

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2022年11月17日(17.11.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/239248 A1

(51) 国際特許分類:
G06Q 10/04 (2012.01) G06Q 50/02 (2012.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/018493

(22) 国際出願日: 2021年5月14日(14.05.2021)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 細田 真道 (HOSODA, Masamichi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 磯田 曉 (ISODA, Akira); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 森原 響子 (MORIYAMA, Kyoko); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

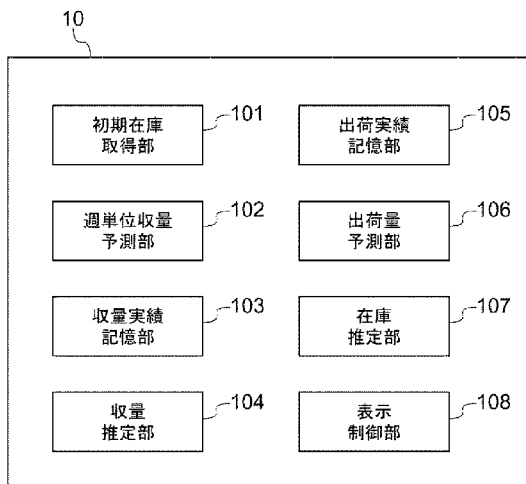
宮本 勝 (MIYAMOTO, Masaru); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人太陽国際特許事務所 (TAIYO, NAKAJIMA & KATO); 〒1600022 東京都新宿区新宿4丁目3番17号 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: INVENTORY ESTIMATION DEVICE, INVENTORY ESTIMATION METHOD, AND INVENTORY ESTIMATION PROGRAM

(54) 発明の名称: 在庫推定装置、在庫推定方法、及び在庫推定プログラム



- 101 Initial inventory acquisition unit
- 102 Weekly yield prediction unit
- 103 Actual yield storage unit
- 104 Yield estimation unit
- 105 Actual shipping storage unit
- 106 Shipping volume prediction unit
- 107 Inventory estimation unit
- 108 Display control unit

(57) Abstract: A yield estimation unit 104 of an inventory estimation device 10 estimates a probability distribution of the daily yield of a crop, from the results of predicting the weekly yield of the crop. A shipping volume prediction unit 106 predicts a daily shipping volume of the crop on the basis of the actual daily shipping volume of the crop. An inventory estimation unit 107 calculates a probability distribution of the daily inventory of the crop, from the initial inventory of the crop, the probability distribution of the daily yield, and the results of predicting the daily shipping volume. The inventory estimation unit estimates the daily excess or deficiency of the inventory of the crop.

(57) 要約: 在庫推定装置 10 の収量推定部 104 が、週単位での前記作物の収量の予測結果から、日単位で前記収量の確率分布を推定する。出荷量予測部 106 が、日単位での前記作物の出荷量の実績に基づいて、日単位で前記出荷量を予測する。在庫推定部 107 が、前記作物の初期在庫と、日単位での前記収量の確率分布と、日単位での前記出荷量の予測結果とから、日単位で前記作物の在庫の確率分布を計算し、日単位で前記作物の在庫の過不足を推定する。

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：

在庫推定装置、在庫推定方法、及び在庫推定プログラム

技術分野

[0001] 本開示の技術は、在庫推定装置、在庫推定方法、及び在庫推定プログラムに関する。

背景技術

[0002] 露地栽培やビニールハウスなどによる従来型施設園芸による圃場では収穫期が限られており、年間、数日ないし数週間の間のみ収穫と出荷が行われることが多い。また、収穫物は集荷所を介して卸売市場に送られるなどにより、収穫後に契約となり価格が決定することが多い。それに対して、高度施設園芸、次世代施設園芸、植物工場などと呼ばれる新しい施設園芸による圃場では年間通じて毎日のように収穫と出荷が可能であることが多い。また、そうした圃場では従来型の圃場よりも安定して収穫が得られるため、収穫前にあらかじめ量や価格を約束して契約をする、契約栽培を行うことが多い。

[0003] 事前に契約する場合には、将来の収量を予測する収量予測に基づいて契約をすることになる。収量予測が、熟練した栽培担当者によって実施されることもあれば、非特許文献1のような収量予測技術を使うこともある。

先行技術文献

非特許文献

[0004] 非特許文献1：大河内理貴、青野雅樹、川嶋和子「ノンパラメトリック回帰を利用した施設園芸作物の生産性の推定」、第3回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム 論文集、DEIM forum 2011、E5-2、2011年2月

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 収量予測に基づいて事前に契約を行うと、予測が外れたときに問題になる

。収量予測よりも収量実績が少なくなった場合は、事前に契約した量が確保できず欠品となり、信用を失うことで今後の契約が得られなくなる可能性がある。逆に収量予測よりも収量が多くなった場合には作物が余ることとなる。余った分については、通常の価格で購入してくれる販売先が確保できなければ、通常より安価にして値崩れを覚悟してでも販売先を確保するか、場合によっては廃棄せざるを得なくなる可能性がある。

[0006] 作物の在庫を抱えてバッファすることでこれらの問題を回避することができる。しかし、作物は生鮮食品であり保存できる期間が限られるものが多いため、在庫が停滞すると品質の劣化によって廃棄せざるを得なくなる。

[0007] 保存期間が限られていない工業製品であれば、原材料の発注及び生産のタイミングや量をコントロールすることによって、出荷及び需要のバランスをとった適正在庫を計算する方法などの在庫管理手法が広く知られている。しかし、農業においては、保存期間の問題だけでなく、発注や生産のタイミングで収量をコントロールすることは非常に難しく、実際に収穫及び選果を経て、初めて収量を決定できるという性質を持つため、工業製品向けの在庫管理手法を用いることはできない。

[0008] また、収量予測では、週単位の収量を予測することが多く、非特許文献1では、1週間の積算収量を予測している。一方で、実際の収穫や出荷は日々行われるものであるため、週単位の収量予測では粒度が不十分である。また、1週間全体としては過不足がなかったとしても1日単位で見れば過不足が発生してしまうことが起こり得る。週単位の収量予測ではこれを見通すことができない。さらに、従来の収量予測では、非特許文献1のように、第何週は何kgというような1点を推定する点推定が多い。予測誤差がどの程度になるかは、圃場内の環境や天気予報などによって異なるが、点推定ではどの程度のバラつきがあるのか考慮することができない。

[0009] 開示の技術は、上記の点に鑑みてなされたものであり、精度よく日単位の作物の在庫の過不足を推定することができる在庫推定装置、在庫推定方法、および在庫推定プログラムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 本開示の第1態様は、在庫推定装置であって、日単位で作物の在庫の過不足を推定する在庫推定装置であって、週単位での前記作物の収量の予測結果から、日単位で前記収量の確率分布を推定する収量推定部と、日単位での前記作物の出荷量の実績に基づいて、日単位で前記出荷量を予測する出荷量予測部と、前記作物の初期在庫と、日単位での前記収量の確率分布と、日単位での前記出荷量の予測結果とから、日単位で前記作物の在庫の確率分布を計算し、日単位で前記作物の在庫の過不足を推定する在庫推定部と、を含んで構成される。

[0011] 本開示の第2態様は、日単位で作物の在庫の過不足を推定する在庫推定装置における在庫推定方法であって、収量推定部が、週単位での前記作物の収量の予測結果から、日単位で前記収量の確率分布を推定し、出荷量予測部が、日単位での前記作物の出荷量の実績に基づいて、日単位で前記出荷量を予測し、在庫推定部が、前記作物の初期在庫と、日単位での前記収量の確率分布と、日単位での前記出荷量の予測結果とから、日単位で前記作物の在庫の確率分布を計算し、日単位で前記作物の在庫の過不足を推定する。

[0012] 本開示の第3態様は、日単位で作物の在庫の過不足を推定するための在庫推定プログラムであって、週単位での前記作物の収量の予測結果から、日単位で前記収量の確率分布を推定し、日単位での前記作物の出荷量の実績に基づいて、日単位で前記出荷量を予測し、前記作物の初期在庫と、日単位での前記収量の確率分布と、日単位での前記出荷量の予測結果とから、日単位で前記作物の在庫の確率分布を計算し、日単位で前記作物の在庫の過不足を推定することをコンピュータに実行させるためのプログラムである。

発明の効果

[0013] 開示の技術によれば、精度よく日単位の作物の在庫の過不足を推定することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本実施形態の在庫推定装置として機能するコンピュータの一例の概略ブ

ロック図である。

[図2]本実施形態の在庫推定装置の機能構成を表すブロック図である。

[図3]本実施形態の在庫推定装置の収量推定部の機能構成を表すブロック図である。

[図4]本実施形態の在庫推定装置の出荷量予測部の機能構成を表すブロック図である。

[図5]本実施形態の在庫推定装置の在庫推定部の機能構成を表すブロック図である。

[図6]表示部により表示される画面の例を示す図である。

[図7]本実施形態の在庫推定処理の流れを表すフローチャートである。

[図8]本実施形態の在庫推定処理における日単位の収量を推定する処理の流れを表すフローチャートである。

[図9]本実施形態の在庫推定処理における日単位の出荷量を推定する処理の流れを表すフローチャートである。

[図10]本実施形態の在庫推定処理における日単位の在庫の過不足を推定する処理の流れを表すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、開示の技術の実施形態の一例を、図面を参照しつつ説明する。なお、各図面において同一又は等価な構成要素及び部分には同一の参照符号を付与している。また、図面の寸法比率は、説明の都合上誇張されており、実際の比率とは異なる場合がある。

[0016] <本実施形態の概要>

栽培担当者または収量予測システムによる週単位の作物の収量予測結果と、日単位の収量の実績と、日単位の出荷量の実績と、最初の作物の在庫である初期在庫とを入力とする。収量推定部は、週単位の収量の予測結果と収量の実績を用いて、週単位の収量の予測結果を日単位に分割して、日単位の収量の確率分布を推定して在庫推定部へ渡す。出荷量予測部は、週単位の収量の予測結果と収量の実績と出荷量の実績とを用いて、出荷量を予測して在庫

推定部へ渡す。在庫推定部は、収量推定部や出荷量予測部の出力と、初期在庫とを用いて在庫シミュレーションを実施し、日単位で欠品発生率、欠品発生量、過剰発生率、及び過剰発生量を出力する。ここで、欠品発生率は、1日において作物の在庫が、0又は在庫下限閾値を下回る確率である。欠品発生量は、1日において作物の在庫が、0又は在庫下限閾値を下回らないようにするために増やす必要がある量である。過剰発生率は、1日において作物が在庫上限閾値を超える確率である。過剰発生量は、1日において作物の在庫が、在庫上限閾値を上回らないようにするために減らす必要がある量である。

[0017] <本実施形態に係る在庫推定装置の構成>

図1は、本実施形態の在庫推定装置10のハードウェア構成を示すブロック図である。

[0018] 図1に示すように、在庫推定装置10は、CPU (Central Processing Unit) 11、ROM (Read Only Memory) 12、RAM (Random Access Memory) 13、ストレージ14、入力部15、表示部16及び通信インタフェース (I/F) 17を有する。各構成は、バス19を介して相互に通信可能に接続されている。

[0019] CPU 11は、中央演算処理ユニットであり、各種プログラムを実行したり、各部を制御したりする。すなわち、CPU 11は、ROM 12又はストレージ14からプログラムを読み出し、RAM 13を作業領域としてプログラムを実行する。CPU 11は、ROM 12又はストレージ14に記憶されているプログラムに従って、上記各構成の制御及び各種の演算処理を行う。本実施形態では、ROM 12又はストレージ14には、日単位の在庫を推定するための在庫推定プログラムが格納されている。在庫推定プログラムは、1つのプログラムであっても良いし、複数のプログラム又はモジュールで構成されるプログラム群であっても良い。

[0020] ROM 12は、各種プログラム及び各種データを格納する。RAM 13は

、作業領域として一時的にプログラム又はデータを記憶する。ストレージ14は、HDD (Hard Disk Drive) 又はSSD (Solid State Drive) により構成され、オペレーティングシステムを含む各種プログラム、及び各種データを格納する。

[0021] 入力部15は、マウス等のポインティングデバイス、及びキーボードを含み、各種の入力を行うために使用される。

[0022] 入力部15は、作物の初期在庫を入力として受け付ける。

[0023] 本実施形態では、作物在庫と、未選果在庫と、正品率と、を入力として受け付け、作物である作物在庫と、未選果在庫及び正品率を乗算した値とを加算した値を、初期在庫として設定する。また、入力部15は、在庫上限閾値を入力として受け付ける。ここで、作物在庫は、選果工程での正品として選果された作物の在庫であり、未選果在庫は、選果工程での選果が未だ行われていない作物の在庫である。また、正品率は、選果工程で正品として選果される作物の割合である。

[0024] 表示部16は、例えば、液晶ディスプレイであり、各種の情報を表示する。表示部16は、タッチパネル方式を採用して、入力部15として機能しても良い。

[0025] 通信インタフェース17は、他の機器と通信するためのインタフェースであり、例えば、イーサネット（登録商標）、FDDI、Wi-Fi（登録商標）等の規格が用いられる。

[0026] 次に、在庫推定装置10の機能構成について説明する。図2は、在庫推定装置10の機能構成の例を示すブロック図である。

[0027] 在庫推定装置10は、機能的には、図2に示すように、初期在庫取得部101、週単位収量予測部102、収量実績記憶部103、収量推定部104、出荷実績記憶部105、出荷量予測部106、在庫推定部107、及び表示制御部108を備えている。

[0028] 初期在庫取得部101は、入力部15により受け付けた作物の初期在庫を取得する。

[0029] 週単位収量予測部 102 は、例えば、上記非特許文献 1 に記載の方法と同様の方法により、週単位で作物の収量を予測する。なお、栽培担当者又は収量予測システムによる週単位での作物の収量の予測結果を、入力部 15 により受け付けてもよい。この場合には、週単位収量予測部 102 を省略してもよい。

[0030] 収量実績記憶部 103 は、日単位での作物の収量の実績を含む、週単位での作物の収量の実績を記憶している。

[0031] 収量推定部 104 は、週単位での作物の収量の予測結果から、日単位で収量の確率分布を推定する。

[0032] 具体的には、収量推定部 104 は、図 3 に示すように、日単位収量推定部 111、推定記録部 112、誤差計算部 113、及び確率分布推定部 114 を備えている。

[0033] 日単位収量推定部 111 は、週単位での収量の予測結果を、日単位での収量に分割し、日単位での収量を推定する。

[0034] 日単位収量推定部 111 の処理の一例を、以下に説明する。

[0035] 日単位収量推定部 111 は、まず、収量実績記憶部 103 に記憶されている、過去 2 週間分の日単位の収量実績から、曜日別の収量割合を求める。そして、日単位収量推定部 111 は、週単位で予測された収量に、その曜日別収量割合を乗じることによって、日単位での収量の推定結果とする。日単位収量推定部 111 は、日単位での収量の推定結果を、推定記録部 112 に記録するとともに、確率分布推定部 114 へ渡す。

[0036] これを数式で示す。例えば、日曜日は収穫も出荷もなく、在庫推定処理の実行日時が月曜日の業務開始前だとして、入力を、前々週の週単位の収量の実績 $H_{r, w-2}$ 、前週の週単位の収量の実績 $H_{r, w-1}$ 、今週の週単位の収量の予測結果 $H_{e, w \pm 0}$ 、来週の週単位の収量の予測結果 $H_{e, w+1}$ とする。

[0037] 前々週の週単位の収量の実績 $H_{r, w-2}$ は、前々週月曜日の日単位の収量の実績 $H_{r, w-2, Mon}$ から前々週土曜日の日単位の収量の実績 $H_{r, w-2, Sat}$ までを含む。

[0038] 前週の週単位の収量の実績 $H_{r, w-1}$ は、前週月曜日の日単位の収量の実績 $H_{r, w-1, Mon}$ から前週土曜日の日単位の収量の実績 $H_{r, w-1, Sat}$ までを含む。

[0039] また、出力を、今週月曜日の日単位の収量の推定結果 $H_{e, w \pm 0, Mon}$ から今週土曜日の日単位の収量の推定結果 $H_{e, w \pm 0, Sat}$ までと、来週月曜日の日単位の収量の推定結果 $H_{e, w+1, Mon}$ から来週土曜日の日単位の収量の推定結果 $H_{e, w+1, Sat}$ までとする。この例の計算式を以下に示す。

[0040]

$$H_{e, w \pm 0, Mon} = H_{e, w \pm 0} \frac{H_{r, w-2, Mon} + H_{r, w-1, Mon}}{H_{r, w-2} + H_{r, w-1}}$$

...

$$H_{e, w \pm 0, Sat} = H_{e, w \pm 0} \frac{H_{r, w-2, Sat} + H_{r, w-1, Sat}}{H_{r, w-2} + H_{r, w-1}}$$

$$H_{e, w+1, Mon} = H_{e, w+1} \frac{H_{r, w-2, Mon} + H_{r, w-1, Mon}}{H_{r, w-2} + H_{r, w-1}}$$

...

$$H_{e, w+1, Sat} = H_{e, w+1} \frac{H_{r, w-2, Sat} + H_{r, w-1, Sat}}{H_{r, w-2} + H_{r, w-1}}$$

[0041] 日単位収量推定部 111 の処理の他の例を、以下に説明する。

[0042] 日単位収量推定部 111 は、週単位で予測された収量を、その週の営業日で均等割りにすることにより、日単位の収量を推定する。例えば、月曜日から土曜日が営業日で、日曜日には収穫も出荷も無いとすると、週当たりの営業日は 6 日である。その場合、その週の週単位での収量の予測結果を 6 で割ったものを、その週の月曜日から土曜日までの日単位の収量の推定結果とする。この場合、入力は、週単位での収量の予測結果だけでよく、日単位の収量実績がなくてもよい。この例の計算式は、以下になる。

[0043]

$$H_{e,w\pm 0,Mon} = \frac{H_{e,w\pm 0}}{6}$$

...

$$H_{e,w\pm 0,Sat} = \frac{H_{e,w\pm 0}}{6}$$

$$H_{e,w+1,Mon} = \frac{H_{e,w+1}}{6}$$

...

$$H_{e,w+1,Sat} = \frac{H_{e,w+1}}{6}$$

[0044] 日単位収量推定部 1 1 1 の処理の更に他の例を、以下に説明する。

[0045] 日単位収量推定部 1 1 1 は、単純に前週の同曜日の収量と同じ収量が今週及び来週の同曜日にも得られるとして、日単位での収量を推定する。この場合、入力の日単位での収量の実績だけでよく、週単位での収量の予測が無くてもよい。この例の計算式を以下に示す。

[0046]

$$H_{e,w\pm 0,Mon} = H_{r,w-1,Mon}$$

...

$$H_{e,w\pm 0,Sat} = H_{r,w-1,Sat}$$

$$H_{e,w+1,Mon} = H_{r,w-1,Mon}$$

...

$$H_{e,w+1,Sat} = H_{r,w-1,Sat}$$

[0047] 推定記録部 1 1 2 には、在庫推定処理の実行毎の日単位収量推定部 1 1 1 による推定結果が記録されている。

[0048] 誤差計算部 1 1 3 は、日単位での収量の実績と、推定記録部 1 1 2 によって記録された日単位収量推定部 1 1 1 による推定結果とを比較して、日単位での収量の推定結果に対する誤差を計算する。

[0049] 誤差計算部 1 1 3 の処理の一例を以下に説明する。

[0050] 誤差計算部 1 1 3 は、まず、推定記録部 1 1 2 に蓄積された過去の同じ日付の日単位の収量の推定結果と日単位での収量の実績とを比較して、過去の日単位の収量の推定結果に対する誤差を日単位で求める。そして、誤差計算部 1 1 3 は、推定先の曜日や、在庫推定処理の実行日から見て推定先が今週か来週か、などの条件によって、グループを作り、グループごとに誤差の標準偏差を計算する。

[0051] グループ分けについて具体的な例を示す。ある年の 1 月 1 日が月曜日として、毎週月曜日に在庫推定処理を実行するとした場合、推定先が「今週火曜日」のグループは、1 月 1 日（月）に推定した 1 月 2 日（火）の日単位の収量の誤差、1 月 8 日（月）に推定した 1 月 9 日（火）の日単位の収量の誤差、1 月 15 日（月）に推定した 1 月 16 日（火）の日単位の収量の誤差、…について集めて標準偏差を計算する。推定先が「今週水曜日」のグループは

、 1 月 1 日（月）に推定した 1 月 3 日（水）の日単位の収量の誤差、 1 月 8 日（月）に推定した 1 月 1 0 日（水）の日単位の収量の誤差、 1 月 1 5 日（月）に推定した 1 月 1 7 日（水）の日単位の収量の誤差、…について集めて標準偏差を計算する。さらに、推定先が「来週火曜日」のグループであれば、 1 月 1 日（月）に推定した 1 月 9 日（火）の日単位の収量の誤差、 1 月 8 日（月）に推定した 1 月 1 6 日（火）の日単位の収量の誤差、 1 月 1 5 日（月）に推定した 1 月 2 3 日（火）の日単位の収量の誤差、…について集めて標準偏差を計算する。

[0052] グループ分けには曜日や週の他に、温湿度や日射量などの環境条件、在庫推定処理の実行日時点で出されていた天気予報（週間天気予報、2 週間気温予報、1 カ月予報、長期予報など）の信頼度や予測の幅などを用いてもよい。

[0053] 過去の日単位の収量の推定結果に対する誤差として使用する値は絶対誤差でも相対誤差でもよい。絶対誤差を使用する場合は、在庫推定処理の実行日から見て未来の日単位の収量の推定結果に対して、それぞれ条件が同じグループで計算された絶対誤差の標準偏差を、そのまま誤差として確率分布推定部 1 1 4 へ渡す。相対誤差を使用する場合は、在庫推定処理の実行日から見て未来の日単位の収量の推定結果に対して、それぞれ条件が同じグループで計算された相対誤差の標準偏差を乗じたものを誤差として確率分布推定部 1 1 4 へ渡す。

[0054] 誤差計算部 1 1 3 の処理の他の例を以下に説明する。

[0055] 単純にあらかじめ決めた一定の絶対誤差ないしは相対誤差が発生するものとして、誤差計算部 1 1 3 は、各グループについての、日単位での収量の推定結果に対する誤差を設定する。

[0056] 誤差計算部 1 1 3 の処理の更に他の例を以下に説明する。

[0057] 栽培担当者の経験によってグループ分けの条件や各グループにおける絶対誤差ないしは相対誤差の値をあらかじめ決めて、テーブルに入力しておく。誤差計算部 1 1 3 は、グループごとに、そのテーブルから、絶対誤差ないし

は相対誤差の値を取得し、日単位での収量の推定結果に対する誤差を設定する。

[0058] 確率分布推定部 114 は、日単位収量推定部 111 による推定結果と、日単位での収量の推定結果に対する誤差とに基づいて、日単位で収量の確率分布を推定する。

[0059] 確率分布推定部 114 の処理の一例を以下に説明する。

[0060] 確率分布推定部 114 は、正規分布を収量の確率分布とし、日単位収量推定部 111 の出力した推定結果を、その平均とし、誤差計算部 113 の出力した誤差を標準偏差として、日単位で収量の確率分布を推定し、在庫推定部 107 へ渡す。

[0061] 確率分布推定部 114 の処理の他の例を以下に説明する。

[0062] 確率分布推定部 114 は、正規分布を収量の確率分布とし、日単位収量推定部 111 の出力した推定結果を、その平均とし、誤差計算部 113 の出力した誤差について、あらかじめ設定した数値を用いて線形変換したものを標準偏差として、日単位で収量の確率分布を推定し、在庫推定部 107 へ渡す。なお、収量の確率分布として、正規分布以外の確率分布を用いてもよい。

[0063] 出荷実績記憶部 105 は、日単位での作物の出荷量の実績を含む、週単位での作物の出荷量の実績を記憶している。

[0064] 出荷量予測部 106 は、出荷実績記憶部 105 に記憶されている週単位での作物の出荷量の実績に基づいて、日単位で出荷量を予測する。

[0065] 具体的には、図 4 に示すように、出荷量予測部 106 は、比率計算部 121、週単位出荷量計算部 122、及び日単位出荷量推定部 123 を備えている。

[0066] 比率計算部 121 は、収量実績記憶部 103 に記憶されている週単位での収量の実績と、出荷実績記憶部 105 に記憶されている週単位での出荷量の実績との比率を計算する。

[0067] 比率計算部 121 の処理の一例を以下に説明する。

[0068] 比率計算部 121 は、前週および前々週の比率を計算するものとする。入

力を、上述した前々週の週単位の収量の実績 $H_{r, w-2}$ 、及び前週の週単位の収量の実績 $H_{r, w-1}$ と、前々週の週単位の出荷量の実績 $S_{r, w-2}$ 、及び前週の週単位の出荷量の実績 $S_{r, w-1}$ とする。ここで、前々週の週単位の出荷量の実績 $S_{r, w-2}$ は、前々週月曜日の日単位の出荷量の実績 $S_{r, w-2, \text{Mon}}$ から前々週土曜日の日単位の出荷量の実績 $S_{r, w-2, \text{Sat}}$ までを含む。前週の週単位の出荷量の実績 $S_{r, w-1}$ は、前週月曜日の日単位の出荷量の実績 $S_{r, w-1, \text{Mon}}$ から前週土曜日の日単位の出荷量の実績 $S_{r, w-1, \text{Sat}}$ までを含む。また、出力を比率 r とする。この例の数式を以下に示す。

[0069]

$$r = \frac{S_{r, w-2} + S_{r, w-1}}{H_{r, w-2} + H_{r, w-1}}$$

[0070] 比率計算部 121 の処理の他の例を以下に説明する。

[0071] 比率計算部 121 は、上述した処理の一例を行って比率 r を計算する。 $r > 1$ となった場合は、収量よりも出荷量が過大になってしまう可能性がある。そこで、比率計算部 121 は、在庫推定処理の実行時の初期在庫 X_0 [kg] を用いて、今週及び来週に出荷可能な総量 W_H [kg] を

$$W_H = X_0 + H_{e, w \pm 0} + H_{e, w+1}$$

として計算し、今週及び来週の出荷量予測の概算 W_S [kg] を

$$W_S = (H_{e, w \pm 0} + H_{e, w+1}) r$$

として計算する。 $W_H < W_S$ となった場合には、出荷量が過大であるとみなして、比率計算部 121 は、 $W_H = W_S$ となるよう、比率 r を

$$r = (X_0 + H_{e, w \pm 0} + H_{e, w+1}) / (H_{e, w \pm 0} + H_{e, w+1})$$

で置き換える。

[0072] 比率計算部 121 の処理の更に他の例を以下に説明する。

[0073] 比率計算部 121 は、上述した処理の一例を行って比率 r を計算し、計算した比率 r を線形変換して、比率 r が一定の範囲内に収まるようにする。なお、比率 r の求め方は上記に限定されるものではなく、比率 r を、先々週及

び先週の実際の比率よりも大きく、又は小さくすることにより求めてもよいし、比率計算部 121 を省略して、常に $r = 1$ としてもよい。

[0074] 週単位出荷量計算部 122 は、週単位での収量の予測結果に、計算された比率を乗算して、週単位での出荷量を予測する。

[0075] 週単位出荷量計算部 122 の処理の一例を以下に説明する。

[0076] 週単位出荷量計算部 122 は、今週及び来週の週単位の収量の予測結果に、比率計算部 121 の出力を乗じることで、今週及び来週の週単位の出荷量を計算する。

[0077] 入力を、上述した今週の週単位の収量の予測結果 $H_{e, w \pm 0}$ 、来週の週単位の収量の予測結果 $H_{e, w+1}$ 、及び比率 r とする。また、出力を、今週の週単位の出荷量の予測結果 $S_{e, w \pm 0}$ と、来週の週単位の出荷量の予測結果 $S_{e, w+1}$ とする。ここで、今週の週単位の出荷量の予測結果 $S_{e, w \pm 0}$ は、今週月曜日の日単位の出荷量の予測結果 $S_{e, w \pm 0, Mon}$ から今週土曜日の日単位の出荷量の予測結果 $S_{e, w \pm 0, Sat}$ までを含む。来週の週単位の出荷量の予測結果 $S_{e, w+1}$ は、来週月曜日の日単位の出荷量の予測結果 $S_{e, w+1, Mon}$ から来週土曜日の日単位の出荷量の予測結果 $S_{e, w+1, Sat}$ までを含む。

[0078] 今週の週単位の出荷量の予測結果 $S_{e, w \pm 0}$ は、以下のように計算される。

$$S_{e, w \pm 0} = H_{e, w \pm 0} \cdot r$$

[0079] 来週の週単位の出荷量の予測結果 $S_{e, w+1}$ は、以下のように計算される。

$$S_{e, w+1} = H_{e, w+1} \cdot r$$

[0080] 日単位出荷量推定部 123 は、週単位での出荷量の予測結果を、日単位での出荷量に分割し、日単位での出荷量を推定する。

[0081] 日単位出荷量推定部 123 の処理の一例を以下に説明する。

[0082] 日単位出荷量推定部 123 は、週単位出荷量計算部 122 が計算した今週及び来週の週単位出荷量に、過去 2 週間分の日々の出荷実績から求めた曜日別の出荷割合を乗じたものを、日単位の出荷量の推定結果とする。

[0083] 入力を、上述した今週の週単位の出荷量の予測結果 $S_{e, w \pm 0}$ 、来週の週単位の出荷量の予測結果 $S_{e, w+1}$ 、前々週の週単位の出荷量の実績 $S_{r, w-2}$ 、前々

週月曜日の日単位の出荷量の実績 $S_{r, w-2, Mon}$ から前々週土曜日の日単位の出荷量の実績 $S_{r, w-2, Sat}$ まで、前週の週単位の出荷量の実績 $S_{r, w-1}$ 、及び前週月曜日の日単位の出荷量の実績 $S_{r, w-1, Mon}$ から前週土曜日の日単位の出荷量実績 $S_{r, w-1, Sat}$ までとする。出力を、上述した、今週月曜日の日単位の出荷量の予測結果 $S_{e, w\pm 0, Mon}$ から今週土曜日の日単位の出荷量の予測結果 $S_{e, w\pm 0, Sat}$ までと、来週月曜日の日単位の出荷量の予測結果 $S_{e, w+1, Mon}$ から来週土曜日の日単位の出荷量の予測結果 $S_{e, w+1, Sat}$ までとする。

[0084] 今週月曜日の日単位の出荷量の予測結果 $S_{e, w\pm 0, Mon}$ から今週土曜日の日単位の出荷量の予測結果 $S_{e, w\pm 0, Sat}$ までは、以下のように計算される。

$$[0085] \quad S_{e, w\pm 0, Mon} = S_{e, w\pm 0} \frac{S_{r, w-2, Mon} + S_{r, w-1, Mon}}{S_{r, w-2} + S_{r, w-1}}$$

...

$$S_{e, w\pm 0, Sat} = S_{e, w\pm 0} \frac{S_{r, w-2, Sat} + S_{r, w-1, Sat}}{S_{r, w-2} + S_{r, w-1}}$$

[0086] 来週月曜日の日単位の出荷量の予測結果 $S_{e, w+1, Mon}$ から来週土曜日の日単位の出荷量の予測結果 $S_{e, w+1, Sat}$ までは、以下のように計算される。

$$[0087] \quad S_{e, w+1, Mon} = S_{e, w+1} \frac{S_{r, w-2, Mon} + S_{r, w-1, Mon}}{S_{r, w-2} + S_{r, w-1}}$$

...

$$S_{e, w+1, Sat} = S_{e, w+1} \frac{S_{r, w-2, Sat} + S_{r, w-1, Sat}}{S_{r, w-2} + S_{r, w-1}}$$

[0088] 日単位出荷量推定部 123 の処理の他の例を以下に説明する。

[0089] 日単位出荷量推定部 123 は、週単位出荷量計算部 122 の出力をその週の営業日で均等割りにすることにより、日単位の出荷量を推定する。例えば、月曜日から土曜日が営業日で、日曜日には収穫も出荷も無いとすると、週

当たりの営業日は6日である。その場合、その週の週単位の出荷量の予測結果を6で割ったものを、その週の月曜日から土曜日までの日単位の出荷量の推定結果とする。この場合、日単位の出荷実績が残ってなくても、日単位の出荷量を推定することができる。

[0090] 日単位出荷量推定部123の処理の更に他の例を以下に説明する。

[0091] 日単位出荷量推定部123は、単純に前週の同曜日の出荷量と同じ出荷量が今週及び来週の同曜日にもあるとして、日単位の出荷量を推定する。この場合、入力、出荷実績だけでなく、週単位の収量の予測結果や収量実績が無くても、日単位の出荷量を推定することができる。

[0092] 在庫推定部107は、作物の初期在庫と、日単位での収量の確率分布と、日単位での出荷量の予測結果とから、日単位で作物の在庫の確率分布を計算し、日単位で作物の在庫の過不足を推定する。在庫推定部107は、日単位で作物の在庫の過不足を推定する際に、日単位での作物の在庫の確率分布から、日単位での作物の欠品発生率、欠品発生量、過剰発生率、及び過剰発生量を推定する。

[0093] 具体的には、在庫推定部107は、図5に示すように、収穫実行部131、出荷実行部132、及び欠品過剰計算部133を備えている。

[0094] 収穫実行部131は、シミュレーション上の在庫に対して収穫を実行する計算を行う。

[0095] 収穫実行部131の処理の一例を以下に説明する。

[0096] 収穫実行部131は、まず、シミュレーション初日（1日目）について、初期在庫と、収量推定部104の出力した1日目の推定結果とを加算したものを、1日目の収穫実行後の在庫とする。収穫実行部131は、シミュレーション2日目以降について、出荷実行部132の出力した $n-1$ 日目の最終在庫と、収量推定部104の出力した n 日目の推定結果とを加算したものを n 日目の収穫実行後の在庫とする。このとき、在庫は単純な重量として扱うのではなく、確率分布に従ったものとして扱う。

[0097] まず、平均 μ 、標準偏差 σ の正規分布を $N(\mu, \sigma^2)$ と表すことにする。

また、 X が正規分布 $N(\mu, \sigma^2)$ に従うことを $X \sim N(\mu, \sigma^2)$ と表現する。

[0098] 例えば、収量推定部 104 の出力した i 日目の収量の確率分布が $N(H_i, \sigma_{abs i}^2)$ であるとする。そして、初期在庫を X_0 [kg]、 i 日目の収穫実行後の在庫を X_{Hi} として、 $X_{Hi} \sim N(\mu_{xHi}, \sigma_{xi}^2)$ とする。すると、1 日目の収穫実行後の在庫は、 $X_{H1} \sim N(X_0 + H_1, \sigma_{abs 1}^2)$ となり、 $\mu_{xH1} = X_0 + H_1$ 、 $\sigma_{x1}^2 = \sigma_{abs 1}^2$ となる。 n 日目の収穫実行後の在庫の確率分布は、出荷実行部 132 が出力した $n-1$ 日目の最終在庫が $X_{n-1} \sim N(\mu_{xn-1}, \sigma_{xn-1}^2)$ ならば、 $X_{Hn} \sim N(\mu_{xn-1} + H_n, \sigma_{xn-1}^2 + \sigma_{abs n}^2)$ となり、 $\mu_{xHn} = \mu_{xn-1} + H_n$ 、 $\sigma_{xn}^2 = \sigma_{xn-1}^2 + \sigma_{abs n}^2$ となる。

[0099] 出荷実行部 132 は、シミュレーション上の在庫に対して出荷を実行する計算を行う。

[0100] 出荷実行部 132 の処理の一例を以下に説明する。

[0101] 出荷実行部 132 は、収穫実行部 131 が出力した在庫から出荷量予測部 106 の出力を減算したものを、出荷実行後の在庫とする。これが、その日の最終在庫となる。このとき、在庫は単純な重量として扱うのではなく、正規分布などの確率分布に従ったものとして扱う。

[0102] 例えば、出荷量予測部 106 の出力した i 日目の出荷量予測値を S_i [kg] として、 i 日目の収穫実行後の在庫 X_{Hi} から減算したものを出荷実行後の在庫（最終在庫）として出力する。この最終在庫を $X_i \sim N(\mu_{xi}, \sigma_{xi}^2)$ とすれば、 i 日目の最終在庫は $X_i \sim N(\mu_{xHi} - S_i, \sigma_{xi}^2)$ となり、 $\mu_{xi} = \mu_{xHi} - S_i$ ということになる。

[0103] 欠品過剰計算部 133 は、出荷実行部 132 が出力した各日の最終在庫の確率分布から、欠品発生率及び過剰発生率を計算する。また、欠品発生率が一定の閾値を超える場合は欠品発生量を計算する。同様に、過剰発生率が一定の閾値を超える場合は過剰発生量を計算する。

[0104] 欠品過剰計算部 133 の処理の一例を以下に説明する。

[0105] 例えば、 i 日目の最終在庫が、 $X_i \sim N(\mu_i, \sigma_i^2)$ の正規分布に従った

ものであり、在庫下限閾値が $t_{h_{min}}$ [kg] であるとする、欠品過剰計算部 133 は、 i 日目の欠品発生率 P_{underi} を、以下のように正規分布の累積分布関数 (CDF) によって求めることができる。

[0106]

$$P_{underi} = \int_{-\infty}^{t_{h_{min}}} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{(x-\mu_i)^2}{2\sigma_i^2}\right) dx$$

[0107] 在庫上限閾値が $t_{h_{max}}$ [kg] であるとする、欠品過剰計算部 133 は、欠品発生率 P_{underi} と同様に、 i 日目の過剰発生率 P_{overi} を、以下のよう求めることができる。

[0108]

$$P_{overi} = \int_{t_{h_{max}}}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{(x-\mu_i)^2}{2\sigma_i^2}\right) dx$$

[0109] また、欠品過剰計算部 133 は、欠品発生量を、CDF の逆関数である分位関数を用いて求める。具体的には、欠品過剰計算部 133 は、まず、欠品発生率 P_{underi} が閾値 P_{th} を超えている場合に、分位関数で

[0110]

$$P_{th} = \int_{-\infty}^q \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{(x-\mu_i)^2}{2\sigma_i^2}\right) dx$$

[0111] を満たす q を求める。そして、欠品過剰計算部 133 は、欠品発生量として $t_{h_{min}} - q$ を求める。

[0112] 欠品過剰計算部 133 は、欠品発生量と同様に、過剰発生量を求める。

[0113] 具体的には、まず、欠品過剰計算部 133 は、 P_{overi} が閾値 P_{th} を超えている場合に、分位関数で

[0114]

$$P_{th} = \int_q^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{(x-\mu_i)^2}{2\sigma_i^2}\right) dx$$

[0115] を満たす q を求める。そして、欠品過剰計算部 133 は、過剰発生量として $q - t_{h_{max}}$ を求める。

[0116] 表示制御部 108 は、初期在庫と、日単位での収量の確率分布と、日単位での出荷量の予測結果と、を変更可能に表示部 16 に表示させると共に、日

単位での作物の在庫の過不足の推定結果を表示部 16 に表示させる。

- [0117] 表示制御部 108 は、初期在庫と、日単位での収量の確率分布と、日単位での出荷量の予測結果との少なくとも一つの変更を受け付けると、変更後の、初期在庫と、日単位での収量の確率分布と、日単位での出荷量の予測結果とを用いて、収量推定部 104、出荷量予測部 106、及び在庫推定部 107 の各処理を行わせる。
- [0118] 図 6 に、表示制御部 108 により表示される画面 150 の一例を示す。図 6 では、2021 年 2 月 22 日（月）（2021 年第 8 週月曜日）の収穫及び出荷が完了した後の業務終了時に在庫推定処理を実行した場合の例を示している。
- [0119] 画面 150 の上段左に収量設定を行うための部分があり、上段中央に初期在庫設定を行うための部分があり、上段右に出荷量設定を行うための部分がある。画面 150 を開いた時点で、収量設定には収量推定部 104 の推定結果が初期値として入力され、出荷量設定には出荷量予測部 106 の予測結果が初期値として入力された状態になる。収量設定は、収量欄に H_i を、誤差範囲欄に σ_{abs_i} を設定する。出荷量設定は出荷量欄に S_i を設定する。
- [0120] 初期在庫設定では、初期在庫を計算するための数字が初期値として設定される。作物在庫は、業務終了時の選果済の正品在庫であり、未選果在庫は、業務終了時の、収穫したが未選果の在庫であり、正品率は、過去 2 週間分について選果工程で正品として選果される重量の割合である。ここから初期在庫は、初期在庫＝作物在庫＋正品率×未選果在庫、で計算される。在庫上限閾値は、在庫推定部 107 で th_{max} として使う値の設定値である。在庫下限閾値 th_{min} は、特に設定値がなければ 0 とする。
- [0121] 画面 150 の中段左には、日単位の収量の確率分布をグラフで表現した収量グラフが表示され、中段右には、日単位の出荷をグラフで表現した出荷グラフが表示される。収量グラフの棒グラフは H_i を、エラーバーは $\pm \sigma_{abs_i}$ を示す。出荷グラフの棒グラフは S_i を示す。画面 150 の中段中央には、在庫推定部 107 で計算した在庫の確率分布をグラフで表現した在庫グラフが表

示される。在庫グラフの棒グラフは μ_{xi} を、エラーバーは $\pm \sigma_{xi}$ を示す。

[0122] 画面150の下段には、在庫推定部107の欠品過剰計算部133の出力が表示される。欠品発生率及び過剰発生率について、欠品過剰計算部133の出力を5ポイント単位で丸めて0～5％，5～10％，10～15％，…，95～100％のように表示する。欠品発生量及び過剰発生量について、率が0～5％のときには表示せず、それ以外のときは P_{th} を5％として計算した値を表示する。

[0123] 画面150上段の収量設定、在庫設定、出荷量設定において、画面150を開いたときに初期値が入力されており、画面150中段や画面150下段に、初期値によるグラフやシミュレーション結果が表示される。ここで、画面150上段の収量設定、在庫設定、出荷量設定に対してユーザによる変更を受け付けると、変更した値に応じて収量推定部104、出荷量予測部106、及び在庫推定部107の各処理を実施して、画面150中段と画面150下段の表示を更新する。

[0124] これにより、お客さまから急に出荷量の変更依頼があったとき、その依頼に応じた場合の欠品発生率、過剰発生率、欠品発生量、及び過剰発生量を事前に知ることができる。また、出荷量を変更して何回も在庫推定処理を実行することができるので、どれぐらいの量であれば在庫が耐えられるのかを何回でも試すことができる。出荷量以外にも、収量を変更したらどうなるか、在庫として通常ストックしている量を変更したらどうなるか、保管庫や保冷庫などを増設するなどして在庫上限閾値を増やしたらどうなるかなどのシミュレーションをすることができ、圃場の経営上の意思決定に資することができる。

[0125] <本実施形態に係る在庫推定装置の作用>

次に、在庫推定装置10の作用について説明する。図7は、在庫推定装置10による在庫推定処理の流れを示すフローチャートである。CPU11がROM12又はストレージ14から在庫推定プログラムを読み出して、RAM13に展開して実行することにより、在庫推定処理が行なわれる。また、

在庫推定装置 10 に、作物在庫と、未選果在庫と、正品率と、が入力され、作物在庫と、未選果在庫及び正品率を乗算した値とを加算した値が、初期在庫として設定される。また、在庫推定装置 10 に、在庫上限閾値が入力される。

[0126] ステップ S 100 において、CPU 11 は、初期在庫取得部 101 として、設定された作物の初期在庫を取得する。

[0127] ステップ S 101 において、CPU 11 は、週単位収量予測部 102 として、例えば、上記非特許文献 1 に記載の方法と同様の方法により、週単位で作物の収量を予測する。

[0128] ステップ S 102 において、CPU 11 は、収量推定部 104 として、週単位での作物の収量の予測結果から、日単位で収量の確率分布を推定する。

[0129] ステップ S 103 において、CPU 11 は、出荷量予測部 106 として、出荷実績記憶部 105 に記憶されている日単位での作物の出荷量の実績に基づいて、日単位で出荷量を予測する。

[0130] ステップ S 104 において、CPU 11 は、在庫推定部 107 として、作物の初期在庫と、日単位での収量の確率分布と、日単位での出荷量の予測結果とから、日単位で作物の在庫の確率分布を計算し、日単位で作物の在庫の過不足を推定する。

[0131] ステップ S 105 において、CPU 11 は、表示制御部 108 として、初期在庫と、日単位での収量の確率分布と、日単位での出荷量の予測結果と、を変更可能に表示部 16 に表示させると共に、日単位での作物の在庫の過不足の推定結果を表示部 16 に表示させる。

[0132] ステップ S 106 において、CPU 11 は、表示制御部 108 として、初期在庫と、日単位での収量の確率分布と、日単位での出荷量の予測結果との少なくとも一つの変更を受け付けたか否かを判定する。初期在庫と、日単位での収量の確率分布と、日単位での出荷量の予測結果との少なくとも一つの変更を受け付けた場合、上記ステップ S 102 へ戻り、変更後の、初期在庫と、日単位での収量の確率分布と、日単位での出荷量の予測結果とを用いて

、上記ステップS 1 0 2～ステップS 1 0 5の各処理を行う。一方、上記変更を受け付けなかった場合には、在庫推定処理を終了する。

[0133] 上記ステップS 1 0 2は、一例として、図8に示す処理ルーチンにより実現される。

[0134] ステップS 1 1 0において、CPU 1 1は、日単位収量推定部1 1 1として、週単位での収量の予測結果を、日単位での収量の実績に基づいて日単位での収量に分割し、日単位での収量を推定する。

[0135] ステップS 1 1 1において、CPU 1 1は、推定記録部1 1 2に、上記ステップS 1 1 0による推定結果を記録する。

[0136] ステップS 1 1 2において、CPU 1 1は、誤差計算部1 1 3として、日単位での収量の実績と、推定記録部1 1 2によって記録された日単位収量推定部1 1 1による推定結果とを比較して、日単位での収量の推定結果に対する誤差を計算する。

[0137] ステップS 1 1 3において、CPU 1 1は、確率分布推定部1 1 4として、日単位収量推定部1 1 1による推定結果と、日単位での収量の推定結果に対する誤差とに基づいて、日単位で収量の確率分布を推定する。

[0138] 上記ステップS 1 0 3は、一例として、図9に示す処理ルーチンにより実現される。

[0139] ステップS 1 2 0において、CPU 1 1は、比率計算部1 2 1として、収量実績記憶部1 0 3に記憶されている週単位での収量の実績と、出荷実績記憶部1 0 5に記憶されている週単位での出荷量の実績との比率を計算する。

[0140] ステップS 1 2 1において、CPU 1 1は、週単位出荷量計算部1 2 2として、週単位での前記収量の予測結果に、計算された比率を乗算して、週単位での出荷量を予測する。

[0141] ステップS 1 2 2において、CPU 1 1は、日単位出荷量推定部1 2 3として、週単位での出荷量の予測結果を、日単位での出荷量に分割し、日単位での出荷量を推定する。

[0142] 上記ステップS 1 0 4は、一例として、図10に示す処理ルーチンにより

実現される。

- [0143] ステップS 1 3 0において、CPU 1 1は、収穫実行部 1 3 1として、シミュレーション対象日について、収穫を実行する計算を行い、収穫実行後の在庫を求める。
- [0144] ステップS 1 3 1において、CPU 1 1は、出荷実行部 1 3 2として、シミュレーション対象日について、出荷を実行する計算を行い、出荷実行後の在庫を求める。
- [0145] ステップS 1 3 2において、CPU 1 1は、シミュレーション対象日が最終日であるか否かを判定する。シミュレーション対象日が最終日である場合には、ステップS 1 3 3へ移行する。一方、シミュレーション対象日が最終日でない場合には、シミュレーション対象日を翌日に設定して、上記ステップS 1 3 0へ戻る。
- [0146] ステップS 1 3 3において、CPU 1 1は、欠品過剰計算部 1 3 3として、出荷実行部 1 3 2が出力した各日の最終在庫の確率分布から、欠品発生率及び過剰発生率を計算する。また、欠品発生率が一定の閾値を超える場合は欠品発生量を計算する。過剰発生率が一定の閾値を超える場合は過剰発生量を計算する。
- [0147] 以上説明したように、本実施形態に係る在庫推定装置は、作物の初期在庫と、日単位での収量の確率分布と、日単位での出荷量の予測結果とから、日単位で作物の在庫の確率分布を計算し、日単位で作物の在庫の過不足を推定する。これにより、精度よく日単位の作物の在庫の過不足を推定することができる。
- [0148] また、収量の予測結果に基づいて事前に契約を行う際に、本実施形態の在庫推定装置を用いることで、工業製品とは異なり保存できる期間が限られ、収穫や選果を経なければ収量が確定しない作物であっても、将来の欠品や過剰の可能性やその量を事前に知ることができる。欠品や過剰の可能性が生じたときには、実際の収量が確定する前の段階で、時間的余裕をもって契約先と調整の交渉を行うことができる。これにより、欠品による信用喪失やそれ

にともなう将来の失注、過剰による値崩れや廃棄を防ぐことができる。

[0149] また、本実施形態の在庫推定装置を用いることで、週単位の収量の予測結果を日単位に分割することが可能となり、週単位では粒度が不十分な用途でも収量の予測結果を使用することができるようになる。

[0150] また、本実施形態の在庫推定装置による収量の推定では、点推定ではなく、どの程度の誤差があり得るのか、バラつくことを前提として、収量の確率分布を推定しており、日単位の在庫量も確率分布として計算する。これにより、日単位の在庫量から欠品や過剰の発生率や発生量を計算することができる。

[0151] また、高度施設園芸、次世代施設園芸、植物工場などであれば通常存在する、日単位の収量の実績、日単位の出荷量の実績、週単位の収量の予測結果から、日単位の在庫の過不足を推定することができる。また、天気予報や圃場内の温湿度、日射量などの情報を追加して用いることも可能である。

[0152] また、将来の欠品発生率、欠品発生量、過剰発生率、及び過剰発生量を可視化することができ、時間的余裕をもって取引先と調整の交渉が可能となる。

[0153] また、広く行われている週単位の収量予測の結果を日単位に分割する推定を行うことによって、日単位の粒度が必要となる在庫の過不足の推定ができる。

[0154] なお、本発明は、上述した実施形態の装置構成及び作用に限定されるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲内で様々な変形や応用が可能である。

[0155] 例えば、上記実施形態でCPUがソフトウェア（プログラム）を読み込んで実行した各種処理を、CPU以外の各種のプロセッサが実行してもよい。この場合のプロセッサとしては、FPGA（Field-Programmable Gate Array）等の製造後に回路構成を変更可能なPLD（Programmable Logic Device）、及びASIC（Application Specific Integrated

Circuit)等の特定の処理を実行させるために専用に設計された回路構成を有するプロセッサである専用電気回路等が例示される。また、在庫推定処理を、これらの各種のプロセッサのうちの1つで実行してもよいし、同種又は異種の2つ以上のプロセッサの組み合わせ（例えば、複数のFPGA、及びCPUとFPGAとの組み合わせ等）で実行してもよい。また、これらの各種のプロセッサのハードウェア的な構造は、より具体的には、半導体素子等の回路素子を組み合わせた電気回路である。

[0156] また、上記各実施形態では、在庫推定プログラムがストレージ14に予め記憶（インストール）されている態様を説明したが、これに限定されない。プログラムは、CD-ROM (Compact Disk Read Only Memory)、DVD-ROM (Digital Versatile Disk Read Only Memory)、及びUSB (Universal Serial Bus) メモリ等の非一時的 (non-transitory) 記憶媒体に記憶された形態で提供されてもよい。また、プログラムは、ネットワークを介して外部装置からダウンロードされる形態としてもよい。

[0157] 以上の実施形態に関し、更に以下の付記を開示する。

[0158] (付記項1)

メモリと、

前記メモリに接続された少なくとも1つのプロセッサと、

を含み、

前記プロセッサは、

週単位での作物の収量の予測結果から、日単位で前記収量の確率分布を推定し、

日単位での前記作物の出荷量の実績に基づいて、日単位で前記出荷量を予測し、

前記作物の初期在庫と、日単位での前記収量の確率分布と、日単位での前記出荷量の予測結果とから、日単位で前記作物の在庫の確率分布を計算し、

日単位で前記作物の在庫の過不足を推定する
在庫推定装置。

[0159] (付記項 2)

在庫推定処理を実行するようにコンピュータによって実行可能なプログラムを記憶した非一時的記憶媒体であって、

前記在庫推定処理は、

週単位での作物の収量の予測結果から、日単位で前記収量の確率分布を推定し、

日単位での前記作物の出荷量の実績に基づいて、日単位で前記出荷量を予測し、

前記作物の初期在庫と、日単位での前記収量の確率分布と、日単位での前記出荷量の予測結果とから、日単位で前記作物の在庫の確率分布を計算し、
日単位で前記作物の在庫の過不足を推定する

非一時的記憶媒体。

符号の説明

- [0160] 1 0 在庫推定装置
1 1 CPU
1 5 入力部
1 6 表示部
1 0 1 初期在庫取得部
1 0 2 週単位収量予測部
1 0 3 収量実績記憶部
1 0 4 収量推定部
1 0 5 出荷実績記憶部
1 0 6 出荷量予測部
1 0 7 在庫推定部
1 0 8 表示制御部
1 1 1 日単位収量推定部

- 1 1 2 推定記録部
- 1 1 3 誤差計算部
- 1 1 4 確率分布推定部
- 1 2 1 比率計算部
- 1 2 2 週単位出荷量計算部
- 1 2 3 日単位出荷量推定部
- 1 3 1 収穫実行部
- 1 3 2 出荷実行部
- 1 3 3 欠品過剰計算部
- 1 5 0 画面

請求の範囲

- [請求項1] 日単位で作物の在庫の過不足を推定する在庫推定装置であって、
 週単位での前記作物の収量の予測結果から、日単位で前記収量の確率分布を推定する収量推定部と、
 日単位での前記作物の出荷量の実績に基づいて、日単位で前記出荷量を予測する出荷量予測部と、
 前記作物の初期在庫と、日単位での前記収量の確率分布と、日単位での前記出荷量の予測結果とから、日単位で前記作物の在庫の確率分布を計算し、日単位で前記作物の在庫の過不足を推定する在庫推定部と、
 を含む在庫推定装置。
- [請求項2] 前記在庫推定部は、
 日単位で前記作物の在庫の過不足を推定する際に、日単位での前記作物の在庫の確率分布から、日単位で前記作物の欠品発生率、欠品発生量、過剰発生率、又は過剰発生量を推定する請求項1記載の在庫推定装置。
- [請求項3] 前記初期在庫と、日単位での前記収量の確率分布と、日単位での前記出荷量の予測結果と、を変更可能に表示部に表示させると共に、日単位での前記作物の在庫の過不足の推定結果を前記表示部に表示させる表示制御部を更に含み、
 前記初期在庫と、日単位での前記収量の確率分布と、日単位での前記出荷量の予測結果との少なくとも一つの変更を受け付けると、変更後の、前記初期在庫と、日単位での前記収量の確率分布と、日単位での前記出荷量の予測結果とを用いて、前記収量推定部、前記出荷量予測部、及び前記在庫推定部の各処理を行う請求項1又は2記載の在庫推定装置。
- [請求項4] 前記収量推定部は、
 週単位での前記収量の予測結果を、日単位での前記収量の実績に基

づいて日単位での前記収量に分割し、日単位での前記収量を推定する日単位収量推定部と、

前記日単位収量推定部による推定結果を記録する推定記録部と、

日単位での前記収量の実績と、前記推定記録部によって記録された前記日単位収量推定部による推定結果とを比較して、日単位での前記収量の推定結果に対する誤差を計算する誤差計算部と、

前記日単位収量推定部による推定結果と、日単位での前記収量の推定結果に対する誤差とに基づいて、日単位で前記収量の確率分布を推定する確率分布推定部と、

を含む請求項 1 ～請求項 3 の何れか 1 項記載の在庫推定装置。

[請求項5]

前記出荷量予測部は、

週単位での前記収量の実績と、週単位での前記出荷量の実績との比率を計算する比率計算部と、

週単位での前記収量の予測結果に、前記計算された比率を乗算して、週単位での前記出荷量を予測する週単位出荷量計算部と、

週単位での前記出荷量の予測結果を、日単位での前記出荷量に分割し、日単位での前記出荷量を推定する日単位出荷量推定部と、

を含む請求項 1 ～請求項 4 の何れか 1 項記載の在庫推定装置。

[請求項6]

日単位で作物の在庫の過不足を推定する在庫推定装置における在庫推定方法であって、

収量推定部が、週単位での前記作物の収量の予測結果から、日単位で前記収量の確率分布を推定し、

出荷量予測部が、日単位での前記作物の出荷量の実績に基づいて、日単位で前記出荷量を予測し、

在庫推定部が、前記作物の初期在庫と、日単位での前記収量の確率分布と、日単位での前記出荷量の予測結果とから、日単位で前記作物の在庫の確率分布を計算し、日単位で前記作物の在庫の過不足を推定する

在庫推定方法。

[請求項7]

日単位で作物の在庫の過不足を推定するための在庫推定プログラムであって、

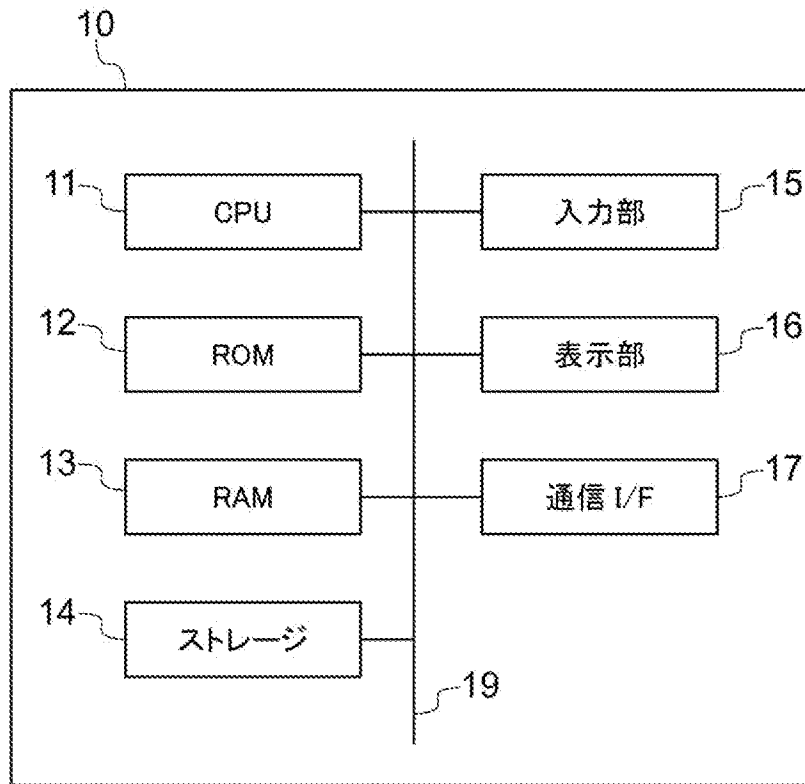
週単位での前記作物の収量の予測結果から、日単位で前記収量の確率分布を推定し、

日単位での前記作物の出荷量の実績に基づいて、日単位で前記出荷量を予測し、

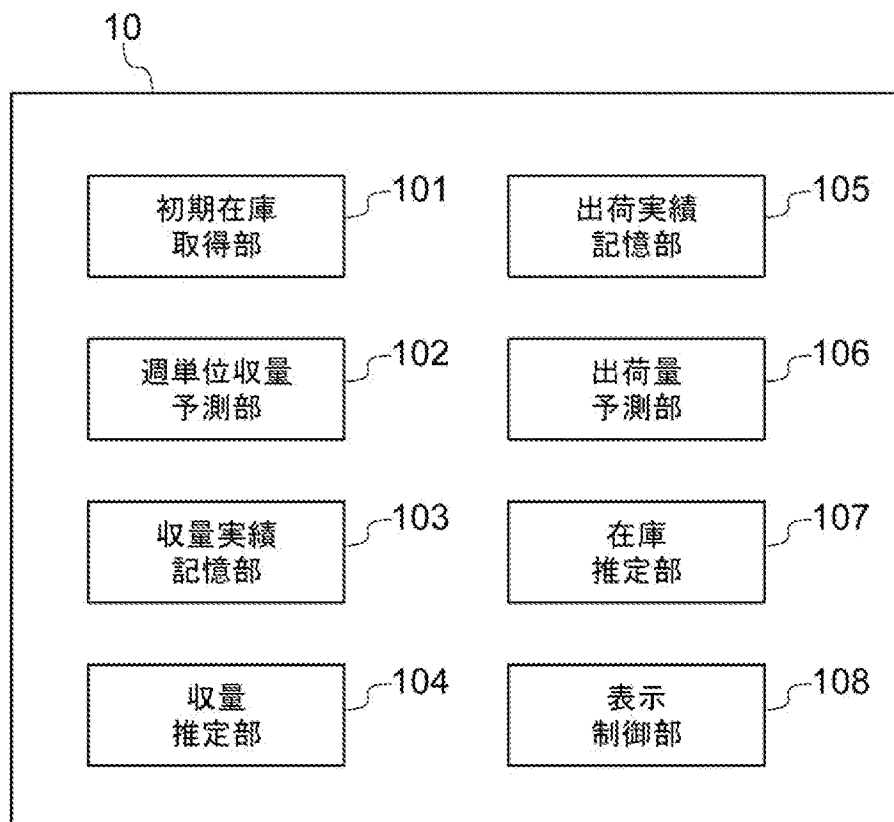
前記作物の初期在庫と、日単位での前記収量の確率分布と、日単位での前記出荷量の予測結果とから、日単位で前記作物の在庫の確率分布を計算し、日単位で前記作物の在庫の過不足を推定する

ことをコンピュータに実行させるための在庫推定プログラム。

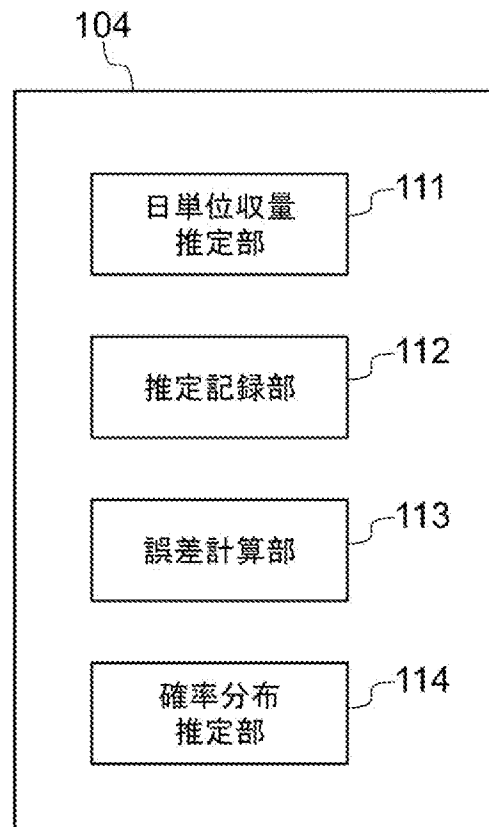
[図1]



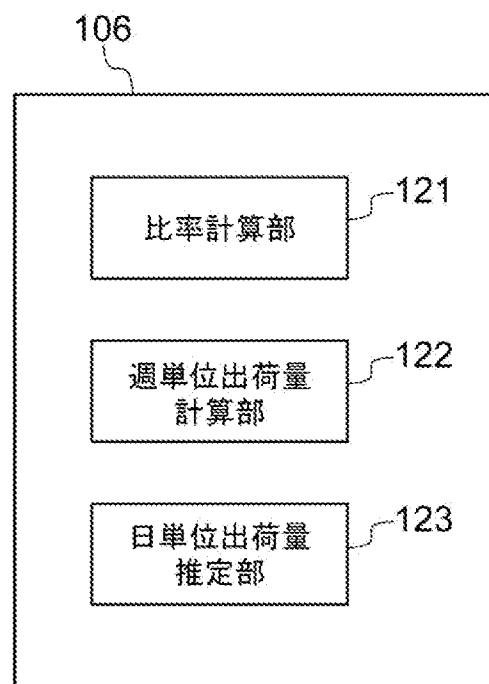
[図2]



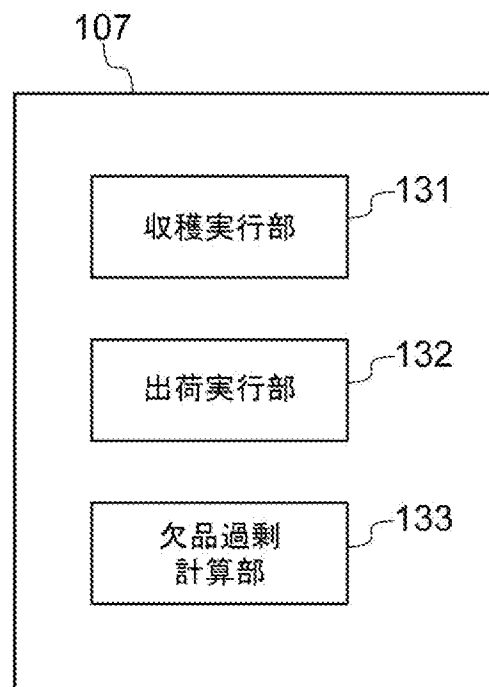
[図3]



[図4]

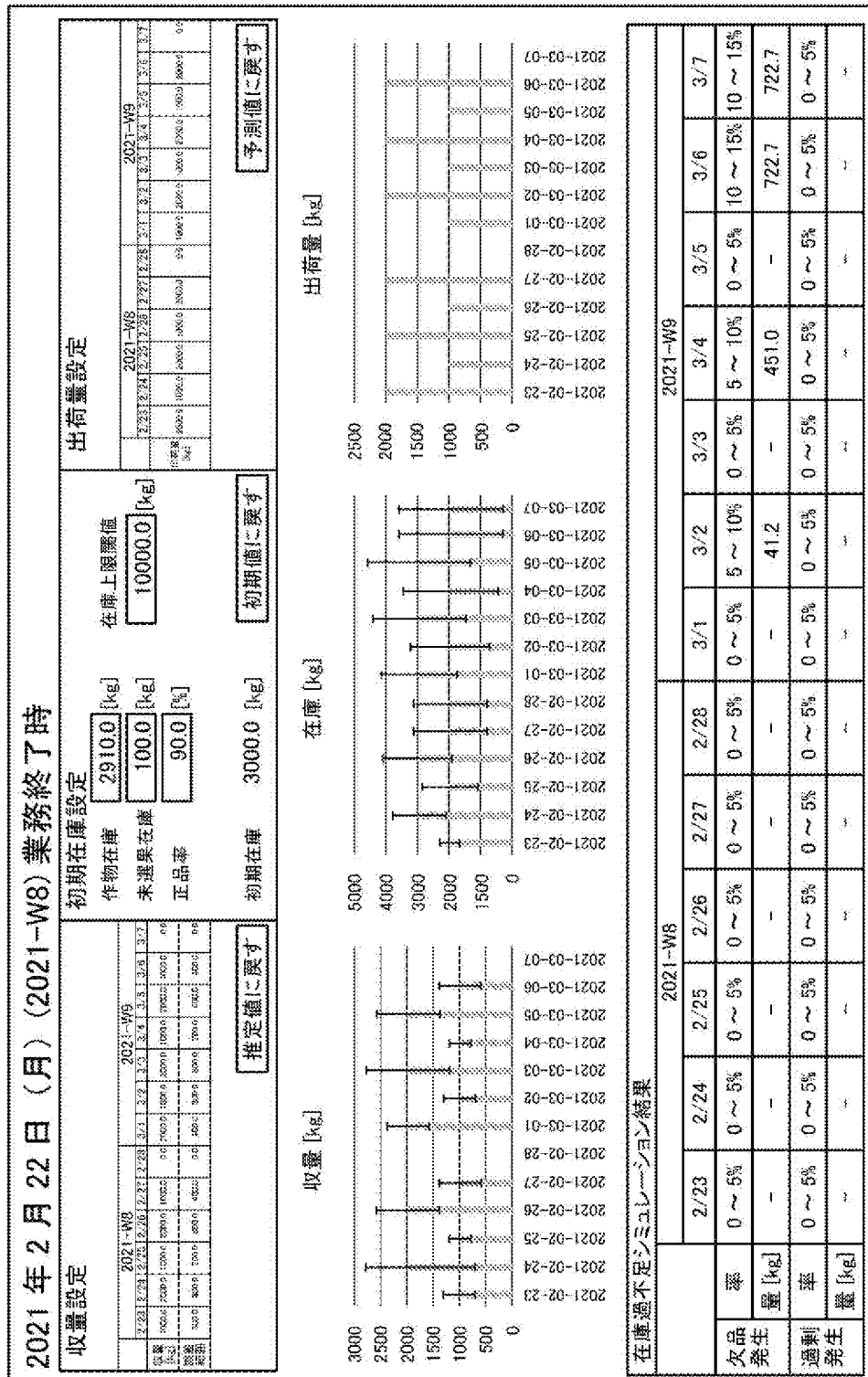


[図5]

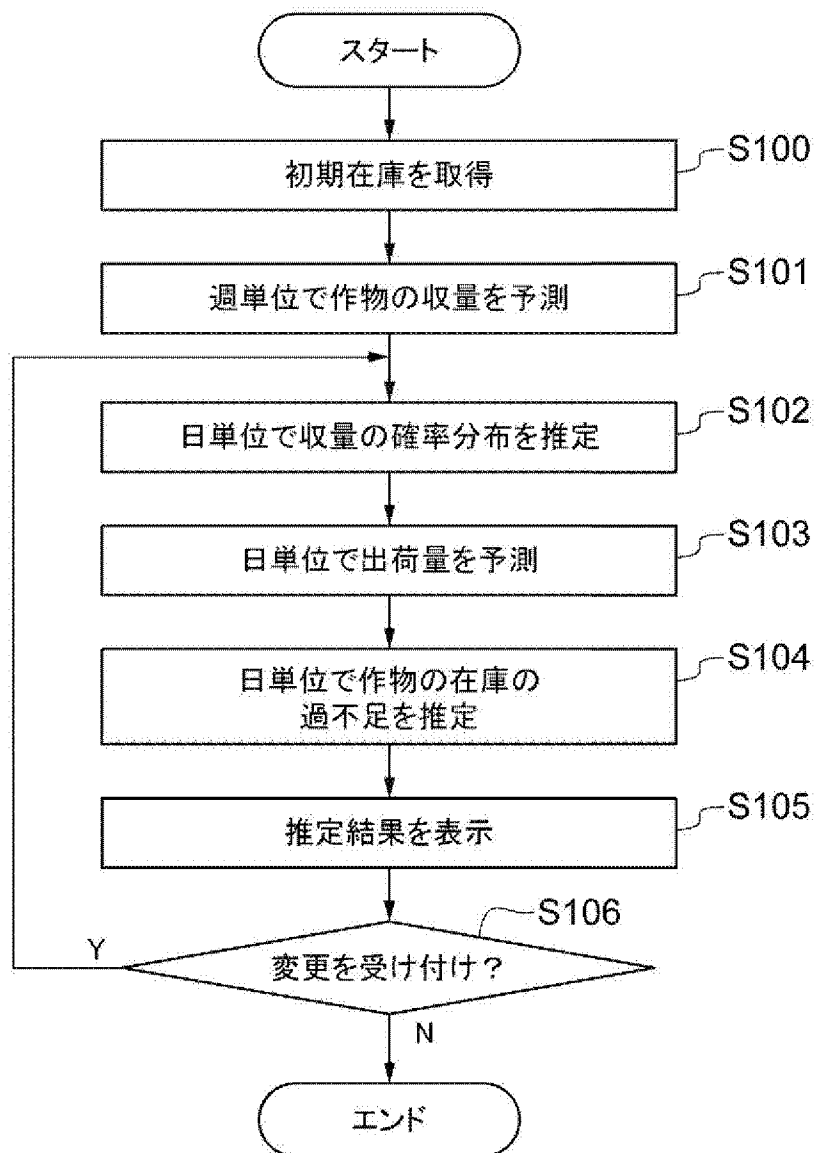


[図6]

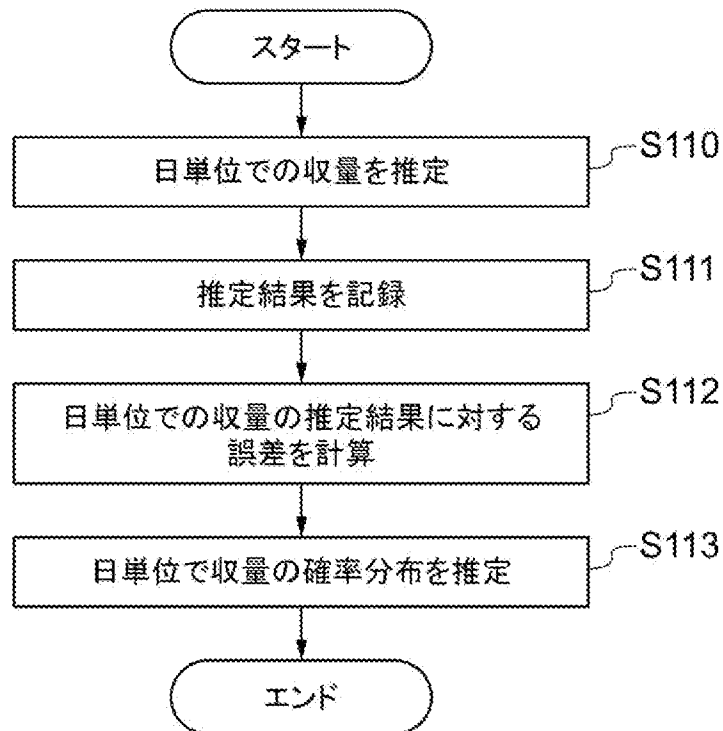
150



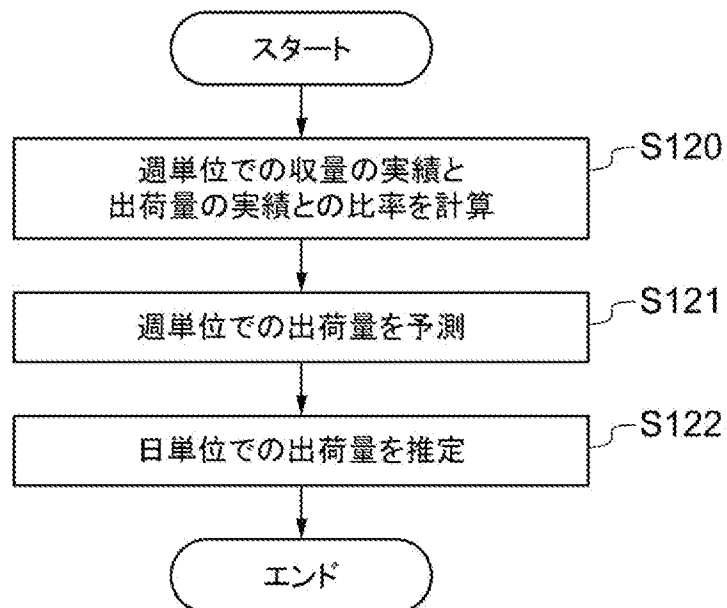
[図7]



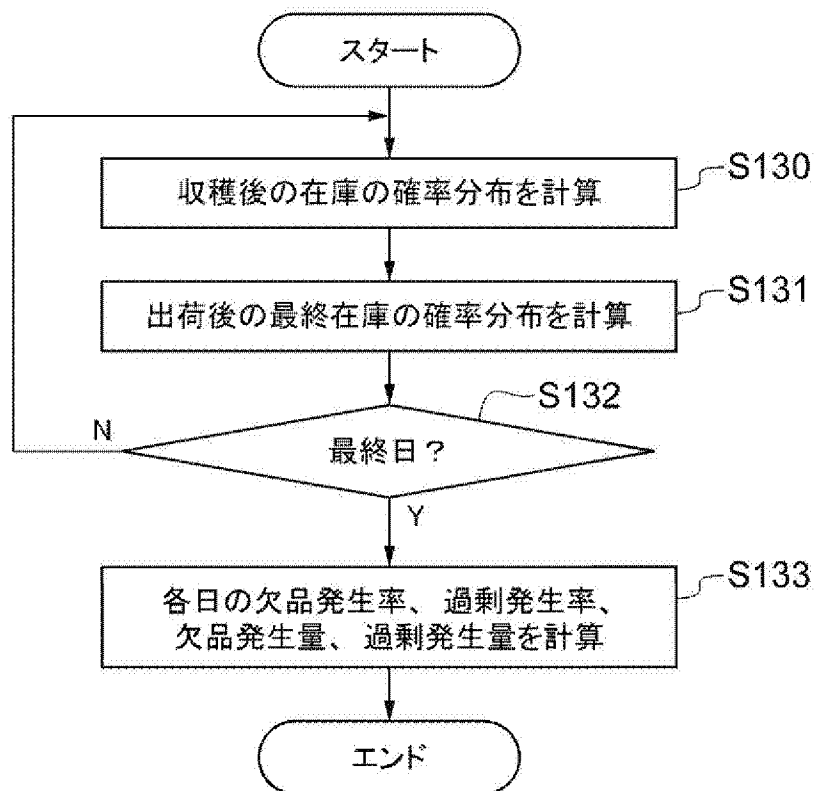
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/018493

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G06Q10/04(2012.01)i, G06Q50/02(2012.01)i

FI: G06Q10/04, G06Q50/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. G06Q10/04, G06Q50/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021

Registered utility model specifications of Japan 1996-2021

Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2014/178097 A1 (FARM ALLIANCE MANAGEMENT CO., LTD.) 06 November 2014 (2014-11-06), entire text, all drawings	1-7
A	JP 2020-24703 A (MITSUBISHI CHEMICAL CORPORATION) 13 February 2020 (2020-02-13), entire text, all drawings	1-7
A	JP 2005-235053 A (TSUCHIYA, Tadashi) 02 September 2005 (2005-09-02), entire text, all drawings	1-7
A	JP 2005-151851 A (MAYEKAWA MFG CO., LTD.) 16 June 2005 (2005-06-16), entire text, all drawings	1-7R

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

03 August 2021

Date of mailing of the international search report

10 August 2021

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office

3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,

Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/018493

WO 2014/178097 A1 06 November 2014 US 2016/0155087 A1
entire text, all drawings

JP 2020-24703 A 13 February 2020 (Family: none)

JP 2005-235053 A 02 September 2005 (Family: none)

JP 2005-151851 A 16 June 2005 (Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G06Q 10/04(2012.01)i; G06Q 50/02(2012.01)i FI: G06Q10/04; G06Q50/02														
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G06Q10/04; G06Q50/02 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table> 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年													
C. 関連すると認められる文献														
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号												
A	WO 2014/178097 A1（株式会社ファーム・アライアンス・マネジメント）06.11.2014 (2014 - 11 - 06) 全文, 全図	1-7												
A	JP 2020-24703 A（三菱ケミカル株式会社）13.02.2020（2020 - 02 - 13） 全文, 全図	1-7												
A	JP 2005-235053 A（土屋 忠宥）02.09.2005（2005 - 09 - 02） 全文, 全図	1-7												
A	JP 2005-151851 A（株式会社前川製作所）16.06.2005（2005 - 06 - 16） 全文, 全図	1-7												
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</td> <td>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献	“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの													
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの													
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献														
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献														
国際調査を完了した日 03.08.2021		国際調査報告の発送日 10.08.2021												
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 貝塚 涼 5L 3043 電話番号 03-3581-1101 内線 3562												

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/018493

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2014/178097	A1	06.11.2014	US 2016/0155087 A1 全文, 全図	
JP	2020-24703	A	13.02.2020	(ファミリーなし)	
JP	2005-235053	A	02.09.2005	(ファミリーなし)	
JP	2005-151851	A	16.06.2005	(ファミリーなし)	