

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5099777号  
(P5099777)

(45) 発行日 平成24年12月19日(2012.12.19)

(24) 登録日 平成24年10月5日(2012.10.5)

(51) Int.Cl.		F I	
<b>GO8C 15/00</b>	<b>(2006.01)</b>	GO8C 15/00	E
<b>GO8C 17/00</b>	<b>(2006.01)</b>	GO8C 17/00	Z
<b>GO1D 21/00</b>	<b>(2006.01)</b>	GO1D 21/00	G

請求項の数 25 (全 50 頁)

(21) 出願番号	特願2008-230593 (P2008-230593)	(73) 特許権者	506301140
(22) 出願日	平成20年9月9日(2008.9.9)		公立大学法人会津大学
(65) 公開番号	特開2010-66854 (P2010-66854A)		福島県会津若松市一箕町大字鶴賀字上居合
(43) 公開日	平成22年3月25日(2010.3.25)		90番地
審査請求日	平成23年7月5日(2011.7.5)	(74) 代理人	100118094
			弁理士 殿元 基城
		(72) 発明者	宮崎 敏明
			福島県会津若松市一箕町大字鶴賀字上居合
			90番地 公立大学法人会津大学内
		審査官	井上 昌宏

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 センサ装置、センシング情報収集システム、センシング機能代替方法およびセンシング機能代替プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のセンサ機能部を備え、当該複数のセンサ機能部のうちいずれかを選択して用いることにより特定のセンシング情報を取得するセンサ手段と、

他のセンサ装置が定期的に発信する、当該センサ装置の識別情報とセンシング情報の種別情報とが記録されたハロー信号を受信する信号受信手段と、

計時処理により経過時間情報の出力を行うタイマ手段と、

前記信号受信手段により受信された前記識別情報および前記種別情報の受信時間を、前記タイマ手段により出力される経過時間情報に基づいて検出する受信時間検出手段と、

前記信号受信手段により受信される前記識別情報および前記種別情報と、前記受信時間検出手段により検出された受信時間情報とを記録手段に記録する情報記録手段と、

該情報記録手段により前記記録手段に記録された受信時間情報に基づいて、第1所定時間以上、新たなハロー信号が受信されていない不通センサ装置が存在するか否かを判断する不通センサ装置判断手段と、

該不通センサ装置判断手段により、不通センサ装置が存在すると判断された場合に、前記記録手段に記録されている前記不通センサ装置の種別情報に基づいて、前記センサ手段が当該種別情報に該当するセンサ機能部を備えているか否かを判断するセンサ機能部判断手段と、

該センサ機能部判断手段により該当するセンサ機能部を備えていると判断された場合に、前記センサ手段におけるセンシング機能の代替が可能である旨を示すノーティス信号を

10

20

生成するノーティス信号生成手段と、

該ノーティス信号生成手段により生成されたノーティス信号を周囲のセンサ装置に発信する信号発信手段と、

該信号発信手段により前記ノーティス信号を発信してから第2所定時間が経過するまでの間に他のセンサ装置よりノーティス信号が受信されたか否かを判断するノーティス信号受信判断手段と、

該ノーティス信号受信判断手段により前記ノーティス信号が受信されなかったと判断された場合に、前記センサ手段におけるセンサ機能部の選択を、前記不通センサ装置の前記種別情報に該当するセンサ機能部へ変更するセンサ機能部変更手段と

を備えることを特徴とするセンサ装置。

10

【請求項2】

電力供給手段における残量電力量を検出する残量電力量検出手段を有し、

前記ノーティス信号生成手段は、前記ノーティス信号に前記残量電力量検出手段により検出された残量電力量情報を記録させ、

前記センサ機能部変更手段は、ノーティス信号受信判断手段により前記ノーティス信号が受信されたと判断された場合に、受信されたノーティス信号に記録される他のセンサ装置の残量電力量よりも自己の残量電力量の方が多いことを条件として、前記センサ手段におけるセンサ機能部の選択を、前記不通センサ装置の前記種別情報に該当するセンサ機能部へ変更すること

を特徴とする請求項1に記載のセンサ装置。

20

【請求項3】

前記ノーティス信号生成手段は、ノーティス信号に自己のセンシング情報の種別情報を記録させ、

前記センサ機能部変更手段は、ノーティス信号受信判断手段により前記ノーティス信号が受信されたと判断された場合に、受信されたノーティス信号に記録される他のセンサ装置の種別情報と、自己の種別情報とを比較して、自己の種別情報が他の種別情報よりもセンシング機能の代替候補としての優先順位が高い種別情報であることを条件として、前記センサ手段におけるセンサ機能部の選択を、前記不通センサ装置の前記種別情報に該当するセンサ機能部へ変更すること

を特徴とする請求項1に記載のセンサ装置。

30

【請求項4】

電力供給手段における残量電力量を検出する残量電力量検出手段と、

前記残量電力量検出手段により検出された残量電力量に基づいて、前記センサ手段におけるセンサ機能部の選択を前記不通センサ装置の前記種別情報に該当するセンサ機能部へ変更した場合に、継続してセンシング情報を取得することが可能な駆動時間を算出する駆動時間算出手段と

を有し、

前記ノーティス信号生成手段は、前記ノーティス信号に、前記駆動時間算出手段により算出された駆動時間情報を記録させ、

前記センサ機能部変更手段は、ノーティス信号受信判断手段により前記ノーティス信号が受信されたと判断された場合に、受信されたノーティス信号に記録される他のセンサ装置の駆動時間情報よりも自己の駆動時間情報の方が長いことを条件として、前記センサ手段におけるセンサ機能部の選択を、前記不通センサ装置の前記種別情報に該当するセンサ機能部へ変更すること

40

を特徴とする請求項1に記載のセンサ装置。

【請求項5】

上面部および側面部が連続した曲面によってドーム形状に形成されると共に底面部が平面により形成されるケースを有し、

該ケースの底面部寄りに重心が位置するように内部構成がなされること

を特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれか1項に記載のセンサ装置。

50

## 【請求項 6】

複数のプログラムを記録することが可能なプログラム格納手段と、  
該プログラム格納手段よりいずれかのプログラムを読み出して実行するプログラム実行手段と

を有し、

前記センサ機能部変更手段は、プログラム実行手段において実行されるプログラムに応じて、前記センサ手段におけるセンサ機能部の選択を前記不通センサ装置の前記種別情報に該当するセンサ機能部へ変更するか否かの判断方法を変更すること

を特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項に記載のセンサ装置。

## 【請求項 7】

前記信号受信手段は、前記プログラム格納手段に記録させるためのプログラムを、他のセンサ装置より受信することができ、

前記信号受信手段により前記プログラムが受信された場合に、当該プログラムを前記プログラム格納手段に格納するプログラム情報格納手段を有し、

前記プログラム実行手段は、前記プログラム情報格納手段により前記プログラム格納手段に前記プログラムが格納された後に、当該プログラムを読み出して実行すること

を特徴とする請求項 6 に記載のセンサ装置。

## 【請求項 8】

前記プログラム格納手段に記録された複数のプログラムのうち、他のセンサ装置に送信するためのプログラムを選択して読み出すプログラム読出手段を有し、

前記信号発信手段は、前記プログラム読出手段により前記プログラム格納手段から読み出されたプログラムを、前記他のセンサ装置に発信することを特徴とする請求項 6 または請求項 7 に記載のセンサ装置。

## 【請求項 9】

センシング対象地域を囲むようにして配置される 1 以上の基地局と、

該センシング対象地域に対して分散的に投入される請求項 6 乃至請求項 8 のいずれか 1 項に記載の 1 つ以上のセンサ装置と、

該センサ装置により検出されたセンシング情報を一元的に収集する情報管理装置とを有し、

前記基地局は、通信機能を用いて他の基地局および前記情報管理装置に対して情報の送受信を行うことが可能となっており、

前記センサ装置は、無線通信機能を用いて、他のセンサ装置および前記基地局に対して、センシング情報の送受信を行うことが可能となっている

ことを特徴とするセンシング情報収集システム。

## 【請求項 10】

前記情報管理装置は、前記センサ装置における無線通信可能距離と、該センサ装置の前記センシング情報を受信した前記基地局の配置位置情報とに基づいて、前記センシング対象地域における前記センサ装置毎の存在位置を求めることを特徴とする請求項 9 に記載のセンシング情報収集システム。

## 【請求項 11】

前記センサ装置は、前記無線通信機能においてマルチホップ通信を行うことが可能であり、他のセンサ装置を経由して前記センシング情報が前記基地局に送信される場合には、経由されたセンサ装置数を示すホップ数情報が前記センシング情報に関連づけて記録され、

前記情報管理装置は、前記センサ装置における無線通信可能距離と、前記センサ装置の前記センシング情報を受信した前記基地局の配置位置情報と、前記センシング情報に関連づけられたホップ数情報とに基づいて、前記センシング対象地域における前記センサ装置毎の存在位置を求めることを特徴とする請求項 9 に記載のセンシング情報収集システム。

## 【請求項 12】

前記情報管理装置は、

10

20

30

40

50

前記基地局の前記配置位置情報と、前記センサ装置の存在位置情報とに基づいて、前記センシング対象地域における前記基地局および前記センサ装置の相対的な位置関係を示すと共に、センサ装置により求められたセンシング情報を視認可能に示した画像を生成するセンシング画像生成手段と、

該センシング画像生成手段により生成された画像を表示する画像表示手段と

を有すること特徴とする請求項 9 乃至請求項 11 のいずれか 1 項に記載のセンシング情報収集システム。

【請求項 13】

前記センシング画像生成手段は、前記センシング情報が所定の判断条件を満たす場合に、当該判断条件を満たすことを示すアラート情報を前記生成された画像に付加すること  
を特徴とする請求項 12 に記載のセンシング情報収集システム。

10

【請求項 14】

前記センシング画像生成手段は、前記センシング対象地域の共通する地域において複数のセンシング情報の検知が行われる場合において、複数のセンシング情報が同時に所定の判断条件を満たすときに、当該判断条件を満たすことを示すアラート情報を前記生成された画像に付加すること

を特徴とする請求項 12 に記載のセンシング情報収集システム。

【請求項 15】

前記情報管理装置は、

当該情報管理装置の存在位置を検出するための位置検出手段を有し、

前記センシング画像生成手段は、前記位置検出手段により検出された存在位置情報に基づいて、前記センシング対象地域内に当該情報管理装置が位置していると判断される場合に、前記基地局および前記センサ装置に対する相対的な位置関係を満たすようにして、当該情報管理装置を前記生成された画像に付加すること

を特徴とする請求項 12 乃至請求項 14 のいずれか 1 項に記載のセンシング情報収集システム。

20

【請求項 16】

前記情報管理装置は、

前記センシング画像生成手段によって生成された前記画像を、ネットワークを介して接続される他の情報端末において取得可能に提供するセンシング情報提供手段

を有することを特徴とする請求項 12 乃至請求項 15 のいずれか 1 項に記載のセンシング情報収集システム。

30

【請求項 17】

前記センサ装置は、

前記無線通信機能を用いて他のセンサ装置あるいは基地局よりプログラムを受信して、前記プログラム格納手段に記録されるプログラムの更新を行うプログラム更新手段を有し、

前記プログラム実行手段は、前記プログラム更新手段により前記プログラムの更新が行われた後に、自動的に、または、他のセンサ装置あるいは基地局からの指示に応じて、更新されたプログラムを実行すること

を特徴とする請求項 9 乃至請求項 16 のいずれか 1 項に記載のセンシング情報収集システム。

40

【請求項 18】

複数のセンサ機能部のうち選択されたいずれかのセンサ機能部を用いてセンサ手段が特定のセンシング情報を取得するセンシング情報取得ステップと、

他のセンサ装置が定期的に発信する、当該センサ装置の識別情報とセンシング情報の種別情報とが記録されたハロー信号を、受信手段が受信する信号受信ステップと、

タイマ手段が計時処理に基づく経過時間情報の出力を行う経過時間情報出力ステップと

前記信号受信ステップにおいて受信された前記識別情報および前記種別情報の受信時間

50

を、受信時間検出手段が、前記経過時間情報出力ステップにおいて出力される経過時間情報に基づいて検出する受信時間検出ステップと、

前記信号受信ステップにおいて受信された前記識別情報および前記種別情報と、前記受信時間検出ステップにおいて検出された受信時間情報とを、情報記録手段が記録手段に記録する情報記録ステップと、

該情報記録ステップにおいて前記記録手段に記録された受信時間情報に基づいて、不通センサ装置判断手段が、第1所定時間以上、新たなハロー信号が受信されていない不通センサ装置が存在するか否かを判断する不通センサ装置判断ステップと、

該不通センサ装置判断ステップにおいて、不通センサ装置が存在すると判断された場合に、センサ機能部判断手段が、前記記録手段に記録されている前記不通センサ装置の種別情報に基づいて、前記センサ手段が当該種別情報に該当するセンサ機能部を備えているか否かを判断するセンサ機能部判断ステップと、

該センサ機能部判断ステップにおいて前記センサ機能部を備えていると判断された場合に、ノーティス信号生成手段が、前記センサ手段におけるセンシング機能の代替が可能である旨を示すノーティス信号を生成するノーティス信号生成ステップと、

該ノーティス信号生成ステップにおいて生成されたノーティス信号を、発信手段が周囲のセンサ装置に発信する信号発信ステップと、

該信号発信ステップにおいて前記ノーティス信号を発信してから第2所定時間が経過するまでの間に、ノーティス信号受信判断手段が、他のセンサ装置よりノーティス信号が受信されたか否かを判断するノーティス信号受信判断ステップと、

該ノーティス信号受信判断ステップにおいて、前記ノーティス信号が受信されなかったと判断された場合に、センサ機能部変更手段が、前記センサ手段におけるセンサ機能部の選択を、前記不通センサ装置の前記種別情報に該当するセンサ機能部へ変更するセンサ機能部変更ステップと

を備えることを特徴とするセンサ装置のセンシング機能代替方法。

#### 【請求項19】

電力供給手段における残量電力量を残量電力量検出手段が検出する残量電力量検出ステップを有し、

前記ノーティス信号生成ステップにおいて、前記ノーティス信号生成手段は、前記ノーティス信号に前記残量電力量検出ステップにおいて検出された残量電力量情報を記録し、

前記センサ機能部変更ステップにおいて、前記ノーティス信号受信判断ステップにより前記ノーティス信号が受信されたと判断された場合に、前記センサ機能部変更手段が、受信したノーティス信号に記録される他のセンサ装置の残量電力量よりも自己の残量電力量の方が多いことを条件として、前記センサ手段におけるセンサ機能部の選択を、前記不通センサ装置の前記種別情報に該当するセンサ機能部へ変更すること

を特徴とする請求項18に記載のセンサ装置のセンシング機能代替方法。

#### 【請求項20】

前記ノーティス信号生成ステップにおいて、前記ノーティス信号生成手段は、ノーティス信号に自己のセンシング情報の種別情報を記録し、

前記センサ機能部変更ステップにおいて、前記ノーティス信号受信判断ステップによりノーティス信号が受信されたと判断された場合に、前記センサ機能部変更手段が、受信したノーティス信号に含まれる他のセンサ装置の種別情報と、自己の種別情報とを比較し、自己の種別情報が他の種別情報よりもセンシング機能の代替候補としての優先順位が高い種別情報であることを条件として、前記センサ手段におけるセンサ機能部の選択を、前記不通センサ装置の前記種別情報に該当するセンサ機能部へ変更すること

を特徴とする請求項18に記載のセンサ装置のセンシング機能代替方法。

#### 【請求項21】

電力供給手段における残量電力量を残量電力量検出手段が検出する残量電力量検出ステップと、

前記残量電力量検出ステップにおいて検出された残量電力量に基づいて、駆動時間算出

10

20

30

40

50

手段が、前記センサ手段におけるセンサ機能部の選択を前記不通センサ装置の前記種別情報に該当するセンサ機能部へ変更した場合に継続してセンシング情報を取得することができる駆動時間を算出する駆動時間算出ステップと

を有し、

前記ノーティス信号生成ステップにおいて、前記ノーティス信号生成手段は、前記ノーティス信号に、前記駆動時間算出ステップにおいて算出された駆動時間情報を記録し、

前記センサ機能部変更ステップにおいて、前記ノーティス信号受信判断ステップによりノーティス信号が受信されたと判断された場合に、前記センサ機能部変更手段は、受信されたノーティス信号に記録される他のセンサ装置の駆動時間情報よりも自己の駆動時間情報の方が長いことを条件として、前記センサ手段におけるセンサ機能部の選択を、前記不通センサ装置の前記種別情報に該当するセンサ機能部へ変更すること

10

を特徴とする請求項 18 に記載のセンサ装置のセンシング機能代替方法。

【請求項 22】

複数のセンサ機能を備えたセンサ手段のうちいずれかのセンサ機能部を選択して用いることにより特定のセンシング情報を取得するセンサ装置のコンピュータに、

選択されたいずれかのセンサ機能部を用いて特定のセンシング情報を取得させるセンシング情報取得機能と、

他のセンサ装置が定期的に発信する、当該センサ装置の識別情報とセンシング情報の種別情報とが記録されたハロー信号を、受信手段を用いて受信させる信号受信機能と、

タイマ手段の計時処理に基づいてタイマ手段に経過時間情報の出力処理を行わせる経過時間情報出力機能と、

20

前記信号受信機能により受信された前記識別情報および前記種別情報の受信時間を、前記経過時間情報出力機能により出力された経過時間情報に基づいて検出させる受信時間検出機能と、

前記信号受信機能により受信された前記識別情報および前記種別情報と、前記受信時間検出機能により検出された受信時間情報とを記録手段に記録させる情報記録機能と、

該情報記録機能により前記記録手段に記録させた受信時間情報に基づいて、第 1 所定時間以上、新たなハロー信号が受信されていない不通センサ装置が存在するか否かを判断させる不通センサ装置判断機能と、

該不通センサ装置判断機能において、不通センサ装置が存在すると判断された場合に、前記記録手段に記録されている前記不通センサ装置の種別情報に基づいて、前記センサ手段が当該種別情報に該当するセンサ機能部を備えているか否かを判断させるセンサ機能部判断機能と、

30

該センサ機能部判断機能により前記センサ機能部を備えていると判断された場合に、前記センサ手段におけるセンシング機能の代替が可能である旨を示すノーティス信号を生成させるノーティス信号生成機能と、

該ノーティス信号生成機能により生成されたノーティス信号を、発信手段を用いて周囲のセンサ装置に発信させる信号発信機能と、

該信号発信機能により前記ノーティス信号を発信してから第 2 所定時間が経過するまでの間に、他のセンサ装置よりノーティス信号が受信されたか否かを判断させるノーティス信号受信機能と、

40

該ノーティス信号受信機能により、前記ノーティス信号が受信されなかったと判断された場合に、前記センサ手段におけるセンサ機能部の選択を、前記不通センサ装置の前記種別情報に該当するセンサ機能部へ変更させるセンサ機能部変更機能と

を実行させることを特徴とするセンシング機能代替プログラム。

【請求項 23】

前記コンピュータに、

電力供給手段における残量電力量を検出させる残量電力量検出機能を実行させ、

前記ノーティス信号生成機能において、前記ノーティス信号に前記残量電力量検出機能により検出された残量電力量情報を記録させ、

50

前記センサ機能部変更機能において、前記ノーティス信号受信判断機能により前記ノーティス信号が受信されたと判断された場合に、受信したノーティス信号に記録される他のセンサ装置の残量電力量よりも自己の残量電力量の方が多いことを条件として、前記センサ手段におけるセンサ機能部の選択を、前記不通センサ装置の前記種別情報に該当するセンサ機能部へ変更させること

を特徴とする請求項 2 2 に記載のセンシング機能代替プログラム。

【請求項 2 4】

前記コンピュータに、

前記ノーティス信号生成機能において、ノーティス信号に自己のセンシング情報の種別情報を記録させ、

10

前記センサ機能部変更機能において、前記ノーティス信号受信判断機能により前記ノーティス信号が受信されたと判断された場合に、受信したノーティス信号に含まれる他のセンサ装置の種別情報と、自己の種別情報とを比較させ、自己の種別情報が他の種別情報よりもセンシング機能の代替候補としての優先順位が高い種別情報であることを条件として、前記センサ手段におけるセンサ機能部の選択を、前記不通センサ装置の前記種別情報に該当するセンサ機能部へ変更させること

を特徴とする請求項 2 2 に記載のセンシング機能代替プログラム。

【請求項 2 5】

前記コンピュータに、

電力供給手段における残量電力量を検出させる残量電力量検出機能と、

20

前記残量電力量検出機能により検出された残量電力量に基づいて、前記センサ手段におけるセンサ機能部の選択を前記不通センサ装置の前記種別情報に該当するセンサ機能部へ変更した場合に継続してセンシング情報を取得することができる駆動時間を算出させる駆動時間算出機能と

を実行させ、

前記ノーティス信号生成機能において、前記ノーティス信号に、前記駆動時間算出機能により算出された駆動時間情報を記録させ、

前記センサ機能部変更機能において、前記ノーティス信号受信判断機能により前記ノーティス信号が受信されたと判断された場合に、受信されたノーティス信号に記録される他のセンサ装置の駆動時間情報よりも自己の駆動時間情報の方が長いことを条件として、前記センサ手段におけるセンサ機能部の選択を、前記不通センサ装置の前記種別情報に該当するセンサ機能部へ変更させること

30

を特徴とする請求項 2 2 に記載のセンシング機能代替プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、センサ装置、センシング情報収集システム、センシング機能代替方法およびセンシング機能代替プログラムに関し、より詳細には、センサ手段を用いて、センシング対象地域におけるさまざまな情報（センシング情報）を収集することが可能なセンサ装置、該センサ装置を有するセンシング情報収集システム、および、前記センサ装置を用いたセンシング機能代替方法並びにセンシング機能代替プログラムに関する。

40

【背景技術】

【0002】

従来より、災害時等において災害地域に存在する被災者の確認を行うことが大変に困難であるという問題があった。また、特定の地域に被災者が存在することがわかっても、その地域のどの場所に被災者が存在するかを調べるのが困難であった。特に、災害時には、地震、建物の倒壊、地滑りなどの危険性が高まっているため、災害地域に救助員が安易に入って活動を行うと、救助員までが、建物の倒壊や地滑りなどに遭ってしまい、二次災害を引き起こしてしまうおそれがあるという問題があった。このため、救助員の安全性と被災者の迅速な救助との2つの要求を同時に満たすことは容易ではなかった。

50

## 【0003】

今日では、災害地域に対して、複数の無線センサ装置を投下し、各無線センサ装置により検出された位置情報とセンシング情報とを、無線センサ装置に設けられる無線機能を用いて収集することにより、救助員が直接被災地に進入する前に、災害地域の状況を判断することが可能となっている（例えば、特許文献1参照）。

## 【0004】

無線センサ装置には、被災者の体温や火災を検知するための温度センサや、被災者の声や呼吸音や笛やガス漏れ音などを検知するための音響センサや、煙濃度センサ、二酸化炭素や有毒ガスや可燃性ガスを検知するためのガスセンサや、被災者の動きなどを検知するための振動センサなどのセンサが設けられている。また、無線センサ装置にはGPS機能が設けられており、各無線センサ装置の位置情報を計測することが可能となっている。

10

## 【0005】

無線センサ装置では、センサにより取得したセンシング情報と、GPS機能により求められた位置情報とを、無線通信を用いて基地局へ送信する。基地局では、無線センサ装置より取得したセンシング情報と位置情報とに基づいて、災害地域における被災状況を収集する。

## 【0006】

このように、複数の無線センサ装置を災害地域に投入することによって、救助員が直接に災害地域に入る前に、センサにより検出された情報に基づいて災害地域における火災状況や生存者が存在しそうな位置などを把握することが可能となり、迅速かつ効果的に被災者の援助を行うことができる。また、予め火災状況などを把握することによって、安全性の高いルートを通して被災者の救助などを行うことが可能となるので、救助員の安全性を高めることが可能となる。

20

## 【0007】

また、各無線センサ装置は、他の無線センサ装置を経由して（マルチホップ（multi-hop）通信を利用して）、基地局にセンシング情報と位置情報とを伝達することが可能となっている。このため、無線機能により直接情報の送受信を行うことが不可能な広大な地域の災害情報を取得する場合であっても、無線センサ装置の無線通信可能エリア内に他の無線センサ装置を配置することにより、広大な範囲の災害状況を把握することが可能となる。

30

## 【0008】

さらに、各無線センサ装置では、どの無線センサ装置を経由してセンシング情報を基地局に伝達するかを、動的なルーティング技術を用いて自律分散かつ動的に決定する。このため、突然ある無線センサ装置の無線機能が使用不能となっても、別の無線センサ装置を経由するルートを自動的に見つけることが可能となっている。従って、各無線センサ装置で検知したセンシング情報と位置情報とを基地局に伝達することが可能となっている。

【特許文献1】特開2006-72683号公報（第4-6頁、第4図）

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0009】

しかしながら、災害地域に無線センサ装置を投入した後に、投入された場所において火災が発生したり、土砂崩れが発生したりして、無線センサ装置が破損してしまうおそれがある。このような無線センサ装置の破損により、無線機能、センサ機能、位置検出機能などが正常に機能しなくなると、破損した無線センサ装置周辺のセンシング情報を取得することができなくなってしまう。災害地域においてセンシング情報を得ることができない地域が発生すると、正確な災害情報を把握することが困難になってしまい、救助活動の遅延や、救助者の安全性の低下を招くという問題があった。

40

## 【0010】

また、無線センサ装置において検知されるセンシング情報は、上述したように、温度センサによる温度情報、音響センサによる音響情報、煙濃度センサによる煙発生情報、ガス

50

センサによるガス発生情報、振動センサによる動作情報などである。このため、破損した無線センサ装置に設けられたセンサの種類が、同種類のセンサに偏った場合には、特定の種類のセンシング情報が他のセンシング情報よりも明らかに少なくなってしまうおそれがある。このように、センシング情報に偏りが生ずると、総合的な災害情報判断を行うことが困難になってしまい、救援活動に支障が生じてしまうという問題があった。

【0011】

さらに、災害現場に投入される無線センサ装置は、災害現場という過酷な環境から想定されるように、その後の回収が困難になる可能性があり、また、破損などを生ずる可能性が高いため、使い捨てを覚悟して投入することになる。このような使い捨てを考慮して、無線センサ装置のコスト削減に関する要望が高まっており、コスト上昇を招きやすいGPS装置などの装備を省くことが望まれている。

10

【0012】

また、GPS装置は、衛星からの信号を受信することにより位置測定を行うシステムであるため、投入された無線センサ装置が、倒壊した建物の下側に入り込んだりして、衛星からの信号を受信することが困難である場合には、位置情報を確実に取得することができないという問題が存在していた。

【0013】

本発明は上記問題に鑑みてなされたものであり、災害地域などのセンシング対象地域に投入されたセンサ装置が破損などによりセンシング情報を取得することができない状況であっても、他のセンサ装置が周囲に存在するセンサ装置のセンシング情報の種別に応じてセンシングすべきセンシング情報の種類を変更し、センシング情報を取得することができなくなったセンサ装置の代わりに該当する種類のセンシング情報の取得を行うことが可能なセンサ装置、センシング情報収集システム、センシング機能代替方法およびセンシング機能代替プログラムを提供することを課題とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0014】

上記課題を解決するために、本発明に係るセンサ装置は、複数のセンサ機能部を備え、当該複数のセンサ機能部のうちいずれかを選択して用いることにより特定のセンシング情報を取得するセンサ手段と、他のセンサ装置が定期的に発信する、当該センサ装置の識別情報とセンシング情報の種別情報とが記録されたハロー信号を受信する信号受信手段と、計時処理により経過時間情報の出力を行うタイマ手段と、前記信号受信手段により受信された前記識別情報および前記種別情報の受信時間を、前記タイマ手段により出力される経過時間情報に基づいて検出する受信時間検出手段と、前記信号受信手段により受信される前記識別情報および前記種別情報と、前記受信時間検出手段により検出された受信時間情報とを記録手段に記録する情報記録手段と、該情報記録手段により前記記録手段に記録された受信時間情報に基づいて、第1所定時間以上、新たなハロー信号が受信されていない不通センサ装置が存在するか否かを判断する不通センサ装置判断手段と、該不通センサ装置判断手段により、不通センサ装置が存在すると判断された場合に、前記記録手段に記録されている前記不通センサ装置の種別情報に基づいて、前記センサ手段が当該種別情報に該当するセンサ機能部を備えているか否かを判断するセンサ機能部判断手段と、該センサ機能部判断手段により該当するセンサ機能部を備えていると判断された場合に、前記センサ手段におけるセンシング機能の代替が可能である旨を示すノーティス信号を生成するノーティス信号生成手段と、該ノーティス信号生成手段により生成されたノーティス信号を周囲のセンサ装置に発信する信号発信手段と、該信号発信手段により前記ノーティス信号を発信してから第2所定時間が経過するまでの間に他のセンサ装置よりノーティス信号を受信されたか否かを判断するノーティス信号受信判断手段と、該ノーティス信号受信判断手段により前記ノーティス信号が受信されなかったと判断された場合に、前記センサ手段におけるセンサ機能部の選択を、前記不通センサ装置の前記種別情報に該当するセンサ機能部へ変更するセンサ機能部変更手段とを備えることを特徴とする。

30

40

【0015】

50

また、本発明に係るセンサ装置のセンシング機能代替方法は、複数のセンサ機能部のうち選択されたいずれかのセンサ機能部を用いてセンサ手段が特定のセンシング情報を取得するセンシング情報取得ステップと、他のセンサ装置が定期的に発信する、当該センサ装置の識別情報とセンシング情報の種別情報とが記録されたハロー信号を、受信手段が受信する信号受信ステップと、タイマ手段が計時処理に基づく経過時間情報の出力を行う経過時間情報出力ステップと、前記信号受信ステップにおいて受信された前記識別情報および前記種別情報の受信時間を、受信時間検出手段が、前記経過時間情報出力ステップにおいて出力される経過時間情報に基づいて検出する受信時間検出ステップと、前記信号受信ステップにおいて受信された前記識別情報および前記種別情報と、前記受信時間検出ステップにおいて検出された受信時間情報とを、情報記録手段が記録手段に記録する情報記録ステップと、該情報記録ステップにおいて前記記録手段に記録された受信時間情報に基づいて、不通センサ装置判断手段が、第1所定時間以上、新たなハロー信号が受信されていない不通センサ装置が存在するか否かを判断する不通センサ装置判断ステップと、該不通センサ装置判断ステップにおいて、不通センサ装置が存在すると判断された場合に、センサ機能部判断手段が、前記記録手段に記録されている前記不通センサ装置の種別情報に基づいて、前記センサ手段が当該種別情報に該当するセンサ機能部を備えているか否かを判断するセンサ機能部判断ステップと、該センサ機能部判断ステップにおいて前記センサ機能部を備えていると判断された場合に、ノーティス信号生成手段が、前記センサ手段におけるセンシング機能の代替が可能である旨を示すノーティス信号を生成するノーティス信号生成ステップと、該ノーティス信号生成ステップにおいて生成されたノーティス信号を、発信手段が周囲のセンサ装置に発信する信号発信ステップと、該信号発信ステップにおいて前記ノーティス信号を発信してから第2所定時間が経過するまでの間に、ノーティス信号受信判断手段が、他のセンサ装置よりノーティス信号が受信されたか否かを判断するノーティス信号受信判断ステップと、該ノーティス信号受信判断ステップにおいて、前記ノーティス信号が受信されなかったと判断された場合に、センサ機能部変更手段が、前記センサ手段におけるセンサ機能部の選択を、前記不通センサ装置の前記種別情報に該当するセンサ機能部へ変更するセンサ機能部変更ステップとを備えることを特徴とする。

【0016】

さらに、本発明に係るセンシング機能代替プログラムは、複数のセンサ機能を備えたセンサ手段のうちいずれかのセンサ機能部を選択して用いることにより特定のセンシング情報を取得するセンサ装置のコンピュータに、選択されたいずれかのセンサ機能部を用いて特定のセンシング情報を取得させるセンシング情報取得機能と、他のセンサ装置が定期的に発信する、当該センサ装置の識別情報とセンシング情報の種別情報とが記録されたハロー信号を、受信手段を用いて受信させる信号受信機能と、タイマ手段の計時処理に基づいてタイマ手段に経過時間情報の出力処理を行わせる経過時間情報出力機能と、前記信号受信機能により受信された前記識別情報および前記種別情報の受信時間を、前記経過時間情報出力機能により出力された経過時間情報に基づいて検出させる受信時間検出機能と、前記信号受信機能により受信された前記識別情報および前記種別情報と、前記受信時間検出機能により検出された受信時間情報とを記録手段に記録させる情報記録機能と、該情報記録機能により前記記録手段に記録させた受信時間情報に基づいて、第1所定時間以上、新たなハロー信号が受信されていない不通センサ装置が存在するか否かを判断させる不通センサ装置判断機能と、該不通センサ装置判断機能において、不通センサ装置が存在すると判断された場合に、前記記録手段に記録されている前記不通センサ装置の種別情報に基づいて、前記センサ手段が当該種別情報に該当するセンサ機能部を備えているか否かを判断させるセンサ機能部判断機能と、該センサ機能部判断機能により前記センサ機能部を備えていると判断された場合に、前記センサ手段におけるセンシング機能の代替が可能である旨を示すノーティス信号を生成させるノーティス信号生成機能と、該ノーティス信号生成機能により生成されたノーティス信号を、発信手段を用いて周囲のセンサ装置に発信させる信号発信機能と、該信号発信機能により前記ノーティス信号を発信してから第2所定時間が経過するまでの間に、他のセンサ装置よりノーティス信号が受信されたか否かを判断

10

20

30

40

50

させるノーティス信号受信機能と、該ノーティス信号受信機能により、前記ノーティス信号が受信されなかったと判断された場合に、前記センサ手段におけるセンサ機能部の選択を、前記不通センサ装置の前記種別情報に該当するセンサ機能部へ変更させるセンサ機能部変更機能とを実行させるプログラムであることを特徴とする。

【0017】

本発明に係るセンサ装置、センシング機能代替方法およびセンシング機能代替プログラムは、センサ装置が、周囲のセンサ装置より定期的に発信されるハロー信号の受信の有無を判断することにより、周囲に存在するセンサ装置が故障などにより死滅していないかどうかを容易に判断することが可能となる。また、ハロー信号には、センサ装置の識別情報とセンシング情報の種別情報とが記録されているため、ハロー信号が不通となったセンサ装置（不通センサ装置）がそれまでセンサ機能部でセンシング処理していた内容を知ることが可能となる。

10

【0018】

さらに、各センサ装置のセンサ手段には、複数のセンサ機能部が備えられているため、センサ機能の選択を変更することにより取得されるセンシング情報の種類を変更することができる。このため、不通センサ装置のセンシング情報の種別情報に基づいて、不通センサ装置がセンシングしていたセンサ機能部を判断して、不通センサ装置が種別情報に該当するセンシング情報を代わりに検出する（センシング機能の代替処理を行う）ことが可能となる。

【0019】

20

また、本発明に係るセンサ装置、センシング機能代替方法およびセンシング機能代替プログラムでは、ノーティス信号を発信することによりセンシング機能の代替処理を行うことが可能である旨を示す信号を発信し、所定時間が経過するまでの間に他のセンサ装置よりノーティス信号が受信されなかった場合に、センシング機能の代替処理を行う。このため、周囲のセンサ装置が重複してセンシング機能の代替処理を行ってしまうことを防止することが可能となる。

【0020】

さらに、上記センサ装置は、電力供給手段における残量電力量を検出する残量電力量検出手段を有し、前記ノーティス信号生成手段は、前記ノーティス信号に前記残量電力量検出手段により検出された残量電力量情報を記録させ、前記センサ機能部変更手段は、ノーティス信号受信判断手段により前記ノーティス信号が受信されたと判断された場合に、受信されたノーティス信号に記録される他のセンサ装置の残量電力量よりも自己の残量電力量の方が多いことを条件として、前記センサ手段におけるセンサ機能部の選択を、前記不通センサ装置の前記種別情報に該当するセンサ機能部へ変更するものであってもよい。

30

【0021】

また、上記センシング機能代替方法は、電力供給手段における残量電力量を残量電力量検出手段が検出する残量電力量検出ステップを有し、前記ノーティス信号生成ステップにおいて、前記ノーティス信号生成手段は、前記ノーティス信号に前記残量電力量検出ステップにおいて検出された残量電力量情報を記録し、前記センサ機能部変更ステップにおいて、前記ノーティス信号受信判断ステップにより前記ノーティス信号が受信されたと判断された場合に、前記センサ機能部変更手段が、受信したノーティス信号に記録される他のセンサ装置の残量電力量よりも自己の残量電力量の方が多いことを条件として、前記センサ手段におけるセンサ機能部の選択を、前記不通センサ装置の前記種別情報に該当するセンサ機能部へ変更することを特徴とするものであってもよい。

40

【0022】

さらに、上記センシング機能代替プログラムは、前記コンピュータに、電力供給手段における残量電力量を検出させる残量電力量検出機能を実行させ、前記ノーティス信号生成機能において、前記ノーティス信号に前記残量電力量検出機能により検出された残量電力量情報を記録させ、前記センサ機能部変更機能において、前記ノーティス信号受信判断機能により前記ノーティス信号が受信されたと判断された場合に、受信したノーティス信号

50

に記録される他のセンサ装置の残量電力量よりも自己の残量電力量の方が多いことを条件として、前記センサ手段におけるセンサ機能部の選択を、前記不通センサ装置の前記種別情報に該当するセンサ機能部へ変更させるプログラムであってもよい。

【0023】

このように、本発明に係るセンサ装置、センシング機能代替方法およびセンシング機能代替プログラムでは、他のセンサ装置よりノーティス信号を受信することにより、複数のセンサ装置においてセンシング機能の代替処理を行うことが可能な状況になったと判断した場合に、受信されたノーティス信号に記録される他のセンサ装置の残量電力量よりも自己の残量電力量の方が多いことを条件として、センシング機能の代替処理を行う。

【0024】

このため、複数のセンサ装置がセンシング機能の代替処理を行うことが可能な状況となった場合であっても、周囲のセンサ装置が重複してセンシング機能の代替処理を行ってしまうことを防止することが可能となる。

【0025】

特に、センシング機能の代替処理を行うセンサ装置は、残量電力量の多いセンサ装置となるため、代替処理されたセンサ装置が残量電力量の消耗により早期にセンシング動作を行うことができなくなってしまうことを回避することができる。このため、代替処理を行ったセンサ装置が直ぐに不通センサ装置となってしまう、直ちに他のセンサ装置による代替処理を行うことになってしまうことを防止することが可能となる。

【0026】

また、上記センサ装置において、前記ノーティス信号生成手段は、ノーティス信号に自己のセンシング情報の種別情報を記録させ、前記センサ機能部変更手段は、ノーティス信号受信判断手段により前記ノーティス信号が受信されたと判断された場合に、受信されたノーティス信号に記録される他のセンサ装置の種別情報と、自己の種別情報とを比較して、自己の種別情報が他の種別情報よりもセンシング機能の代替候補としての優先順位が高い種別情報であることを条件として、前記センサ手段におけるセンサ機能部の選択を、前記不通センサ装置の前記種別情報に該当するセンサ機能部へ変更するものであってもよい。

【0027】

また、上記センサ装置のセンシング機能代替方法は、前記ノーティス信号生成ステップにおいて、前記ノーティス信号生成手段は、ノーティス信号に自己のセンシング情報の種別情報を記録し、前記センサ機能部変更ステップにおいて、前記ノーティス信号受信判断ステップによりノーティス信号が受信されたと判断された場合に、前記センサ機能部変更手段が、受信したノーティス信号に含まれる他のセンサ装置の種別情報と、自己の種別情報とを比較し、自己の種別情報が他の種別情報よりもセンシング機能の代替候補としての優先順位が高い種別情報であることを条件として、前記センサ手段におけるセンサ機能部の選択を、前記不通センサ装置の前記種別情報に該当するセンサ機能部へ変更するものであってもよい。

【0028】

さらに、上記センシング機能代替プログラムは、前記コンピュータに、前記ノーティス信号生成機能において、ノーティス信号に自己のセンシング情報の種別情報を記録させ、前記センサ機能部変更機能において、前記ノーティス信号受信判断機能により前記ノーティス信号が受信されたと判断された場合に、受信したノーティス信号に含まれる他のセンサ装置の種別情報と、自己の種別情報とを比較させ、自己の種別情報が他の種別情報よりもセンシング機能の代替候補としての優先順位が高い種別情報であることを条件として、前記センサ手段におけるセンサ機能部の選択を、前記不通センサ装置の前記種別情報に該当するセンサ機能部へ変更させるプログラムであってもよい。

【0029】

このように、本発明に係るセンサ装置、センシング機能代替方法およびセンシング機能代替プログラムでは、他のセンサ装置よりノーティス信号を受信することにより、複数の

10

20

30

40

50

センサ装置においてセンシング機能の代替処理を行うことが可能な状況となったと判断した場合に、受信されたノーティス信号に記録される他のセンサ装置の種別情報と、自己の種別情報とを比較し、自己の種別情報が他の種別情報よりもセンシング機能の代替候補としての優先順位が高い種別情報であることを条件として、センシング機能の代替処理を行う。

【0030】

このため、複数のセンサ装置がセンシング機能の代替処理を行うことが可能な状況となっている場合であっても、周囲のセンサ装置が重複してセンシング機能の代替処理を行ってしまうことを防止することが可能となる。

【0031】

特に、センシング機能の代替処理を行うセンサ装置は、センシング機能の代替候補としての優先順位が高い種別情報を備えたセンサ装置となる。このため、あるセンサ機能が死滅して特定のセンシング情報を取得できない状況となっても、既に正常に稼働しているセンサ装置において検出されるセンシング情報の方が、死滅したセンサ装置（不通センサ装置）のセンシング情報よりも重要度が高い場合には、重要度の高いセンシング情報を、代替候補の優先度を低い順番に設定することにより、重要度の高いセンシング情報を検出するセンサ装置が、重要度の低いセンシング機能へと安易に代替してしまうことを防止することが可能となる。

【0032】

なお、ノーティス信号により求められた他のセンサ装置の種別情報の優先度と、自己のセンサ装置の種別情報の優先度が同じ優先度である場合には、他の条件、例えば、残量電力量の多いセンサ装置が優先的にセンシング機能の代替候補になるように設定を行ってもよい。

【0033】

また、上記センサ装置は、電力供給手段における残量電力量を検出する残量電力量検出手段と、前記残量電力量検出手段により検出された残量電力量に基づいて、前記センサ手段におけるセンサ機能部の選択を前記不通センサ装置の前記種別情報に該当するセンサ機能部へ変更した場合に、継続してセンシング情報を取得することが可能な駆動時間を算出する駆動時間算出手段とを有し、前記ノーティス信号生成手段は、前記ノーティス信号に、前記駆動時間算出手段により算出された駆動時間情報を記録させ、前記センサ機能部変更手段は、ノーティス信号受信判断手段により前記ノーティス信号が受信されたと判断された場合に、受信されたノーティス信号に記録される他のセンサ装置の駆動時間情報よりも自己の駆動時間情報の方が長いことを条件として、前記センサ手段におけるセンサ機能部の選択を、前記不通センサ装置の前記種別情報に該当するセンサ機能部へ変更するものであってもよい。

【0034】

さらに、上記センシング機能代替方法は、電力供給手段における残量電力量を残量電力量検出手段が検出する残量電力量検出ステップと、前記残量電力量検出ステップにおいて検出された残量電力量に基づいて、駆動時間算出手段が、前記センサ手段におけるセンサ機能部の選択を前記不通センサ装置の前記種別情報に該当するセンサ機能部へ変更した場合に継続してセンシング情報を取得することができる駆動時間を算出する駆動時間算出ステップとを有し、前記ノーティス信号生成ステップにおいて、前記ノーティス信号生成手段は、前記ノーティス信号に、前記駆動時間算出ステップにおいて算出された駆動時間情報を記録し、前記センサ機能部変更ステップにおいて、前記ノーティス信号受信判断ステップによりノーティス信号が受信されたと判断された場合に、前記センサ機能部変更手段は、受信されたノーティス信号に記録される他のセンサ装置の駆動時間情報よりも自己の駆動時間情報の方が長いことを条件として、前記センサ手段におけるセンサ機能部の選択を、前記不通センサ装置の前記種別情報に該当するセンサ機能部へ変更するものであってもよい。

【0035】

また、上記センシング機能代替プログラムは、前記コンピュータに、電力供給手段における残量電力量を検出させる残量電力量検出機能と、前記残量電力量検出機能により検出された残量電力量に基づいて、前記センサ手段におけるセンサ機能部の選択を前記不通センサ装置の前記種別情報に該当するセンサ機能部へ変更した場合に継続してセンシング情報を取得することができる駆動時間を算出させる駆動時間算出機能とを実行させ、前記ノーティス信号生成機能において、前記ノーティス信号に、前記駆動時間算出機能により算出された駆動時間情報を記録させ、前記センサ機能部変更機能において、前記ノーティス信号受信判断機能により前記ノーティス信号が受信されたと判断された場合に、受信されたノーティス信号に記録される他のセンサ装置の駆動時間情報よりも自己の駆動時間情報の方が長いことを条件として、前記センサ手段におけるセンサ機能部の選択を、前記不通センサ装置の前記種別情報に該当するセンサ機能部へ変更させるプログラムであってもよい。

10

**【0036】**

このように、本発明に係るセンサ装置、センシング機能代替方法およびセンシング機能代替プログラムでは、他のセンサ装置よりノーティス信号を受信することにより、複数のセンサ装置においてセンシング機能の代替処理を行うことが可能な状況になったと判断した場合に、受信されたノーティス信号に記録される他のセンサ装置の駆動時間情報よりも自己の駆動時間情報の方が長いことを条件として、センシング機能の代替処理を行う構成となっている。

**【0037】**

20

このため、複数のセンサ装置がセンシング機能の代替処理を行うことが可能な状況となっている場合であっても、周囲のセンサ装置が重複してセンシング機能の代替処理を行ってしまうことを防止することが可能となる。

**【0038】**

特に、センシング機能の代替処理を行うセンサ装置は、センシング機能に代替処理した場合において長い駆動時間を確保することが可能なセンサ装置となる。このため、センサ手段のセンサ機能に応じてセンシング処理に必要とされる電力量が異なる場合であっても、実際にそのセンサ機能を用いてセンシング処理を行う時間（駆動時間）の長いセンサ装置が代替候補となる。従って、残量電力量だけで判断する場合に比べて、実際の稼働状況を考慮した駆動時間に基づいて代替候補を決定することが可能となる。

30

**【0039】**

また、本発明に係るセンサ装置は、上面部および側面部が連続した曲面によってドーム形状に形成されると共に底面部が平面により形成されるケースを有し、該ケースの底面部寄りに重心が位置するように内部構成がなされることを特徴とする。

**【0040】**

このように、本発明に係るセンサ装置では、上面部および側面部が連続した曲面によってドーム形状に形成され、底面部が平面により形成されるので、センサ装置が転がるようにしてセンシング対象地域に投入された場合であっても、曲面により転がった後に、平面に形成された底面部が地面と当接して安定された状態で留まるようになる。

**【0041】**

40

特に、このような形状のケースに底面部寄りに重心が位置するように内部構成がなされるため、センサ装置の底面部が上側に位置したまま停止してしまうことを防止することができ、起き上がりこぼしのように、全体を回転させて地面に底面部が当接することが可能となる。このため、常にセンサ装置の上下方向を正しい状態として設置することが可能となる。

**【0042】**

また、上記センサ装置は、複数のプログラムを記録することが可能なプログラム格納手段と、該プログラム格納手段よりいずれかのプログラムを読み出して実行するプログラム実行手段とを有し、前記センサ機能部変更手段は、プログラム実行手段において実行されるプログラムに応じて、前記センサ手段におけるセンサ機能部の選択を前記不通センサ装

50

置の前記種別情報に該当するセンサ機能部へ変更するか否かの判断方法を変更するものであってもよい。

【0043】

このように、プログラム格納手段に複数のプログラムを記録し、プログラム実行手段により、いずれかのプログラムを読み出して実行することにより、実行されるプログラムに応じてセンサ機能部を変更する方法が変わるため、プログラムの設定・変更に応じてさまざまな処理方法を採用することが可能となる。

【0044】

また、上記センサ装置は、前記信号受信手段が、前記プログラム格納手段に記録させるためのプログラムを、他のセンサ装置より受信することができ、前記信号受信手段により前記プログラムが受信された場合に、当該プログラムを前記プログラム格納手段に格納するプログラム情報格納手段を有し、前記プログラム実行手段は、前記プログラム情報格納手段により前記プログラム格納手段に前記プログラムが格納された後に、当該プログラムを読み出して実行するものであってもよい。

10

【0045】

このように、信号受信手段が、他のセンサ装置よりプログラムを受信し、受信されたプログラムをプログラム実行手段が実行することにより、当初具備していない処理を実行するためのプログラムを、他のセンサ装置から取得することが可能となる。また、通信機能を用いてプログラムを取得し、実行することができるため、プログラムのバージョンアップなどの対応を容易に行うことが可能となる。

20

【0046】

さらに、上記センサ装置は、前記プログラム格納手段に記録された複数のプログラムのうち、他のセンサ装置に送信するためのプログラムを選択して読み出すプログラム読出手段を有し、前記信号発信手段が、前記プログラム読出手段により前記プログラム格納手段から読み出されたプログラムを、前記他のセンサ装置に発信するものであってもよい。

【0047】

このように、プログラム読出手段によりプログラム格納手段に記録されたプログラムのうちいずれかを読み出して、読み出されたプログラムを信号発信手段を用いて他のセンサ装置に発信することにより、他のセンサ装置に対して自己の保有するプログラムを容易に転送することが可能となる。特に、上述した信号受信手段を用いて他のセンサ装置よりプログラムを受信してプログラム格納手段に格納することが可能な構成であるならば、他のセンサ装置より受信したプログラムを別の他のセンサ装置に対して送信することができるので、プログラムを効率よく複数のセンサ装置へと転送することが可能となる。

30

【0048】

一方で、本発明に係るセンシング情報収集システムは、センシング対象地域を囲むようにして配置される1以上の基地局と、該センシング対象地域に対して分散的に投入される1つ以上の上記センサ装置と、該センサ装置により検出されたセンシング情報を一元的に収集する情報管理装置とを有し、前記基地局は、通信機能を用いて他の基地局および前記情報管理装置に対して情報の送受信を行うことが可能となっており、前記センサ装置は、無線通信機能を用いて、他のセンサ装置および前記基地局に対して、センシング情報の送受信を行うことが可能となっていることを特徴とする。

40

【0049】

このように、本発明に係るセンシング情報収集システムでは、センシング対象地域を囲むようにして配置される基地局と、センシング対象位置に分散的に投入されるセンサ装置により二重の通信網が形成されることになる。このように対象となる装置(センサ装置と基地局)に応じて二重の通信網を構築することにより、センシング情報収集のための頑健なネットワークを構成することが可能となる。

【0050】

また、上記センシング情報収集システムは、前記情報管理装置が、前記センサ装置における無線通信可能距離と、該センサ装置の前記センシング情報を受信した前記基地局の配

50

置位置情報とに基づいて、前記センシング対象地域における前記センサ装置毎の存在位置を求めることを特徴とするものであってもよい。

【0051】

このように、上述したセンシング情報収集システムによれば、情報管理装置が、センサ装置における無線通信可能距離と、センサ装置のセンシング情報を受信した基地局の配置位置情報とに基づいて、センシング対象地域におけるセンサ装置毎の存在位置を求めることができるため、センサ装置に位置測定用の装置（例えば、GPS装置など）を設置する必要がなくなる。

【0052】

また、センサ装置は、センシング対象地域に直接投入されることになるため、破損が発生しやすく、また、回収することが困難であるという特徴を有している。本発明に係るセンサ情報収集システムでは、センサ装置の位置測定のための装置（GPS装置など）を搭載することなくセンサ装置の存在位置を求めることができるため、センサ装置のコスト削減を図ることが可能となる。

10

【0053】

さらに、上記センシング情報収集システムにおいて、前記センサ装置が、前記無線通信機能においてマルチホップ通信を行うことが可能であり、他のセンサ装置を経由して前記センシング情報が前記基地局に送信される場合には、経由されたセンサ装置数を示すホップ数情報が前記センシング情報に関連づけて記録され、前記情報管理装置は、前記センサ装置における無線通信可能距離と、前記センサ装置の前記センシング情報を受信した前記基地局の配置位置情報と、前記センシング情報に関連づけられたホップ数情報とに基づいて、前記センシング対象地域における前記センサ装置毎の存在位置を求めることを特徴とするものであってもよい。

20

【0054】

このように、上述したセンシング情報収集システムによれば、情報管理装置が、センサ装置における無線通信可能距離と、センサ装置のセンシング情報を受信した基地局の配置位置情報と、センシング情報に関連づけられたホップ数情報とに基づいて、前記センシング対象地域における前記センサ装置毎の存在位置を求めるため、センサ装置に位置測定用の装置（例えば、GPS装置など）を設置する必要がなくなる。センサ装置は、センシング対象地域に直接投入されることになるため、破損が発生しやすく、また、回収することが困難であるという特徴を有している。本発明に係るセンサ情報収集システムでは、センサ装置の位置測定のための装置（GPS装置など）を搭載することなくセンサ装置の存在位置を求めることができるため、センサ装置のコスト削減を図ることが可能となる。

30

【0055】

さらに、センシング対象地域が広大であって、センシング対象地域の中心部周辺に投入されたセンサ装置と、センシング対象地域を囲むようにして配置される基地局とで直接無線通信を行うことができない場合であっても、センサ装置のマルチホップ通信機能を利用することにより、複数のセンサ装置を経由して、センシング対象地域の中心部周辺に投入されたセンサ装置のセンシング情報を、センシング対象地域を囲むようにして配置される基地局へ送信することが可能となる。

40

【0056】

また、センサ装置の経由数を示すホップ数情報と、各センサ装置における無線通信可能距離とを利用することにより、センシング対象地域が広大であっても、センシング対象地域における前記センサ装置毎の存在位置を求めることができ、センサ装置のコスト削減を図ることが可能となる。

【0057】

また、上記センシング情報収集システムにおいて、前記情報管理装置は、前記基地局の前記配置位置情報と、前記センサ装置の存在位置情報とに基づいて、前記センシング対象地域における前記基地局および前記センサ装置の相対的な位置関係を示すと共に、センサ装置により求められたセンシング情報を視認可能に示した画像を生成するセンシング画像

50

生成手段と、該センシング画像生成手段により生成された画像を表示する画像表示手段とを有するものであってもよい。

【0058】

このように、本発明に係るセンシング情報収集システムの前記情報管理装置では、センシング対象地域における基地局およびセンサ装置の相対的な位置関係が画像に示されると共に、この画像に対して、センシング情報が視認可能な形で示されるので、センシング対象地域における状況を、視覚を通じて直感的に把握することが可能となる。

【0059】

さらに、上記センシング情報収集システムにおいて、前記センシング画像生成手段は、前記センシング情報が所定の判断条件を満たす場合に、当該判断条件を満たすことを示すアラート情報を前記生成された画像に付加するものであってもよい。

10

【0060】

このように、本発明に係るセンシング情報収集システムでは、センシング情報が所定の判断条件を満たす場合に、画像に対してアラート情報を視認可能に付加するので、センシング対象地域において注意すべき箇所などを視認的かつ直感的に判断することが可能となる。

【0061】

さらに、上記センシング情報収集システムにおいて、前記センシング画像生成手段は、前記センシング対象地域の共通する地域において複数のセンシング情報の検知が行われる場合において、複数のセンシング情報が同時に所定の判断条件を満たすときに、当該判断条件を満たすことを示すアラート情報を前記生成された画像に付加するものであってもよい。

20

【0062】

このように、本発明に係るセンシング情報収集システムでは、複数のセンシング情報が同時に所定の判断条件を満たすときに、当該判断条件を満たすことを示すアラート情報を生成された画像に視認可能に付加するので、センシング対象地域における注意箇所や状況変化情報などを、より多段的かつ多面的な判断基準により視認的かつ直感的に判断することが可能となる。

【0063】

また、上記センシング情報収集システムにおいて、前記情報管理装置は、当該情報管理装置の存在位置を検出するための位置検出手段を有し、前記センシング画像生成手段は、前記位置検出手段により検出された存在位置情報に基づいて、前記センシング対象地域内に当該情報管理装置が位置していると判断される場合に、前記基地局および前記センサ装置に対する相対的な位置関係を満たすようにして、当該情報管理装置を前記生成された画像に付加するものであってもよい。

30

【0064】

このように、本発明に係るセンシング情報収集システムでは、センシング対象地域内に情報管理装置が位置している場合に、基地局およびセンサ装置に対する相対的な位置関係を満たすようにして、情報管理装置を生成された画像に付加して画像表示手段に表示することができる。このため、センシング対象地域に進入する作業員（センシング対象地域が災害現場である場合には救助者）は、情報管理装置を携帯してセンシング対象地域に進入することによって、自分が存在している位置およびその周囲の状況を、視覚的に把握することが可能となる。

40

【0065】

さらに、センシング情報収集システムにおいて、前記情報管理装置は、前記センシング画像生成手段によって生成された前記画像を、ネットワークを介して接続される他の情報端末において取得可能に提供するセンシング情報提供手段を有するものであってもよい。

【0066】

このように、本発明に係る情報収集システムでは、前記センシング画像生成手段によって生成された画像が、センシング情報提供手段により、ネットワークを介して接続される他

50

の情報端末に提供される。このため、センシング対象地域から遠く離れた場所にいる人たちに対しても、センシング情報などを迅速かつ確実に提供することが可能となり、センシング情報の共通化を図ることが容易となる。

【0067】

また、例えば、ネットワークを介してリアルタイムでセンシング情報などが視認可能に付加された画像を提供することにより、センシング対象地域における現在の状況を、現場とは全く異なる場所において迅速に把握することが可能となる。

【0068】

さらに、センシング情報収集システムにおいて、前記センサ装置は、前記無線通信機能を用いて他のセンサ装置あるいは基地局よりプログラムを受信して、前記プログラム格納手段に記録されるプログラムの更新を行うプログラム更新手段を有し、前記プログラム実行手段は、前記プログラム更新手段により前記プログラムの更新が行われた後に、自動的に、または、他のセンサ装置あるいは基地局からの指示に応じて、更新されたプログラムを実行するものであってもよい。

10

【0069】

このように、本発明に係るセンシング情報収集システムでは、プログラム更新手段を用いることにより、無線通信機能を通じて他のセンサ装置あるいは基地局よりプログラムを受信して、プログラム格納手段に記録されるプログラムの更新を行うことができる。このため、センサ装置がセンシング対象地域に既に投入されており、容易に回収することができない場合であっても、無線通信機能を用いて、他のセンサ装置や基地局、さらに情報管理装置より、遠隔的にプログラム格納手段に記録されるプログラムを変更することが可能となる。

20

【0070】

さらに、プログラム実行手段が、プログラム更新手段によりプログラムの更新が行われた後に、自動的に、または、他のセンサ装置あるいは基地局からの指示に応じて、更新されたプログラムを実行する機能を備えるため、プログラムの更新処理が行われた後にも、遠隔的にあるいは自律的に更新されたプログラムを実行させることができ、更新されたプログラムの内容を実際のセンサ装置の処理内容に生かすことが可能となる。

【発明の効果】

【0071】

本発明に係るセンサ装置、センシング情報収集システム、センシング機能代替方法およびセンシング機能代替プログラムによれば、センサ装置が周囲のセンサ装置より定期的に発信されるハロー信号の受信の有無を判断することにより、周囲に存在するセンサ装置が故障などにより死滅していないかどうかを容易に判断することが可能となる。

30

【0072】

また、ハロー信号には、センサ装置の識別情報と種別情報とが記録されているため、ハロー信号が不通となったセンサ装置（不通センサ装置）がそれまでセンサ機能部でセンシング処理していた内容を知ることが可能となる。

【0073】

さらに、各センサ装置のセンサ手段には、複数のセンサ機能部が備えられているため、センサ機能の選択を変更することにより取得されるセンシング情報の種類を変更することができる。このため、不通センサ装置のセンシング情報に基づいて、不通センサ装置がセンシングしていたセンサ機能部を判断することが可能となり、不通センサ装置がセンシングしていたセンシング情報を代わりに検出する（センシング機能の代替処理を行う）ことが可能となる。

40

【0074】

また、ノーティス信号を発信することによりセンシング機能の代替処理を行うことが可能である旨を示す信号を発信し、所定時間が経過するまでの間に他のセンサ装置よりノーティス信号が受信された場合に、センシング機能の代替処理を行うため、複数のセンサ装置が重複してセンシング機能の代替処理を行ってしまうことを防止することが可能となる

50

。【発明を実施するための最良の形態】

【0075】

以下、本発明に係るセンシング情報収集システムについて、図面を用いて詳細に説明を行う。

【0076】

図1は、本実施の形態に係るセンシング情報収集システムを示した概略構成図である。センシング情報収集システム1は、図1に示すように、複数の基地局2(2a, 2b, 2c, 2d, 2e, 2f)と、複数のセンサノード(センサ装置と同義)3(3a, 3b, 3c, 3d, ...)と、無線ユーザ端末(情報管理装置)4とを有している。

10

【0077】

センサノード3は、災害が発生した現場などであって、センサを用いて災害等に関する情報をセンシングしようとする地域(センシング対象地域)に複数投入される。センサノード3は、周囲の環境情報をセンシングする機能を有している。また、センサノード3には、無線通信機能が設けられており、無線通信によりセンシング情報を他のセンサノード3に送受信することが可能となっている。センサノード3の詳細な構成については後述する。

【0078】

基地局2は、図1に示すように、センシング対象となる地域(災害監視地域など)を取り囲むようにして設置されている。各基地局2は、無線通信によるネットワークを用いて互いに接続されている。このように基地局2により互いに接続されたネットワークを基地局ネットワーク層6と呼ぶ(図2参照)。

20

【0079】

基地局ネットワーク層6は、IEEE802.11bなどの標準的な無線LANを用いて構築されており、ルーティングプロトコルとして標準化されているAODV(Ad hoc On-Demand Distance Vector)プロトコルなどの動的ルーティング方式を採用することにより、いくつかの基地局2が途中で使用できない状態になっても、残された基地局2同士で通信を継続的に維持することが可能となっている。また、各基地局2は、センサノード3とも無線通信機能を用いて情報の送受信を行うことが可能となっている。

【0080】

なお、各基地局2には、基地局2の配置位置に関する情報(配置位置情報)が記録されている。基地局2は、予め配置位置が決められた上で(つまり、まず位置情報を決定した上で、その位置情報に該当する位置に)設置されるものであってもよく、また、各基地局2の配置位置を予め決定することなく、センシング対象となる地域の状況に応じて適宜基地局2を配置し、配置された位置を各基地局2に設置されるGPS装置を用いて事後的に測定して求めるものであってもよい。

30

【0081】

また、基地局ネットワーク層6には、無線ユーザ端末4を参加させることが可能となっている。無線ユーザ端末4を、基地局ネットワーク層6を介して複数の基地局2と接続することにより、各基地局2において受信するセンサノード3のセンシング情報を、無線ユーザ端末4に集約することが可能となっている。

40

【0082】

一方で、センサノード3では、基地局2により構成される基地局ネットワーク層6と異なり、図2に示すように、センサネットワーク層7と呼ばれるネットワークが構築されている。センサノード3は、複数のセンサノード3同士を、無線通信機能を用いて接続することにより、マルチホップ通信方式を用いて各センサノード3のセンシング情報を、周囲に存在する他のセンサノード3へと転送することが可能となっている。

【0083】

さらに、基地局2は、無線通信機能を用いてセンサノード3の情報(センシング情報を含むさまざまな情報)の送受信を行うことが可能となっており、基地局2では、各センサ

50

ノード3で検知されたセンシング情報を取得することが可能となっている。

【0084】

例えば、図2に示すように、センサノード3cとセンサノード3dとは、センサネットワーク層7により通信可能に接続された隣接するセンサノード3であり、直接、無線通信を行うことが可能となっている。また、センサノード3dは基地局2dと無線通信を行うことが可能となっている。よって、センサノード3cが取得したセンシング情報は、センサノード3dを介して、基地局2dへ送信することが可能である。

【0085】

一方で、センサノード3cは、センサノード3bおよびセンサノード3aを介して、基地局2bへセンシング情報を転送することも可能となっている。従って、センサノード3dが突然故障等を起こしてセンシング情報の送信を行うことができなくなり、センサノード3cの取得したセンシング情報を、センサノード3dを介して基地局2dに転送不可能となった場合であっても、センサノード3cから、センサノード3bおよびセンサノード3aを経由して、基地局2bに達する経路を使用することにより、センサノード3cがセンシング(検知)したセンシング情報を、基地局2bに転送することが可能となる。

【0086】

このように、本実施の形態に係るセンシング情報収集システム1では、いくつかのセンサノード3または基地局2が故障などして使用できなくなった場合(死滅した場合)であっても、死滅したセンサノード3または基地局2を用いることなくセンシング情報の転送可能な経路を複数確保することができ、各センサノード3が取得したセンシング情報を確実に基地局ネットワーク層6に転送することが可能となる。

【0087】

なお、センサネットワーク層7は、基地局センサネットワーク層6と同様に標準的な無線LAN技術を用いて構築することができるほか、ZigBee(登録商標)方式など他の標準化された無線方式などを用いて構築することも可能である。センサネットワーク層7であっても、また、基地局ネットワーク層6であっても、マルチホップ通信に対応した動的ルーティングプロトコルを用いることにより、各センサノード3から複数の基地局2への経路を動的に変更および確保することができる。

【0088】

また、複数の基地局2の配置位置は、既に説明したように位置情報として把握することが可能となっている。このため、各基地局2の物理的な位置を位置情報より求めることにより、センサノード3にGPS装置などの位置測位機能が設けられていなくても、基地局2の設置位置を基準として、各センサノード3の配置位置を推定することが可能となっている。

【0089】

基地局ネットワーク層6を構成する各基地局2、および、センサネットワーク層7を構成する各センサノード3では、互いの情報を自由に送受信することができる。このため、あるセンサノード3から各基地局2へとセンシング情報などが伝達される際のセンサノード等の経由数(ホップ数)を基地局ネットワーク層6に接続した無線ユーザ端末4で集約する。無線ユーザ端末4では、各センサノード3のID情報(識別情報)と、ホップ数情報とを参照し、さらに、無線通信の通信可能距離などを考慮して総合的に判断することによって、各センサノード3の位置推定を行うことが可能となっている。このようにして求められる各センサノード3の位置情報は、ホップ数や通信可能距離だけに基づいて求める方法を用いてもよく、また、3点測量等の既に知られている他の方法を併用して求めてもよい。

【0090】

もちろん、各センサノード3にGPS装置を搭載することによりGPS機能を用いて位置情報を求める構成とすることも可能である。また、各基地局2の絶対的な位置は、既に説明したように、各基地局2にGPS受信機を搭載したり、予め基地局2の配置位置の測定を行うことにより求められる。

10

20

30

40

50

## 【0091】

図3(a)~図3(c)は、センサネットワーク層7の一部を構成する複数のセンサノード30a~30gと基地局20aとの無線通信による通信経路構成を示している。図3に示すセンサノード30a~30gにおいて、センサノード30bとセンサノード30dとは、温度センサにより配置位置近傍の温度情報をセンシングし、センサノード30cとセンサノード30gは、湿度センサにより配置位置近傍の湿度情報をセンシングし、センサノード30eとセンサノード30fとは加速度センサにより配置位置近傍の物の動きをセンシングし、センサノード30aは、光センサにより配置位置近傍の輝度をセンシングするものと仮定する。

## 【0092】

このような状態においてセンサノード30aが故障(死滅)したとする。各センサノード30b~30gは、ハローパケット(ハロー信号)と呼ばれる自分自身を示す情報(例えば、センサID情報や、センシング情報の識別情報など)を含んだパケットを定期的に発信している。周囲のセンサノード3では、このハローパケットを定期的に受信することにより、無線の通信可能範囲内に他のセンサノード30b~30gが存在することを把握することができ、またそのセンサノード30b~30gが、正常に駆動していると判断することができる。このため、センサノード30aが故障した場合には、センサノード30aの周囲に存在するセンサノードにおいて、センサノード30aのハローパケットが届かなくなるため、センサノード30aの故障(死滅)を知ることが可能となる。

## 【0093】

センサノード30eは、センサノード30aからのハローパケットがしばらく到着しないことにより、センサノード30aの故障(死滅)を知ることができる。従って、センサノード30eは、センサノード30aを経由して基地局20aに対してセンシング情報を伝達する経路(センサノード30e センサノード30a センサノード30b センサノード30c センサノード30d 基地局20a)が絶たれてしまったことを知ることができる(図3(a)参照)。

## 【0094】

この場合、センサノード30eは、自らセンシングした情報を基地局20aに転送するために新たな経路を探索する。具体的には、ハローパケットを定期的に出力(発信)している(センサ30eにおいてハローパケットが定期的に受信される)他のセンサノードの情報に基づいて近くに存在するセンサノード30fを求める。そして、センサノード30eは、求められたセンサノード30fを介して、図3(b)に示すように、新たな経路(センサノード30e センサノード30f センサノード30g センサノード30b センサノード30c センサノード30d 基地局20a)で、基地局20aにセンシング情報を転送する。このような具体的な経路変更は、前述したAODVなどの動的ルーティングプロトコルにより実現することが可能である。

## 【0095】

また、このような動的ルーティングによらず、センシング情報を含んだパケットを、各センサノード3が、周囲に存在する全てのセンサノード3に対して常にブロードキャストし、そのパケットを受け取った各センサノード3が、さらにその周囲に存在する全てのセンサノード3に、そのパケットをブロードキャストするといったいわゆるフラディング(flooding)というパケット転送方式により、到達可能な全ての基地局2に同一のセンシング情報を転送して、センシング情報を無線ユーザ端末4に集約させる方法を用いることも可能である。

## 【0096】

このようなフラディングを用いる場合には、ある基地局2に至る経路上のセンサノード3が途中で故障などして、該当する基地局2へセンシング情報を転送することが不可能になっても、その基地局2または別の基地局2に至る他の経路を探索し、探索された1以上の経路の存在により、センシング情報を最終的に無線ユーザ端末4に送達することが可能となる。このため、各センサノード3から無線ユーザ端末4へのセンシング情報の伝達

10

20

30

40

50

精度を向上させることができる。なお、フラッドィングを用いることにより、同一内容のセンシング情報が無線ユーザ端末4に複数届く場合があり得るが、そのような場合には、重複する情報を冗長な情報として無線ユーザ端末4で削除する構成とすればよい。

【0097】

なお、あるセンサノード3が故障（死滅）してしまうと、そのセンサノード3でセンシングしていたセンシング情報が無線ユーザ端末4に転送されなくなってしまう。センサノード3によりセンシング可能な情報の種類は1種類だけでなく、上述したように、温度情報、湿度情報、加速度（動作）情報、輝度情報などのさまざまな情報を取得する機能が設けられている。しかしながら、一般的に1台のセンサノード3において同時にセンシングされるセンシング情報は、これらのセンシング情報のうちのいずれか1つである。これは、センサノード3に設置される電源（図4参照）16の駆動時間を極力長くして、少しでも長時間センシング情報を取得することができるように設計されているためである。このため、同一種類のセンシング情報の取得を担当するセンサノード3が、同時に複数故障してしまう場合には、該当する種類のセンシング情報が他のセンシング情報に比べて不足してしまうおそれがあり、センシング対象地域（災害監視地域）における総合的な災害状況判断を行うことが困難になってしまうおそれがある。

10

【0098】

このため、本発明に係るセンシング情報収集システム1では、故障してしまったセンサノード3のセンシング情報の種類に基づいて、故障したセンサノード3の周囲に存在するセンサノード3が、センシング情報の種類を自動的に変更する構成となっている。例えば、図3(c)に示すように、光センシングを行っていた唯一のセンサノードであるセンサノード30aが故障した場合には、周囲に位置する他のセンサノード30eが、センシング機能を光センシングに変更する（センシング機能の代替（機能代替）する）ことにより、継続的に光に関するセンシング情報を取得することが可能となる。

20

【0099】

このように、本実施の形態に係るセンシング情報収集システム1では、センサネットワーク層7を構成する全てのセンサノード3で、センシング機能の代替処理が自律分散的かつ同時並行的に常に行われる。これにより、予め「災害監視地域内の光と温度と加速度と湿度」の情報がほしい旨を、無線ユーザ端末4を介して各センサノード3へと要求することにより、その条件を満たすだけの十分な数のセンサノード3が災害監視地域に存在する限り、人手の介入や外部からの個別の制御を必要とすることなく、各センサノード3がセンシング機能を適宜変更してセンシングを継続する。以下、具体的なセンシング情報収集システム1の構成および制御方法について説明する。

30

【0100】

図4は、センサノード3の概略構成を示したブロック図である。センサノード3は、複数のセンサ部（センサ手段）10（センサa～センサn：センサ機能部、10a, 10b, …, 10n）と、センサインタフェース部11と、情報処理部（受信時間検出手段、情報記録手段、不通センサ装置判断手段、センサ機能部判断手段、ノーティス信号生成手段、ノーティス信号受信判断手段、センサ機能部変更手段、残量電力量検出手段、駆動時間算出手段、プログラム実行手段、プログラム更新手段、プログラム情報格納手段、プログラム読出手段）12と、タイマ部（タイマ手段）13と、テーブル記憶メモリ（記録手段）14と、プログラム格納メモリ（プログラム格納手段）15と、電源（電力供給手段）16と、無線通信部（信号受信手段、信号発信手段）17とを有している。

40

【0101】

電源16は、センサノード3に設置されるセンサ部10、情報処理部12、タイマ部13などの駆動源となる電力を供給する役割を有している。電源16の種類は特に限定されるものではないが、センサノード3は災害地などに投入されることが多いため、経済性や簡易性を考慮して、一般的な電池が用いられる。

【0102】

センサ部10は、センサノード3の周辺のさまざまな情報を取得（センシング）するた

50

めに設けられている。センサ部10は、そのセンシング対象となる情報の種類(目的)に応じて、複数のセンシングを行うことができるように、複数のセンサ10a~10nが設けられている。センサ部10は、例えば、火災発生の有無や、センシング箇所における屋外光の進入などを確認するための光センサ、火災発生の有無や、人間や動物などの動く物の存在を確認するための温度センサ、水、蒸気、霧などの発生の有無を確認するための湿度センサ、建物の倒壊、地滑り、人間や動物など動く物などを確認するための加速度センサ、きしみ音の有無などを確認することが可能な簡易マイクなどにより構成される音響センサ、周囲の状況を画像情報として取得する小型カメラ、動く物などの存在を確認するための人感センサ(赤外センサや超音波センサなど)等のセンサにより構成される。

#### 【0103】

センサノード3には、複数種類のセンサ10a~10nが設けられているため、複数種類のセンサ10a~10nを全て同時に起動させて、さまざまな情報をセンシングすることも可能であるが、本実施に係るセンサノード3では、いずれか1種類のセンサのみを駆動させる構成とする。このように、駆動させるセンサ部10の種類を1種類に限定することにより、電源16の消費電力を最低限に抑えることができるため、長時間にわたる継続的なセンシング処理を行うことが可能となる。ただし、電源を別に確保することが可能な場合や、センシング情報の取得において長時間のセンシング処理を必要としない場合には、複数種類のセンサ10a~10nを駆動させて、同時に複数のセンシング情報を取得する構成とすることも可能である。

#### 【0104】

センサインタフェース部11は、センサ部10によりセンシングされたセンシング情報を取得し、情報処理部12に伝達する役割を有している。情報処理部12では、センサインタフェース部11を介して取得されたセンシング情報に基づいて、センサノード3の周辺のセンシング情報を取得する。

#### 【0105】

情報処理部12は、センサノード3におけるさまざまな駆動制御を行う機能を有している。情報処理部12は、複数のセンサ10a~10nを備えるセンサ部10において、いずれのセンサ10a~10nを駆動させるかを制御したり、無線通信部17を介して受信した情報の解析処理や必要な情報の送信処理を行ったりする。情報処理部12は、プログラム格納メモリ15に記録されるプログラムに従って、後述するさまざまな処理を行う。その詳細については後述する。

#### 【0106】

プログラム格納メモリ15には、情報処理部12により実行されるプログラムが記録されている。プログラム格納メモリ15は、バンク構成を採用しており、本実施の形態に係るプログラム格納メモリ15では、4つのバンク15a~15d(バンク1~バンク4)が設けられている。それぞれのバンク15a~15dには、独立したプログラムを格納することが可能となっており、必要に応じて任意のバンク15a~15d内のプログラムを情報処理部12で実行することが可能となっている。

#### 【0107】

タイマ部13は、時間経過を管理するために用いられる。タイマ部13は、情報処理部12の処理に応じて経過時間計測を開始し、情報処理部12の要求に応じて情報処理部12へ経過時間情報を伝達する。さらに、タイマ部13は、情報処理部12の要求に応じて、タイマのリセット処理を行うことが可能となっている。

#### 【0108】

無線通信部17は、他のセンサノード3および基地局2との無線通信を行う役割を有している。無線通信部17は、他のセンサノード3よりハローパケットやノーティスパケット(ノーティス信号)やテイクオーバーパケット等を受信すると、受信したパケットの情報を情報処理部12に伝達し、また、情報処理部12の指示に応じて、センシング情報やハローパケットやノーティスパケットやテイクオーバーパケット等の送信処理を実行する。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 0 9 】

なお、ハローパケットは、既に説明したように、各センサノード3が定期的に出力するパケット情報であり、他のセンサノード3はこのハローパケットを定期的受信することによりハローパケットを発信するセンサノード3が正常に駆動していると判断する。ハローパケットには、センサノード3を特定するためのセンサID情報と、センサノード3のセンサ部10でセンシングされるセンシング情報の種類に関する情報(種別情報)とが少なくとも含まれている。

## 【 0 1 1 0 】

また、ノーティスパケットは、ハローパケットの受信が所定時間以上行われないうことにより、周囲のセンサノード3に故障等が発生した(死滅した)と判断された場合であって、故障等が発生したセンサノード3のセンシング機能の代替を行うことができるとセンサノード3が判断した場合に発信されるパケットである。このノーティスパケットの発信および受信により、センシング機能を代替することが可能なセンサノード3の候補を知ることができる。ノーティスパケットには、センサノード3を特定するためのセンサID情報と、センサノード3のセンサ部10でセンシングされるセンシング情報の種類に関する情報(種別情報)と、電源16の電池残量情報(残量電力量)とが少なくとも含まれている。

10

## 【 0 1 1 1 】

テイクオーバーパケットは、ノーティスパケットに基づいてセンシング機能の代替処理を行ったセンサノード3が、代替を行った旨を周囲のセンサノード3へ知らせるために発信するパケットである。このテイクオーバーパケットの受信により、該当するセンサノード3のセンシング機能の変更を知ることができる。テイクオーバーパケットには、センサノード3を特定するためのセンサID情報と、センサノード3のセンサ部10でセンシングされるセンシング情報の種類に関する情報(種別情報)とが少なくとも含まれている。

20

## 【 0 1 1 2 】

テーブル記憶メモリ14は、無線通信部17を介して受信したパケット情報を管理するために使用される。無線通信部17を介して受信されるハローパケット、ノーティスパケットおよびテイクオーバーパケットの内容を解析した情報処理部12は、解析内容に基づいて周囲のセンサノード3に関する情報を一覧表にして、テーブル記憶メモリ14に記録してテーブルを作成する。

30

## 【 0 1 1 3 】

図5は、テーブル記憶メモリ14に記録される周囲のセンサノード3に関する情報を示したテーブル14a(一覧表)の一例である。図5に示すテーブル14aは、図6に示すようにして配置されたセンサノード3群のうち、センサID=1(以下センサID1と示す、他のセンサIDナンバーでも同様とする)で示されるセンサノード3のテーブル記憶メモリ14に記録されたテーブルを示している。なお、図5に示すテーブルは、タイマ時間が120の時点における状態を示している。

## 【 0 1 1 4 】

図6には、センサID1のセンサノード40aと、センサID2のセンサノード40bと、センサID4のセンサノード40dと、センサID3のセンサノード40cとが、時計回り方向そって同心円上に位置するようにして配置されており、それぞれ隣のセンサノードとの距離が均等に保たれている。また、センサID5のセンサノード40eが、センサID1のセンサノード40aを基準として、センサID4のセンサノード40dの反対側に配置されており、また、センサID7のセンサノード40gが、センサID2のセンサノード40bを基準として、センサID3のセンサノード40cの反対側に配置されている。さらに、センサID6のセンサノード40fは、センサID1~4のセンサノード40a~40dと同心円上であって、センサID3のセンサノード40cとセンサID4のセンサノード40dとの間に位置するように配置されている。さらに、センサID8のセンサノード40hは、センサID4のセンサノード40dの近傍であって、センサID1~4のセンサノード40a~40dが配置される同心円よりも外側に配置されている。

40

50

## 【 0 1 1 5 】

センサID 1のセンサノード40aの情報処理部12は、受信したパケット（ハローパケット、ノーティスパケット、テイクオーバーパケット）に含まれる情報に基づいて、テーブル14aの内容を更新する。テーブル14aの各行には、各センサノード40a～40hのセンサID情報（他のセンサノードと重ならない1以上の整数値であって、それぞれ異なるID値が定められている）と、現在担当しているセンシング機能の種別情報（現在使用しているセンサの種別）に関する情報と、パケットを受信時のタイマ部13における経過時間情報（ハローパケットの到着時刻）とが、初めにハローパケットを受信された時点で記録される。

## 【 0 1 1 6 】

つまり、テーブル14aにおける第1列701および第2列702の内容は、テーブル14aの該当する行を作成したとき、つまり、初めに該当するセンサIDのハローパケットを受信したときに、そのハローパケットの内容を参照して記録される。また、第3列703には、テーブル14aの該当する行を作成したとき（該当するセンサIDのハローパケットを最初に受信したとき）の、タイマ部13の経過時間情報が記録される。

## 【 0 1 1 7 】

その後、無線通信部17を介して他のセンサノード40b～40fから定期的にハローパケットが受信されると、センサノード40aの情報処理部12は、受信されたパケットの情報に応じて、対応するセンサIDのセンシング機能およびハローパケットの到着時刻の情報を更新記録する。

## 【 0 1 1 8 】

なお、テーブル14aにおいて該当するセンサIDの行を作成したとき（該当するセンサIDのハローパケットを最初に受信したとき）には、第4列704の内容は「-（空欄）」に初期設定され、また、第5列705の内容も「-（空欄）」に初期設定される。第4列704の内容は、ノーティスパケットを受信した場合に更新設定される。また、第5列705の内容は、センサノードの故障（死滅）などに基づいて他のセンサノード3がセンシング機能の代替処理を完了した際に、そのセンサノード3のセンサID情報とその時刻情報とが記録される。つまり、第5列705の内容は、センサID1のセンサノード40aの情報処理部12が、無線通信部17を介してテイクオーバーパケットを受信した場合に、受信したテイクオーバーパケットに含まれる情報に基づいて更新される。

## 【 0 1 1 9 】

図5に示すテーブル14aの例では、タイマ部13の経過時間が120の時点において、既に、センサIDが5, 2, 4, 3, 6のセンサノード40e, 40b, 40d, 40c, 40fのハローパケットが受信されていることが示されている。なお、図6には、センサIDが5, 2, 4, 3, 6のセンサノード40e, 40b, 40d, 40c, 40fの他に、センサIDが7のセンサノード40gと、センサIDが8のセンサノード40hが示されているが、テーブル14aには、センサIDが7のセンサノード40gに関する情報と、センサIDが8のセンサノード40hに関する情報とが記録されていない。

## 【 0 1 2 0 】

これは、センサノード40g, 40hとセンサIDが1のセンサノード40aとの距離が、無線通信を行うことができない距離となっており、センサID7のセンサノード40gで出力（発信）されたハローパケットと、センサIDが8のセンサノード40hで出力されたハローパケットとを、直接センサID1のセンサノード40aで受信できないため、センサIDが7のセンサノード40gの情報と、センサIDが8のセンサノード40hの情報とが、テーブルに記録されていないものと考えられる。

## 【 0 1 2 1 】

センサノード40aが、ノーティスパケットを受信すると、情報処理部12では、受信したノーティスパケットの内容を解析し、受信したノーティスパケットのセンサIDに対応する第4列704の欄に、解析されたノーティスパケットの情報を記録（追記）する。ノーティスパケットは、既に説明したように、他のセンサノード3の故障等（死滅）を判

10

20

30

40

50

断したセンサノード 3 が、故障したセンサノード 3 のセンシング機能の代替を行うことが可能であると判断した場合に発信するパケットである。このノーティスパケットを受信したセンサノード 3 では、ノーティスパケットに含まれる情報を解析し、解析された情報に基づいて、ノーティスパケットを発信したセンサノード 3 のセンサ ID と、そのセンサノード 3 の電池残量（整数値）情報と、ノーティスパケットを発信したセンサノードが現在担当しているセンシング機能の種別情報とを 1 組として、当該するセンサノード ID の行の第 4 列 7 0 4 の欄に記録（追記）する。

【 0 1 2 2 】

図 5 のテーブル 1 4 a には、センサ ID 3 のセンサノード 4 0 c が故障したものと判断したセンサ ID 4 のセンサノード 4 0 d とセンサ ID 2 のセンサノード 4 0 b とが、それぞれノーティスパケットを発信し、センサ ID 1 のセンサノード 4 0 a が、それぞれのノーティスパケットを受信して解析することにより、第 4 列 7 0 4 の欄 7 0 6 に、センサ ID 4 のセンサノード 4 0 d のノーティスパケットの情報（センサ ID = 4、電池残量 = 5 0 0、センシング機能 = 光）と、センサ ID 2 のセンサノード 4 0 b のノーティスパケットの情報（センサ ID = 2、電池残量 = 1 5 0 0、センシング機能 = 加速度）とを記録したことが示されている。

10

【 0 1 2 3 】

また、図 5 のテーブル 1 4 a には、センサ ID 6 のセンサノード 4 0 f が故障したものと判断したセンサ ID 4 のセンサノード 4 0 d がノーティスパケットを発信し、センサ ID 1 のセンサノード 4 0 a が、センサ ID 4 の発信したノーティスパケットを受信して解析することにより、第 4 列 7 0 4 の欄 7 0 9 に、センサ ID 4 のセンサノード 4 0 d のノーティスパケットの情報（センサ ID = 4、電池残量 = 5 2 0、センシング機能 = 加速度）を記録したことが示されている。

20

【 0 1 2 4 】

センサノード 4 0 a がテイクオーバーパケットを受信すると、情報処理部 1 2 では、受信したテイクオーバーパケットの内容を解析し、センサ ID に基づいて第 5 列 7 0 5 に解析した内容を記録（追記）する。テイクオーバーパケットは、既に説明したように、ノーティスパケットに基づいてセンシング機能の代替を行ったセンサノード 3 が、代替を行った旨を周囲のセンサノードへ知らせるために発信するパケットである。このテイクオーバーパケットを受信したセンサノードでは、テイクオーバーパケットに含まれる情報を解析し、解析された情報に基づいて、テイクオーバーパケットを発信したセンサノードのセンサ ID 情報とテイクオーバーパケットを受信したときのタイマ部 1 3 の経過時間情報とを 1 組として、該当するセンサノード ID の行の第 5 列 7 0 5 に記録（追記）する。

30

【 0 1 2 5 】

図 5 に示すテーブル 1 4 a の欄 7 0 8 には、センサ ID 6 のセンサノード 4 0 f が既に故障（死滅）等しており、過去に（タイマ部 1 3 の経過時間が 5 1 の時に）、センサ ID 4 のセンサノード 4 0 d が、センシング機能を加速度から（センサ ID 6 のセンサノード 4 0 f が過去にセンシングを行っていた）光へと代替したことが記録されている。これは、センサ ID 4 のセンサノード 4 0 d によって、過去に発せられたテイクオーバーパケットを、センサ ID 1 のセンサノード 4 0 a が受信したことにより更新された情報である。

40

【 0 1 2 6 】

つまり、図 5 に示すテーブル 1 4 a の第 4 列 7 0 4（欄 7 0 9）、第 5 列 7 0 5（欄 7 0 8）および第 3 列 7 0 3 の情報により、センサ ID 4 のセンサノード 4 0 d は、過去に加速度をセンシングしていたことを知ることができ、さらに、タイマ部 1 3 の経過時間が 5 1 の時に（欄 7 0 8 の情報）、センサ ID 4 のセンサノード 4 0 d が、故障したセンサ ID 6 のセンサノード 4 0 f の代わりに、センサノード 4 0 f が行っていた光のセンシング機能を実行（代替処理）して、現在に至っているという経緯を知ることができる。

【 0 1 2 7 】

また、図 5 に示すテーブル 1 4 a の欄 7 0 6 より、センサ ID 4 のセンサノード 4 0 d と、センサ ID 2 のセンサノード 4 0 b によって、ノーティスパケットが発信されていた

50

ことがわかり、このことから明らかなように、センサID3のセンサノード40cは、現在、故障（死滅）としていると判断することができる。ただし、テーブル14aの欄707は「-（空欄）」となっているため、故障等したセンサID3のセンサノード40cのセンシング機能の代替対象が、まだ決定されていない状態であると判断できる。このように、第4列704が「-（空欄）」でない場合には、該当するセンサIDのセンサノードが故障（死滅）等していると判断することができ、さらに第5列705が「-（空欄）」でない場合には、故障等したセンサノードのセンシング機能の代替処理が、第5欄705に記録されるセンサIDのセンサノードにより実行されていると判断することができる。

【0128】

なお、図5に示すテーブル14aでは、センシング機能の代替履歴を知ることができるように、既に故障等により死滅し、さらに、センシング機能の代替処理が行われたセンサノードの情報を記録している。しかしながら、このような履歴をテーブル14aに記録する構成とすると、テーブル14aのサイズが大きくなる傾向があるため、これらの情報を定期的に削除することにより、テーブル14aの情報量増大を抑制する構成とするものであってもよい。

【0129】

図7(a)は、センサノード3(40a~40h)の概略構成を示した外観図であり、上面、側面、下面(底面)が記されている。また、図7(b)は、センサノード3(40a~40h)の側面の状態を示した図である。また、図8(a)(b)は、センサノード3(40a~40h)の概略構成を示した外観斜視図であり、略球形状をなすケースを透視可能な状態で示している。

【0130】

センサノード3は、図8(a)(b)に示すように、回路基板50上にセンサ部10と、センサインタフェース部11と、情報処理部12と、タイマ部13と、テーブル記憶メモリ14と、プログラム格納メモリ15と、無線通信部17との機能を有する集積回路群51が設けられている。また、この回路基板50には、L字形状を成した端子部材により構成される無線アンテナ54が設けられている。無線通信部17は、回路基板50に設けられる無線通信部17に接続されている。無線アンテナ54は、回路基板50の端部から中央部へと水平に伸びた後、回路基板50の中心部において屈曲されて上方へと立設され、立設された端子の先端が、センサノード3の外形を成すケース52の上端部より突出する構造となっている。さらに、回路基板50の裏面側には、電池ボックス部53が設けられており、この電池ボックス部53に装着される電池(電源16)により、回路基板50に設置される集積回路群51に対して電力を供給することが可能となる。

【0131】

センサノード3の外観を形成するケース52は、図7(a)(b)に示すように、球面体の一部を切除することにより一端部に平面部55が形成された略球形状(ドーム形状)を呈している。この平面部55は、回路基板50の底面側、つまり電池ボックス部53側に位置するように形成されており、この平面部55を接地面に当接させることにより、ケース52の上端部より突出される無線アンテナ54が上方を臨むようにして、センサノード3を設置することが可能となっている。

【0132】

なお、平面部55側に電池ボックス部53が位置しているため、センサノード3の重心位置は、略球形状を成すケース52の中心位置よりも平面部55側に偏心した状態となる。従って、センサノード3が災害監視地域に投げ入れられた場合には、ケース52の曲面形状によりセンサノード3が回転し、電池の重さに伴う偏心した重心位置により、平面部55側を底側とした状態で安定的に設置されることになる。このようにセンサノード3が起き上がりこぼしのように転がって、平面部55を底にして設置されることにより、回路基板50を水平状態にすることが可能となり、上部より突出した無線アンテナ54を上方へと突出させて、無線通信の感度を良好な状態に保つことが可能となる。

【0133】

10

20

30

40

50

なお、ケース 5 2 の形状は球形状の一端を削除した略球形状には限定されず、例えば、図 8 ( b ) に示すように、ラグビーボール形状をなす形状の一端を削除することにより平面部 5 5 a が形成される形状であってもよい。このような形状でケース 5 2 a を構成しても、ケース 5 2 a 表面の曲面によりセンサノード 3 が回転されて平面部 5 5 a が底側となった状態で安定的に設置されることになるため、無線アンテナ 5 4 を上方へと突出させて、無線通信の感度を良好な状態に保つことが可能となる。

【 0 1 3 4 】

また、図 8 ( a ) に示すようにケース 5 2 を略球形状に形成するよりも、図 8 ( b ) に示すようにケース 5 2 a を略ラグビーボール形状に形成することにより、ケース 5 2 a の体積を小さくすることが可能となり、結果としてセンサノード 3 の小型化を図ることが容易となる。なお、ケースの外形状を丸みの帯びた曲面により構成し、さらに、平面部に近い位置に重心位置がくるように重心位置の調整を行うことにより、投げ入れられたセンサノード 3 を最終的に特定の方向に直立させることができる構造を採用するものであれば、ケースの形状等は図 7、図 8 に示した形状だけには限定されず、どのような外形状をなすものであってもよい。

【 0 1 3 5 】

図 9 は、基地局 2 の概略構成を示したブロック図である。基地局 2 は、情報処理部 6 0 と、2 つの無線通信部 ( 無線通信部 6 1 および無線通信部 6 2 ) とを有している。

【 0 1 3 6 】

無線通信部 6 1 は、他の基地局 2 とのマルチホップ通信に用いられる。この無線通信部 6 1 を介して他の基地局 2 あるいは無線ユーザ端末 4 との情報の送受信を行うことにより、センサノード 3 より受信したセンシング情報やセンサノード 3 の ID 情報などを無線ユーザ端末 4 に収集することが可能となる。一方で、無線通信部 6 2 は、センサノード 3 との相互通信に用いられる。この無線通信部 6 2 を用いることにより、センサノード 3 のセンシング情報などを受信・収集することが可能となっている。また、この無線通信部 6 2 を用いることにより、センサノード 3 のプログラム格納メモリ 1 5 のバンク 1 5 a ~ 1 5 d に記録されるプログラムなどの更新処理等を行うことが可能となる。

【 0 1 3 7 】

情報処理部 6 0 は、無線通信部 6 2 を介して取得したセンシング情報を、無線通信部 6 1 を介して、他の基地局 2 または無線ユーザ端末 4 に転送する処理を行う。この情報処理部 6 0 の処理により、既に説明したように動的ルーティング方式を実現することが可能となる。

【 0 1 3 8 】

次に、センサノード 3 の情報処理部 1 2 の処理により、他のセンサノード 3 が故障などにより死滅した場合において、他のセンサノード 3 が、死滅したセンサノードのセンシング機能の代替を行う場合の処理を説明する。この代替処理は、プログラム格納メモリ 1 5 に記録されるプログラムに従って実行される。従って、情報処理部 1 2 は、必要に応じてプログラム格納メモリ 1 5 に記録されるプログラムを読み出して処理の実行を行う。また、プログラム格納メモリ 1 5 に記録されるプログラムは 4 つのバンクに応じて 4 種類だけ記録することができるので、読み出すプログラムを変更することにより、処理内容の変更などを行うことも可能である。

【 0 1 3 9 】

図 1 0 および図 1 1 は、センサノード 3 において、ハローパケット、ノーティスパケット、テイクオーバーパケットの出力処理を主として行う処理内容を示したフローチャートであり、図 1 2 は、周囲のセンサノード 3 より、ハローパケット、ノーティスパケット、テイクオーバーパケットを受信したときの処理内容を示したフローチャートである。

【 0 1 4 0 】

図 1 2 に示す処理は、図 1 0 に示す処理 ( ステップ S . 3 ) において起動され、起動後には、図 1 0 ・図 1 1 に示す処理と図 1 2 示す処理とが同時並行的に動作される。これらの 2 つの処理は、センサノード 3 の情報処理部 1 2 により同時に実行されるため、図 1 0

10

20

30

40

50

および図 1 1 に示す処理において参照されるテーブル記憶メモリ 1 4 のテーブル 1 4 a の内容が、図 1 2 に示す処理において更新される場合が生ずる。このため、テーブル 1 4 a の参照・更新処理に対して、図 1 0 および図 1 1 に示す処理および図 1 2 に示す処理における排他制御を行い、テーブル 1 4 a の一貫性を保障する必要がある。これは、一般的なオペレーティングシステムが備えるセマフォ制御またはそれに準じた方法を情報処理部 1 2 の処理において実行させることにより実現することができる。

【 0 1 4 1 】

まず、図 1 0 および図 1 1 に示す処理について説明する。センサノード 3 の情報処理部 1 2 は、まず、テーブル記憶メモリ 1 4 に記録されるテーブル 1 4 a の内容を初期化し（ステップ S . 1 ）、次いで、タイマ部 1 3 のタイマを 0 にリセットする処理を行う（ステップ S . 2 ）。その後、情報処理部 1 2 は、図 1 2 に示すパケット受信処理を起動（開始）し、図 1 2 に示す処理を平行して実行する（ステップ S . 3 ）。

10

【 0 1 4 2 】

次に、情報処理部 1 2 は、自己のセンサ ID 情報と自己が担当しているセンシング機能に関する情報（種別情報）とに基づいてハローパケットを生成し（ステップ S . 4 ）、生成されたハローパケットを、無線通信部 1 7 を介して周囲のセンサノード 3 へ出力する（ステップ S . 5 ）。このハローパケットの出力により、自己のセンシング機能が正常に働いていることを周囲のセンサノード 3 に知らせることができる。

【 0 1 4 3 】

そして、情報処理部 1 2 は、一定時間  $W_0$  待機した後（ステップ S . 6 ）、テーブル 1 4 a の第 3 列 7 0 3 に記録されるハローパケットの到着時刻の値と、タイマ部 1 3 の経過時間の値とを比較し（ステップ S . 7 ）、一定時間  $T_1$ （第 1 所定時間）以上ハローパケットが到着していないセンサノード（不通センサ装置）が存在するかどうかを調べる（ステップ S . 8 ）。

20

【 0 1 4 4 】

一定時間  $T_1$  以上ハローパケットが到着していないセンサノードが存在しない場合（ステップ S . 8 において No の場合）、情報処理部 1 2 は、処理をステップ S . 4 に戻し、再びハローパケットを生成（ステップ S . 4 ）して、周囲のセンサノード 3 に送出する処理（ステップ S . 5 ）を繰り返し実行する。一方で、一定時間  $T_1$  以上ハローパケットが到着していないセンサノード 3 が存在する場合（ステップ S . 8 において Yes の場合）、情報処理部 1 2 は、該当するセンサノードの総数を  $A$  として求め、求められたセンサノードの総数  $A$  を変数  $a$  にセットする（ステップ S . 9 ）。

30

【 0 1 4 5 】

なお、この変数  $a$  は、図 1 0 および図 1 1 に示す処理において一時的に用いられる変数であるため、テーブル記憶メモリ 1 4 の所定領域に記録されるものであっても、また、プログラム格納メモリ 1 5 の所定領域に記録されるものであっても、さらに、情報処理部 1 2 内に設けられる図示を省略した RAM（Random Access Memory）に記録されるものであってもよい。

【 0 1 4 6 】

求められたセンサノード 3 の総数  $A$  を変数  $a$  にセットした後（ステップ S . 9 の後）、情報処理部 1 2 は、一定時間  $T_1$  以上ハローパケットが到着していないセンサノード 3 を抽出し、該当するセンサノードを  $N(a)$ （ $a$  は後述するステップ 1 2 において 1 ずつ減算されることになるので  $a = A, A - 1, \dots, 2, 1$  と変化し、 $N(a)$  は、 $a$  の値に応じて  $N(A), N(A - 1), \dots, N(1)$  を意味することになる）として抽出し、該当するセンサノード 3 のセンシング機能の種別情報  $S(a)$ （ $a$  は後述するステップ 1 2 において 1 ずつ減算されることになるので  $a = A, A - 1, \dots, 2, 1$  と変化し、 $S(a)$  は、 $a$  の値に応じて  $S(A), S(A - 1), \dots, S(1)$  を意味することになる）として抽出する（ステップ S . 1 0 ）。

40

【 0 1 4 7 】

図 5 に示すテーブル 1 4 a では、センサ ID 3 のセンサノード 4 0 c が、一定時間  $T_1$

50

以上ハローパケットの到着していないセンサノードに該当し、 $N(a) = 3$ 、 $S(a) =$  “湿度”として判断される。

【0148】

そして、情報処理部12は、センサ部10においてセンシング機能の種別情報 $S(a)$ を有するセンサ(センサ10a~10nのいずれか)を備え、そのセンシング機能の種別情報 $S(a)$ に機能の代替処理をすることが可能であるか否かを判断する(ステップS.11)。

【0149】

種別情報 $S(a)$ に機能の代替処理することができないと判断した場合(ステップS.11においてNoの場合)、情報処理部12は、変数 $a$ の値を1だけ減算し(ステップS.12)、減算された変数 $a$ の値が1より小さい値であるか否か( $a$ は整数値であるため、つまり変数 $a$ が0であるか否か)を判断する(ステップS.13)。変数 $a$ の値が1より小さい場合(ステップS.13においてYesの場合)、情報処理部12は、処理をステップS.4に戻し、再びハローパケットを生成して(ステップS.4)、周囲のセンサノードに送出する処理(ステップS.5)を繰り返し実行する。一方で、変数 $a$ の値が1以上である場合(ステップS.13においてNoの場合)、情報処理部12は、ステップS.12により1だけ値が減算された変数 $a$ に基づいて、ステップS.10に示した $N(a)$ と $S(a)$ の抽出処理を繰り返し実行する。

【0150】

一方で、種別情報 $S(a)$ にセンシング機能の代替処理を行うことができると判断した場合(ステップS.11においてYesの場合)、情報処理部12は、自分自身のセンシング機能を種別情報 $S(a)$ のセンシング機能に代替可能である旨を示すノーティスパケットを生成し(ステップS.14)、無線通信部17を介して生成されたノーティスパケットを周囲のセンサノード3に対して送信する(ステップS.15)。その後、情報処理部12は、一定時間 $W1$ (第2所定時間)だけ時間が経過するのを待つ(ステップS.16)。一定時間 $W1$ だけ待機した後(ステップS.16)、情報処理部12は、テーブル14aの第4列704を確認し、他のセンサノードから該当するセンサIDに関するノーティスパケットの受信があったか否かを判断する(ステップS.17)。

【0151】

他のセンサノードから該当するセンサIDに関するノーティスパケットの受信があった場合(ステップS.17においてYesの場合)、情報処理部12は、他のセンサノード3より受信したノーティスパケットの情報と自分自身が送信したノーティスパケットの情報を比較し、後述する予め定めた評価式に従って、自分が所有するセンサ部10のセンシング機能により、死滅したセンサノードの種別情報 $S(a)$ に該当するセンシング機能に代替処理を行うべきか否かの判断を行う(ステップS.18)。

【0152】

センシング機能の代替処理を行うべきではないと判断した場合(ステップS.18においてNoの場合)、情報処理部12は、処理をステップS.12に移行して変数 $a$ の値を1だけ減算し(ステップS.12)、減算された変数 $a$ の値が1より小さい値であるか否か( $a$ は整数値であるため、つまり変数 $a$ が0であるか否か)を判断する処理(ステップS.13)を行う。

【0153】

一方で、センシング機能の代替処理を行うべきであると判断した場合(ステップS.18においてYesの場合)、または、他のセンサノード3から該当するセンサIDに関するノーティスパケットの受信がなかった場合(ステップS.17においてNoの場合)、情報処理部12は、センサ部10におけるセンサ(10a~10nのいずれか)の制御切替えを行うことにより、自分自身のセンシング機能を種別情報 $S(a)$ に該当するセンシング機能に代替する(ステップS.19)。このように、センシング機能の代替を行うべきであると判断した場合(ステップS.18においてYesの場合)、および、他のセンサノード3から該当するセンサIDに関するノーティスパケットの受信がなかった場合(

10

20

30

40

50

ステップS . 17においてNoの場合)にのみ、情報処理部12が、自分自身のセンシング機能の代替処理を実行することにより、死滅したセンサノードのセンシング機能を隣接する複数のセンサノード3で同時に機能代替してしまうことを防ぐことが可能となる。

【0154】

そして、情報処理部12は、自己のセンサID情報と代替したセンシング機能の種別情報S(a)に基づいてテイクオーバーパケットを生成し(ステップS . 20)、生成されたテイクオーバーパケットを、無線通信部17を介して周囲のセンサノード3へ出力する(ステップS . 21)。このテイクオーバーパケットの出力により、自己のセンシング機能が種別情報S(a)に該当するセンシング機能に代替されたことを周囲のセンサノード3に知らせることができる。

10

【0155】

その後、情報処理部12は、テーブル14aの第5列705であって、センシング機能の代替を行うセンサID(N(a)のセンサID)に該当する欄に、自らのセンサID情報と、テイクオーバーパケットの出力時のタイマ部13の経過時間情報(時間情報)とを記録する(ステップS . 22)。例えば、図5に示すテーブルの場合において、センサID1のセンサノードがセンサID3のセンサノードのセンシング機能を代替する場合には、第5列705のセンサID3に該当する欄707に、センサID1の情報とテイクオーバーパケットを出力した時のタイマ部13の経過時間情報とが1組として記録されることになる。この処理により、テーブル14aの第5列705に、センサID情報とタイマ部13の経過時間情報とが記録された行の情報は、以後の機能代替処理の対処から外されることになり、該当する行の内容は無視されることになる。

20

【0156】

その後、情報処理部12は、処理をステップS . 4に移行して、自己のセンサIDと、代替されたセンシング機能に関する情報に基づいてハローパケットを生成し(ステップS . 4)、生成されたハローパケットを、周囲のセンサノード3に出力する(ステップS . 5)。以後、上述した処理(ステップS . 5~)を繰り返し実行する。

【0157】

なお、ハローパケットは、該当するセンサノード3が正常に機能していること(死滅していないこと)を周囲のセンサノード3に知らせる機能を有するため、所定の時間間隔で定期的に出力される必要がある。しかしながら、図10・図11のステップS . 8に示したように、一定時間T1以上ハローパケットの受信がないセンサノード3が存在しない場合(ステップS . 8においてNoの場合)には、処理がステップS . 4に移行して次のハローパケットの送信処理(ステップS . 5)が行われるので、ハローパケットは、 $T1 + W0$ 以上の時間間隔で出力されるが、一定時間T1以上ハローパケットの受信がないセンサノードが存在する場合(ステップS . 8においてYesの場合)には、その後の処理により一定時間W1の待機処理(ステップS . 16)が行われる場合も生ずるため、ハローパケットが、 $T1 + W0 + W1$ 以上の時間間隔で出力される場合も生ずる。

30

【0158】

図10および図11に示す処理では、時間間隔W0が、他の時間間隔T1およびW1や、処理ステップの処理に要する時間に比べ十分長い時間を想定することにより、ハローパケットの出力時間間隔の差を低減させる構成を採用するが、時間W0を短くしたい場合や、上記各処理ステップにおける処理時間が無視できないほど長い時間を要する場合には、ハローパケットの送出処理を別プロセスとし、タイマ割り込み処理等を用いて定期的に出力するように処理内容を変更することもできる。このようにタイマ割り込み処理により、ハローパケットの出力処理を実行することにより、一定時間毎に定期的ハローパケットを出力することが可能となる。

40

【0159】

次に、ステップS . 18に示した評価式について説明する。

【0160】

センシング機能の代替処理を行うか否かの判断(ステップS . 18)は、他のセンサノ

50

ードより受信したノーティスパケットの内容と自己が発信したノーティスパケットの内容とを比較することによって求められる。この評価式は、センシング処理の目的などに応じて変更することが可能であり、具体的にはプログラム格納メモリ15の各バンク15a~15dに記録されるプログラムに応じて決定され、また、評価式の変更に応じて読み出されるプログラムのバンクを変更することによって評価式の変更を行うことが可能である。

【0161】

例えば、ノーティスパケットを出力したセンサノード（つまり、センシング機能の代替処理が可能であると判断したセンサノード）3のうち、最も電池残量の多いセンサノードを優先的に代替対象とするように判定式を設定することができる。ノーティスパケットには、既に説明したように、センサノード3を特定するためのセンサID情報と、センサノード3のセンサ部10でセンシングされるセンシング情報の種類に関する情報（種別情報）と、電池の残量情報とが少なくとも含まれている。

10

【0162】

このため、受信した全てのノーティスパケットより求められる電池残量と自己の電池残量とを比較することにより、自己の電池残量が一番多く残っている場合には、自分がセンシング機能の代替処理を行うものと判断し、自分の電池残量よりも他のセンサノードの電池残量の方が多いと判断した場合には、センシング機能の代替処理を行わないと判断する。このように電池残量が最も多いセンサノード3がセンシング機能の代替処理を行うことにより、代替処理されたセンサノード3が電池の消耗により早期にセンシング動作を停止してしまっ、直ぐに他のセンサノードによる代替処理判断を行うことになってしまうことを防止することができる。

20

【0163】

さらに、各センサノード3における電池残量と、センシング機能を実現するために用いられるセンサ10a~10nの消費電力とに基づいて、センシング機能の代替処理を行った場合に継続してセンシング処理を行うことが可能な時間を算出し、算出された駆動時間が最も長いセンサノードを代替処理の対象とするように評価式を設定することができる。

【0164】

このように評価式を設定することにより、センサ部10の消費電力がセンサ10a~10nによって異なる場合であっても、実際にそのセンサ10a~10nを用いてセンシング処理を行った場合に、継続してセンシング情報を取得することができる駆動時間の長いセンサノードが代替候補として決定されることになる。このため、ただ単に、電池残量だけを比べて代替候補を決定する場合に比べて、実際の稼働状況を考量して代替候補を決定することが可能となる。

30

【0165】

なお、電池残量は、テーブル14aの第4列704であって、死滅したセンサIDを示す行に記録される情報（センサIDと、電池残量情報と、現在のセンシング機能に関する情報とが1組として記録される情報）を参照することにより、比較することが可能となる。

【0166】

また、ノーティスパケットを複数受信することにより、複数のセンサノード3からセンシング機能の代替可能との申し出があった場合には、センシング機能の代替処理を行う前の（つまり現在担当している）センシング機能に基づいて予め優先度を決めておくことにより、どのセンシング機能を担当しているセンサノードを優先して代替対象のセンサノードにするか否かを判断するように評価式を決定することも可能である。

40

【0167】

例えば、「代替可能であるとの申し出があったセンサノードが複数存在する場合には、現在担当しているセンシング機能に基づいて、加速度、光、湿度、温度の順でセンシング機能の代替候補を決定する。また、センシング機能の種類が同じとなるセンサノードが存在する場合には、重複するセンシング機能を備えたセンサノードのうち、より電池残量大きいセンサノードをセンシング機能の代替処理の対象として決定する」という評価式を

50

適用することができる。このような評価式を用いる場合に、複数のノーティスパケットを受信したときには、ノーティスパケットに含まれる現在のセンシング機能の種別情報を比較することにより、センシング機能が加速度を最優先として、次に光、その次に湿度、最後に温度の順でセンシング機能の代替候補を決定する。

【 0 1 6 8 】

図 5 に示したテーブルの例では、欄 7 0 6 にセンサ I D 4 のセンサノード 4 0 d のノーティスパケットの情報（センサ I D = 4、電池残量 = 5 0 0、センシング機能 = 光）と、センサ I D 2 のセンサノード 4 0 b のノーティスパケットの情報（センサ I D = 2、電池残量 = 1 5 0 0、センシング機能 = 加速度）とが記録されている。また自己の情報は図 6 より、センサ I D = 1、電池残量 = 2 0 0 0、センシング機能 = 温度である。この 3 つのセンサノードの条件を比較すると、センシング機能の優先順位が最も高い「加速度」であるセンサ I D 2 のセンサノードが、センシング機能の代替候補として決定されることになる。このような評価式を用いることにより、優先順位の低いセンシング機能（本実施の形態の例では、温度）をセンシング対象地域（災害監視地域）に数多く残すことができる。

10

【 0 1 6 9 】

さらに、自分の周囲に存在する他のセンサノードが、現在自分が担当しているセンシング機能と同じ種類のセンシング処理を担当しているか否かを、テーブル 1 4 a に記録されるセンシング機能の情報より判断し、周囲のセンシングノードが、同じ種類のセンシング情報を担当している場合には、積極的にセンシング機能の代替処理を行い、同種類のセンシング処理を担当しているセンサノードが存在しない場合には、センシング機能の代替処理を積極的に行わないように、評価式を決定してもよい。

20

【 0 1 7 0 】

図 5 に示すテーブルおよび図 6 に示すセンサノードの配置図より、センサ I D が 1 のセンサノード 4 0 a は、現在「温度」をセンシングしているが、一方で、センサ I D 5 のセンサノード 4 0 e も、現在「温度」をセンシングしている（第 2 列 7 0 2 のセンサ I D が 5 の欄参照）。従って、センサ I D 1 のセンサノードの周囲に「温度」のセンシング処理を行うセンサノードが存在するため、上述した評価式を適用すると、センサ I D 1 のセンサノード 4 0 a は、積極的にセンシング機能の代替処理を行うように判断する。

【 0 1 7 1 】

本評価式を採用することにより、周囲のセンサノード 3 において実行されるセンシング機能が互いに重複しないようにしてセンシング機能の代替処理が行われる。このため、センサネットワーク層 7 に対して、予め「センシング処理の対象となる地域の光と温度と加速度と湿度」の情報がほしい旨を、無線ユーザ端末 4 を介してセンサネットワーク層 7 に存在するセンサノード 3 に要求しておけば、その条件を満たすだけの十分な数のセンサノードがセンシング対象地域に存在する限り、人手の介入や外部からの特別な制御指示を必要とすることなく、各センサノードがセンシング機能を適宜変更しながら要求条件を満たすようなセンシング処理を継続して実行するようになる。

30

【 0 1 7 2 】

次に、周囲のセンサノードより、ハローパケット、ノーティスパケット、テイクオーバーパケットを受信したときの処理を、図 1 2 に示すフローチャートを用いて説明する。既に説明したように、図 1 2 に示す処理は、図 1 0 に示す処理のステップ S . 3 において起動される処理であり、その後、図 1 0 および図 1 1 に示す処理と平行して処理が実行される。

40

【 0 1 7 3 】

情報処理部 1 2 は、まず、無線通信部 1 7 を介して周囲のセンサノードより、ハローパケット、ノーティスパケット、テイクオーバーパケットを含む、いずれかのパケットを受信したか否かを判断する（ステップ S . 3 1 ）。いずれのパケットも受信していないと判断した場合（ステップ S . 3 1 において N o の場合）、情報処理部 1 2 は、再度いずれかのパケットを受信したか否かの処理を繰り返し実行する（ステップ S . 3 1 ）。

【 0 1 7 4 】

50

一方で、いずれかのパケットを受信したと判断した場合（ステップS．31においてYesの場合）、情報処理部12は、受信したパケットがハローパケットであるか否かを判断する（ステップS．32）。受信したパケットがハローパケットである場合（ステップS．32においてYesの場合）、情報処理部12は、ハローパケットの内容を解析し（ステップS．33）、ハローパケットに含まれるセンサIDのデータが既にテーブル記憶メモリ14のテーブル14aに記録されているか否かを判断する（ステップS．34）。

【0175】

テーブル14aにハローパケットに含まれるセンサIDのデータが記録されていない場合（ステップS．34においてNoの場合）、情報処理部12は、テーブル14aに新たなセンサIDのための行を作成し、センサID情報、センシング機能に関する情報（種別情報）および、ハローパケットが到着した（受信した）ときのタイマ部13の経過時間情報を新規に記録する（ステップS．35）。一方で、既に該当するセンサIDのデータがテーブル14aに記録されている場合（ステップS．34においてYesの場合）、情報処理部12は、既に設けられたセンサIDに関するハローパケットの到着時刻をタイマ部13より読み出された経過時刻（現在の時刻）に更新する（ステップS．36）。このとき、該当するセンサIDのセンシング機能が、センシング機能の代替処理により変更される場合があるため、センシング機能に関する情報が変更されている場合には、変更されたセンシング情報でテーブル14aの内容を更新する。

【0176】

テーブル14aへのセンサIDに関する情報の新規記録処理（ステップS．35の処理）およびテーブル14aへのハローパケット到着時刻の更新記録処理（ステップS．36の処理）の後、情報処理部12は、処理をパケットの受信判断処理（ステップS．31）に移行し、ステップS．31以降の処理を繰り返し実行する。

【0177】

一方で受信したパケットがハローパケットでない場合（ステップS．32においてNoの場合）、情報処理部12は、受信したパケットがノーティスパケットであるか否かを判断する（ステップS．37）。受信したパケットがノーティスパケットである場合（ステップS．37においてYesの場合）、情報処理部12は、ノーティスパケットの内容を解析し（ステップS．38）、ノーティスパケットに含まれるセンサID情報、電池残量情報およびセンシング機能に関する情報（種別情報）を、テーブルの第4列704の対応するセンサIDの欄に記録する（ステップS．39）。

【0178】

テーブルへのノーティスパケットに含まれる情報の記録処理（ステップS．39）の後、情報処理部12は、処理をパケットの受信判断処理（ステップS．31）に移行し、ステップS．31以降の処理を繰り返し実行する。

【0179】

さらに、受信したパケットがノーティスパケットでない場合（ステップS．37においてNoの場合）、情報処理部12は、受信したパケットがテイクオーバーパケットであるか否かを判断する（ステップS．40）。受信したパケットがテイクオーバーパケットである場合（ステップS．40においてYesの場合）、情報処理部12は、テイクオーバーパケットの内容を解析し（ステップS．41）、ノーティスパケットに含まれるセンサID情報とテイクオーバーパケットを受信した時のタイマ部13の経過時間情報（到着時刻情報）とを、テーブル14aの第5列705の死滅したセンサIDに対応する欄に記録する（ステップS．42）。このように、テーブル14aへテイクオーバーパケットに含まれる情報を記録することにより、既に死滅したセンサノードのセンシング機能を他のセンサノードが代替処理して引き継いだことを知ることが可能となる。

【0180】

テーブル14aへのテイクオーバーパケットに含まれる情報の記録処理（ステップS．42）の後、情報処理部12は、処理をパケットの受信判断処理（ステップS．31）に移行し、ステップS．31以降の処理を繰り返し実行する。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 8 1 】

さらに、受信したパケットがテイクオーバーパケットでない場合（ステップ S . 4 0 において N o の場合）、情報処理部 1 2 は、受信したパケットに含まれる情報を解析し（ステップ S . 4 3）、解析された情報に応じて適宜さまざまな処理を実行する（ステップ S . 4 4）。ステップ S . 4 4 に示した処理を実行した後、情報処理部 1 2 は、処理をパケットの受信判断処理（ステップ S . 3 1）に移行し、ステップ S . 3 1 以降の処理を繰り返し実行する。

## 【 0 1 8 2 】

次に、センサノード 3 のプログラム格納メモリ 1 5 においてバンク毎に記録されるプログラムの内容を、無線通信可能な他のセンサノード 3 あるいは基地局 2 とのデータの送受信により更新する処理について説明する。

## 【 0 1 8 3 】

既に説明したように、センサノード 3 のプログラム格納メモリ 1 5 には 4 つのバンク 1 5 a ~ 1 5 d が設けられており、各バンク 1 5 a ~ 1 5 d に異なるプログラムを記録させることが可能となっている。情報処理部 1 2 では、必要に応じて異なるプログラムを読み出して実行することにより、さまざまな処理を行うことが可能となっている。さらに、センサノード 3 は、無線通信部 1 7 を介して周囲のセンサノード 3 あるいは基地局 2 と情報の送受信を行うことが可能となっている。このため、周囲のセンサノード 3 あるいは基地局 2 より新たなプログラムを受信することができ、受信されたプログラムに基づいてバンク 1 5 a ~ 1 5 d に記録される古いプログラムの更新処理を行うことが可能である。

## 【 0 1 8 4 】

図 1 3 は、2 つのセンサノード X とセンサノード Y との間のプログラム（プログラムデータ）の転送手順を表したシーケンス図である。図 1 3 のシーケンス図では、センサノード X のプログラム格納メモリ 1 5 の所定のバンク 1 5 a ~ 1 5 d に記録されるプログラム（プログラムデータ）を、センサノード Y のプログラム格納メモリ 1 5 のバンク B（このバンク B は、バンク 1 5 a ~ バンク 1 5 d のいずれかに該当する）に転送し、その後、転送したプログラムによりセンサノード Y を再起動する手順を示している。

## 【 0 1 8 5 】

最初に、センサノード X の情報処理部 1 2 より無線通信部 1 7 を介してプログラム（プログラムデータ）の転送要求が発せられると、センサノード Y の情報処理部 1 2 は、無線通信部 1 7 を介して要求受け入れ可能応答（A C K）をセンサノード X の情報処理部 1 2 へ返信する。その後、センサノード X の情報処理部 1 2 は、無線通信機能 1 7 を用いて、センサノード Y へプログラムのパケット転送を開始する。

## 【 0 1 8 6 】

図 1 3 では、1 パケット分だけプログラムが転送される度に、センサノード Y の情報処理部 1 2 が、受け取り A C K をセンサノード X の情報処理部 1 2 に返信する仕組みを採用している。このため、ある一定時間だけ待っても対応する A C K がセンサノード Y から帰ってこない場合、センサノード X の情報処理部 1 2 は、返信がなかったパケットを再度送信する。図 1 3 に示す例では、センサノード X の情報処理部 1 2 により、データプログラム 3 がセンサノード Y に送信されたが、一定時間経過しても受け取り A C K がセンサノード Y の情報処理部 1 2 より返信されなかったため、センサノード X の情報処理部 1 2 は、同一のプログラムデータであるプログラムデータ 3 を再度送信している。

## 【 0 1 8 7 】

全てのプログラムの転送が全て完了した場合、センサノード X の情報処理部 1 2 は、プログラムの転送終了に関する情報をセンサノード Y の情報処理部 1 2 に送信すると同時に、転送したプログラムに基づくセンサノード Y の再起動要求を、センサノード Y の情報処理部 1 2 に送信する。センサノード Y の情報処理部 1 2 では、プログラム転送終了および再起動要求に関する情報を取得すると、再起動要求に基づいてシステムの再起動処理を実行する。その後、センサノード Y の情報処理部 1 2 は、再起動が完了した旨の情報（再起動完了通知）を、センサノード X の情報処理部 1 2 へと送信する。このような手順により

10

20

30

40

50

、任意のプログラムを無線通信が可能なセンサノード3間で転送することが可能となる。さらに、必要に応じて各センサノード3が、自律的にこの機能を起動して実行することにより、死滅したセンサノード3の周囲に存在するセンサノード3が、必要に応じてセンシング機能の代替処理の方法を自動的に変更したり、動的ルーティングや通信プロトコルの方法を自動的に変更したりすることが可能となる。

【0188】

なお、図13では、センサノードXからプログラム転送要求を最初にセンサノードYへ発するとしたが、プログラムを受信するセンサノードYから、センサノードXにプログラム要求を発する形で、プログラムの転送が開始されるようにすることもできる。さらに、基地局2や無線ユーザ端末4などの第三者からの要求により、センサノードXからセンサノードYへのプログラム転送を開始する形であってもよい。

10

【0189】

次に、上述したセンシング情報収集システム1により取得されたセンシング情報に基づいて求められた災害監視地域の災害情報を、無線ユーザ端末4を用いて視覚的に提供する方法について説明する。

【0190】

図14は、センサノード3によりセンシング処理されたセンシング情報に基づいて、災害監視地域における災害情報を、無線ユーザ端末4の表示画面45に表示させた状態を示した模式図である。本実施の形態に係るセンシング情報収集システム1を用いて災害監視地域の監視を行う場合には、まず、設置手順1として、災害監視地域を囲むように1つ以上の基地局2を配置する。なお、基地局2は、運搬可能に構成されており、災害監視地域の災害監視処理が完了した後は、基地局2を回収することにより、異なる災害監視地域などで繰り返し使用することが可能となっている。設置手順1に基づく基地局2の配置の後、設置手順2として、災害監視地域に対して十分な台数(1台以上)のセンサノード3が投入される。

20

【0191】

この設置手順1および設置手順2に従って、基地局2およびセンサノード3を配置・投入することにより、図2に示したような基地局ネットワーク層6とセンサネットワーク層7との2階層からなるネットワークが構築される。このようにして構築されるネットワークに対して無線ユーザ端末4を接続させることにより、センサノード3によりセンシングされたさまざまなセンシング情報(温度情報や湿度情報や光情報や加速度情報など)が複数のセンサノード3を経由して基地局2に伝達され、さらに、伝達された情報が、基地局2を介して無線ユーザ端末4へと収集されることになる。無線ユーザ端末4に収集される情報は、センシング情報だけでなく、センシング処理が行われたセンサノード3の位置情報なども一緒に収集される。

30

【0192】

なお、設置手順2において、センサノード3を災害監視地域に投げ入れることにしたが、建物建築時あるいは、建築後の平常時にセンサノード3を、事前に建物内に設置しておいてもよい。このようにしてセンサノード3を設置する場合には、電源として充電式電池を用い、平常時には家庭用電源より電力の供給を受けてセンサノード3の駆動と電池の充電を行う構成とし、被災時に停電等が発生して正常な電力の供給を受けることができない場合には、充電式電池に蓄えられた電力を用いてセンサノード3の駆動を継続する構成とすることが望ましい。また、常時設置型のセンサノード3の場合には、互いの通信環境を、有線あるいは無線と有線とを混合したネットワークで構成とすることにより、通信の安定を図ることが可能となる。

40

【0193】

図14に示す例では、無線ユーザ端末4の表示画面(画像表示手段)45に、災害監視地域全体が表示されており、各基地局2およびセンサノード3の位置が2次元的に表示されている。表示画面45上に表示されている星印46は、無線ユーザ端末4自身の位置を表している。このように災害監視地域に関する情報を表示画面45上に表示させることに

50

より、無線ユーザ端末4を携帯するユーザは、自分と各センサノード3の相対位置を即時に把握することが可能となる。また、ユーザが無線ユーザ端末4を携帯しつつ移動すれば、無線ユーザ端末4の表示画面45に表示される情報も時々刻々と変化し、また、表示画面45上に表示された自分自身を示す星印46も実際の移動状況に応じて表示画面45内を移動することになる。

【0194】

なお、図14に示す例では、自分自身を示す星印46の位置や、センサノード3および基地局2の設置位置が、無線ユーザ端末4の表示画面45上に2次的に表示される場合を示したが、表示画面45に表示される表示情報は、2次的な表示情報だけに限定されるものでなく、3次的に表示されるものであってもよい。近年のカーナビゲーションシステム等では市街地の情報などを3次的に表示した表示方法(パードビュー表示形式など)が一般的に用いられている。このため、本実施の形態に係るセンシング情報収集システム1においても、災害監視地域の地理情報などを予め取得しておくことにより、災害監視地域の地形の特徴などを参考にすることができるため、各センサノード3と各基地局2と無線ユーザ端末4との位置情報に基づいて、無線ユーザ端末4の表示画面45上の表示を、3次的な表示とすることが可能となる。特に、高層ビルの倒壊現場や地滑り発生現場等では、3次的な表示方法を用いることにより災害監視地域における注意箇所の把握が容易になる場合がある。このため、災害監視地域などにおいて3次的な表示方法を用いることにより、災害情報の把握がより容易となり、3次元による効果を顕著なものとする。 10

【0195】

なお、各基地局2およびセンサノード3の位置は、GPS装置などによる自動測位、三角測量などの手動測位、あるいは既に説明した位置推定方式のいずれか、あるいは、それらの混合方式により得ることができる。無線ユーザ端末4の位置測位にはGPS装置を用いることができる。また、無線ユーザ端末4の表示画面45上に表示される情報の上下関係を、無線ユーザ端末4の移動方向に合わせて表示させるようにすることもできる。この場合には、無線ユーザ端末4に地磁気センサ等を搭載して移動方向の方角を検出することにより実現することが可能となる。さらに、地図情報とリンクさせることにより、センサノード3や基地局2の位置表示画面に、災害監視領域の地図を重ね合わせて表示することも可能である。 20

【0196】

さらに、センサノード3の位置情報を検出する場合には、GPS装置などを用いることなく位置測定を行うことも可能である。センサノード3は災害監視地域に投入されるものであるため、火災や建物の倒壊などにより破損等する可能性が高いものであるため、再利用することが困難である。このため、GPS装置などの自動測位装置を各センサノード3に設置すると、センサノード3自体の価格が上昇してしまうという問題がある。 30

【0197】

一方で、基地局2は災害監視地域の周囲を囲むように設置されるものであり、後で回収して再利用することが容易であるため、GPS装置などを設置しても問題が生じにくい。また、基地局2の配置位置は災害監視地域の周囲であるため、予め配置位置を決定した上で、該当する位置に基地局2を設置することも可能である。従って、一般的に、基地局2の配置位置は予め知ることができる。この基地局2を基準として無線通信により通信可能な範囲を利用し、さらに、センサノード3の情報が基地局2に到着するまでに経由された(マルチホップ通信により送受信された)ホップ数を利用することにより、各センサノードにGPS装置などを設けることなく、センサノード3の配置位置を求めることができる。このようにして求められるセンサノード3の位置情報と、そのセンサノード3がセンシングしたセンシング情報とを利用して演算処理することにより、無線ユーザ端末4の表示画面45上に、災害監視対象となる地域の災害情報を視覚的に表示させることが可能となる。 40

【0198】

さらに、無線ユーザ端末4の表示画面45において、各センサノード3により検出されたセンシング情報を、そのセンシング情報を検出したセンサノード3の表示位置近傍に表示することにより、災害監視地域における災害状況を俯瞰表示させることが可能となる。例えば、近傍の複数のセンサノードにより検出された温度情報が共通して高い値を示す場合には、その周辺の地域で火災が発生している可能性が高いと判断することができる。このような場合には、予め設定しておいた閾値を取得し、センシング情報がその閾値を超えたことを条件として、無線ユーザ端末4の表示画面45上の対応位置にアラート（警告）を自動的に表示する機能を付加することにより、ユーザに注意を喚起することが可能となる。

#### 【0199】

また、上述したようなアラート（警告）を表示する条件として、「1つのセンシング情報が所定の閾値を超えたら」という単純なものではなく、例えば「光センサが反応し、かつ、温度が周囲に比べ30度以上高くなっており、かつ、その温度上昇が毎秒5度以上である場合に、該当する地域に火災が発生したと判断」し、火災発生のアラートを表示画面45上に表示する構成とすることもできる。このように、複数のセンシング情報およびその変化傾向などを判断条件として対応するアラートを出す構成とすることにより、より確実かつ適切な判断基準に基づいてアラートを表示画面45上に表示させることができる。このような複数の条件によりアラートの判断を行う処理は、人工知能分野で歴史のあるエキスパートシステムなどの手法を適用することにより実現することができる。

#### 【0200】

すなわち、アラートを出す条件を、

```

ルール1： if 条件1 then アクション1
ルール2： if 条件2 then アクション2
ルール3： if 条件3 then アクション3
ルール4： if 条件4 then アクション4
. . .

```

といった形式で定義しておき、センシング情報を参照しながら定義されたルールに合致するか否かを、無線ユーザ端末4のCPU（センシング画像生成手段、位置検出手段）で判断するように処理プログラムを構成することによって、合致したルールに呼応したアラート（警告、アクション）を、表示画面45上に表示させることが可能となる。

#### 【0201】

図15は、無線ユーザ端末4の表示画面45上に表示されていたセンシング情報等を、無線ユーザ端末4以外のユーザ端末65、66で表示可能とする構成を示した概略構成図である。

#### 【0202】

図15に示すように、無線ユーザ端末4は、基地局2により構成される基地局ネットワーク層6に無線通信を用いて接続される構成であるため、基地局2およびセンサノード3が配置される現場に無線ユーザ端末4が位置していることを想定したものである。一方で、災害監視地域において検知された災害状況を、災害監視地域から遠く離れた場所に設置されるユーザ端末65、65の表示画面上に表示させることにより、災害情報の共有化を容易に実現することが可能となる。

#### 【0203】

図15に示すシステムでは、無線ユーザ端末4の表示画面45上に表示されるセンシング情報を、別途設けたユーザ端末65の表示画面およびユーザ端末66の表示画面でも見られるように構成されている。無線ユーザ端末4に表示されているセンシング情報は、ネットワーク67を介してセンシング情報蓄積装置（センシング情報提供手段）68に出力され、その情報がセンシング情報蓄積装置68に蓄積される。ユーザ端末65およびユーザ端末66は、有線または無線により構築されるネットワーク69を介して、センシング情報蓄積装置68にアクセスすることが可能となっており、無線ユーザ端末4に表示されていた情報を、センシング情報蓄積装置68から取得することにより、自分のユーザ端末

10

20

30

40

50

65, 66に設けられる表示画面上に表示させることが可能となっている。このようにして無線ユーザ端末4の表示画面45上に表示されていたセンシング情報と同じ情報を、ネットワーク69を介して遠隔地に配備されたユーザ端末65やユーザ端末66で表示可能な構成とすることにより、地理的に離れた場所にいる他のユーザに対してセンシング情報の共有化を容易に実現することが可能となる。

#### 【0204】

なお、図15に示す概略構成図では、ユーザ端末として2台のユーザ端末65、66を図示しているが、ユーザ端末の接続数は2台に限定されるものではなく、1台であっても3台以上であってもよい。ネットワーク69の帯域およびセンシング情報蓄積装置68の性能に応じて、接続されるユーザ端末数の増減を行うことは容易である。また、センシング情報蓄積装置68の構成を工夫して、センシング情報蓄積装置68内のデータ蓄積媒体(通常、ハードディスクドライブ(HDD)や半導体メモリ等で構成される)にセンシング情報を書き込むと同時に、要求のあったユーザ端末65, 66に対して要求のあったセンシング情報を直接送信することにより、データ蓄積媒体に一旦センシング情報を記録した後に、記録されたセンシング情報を読み出して送信する処理よりも、センシング情報の転送速度の高速化を図ることが可能となる。このようにセンシング情報収集システム1を構成することにより、無線ユーザ端末4の表示画面45に表示されたセンシング情報を、他のユーザ端末65, 66の表示画面上にほぼ同時に表示させることができる。もちろん、センシング情報蓄積装置68には、無線ユーザ端末4に表示された全てのセンシング情報が蓄積されるため、後日、センシング情報蓄積装置68にアクセスしてセンシング情報の読み出しを行うことにより、無線ユーザ端末4やユーザ端末65, 66において、過去のセンシング情報をリプレイして表示画面上に表示させることが可能である。

#### 【0205】

また、図15に示す概略構成図では、センシング情報蓄積装置68を独立に設置する構成を示しているが、センシング情報蓄積装置68としての機能を、無線ユーザ端末4において兼務させる構成とすることもでき、また、センシング情報蓄積装置68としての機能を、ユーザ端末65, 66に兼務させる構成とすることも可能である。このように、センシング情報蓄積装置68としての機能を他の端末で兼務させることにより、システム全体の構成の簡略化を図ることが容易となる。

#### 【0206】

また、センシング情報蓄積装置68を独立に設ける場合であっても、無線ユーザ端末4とセンシング情報蓄積装置68とを接続するネットワーク回線は、基地局ネットワーク層6を構成する無線ネットワークそのものを使用する構成とするものであってもよい。つまり、センシング情報蓄積装置68を基地局ネットワーク層6に接続させることにより、センシング情報蓄積装置68と無線ユーザ端末4との接続を行うための特別なネットワーク(例えば、図15のネットワーク67)の構築を回避することが可能となる。さらに、図15に示すセンシング情報蓄積装置68とユーザ端末65, 66との接続を実現するためのネットワーク69自体を、基地局ネットワーク層6として構成される無線ネットワークと兼ねるように構成することも可能である。また、センシング情報蓄積装置68とユーザ端末65, 66との接続とを実現するためのネットワーク69としてインターネットを利用することにより、遠隔地におけるセンシング情報の共有化を容易に実現することが可能となる。

#### 【0207】

以上、実施の形態に係るセンシング情報収集システム1では、センサノード3が周囲のセンサノードより定期的に発信されるハローパケットの受信の有無を判断することにより、周囲に存在するセンサノードが死滅していないかどうかを容易に判断することが可能となる。また、ハローパケットには、センサノード3のセンサID(識別情報)と種別情報とが記録されているため、ハローパケットが届かなくなったセンサノード3(つまり死滅したセンサノード)がそれまでセンサ部10でセンシング処理していた内容を知ることが可能となる。

## 【0208】

さらに、各センサノード3のセンサ部10には、複数のセンサ10a~10nが備えられているため、センサ10a~10nの選択を変更することによりセンサ部10において取得されるセンシング情報の種類を変更することができる。このため、死滅したセンサノード3の種別情報に基づいて、死滅したセンサノード3がセンシングしていたセンシング機能を判断することが可能となり、死滅したセンサノード3の種別情報に該当するセンシング機能を代わりに実行する(センシング機能の代替処理を行う)ことが可能となる。

## 【0209】

また、センサノード3では、ノーティスパケットを発信することにより、センシング機能の代替処理を行うことが可能である旨を周囲のセンサノードに示し、一定時間W1だけ経過しても他のセンサノードよりノーティスパケットが受信されなかった場合に、センシング機能の代替処理を実行するため、周囲のセンサノードが重複してセンシング機能の代替処理を行ってしまうことを防止することが可能となる。

10

## 【0210】

さらに、他のセンサノード3よりノーティスパケットを受信することにより、複数のセンサノード3においてセンシング機能の代替処理を行うことが可能な状況になっていると判断した場合には、予め定められた評価式に基づいてセンシング機能の代替処理を行うセンサノード3が決定されるので、複数のセンサ装置が重複してセンシング機能の代替処理を行ってしまうことを防止することが可能となる。

## 【0211】

20

例えば、他のセンサノード3の電池残量よりも自己の電池残量の方が多いことを条件として、センシング機能の代替処理を行う旨、評価式に規定されている場合には、センシング機能の代替処理を行うセンサノード3は、電池残量の多いセンサノード3となる。このため、代替処理されたセンサノード3が電池残量の消耗により早期にセンシング動作を行うことができなくなってしまうことを回避することができ、代替処理を行ったセンサノード3が直ぐにセンシング機能を行うことができないセンサノードとなってしまうと、直ちに他のセンサノード3による代替処理を行うことになってしまうことを防止することが可能となる。

## 【0212】

また、他のセンサノード3の種別情報と、自己の種別情報とを比較して、自己の種別情報が他の種別情報よりもセンシング機能の代替候補としての優先順位が高い種別情報であることを条件として、センシング機能の代替処理を行う旨、評価式に規定されている場合には、他のセンサノード3が死滅して特定のセンシング情報を取得できない状況となっても、重要度の高いセンシング情報を検知しているセンサノード3が、重要度の低いセンシング機能へと安易に代替してしまうことを防止することが可能となる。

30

## 【0213】

さらに、ノーティスパケットにより求められた他のセンサノード3における種別情報の優先度と、自己のセンサノードにおける種別情報の優先度とが同じ優先度である場合には、他の条件、例えば、電池残量の多いセンサノードが優先的にセンシング機能の代替候補になるように、評価式を設定することにより、センサ装置が重複してセンシング機能の代替処理を行ってしまうことを防止することが可能となる。

40

## 【0214】

また、センシング機能の代替処理を行った場合における駆動時間が長いことを条件として、センシング機能の代替処理を行う旨、評価式に規定されている場合には、センサ10a~10nの駆動に必要とされる消費電力量の相違を考慮して判断を行うことができる。このため、単に電池残量だけで判断する場合に比べて、実際の稼働状況を考慮した駆動時間に基づいて代替候補を決定することが可能となる。

## 【0215】

また、センサノード3の外観を形成するケース52が、図7(a)(b)に示すように、球面体の一部を切除することにより一端部に平面部55が形成された略球形状(ドーム

50

形状)を呈しており、センサノード3の重心位置は、略球形状を成すケース52の中心位置よりも平面部55側に偏心した状態となっている。このため、センサノード3が災害監視地域等に投げ入れられた場合に、重心位置により、平面部55側を底側とした状態で安定に設置されることになる。このようにセンサノード3が起き上がりこぼしのように転がって、平面部55を底にして設置されることにより、上部より突出した無線通信部17の端部を上方へと突出させて、無線通信の感度を良好な状態に保つことが可能となる。

【0216】

さらに、センサノード3は、プログラム格納メモリ15のバンク15a~15dに異なるプログラムを記録することができるため、実行されるプログラムに応じて、センサノード3におけるさまざまな処理内容を変更することができ、例えば、死滅したセンサノード3のセンシング機能の代替処理を行うか否かの判断方法を変更するも可能となる。

10

【0217】

また、このプログラム格納メモリ15に記録されるプログラムは、他のセンサノード3や基地局2より転送されるプログラムによって、プログラム内容の変更を行うことが可能となっているので、センサノードが災害監視地域に投入された後であって、容易に回収することができない状況であっても、他のセンサノード3や基地局2、さらに無線ユーザ端末4により、遠隔的にプログラムの更新処理を行うことが可能となる。

【0218】

さらに、センサノード3では、情報処理部12によりプログラムの更新が行われた後に、自動的に、または、他のセンサノード3あるいは基地局2からの指示に応じて、システムの再起動(更新されたプログラムを実行する機能)を備えている。このため、プログラムの更新処理が行われた後に、更新されたプログラムを実行させることができ、更新されたプログラムの内容を実際のセンサノードの処理内容に生かすことが可能となる。

20

【0219】

さらに、センシング対象地域を囲むようにして基地局2が配置され、さらに、センシング対象地域に対してセンサノード3が分散的に投入されるため、センシング情報収集システム1は、センサノード3により構成されるセンサネットワーク層7と基地局2により構成される基地局ネットワーク層6との二重のネットワークにより形成されることになる。このように装置(センサノード3と基地局2)の機能および役割に応じて二重のネットワークを構築することにより、センシング情報収集のための頑健なネットワークを構成することが可能となる。

30

【0220】

また、センシング情報収集システム1では、無線ユーザ端末4において、センサノード3における無線通信可能距離と、センサノード3のセンシング情報を受信した基地局2の配置位置情報とに基づいて、センシング対象地域におけるセンサノード3毎の存在位置を求めることができる。このため、センサノード3には、GPS装置などを設置する必要がなくなるため、センサノードのコスト削減を図ることが可能となる。

【0221】

また、無線ユーザ端末4では、無線ユーザ端末4の表示画面45に、センシング対象地域(災害監視地域)全体を視認可能に表示し、この画面上に基地局2およびセンサノード3の相対的な位置関係を示すことができるので、センシング対象地域における状況を、視覚を通じて直感的に把握することが可能となる。

40

【0222】

さらに、無線ユーザ端末4自身の存在位置を表示画面45上に表示させることにより、救助者が無線ユーザ端末4を携帯しながらセンシング対象地域(災害監視地域)に進入した場合に、自分が存在している位置およびその周囲の状況を、視覚的に把握することが可能となる。

【0223】

また、検知されたセンシング情報が所定の判断条件を満たす場合に、表示画面上にアラート(警告、アクション)を表示することができるので、センシング対象地域における状況

50

変化を視認的かつ直感的に判断することが可能となる。特に、この判断条件を満たすセンシング情報が共通するエリアにおいて複数種類存在する場合に、アラートを出す条件を複数のセンシング情報の組合せに応じて変化させることにより、より多段的かつ多面的な基準によりアラートの出力判断を設定することができる。さらに、センシング情報は、センサノード3の配置位置に応じて異なるため、センシング対象地域のエリア毎にアラートの設定を行うことが可能となる。

【0224】

さらに、無線ユーザ端末4の表示画面45上に表示されるセンシング情報は、センシング情報蓄積装置68によりセンシング対象地域(災害監視地域)から遠く離れたユーザ端末65,66の表示画面にも表示させることができるので、地理的に離れた場所にいる他のユーザに対してセンシング情報の共有化を容易に実現することが可能となる。

10

【0225】

また、例えば、ネットワークを介してリアルタイムでセンシング情報の共有化を図ることにより、現在発生している状況を、現場とは全く異なる場所において迅速に把握することが可能となる。

【0226】

以上、本発明に係るセンシング情報収集システム1を、図面を用いて詳細に説明したが、本発明に係るセンシング情報収集システムは、上述した実施の形態に記載された構成に限定されるものではない。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う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。

20

【0227】

例えば、実施の形態に係るセンシング情報収集システム1では、センサノード3のテーブル14aに記録されるテーブルのID情報として、直接無線通信により情報の送受信を行うことが可能なセンサノード3だけを記録する方法について説明を行った。例えば、図5に示すテーブル14aの一例では、図6に示すようにセンサID1のセンサノード40aから直接無線通信を行うことが可能なセンサノードであるセンサID2~センサID6のセンサノード40b~40fに関する情報のみが記録されている。

【0228】

前述したように、図5に示すテーブルは、センサIDが1であるセンサノード3のある時刻(タイマ部13の経過時間が120の時)の内容を示したものである。図6に示すように、センサID1のセンサノード40aと、センサID7のセンサノード40gおよびセンサID8のセンサノード40hとの間には、直接的な無線通信経路が存在していない。また、前述した3種類のハローパケットとノーティスパケットとテイクオーバーパケットとは、いずれも直接無線通信可能なセンサノードにしか伝達されず、マルチホップ通信の対象となっていない。このため、センサID1のセンサノード40aでは、センサID7のセンサノード40gおよびセンサID8のセンサノード40hの存在を認識しておらず、図5のテーブル14aには、センサID7のセンサノード40gに関する情報およびセンサID8のセンサノード40hに関する情報が反映されていないことになっている。

30

【0229】

このため、上述した3種類のパケット(ハローパケット、ノーティスパケット、テイクオーバーパケット)を、マルチホップ通信により、ネットワークに参加する全てのセンサノード3間で送達できるようにすることも可能である。このように、マルチホップ通信を用いて3種類のパケットの通信を行うことが可能になると、センサID1のセンサノード40aのテーブル14bには、例えば、図16に示すような情報が記録されることになる。

40

【0230】

図16に示すテーブル14bは、図5に示すテーブル14aと同様に、センサID1のセンサノード40aのある時刻(タイマ部13の経過時間が120の時)のテーブル内容を示している。図16に示すテーブル14bには、図5に示すテーブル14aと異なり、

50

ホップ数を記載する列 1 5 0 1 が追加されている。ホップ数を記載する列 1 5 0 1 には、センサ ID の列に記載されたセンサノード 3 が自己のセンサノード 3 から何ホップ離れているかが記録されている。このホップ数情報は、受信するハローパケットと、ノティスパケットと、テイクオーバーパケットとに含まれるホップ数情報により求めることが可能となっている。

#### 【 0 2 3 1 】

各パケットは、送出元のセンサノード 3 から送出されるときに、各パケットに記録されるホップ数の値を 1 に初期化する。そして、マルチホップ通信により、他のセンサノード 3 を中継して異なるセンサノード 3 にパケットが経由される度に、経由先のセンサノード 3 によって、パケット内のホップ数の値が 1 ずつ増加される構成となっている。このようにマルチホップ通信を採用することにより、直接無線通信を行うことができないセンサノード 3 であっても、他のセンサノード 3 を経由してセンサノード 3 に関する情報を取得することができる。

10

#### 【 0 2 3 2 】

図 1 6 に示すテーブル 1 4 b では、行 1 5 0 2 と行 1 5 0 3 とが追加され、行 1 5 0 2 にセンサ ID 8 のセンサノード 4 0 h に関する情報が記録され、行 1 5 0 3 にセンサ ID 7 のセンサノード 4 0 g に関する情報が記録されている。また、センサ ID 8 のセンサノード 4 0 h およびセンサ ID 7 のセンサノード 4 0 g は、直接無線通信によりセンサ ID 1 のセンサノード 4 0 a とパケットの送受信を行うことができないため、センサ ID 8 のセンサノード 4 0 h により出力されたパケットと、センサ ID 7 のセンサノード 4 0 g により出力されたパケットとは、他のセンサノード 3 を経由した後にセンサ ID 1 のセンサノード 4 0 a で受信されることになる。このため、センサ ID 8 のセンサノード 4 0 h に関するホップ数と、センサ ID 7 のセンサノード 4 0 g に関するホップ数とは、他のホップ数と異なり「 2 」の値が記録されている。

20

#### 【 0 2 3 3 】

また、センサ ID 3 のセンサノード 4 0 c のノティスパケット情報を示す欄 1 5 0 4 の記載内容より、センサ ID 8 のセンサノード 4 0 h が、センサ ID 3 のセンサノード 4 0 c のセンシング機能を代替可能である旨を示すノティスパケットを、周囲のセンサノード 3 に対して出力したという経緯を知ることができる。このようにノティスパケットも、マルチホップ通信により送受信することができるので、センサ ID 8 のノティスパケットを、センサ ID 1 のセンサノード 4 0 a で受信することができる。このように、3 種類のパケット（ハローパケット、ノティスパケット、テイクオーバーパケット）をマルチホップ通信により転送可能な構成とすることにより、死滅したセンサノード 3 のセンシング機能の代替候補を、より多くのセンサノード 3 の中から選出することが可能となる。

30

#### 【 0 2 3 4 】

また、ホップ数情報を利用することにより、センシング対象地域が広大な広さを有しており、基地局 2 から直接センサノード 3 の無線通信を受信できない状態であっても、センサノード 3 における無線通信可能距離と、センサノード 3 のセンシング情報を受信した基地局 2 の配置位置情報と、センシング情報に関連づけられたホップ数とに基づいて、センシング対象地域におけるセンサノード 3 毎の存在位置を求めることができる。このため、センシング対象地域が広大な広さを有する場合であっても、センサノード 3 に位置測定用の装置（例えば、GPS 装置など）を設置する必要が無くなり、センサノード 3 のコスト削減を図ることが可能となる。

40

#### 【 図面の簡単な説明 】

#### 【 0 2 3 5 】

【 図 1 】 本実施の形態に係るセンシング情報収集システムの概略構成を示した図である。

【 図 2 】 本実施の形態に係るセンシング情報収集システムにおけるセンサネットワーク層と基地局ネットワーク層との構成を示した図である。

【 図 3 】 複数のセンサノードと基地局との無線通信による通信経路構成の変化状態を示し

50

た図である。

【図4】本実施の形態に係るセンサノードの概略構成を示した図である。

【図5】本実施の形態に係るセンサノードのテーブル記憶メモリに記録されるテーブルを示した一例である。

【図6】図5に示したテーブルに記録されるセンサノードの配置関係を示した図である。

【図7】本実施の形態に係るセンサノードの外形形状を示した概略図であって、(a)は、上面、側面および底面を示し、(b)は、センサノードが起き上がりこぼしのように起き上がって停止されるまでの状態変化を模式的に示したものである。

【図8】本実施の形態に係るセンサノードを示した概略構成図であって、(a)はケースが略球形状を成す場合を示し、(b)はケースがフットボール形状を成す場合を示している。

10

【図9】本実施の形態に係る基地局の概略構成を示した図である。

【図10】本実施の形態に係るセンサノードのセンシング機能代替処理において、パケットの発信処理を主体とした処理の前半を示したフローチャートである。

【図11】本実施の形態に係るセンサノードのセンシング機能代替処理において、パケットの発信処理を主体とした処理の後半を示したフローチャートである。

【図12】本実施の形態に係るセンサノードのセンシング機能代替処理において、パケットの受信処理を主体とした処理を示したフローチャートである。

【図13】2つのセンサノードXとセンサノードYとの間のプログラムの転送手順を表したシーケンス図である。

20

【図14】センサノードによりセンシング処理されたセンシング情報に基づいて、災害監視地域における災害情報を、無線ユーザ端末の表示画面に表示させた状態を示した模式図である。

【図15】無線ユーザ端末の表示画面上に表示されていたセンシング情報等を、無線ユーザ端末以外のユーザ端末で表示可能とする構成を示した概略構成図である。

【図16】本実施の形態に係るセンサノードのテーブル記憶メモリに記録されるテーブルを示した他の例である。

【符号の説明】

【0236】

- 1 ...センシング情報収集システム
- 2、2 a、2 b、2 c、2 d、2 e、2 f、2 0 a ...基地局
- 3、3 a ~ 3 d、3 0 a ~ 3 0 g、4 0 a ~ 4 0 h ...センサノード(センサ装置)
- 4 ...無線ユーザ端末(情報管理装置)
- 6 ...基地局ネットワーク層
- 7 ...センサネットワーク層
- 1 0 ...センサ部(センサ手段)
- 1 0 a ~ 1 0 n ...センサ(センサ機能部)
- 1 1 ...センサインタフェース部
- 1 2 ...情報処理部(受信時間検出手段、情報記録手段、不通センサ装置判断手段、センサ機能部判断手段、ノティス信号生成手段、ノティス信号受信判断手段、センサ機能部変更手段、残量電力量検出手段、駆動時間算出手段、プログラム実行手段、プログラム更新手段、プログラム情報格納手段、プログラム読出手段)
- 1 3 ...タイマ部(タイマ手段)
- 1 4 ...テーブル記憶メモリ(記録手段)
- 1 4 a、1 4 b ...テーブル
- 1 5 ...プログラム格納メモリ(プログラム格納手段)
- 1 5 a、1 5 b、1 5 c、1 5 d ...バンク1、バンク2、バンク3、バンク4
- 1 6 ...電源(電力供給手段)
- 1 7 ...無線通信部(信号受信手段、信号発信手段)
- 4 5 ... (無線ユーザ端末の)表示画面(画像表示手段)

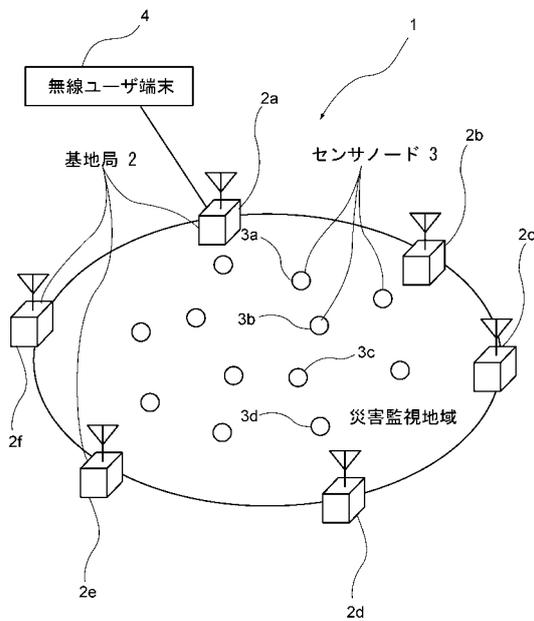
30

40

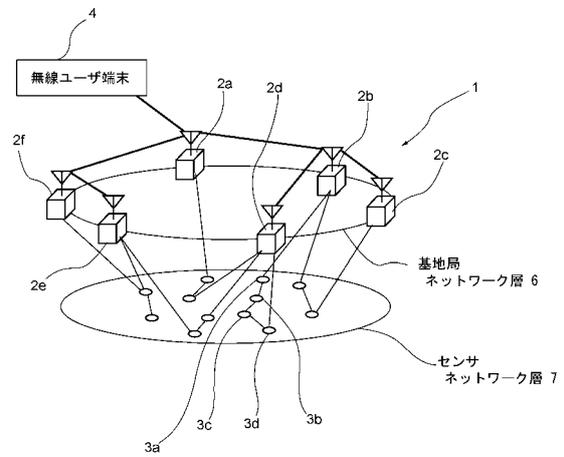
50

- 4 6 ... 星印
- 5 0 ... 回路基板
- 5 1 ... 集積回路群
- 5 2、5 2 a ... ケース
- 5 3 ... 電池ボックス部
- 5 4 ... 無線アンテナ
- 5 5、5 5 a ... 平面部
- 6 0 ... ( 基地局の ) 情報処理部
- 6 1、6 2 ... ( 基地局の ) 無線通信部
- 6 5、6 6 ... ユーザ端末
- 6 8 ... センシング情報蓄積装置 ( センシング情報提供手段 )
- 6 7、6 9 ... ネットワーク

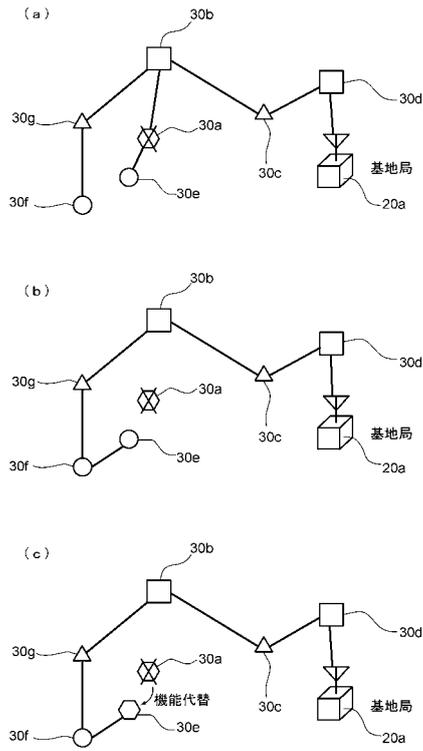
【 図 1 】



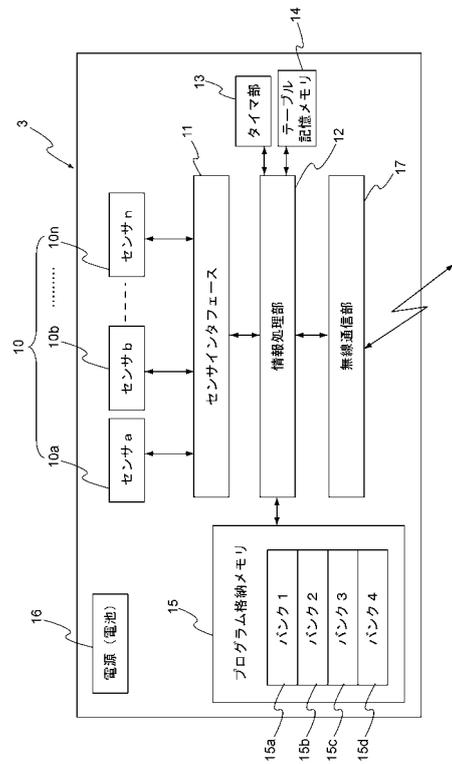
【 図 2 】



【図3】



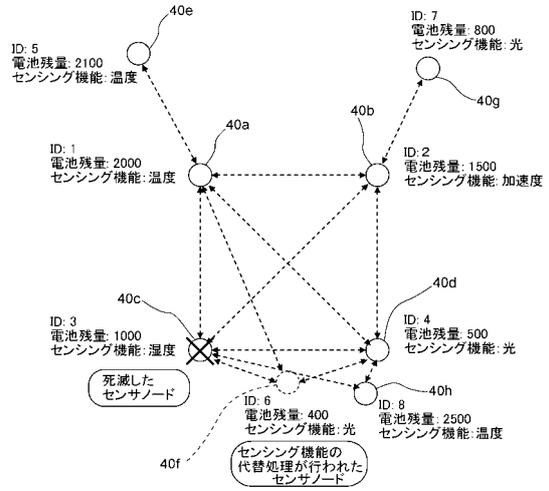
【図4】



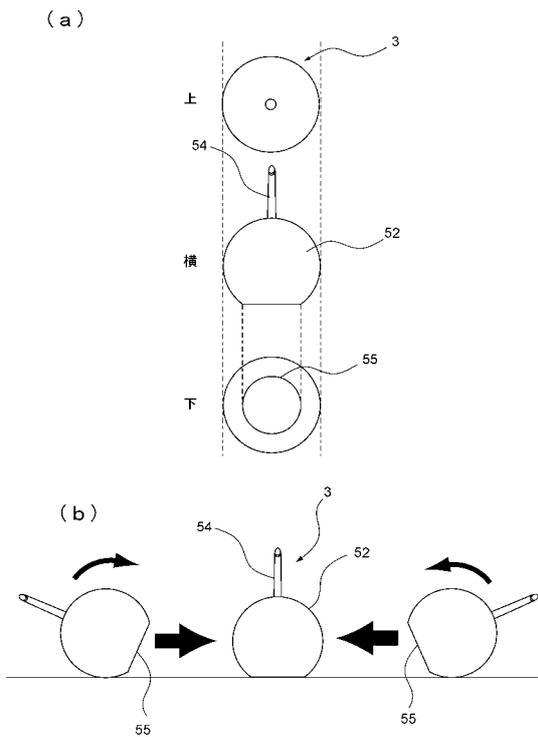
【図5】

センサID	5	2	4	3	6
センシング機能	温度	加速度	光	温度	光
ハローパケット到着時刻	102	110	115	95	15
ノードパケット情報	-	-	-	(4, 500, 光)	(2, 1500, 加速度)
機能代替を完了したノードのIDとその時刻	-	-	-	-	(4, 51)

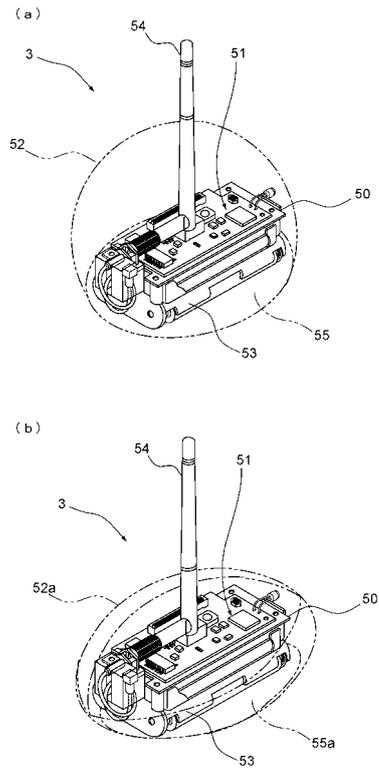
【図6】



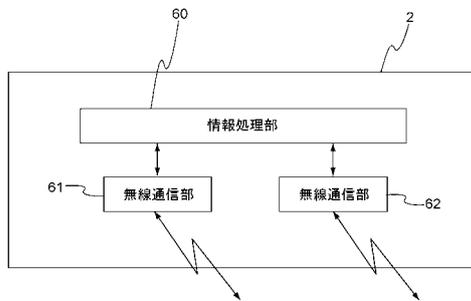
【図7】



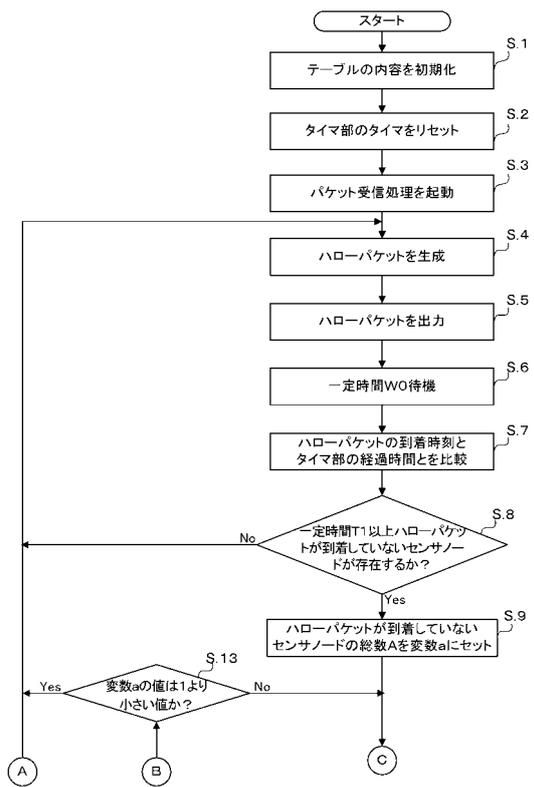
【図8】



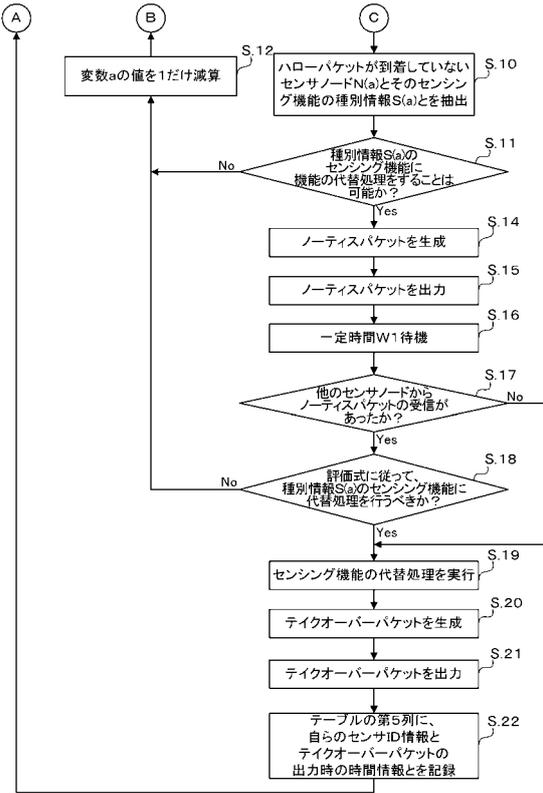
【図9】



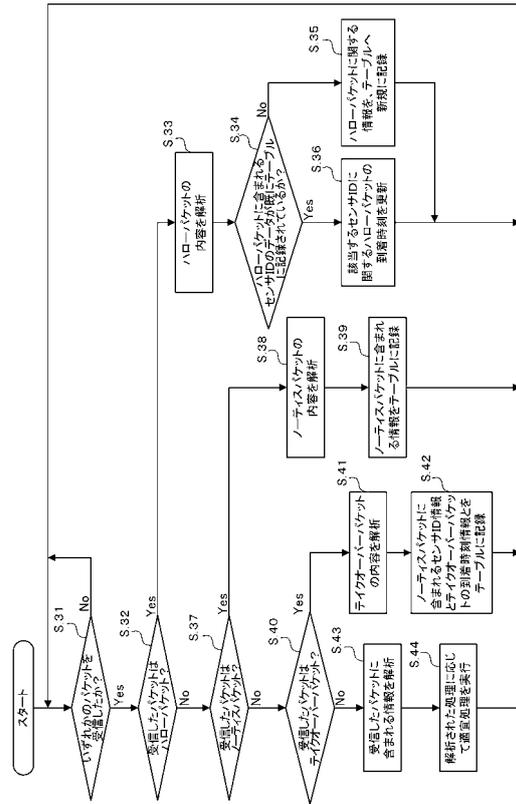
【図10】



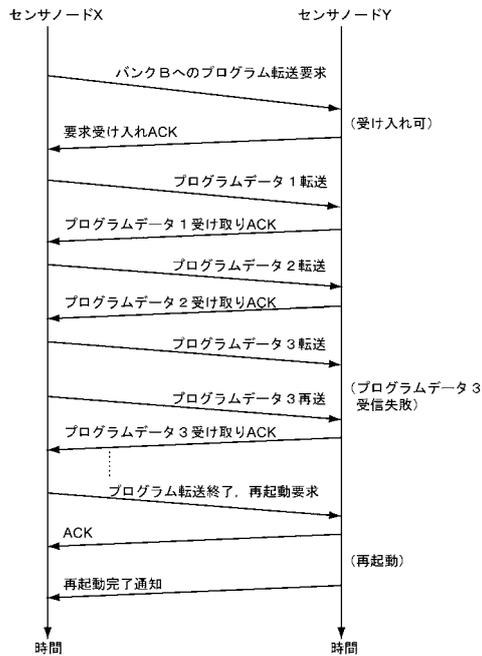
【図11】



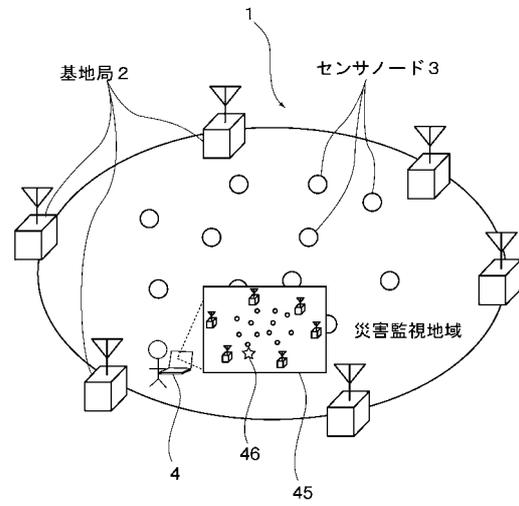
【図12】



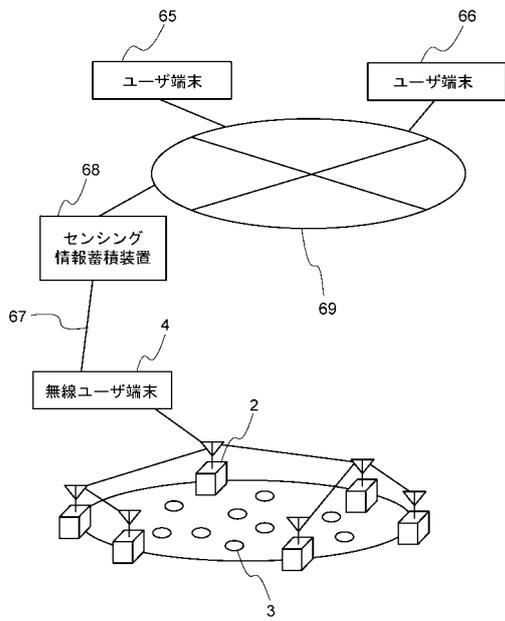
【図13】



【図14】



【図15】



【図16】

センサID	ホップ数	センシング機能	ハローパケット到達時刻	ノードアドレス	機能代替を完了したノードのIDとその時刻
5	1	温度	102	—	—
2	1	加速度	110	—	—
4	1	光	115	—	—
3	1	湿度	95	(4, 500, 光) (2, 1500, 加速度) (8, 2500, 温度)	—
6	1	光	15	(4, 520, 加速度)	(4, 51)
8	2	温度	105	—	—
7	2	光	112	—	—

Figure 16 is a table with columns for Sensor ID, Hops, Sensing Function, Hello Packet Arrival Time, Node Address, and Function Replacement Completed Node ID and Time. The table is divided into sections 701 through 705. A dashed line labeled 1502 encloses the entire table. A dashed line labeled 1503 encloses the table and the sensor ID column. A dashed line labeled 1504 encloses the table and the node address column. A dashed line labeled 14b encloses the table and the sensing function column.

---

フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2006/090480(WO, A1)  
特開2005-20669(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G08C13/00~25/04

H04B7/24~7/26; H04Q7/00~7/04

H03J9/00~9/06; H04Q9/00~9/16

H04M3/00; 3/16~3/20; 3/38~3/58; 7/00~7/16; 11/0

0~11/10