

(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2018-9850
(P2018-9850A)

(43) 公開日 平成30年1月18日(2018.1.18)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード(参考)
G 0 1 T 1/16 (2006.01) G 0 1 T 1/16 A 2 G 1 8 8

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2016-138002 (P2016-138002)	(71) 出願人	000003078 株式会社東芝
(22) 出願日	平成28年7月12日 (2016.7.12)	(74) 代理人	110001380 特許業務法人東京国際特許事務所
		(72) 発明者	重山 武蔵 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
		(72) 発明者	尾崎 健司 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
		(72) 発明者	加藤 貴来 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

最終頁に続く

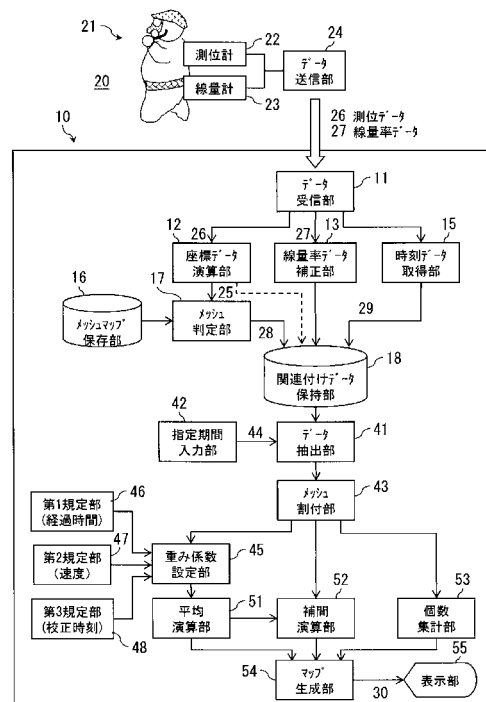
(54) 【発明の名称】 空間線量率分布の監視装置、方法及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】 広範囲エリアにおいて時々刻々と変化する空間線量率分布を高い信頼性で監視する用途に適する技術が提供される。

【解決手段】 空間線量率分布の監視装置 10 は、作業員 21 に装着された測位計 22 及び線量計 23 の各々から送信された測位データ 26 及び線量率データ 27 を受信するデータ受信部 11 と、座標データ及び対応する線量率データ 27 を関連付けて保持するデータ保持部 18 と、指定期間 4 4 内に保持されている線量率データ 27 の数値情報を反映したマップを座標データに基づいて生成するマップ生成部 5 4 と、を備える。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

エリアを移動する作業員に装着された測位計及び線量計の各々から送信された測位データ及び線量率データを受信するデータ受信部と、

前記測位データに基づいて前記エリアの座標データを演算する演算部と、

前記座標データ及び対応する前記線量率データを関連付けて保持するデータ保持部と、

指定期間内に前記保持されている前記線量率データの数值情報を反映したマップを前記座標データに基づいて生成するマップ生成部と、を備えることを特徴とする空間線量率分布の監視装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の空間線量率分布の監視装置において、

メッシュを単位として前記エリアを区画したメッシュマップをデータ保存する保存部をさらに備え、

前記データ保持部は、前記座標データに替えて対応する前記メッシュのアドレスデータを、対応する前記線量率データに関連付けて保持することを特徴とする空間線量率分布の監視装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の空間線量率分布の監視装置において、

前記データ保持部は、前記線量率データに対応する時刻データを関連付けて保持することを特徴とする空間線量率分布の監視装置。

【請求項 4】

請求項 2 または請求項 3 に記載の空間線量率分布の監視装置において、

前記指定期間内に対応する前記線量率データが保持されていない前記メッシュの表現は、

近接するメッシュに対応する前記線量率データに基づいて補間演算された数值情報を反映させたものであることを特徴とする空間線量率分布の監視装置。

【請求項 5】

請求項 2 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の空間線量率分布の監視装置において、

前記指定期間内に対応する前記線量率データが複数保持されている前記メッシュの表現は、

これら複数の前記線量率データから平均演算される数值情報を反映させたものであることを特徴とする空間線量率分布の監視装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の空間線量率分布の監視装置において、

前記平均演算は、対応する前記時刻データからの経過時間に基づく重み係数を、複数の前記線量率データの各々に、付与してから実行されることを特徴とする空間線量率分布の監視装置。

【請求項 7】

請求項 5 又は請求項 6 に記載の空間線量率分布の監視装置において、

前記平均演算は、前記測位データから導かれる前記作業員の速度情報に基づく重み係数を、複数の前記線量率データの各々に、付与してから実行されることを特徴とする空間線量率分布の監視装置。

【請求項 8】

請求項 5 から請求項 7 のいずれか 1 項に記載の空間線量率分布の監視装置において、

前記平均演算は、前記エリアに設置された位置校正手段による前記測位計の校正時刻からの経過時間に基づく重み係数を、複数の前記線量率データの各々に、付与してから実行されることを特徴とする空間線量率分布の監視装置。

【請求項 9】

請求項 2 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の空間線量率分布の監視装置において、

前記メッシュマップを構成する前記メッシュには、対応する前記線量率データの個数情

10

20

30

40

50

報がさらに反映されることを特徴とする空間線量率分布の監視装置。

【請求項 10】

請求項 2 から請求項 9 のいずれか 1 項に記載の空間線量率分布の監視装置において、前記測位データには、前記座標データに加えて、前記線量計の方向情報を導くためのデータが含まれており、

前記メッシュマップを構成する前記メッシュは、前記方向情報に基づいて少なくとも二つの方向を区別して前記線量率データの前記数値情報が反映されることを特徴とする空間線量率分布の監視装置。

【請求項 11】

請求項 2 から請求項 10 のいずれか 1 項に記載の空間線量率分布の監視装置において、前記エリア内に固定配置されている線量計から送信される線量率データも受信して、その数値情報を、対応する前記メッシュの表現に反映させることを特徴とする空間線量率分布の監視装置。

10

【請求項 12】

エリアを移動する作業員に装着された測位計及び線量計の各々から送信された測位データ及び線量率データを受信するステップと、

前記測位データに基づいて前記エリアの座標データを演算するステップと、

前記座標データ及び対応する前記線量率データを関連付けて保持するステップと、

指定期間内に前記保持されている前記線量率データの数値情報を反映したマップを前記座標データに基づいて生成するステップと、を含むことを特徴とする空間線量率分布の監視方法。

20

【請求項 13】

コンピュータに、

エリアを移動する作業員に装着された測位計及び線量計の各々から送信された測位データ及び線量率データを受信する機能、

前記測位データに基づいて前記エリアの座標データを演算する機能、

前記座標データ及び対応する前記線量率データを関連付けて保持する機能、

指定期間内に前記保持されている前記線量率データの数値情報を反映したマップを前記座標データに基づいて生成する機能、実行させることを特徴とする空間線量率分布の監視プログラム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、エリアにおける空間線量率分布の監視技術に関する。

【背景技術】

【0002】

原子力プラントの高線量エリアでは、作業の進捗や遮蔽対策により、時々刻々と雰囲気線量率に変化する。そのため、作業員の被ばく低減のために、最新の空間線量率分布を常に把握し、遮蔽・除染の措置や立ち入りの制限を実施している。しかし、大規模なプラントでは、作業エリアが広範囲にわたるため、線量率を把握するための管理業務等に係る負担が大きい。

40

【0003】

そこで現状では、作業エリア内に雰囲気線量計を常設し、線量率を常時計測するように対策されている。ところで、局所的に高線量率を示すホットスポットを漏らさず検知するためには、この雰囲気線量計を作業エリア内に密に配置する必要がある。

しかし、作業エリアの全体を網羅するためには、多数の雰囲気線量計の設置とこれらから送信される多数の計測データを収集するための通信網の整備とが必要になり、コストの観点から現実的ではない。

【0004】

一方において、ガンマカメラを用いて、空間線量率と飛来方向情報を測定し、作業エリ

50

アの線量率分布をコンター図で表示する技術が公知である。これによれば、作業員の移動が制限されている状況においても、一台のガンマカメラを操作して広範囲の線量率分布を把握することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2014-071013号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、ガンマカメラを用いる技術は、撮影目的の為に高線量エリアに作業員を投入する必要があり、計測頻度として1~2回/日が限界である。このためプラント全域などといった広範囲にわたる作業エリアにおいて、工事の進捗に応じて時々刻々と変化する線量率分布を監視する用途には適さない。

【0007】

本発明の実施形態はこのような事情を考慮してなされたもので、広範囲エリアにおいて時々刻々と変化する空間線量率分布を高い信頼性で監視する技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の実施形態に係る空間線量率分布の監視装置において、エリアを移動する作業員に装着された測位計及び線量計の各々から送信された測位データ及び線量率データを受信するデータ受信部と、前記測位データに基づいて前記エリアの座標データを演算する演算部と、前記座標データ及び対応する前記線量率データを関連付けて保持するデータ保持部と、指定期間内に前記保持されている前記線量率データの数値情報を反映したマップを前記座標データに基づいて生成するマップ生成部と、を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明の実施形態により、広範囲エリアにおいて時々刻々と変化する空間線量率分布を高い信頼性で監視する技術が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の実施形態に係る空間線量率分布の監視装置を示すブロック図。

【図2】(A)メッシュマップの全体図、(B)作業員の移動軌跡を示す図。

【図3】(A)エリア内の線量率分布を輝度情報に変換して表したメッシュマップの部分拡大図、(B)着目するメッシュにおける線量率を方向を区別して表したメッシュマップの部分拡大図。

【図4】実施形態に係る空間線量率分布の監視方法の工程及びその監視プログラムのアルゴリズムを説明するフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の実施形態を添付図面に基づいて説明する。

図1に示すように実施形態に係る空間線量率分布の監視装置10は、エリア20を移動する作業員21に装着された測位計22及び線量計23の各々から送信された測位データ26及び線量率データ27を受信するデータ受信部11と、エリア全域の座標データ25を含むとともにメッシュ31(図3)を単位としてエリア20を区画したメッシュマップ30をデータ保存する保存部16と、受信した測位データ26に対応するメッシュ31のアドレスデータ28、対応する線量率データ27及び対応する時刻データ29を関連付けて保持するデータ保持部18と、指定期間44内に保持されている線量率データ27の数値情報を反映して対応するメッシュ31を表現したメッシュマップ30を生成するマップ

10

20

30

40

50

生成部 5 4 と、を少なくとも備えている。

【 0 0 1 2 】

なお、本実施形態の変形例として、メッシュマップのアドレスデータ 2 8 に替えて座標データ 2 5 を線量率データ 2 7 に関連付けて処理を行い、マップを生成する場合もある。

さらに、データ保持部 1 8 が、指定期間 4 4 内のみデータ保持するような機能を有するものである場合は、線量率データ 2 7 に時刻データ 1 5 を関連付けする必要性はない。

【 0 0 1 3 】

高線量のエリア 2 0 で作業を実施する作業員 2 1 は、法律で定められる被曝線量の上限を超えないように管理されている。作業員 2 1 は、放射線防護服を着用するとともに、測位計 2 2 と線量計 2 3 を装着している。

さらに作業員 2 1 には、データ送信部 2 4 が装着され、測位計 2 2 で計測された測位データ 2 6 及び線量計 2 3 で計測された線量率データ 2 7 は、このデータ送信部 2 4 から無線送信される。なお、測位データ 2 6 及び線量率データ 2 7 のデータ送信部 2 4 からの送信は、互いに同期している必要はない。

【 0 0 1 4 】

測位計 2 2 として具体的には、対象となるエリア 2 0 が屋外であれば全地球測位システム (GPS : Global Positioning System) が、屋内であれば慣性センサを用いた自律航法や広帯域無線 (UWB : Ultra Wide Band) 等の電波を用いる測量方法などを応用したシステムが、適用できる。しかし、測位計 2 2 は、これらに限定されるものではなく、作業員 2 1 の手足の自由度を妨げ無い程度に軽量小型で、測位データ 2 6 を短い周期間隔でリアルタイムに検出することができるものであれば、適宜採用することができる。

ここで測位データ 2 6 は、エリア 2 0 の位置情報を少なくとも含み、さらには測位計 2 2 が向いている方向情報を含む場合もある。

【 0 0 1 5 】

線量計 2 3 として具体的には、GM管や半導体シンチレータ等が適用される。しかし、線量計 2 3 は、これらに限定されるものではなく、作業員 2 1 の手足の自由度を妨げ無い程度に軽量小型で、線量率データ 2 7 を短い周期間隔でリアルタイムに検出することができるものであれば、適宜採用することができる。

ここで、線量率データ 2 7 は、放射線を検出することにより雰囲気の種類ごとの放射線量である空間線量率 (Gy / h 又は Sv / h) を測定したものである。

【 0 0 1 6 】

図 2 (A) は、線量率分布の管理対象となるエリア 2 0 の地図情報を示したメッシュマップ 3 0 を示している。このメッシュマップ 3 0 は、メッシュ 3 1 を単位に区画されており、測位データ 2 6 に基づき導かれるエリア全域の座標データ 2 5 を含んでいる。

複数のエリア 2 0 を模して作成されたメッシュマップ 3 0 が、保存部 1 6 にデータ保存されており、オペレータの操作に基づきいずれかが表示部 5 5 に表示される。

そして、各々のメッシュ 3 1 は、図 3 (A) に示すように、対応するエリア位置の線量率に応じて色調が変更表示される。

【 0 0 1 7 】

また、エリア 2 0 には、測位計 2 2 から出力される測位データ 2 6 を校正するための位置校正手段 3 5 (図 2 (A) が配置されている場合がある。位置校正手段 3 5 は、移動する作業員 2 1 が接近した際のみ、装着された測位計 2 2 との通信を確立し、測位データ 2 6 の位置情報を校正するものである。そのような通信は、RFID や BLE Beacon などの比較的近距离に適した通信方法を適用することができる。

【 0 0 1 8 】

自律航法などの測位方法においては、時間経過に従って誤差が累積し、測位データ 2 6 の位置情報が真値から乖離する場合がある。この場合、エリア 2 0 の作業員 2 1 の往来が頻繁な位置に、間隔をおいて位置校正手段 3 5 を配置することにより、測位データ 2 6 の位置情報を高精度に維持することができる。

【 0 0 1 9 】

10

20

30

40

50

さらにエリア 20 には、固定式の線量計 36 も配置されている場合がある。

なおメッシュマップ 30 は、図 3 に示すような二次元の俯瞰図に限るものではなく、航空写真や三次元モデルを用いてもよい。

【0020】

図 1 に戻って、説明を続ける。監視装置 10 は、エリア 20 の外に配置されている。

データ受信部 11 は、エリア 20 を移動する作業員 21 から送信された測位データ 26 及び線量率データ 27 を受信する。なお、エリア 20 を移動する作業員 21 は、単数に限らず、複数がそれぞれ異なる位置を移動している場合もある。

よってデータ受信部 11 では、同一の作業員 21 から発信される測位データ 26 及び線量率データ 27 の対応が、他の作業員 21 の対応と混同しないように公知の受信方法がとられている。

10

【0021】

座標データ演算部 12 は、逐次的に受信される測位データ 26 の、メッシュマップ 30 上で対応する座標を演算する。

図 2 (B) は、受信した測位データ 26 から演算された座標 32 を、メッシュ 31 上に仮想的に示したものである。なお、この座標 32 を結んだものは、作業員 21 の歩行軌跡 33 となる。

【0022】

メッシュ判定部 17 は、演算部 12 で演算されたメッシュマップの座標 32 に基づいて対応するメッシュ 31 を判定し、そのアドレスデータ 28 を出力する。

20

ここで、図 2 (B) に示すように、座標 (x_1, y_2) 、座標 (x_2, y_1) を設定した場合、次式 (1) を満たす座標 (x_m, y_m) は、メッシュ 31 a に属すると判定される。

$$x_1 \leq x_m \leq x_2 \parallel y_1 \leq y_m \leq y_2 \quad (1)$$

【0023】

補正部 13 は、これまで受信した線量率データ 27 の時系列から時間微分情報を導き、線量計 23 に固有の応答の遅れの時定数 τ を用い、線量率データ 27 の値を補正する。

次式 (2) で表されるように、時定数 τ の線量計 23 で検出された線量率データ D は、応答遅れによる過渡変化を伴う。ここで、 D_{max} は線量率データ 27 が定常状態に落ち着いたときの値 (定常値)、 t は時間を表す。

$$D = D_{max} \times (1 - e^{-t/\tau}) \quad (2)$$

30

【0024】

そして、式 (2) の両辺を t で微分した式 (3) を用いて、過渡状態で検出された線量率データ 27 から、その定常値を導くことができる。

$$dD / dt = D_{max} \times e^{-t/\tau} / \tau \quad (3)$$

【0025】

補正部 13 により、時定数がゼロかあるいは極小と見做した仮想的な線量計 23 が、過渡変化を伴わない線量率データ 27 を検出することとなる。これにより、線量率分布の傾斜が大きいエリア 20 を、作業員 21 が高速で移動する場合であっても、線量率データ 27 を正確に検出することが可能となる。

なお、補正部 13 は必須の構成要素ではなく、上述した線量計 23 による線量率検出の応答遅れが問題にならない場合は、省略することができる。

40

【0026】

データ保持部 18 は、判定部 17 が出力したアドレスデータ 28、データ受信部 11 又は補正部 13 が出力した線量率データ 27 を対応する時刻データ 29 に関連付けて逐次的に保持する。

時刻データ取得部 15 で取得される時刻データは、測位データ 26 及び線量率データ 27 が受信部 11 で受信されたタイミングを基準に、内部タイマ (図示略) から発行される。もしくは、データ送信部 24 から送信される際に、測位データ 26 及び線量率データ 27 にデータ付加された時刻データを採用することもできる。

【0027】

50

データ抽出部 4 1 は、保持部 1 8 に保持されているメッシュのアドレスデータ 2 8、線量率データ 2 7 及び時刻データ 2 9 の関連付けデータのうち、この時刻データ 2 9 が指定期間 4 4 内であるものを抽出するものである。

この指定期間 4 4 は、オペレータにより入力部 4 2 から設定されるもので、その下限及び上限は、保持部 1 8 に保持されている時刻データ 2 9 のうち最も古いものから最新のものまでの範囲において任意に設定することができる。

【 0 0 2 8 】

もしくは、指定期間 4 4 を、現在時刻から一定期間（例えば 6 0 時間）過去の時刻までのように、設定することもできる。つまり、指定期間 4 4 は、上限が現在時刻に設定され、この上限との差分期間が一定になるように下限も変化するように設定される。

このように指定期間 4 4 が、現在時刻から過去の一定期間に規定されることで、指定期間 4 4 から外れる遠い過去に検出された線量率データ 2 7 は、メッシュ 3 1 の表現（色調）に反映されないことになる。

【 0 0 2 9 】

時々刻々と線量率が変化する環境では、一定期間よりも過去に検出された線量率データ 2 7 は、現状を反映していない可能性が高く、そのような古いデータを除外することにより、線量率分布の監視の信頼性を向上させることができる。

なお、環境の線量率が変化しないと思われる場合等は、指定期間 4 4 を十分に長くとることにより、線量率分布の監視の信頼性を向上させることができる。

【 0 0 3 0 】

メッシュ割付部 4 3 は、データ抽出部 4 1 で抽出されたアドレスデータ 2 8、線量率データ 2 7 及び時刻データ 2 9 の関連付けデータを、アドレスデータ 2 8 をキーとしてソートし、対応するメッシュ 3 1 に割り付ける。なお、対応する線量率データ 2 7 の関連付けが存在しないメッシュ 3 1 は、ブランクとして扱われる。

なお、ある時点でブランク扱いのメッシュ 3 1 であっても、その後、線量率データ 2 7 が受信されて関連付けられた場合は、非ブランク扱いとなる。また逆に、ある時点で非ブランク扱いのメッシュ 3 1 であっても、その後、指定期間 4 4 において対応する線量率データ 2 7 の関連付けが喪失した場合は、ブランク扱いとなる。

【 0 0 3 1 】

平均演算部 5 1 は、メッシュ割付部 4 3 において、各々のメッシュ 3 1 に割り付けされている線量率データ 2 7 の数値情報を平均演算するものである。これにより、着目するメッシュ 3 1 に、指定期間 4 4 において複数の線量率データ 2 7 が計上されている場合は、これら線量率データ 2 7 の平均値が、このメッシュ 3 1 の表現（色調）に反映される。

【 0 0 3 2 】

ところで、現在時刻から過去の一定期間に検出された線量率データ 2 7 であっても、現在からの時間経過に従って、線量率データ 2 7 の確からしさは低下する。

このためメッシュ 3 1 に複数の線量率データ 2 7 が紐付けられている場合、確からしさが異なるデータの全てを等価に扱うことは、線量率分布の監視の信頼性の観点から好ましくない場合がある。

【 0 0 3 3 】

そこで、重み係数設定部 4 5 により、信頼性の高い線量率データ 2 7 については、重みを付与し、後段の平均演算における影響度を強めることとした。

重み付けのルールは、上述した経過時間による第 1 規定部 4 6 の他にも、速度による第 2 規定部 4 7、校正時刻による第 3 規定部 4 8 により規定することができる。

【 0 0 3 4 】

第 1 規定部 4 6 は、メッシュ 3 1 に紐づけられた複数の線量率データ 2 7 の各々に対応する時刻データを、重み付けに利用する。つまり、各々の時刻データから現在時刻までの経過時間に基づく重み係数を、対応する複数の線量率データの各々に、付与してから平均演算を実行させる。

【 0 0 3 5 】

10

20

30

40

50

具体的には、この経過時間の逆数を重み係数として用いる方法や、経過時間に応じて階段状に設定された重み係数を用いる方法等が挙げられるが特に限定はない。

第1規定部46で規定される重み係数は、エリア20において検出されてからの経過時間が短い線量率データ27であるほど（即ち新しいほど）、大きく設定されるルールに則れば、その設定方法に特に限定はない。

これにより、時間経過に従い不確かさが増加した線量率データ27の平均演算への寄与を低下させ、時々刻々と変化する空間線量率分布を正確に監視することができる。

【0036】

第2規定部47は、メッシュ31に紐づけられた複数の線量率データ27の各々に対応する測位データ26及び時刻データから導かれる前記作業員の速度情報を、重み付けに利用する。つまり、時系列の測位データ26を時刻データで微分した速度情報に基づく重み係数を、対応する複数の線量率データの各々に、付与してから平均演算を実行させる。

10

【0037】

第2規定部47におけるルールは、上述した線量計23の応答遅れの時定数の影響を考慮したものである。即ち、線量計23の時定数は、数秒から十数秒程度であり、局所的な高線量エリアの近傍を作業員21が通過する場合、定常値に到達しきれない線量率データ27の平均演算への寄与を低下させる。逆に、定常値に到達している線量率データ27の平均演算への寄与を向上させる。

なお、第2規定部47で用いられる作業員21の速度情報の導出方法は、特に限定はなく、実測してもよい。

20

【0038】

第2規定部47で規定される重み係数は、対応する速度情報が遅い線量率データ27であるほど信頼性が高いため、大きく設定されることになる。逆に速度情報が早い程、小さく設定される。具体的には、この速度の逆数を重み係数として用いる方法や、速度に応じて階段状に設定された重み係数を用いる方法等が挙げられるが特に限定はない。

【0039】

第3規定部48は、エリア20（図2参照）に設置された位置校正手段35による測位計22の校正時刻からの経過時間を、重み付けに利用する。つまり、校正の実行時刻から現在時刻までの経過時間に基づく重み係数を、対応する複数の線量率データの各々に、付与してから平均演算を実行させる。

30

【0040】

第3規定部48で規定される重み係数は、校正を実施してからの経過時間が短いほど信頼性が高いため、大きく設定されることになる。逆に経過時間が長い程、小さく設定される。具体的には、この経過時間の逆数を重み係数として用いる方法や、経過時間に応じて階段状に設定された重み係数を用いる方法等が挙げられるが特に限定はない。

なお、第3規定部48を動作させる場合、位置校正手段35による測位計22の校正時刻のデータを、データ受信部11に送信する必要がある。

【0041】

補間演算部52は、指定期間44に、対応する線量率データ27の紐付けがないメッシュ31に対して行われる処理である。そのような、本来はブランクとして扱われるメッシュ31に対し、近接する複数のメッシュに対応する線量率データ27を利用して、数値情報を補間演算により求め、その表現（色調）に反映させることができる。

40

そのような補間演算は、二次元スプライン補間や、等高線描画手法などの一般的な手法を適用することができる。

なお補間演算部52は必須の構成要件ではなく、紐付けがないメッシュ31に対してそのままブランク表示する場合は、不要である

【0042】

個数集計部53は、指定期間44内に各々のメッシュ31に割り付けられている線量率データの個数を集計した個数情報を出力する。この個数情報は、メッシュ31（図3（A））に対し、数字表示等により反映される。もしくは、メッシュ31に対し、この個数情

50

報に対応させた色調により反映させることもできる。

【 0 0 4 3 】

ここで、各々のメッシュ 3 1 に割り付けられている線量率データの個数情報は、該当するメッシュ 3 1 における作業員 2 1 の滞在時間に対応している。よって個数情報に線量率データ 2 7 を掛け算することにより、作業員 2 1 の被ばく線量を見積もることができる。

また、この個数情報が大きいメッシュ 3 1 は、作業員 2 1 の通過頻度が高いことを示している。これにより、作業員 2 1 の被ばく低減のための、エリア 2 0 内の除染・遮蔽対策の優先ポイントが、明らかになる。

【 0 0 4 4 】

マップ生成部 5 4 は、非ブランクのメッシュ 3 1 に対しては指定期間 4 4 内に保持されている線量率データ 2 7 の数値情報を反映した色調で表現し、さらに個数集計部 5 3 で集計した個数情報を反映させる。さらにブランクのメッシュ 3 1 に対しては補間演算部 5 2 で導いた数値情報を反映した色調で表現する。このように、全てのメッシュ 3 1 が色調で表現されることにより、エリア 2 0 の線量率分布を表したメッシュマップ 3 0 が表示部 5 5 に表示される。

10

【 0 0 4 5 】

なおマップ生成部 5 4 は、重み係数の設定において第 1 規定部 4 6、第 2 規定部 4 7、第 3 規定部 4 8 のうち少なくとも一つを動作させて平均演算した数値情報を利用することができる。または重み係数を設定せずに、メッシュ 3 1 に紐付けられている全ての線量率データ 2 7 を等価に扱って平均演算した数値情報を利用することもできる。

20

さらには、平均演算部 5 1 を動作させずに、メッシュ 3 1 に紐付けられている複数の線量率データ 2 7 の中から、最新の線量率データ 2 7 又は最大値を示す線量率データ 2 7 を代表させて、対応するメッシュ 3 1 の数値情報とすることもできる。この場合は、新しいデータが得られ次第マップに上書きする処理をすればよく、線量率データ 2 7 のそれぞれに対応する時刻データを保存しなくともよい。

【 0 0 4 6 】

またマップ生成部 5 4 は、補間演算部 5 2 を動作させずにブランクのメッシュ 3 1 は、そのままブランクで表示する場合もある。そして個数集計部 5 3 も動作させず、メッシュ 3 1 に個数情報を付加しない場合もある。

【 0 0 4 7 】

図 3 (B) のメッシュマップ 3 0 は、着目するメッシュ 3 1 b における線量率を方向を区別して表す、インデックス 3 8 が示されている。

30

このように、方向を区別して線量率分布を表すには、測位データ 2 6 に、座標データに加えて、線量計 2 3 の方向情報を導くためのデータを含める必要がある。

そしてデータ保持部 1 8 は、メッシュ 3 1 のアドレスデータ 2 8 及び時刻データ 2 9 に加えて方向情報も、線量率データ 2 7 に関連付けて逐次的に保持する。

さらにメッシュ割付部 4 3 は、この方向情報、アドレスデータ 2 8、線量率データ 2 7 及び時刻データ 2 9 の関連付けデータを、方向情報及びアドレスデータ 2 8 をキーとしてソートし、対応するメッシュ 3 1 のインデックス 3 8 に割り付ける。

【 0 0 4 8 】

40

そしてマップ生成部 5 4 には、指定したメッシュ 3 1 b に対し、この方向情報に基づいて少なくとも二つの方向 (図では四方向) を区別して示すインデックス 3 8 を表示する手段 (図示略) が、設けられる。

また測位計 2 2 には、線量計 2 3 の方向情報を導くために、具体的には電子コンパスや、ジャイロセンサが組み込まれる。

【 0 0 4 9 】

作業員 2 1 の身体に線量計 2 3 を装着して測定する場合、人体が放射線の遮蔽物となるため、身体の向きに依存して線量率データ 2 7 の測定値が変化する。

そこで、線量計 2 3 の方向を区別して、それぞれの方向毎に線量率データ 2 7 の集計を行うこととした。

50

インデックス38は、放射線の測定方向を示しており、色調はその方向で測定された線量率を表現している。図中では便宜的に四方向を示すインデックス38を記載しているが、より数を増やして方向の分解能を向上させた表示や、円グラフ状に描画して連続的な表示としても良い。また、メッシュ31bの色調は、インデックス38の各方向における線量率のうち、最も高い値を採用してもよいし、全てのインデックス38の線量率の平均値を採用しても良い。

【0050】

以上の説明において、線量率データ27は、作業員21に装着した線量計23が送信したものを利用する実施形態を示したが、エリア20に固定配置されている線量計36（図2（A））が送信したのも利用することができる。この場合、固定配置されている線量計36の測位データ26は、固定で既知であるために、送受信を行う必要がない。

固定配置されている線量計36に由来する線量率データ27は、対応する位置のメッシュ31の表現（色調）に反映され、常時、非ブランク扱いにすることができる。

これにより、作業員21の往来が少なくなっても、非ブランクのメッシュ31が安定的に確保され、線量率分布の監視の信頼性を向上させることができる。

【0051】

図4のフローチャートに基づいて実施形態に係る空間線量率分布の監視方法の工程及びその監視プログラムのアルゴリズムを説明する（適宜、図1参照）。

エリア20を移動する作業員21に装着された測位計22及び線量計23の各々から送信された測位データ26及び線量率データ27を受信する（S11）。

【0052】

受信した測位データ26からエリア20の座標データ25を演算する（S12）。データ保存されているメッシュマップ30からこの座標データ25に対応するメッシュ31のアドレスデータ28を取得する（S13）。

メッシュのアドレスデータ、対応する線量率データ27及び対応する時刻データ29を関連付けて（S14）、データ保持部18に保持する（S15）。

【0053】

データ保持部18に保持されているもののうち、時刻データ29を参照して指定期間44内の関連付けデータを抽出する（S16）。

抽出された関連データから、アドレスデータを参照し、線量率データ27の関連付けが無いメッシュ31をブランクとみなす（S17 No）。非ブランクのメッシュ31に複数の線量率データ27が関連付けられている場合は（S17 Yes, S18 Yes）、それぞれの線量率データ27に重み係数を設定する（S19）。

【0054】

そして、重み係数の付与された複数の線量率データ27を平均演算し、対応するメッシュ31の数値情報を決定する（S20）。なお、非ブランクのメッシュ31に単数の線量率データ27が関連付けられている場合は（S17 No）、特に平均演算をする必要もなく対応するメッシュ31の数値情報が決定される（S20）。

【0055】

一方において、ブランクとして扱われたメッシュ31は、周囲の非ブランクのメッシュ31の数値情報に基づいて、補間演算により、対応する数値情報を決定することができる（S21）。数値情報に対応して各々のメッシュ31の色調が設定されたメッシュマップ30が表示される（S22）。

そして、監視が終了するまで（S23 No）、メッシュマップ30の表示が更新されるたびに、新たに保持された関連付けデータを考慮して、（S16）～（S23）のフローが繰り返される（S23 Yes No）。

【0056】

以上述べた少なくともひとつの実施形態の空間線量率分布の監視装置によれば、エリアを移動する作業員から送信された測位データ及び線量率データに基づいて作成されるメッシュマップを逐次更新していくことにより、広範囲エリアにおいて時々刻々と変化する空

10

20

30

40

50

間線量率分布を高い信頼性で監視する技術を提供することが可能となる。

また、空間線量率分布の監視装置の構成要素は、コンピュータのプロセッサで実現することも可能であり、空間線量率分布の監視プログラムにより動作させることが可能である。

【 0 0 5 7 】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更、組み合わせを行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

例えば、実施形態ではメッシュマップを用いるものとして説明したが、フロアマップ上で部屋ごとに線量率を算出する（すなわち、メッシュのように等間隔で区切るのではなく、壁などで区切られた不等間隔な領域ごとに可視化する）方法や、マップを画像表示する際のドット単位で線量率を算出してマップを表示する方法等であってもよい。

【 0 0 5 8 】

以上説明した空間線量率分布の監視装置 1 0 は、専用のチップ、FPGA (Field Programmable Gate Array)、GPU (Graphics Processing Unit)、又はCPU (Central Processing Unit) などのプロセッサを高集積化させた制御装置と、ROM (Read Only Memory) やRAM (Random Access Memory) などの記憶装置と、HDD (Hard Disk Drive) やSSD (Solid State Drive) などの外部記憶装置と、ディスプレイなどの表示装置と、マウスやキーボードなどの入力装置と、通信I/Fとを、備えており、通常のコンピュータを利用したハードウェア構成で実現できる。

【 0 0 5 9 】

また空間線量率分布の監視装置 1 0 で実行されるプログラムは、ROM等に予め組み込んで提供される。もしくは、このプログラムは、インストール可能な形式又は実行可能な形式のファイルでCD-ROM、CD-R、メモリカード、DVD、フレキシブルディスク (FD) 等のコンピュータで読み取り可能な記憶媒体に記憶されて提供するようにしてもよい。

【 0 0 6 0 】

また、本実施形態に係る空間線量率分布の監視装置 1 0 で実行されるプログラムは、インターネット等のネットワークに接続されたコンピュータ上に格納し、ネットワーク経由でダウンロードさせて提供するようにしてもよい。

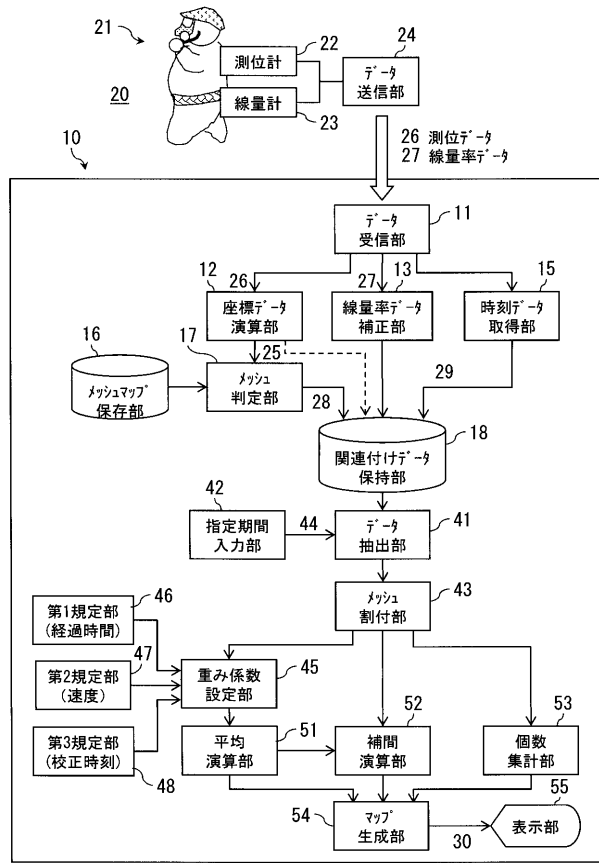
また、装置 1 0 は、構成要素の各機能を独立して発揮する別々のモジュールを、ネットワーク又は専用線で相互に接続し、組み合わせて構成することもできる。

【 符号の説明 】

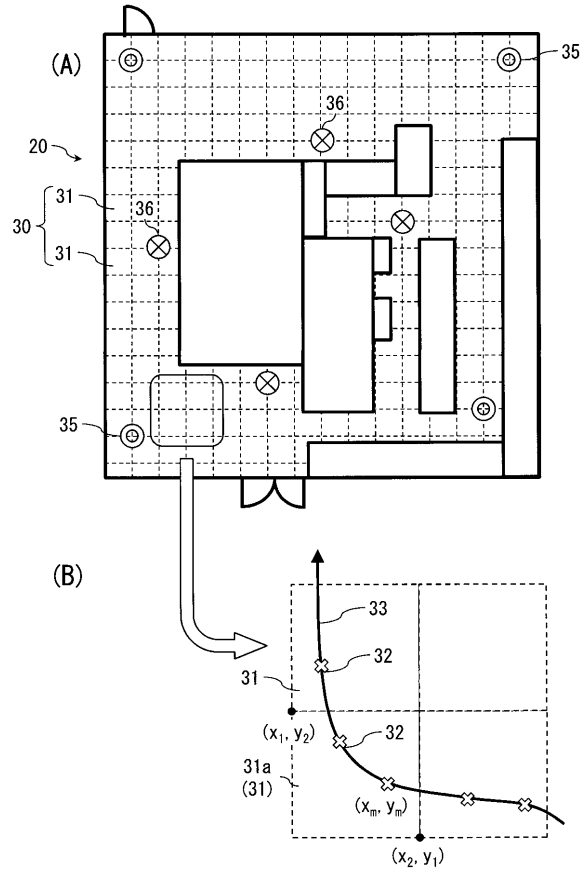
【 0 0 6 1 】

1 0 ... 空間線量率分布の監視装置、1 1 ... データ受信部、1 2 ... 座標データ演算部 (演算部)、1 3 ... 線量率データ補正部 (補正部)、1 5 ... 時刻データ取得部 (補正部)、1 6 ... メッシュマップ保存部 (保存部)、1 7 ... メッシュ判定部 (判定部)、1 8 ... 関連付けデータ保持部 (保持部)、2 0 ... エリア、2 1 ... 作業員、2 2 ... 測位計、2 3 ... 線量計、2 4 ... データ送信部、2 5 ... 座標データ、2 6 ... 測位データ、2 7 ... 線量率データ、2 8 ... アドレスデータ、2 9 ... 時刻データ、3 0 ... メッシュマップ、3 1, 3 1 a, 3 1 b ... メッシュ、3 2 ... 座標、3 3 ... 歩行軌跡、3 5 ... 位置校正手段、3 6 ... 線量計、3 8 ... インデックス、4 1 ... データ抽出部、4 2 ... 入力部、4 3 ... メッシュ割付部、4 4 ... 指定期間、4 5 ... 重み係数設定部、4 6 ... 第 1 規定部、4 7 ... 第 2 規定部、4 8 ... 第 3 規定部、5 1 ... 平均演算部、5 2 ... 補間演算部、5 3 ... 個数集計部、5 4 ... マップ生成部、5 5 ... 表示部。

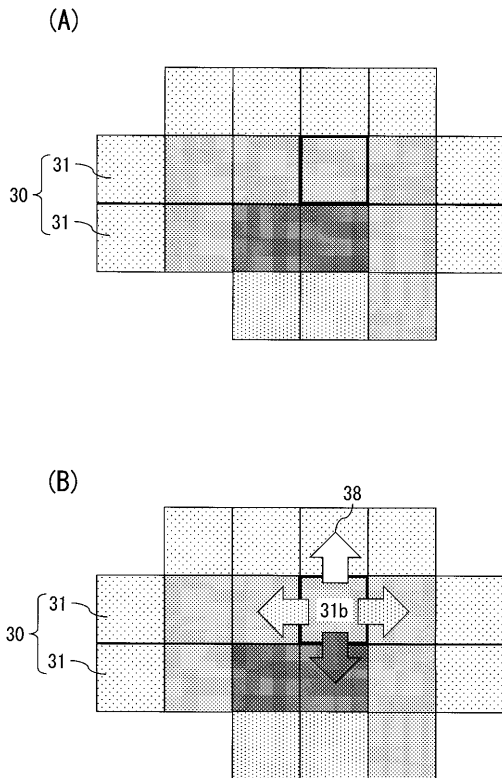
【図1】



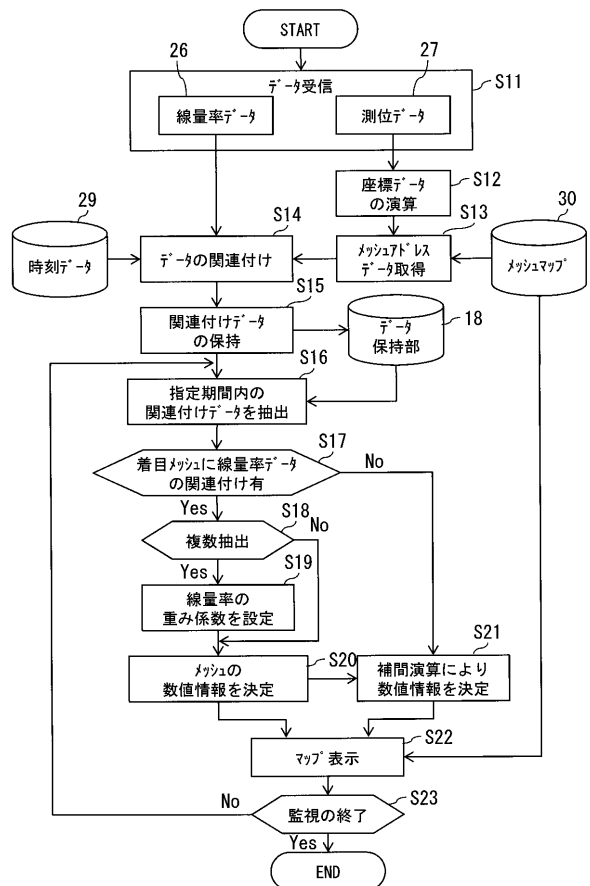
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2G188 AA09 AA10 BB17 BB19 CC01 CC22 DD49 EE21 EE39 GG02
GG04