

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-11582

(P2007-11582A)

(43) 公開日 平成19年1月18日(2007.1.18)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO8B 31/00 (2006.01)	GO8B 31/00 B	2C032
GO9B 29/00 (2006.01)	GO9B 29/00 A	5C087
GO1W 1/08 (2006.01)	GO1W 1/08 P	

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2005-189979 (P2005-189979)	(71) 出願人	505189198 株式会社情報科学テクノシステム 茨城県つくば市竹園2丁目10番5号
(22) 出願日	平成17年6月29日 (2005.6.29)	(74) 代理人	100093816 弁理士 中川 邦雄
		(72) 発明者	野沢 英裕 茨城県つくば市竹園2丁目10番5号 株式会社情報科学テクノシステム内
		(72) 発明者	新井 啓吾 茨城県つくば市竹園2丁目10番5号 株式会社情報科学テクノシステム内
		Fターム(参考)	2C032 HA17 HB03 5C087 AA02 AA03 AA24 AA26 BB11 BB21 DD02 EE05 EE07 FF01 FF02 FF04 FF19 FF20 GG02 GG14 GG20 GG70

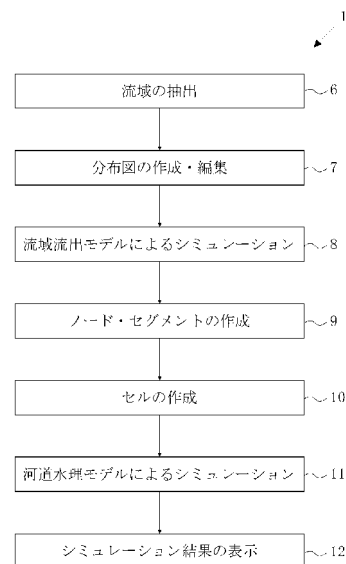
(54) 【発明の名称】 洪水予測システム

(57) 【要約】

【課題】 従来の河川の流域情報は、国土地理院が発行する数値地図や現地測量を行って作成しているが、これらの情報を作成するためには膨大な人手と時間及び費用を要するのが現状である。また、時間の経過に伴い、気象、気候又は自然災害により、流域を形成する地形、地質又は地表面被覆植生が変化し、実態を把握することが困難となる。

【解決手段】 地球観測衛星の観測データであるリモートセンシングデータを高度解析処理する手段により、現状の問題点と困難を解決することが可能となる。その結果、短期間に最新の流域情報を安価に得ることが可能となる。また、定期的にかつ広域に情報を更新することができると共に、災害時における緊急情報の取得も可能となる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

衛星画像データ及びGPS・GISデータを使用して、海領域図、河川図、斜面方位図、水系図及び流域図のデータを作成する流域の抽出と、前記衛星画像データを使用して、土地被覆分布図のデータを作成する分布図の作成・編集と、前記流域の抽出及び分布図の作成・編集で作成したデータ並びに気象データを使用して、河川の上流域についてコンピュータで流出状況を計算する流域流出モデルによるシミュレーションと、前記GPS・GISデータを使用して、河川の分断地点であるノード、及び分断された河川であるセグメントごとにデータを作成するノード・セグメントの作成と、前記GPS・GISデータを使用して、単位領域であるセルごとにデータを作成するセルの作成と、前記流域流出モデルによるシミュレーション、ノード・セグメントの作成及びセルの作成で作成したデータを使用して、河川の下流域についてコンピュータで氾濫状況を計算する河道水理モデルによるシミュレーションと、前記河道水理モデルによるシミュレーションで作成したデータを編集して、コンピュータの画面に表示するシミュレーション結果の表示とからなることを特徴とする洪水予測システム。

10

【請求項 2】

斜面方位図データを作成する際、衛星画像データに対し、河川図データにより河川を定義した上で勾配方向を算出することを特徴とする請求項 1 に記載の洪水予測システム。

【請求項 3】

水系図データを作成する際、斜面方位図データが示す勾配方向に従って落水線追跡を行い、前記落水線の通過頻度の高い地点を抽出することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の洪水予測システム。

20

【請求項 4】

流域図データを作成する際、河川図データの河川と水系図データの水系との交点を流域算出位置として指定し、前記流域算出位置に至る全ての落水線を結合することにより、流域を抽出することを特徴とする請求項 1、請求項 2 又は請求項 3 に記載の洪水予測システム。

【請求項 5】

流域流出モデルによるシミュレーションにおいて、流域図データに、衛星画像データ、土地被覆分布図データ及びGPS・GISデータを組み合わせて、地形的なパラメータと地質及び植生によるパラメータを算出することができることを特徴とする請求項 1、請求項 2、請求項 3 又は請求項 4 に記載の洪水予測システム。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、地球観測衛星からのリモートセンシングデータを利用し、豪雨時の河川、山岳部及び平野部における水の移動を計算することにより、洪水災害のシミュレーションを行う洪水予測システムに関するものである。

【背景技術】**【0002】**

地球温暖化による異常気象に起因する集中豪雨は、大規模な洪水災害をもたらし、人的及び経済的損失も増大している。洪水被害の軽減には、信頼性の高い洪水予測技術の確立が不可欠である。

40

【0003】

広域に渡る面的及び線的情報の収集方法として、地球観測衛星からのリモートセンシングデータの利用が考えられ、洪水予測技術に必要とされる調査作業を地球観測衛星からのリモートセンシングデータによって代替することにより、コストや期間が大幅に軽減される。

【0004】

特許文献 1 に記載されているように、異なる位置にある衛星のセンサから所定の地域を

50

地球観測衛星からのリモートセンシングすることにより得られたデジタル画像データを入力し、所定の地域の標高分布を示すデジタル標高データ、水害の起点位置データ及び流量データを算出して、水害が起こった場合の浸水状況をシミュレーションする水害シミュレーション方法及びシステムという発明も公開されている。

【特許文献1】特開2004-340743号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、洪水予測に必要となる情報の中には、収集が困難な情報も多く、専門家による長期間の調査には膨大なコストも必要なことから、洪水予測技術の確立が遅れ、有効な洪水予防ができない地域が存在する。

10

【0006】

そこで、本発明は、地球観測衛星からのリモートセンシングデータを利用し、豪雨時の河川、山岳部及び平野部における水の移動を計算することにより、洪水災害のシミュレーションを行う洪水予測システムを提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、上記の課題を解決するために、衛星画像データ及びGPS・GISデータを使用して、海領域図、河川図、斜面方位図、水系図及び流域図のデータを作成する流域の抽出と、前記衛星画像データを使用して、土地被覆分布図のデータを作成する分布図の作成・編集と、前記流域の抽出及び分布図の作成・編集で作成したデータ並びに気象データを使用して、河川の上流域についてコンピュータで流出状況を計算する流域流出モデルによるシミュレーションと、前記GPS・GISデータを使用して、河川の分断地点であるノード、及び分断された河川であるセグメントごとにデータを作成するノード・セグメントの作成と、前記GPS・GISデータを使用して、単位領域であるセルごとにデータを作成するセルの作成と、前記流域流出モデルによるシミュレーション、ノード・セグメントの作成及びセルの作成で作成したデータを使用して、河川の下流域についてコンピュータで氾濫状況を計算する河道水理モデルによるシミュレーションと、前記河道水理モデルによるシミュレーションで作成したデータを編集して、コンピュータの画面に表示するシミュレーション結果の表示とからなることを特徴とする洪水予測システムの構成とした。

20

30

【発明の効果】

【0008】

本発明は、以上の構成であるから以下の効果が得られる。第1に、リモートセンシングデータを利用して洪水災害のシミュレーションを行うことにより、リアルタイムに洪水を予測できる上、コストや期間も大幅に軽減することができる。

【0009】

第2に、上流域を対象とする流域流出モデルと、下流域を対象とする河道水理モデルに分かれており、一度に全体を動かしたり、個別に動かしたりと、利用目的に応じたシミュレーションが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

40

【0010】

本発明は、地球観測衛星からのリモートセンシングデータを利用し、豪雨時の河川、山岳部及び平野部における水の移動を計算することにより、洪水災害のシミュレーションを行うという目的を、衛星画像データ及びGPS・GISデータを使用して、海領域図、河川図、斜面方位図、水系図及び流域図のデータを作成する流域の抽出と、前記衛星画像データを使用して、土地被覆分布図のデータを作成する分布図の作成・編集と、前記流域の抽出及び分布図の作成・編集で作成したデータ並びに気象データを使用して、河川の上流域についてコンピュータで流出状況を計算する流域流出モデルによるシミュレーションと、前記GPS・GISデータを使用して、河川の分断地点であるノード、及び分断された河川であるセグメントごとにデータを作成するノード・セグメントの作成と、前記GPS

50

・GISデータを使用して、単位領域であるセルごとにデータを作成するセルの作成と、前記流域流出モデルによるシミュレーション、ノード・セグメントの作成及びセルの作成で作成したデータを使用して、河川の下流域についてコンピュータで氾濫状況を計算する河道水理モデルによるシミュレーションと、前記河道水理モデルによるシミュレーションで作成したデータを編集して、コンピュータの画面に表示するシミュレーション結果の表示とからなる構成とすることで実現した。

【実施例1】

【0011】

以下に、添付図面に基づいて、本発明である洪水予測システムについて詳細に説明する。

10

【0012】

洪水予測システム1は、衛星画像データ2及びGPS・GISデータ3を使用して、海領域図、河川図、斜面方位図、水系図及び流域図のデータを作成する流域の抽出6と、前記衛星画像データ2を使用して、土地被覆分布図のデータを作成する分布図の作成・編集7と、前記流域の抽出6及び分布図の作成・編集7で作成したデータ並びに気象データ4を使用して、河川の上流域についてコンピュータで流出状況を計算する流域流出モデルによるシミュレーション8と、前記GPS・GISデータ3を使用して、河川の分断地点であるノード、及び分断された河川であるセグメントごとにデータを作成するノード・セグメントの作成9と、前記GPS・GISデータ3を使用して、単位領域であるセルごとにデータを作成するセルの作成10と、前記流域流出モデルによるシミュレーション8、ノード・セグメントの作成9及びセルの作成10で作成したデータを使用して、河川の下流域についてコンピュータで氾濫状況を計算する河道水理モデルによるシミュレーション11と、前記河道水理モデルによるシミュレーション11で作成したデータを編集して、コンピュータの画面に表示するシミュレーション結果の表示12とからなることを特徴とする。

20

【0013】

図1は、本発明である洪水予測システムの構成を示すブロック図である。洪水予測システム1は、コンピュータ5において実行されるプログラムであり、衛星画像データ2、GPS・GISデータ3及び気象データ4の外部データを使用する。

【0014】

コンピュータ5は、少なくとも入力装置5a、記憶装置5b、出力装置5c及び中央処理装置5dからなり、必要に応じて、描画機能をサポートする装置などを追加することができる。

30

【0015】

入力装置5aは、コンピュータ5にデータを入力したり、プログラムの実行指令を与える装置であり、マウス、キーボード又はタッチパネル等が該当する。尚、入力されたデータ等は、一時的に記憶装置5bに記憶される。

【0016】

記憶装置5bは、作業領域となる主記憶装置(メモリ)と、保存領域となる補助記憶装置とからなる。補助記憶装置には、ハードディスクやデータベース等があるが、フレキシブルディスクやコンパクトディスク等の記録媒体も含めるものとする。

40

【0017】

洪水予測システム1のプログラムは、補助記憶装置に保存されており、入力装置5aから実行指令が与えられると、主記憶装置に読み込まれ実行される。尚、プログラムは、処理又は機能ごとに部品化することもできる。

【0018】

出力装置5cは、記憶装置5bに記憶されているデータ等を入力する装置であり、ディスプレイ(モニタ)又はプリンタ等が該当する。尚、データは、グラフ又は画像などに編集して出力することもできる。

【0019】

50

中央処理装置（CPU）5dは、コンピュータ5の中核となる装置であり、プログラムの実行を行う。実行に際しては、プログラムを解析し、データに対して計算を行う演算命令や、入力装置5a、記憶装置5b及び出力装置5cに対する制御命令を出す。

【0020】

衛星画像データ2は、人工衛星のリモートセンシング技術を利用して取得したデータであり、地質調査や資源探索に加えて、温暖化、砂漠化、オゾン層破壊、酸性雨又は鉱物研究等の地球規模の環境変化を把握することができる。

【0021】

GPS・GISデータ3は、GPS（全地球無線測位システム）とGIS（地理情報システム）を組み合わせたデータであり、デジタル化された地図データに統計データや位置の持つ属性情報が付加される。

10

【0022】

尚、GPSとは、人工衛星から発射した電波の到達時間などから地球上の電波受信者の位置を3次元測位するシステムであり、GISとは、地理的な様々な情報に関連付けなどの処理を行い、データ化された地図として視覚的に表示するシステムである。

【0023】

気象データ4は、洪水予測システム1の対象となる地域の気象観測所又は気象衛星などから取得したデータである。過去に観測したデータであるが、予測したデータを用いることもできる。

【0024】

衛星画像データ2、GPS・GISデータ3及び気象データ4の外部データは、コンピュータ5の記憶装置5bに取り込まれる。外部データの取込みには、記録媒体を利用したり、インターネット又は専用通信回線などを利用する。尚、有線だけでなく無線を利用することもできる。

20

【0025】

図2は、本発明である洪水予測システムの流れを示すフローチャートである。洪水予測システム1は、流域の抽出6、分布図の作成・編集7、流域流出モデルによるシミュレーション8、ノード・セグメントの作成9、セルの作成10、河道水理モデルによるシミュレーション11、及びシミュレーション結果の表示12の処理からなる。

【0026】

流域の抽出6は、衛星画像データ2及びGPS・GISデータ3から抽出した情報を基に、海領域図、河川図、斜面方位図、水系図及び流域図についてのデータを作成する。分布図の作成・編集7は、衛星画像データ2から抽出した情報を基に、土地被覆分布図についてのデータを作成する。

30

【0027】

流域流出モデルによるシミュレーション8は、気象データ4から抽出した情報、流域の抽出6で作成したデータ、及び分布図の作成・編集7で作成したデータを基に、流域流出モデルを作成し、コンピュータ5を用いて模擬実験を行うことで洪水を予測する。

【0028】

ノード・セグメントの作成9は、GPS・GISデータ3から抽出した情報、及び流域の抽出6で作成したデータを基に、河道区間図及び河道の地理についてのデータを作成する。セルの作成10は、衛星画像データ2及びGPS・GISデータ3から抽出した情報を基に、セル図及びセルの地理についてのデータを作成する。

40

【0029】

河道水理モデルによるシミュレーション11は、気象データ4から抽出した情報、並びに流域流出モデルによるシミュレーション8、ノード・セグメントの作成9及びセルの作成10で作成したデータを基に、河道水理モデルを作成し、コンピュータ5を用いて模擬実験を行うことで洪水を予測する。

【0030】

シミュレーション結果の表示12は、衛星画像データ2及び気象データ4から抽出した

50

情報、並びにセルの作成 10、流域流出モデルによるシミュレーション 8 及び河道水理モデルによるシミュレーション 11 で作成したデータを基に、洪水予測の結果をコンピュータ 5 で編集して画面に表示する。

【0031】

図 3 は、本発明である洪水予測システムの処理の流れを示す図である。洪水予測システム 1 の処理うち、流域の抽出 6、分布図の作成・編集 7、ノード・セグメントの作成 9 及びセルの作成 10 はデータ抽出・モデル化処理 13 としてまとめることができ、流域流出モデルによるシミュレーション 8 及び河道水理モデルによるシミュレーション 11 は洪水予測シミュレーション 14 としてまとめることができる。

【0032】

データ抽出・モデル化処理 13 は、洪水予測シミュレーション 14 を行うために必要となるデータを取得及び変換する手段であり、洪水予測シミュレーション 14 は、洪水予測を行う手段であり、シミュレーション結果の表示 12 は、洪水予測シミュレーション 14 の結果を編集して可視化する手段である。

【0033】

洪水予測システム 1 の各処理は、更に機能ごとに部品化することができる。各機能は、外部とやり取りをするインターフェースとして入力パラメータと出力パラメータを設けることができ、外部からデータを受け取り、演算等した後、外部に結果のデータを渡すことができる。

【0034】

尚、各機能の形態はそれぞれ異なり、例えば、データベースからデータを入力して演算した結果のデータを別のデータベースに出力したり、入力されたデータを編集して出力装置 5c に表示したり、コンピュータ 5 内の装置を制御する等である。

【0035】

流域の抽出 6 は、海領域図の作成 6a、河川図の作成 6b、斜面方位図の作成 6c、水系図の作成 6d、及び流域図の作成 6e の機能からなる。

【0036】

海領域図の作成 6a は、衛星画像データ 2 のうち反射率データ 2b を読み込み、反射率の違いから開水面を検出し、画面上に描画及び画像を海領域図データ 6f として保存する。尚、開水面とは、衛星の観測している上空に対し、遮蔽のない水域のことである。また、水域とは、湖沼、海又は河川などの多量の水が定常的に存在する領域である。

【0037】

河川図の作成 6b は、手動操作により洪水予測システム 1 に認識させる河川を地図上に定義し、河川図データ 6g を作成する。GPS・GIS データ 3 の河川情報 3d 又は海領域図の作成 6a で作成した海領域図データ 6f を参考にして地図上に手動で河川を定義していくが、河川の終点は、必ず海領域図データ 6f の海又は画面端に至るようにする。

【0038】

斜面方位図の作成 6c は、衛星画像データ 2 のうち数値標高モデルデータ 2a から斜面方位図データ 6h を自動作成する。数値標高モデルデータ 2a に対し、河川図の作成 6b で作成された河川図データ 6g を用いて高度補正を施すことにより、水理解析に適した斜面方位図データ 6h を得ることができる。

【0039】

水系図の作成 6d は、斜面方位図の作成 6c で作成された斜面方位図データ 6h に基づいて地図を構成する各点からの落水線を計算し、落水線が高頻度に通過する点を水系として自動抽出することにより水系図データ 6i を作成する。尚、落水線とは、傾斜方向を結んでいくことによって出来る線であり、降水の流れていく経路とみなされる。また、水系とは、降水時に多量の水が通過する経路のことである。

【0040】

流域図の作成 6e は、水系図の作成 6d で作成された水系図データ 6i に示される水系上のある点について、その点に至る全ての落水線を斜面方位図の作成 6c で作成された斜

10

20

30

40

50

面方位図データ 6 h に基づいて計算し、結合することにより、その点を排水先とする流域を自動抽出し、流域図データ 6 j を作成する。尚、流域とは、降水がある点へと集まる範囲のことである。

【 0 0 4 1 】

分布図の作成・編集 7 は、土地被覆分布図の作成 7 a、土壌分布図の編集 7 b、パラメータテーブルの編集 7 c、及びパラメータテーブルの編集 7 d の機能からなる。

【 0 0 4 2 】

土地被覆分布図の作成 7 a は、衛星画像データ 2 のうち反射率データ 2 b を読み込み、反射率の違いからトレーニングデータに基づいて土地被覆の分類を行い、土地被覆分布図データ 7 e を作成する。

10

【 0 0 4 3 】

尚、トレーニングデータとは、土地被覆の分類の指標となる反射率であり、対象の土地の反射率が指標のうちどれに最も近いかによって分類する。また、土地被覆とは、植生、舗装面又は水域など土地の表面の状態である。

【 0 0 4 4 】

土壌分布図の編集 7 b は、GPS・GIS データ 3 のうち土壌分布図データ 3 a の内容を編集する。パラメータテーブルの編集 7 c は、土地被覆分布図データ 7 e に対し、地表粗度や貯留損失量などの被覆パラメータ 3 b を与え、内容を編集する。パラメータテーブルの編集 7 d は、土壌分布図データ 3 a に対し、毛管吸上げ、透水係数、土湿不足などの土壌パラメータ 3 c を与え、内容を編集する。

20

【 0 0 4 5 】

流域流出モデルによるシミュレーション 8 は、計算制御ファイルの編集 8 a、流域特性計算 8 b、及び流域流出シミュレーション 8 c の機能からなる。計算制御ファイルの編集 8 a は、シミュレーション開始日時、シミュレーション期間、計算単位時間などの流域流出モデルによるシミュレーション 8 に関する設定を変更する。

【 0 0 4 6 】

流域特性計算 8 b は、以下の 3 つの計算を行い、上流域の地理データ 8 d を作成する。第 1 に、流域図の作成 6 e で作成された流域図データ 6 j の各流域に対して、衛星画像データ 2 の数値標高モデルデータ 2 a から面積、平均勾配及び幅を計算する。

【 0 0 4 7 】

第 2 に、GPS・GIS データ 3 の被覆パラメータ 3 b と土地被覆分布図の作成 7 a で作成した土地被覆分布図 7 e から、土地被覆分布の面積で被覆パラメータの平均を取ることにより初期損失雨量及び粗度を計算する。

30

【 0 0 4 8 】

第 3 に、GPS・GIS データ 3 の土壌分布図データ 3 a と土壌パラメータ 3 c から、土壌分布の面積で土壌パラメータの平均を取ることにより初期土湿不足、毛管吸上げ及び水理伝導度を自動計算する。

【 0 0 4 9 】

流域流出シミュレーション 8 c は、気象データ 4 の時系列降水量データ 4 d 及び月平均蒸発量データ 4 e 並びに流域特性計算 8 b で作成された上流域の地理データ 8 d を用いて、上流域の地理データ 8 d の各流域の流出量である時系列流出量データ 8 e を自動算出する。尚、流出量とは、流域の排水点から流域外へ排出される水の量である。

40

【 0 0 5 0 】

ノード・セグメントの作成 9 は、河道分割 9 a、及び河道特性入力 9 b の機能からなる。河道分割 9 a は、流域図の作成 6 e で作成された河川図データ 6 g の河川を GPS・GIS データ 3 の河川情報 3 d の計測地点位置に基づいて分断し、河道区間図データ 9 c を作成する。

【 0 0 5 1 】

河道特性入力 9 b は、河道分割 9 a で作成した河道区間図データ 9 c の各ノードと各セグメントに対し、GPS・GIS データ 3 の河川情報 3 d を基にパラメータを手動入力し

50

、河道の地理データ 9 d を作成する。尚、ノードとは、河川の分断地点のことであり、セグメントとは、分断された河川、即ち 2 つのノードに挟まれた河道の区間のことである。

【 0 0 5 2 】

セルの作成 1 0 は、氾濫原分割 1 0 a、及びセル特性入力 1 0 b の機能からなる。尚、セルとは、浸水状況をシミュレートする領域の最小単位のことであり、セル単位にデータを作成する。

【 0 0 5 3 】

氾濫原分割 1 0 a は、衛星画像データ 2 の反射率データ 2 b 及び GPS・GIS データ 3 の氾濫原情報 3 e を参考にして、浸水しうる領域を、セル単位に手動で入力し、セル図 1 1 c を作成する。

10

【 0 0 5 4 】

セル特性入力 1 0 b は、氾濫原分割 1 0 a で作成したセル図データ 1 0 c の各セルに対し、GPS・GIS データ 3 の氾濫原情報 3 e を基にパラメータを手動入力し、セルの地理データ 1 0 d を作成する。

【 0 0 5 5 】

河道水理モデルによるシミュレーション 1 1 は、計算制御ファイルの編集 1 1 a、河川・セル結合 1 1 b、及び河道水理シミュレーション 1 1 c の機能からなる。計算制御ファイルの編集 1 1 a は、シミュレーション開始日時、シミュレーション期間、計算単位時間などの河道水理モデルによるシミュレーション 1 1 に関する設定を変更する。

【 0 0 5 6 】

20

河川・セル結合 1 1 b は、河道特性入力 9 b で河川情報 3 d を基に作成した河道の地理データ 9 d のノード及びセグメント群と、セル特性入力 1 0 b で氾濫原情報 3 e を基に作成したセルの地理データ 1 0 d のセル群との間に、水を相互交換する関係を定義し、水理的に結合し、下流域・河川の地理データ 1 1 d を作成する。

【 0 0 5 7 】

河道水理シミュレーション 1 1 c は、気象データ 4 の時系列降水量データ 4 d、時系列海面高度データ 4 a、初期水位データ 4 b 及び初期流量データ 4 c、並びに河川・セル結合 1 1 b で作成した下流域・河川の地理データ 1 1 d 及び流域流出シミュレーション 8 c で作成した時系列流出量データ 8 e を用いて、下流域・河川の地理データ 1 1 d の各セルの水位である時系列水位データ 1 1 e を自動算出する。

30

【 0 0 5 8 】

シミュレーション結果の表示 1 2 は、2次元洪水描画 1 2 a、3次元洪水描画 1 2 b、及びハイエト - ハイドログラフ描画 1 2 c の機能からなる。

【 0 0 5 9 】

2次元洪水描画 1 2 a は、氾濫原分割 1 0 a で作成したセル図データ 1 0 c のセルの範囲に、河道水理シミュレーション 1 1 c で作成した時系列水位データ 1 1 e の水位を色分けして 2次元洪水マップデータ 1 2 d を作成し表示する。尚、時間変化を追って表示させることも可能である。

【 0 0 6 0 】

3次元洪水描画 1 2 b は、2次元洪水描画 1 2 a で作成した平面の地図画像に衛星画像データ 2 のうち数値標高モデルデータ 2 a の標高データを組み合わせて 3次元洪水マップデータ 1 2 e を作成し、3次元に立体化して表示する。

40

【 0 0 6 1 】

ハイエト - ハイドログラフ描画 1 2 c は、気象データ 4 のうち時系列降水量データ 4 d と流域流出シミュレーション 8 c で作成した時系列流出量データ 8 e を用いて、ハイエト - ハイドログラフデータ 1 2 f を作成し、ハイエト - ハイドログラフを描画する。尚、ハイエト - ハイドログラフとは、降水量と流出量の時間変化を表したグラフである。

【 0 0 6 2 】

図 4 は、本発明である洪水予測システムのデータの流れを示す図である。衛星画像データ 2、GPS・GIS データ 3 及び気象データ 4 は、洪水予測システム 1 を実行するに際

50

して予め用意される外部データであり、その他に、洪水予測システム1の機能を実行することにより作成される内部データがある。外部データ及び内部データは、主としてデータベースである。

【0063】

データベースは、データベース管理システムによって管理され、洪水予測システム1の継続的な運用におけるデータ管理の煩雑さを軽減し、毎回のシミュレーションの実施手順を簡便にすることができる。

【0064】

衛星画像データ2は、数値標高モデルデータ2a、及び反射率データ2bからなり、いずれも地球観測衛星に搭載されたセンサにより、洪水予測システム1のシミュレーション対象地域について観測されたデータである。

10

【0065】

数値標高モデルデータ2aは、ピクセルごとに高度情報が定められた経緯度付きの地図データであり、斜面方位図の作成6c、流域特性計算8b及び3次元洪水描画12bの機能の入力データとなる。

【0066】

反射率データ2bは、ピクセルごとに放射計で記録された地表面の電波反射率が定められた経緯度付きの地図データであり、海領域図の作成6a、土地被覆分布図の作成7a及び氾濫原分割10aの機能の入力データとなる。

【0067】

GPS・GISデータ3は、土壌分布図データ3a、被覆パラメータ3b、土壌パラメータ3c、河川情報3d、及び氾濫原情報3eからなる。土壌分布図データ3aは、洪水予測システム1のシミュレーション対象地域の土壌分布の情報を示す地図データであり、流域特性計算8bの機能の入力データとなる。

20

【0068】

被覆パラメータ3bは、初期損失雨量と粗度について、洪水予測システム1のシミュレーション対象地域に分布する植生の種類ごとの数値をまとめたデータであり、流域特性計算8bの機能の入力データとなる。尚、初期損失雨量とは、降水のうち植生に遮られ地表面に到達しない雨量のことであり、粗度とは、植生による地表面流の流れにくさを示す指標である。

30

【0069】

土壌パラメータ3cは、初期土湿不足、毛管吸上げ、水理伝導度について、洪水予測システム1のシミュレーション対象地域に分布する土壌の種類ごとの数値をまとめたデータであり、流域特性計算8bの機能の入力データとなる。尚、土壌パラメータ3cにおける土壌分布は、土壌分布図データ3aと同一のものを使用する。

【0070】

土壌パラメータ3cにおいて、初期土湿不足とは、平時における土の空気含有率、即ち飽和時の水分含有量に対する平時の空気含有量の割合であり、毛管吸上げとは、土が毛管作用により水を吸い上げる強さであり、水理伝導度とは、土の湿度による浸透能変化の度合いの係数である。

40

【0071】

河川情報3dは、河川の流れる位置と形状、河川の水位ごとの垂直断面積と河床粗度及びその計測地点を示すデータであり、河川図の作成6b、河道分割9a、河道特性入力9b及び河川・セル結合11bの機能の入力データとなる。

【0072】

氾濫原情報3eは、過去の洪水実績により定められる最大浸水範囲、浸水状況及びその範囲の詳細な地形情報であり、氾濫原分割10a、セル特性入力10b及び河川・セル結合11bの機能の入力データとなる。

【0073】

気象データ4は、時系列海面高度データ4a、初期水位データ4b、初期流量データ4

50

c、時系列降水量データ4 d、及び月平均蒸発量データ4 eからなる。

【0074】

時系列海面高度データ4 aは、洪水予測システム1のシミュレーション対象となる期間の海面の高さの時系列データであり、河道水理シミュレーション11 cの機能の入力データとなる。

【0075】

初期水位データ4 bは、洪水予測システム1のシミュレーション開始時における河川及び氾濫原の水位のデータであり、河道水理シミュレーション11 cの機能の入力データとなる。

【0076】

初期流量データ4 cは、洪水予測システム1のシミュレーション開始時における河川及び氾濫原の流量のデータであり、河道水理シミュレーション11 cの機能の入力データとなる。

【0077】

時系列降水量データ4 dは、洪水予測システム1のシミュレーション対象となる期間の降水量の時系列データであり、流域流出シミュレーション8 c、河道水理シミュレーション11 c及びハイト-ハイドログラフ描画12 cの機能の入力データとなる。

【0078】

月平均蒸発量データ4 eは、洪水予測システム1のシミュレーション対象となる月の水の蒸発量の平均値のデータであり、流域流出シミュレーション8 cの機能の入力データとなる。

【0079】

データ抽出・モデル化処理13において作成される内部データは、海領域図データ6 f、河川図データ6 g、斜面方位図データ6 h、水系図データ6 i、流域図データ6 j、土地被覆分布図データ7 e、河道区間図データ9 c、及びセル図データ10 cである。

【0080】

海領域図データ6 fは、海領域図の作成6 aによって出力される水域画像ファイルのうち、手動操作によって海の範囲のみを残した画像であり、河川図の作成6 bの入力データとなる。

【0081】

河川図データ6 gは、洪水予測システム1に認識させる河川を定義したデータであり、斜面方位図の作成6 c及び河道分割9 aの入力データとなる。尚、河川図データ6 gを画像として編集し画面に描画すると、図6に示す通りになる。

【0082】

斜面方位図データ6 hは、地図を構成する各点において、点が周囲8方向のうちどの方向に最も大きく傾斜しているかを色分けしたデータであり、水系図の作成6 d及び流域図の作成6 eの入力データとなる。尚、斜面方位図データ6 hを画像として編集し画面に描画すると、図7に示す通りになる。

【0083】

水系図データ6 iは、洪水予測システム1の対象地域中の全ての水系を示すデータであり、流域図の作成6 eの入力データとなる。尚、水系図データ6 iを画像として編集し画面に描画すると、図8に示す通りになる。

【0084】

流域図データ6 jは、洪水予測システム1に認識させる流域を定義したデータであり、流域特性計算8 bの入力データとなる。尚、流域図データ6 jを画像として編集し画面に描画すると、図9に示す通りになる。

【0085】

土地被覆分布図データ7 eは、洪水予測システム1の対象地域中の全ての点について、土地被覆を分類したデータであり、流域特性計算8 bの入力データとなる。尚、土地被覆分布図データ7 eを画像として編集し画面に描画すると、図10に示す通りになる。

10

20

30

40

50

【0086】

河道区間図データ9cは、洪水予測システム1に認識させる河川と、河川の分断地点を定義するデータであり、河道特性入力9bの入力データとなる。河道の地理データ9dは、各ノード及び各セグメントのパラメータを定義したデータであり、河川・セル結合11bの入力データとなる。

【0087】

セル図データ10cは、洪水予測システム1に認識させるセルを定義したデータであり、セル特性入力10b及び2次元洪水描画12aの入力データとなる。尚、セル図データ10cを画像として編集し画面に描画すると、図11に示す通りになる。セルの地理データ10dは、各セルのパラメータを定義したデータであり、河川・セル結合11bの入力データとなる。

10

【0088】

洪水予測シミュレーション14において作成される内部データは、上流域の地理データ8d、時系列流出量データ8e、下流域・河川の地理データ11d及び時系列水位データ11eである。

【0089】

上流域の地理データ8dは、各流域ごとに、面積、勾配、幅、不浸透域の割合、不浸透域の初期損失雨量、不浸透域の粗度、浸透域の初期損失雨量、浸透域の粗度、初期土湿不足、毛管吸上げ、及び水理伝導度を定めたデータであり、流域流出シミュレーション8cの入力データとなる。尚、不浸透域とは、舗装などにより水の浸透が起きない領域のこと

20

【0090】

時系列流出量データ8eは、上流域の地理データ8dの各流域における気象条件が気象データ4の時系列降水量データ4d及び月平均蒸発量データ4eの場合の流出量の時系列データであり、河道水理シミュレーション11c及びハイエト・ハイドログラフ描画12cの入力データとなる。

【0091】

下流域・河川の地理データ11dは、各ノード、各セグメント及び各セルごとのパラメータと、各ノード、各セグメント及び各セル間の水理的關係性を定義したデータであり、河道水理シミュレーション11cの入力データとなる。

30

【0092】

時系列水位データ11eは、下流域・河川の地理データ11dの各セルにおける気象条件が気象データ4の時系列降水量データ4d、時系列海面高度データ4a、初期水位データ4b及び初期流量データ4c、並びに時系列流出量データ8eの場合の水位の時系列データであり、2次元洪水描画12aの入力データとなる。

【0093】

シミュレーション結果の表示12において作成される内部データは、2次元洪水マップデータ12d、3次元洪水マップデータ12e及びハイエト・ハイドログラフデータ12fである。

【0094】

2次元洪水マップデータ12dは、時系列水位データ11eの内容を地図上に色分けしたデータであり、3次元洪水描画12bの入力データとなる。尚、2次元洪水マップデータ12dを画像として編集し画面に描画すると、図13に示す通りになる。

40

【0095】

3次元洪水マップデータ12eは、2次元洪水マップデータ12dの内容を衛星画像データ2の数値標高モデルデータ2aを組み合わせる立体的にしたデータである。尚、3次元洪水マップデータ12eを画像として編集し画面に描画すると、図14に示す通りになる。

【0096】

ハイエト・ハイドログラフデータ12fは、気象データ4の時系列降水量データ4dと

50

時系列流出量データ 8 e をハイエト - ハイドログラフ方式にしたデータである。尚、ハイエト - ハイドログラフデータ 1 2 f を画像として編集し画面に描画すると、図 1 2 に示す通りになる。

【 0 0 9 7 】

図 5 は、本発明である洪水予測システムのモデルの役割を示す図である。洪水予測システム 1 には、山岳部から河川へと水が流れ出ていく現象を計算する流域流出モデル 1 5 と、河川内及び平野部における水の移動を計算する河道水理モデル 1 5 a とがある。

【 0 0 9 8 】

流域流出モデル 1 5 は、河川の上流域についてのシミュレーションである。山岳部の降雨 1 5 b が蒸発 1 5 c 又は浸透 1 5 d の影響を受けながら集水 1 5 e し、河川に流出 1 5 f する状況を計算する。 10

【 0 0 9 9 】

河道水理モデル 1 5 a は、河川の下流域についてのシミュレーションである。河川への流出 1 5 f を増水量として受け取って、河川の水移動 1 5 g 及び平野部への氾濫 1 5 h を計算する

【 0 1 0 0 】

図 6 は、本発明である洪水予測システムの河川図データを画面表示した図である。地図の画像上に、河川図データ 6 g が河川 1 6 a として描画される。尚、海領域図データ 6 f も海 1 6 として描画される。

【 0 1 0 1 】

図 7 は、本発明である洪水予測システムの斜面方位図データを画面表示した図である。地図の画像上の各地点 1 6 b それぞれについて、斜面方位図データ 6 h からどの方向に傾斜しているか判断し、8色で色分けして表示する。尚、地点 1 6 b は、コンピュータ 5 の画面に表示した場合は、ピクセル等に相当する。 20

【 0 1 0 2 】

図 8 は、本発明である洪水予測システムの水系図データを画面表示した図である。地図の画像上に、河川図データ 6 g の河川 1 6 a に加えて、水系図データ 6 i が水系 1 6 c として描画される。

【 0 1 0 3 】

図 9 は、本発明である洪水予測システムの流域図データを画面表示した図である。地図の画像上に、流域図データ 6 j が流域 1 6 d として描画される。 30

【 0 1 0 4 】

図 1 0 は、本発明である洪水予測システムの土地被覆分布図データを画面表示した図である。地図の画像上の各地点 1 6 e それぞれについて、土地被覆分布図データ 7 e から土地の表面の状態を判断し、色分けして表示する。

【 0 1 0 5 】

図 1 1 は、本発明である洪水予測システムのセル図データを画面表示した図である。地図の画像上に、セル図データ 1 0 c のセル 1 6 f を重ねて表示する。

【 0 1 0 6 】

図 1 2 は、本発明である洪水予測システムのハイエト - ハイドログラフを画面表示した図である。ハイエト - ハイドログラフデータ 1 2 f は、降水量 1 6 g と流出量 1 6 h のグラフを同時に示したものである。 40

【 0 1 0 7 】

降水量 1 6 g のグラフは、左側を縦軸、下側を横軸とする折れ線グラフであり、流出量 1 6 h のグラフは、右側を縦軸、上側を横軸とする逆向きの棒グラフである。降水量 1 6 g のグラフも流出量 1 6 h のグラフも時間変化を表しており、降水量 1 6 g が多くなると、流出量 1 6 h も多くなることが分かる。

【 0 1 0 8 】

図 1 3 は、本発明である洪水予測システムの 2 次元洪水マップデータを画面表示した図である。地図の画像上の各セル 1 6 i それぞれについて、2次元洪水マップデータ 1 2 d 50

から水位を判断し、色分けして表示する。

【0109】

図14は、本発明である洪水予測システムの3次元洪水マップデータを画面表示した図である。立体的に表示した地図の画像上の各セル16jそれぞれについて、3次元洪水マップデータ12eから水位を判断し、色分けして表示する。

【実施例2】

【0110】

図15は、本発明である洪水予測システムの勾配方向算出を示す図であり、図16は、本発明である洪水予測システムの流域決定を示す図である。

【0111】

本発明である洪水予測システム1は、粗い精度の数値標高モデルデータ2aから、正確に流域16dを決定できるという特長を持ち、斜面方位図の作成6cにおいて河川16aの位置及び形状の情報を加味し、流域図の作成6eを行うことにより実現する。

【0112】

流域図の作成6eにおいて流域図データ6jを作成する場合、数値標高モデルデータ2aから斜面方位図データ6hを作成して勾配方向16kを算出し、斜面方位図データ6h上で落水線追跡17dを行う。

【0113】

斜面方位図データ6h上のある地点16bにおいて、地点16bに水があれば、地点16bに定められた勾配方向16kは、水が流れていく方向と解することができる。一の地点16bから次々に勾配方向16kの地点16bを辿った軌跡、即ち、落水線16lは、降水時の水の流路を示すこととなる。

【0114】

一の地点16bを指定したとき、他の全ての地点16bから落水線追跡17dを実行する。指定した地点16bに到達する落水線16lを全てまとめた領域が、指定した地点16bに降水が流れ込む範囲、即ち、流域16dとなる。

【0115】

尚、流域決定17eを行うために斜面方位図データ6hを作成する場合、海16又は広大な湖沼等のような流路の終端となる場所を除き、全ての地点16bの勾配方向16kが定義されなければならない。

【0116】

勾配方向算出17では、対象の地点16bの高度と、その周囲、即ち、東、東南、南、南西、西、西北、北、北東の8方向にある地点16bの高度を比較し、最も低い地点16bの方向を勾配方向として定義するが、対象の地点16b自身が最も低い場合は、勾配方向を定義することができない。

【0117】

前記のように、対象の地点16bが窪んでいる場合には、数値標高モデルデータ2aに対し、窪みを埋める処理を施し、周囲の地点16bのうちいずれかが最も低くなるようにした上で、勾配方向を定義する。勾配方向算出17aでは、中心の地点16bが8であった場合、10に補正するなどして処理する。

【0118】

尚、地点16bの高度は、精度の高いデータで扱われるので、周囲の地点16bが同じ高度になることはほとんどない。仮に、周囲に最も低い地点16bが2箇所以上存在した場合、いずれか一箇所が選択されるが、地図全体に対して一地点16bは極微小であるため、誤差として大きな影響はない。

【0119】

しかし、流域決定17eにおいては、正確な斜面方位図データ6hを前提としているため、正確な数値標高モデルデータ2aが必要となる。そこで、誤差を出来るだけ少なくするために、以下の方法を探る。

【0120】

10

20

30

40

50

数値標高モデルデータ 2 a から斜面方位図データ 6 h を作成する際、河川図データ 6 g を読み込み、高度と勾配方向 1 6 k の自動書換えを行う。まず、河川図データ 6 g で河川 1 6 a として定義されている地点 1 6 b の高度を最低値、例えば、- 9 や - 9 9 9 9 といった値に置き換える。

【 0 1 2 1 】

次に、河川 1 6 a 以外の地点 1 6 b についての勾配方向算出 1 7 b は、窪み対策をした上で勾配方向を算出し、河川 1 6 a についての勾配方向算出 1 7 c は、河川図データ 6 g に定義されている流れの方向を勾配方向として算出する。

【 0 1 2 2 】

河川 1 6 a の位置が斜面方位図データ 6 h 上に刻み付けられるため、水の集中先が誤った場所になるのを防ぐことができ、結果として、流域決定 1 7 e の正確さを飛躍的に向上させることができる。

【 0 1 2 3 】

また、水系図の作成 6 d を行い、流域算出位置指定 1 7 f に反映させる。斜面方位図データ 6 h 上の全ての地点 1 6 b で落水線追跡 1 7 d を実行し、落水線 1 6 l の通過頻度が高い地点 1 6 b を水系 1 6 c として抽出する。

【 0 1 2 4 】

水系 1 6 c と河川図データ 6 g に定義された河川 1 6 a との交点に当たる場所が、集まった降水が河川 1 6 a に流れ出す出口であり、流域算出位置指定 1 7 f の際に、流域算出位置 1 6 m の候補となる。

【 0 1 2 5 】

流域決定 1 7 e では、可視化した流域算出位置 1 6 m を指定し、流域算出位置 1 6 m に至る全ての落水線 1 6 l を結合することにより、流域 1 6 d を抽出する。流域決定 1 7 e により、水の排出先を範囲分けすることができる。

【 実施例 3 】

【 0 1 2 6 】

図 1 7 は、本発明である洪水予測システムの流域の幅の算出を示す図であり、図 1 8 は、本発明である洪水予測システムの流域の勾配の算出を示す図である。

【 0 1 2 7 】

本発明である洪水予測システム 1 は、決定した流域 1 6 d について、地形的なパラメータと地質及び植生によるパラメータを算出することができ、流域特性計算 8 b において、流域図データ 6 j に、数値標高モデルデータ 2 a、土地被覆分布図データ 7 e、土壌分布図 3 a、被覆パラメータ 3 b 及び土壌パラメータ 3 c を組み合わせることで行う。

【 0 1 2 8 】

流域 1 6 d について算出されるパラメータは、面積、幅、勾配、不浸透域の占める割合、不浸透域の地表面粗度、浸透域の地表面粗度、不浸透域の初期損失雨量、浸透域の初期損失雨量、初期土湿不足、毛管吸上げ及び水理伝導度の 1 1 個である。

【 0 1 2 9 】

面積は、一地点 1 6 b 当たりの単位面積を予め定義し、流域 1 6 d に含まれる地点 1 6 b 数に単位面積を乗ずることにより計算する。以下、面積に関する計算は、同様にして行うものとする。

【 0 1 3 0 】

幅については、まず、流域 1 6 d に含まれる水系 1 6 c の中から主たるものを 1 つ選び、水系 1 6 c の両端を延長することにより流域 1 6 d を 2 つの領域に分断する。尚、水系 1 6 c の選択と延長は、落水線 1 6 l の通過頻度が最も高い場所を計算することにより自動的に行われる。

【 0 1 3 1 】

次に、水系 1 6 c で分断された 2 つの領域のうち、大きい方の面積を A、小さい方の面積を B、分断した線の長さを L としたとき、 $(1 + 2 \times B / (A + B)) \times L$ の計算式により、流域 1 6 d の幅算出 1 8 を行う。

【0132】

勾配については、まず、流域図データ6jと数値標高モデルデータ2aを組み合わせ、流域18bの正面18cに示すように、最も高い場所である最高点18dと最も低い場所である最低点18eの高度を求め、高さの差を予め決めておいた自然数nで等分したものをhとする。

【0133】

最も低い場所での流域16dの水平断面を取り、土に埋もれる部分の断面積18gを求めて、断面積18gに等しい面積を持つ円の半径R0を算出する。次に、最も低い場所からhだけ上昇した場所の水平断面を取り、断面積18gが等しい円の半径R1を算出し、同様にして、最も高い場所における半径Rnまで、高さhの間隔で、合計n+1個の半径を計算する。

10

【0134】

また、流域16dの境界線の長さ、即ち、流域16dの周囲長を計算する。一地点16bの縦及び横の単位長を予め決めておき、境界線上の各地点16bについて、境界18hとして繋がる両隣の地点16bとの位置関係に従って長さを計算する。

【0135】

例えば、境界18hで両隣りが西と東南という繋がり方をしている地点16bでは、縦の単位長の半分の2乗と横の単位長の2乗との和の平方根を取ることによって求める。各地点16bにおける境界18hの長さを全て合計することにより、流域16dの境界線の長さを求めることができる。

20

【0136】

流域18bの平面18fにおいて、流域16dの境界線の長さをL、流域16dの面積をAとしたとき、 $(h \times L \times R_i) / (A \times R_0)$ の計算式により、流域16dの勾配算出18aを行う。尚、 $R_i = R_0 + R_1 + \dots + R_n$ である。

【0137】

不浸透域の占める割合は、流域図データ6jと数値標高モデルデータ2aと土地被覆分布図7eを組み合わせ計算する。土地被覆分布図7eから舗装面に当たる場所を識別し、対象の流域16dにおける舗装面の面積を数値標高モデルデータ2aから計算し、当該流域16d全体の面積との比を取ることによって求める。

30

【0138】

地表面粗度及び初期損失雨量は、被覆パラメータ3bに定義されており、不浸透域の地表面粗度及び不浸透域の初期損失雨量は、土地被覆分布図データ7eで不浸透域として定められている分類について、流域16dに占める面積によって重みを付け、平均を計算することにより値を求める。

【0139】

同様に、浸透域の地表面粗度及び浸透域の初期損失雨量は、土地被覆分布図データ7eで浸透域として定められている分類について、流域16dに占める面積によって重みを付け、平均を計算することにより値を求める。

【0140】

初期土湿不足、毛管吸上げ及び水理伝導度は、土壌パラメータ3cに定義されており、土壌分布図データ3aの各分類について、流域16dに占める面積によって重みを付け、平均を計算することにより値を求める。ただし、面積のうち、土地被覆分布図データ7eで不浸透領域として定められている領域を除くものとする。

40

【0141】

以上のように、本発明である洪水予測システム1は、地球観測衛星からのリモートセンシングデータを利用して洪水災害のシミュレーションを行うことにより、リアルタイムに洪水を予測できる上、コストや期間も大幅に軽減することができる。

【0142】

また、上流域を対象とする流域流出モデルと、下流域を対象とする河道水理モデルに分かれており、一度に全体を動かしたり、個別に動かしたりと、利用目的に応じたシミュレ

50

ーションが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0143】

【図1】本発明である洪水予測システムの構成を示すブロック図である。

【図2】本発明である洪水予測システムの流れを示すフローチャートである。

【図3】本発明である洪水予測システムの処理の流れを示す図である。

【図4】本発明である洪水予測システムのデータの流れを示す図である。

【図5】本発明である洪水予測システムのモデルの役割を示す図である。

【図6】本発明である洪水予測システムの河川図データを画面表示した図である。

【図7】本発明である洪水予測システムの斜面方位図データを画面表示した図である。 10

【図8】本発明である洪水予測システムの水系図データを画面表示した図である。

【図9】本発明である洪水予測システムの流域図データを画面表示した図である。

【図10】本発明である洪水予測システムの土地被覆分布図データを画面表示した図である。

【図11】本発明である洪水予測システムのセル図データを画面表示した図である。

【図12】本発明である洪水予測システムのハイエト・ハイドログラフを画面表示した図である。

【図13】本発明である洪水予測システムの2次元洪水マップデータを画面表示した図である。

【図14】本発明である洪水予測システムの3次元洪水マップデータを画面表示した図である。 20

【図15】本発明である洪水予測システムの勾配方向算出を示す図である。

【図16】本発明である洪水予測システムの流域決定を示す図である。

【図17】本発明である洪水予測システムの流域の幅の算出を示す図である。

【図18】本発明である洪水予測システムの流域の勾配の算出を示す図である。

【符号の説明】

【0144】

- 1 洪水予測システム
- 2 衛星画像データ
- 2 a 数値標高モデルデータ
- 2 b 反射率データ
- 3 GPS・GISデータ
- 3 a 土壌分布図データ
- 3 b 被覆パラメータ
- 3 c 土壌パラメータ
- 3 d 河川情報
- 3 e 氾濫原情報
- 4 気象データ
- 4 a 時系列海面高度データ
- 4 b 初期水位データ
- 4 c 初期流量データ
- 4 d 時系列降水量データ
- 4 e 月平均蒸発量データ
- 5 コンピュータ
- 5 a 入力装置
- 5 b 記憶装置
- 5 c 出力装置
- 5 d 中央処理装置
- 6 流域の抽出
- 6 a 海領域図の作成

30

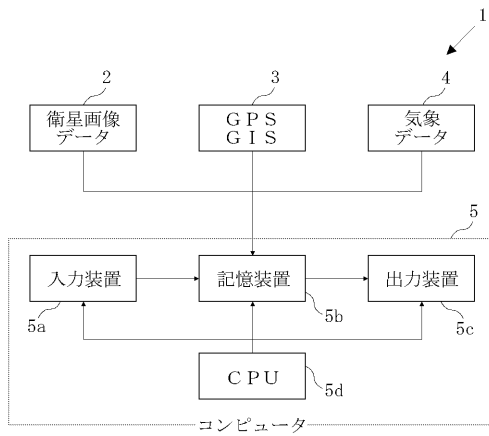
40

50

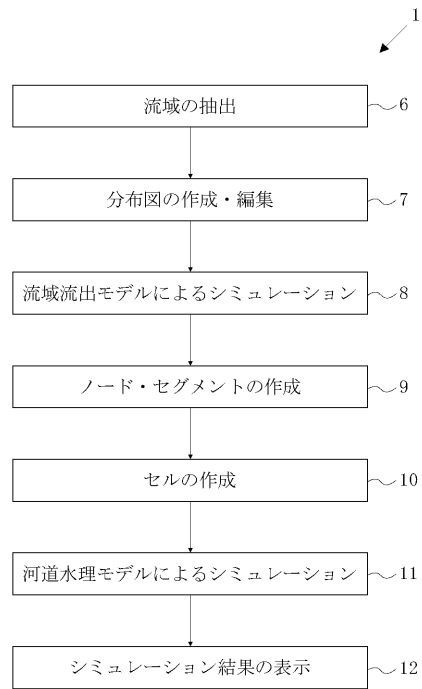
6 b	河川図の作成	
6 c	斜面方位図の作成	
6 d	水系図の作成	
6 e	流域図の作成	
6 f	海領域図データ	
6 g	河川図データ	
6 h	斜面方位図データ	
6 i	水系図データ	
6 j	流域図データ	
7	分布図の作成・編集	10
7 a	土地被覆分布図の作成	
7 b	土壌分布図の編集	
7 c	パラメータテーブルの編集	
7 d	パラメータテーブルの編集	
7 e	土地被覆分布図データ	
8	流域流出モデルによるシミュレーション	
8 a	計算制御ファイルの編集	
8 b	流域特性計算	
8 c	流域流出シミュレーション	
8 d	上流域の地理データ	20
8 e	時系列流出量データ	
9	ノード・セグメントの作成	
9 a	河道分割	
9 b	河道特性入力	
9 c	河道区間図データ	
9 d	河道の地理データ	
1 0	セルの作成	
1 0 a	氾濫原分割	
1 0 b	セル特性入力	
1 0 c	セル図データ	30
1 0 d	セルの地理データ	
1 1	河道水理モデルによるシミュレーション	
1 1 a	計算制御ファイルの編集	
1 1 b	河川・セル結合	
1 1 c	河道水理シミュレーション	
1 1 d	下流域・河川の地理データ	
1 1 e	時系列水位データ	
1 2	シミュレーション結果の表示	
1 2 a	2次元洪水描画	
1 2 b	3次元洪水描画	40
1 2 c	ハイト - ハイドログラフ描画	
1 2 d	2次元洪水マップデータ	
1 2 e	3次元洪水マップデータ	
1 2 f	ハイト - ハイドログラフデータ	
1 3	データ抽出・モデル化処理	
1 4	洪水予測シミュレーション	
1 5	流域流出モデル	
1 5 a	河道水理モデル	
1 5 b	降雨	
1 5 c	蒸発	50

1 5 d	浸透	
1 5 e	集水	
1 5 f	流出	
1 5 g	水移動	
1 5 h	氾濫	
1 6	海	
1 6 a	河川	
1 6 b	地点	
1 6 c	水系	
1 6 d	流域	10
1 6 e	地点	
1 6 f	セル	
1 6 g	降水量	
1 6 h	流出量	
1 6 i	セル	
1 6 j	セル	
1 6 k	勾配方向	
1 6 l	落水線	
1 6 m	流域算出位置	
1 7	勾配方向算出	20
1 7 a	勾配方向算出	
1 7 b	勾配方向算出	
1 7 c	勾配方向算出	
1 7 d	落水線追跡	
1 7 e	流域決定	
1 7 f	流域算出位置指定	
1 8	幅算出	
1 8 a	勾配算出	
1 8 b	流域	
1 8 c	正面	30
1 8 d	最高点	
1 8 e	最低点	
1 8 f	平面	
1 8 g	断面積	
1 8 h	境界	

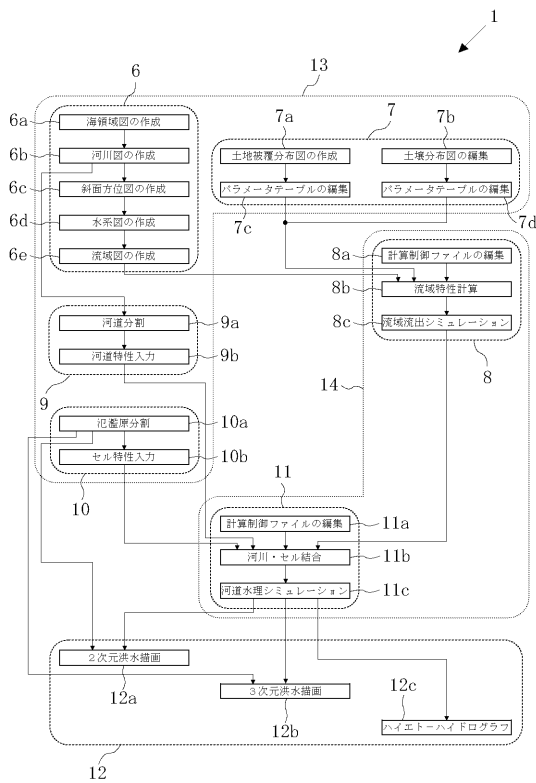
【 図 1 】



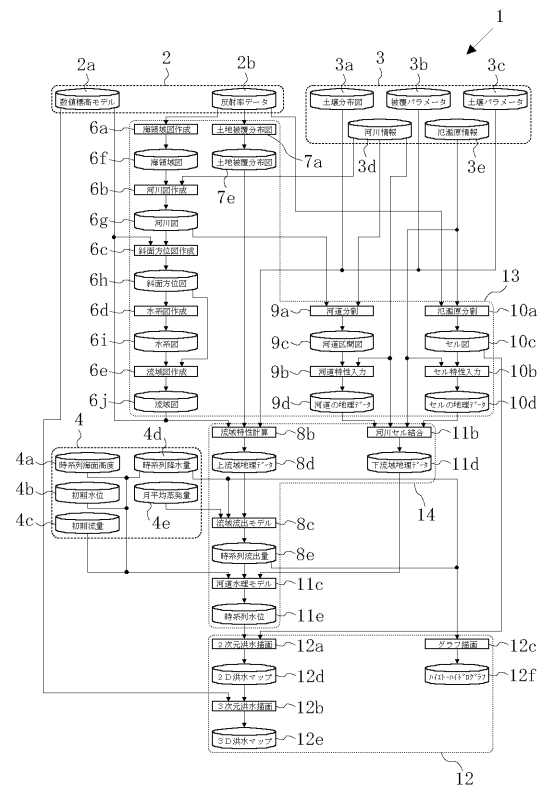
【 図 2 】



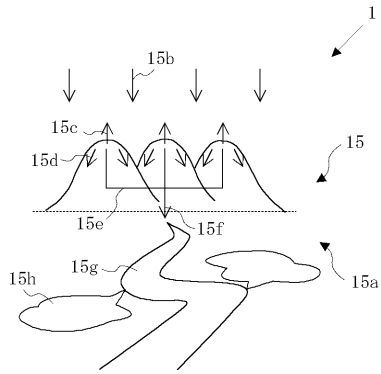
【 図 3 】



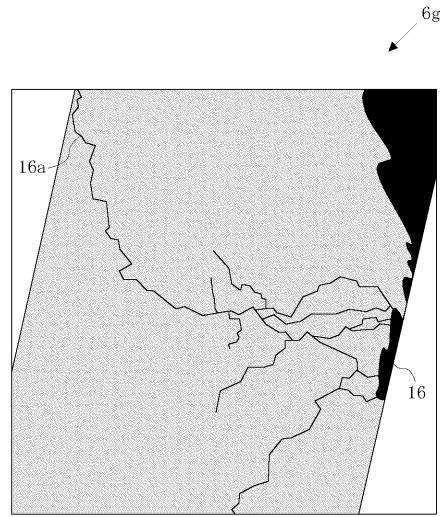
【 図 4 】



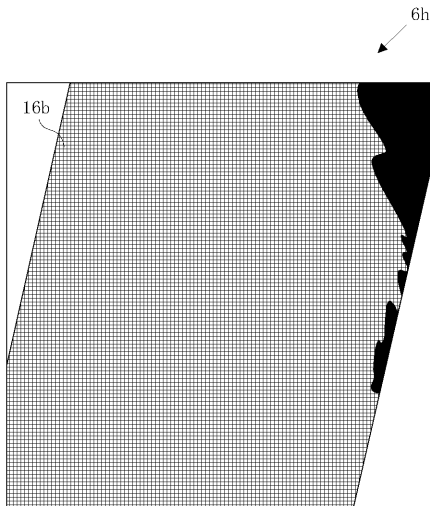
【 図 5 】



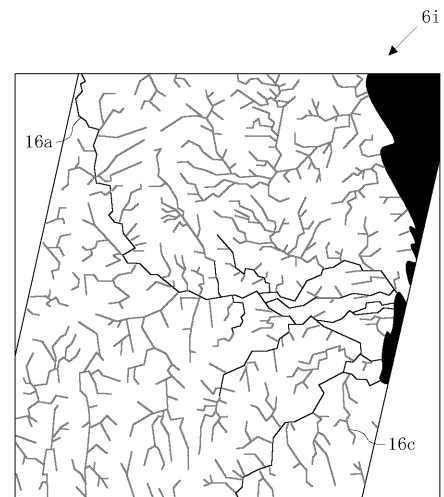
【 図 6 】



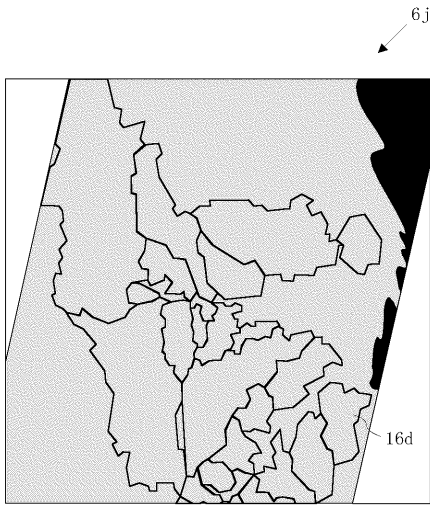
【 図 7 】



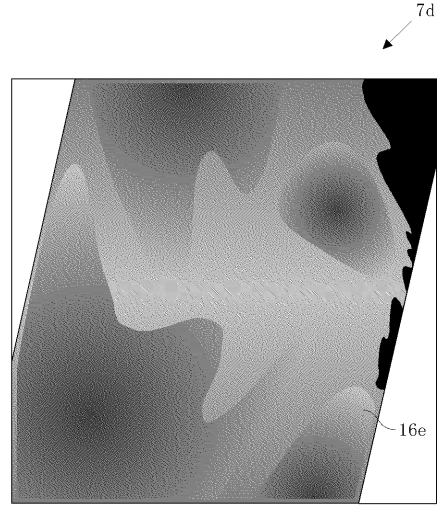
【 図 8 】



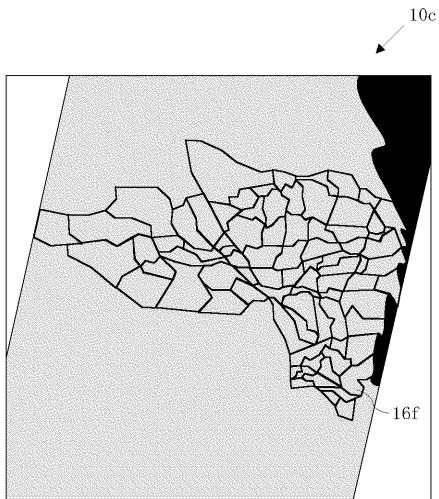
【 図 9 】



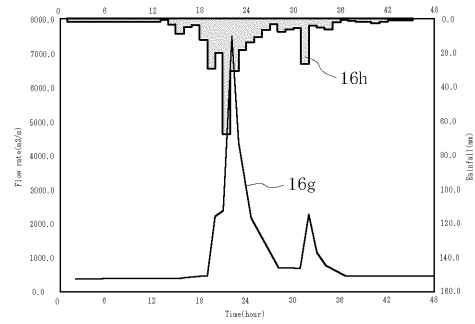
【 図 10 】



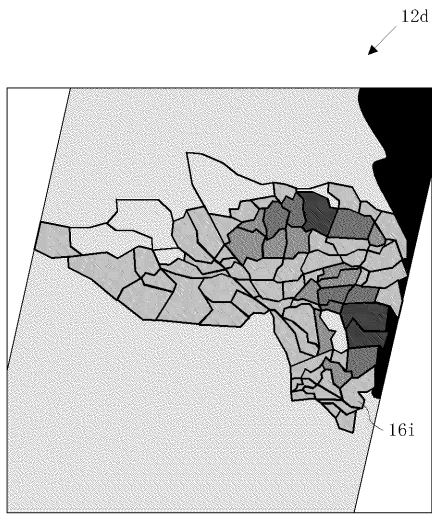
【 図 11 】



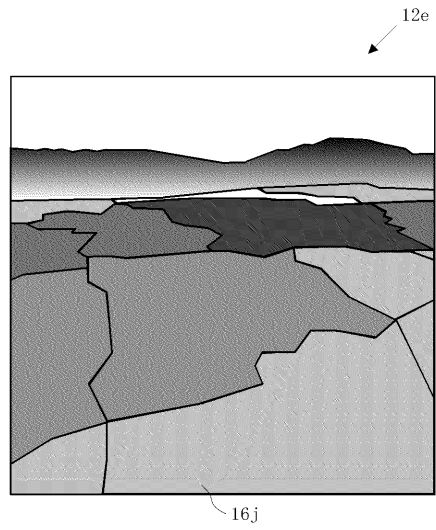
【 図 12 】



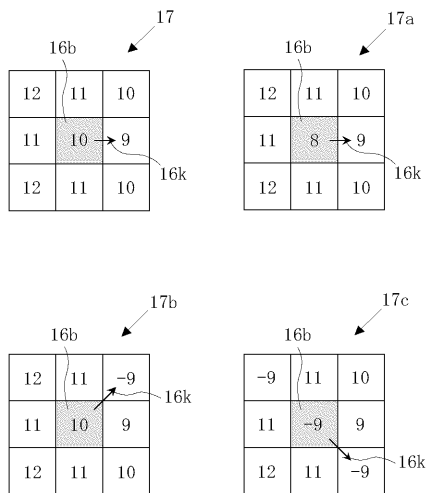
【 図 1 3 】



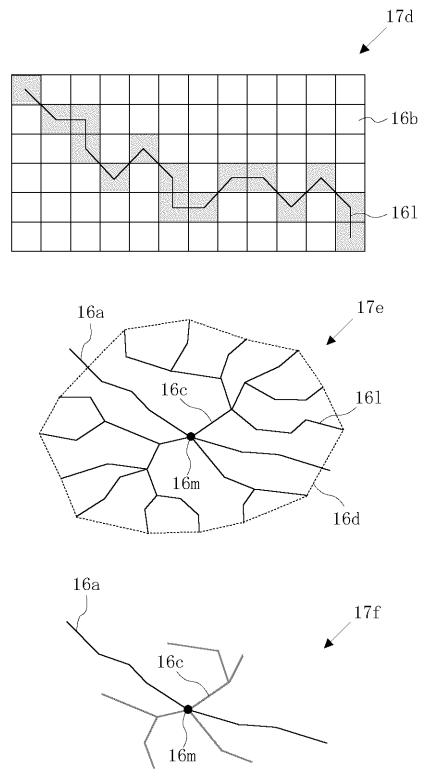
【 図 1 4 】



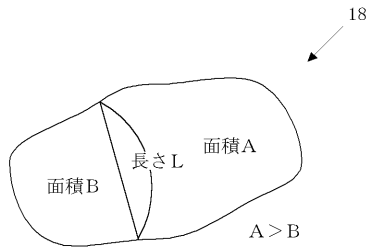
【 図 1 5 】



【 図 1 6 】

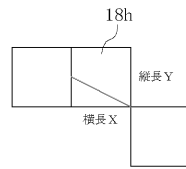
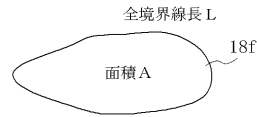
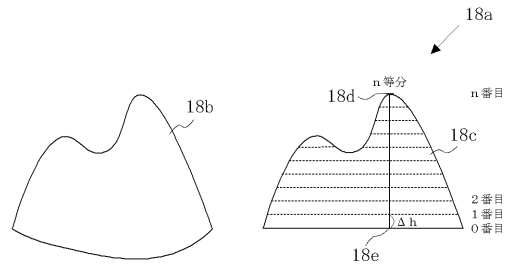


【 図 1 7 】

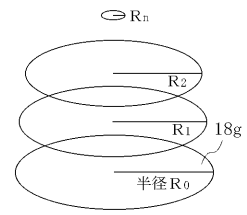


$$\text{流域の幅} = \left(1 + \frac{2 \times B}{A+B}\right) \times L$$

【 図 1 8 】



$$\text{各境界線長} = \sqrt{X^2 + \left(\frac{Y}{2}\right)^2}$$



$$\text{流域の勾配} = \frac{\Delta h \times L \times \Sigma R_i}{A \times R_0}$$