

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6182157号

(P6182157)

(45) 発行日 平成29年8月16日(2017.8.16)

(24) 登録日 平成29年7月28日(2017.7.28)

(51) Int.Cl. F I  
**GO 1 W 1/00 (2006.01)** GO 1 W 1/00 Z  
**GO 1 W 1/16 (2006.01)** GO 1 W 1/16 E

請求項の数 35 (全 17 頁)

|               |                               |           |                       |
|---------------|-------------------------------|-----------|-----------------------|
| (21) 出願番号     | 特願2014-553360 (P2014-553360)  | (73) 特許権者 | 514005559             |
| (86) (22) 出願日 | 平成25年1月16日(2013.1.16)         |           | アース・ネットワークス・インコーポレイ   |
| (65) 公表番号     | 特表2015-507753 (P2015-507753A) |           | テッド                   |
| (43) 公表日      | 平成27年3月12日(2015.3.12)         |           | EARTH NETWORKS, INC.  |
| (86) 国際出願番号   | PCT/US2013/021701             |           | アメリカ合衆国20876メリーランド州   |
| (87) 国際公開番号   | W02013/109601                 |           | ジャーマンタウン、スイート300、マイ   |
| (87) 国際公開日    | 平成25年7月25日(2013.7.25)         |           | ルストーン・センター・ドライブ1241   |
| 審査請求日         | 平成28年1月13日(2016.1.13)         |           | O                     |
| (31) 優先権主張番号  | 61/588,087                    |           | 12410 Milestone Cen   |
| (32) 優先日      | 平成24年1月18日(2012.1.18)         |           | ter Drive, Suite 300  |
| (33) 優先権主張国   | 米国 (US)                       |           | , Germantown, MD 2087 |
|               |                               | (74) 代理人  | 110000523             |
|               |                               |           | アクシス国際特許業務法人          |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プロキシ反射率データの生成のための電光データの使用

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電光活動に関連するプロキシ反射率データを生成するためのコンピューター化された方法であって、

コンピューティング装置により、1以上の地理的エリアの電光閃光データを受け取るステップ；

コンピューティング装置により、前記電光閃光データに基づいて電光活動の1以上のセルを特定するステップにして、各電光閃光をマップ上のその地理的位置に応じて配置することと、前記マップ上に第1グリッドを重ねて高密度の電光閃光がある前記第1グリッドのセクターを特定することと、前記マップ上の特定されたセクター上に第2グリッドを重ねて電光セルに関連する閉じた輪郭を配置することと、前記閉じた輪郭それぞれから凸多角形を生成することを含み、ここで、前記第1グリッドのセクターが、前記第2グリッドのセクターよりも大きい、ステップ；

前記コンピューティング装置により、前記電光活動の特定されたセルのために、統合された雲内及び雲から地面への閃光率(dBR)の対数目盛を決定するステップ；

前記コンピューティング装置により、前記電光活動の特定されたセルの前記dBRに基づいてプロキシ反射率データを生成するステップ；

前記コンピューティング装置のグラフィックス処理ユニット(GPU)により、前記プロキシ反射率データに基づいてレーダー型イメージを生成するステップ；及び

前記GPUに結合したディスプレイ装置により、レーダー型イメージを表示するステッ

10

20

プを含む、方法。

【請求項 2】

前記プロキシ反射率データが、レーダーにより生成された反射率データ（dBZ）での前記 dBZ の較正に基づくものである、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記受け取った電光閃光データに関連する前記地理的エリアが、レーダーネットワークによりモニターされる 1 以上の地理的エリアに対応する、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記受け取った電光閃光データに関連する前記地理的エリアの気候が、レーダーネットワークによりモニターされる 1 以上の地理的エリアの気候に一致する、請求項 2 に記載の方法。

10

【請求項 5】

前記レーダー型イメージが、降水強度を表すグリッドを備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記レーダー型イメージが、異なる色及び輪郭を用いて前記グリッドに関連する降水強度のレベルを表す、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

更に、前記コンピューティング装置により、前記プロキシ反射率データに天気予報モデルを組み合わせたステップと、

20

前記コンピューティング装置により、前記コンピューティング装置に結合したディスプレイ装置上での表示のために、組み合わされた前記プロキシ反射率データと天気予報モデルに基づいて、降水強度のプロキシレーダーマップを生成するステップを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記プロキシレーダーマップが、潜在若しくは実際の洪水のエリアに関連する 1 以上の視覚インジケータを含む、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記プロキシレーダーマップが嵐の動きに関連した 1 以上の視覚インジケータを含む、請求項 7 に記載の方法。

30

【請求項 10】

前記プロキシレーダーマップが危険な電光活動のセルに関連した 1 以上の視覚インジケータを含む、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 11】

前記プロキシ反射率データが、降水強度が同等のエリアの前記天気予報モデルに統合される、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 12】

前記プロキシ反射率データは、前記天気予報モデルが強い降水を示し、前記プロキシ反射率データが強い降水を示さないエリアで減衰される、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 13】

40

前記プロキシ反射率データは、前記プロキシ反射率データが強い降水を示し、前記天気予報モデルが強い降水を示さないエリアで前記天気予報モデルに代替する、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 14】

更に、前記コンピューティング装置により、前記プロキシ反射率データに基づいてリスクがある 1 以上の地理的エリアを決定するステップと、

前記コンピューティング装置により、リスクがある前記地理的エリアをモニタリングする 1 以上のリモート装置にアラートを発行するステップと、

前記 1 以上のリモート装置により、前記リモート装置のディスプレイ上にアラートを表示することを含む、請求項 1 に記載の方法。

50

## 【請求項 15】

更に、前記コンピューティング装置により、前記プロキシ反射率データをリモートコンピューティング装置へ送信する、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 16】

電光活動に関連するプロキシ反射率データを生成するためのコンピュータ化されたシステムであって、

プロセッサ及びグラフィックス処理ユニット（GPU）を有するコンピューティング装置を備え、前記プロセッサは、

1 以上の地理的エリアの電光閃光データを受け取るステップ；

前記電光閃光データに基づいて電光活動の 1 以上のセルを特定するステップにして、各電光閃光をマップ上のその地理的位置に応じて配置することと、前記マップ上に第 1 グリッドを重ねて高密度の電光閃光がある前記第 1 グリッドのセクターを特定することと、前記マップ上の特定されたセクター上に第 2 グリッドを重ねて電光セルに関連する閉じた輪郭を配置することと、前記閉じた輪郭それぞれから凸多角形を生成することを含み、ここで、前記第 1 グリッドのセクターが、前記第 2 グリッドのセクターよりも大きい、ステップ；

前記電光活動の特定されたセルのために、統合された雲内及び雲から地面への閃光率（dBZ）の対数目盛を決定するステップ；

前記電光活動の特定されたセルの前記 dBZ に基づいてプロキシ反射率データを生成するステップ；

前記コンピューティング装置のグラフィックス処理ユニット（GPU）により前記プロキシ反射率データに基づいてレーダー型イメージを生成するステップ；及び

前記 GPU に結合したディスプレイ装置によりレーダー型イメージを表示するステップを実行するように構成される、システム。

## 【請求項 17】

前記プロキシ反射率データが、レーダーにより生成された反射率データ（dBZ）での前記 dBZ の較正に基づくものである、請求項 16 に記載のシステム。

## 【請求項 18】

前記受け取った電光閃光データに関連する前記地理的エリアが、レーダーネットワークによりモニターされる 1 以上の地理的エリアに対応する、請求項 17 に記載のシステム。

## 【請求項 19】

前記受け取った電光閃光データに関連する前記地理的エリアの気候が、レーダーネットワークによりモニターされる 1 以上の地理的エリアの気候に一致する、請求項 17 に記載のシステム。

## 【請求項 20】

前記レーダー型イメージは、降水強度を表すグリッドから構成される、請求項 16 に記載のシステム。

## 【請求項 21】

前記レーダー型イメージが、異なる色及び輪郭を用いて前記グリッドに関連する降水強度のレベルを表す、請求項 20 に記載のシステム。

## 【請求項 22】

前記プロセッサは、更に、前記プロキシ反射率データに天気予報モデルを組み合わせるように構成され、前記 GPU は、更に、前記コンピューティング装置に結合したディスプレイ装置上での表示のために、組み合わされた前記プロキシ反射率データと天気予報モデルに基づいて、降水強度のプロキシレーダーマップを生成するように構成される、請求項 16 に記載のシステム。

## 【請求項 23】

前記プロキシレーダーマップが、潜在若しくは実際の洪水のエリアに関連する 1 以上の視覚インジケータを含む、請求項 22 に記載のシステム。

## 【請求項 24】

前記プロキシレーダーマップが嵐の動きに関連した1以上の視覚インジケータを含む、請求項22に記載のシステム。

【請求項25】

前記プロキシレーダーマップが危険な電光活動のセルに関連した1以上の視覚インジケータを含む、請求項22に記載のシステム。

【請求項26】

前記プロキシ反射率データが、降水強度が同等のエリアの前記天気予報モデルに統合される、請求項22に記載のシステム。

【請求項27】

前記プロキシ反射率データは、前記天気予報モデルが強い降水を示し、前記プロキシ反射率データが強い降水を示さないエリアで減衰される、請求項22に記載のシステム。

10

【請求項28】

前記プロキシ反射率データは、前記プロキシ反射率データが強い降水を示し、前記天気予報モデルが強い降水を示さないエリアで前記天気予報モデルに代替する、請求項22に記載のシステム。

【請求項29】

前記プロセッサは、更に、

前記プロキシ反射率データに基づいてリスクがある1以上の地理的エリアを決定するステップと、

リスクがある前記地理的エリアをモニタリングする1以上のリモート装置にアラートを発行するステップを実行するように構成され、

20

前記1以上のリモート装置は、前記リモート装置のディスプレイ上にアラートを表示するように構成される、請求項16に記載のシステム。

【請求項30】

前記プロセッサは、更に、前記プロキシ反射率データをリモートコンピューティング装置へ送信するように構成される、請求項16に記載のシステム。

【請求項31】

前記プロセッサは、更に、前記プロキシ反射率データに基づいて期間に亘る累積の降水量を計算するように構成される、請求項16に記載のシステム。

【請求項32】

30

前記プロセッサは、更に、一日毎の推定の降水量を計算するように構成される、請求項31に記載のシステム。

【請求項33】

前記プロセッサは、更に、一月毎の推定の降水量を計算するように構成される、請求項31に記載のシステム。

【請求項34】

前記プロセッサは、更に、一年毎の推定の降水量を計算するように構成される、請求項31に記載のシステム。

【請求項35】

電光活動に関連するプロキシ反射率データ及びレーダー型イメージを生成するための、非一時的なコンピューター読み取り可能記憶媒体に有形に具現化された、コンピュータープログラム製品であって、当該コンピュータープログラム製品が、プロセッサとグラフィックス処理ユニット(GPU)を有するコンピューティング装置に、

40

1以上の地理的エリアの電光閃光データを受け取るステップ；

前記電光閃光データに基づいて電光活動の1以上のセルを特定するステップにして、各電光閃光をマップ上のその地理的位置に応じて配置することと、前記マップ上に第1グリッドを重ねて高密度の電光閃光がある前記第1グリッドのセクターを特定することと、前記マップ上の特定されたセクター上に第2グリッドを重ねて電光セルに関連する閉じた輪郭を配置することと、前記閉じた輪郭それぞれから凸多角形を生成することを含み、ここで、前記第1グリッドのセクターが、前記第2グリッドのセクターよりも大きい、ス

50

テップ；

前記電光活動の特定されたセルのために、統合された雲内及び雲から地面への閃光率（d B R）の対数目盛を決定するステップ；

前記電光活動の特定されたセルの前記d B Rに基づいてプロキシ反射率データを生成するステップ；

前記グラフィックス処理ユニット（GPU）により前記プロキシ反射率データに基づいてレーダー型イメージを生成するステップ；及び

前記GPUに結合したディスプレイ装置により前記レーダー型イメージを表示するステップを実行させる指令を含む、コンピュータプログラム製品。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

この出願の主題は、概して、電光検出ネットワークにより得られた電光活動データを用いてプロキシ反射率データを生成することに関する。

【背景技術】

【0002】

伝統的には、気象学者は、広大な地域エリアに亘る気象系の厳しさを分析するためにレーダー基準ネットワーク（例えば、国立測候所）から得られたデータに頼ってきた。レーダー基準ネットワークは、降水といった気象現象の場所、動き、及び強度を示すイメージを生成するために用いられる。しかしながら、そのようなレーダー基準ネットワークの配備が高価である。例えば、多くの未発展又は発展途上国は、レーダー基準ネットワークの設定をサポートする社会基盤若しくはリソースを有しない。加えて、レーダー基準ネットワークは、山脈若しくは水の大きな塊といった高さ制限及び地理的な障害のためにネットワーク範囲のブラインドスポット若しくはホール（すなわち、レーダーが到達することができないエリア）を被りやすい。

20

【0003】

より最近には、電光検出ネットワーク（例えば、地球ネットワーク全電光ネットワーク（TLN））が、電光活動の強度及び頻度をモニターするために設置されている。電光検出ネットワークは、雲から地面及び雲内の電光の両方を追跡する。電光が度々激しい天候（例えば、竜巻、霰）に伴うため、電光検出ネットワークにより生成されたデータは、潜在的に危険な気象系の場所を特定し、影響を受けるエリアの人々に警報を発行するために用いられる。電光検出ネットワークの設置は、典型的には、同様のレーダー基準ネットワークの設置よりも安価である。また、電光検出ネットワークは、レーダー基準ネットワークよりも大気中をより高くを見ることができ、また度々、ホール若しくはブラインドスポットを無くして、レーダー基準ネットワークが設置できない地理的エリアをカバーするように設置可能である。

30

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0004】

本明細書に記述の技術は、電光検出ネットワークからの電光データを用いて降水強度を示すプロキシレーダー反射率データを生成することを提供する。これらの技術により生成された、結果として得られたイメージは、伝統的な複合レーダーイメージのように視覚的に見える。結果として、多くの人々がレーダーイメージを見ることに既に慣れているため、イメージが簡単に理解及び解釈される。また、電光検出ネットワークが取得した電光データは、概して、レーダーデータ単独よりも天気擾乱に対して良好な相関を持つ。最終的に、本明細書に記述の技術は、伝統的なレーダーネットワークに対して、電光検出ネットワークの設置及び構成に関連するコスト節約の利益を有する。

40

【0005】

本発明は、一側面において、電光活動に関連するプロキシ反射率データを生成するためのコンピューター化された方法の特徴とする。コンピューティング装置は、1以上の地理

50

的エリアの電光活動に関連するデータを受け取る。コンピューティング装置は、受け取ったデータに基づいて電光活動の1以上のグリッドのために、統合された雲内及び雲から地面への閃光率（dBZ）の対数目盛を決定する。コンピューティング装置は、グリッドのdBZに基づいてプロキシ反射率データを生成する。

#### 【0006】

本発明は、別側面において、電光活動に関連するプロキシ反射率データを生成するためのコンピューター化されたシステムを特徴とする。システムは、1以上の地理的エリアの電光活動に関連するデータを受け取り、受け取ったデータに基づいて電光活動の1以上のグリッドのために、統合された雲内及び雲から地面への閃光率（dBZ）の対数目盛を決定するように構成されたプロセッサを有するコンピューティング装置を含む。プロセッサは、更に、グリッドのdBZに基づいてプロキシ反射率データを生成するように構成される。

10

#### 【0007】

本発明は、別側面において、電光活動に関連するプロキシ反射率データを生成するための、非一時的にコンピューター読み取り可能記憶媒体に有形に具現化されたコンピュータープログラム製品を特徴とする。コンピュータープログラム製品は、1以上の地理的エリアの電光活動に関連するデータを受け取り、受け取ったデータに基づいて電光活動の1以上のグリッドのために、統合された雲内及び雲から地面への閃光率（dBZ）の対数目盛を決定するようにデータ処理機器を作動させることができる指令を含む。コンピュータープログラム製品は、更に、グリッドのdBZに基づいてプロキシ反射率データを生成するようにデータ処理機器を作動させることができる指令を含む。

20

#### 【0008】

幾つかの実施形態においては、上述の側面は、1以上の次の特徴を含むことができる。幾つかの実施形態においては、プロキシ反射率データは、レーダーにより生成された反射率データ（dBZ）でのdBZの較正に基づくものである。幾つかの実施形態においては、受け取ったデータに関連する地理的エリアは、レーダーネットワークによりモニターされる1以上の地理的エリアに対応する。幾つかの実施形態においては、受け取ったデータに関連した地理的エリアの気候が、レーダーネットワークによりモニターされる1以上の地理的エリアの気候に一致する。

#### 【0009】

幾つかの実施形態においては、プロキシ反射率データが、レーダー型イメージを生成するために用いられる。幾つかの実施形態においては、レーダー型イメージは、降水強度を示すグリッドから成る。幾つかの実施形態においては、レーダー型イメージは、異なる色及び輪郭を用いてグリッドに関連した降水強度のレベルを表す。

30

#### 【0010】

幾つかの実施形態においては、コンピューティング装置は、天気予報モデルをプロキシ反射率データに組み合わせ、降水強度のプロキシレーダーマップを生成する。幾つかの実施形態においては、プロキシレーダーマップは、潜在的若しくは実際の洪水のエリアに関連した1以上の視覚インジケータを含む。幾つかの実施形態においては、プロキシレーダーマップは、嵐の動きに関連した1以上の視覚インジケータを含む。幾つかの実施形態においては、プロキシレーダーマップは、危険な電光活動のセルに関連した1以上の視覚インジケータを含む。

40

#### 【0011】

幾つかの実施形態においては、降水強度が同様のエリアで天気予報モデルにプロキシ反射率データが併合される。幾つかの実施形態においては、プロキシ反射率データは、天気予報モデルが強い降水を示し、プロキシ反射率データが強い降水を示さないエリアで抑制される。幾つかの実施形態においては、プロキシ反射率データは、プロキシ反射率データが強い降水を示し、天気予報モデルが強い降水を示さないエリアで天気予報モデルに代替する。

#### 【0012】

50

幾つかの実施形態においては、コンピューティング装置は、プロキシ反射率データに基づいてリスクがある1以上の地理的エリアを決定し、リスクがある地理的エリアをモニタリングする1以上のリモート装置にアラートを発行する。幾つかの実施形態においては、コンピューティング装置は、リモートコンピューティング装置にプロキシ反射率データを送信する。

#### 【0013】

幾つかの実施形態においては、コンピューティング装置は、プロキシ反射率データに基づいて期間に亘る累積の降水量を計算する。幾つかの実施形態においては、コンピューティング装置は、プロキシ反射率データに基づいて一日の予想される降水量を計算する。幾つかの実施形態においては、コンピューティング装置は、プロキシ反射率データに基づいて一ヶ月の予想される降水量を計算する。幾つかの実施形態においては、コンピューティング装置は、プロキシ反射率データに基づいて一年の予想される降水量を計算する。

10

#### 【0014】

本発明の他の側面及び利益が、ただ例示のために本発明の原理を図示する添付図面と一緒に読まれる次の詳細な説明から明らかになる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0015】

上述の本発明の利益が、更なる利益とともに、添付図面と一緒に読まれる次の記述を参照することにより良く理解される。図面は、必ずしも縮尺するものではなく、むしろ本発明の原理を図示することに概して重点が置かれている。

20

#### 【0016】

【図1】図1は、電光活動を検出し、また電光活動データを収集するためのシステムのブロック図である。

#### 【0017】

【図2】図2は、電光活動に関連するプロキシ反射率データを生成するためのシステムのブロック図である。

#### 【0018】

【図3】図3は、電光活動に関連するプロキシ反射率データを生成するための方法のフロー図である。

#### 【0019】

30

【図4】図4は、図2のシステムにより生成されるような、落雷場所データを図示する地理的なマップイメージである。

#### 【0020】

【図5】図5は、図2のシステムにより生成されるような、プロキシ反射率データを図示する地理的なマップイメージである。

#### 【0021】

【図6】図6は、図2のシステムにより生成されるような、危険な雷雨活動の視覚インジケータで増強されたプロキシ反射率データを図示する地理的なマップイメージである。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0022】

40

図1は、電光活動を検出し、電光活動データを収集するためのシステム100のブロック図である。システム100は、複数の電光検出センサー102a-c、通信ネットワーク104、及びサーバーコンピューティング装置106を含む。3つの電光検出センサー102a-102cが図1に描かれるが、任意の数の電光検出センサーがシステム100において用いられ得るものと理解されるべきである。また、システム100は、単一の通信ネットワーク104若しくはサーバーコンピューティング装置106に限定されるべきものではない；他の構成及びネットワーク構造が、本発明の範囲から逸脱することなく用いられ得る。

#### 【0023】

複数の電光検出センサー102a-102cが異なる地理的エリアに配置され、センサ

50

ー102aー102cが大気における全ての電光活動（雲から地面への（CG（cloud-to-ground））及び雲内（IC（in-cloud））の両方）の存在のために特定のエリアをモニターするように用いられる。例えば、センサー102aー102cにより収集されたデータが、電光放電により放射される時の異なる周波数のアナログラジオ周波数（RF（Radio frequency））エネルギー（例えば、パルス若しくはフラッシュ）を含む。電光活動の検出及び電光活動データの収集及び分析に関する追加の詳細が、米国特許No. 8, 275, 548、タイトル「電光活動を検出するための方法及び装置」と、2011年7月6日に出願された米国特許出願シリアル番号13/177, 226、タイトル「天気擾乱の可能性の予報」に見られ、両方がその全体において本明細書に組み込まれる。

#### 【0024】

幾つかの実施形態においては、各センサー102aー102cによりモニターされる各エリア範囲が重複する。幾つかの実施形態においては、センサー102aー102cは、構成及びエラー訂正の目的のためにサーバーコンピューティング装置106と通信する。

#### 【0025】

センサー102aー102cが電光データを収集すると、センサー102aー102cは、ネットワーク104を介してサーバーコンピューティング装置106に電光データを送信する。例えば、ネットワーク104がパケット基準のネットワーク（例えば、インターネット）であり得る。センサー102aー102cとネットワーク104及び／又はネットワーク104とサーバーコンピューティング装置106の間の通信リンクが、ワイヤレス接続（例えば、セル方式若しくはサイライト方式）であり得る。異なる構成、プロトコル及びアーキテクチャが、本発明の範囲から逸脱することなく、センサー102aー102cからサーバーコンピューティング装置106にデータを送信するために用いることができるものと理解されるべきである。幾つかの実施形態においては、システム100は、幾つか若しくは全てのセンサー102aー102cとサーバーコンピューティング装置106の間に中間コンピューティング装置を含み、サーバーコンピューティング装置106によりデータが受け取られる前、電光データを蓄積及び／又はフォーマットする。

#### 【0026】

サーバーコンピューティング装置106は、個別のセンサーから電光データを受け取り、プロキシ反射率データ生成における使用のため電光データを用意する。図2は、システム100のサーバーコンピューティング装置106の詳細なブロック図である。サーバーコンピューティング装置106は、データ収集モジュール202、データ分析モジュール204、グラフィックス処理モジュール206、及びデータ記憶部208を含む。幾つかの実施形態においては、データ収集モジュール202は、限定するわけではないが、行政機関及び第三者私企業を含む電光活動情報の他の情報源からデータを受け取る。データ収集モジュール202は、標準の通信ネットワーク及び方法を介して電光活動情報の他の情報源と通信する。

#### 【0027】

図3は、図2のシステムを用いた、電光活動に関連するプロキシ反射率データを生成するための方法300のフロー図である。上述したように、データ収集モジュール202は、センサー102aー102cから1以上の地理的エリアの電光活動に関連したデータを受け取る（302）。データ収集モジュール202は、センサー102aー102c（及び、オプションとして、複数の外部データ源）から受け取った電光活動データをデータ分析モジュール204による処理に資するフォーマットに統一する。例えば、データ収集モジュール202が接続された各データ源が、異なるシンタックス及び／又はデータ構造を用いてデータを送信する。データ収集モジュール202は、データ源の理解に従って、到来したデータを解析し、データを再フォーマットし、それが、データ分析モジュール204により許容されるシンタックス又は構造に適合される。幾つかの実施形態においては、センサー102aー102cは、標準フォーマット（例えば、XML）で電光活動データを送信し、データ収集モジュール202の要求される処理を低減する。データ収集モジュール202は、データ分析モジュール104へのデータの送信の準備において、データ記

10

20

30

40

50

憶モジュール208と通信し、センサー102a-102cから受け取った電光データを記憶及び検索する。データが受け取られると、データ収集モジュール202は、データ分析モジュール204へデータを送信する。幾つかの実施形態においては、データ収集モジュール202は、データ分析モジュール204へ、データがデータ記憶モジュール208に記憶され、またデータ分析モジュール204による処理のために準備ができている通知を送信する。通知は、データ記憶モジュール208内のデータの記憶場所の参照インジケータ（例えば、データベースアドレス）を含む。

#### 【0028】

幾つかの実施形態においては、データ収集モジュール202は、リアルタイム若しくは（例えば、毎分更新される）実質的にリアルタイムで電光検出センサー102a-102cのネットワークからデータを受け取る。この時を得た及び連続の電光データの受け取りに基づいて、サーバーコンピューティング装置106は、伝統的なレーダー基準ネットワークにより生成される反射率データよりも早く及び頻繁にプロキシ反射率データを生成することができる。加えて、サーバーコンピューティング装置106は、（例えば、プロキシデータを装置にデータ提供若しくは配信の一部として送信することにより）プロキシ反射率データを下流の装置及びサービスに利用可能にすることができる。

#### 【0029】

プロキシ反射率データを生成するため、サーバーコンピューティング装置106のデータ分析モジュール204は、データ収集モジュールから受け取った電光データに基づいて電光活動のグリッドのために、統合された雲内及び雲から地面への閃光率（dBZ）の対数目盛（logarithmic scale）を決定する（304）。電光活動のグリッドは、電光センサー102a-102cによりモニターされる地理的エリアのマップ上で規則的なインターバル（例えば、 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ ）で離間した水平及び垂直ラインのパターンを配置することにより得られる。グリッドの各セクターにおける電光活動が決定でき、各セクターの対応のdBZが計算できる。加えて、全グリッドのdBZに帰結するようにグリッドの全電光活動も決定できる。

#### 【0030】

データ分析モジュール204は、グリッドのdBZを用いてプロキシレーダー反射率データを生成することができる（306）。グリッドのdBZをプロキシ反射率の値に相関する伝達関数が適用される。伝達関数の係数は、地上基準のレーダーシステムのdBZ値でdBZを較正することにより決定される。プロキシ反射率データは、特定のグリッド若しくはグリッドのセクターにおける降水強度の尺度を示す。伝統的なレーダーシステム（例えば、ドップラー）により生成されるようなレーダー反射率データと同様、データ分析モジュール206により生成されるプロキシ反射率データは、地理マップ上に多角形としてプロキシ反射率データを視覚的に表すレーダー型イメージを生成するように用いられることができる。結果として、本明細書に記述のシステム100は、影響を受ける地理的エリアをモニターする既存のレーダーの設置を要求することなく、接近する嵐により潜在的に影響を受けるものに事前情報を生成する。

#### 【0031】

プロキシ反射率データが降水強度の尺度であるため、データ分析モジュール204は、プロキシ反射率データを用いて特定の地域エリアの期間に亘る累積の降水量を計算することができる。データ分析モジュール204は、更に、周期的な期間（例えば、一日、一週間、一ヶ月、若しくは一年）で予想される降水量を計算するように構成され得る。データ分析モジュール204が降水の概算を提供することにより、影響を受けるエリアは、安全措置、社会基盤、災害計画及び同種のものを改善することにより降水のために十分に準備することができる。

#### 【0032】

幾つかの実施形態においては、データ分析モジュール204は、データ収集モジュール202から電光閃光データを受け取り、各電光閃光をその地理的場所に応じて配置する。データ分析モジュール204は、次に、電光閃光の相対的な位置を分析し、特定の電光セ

ルの潜在的な境界若しくは輪郭を決定する。

#### 【0033】

幾つかの実施形態においては、データ分析モジュール204は、一連のプロセスを実行してグリッドにおける電光セルの場所及び輪郭を決定する。データ分析モジュール204は、特定期間（例えば、1分）に収集された電光閃光データを用い、マップ上に電光閃光を配置する。データ分析モジュール204は、次に、マップ上に粗いグリッドを重畳し、更なる分析のために関心のエリアを素早く特定する。データ分析モジュール204は、高パーセント若しくは密度の電光閃光を含むグリッドのセクターを特定し、特定されたセクター上に精密なグリッドを重畳する。データ分析モジュール204は、精密グリッドのセクターに密度関数を使用し、電光セルに関連する閉じた輪郭を配置する。データ分析モジュール204は、閉じた輪郭の各々から凸多角形を生成する。データ分析モジュール204は、電光セルの動き、方向、及び電光閃光率における変化を追跡するため、またグリッド及びグリッドの個別のエリアのdBRを追跡するためにも、このグリiddingプロセスを特定期間（例えば、1分）の満了まで繰り返す。

10

#### 【0034】

データ分析モジュール204は、様々な技法を用いてdBRを校正し、プロキシ反射率データを改善することができる。幾つかの実施形態においては、データ分析モジュール204は、伝統的なレーダー反射率データ（dBZ）及び／又は同一若しくは同等の地理的エリア若しくは気候から収集された他のデータ源にdBRを相関させ、dBRとdBZの関係を決定する。dBRとdBZの関係は、 $dBZ = a \times dBR + b$ として表すことができ、ここで、aとbが、気候地域及び季節に基づいて校正された係数である。データ分析モジュール204は、dBRとdBZの既知の関係を特定の気候のために活用し、その地理的エリアのためのdBZデータの必要無くして同一の気候を有する異なる地理的エリアのためのプロキシ反射率データを生成することができる。

20

#### 【0035】

幾つかの実施形態においては、データ分析モジュール204は、電光データ分析及びdBRとdBZの相関に追加の情報で増強し、結果としてのプロキシレーダー反射率データがより正確になる。例えば、追加の情報が、電光検出ネットワーク及びレーダー基準ネットワークによりモニターされる地理的エリアの気候（例えば、山岳、熱帯、若しくは亜熱帯）に関連し得る。特定エリアの気候が予想される電光活動及び率に影響するため、データ分析モジュール204は、電光及びレーダーデータを用いて天気擾乱の存在及び見込みを決定する時、気候関連の属性を考慮する。

30

#### 【0036】

ある気候の特定地域のためにdBRとdBZの相関が決定され得るため、局所化されたレーダー反射率データにアクセスを持たない同様の気候を有する地理的エリアのためにグラフィックス処理モジュール206によりレーダー型イメージが生成され得る。例えば、データ分析モジュール204は、多湿亜熱帯気候の北部フロリダの雷雨のためのdBRを決定することができる。データ分析モジュール204は、北部フロリダをモニタリングするレーダーシステムにより収集される、雷雨のためのdBRを嵐のためのdBZデータに相関することができる。データ分析モジュール204が嵐のためのdBRとdBZの関係を決定すると、モジュール204は、その関係を、多湿亜熱帯気候を有するが、伝統的なレーダーシステムが設置されていない世界の他のエリア（例えば、内アフリカのあるエリア）に対して適用することができる。内アフリカといったエリアにおける電光検出ネットワークの設置が伝統的なレーダーシステムよりも相当に費用対効果が高いため、データ分析モジュール204は、検出ネットワークを用いて電光活動データを収集し、電光データのためのdBRを決定し、そして、同一の気候を有する地理的エリアのために決定したdBRとdBZの既知の関係を適用することによりこれらのエリアのためのプロキシ反射率データを生成することができる。

40

#### 【0037】

プロキシ反射率データは、降水及び他の気象現象の予報に関する天気予報モデルデータ

50

と比較され得る。プロキシ反射率データと天気予報モデル反射率データの比較により、データ分析モジュール204が各セットのデータをより正確にすることが許容される。幾つかの実施形態においては、データ分析モジュール204は、降水強度が同等のエリアの天気予報モデル反射率データにプロキシ反射率データを統合する。幾つかの実施形態においては、データ分析モジュール204は、特に、天気予報モデルがこの降水のエリアが対流嵐活動に由来するものではないと予報するならば、天気予報モデルが強い降水を示し、プロキシ反射率データが強い降水を示さないエリアにおいて、プロキシ反射率データを減衰させ、つまりプロキシ反射率データに少ない重みが与えられる。幾つかの実施形態においては、データ分析モジュール204は、プロキシ反射率データが強い降水を示し、天気予報モデルが強い降水を示さないエリアにおいてプロキシ反射率データが天気予報モデルデータに代替すると決定する。プロキシ反射率データ及び天気予報モデル反射率データを統合するために用いられる方法は、反射率値の間の重み付けられた補完に基づく。他の方法及び技術が、本発明の範囲から逸脱することなく使用できるものと理解される。

10

#### 【0038】

データ分析モジュール204が電光データを分析し、レーダーデータに電光データを相関し、天気活動擾乱に関連した電光セルの場所を決定した後、データ分析モジュール204は、グラフィックス処理モジュール206に分析された電光データを用いてイメージを生成することを命令する。図4～6は、図2のシステムにより生成された地理的マップイメージである。図4は、落雷場所データを図示する地理的マップである。図5は、プロキシ反射率データを図示する地理的マップである。図6は、危険な雷雨活動の視覚インジケータで増強されたプロキシ反射率データを図示する地理的マップである。

20

#### 【0039】

図4に示すように、システム100は、受け取った電光活動データに基づいて雲から地面へ及び雲内の電光パルス若しくは衝撃の両方の場所を決定し、センサー102a-102cによりカバーされるエリアに対応する地理的マップイメージ上に場所をプロットする。図4のドット402が、各落雷のプロットされた場所を表す。

#### 【0040】

落雷がプロットされると、データ分析モジュール204は、電光活動データのためのdBRを決定し、dBRに基づいてプロキシ反射率データを生成する。次に、グラフィックス処理モジュール206は、ドップラーレーダーの視覚化が用いるものと同一のパレットを用いてプロキシ反射率データに基づいてレーダー型イメージを生成する。図5に示すように、グラフィックス処理モジュール206により生成されたレーダー型イメージ502が、伝統的なレーダー基準のシステムにより生成されたレーダーイメージのように視覚的に見え、異なる色と輪郭で特定の気象形の激しさを表す。例えば、最も危険な天気（例えば、降水若しくは落雷）を経験している場所が特定の色（例えば、赤）で表示され、他方、激しさの程度が小さいエリアが階調における異なる色（例えば、橙、黄及び緑）で表示される。幾つかの実施形態においては、グラフィックス処理モジュール206は、電光活動データに基づいてグラフィック図及びデザインを生成するように構成された別のグラフィックス処理ユニット（GPU）（例えば、グラフィックスカード）若しくはソフトウェアモジュールである。

30

40

#### 【0041】

幾つかの実施形態においては、グラフィックス処理モジュール206は、対流嵐といった、天気擾乱のプロキシ（若しくはシミュレーションされた）レーダーマップイメージを生成する。雲内及び雲から地面への閃光率（dBR）とレーダー反射率（dBZ）の間の強い相関のため、グラフィックス処理モジュール206は、伝統的なレーダー基準システムにより生成される同一のエリア若しくは領域のためのレーダーイメージにしっかりと対応する特定の地理的エリア若しくは領域のためのレーダー型イメージを生成する（図5参照）。

#### 【0042】

幾つかの実施形態においては、グラフィックス処理モジュール206は、プロキシレー

50

ダーイメージに併せて視覚インジケータを生成し、視覚インジケータが潜在的な洪水及び嵐の動きに関係する。グラフィックス処理モジュール206は、データ記憶部208から電光／レーダー相関データを検索し、潜在的な洪水及び嵐の動きのエリアを示す視覚インジケータ（群）を具備するレーダー型イメージを生成する。幾つかの実施形態においては、インジケータを生成するために用いられる相関データが、毎分0～200の閃光の範囲の全電光閃光率と0～75デシベルの範囲のレーダー反射率の間の相関である。

#### 【0043】

幾つかの実施形態においては、グラフィックス処理モジュール206は、プロキシレーダーイメージに併せて視覚インジケータを生成し、視覚インジケータが、対流嵐内の損害を与える風、あられ、及び／又は竜巻の可能性を高める危険な全ての電光閃光セルの潜在性を強調する。図6に示すように、レーダー型イメージは、危険な雷雨セルの潜在的な移動路及び激しさを表す多角形により増強される。上述のように、グラフィックス処理モジュール206は、データ記憶部208及び／又はデータ分析モジュール204から電光セル追跡データを検索して嵐セルを有するイメージを生成し、ここで、特定セル内の全電光閃光率が、レーダー反射率データに相関される。

10

#### 【0044】

幾つかの実施形態においては、サーバーコンピューティング装置102は、（不図示の）アラート生成モジュールを含む。アラート生成モジュールは、例えば、電光セルがサイズ及び／又は強度において動きまた変化するため、電光データの分析された特徴を用い、自動的に電光データに関連の天気擾乱の影響を被り得る地理的エリアを決定する。

20

#### 【0045】

天気擾乱の影響を直接的に被る若しくは影響を受けるエリアに関心がある人々及び／又はエンティティーに到達するアラートを発行するため、アラート生成モジュールは、電光セルの場所、移動速度及び移動方向に基づいてリスクがある1以上の地理的エリアを決定する。幾つかの実施形態においては、アラート生成モジュールは、迫りつつある期間の過程でセルの現在の場所及び予想される軌跡に対応する警告エリアを決定する。例えば、アラート生成モジュールは、データ分析モジュールがセルの全電光率が閾値電光率を超えると決定する時に実演されるセルの移動速度及び移動方向を評価することにより、電光セルが特定期間（例えば、45分）に移動することができる距離及び方向の範囲をカバーするポリゴン（図6において参照符合602で示される）を生成する。

30

#### 【0046】

データ分析モジュール204からの通知を受け取り、リスクがある1以上のエリアを決定した後、アラート生成モジュールは、リスクのあるエリアをモニターしている1以上のリモート装置の設定を自動的に特定し、リモート装置にアラートを自動的に送信する。リモート装置は、モバイル電話及びグローバル・ポジショニング・システム（GPS）ハードウェアといったコンピューター基準の装置を含むことができる。リモート装置は、通信ネットワークに接続するように構成されたライト、サイレン、ホーンといった他の種類の警告システムを含むこともできる。幾つかの実施形態においては、データ記憶装置208が、リモート装置の識別に関する情報（例えば、IPアドレス、電話番号、Eメールアドレス）を含み、アラート生成モジュールが、識別情報を用い、各リモート装置のためのアラートを準備する。データ記憶装置208は、特定の地域エリア若しくはリモート装置がモニタリングするエリア（例えば、郵便番号、国名、ストリートアドレス）にリモート装置の識別をマッピングする情報も含む。アラート生成モジュールは、パケット基準の配信（例えば、テキストメッセージング、XML、Eメール）、回路基準の配信（ページング、音声メッセージング）、及び同種のものといった任意の標準の通信プロトコル若しくは技術を用いる。例えば、ユーザーが、自身の携帯電話の特定の郵便番号についてのアラートを受け取るように加入できる。システム100は、ユーザーの電話番号をデータ記憶モジュール208に記憶する。アラート生成モジュールが天気擾乱のリスクのある地理的場所を特定し、特定された場所の全て若しくは一部がユーザーにより提示された郵便番号内に含まれるならば、アラート生成モジュールは、ユーザーの携帯電話の電話番号に発信さ

40

50

れるアラート（例えば、テキストメッセージ、音声メッセージ）を発行する。この実施形態においては、ユーザーの携帯電話は、アラート生成モジュールにより「リスクがある」と特定される地域エリアと同一のところに在る必要はない。

#### 【0047】

サーバーコンピューティング装置106が電光データを用いてレーダー型イメージを生成した後、サーバー106は、装備若しくは受け取る可能な任意の数のリモート装置へイメージ及び関連情報を送信することができる。例えば、サーバー106は、標準通信技術（例えば、セルラー、ワイヤレス）を用いてプロキシレーダーマップをモバイル装置に送信することができる。上述のように、サーバー106は、プロキシレーダーマップを組み込む天気擾乱アラートをリモート装置に生成及び発行することができ、これにより、到来する天気擾乱に対して高められた警戒が許容される。

10

#### 【0048】

上述した技術が、デジタル及び／又はアナログ電子回路、若しくはコンピューターハードウェア、ファームウェア、ソフトウェア若しくはこれらの組み合わせにおいて実施可能である。データ処理機器、例えば、プログラマブルプロセッサ、コンピューター、及び／又は多数のコンピューターにより実行されるための、若しくはその動作を制御するためのコンピュータープログラム製品、つまり、機械読み取り可能な記憶装置に有形に組み込まれたコンピュータープログラムとして実施が為され得る。コンピュータープログラムは、ソースコード、コンパイルされたコード、解釈されたコード及び／又はマシンコードを含む任意の形態のコンピューター又はプログラミング言語で記述され、コンピュータープログラムは、スタンドアロンプログラム若しくはサブルーチン、エレメント、若しくはコンピューティング環境での使用に適する他のユニットを含む任意の形態で配備される。コンピュータープログラムは、1つのコンピューター若しくは1以上のサイトの多数のコンピューター上で実行されるべく配備可能である。

20

#### 【0049】

方法ステップは、入力データを処理し、及び／又は出力データを生成することによりコンピュータープログラムを実行して本発明の機能を実行する1以上のプロセッサにより実行可能である。例えば、FPGA（field programmable gate array）、FPA（field-programmable analog array）、CPLD（complex programmable logic device）、PSoC（Programmable System-on-Chip）、ASIC（application-specific instruction-set processor）、ASIC（application-specific integrated circuit）又は同種のものといった特別目的ロジック回路により、方法ステップがまた実行可能であり、また機器が実施可能である。サブルーチンは、記憶されたコンピュータープログラム及び／又はプロセッサ、及び／又は1以上の機能を実行する特別回路の部分の意味し得る。

30

#### 【0050】

コンピュータープログラムの実行に適するプロセッサは、例示としては、汎用及び特別目的の両方のマイクロプロセッサ、及び任意の種類のデジタル若しくはアナログコンピューターの任意の1以上のプロセッサを含む。一般的に、プロセッサがリードオンリーメモリ若しくはランダムアクセスメモリ若しくは双方から指令及びデータを受け取る。コンピューターの本質的な要素は、指令を実行するためのプロセッサと、指令及び／又はデータを記憶するための1以上の記憶装置である。キャッシュといった記憶装置が一時的にデータを記憶するために用いられ得る。記憶装置は、長期データ記憶部のためにも用いられ得る。一般的に、コンピューターは、データを記憶するための1以上の大記憶装置、例えば、磁気、光磁気ディスク、若しくは光学ディスクを含み、またそこからデータを受け取り、若しくはそこへデータを送る、又は両方を行うように動作可能に結合される。コンピューターは、また通信ネットワークに動作可能に結合され、ネットワークから指令及び／又はデータを受け取り、及び／又はネットワークへ指令及び／又はデータを送る。コンピュータープログラム指令及びデータを体現するのに適するコンピューター読み取り可能記憶媒体は、例示として、半導体記憶装置、例えば、DRAM、SRAM、E

40

50

PROM、EEPROM、及びフラッシュメモリ装置；磁気ディスク、例えば、内部ハードディスク若しくはリムーバブルディスク；磁気光ディスク；及び光学ディスク、例えば、CD、DVD、HD-DVD、及びBlu-ray(登録商標)ディスクを含む全形態の揮発及び不揮発メモリを含む。プロセッサ及びメモリは、特別目的ロジック回路により補助され、及び／又はそこに組み込まれ得る。

#### 【0051】

ユーザーとの相互作用を提供するため、上述の技術が、ユーザーがコンピューターに入力を提供することができる(例えば、ユーザーインターフェース要素に作用できる)、ユーザーに情報を表示するためのディスプレイ装置、例えば、CRT(陰極線管)、プラズマ、若しくはLCD(液晶ディスプレイ)モニター、キーボード、及びポインティング装置、例えば、マウス、トラックボール、タッチパッド、若しくはモーションセンサーに接続されたコンピューター上で実施され得る。他の種類の装置も同様にユーザーとの相互作用を提供するために用いられ得る；例えば、ユーザーに提供されるフィードバックが、任意の形態のセンサーフィードバック、例えば、視覚フィードバック、聴覚フィードバック、若しくは触覚フィードバックであり得る；またユーザーからの入力、音調、スピーチ、及び／又は触覚入力を含む任意の形態において受け取られる。

10

#### 【0052】

上述の技術は、バックエンドコンポーネントを含む分散コンピューティングシステムにおいて実施できる。バックエンドコンポーネントは、例えば、データサーバー、ミドルウェアコンポーネント、及び／又はアプリケーションサーバーであり得る。上述の技術は、フロントエンドコンポーネントを含む分散コンピューティングシステムにおいて実施できる。フロントエンドコンポーネントは、例えば、グラフィカルユーザーインターフェース、ユーザーが例示の実施と相互作用できるウェブブラウザー、及び／又は送信装置のための他のグラフィカルユーザーインターフェースを有するクライアントコンピューターであり得る。上述の技術は、そのようなバックエンド、ミドルウェア、若しくはフロントエンドコンポーネントの任意の組み合わせを含む分散コンピューティングシステムにおいて実施できる。

20

#### 【0053】

コンピューティングシステムのコンポーネントは、伝送媒体を介して相互接続でき、それは、デジタル若しくはアナログデータ通信(例えば、通信ネットワーク)の任意の形態若しくは媒体を含むことができる。伝送媒体は、任意の形態の1以上のパケット基準ネットワーク及び／又は1以上の回路基準ネットワークを含むことができる。パケット基準ネットワークは、例えば、インターネット、キャリアインターネットプロトコル(IP)ネットワーク(例えば、ローカルエリアネットワーク(LAN)、ワイドエリアネットワーク(WAN)、キャンパスエリアネットワーク(CAN)、メトロポリタンエリアネットワーク(MAN)、ホームエリアネットワーク(HAN))、プライベートIPネットワーク、IP構内電話交換機(IPBX)、ワイヤレスネットワーク(例えば、ラジオアクセスネットワーク(RAN)、ブルートゥース、Wi-Fi、Wimax、汎用パケットラジオサービス(GPRS)ネットワーク、ハイパーLAN)、及び／又は他のパケット基準ネットワークを含み得る。回路基準ネットワークは、例えば、公衆交換電話網(PSTN)、レガシー構内電話交換機(PBX)、ワイヤレスネットワーク(例えば、RAN、符合分割多重アクセス(CDMA)ネットワーク、時分割多重アクセス(TDMA)ネットワーク、グローバル・システム・フォー・モバイル・コミュニケーション(GSM)ネットワーク)、及び／又は他の回路基準ネットワークを含み得る。

30

40

#### 【0054】

伝送媒体上を伝送する情報は、1以上の通信プロトコルに基づき得る。通信プロトコルは、例えば、イーサネット(登録商標)プロトコル、インターネットプロトコル(IP)、ヴォイスオーバーIP(VOIP)、ピアトゥーピア(P2P)プロトコル、ハイパーテキストプロトコル(HTTP)、セッション開始プロトコル(SIP)、H.323、メディアゲートウェイコントロールプロトコル(MGCP)、シグナリングシステム#7

50

(SS7)、グローバル・システム・フォー・モバイル・コミュニケーション (GSM) プロトコル、プッシュトゥーターク (PTT) プロトコル、PTTオーバーセルラー (POC) プロトコル、及び／又は他の通信プロトコルを含み得る。

#### 【0055】

コンピューティングシステムの装置は、例えば、コンピューター、ブラウザー装置を有するコンピューター、電話、IP電話、モバイル装置（例えば、携帯電話、パーソナルデジタルアシスタント (PDA) 装置、ラップトップコンピューター、電子メール装置）、及び／又は他の通信装置を含み得る。ブラウザー装置は、例えば、ワールドワイド・ウェブブラウザー（例えば、マイクロソフト社から入手できるMicrosoft（登録商標）Internet Explorer（登録商標）、Mozilla社から入手できるMozilla（登録商標）Firefox）を有するコンピューター（例えば、デスクトップコンピューター、ラップトップコンピューター）を含む。モバイルコンピューティング装置は、例えば、Blackberry（登録商標）を含む。IP電話は、例えば、シスコシステムから入手できるCisco（登録商標）Unified IP Phone 7985G及び／又はシスコシステムから入手できるCisco（登録商標）Unified Wireless Phone 7920を含む。

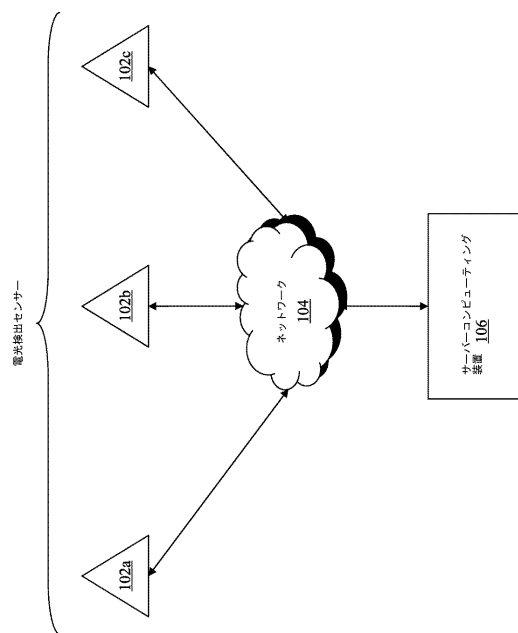
#### 【0056】

備える、含む、及び／又は個々の複数の形態は、非限定的であり、また列挙されたものを含み、また列挙されていない追加のものも含むことができる。及び／又はは、非限定的であり、また列挙されたものの1以上、また列挙されたものの組み合わせを含む。

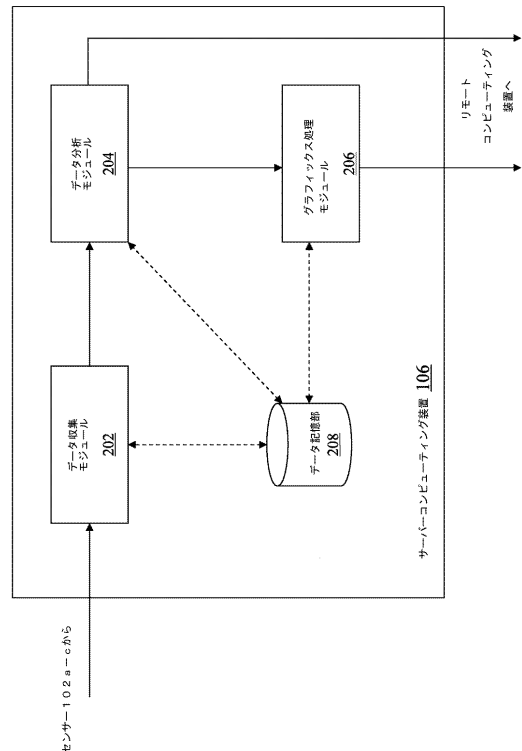
#### 【0057】

当業者は、その精神若しくは本質的な特徴から逸脱することなく本発明が他の特定の形態で具現化されると理解するだろう。従って、上述の実施形態は、本明細書に記述の本発明の限定というよりは全側面において例示であるものと考えられる。

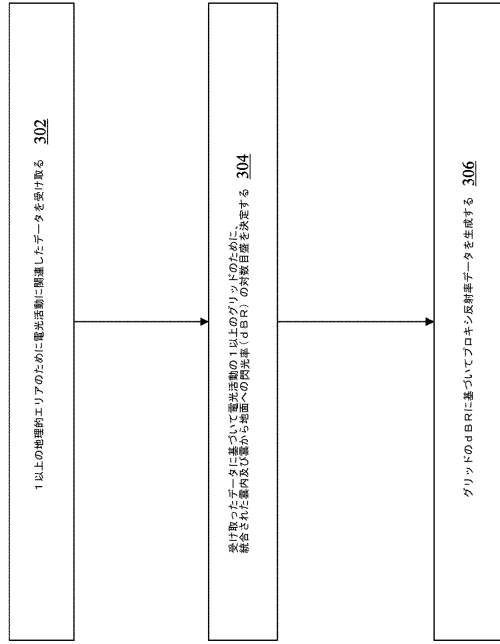
【図1】



【図2】



【図 3】



300

【図 4】

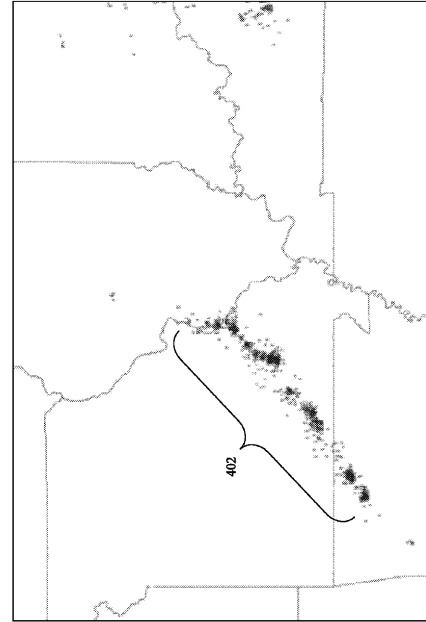


FIG. 4

【図 5】

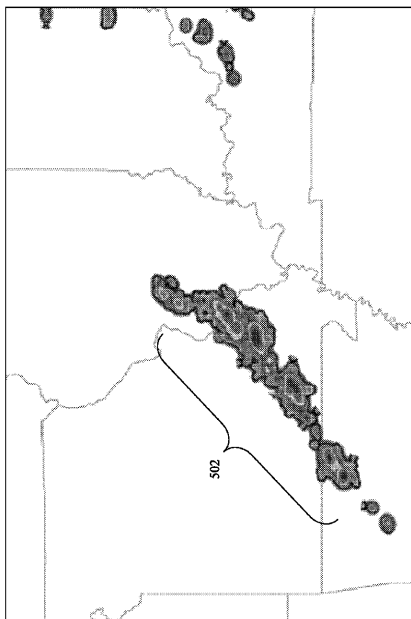


FIG. 5

【図 6】

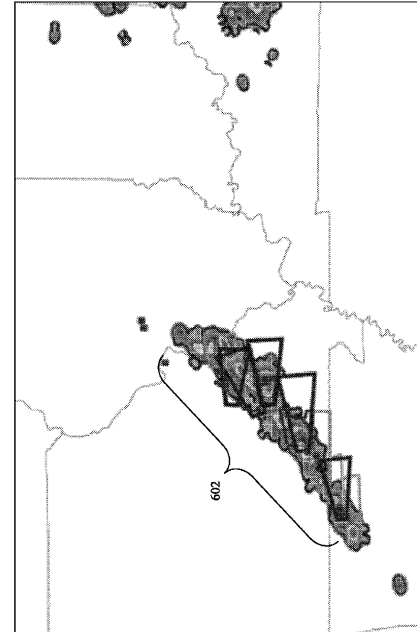


FIG. 6

---

フロントページの続き

- (72)発明者 コングリン・リユー  
アメリカ合衆国20850メリーランド州ロックビル、ウィロー・トゥリート・テラス9906
- (72)発明者 ロバート・エス・マーシャル  
アメリカ合衆国21754メリーランド州イジャムズビル、グリーンズワード・リンク10130
- (72)発明者 エレナ・ノヴァコフスカヤ  
アメリカ合衆国10514ニューヨーク州チャパクア、ヒューズ・レーン4
- (72)発明者 クリストファー・デイル・スループ  
アメリカ合衆国21771メリーランド州マウント・エアリー、ソーンベリー・コート305

審査官 田中 秀直

- (56)参考文献 米国特許第07868811 (US, B1)  
A.T.Pessi and S.Businger, Relationships among Lightning, Precipitation, and Hydrometeor Characteristics over the North Pacific Ocean, Journal of Applied Meteorology and Climatology, 米国, American Meteorological Society, 2009年 4月, VOL. 48, P. 833-848
- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01W 1/00-1/18  
JSTPlus (JDreamII)