

АВТОМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПЛАНОГРАММЫ ТОВАРОВ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПА БЛОЧНОЙ ВЫКЛАДКИ

А.В. Баль, С.Л. Егоров

Одним из способов повышения продаж и прибыли розничных сетей является выкладка товаров на основании определенных принципов, выработанных теорией и практикой мерчендайзинга, которые используются при создании так называемых планограмм. Планограмма выкладки может создаваться либо вручную, либо, при такой возможности, автоматически на основании разработанных алгоритмов, позволяющих реализовать описанные принципы. Помимо этого, качественно созданная планограмма позволяет рассчитать корректные значения неснижаемого остатка товаров, что положительным образом сказывается на оборачиваемости товарного запаса и, в итоге, прибыли компании. Одним и наиболее часто используемым на практике принципом является расположение товаров в рамках определенных блоков, или блочная выкладка.

Приводится алгоритм и математическая модель, позволяющая получить автоматический расчет планограммы такого типа. На их основании была разработана программа, которая успешно внедряется в одной из розничных сетей.

Ключевые слова: мерчендайзинг, планограмма, автоматизация.

Введение

При активном развитии розничной сети на определенном этапе появляется понимание того, что без качественной выкладки товаров в магазинах по определенным правилам дальнейший рост продаж и прибыли невозможен. Эти правила представляют собой результаты эмпирических наблюдений за тем, каким образом то или иное расположение товаров влияет на их продажи, и научные исследования в области мерчендайзинга. Определенное время возможно выдерживать соблюдение правил в ручном режиме, но с увеличением количества магазинов, их дифференциацией на различные форматы, постоянным изменением ассортимента это становится практически невозможным. После этого перед розничной сетью появляется дилемма – либо отказываться или обобщать правила выкладки (например, делать единые планограммы на определенные кластеры магазинов, характеризующимися похожими характеристиками), либо рассматривать возможность автоматизации процесса создания планограмм. Недостатком первого подхода является то, что индивидуальные характеристики магазинов при этом теряются, что снижает эффективность планограмм, поэтому далее будет рассматриваться подход с автоматизацией. Недостатком существующих систем, позволяющих получить автоматизированные планограммы, является их очень высокая стоимость (на российском рынке доступна исключительно розничным сетям федерального значения) и, в рассмотренных, их реализация на основе некоторой мастер-планограммы (то есть планограммы, созданной вручную, и автоматически корректируемой для учета индивидуальных особенностей магазина). В связи с этими недостатками, было принято решение разработать полностью автоматизированную систему, в качестве входных данных использующих только правила выкладки и оборотов в магазинах.

Постановка задачи

Исследованиями ряда авторов [1, 2] установлено, что качественная выкладка товаров является одним из самых важных методов поддержания и увеличения продаж в розничных сетях. В ходе анализа данных источников был выявлен ряд подходов к формированию планограмм выкладки товаров, основанных на определенных принципах, одним из наиболее распространенных методов является блочная выкладка. Блочная выкладка товаров в планограмме представляет собой группировку товаров в некоторые прямоугольные блоки, каждый из которых включает в себя товары только определенного типа. Классическим примером является группировка товаров внутри одного бренда, что можно отобразить графически (рис. 1).



Рис. 1. Пример блочной выкладки товаров

Входными данными при расчете планограммы (на примере блочной выкладки, основанной на брендах), являются:

- список товаров со ссылкой на бренд;
- показатели товаров (продажи, розничные цены и т. д.);
- список брендов;
- ширина и количество полок, на которых будут располагаться товары.

Также, в качестве входных параметров, которые влияют на то, какая в итоге будет получена планограмма, выступают:

- показатель, используемый для сортировки брендов слева направо. Чаще всего используется средневзвешенная цена (рассчитанной на основании продаж товаров в штуках и их цен).
- максимальная разница показателя двух брендов (выбранного в предыдущем пункте), при котором данные бренда можно объединить в единый вертикальный блок (но при этом каждый бренд все равно остается прямоугольником). Как правило, значение показателя нормируется, поэтому значение максимальной разницы можно выбирать от 0 до 1 (где 0 означает, что никакой бренд нельзя объединить с другим, а 1 – любой бренд можно объединить с любым).

Математическая модель

Расчет планограммы таким образом, чтобы были все условия выполнены, в аналитическом виде представляется крайне сложным, а решение такой задачи – практически нереальным, поэтому он будет представлять собой некоторый перебор вариантов, осуществляющий поиск решения. При этом, в данной статье не рассматривается вариант, при котором производится полный перебор вариантов всех соотношений оборудования и количества товаров, гарантирующий оптимальное решение поставленной задачи и перебор осуществляется с достаточно серьезными ограничениями, но, тем не менее, позволяющий находить решение близкое оптимальному (что проверено эмпирическим путем на множестве исходных данных).

Перебор вариантов при расчете планограммы идет в двух разрезах:

- подбор количества товаров, которое поместится в заданные настройки оборудования, при учете ограничения на минимальное количество для каждого товара и максимально возможном соответствии доли количества каждого товара в общем количестве к соотношению определенного заданного показателя;
- подбор планограммы для заданного количества товаров, настроек групп товаров и оборудования. В данной статье описывается алгоритм, при котором предполагается полный перебор вариантов, которые удовлетворяют заданным условиям, что гарантирует оптимальность найденного решения (но, следствием этого является то, что поиск решения реален лишь в определенном диапазоне шаблонов выкладки).

Подбор количества товаров в планограмме

В данной статье рассматриваются алгоритмы, при которых именно в этом пункте появляется неполнота перебора вариантов и грамотный способ подбор методики может в десятки раз сократить итоговое время нахождения решения, близкого к оптимальному. При этом следует отметить,

поскольку оптимальное решение в общем случае нам неизвестно, то и меру требуемой близости задать невозможно. Соответственно, единственно возможный вариант – внесение изменений в методику подбора на основе анализа полученных результатов расчета.

При выборе методики подбора количества товаров в простой планогамме следует руководствоваться двумя критериями:

- способность найти решение близкое к оптимальному;
- скорость поиска решения близкому к оптимальному должна быть достаточна для требуемого диапазона шаблонов выкладки.

Поскольку речь идет о машинной реализации перебора, одним из самых важных нюансов при оценке скорости нахождения решения является способность к параллельному выполнению процесса расчета. Рассматриваемый в статье метод расчета планогаммы для заданного оборудования, количества полок и настроек является практически атомарной операцией и распараллеливанию практически не поддается, поэтому единственно возможный путь к ускорению – параллельный запуск расчетов простых планогамм, но с отличающимися в чем-либо исходными данными (например, с отклонениями в заданной ширине или в количестве товаров). В частности, методика, в которой одна итерация подбора зависит от результата расчета предыдущей, вполне может оказаться хуже другой, реализация которой поддается параллельному расчету, даже если в первом случае просчитывается N вариантов, а во втором, например, $N \cdot 10$.

Предлагаемый алгоритм перебора (в виде блок-схемы изображен на рис. 2):

Обозначения:

Q – количество наименований товаров;

W – суммарная ширина полок (ширина полки, умноженная на их количество);

S – заданная ширина полок;

x_i – количество товара, $i = 1, Q$;

m_i – минимальное количество товара, $i = 1, Q$;

z_i – требуемая доля товара, согласно значениям соответствующего показателя, $i = 1, Q$;

w_i – ширина единицы товара, $i = 1, Q$;

$f(x_1, \dots, x_Q) = f(x)$ – ширина товаров, которую заняли товары, выставленные согласно настроенным правилам, в количестве $\{x_1, \dots, x_Q\}$. Если расчет производился на несколько полок, то возвращаемое значение соответствует максимальной ширине занятой товарами, на одной из них;

$s_i(x_1, \dots, x_Q, a) = s_i(x, a)$ – ширина товаров, которую заняли товары, выставлены согласно выставленным правилам, в количестве $\{x_1, \dots, x_{i-1}, x_i + a, x_{i+1}, x_Q\}$;

$s_i(x, a) = f(x_1, \dots, x_{i-1}, x_i + a, x_{i+1}, \dots, x_Q)$;

$d(x_1, \dots, x_Q) = d(x)$ – квадрат суммы отклонений количества товаров $\{x_1, \dots, x_Q\}$ от требуемой доли;

$$d(x_1, \dots, x_Q) = \sum_{i=1}^Q \left(\frac{x_i}{z_i \cdot \sum_{i=1}^Q x_i} \right)^2;$$

$g_i(x_1, \dots, x_Q, a) = g_i(x, a)$ – квадрат суммы отклонений количества товаров $\{x_1, \dots, x_{i-1}, x_i + a, x_{i+1}, x_Q\}$;

$g_i(x, a) = d(x_1, \dots, x_{i-1}, x_i + a, x_{i+1}, \dots, x_Q)$;

$i(x, a)$ – индекс товара, для которого выполняются следующие условия:

$g_i(x, a) = \min_{i=1, Q} g_i(x, a)$;

$s_i(x, a) \leq S$.

Если условия не выполнены для всех товаров, то возвращаем 0. Если условия выполняются для нескольких товаров, то возвращаем индекс у того, для которого

$s_i(x, a) \min_{i=1, Q} s_i(x, a)$.

Если данное условие также выполнено для нескольких товаров, то возвращаем любой из индексов, соответствующий одному из этих товаров.

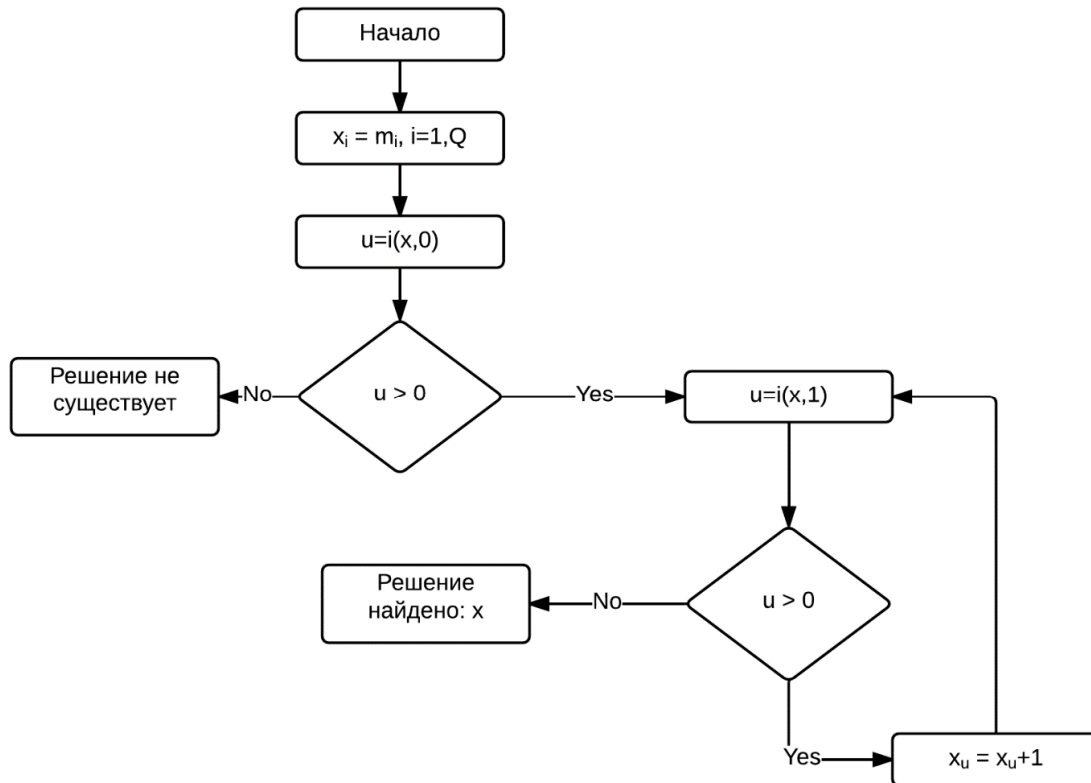


Рис. 2. Алгоритм поиска оптимальной простой планогаммы

Преимущества алгоритма:

- алгоритм отлично поддерживает параллельные вычисления в момент расчета $u = i(x, 1)$, поскольку при этом возможно одновременно рассчитывать варианты для всех i ;
- относительная простота реализации.

Недостаток алгоритма:

- исходное значение x для перебора достаточно далеко от оптимального, поэтому приближение к нему может занять продолжительное время.

**Подбор простой планогаммы для заданного количества товаров,
настроек групп товаров и оборудования**

Рассмотрим несколько вспомогательных задач (алгоритмы их решения в данной статье приводятся не будут):

а) поиск списка наборов подмножеств, покрывающих требуемое множество, при этом множества в наборе не пересекаются

Дано:

множество R ;

совокупность D некоторых подмножеств R :

$$\forall s \in D \ s \in R, \text{ при этом } \bigcup D = R .$$

Необходимо найти множество A совокупностей D :

$$A = \{S | S \in D : \bigcup S = R\}, \text{ при этом } \forall a, b \in A, a \neq b : a \cap b = \emptyset .$$

б) поиск списка наборов подмножеств, покрывающих требуемое множество, при этом множества в наборе не пересекаются, а количество подмножеств в каждом наборе не превышает заданное число

Дано:

множество R ;

совокупность D некоторых подмножеств R :

$$\forall s \in D \ s \in R, \text{ при этом } \bigcup D = R .$$

$x, x \in N$.

Необходимо найти множество A совокупностей D :

$$A = \{S | S \in D : \cup S = R\}, \text{ при этом } \forall a, b \in A, a \neq b : a \cap b = \emptyset, |A| \leq x.$$

в) поиск списка набора натуральных чисел, сумма и количество которых в каждом из наборов равна заданным натуральным числам

Дано:

$$x, x \in N;$$

$$y, y \in N.$$

Необходимо найти множество A совокупностей D натуральных чисел:

$$A = \left\{ D = \{d_i\} : |D| = x, \sum_{i=1}^x d_i = y \right\}.$$

На основе исходных данных задачи осуществляется поиск комбинаций заданных групп и объектов, им принадлежащих, занимающих минимальное расстояние на заданном количестве полок.

Дано:

множество групп G ;

множество объектов S , ассоциированных с группами, причем один объект может быть связан только с одной группой;

множество расчетных значений W , каждое из которых принадлежит соответствующей по индексу группе;

$h(g)$ – функция, возвращающая значение из множества W , соответствующие элементу множества G , $g \in G$;

максимальное расстояние между расчетными значениями групп, при которых допускается их слияние – w^{\max} ;

количество полок N ;

$f(s, n)$ – функция, которая показывает, сколько будет занимать объект s на количестве полок n , $s \in S, n \leq N$.

Для решения задача введем еще несколько обозначений:

T – произвольное множество элементов G , в котором максимальное отклонение в соответствующем каждому элементу значению из множества W не превышает w^{\max} :

$$T = \{F | F \in G\}, \text{ при этом, } \forall a, b \in T | h(a) - h(b) | \leq w^{\max}.$$

Для каждого T найдем такую комбинацию входящих в него множеств, при которой общая ширина будет наименьшей. Для этого, сначала, используем вспомогательную задачу «б». В качестве входных данных, выступаем множество T и количество полок N . В результате ее решения получим множество наборов подмножеств элементов T . Далее, в каждого найденного набора, решим вспомогательную задачу «в», при этом, в качестве входных данных будет количество подмножеств в наборе и количество полок (x и y соответственно). После нахождения решения вспомогательной задачи «в» каждому из подмножеств в наборе будет поставлено в соответствие некоторое натуральное число (физический смысл которого – количество полок, которое отдано данному подмножеству).

Рассмотрим на простом примере. Пусть T состоит из 3 элементов (I, II и III) и количество полок равно 3. Множество его возможных комбинаций (их пять):

$\{\{I, II, III\}\}, \{\{I, II\}, \{III\}\}, \{\{I, III\}, \{II\}\}, \{\{II, III\}, \{I\}\}, \{\{I\}, \{II\}, \{III\}\}$. Их физический смысл следующий:

- 1) все три элемента располагаются слева направо;
- 2) элементы I, II располагаются слева направо, а под ними находится элемент III;
- 3) элементы I, III располагаются слева направо, а под ними находится элемент II;
- 4) элементы II, III располагаются слева направо, а под ними находится элемент I;
- 5) элемент I расположен над элементом II, а элемент II – над элементом III.

Теперь, для каждой из комбинаций, найдем количество полок, приходящееся на каждое подмножество. Рассмотрим на примере комбинации II:

- 1) $\{I, II\}$ – 1 полка, $\{III\}$ – 2 полки;
- 2) $\{I, II\}$ – 2 полки, $\{III\}$ – 1 полка.

Для того чтобы найти расстояние, которое займет комбинация при заданном распределении полок, надо сначала найти сумму расстояний, занимаемых каждым множеством в подмножестве, а затем найти из максимальное значение. Рассмотрим на нашем примере (для распределения полок 1). Сначала находим, сколько занимает элемент I и элемент II на одной полке, а элемент III – на двух полках (используя функцию $f(s, n)$). Обозначим их x_I , x_{II} и x_{III} . Затем найдем максимум из $x_I + x_{II}$ и x_{III} . Найденное значение и будет означать, сколько займет множество T для заданной комбинации. Рассчитав данные значения для всех возможных комбинаций, мы найдем из них ту, при которой T занимает наименьшее расстояние. Обозначим в качестве T^* некоторый объект, который содержит в себе множество T , ту комбинацию, которая обеспечивает ему наименьшее расстояние и это наименьшее расстояние (обозначим его T_w).

Q – совокупность всех возможных множеств T :

$Q = \{T\}$;

Z – совокупность наборов T^* , таких, что соответствующие им T не пересекаются, а их сумма является покрытием G . Поиск Z , как видно из формулировки, сводится к вспомогательной задаче «а», при этом в качестве входного множества R выступает множество G , а в качестве входного множества D выступает множество Q .

Для того чтобы найти окончательное решение задачи поиска оптимальной планограммы, нужно найти такой элемент Z , при котором сумма T_w входящих в него элементов T^* минимальна. Расстояние, занимаемое элементом Z , является суммой расстояний, занимаемых входящими в него элементами T^* (физический смысл этого в том, что все T^* располагаются слева направо), поэтому для каждого элемента Z находим их сумму и выбираем тот, который обеспечивает наименьшее.

Заключение

В данной статье приведена математическая модель, позволяющая создавать автоматизированные планограммы выкладки товаров на основании блочной выкладки. Модель реализована в виде программы на языке программирования C# и в данный момент внедряется в одной из розничной сетей, включающей в себя десятки магазинов различных форматов.

Литература

1. Канаян, Р. Мерчендайзинг / Р. Канаян, К. Канаян. – М.: РИП-Холдинг, 2007. – 236 с.
2. Толмачева, И.А. Эффективный мерчендайзинг. Взгляд поставщика / И.А. Толмачева. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 160 с.

Баль Александр Вячеславович, аспирант кафедры информационно-аналитического обеспечения управления в социальных и экономических системах, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск); balalexv@gmail.com.

Егоров Сергей Леонидович, кандидат технических наук, доцент кафедры информационно-аналитического обеспечения управления в социальных и экономических системах, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск); egorovsl@susu.ac.ru.

Поступила в редакцию 19 ноября 2014 г.

AUTOMATIC CALCULATION OF THE PLANOGRAM OF GOODS ON THE BASIS OF THE PRINCIPLE OF BLOCK DISPLAY

A.V. Bal', South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation,
balalexv@gmail.com,

S.L. Egorov, South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation,
egorovsl@susu.ac.ru

One way to improve sales and profits of retail chains is a display of goods on the basis of certain principles, worked out in the theory and practice of merchandising that are used to create the so-called planograms. Planogram layout can be created either manually or, if it is possible automatically on the basis of developed algorithms allowing to realize the described principles. In addition, qualitatively designed planogram allows to calculate the correct values of the minimum balance of goods, which would have a positive impact on inventory turnover and, as a result, on the company's profits. One and the most commonly used in practice principle is the location of goods within a certain block or block display.

This article provides an algorithm and a mathematical model, allowing to calculate these types of planograms automatically. The program has been developed and successfully implemented in one of the retail chains.

Keywords: merchandising, planogram, automation.

References

1. Kanayan R., Kanayan K. *Merchandizing* [Merchandising]. Moscow, RIP-holding Publ., 2007. 236 p.
2. Tolmacheva I.A. *Effektivnyy merchendayzing. Vzglyad postavshchika*. [Effective Merchandising. From Supplier's Point of View]. St. Petersburg, BHV Petersburg Publ., 2012. 160 p.

Received 19 November 2014