

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6534028号
(P6534028)

(45) 発行日 令和1年6月26日(2019.6.26)

(24) 登録日 令和1年6月7日(2019.6.7)

(51) Int. Cl.	F I		
G06Q 50/04 (2012.01)	G06Q	50/04	
G05B 19/418 (2006.01)	G05B	19/418	Z
B65G 1/137 (2006.01)	B65G	1/137	A

請求項の数 9 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2014-231665 (P2014-231665)	(73) 特許権者	592218300
(22) 出願日	平成26年11月14日(2014.11.14)		学校法人神奈川大学
(65) 公開番号	特開2016-95696 (P2016-95696A)		神奈川県横浜市神奈川区六角橋三丁目2-7
(43) 公開日	平成28年5月26日(2016.5.26)		番1号
審査請求日	平成29年10月4日(2017.10.4)	(74) 代理人	100117514
			弁理士 佐々木 敦朗
		(72) 発明者	松井 正之
			神奈川県横浜市神奈川区六角橋三丁目2-7
			番1号 学校法人神奈川大学内
		審査官	関 博文

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 先見2次ロジック流動数管理システム、プログラム及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

管理対象における流入量データと流出量データと確定注文データ（先行データ）とを時間に対応するデータとして取得し、次期の確定注文量と今期の確定注文量と今期の流出量、とから次期流出量の予測値を、各期における需要間隔に応じて加速的に変化する平均在庫量の関数として算出する予測値算出手段と、

前記流入量データと流出量データを基に各期の在庫量を求め、この在庫量の状態に対し各在庫状態の特性に応じたコスト係数を乗じて在庫量に関する総ペナルティー費用を求め、この総ペナルティー費用が最小となる移動基準在庫量を、前記需要間隔に従って定常的に変化する平均在庫量の関数として算出する移動基準在庫量算出手段と、

算出された前記移動基準在庫量が管理状態にあるか否かを管理図により判定する移動基準在庫量管理手段と、

前記予測値と前記流出量データの累積とから、流出量に関する総ペナルティー費用が最小となる次期流出量を求め、求めた次期流出量を次期の投入量として算定する投入量算定手段と、

算定された前記投入量が管理状態にあるか否かを流動数図表の管理限界線により判定する投入量管理手段と、

前記移動基準在庫量管理手段による判定結果或いは前記投入量管理手段による判定結果に基づいて、算定された前記投入量の累積が前記管理限界線以下になるように次期の流入量を制限する投入量改善手段と

を備え、

前記加速的に変化する平均在庫量の関数は、平均在庫量と需要間隔の 2 乗との積で表され、前記需要間隔に従って定常的に変化する平均在庫量の関数は、需要間隔と平均在庫量の積で表される

ことを特徴とする先見 2 次ロジック流動数管理システム。

【請求項 2】

各期の前記需要間隔を Z_t とし、各期のコスト計数を β_t としたときに、
前記予測値算出手段は、前記次期流出量の予測値を

【数 1】

$$\hat{Z}_{t+1} \times \hat{Z}_{t+1} \left(\frac{Z_t}{Z_{t-1}} \right)^2 \beta_t \dots\dots (A)$$

10

によって算出し、

前記移動基準在庫量算出手段は、前記移動基準在庫量を

【数 2】

$$\hat{Z}_{t+1} \left(\frac{Z_t}{Z_{t-1}} \right)^2 \beta_t \dots\dots (B)$$

によって算出する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の先見 2 次ロジック流動数管理システム。

20

【請求項 3】

前記予測値算出手段及び前記移動基準在庫量算出手段は、

前記次期流出量の予測値が、前記移動基準在庫量と作用・反作用の関係があるとして、前記次期流出量の予測値の所定成分と、前記移動基準在庫量の所定ベクトル成分の方向が正反対であり、且つその絶対値が等しくなるように、前記次期流出量の予測値及び前記移動基準在庫量の算出を行う

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の先見 2 次ロジック流動数管理システム。

【請求項 4】

管理対象における流動数を管理するためにコンピュータを、

管理対象における流入量データと流出量データと確定注文データ（先行データ）とを時間に対応するデータとして取得し、次期の確定注文量と今期の確定注文量と今期の流出量、とから次期流出量の予測値を、各期における需要間隔に応じて加速的に変化する平均在庫量の関数として算出する予測値算出手段と、

30

前記流入量データと流出量データを基に各期の在庫量を求め、この在庫量の状態に対し各在庫状態の特性に応じたコスト係数を乗じて在庫量に関する総ペナルティー費用を求め、この総ペナルティー費用が最小となる移動基準在庫量を、前記需要間隔に従って定常的に変化する平均在庫量の関数として算出する移動基準在庫量算出手段と、

算出された前記移動基準在庫量が管理状態にあるか否かを管理図により判定する移動基準在庫量管理手段と、

前記予測値と前記流出量データの累積とから、流出量に関する総ペナルティー費用が最小となる次期流出量を求め、求めた次期流出量を次期の投入量として算定する投入量算定手段と、

40

算定された前記投入量が管理状態にあるか否かを流動数図表の管理限界線により判定する投入量管理手段と、

前記移動基準在庫量管理手段による判定結果或いは前記投入量管理手段による判定結果に基づいて、算定された前記投入量の累積が前記管理限界線以下になるように次期の流入量を制限する投入量改善手段と

して機能させ、

前記加速的に変化する平均在庫量の関数は、平均在庫量と需要間隔の 2 乗との積で表され、前記需要間隔に従って定常的に変化する平均在庫量の関数は、需要間隔と平均在庫量

50

の積で表される

ことを特徴とする先見 2 次ロジック流動数管理プログラム。

【請求項 5】

各期の前記需要間隔を Z_t とし、各期のコスト計数を c_t としたときに、
前記予測値算出手段は、前記次期流出量の予測値を

【数 1】

$$\hat{Z}_{t+1} \times \hat{Z}_{t+1} \left(\frac{Z_t}{Z_{t-1}} \right)^2 \beta^t \dots\dots (A)$$

によって算出し、

前記移動基準在庫量算出手段は、前記移動基準在庫量を

【数 2】

$$\hat{Z}_{t+1} \left(\frac{Z_t}{Z_{t-1}} \right)^2 \beta^t \dots\dots (B)$$

によって算出する

ことを特徴とする請求項 4 に記載の先見 2 次ロジック流動数管理プログラム。

【請求項 6】

前記予測値算出手段及び前記移動基準在庫量算出手段は、

前記次期流出量の予測値が、前記移動基準在庫量と作用・反作用の関係があるとして、
前記次期流出量の予測値の所定成分と、前記移動基準在庫量の所定ベクトル成分の方向が
正反対であり、且つその絶対値が等しくなるように、前記次期流出量の予測値及び前記移
動基準在庫量の算出を行う

ことを特徴とする請求項 4 又は 5 に記載の先見 2 次ロジック流動数管理プログラム。

【請求項 7】

予測値算出手段が、管理対象における流入量データと流出量データと確定注文データ（
先行データ）とを時間に対応するデータとして取得し、次期の確定注文量と今期の確定注
文量と今期の流出量、とから次期流出量の予測値を、各期における需要間隔に応じて加
速的に変化する平均在庫量の関数として算出するステップと、

移動基準在庫量算出手段が、前記流入量データと流出量データを基に各期の在庫量を求
め、この在庫量の状態に対し各在庫状態の特性に応じたコスト係数を乗じて在庫量に関
する総ペナルティー費用を求め、この総ペナルティー費用が最小となる移動基準在庫量を、
前記需要間隔に従って定常的に変化する平均在庫量の関数として算出するステップと、

移動基準在庫量管理手段が、算出された前記移動基準在庫量が管理状態にあるか否かを
管理図により判定するステップと、

投入量算定手段が、前記予測値と前記流出量データの累積とから、流出量に関する総ペ
ナルティー費用が最小となる次期流出量を求め、求めた次期流出量を次期の投入量として
算定するステップと、

投入量管理手段が、算定された前記投入量が管理状態にあるか否かを流動数図表の管理
限界線により判定するステップと、

投入量改善手段が、前記移動基準在庫量管理手段による判定結果或いは前記投入量管理
手段による判定結果に基づいて、算定された前記投入量の累積が前記管理限界線以下にな
るように次期の流入量を制限するステップと

を含み、

前記加速的に変化する平均在庫量の関数は、平均在庫量と需要間隔の 2 乗との積で表さ
れ、前記需要間隔に従って定常的に変化する平均在庫量の関数は、需要間隔と平均在庫量
の積で表される

ことを特徴とする先見 2 次ロジック流動数管理方法。

【請求項 8】

各期の前記需要間隔を Z_t とし、各期のコスト計数を c_t としたときに、

10

20

30

40

50

前記予測値算出手段は、前記次期流出量の予測値を

【数 1】

$$\hat{Z}_{t+1} \times \hat{Z}_{t+1} \left(\frac{Z_t}{Z_{t-1}} \right)^2 \beta^t \dots\dots (A)$$

によって算出し、

前記移動基準在庫量算出手段は、前記移動基準在庫量を

【数 2】

$$\hat{Z}_{t+1} \left(\frac{Z_t}{Z_{t-1}} \right)^2 \beta^t \dots\dots (B)$$

10

によって算出する

ことを特徴とする請求項 7 に記載の先見 2 次ロジック流動数管理方法。

【請求項 9】

前記予測値算出手段及び前記移動基準在庫量算出手段は、

前記次期流出量の予測値が、前記移動基準在庫量と作用・反作用の関係があるとして、前記次期流出量の予測値の所定成分と、前記移動基準在庫量の所定ベクトル成分の方向が正反対であり、且つその絶対値が等しくなるように、前記次期流出量の予測値及び前記移動基準在庫量の算出を行う

ことを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載の先見 2 次ロジック流動数管理方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えばオンデマンド SCM (サプライチェーンマネジメント) 環境下における在庫や資産類の適正水準 (限界価値) を決定し管理するための先見 2 次ロジック流動数管理システム、プログラム及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、商品のライフサイクルは、社会の高度情報化に伴い短くなる傾向にあるうえ、商品の需要変動も大きくなってきている。流通業界において、このような状況で在庫を大量に持つことは、資金の固定化、売り上げの低下、損金の増加など財務上大変な欠陥を招くこととなる。

30

【0003】

製造業には、資材を調達し、モノを作り、顧客へ納入する一連の連鎖業務があり、これをサプライチェーンという。顧客が要求するとき (オンデマンド) に製品を届けるためには、このサプライチェーンがうまく機能しなければならない。そのために現在、SCM が脚光を浴び、多くの企業で改革が取り組まれている。

【0004】

このサプライチェーンの下流に位置している卸売りは、小売業への商品の供給を生業としている。消費者に接している小売店の情報は、卸売業に対し、ある程度バイアスされて届く。卸売業のメリットは、多くの立場と意欲と売り上げの異なる小売店からの情報を得られることにある。すなわち、多数の小売店からの情報を総合することによって、消費者動向を推測し、将来の需要を予測する。

40

【0005】

ところが、従来の需要予測という行為は正確に言えば、過去の需要構造を説明しているに過ぎず、需要構造が変化しないことを前提としているため、その保障には一定の限界がある。

したがって、過去の一定の需要構造を前提とした需要予測に頼らず、欠品を起こさずに必要最小限の在庫を持つためには、正確な売れ筋情報を得て、在庫の適正量をリアルタイムに求め、そうなるように瞬時に対応し、調整する技術が必要とされている。本発明者等

50

も、このようなＩＣタグ時代の、この古くて新しい問題に対し、オンデマンド環境を実現する技術として、効率的なアプローチを提案している（特許文献１及び非特許文献１参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００６】

【特許文献１】特開２００６－３４４１８６号公報

【非特許文献】

【０００７】

【非特許文献１】松井正之，内山広樹，藤川裕晃，”オンデマンドＳＣＭにおける在庫変動の流動数図法による管理法”，日本経営工学会論文誌，Vol.56，No.2，pp.139-145（2005）

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００８】

しかしながら、上述した特許文献１及び非特許文献１に開示された技術は、現時点と次時点との関係による先見ロジックであるが、線形的且つ定常的な変化のみを取り扱っており、現実社会で起こり得る、加速若しくは減速するような急激な変化には対応していないことから、現実的な管理や経営の高度化及びリアルタイム化に一定の限界があった。

【０００９】

20

本発明は、以上のような問題を鑑みてなされたものであり、現時点について現在に１時点過去を考慮することによって、これを先時点に反映させ、いわゆる２次ロジックという高次元化へ展開させ、より現実的な制御、管理、経営の高度化とリアルタイム化を促進できる先見２次ロジック流動数管理システム、プログラム及び方法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】

上記課題を解決するために、本発明に係る先見２次ロジック流動数管理システムは、管理対象における流入量データと流出量データと確定注文データ（先行データ）とを時間に対応するデータとして取得し、次期の確定注文量と今期の確定注文量と今期の流出量、とから次期流出量の予測値を、各期における需要間隔に応じて加速的に変化する平均在庫量の関数として算出する予測値算出手段と、

30

流入量データと流出量データを基に各期の在庫量を求め、この在庫量の状態に対し各在庫状態の特性に応じたコスト係数を乗じて在庫量に関する総ペナルティー費用を求め、この総ペナルティー費用が最小となる移動基準在庫量を、需要間隔に従って定常的に変化する平均在庫量の関数として算出する移動基準在庫量算出手段と、

算出された移動基準在庫量が管理状態にあるか否かを管理図によりシンボリックに判定する移動基準在庫量管理手段と、

予測値と流出量データの累積とから、流出量に関する総ペナルティー費用が最小となる次期流出量を求め、求めた次期流出量を次期の投入量として算定する投入量算定手段と、

40

算定された投入量が管理状態にあるか否かを流動数図表の管理限界線により判定する投入量管理手段と、

移動基準在庫量管理手段による判定結果或いは投入量管理手段による判定結果に基づいて、算定された投入量の累積が管理限界線以下になるように改善する投入量改善手段とを備える。

【００１１】

また、本発明に係る先見２次ロジック流動数管理プログラムは、管理対象における流動数を管理するためにコンピュータを、

管理対象における流入量データと流出量データと確定注文データ（先行データ）とを時間に対応するデータとして取得し、次期の確定注文量と今期の確定注文量と今期の流出量

50

、とから次期流出量の予測値を、各期における需要間隔に応じて加速的に変化する平均在庫量の関数として算出する予測値算出手段と、

流入量データと流出量データを基に各期の在庫量を求め、この在庫量の状態に対し各在庫状態の特性に応じたコスト係数を乗じて在庫量に関する総ペナルティー費用を求め、この総ペナルティー費用が最小となる移動基準在庫量を、需要間隔に従って定常的に変化する平均在庫量の関数として算出する移動基準在庫量算出手段と、

算出された移動基準在庫量が管理状態にあるか否かを管理図によりシンボリックに判定する移動基準在庫量管理手段と、

予測値と流出量データの累積とから、流出量に関する総ペナルティー費用が最小となる次期流出量を求め、求めた次期流出量を次期の投入量として算定する投入量算定手段と、

算定された投入量が管理状態にあるか否かを流動数図表の管理限界線により判定する投入量管理手段と、

移動基準在庫量管理手段による判定結果或いは投入量管理手段による判定結果に基づいて、算定された投入量の累積が管理限界線以下になるように改善する投入量改善手段として機能させる。

【 0 0 1 2 】

さらに、本発明に係る先見 2 次ロジック流動数管理方法は、

予測値算出手段が、管理対象における流入量データと流出量データと確定注文データ（先行データ）とを時間に対応するデータとして取得し、次期の確定注文量と今期の確定注文量と今期の流出量、とから次期流出量の予測値を、各期における需要間隔に応じて加速的に変化する平均在庫量の関数として算出するステップと、

移動基準在庫量算出手段が、流入量データと流出量データを基に各期の在庫量を求め、この在庫量の状態に対し各在庫状態の特性に応じたコスト係数を乗じて在庫量に関する総ペナルティー費用を求め、この総ペナルティー費用が最小となる移動基準在庫量を、需要間隔に従って定常的に変化する平均在庫量の関数として算出するステップと、

移動基準在庫量管理手段が、算出された移動基準在庫量が管理状態にあるか否かを管理図によりシンボリックに判定するステップと、

投入量算定手段が、予測値と流出量データの累積とから、流出量に関する総ペナルティー費用が最小となる次期流出量を求め、求めた次期流出量を次期の投入量として算定するステップと、

投入量管理手段が、算定された投入量が管理状態にあるか否かを流動数図表の管理限界線により判定するステップと、

投入量改善手段が、移動基準在庫量管理手段による判定結果或いは投入量管理手段による判定結果に基づいて、算定された投入量の累積が管理限界線以下になるように改善するステップとをコンピュータに実行させる。

【 0 0 1 3 】

上記発明において、各期の需要間隔を Z_t とし、各期のコスト計数を β_t としたときに、前記予測値算出手段は、前記次期流出量の予測値を

【 数 1 】

$$\hat{Z}_{t+1} \times \hat{Z}_{t+1} \left(\frac{Z_t}{Z_{t-1}} \right)^2 \beta^t \dots\dots (A)$$

によって算出し、

前記移動基準在庫量算出手段は、前記移動基準在庫量を

【 数 2 】

$$\hat{Z}_{t+1} \left(\frac{Z_t}{Z_{t-1}} \right)^2 \beta^t \dots\dots (B)$$

によって算出することができる。

【 0 0 1 4 】

上記発明において、予測値算出手段及び移動基準在庫量算出手段は、次期流出量の予測値が、移動基準在庫量と作用・反作用の関係があるとして、次期流出量の予測値の所定成分と、移動基準在庫量の所定ベクトル成分の方向が正反対であり、且つその絶対値が等しくなるように、次期流出量の予測値及び移動基準在庫量の算出を行うことができる。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、現時点について現在に1時点過去を考慮することによって、これを先時点に反映させ、いわゆる2次ロジックという高次元化へ展開させ、より現実的な制御、管理、経営の高度化とリアルタイム化を促進できる。

【図面の簡単な説明】

10

【0016】

【図1】本実施形態による先見2次ロジック流動数管理システムの機能構成例を示す概略ブロック図である。

【図2】本実施形態による先見2次ロジック流動数管理システムのハードウェア構成例を示す概略ブロック図である。

【図3】先見2次ロジック流動数管理システムによる先見2次ロジック流動数管理方法の処理手順例（基本ロジック例）を示すフローチャートである。

【図4】本実施形態の管理対象における流入量、流出量、在庫量、確定注文量を示す図。

【図5】流入量の累積量と流出量の累積量とを流動数図法化した模式図である。

【図6】本実施形態の管理対象における流入量の累積量と流出量の累積量及び確定注文量の累積量を流動数図法化した一例である。

20

【図7】予測値（次期流出量）の算出に用いる変数の値を評価するための誤差面積の一例である。

【図8】基準在庫量と実在庫量とペナルティ費用との関係を示す図である。

【図9】係数 $1=5$ 、 $2=250$ 、 $3=200$ とし、期間数を3週として過去のデータのみにより基準在庫量を求めた結果を例示する図である。

【図10】新聞売り子問題を適用して基準在庫量を算出する際の累積在庫量を例示する図である。

【図11】実在庫量の管理状態を累積和管理図のVマスク（3期目のVマスク）により示した例を示す図である。

30

【図12】インディケータの管理状態を累積和管理図のVマスク（13期目のVマスク）により示した例を示す図である。

【図13】係数 $1=5$ 、 $2=250$ 、 $3=200$ とし、期間数を3週として過去のデータのみにより投入量を求めた結果を例示する図である。

【図14】新聞売り子問題を適用して投入量を算出する際の累積流出量を例示する図である。

【図15】流動数図表における上方管理限界線の算出方法を説明するための図である。

【図16】上方管理限界線による累積流入量の改善方法を説明するための図である。

【図17】上方管理限界線により改善された投入量の改善効果を例示する図である。

【図18】次期の予測値、現在の在庫量、これまでの流出量の変動を加味して求めたインディケータを用いたときの在庫量の変動比較を例示する図である。

40

【図19】先見2次ロジック流動数管理システムによるパラメータ自動設計の処理手順例を示すフローチャートである。

【図20】パラメータ自動設計処理における遺伝的アルゴリズムの処理手順を示すフローチャートである。

【図21】パラメータ自動設計処理における遺伝的アルゴリズムの概要を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

流動数管理はもともと生産工程を対象に考えられており（文献1参照）、静的である。

50

サプライチェーンの各段階においても流入出関係があり、同様な流動数問題が発生する。

SCMにおける流動数管理問題は、流動数管理式（文献1参照）において以下のように書き直すことができる。サプライチェーンの各段階が基準在庫量を保有し、式(1)で表される当期投入量に従って供給（流入）し、各段階の在庫を管理する方法である。

$$\text{当期投入量} = \text{当期流出量} + \text{基準在庫量} - \text{前期在庫量} \quad (1)$$

本実施形態における先見2次ロジック流動数管理システムでは、さらに先見適応制御の考えを導入して、基準在庫量を可変化し、式(1)を以下のように次期投入量に発展させて考える。

$$\text{次期投入量} = \text{次期流出量} + \text{移動基準在庫量} - \text{当期在庫量} \quad (2)$$

そのとき、流動数管理問題は、移動基準在庫を移動インディケータとしていかに管理して次期投入量を求め、流動数（在庫）を最小化することである。そのための基本ロジックは、移動基準在庫量を当期在庫量に近づけて、次期流出量が次期投入量となることである。このために、移動基準在庫量と次期投入量の策定に「新聞売り子問題」（文献4、文献5参照）を適用し、管理図法の管理限界線で継続的にチェックしてアクション（投入量の決定）をとる。

【0018】

本実施形態では、流動数図表（文献2、文献3参照）上で、新聞売り子問題により設定された移動基準在庫量（インディケータ）を、管理図法の管理限界線（累積和管理図（文献6参照）のVマスク法、流動数図法の管理限界線）で継続的にチェックして、アクション（投入量の決定）を行う。

【0019】

以下、図1～図18を参照しながら、本発明の実施形態について詳しく説明する。なお、各図面を通じて同一若しくは同等の部位や構成要素には、同一若しくは同等の参照符号を付し、その説明を省略若しくは簡略化する。

【0020】

（先見2次ロジック流動数管理システムの全体構成）

図1は本実施形態による先見2次ロジック流動数管理システムの機能構成例を示しており、図2は図1に示した先見2次ロジック流動数管理システムのハードウェア構成例を示している。また、図3は先見2次ロジック流動数管理システムによる先見2次ロジック流動数管理方法の処理手順例（基本ロジック例）を示している。

【0021】

図1に示すように、先見2次ロジック流動数管理システムは、流動数管理ロジック処理手段10と、パラメータ自動設計手段とから概略構成されている。流動数管理ロジック処理手段10は、流動数図表生成手段11、予測値算出手段12、移動基準在庫量算出手段13、移動基準在庫量管理手段14、投入量算定手段15、投入量管理手段16、投入量改善手段17、投入量決定手段18、利益化手段19などの機能を備えている。パラメータ自動設計手段は、演算制御手段20と、係数変動手段25と、係数生成手段26とを備えている。

【0022】

予測値算出手段12は、管理対象における流入量データと流出量データと確定注文データ（先行データ）とを時間に対応するデータとして取得し、次期の確定注文量と今期の確定注文量と今期の流出量、及びこれら各量の連続性を平滑化する係数とから次期流出量の予測値を算出する。移動基準在庫量算出手段13は、流入量データと流出量データを基に各期の在庫量を求め、この在庫量の状態に対し各在庫状態の特性に応じたコスト係数を乗じて在庫量に関する総ペナルティー費用を求め、この総ペナルティー費用が最小となる移動基準在庫量を算出する。

【0023】

移動基準在庫量管理手段14は、移動基準在庫量算出手段13により算出された移動基準在庫量が管理状態にあるか否かを管理図（例えば累積和管理図）によりシンボリックに（例えばVマスク法で）判定する。投入量算定手段15は、予測値及び前記流出量データ

10

20

30

40

50

に対して、これらの各値に時期に対応させた重みづけ平均の重み係数 を乗じ、それらの累積から、流出量に関する総ペナルティー費用が最小となる次期流出量を求め、求めた次期流出量を次期の投入量として算定する。

【 0 0 2 4 】

投入量管理手段 1 6 は、算定された投入量が管理状態にあるか否かを流動数図表の管理限界線により判定する。投入量改善手段 1 7 は、移動基準在庫量管理手段による判定結果或いは投入量管理手段による判定結果に基づいて、算定された投入量の累積が管理限界線以下になるように改善する。

【 0 0 2 5 】

上記パラメータ自動設計手段の係数生成手段 2 6 は、上記流動数管理ロジック処理部 1 0 の各手段による演算処理に先立って、係数 、 及び の複数のセットを乱数により自動的に発生させ、上記流動数管理ロジック処理手段 1 0 に入力するモジュールであり、複数のセットの中から、所定条件の下、任意のセットを選定するフィルタリングの機能も備えている。この係数生成手段 2 6 によるフィルタリングは、後述する「理論 A」を用いる。

10

【 0 0 2 6 】

上記演算制御手段 2 0 は、係数生成手段 2 6 によって選定されるセット内の係数 、 及び を変動させつつ、流動数管理ロジック処理手段 1 0 による演算処理を複数世代にわたってループ実行させるモジュールである。具体的に、この演算制御手段 2 0 は、係数変動手段 2 5 によって係数 、 及び を変更し、流動数管理ロジック処理手段 2 6 を呼び出し、変動された各世代の係数のセットに基づいて得られる世代毎の投入量の適応度を算出させ、比較手段 2 3 によって世代間の適応度を比較し、比較結果に基づいて、記憶保持手段 2 4 に最良のセットを記憶保持してゆく。そして、演算制御 2 0 は、記憶保持された世代数が所定数に達するか、或いは算出される適応度が所定範囲に収束するまで、セットの選定及び適応度の算出を繰り返させる。

20

【 0 0 2 7 】

係数変動手段 2 5 は、本実施形態では、図 2 0 及び図 2 1 に示す、遺伝的アルゴリズムによって、セット内の係数 、 及び を変動させる。具体的には、初期配置（ここでは、係数生成手段 2 6 による係数のセットの生成）、及び目的関数の計算（ここでは、流動数管理ロジック処理手段 1 0 による適応度の算出）を行い（図 2 0 における S301 及び S302）、これらについてルーレット選択（S303）、及び交叉・突然変異処理（S304）を施し、その処理結果が終了判定（S305）を満たすまで、上記ステップ S302 ~ S304 をループ処理により繰り返す。

30

【 0 0 2 8 】

ここで、ルーレット選択とは、乱数により発生された係数のセットの中から、任意のセットを選択する際に、流動数管理ロジックで求められた適応度の分布に応じて、選択される確率を調整する処理であり、本実施形態では、図 2 1 (a) に示すように、適応度の良いものが高い確率で選択され得るように、適応度の高さに応じて、ルーレットの面積（選択される確率）を高める重みづけを施して、ランダム選択を行う。

40

【 0 0 2 9 】

また、交叉とは、2 つのデータの値を、その相対関係から変動させる処理であり、同図 (b) に示すように、例えば、値 a_1 と a_2 とがあった場合、これらが互いに相手方向のベクトルに従って a_1 及び a_2 へ移動するように、座標変換を行う。このベクトルの大きさもランダムに設定することができ、その大きさにより、 a_1 と a_2 とが近づく場合、入れ替わる場合、離れる場合とが生じ得る。

【 0 0 3 0 】

突然変異とは、染色体上にある遺伝子を一定の確立で他の遺伝子に置き換える操作を意味するが、具体的には、同図 (c) に示すようなデータ列のうち、ランダムに選択したデータ要素を、ある確率をもって変化させる。

【 0 0 3 1 】

50

また、先見2次ロジック流動数管理システムは、図2に示すように、例えばPC等のコンピュータシステムにより実現され、入力部31、制御部32、表示部33、外部インタフェース部34、記憶部35などを備えている。入力部31は例えばキーボードやポインティングデバイス、ディスクドライブ等の入力手段であり、流入・流出データ21や確定注文データ22などをデータ入力や、アプリケーションプログラム41の実行指示等に用いられる。表示部33はディスプレイやプリンタ等の表示手段であり、アプリケーションプログラム41の実行結果や中間処理結果等の表示に用いられる。外部インタフェース部34は他の装置やシステムと接続するためのインタフェースを提供する。記憶部35には、各種アプリケーションプログラム41やアプリケーションデータ42などが記憶される。なお、図1に例示する各機能をコンピュータシステムに実現させるためのプログラム、

10

【0032】

(先見2次ロジック流動数管理ロジック処理)

先ず、上述した流動数管理ロジック処理手段10による処理について説明する。流動数管理ロジック処理手段10は、図3に示す処理を実行するにあたって、先ずロジック内で用いる数値(項数 r 、係数 1 、 2 、 3 、期間数 n 、カウンタ i など)の初期設定処理を実行する(ステップS101)。

【0033】

[流動数図表生成]

図4に示すように、例えば管理対象とする倉庫の t 期における流入量、流出量、在庫量をそれぞれ、(工場から)製品Aが倉庫に流入した量(I_t)、製品Aが倉庫から(市場に)流出した量(O_t)、製品Aが倉庫に保管されている量(L_t)とする。確定注文量(X_t)は製品Aの需要情報である。

20

【0034】

流動数図表は、図5に例示するように、縦軸に累積流量、横軸に時間をとった平面に流入累積線と流出累積線とを描いたグラフである。2つの累積線で囲まれた領域を縦に見ると流れの対象(製品A)が管理対象(倉庫)内にその時点で滞留している量つまり流動数(在庫量)が読み取れ、横に見ると対象が管理対象内に留まっている時間(リードタイム)が読み取れる。

30

【0035】

流動数図表生成手段11は、流入・流出データ21及び確定注文データ22を入力し(ステップS102)、流れの対象(製品A)の流動数図表データを生成する(ステップS103)。流動数図表生成手段11により生成される流動数図表データの例を図6に示す。流入量、流出量、確定注文量の各データは20余週分であり、確定注文は見込需要情報(予測)である。図6に示す例では、2つの大きなズレがあり、問題が発生している。

【0036】

簡単のために、流れの対象(製品A)の流出(状態)は制御できないものとして、流入量を制御することによって流動数/所有日数(管理項目)を最小化することを考える。流入量の決定には確定注文量が利用できるが、短サイクルの製品では実際の実需要量(流入量)と大きなズレが発生する。

40

【0037】

[予測値の算出]

予測値算出手段12は、流動数図表生成手段11により生成された流動数図表データを用いて、確定注文データ22の値を、より実需要量に沿った予測値となるように確定注文量を加工する(ステップS104)。

【0038】

リードタイム1週(以降、 LT_1 週)のときの t 期における予測値 F_{t+1} は、式(3)により算出できる。なお、 LT_1 週とは、製品Aを発注してから倉庫に届くまでの時間を表す。

50

$$F_{t+1} = X_{t+1} + (O_t - X_t) + (1 - \alpha)E_{t-1} \quad (\text{ただし、} 0 < \alpha < 1) \quad (3)$$

ただし、 E_t はt期の誤差であり、式(4)により求められる。

$$E_t = (O_t - X_t) + (1 - \alpha)(O_{t-1} - X_{t-1}) + (1 - \alpha)^2(O_{t-2} - X_{t-2}) + \dots + (1 - \alpha)^{t-1}(O_1 - X_1) \quad (4)$$

一方、リードタイムがn週のときの予測値 F_{t+n} は、式(5)により算出できる。

$$F_{t+n} = X_{t+n} + (O_t - X_t) + (1 - \alpha)E_{t-1} \quad (\text{ただし、} 0 < \alpha < 1) \quad (5)$$

なお、ここでの各 α は、次期の確定注文量と今期の確定注文量と今期の流出量の連続性を平滑化する係数であり、後述する係数生成手段により自動的に発生される。

また、図7に例示するような誤差面積により、各 α の値における予測値の評価を行う。誤差面積とは累積予測値と累積流出量との間の面積を指す。

10

【0039】

予測値算出手段12により算出された予測値は、流動数図表データとともに移動基準在庫量算出手段13及び投入量算定手段15に送られる。

【0040】

[移動基準在庫量の算出]

オンデマンドに需要適応するために、移動基準在庫量算出手段13は、インディケータとして基準在庫量 N を図8のように N_t と可変し、新聞売り子問題を適用して求める(ステップS105)。

【0041】

新聞売り子問題は「新聞スタンドで毎日売る新聞を何部仕入れるのが最適か」という問題である。売れ残りの新聞が多いと損失を招き、仕入れが少なすぎると儲け損なう。毎日の売れ行きも確率的に変動するから、売れ残り損失と品切れ損失とを合わせた機会損失を最小にして利益を最大にするという形で最適な仕入れ数を求める。

20

【0042】

新聞売り子問題を本在庫管理に応用するにあたって、ペナルティー費用を導入する。総ペナルティー費用 $C(N_t)$ は、t期の在庫量を L_t 、t期の基準在庫量を N_t として次式(6)で与えられる。

$$C(N_t) = \alpha_1 N_t + \alpha_2 (N_t - L_t)^+ + \alpha_3 (L_t - N_t)^+ \quad (6)$$

ただし、 $\alpha_1 \sim \alpha_3$ は、各期における在庫量の状態に対するペナルティーを算定するコスト係数であり、各在庫状態の特性に応じて定められ、本実施形態では、後述する係数生成手段により自動的に発生される。具体的に、 α_1 は基準在庫量 N_t へのコスト係数(適正在庫)、 α_2 は基準在庫量 N_t を下回ったときにかかるコスト係数(過少在庫)、 α_3 は基準在庫量 N_t を上回ったときにかかるコスト係数(過剰在庫)である。

30

【0043】

また、前記 $(N_t - L_t)$ は基準在庫量 N_t を下回った量、 $(L_t - N_t)$ は基準在庫量 N_t を上回った量である。また、右肩の+は式内の負の値をゼロとすることを表し、例えば、 $(a)^+ = \max(a, 0)$ である。

【0044】

最適な基準在庫値 N_t^* を求めるためには、式(6)の期待値が最小となればよいので、係数 α_1 、 α_2 、 α_3 を任意に決めることで、 $f(L_t)$ を決定することができる。ここで、 $f(L_t)$ とは流動数の頻度の累積であると考え、基準在庫値 N_t^* が最小となるときの $f(L_t)$ は、 $(\alpha_3 - \alpha_1) / (\alpha_2 + \alpha_3)$ に等しくなるように決定される。

40

【0045】

ここで、いくつかの週で区切って、過去のデータのみを参照して週毎の移動基準在庫値を求める方法を考える。

図9は、係数 $\alpha_1=5$ 、 $\alpha_2=250$ 、 $\alpha_3=200$ とし、移動平均の期間数を3週($r=3$)として過去のデータのみにより移動基準在庫量を求めた結果を例示している。もちろん、予測在庫データも利用可能である。

【0046】

実際に $f(L_t)$ を用い、累積在庫量から移動基準在庫量を算出する方法を以下に示す。

50

在庫量に新聞売り子問題を適用した場合は、図10に例示する在庫量の累積から基準在庫量を決定する。この場合、次式(7)により基準在庫量が決定される。

$$f(L_t) = (\lambda_3 - \lambda_1) / (\lambda_2 + \lambda_3) \tag{7}$$

仮に、 λ_3 基準在庫量を上回ったときにかかるペナルティーを大きくすると、在庫量が基準在庫量を上回らないように基準在庫量を大きくしようとする。 λ_1 を大きくすれば、右辺の値は大きくなる。 λ_3 が大きくなれば基準在庫量も大きくならなければいけないので、右辺は分布の下からとり、式(7)となる。

【0047】

ところで上記式(7)の新聞売り子問題では、従来からペナルティー係数の効果的な決め方が問題となっていた。一方、一般的に商品の需要パターンというのは期間(例えば、季節毎)に応じて変動するものである。そこでこの期間変動に追従してペナルティー係数から基準在庫量Nを決定することで在庫量を自動的に管理する方法(ロジック)を提案する。

10

【0048】

【数3】

まず式7の左辺を $F(N_t)$ とし、右辺を $\bar{\beta}_t$ とする。

そして両辺に需要率(関数、以下同じ。) λ_t を乗算すると式7-aが得られる。

$$\lambda_t * F(N_t) = \lambda_t * \bar{\beta}_t \tag{7-a}$$

ここで今期の需要率を λ_t 、次期の需要率を λ_{t+1} 、今期のペナルティー係数を $\bar{\beta}_t$ 、次期のペナルティー係数を $\bar{\beta}_{t+1}$ として、式7-bに示す関係が成り立つとする。

20

$$\lambda_t * F(N_t) = \lambda_{t+1} * \bar{\beta}_{t+1} \tag{7-b}$$

この式7-bを $\bar{\beta}_{t+1}$ について解くと、式7-cが得られる。

$$\bar{\beta}_{t+1} = \bar{\beta}_t * (\lambda_t / \lambda_{t+1}) \tag{7-c}$$

式7-aより $\bar{\beta}_{t+1} = F(N_{t+1})$ であることから、ペナルティー係数 $\bar{\beta}_t$ から $\bar{\beta}_{t+1}$ が逐次求まると、次期の基準在庫量を逐次設定することができる。これによりパラメータ β の逐次適応から在庫量を自動的に管理することが可能になる。

【0049】

さらに、本実施形態では、上述したペナルティー係数の算出、及び次期の基準在庫量の設定に際し、次期流出量の予測値を、各期における需要間隔Zに応じて加速的に変化する平均在庫量の関数として算出するとともに、移動基準在庫量を、需要間隔に従って定常的に変化する平均在庫量の関数として算出する。ここで、重要間隔Zは、上記式7-a乃至7-cにおける需要率の逆数($Z=1/$)であり、

30

具体的には、ペナルティー係数の算出、及び次期の基準在庫量の設定にあたり、上記式(2)における次期流出量の予測値を

【数1】

$$\hat{Z}_{t+1} \times \hat{Z}_{t+1} \left(\frac{Z_t}{Z_{t-1}} \right)^2 \beta_t \dots \dots (A)$$

40

によって算出する。

【0050】

この式(A)は、謂わばニュートンの運動方程式における第2法則に相当し、需要間隔Zは、需要が発生するサイクル値、すなわちスピード間隔であり、質点のニュートン力学における速度(v)にあたり、位置ポテンシャルにあたる平均在庫量Lは、ニュートン力学における質量(m)にあたる。

【0051】

すなわち、リードタイムWについては、需要間隔Zと平均在庫量Lとに対して、

【数4】

$$\text{力}(F): \bar{W} = Z\bar{L}$$

$$= Z(ZL) = L(Z)^2$$

ただし、 $\bar{L}(=W)$:リードタイム

の関係にある。これは、 $F = m v^2$ ($= m a$) の関係に相当し、加速度的な変化を表している。

【0052】

併せて、上記式(2)における移動基準在庫量は、

10

【数2】

$$\hat{Z}_{t+1} \left(\frac{Z_t}{Z_{t-1}} \right)^2 \beta^t \dots\dots (B)$$

によって算出する。

この式(B)は、謂わばニュートンの運動方程式における第1法則に相当し、慣性によって定常性を維持するような変化を表す。すなわち、リードタイムWは、需要間隔Zと平均在庫量Lとに対して、

$$W = ZL$$

の関係にあり、これは、慣性の法則である $W = m v$ (運動量保存則) の関係に相当し、定常的な変化を表している。

20

【0053】

さらに、ペナルティー係数の算出、及び次期の基準在庫量の設定に際しては、次期流出量の予測値が、移動基準在庫量と作用・反作用の関係があるとして、次期流出量の予測値の所定成分と、移動基準在庫量の所定ベクトル成分の方向が正反対であり、且つその絶対値が等しくなるように、次期流出量の予測値及び移動基準在庫量の算出を行う。

【0054】

これは、謂わばニュートンの運動方程式における第3法則に相当し、下式に示すように、作用・反作用の法則によって相互に影響を及ぼし合う関係を表す。

【数5】

30

$$\vec{F}_{12}(\text{作用力}) = \vec{F}_{21}(\text{反作用力})$$

$$\longleftrightarrow \vec{W} = \vec{W}$$

例えば、リードタイムWは、ケプラーの楕円理論のように、中心力の作用する2体問題の解として束縛運動を行う関係を有するとして、算出することができる。

【0055】

なお、本実施の形態においては、新聞売り子問題を本在庫管理に応用するにあたり、ペナルティー費用を導入した式(6)を用いたが、評価式はこれに限られるものではない。すなわち、次に示す代替式を適用しても本実施の形態を実施することができる。

40

【0056】

つまり、リトルの公式と流動数分析から、在庫量(L)の数量の世界と所要時間(W)の時間世界には互いに対応関係が成り立つことから、本管理方法(ロジック)をWで展開することが可能である。そこで式(6)を下記式(6-1)に置き換えて、本実施の形態を実施することができる。

$$C(T_t) = {}_1T_t + {}_2(T_t - W_t)^+ + {}_3(W_t - T_t)^+ \quad (6-1)$$

これは、特に生産のように遅れを生じるプロセスを持つ場合には有効と考えられる。

【0057】

[移動基準在庫管理]

在庫の変動をリアルタイムで管理する方法として、品質管理の分野で用いられている累

50

積和管理図のためのVマスク法が有効である。シフト的な変化を検知する能力に長けた累積和管理図を管理状態の有無を確かめるために用いる。打点した点がVマスクと呼ばれる線の範囲内であれば、その工程は管理状態であり、Vマスクの範囲外であれば、この工程は管理状態にないという。管理状態（つまり、今の需要変動は予定の範囲内）にないと判断すると、それに対して何らかのアクションをとる必要がある。需要変動は、瞬間的に大きな値を示すこともあるが、基本的には傾向変動となって現れる。それは平均以上の上昇が続く場合もあるし、また、平均を下回る減少が連続的に発生する場合もある。それを認知するためにも品質管理で使われている累積和管理図が有効である。これは傾向線からV字のマスクをかけて目標値からのブレが有意か否かを判断する。

【0058】

10

移動基準在庫量管理手段14は、移動基準在庫量算出手段13により設定された移動基準在庫量 N_t を、累積和管理図のVマスク法でチェックする。移動基準在庫量管理手段13は、V字型の管理限界線（Vカット）を累積和管理図内に設け（ステップS106）、このVカットにより形成されるVマスクからのブレが有意なものか否かを判定する。

【0059】

移動基準在庫量管理手段14は、累積和管理図内にプロットした過去のすべての点がVマスク内に入っていれば管理内、入っていなければ管理外と判定する（ステップS107）。ステップS107の判定の結果、管理内と判定された場合は、ステップS111の処理に進む。逆に、管理外と判定された場合は、今回の処理がK回目（ただしKは適宜変更可能な所定の閾値）の処理であれば、係数 α_1 、 α_2 、 α_3 の値を変更して、ステップS104に戻る。

20

【0060】

需要適応のために、係数 α_1 、 α_2 、 α_3 を、次週の予測値、現在の在庫値、これまでの流出量（過去の流出量）の変動を加味しながら変化させたインディケータを求めた。実際値とインディケータの管理状態の有無を、図11（実際値の3期目のマスク）、図12（インディケータの13期目のマスク）に例示する。

【0061】

図11及び図12に例示したように、インディケータは前半部分では改善効果がみられるものの、後半部分において基準との大きなズレがみられる。この後半部分のズレを解消するために、以降に示すようにの管理限界線を用いた改善を行う（詳細は後述）。

【0062】

30

[投入量の算定]

投入量算定手段15は、流動数図表データと予測値算出手段12により算出された予測値を基に投入量を算定する（ステップS111）。

【0063】

ここで、t期における予測値 F_{t+1} を用いて、先に在庫量に適用した新聞売り子問題を流出量にも適用し、投入量という新たな次期のインディケータを決定する。まず、係数 $\alpha_1=5$ 、 $\alpha_2=200$ 、 $\alpha_3=200$ とし、t期にt期までの累積流出数、(t+1)期に(t+1)期までの累積流出数を入れて、(t+2)期に予測値算出手段12により算出される予測値を入れる。そこで求めた移動平均を(t+2)期までの平均累積流入量とする。

【0064】

40

次に、(t+1)期に(t+1)期までの累積流出数、(t+2)期に(t+2)期までの累積流出数を入れて、(t+3)期に予測値算出手段12により算出される予測値を入れる。そこで求めた移動平均を(t+3)期の平均累積流入量とし、(t+2)期の平均累積流入量を引いたものを(t+3)期の新流入量（投入量）とする。

【0065】

すなわち、本実施形態では、投入量算定手段15における投入量の算定に際し、予測値及び流出量データに対して、これらの各値に時期に対応させた重みづけ平均の重み係数を乗じ、この累積から、流出量に関する総ペナルティー費用が最小となる次期流出量を求め、求めた次期流出量を次期の投入量として算定する。

【0066】

50

具体的には、次期までの累積流出数を求める関数 $F(t)$ について、
 次期 $F(t)=$ 予測値 $\times \alpha_1 +$ 今期流出数 $\times \alpha_2 +$ 前期流出数 $\times \alpha_3$ (7-1)
 の関係を用い、予測値を用いた累積量が過去の重みづけ平均から大きく外れないように平滑化を図っている。なお、ここでの各 α も、後述する係数生成手段により自動的に発生される。

【0067】

このようにして求めた投入量の算定結果を図13に例示する。ただし、「 $t-1$ 期」及び「 $t-2$ 期」には、流出データのない期間が含まれているため、予測値を適用し、それをそのまま新流入量とした。

【0068】

また、投入量に関して新聞売り子問題を適用する場合、新流入量と図14から、算定投入量を決める場合は次式(8)による。

$$f(L_t) = 1 - (\alpha_3 - \alpha_1) / (\alpha_2 + \alpha_3) \quad (8)$$

仮に、 α_3 (基準在庫量を上回ったときにかかるペナルティ)を大きくすると、在庫量が基準在庫量を上回らないように在庫量を小さく、つまり求める新流入量を小さくしようとする。 α_3 を大きくすれば、右辺の値は大きくなる。 α_3 が大きくなれば新流入量は小さくならなければならないので、右辺は分布の上からとり、式(8)となる。

【0069】

[投入量管理と改善]

次期投入量を管理するため、投入量管理手段16は、流動数図表に新たに上方管理限界線を設定する(ステップS112)。上方管理限界線は累積流入量の上限を示すものであり、流入量の上限を設け過剰流入を防ぐ役割がある。

【0070】

本実施例において、リードタイム1週の次期の上方限界線 = 今期の累積流出量 + 基準在庫量 + 次期の予測値として設定した例を、図15に示す。

投入量改善手段17は、図16(a)に例示するように次期の累積流入量が上方管理限界線を超えるとき、図16(b)に例示するように次期の累積流入量を上方管理限界線以下に制限し、それを新累積流入量とする。もし、次期の累積流入量が上方管理限界線を超えていなければ、その流入量を採用する。

【0071】

投入量決定手段18は、移動基準在庫量管理14による判定の結果、基準在庫値が管理限界内にあるとき、且つ、投入量管理手段16による判定の結果、次期の累積流入量が管理限界内にあるときは、投入量算定手段15により算定された投入量を次期投入量として決定する。移動基準在庫量管理13による判定の結果、基準在庫値が管理限界外にあるときと、投入量管理手段16による判定の結果、次期の累積流入量が管理限界外にあるときの両方又はいずれか一方を満たすときは、投入量改善手段17により改善された値を次期投入量として決定する(ステップS113~S114)。

【0072】

図17は、投入量算定手段15によって新聞売り子問題により求めた投入量(投入量1)を、投入量改善手段17によって管理限界内に改善された改善量(投入量2)の改善効果を示している。図6と比較して、改善効果が大きいことがわかる。

【0073】

また、本実施形態においては、インディケータに関し、係数 α_1 、 α_2 、 α_3 を、次週の予測値、現在の在庫値、これまでの流出量の変動を加味しながら変化させて求めた。そのインディケータを用いたときの在庫量の変動比較を図18に示す。

【0074】

[利益化]

利益化手段19は、投入量の改善効果を利益面から検証する(ステップS115)。

【0075】

t 期における割合 [在庫が占有している容量 / 倉庫全体の容量] を稼働率 α_t 、割合 [

10

20

30

40

50

空き容量 / 倉庫全体の容量] を遊休率 $1 - \alpha_t$ とすると、そのときの費用 EC_t は、次式 (9) により算出される (文献 7、文献 8 参照)。

$$EC_t = \alpha_t \cdot L_t + \beta_3 + (\beta_2 - \beta_3) \alpha_t \quad (9)$$

ただし、 α_t は在庫保管費用係数 (円 / 個)、 β_2 は稼働費用係数 (円)、 β_3 は遊休費用係数 (円) である。

【 0 0 7 6 】

また、 t 期の利得 ER_t (円) は、製品を 1 個流通させたときの利得を P (円)、 t 期の需給スピードを d_t とすると、次式 (10) により算出できる。

$$ER_t = P / d_t \quad (10)$$

このとき、 t 期の利益 EN_t (円) は、次式 (11) により算出できる。

$$EN_t = P / d_t - (\alpha_t \cdot L_t + \beta_3 + (\beta_2 - \beta_3) \alpha_t) \quad (11)$$

式 (11) より、利益 EN_t は、稼働率 α_t の関数である。利益 EN_t を最大化する α_t^* が存在すると、最適在庫が得られ、ペア戦略図法が展開できる。また、そのリアルタイムな監視が可能となる。

【 0 0 7 7 】

図 3 のフローチャートに戻って、以上のようにしてステップ S104 ~ S115 の処理が完了すると、期間数 n とカウンタ i とを比較し、 $i > n$ の場合、すなわちすべての期間の処理が完了していれば、処理結果を表示部 33 に出力して (ステップ S118)、処理を終了する。逆に、 $i \leq n$ の場合、すなわち未処理の期間が残っていれば、カウンタ i に 1 を加算して (ステップ S117)、ステップ S104 へ戻り、次の期間の処理に移る。

【 0 0 7 8 】

以上説明したように、移動基準在庫量と次期投入量の策定に新聞売り子問題を適用し、移動基準在庫量、次期投入量をそれぞれ、累積和管理図の V マスク法、流動数図表の上方管理限界線により継続的にチェックし、アクション (投入量の決定) をとるようにしている。したがって、在庫の適正水準をきめ細かく設定することができ、また、在庫保管費用や倉庫業務費用等を最小化することができる。

【 0 0 7 9 】

特に、本実施形態では、ペナルティー係数の算出、及び次期の基準在庫量の設定に際し、次期流出量の予測値を、各期における需要間隔 Z に応じて加速的に変化する平均在庫量の関数として算出するとともに、移動基準在庫量を、需要間隔に従って定常的に変化する平均在庫量の関数として算出するため、現実社会で起こり得る、加速若しくは減速するような急激な変化にも対応することができ、いわゆる 2 次ロジックという高次元化へ展開させ、より現実的な制御、管理、経営の高度化とリアルタイム化を促進できる。

【 0 0 8 0 】

(パラメータ自動設計処理)

次いで、上述した流動数管理ロジックにおけるパラメータ自動設計処理について説明する。このパラメータ自動設計処理では、流動数管理ロジック処理で用いられるパラメータ (係数 α 、 β_2 、及び β_3) を自動的に発生させ、それを用いた流動数管理ロジック処理の結果に応じて、係数 α 、 β_2 、及び β_3 を変化させて処理を繰り返し、より最適なパラメータを選出する。図 19 は、パラメータ自動設計処理の手順を示すフローチャート図である。

【 0 0 8 1 】

流動数管理ロジック処理手段 10 による演算処理に先立って、係数生成手段 26 によって、前記係数 α 、 β_2 、及び β_3 の複数のセットを乱数により自動的に発生させる (S201)。ここでは、各係数につき、それぞれ 10 個体生成する。この係数の生成に際し、本実施形態では、理論 A に基づくフィルタリングを行い、理論 A に適合した係数が所定数生成されるまで、ループ処理を繰り返す (S202 における "N")。

【 0 0 8 2 】

ここで、理論 A とは、図 19 のステップ S202 に示すように、各係数について、「 $0.1 < \alpha < 1.0$ 」、「 $0.01 < \beta_2 < 1.00$ 」、「 $\beta_3 = 1$ 、及び $\beta_2 > 0.33$ 」という範囲を与える関数である。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 3 】

次いで、流動数管理ロジック処理手段 1 0 による累積在庫、品切れ及び適応度の計算を行い (S203)、適応度の算出結果に基づいて、セットの中から任意のセットを選定する。本実施形態では、このセットの選定に際し、係数変動手段 2 5 において、上述した遺伝的アルゴリズムを用いてセット内の係数を変動させつつ、演算処理を複数世代にわたり実行する。

【 0 0 8 4 】

すなわち、流動数管理ロジックにより求められた適応度に基づき、上記 1 0 個体の中から 2 個体をルーレット選択する (S204)。このルーレット選択により選択された 2 個体 (ペア) 毎に取り出してゆき (S205)、各ペアに関する乱数 x が交叉確率を超えているか (交叉処理により十分な効果が得られる程度に 2 個体の値が相違するか) を判断し (S206)、超えていれば (ステップ S206 における "Y") 各係数の交叉処理 (S207) に進み、超えていなければ (ステップ S206 における "N")、交叉確率の条件を満たす 2 個体を選択されるまで、ステップ S205 を繰り返す。

10

【 0 0 8 5 】

ステップ S205 において交叉確率を超えた 2 個体を選択された後、各係数 (パラメータ) を交叉させ (S207)、交叉された係数が上記理論 A を満たすか否かを、係数生成手段 2 6 のフィルタリング機能呼び出して判断する (S208)。理論 A を満たさない場合には (ステップ S208 における "N")、ステップ S207 の交叉処理を再度行う。

20

【 0 0 8 6 】

このステップ S205 ~ S208 の処理を、交叉終了条件が満たされた 5 ペアが選択されるまで、繰り返し (S209 及び S210)、条件を満たす 5 ペアが選択された後 (S210 における "Y")、一定の突然変異確率 (突然変異が発生し得る確率) に基づき各パラメータについて突然変異処理を行う (S211)。この突然変異された係数についても、記理論 A を満たすか否かを係数生成手段 2 6 によって判断する (S212)。突然変異により生成された係数が、理論 A を満たさない場合には (ステップ S212 における "N")、上記突然変異処理を再度行う。

【 0 0 8 7 】

その後、上記突然変異処理により生成した係数を用いて、再度流動数管理ロジックにより累積在庫、品切れ及び適応度の計算を行い (S213)、得られた適応度に基づいて、最良のパラメータセットを記憶保持手段 2 4 に記憶保持させる。

30

【 0 0 8 8 】

具体的には、このステップ S213 により求められた適応度について、前回求めたパラメータのセット (前世代のパラメータセット) があれば、前世代より適応度の良い解があるか否かの比較を行い (S214)、良い解があればそれを最新のパラメータセットを保存し、なければ、前世代の最良解をそのまま保存しておき、最新のパラメータセットを破棄する (S215)。

【 0 0 8 9 】

以上のステップ S204 ~ S215 の処理を、終了条件を満たすまで繰り返させる (S216)。この終了条件は、記憶保持手段 2 4 に記憶保持された世代数が所定数に達するか、或いは算出される適応度が所定範囲に収束するまで、セットの選定及び適応度の算出を繰り返し、終了した後 (ステップ S216 における "Y")、結果の表示を行う (S217)。

40

【 0 0 9 0 】

このような本実施形態に係るパラメータ自動設計処理によれば、流動数管理図法のパラメータである、 α 、 β 、 γ を遺伝的アルゴリズムで最適化、アルゴリズム化し、それまで手動、全探索で行っていた作業を自動化することができる。また、本実施形態では、係数 α 、 β の探索範囲を 0.01 刻みとし、世代数を 1 ~ 1000 世代まで任意設定ができるようにしたことにより、解の精度を向上させることが可能となる。

【 0 0 9 1 】

したがって、本実施形態によれば、サプライチェーンマネジメント等において、需要

50

構造の変動に対応するためのパラメータ調整を自動化し、操作者の熟練を要することなくパラメータ探索時間を短縮するとともにパラメータ精度を向上させ、人的労力を削減しつつ、オンデマンド環境におけるリアルタイム性を向上させることができる。

【0092】

(変更例)

以上、本発明の実施の形態を詳細に説明したが、本発明は、その精神又は主要な特徴から逸脱することなく、他の色々な形で実施することができる。

【0093】

例えば、本実施形態では、倉庫等における部品や製品の流動数管理をモデルに説明したが、これに限定されず、流動するモノの管理・分析に広く適用できる。例えば、電力の需給管理等に適用してもよいし、水や食料等の需給管理等に適用してもよい。

10

【0094】

また、上述したパラメータ自動設計処理では、パラメータ(係数)の変動について遺伝的アルゴリズムを用いたが、他の方法としては、ランダムに発生された係数のセットを最適化しつつフィルタリングできるアルゴリズムであれば、種々のものを採用することができる。

【0095】

さらに、上述した流動数管理ロジック処理手段10による、管理限界のシンボリックな検査において、いわゆるVマスク法を採用しているが、これに限定されるものではなく、例えば、の限界のみを検査する限界法などを採用することもできる。

20

【0096】

ここで、限界法とは、図15に示した上方管理限界線及び下方管理限界線を用いた管理限界処理において、上方管理限界線として、(予測値/)を用い、下方管理限界線として(予測値×)を用いる手法である。この限界法では、 のみを変動させるため、上述したステップS106及びS107の管理限界のチェックを省略してもよい。したがって、この限界法によれば、上述したパラメータセットの変更に際し、及び の値を固定し、 の値のみを乱数で発生させ、上述した流動数管理ロジックにおける管理限界線による処理(ステップS113)に際し、 の値のみをチェックすることで、最適なパラメータセットを簡易的に求めることができる。

【0097】

なお、本実施形態のシステムに、上述したVマスク法と限界法とをユーザーの操作において切り替えるなど、解析対象に応じて、使用する管理限界手法を選択できる機能を追加してもよい。

30

【0098】

このように、前述の実施形態はあらゆる点で単なる例示に過ぎず、限定的に解釈してはならない。本発明の範囲は、特許請求の範囲によって示すものであって、明細書本文には何ら拘束されない。さらに、特許請求の範囲の均等範囲に属する変形や変更は、すべて本発明の範囲内のものである。

【0099】

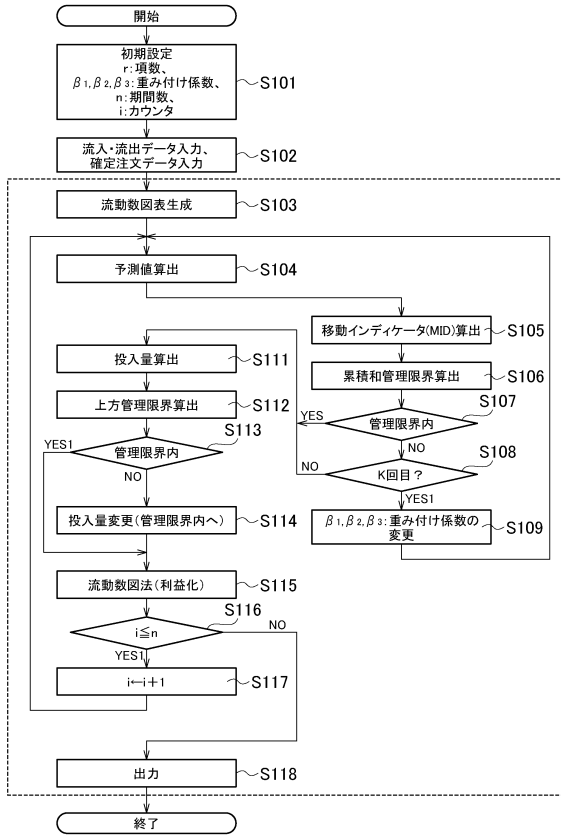
(参考文献)

- [文献1] 日本経営工学会編、「生産管理用語辞典」、日本規格協会、p.464、2002年
 [文献2] 中村善太郎、「流動数分析の仕事の改善での活用」、日本経営工学会誌、Vol.36、No.2、pp.93-100、1985年
 [文献3] 臼杵潤、北岡正敏、松井正之、「流動数管理問題と灰色理論モデルについて」、電気通信大学紀要14巻1号、pp.13-20、2001年
 [文献4] 加藤豊、小沢正典、「ORの基礎 AHPから最適化まで」実教出版社、1988年
 [文献5] Week, j.K., "Optimizing Planned Lead times and Delivery Dates", 21st Annual conference Proceedings, APICS, pp.177-188, 1979
 [文献6] 渡辺治夫、小幡英二、向井田健一、「逐次検定による逐次抜取検査と累積和

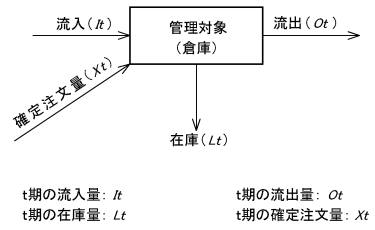
40

50

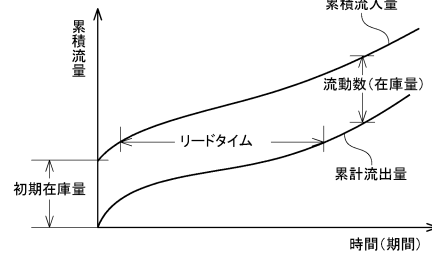
【図3】



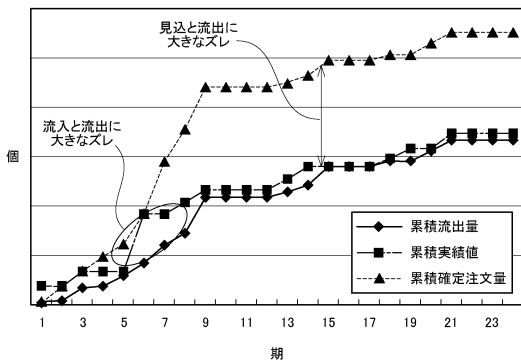
【図4】



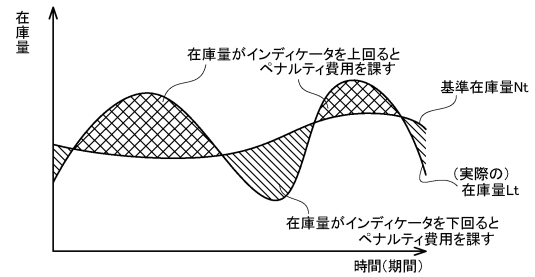
【図5】



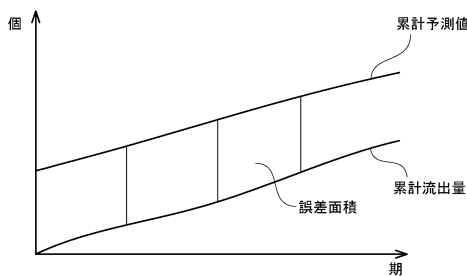
【図6】



【図8】



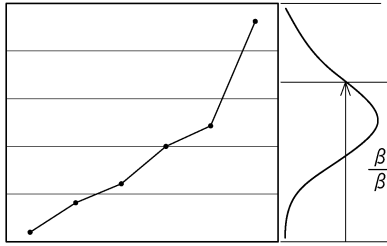
【図7】



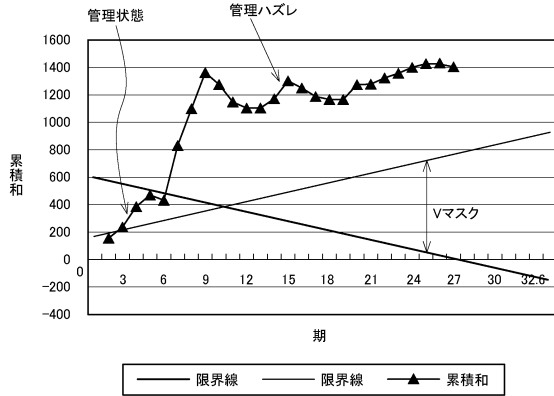
【図9】

週	~1	~2	1~3	2~4	3~5	4~6	5~7
在庫量	0	0	160	138	161	145	43
	0	160	138	161	145	43	499
	160	69.333333	20.8	55.96	80.572	99.9004	60.07012
0	0	0	0	0	0	0	0
0.3333333	0	0	20.8	55.96	80.572	43	43
0.6666667	0	69.333333	138	138	145	99.9004	60.07012
1	160	160	160	161	161	145	499
$\beta 1$	5	5	5	5	5	5	5
$\beta 2$	250	250	250	250	250	250	250
$\beta 3$	200	200	200	200	200	200	200
Σ	0.4333333	0.4333333	0.4333333	0.4333333	0.4333333	0.4333333	0.4333333
基準在庫量	69.333333	20.8	55.96	80.572	99.9004	60.07012	48.121036

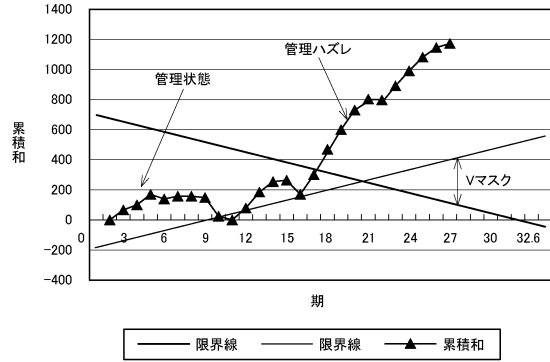
【図10】



【図11】



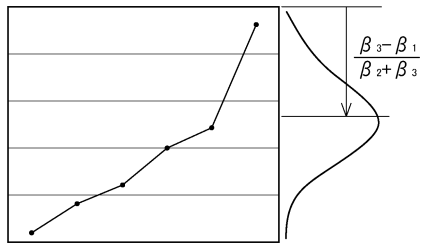
【図12】



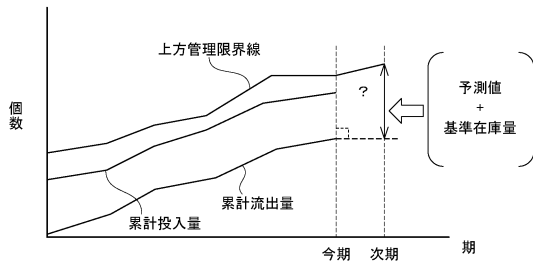
【図13】

週	~1	~2	1~3	2~4	3~5	4~6	5~7
在庫量	0	0	160	138	161	145	43
今期の投入量	160	70	21	56	81	100	61
0	0	0	0	0	0	0	0
1/3	0	160	0	0	0	0	43
2/3	0	70	0	0	0	0	61
1	160	160	160	161	161	145	499
β1	5	5	5	5	5	5	5
β2	250	250	250	250	250	250	250
β3	200	200	200	200	200	200	200
Σ f(Lt)	0.433	0.433	0.433	0.433	0.433	0.433	0.433
次期の予測量	70	21	56	81	100	61	49

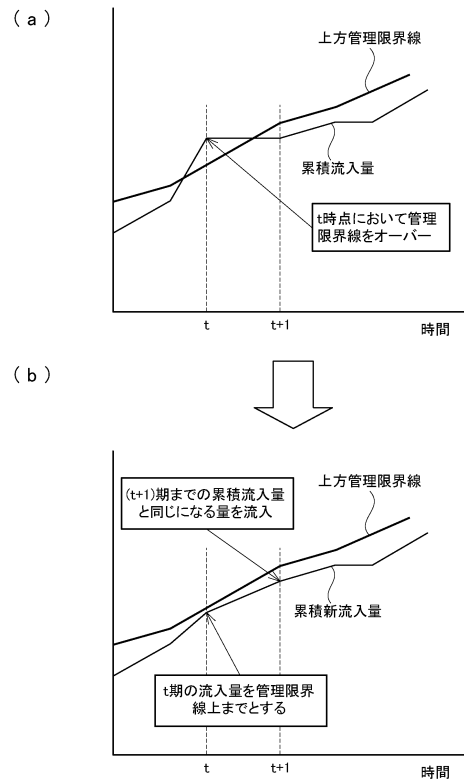
【図14】



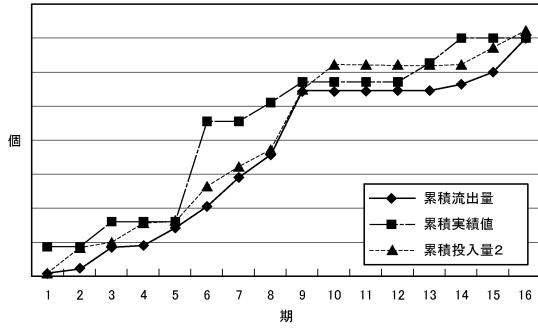
【図15】



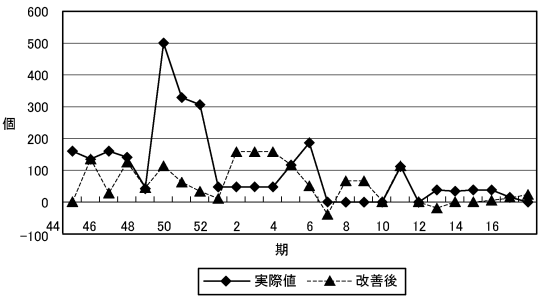
【図16】



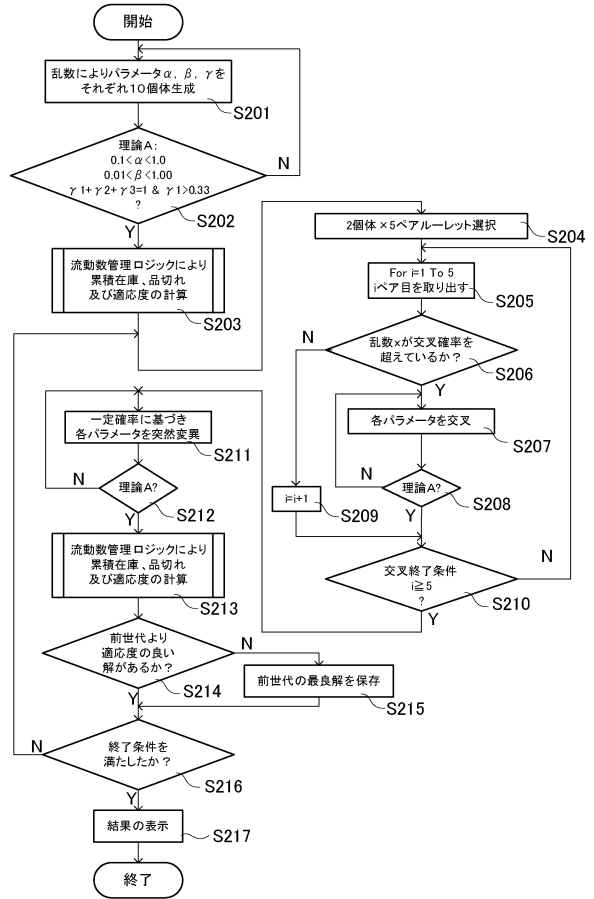
【図17】



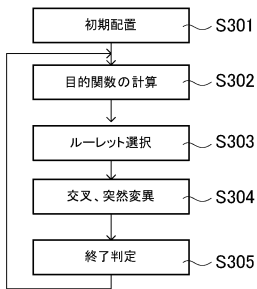
【図18】



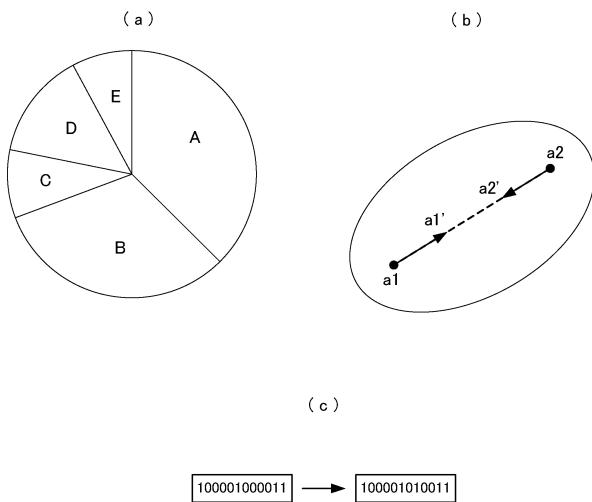
【図19】



【図20】



【図21】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2008-204016(JP,A)

特開2006-344186(JP,A)

松井 正之, 流動数管理法における複数期リードタイム対応のロジック開発, 日本オペレーションズ・リサーチ学会2010年春季研究発表会アブストラクト集 (第25回企業事例交流会), 社団法人日本オペレーションズ・リサーチ学会, 2010年 3月 4日, p.148-149

山本 伸幸, これからのIE的課題, 経営システム Vol.22 No.4, 日本, 公益社団法人日本経営工学会, 2013年 1月15日, 第22巻, 第4号, p.209-215

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06Q 10/00-99/00

B65G 1/137

G05B 19/418