信する。例えば、1度の転送で送信できるパケットデータの最大値（MTU；Maximum Transmission Unit）が閾値となり、この閾値以下のパケットデータとなるように分けて送信される。このような場合でも膨大な数のパケットを別々に送信する代わりに、数個のパケットを送信するだけで済み、送信回数減少による省電力効果が期待できる。

【0070】

（変形例）

本発明において送受信されるパケットは図1のような構造に限定されるものではない。パケットの他の構造例について、図14を参照して説明する。同図に示されているパケットP1は、Typeフィールド61、RcvListLen62a、RcvListBits62b、ReceiverListフィールド63、SenderInfoフィールド64が、データ65に付加された構造になっている。図1に示されている構造とは異なり、NbrNumフィールド62の代わりに、RcvListLen62a及びRcvListBits62bが設けられ、かつReceiverListフィールド63中の「SinkNum」が削除されている。

【0071】

パケットP1中のRcvListLen62aは、受信リストを示すフィールドである

10

20

30

40

50

ReceiverListフィールド63のアドレス数を示している。本例のReceiverListフィールド63は、「受信者1近接識別子」、「シンク1エンド識別子」、「シンク2エンド識別子」の組63a'と、「受信者2近接識別子」、「シンク3エンド識別子」の組63b'とからなり、5つのアドレスが含まれている。このため、RcvListLen62aの値は「5」となる。

【0072】

パケットP1中のRcvListBits62bは、ReceiverListフィールド63の各送信先アドレスが近隣識別子がエンド識別子かを表すビット列である。近隣識別子を「1」、エンド識別子を「0」で表す場合、RcvListBits62bの値は、「10010」となる。

10

なお、上記の組63aは、シンク1及びシンク2を目的端末としたパケットを近隣の受信者1が送信するという内容である。また、上記の組63bは、シンク3を目的端末としたパケットを近隣の受信者2が送信するという内容である。

以上のようなパケット構造を採用すれば、パケット全体の構造をより単純化することができる。

【0073】

(同一の識別子の組に複数のデータパケットを送信する場合)

図24を用いて、同一の識別子の組に複数のデータパケットを送信する場合の動作について説明する。同図において、同一の識別子の組に複数のデータパケットを送信する場合、送受信されるパケットは図1、図14のような構造ではなく、図23のような構造とする。すなわち、識別子の組とその識別子の組に対応した代用識別子とを含むデータパケットが送信される(ステップS201)。

20

【0074】

このデータパケットを受信した近隣のセンサ端末(以後、近隣受信センサ端末と呼ぶ)は、識別子の組と代用識別子との対応を記憶する(ステップS202a、S202b)。データパケットを送信した送信センサ端末は、以降の送信では識別子の組を含まず、代用識別子を含むデータパケットを送信する(ステップS203)。

近隣受信センサ端末は、代用識別子と対応した識別子の組、すなわち上述した対応表を記憶しているため、代用識別子のみでも自端末が受信すべきかどうかという判断や、その後の転送処理が行われる(ステップS204a、S204b)。以上のように代用識別子で識別子の組を代用することにより、近隣受信センサ端末の識別に必要なバイト長を減少させることができ、省電力通信を実現できる。

30

【0075】

なお、代用識別子の有無はTypeフィールドの値により判断することができる。つまり受信センサは、受信パケットのTypeフィールドを参照することにより、そのパケットが識別子の組を利用して送信されているのか、識別子の組と代用識別子の組が含まれているのか、代用識別子だけで送信されているのか、を判断することができる。またTypeフィールドではなく代用識別子の有無を判定するためのOptionフィールドを新たに設け、それを用いて設定してもよい。

【0076】

(センサ端末の制御方法)

上述したセンサ端末においては、以下の制御方法が採用されている。すなわち、同一のデータを、送信先であるN個の目的端末に送信する場合に、該目的端末の識別子と自端末に近接する近接端末のM個(N、Mは、自然数かつ少なくとも一方は2以上)の識別子とからなる識別子の組を、少なくとも1つ含むパケットであるデータパケットを送信側端末から送信する送信ステップと、上記データパケットを受信した受信側端末において、該データパケットに含まれている、識別子の組に基づいて、自端末が該パケットの受信対象であるか判断する判断ステップと、上記判断ステップにより自端末が該パケットの受信対象であると判断された場合に、上記目的端末に向けて該パケットを転送するために識別子の書き替えを行う識別子書き替えステップとを含む制御方法が採用されている。

40

50

このようにセンサ端末を制御すれば、複数近隣センサに同一のデータを送信する場合、複数回の通信を行うことなく1度の通信で済ませることができるので、無線通信の回数を低減でき、センサ端末同士の通信の省電力化を実現できる。

【0077】

(まとめ)

本発明のセンサ端末を用いてセンサネットワークシステムを構成した場合のシミュレーション結果について図15を参照して説明する。同図には、センサ端末数が「100」、Sinkの数が「10」、Sourceの数が「1」のセンサネットワークシステムにおいて、ユーザからの要求によるプル型通信が行われる場合を前提としている。そして、同図には、従来技術の場合の消費電力を100%とし、無線集約を行った場合、経路集約を行った場合、無線及び経路共に集約した場合、のそれぞれについて、RTS信号の送信(同図中の網掛け)、データパケットの送信(同図中の白ヌキ)、総計(同図中のハッチング)、の消費電力が百分率で示されている。同図に示されているように、無線集約、経路集約の少なくとも一方を行った場合は、従来技術の場合に比べて、消費電力を低減できることがわかる。

10

【産業上の利用可能性】

【0078】

本発明は、センサネットワークにおいて、消費電力を低減して電源容量を小さくし、センサ端末全体の大きさをより小さくする場合に利用できる。

【図面の簡単な説明】

20

【0079】

【図1】本発明によるセンサ端末が送受信するパケットの構造例を示す図である。

【図2】本発明によるセンサ端末が送受信する通信要求信号の構造例を示す図である。

【図3】本発明によるセンサ端末のパケット送信の例を示すトポロジー図である。

【図4】本発明によるセンサ端末のパケット送信の例を示すシーケンス図である。

【図5】本発明の実施形態にかかるセンサ端末の構成例を示すブロック図である。

【図6】本発明の実施形態にかかるセンサ端末の他の構成例を示すブロック図である。

【図7】経路集約の効果を説明するための図である。

【図8】本発明のセンサ端末を採用した場合の経路集約処理を示すフローチャートである。

30

【図9】ルーティングテーブルを参照して行われる集約処理の内容を示す図である。

【図10】本発明の実施例1にかかる図である。

【図11】本発明の実施例2にかかる図である。

【図12】本発明の実施例3にかかる図である。

【図13】本発明の実施例4にかかる図である。

【図14】データパケットの他の構造例を示す図である。

【図15】本発明のセンサ端末を採用した場合の消費電力低減効果を示す図である。

【図16】従来のセンサ端末が送受信するパケットの構造例を示す図である。

【図17】従来のセンサ端末によるセンサネットワークにおけるパケット転送例を示す図である。

40

【図18】従来のセンサ端末によるパケットの複数回送信を示すトポロジー図である。

【図19】従来のセンサ端末によるパケットの複数回送信を示すシーケンス図である。

【図20】ブロードキャストを利用した際の課題を示す図である。

【図21】本発明の実施形態にかかる、代用識別子を利用した通信を行うセンサ端末の構成例を示すブロック図である。

【図22】図21中の代用識別子記憶部に記憶されている、代用識別子の対応表の例を示す図である。

【図23】本発明の実施形態にかかる、代用識別子を利用したパケットの構成例を示す図である。

【図24】本発明の実施形態にかかる、代用識別子を利用した通信例のシーケンス図であ

50

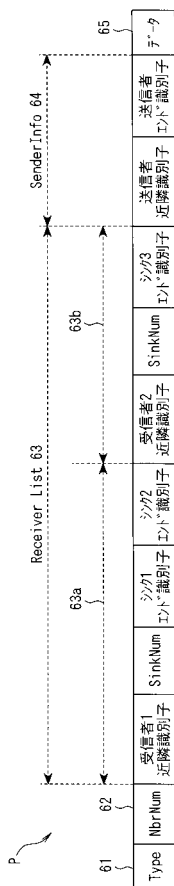
る。

【符号の説明】

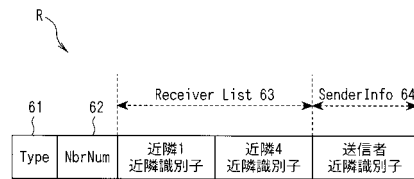
【0080】

- 1 1 入出力インタフェース
- 1 2 受信パケット解析部
- 1 3 データベース
- 1 4 ルーティングテーブル
- 1 5 送信データパケット作成部
- 1 6 無線制御部
- 1 7 代用識別子作成部
- 1 8 代用識別子記憶部
- 6 1 Typeフィールド
- 6 2 NbrNumフィールド
- 6 3 ReceiverListフィールド
- 6 4 SenderInfoフィールド
- 1 6 1 無線制御用バッファ
- 1 6 2 無線制御パケット作成部
- 1 6 3 送信タイミング制御部
- A ~ H センサ端末

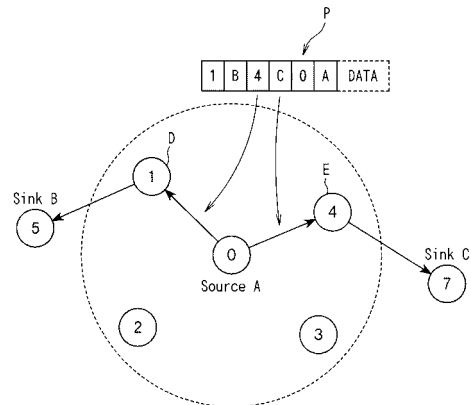
【図1】



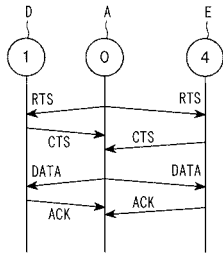
【図2】



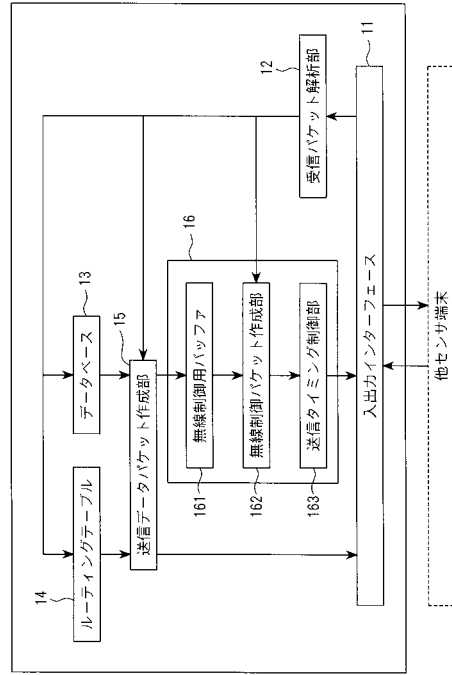
【図3】



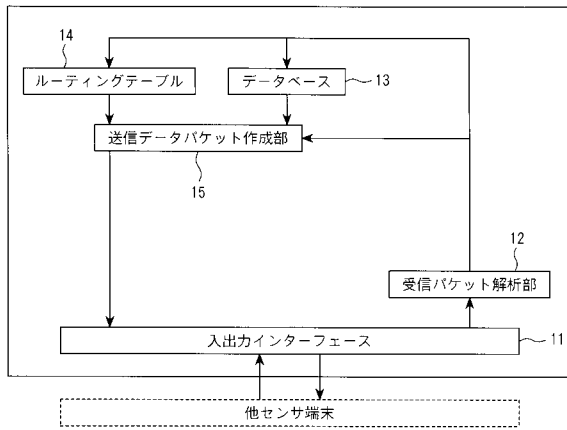
【 図 4 】



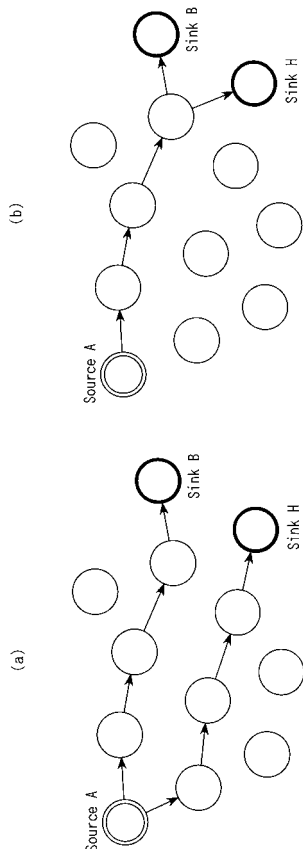
【 図 6 】



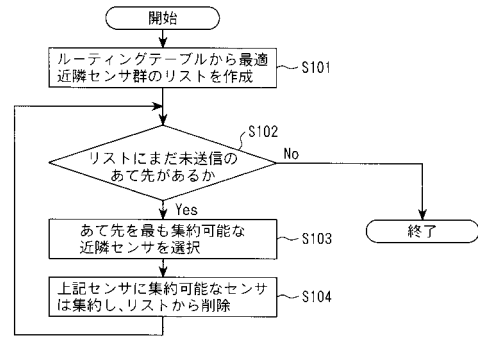
【 図 5 】



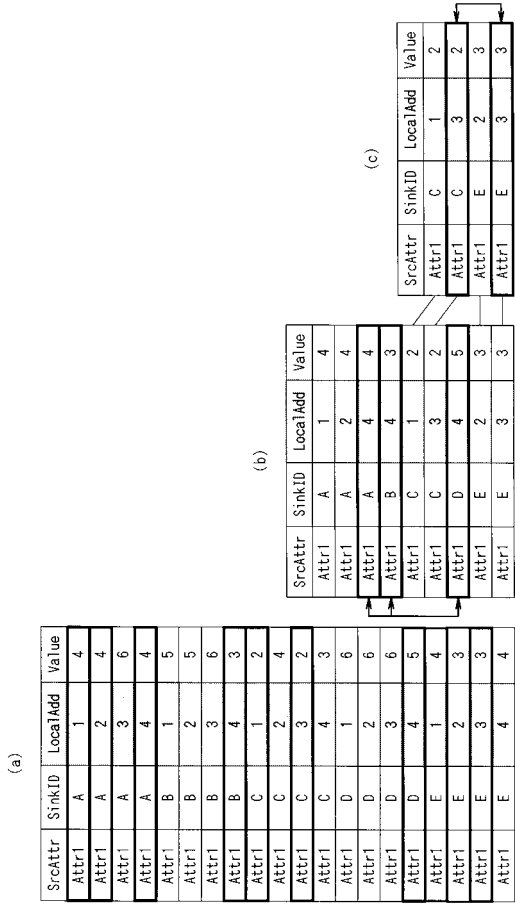
【 図 7 】



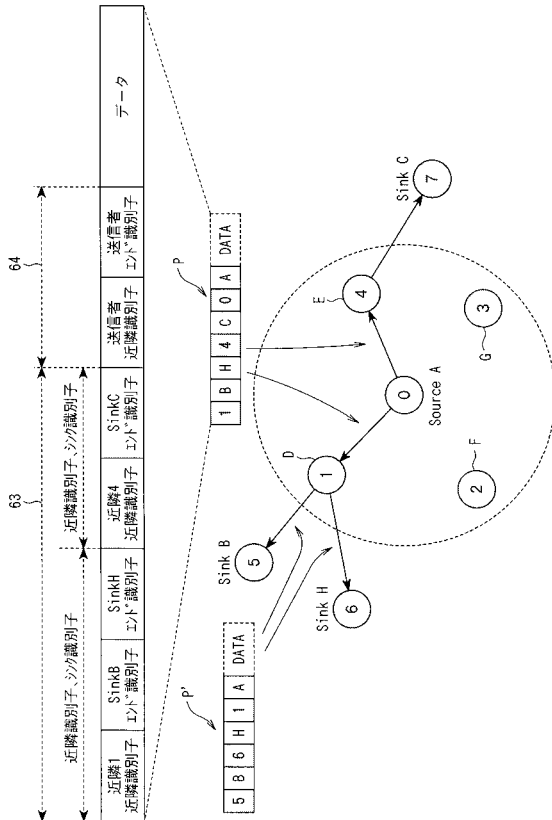
【 図 8 】



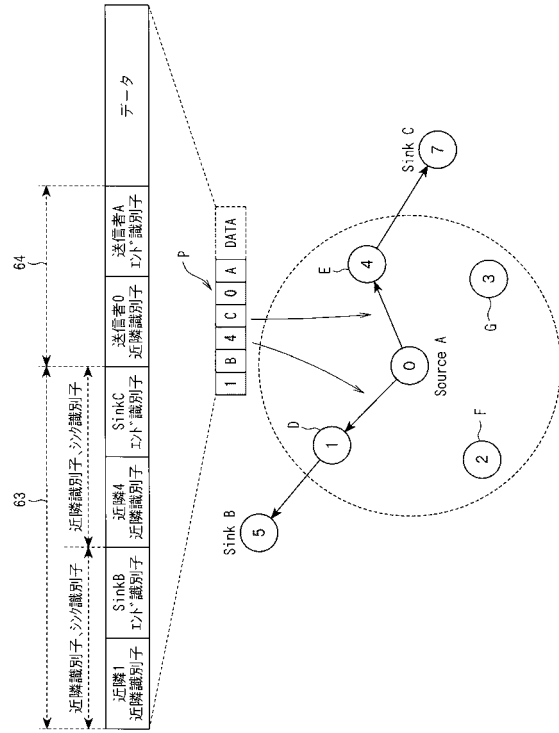
【 図 9 】



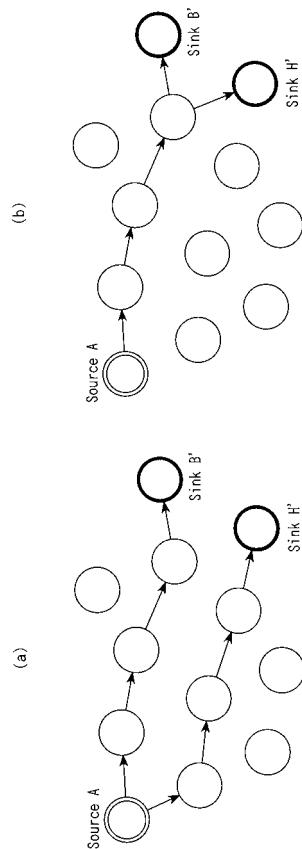
【 図 1 1 】



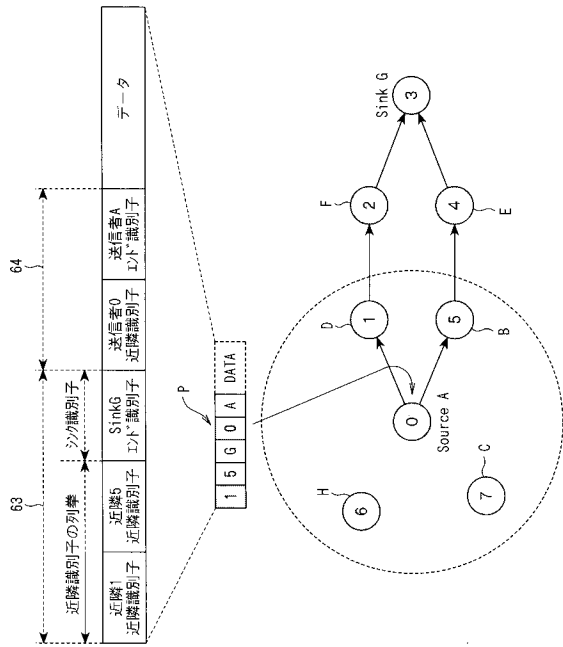
【 図 1 0 】



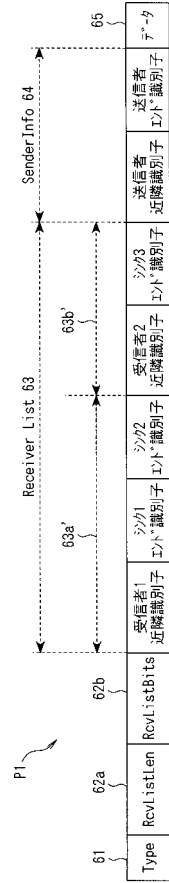
【 図 1 2 】



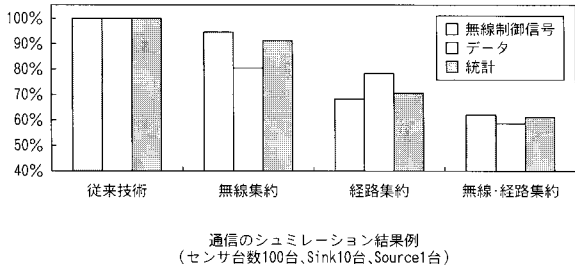
【 図 1 3 】



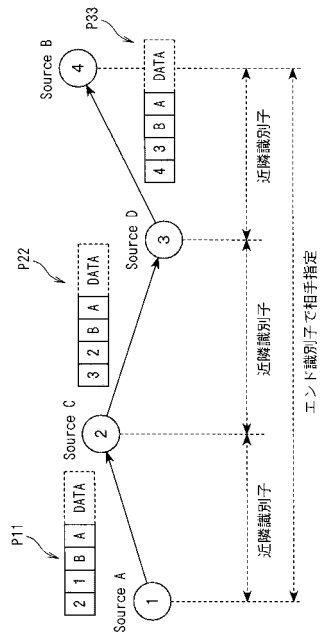
【 図 1 4 】



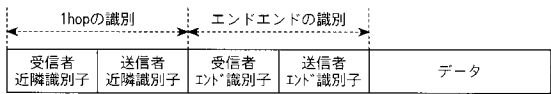
【 図 1 5 】



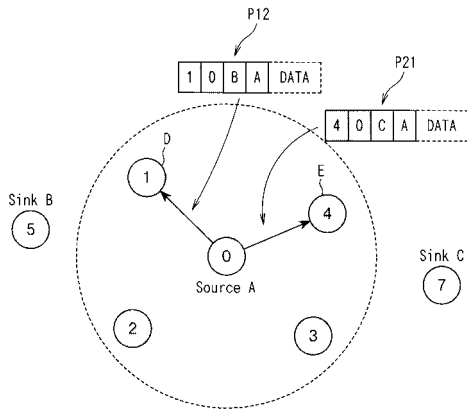
【 図 1 7 】



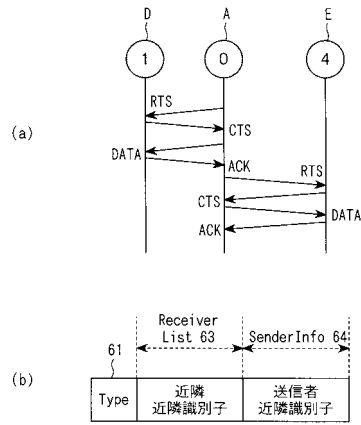
【 図 1 6 】



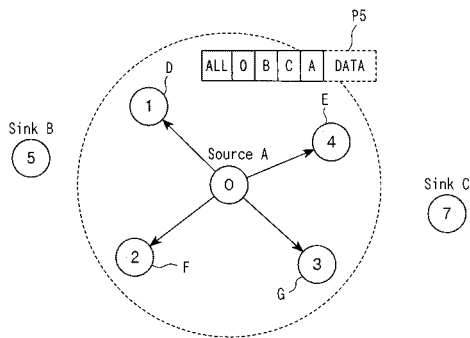
【 図 1 8 】



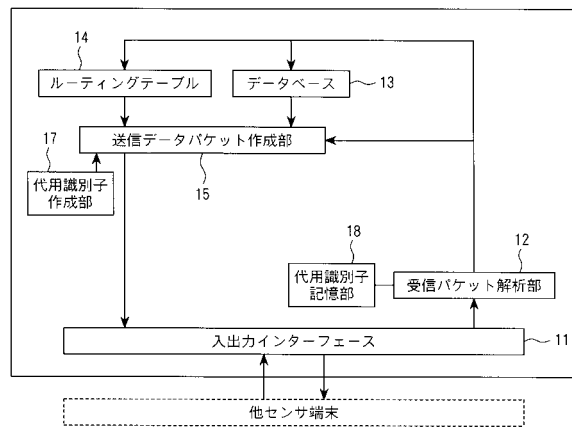
【 図 1 9 】



【 図 2 0 】



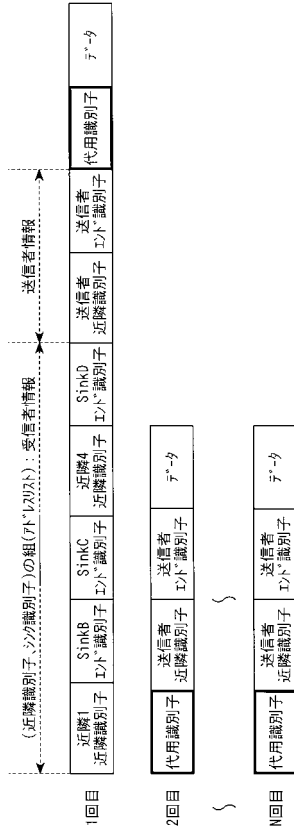
【 図 2 1 】



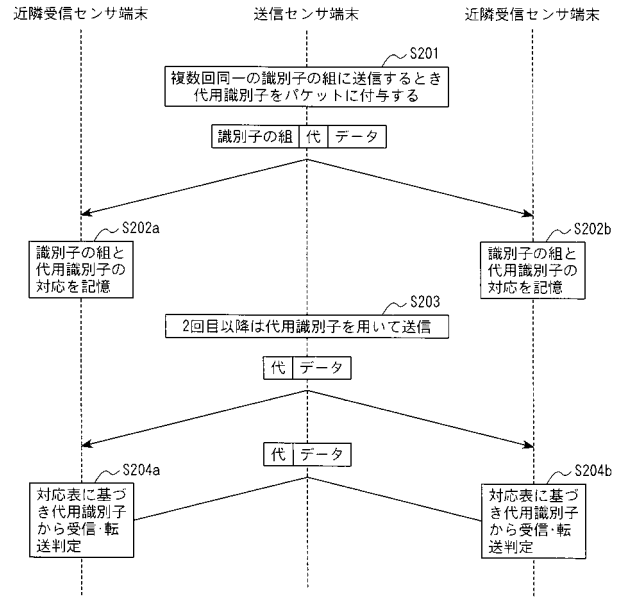
【 図 2 2 】

代用識別子	識別子の組
1	1abc2de
2	1c2ab
3	3ab4e
4	3a2de
5	2c4e

【 図 2 3 】



【 図 2 4 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)
H 0 4 L 12/56 (2006.01)		G 0 8 C 17/00		Z
		H 0 4 L 12/56		1 0 0 D
		H 0 4 L 12/56		1 0 0 B

(72)発明者 五十嵐 健

東京都千代田区永田町二丁目 1 1 番 1 号 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ内

Fターム(参考) 2F073 AA19 AB01 AB05 BB01 BC02 CC03 CC07 CC12 CD17 DD08
DE06 DE11 DE16 FG02 GG01 GG06 GG08 GG09
5K030 GA03 HA08 HB06 HC09 JA05 KA05 LB05 MD07
5K033 AA02 CB04 DA17 DB18
5K067 AA43 BB21 BB27 CC08 DD17 DD51 EE02 EE25 FF02 FF32
GG01 HH17 HH24 JJ21