原著論文

日生産量に影響する主要因子とその期間の探索を行なう ソフトウェアの開発

鈴木隆文¹⁾・星 岳彦¹⁾・渡辺 勉²⁾

¹⁾東海大学 開発工学部 生物工学科 〒410-0395 静岡県沼津市西野 317

²⁾(株) 山武 〒150-8316 東京都渋谷区渋谷 2-12-19

要旨

日生産量に影響する主要因子とその影響期間の探索及び日生産量予測モデルの作成を行なうソフトウェアを開発した。生産現場のパソコンでの使用を可能にするために、ソフトウェアの操作性が容易で、結果がわかり易く表示できるようにした。本ソフトウェアをトマト生産施設の事例に適用し、日生産量と説明因子の間で最も相関が大きい期間が容易に抽出できるように、3Dグラフによる可視化表示を実現した。トマト生産施設のテストデータを用いた実行テストでは、労働時間と環境因子の日射量、温度が主要因子として選ばれ、約30%の相対誤差で日生産量が予測できることが示された。

キーワード

意思決定支援システム、位相事例ベースモデリング、植物生産、生産分析、トマト

はじめに

植物生産を取り巻く環境は年々厳しくなっており、より収益性の高い、より高品質な植物を生産することが求められている。そのために、作目や品種の検討と同様に重要なことは、植物生産に影響する主要因子の探索や生産量の予測を行い、生産特性や生産過程の問題点を客観的な方法で検証し、改善を図ることである。このために、生産量予測モデルの利用をはじめ、さまざまな検討が行われてきた(例えば、高辻 1993、伊藤ら 1999、Allen *et al.* 2002 など)。

そのような検討のひとつとして、私たちは日生産量に影響する主要因子とその期間の探索を行い、探索結果から日生産量予測モデルを作成する方法を提案し、ミニトマトなどの生産施設に適用して一定の成果をあげた(Hoshi *et al.* 2000、星ら 2003)。また、この方法によって、これまで植物生産にほとんど活用されずに死蔵されてきた、生産現場に設置された温室環境計測制御システムや圃場気象観測システムが記録した過去の環境データを利用できる見通しが得られた。

生産者が所有する個々の温室や田畑の生産量や環境データの記録データがあれば、上記の方法を用いることで、生産者はその温室や田畑の生産特性の検証や、日生産量予測モデルの作成が可能になる。現在、生産者のパソコン普及率は53.1%になり(農林省水産省統計情報部 2002)、その能力も高性能化している。そこで、本論文では複数のソフトウェアを利用して行なってきた上記の方法を生産現場のパソコンで容易に使用できることを目指して、単体で動作するアプリケーションソフトウェア(以後、探索ツールと呼ぶ)を開発し、トマト生産施設の事例に適用したことについて報告する。

手法及びソフトウェア概要

探索ツールのアルゴリズム

環境データには、時系列に沿って計測された温度や湿度などの計測値が記録されている。植物の成育に対して環境は大きな影響を与えるが、それは瞬時値だけに限らないので、探索ツールでは、計測値の日平均値、日最高値、日最低値、

日較差, 日標準偏差を求めて利用することを可能にした。

星ら (2000, 2003) は, 植物に与えられた環境や生産者が行った作業のうち, どの因子のどの期間が最も日生産量に影響しているか探索するアルゴリズムを提案した. このアルゴリズムでは, まず因子を定めた後, 収穫日の X 日前から Y 日間の期間でその因子の平均値を説明変数とし, 収穫日の日生産量を目的変数とする回帰分析を行い決定係数 (R^2 値) を総当りの求め. そして, 決定係数が最大になる期間を日生産量に最も影響する期間と判断する. 今回の探索ツールでは, このアルゴリズムを採用した.

日生産量とある因子との関係を決定係数を用いて数値化することで, その因子の影響の大きさが数値で表現できるようになった. しかし, この数値だけでは, 探索結果は把握しづらいので, その因子が最大の相関を与える期間やその因子の影響の推移が一目で把握できるように探索結果を 3D グラフにより可視化して表示させる機能を設けた. この 3D グラフの詳細については後述する.

また, 探索ツールでは, 上記の日生産量に影響を与える因子とその影響期間を探索するだけでなく, 日生産量予測モデルの作成が可能である. モデルの予測精度を向上させるには, 日生産量に影

響を及ぼしていると考えられる最適複数因子の決定方法が重要であるため, 日生産量の実測値と予測値間の残差を小さくする際に独立性の高い因子の抽出が可能な変数選択重回帰分析法 (奥野ら 1971) を採用した.

さらに日生産量予測モデルでは, 多種多様なデータが利用されることを踏まえ, 日生産量予測モデルで用いるアルゴリズムに, 探索結果から不連続な非線形データに適用可能なブラックボックスモデリング手法の 1 種である位相事例ベースモデリング (Topological Case Based Modeling: TCBM) を採用した. TCBM は, 入力データをほぼそのままの形で事例として蓄え, 予測の際には, 過去に類似した事例を検索し予測値を出力するモデリング手法である. TCBM の詳細については, 筒井 (1996), 星ら (2000, 2003) を参照されたい.

探索ツールの構成

今回用いた探索ツールの構成を図 1 に示す. 探索ツールは, 上述の一連のアルゴリズムを用いて日生産量に影響する因子とその影響期間を探索し, その結果を 3D グラフで表示するとともに, 探索結果を利用して日生産量予測モデルを作成する. 次に探索ツールの各部の詳細を述べる.

図1 探索ツールの構成

統計データ計算部

統計データ計算部では、時系列に沿って記録された環境データから日平均値、日最高値、日最低値、日較差、日標準偏差を求める。

探索処理部

探索処理部では、前述の探索アルゴリズムを用いて探索処理を行なう。収穫日から過去にさかのぼる日数(X)を意味する「平均開始日の最大値」と、平均する期間(Y)を意味する「平均期間の最大値」を設定値とした。それらを探索範囲として、統計データ計算部で得られた各因子と日生産量との間での相関関係が大きな期間を探索する。探索結果データはファイルとしてデータベースに保存され、探索結果表示部及び変数選択部で入力データとして利用される。

探索結果表示部

探索結果表示部では、探索処理部の結果を3Dグラフで表示する。この3Dグラフでは、X軸を平均開始日、Y軸を平均期間、Z軸を決定係数とした。グラフ描画には、BOC Olectra chat Ver5.0Jを用いた。

変数選択部

変数選択部では、変数選択重回帰分析法によって独立性の高い因子を選択する。変数選択の基準には多変量解析法における偏F値(奥野ら1971)に基づくF ValueのIn、F ValueのOutを用い、これらを設定値とした。

モデリング部・予測結果表示部

モデリング部ではTCBMを用いて日生産量予測モデルを作成する。TCBMには、TCBMDLL(TCBM Dynamic Link Library)を用いた。設定値には作成する日生産量予測モデルの目安となる出力許容誤差を採用した。また、探索結果表示部ではTCBMによる予測結果を表示する。

各データの詳細

探索ツールでは、図1に示す温度、湿度などを記録した環境データと日生産量や労働時間などを記録した植物生産データを入力データとして利用

する。また、探索結果データは探索処理部の出力データである。探索ツールでの入力・出力のデータ形式には、CSV(Comma Separated Value)形式を採用した。

ソフトウェア開発

探索ツールは、Microsoft Visual Studio 6.0を用いて開発及び検証を行なった。ソフトウェアの開発及び動作テストには、Intel Pentium4 1.7GHz、メモリ 512MBのパソコンとMicrosoft Windows 2000 Professional SP3のOSを用いた。

ソフトウェアのテスト

供試植物生産施設及び使用データの詳細

神奈川県にあるトマト生産施設(面積: 約3000m²)から得られた日生産量データと環境データなどを探索ツールのテストデータとして採用した。この施設では、加工用トマト(品種: グラジエーラ)の生産が行なわれている。また、生産施設の環境計測システムとパソコンの通信方式には、環境計測制御コンピュータ遠隔操作方法標準化規格が利用されている(星ら1999)。テストデータには毎日の生産量、労働時間、曜日を数値に置き換えた数値化曜日、および表1に示す13因子の環境データをもとに計算される日平均値、日最高値、日最低値、日較差、日標準偏差の44種類のデータで構成される2000年12月22日から2001年5月31日の161日間のデータを用いた。

テスト方法

探索ツールの性能テストは、統計処理部、探索処理部と同様の処理を行なう探索用ソフトウェアR2FILE(星ら2003)及びTCBM用ソフトウェアdata Forest 1.0((株)山武1999)と、今回開発した探索ツールとの出力結果の比較により行なった。

供試植物生産施設ではトマトの収穫日は開花日より約90日後であった。そこで、開花日より過去の期間が現在の日生産量に影響している可能性は低いと考えつつ、安全のため収穫日から99日前の範囲で探索及び日生産量予測モデルの作成を行なった。

結果及び考察

探索ツールの評価

探索ツールの実行画面を図2～図4に示す。図2は、統計データ処理ウィンドウの実行画面と入出力

カデータ例である。入力データとして環境データを指定すれば、日平均値、日最高値、日最低値、日較差、日標準偏差が計算できた。続いて、図3は、探索処理部・変数選択部・モデリング部ウィンドウ実行画面、予測結果表示部ウィンドウ実

表1 供試植物生産施設より得られたデータの詳細及び行った前処理

計測項目	計測間隔	計測期間	前処理*
屋外気温	1分毎	2000. 12. 22～2001. 5. 31	Ave・Max・Min・Di f・Std
屋外日射	〃	〃	Ave・Max
屋外相対湿度	〃	〃	Ave・Max・Min
屋内気温	〃	〃	Ave・Max・Min・Di f・Std
屋内日射	〃	〃	Ave・Max
屋内相対湿度	〃	〃	Ave・Max・Min
屋内CO ₂ 濃度	〃	〃	Ave・Max・Min
屋内培地温度	〃	〃	Ave・Max・Min
パイプ温度	〃	〃	Ave・Max・Min
排液培養液EC	〃	〃	Ave・Max・Min
灌液培養液EC	〃	〃	Ave・Max・Min
排液培養液pH	〃	〃	Ave・Max・Min
灌液培養液pH	〃	〃	Ave・Max・Min
労働時間	1日毎	〃	-
数値化曜日**	〃	〃	-
日生産量	〃	〃	-

* 前処理の項目でAveは日平均値、Maxは日最高値、Minは日最低値、Di fは日較差、Stdは日標準偏差、-は1日の合計を求めたことを表す

** 数値化曜日は日曜日から土曜日まで1から7の数値で表した

探索ツール 統計データ処理

環境計測データ 入力先 C:\論文用\環境データ.csv 入力先指定

統計データ 出力先 C:\論文用\論文用.csv 出力先指定

計算実行

統計データ処理部ウィンドウ 実行画面

年/月/日/時間	屋内気温	屋内相対湿度	屋内二酸化炭素濃度	温水パイプ温度	培養
2001/2/1 0:01	11.83	0.79	605.9	29.28	
2001/2/1 0:00	18.3	0.94	576.79	31.45	
2001/2/1 12:00	3.73	0.97	555.98	32.51	
2001/2/1 18:00	8.79	0.45	656.17	31.56	
2001/2/2 0:00	10.75	0.64	531.57	29.15	
2001/2/2 6:00	2.07	0	596.31	28.89	
2001/2/2 12:00	5.43	0.59	532.32	28.38	
2001/2/2 18:00	10.6	0.42	482.04	28.27	
2001/2/3 0:00	1.1	0.55	528.97	27.86	
2001/2/3 6:00	4.41	0.25	552.32	29.29	
2001/2/3 6:11	10.95	0.05	549.71	28.91	
2001/2/3 12:00	1.13	0.88	620.17	23.53	
2001/2/3 18:00	4.85	0.77	577.91	29.69	
2001/2/4 0:00	11.4	0.97	614.82	30.52	
2001/2/4 6:00	1.03	0.92	502.75	29.79	
2001/2/4 12:00	7.51	0.97	474.78	26.47	
2001/2/4 18:00	10.75	0.49	725.93	27.91	
2001/2/5 0:00	3.33	0.62	670.14	28.19	

入力データ例

出力データ例

図2 統計データ処理ウィンドウの実行画面と入出力データ例

生産量	労働時間	屋外気温日平均値	屋外気温日最高値	屋外気温日最低値	屋外気温日較差	屋外気温標準偏差
361.8	11	7.897152778	11.9	5.3	6.6	1.82731539
0	0	9.905009444	14.2	3.3	10.9	3.799447035
559.3	0	9.740094444	16.6	2.1	14.5	4.316094449
46	15	4.548263889	9.8	-1.4	11.2	3.546276592
444.9	12.9	3.373541667	10.8	-3.7	14.5	4.327594759
0	0	4.039722222	11.8	-3.4	15.2	4.849626759
289	7.5	5.023071577	10.9	0.1	10.8	3.147145523
0	0	4.858958333	8.3	0.9	7.4	2.59402879
0	0	7.622083333	9.5	5.3	4.2	1.15100275
0	0	7.234299903	12.3	-1.3	13.6	3.463627917
0	0	5.812916667	13.1	-3.8	16.9	5.972154005
0	0	7.249930226	11.7	2.7	9	2.446625499
0	0	4.212013889	10.9	-2.4	13.3	3.249381103
0	0	7.489977778	10.9	6.4	1.7	0.820416504

入力データ例

予測結果表示部ウィンドウ 実行画面

自動解析・予測

File

C:\実験用V論文用.csv 入力データ

C:\実験用Vデータ保存 出力フォルダ

探索処理の設定

平均開始日 50 相関係数二乗値の編集

平均期間 50 あり なし

初期値 1

変数選択時の設定

F Value

In 2 Out 2

モデリングの設定

出力許容誤差 30 %

Quit 探索・予測開始

探索処理部・変数選択部・モデリング部ウィンドウ 実行画面

1	1.27E-02	1.13E-03	1.22E-03	1.60E-03	1.91E-03	1.69E-03	1.94E-03	1.42E-03	1.67E-03	8.84E-04	1.29E-03	1.1
2	2.86E-03	1.03E-03	2.24E-03	2.02E-03	2.30E-03	1.78E-03	1.96E-03	1.00E-03	1.42E-03	1.42E-03	1.15E-03	1.1
3	3.50E-04	1.21E-03	1.80E-03	1.88E-03	2.14E-03	1.42E-03	1.53E-03	6.69E-04	1.01E-03	8.26E-04	8.44E-04	3.1
4	1.97E-03	2.51E-03	2.71E-03	2.87E-03	1.78E-03	1.65E-03	6.90E-04	9.83E-04	8.13E-04	8.01E-04	7.35E-04	1.1
5	2.15E-03	2.78E-03	2.90E-03	1.59E-03	1.30E-03	3.01E-04	6.51E-04	5.45E-04	4.26E-04	2.62E-04	1.94E-04	4.4
6	2.99E-03	3.02E-03	1.30E-03	8.84E-04	1.01E-04	3.00E-04	2.70E-04	3.85E-04	1.22E-04	1.89E-05	2.04E-05	9
7	1.97E-03	4.29E-04	1.91E-04	5.34E-05	8.05E-06	1.89E-05	9.01E-05	4.93E-05	1.66E-04	1.56E-04	3.02E-04	3.1
8	5.32E-05	9.55E-05	9.95E-04	2.21E-04	6.11E-05	2.27E-05	3.92E-05	4.95E-05	4.17E-04	6.94E-04	7.63E-04	1.1
9	2.62E-04	1.07E-03	4.73E-04	1.45E-04	1.66E-05	2.90E-05	4.32E-04	3.03E-04	7.22E-04	6.07E-04	2.11E-03	3
10	4.25E-03	5.81E-04	8.95E-05	4.05E-05	4.69E-06	2.37E-04	2.26E-04	5.79E-04	7.43E-04	2.01E-03	3.05E-03	3
11	3.09E-04	5.03E-04	1.27E-03	1.02E-04	1.54E-05	2.14E-05	1.22E-04	2.64E-04	1.25E-03	2.14E-03	2.67E-03	2.1
12	6.65E-04	9.95E-03	1.11E-03	3.44E-05	5.22E-05	1.76E-04	1.76E-04	1.01E-03	2.52E-03	2.96E-03	2.99E-03	2.1
13	3.37E-03	1.49E-03	1.90E-05	1.56E-09	3.66E-04	6.89E-04	2.29E-03	3.29E-03	3.62E-03	3.41E-03	8.88E-03	2
14	3.61E-04	3.25E-04	3.09E-04	1.46E-03	1.93E-03	4.15E-03	5.17E-03	5.28E-03	4.66E-03	3.87E-03	3.22E-03	3
15	2.02E-03	1.07E-03	3.23E-03	3.39E-03	6.32E-03	6.92E-03	6.69E-03	5.54E-03	4.46E-03	3.63E-03	3.88E-03	5
16	2.13E-04	3.65E-03	4.06E-03	1.18E-03	7.19E-03	6.22E-03	4.78E-03	3.65E-03	2.78E-03	3.10E-03	4.88E-03	1
17	9.87E-03	7.85E-03	1.12E-02	9.44E-03	7.12E-03	4.73E-03	3.42E-03	2.44E-03	2.75E-03	4.41E-03	9.18E-03	1
18	4.15E-03	9.83E-03	6.60E-03	4.05E-03	1.87E-03	1.07E-03	6.09E-04	9.23E-04	2.11E-03	5.25E-03	9.37E-03	1.1
19	1.15E-02	5.49E-03	2.21E-04	7.85E-03	1.59E-03	1.01E-04	9.01E-04	3.94E-03	7.10E-03	1.14E-02	1.14E-02	1
20	3.69E-04	1.81E-05	1.16E-03	1.40E-03	1.59E-03	6.15E-04	3.77E-06	1.05E-03	3.99E-03	7.67E-03	7.53E-03	6
21	1.44E-03	5.55E-03	4.60E-03	4.12E-03	1.79E-03	2.85E-04	5.14E-04	3.15E-03	6.69E-03	6.60E-03	5.57E-03	3
22	1.17E-02	6.86E-03	5.42E-03	1.97E-03	3.12E-04	5.90E-04	3.60E-03	0.00758	7.30E-03	6.62E-03	3.64E-03	4
23	1.65E-03	0.00034	3.46E-04	2.95E-05	2.17E-03	6.41E-03	1.12E-02	1.55E-02	8.92E-03	5.4E-03	6.01E-03	7
24	2.12E-03	2.44E-03	3.09E-04	3.77E-03	8.82E-03	1.37E-02	9.89E-03	6.30E-03	6.81E-03	8.42E-03	8.42E-03	12

探索結果データ例（出力データ例）

※このデータは、探索結果表示ウィンドウで入力データとして使用

図3 探索処理部・変数選択部・モデリング部ウィンドウ実行画面、
予測結果表示部ウィンドウ実行画面及び入出力データ例

A. 日生産量の探索結果

B. 日生産量と屋内相対湿度日平均の探索結果

※3DグラフのX軸は平均開始日、Y軸は、平均期間、Z軸は決定係数を意味する。

図4 探索結果表示ウィンドウによる探索結果表示例

行画面及び入出力データ例である。データの出力先、平均開始日の最大値、平均期間の最大値、F Value の In、F Value の Out、出力許容誤差を指

定すれば探索処理から予測結果表示までの処理は自動で行なえた。そして、図4は探索結果表示ウィンドウによる探索結果表示例である。探索

処理部の出力データを用いて簡単に3Dグラフが表示できた。なお、表示3Dグラフの決定係数の最大値と、そのときの平均開始日、平均期間をGraph Dataの部分に示した。

探索ツールの機能評価を行なうために、供試植物生産施設でのテストデータを用いて探索および日生産量予測モデルの作成を行った。その結果を図4に示す。図4Aは日生産量の探索結果を示し、Bは屋内相対湿度日平均値と日生産量との関係を示している。この探索結果から、収穫日の6日前からさらにその3日前までの期間（6日前から8日前）の日生産量の平均値が現在の日生産量に最も関係していることが分かる。また、7日間隔で小さなピークがあることから、この供試植物生産施設では1週間単位で日生産量に変動がある特徴が抽出できた。屋内相対湿度の日平均値に着目すると、収穫日の6日前からさらにその25日前までの期間（6日前から30日前）の平均値が、日生産量に最も関係が深いことが読み取れる（図4B）。また、収穫日の31日前からさらにその50日前までの期間（31日前から80日前）でも決定係数が特異的に大きくなっており、この期間の屋内相対湿度の日平均値も日生産量に大きく関係していた事が推察できた。

表2には、変数選択部で日生産量予測モデル用として選ばれた因子を示す。これらは、変数選択重回帰分析法により多数の因子の中から独立性の

高い因子として抽出されたものである。個々の因子に着目すると、労働時間の決定係数が格段に高いこと、環境因子として日射量と気温だけが選ばれていることが注目される。これは、この供試植物生産施設の場合日射量、気温と当日の労働時間がわかれば日生産量がある程度予測可能であることを探索ツールが示していることを意味する。また、今回用いた探索ツールの実行結果と従来使用していた複数ソフトウェアを使った実行結果との比較の結果、ほとんど同様の性能であることが確認できた（表3）。

以上の結果から、機能上では、今回の探索ツールでは従来使用していた複数ソフトウェアを使った場合と同様の処理がより容易に実行できることが示されるとともに、探索結果を利用して日生産量予測モデルの作成も可能であることが示された。さらに3Dグラフを用いた可視化により、日生産量と関係する因子とその因子の影響期間が視覚的に理解可能になった。また、操作上では、今回の探索ツールの主な操作内容がデータの入出力先及び各設定値の指定だけであり、ほとんどマウスだけで指定できることから、操作性は大きく向上したと考えられる。計算時間の点では、環境データと日生産量データを探索ツールに入力してからのターンアラウンドタイムは約15分となり、従来使用していた複数ソフトウェアを使った場合（約100分）と比較して

表2 予測用に選ばれた要因

要因名	R ² 値	平均期間
労働時間	0.7393	当日
屋内気温日最低値	0.1966	7日前から8日前
屋内日射日平均値	0.1692	2日前から4日前
屋外日射日平均値	0.1648	8日前から11日前
屋内気温日較差	0.0866	6日前の1日間

* R2値は各要因と生産量の相関係数二乗値を意味する
平均期間は、X日前からY日前までを平均したことを意味する
「当日」は収穫した日のデータを用いたことを意味する

表3 予測結果の比較

ソフトウェア名	絶対誤差(kg)	相対誤差(%)
探索ツール	105.86	33.52
従来の複数アプリケーションソフトウェア	105.9	33.52

その時間は85%短縮できた。探索アルゴリズムは極めて計算量の多い処理であり、生産者個人がパソコンで実施するツールであることを考慮すると、161日分の探索処理及び日生産量予測モデル作成の所要時間として、この15分という時間は許容し得る範囲ではないかと考える。

結論

今回の探索ツールは、操作しやすいインターフェースを備え、これまでと比べ、短時間で処理できるようになった。また、入出力データといくつかの設定値を指定するだけで探索処理から予測結果表示までを自動で処理できるようになった。今回の探索ツールはMicrosoft Windows系のOSを搭載したパソコンで動作するため、生産者は、自宅のパソコンで各自が所有する施設毎に蓄えられた環境データや植物生産データを用いて、日生産量に関する主要因子の探索や日生産量予測モデルを作成することが可能になると思われる。このため、この探索ツールは、生産特性や生産過程の問題点を客観的な方法で検証するツールの一つになると考えられる。今後、実際に生産者に探索ツールを利用してもらい、生産者からの評価や意見を集めることにより、さらに改良を進めることが重要であると考えている。

引用文献

- Allen R. Overman, Richard V. Scholtz III(2002) Mathematical models of crop growth and yield, Marcel Dekker, New York,305-322.
- 星岳彦・布施順也・渡辺勉ら(1999)温室環境の遠隔計測・制御・解析用ソフトウェアの開発促進を目的とした環境計測制御システムにおける標準操作規約,植物工場学会誌,11(3):157-164.
- Hoshi, T., T. Sasaki, H. Tsutsui. *et al.*, (2000) A daily harvest prediction model of cherry tomatoes by mining from past averaging data and using topological case-based modeling, Computer and Electronics in Agriculture,29:146-160.
- 星岳彦・鈴木隆文・梅田篤ら(2003)過去の日平均データを用いたバラ切花生産に影響する主要因の探索と位相事例ベースモデリングを用いた生産量予測,植物工場学会誌,15(1):20-26.
- 伊藤博通・山下律也(1999)植物工場におけるレタス成長の解析 レタス生体重経日変化の多変量解析,植物工場学会誌,11(1):50-58.
- 農林省水産省統計情報部(2002)「農家のパソコン・インターネット利用状況アンケート調査」,19pp.
- 奥野忠一・久米均・芳賀敏郎・吉澤正(1971)「多変量解析法」,日科技連出版社,東京,139-141.
- 高辻元基(1993)成長モデル,Shita Technology 植物工場の理論,1:26-31.
- 筒井宏明(1996)データマイニングにおける非線形システムのモデリングとその応用,システム/制御/情報,40(12):522-530.
- (株)山武(1999)「data Forest Version 1.0 マニュアル」,(株)山武,東京,1-91.
- 受付日 2003年8月24日
受理日 2003年11月7日

Development of Computer Program for Identifying Main Factors Influencing Daily Greenhouse Production

Takafumi Suzuki¹⁾, Takehiko Hoshi¹⁾ and Tsutomu Watanabe²⁾

¹⁾Department of Biological Science and Technology, School of High-Technology of Human Welfare, Tokai University, Nishino 317, Numazu, Shizuoka 410-0395, Japan

²⁾Yamatake Co., 12-19, Shibuya 2, Shibuya-ku, Tokyo 150-8316, Japan

Summary

A computer program for analysis of agricultural production in greenhouses was developed. This search tool analyzes a greenhouse's environmental data measurements and past plant production data to identify major factors influencing daily production, and to isolate those factors' period of influence. A prediction model for daily production based on a topological case-based modeling (TCBM) algorithm was also constructed. Stepwise multiple regression analysis was employed to choose major factors for the daily production amount prediction model. Results from the search application can be presented using 3D graphs so that program users can understand the relationship between environmental factors and daily production. A test was performed using data from a tomato production greenhouse (approx. 3000 m2 floor area).

The search tool identified the major factors as working hours on harvest day, average inside daily minimum air temperature from 7 to 8 days before the harvest day, average inside daily amount of solar radiation from 2 to 4 days before the harvest day, outside average daily amount of solar radiation from 8 to 11 days before the harvest day, and inside average daily difference in air temperature 6 days before the harvest day. The constructed model predicted daily tomato production amount with a relative error of about 30 %.

keywords

Decision support system, Production analysis, Plant production, Tomato and Topological case-based modeling