

(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2007-312056

(P2007-312056A)

(43) 公開日 平成19年11月29日(2007.11.29)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)  
 H04L 12/28 (2006.01) H04L 12/28 300Z 5K033  
 H04L 12/28 307

審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2006-138502 (P2006-138502)  
 (22) 出願日 平成18年5月18日 (2006.5.18)

(出願人による申告) 国等の委託研究の成果に係る特許出願 (平成17年度独立行政法人情報通信研究機構「ZigBeeを利用したユビキタスネットワーク技術の研究開発」委託研究、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受けるもの)

(71) 出願人 000000295  
 沖電気工業株式会社  
 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号  
 (74) 代理人 100095957  
 弁理士 亀谷 美明  
 (74) 代理人 100096389  
 弁理士 金本 哲男  
 (74) 代理人 100101557  
 弁理士 萩原 康司  
 (72) 発明者 野崎 正典  
 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内  
 Fターム(参考) 5K033 AA03 AA08 BA08 CA07 DA17  
 DB12 DB18 EC04

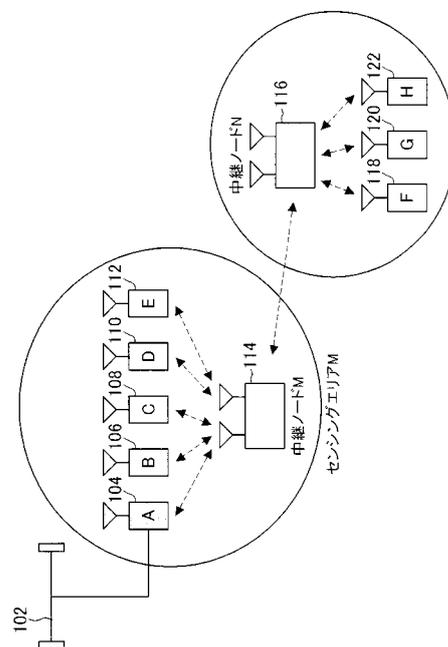
(54) 【発明の名称】 無線通信システム、ネットワーク中継装置、及び通信方法

(57) 【要約】

【課題】 センサーネットワークの通信エリアを無線通信を用いて透過的に拡張することが可能な、無線通信システム、ネットワーク中継装置、及び通信方法を提供すること。

【解決手段】 環境情報を取得する第1のセンサー装置と、第1のセンサー装置との間で無線通信することが可能な第1のネットワーク中継装置と、第1のネットワーク中継装置との間で無線通信することが可能な第2のネットワーク中継装置と、第2のネットワーク中継装置との間で無線通信することが可能な第2のセンサー装置と、を含む無線通信システムが提供される。第1のネットワーク中継装置は、第2のネットワーク中継装置に向けて送信される中継情報の中に、センサー情報を隠蔽するカプセル化処理部を備え、第2のネットワーク中継装置は、受信した中継情報の中から、隠蔽されていたセンサー情報を抽出するカプセル化解除部を備えることを特徴とする。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

環境情報を取得する第 1 のセンサー装置と、前記第 1 のセンサー装置との間で無線通信することが可能な第 1 のネットワーク中継装置と、前記第 1 のネットワーク中継装置との間で無線通信することが可能な第 2 のネットワーク中継装置と、前記第 2 のネットワーク中継装置との間で無線通信することが可能な第 2 のセンサー装置と、を含む無線通信システムであって、

前記第 1 のネットワーク中継装置は、

前記第 1 のセンサー装置が発信したセンサー情報を受信するセンサー装置側受信部と；

前記第 2 のネットワーク中継装置に向けて送信される中継情報の中に、前記センサー情報を隠蔽するカプセル化処理部と；

前記第 2 のネットワーク中継装置に向けて、前記センサー情報が隠蔽された中継情報を送信するネットワーク中継装置側送信部と；

を備え、

前記第 2 のネットワーク中継装置は、

前記第 1 のネットワーク中継装置が発信した前記中継情報を受信するネットワーク中継装置側受信部と；

前記受信した中継情報の中から、隠蔽されていた前記センサー情報を抽出するカプセル化解除部と；

前記第 2 のセンサー装置に向けて、抽出された前記センサー情報を送信するセンサー装置側送信部と；

を備えることを特徴とする、無線通信システム。

**【請求項 2】**

さらに、前記第 1 のネットワーク中継装置が発信した前記中継情報を受信し、前記第 2 のネットワーク中継装置に中継する、マルチホップ機能を有する第 3 のネットワーク中継装置を含むことを特徴とする、請求項 1 に記載の無線通信システム。

**【請求項 3】**

環境情報を取得するセンサー装置との間で無線通信することが可能であり、さらに、他のネットワーク中継装置との間で無線通信することが可能なネットワーク中継装置であって、

前記センサー装置が発信したセンサー情報を受信するセンサー装置側受信部と；

前記他のネットワーク中継装置に向けて送信される中継情報の中に、前記センサー情報を隠蔽するカプセル化処理部と；

前記他のネットワーク中継装置に向けて、前記センサー情報が隠蔽された中継情報を送信するネットワーク中継装置側送信部と；

を備えることを特徴とする、ネットワーク中継装置。

**【請求項 4】**

さらに、通信可能な前記センサー装置のリストが記載された接続管理テーブルと；

前記接続管理テーブルに記載されたリストに基づき、前記センサー情報を中継情報の中に隠蔽して、前記他のネットワーク中継装置に向けて送信すべきか否かを判定する中継判定部と；

を備えることを特徴とする、請求項 3 に記載のネットワーク中継装置。

**【請求項 5】**

さらに、前記中継情報を受信することが可能な他のネットワーク中継装置のリストと、前記他のネットワーク中継装置を介して通信することが可能な他のセンサー装置のリストと、が記載された他エリア接続管理テーブルと；

前記他エリア接続管理テーブルに記載されたリストの中から、前記中継情報を送信すべき他のネットワーク中継装置を選択する中継処理部と；

を備えることを特徴とする、請求項 3 又は 4 に記載のネットワーク中継装置。

**【請求項 6】**

10

20

30

40

50

環境情報を取得するセンサー装置との間で無線通信することが可能であり、さらに、他のネットワーク中継装置との間でも通信することが可能なネットワーク中継装置による、通信方法であって、

前記センサー装置が発信したセンサー情報を受信するセンサー装置側受信過程と；

前記他のネットワーク中継装置に向けて送信される中継情報の中に、前記センサー情報を隠蔽するカプセル化処理過程と；

前記他のネットワーク中継装置に向けて、前記センサー情報が隠蔽された中継情報を送信するネットワーク中継装置側送信過程と；

を含むことを特徴とする、通信方法。

【請求項 7】

さらに、通信可能な前記センサー装置のリストが記載された接続管理テーブルを参照するテーブル参照過程と；

前記接続管理テーブルに記載されたリストに基づき、前記センサー情報を隠蔽して、前記他のネットワーク中継装置に向けて送信すべきか否かを判定する中継判定過程と；

を含むことを特徴とする、請求項 6 に記載の通信方法。

【請求項 8】

さらに、前記中継情報を受信することが可能な前記他のネットワーク中継装置のリストと、前記中継情報に隠蔽されたセンサー情報を前記他のネットワーク中継装置を介して受信することが可能な他のセンサー装置のリストと、が記載された他エリア接続管理テーブルを参照する他エリアテーブル参照過程と；

前記他エリア接続管理テーブルに記載されたリストの中から、前記中継情報を中継する他のネットワーク中継装置を選択する中継処理過程と；

を含むことを特徴とする、請求項 6 又は 7 に記載の通信方法。

【請求項 9】

さらに、前記接続管理テーブルに記載されたリストと、前記他エリア接続管理テーブルに記載されたリストとを、前記他のネットワーク中継装置との間で互いに交換するテーブル情報交換過程を含むことを特徴とする、請求項 8 に記載の通信方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、無線通信システム、ネットワーク中継装置、及び通信方法に関し、より詳細には、複数のセンサーノードにより構成されるセンサーネットワークの通信エリアを広範囲に拡張することが可能な無線通信システム、ネットワーク中継装置、及び通信方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、通信機能を有する複数のセンサーノードによりネットワークを構成し、該センサーノード同士が連携して情報を伝達することにより、各センサーノードが取得した特定エリアの環境情報等を集約可能なセンサーネットワーク技術が開発されている。特に、センサーノード間の通信機能を無線化した、無線通信によるセンサーネットワーク技術が注目を集めている（例えば、非特許文献 1 を参照）。かかる技術は、分散して配置された多数のセンサーノードが連携してアドホックなネットワークを構成することによって、センサーノード間の情報の伝達が容易となるため、今後のユビキタス社会を実現する要素技術として特に注目される。

【0003】

【非特許文献 1】ユビキタスセンサーネットワーク技術に関する調査研究会（総務省）、「ユビキタスセンサーネットワークの実現に向けて最終報告（平成 16 年 7 月）」

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

10

20

30

40

50

通常、環境情報の取得を目的とするセンサーノードの動作条件には、その設置される環境に応じて、様々な制約が課されることが多い。例えば、センサーノードに電源を供給する為の設備が未整備の場所に設置する場合には、使用期間が限定される電池等による駆動が必要になる。この場合、センサーノードは、該電池等の電源を効率良く利用しながら、長期間にわたって動作することが望まれる。

【0005】

その為、センサーノードは、無線通信部が送信する電波の出力を抑えることにより、電力消費量を削減し、電池等の長寿命化を実現している。従って、センサーノードが送信する電波の到達距離は、数m～数十m程度の比較的短いものとなる。そこで、広範囲のエリアをサポートするセンサーネットワークを構築するためには、多数のセンサーノードを冗長に設置しなければならない。

10

【0006】

また、異なるセンサーネットワーク同士を接続する際に、センサーネットワークで用いられているプロトコルを一旦終端し、異なるプロトコル(例えばTCP/IPやUDP/IP等)で接続しなくてはならない場合がある。このようなプロトコル変換が必要とされる環境では、センサーネットワークの管理ドメインが増加し、管理が複雑化するという課題がある。

【0007】

そこで、本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、本発明の目的とするところは、センサーネットワークの通信エリアを透過的に拡張することが可能な、新規かつ改良された無線通信システム、ネットワーク中継装置、及び通信方法を提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するために、本発明のある観点によれば、環境情報を取得する第1のセンサー装置と、第1のセンサー装置との間で無線通信することが可能な第1のネットワーク中継装置と、第1のネットワーク中継装置との間で無線通信することが可能な第2のネットワーク中継装置と、第2のネットワーク中継装置との間で無線通信することが可能な第2のセンサー装置と、を含む無線通信システムが提供される。当該無線通信システムに含まれる第1のネットワーク中継装置は、第1のセンサー装置が発信したセンサー情報を受信するセンサー装置側受信部と、第2のネットワーク中継装置に向けて送信される中継情報の中に、センサー情報を隠蔽するカプセル化処理部と、第2のネットワーク中継装置に向けて、センサー情報が隠蔽された中継情報を送信するネットワーク中継装置側送信部と、を備えることを特徴とする。さらに、上記無線通信システムに含まれる第2のネットワーク中継装置は、第1のネットワーク中継装置が発信した中継情報を受信するネットワーク中継装置側受信部と、受信した中継情報の中から、隠蔽されていたセンサー情報を抽出するカプセル化解除部と、第2のセンサー装置に向けて、抽出されたセンサー情報を送信するセンサー装置側送信部と、を備えることを特徴とする。

30

【0009】

上記の無線通信システムが含む第1のネットワーク中継装置は、第1のセンサー装置が発信したセンサー情報を受信するセンサー装置側受信部と、第2のネットワーク中継装置に向けて送信される中継情報の中に、センサー情報を隠蔽するカプセル化処理部と、第2のネットワーク中継装置に向けて、センサー情報が隠蔽された中継情報を送信するネットワーク中継装置側送信部と、を備える。また、上記の第2のネットワーク中継装置は、第1のネットワーク中継装置が発信した中継情報を受信するネットワーク中継装置側受信部と、受信した中継情報の中から、隠蔽されていたセンサー情報を抽出するカプセル化解除部と、第2のセンサー装置に向けて、抽出されたセンサー情報を送信するセンサー装置側送信部と、を備える。第1のネットワーク中継装置と第1のセンサー装置とは、無線通信による第1のセンサーネットワークを構成しており、同様に、第2のネットワーク中継装置と第2のセンサー装置とは、無線通信による第2のセンサーネットワークを構成している。さらに、第1のネットワーク中継装置と第2のネットワーク中継装置とは、無線又は

40

50

有線による中継ネットワークを構成しており、第1のセンサーネットワークと第2のセンサーネットワークとを透過的に接続する役割を果たしている。

【0010】

かかる構成により、センサー装置から受信したセンサー情報を、中継ネットワーク内で通信される中継情報の中に隠蔽して送信することができる為、たとえ、センサーネットワークのプロトコルと中継ネットワークのプロトコルとが異なっていたとしても、ネットワーク中継装置を介したセンサー情報の透過的な通信が可能になる。これにより、互いの電波が届かないような異なる場所に設置されたセンサー装置間においても、センサー装置間の透過的な通信を実現することができる。従って、通信距離の長いネットワーク中継装置を利用すると、実質的にセンサーネットワークのエリアを拡張することが可能になる。

10

【0011】

さらに、第1のネットワーク中継装置が発信した中継情報を受信し、第2のネットワーク中継装置に中継する、マルチホップ機能を有する複数のネットワーク中継装置を含んでもよい。かかる構成により、ネットワーク中継装置をメッシュ状に接続することができる為、透過的に接続されたセンサーネットワークのエリアをより広い領域にまで拡大することが可能になる。

【0012】

また、上記課題を解決するために、本発明の別の観点によれば、環境情報を取得するセンサー装置との間で無線通信することが可能であり、さらに、他のネットワーク中継装置との間でも通信することが可能なネットワーク中継装置が提供される。当該ネットワーク中継装置は、センサー装置が発信したセンサー情報を受信するセンサー装置側受信部と、他のネットワーク中継装置に向けて送信される中継情報の中に、センサー情報を隠蔽するカプセル化処理部と、他のネットワーク中継装置に向けて、センサー情報が隠蔽された中継情報を送信するネットワーク中継装置側送信部と、を備えることを特徴とする。

20

【0013】

上記のネットワーク中継装置が備えるセンサー装置側受信部は、センサー装置が発信したセンサー情報を受信する。また、上記のカプセル化処理部は、他のネットワーク中継装置に向けて送信される中継情報の中に、センサー情報を隠蔽する。さらに、ネットワーク中継装置側送信部は、他のネットワーク中継装置に向けて、センサー情報が隠蔽された中継情報を送信する。

30

【0014】

かかる構成により、センサー装置から受信したセンサー情報を、ネットワーク中継装置間で送受信される中継情報の中に隠蔽して送信することが可能になり、ネットワーク中継装置を介したセンサー情報の通信が可能になる。これにより、互いの電波が届かない異なる場所に設置されたセンサー装置間において、センサー装置間の透過的な通信を実現することができる。従って、通信距離が長いネットワーク中継装置を利用すると、実質的にセンサーネットワークのエリアを拡張することが可能になる。

【0015】

さらに、通信可能なセンサー装置のリストが記載された接続管理テーブルと、接続管理テーブルに記載されたリストに基づき、センサー情報を中継情報の中に隠蔽して、他のネットワーク中継装置に向けて送信すべきか否かを判定する中継判定部と、を備えていてもよい。

40

【0016】

上記のネットワーク中継装置が備える接続管理テーブルは、通信可能なセンサー装置のリストが記載されている。特に、接続管理テーブルには、該ネットワーク中継装置との間で無線通信により通信可能なセンサー装置の一覧が記載されている。また、上記の中継判定部は、接続管理テーブルに記載されたリストに基づき、センサー情報を中継情報の中に隠蔽して、他のネットワーク中継装置に向けて送信すべきか否かを判定する。つまり、受信したセンサー情報が当該ネットワーク中継装置との間で無線通信可能なセンサー装置宛である場合には、他のネットワーク中継装置に送信する必要も、該センサー情報を中継情

50

報の中に隠蔽する必要もない為、中継判定部は、当該センサー情報を他のネットワーク中継装置に中継処理すべきか否かを予め判定する。かかる構成により、自ネットワーク中継装置が管理するセンサー装置宛のセンサー情報を他のネットワーク中継装置に中継しないで済む為、該他のネットワーク中継装置と、該他のネットワーク中継装置を介して接続されたセンサー装置に対する負荷を低減することが可能になる。

【0017】

さらに、中継情報を受信することが可能な他のネットワーク中継装置のリストと、他のネットワーク中継装置を介して通信することが可能な他のセンサー装置のリストと、が記載された他エリア接続管理テーブルと、他エリア接続管理テーブルに記載されたリストの中から、中継情報を送信すべき他のネットワーク中継装置を選択する中継処理部と、を備えていてもよい。

10

【0018】

上記のネットワーク中継装置が備える他エリア接続管理テーブルには、中継情報を受信することが可能な他のネットワーク中継装置のリストと、他のネットワーク中継装置を介して通信することが可能な他のセンサー装置のリストと、が記載されている。また、上記の中継処理部は、他エリア接続管理テーブルに記載されたリストの中から、中継情報を送信すべき他のネットワーク中継装置を選択する。従って、中継処理部は、センサー情報のヘッダに記載された宛先を読み出し、該宛先と他エリア接続管理テーブルのセンサー装置リストと照合することにより、該センサー情報を隠蔽する中継情報のヘッダに記載すべき宛先を選択することができる。また、中継処理部は、他のネットワーク中継装置から受信した中継情報のヘッダに記載された宛先を読み出し、該宛先と他エリア接続管理テーブルのネットワーク中継装置リストとを照合することにより、該中継情報を転送すべき別のネットワーク中継装置を選択することも可能である。かかる構成により、複数のネットワーク中継装置が接続された環境においても、中継情報の好適な通信経路を選択して、送信先のネットワーク中継装置を決定することが可能になり、ネットワーク全体における通信処理の効率化が図れる。また、当該ネットワーク中継装置にマルチホップ機能を実現させることが可能になる。

20

【0019】

また、上記課題を解決するために、本発明のさらに別の観点によれば、環境情報を取得するセンサー装置との間で無線通信することが可能であり、さらに、他のネットワーク中継装置との間でも通信することが可能なネットワーク中継装置による、通信方法が提供される。該通信方法は、センサー装置が発信したセンサー情報を受信するセンサー装置側受信過程と、他のネットワーク中継装置に向けて送信される中継情報の中に、センサー情報を隠蔽するカプセル化処理過程と、他のネットワーク中継装置に向けて、センサー情報が隠蔽された中継情報を送信するネットワーク中継装置側送信過程と、を含むことを特徴とする。

30

【0020】

上記の通信方法が含むセンサー装置側受信過程では、センサー装置が発信したセンサー情報が受信される。また、上記のカプセル化処理過程では、他のネットワーク中継装置に向けて送信される中継情報の中に、センサー情報が隠蔽される。さらに、上記のネットワーク中継装置側送信過程では、他のネットワーク中継装置に向けて、センサー情報が隠蔽された中継情報が送信される。

40

【0021】

かかる方法により、センサー装置から受信したセンサー情報を、ネットワーク中継装置間で送受信される中継情報の中に隠蔽して送信することが可能になり、ネットワーク中継装置を介したセンサー情報の通信が可能になる。これにより、互いの電波が届かない異なる場所に設置されたセンサー装置間においても、該センサー装置間の透過的な通信が実現される。従って、通信距離の長いネットワーク中継装置を利用すると、実質的にセンサーネットワークのエリアを拡張することが可能になる。

【0022】

50

さらに、通信可能なセンサー装置のリストが記載された接続管理テーブルを参照するテーブル参照過程と、接続管理テーブルに記載されたリストに基づいて、中継情報を、他のネットワーク中継装置に向けて送信すべきか否かを判定する中継判定過程と、を含んでいてもよい。

【0023】

上記の通信方法が含むテーブル参照過程では、通信可能なセンサー装置のリストが記載された接続管理テーブルが参照される。また、上記の中継判定過程では、接続管理テーブルに記載されたリストに基づいて、中継情報を、他のネットワーク中継装置に向けて送信すべきか否かが判定される。接続管理テーブルのリストには、当該ネットワーク中継装置との間で無線通信が可能なセンサー装置が記載されている。従って、受信したセンサー情報のヘッダに記載された宛先情報と、接続管理テーブルのセンサー装置リストとを照合することにより、当該ネットワーク中継装置は、当該センサー情報を中継情報内に隠蔽化して他のネットワーク中継装置に送信すべきか否かを判断することができる。

10

【0024】

かかる方法により、自ネットワーク中継装置が管理するセンサー装置宛のセンサー情報を他のネットワーク中継装置に中継しないで済む為、該他のネットワーク中継装置と、該他のネットワーク中継装置を介して接続されたセンサー装置に対する負荷を低減することが可能になる。

【0025】

さらに、中継情報を受信することが可能な他のネットワーク中継装置のリストと、中継情報に隠蔽されたセンサー情報を他のネットワーク中継装置を介して受信することが可能な他のセンサー装置のリストと、が記載された他エリア接続管理テーブルを参照する他エリアテーブル参照過程と、他エリア接続管理テーブルに記載されたリストの中から、中継情報を中継する他のネットワーク中継装置を選択する中継処理過程と、を含んでいてもよい。

20

【0026】

上記の通信方法が含む他エリアテーブル参照過程では、中継情報を受信することが可能な他のネットワーク中継装置のリストと、中継情報に隠蔽されたセンサー情報を他のネットワーク中継装置を介して受信することが可能な他のセンサー装置のリストと、が記載された他エリア接続管理テーブルが参照される。また、上記の中継処理過程では、他エリア接続管理テーブルに記載されたリストの中から、中継情報を中継する他のネットワーク中継装置が選択される。該中継処理過程では、センサー情報のヘッダに記載された宛先と、他エリア接続管理テーブルに記載されたセンサー装置の情報とが照合され、該宛先のセンサー装置が属するネットワーク中継装置が抽出される。かかる方法により、マルチホップ機能を有する複数のネットワーク中継装置が接続された環境においても、中継情報の好適な通信経路を予測して、送信先のネットワーク中継装置を選択することが可能になり、ネットワーク全体における通信処理の大幅な効率化が図れる。

30

【0027】

さらに、接続管理テーブルに記載されたリストと、他エリア接続管理テーブルに記載されたリストとを、他のネットワーク中継装置との間で互いに交換するテーブル情報交換過程を含んでいてもよい。かかる方法により、ネットワーク構成の変化に対して、各ネットワーク中継装置が有するセンサー装置情報を自動更新することができる為、フレキシブルな運用が可能になる。

40

【0028】

より詳細には、本発明に係るネットワーク中継装置は、マルチホップ機能を有する無線LANを用いることにより、センサー情報を透過的に転送する手段を提供する。また、該ネットワーク中継装置は、センサーネットワークよりも電波の到達距離が長い無線LANの転送フレーム（中継情報）の中に、センサー装置から送信されたフレーム（センサー情報）を隠蔽して送信することにより、センサー装置の送信フレームの到達距離を拡張させる手段を提供する。さらに、該ネットワーク中継装置は、異なるセンサーネットワーク同

50

士を接続する際に、マルチホップ機能を有する無線LAN(Local Area Network)を用いて、ツリー状のルーティングに対するバイパス経路を作成することにより、ノードの処理負荷を低減する手段を提供する。

【発明の効果】

【0029】

以上説明したように本発明によれば、ツリー状のルーティングプロトコルに対して、親ノードを経由しないバイパス経路の提供が実現可能となり、親ノードや中継ノードの処理負荷を低減することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

以下に添付図面を参照しながら、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

【0031】

(第1の実施形態)

まず、本発明の第1の実施形態に係るセンサーネットワークの構成、中継ノードの構成、及び通信処理の流れについて、図1～3を参照しながら、詳細に説明する。

【0032】

(センサーネットワークの構成)

まず、図面を参照しながらセンサーネットワークの構成について詳細な説明をするのに先立ち、本実施形態に係る無線通信システムの構成について、その概略を簡単に説明し、本発明の目的を明確にする。

【0033】

本実施形態に係る無線通信システムは、複数のセンサー装置と、複数のネットワーク中継装置と、により構成される。以下では、当該センサー装置とネットワーク中継装置とが、センサーネットワークの継ぎ目を構成することを意識して説明する為、センサー装置をセンサーノード、ネットワーク中継装置を中継ノード、と表現する。センサーノードは、センサーノード間、及びセンサーノードと中継ノードとの間で無線通信することができる。また、中継ノードは、中継ノード間で無線又は有線による通信が可能である。さらに、一の中継ノードは、一又は複数のセンサーノードとの間で無線通信ネットワークを構成している。一方で、中継ノードは、中継ノード間における通信ネットワークを構成している。以下では、センサーノードと中継ノードとの間の無線通信ネットワークエリアをセンシングエリアと呼び、中継ノード間の通信ネットワークエリアを中継エリアと呼ぶ。以下で説明するセンサーネットワークは、複数のセンシングエリアと、該センシングエリア同士を接続する中継エリアと、により構成される。そして、本実施形態に係る無線通信システムは、一のセンシングエリア内で通信されるセンサー情報を、中継エリア内の通信経路を介して、他のセンシングエリア内のセンサーノードに伝送する手段を提供することを目的とする。また、当該無線通信システムは、複数の中継ノードをメッシュ状に接続して、より広範囲に及ぶ透過的なネットワークを構築する手段を提供することも目的とする。なお、当該無線通信システムの構成は、上記のセンサーノードに代えて、センサー機能以外の機能

【0034】

以下、本発明の第1の実施形態に係るセンサーネットワークの構成について、図面を参照しながら詳細に説明する。図1は、本発明の第1の実施形態に係るセンサーネットワークの構成を示した模式図である。図を参照すると、該センサーネットワークは、主に、センシングエリアMとセンシングエリアNとにより構成されている。センシングエリアMの内部には、シンクノードA104と、複数のセンサーノード106、108、110、112(B、C、D、E)と、中継ノードM114と、が配置されている。一方、センシングエリアNの内部には、複数のセンサーノード118、120、122(F、G、H)と、中継ノードN116と、が配置されている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 5 】

上記の各センサーノードは、センシングエリアM内の環境情報を取得する。該環境情報とは、例えば、温度、湿度、気圧、風量、雨量、積雪量、花粉の飛散量、又は放射線量等の自然環境における測量であってもよいし、火災報知信号、ガス漏れ報知信号、又は地震検知信号等の災害状況を報知する信号であってもよい。また、センサーノードが医療現場で利用されるような場合、該環境情報とは、例えば、心電図、又は脳波等のリアルタイムで監視する必要のある患者情報であってもよい。さらに、センサーノードの用途は、上記のような自然状況の計測、災害現場における状況把握、医療現場における患者の状態管理だけではなく、住宅やビルの防犯管理、交通量のモニタリング、又は農産物の管理等、その分野や場面を問わず多岐に亘る。

10

## 【 0 0 3 6 】

また、センシングエリアMに属する各センサーノードは、中継ノードM114との間で無線通信することが可能なように構成されている。そして、センサーノード間の通信は、中継ノードM114の処理を介して行われる。例えば、センサーノードD110からセンサーノードB106に対して情報を伝送する場合、該情報は、一旦、中継ノードM114に伝送され、中継ノードM114が該情報の宛先を確認した後、センサーノードB106へと転送される。このような情報の伝送過程については後で詳細に説明する。なお、センサーノード間の距離、又はセンサーノードとシンクノードとの間の距離が近く、お互いの電波が到達する範囲にある場合には、センサーノード間、又はセンサーノードとシンクノードとの間で、アドホックな無線ネットワークを構成することにより、直接に情報の交換

20

## 【 0 0 3 7 】

シンクノードA104は、各センサーノードが取得した環境情報を集約する役割を担う。さらに、シンクノードA104は、バックボーンネットワーク102と接続されており、該集約された環境情報をバックボーンネットワーク102を通じて、情報管理サーバ（図示せず）やユーザ端末（図示せず）に送信する。従って、各所に分散して配置されたセンサーノードが取得した環境情報は、シンクノードA104を経由して、該環境情報を利用するユーザに届けられる。なお、バックボーンネットワーク102は、無線通信網、又は有線通信網により構成されていてもよく、例えば、光通信、ADSL（Asymmetric Digital Subscriber Line）、電力線通信、又は衛星通信等を利用した任意の通信手段により構成されていてもよい。

30

## 【 0 0 3 8 】

中継ノードM114は、上記のように、センサーノード間の通信、及び、各センサーノードとシンクノードA104との間の通信を中継する役割を担う。さらに、中継ノードM114は、他のセンシングエリア内に配置された中継ノードとの間で無線LANによる通信を行うことができる。つまり、中継ノードM114が管理する各センサーノードが取得した環境情報を、例えば、センシングエリアN内のネットワークを中継する中継ノードN116に送信することができる。このような、異なるセンシングエリア内に位置する中継ノード同士の通信において、センサーノードの送信フレームは、無線LANのフレーム内にカプセル化されて送信される。なお、本実施形態においては、センサーノードから送信されるセンサー情報をセンサーフレームと呼び、無線LANのフレーム内にカプセル化され、送信される中継情報を無線LANフレームと呼ぶ。

40

## 【 0 0 3 9 】

以上、センシングエリアMの内部に位置する構成要素について説明したが、センシングエリアNの内部に位置するセンサーノード118、120、122、及び中継ノードN116についても、その機能及び構成は、センシングエリアMの内部に配置されたセンサーノード106、108、110、112、及び中継ノードN116と同様であるため、詳細な説明は省略する。

## 【 0 0 4 0 】

（中継ノードの構成）

50

次に、図2を参照しながら、本実施形態に係る中継ノードの構成について説明する。なお、説明の都合上、中継ノードN116を例に挙げて説明するが、中継ノードM114の構成についても同様である。

【0041】

中継ノードN116は、主に、無線LAN側送受信部124と、カプセル化処理部126と、中継判定部128と、接続管理テーブル130と、センシングエリア側送受信部132と、により構成される。また、中継ノードN116は、持続的に安定して電源供給が可能な固定電源134に接続されていてもよい。

【0042】

センシングエリア側送受信部132は、センシングエリアN内に配置されたセンサーノード118、120、122との間でセンサーフレームを送受信する。なお、センシングエリア側送受信部132は、センサーノードにセンサーフレームを送信するセンサー装置側送受信部と、センサーノードからセンサーフレームを受信するセンサー装置側受信部とに分離して構成してもよい。接続管理テーブル130は、中継ノードN116が管理するセンシングエリアNの内部に位置するセンサーノード118、120、122の一覧が記録されたデータベースである。なお、センシングエリアN内に新規のセンサーノードが追加されると、該新規のセンサーノードが発信する信号を検知したセンシングエリア側送受信部132は、接続管理テーブル130が保持する一覧に該新規のセンサーノードに関する情報を追記する。

10

【0043】

中継判定部128は、接続管理テーブル130に記録されたセンシングエリアN内のセンサーノードに関する情報を参照し、センシングエリア側送受信部132から伝送されてきたセンサーフレームの宛先が、センシングエリアN内に位置するセンサーノードであるか否かを判定する。もし、該宛先がセンシングエリアN内のセンサーノードではない場合には、他の中継ノードへ該センサーフレームを送信するために、カプセル化処理部126へと該センサーフレームを伝送する。

20

【0044】

カプセル化処理部126は、中継判定部128から伝送されてきたセンサーフレームをカプセル化する。ここで、カプセル化(encapsulation)とは、通常、上位層のデータを下位層の情報で包み込むことをいう。従って、ここでいうカプセル化とは、センシングエリア内のプロトコルに記載されたセンサーフレームを無線LAN側のプロトコル(例えば、TCP/IP等)で包み込むことをいう。つまり、カプセル化とは、無線LANのフレームの中にセンサーフレームを隠蔽することである。なお、カプセル化処理部126は、センサーフレームを無線LANフレームの中に隠蔽するカプセル化処理部と、無線LANフレームの中からセンサーフレームを抽出するカプセル化解除部とに分離して構成してもよい。

30

【0045】

無線LAN側送受信部124は、カプセル化処理部126によりカプセル化されたセンサーフレーム(つまり、無線LANフレーム)を他の中継ノードM114に対して送信する。逆に、無線LAN側送受信部124は、他の中継ノードM114から無線LANフレームを受信し、カプセル化処理部126に伝送する。カプセル化処理部126は、無線LAN側送受信部126から伝送された無線LANフレームから、センサーフレームを抽出し、中継判定部128に伝送する。なお、無線LAN側送受信部124は、他の中継ノードに無線LANフレームを送信するネットワーク装置側送受信部と、他の中継ノードから無線LANフレームを受信するネットワーク装置側受信部とを分離して構成してもよい。

40

【0046】

中継判定部128は、カプセル化処理部126から伝送されたセンサーフレームの宛先と、接続管理テーブル130に記載されたセンサーノード情報とを照合し、センシングエリアN内に存在するセンサーノード宛か否かを判定する。センシングエリアN内のセンサーノード宛であった場合、中継判定部128は、該センサーフレームをセンシングエリア

50

側送受信部 132 に伝送する。センシングエリア側送受信部 132 は、該センサーフレームをセンシングエリア N 内のセンサーノードに送信する。

【0047】

以上、本実施形態に係る中継ノードの構成について、中継ノード N116 を例に挙げて説明した。特に、センシングエリア N 内のセンサーノードから、他の中継ノード M114 に対して、センサーフレームをカプセル化して送信する構成と、中継ノード M114 から受信した無線 LAN フレームのカプセル化を解除して、抽出したセンサーフレームをセンシングエリア N 内のセンサーノードに送信する構成とを具体的に示した。本実施形態に係るセンサーネットワークは、例示したような中継ノードを含むように構成され、各センサーノードが取得した環境情報を含むセンサーフレームの送受信が行われる。

10

【0048】

(通信処理の流れ)

次に、図 3 を参照しながら、センサーノードにより取得された環境情報が、シンクノードに伝送される通信処理の流れについて詳細に説明する。ここでは、説明の都合上、センサーノード F118 から、シンクノード A104 へとセンサーフレームが送信される場合についてのみ説明する。もちろん、他のセンサーノードがセンサーフレームを発信する場合や、該センサーノードの宛先がシンクノード A104 以外の場合についても、同様であることは言うまでもない。従って、センサーネットワーク内に位置する少なくとも二の中継ノードを介する通信処理は、ここで挙げる例と同様の処理過程を経て実行される。

【0049】

20

既に述べたように、本実施形態の目的は、センサーノードから送信されたフレームを無線 LAN フレームでカプセル化して送信することにより、センサーフレームの到達距離を拡張することにある。上記のように、中継ノード M114、及び中継ノード N116 は、固定電源に接続されており、センサーノードに比べると電波の到達距離が長い。従って、中継ノード間の通信過程を経由することにより、シンクノード A104 は、より遠くに位置するセンサーノードの環境情報を収集することが可能になる。以下で例示する通信処理の流れは、センサーフレームを発信するセンサーノード F118 と、該センサーフレームを受信するシンクノード A104 との距離が十分に離れており、中継ノード M114、及び中継ノード N116 を介して通信処理を実行しなくてはならない状況を想定している。

【0050】

30

まず、センサーノード F118 は、中継ノード N116 に対して宛先をシンクノード A104 としたセンサーフレームを送信する (S102)。該センサーフレームを受信した中継ノード N116 は、接続管理テーブル 130 を参照し (S104)、該センサーフレームを中継することが可能か否かを判断する (S106)。なお、接続管理テーブル 130 には、中継ノード N116 が管理するセンシングエリア N 内に位置するセンサーノードの一覧が記載されている。従って、中継ノード N116 は、接続管理テーブル 130 が保持するノードの一覧と、センサーフレームの宛先とを照合することにより、自己の管理するセンシングエリア N の内部宛なのか、又は外部宛なのかを判断をすることができる。一例として、接続管理テーブル 130 は、下表 1 のように構成される。

【0051】

40

【表 1】

表 1：接続管理テーブルの構成例

管理下ノード
F, G, H

【0052】

この接続管理テーブル 130 は、利用者、又は管理者が手動で登録することも可能であるし、センシングエリア N 内のセンサーフレームから送信されるセンサーフレームの送受信状況を監視することにより、自動的に登録することも可能である。

50

## 【 0 0 5 3 】

もし、受信したセンサーフレームの宛先が接続管理テーブル 1 3 0 に記載されており、センシングエリア N 内のセンサーノード宛である場合には、中継ノード N 1 1 6 は、該センサーフレームを外部の中継ノードに対して中継する必要がない為、該センサーフレームを廃棄する ( S 1 0 8 )。逆に、中継ノード N 1 1 6 は、受信したセンサーフレームの宛先がセンシングエリア N の外部である場合に、該センサーフレームをカプセル化し ( S 1 1 0 )、無線 LAN フレームとして外部の中継ノード M 1 1 4 に送信する ( S 1 1 2 )。

## 【 0 0 5 4 】

中継ノード M 1 1 4 は、該無線 LAN フレームを受信すると、カプセル化を解除して、隠蔽されていたセンサーフレームを抽出する ( S 1 1 4 )。その後、中継ノード M 1 1 4 は、自己の管理するセンシングエリア M 内に位置するノードの一覧が記載された接続管理テーブルを参照し ( S 1 1 6 )、抽出されたセンサーフレームの宛先がセンシングエリア M 内のノードか否かを判断する ( S 1 1 8 )。もし、センシングエリア M の内部宛でない場合、中継ノード M 1 1 4 は、該センサーフレームを廃棄する ( S 1 2 0 )。逆に、センシングエリア M の内部宛である場合には、該当するノードに対して該センサーフレームを送信する。この例では、中継ノード M 1 1 4 は、シンクノード A 1 0 4 に対して、受信したセンサーフレームを送信する ( S 1 2 2 )。

## 【 0 0 5 5 】

なお、上記の例において、中継ノードが自己のセンシングエリア内に存在するセンサーノードから受信したセンサーフレームの宛先が、接続管理テーブルの一覧に記載されている場合には、該センサーフレームを破棄する構成とした。つまり、同一のセンシングエリアに属するセンサーノード間の通信は、中継ノードを介さないで実行される構成とした。しかし、本実施形態に係る通信処理は、かかる例に限定されるものではない。例えば、センサーノードから受信したセンサーフレームの宛先が、自己のセンシングエリア内のセンサーノードであった場合、中継ノードは、宛先のセンサーノードに該センサーフレームを伝送する構成としてもよい。つまり、同一センシングエリア内の通信においても、一旦、中継ノードを介して実行されるように構成してもよい。

## 【 0 0 5 6 】

このように、本実施形態に係る通信処理において、各中継ノードは、受信したセンサーノードの宛先を接続管理テーブルと照合し、自己が管理するセンシングエリアに属するノード宛か否かを判断して、該センサーフレームの中継処理、又は廃棄処理を実行する。かかる構成により、広範囲に設置されたセンサーノードから、各センサーノードが取得した環境情報をシンクノードに集約することが可能になる。また、一のセンサーノードから、他のセンサーノードにセンサーフレームを伝送する際においても、シンクノードを経由させる必要がなく、該一のセンサーノードから直接、又は中継ノードから直接、該センサーフレームを伝送することが可能になる。

## 【 0 0 5 7 】

( 第 2 の実施形態 )

次に、本発明の第 2 の実施形態に係るセンサーネットワークの構成、中継ノードの構成、及び通信処理の流れについて、図 4 ~ 8 を参照しながら、詳細に説明する。

## 【 0 0 5 8 】

( センサーネットワークの構成 )

図 4 は、本発明の第 2 の実施形態に係るセンサーネットワークの構成を示した模式図である。図を参照すると、該センサーネットワークは、主に、センシングエリア M と、センシングエリア N と、センシングエリア O と、センシングエリア P と、により構成されている。センシングエリア M の内部には、シンクノード A 2 0 4 と、複数のセンサーノード 2 0 6、2 0 8 ( B、C ) と、中継ノード M 2 1 0 と、が配置されている。センシングエリア N の内部には、複数のセンサーノード 2 1 4、2 1 6、2 1 8 ( D、E、F ) と、中継ノード N 2 1 2 と、が配置されている。また、センシングエリア O の内部には、複数のセンサーノード 2 2 2、2 2 4、2 2 6 ( G、H、I ) と、中継ノード O 2 2 0 と、が配置

10

20

30

40

50

されている。さらに、センシングエリアPの内部には、複数のセンサーノード230、232、234(J, K, L)と、中継ノードP228と、が配置されている。つまり、シンクノード、センサーノード、及び中継ノードが、メッシュ状に接続されて、ネットワークを構成している。

#### 【0059】

センシングエリアMに属する各センサーノードは、中継ノードM210との間で無線通信することが可能なように構成されている。そして、センサーノード間、又はセンサーノードとシンクノードA204との間の通信は、中継ノードM210の処理を介して行われてもよい。なお、センサーノード間の距離、又はセンサーノードとシンクノードA204との間の距離が近く、お互いの電波が到達する範囲にある場合には、センサーノード間、又はセンサーノードとシンクノードA204との間で、アドホックな無線ネットワークを確立することにより、直接、センサーフレームが交換されてもよい。

10

#### 【0060】

シンクノードA204は、各センサーノードが取得した環境情報を集約する役割を担う。さらに、シンクノードA204は、バックボーンネットワーク202と接続されており、該集約された環境情報をバックボーンネットワーク202を通じて、情報管理サーバ(図示せず)やユーザ端末(図示せず)に送信する。

#### 【0061】

中継ノードM210は、上記のように、センサーノード間の通信、及び、各センサーノードとシンクノードA204との間の通信を中継する役割を担う。さらに、中継ノードM210は、他のセンシングエリア内に配置された中継ノードとの間で無線LANによる通信を行うことができる。つまり、中継ノードM210が管理する各センサーノードが取得した環境情報を、例えば、センシングエリアN内の中継ノードN212に送信することができる。

20

#### 【0062】

以上、センシングエリアMの内部構成について説明したが、センシングエリアN、センシングエリアO、及びセンシングエリアPの内部に位置するセンサーノード、及び中継ノードの構成についても、実質的に同一であるため、これらの詳細な説明は省略する。

#### 【0063】

なお、上述の第1の実施形態と比較して、本実施形態の主な相違点は、シンクノードA204を有するセンシングエリアMの中継ノードM210と、直接的な通信経路が存在しないセンシングエリアOが存在する点である。電波の到達距離が比較的長い中継ノードであっても、中継ノード間の無線通信が不可能な場合があり、他の中継ノードを介して通信経路を確立する手段が必要とされる。本実施形態は、このような状況を想定し、遠く離れたセンサーノード間における効率的な通信手段を提供するものである。

30

#### 【0064】

(中継ノードの構成)

次に、図5を参照しながら、本実施形態に係る中継ノードの構成について説明する。なお、説明の都合上、中継ノードN212を例に挙げて説明するが、他の中継ノードの構成についても同様である。

40

#### 【0065】

中継ノードN212は、主に、無線LAN側送受信部236と、無線LAN側中継処理部238と、他エリア接続管理テーブル240と、カプセル化処理部242と、中継判定部244と、接続管理テーブル246と、センシングエリア側送受信部248と、により構成される。また、中継ノードM210は、持続的に安定して電源供給が可能な固定電源250に接続されていてもよい。

#### 【0066】

センシングエリア側送受信部248は、センシングエリアN内に配置された各センサーノードとの間でセンサーフレームを送受信する。接続管理テーブル246は、中継ノードM210が管理するセンシングエリアN内のセンサーノード118、120、122の一

50

覧が記録されたデータベースである。なお、センシングエリアN内に新規のセンサーノードが追加されると、該新規のセンサーノードが発信する信号を検知したセンシングエリア側送受信部248は、接続管理テーブル246が保持する一覧に該新規のセンサーノードに関する情報を追記する。

【0067】

中継判定部244は、接続管理テーブル246に記録されたセンシングエリアN内のセンサーノードに関する情報を参照し、センシングエリア側送受信部248から伝送されてきたセンサーフレームの宛先が、センシングエリアN内に位置するセンサーノードであるか否かを判定する。もし、該宛先がセンシングエリアN内のセンサーノードではない場合には、他の中継ノードへ該センサーフレームを送信するために、カプセル化処理部242へと該センサーフレームを伝送する。カプセル化処理部242は、中継判定部244から伝送されてきたセンサーフレームをカプセル化する。

10

【0068】

他エリア接続管理テーブル240は、他のセンシングエリア内に存在するセンサーノード、又はシンクノードの情報を格納している。例えば、下表2に示すように、各センシングエリアのノードを管理する中継ノードの情報と、該情報に関連付けて、該中継ノードが管理するノードの情報が格納されている。下表2によれば、中継ノードM210が管理するセンシングエリアMには、ノードA、B、及びCが存在することが分かる。従って、送信しようとする無線LANフレームの宛先と、該他エリア接続管理テーブルの情報とを照合することによって、容易に、適切な中継先を選択することが可能になる。

20

【0069】

【表2】

表2：他エリア接続管理テーブルの構成例

中継ノード	管理下ノード
O	G、H、I
P	J、K、L
M	A、B、C

【0070】

無線LAN側中継処理部238は、他エリア接続管理テーブル240の一覧情報を参照し、これから送信しようとする無線LANフレームの宛先が、該一覧情報に記載されているか否かを判断する。もし、無線LANフレームの宛先が、該一覧情報に記載されている場合には、送信先の中継ノードを指定して、無線LAN側送受信部236に該無線LANフレームを伝送する。逆に、該無線LANフレームの宛先が、該一覧情報に記載されていない場合には、該無線LANフレームを廃棄する。

30

【0071】

無線LAN側送受信部236は、無線LAN側中継処理部238から受信した無線LANフレームを他の中継ノードに対して送信する。逆に、無線LAN側送受信部236は、他の中継ノードから受信した無線LANフレームを無線LAN側中継処理部238に伝送する。

40

【0072】

無線LAN中継処理部238は、無線LAN側送受信部236から無線LANフレームが伝送されてきた場合、他エリア接続管理テーブル240を参照する。このとき、無線LAN中継処理部238は、受信した無線LANフレームの宛先が、他エリア接続管理テーブル240に記載されている場合には、該無線LANフレームをカプセル化処理部242に伝送することなく、適切な他の中継ノードを指定して無線LAN側送受信部236に返送する。逆に、該無線LANフレームの宛先が、他エリア接続管理テーブル240に記載されていない場合には、カプセル化処理部242に伝送する。

【0073】

50

カプセル化処理部 242 は、無線 LAN 側中継処理部 238 から伝送されてきた無線 LAN フレームから、センサーフレームを抽出し、中継判定部 244 に伝送する。中継判定部 244 は、カプセル化処理部 242 から伝送されたセンサーフレームの宛先と、接続管理テーブル 246 に記載されたセンサーノード情報とを照合し、センシングエリア N 内に存在するセンサーノード宛か否かを判定する。センシングエリア N 内のセンサーノード宛であった場合、中継判定部 244 は、該センサーフレームをセンシングエリア側送受信部 248 に伝送する。センシングエリア側送受信部 248 は、該センサーフレームをセンシングエリア N 内のセンサーノードに送信する。

#### 【0074】

以上、本実施形態に係る中継ノードの構成について、中継ノード M210 を例として説明した。特に、センシングエリア N 内のセンサーノードから、他の中継ノードに対して、センサーフレームをカプセル化して送信する構成と、他の中継ノードから受信した無線 LAN フレームのカプセル化を解除して、抽出したセンサーフレームをセンシングエリア N 内のセンサーノードに送信する構成と、他の中継ノードから受信した無線 LAN フレームをさらに別の中継ノードに中継する構成と、を具体的に示した。本実施形態に係るセンサーネットワークは、例示したような中継ノードを含むように構成され、各センサーノードが発信したセンサーフレームの送受信が行われる。

#### 【0075】

(通信処理の流れ)

次に、本実施形態に係る通信処理の流れについて、具体的な例を挙げて詳細に説明する。まず、これに先立って、図 6 及び 7 を参照しながら、図 4 に示したネットワーク構成を概念的に整理し、通常の通信処理の流れと、本実施形態に係る通信処理の流れと、を比較検討しておきたい。もちろん、本実施形態に係る通信処理の流れは、上述のネットワーク構成、及び中継ノードの構成により実現されるものである。

#### 【0076】

まず、図 6 に描画したネットワークの物理的構造に関する概念図を参照しながら、簡単に通信処理の流れを整理する。なお、図 6 に示した円は、各ノードを表し、円の中に記載したアルファベットは、図 4 に示した各ノードのアルファベットと対応する。実線は、各ノード間で通信可能な経路を表し、破線矢印 (T1、T2、T3) は、フレームの伝送過程を表す。

#### 【0077】

図 6 を参照すると、図 4 で例示したネットワークの物理的構造は、ノード A を頂点とし、ノード M、N、O、P を軸とするツリー構造を成している。通常のセンサーネットワークで用いられるツリー状のルーティングプロトコルでは、例えば、ノード D から、ノード A へとフレームを伝送する為に、ノード N とノード M とを経由する必要がある。ここで、上記の第 1 の実施形態を適用し、カプセル化による中継手段を採用する場合には、ノード N、及びノード M は、フレームを透過的に転送することが可能になり、図 7 に示すように、ノード A が 1 ホップで到達可能なノードとして認識される。従って、図 6 に示したノード D からノード A への伝送過程 T1、T2、T3 は、図 7 に示すように、1 ホップの伝送過程 T10 と見ることができる。

#### 【0078】

再び図 6 を参照すると、ノード D からノード L へとフレームを送信する場合、通常のルーティングプロトコルでは、該フレームは、ノード N、及びノード M を経由してノード A へと到達した後、ノード M、及びノード P を経由してノード L へと到達する。つまり、最下層のノード間でフレームを送受信する場合には、必ずノード A を経由しなくてはならない。従って、一のフレーム伝送に際して、同一ノードが、何度も同じフレームを伝送処理する過程が生じ、途中に介在するノードに余分な負荷が掛かる。そこで、上述した、本実施形態に係る中継ノードを用いると、ツリー状の通信経路に対するバイパス経路を形成する手段が提供され、途中に介在するノードの負荷が低減される。

#### 【0079】

10

20

30

40

50

ここで、このようなバイパス経路を経由したフレーム送信処理に係る一連の流れについて、図8を参照しながら説明する。図8は、センサーノードD214が発信したセンサーフレームが、中継ノードN212、中継ノードO220、及び中継ノードP228を経由してセンサーノードL234に伝送される過程を示したシーケンス図である。もちろん、センサーフレームの伝送過程は、これに限定されるものではないが、説明の都合上、このような具体例を挙げて説明する。この例では、センサーフレームの宛先は、中継ノードP228の管理下にあるセンサーノードL234であり、この前提に従って、通信処理の流れを追いかけていくことにする。

#### 【0080】

まず、センサーノードD214は、中継ノードN212に対してセンサーフレームを送信する(S202)。なお、該センサーフレームは、中継ノードN212のみが受信できるように、送信されるわけではなく、センシングエリアN内に位置する他のセンサーフレームにより受信することも可能である。もちろん、該センサーフレームを受信した各センサーノードは、受信したセンサーフレームが自ノード宛でない場合には、該センサーフレームを廃棄する。 10

#### 【0081】

中継ノードN212は、接続管理テーブルを参照し、センサーノードD214から受信したセンサーフレームの宛先が、自己の管理するセンシングエリア内のセンサーノード宛でないことを確認した後、他エリア接続管理テーブルを参照する(S204)。既に述べたように、他エリア接続管理テーブルには、中継可能な中継ノードの情報と、該中継ノードに属するセンサーノード、又はシンクノードの一覧が記載されている。従って、上記のセンサーフレームの宛先を、他エリア接続管理テーブルの一覧と照合させることにより、該センサーフレームを中継可能か否かが判断される(S206)。より詳細には、このセンサーフレームの宛先が、中継ノードN212内の管理するノード宛であるか、外部宛のものであるか、が判定され、さらに、外部宛である場合には、中継ノードN212が通信可能な他の中継ノードのうち、どの中継ノードが管理するセンシングエリア内のノードかが判定される。 20

#### 【0082】

もし、中継不可能な場合、中継ノードN212は、そのセンサーフレームを破棄する(S208)。ここで考える例の場合、センサーフレームの宛先は、中継ノードP228に属するセンサーノードL234である。従って、中継ノードN212は、該センサーフレームをカプセル化して無線LANフレームにする(S210)。このとき、該無線LANフレームの宛先は、中継ノードP228に設定される。図4に示すように、中継ノードN212は、中継ノードP228に対して直接的に通信することが出来ないため、該通信を中継する、中継ノードO220へと該無線LANフレームを送信する(S212)。 30

#### 【0083】

次に、中継ノードO220は、中継ノードN212から受信した無線LANフレームの宛先を参照して、中継可能か否かを判断する(S214)。この例の場合、中継ノードO220は、中継ノードP228への接続経路を有している為、中継可能であると判断し、中継ノードP228へと該無線LANフレームを転送する(S216)。なお、この中継判断は、中継ノードO220が保有する他エリア接続管理テーブルを参照して行われる。つまり、直接的、又は間接的に無線LANによって接続された中継ノードと、該中継ノードが管理するノードの一覧が、該他エリア接続管理テーブルに記載されている為、受信した無線LANフレームの宛先と、該一覧とを照合することにより、自センシングエリア内のノード宛でない無線LANフレームの中継処理を実行することも可能になるのである。 40

#### 【0084】

次に、中継ノードP228は、受信した無線LANフレームが、自己宛であることを確認し、該無線LANフレームのカプセル化を解除し、隠蔽されていたセンサーフレームを抽出する(S218)。その後、接続管理テーブルを参照し、該センサーフレームが、自己の管理するセンシングエリアP内のノード宛であることを確認する(S222)。もし 50

、中継ノード P 2 2 8 が管理するセンシングエリア P 内のノード宛でない場合には、該センサーフレームを破棄する ( S 2 2 4 )。この例では、該センサーフレームの宛先が、センシングエリア P 内に存在するセンサーノード L 2 3 4 宛であるから、中継ノード P 2 2 8 は、該センサーフレームをセンサーノード L 2 3 4 へと送信する ( S 2 2 6 )。

【 0 0 8 5 】

以上、センサーノード D 2 1 4 が発信したセンサーフレームが、各中継ノードを経由してセンサーノード L 2 3 4 へと伝送される様子を例に挙げて説明した。このように、各中継ノードが、他エリア接続管理テーブルを保持し、該他エリア接続管理テーブルの内容と、送受信する無線 LAN フレームの宛先とを照合して、該無線 LAN フレームを中継処理することにより、物理的構造の上位にあるシンクノード A 2 0 4 を経由することなく、フレームが伝送可能なパイパス経路が形成される。かかる構成により、各中継ノードの負荷を低減できるだけでなく、ネットワーク全体のトラフィックを効率化することが可能になり、より効率的で、省消費電力型のセンサーネットワークが実現される。

10

【 0 0 8 6 】

以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は係る例に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 8 7 】

【 図 1 】 本発明の第 1 の実施形態に係るセンサーネットワークを示す模式図である。

【 図 2 】 同実施形態に係る中継ノードの構成を示すブロック図である。

【 図 3 】 同実施形態に係る通信処理の流れを示すシーケンス図である。

【 図 4 】 本発明の第 2 の実施形態に係るセンサーネットワークを示す模式図である。

【 図 5 】 同実施形態に係る中継ノードの構成を示すブロック図である。

【 図 6 】 図 4 に示したセンサーネットワークの物理的構造を示す概念図である。

【 図 7 】 図 4 に示したセンサーネットワークの論理的構造を示す概念図である。

【 図 8 】 同実施形態に係る通信処理の流れを示すシーケンス図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 8 】

1 0 6、1 0 8、1 1 0、1 1 2、1 1 8、1 2 0、1 2 2、2 0 6、2 0 8、2 1 4  
、2 1 6、2 1 8、2 2 2、2 2 4、2 2 6、2 3 0、2 3 2、2 3 4                      センサーノード

30

1 1 4、1 1 6、2 1 0、2 1 2、2 2 0、2 2 8                      中継ノード

1 2 4、2 3 6                      無線 LAN 側送受信部

1 2 6、2 4 2                      カプセル化処理部

1 2 8、2 4 4                      中継判定部

1 3 0、2 4 6                      接続管理テーブル

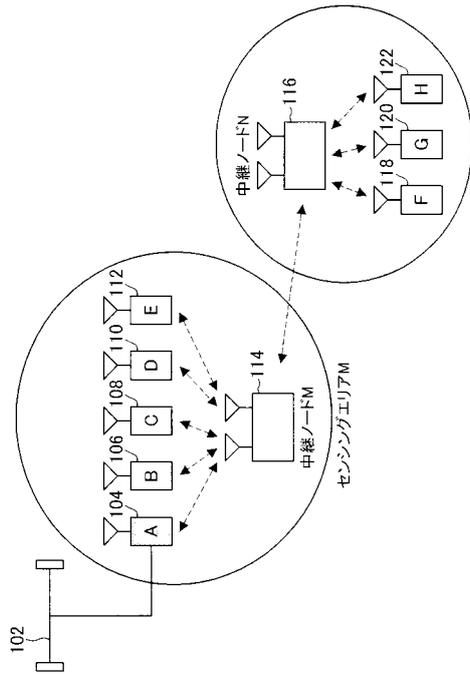
1 3 2、2 4 8                      センシングエリア側送受信部

2 3 8                      無線 LAN 側中継処理部

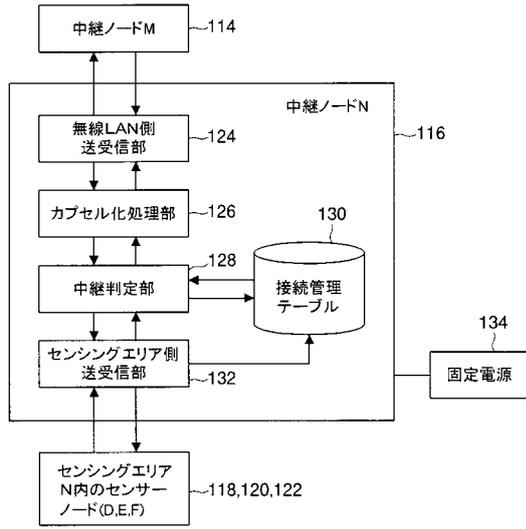
2 4 0                      他エリア接続管理テーブル

40

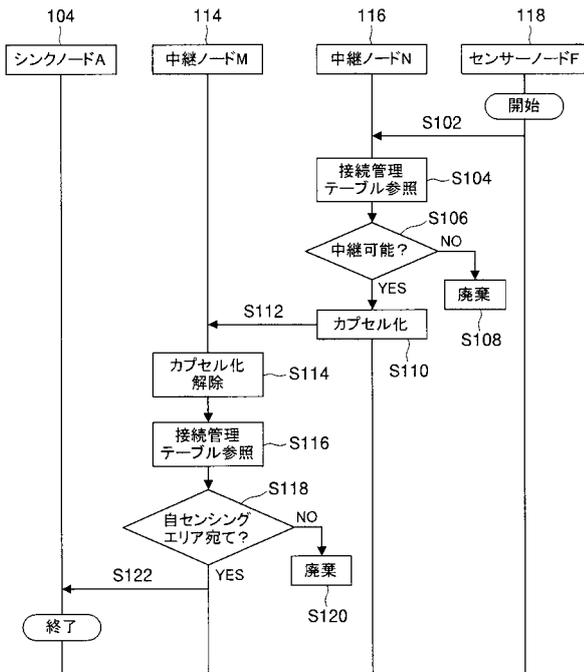
【 図 1 】



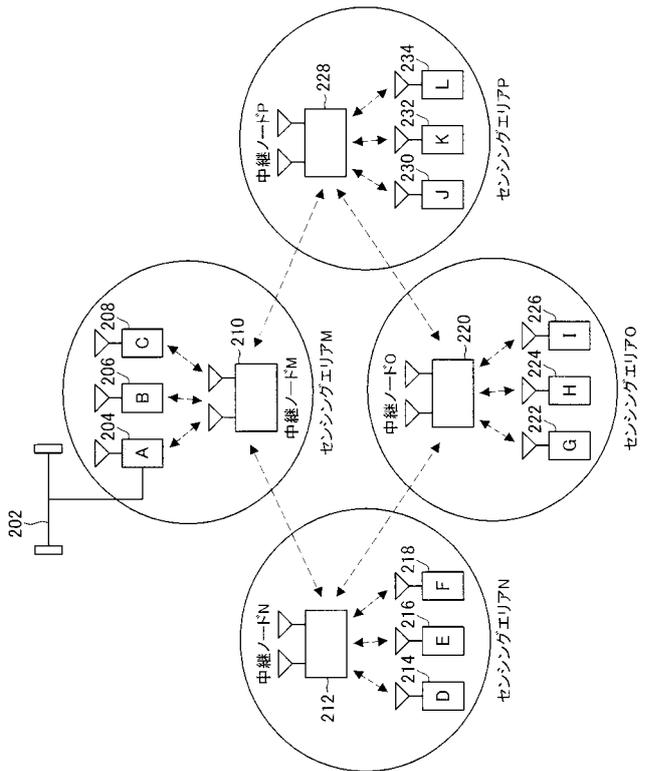
【 図 2 】



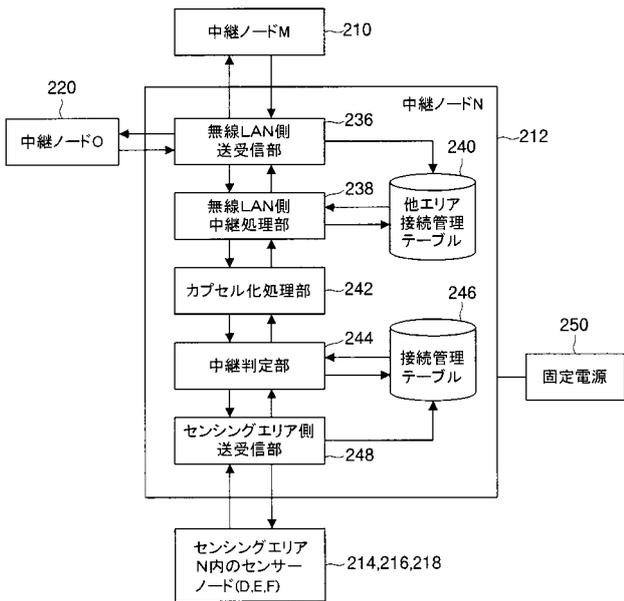
【 図 3 】



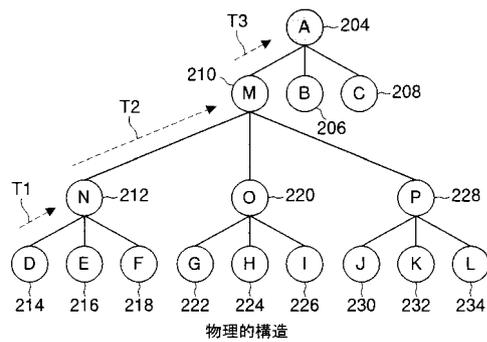
【 図 4 】



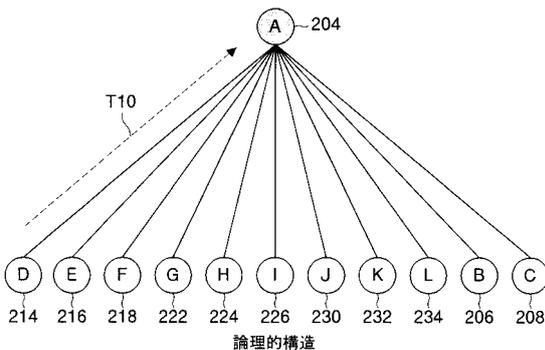
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】

