

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5502840号
(P5502840)

(45) 発行日 平成26年5月28日(2014.5.28)

(24) 登録日 平成26年3月20日(2014.3.20)

(51) Int.Cl.	F I
GO6Q 50/10 (2012.01)	GO6Q 50/10 130
GO1W 1/10 (2006.01)	GO6Q 50/10 180
	GO1W 1/10 E

請求項の数 21 (全 34 頁)

(21) 出願番号	特願2011-261309 (P2011-261309)	(73) 特許権者	000004226
(22) 出願日	平成23年11月30日(2011.11.30)		日本電信電話株式会社
(65) 公開番号	特開2013-114531 (P2013-114531A)		東京都千代田区大手町一丁目5番1号
(43) 公開日	平成25年6月10日(2013.6.10)	(74) 代理人	100064621
審査請求日	平成25年3月12日(2013.3.12)		弁理士 山川 政樹
		(74) 代理人	100098394
			弁理士 山川 茂樹
		(74) 代理人	100153006
			弁理士 小池 勇三
		(72) 発明者	張 曉曦
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日 本電信電話株式会社内
		(72) 発明者	杉山 聡
			東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日 本電信電話株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 落雷被害予測装置、方法およびプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも落雷の発生日時、発生位置、発生時の瞬間最大電流値に関する落雷データを記憶する落雷データベースと、

少なくとも通信サービスの提供エリアの位置と前記提供エリア内に配置された設備の総数に関する設備データを記憶する設備データベースと、

前記落雷データと前記設備データとから前記提供エリアの落雷エネルギーを表す落雷エネルギー情報を取得する落雷エネルギー情報取得部と、

前記設備データから前記提供エリアの前記設備の総数と前記設備の設置位置とを表すサービスエリア情報を取得するサービスエリア情報取得部と、

前記落雷エネルギー情報および前記サービスエリア情報に基づいて前記提供エリアにおける前記設備の落雷による故障の発生頻度を表す雷害故障頻度情報を導出する導出部とを備えることを特徴とする落雷被害予測装置。

【請求項2】

請求項1に記載された落雷被害予測装置において、前記導出部は、

前記落雷エネルギー情報から前記提供エリアにおける所定単位期間当たりの落雷の合計エネルギー量を表す落雷エネルギー合計値(LI)と、前記サービスエリア情報から前記提供エリアの所定単位領域当たりの設備の密度を表す配置密度(Nt)とを導出し、前記提供エリアにおける前記設備の落雷による故障回数の予測値である雷害故障密度(Nd

)を導出するための予測式

$$N d_{(i)} = k \times (L I_{(i)})^a \times N t_{(i)}^b$$

(ここで、kは回帰係数、a、bは回帰乗数(0.3 < a, b < 1.1)、iは位置情報を表す。)

に前記落雷エネルギー合計値(LI)と前記配置密度(Nt)とを代入して演算することにより、前記雷害故障頻度情報として雷害故障密度(Nd)を導出する

ことを特徴とする落雷被害予測装置。

【請求項3】

請求項1に記載された落雷被害予測装置において、

前記設備データベースは、更に、個々の設備の雷耐性に関するデータを雷耐性データとして記憶し、

前記設備の雷耐性データと前記設備データとから前記提供エリアの設備の耐圧性を表す設備雷耐性情報を取得する設備雷耐性情報取得部を更に備え、

前記導出部は、

前記落雷エネルギー情報、前記サービスエリア情報および前記設備雷耐性情報に基づいて、前記提供エリアにおける前記設備の落雷による故障の発生頻度を表す雷害故障頻度情報を導出する

ことを特徴とする落雷被害予測装置。

【請求項4】

請求項3に記載された落雷被害予測装置において、

前記導出部は、

前記落雷エネルギー情報から前記提供エリアにおける所定単位期間当たりの落雷の合計エネルギー量を表す落雷エネルギー合計値(LI)と、前記サービスエリア情報から前記提供エリアの所定単位領域当たりの設備の密度を表す配置密度(Nt)と、前記設備雷耐性情報から前記提供エリアにおける所定単位領域当たりの設備の平均雷耐性を表す過電圧耐力影響係数(Ta)とを導出し、前記提供エリアにおける前記設備の落雷による故障回数の予測値である雷害故障密度(Nd)を導出するための予測式

$$N d_{(i)} = k \times (L I_{(i)})^a \times N t_{(i)}^b \times T a_{(i)}^c$$

(ここで、kは回帰係数、a、b、cは回帰乗数(0.3 < a, b, c < 1.1)、iは位置情報を表す。)

に前記落雷エネルギー合計値(LI)と前記配置密度(Nt)と前記過電圧耐力影響係数(Ta)とを代入して演算することにより、前記雷害故障頻度情報として雷害故障密度(Nd)を導出する

ことを特徴とする落雷被害予測装置。

【請求項5】

請求項3に記載された落雷被害予測装置において、

少なくとも前記設備の故障率に関する故障データを記憶する故障データベースと、

少なくとも前記提供エリアの地形を表す地形データを記憶する地形データベースと、

前記設備データ、前記故障データおよび前記地形データから前記提供エリアの地形の起伏に伴う前記設備の故障率の変化を表す地形起伏影響情報を取得する地形起伏影響情報取得部とを更に備え、

前記導出部は、

前記落雷エネルギー情報、前記サービスエリア情報、前記設備雷耐性情報および前記地形起伏影響情報に基づいて、前記提供エリアにおける前記設備の落雷による故障の発生頻度を表す雷害故障頻度情報を導出する

ことを特徴とする落雷被害予測装置。

【請求項6】

請求項5に記載された落雷被害予測装置において、

前記導出部は、

前記落雷エネルギー情報から前記提供エリアにおける所定単位期間当たりの落雷の合計

10

20

30

40

50

エネルギー量を表す落雷エネルギー合計値（ $L I$ ）と、前記サービスエリア情報から前記提供エリアの所定単位領域当たりの設備の密度を表す配置密度（ $N t$ ）と、前記設備雷耐性情報から前記提供エリアにおける所定単位領域当たりの設備の平均雷耐性を表す過電圧耐力影響係数（ $T a$ ）と、前記サービスエリア情報と前記地形起伏影響情報とから前記設備の設置位置における海拔高度の変動に伴う故障率の影響度を表す地形起伏影響度（ $R e$ ）とを導出し、前記提供エリアにおける前記設備の落雷による故障回数の予測値である雷害故障密度（ $N d$ ）を導出するための予測式

$$N d_{(i)} = k \times (L I_{(i)})^a \times N t_{(i)}^b \times T a_{(i)}^c \times R e_{(i)}^f$$

（ここで、 k は回帰係数、 a, b, c, f は回帰乗数（ $0.3 < a, b, c, f < 1.1$ ））、 i は位置情報を表す。）

に前記落雷エネルギー合計値（ $L I$ ）と前記配置密度（ $N t$ ）と前記過電圧耐力影響係数（ $T a$ ）と前記地形起伏影響度（ $R e$ ）とを代入して演算することにより、前記雷害故障頻度情報として雷害故障密度（ $N d$ ）を導出する

ことを特徴とする落雷被害予測装置。

【請求項 7】

請求項 5 に記載された落雷被害予測装置において、

少なくとも前記提供エリア内に敷設された通信線の種別と位置と距離とに関する通信線データを記憶する通信線データベースと、

前記通信線データから前記提供エリア内に施設された通信線のうち地上に露出しているメタルケーブルの距離に関する地上メタルケーブル情報を取得する地上メタルケーブル情報取得部とを更に備え、

前記導出部は、

前記落雷エネルギー情報、前記サービスエリア情報、前記設備雷耐性情報、前記地形起伏影響情報および前記地上メタルケーブル情報に基づいて、前記提供エリアにおける前記設備の落雷による故障の発生頻度を表す雷害故障頻度情報を導出する

ことを特徴とする落雷被害予測装置。

【請求項 8】

請求項 7 に記載された落雷被害予測装置において、

前記導出部は、

前記落雷エネルギー情報から前記提供エリアにおける所定単位期間当たりの落雷の合計エネルギー量を表す落雷エネルギー合計値（ $L I$ ）と、前記サービスエリア情報から前記提供エリアの所定単位領域当たりの設備の密度を表す配置密度（ $N t$ ）と、前記設備雷耐性情報から前記提供エリアにおける所定単位領域当たりの設備の平均雷耐性を表す過電圧耐力影響係数（ $T a$ ）と、前記サービスエリア情報と前記地形起伏影響情報とから前記設備の設置位置における海拔高度の変動に伴う故障率の影響度を表す地形起伏影響度（ $R e$ ）と、前記地上メタルケーブル情報から前記提供エリアの所定単位領域当たりに敷設されたメタルケーブルのうち地上に露出しているメタルケーブルの総距離を表す地上メタルケーブル総距離（ $C d$ ）とを導出し、前記提供エリアにおける前記設備の落雷による故障回数の予測値である雷害故障密度（ $N d$ ）を導出するための予測式

$$N d_{(i)} = k \times (L I_{(i)})^a \times N t_{(i)}^b \times T a_{(i)}^c \times R e_{(i)}^f \times C d_{(i)}^g$$

（ここで、 k は回帰係数、 a, b, c, f, g は回帰乗数（ $0.3 < a, b, c, f, g < 1.1$ ））、 i は位置情報を表す。）

に前記落雷エネルギー合計値（ $L I$ ）と前記配置密度（ $N t$ ）と前記過電圧耐力影響係数（ $T a$ ）と前記地形起伏影響度（ $R e$ ）と前記地上メタルケーブル総距離（ $C d$ ）とを代入して演算することにより、前記雷害故障頻度情報として雷害故障密度（ $N d$ ）を導出する

ことを特徴とする落雷被害予測装置。

【請求項 9】

請求項 2、4、6、8 のいずれか 1 項に記載された落雷被害予測装置において、

前記配置密度（ $N t$ ）の代わりに、人口密度（ P ）を使う

10

20

30

40

50

ことを特徴とする落雷被害予測装置。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載された落雷被害予測装置において、

前記雷害故障頻度情報は、前記提供エリアにおける特定の期間に発生する落雷による前記設備の故障回数の推定結果を表す故障回数情報を含み、

前記導出部は、前記故障回数情報に基づいて前記提供エリア内における前記設備の保守計画に関する保守計画情報を導出する

ことを特徴とする落雷被害予測装置。

【請求項 11】

少なくとも落雷の発生日時、発生位置、発生時の瞬間最大電流値に関する落雷データを落雷データベースに記憶するステップと、

少なくとも通信サービスの提供エリアの位置と前記提供エリア内に配置された設備の総数に関する設備データを設備データベースに記憶するステップと、

前記落雷データと前記設備データとから前記提供エリアの落雷エネルギーを表す落雷エネルギー情報を取得するステップと、

前記設備データから前記提供エリアの前記設備の総数と前記設備の設置位置とを表すサービスエリア情報を取得するステップと、

前記落雷エネルギー情報および前記サービスエリア情報に基づいて前記提供エリアにおける前記設備の落雷による故障の発生頻度を表す雷害故障頻度情報を導出するステップとを備えることを特徴とする落雷被害予測方法。

【請求項 12】

請求項 11 に記載された落雷被害予測方法において、

前記雷害故障頻度情報を導出するステップは、

前記落雷エネルギー情報から前記提供エリアにおける所定単位期間当たりの落雷の合計エネルギー量を表す落雷エネルギー合計値 ($L I$) と、前記サービスエリア情報から前記提供エリアの所定単位領域当たりの設備の密度を表す配置密度 ($N t$) とを導出し、前記提供エリアにおける前記設備の落雷による故障回数の予測値である雷害故障密度 ($N d$) を導出するための予測式

$$N d_{(i)} = k \times (L I_{(i)})^a \times N t_{(i)}^b$$

(ここで、 k は回帰係数、 a 、 b は回帰乗数 ($0.3 < a$ 、 $b < 1.1$)、 i は位置情報を表す。)

に前記落雷エネルギー合計値 ($L I$) と前記配置密度 ($N t$) とを代入して演算することにより、前記雷害故障頻度情報として雷害故障密度 ($N d$) を導出する

ことを特徴とする落雷被害予測方法。

【請求項 13】

請求項 11 に記載された落雷被害予測方法において、

前記設備データベースには、更に、個々の設備の雷耐性に関するデータが雷耐性データとして記憶され、

前記設備の雷耐性データと前記設備データとから前記提供エリアの設備の耐圧性を表す設備雷耐性情報を取得するステップを更に備え、

前記雷害故障頻度情報を導出するステップは、

前記落雷エネルギー情報、前記サービスエリア情報および前記設備雷耐性情報に基づいて、前記提供エリアにおける前記設備の落雷による故障の発生頻度を表す雷害故障頻度情報を導出する

ことを特徴とする落雷被害予測方法。

【請求項 14】

請求項 13 に記載された落雷被害予測方法において、

前記雷害故障頻度情報を導出するステップは、

前記落雷エネルギー情報から前記提供エリアにおける所定単位期間当たりの落雷の合計エネルギー量を表す落雷エネルギー合計値 ($L I$) と、前記サービスエリア情報から前

10

20

30

40

50

記提供エリアの所定単位領域当たりの設備の密度を表す配置密度 (N t) と、前記設備雷耐性情報から前記提供エリアにおける所定単位領域当たりの設備の平均雷耐性を表す過電圧耐力影響係数 (T a) とを導出し、前記提供エリアにおける前記設備の落雷による故障回数の予測値である雷害故障密度 (N d) を導出するための予測式

$$N d_{(i)} = k \times (L I_{(i)})^a \times N t_{(i)}^b \times T a_{(i)}^c$$

(ここで、k は回帰係数、a , b , c は回帰乗数 (0 . 3 < a , b , c < 1 . 1)、i は位置情報を表す。)

に前記落雷エネルギー合計値 (L I) と前記配置密度 (N t) と前記過電圧耐力影響係数 (T a) とを代入して演算することにより、前記雷害故障頻度情報として雷害故障密度 (N d) を導出する

ことを特徴とする落雷被害予測方法。

【請求項 15】

請求項 13 に記載された落雷被害予測方法において、

少なくとも前記設備の故障率に関する故障データを故障データベースに記憶するステップと、

少なくとも前記提供エリアの地形を表す地形データを地形データベースに記憶するステップと、

前記設備データ、前記故障データおよび前記地形データから前記提供エリアの地形の起伏に伴う前記設備の故障率の変化を表す地形起伏影響情報を取得するステップとを更に備え、

前記雷害故障頻度情報を導出するステップは、

前記落雷エネルギー情報、前記サービスエリア情報、前記設備雷耐性情報および前記地形起伏影響情報に基づいて、前記提供エリアにおける前記設備の落雷による故障の発生頻度を表す雷害故障頻度情報を導出する

ことを特徴とする落雷被害予測方法。

【請求項 16】

請求項 15 に記載された落雷被害予測方法において、

前記雷害故障頻度情報を導出するステップは、

前記落雷エネルギー情報から前記提供エリアにおける所定単位期間当たりの落雷の合計エネルギー量を表す落雷エネルギー合計値 (L I) と、前記サービスエリア情報から前記提供エリアの所定単位領域当たりの設備の密度を表す配置密度 (N t) と、前記設備雷耐性情報から前記提供エリアにおける所定単位領域当たりの設備の平均雷耐性を表す過電圧耐力影響係数 (T a) と、前記サービスエリア情報と前記地形起伏影響情報とから前記設備の設置位置における海拔高度の変動に伴う故障率の影響度を表す地形起伏影響度 (R e) とを導出し、前記提供エリアにおける前記設備の落雷による故障回数の予測値である雷害故障密度 (N d) を導出するための予測式

$$N d_{(i)} = k \times (L I_{(i)})^a \times N t_{(i)}^b \times T a_{(i)}^c \times R e_{(i)}^f$$

(ここで、k は回帰係数、a , b , c , f は回帰乗数 (0 . 3 < a , b , c , f < 1 . 1)、i は位置情報を表す。)

に前記落雷エネルギー合計値 (L I) と前記配置密度 (N t) と前記過電圧耐力影響係数 (T a) と前記地形起伏影響度 (R e) とを代入して演算することにより、前記雷害故障頻度情報として雷害故障密度 (N d) を導出する

ことを特徴とする落雷被害予測方法。

【請求項 17】

請求項 15 に記載された落雷被害予測方法において、

少なくとも前記提供エリア内に敷設された通信線の種別と位置と距離とに関する通信線データを通信線データベースに記憶するステップと、

前記通信線データから前記提供エリア内に施設された通信線のうち地上に露出しているメタルケーブルの距離に関する地上メタルケーブル情報を取得するステップとを更に備え、

、

10

20

30

40

50

前記雷害故障頻度情報を導出するステップは、

前記落雷エネルギー情報、前記サービスエリア情報、前記設備雷耐性情報、前記地形起伏影響情報および前記地上メタルケーブル情報に基づいて、前記提供エリアにおける前記設備の落雷による故障の発生頻度を表す雷害故障頻度情報を導出することを特徴とする落雷被害予測方法。

【請求項 18】

請求項 17 に記載された落雷被害予測方法において、

前記雷害故障頻度情報を導出するステップは、

前記落雷エネルギー情報から前記提供エリアにおける所定単位期間当たりの落雷の合計エネルギー量を表す落雷エネルギー合計値 ($L I$) と、前記サービスエリア情報から前記提供エリアの所定単位領域当たりの設備の密度を表す配置密度 ($N t$) と、前記設備雷耐性情報から前記提供エリアにおける所定単位領域あたりの設備の平均雷耐性を表す過電圧耐力影響係数 ($T a$) と、前記サービスエリア情報と前記地形起伏影響情報とから前記設備の設置位置における海拔高度の変動に伴う故障率の影響度を表す地形起伏影響度 ($R e$) と、前記地上メタルケーブル情報から前記提供エリアの所定単位領域当たりに敷設されたメタルケーブルのうち地上に露出しているメタルケーブルの総距離を表す地上メタルケーブル総距離 ($C d$) とを導出し、前記提供エリアにおける前記設備の落雷による故障回数の予測値である雷害故障密度 ($N d$) を導出するための予測式

$$N d_{(i)} = k \times (L I_{(i)})^a \times N t_{(i)}^b \times T a_{(i)}^c \times R e_{(i)}^f \times C d_{(i)}^g$$

(ここで、 k は回帰係数、 a, b, c, f, g は回帰乗数 ($0.3 < a, b, c, f, g < 1.1$)、 i は位置情報を表す。)

に前記落雷エネルギー合計値 ($L I$) と前記配置密度 ($N t$) と前記過電圧耐力影響係数 ($T a$) と前記地形起伏影響度 ($R e$) と前記地上メタルケーブル総距離 ($C d$) とを代入して演算することにより、前記雷害故障頻度情報として雷害故障密度 ($N d$) を導出する

ことを特徴とする落雷被害予測方法。

【請求項 19】

請求項 12、14、16、18 のいずれか 1 項に記載された落雷被害予測方法において、

前記配置密度 ($N t$) の代わりに、人口密度 (P) を使う

ことを特徴とする落雷被害予測方法。

【請求項 20】

請求項 11 乃至 19 のいずれか 1 項に記載された落雷被害予測方法において、

前記雷害故障頻度情報は、前記提供エリアにおける特定の期間に発生する落雷による前記設備の故障回数の推定結果を表す故障回数情報を含み、

前記雷害故障頻度情報を導出するステップは、前記故障回数情報に基づいて前記提供エリア内における前記設備の保守計画に関する保守計画情報を導出する

ことを特徴とする落雷被害予測方法。

【請求項 21】

請求項 11 ~ 20 の何れか 1 項に記載された落雷被害予測方法における各ステップの処理をコンピュータに実行させるための落雷被害予測プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、落雷被害予測装置、方法およびプログラムに関し、特に、落雷による設備の故障状況を予測する落雷被害予測装置、方法およびプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

落雷による設備の故障 (以下、「雷害故障」という。) が発生した場合、特に故障した設備が使用中であった場合は、迅速な対応が強く要望される。雷害故障に対して即時に対

10

20

30

40

50

応するためには、修復に対応する要員や補修部品を雷害故障の発生の頻度に応じて効率よく確保することが望まれる。このために、落雷の発生頻度などから、雷害故障の発生頻度を精度よく導出することが必要となる。

【0003】

そこで、従来より、雷害故障の発生時の後、直ちに故障した設備の修理を実施するための要員の確保や補修部品の準備を可能とするために、所定の領域における落雷の発生頻度と設備密度とを考慮した任意期間における雷害故障の発生頻度を予測する技術が知られている（例えば、特許文献1、2参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0004】

【特許文献1】特開2008-15620号公報

【特許文献2】特開2009-15450号公報

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献1】株式会社フランクリン・ジャパン、〔平成23年11月17日検索〕、インターネット<URL: <http://www.franklinjapan.jp/cgi-bin/franklin/siteup.cgi?category=4&page=2#a>>）

【非特許文献2】国土交通省ハザードマップポータルサイト、〔平成23年11月17日検索〕、インターネット<URL: <http://disaportal.gsi.go.jp/>>）

20

【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、特許文献1、2に開示されている従来の技術では、所定の領域における落雷の発生頻度と設備密度とを考慮して雷害故障の発生頻度を予測することにより補修部品や保守要員の確保を実施する技術であって、後述する雷の特性を考慮して雷害故障の発生頻度を予測するものではない。

【0007】

すなわち、設備の故障は瞬間的に大電流が流れるなど、設備に一定の負荷がかかり、その負荷に設備が耐えられない場合に故障が発生する。したがって、瞬間電流値が一定のレベルに達していない落雷は、通信設備の故障には影響が極めて小さい。一方で瞬間電流値が大きければ大きいほど、影響範囲が広いという特徴がある。同じ一発の落雷と言っても、瞬間電流値の大きさによって、設備故障に大きな影響を与える。

30

【0008】

しかし、特許文献1、2に開示されている従来の技術は、このような雷の特性が考慮されておらず、雷害故障の発生頻度の予測精度が低いといった問題があった。

【0009】

そこで本発明は、上述した課題を解決するために、雷の特性を考慮することにより、従来よりも高精度に雷害故障の発生頻度の予測を行うことを目的とする。

【課題を解決するための手段】

40

【0010】

上述した目的を達成するために、本発明は、少なくとも落雷の発生日時、発生位置、発生時の瞬間最大電流値に関する落雷データを記憶する落雷データベースと、少なくとも通信サービスの提供エリアの位置と提供エリア内に配置された設備の総数に関する設備データを記憶する設備データベースと、落雷データと設備データとから提供エリアの落雷エネルギーを表す落雷エネルギー情報を取得する落雷エネルギー情報取得部と、設備データから提供エリアの設備の総数と設備の設置位置とを表すサービスエリア情報を取得するサービスエリア情報取得部と、落雷エネルギー情報およびサービスエリア情報に基づいて提供エリアにおける設備の落雷による故障の発生頻度を表す雷害故障頻度情報を導出する導出部とを備えることを特徴とする。

50

【 0 0 1 1 】

これにより、本発明によれば、少なくとも落雷の発生日時、発生位置、発生時の瞬間最大電流値に関する落雷データを記憶する落雷データベースと、少なくとも通信サービスの提供エリアの位置と提供エリア内に配置された設備の総数に関する設備データを記憶する設備データベースとを用い、落雷データベースに記憶された落雷データと設備データベースに記憶された設備データとから提供エリアの落雷エネルギーを表す落雷エネルギー情報が取得され、設備データベースに記憶された設備データから提供エリアの設備の総数と設備の設置位置とを表すサービスエリア情報が取得され、この取得された落雷エネルギー情報とサービスエリア情報とに基づいて提供エリアにおける設備の落雷による故障の発生頻度を表す雷害故障頻度情報が導出される。本発明において、設備の落雷による故障の発生頻度を表す雷害故障頻度情報は、例えば設備の落雷による故障回数とする。本発明では、雷害故障頻度情報の導出に際して、提供エリアの落雷エネルギーを表す落雷エネルギー情報を用いることから、落雷発生時の瞬間最大電流値などの雷の特性が考慮されるものとなり、高精度な雷害故障の発生頻度の予測が可能となる。

10

【 0 0 1 2 】

本発明における導出部は、落雷エネルギー情報から提供エリアにおける所定単位期間当たりの落雷の合計エネルギー量を表す落雷エネルギー合計値 ($L I$) と、サービスエリア情報から提供エリアの所定単位領域当たりの設備の密度を表す配置密度 ($N t$) とを導出し、提供エリアにおける設備の落雷による故障回数の予測値である雷害故障密度 ($N d$) を導出するための予測式

20

$$N d_{(i)} = k \times (L I_{(i)})^a \times N t_{(i)}^b$$

(ここで、 k は回帰係数、 a 、 b は回帰乗数 ($0.3 < a$, $b < 1.1$)、 i は位置情報を表す。)

に落雷エネルギー合計値 ($L I$) と配置密度 ($N t$) とを代入して演算することにより、雷害故障頻度情報として雷害故障密度 ($N d$) を導出してよい。

なお、落雷エネルギー合計値 ($L I$) は、例えば、提供エリアにおける所定単位期間当たりのすべての落雷の瞬間最大電流値の合計として求めるようにする。また、上記予測式において、 a と b の数値は、過去の実データを用いて統計解析で求めることができる。

【 0 0 1 3 】

また、本発明に係る落雷被害予測装置において、設備データベースに、更に、個々の設備の雷耐性に関するデータを雷耐性データとして記憶させるようにし、設備の雷耐性データと設備データとから提供エリアの設備の耐圧性を表す設備雷耐性情報を取得する設備雷耐性情報取得部を更に設け、導出部は、落雷エネルギー情報、サービスエリア情報および設備雷耐性情報に基づいて、提供エリアにおける設備の落雷による故障の発生頻度を表す雷害故障頻度情報を導出するものとしてもよい。

30

設備の雷耐力は装置の種類、製造メーカー毎に異なり、雷耐性が強い設備ほど、故障しにくくなる特徴がある。異なる2つの設備に同じ電流値が流れる場合でも、故障する装置と故障しない装置が現れる。雷害故障頻度情報の導出に際して、提供エリアの設備の耐圧性を表す設備雷耐性情報を用いることから、落雷発生時の瞬間最大電流値などの雷の特性に加えて、雷耐性などの設備の特性も考慮されるものとなり、さらに高精度な雷害故障の発生頻度の予測が可能となる。

40

【 0 0 1 4 】

また、本発明における導出部は、落雷エネルギー情報から提供エリアにおける所定単位期間当たりの落雷の合計エネルギー量を表す落雷エネルギー合計値 ($L I$) と、サービスエリア情報から提供エリアの所定単位領域当たりの設備の密度を表す配置密度 ($N t$) と、設備雷耐性情報から提供エリアにおける所定単位領域あたりの設備の平均雷耐性を表す過電圧耐力影響係数 ($T a$) とを導出し、提供エリアにおける設備の落雷による故障回数の予測値である雷害故障密度 ($N d$) を導出するための予測式

$$N d_{(i)} = k \times (L I_{(i)})^a \times N t_{(i)}^b \times T a_{(i)}^c$$

(ここで、 k は回帰係数、 a 、 b 、 c は回帰乗数 ($0.3 < a$, b , $c < 1.1$)、 i は

50

位置情報を表す。)

に落雷エネルギー合計値 ($L I$) と配置密度 ($N t$) と過電圧耐力影響係数 ($T a$) とを代入して演算することにより、雷害故障頻度情報として雷害故障密度 ($N d$) を導出して良い。

なお、落雷エネルギー合計値 ($L I$) は、例えば、提供エリアにおける所定単位期間当たりの一定規模以上の落雷の瞬間最大電流値の合計として求めるようにする。一定規模以上の落雷とは、所定単位領域内の設備の過電圧耐力影響係数 $T a$ を基準に、平均的に耐えられる電流値を求め、その電流値以上の落雷として定義する。また、ある過電圧耐力影響係数 $T a$ とそれに耐えられる電流値の関係は、実験データから求めるようにすると良い。

10

【 0 0 1 5 】

また、本発明に係る落雷被害予測装置において、少なくとも設備の故障率に関する故障データを記憶する故障データベースと、少なくとも提供エリアの地形を表す地形データを記憶する地形データベースと、設備データ、故障データおよび地形データから提供エリアの地形の起伏に伴う設備の故障率の変化を表す地形起伏影響情報を取得する地形起伏影響情報取得部とを更に備え、導出部は、落雷エネルギー情報、サービスエリア情報、設備雷耐性情報および地形起伏影響情報に基づいて、提供エリアにおける設備の落雷による故障の発生頻度を表す雷害故障頻度情報を導出して良い。

落雷は、高い所 (周囲範囲の中で相対的に背の高い物や場所) に発生する可能性が高いという性質を有している。雷害故障頻度情報の導出に際して、提供エリアの地形の起伏に伴う設備の故障率の変化を表す地形起伏影響情報を用いることから、落雷発生時の瞬間最大電流値などの雷の特性や雷耐性などの設備の特性に加えて、地形の起伏も考慮されるものとなり、さらに高精度な雷害故障の発生頻度の予測が可能となる。

20

【 0 0 1 6 】

また、本発明における導出部は、落雷エネルギー情報から提供エリアにおける所定単位期間当たりの落雷の合計エネルギー量を表す落雷エネルギー合計値 ($L I$) と、サービスエリア情報から提供エリアの所定単位領域当たりの設備の密度を表す配置密度 ($N t$) と、設備雷耐性情報から提供エリアにおける所定単位領域あたりの設備の平均雷耐性を表す過電圧耐力影響係数 ($T a$) と、サービスエリア情報と地形起伏影響情報とから設備の設置位置における海拔高度の変動に伴う故障率の影響度を表す地形起伏影響度 ($R e$) とを導出し、提供エリアにおける設備の落雷による故障回数の予測値である雷害故障密度 ($N d$) を導出するための予測式

30

$$N d_{(i)} = k \times (L I_{(i)})^a \times N t_{(i)}^b \times T a_{(i)}^c \times R e_{(i)}^f$$

(ここで、 k は回帰係数、 a 、 b 、 c 、 f は回帰乗数 ($0.3 < a, b, c, f < 1.1$)、 i は位置情報を表す。)

に落雷エネルギー合計値 ($L I$) と配置密度 ($N t$) と過電圧耐力影響係数 ($T a$) と地形起伏影響度 ($R e$) とを代入して演算することにより、雷害故障頻度情報として雷害故障密度 ($N d$) を導出して良い。

【 0 0 1 7 】

また、本発明に係る落雷被害予測装置において、少なくとも提供エリア内に敷設された通信線の種別と位置と距離とに関する通信線データを記憶する通信線データベースと、通信線データから提供エリア内に施設された通信線のうち地上に露出しているメタルケーブルの距離に関する地上メタルケーブル情報を取得する地上メタルケーブル情報取得部とを更に備え、導出部は、落雷エネルギー情報、サービスエリア情報、設備雷耐性情報、地形起伏影響情報および地上メタルケーブル情報に基づいて、提供エリアにおける設備の落雷による故障の発生頻度を表す雷害故障頻度情報を導出して良い。

40

落雷による雷サージの伝搬ルートは、地上に露出している電線の距離や、ある領域内に露出している電線の密度と深い関係がある。雷害故障頻度情報の導出に際して、提供エリア内に施設された通信線のうち地上に露出しているメタルケーブルの距離に関する地上メタルケーブル情報を用いることから、落雷発生時の瞬間最大電流値などの雷の特性や雷耐

50

性などの設備の特性や地形の起伏に加えて、雷サージの伝搬ルートも考慮されるものとなり、さらに高精度な雷害故障の発生頻度の予測が可能となる。

【0018】

また、本発明における導出部は、落雷エネルギー情報から提供エリアにおける所定単位期間当たりの落雷の合計エネルギー量を表す落雷エネルギー合計値（ $L I$ ）と、サービスエリア情報から提供エリアの所定単位領域当たりの設備の密度を表す配置密度（ $N t$ ）と、設備雷耐性情報から提供エリアにおける所定単位領域あたりの設備の平均雷耐性を表す過電圧耐力影響係数（ $T a$ ）と、サービスエリア情報と地形起伏影響情報とから設備の設置位置における海拔高度の変動に伴う故障率の影響度を表す地形起伏影響度（ $R e$ ）と、地上メタルケーブル情報から提供エリアの所定単位領域あたりに敷設されたメタルケーブルのうち地上に露出しているメタルケーブルの総距離を表す地上メタルケーブル総距離（ $C d$ ）とを導出し、提供エリアにおける設備の落雷による故障回数の予測値である雷害故障密度（ $N d$ ）を導出するための予測式

$$N d_{(i)} = k \times (L I_{(i)})^a \times N t_{(i)}^b \times T a_{(i)}^c \times R e_{(i)}^f \times C d_{(i)}^g$$

（ここで、 k は回帰係数、 a, b, c, f, g は回帰乗数（ $0.3 < a, b, c, f, g < 1.1$ ）、 i は位置情報を表す。）

に落雷エネルギー合計値（ $L I$ ）と配置密度（ $N t$ ）と過電圧耐力影響係数（ $T a$ ）と地形起伏影響度（ $R e$ ）と地上メタルケーブル総距離（ $C d$ ）とを代入して演算することにより、雷害故障頻度情報として雷害故障密度（ $N d$ ）を導出して良い。

【0019】

また、本発明に係る落雷被害予測装置において、配置密度（ $N t$ ）の代わりに人口密度（ P ）を使うようにしても良い。また、本発明における雷害故障頻度情報は、提供エリアにおける特定の期間に発生する落雷による設備の故障回数の推定結果を表す故障回数情報を含み、導出部は、故障回数情報に基づいて提供エリア内における設備の保守計画に関する保守計画情報を導出して良い。

【0020】

また、本発明は、上述した落雷被害予測装置に適用される落雷被害予測方法としても実現することが可能である。また、本発明に係る落雷被害予測装置や落雷被害予測方法は、コンピュータによって実行されるプログラムとしても実現でき、プログラムを記録媒体に記録することも、ネットワークを通して提供することも可能である。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、提供エリアの落雷エネルギーを表す落雷エネルギー情報と設備の総数と設備の設置位置とを表すサービスエリア情報とに基づいて、提供エリアにおける設備の落雷による故障の発生頻度を表す雷害故障頻度情報を導出するようにしたので、落雷発生時の瞬間最大電流値などの雷の特性が考慮されるものとなり、従来よりも高精度な雷害故障の発生頻度の予測を行うことが可能となる。

【0022】

また、本発明によれば、提供エリアの落雷エネルギー情報とサービスエリア情報に加え、提供エリアの設備の耐圧性を表す設備雷耐性情報に基づいて、提供エリアにおける設備の落雷による故障の発生頻度を表す雷害故障頻度情報を導出するようにしたので、落雷発生時の瞬間最大電流値などの雷の特性に加えて、過電圧耐力などの設備の特性も考慮されるものとなり、さらに高精度な雷害故障の発生頻度の予測が可能となる。

【0023】

また、本発明によれば、提供エリアの落雷エネルギー情報とサービスエリア情報と雷害故障頻度情報に加え、提供エリアの地形の起伏に伴う設備の故障率の変化を表す地形起伏影響情報に基づいて、提供エリアにおける設備の落雷による故障の発生頻度を表す雷害故障頻度情報を導出するようにしたので、落雷発生時の瞬間最大電流値などの雷の特性や雷耐性などの設備の特性に加えて、地形の起伏も考慮されるものとなり、さらに高精度な雷害故障の発生頻度の予測が可能となる。

【 0 0 2 4 】

また、本発明によれば、提供エリアの落雷エネルギー情報とサービスエリア情報と雷害故障頻度情報と地形起伏影響情報とに加え、提供エリア内に施設された通信線のうち地上に露出しているメタルケーブルの距離に関する地上メタルケーブル情報に基づいて、提供エリアにおける設備の落雷による故障の発生頻度を表す雷害故障頻度情報を導出するようにしたので、落雷発生時の瞬間最大電流値などの雷の特性や雷耐性などの設備の特性や地形の起伏に加えて、雷サージの伝搬ルートも考慮されるものとなり、さらに高精度な雷害故障の発生頻度の予測が可能となる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 5 】

【 図 1 】本発明にかかる落雷被害予測装置の第 1 の実施の形態（実施の形態 1）の構成を示すブロック図である。

【 図 2 】実施の形態 1 の落雷被害予測装置による雷害故障の発生頻度の予測機能を概念的に説明する図である。

【 図 3 】実施の形態 1 の落雷被害予測装置の動作を示すフローチャートである。

【 図 4 】落雷データベースに記憶されている落雷データの一例を示す図である。

【 図 5 】設備データベースに記憶されている設備データの一例を示す図である。

【 図 6 】本発明にかかる落雷被害予測装置の第 2 の実施の形態（実施の形態 2）の構成を示すブロック図である。

【 図 7 】実施の形態 2 の落雷被害予測装置による雷害故障の発生頻度の予測機能を概念的に説明する図である。

【 図 8 】実施の形態 2 の落雷被害予測装置の動作を示すフローチャートである。

【 図 9 】落雷データベースに記憶されている落雷データの一例を示す図である。

【 図 1 0 】本発明にかかる落雷被害予測装置の第 3 の実施の形態（実施の形態 3）の構成を示すブロック図である。

【 図 1 1 】実施の形態 3 の落雷被害予測装置による雷害故障の発生頻度の予測機能を概念的に説明する図である。

【 図 1 2 】実施の形態 3 の落雷被害予測装置の動作を示すフローチャートである。

【 図 1 3 】故障データベースに記憶されている故障データの一例を示す図である。

【 図 1 4 】地形データベースに記憶されている地形データの一例を示す図である。

【 図 1 5 】本発明にかかる落雷被害予測装置の第 4 の実施の形態（実施の形態 4）の構成を示すブロック図である。

【 図 1 6 】実施の形態 4 の落雷被害予測装置による雷害故障の発生頻度の予測機能を概念的に説明する図である。

【 図 1 7 】実施の形態 4 の落雷被害予測装置の動作を示すフローチャートである。

【 図 1 8 】通信線データベースに記憶されている通信線データの一例を示す図である。

【 図 1 9 】提供エリアおよびこの提供エリア内の計算単位（単位領域）を示す図である。

【 図 2 0 】落雷エネルギー情報取得部の出力結果（落雷エネルギー情報）を例示する図である。

【 図 2 1 】サービスエリア情報取得部の出力結果（サービスエリア情報）を例示する図である。

【 図 2 2 】設備雷耐性情報取得部の出力結果（設備雷耐性情報）を例示する図である。

【 図 2 3 】地形起伏影響情報取得部の出力結果（地形起伏影響情報）を例示する図である。

【 図 2 4 】地上メタルケーブル情報取得部の出力結果（地上メタルケーブル情報）を例示する図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 6 】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

〔 第 1 の実施の形態 〕

10

20

30

40

50

本発明の第1の実施の形態（実施の形態1）にかかる落雷被害予測装置は、通信サービスの提供エリア（以下、単に「提供エリア」という。）に配置された設備の雷害故障の発生頻度を、落雷エネルギー量を考慮して予測するものである。

【0027】

この実施の形態1にかかる落雷被害予測装置の構成を示すブロック図を図1に、この実施の形態1にかかる落雷被害予測装置による雷害故障の発生頻度の予測機能を概念的に説明する図を図2に示す。以下、実施の形態1にかかる落雷被害予測装置の構成および機能について、図1、2を参照して説明する。

【0028】

図1、2に示すように、実施の形態1の落雷被害予測装置100は、落雷データベース111と、設備データベース112と、落雷エネルギー情報取得部121と、サービスエリア情報取得部122と、導出部130とから構成されている。

10

【0029】

落雷データベース111は、少なくとも落雷の発生日時、発生位置、発生時の瞬間最大電流値に関する落雷データを記憶するデータベースである。本実施の形態において、落雷データベース111は、あるエリアにおける落雷発生数の実績を表すデータや発生した落雷毎に落雷発生日時と落雷発生位置情報と落雷エネルギー情報とを関連付けたデータを落雷データとして記憶する。

【0030】

図4に落雷データベース111に記憶されている落雷データの一例を示す。この落雷データにおいて、「落雷発生日」および「時刻」が落雷発生日時を示し、「緯度」および「経度」が落雷発生位置情報を示し、「瞬間最大電流値」および「特性」が落雷エネルギー情報を示す。なお、図4中に示したデータの内容はあくまでも一例である。このような落雷データは、一般に公開されている気象情報の落雷に関する情報に基づいて取得することができる（非特許文献1など参照）。

20

【0031】

設備データベース112は、少なくとも提供エリアの位置と提供エリア内に配置された設備の総数に関する設備データを記憶するデータベースである。本実施の形態において、設備データベース112は、提供エリアの位置を表すデータや提供エリア内に配置された設備の総数や設備の設置位置を表すデータを設備データとして記憶する。

30

【0032】

図5に設備データベース112に記憶されている設備データの一例を示す。この設備データにおいて、テーブル1の「提供エリア毎の加入者数（設備数）」が提供エリア内に配置された設備の総数を表すデータを含み、テーブル2の「各加入者の位置情報」が設備の設置位置を表すデータを含む。なお、図5中に示したデータの内容はあくまでも一例である。このような設備データは、通信サービスを提供する通信事業者によって設置された設備の配置状況と地図データと、設備製造情報に基づいて取得することができる。

【0033】

なお、上記の落雷データベース111、設備データベース112は、それぞれ独立したデータベースとしても良いが、一つのデータベース上に統合された構成としても良い。

40

【0034】

落雷エネルギー情報取得部121は、落雷データベース111に記憶されている落雷データと設備データベース112に記憶されている設備データとに基づいて、提供エリアと落雷エネルギー情報とを関連付けた落雷エネルギー情報を取得する機能部である。

【0035】

本実施の形態において、落雷エネルギー情報取得部121は、落雷データベース111と設備データベース112とから落雷データと設備データとを読み出し、読み出した落雷データに含まれる落雷発生時の瞬間最大電流値と落雷発生位置を表すデータと、読み出した設備データに含まれる提供エリアの位置を表すデータとから、提供エリアの位置と落雷発生位置とを対応させることにより提供エリア毎の落雷エネルギーを表す情報を求め、こ

50

の求めた情報を計算単位（例えば、5 kmメッシュごと：図19参照）に合わせて集計し
 なおし、落雷エネルギー情報として出力する（図20参照）。

【0036】

図19において、ARは提供エリアを示し、MSは提供エリアS1内の計算単位（単位
 領域）を示す。落雷エネルギー情報取得部121は、図20に示されるように、各提供エ
 リアARについて、メッシュ緯度とメッシュ経度とで表される単位領域MS毎に、集計し
 た落雷エネルギー量の合計（瞬間最大電流値の合計）を落雷エネルギー情報として出力す
 る。

【0037】

サービスエリア情報取得部122は、設備データベース112に記憶されている設備デ
 ータに基づいて、提供エリアの設備の総数と設備の設置位置とを表したサービスエリア情
 報を取得する機能部である。

【0038】

本実施の形態において、サービスエリア情報取得部122は、設備データベース112
 から設備データを読み出し、この設備データに含まれる提供エリア内に配置された設備の
 総数を表すデータと設備の設置位置を表すデータと、提供エリアの位置を表すデータとを
 提供エリア毎に選別することにより、提供エリア毎に設置されている設備の総数と設置位
 置とを表す情報を求め、この求めた情報を計算単位（例えば、5 kmメッシュごと：図1
 9参照）に合わせて集計しなおし、サービスエリア情報として出力する（図21参照）。

【0039】

図19において、ARは提供エリアを示し、MSは提供エリアS1内の計算単位（単位
 領域）を示す。サービスエリア情報取得部122は、図21に示されるように、各提供エ
 リアARについて、メッシュ緯度とメッシュ経度とで表される単位領域MS毎に、集計し
 た設備の総数をサービスエリア情報として出力する。

【0040】

導出部130は、落雷エネルギー情報取得部121によって取得された落雷エネルギー
 情報と、サービスエリア情報取得部122によって取得されたサービスエリア情報とに基
 づいて、提供エリアにおける設備の落雷による故障の発生頻度を表す雷害故障頻度情報
 を導出する機能部である。本実施の形態では、設備の落雷による故障の発生頻度を表す雷害
 故障頻度情報として、設備の落雷による故障回数を導出する。

【0041】

導出部130の構成について、図1および図2を参照してさらに詳しく説明する。図1
 , 2に示すように、導出部130は、故障数導出部131と故障数出力部132とから構
 成されている。

【0042】

故障数導出部131は、図2に示すように、落雷エネルギー情報取得部121によって
 取得された落雷エネルギー情報から提供エリアにおける所定単位期間当たりの落雷の合計
 エネルギー量を表す落雷エネルギー合計値（LI）と、サービスエリア情報取得部12
 2によって取得されたサービスエリア情報から提供エリアの所定の単位領域当たりの設備
 の密度を表す配置密度（Nt）とを導出する。そして、故障数導出部131は、導出した
 落雷エネルギー合計値（LI）と配置密度（Nt）とを用いて、提供エリアにおける設
 備の落雷による所定の単位期間および所定の単位領域当たりの設備の故障回数の予測値で
 ある雷害故障密度（Nd）を導出する。

【0043】

ここで、落雷エネルギー合計値（LI）、配置密度（Nt）、雷害故障密度（Nd）
 について、以下に、さらに詳しく説明する。

【0044】

<落雷エネルギー合計値（LI）について>

落雷エネルギー合計値（LI）は、該当する提供エリアにおいて、予め定められた単
 位期間当たりの落雷の合計エネルギー量を表すものである。例えば、春期（3月～6月）

10

20

30

40

50

、夏期（6月～9月）、秋期（9月～12月）、冬期（12月～3月）と単位期間を設定した場合、故障数導出部131は、夏期として設定した単位期間に該当の提供エリアに発生したすべての落雷のエネルギー量（瞬間最大電流値）の合計を落雷エネルギー情報から求め、夏期における落雷エネルギー合計値（LI）として導出する。

【0045】

<配置密度（Nt）について>

配置密度（Nt）は、提供エリア内の予め定められた単位領域当たりの設備の密度を表すものである。例えば、提供エリア内に設置されている設備の総数がSであり、提供エリア内の予め定められた単位領域内に設置されている設備の総数がTである場合、配置密度（Nt）は、T/Sで表されるものである。

10

【0046】

<雷害故障密度（Nd）について>

雷害故障密度（Nd）は、該当する提供エリアにおいて、予め定められた単位期間および単位領域当たりの設備の故障回数を表すものであり、下記の（1）式によって表すことができる。故障数導出部131は、導出した配置密度（Nt）、落雷エネルギー合計値（LI）を下記の（1）式にそれぞれ代入して演算することにより、雷害故障密度（Nd）を導出する。

【0047】

$$Nd_{(i)} = k \times (LI_{(i)})^a \times Nt_{(i)}^b \dots (1)$$

ここで、kは回帰係数、a、bは回帰乗数、iは位置情報である。また、kとa、bは、上述した各データベースに記憶されている各種データに基づいて解析的に定まる値であり、それぞれ落雷エネルギー合計値（LI）、配置密度（Nt）の重み付けを行う。

20

【0048】

k、a、bは例えば以下のようにして求めることができる。まず、（1）過去数年分の雷害故障データと落雷エネルギーデータと収容密度データを入手する。次に、（2）上記データを対数変換して、次式のような重回帰モデルを構築する。

【0049】

$$\log(Nd_{(i)}) = \log(k) + a \times \log(LI_{(i)}) + b \times \log(Nt_{(i)}) \dots (2)$$

対数変換をする理由としては、各変数の値が小さい側（0に近いところ）に偏っている場合が多く、そのまま推定式を求めることは不適切と考えられるためである。

30

【0050】

そして、（3）公知の統計ソフトウェアを用いて、上記データの対数変換値を入力し、k、a、bの値を求める。なお、このような統計解析の結果から、各回帰乗数は、 $0.3 < a, b < 1.1$ の範囲の値となることが分かっている。

【0051】

導出部130の故障数出力部132は、特定の単位期間および特定の単位領域毎の故障数導出部131による雷害故障密度（Nd）の算出結果を、提供エリアにおいて特定の期間に発生する落雷による設備の故障回数の推定結果を表す故障回数情報として導出する。導出方法としては、サービスの提供エリアと計算単位（例えば、5kmメッシュ：図19参照）の情報をかけ合わせて、ある提供エリアに入るメッシュの推定故障回数を足し合わせることによって、その提供エリアの推定故障回数を求める。また、導出した故障回数情報に基づいて、故障数出力部132は、提供エリア内における設備の保守計画に関する保守計画情報を導出する。

40

【0052】

例えば、図2に示すように、故障数出力部132は、導出した故障回数情報に基づいて、雷害故障の修理の対応に必要な要員数（以下、単に「要員数」という。）を表す情報や、要員数と期間とを関連付けた情報や、要員数と派遣先とを関連付けた情報といった保守計画情報を導出する。例えば、その提供エリアに推定された故障回数を保守者一人あたりが一日で修理できる件数で割れば、延べの要員数を導出することができ、さらに、この延

50

べの要員数を、期間で割れば要員数を導出することができ、要員数で割れば期間を導出することができる。

【 0 0 5 3 】

次に、この実施の形態 1 の落雷被害予測装置 1 0 0 の動作について、図 3 に示すフローチャートを参照して説明する。

【 0 0 5 4 】

落雷被害予測装置 1 0 0 において、落雷エネルギー情報取得部 1 2 1 は、落雷データベース 1 1 1 に記憶されている落雷データと設備データベース 1 1 2 に記憶されている設備データとから落雷エネルギー情報を取得し、サービスエリア情報取得部 1 2 2 は、設備データベース 1 1 2 に記憶されている設備データからサービスエリア情報を取得する（ステップ S 1 0 1 ）。

10

【 0 0 5 5 】

故障数導出部 1 3 1 は、落雷エネルギー情報取得部 1 2 1 によって取得された落雷エネルギー情報から落雷エネルギー合計値（ L I ）を導出し、サービスエリア情報取得部 1 2 2 によって取得されたサービスエリア情報から配置密度（ N t ）を導出する（ステップ S 1 0 2 ）。

【 0 0 5 6 】

故障数導出部 1 3 1 は、落雷エネルギー合計値（ L I ）と配置密度（ N t ）とを導出すると、導出した落雷エネルギー合計値（ L I ）と配置密度（ N t ）とを用いて、該当する提供エリアにおける所定の単位期間および単位領域当たりの設備の故障回数の推定値、すなわち雷害故障密度（ N d ）を導出する（ステップ S 1 0 3 ）。

20

【 0 0 5 7 】

故障数導出部 1 3 1 によって雷害故障密度（ N d ）が導出されると、故障数出力部 1 3 2 は、特定の単位期間および特定の単位領域毎の雷害故障密度（ N d ）の算出結果より、提供エリアにおける特定の期間に発生する落雷による設備の故障回数の推定値を故障回数情報として導出する（ステップ S 1 0 4 ）。

【 0 0 5 8 】

故障回数情報が導出されると、故障数出力部 1 3 2 は、導出された故障回数情報に基づいて、設備の保守管理に必要な要員数、要員数と必要期間とを関連付けた情報、要員数と派遣先とを関連付けた情報といった保守計画情報を導出する（ステップ S 1 0 5 ）。

30

【 0 0 5 9 】

このようにして、本実施の形態によれば、通信サービスの提供エリアにおける落雷エネルギーと設備の配置密度とに基づいて、提供エリア内の設備の雷害故障回数の予測が行われるものとなる。すなわち、落雷発生時の瞬間最大電流値などの雷の特性を考慮して提供エリア内の設備の雷害故障回数の予測が行われるものとなり、従来よりも高精度に雷害故障の発生頻度の予測を行うことが可能となる。

【 0 0 6 0 】

また、本実施の形態によれば、予測結果に基づいて通信サービスの提供エリア毎に雷害故障の危険度の順位付けを行った雷害故障発生危険度リストを作成することができ、従来よりも効率的で効果的な通信サービスにおける設備の保守計画を構築することが可能となる。

40

【 0 0 6 1 】

〔 第 2 の実施の形態 〕

本発明の第 2 の実施の形態（実施の形態 2 ）にかかる落雷被害予測装置は、通信サービスの提供エリアに配置された設備の雷害故障の発生頻度を、落雷エネルギー量と設備の雷耐性を考慮して予測するものである。

【 0 0 6 2 】

この実施の形態 2 にかかる落雷被害予測装置の構成を示すブロック図を図 6 に、この実施の形態 2 にかかる落雷被害予測装置による雷害故障の発生頻度の予測機能を概念的に説明する図を図 7 に示す。以下、実施の形態 2 にかかる落雷被害予測装置の構成および機能

50

について、図 6 , 7 を参照して説明する。

【 0 0 6 3 】

なお、図 6 , 7 中、実施の形態 1 において説明した落雷被害予測装置 1 0 0 の構成要素と同一の構成および機能を有するものには、同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【 0 0 6 4 】

図 6 , 7 に示すように、実施の形態 2 の落雷被害予測装置 2 0 0 は、落雷データベース 1 1 1 と、設備データベース 1 1 2 ' と、落雷エネルギー情報取得部 1 2 1 と、サービスエリア情報取得部 1 2 2 と、設備雷耐性情報取得部 1 2 5 と、導出部 2 3 0 とから構成されている。

10

【 0 0 6 5 】

本実施の形態において、設備データベース 1 1 2 ' には、提供エリアの位置を表すデータや提供エリア内に配置された設備の総数や設備の設置位置を表すデータに加えて、設備の過電圧耐力を表すデータを設備データとして記憶させる。

【 0 0 6 6 】

図 9 に設備データベース 1 1 2 ' に記憶されている設備データの一例を示す。この設備データにおいて、テーブル 1 の「提供エリア毎の加入者数（設備数）」が提供エリア内に配置された設備の総数を示すデータを含み、テーブル 2 の「各加入者の位置情報」が設備の設置位置を表すデータを含み、テーブル 2 中の設備の設置位置を表すデータに設備の過電圧耐力を表すデータが含まれている。なお、図 9 中に示したデータの内容はあくまでも一例である。このような設備データは、通信サービスを提供する通信事業者によって設置された設備の配置状況と地図データと、設備製造情報に基づいて取得することができる。

20

【 0 0 6 7 】

設備雷耐性情報取得部 1 2 5 は、設備データベース 1 1 2 に記憶されている設備データに基づいて、設置されている個々の設備の過電圧耐力（V）と設置位置を提供エリア毎に表わした設備雷耐性情報を取得する機能部である。

【 0 0 6 8 】

本実施の形態において、設備雷耐性情報取得部 1 2 5 は、設備データベース 1 1 2 から設備データを読み出し、この設備データに含まれる提供エリア内に配置された個々の設備の過電圧耐力を表すデータと設備の設置位置を表すデータと、提供エリアの位置を表すデータを提供エリア毎に選別することにより、提供エリア毎に設置されている設備の雷耐性を表す情報を求め、この求めた情報を計算単位（例えば、5 km メッシュごと：図 1 9 参照）に合わせて集計しなおし、設備雷耐性情報として出力する（図 2 2 参照）。

30

【 0 0 6 9 】

図 1 9 において、A R は提供エリアを示し、M S は提供エリア S 1 内の計算単位（単位領域）を示す。設備雷耐性情報取得部 1 2 5 は、図 2 2 に示されるように、各提供エリア A R について、メッシュ緯度とメッシュ経度とで表される単位領域 M S 毎に、集計した設備の過電圧耐力の平均を設備雷耐性情報として出力する。

【 0 0 7 0 】

導出部 2 3 0 は、落雷エネルギー情報取得部 1 2 1 によって取得された落雷エネルギー情報と、サービスエリア情報取得部 1 2 2 によって取得されたサービスエリア情報と、設備雷耐性情報取得部 1 2 5 によって取得された設備雷耐性情報とに基づいて、提供エリアにおける設備の落雷による故障の発生頻度を表す雷害故障頻度情報を導出する機能部である。本実施の形態では、設備の落雷による故障の発生頻度を表す雷害故障頻度情報として、設備の落雷による故障回数を導出する。

40

【 0 0 7 1 】

導出部 2 3 0 の構成について、図 6 および図 7 を参照してさらに詳しく説明する。図 6 , 7 に示すように、導出部 2 3 0 は、故障数導出部 2 3 1 と故障数出力部 2 3 2 とから構成されている。

【 0 0 7 2 】

50

故障数導出部 231 は、図 7 に示すように、落雷エネルギー情報取得部 121 によって取得された落雷エネルギー情報から提供エリアにおける所定単位期間当たりの落雷の合計エネルギー量を表す落雷エネルギー合計値 (LI) と、サービスエリア情報取得部 122 によって取得されたサービスエリア情報から提供エリアの所定の単位領域当たりの設備の密度を表す配置密度 (Nt) と、設備雷耐性情報取得部 125 によって取得された設備雷耐性情報から提供エリアの所定単位領域あたりの設備の雷耐性を表す過電圧耐力影響係数 (Ta) とを導出する。そして、故障数導出部 231 は、導出した落雷エネルギー合計値 (LI) と配置密度 (Nt) と過電圧耐力影響係数 (Ta) とを用いて、提供エリアにおける設備の落雷による所定の単位期間および所定の単位領域当たりの設備の故障回数の予測値である雷害故障密度 (Nd) を導出する。

10

【0073】

なお、この実施の形態において、落雷エネルギー合計値 (LI) は、提供エリアにおける所定単位期間当たりの一定規模以上の落雷の瞬間最大電流値の合計として求める。一定規模以上の落雷とは、所定単位領域内の設備の過電圧耐力影響係数 Ta を基準に、平均的に耐えられる電流値を求め、その電流値以上の落雷として定義する。また、ある過電圧耐力影響係数 Ta とそれに耐えられる電流値の関係は、実験データから求めるようにすると良い。

【0074】

ここで、過電圧耐力影響係数 (Ta) と雷害故障密度 (Nd) について、以下に、さらに詳しく説明する。

20

< 過電圧耐力影響係数 (Ta) について >

過電圧耐力影響係数 (Ta) は、提供エリア内の予め定められた単位領域当たりの設備の平均雷耐性を表すものである。個々の設備の過電圧耐力 (V) は、メーカ毎に製造時の設計基準からその情報を取得できる。また、所定単位領域当たりの設備平均雷耐性、つまり、過電圧耐力影響係数 (Ta) は、下記の (3) 式または (4) 式によって導出する。

【0075】

$$T a_{(i)} = T_{(i,m)} / m \quad \dots \dots (3)$$

$$T a_{(i)} = (T_{(i,1)} \times T_{(i,2)} \times \dots \times T_{(i,m)})^{1/m} \quad \dots \dots (4)$$

なお、上記 (3), (4) 式において、i は該当エリア (単位領域) の位置情報を表し、m は該当エリア (単位領域) 内の設備の個数を表す。

30

【0076】

< 雷害故障密度 (Nd) について >

雷害故障密度 (Nd) は、該当する提供エリアにおいて、予め定められた単位期間および単位領域当たりの設備の故障回数を表すものであり、下記の (5) 式によって表すことができる。故障数導出部 231 は、導出した配置密度 (Nt)、落雷エネルギー合計値 (LI)、過電圧耐力影響係数 (Ta) をそれぞれ下記の (5) 式に代入して演算することにより、雷害故障密度 (Nd) を導出する。

【0077】

$$N d_{(i)} = k \times (L I_{(i)})^a \times N t_{(i)}^b \times T a_{(i)}^c \quad \dots \dots (5)$$

ここで、k は回帰係数、a, b は回帰乗数、i は位置情報である。また、k と a, b, c は、上述した各データベースに記憶されている各種データに基づいて解析的に定まる値であり、それぞれ落雷エネルギー合計値 (LI)、配置密度 (Nt)、過電圧耐力影響係数 (Ta) の重み付けを行う。

40

【0078】

k, a, b, c は、実施の形態 1 における k, a, b と同様の統計解析の手法によって求めることができる。すなわち、(1) 過去数年分の雷害故障データと落雷エネルギーデータと収容密度データを入手する。次に、(2) 上記データを対数変換して、次式のような重回帰モデルを構築する。

【0079】

$$\log (N d_{(i)}) = \log (k) + a \times \log (L I_{(i)}) + b \times \log (N t_{(i)})$$

50

) + c \times \log (T a_{(i)}) \dots (6)

【0080】

そして、(3)公知の統計ソフトウェアを用いて、上記データの対数変換値を入力し、 k 、 a 、 b 、 c の値を求める。なお、このような統計解析の結果から、各回帰乗数は、 $0.3 < a, b, c < 1.1$ の範囲の値となることが分かっている。

【0081】

導出部230の故障数出力部232は、特定の単位期間および特定の単位領域毎の故障数導出部231による雷害故障密度(Nd)の算出結果より、提供エリアにおける特定の期間に発生する落雷による設備の故障回数の推定値を故障回数情報として導出する。導出方法としては、サービスの提供エリアと計算単位(例えば、5kmメッシュ：図19参照)の情報をかけ合わせて、ある提供エリアに入るメッシュの推定故障回数を足し合わせることによって、その提供エリアの推定故障回数を求める。また、導出した故障回数情報に基づいて、故障数出力部232は、提供エリア内における設備の保守計画に関する保守計画情報を導出する。

10

【0082】

例えば、図7に示すように、故障数出力部232は、導出した故障回数情報に基づいて、雷害故障の修理の対応に必要な要員数を表す情報や、要員数と期間とを関連付けた情報や、要員数と派遣先とを関連付けた情報といった保守計画情報を導出する。例えば、その提供エリアに推定された故障回数を保守者一人あたりが一日で修理できる件数で割れば、延べの要員数を導出することができ、さらに、この延べの要員数を、期間で割れば要員数を導出することができ、要員数で割れば期間を導出することができる。

20

【0083】

次に、この実施の形態2の落雷被害予測装置200の動作について、図8に示すフローチャートを参照して説明する。

【0084】

落雷被害予測装置200において、落雷エネルギー情報取得部121は、落雷データベース111に記憶されている落雷データと設備データベース112'に記憶されている設備データとから落雷エネルギー情報を取得し、サービスエリア情報取得部122は、設備データベース112'に記憶されている設備データからサービスエリア情報を取得し、設備雷耐性情報取得部125は、設備データベース112'に記憶されている設備データから設備雷耐性情報を取得する(ステップS201)。

30

【0085】

故障数導出部231は、落雷エネルギー情報取得部121によって取得された落雷エネルギー情報から落雷エネルギー合計値(LI)を導出し、サービスエリア情報取得部122によって取得されたサービスエリア情報から配置密度(Nt)を導出し、設備雷耐性情報取得部125によって取得された設備雷耐性情報から過電圧耐力影響係数(Ta)を導出する(ステップS202)。

【0086】

故障数導出部231は、落雷エネルギー合計値(LI)と配置密度(Nt)と過電圧耐力影響係数(Ta)とを導出すると、導出した落雷エネルギー合計値(LI)と配置密度(Nt)と過電圧耐力影響係数(Ta)とを用いて、該当する提供エリアにおける所定の単位期間および単位領域当たりの設備の故障回数の推定値、すなわち雷害故障密度(Nd)を導出する(ステップS203)。

40

【0087】

故障数導出部231によって雷害故障密度(Nd)が導出されると、故障数出力部232は、特定の単位期間および特定の単位領域毎の雷害故障密度(Nd)の算出結果より、提供エリアにおける特定の期間に発生する落雷による設備の故障回数の推定値を故障回数情報として導出する(ステップS204)。

【0088】

故障回数情報が導出されると、故障数出力部232は、導出された故障回数情報に基づ

50

いて、設備の保守管理に必要な要員数、要員数と必要期間とを関連付けた情報、要員数と派遣先とを関連付けた情報といった保守計画情報を導出する（ステップS205）。

【0089】

このようにして、本実施の形態によれば、通信サービスの提供エリアにおける落雷エネルギーと設備の配置密度と設備の雷耐性に基づいて、提供エリア内の設備の雷害故障回数の予測が行われるものとなる。すなわち、落雷発生時の瞬間最大電流値などの雷の特性に加えて、過電圧耐力などの設備の特性も考慮して提供エリア内の設備の雷害故障回数の予測が行われるものとなり、実施の形態1よりも更に高精度に雷害故障の発生頻度の予測を行うことが可能となる。

【0090】

また、本実施の形態によれば、予測結果に基づいて通信サービスの提供エリア毎に雷害故障の危険度の順位付けを行った雷害故障発生危険度リストを作成することができ、従来よりも効率的で効果的な通信サービスにおける設備の保守計画を構築することが可能となる。

【0091】

〔第3の実施の形態〕

本発明の第3の実施の形態（実施の形態3）にかかる落雷被害予測装置は、通信サービスの提供エリアに配置された設備の雷害故障の発生頻度を、落雷エネルギー量と設備の雷耐性とに加え、その設備が設置されている地形の起伏を考慮して予測するものである。

【0092】

この実施の形態3にかかる落雷被害予測装置の構成を示すブロック図を図10に、この実施の形態3にかかる落雷被害予測装置による雷害故障の発生頻度の予測機能を概念的に説明する図を図11に示す。以下、実施の形態3にかかる落雷被害予測装置の構成および機能について、図10、11を参照して説明する。

【0093】

なお、図10、11中、実施の形態2において説明した落雷被害予測装置200の構成要素と同一の構成および機能を有するものには、同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0094】

図10、11に示すように、実施の形態3の落雷被害予測装置300は、落雷データベース111と、設備データベース112'と、故障データベース113と、地形データベース114と、落雷エネルギー情報取得部121と、サービスエリア情報取得部122と、設備雷耐性情報取得部125と、地形起伏影響情報取得部123と、導出部330とから構成されている。

【0095】

故障データベース113は、少なくとも、設備の故障履歴に関する故障データを記憶するデータベースである。本実施の形態において、故障データベース113は、設備の故障箇所、故障原因といった故障履歴を故障データとして記憶する。

【0096】

図13に故障データベース113に記憶されている故障データの一例を示す。なお、図13中に示したデータの内容はあくまでも一例である。このような故障データは、通信事業者による設備の保守点検情報に基づいて取得することができる。

【0097】

地形データベース114は、少なくとも提供エリアの地形を表す地形データを記憶するデータベースである。本実施の形態において、地形データベース114は、提供エリアの各地点における海拔高度を表すデータや提供エリア毎の平均海拔高度を表すデータを地形データとして記憶する。

【0098】

図14に地形データベース114に記憶されている地形データの一例を示す。なお、図14中に示したデータの内容はあくまでも一例（仮数値）である。このような地形データ

10

20

30

40

50

は、一般に公開されている標高地図などから取得することができる（例えば、非特許文献 2 など参照）。

【 0 0 9 9 】

地形起伏影響情報取得部 1 2 3 は、設備データベース 1 1 2 ' に記憶されている設備データ、故障データベース 1 1 3 に記憶されている故障データ、および地形データベース 1 1 4 に記憶されている地形データに基づいて、提供エリアの地形の起伏に伴う設備の故障率の変化を表す地形起伏影響情報を取得する機能部である。

【 0 1 0 0 】

本実施の形態において、地形起伏影響情報取得部 1 2 3 は、設備データベース 1 1 2 ' と故障データベース 1 1 3 と地形データベース 1 1 4 とから設備データと故障データと地形データとを読み出し、設備データに含まれる提供エリア内に配置された設備の総数および設備の設置位置を表すデータと、故障データに含まれる設備の設置位置の海拔高度の変動と設備の故障率の変化との関係を統計的に表したデータと、地形データに含まれる提供エリアの海拔高度を表すデータや提供エリア毎の平均海拔高度を表すデータとから、提供エリア内に配置された設備の設置位置の平均海拔高度と提供エリアの平均海拔高度の変動と設備の故障率の変動との関係を解析することにより、提供エリア毎の地形の起伏に伴う設備の故障率の変化を求め、この故障率の変化を計算単位（例えば、5 k mメッシュごと：図 1 9 参照）に合わせて集計しなおし、地形起伏影響情報として出力する（図 2 3 参照）。

【 0 1 0 1 】

図 1 9 において、A R は提供エリアを示し、M S は提供エリア S 1 内の計算単位（単位領域）を示す。地形起伏影響情報取得部 1 2 3 は、図 2 3 に示されるように、各提供エリア A R について、メッシュ緯度とメッシュ経度とで表される単位領域 M S 毎に、集計した地形の起伏に伴う設備の故障率の変化を地形起伏影響情報として出力する。

【 0 1 0 2 】

導出部 3 3 0 は、落雷エネルギー情報取得部 1 2 1 によって取得された落雷エネルギー情報と、サービスエリア情報取得部 1 2 2 によって取得されたサービスエリア情報と、設備雷耐性情報取得部 1 2 5 によって取得された設備雷耐性情報と、地形起伏影響情報取得部 1 2 3 によって取得された地形起伏影響情報とに基づいて、提供エリアにおける設備の落雷による故障の発生頻度を表す雷害故障頻度情報を導出する機能部である。本実施の形態では、設備の落雷による故障の発生頻度を表す雷害故障頻度情報として、設備の落雷による故障回数を導出する。

【 0 1 0 3 】

導出部 3 3 0 の構成について、図 1 0 および図 1 1 を参照してさらに詳しく説明する。図 1 0、1 1 に示すように、導出部 3 3 0 は、故障数導出部 3 3 1 と故障数出力部 3 3 2 とから構成されている。

【 0 1 0 4 】

故障数導出部 3 3 1 は、図 1 1 に示すように、落雷エネルギー情報取得部 1 2 1 によって取得された落雷エネルギー情報から提供エリアにおける所定単位期間当たりの落雷の合計エネルギー量を表す落雷エネルギー合計値（ $L I$ ）と、サービスエリア情報取得部 1 2 2 によって取得されたサービスエリア情報から提供エリアの所定の単位領域当たりの設備の密度を表す配置密度（ $N t$ ）と、設備雷耐性情報取得部 1 2 5 によって取得された設備雷耐性情報から提供エリアの所定単位領域あたりの設備の雷耐性を表す過電圧耐力影響係数（ $T a$ ）と、サービスエリア情報取得部 1 2 2 によって取得されたサービスエリア情報と地形起伏影響情報取得部 1 2 3 によって取得された地形起伏影響情報とから設備の設置位置における海拔高度の変動に伴う故障率の影響度を表す地形起伏影響度（ $R e$ ）とを導出する。そして、故障数導出部 3 3 1 は、導出した落雷エネルギー合計値（ $L I$ ）と配置密度（ $N t$ ）と過電圧耐力影響係数（ $T a$ ）と地形起伏影響度（ $R e$ ）とを用いて、提供エリアにおける設備の落雷による所定の単位期間および所定の単位領域当たりの故障回数の予測値である雷害故障密度（ $N d$ ）を導出する。

【0105】

ここで、地形起伏影響度 (Re) と雷害故障密度 (Nd) について、以下に、さらに詳しく説明する。

<地形起伏影響度 (Re) について>

地形起伏影響度 (Re) は、該当する提供エリア内に設置されている設備の設置位置の海拔高度の平均値と該当する提供エリアの海拔高度の平均値との差分による設備の故障率の変化量とすることができ、下記の (7) 式によって表すことができる。故障数導出部 131 は、下記の (7) 式を演算することによって地形起伏影響度 (Re) を導出する。

【0106】

$$Re = Ft (NtA - MA) \cdots (7)$$

10

ここで、Ft は設備の設置位置の高度の 1 m 当たりの故障率の変化量を表し、NtA は提供エリアに配置された設備の設置位置の平均海拔高度を表し、MA は提供エリアの平均海拔高度を表す。

【0107】

<雷害故障密度 (Nd) について>

上記の海拔高度を考慮した雷害故障密度 (Nd) は、下記の (8) 式によって表すことができる。故障数導出部 331 は、導出した落雷エネルギー合計値 (LI)、配置密度 (Nt)、過電圧耐力影響係数 (Ta)、地形起伏影響度 (Re) を下記の (8) 式にそれぞれ代入して演算することにより、雷害故障密度 (Nd) を導出する。

【0108】

$$Nd_{(i)} = k \times (LI_{(i)})^a \times Nt_{(i)}^b \times Ta_{(i)}^c \times Re_{(i)}^f \cdots (8)$$

20

ここで、k は回帰係数、a, b, c, f は回帰乗数、i は位置情報である。また、k と a, b, c, f は、上述した各データベースに記憶されている各種データに基づいて解析的に定まる値であり、それぞれ落雷エネルギー合計値 (LI)、配置密度 (Nt)、過電圧耐力影響係数 (Ta)、地形起伏影響度 (Re) の重み付けを行う。

【0109】

k, a, b, c, f は、実施の形態 2 における k, a, b, c と同様の統計解析の手法によって求めることができる。なお、統計解析の結果から、各回帰乗数は、 $0.3 < a, b, c, f < 1.1$ の範囲の値となることが分かっている。

【0110】

30

導出部 330 の故障数出力部 332 は、特定の単位期間および特定の単位領域毎の故障数導出部 331 による雷害故障密度 (Nd) の算出結果より、提供エリアにおける特定の期間に発生する落雷による設備の故障回数の推定値を故障回数情報として導出する。導出方法としては、サービスの提供エリアと計算単位 (例えば、5 km メッシュ: 図 19 参照) の情報をかけ合わせて、ある提供エリアに入るメッシュの推定故障数を足し合わせることで、その提供エリアの推定故障数を求める。また、導出した故障回数情報に基づいて、故障数出力部 332 は、提供エリア内における設備の保守計画に関する保守計画情報を導出する。

【0111】

例えば、図 11 に示すように、故障数出力部 332 は、導出した故障回数情報に基づいて、雷害故障の修理の対応に必要な要員数を表す情報や、要員数と期間とを関連付けた情報や、要員数と派遣先とを関連付けた情報といった保守計画情報を導出する。例えば、その提供エリアに推定された故障回数を保守者一人あたりが一日で修理できる件数で割れば、延べの要員数を導出することができ、さらに、この延べの要員数を、期間で割れば要員数を導出することができ、要員数で割れば期間を導出することができる。

40

【0112】

次に、この実施の形態 3 の落雷被害予測装置 300 の動作について、図 12 に示すフローチャートを参照して説明する。

【0113】

落雷被害予測装置 300 において、落雷エネルギー情報取得部 121 は、落雷データベ

50

ース111に記憶されている落雷データと設備データベース112'に記憶されている設備データとから落雷エネルギー情報を取得し、サービスエリア情報取得部122は、設備データベース112'に記憶されている設備データからサービスエリア情報を取得し、設備雷耐性情報取得部125は、設備データベース112'に記憶されている設備データから設備雷耐性情報を取得し、地形起伏影響情報取得部123は、設備データベース112'に記憶されている設備データと故障データベース113に記憶されている故障データと地形データベース114に記憶されている地形データとから地形起伏影響情報を取得する(ステップS301)。

【0114】

故障数導出部331は、落雷エネルギー情報取得部121によって取得された落雷エネルギー情報から落雷エネルギー合計値(LI)を導出し、サービスエリア情報取得部122によって取得されたサービスエリア情報から配置密度(Nt)を導出し、設備雷耐性情報取得部125によって取得された設備雷耐性情報から過電圧耐力影響係数(Ta)を導出し、サービスエリア情報取得部122によって取得されたサービスエリア情報と地形起伏影響情報取得部123によって取得された地形起伏影響情報とから地形起伏影響度(Re)を導出する(ステップS302)。

【0115】

故障数導出部331は、落雷エネルギー合計値(LI)と配置密度(Nt)と過電圧耐力影響係数(Ta)と地形起伏影響度(Re)とを導出すると、導出した落雷エネルギー合計値(LI)と配置密度(Nt)と過電圧耐力影響係数(Ta)と地形起伏影響度(Re)とを用いて、該当する提供エリアにおける所定の単位期間および単位領域当たりの設備の故障回数の推定値、すなわち雷害故障密度(Nd)を導出する(ステップS303)。

【0116】

故障数導出部331によって雷害故障密度(Nd)が導出されると、故障数出力部332は、特定の単位期間および特定の単位領域毎の雷害故障密度(Nd)の算出結果より、提供エリアにおける特定の期間に発生する落雷による設備の故障回数の推定値を故障回数情報として導出する(ステップS304)。

【0117】

故障回数情報が導出されると、故障数出力部332は、導出された故障回数情報に基づいて、設備の保守管理に必要な要員数、要員数と必要期間とを関連付けた情報、要員数と派遣先とを関連付けた情報といった保守計画情報を導出する(ステップS305)。

【0118】

このようにして、本実施の形態によれば、通信サービスの提供エリアにおける落雷エネルギーと設備の配置密度と設備の雷耐性と設備の設置された地形起伏に応じた故障率の影響度とに基づいて、提供エリア内の設備の雷害故障回数の予測が行われるものとなる。すなわち、落雷発生時の瞬間最大電流値などの雷の特性や過電圧耐力などの設備の特性に加えて、地形の起伏も考慮して提供エリア内の設備の雷害故障回数の予測が行われるものとなり、実施の形態2よりも更に高精度に雷害故障の発生頻度の予測を行うことが可能となる。

【0119】

また、本実施の形態によれば、予測結果に基づいて通信サービスの提供エリア毎に雷害故障の危険度の順位付けを行った雷害故障発生危険度リストを作成することができ、従来よりも効率的で効果的な通信サービスにおける設備の保守計画を構築することが可能となる。

【0120】

〔第4の実施の形態〕

近年の通信サービスにおける通信線は、一般的に、メタルケーブルと光ケーブルの2種類に分類される。このような通信線のうち、光ケーブルは導電体でないため落雷の影響を受ける可能性が低い、メタルケーブルは導電体であるため、落雷の影響を受ける可能性

10

20

30

40

50

が高い。また、地下に敷設された場合は、光ケーブルとメタルケーブルの双方とも落雷の影響を受ける可能性が低い。

【 0 1 2 1 】

そこで、本発明の第 4 の実施の形態（実施の形態 4）にかかる落雷被害予測装置は、通信サービスの提供エリアに配置された設備の雷害故障の発生頻度を、落雷エネルギー量と設備の雷耐性とその設備が設置されている地形の起伏に加えて、地上に露出して敷設されているメタルケーブルの総距離（雷サージの伝搬ルート）を考慮して予測するものである。このために、実施の形態 3 において説明した落雷被害予測装置 300 に、通信サービスの提供エリア内に敷設された通信線に関するデータを記憶する通信線データベースと、地上に露出しているメタルケーブルの位置と距離に関する情報を取得する構成を追加した構成とする。

10

【 0 1 2 2 】

この実施の形態 4 にかかる落雷被害予測装置の構成を示すブロック図を図 15 に、この実施の形態 4 にかかる落雷被害予測装置による雷害故障の発生頻度の予測機能を概念的に説明する図を図 16 に示す。以下、実施の形態 4 にかかる落雷被害予測装置の構成および機能について、図 15、16 を参照して説明する。

【 0 1 2 3 】

なお、図 15、16 中、実施の形態 3 において説明した落雷被害予測装置 300 の構成要素と同一の構成および機能を有するものには、同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

20

【 0 1 2 4 】

図 15、16 に示すように、実施の形態 4 の落雷被害予測装置 400 は、落雷データベース 111 と、設備データベース 112' と、故障データベース 113 と、地形データベース 114 と、通信線データベース 115 と、落雷エネルギー情報取得部 121 と、サービスエリア情報取得部 122 と、設備雷耐性情報取得部 125 と、地形起伏影響情報取得部 123 と、地上メタルケーブル情報取得部 124 と、導出部 430 とから構成されている。

【 0 1 2 5 】

通信線データベース 115 は、少なくとも提供エリア内に敷設された通信線の種別、位置、距離に関する通信線データを記憶するデータベースである。本実施の形態において、通信線データベース 115 は、提供エリア内の地上に敷設された通信線の種別と敷設された位置情報と敷設された通信線の距離とを関連付けたデータを通信線データとして記憶する。

30

【 0 1 2 6 】

図 18 に通信線データベース 115 に記憶されている通信線データの一例を示す。なお、図 18 中に示したデータの内容はあくまでも一例である。このような通信線データは、通信サービスを提供する通信事業者および工事請負事業者によって敷設された通信線の配置状況を表す情報と地図データとに基づいて取得することができる。

【 0 1 2 7 】

地上メタルケーブル情報取得部 124 は、通信線データベース 115 に記憶されている通信線データに基づいて、提供エリア内に敷設された通信線のうち、地上に露出しているメタルケーブルの位置と距離に関する地上メタルケーブル情報を取得する機能部である。

40

【 0 1 2 8 】

本実施の形態において、地上メタルケーブル情報取得部 124 は、通信線データベース 115 から通信線データを読み出し、この通信線データに含まれる提供エリア内の地上に敷設された通信線の種別と敷設された位置情報と敷設された通信線の距離とを関連付けたデータから、通信線の種別がメタルケーブルであり、地上に露出されて敷設されているメタルケーブルの位置と距離を表す情報を求め、この求めた情報を計算単位（例えば、5 km メッシュごと：図 19 参照）に合わせて集計しなおし、地上メタルケーブル情報として出力する（図 24 参照）。

50

【 0 1 2 9 】

図 1 9 において、A R は提供エリアを示し、M S は提供エリア S 1 内の計算単位（単位領域）を示す。地上メタルケーブル情報取得部 1 2 4 は、図 2 4 に示されるように、各提供エリア A R について、メッシュ緯度とメッシュ経度とで表される単位領域 M S 毎に、集計した地上に露出されて敷設されているメタルケーブルの合計（地上メタルケーブル長）を地上メタルケーブル情報として出力する。

【 0 1 3 0 】

導出部 4 3 0 は、落雷エネルギー情報取得部 1 2 1 によって取得された落雷エネルギー情報と、サービスエリア情報取得部 1 2 2 によって取得されたサービスエリア情報と、設備雷耐性情報取得部 1 2 5 によって取得された設備雷耐性情報と、地形起伏影響情報取得部 1 2 3 によって取得された地形起伏影響情報と、地上メタルケーブル情報取得部 1 2 4 によって取得された地上メタルケーブル情報とに基づいて、提供エリアにおける設備の落雷による故障の発生頻度を表す雷害故障頻度情報を導出する機能部である。本実施の形態では、設備の落雷による故障の発生頻度を表す雷害故障頻度情報として、設備の落雷による故障回数を導出する。

【 0 1 3 1 】

導出部 4 3 0 の構成について、図 1 5 および図 1 6 を参照してさらに詳しく説明する。図 1 5 , 1 6 に示すように、導出部 4 3 0 は、故障数導出部 4 3 1 と故障数出力部 4 3 2 とから構成されている。

【 0 1 3 2 】

故障数導出部 4 3 1 は、落雷エネルギー情報取得部 1 2 1 によって取得された落雷エネルギー情報から提供エリアにおける所定単位期間当たりの落雷の合計エネルギー量を表す落雷エネルギー合計値（ L I ）と、サービスエリア情報取得部 1 2 2 によって取得されたサービスエリア情報から提供エリアの所定の単位領域当たりの設備の密度を表す配置密度（ N t ）と、設備雷耐性情報取得部 1 2 5 によって取得された設備雷耐性情報から提供エリアの所定単位領域あたりの設備の雷耐性を表す過電圧耐力影響係数（ T a ）と、サービスエリア情報取得部 1 2 2 によって取得されたサービスエリア情報と、地形起伏影響情報取得部 1 2 3 によって取得された地形起伏影響情報とから設備の設置位置における海拔高度の変動に伴う故障率の影響度を表す地形起伏影響度（ R e ）と、地上メタルケーブル情報取得部 1 2 4 によって取得された地上メタルケーブル情報から提供エリアの所定の単位領域当たりに敷設されているメタルケーブルのうち地上に露出しているメタルケーブルの総距離を算出し、算出した距離を表すデータを地上メタルケーブル総距離（ C d ）として導出する。

【 0 1 3 3 】

そして、故障数導出部 4 3 1 は、導出した落雷エネルギー合計値（ L I ）と配置密度（ N t ）と過電圧耐力影響係数（ T a ）と地形起伏影響度（ R e ）と地上メタルケーブル総距離（ C d ）とを用いて、提供エリアにおける設備の落雷による所定の単位期間および所定の単位領域当たりの故障回数の予測値である雷害故障密度（ N d ）を導出する。

【 0 1 3 4 】

なお、この例では、地上メタルケーブル情報取得部 1 2 4 から提供エリアの単位領域当たりの地上メタルケーブルの合計が送られてくるので、この送られてくる地上メタルケーブルの合計をメタルケーブルの総距離（ C d ）として使用する。

【 0 1 3 5 】

ここで、地上メタルケーブル総距離（ C d ）雷害故障密度（ N d ）とについて、以下に、さらに詳しく説明する。

< 地上メタルケーブル総距離（ C d ）について >

地上メタルケーブル総距離（ C d ）は、提供エリア内の予め定められた単位領域に敷設されているメタルケーブルのうち、地上に露出されて敷設されているメタルケーブルの総距離を表すものであり、該当する提供エリア内の単位領域における雷害規模を示すパラメータである。

10

20

30

40

50

【0136】

< 雷害故障密度 (Nd) について >

上記の雷害規模を考慮した雷害故障密度 (Nd) は、下記の (9) 式によって表すことができる。故障数導出部 431 は、導出した落雷エネルギー合計値 (LI)、配置密度 (Nt)、過電圧耐力影響係数 (Ta)、地形起伏影響度 (Re)、地上メタルケーブル総距離 (Cd) を下記の (9) 式にそれぞれ代入して演算することにより、雷害故障密度 (Nd) を導出する。

【0137】

$$N d_{(i)} = k \times (L I_{(i)})^a \times N t_{(i)}^b \times T a_{(i)}^c \times R e_{(i)}^f \times C d_{(i)}^g \quad \dots \quad (9)$$

10

ここで、k は回帰係数、a, b, c, f, g は回帰乗数、i は位置情報である。また、k と a, b, c, f, g は、上述した各データベースに記憶されている各種データに基づいて解析的に定まる値であり、それぞれ落雷エネルギー合計値 (LI)、配置密度 (Nt)、過電圧耐力影響係数 (Ta)、地形起伏影響度 (Re)、地上メタルケーブル総距離 (Cd) の重み付けを行う。

【0138】

k, a, b, c, f, g は、実施の形態 2 における k, a, b, c と同様の統計解析の手法によって求めることができる。なお、統計解析の結果から、各回帰乗数は、 $0.3 < a, b, c, f, g < 1.1$ の範囲の値となることが分かっている。

【0139】

20

導出部 430 の故障数出力部 432 は、特定の単位期間および特定の単位領域毎の故障数導出部 431 による雷害故障密度 (Nd) の算出結果より、提供エリアにおける特定の期間に発生する落雷による設備の故障回数の推定値を故障回数情報として導出する。導出方法としては、サービスの提供エリアと計算単位 (例えば、5 km メッシュ: 図 19 参照) の情報をかけ合わせて、ある提供エリアに入るメッシュの推定故障数を足し合わせることによって、その提供エリアの推定故障数を求める。また導出した故障回数情報に基づいて、故障数出力部 432 は、提供エリア内における設備の保守計画に関する保守計画情報を導出する。

【0140】

例えば、図 16 に示すように、故障数出力部 432 は、導出した故障回数情報に基づいて、雷害故障の修理の対応に必要な要員数を表す情報や、要員数と期間とを関連付けた情報や、要員数と派遣先とを関連付けた情報といった保守計画情報を導出する。例えば、その提供エリアに推定された故障回数を保守者一人あたりが一日で修理できる件数で割れば、延べの要員数を導出することができ、さらに、この延べの要員数を、期間で割れば要員数を導出することができ、要員数で割れば期間を導出することができる。

30

【0141】

次に、この実施の形態 4 の落雷被害予測装置 400 の動作について、図 17 に示すフローチャートを参照して説明する。

【0142】

落雷被害予測装置 400 において、落雷エネルギー情報取得部 121 は、落雷データベース 111 に記憶されている落雷データと設備データベース 112' に記憶されている設備データとから落雷エネルギー情報を取得し、サービスエリア情報取得部 122 は、設備データベース 112' に記憶されている設備データからサービスエリア情報を取得し、設備雷耐性情報取得部 125 は、設備データベース 112' に記憶されている設備データから設備雷耐性情報を取得し、地形起伏影響情報取得部 123 は、設備データベース 112' に記憶されている設備データと故障データベース 113 に記憶されている故障データと地形データベース 114 に記憶されている地形データとから地形起伏影響情報を取得し、地上メタルケーブル情報取得部 124 は、通信線データベース 115 に記憶されている通信線データから地上メタルケーブル情報を取得する (ステップ S401)。

40

【0143】

50

故障数導出部 4 3 1 は、落雷エネルギー情報取得部 1 2 1 によって取得された落雷エネルギー情報から落雷エネルギー合計値 ($L I$) を導出し、サービスエリア情報取得部 1 2 2 によって取得されたサービスエリア情報から配置密度 ($N t$) を導出し、設備雷耐性情報取得部 1 2 5 によって取得された設備雷耐性情報から過電圧耐力影響係数 ($T a$) を導出し、サービスエリア情報取得部 1 2 2 によって取得されたサービスエリア情報と、地形起伏影響情報取得部 1 2 3 によって取得された地形起伏影響情報から地形起伏影響度 ($R e$) を導出し、地上メタルケーブル情報取得部 1 2 4 によって取得された地上メタルケーブル情報から地上メタルケーブル総距離 ($C d$) を導出する (ステップ S 4 0 2) 。

【 0 1 4 4 】

故障数導出部 4 3 1 は、落雷エネルギー合計値 ($L I$) と配置密度 ($N t$) と過電圧耐力影響係数 ($T a$) と地形起伏影響度 ($R e$) と地上メタルケーブル総距離 ($C d$) とを導出すると、導出した落雷エネルギー合計値 ($L I$) と配置密度 ($N t$) と過電圧耐力影響係数 ($T a$) と地形起伏影響度 ($R e$) と地上メタルケーブル総距離 ($C d$) とを用いて、該当する提供エリアにおける所定の単位期間および単位領域当たりの設備の故障回数の推定値、すなわち雷害故障密度 ($N d$) を導出する (ステップ S 4 0 3) 。

【 0 1 4 5 】

故障数導出部 4 3 1 によって雷害故障密度 ($N d$) が導出されると、故障数出力部 4 3 2 は、特定の単位期間および特定の単位領域毎の雷害故障密度 ($N d$) の算出結果より、提供エリアにおける特定の期間に発生する落雷による設備の故障回数の推定値を故障回数情報として導出する (ステップ S 4 0 4) 。

【 0 1 4 6 】

故障回数情報が導出されると、故障数出力部 4 3 2 は、導出された故障回数情報に基づいて、設備の保守管理に必要な要員数、要員数と必要期間とを関連付けた情報、要員数と派遣先とを関連付けた情報といった保守計画情報を導出する (ステップ S 4 0 5) 。

【 0 1 4 7 】

このようにして、本実施の形態によれば、通信サービスの提供エリアにおける落雷エネルギーと設備の配置密度と設備の雷耐性と設備の設置された地形起伏に応じた故障率の影響度と通信サービスの提供エリアにおいて地上に露出している通信線の総距離とに基づいて、提供エリア内の設備の雷害故障回数の予測が行われるものとなる。すなわち、落雷発生時の瞬間最大電流値などの雷の特性や過電圧耐力などの設備の特性や地形の起伏に加えて、雷サージの伝搬ルートも考慮して提供エリア内の設備の雷害故障回数の予測が行われるものとなり、実施の形態 3 よりも更に高精度に雷害故障の発生頻度の予測を行うことが可能となる。

【 0 1 4 8 】

また、予測結果に基づいて通信サービスの提供エリア毎に雷害故障の危険度の順位付けを行った雷害故障発生危険度リストを作成することができ、従来よりも効率的で効果的な通信サービスにおける設備の保守計画を構築することが可能となる。

【 0 1 4 9 】

なお、上述した各実施の形態において、雷害被害予測装置 1 0 0 ~ 4 0 0 の各機能部は、CPU (中央演算装置) やメモリなどの記憶装置、インターフェースからなるコンピュータ (ハードウェア) にコンピュータプログラム (ソフトウェア) をインストールすることによって実現され、上述した各機能部は、上記のコンピュータの各種ハードウェア資源と上記コンピュータプログラムとが協働することによって実現される。

【 0 1 5 0 】

また、上記のコンピュータプログラムは、コンピュータが読み取り可能な記録媒体や記憶装置に格納された状態で提供されても良く、電気通信回線を介して提供されても良い。

【 0 1 5 1 】

また、上述した各実施の形態では、雷害故障密度 ($N d$) の導出に際して導出提供エリアの所定の単位領域当たりの設備の密度を表す配置密度 ($N t$) を使用するようにしたが、人口密度 (P) を使用するようにしてもよい。

10

20

30

40

50

【産業上の利用可能性】

【0152】

雷害故障に迅速に対応するための保守要員の管理や保守部品の管理といった保守計画を構築する落雷被害保守管理システムにおける落雷被害予測装置として利用可能である。

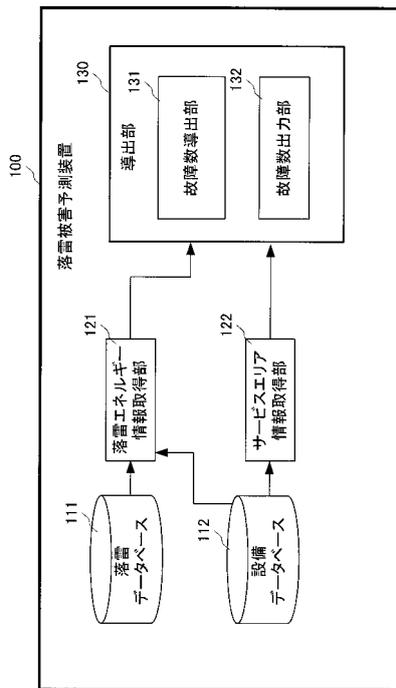
【符号の説明】

【0153】

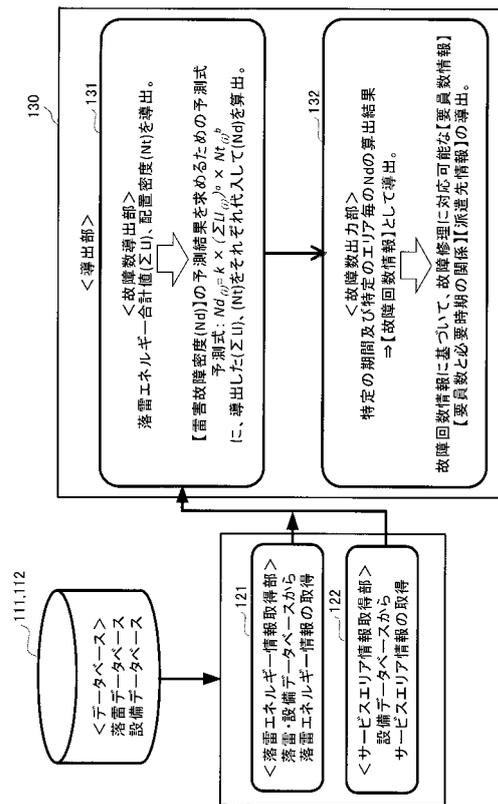
100、200、300、400...落雷被害予測装置、111...落雷データベース、112、112'...設備データベース、113...故障データベース、114...地形データベース、115...通信線データベース、121...落雷エネルギー情報取得部、122...サービスエリア情報取得部、123...地形起伏影響情報取得部、124...地上メタルケーブル情報取得部、125...設備雷耐性情報取得部、130、230、330、430...導出部、131、231、331、431...故障数導出部、132、232、332、432...故障数出力部。

10

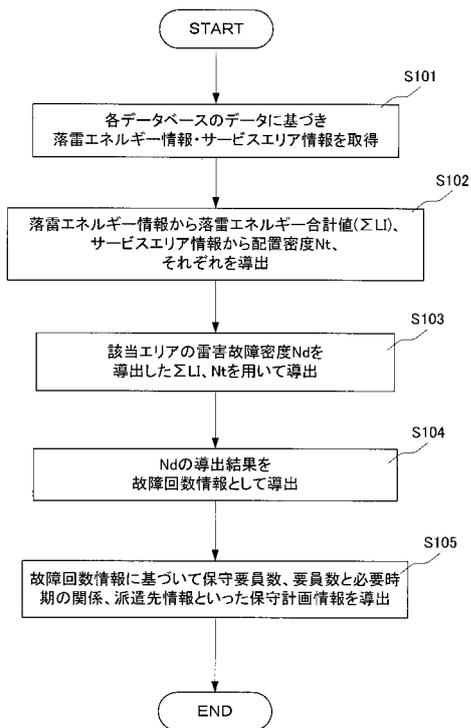
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

111 落雷データベース

落雷発生日	時刻	緯度	経度	瞬間最大電流値	特性
2009/10/1	0:24:19	38.478	142.154	9C	
2009/10/1	0:26:40	38.32	142.236	17C	
2009/10/1	0:28:06	33.977	141.248	-23	
2009/10/1	0:28:06	33.925	141.355	-18	
2009/10/1	0:29:11	34.33	141.886	12C	
2009/10/1	0:32:16	34.277	141.971	14C	
2009/10/1	0:34:45	34.319	141.962	-14	
2009/10/1	0:34:59	36.072	129.602	-85	
2009/10/1	0:35:21	34.31	141.997	-13	
2009/10/1	0:35:52	34.315	142.003	-18	
2009/10/1	0:35:52	34.29	142.042	-15	
2009/10/1	0:35:53	34.282	142.031	-15	
2009/10/1	0:36:28	34.302	142.019	-19	
2009/10/1	0:36:28	38.366	141.822	80E	
2009/10/1	0:36:28	34.308	142.014	-21	
2009/10/1	0:36:56	34.642	141.828	8E	
2009/10/1	0:37:09	34.296	142.042	-24	
2009/10/1	0:37:09	34.291	142.049	-23	
2009/10/1	0:37:09	34.281	142.053	-21	
2009/10/1	0:37:09	34.283	142.043	-15	

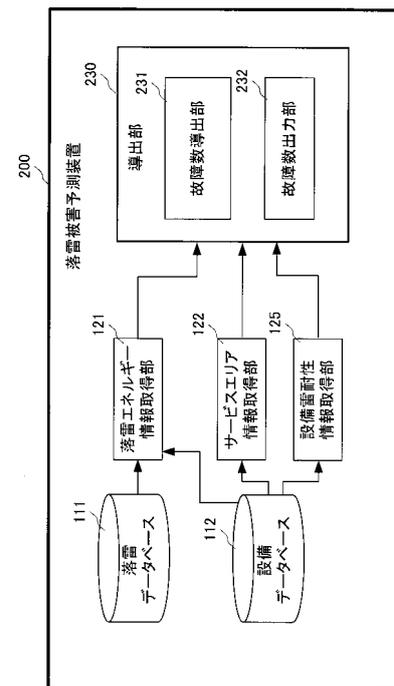
【図5】

112 設備データベース

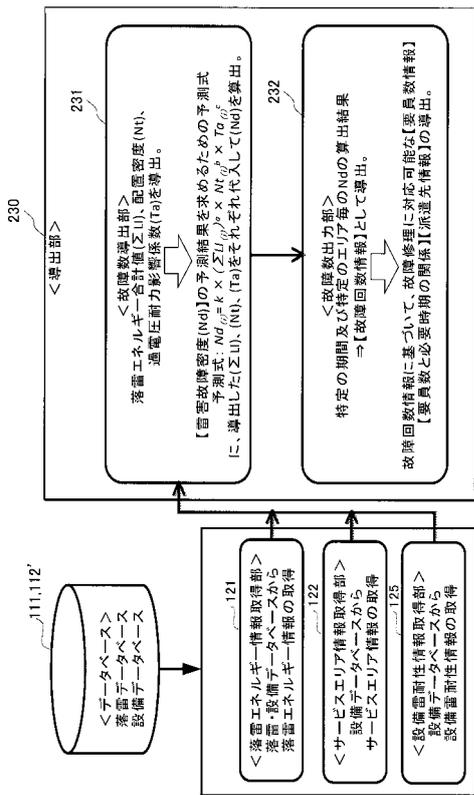
支店名	提供エリア(取寄ビル名)	加入者体数(設備数)
東京中央	霞ヶ関	5004
東京中央	丸の内	4953
東京中央	京橋	2379
東京中央	銀座	1704
東京中央	丸の内	12335
東京中央	駿河台	4130
東京中央	神田	5891
東京南	鳥山	12406

支店名	提供エリア(取寄ビル名)	COP	住所	緯度	経度
東京中央	霞ヶ関	COP2008654	東京都千代田区〇〇〇	35.68	138.52
東京中央	霞ヶ関	COP2008655	東京都千代田区〇〇〇	35.65	138.45
東京中央	霞ヶ関	COP2008656	東京都千代田区〇〇〇	35.59	138.24
...

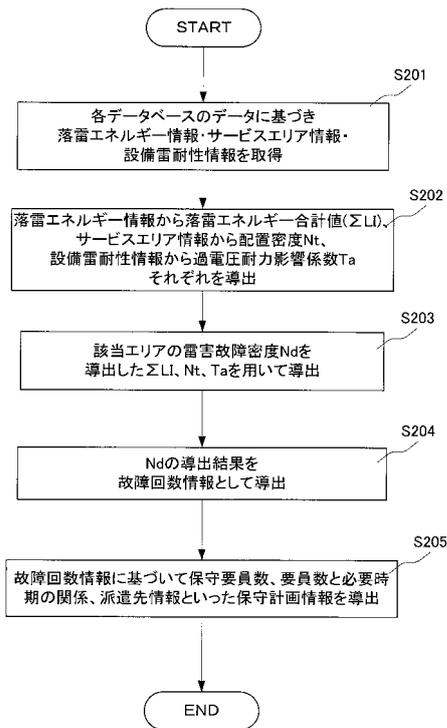
【図6】



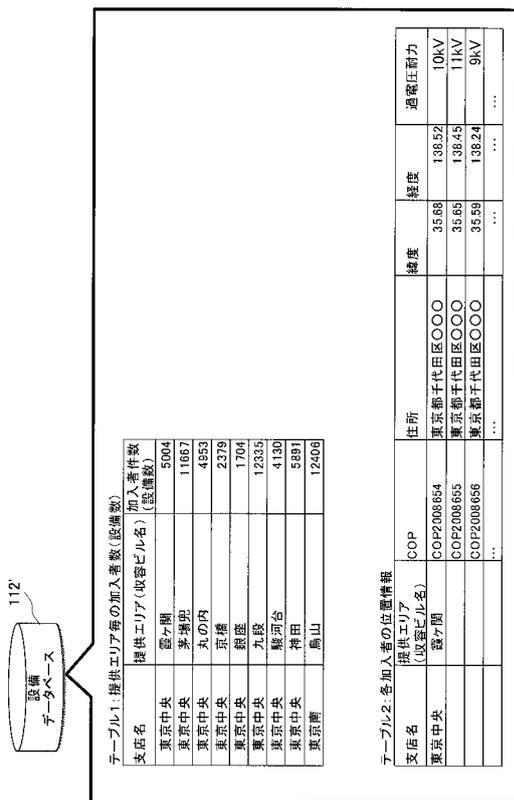
【図7】



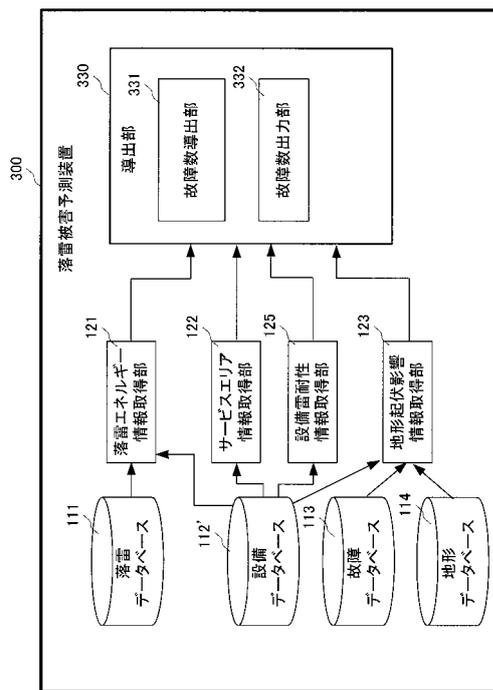
【図8】



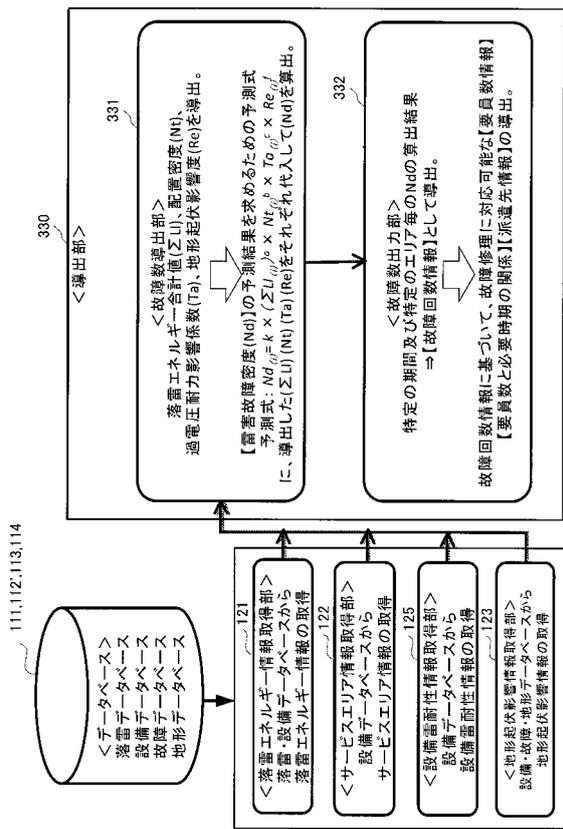
【図9】



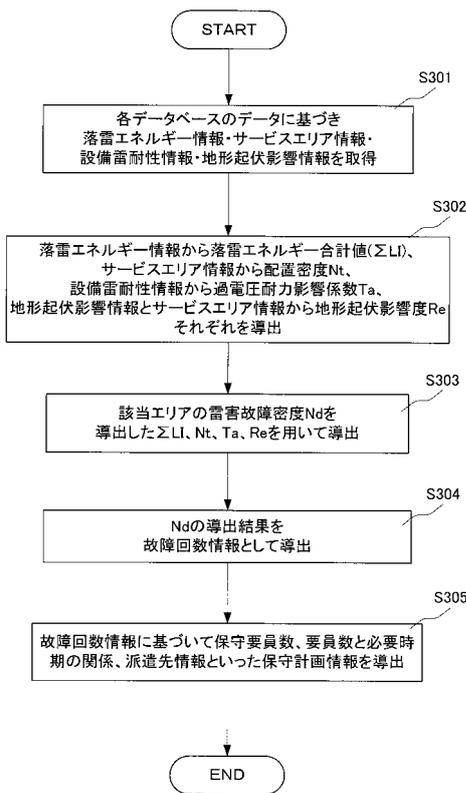
【図10】



【図11】



【図12】



【図13】

113 故障データベース

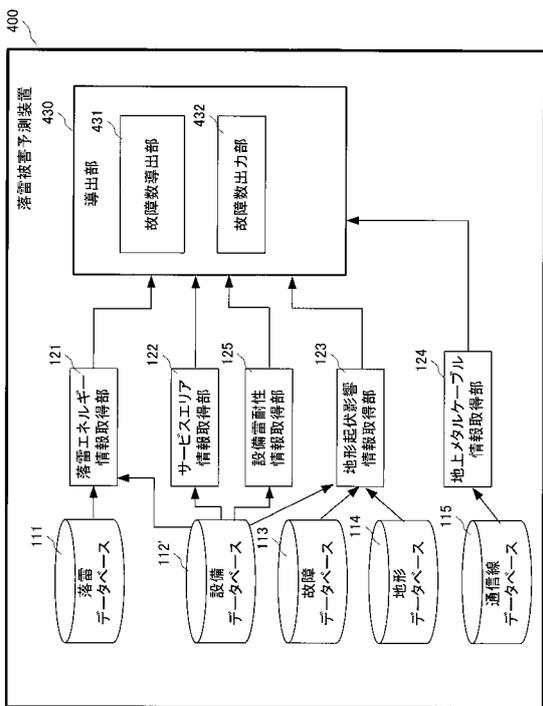
分類	集計区分	故障箇所 の客様申出 取消/申出 理由	故障原因	項目内容	修理方法	受付日時	番号	県	市	区	取寄コード	取寄コード 名
NG	取消	その他/そ の他	その他	入子取更新 /お客様不 任	その他	2006/3/18	1	東京	13217001	1	保谷	
客様不 任	NG	その他/そ の他	お客様不在	入子取更新 /お客様不 任	その他	2006/3/18	4	埼玉	11204002	1	浦和東 村山大	
検査異常 無し	異常箇所無 し	異常箇所無 し	異常箇所無 し	異常箇所無 し	異常箇所無 し	2006/3/28	1	東京	13220001	1	和	
宅内設備	宅内設備	異常箇所無 し	異常箇所無 し	異常箇所無 し	異常箇所無 し	2006/3/27	1	東京	13108003	1	吉原	
別送手配	宅内設備	異常箇所無 し	異常箇所無 し	異常箇所無 し	異常箇所無 し	2006/3/27	1	東京	13102006	1	請差	
お客様設 備(NIT)	お客様設備 (NIT)	異常箇所無 し	異常箇所無 し	異常箇所無 し	異常箇所無 し	2006/3/27	11	香城	04101001	1	香葉通 吉小牧	
宅内設備	宅内設備	異常箇所無 し	異常箇所無 し	異常箇所無 し	異常箇所無 し	2006/3/27	17	北海道	01213002	1	東	

【図14】

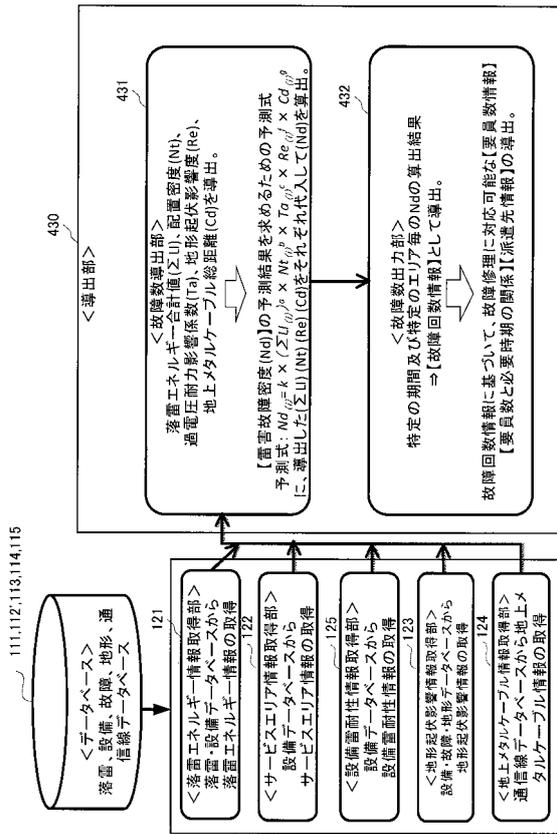
114 地形データベース

メッシュ緯度[度]	メッシュ経度[度]	平均標高[m]
36.05	138.6875	220
36.05	138.75	215
36.05	138.8125	200
36.05	138.875	180
36.1	138.5625	175
36.1	138.6875	150
36.1	138.75	175
36.1	138.8125	160
36.1	138.875	160

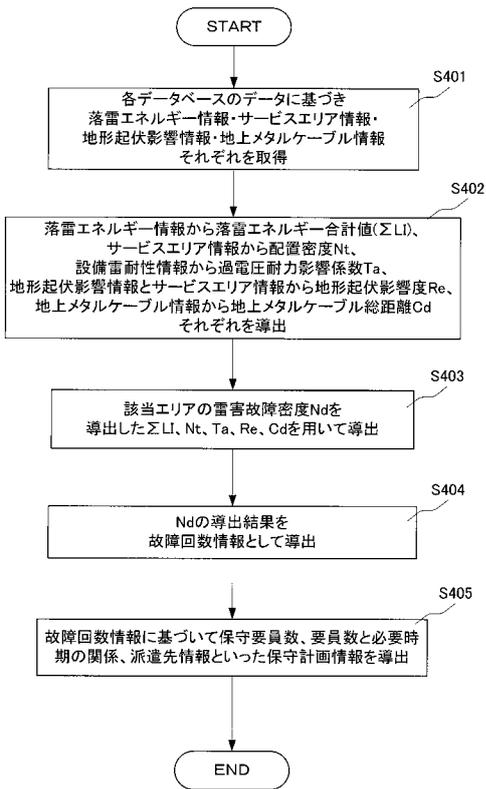
【図15】



【図16】



【図17】

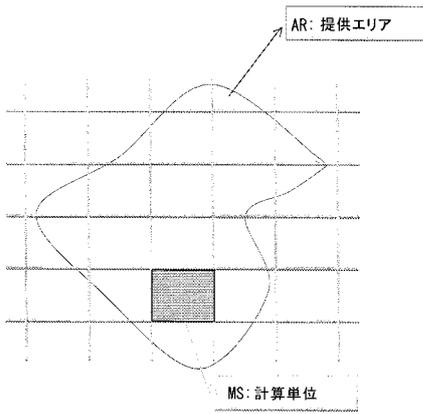


【図18】

通信線データベース

CENTER CODE	CENTER NAME	OPPED	RDB LFID	FAC NAME	FAC NO	CABLE SERVO ASS	CONNIE	CONNIE	CONNIE	距離 [m]	
							CT	FA	CT	FA	
							NO	NO	CLASS		
13107000	栗田	A0002R6BA81 A8406432R33 B7FG5G6BFC	39A39803AC24 CA1700813AC2	石巻十号支	6	1	11	11	5	11	120.12
13107000	栗田	A0009C088C 7741908E128E B2A3E53580	39A959173AC248 B100813AC2	栗平支	17	1	11	11	18	11	100.34
13107000	栗田	A01078747D A00000000000 B65899DD00	39A3980C3AC2B D0100813AC2	栗宮七ル	1	1	42	12	3	11	200.65
13107000	栗田	A00175823D1 77431935E9EF B7EBC02214	39A25856D3AC20 88E03813AC2	栗原支	1	2	11	11	3	21	333.12

【図 19】



【図 20】

落雷エネルギー情報取得部の出力結果(例)

メッシュ緯度[度]	メッシュ経度[度]	落雷エネルギー量の合計
36.05	138.6875	163
36.05	138.75	123
36.05	138.8125	195
36.05	138.875	61
36.1	138.5625	654
36.1	138.6875	352
36.1	138.75	2
36.1	138.8125	56
36.1	138.875	465

【図 22】

設備耐性情報取得部の出力結果(例)

メッシュ緯度[度]	メッシュ経度[度]	過電圧耐力の平均
36.05	138.6875	10KV
36.05	138.75	15KV
36.05	138.8125	10KV
36.05	138.875	12KV
36.1	138.5625	15KV
36.1	138.6875	15KV
36.1	138.75	10KV
36.1	138.8125	10KV
36.1	138.875	12KV

【図 21】

サービスイリア情報取得部の出力結果(例)

提供エリア	メッシュ番号	メッシュ緯度[度]	メッシュ経度[度]	設備の総数
露ヶ岡	101	36.05	138.6875	1605
露ヶ岡	102	36.05	138.75	1504
露ヶ岡	103	36.05	138.8125	1852
露ヶ岡	104	36.05	138.875	19921
丸の内	105	36.1	138.5625	120
丸の内	106	36.1	138.6875	146
丸の内	107	36.1	138.75	465
丸の内	108	36.1	138.8125	860
丸の内	109	36.1	138.875	460

【図 23】

地形起伏影響情報取得部の出力結果(例)

メッシュ緯度[度]	メッシュ経度[度]	平均標高	地形の起伏に伴う設備の故障率の変化
36.05	138.6875	220	0.20
36.05	138.75	215	0.19
36.05	138.8125	200	0.16
36.05	138.875	180	0.12
36.1	138.5625	175	0.11
36.1	138.6875	150	0.06
36.1	138.75	175	0.11
36.1	138.8125	160	0.08
36.1	138.875	160	0.08

【 図 2 4 】

地上メタルケーブル情報取得部の出力結果(例)

メッシュ緯度(度)	メッシュ経度(度)	地上メタル ケーブル長(m)	地下メタル ケーブル長(m)	地上光 ケーブル長(m)	地下光 ケーブル長(m)
36.05	138.6875	21511.02429	222.4870642	10058.41903	222.4870642
36.05	138.75	27429.50459	5909.22845	11805.82472	13850.47387
36.05	138.8125	19959.4486	487.4516788	1351.9.60716	6085.763121
36.05	138.875	5112.753979	0	2567.489599	1492.512506
36.1	138.5625	2076.192928	0	0	0
36.1	138.6875	13488.47717	11.2963722	6298.356415	0
36.1	138.75	7077.879306	0	0	0
36.1	138.8125	9713.073131	0	4826.41429	0
36.1	138.875	33889.31348	4947.24355	24383.7684	7347.848407

フロントページの続き

(72)発明者 澤田 孝

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内

審査官 貝塚 涼

(56)参考文献 特開2007-017203(JP,A)

特開2008-015620(JP,A)

特開2009-015450(JP,A)

富永哲欣, 外3名, 落雷密度・収容密度を用いた通信装置の雷害故障数の予測法, 電子情報通信学会2002年通信ソサイエティ大会講演論文集1, 日本, 社団法人電子情報通信学会, 2002年 8月20日, 第270頁

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06Q 10/00 - 50/34

G01W 1/10