

アニメーリングマシンを用いた在庫管理システムの作成 —工場における部品の発注数の算出—

1. 背景

本プロジェクトの背景には在庫管理問題がある。世の中にある工場や小売店は部品や商品の在庫管理が経営する上で非常に重要である。このような場所における余剰在庫の存在は、在庫として残っている物品の品質低下や、最悪廃棄せざるを得ない状況になったときの廃棄コストの増加、企業の利益の減少など様々な問題を引き起こす。他にも、倉庫内に物が増えることにより、新しい商品を保管するスペースが圧迫され、通路脇に置いたり高い所まで積み上げたりしてしまうことがある。このようなことがあると部品の管理がしにくくなるだけでなく、転倒や製品の落下など、事故リスクも増加してしまう。

2. 目的

現在様々な技術を使って考えられている在庫管理問題をテーマにし、組合せ最適化問題に特化しているアニメーリングマシンを用いることで在庫管理の最適化を行う。受け取った入力データから余剰在庫が少なくなるような部品や商品の発注数を出力することで、余剰在庫の削減や在庫不足の解消を図り、生産性の向上、企業の利益増加などに繋げることを目指した。

3. ソフトウェア開発内容

本プロジェクトでは、具体的な問題設定として工場における在庫管理を考え、アニメーリングマシンを用いて部品の発注数を算出するアルゴリズムの開発と、Webアプリケーションのプロトタイプを作成を行った。

アニメーリングマシンを用いて部品の発注数を算出するアルゴリズムの開発では、問題を定式化するために、ハミルトニアンに取り入れる要素として以下の3つを定義した。

要素1：利益と仕入れ値

全ての部品が売れた場合の利益の合計を大きくし、仕入れ値を小さくする。

要素2：余剰在庫

発注後の在庫数と需要（予測売上数）の差を小さくする。余剰在庫の最小化とともに、欠品も少なくするための制約である。

要素3：スペース

発注後に部品を保管するのに使用するスペースの合計を全体の保管可能なスペースに近づけるための制約である。

これらの要素をハミルトニアンとして定式化し、作成した Web アプリケーションのプロトタイプを用いて計算を実行した。制約の強さの調整から、利益を大きくしようとするほど余剰在庫が多くなり、余剰在庫を少なくしようとするほど利益が小さくなることが分かったため、Web アプリケーションのプロトタイプでは利益と余剰在庫どちらを優先するかを決める値を選べるようにした。実行するにあたり部品の種類数は 100 とし、入力データとして一様乱数で値を決定した仮データファイルを使用した。ソルバーには Fixstars Amplify AE を利用した。

在庫管理システム

ファイルのデータを元に利益が大きく、余剰在庫が少なくなるような部品の発注数が出力されます。以下の手順で必要事項を入力し、最後に実行ボタンを押してください。

- 1.使用するデータファイルを入力します。
- 2.部品の保管し使用することのできる全体のスペース、予算をそれぞれ数値のみ入力してください。
- 3.利益、余剰在庫それぞれの優先度を定めるための値(0.1~1.0)を選んでください。
値が小さいと利益は大きくなりますが、余剰在庫は増加します。
値が大きいと同値で実行したときと比べて余剰在庫は減少しますが、利益も小さくなります。
- 4.実行ボタンを押すと結果が表示されます。

1.データファイル

使用するデータファイル名(形式: csv)を入力してください。

1 列目...部品番号、2 列目...発注前在庫数、3 列目...発生する利益、4 列目...需要、5 列目...必要なスペース、6 列目...仕入れ値にして、数値は 2 行目から記載してください。

※空欄が無いようにしてください。

(例)

	部品番号	発注前の 在庫数	発生する 利益	予測売上数	必要な スペース	仕入れ値
	A	B	C	D	E	F
1	syurui	ti	pi	di	si	mi
2	0	38	5	694	2.66939939	4
3	1	42	1	682	1.30207229	3
4	2	35	5	522	3.29689146	2
5	3	83	3	399	3.28493791	1
6	4	2	2	308	1.96220515	3
7	5	50	3	679	3.37373412	3
8	6	53	3	481	3.14573169	5
9	7	41	2	389	3.00694189	7
10	8	10	5	752	1.53494253	3

2.使用可能なスペースと予算

保管に使用することのできる全体のスペースの広さと予算をそれぞれ入力してください。

・スペース

・予算

3.優先度を定めるための値

利益、余剰在庫それぞれの優先度を定めるための値(0.1~1.0)を選んでください。

値が小さいと利益は大きくなりますが、余剰在庫は増加します。

値が大きいと同値で実行したときと比べて余剰在庫は減少しますが、利益も小さくなります。

実行

図 1: Web アプリケーションプロトタイプの入力画面

実際の入力画面が図 1 である。データファイルと全体の使用可能なスペース、予算を入力し、利益と余剰在庫どちらを優先するかを決める値を選んで実行ボタンを押すと、約 5 秒で結果が表示される。

表 1：実行結果 1（各部品の情報）

商品番号	発注数	利益	需要との差	スペース	金額
0	768.0	4030.0	112.0	2151.5	3072.0
1	643.0	685.0	3.0	891.9	1929.0
2	511.0	2730.0	24.0	1800.1	1022.0
3	343.0	1278.0	27.0	1399.3	343.0
4	320.0	644.0	14.0	631.8	960.0
5	691.0	2223.0	62.0	2499.9	2073.0
6	448.0	1503.0	20.0	1576.0	2240.0
7	384.0	850.0	36.0	1277.9	2688.0
8	767.0	3885.0	25.0	1192.6	2301.0
9	191.0	568.0	-16.0	301.6	1528.0
10	112.0	158.0	5.0	355.0	224.0
11	498.0	2164.0	-21.0	992.6	4980.0
12	192.0	1430.0	8.0	649.3	1920.0
13	122.0	633.0	3.0	817.8	854.0
14	639.0	703.0	-50.0	2754.0	5751.0
15	447.0	2640.0	3.0	1682.1	4470.0

合計利益

147249.0

在庫の過不足の合計

2243.0

	入力値	計算結果	入力値との差
スペース	120000.0	118857.14517637002	-1142.854823629983
予算	220000.0	257367.0	37367.0

図 2：実行結果 2（全体の情報）

結果を抜粋したものが表 1、図 2 である。表 1 は各部品について、算出された発注数、その発注数から得られる利益、発注数と需要（予測売上数）との差、保管に必要なスペース、仕入れ値を記載した表である。図 2 は、利益の合計と在庫の過不足の合計を記載しており、スペースと予算（仕入れ値）については、入力した使用可能なスペース、予算、算出された必要なスペース、仕入れ値を比較した表を出力している。今回の結果では、スペースについては計算結果が入力値を下回る結果となり、予算は上回る結果となった。

4. 新規性・優位性

組合せ最適化問題に特化したアニーリングマシンを使用することで、従来よりも短時間で在庫管理における問題を解くことができる。今後改良を重ね、スペースについての条件などさらに制約を追加した際により効果が出ると思われる。

5. 期待されるユーザー価値と社会へのインパクト

使用するユーザーは何らかの形で部品の在庫管理を行い、定期的に部品の発注を行っている企業を想定している。発注数を決める際に Web アプリケーションを利用し、過去のデータと比較してどの優先度を決める値が最適かを判断してもらう。このシステムを利用することで最適な発注数を導き出し、企業の利益増加とそれによる従業員の給料増加や働きやすい環境づくり、余剰在庫・欠品の減少による損失の減少が見込める。

6. 氏名（所属）

伊東 弥桜花（お茶の水女子大学理学部情報科学科 工藤研究室）