

货物装载问题的有效空间算法研究

赵鹏¹ 王勇¹ 张谦² 杨秀苔¹

(重庆大学经济与管理学院 重庆400030)¹ (重庆大学电气工程学院 重庆400030)²

摘要 货物装载是物流配送的重要环节,其方案的优劣对提高整个物流系统的效率和降低运输成本都有着重大的影响。由于货物装载问题理论上属于NP-完全问题,实际应用中只能以近似最优的方法求解,如启发式算法和遗传算法等。本文基于有效空间的算法提供了此类问题的一种实际可行的解决方法,实践证明具有较大的应用价值。

关键词 物流配送,货物装载,有效空间,算法

Algorithm for Effective Space in the Problem of Goods Loading

ZHAO Peng¹ WANG Yong¹ ZHANG Qian² YANG Xiu-Tai¹

(College of Business Administration, Chongqing University, Chongqing 400030)¹

(College of Electrical Engineering, Chongqing University, Chongqing 400030)

Abstract Goods loading plays important role in logistics and delivery, and the efficiency of it has great influence on improving whole efficiency of logistics system and reducing transport cost. Because goods loading belongs to NP in theory that is the Complete problem, it can only be solved with the approximate and optimum method in practical application, for instance, heuristic algorithm and hereditary algorithm, etc. In this paper, author has put forward a kind of practical and feasible solution of this kind of problem on the basis of the algorithm of the effective space. It has been proved that this method has certain application value in practice.

Keywords Logistics and delivery, Goods loading, Effective space, Algorithm

1 引言

随着我国经贸事业的飞速发展,物流配送服务已成为企业竞争力的重要组成内容。而当今国际国内物流配送服务也日趋标准化和规范化,尤其是大吨位集装箱运输的广泛采用,货物装载方案对整个运输效率的影响也越来越受到重视。

简单地讲,货物装载是指物流系统中将指定的货物装载到指定的车辆、轮船或飞机上的货舱中的过程。实际研究中可将其视为三维装箱问题。众所周知,该问题在理论上属于NP-完全问题^[1],在有限的时间内难以找到问题的最优解。特别是三维装箱问题由于其复杂性难度极大,目前对此类问题的研究较少。近年来主要有 Abdou G、El-Masry M 提出的三维货板装载算法^[2],陈迎春、吴晓平等的约束装箱问题的混合遗传算法^[3]以及阎威武、邵惠鹤等的集装箱装载的一种启发式算法^[4]等等。而基于有效空间的装箱算法较传统的空间分割方法有所改进,其空间解析的方法更利于程序实现,实践证明可有更高的装载率。

2 货物装载过程分析

一般情况下,货物外包装上都是规则的长方体或正方体,个别其它形状的,如圆柱体等也可以按其直径规范为长方体。每件货物均有六个面,若无特别的限制,装载时依据各面所朝向的长、宽、高三个方向的不同,每件货物都总共有六种不同的放置方式。而且一次装载任务中所有货物的装载次序如果没有特别规定的话,那么好的装载顺序和好的放置方式才

能在更小的货箱中装入全部待装货物,或者在确定的货箱中装入更多的货物。这显然仍属于有关“装箱问题”的应用研究。

3 几个定义

1) 剩余空间,或称空位(vacacy)是箱体中某个尚未被货物所占据的部分。

2) 有效空间(available vacancy):在本次货物装载过程中可以使用的空间。

3) 子空间:一个有效空间被货物占据一部分后,其剩余部分可能划分的0~4个独立的子空间。

4) 有效子空间:能单独容纳最小待装货物的子空间。

5) 极大有效空间:由两个以上相邻的子空间所构成的更大有效空间。

6) 最大有效空间:由确定组合的子空间构成的容积最大的极大有效空间。

4 基于有效空间算法的基本思想

有效空间算法的基本思想在于将整个箱体空间视为由若干个子空间构成。在尚未装入任何货物时,整个箱体是一个完整的空间,随着第一件货物的装入,箱体将被该货物占据一部分空间,同时将余下部分划分为0~4个剩余的子空间。其中,最极端的情况是装入的货物恰好占据了整个箱体空间,此时箱体剩余的子空间为0个,而一般的情况下,箱体剩余部分可能被划分为4个子空间,分别为 V_{11} 、 V_{12} 、 V_{13} 和 V_{14} ,如图1所示。

赵鹏 在职博士生,主要从事计算机应用、管理信息系统理论与应用研究。

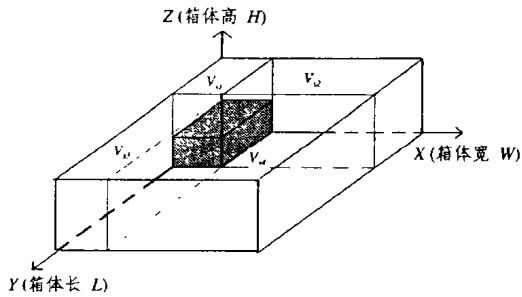


图1 箱体子空间划分

而其中有效空间 V_{i4} 既可独立装入货物,也可与 V_{i2} 共同构成一个更大容积的极大有效空间 $V_{e1}(V_{e1} \in V_{i2} \cup V_{i4})$,或者与 V_{i3} 共同构成另一个更大容积的极大有效空间 $V_{e2}(V_{e2} \in V_{i3} \cup V_{i4})$ 。这样,对于体积超出 V_{i2} 、 V_{i3} 或 V_{i4} 的货物,事实上还是有可能装入极大有效空间 V_{e1} 或 V_{e2} 的。但是一旦有效空间 V_{i2} 、 V_{i3} 或 V_{i4} 之中任意一个因装入货物而被部分或全部占据了时,与其相关的极大有效空间 V_{e1} 或 V_{e2} 就会失效;同时 V_{e1} 、 V_{e2} 之中任意一个被部分或全部占据后,则另外一个显然也将失效。

特别说明,从实际货物装箱时的稳定性要求考虑,货物装卸时不允许虚码码放,即货物底部不允许有悬空部分,所以在有效子空间之间构成极大有效空间时必须限定其底面位于同一水平面上。因此,图1中已装入货物上方的有效子空间 V_{i1} 就不能与 V_{i2} 、 V_{i3} 或 V_{i4} 等底面不与其位于同一水平面的有效子空间再构成极大有效空间。

4.1 空间坐标系

由于本文讨论的货物装载中所有货物外包装上都是规范的长方体或正方体,故模型中将已经装入的货物和有效空间均视为规则的矩形空间考虑,对于已装入货物 W_i 或某个有效空间 V_i ,表述上均可以用三维坐标系中的两个坐标点来表示:

①底角点,距三维坐标原点最近的角点,坐标为: (X_b, Y_b, Z_b) 。

②顶角点,距三维坐标原点最远的角点,坐标为: (X_n, Y_n, Z_n) 。

则已装入的第 i 件货物 W_i 可以表示为: $W_i: \left[\begin{matrix} (X_n, Y_n, Z_n) \\ (X_b, Y_b, Z_b) \end{matrix} \right]$;

而有效空间 V_i 也可以表示为: $V_i: \left[\begin{matrix} (X_n, Y_n, Z_n) \\ (X_b, Y_b, Z_b) \end{matrix} \right]$

设有一待装货物外包尺寸为:长 l ,宽 w ,高 h ,对于一个有效空间 V_i ,若 $(X_n - X_b) \cdot (Y_n - Y_b) \cdot (Z_n - Z_b) \geq l \cdot w \cdot h$ 时则容积上可能装入。若待装货物放置时没有方式上的特殊限制,如不允许倒置、侧转或其它摆放方向上的要求,则装入方式上应该尽可能占用较小的有效空间,而且应使其装入后产生的剩余空间的几何尺寸更有效,这样的装入方式才更为合理一些。

一个较为简单的方法是在满足长、宽、高三个几何尺寸的前提下,使货物各边与即将装入之有效空间对应各边几何关系上余数最小的。这时的货物放置方式可能是较好的,因为可使该货物装入后剩余的剩余有效空间有可能装入更多的其它货物。即,当: $l \leq (x_i - x_b) \& w \leq (y_i - y_b) \& h \leq (z_i - z_b)$ 时,几何尺寸上也满足货物装入要求,可以按此方式装入。货物 W_i 装入后,原有效空间 V_i 最多可能产生四个剩余有效空间,也就是

新的有效空间,分别是:

$$V_{n1}: \left[\begin{matrix} (x_b, y_b, z_b + h) \\ (x_b + l, y_b + w, z_i) \end{matrix} \right], V_{n2}: \left[\begin{matrix} (x_b, y_b + w, z_b) \\ (x_b + l, y_i, z_i) \end{matrix} \right]$$

$$V_{n3}: \left[\begin{matrix} (x_b + l, y_b, z_b) \\ (x_i, y_b + w, z_i) \end{matrix} \right], V_{n4}: \left[\begin{matrix} (x_b + l, y_b + w, z_b) \\ (x_i, y_i, z_i) \end{matrix} \right]$$

4.2 极大有效空间的构成

对于一个子空间,其六个面中除了 Z 方向的底面和顶面以外, X 方向和 Y 方向的其余四个侧面均有可能和与该子空间相邻的其它子空间一同构成更大的有效空间,即一个极大有效空间。

设一个子空间 $V_{S_i}: \left[\begin{matrix} (x_b, y_b, z_b) \\ (x_n, y_n, z_n) \end{matrix} \right]$,若在其余空间(包括所有子空间和已经由子空间构成的极大有效空间)中存在一个子空间:

$$V_{S_j}: \left[\begin{matrix} (x_{b_j}, y_{b_j}, z_{b_j}) \\ (x_{i_j}, y_{i_j}, z_{i_j}) \end{matrix} \right]$$

有 $x_n = x_{b_j}$, $z_n = z_{b_j}$; 而且 $y_n > y_{b_j}$, $y_{i_j} > y_b$, 则 V_{S_i} 与 V_{S_j} 在 X 方向有效邻接,可以共同构成一个极大有效空间:

$$V_{E_m}: \left[\begin{matrix} (X_{B_m}, Y_{B_m}, Z_{B_m}) \\ (X_{T_m}, Y_{T_m}, Z_{T_m}) \end{matrix} \right]$$

其中 $V_{E_m} = V_{S_i} \cup V_{S_j}$, 其底角点为: $P_{B_m}: (X_{B_m}, Y_{B_m}, Z_{B_m})$, 有坐标关系:

$$X_{B_m} = x_b, Y_{B_m} = \max(y_b, y_{b_j}), Z_{B_m} = z_b = z_{b_j}$$

而其顶角点为: $P_{T_m}: (X_{T_m}, Y_{T_m}, Z_{T_m})$, 有坐标关系:

$$X_{T_m} = x_n, Y_{T_m} = \min(y_n, y_{i_j}), Z_{T_m} = \min(z_n, z_{i_j})$$

同理,若存在一个子空间:

$$V_{S_k}: \left[\begin{matrix} (x_{b_k}, y_{b_k}, z_{b_k}) \\ (x_{i_j}, y_{i_j}, z_{i_j}) \end{matrix} \right]$$

有 $y_n = y_{b_k}$, $z_n = z_{b_k}$; 而且 $x_n > x_{b_k}$, $x_{i_k} > x_b$, 则 V_{S_i} 与 V_{S_k} 在 X 方向有效邻接,可以共同构成一个极大有效空间:

$$V_{E_n}: \left[\begin{matrix} (X_{B_n}, Y_{B_n}, Z_{B_n}) \\ (X_{T_n}, Y_{T_n}, Z_{T_n}) \end{matrix} \right]$$

其中 $V_{E_n} = V_{S_i} \cup V_{S_k}$, 其底角点 $P_{B_n}: (X_{B_n}, Y_{B_n}, Z_{B_n})$ 有坐标关系:

$$X_{B_n} = \max(x_b, x_{b_k}), Y_{B_n} = y_b, Z_{B_n} = z_b = z_{b_k}$$

而其顶角点 $P_{T_n}: (X_{T_n}, Y_{T_n}, Z_{T_n})$ 有坐标关系:

$$X_{T_n} = \min(x_n, x_{i_k}), Y_{T_n} = y_n, Z_{T_n} = \min(z_n, z_{i_k})$$

由于空间的邻接是相互的,因此可以分别按 X 、 Y 轴方向的坐标顺序求出各可能的极大有效空间。实用算法上只要将所有有效空间的底角点 P_{b_i} 之坐标分别按 X 、 Y 值增序排序,然后依次进行极大有效空间的判断,就可以求出 X 轴和 Y 轴方向的所有极大有效空间。

另外,对于三个以上的相邻有效空间所可能构成的极大或最大有效空间,也可以视为一个极大有效空间及与其有效相邻的另一个有效空间再次构成的新的极大有效空间。二次或多次构成的极大有效空间,算法上与一般极大有效空间的判断和构成一致,如此直至求出最大有效空间。

5 装载算法

装载算法主要基于几个数据表进行,如货物基本信息表、待装货物表、车辆基本情况表等,特别注意其中的有效空间表和极大有效空间表为动态表且相互关联。无论所装货物占用的是有效子空间还是极大有效空间,其对应的相关空间(极大有效空间或效子空间)都必须删除,使其失效。算法主要流程如图2所示。

结束语 由于货物装载问题理论上属于 NP-完全问题,实际应用中一般也只能以近似最优的方法求解,如启发式算

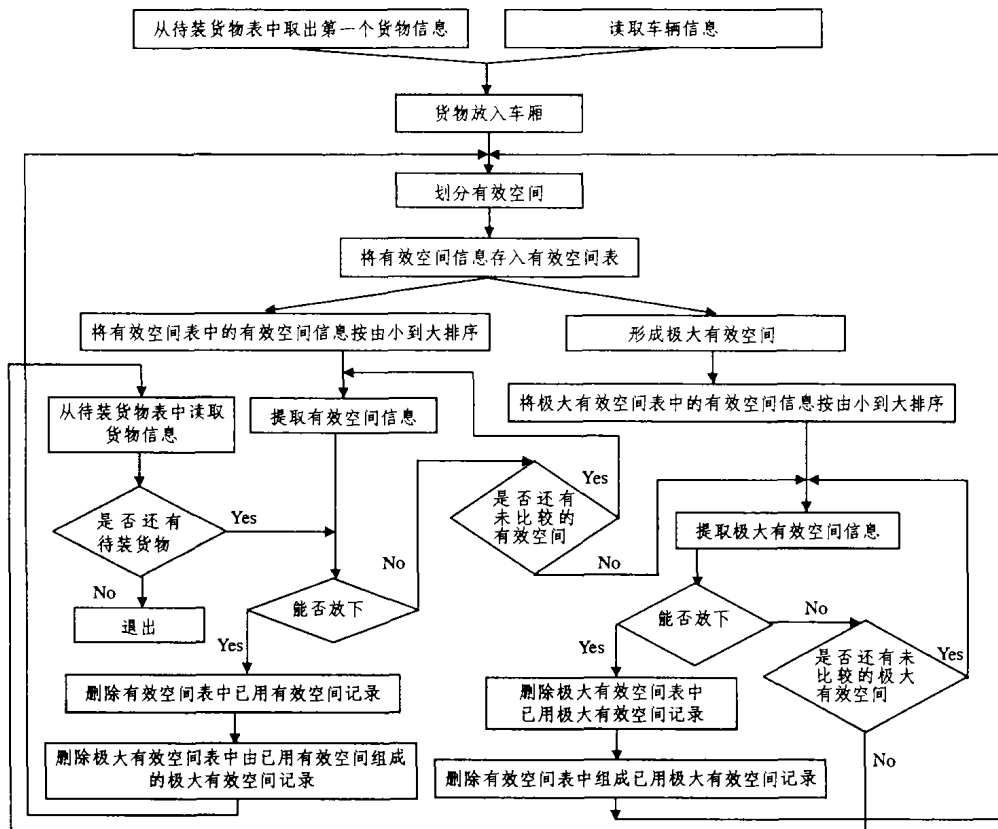


图2 算法基本流程

法和遗传算法等。本文基于有效空间的算法提供了此类问题的一种切实可行的解决方法,其最大特点是可以将货物装载过程与装载顺序分离开来各自独立优化,且由于采用空间解析方法,也便于算法的程序实现,实践证明具有较大的应用价值。

参考文献

1 赵民义. 装箱问题的近似算法[J]. 运筹学杂志, 1993(12): 1~6

2 Abdou G, El-Masry M. Three-dimensional random stacking of weakly heterogeneous palletization with demand requirements and stability measures [J]. International Journal of Production Research, 2000, 38(14): 3149~3163
 3 陈迎春, 吴晓平, 等. 约束装箱问题的遗传混合算法求解[J]. 运筹与管理, 2002(4): 21~25
 4 阎威武, 邵惠鹤, 等. 集装箱装载的一种启发式算法[J]. 信息与控制, 2002(8): 353~356

(上接第86页)

图2所反映的就是不同策略对重要网页的发现能力。其中可见,链接度优先策略在这方面表现较好,综合策略次之,锚文本预测相关度策略的表现更次,而广度优先策略的表现在初始阶段不错,但到后期效果较差。这个结果与我们设计的预想相符。

结论 本文提出了主题集中式万维网爬虫的多策略设计。结合实验,我们总结了该爬虫设计的若干特色:①多策略。通过多策略的综合使用,我们兼顾了爬行中需要对网页的相关性和重要性两方面的评价。实验表明,单从相关度或重要度评价,综合策略并不一定是最优的,但综合两方面看,它有很好的兼顾性,同时也表现出较好的稳定性。②可调节性。通过调整参数,可以方便地进行策略调整,加强或减弱某种策略对扩展的影响,具有很强的灵活性。③较小的网络开销。爬虫是通过网页中的超链进行综合评价,以决定是否扩展。因此,评价低的超链被优先扩展的可能性就低了,被优先扩展的超链都是评价较高的网页。这样就提高了网络使用效率,减少了不必要的网络开销。④较小的实现代价。我们没有采用复杂的分类器,避免了采集样本,训练分类器的麻烦。另外,在计算网页重要度时,我们做了简化,尽管损失了一些精度,但是这样避免了定期的做全局的矩阵迭代计算,降低了实现难度。实验

表明,经过简化的重要度评价效果亦不错。

参考文献

1 Barfouroush A, et al. Information Retrieval on the World Wide Web and Active Logic: A Survey and Problem Definition; [Technical Report]. http://www.cs.umd.edu/Library/TRs/CS-TR-4291/CS-TR-4291.pdf
 2 Bra D, Houben G, et al. Information Retrieval in Distributed Hypertexts. In: Proc. of the 4th RIAO Conf, 1994. 481~491
 3 Hershovici M, Jacovi M, et al. The Shark-Search Algorithm - An Application: Tailored Web Site Mapping. In: Proc. of 7th Intl. World Wide Web Conf. 1998
 4 Chakrabarti S, Van Der Berg M, Dom B. Focused Crawling: A New Approach to Topic-specific Resource Discovery. In: Proc. of the 8th Intl. World Wide Web Conf. 1999
 5 McCallium A, et al. Building Domain-specific Search Engines with Machine Learning Techniques. In: AAAI-99 Spring Symposium on Intelligent Agents in Cyberspace, 1999
 6 Kleinberg J. Authoritative sources in a hyperlinked environment. In: Proc. of 9th ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms, 1998
 7 Page L, Brin S, Motwani R, Winograd T. The PageRank citation ranking: Bringing order to the web; [Technical Report]. Stanford University, Stanford, CA. 1998
 8 Page L, Brin S. The Anatomy of a Large-scale Hypertext Web Search Engine. In: Proc. of the 7th Intl. World Wide Web Conf. 1998
 9 Menczer F, Pant G, et al. Evaluating Topic-Driven Web Crawler. In: Proc. 24th Annual Intl. ACM SIGIR Conf. on Research and Development in Information Retrieval, 2001