
中大管理研究

China Management Studies

2006年 第1卷 (2)



经济科学出版社

China Management Studies

第1卷 (2)

(2-詩1集) 路邦賢書大中

1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 2679, 2680, 26



经济科学出版社

2006年

图书在版编目 (CIP) 数据

中大管理研究. 第1卷. 2 / 李新春主编. - 北京: 经济科学出版社, 2006.12

ISBN 7-5058-5959-5

I. 中... II. 李... III. 企业管理 - 文集 IV. F270-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 143490 号

责任编辑: 卢元孝 文远怀

技术编辑: 潘泽新

中大管理研究 (第1卷-2)

李新春 主编

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址: 北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编: 100036

总编室电话: 88191217 发行部电话: 88191540

网址: www.esp.com.cn

电子邮件: esp@esp.com.cn

北京密兴印刷厂 印装

787 × 1092 16 开 11.5 印张 180 000 字

2006 年 12 月第一版 2006 年 12 月第一次印刷

ISBN7-5058-5959-5/F.5220 定价 24.00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换)

(版权所有翻印必究)

弘扬奥林匹克精神 推动中国管理研究
IACMR 2008
中国管理研究国际学会
www.iacmr.org (英文) www.iacmr.org.cn (中文)
广州·2008年6月19-22日

中文论坛征稿通知

截稿日期: 2007年10月15日

我们诚挚地邀请您参加2008年6月19-22日在中国广州召开的两年一次的“第三届中国管理研究国际学会大会”。中国管理研究国际学会是一个专业性学术组织,致力于为学者、学生、企业管理者以及咨询者提供服务。学会的主要目标是促进对中国情境中的组织管理问题的学术研究。

提交本次会议的学术论文主题可以是与中国情境(包括大陆、台湾、香港和新加坡等)中的组织和管理问题或者全球化经营中的中国企业的组织和管理问题相关的任何方面。我们欢迎行为学、人力资源管理、战略、组织理论以及国际和跨文化等领域的学术论文。示例性的主题包括但不限于如创新和创造力、创业、关系和网络、知识管理和知识传递、质量管理、公司治理、公司战略、领导、组织文化、团队、跨国公司管理、外派人员问题、对外直接投资、全球化、跨文化管理等。我们欢迎对各种类型的组织的研究:国有企业、民营企业、外商独资企业、中外合资企业和那些正在进行所有制改革的企业。我们接受用各种方法进行的对中国管理问题的研究,例如问卷调查、档案资料、实验研究、案例研究、定性研究方法和其它创新性的方法。

投稿数量限制

每位作者最多可以作为独立作者或者合作者之一向本次大会的常规议程(包括中文论坛和英文论坛)投稿3篇。超出部分将退回通讯作者(参加职业发展研讨班的投稿不计在内)。

截稿日期

提交的论文须于2007年10月15日零点(北京时间)之前以电子邮件方式寄至 IACMR2008(广州)年会中文论坛专用邮箱: IACMR2008ChinaForum@gsm.pku.edu.cn。

会议地点、注册和住宿

本次大会将在中国广州花园酒店举行。普通会员的会议注册费大约为2000元人民币(学生会会员约为800元人民币),其中包括一年的IACMR会员费和一年的《管理和组织评论》的订阅费。会议将根据提交论文的评审结果择优资助部分学生作者参加会议。大会注册的程序和价格以及房间预订的详细信息将于2008年3月在IACMR的中文网站 www.iacmr.org.cn 上发布。届时,提前注册的会员将享受折扣优惠。

咨询

如果您对本征稿通知和本次大会中文论坛有任何问题, 请联系中文论坛主席周京教授(jzhou@rice.edu)或者组委会秘书处(IACMR2008ChinaForum@gsm.pke.edu.cn)。

关于 IACMR 的问题请联系学会主席陈晓萍教授(xpchen@u.washington.edu)。

关于 IACMR 的一般信息可以访问 www.iacmr.org 或 www.iacmr.org.cn。

“产业集群与家族企业成长”国际学术研讨会征文通知

由中山大学主办,《经济研究》、《管理世界》杂志社协办的“产业集群与家族企业成长”国际学术研讨会将于 2007 年 4 月在广州举行。会议将邀请海内外相关领域的著名学者到会发表专题演讲,并围绕产业集群与家族企业成长两个中心议题集中研讨以下主题:

- ◇ 集群企业的学习与创新
- ◇ 从集群制造到集群创新
- ◇ 社会资本与集群能力

- ◇ 家族企业成长研究
- ◇ 家族企业继任问题
- ◇ 企业家能力与经理人引入
- ◇ 信任、忠诚与控制
- ◇ 家族企业治理与改造
- ◇ 家长式领导与组织行为

研讨会现向海内外征文, 相关信息如下:

1. 征文内容: 围绕上述会议主题, 或符合中心议题的其他相关主题
2. 截止日期: 提交论文全文的最后时间为 2007 年 2 月 28 日。
3. 投稿方式: 采用网络方式投稿, 投稿电子信箱: lqn@mail.sysu.edu.cn, 收到稿件即回邮确认。联系电话: 020-84038683。
4. 编辑方式: 请使用 Word 在 A4 幅面编辑。版面编辑请参照《经济研究》或《管理世界》格式。作者信息请单独附纸, 以便匿名评审。
5. 入选论文: 研讨会入选论文将正式结集出版, 优秀论文还将推荐到《经济研究》和《管理世界》接受审稿。
6. 更多信息: 有关会议的相关信息请随时留意 <http://mns.sysu.edu.cn/jzqy.html> 上的通知。

中山大学

2006 年 9 月 25 日

《中大管理研究》学术委员会

(按姓氏拼音字母排序)

陈工孟	上海交通大学
陈信元	上海财经大学
Michael Firth	香港理工大学
黄俊英	高雄 中山大学
贾建民	香港中文大学
李维安	南开大学
刘常勇	高雄 中山大学
陆正飞	北京大学
毛蕴诗	广州 中山大学
钱共鸣	香港中文大学
Joachim Schwalbach	柏林洪堡大学
王重鸣	浙江大学
汪寿阳	中国科学院
吴世农	厦门大学
张 华	香港中文大学
赵曙明	南京大学



中大管理研究

2006年 第1卷(2)

主 编 李新春

副 主 编 (按姓氏拼音字母排序)

石凤波 吴佩勋 辛 宇

编辑委员会 (按姓氏拼音字母排序)

范辛亭 兰 宇 石凤波 苏 琦

吴佩勋 辛 宇 徐莉萍 张书军

目 录

- 1 港口泊位分配决策的随机束搜索算法
王 帆 蔡文志
- 20 企业的顾客关系活动对顾客资产的差异性影响研究
——基于分解法的实证剖析
王永贵
- 33 创新导向与市场导向的融合：一个实证研究
杜 鹏 万后芬
- 53 农牧民阅读习惯与基层公共图书馆建设
——基于“一地四县”的调查
周 济
- 71 集群企业的合作绩效提升路径实证研究
——以中关村高科技集群企业为例
吴 波 王承哲
- 87 资产价值减损之信息内涵与价值攸关之探讨
薛富井 林文祥
- 115 机构投资者持股比例与公司信息的相关性研究
——来自中国证券市场的经验证据
宋 玉 李 卓
- 135 日本企业的股权特征与现金持有量
罗 琦
- 150 宝钢权证定价分析
王灵敏 王安兴
- 159 现代视角下斯密经济学的再思考
王义高

CONTENTS

- 1 Berth Allocation Problem with a Stochastic Beam Search Solution
Wang Fan Cai Wenzhi
- 20 The Differentiated Impacts of Relationship Management Activities on Customer Asset:
An Empirical Study based on the Disaggregated Approach
Wang Yonggui
- 33 An Empirical Study on the Combination of Innovation and Market Orientation
Du Peng Wan Houfen
- 53 Reading Habit of Farmers and Herdsmen and the Development of Basic-level Public Libraries:
A Survey of One Region and Four Counties
Zhou Ji
- 71 The Empirical Research on Factors Influencing Cooperative Performance of Cluster Firms
Wu Bo Wang Chengzhe
- 87 A Study on the Information Content and Value Relevance of Asset Impairment
Xue Fujing Lin Wenxiang
- 115 The Relevance between Institutional Ownership and Companies Information of Listed Companies in China: Empirical Evidence from Listed Companies in China
Song Yu Li Zhuo
- 135 Ownership Characteristics and Cash Holdings Among Japanese Firms
Luo Qi
- 150 Analysis on Pricing Model of Bao-Steel Warrant
Wang Lingmin Wang Anxing
- 159 Rethinking Smith's Economic Thought in a Modern Perspective
Wang Yigao

港口泊位分配决策的随机束搜索算法

王 帆 蔡文志^①

摘要: 本文将港口船舶泊位分配决策 (Berth Allocation Problem, 简称 BAP) 转化成了一个多阶段决策过程。在此基础上, 本文提出一种新的多阶段搜索方法——随机束搜索算法来解决 BAP 问题。其中包括一个两阶段结点优度评价方法和一个随机结点选择准则。以港口的实际运作信息作为测试数据的实验结果显示, 本文提出的随机束搜索算法比目前最优的启发式算法和传统的确定性束搜索算法更为精确和有效。

关键词: 港口运输、分配问题、束搜索

JEL: C61, C63, L91

^① 王帆, 教授, 中山大学管理学院; 蔡文志, 微软亚洲工程院。

一、简介

集装箱运输量的快速增长对集装箱码头，集装箱物流以及港口管理和技术提出了更高要求。从表 1 中列出的 2002 全球前 10 位集装箱港口（Anonymous, 2003）的统计结果可以看出，从 2001 年到 2002 运输量（TUE，即 20 英尺换算单位）的平均增长超过了 10%。在中国，上海港的运输量增长了 35%，深圳港增长了 50%。与 TEU 的增长幅度相比，中国的 GDP 在 2001 年到 2002 年间只增长了 8%。可以看出，在过去的几年里，集装箱运输业在中国取得了极大的发展。

表 1 2002 年全球 10 大集装箱港口

排名		港口	运输量 (百万个 TUE)		2001 年到 2002 年 增长百分比
2001 年	2002 年		2001	2002	
1	1	中国香港	17.83	19.14	+ 7.4
2	2	新加坡	15.57	16.94	+ 8.8
3	3	釜山	8.07	9.45	+ 17.1
4	5	上海	6.34	8.61	+ 35.8
5	4	高雄	7.54	8.49	+ 12.6
6	8	深圳	5.08	7.62	+ 50.0
7	6	鹿特丹	6.10	6.52	+ 6.9
8	7	洛杉矶	5.18	6.11	+ 17.8
9	9	汉堡	4.69	5.37	+ 14.6
10	11	安特卫普	4.22	4.78	+ 13.3

作为世界第二大港口的新加坡港口运营着 4 个无缝连接的集装箱码头——Tanjong Pagar、Keppel、Bram 和 Pasir Panjang。这 4 个码头平均每天要处理超过 40000 个集装箱和 60 艘船。新加坡港口为船舶提供了连接到全球 123 个国家 600 个港口的航线选择，每天都可以出航到世界的各大主要港口（Port of Singapore Authority, 2003）。

港口当局一直尝试优化成本和提高服务质量。一个海港的成功在于缩短船舶入港时间和降低装卸货运作成本。其中，最小化船舶的停港时间是港口码头运营的主要目标。码头的运营十分复杂，码头运营系统一般包括三个子系统：船舶泊位规划，集装箱卸载和堆放以及集装箱运输。基于月调度计划

或者在线的抵达船舶泊位调度,一艘集装箱船会被安排到一个备有用来装卸货物的起重机的码头泊位。卸载的进口集装箱将被运到港口的堆场,并通过码头的卡车或者与码头连接的火车负责运输。另一方面,通过公路或铁路运输到达港口的出口集装箱被码头内部的设备接收并被分运到码头的各个堆场,并通过起重机装载到集装箱船上。

在本文中,我们研究港口运作管理的第一个操作——“泊位分配决策 (Berth Allocation Problem, 简称 BAP)”。决策的输出决定每艘船的入港位置和时间,决策的目标是最小化总的入港成本。其中港口布局,预计抵达时间和船舶集装箱装卸载操作时间都认为是预先已知的。我们为此建立一个简化模型,用定长的垂直线表示入港码头,用矩形表示船舶。纵轴表示船舶的长度,横轴表示船舶的入港持续时间。通过整个模型,BAP 问题就转换成了一个有约束的二维装箱问题(见图 1)。

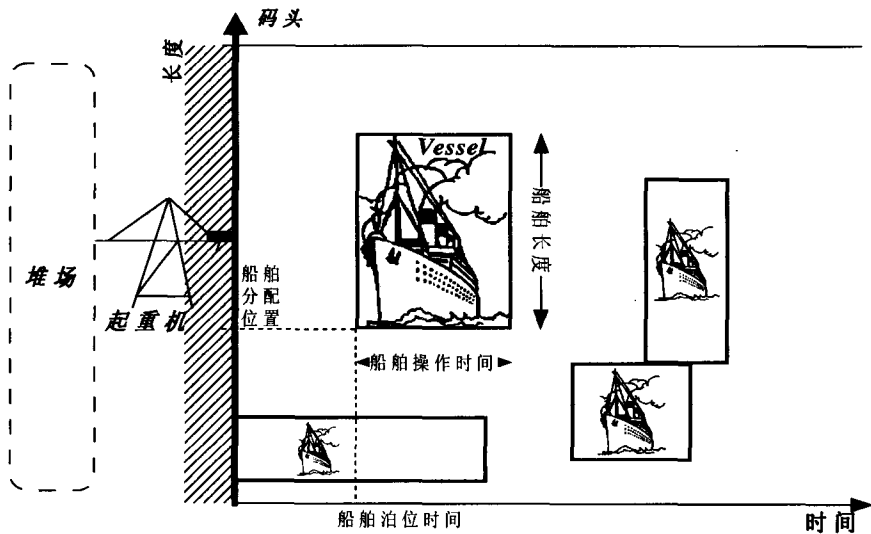


图 1 关于 BAP 的二维装箱问题图解

文献表明,船舶泊位分配决策问题从 20 世纪 90 年代起就开始被研究。Brown 等人在不同的实际约束条件下运用整数规划模型为每艘船安排一个可能的入港位置 (Brown 等, 1994)。他们将码头看作是许多分开泊位的集合,并且已停船舶的位置是允许变动的。Lim 将船舶的入港时间看成是确定的来最小化泊位长度 (Lim, 1998)。他将问题转换为一个有限制的二维装箱问题,并通过一种启发式方法开发了一种图形化的理论表示形式。此外, Chia

等 (1999) 提出了一种蚁群优化的启发式算法来最小化泊位长度。实际上, 最小化泊位长度的泊位分配问题与离线动态存储配置 (DSA) 相同。DSA 问题可以参考文献 Kierstead (1991)、Gergov (1996) 和 Gergov (1999)。当码头长度成为一个限制条件时, Nishimura 等 (2001) 提出了在公共泊位系统为船舶动态分配泊位的遗传算法。然而, 他们的结果都不适合于集装箱港口。Imai 等 (2001) 假设每艘船只占用一个泊位, 基于拉氏松弛法提出了一种混合式整数规划方法。并且, Imai 等 (2003) 还提出了一种不同服务优先权下的遗传算法的启发式搜索算法。Kim 和 Moon (2003) 提出了一种混合整数规划方法来确定泊船时间和位置并提出了一个模拟退火算法。Park 和 Kim (2002、2003) 运用梯度优化方法, 将泊位分配与码头起重机的调度结合起来。在仿真研究中, Legato 和 Mazza (2001) 给出了排队网络模型和一个船舶抵达、停泊与离开集装箱港口的模拟实验。最近, Dai 等 (2005) 提出了最新的基于二维矩形块布局问题序列对概念 (Imai 等, 2003) 的模拟退火启发式算法, 实验证实他们的算法比之前发表的方法更为先进。

如果假设所有船舶的抵达时间都为 0, 泊位分配决策问题就成为了一系列的机器调度问题。Li 等 (1998) 通过最小化调度总时间, 提出了更为一般的泊位分配问题, 称为“批处理模式调度”。他们提出了最先匹配递减启发式算法 (First-Fit Decreasing Heuristic) 及相似算法的近似边界。Guan 等 (2002) 研究了加权完工时间的案例并提出了一种启发式解决方案。随后, Guan 和 Cheung (2004) 通过树搜索启发式算法解决了大规模数据的情况。然而, 由于他们都忽略了船舶的抵达时间, 以上的结论并不能在直接在现实的泊位分配决策中应用。

泊位分配决策问题是离线和在线港口决策系统的核心组成部分。BAP 是个 NP 难度问题, 即使是寻找其有效也是很困难的。在本文中, 我们提出了一种新的启发式算法——随机束搜索, 并利用它来解决 BAP 问题。随机束搜索方法包括一个新的束搜索框架, 一个两阶段结点优度评价和一个随机结点选择 (采样) 准则。实验结果清楚地表明本文提出的随机束搜索比当前最新的启发式算法以及传统的束搜索方法都更为先进。

本文内容安排如下: 第二部分讨论港口决策支持系统的框架。在第三部分我们用一个混合整数规划模型来描述 BAP 问题并通过动态规划将它转换成一个多阶段决策过程。第四部分提出新的随机束搜索框架及其主要组成部分。然后, 我们在第五部分实现基于解决随机束搜索的 BAP 问题解决方案。

第六部分对用于实验对比的 Dai 等人的模拟退火算法进行简要介绍。在第七部分分析了基于实际数据的实验结果。最后我们在第八部分对本文进行总结。

二、决策支持系统

图 2 说明了港口船舶规划决策支持系统的基本框架。系统输入数据包括泊位码头数据和船舶数据。泊位码头数据包括泊位码头长度和码头的人力资源信息等。船舶数据有两种类型,包括船舶月调度计划和在线船舶调度。船舶数据包括船舶的基本信息(标识,总长度和预计抵达时间),操作信息(操作持续时间和人力要求),成本信息(未分配成本、泊位成本和推迟停泊成本)。整个决策支持系统包括四个子系统:BAP,在线 BAP,起重机分配和装载计划以及存储计划。BAP 子系统首先在月泊船计划和泊船码头数据的基础上进行一个预规划(离线计划),为起重机分配子系统和装载计划子系统产生泊船计划。然后由于船舶行程的不确定性,BAP 应该可以根据船舶的在线计划迅速地重新编排计划。离线 BAP 和在线 BAP 子系统的核心部分都是以最小化总分配成本为目标的 BAP 优化引擎。

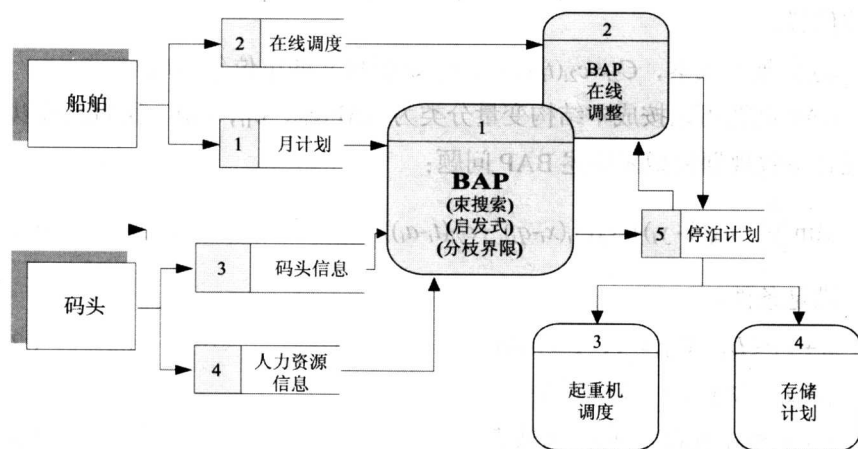


图 2 船舶规划决策支持系统

三、问题阐述

符号:

L : 泊船码头的长度。

船舶 $\{v_i | 1 \leq i \leq N\}$ 按它们的抵达时间增序排列, N 是船舶的数量。对于每艘船:

l_i : 包括出于安全因素考虑的船之间调整间隔在内的船舶的总长度;

a_i : 预计抵达时间;

d_i : 操作持续时间;

决策变量:

y_i : 当船舶 v_i 已被分配, $y_i=1$; 否则 $y_i=0$;

x_i : 分配的位置;

t_i : 分配的时间;

总成本: $C_i = C_{0i} + C_{1i} + C_{2i}$;

C_{0i} : 未分配成本, $C_{0i} = c_{0i}(1 - y_i)$, c_{0i} 表示未分配船舶 v_i 泊位的惩罚成本;

C_{1i} : 位置成本, $C_{1i} = c_{1i}(x_i - q_i)^+$, c_{1i} 是单位分配位置成本, q_i 是 v_i 的最优泊位位置;

C_{2i} : 延迟成本, $C_{2i} = c_{2i}(t_i - a_i)$, c_{2i} 是船只 v_i 的单位延迟成本。

BAP 问题可以按成本结构变量分类为 BAP(c_{0i} ; c_{1i} ; c_{2i})。我们通过以下的混合整数规划模型来描述 BAP 问题:

$$\text{Min} \sum_{i=1}^N c_{0i}(1 - y_i) + y_i(c_{1i}(x_i - q_i)^+ + c_{2i}(t_i - a_i)) \quad (1)$$

满足条件:

$$x_i + l_i \leq L, \quad \forall y_i = 1, \quad 1 \leq i \leq N \quad (2)$$

$$t_i \geq a_i, \quad \forall y_i = 1, \quad 1 \leq i \leq N$$

$$x_i + l_i \leq x_j \text{ 或者 } x_j + l_j \leq x_i \text{ 或者 } \quad (3)$$

$$t_i + d_i \leq t_j \text{ 或者 } t_j + d_j \leq t_i,$$

$$\forall y_i = y_j = 1, \quad i \neq j, \quad 1 \leq i, j \leq N \quad (4)$$

$$y_i \in \{0, 1\}; \quad x_i \leq 0; \quad t_i \leq 0, \quad \forall 1 \leq i \leq N \quad (5)$$

式子 (1) 是目标函数。式子 (2) 保证每个被分配船只的位置不会超出码头的长度。式子 (3) 表示分配工作不能早于每艘船的抵达时间。式子 (4) 表明船与船之间不能互相交叠。式子 (5) 提出了决策变量。

一艘船 v_i 的状态可以用一个三元组 (y_i, x_i, t_i) 表示。因此, 分配计划可以用一个包括所有 N 艘船状态的向量表示, 如 $((y_1, x_1, t_1), (y_2, x_2, t_2), \dots, (y_i, x_i, t_i))$ 。于是, BAP 问题就可以转化为一个多阶段决策过程, 它包括 N 个步骤, 其中为每一艘船进行泊位决策就可以看成是一个步骤。

现在, 我们可以用动态规划来为以上的多阶段决策过程建模。动态规划中的一个状态被定义为 $S((y_1, x_1, t_1), (y_2, x_2, t_2), \dots, (y_i, x_i, t_i))$, 表示前 i 艘船的部分解决方案。因此, 动态规划模型可以用以下表达式表示, 初始状态是 $S(\Phi)=0$ 。显然, 列出阶段 i 的所有可行状态 (y_i, x_i, t_i) 是很耗费时间的。

$$S((y_1, x_1, t_1), (y_2, x_2, t_2), \dots, (y_i, x_i, t_i)) = \min_{\forall \text{ feasible } (y_i, x_i, t_i)} S((y_1, x_1, t_1), (y_2, x_2, t_2), \dots, (y_{i-1}, x_{i-1}, t_{i-1})) + c_{0i}(1-y_i) + y_i(c_{1i}(x_i - q_i)^+ + c_{2i}(t_i - a_i))$$

定义 1: 码头邻近集是一系列水平面 (分配的位置) 互相连接的船舶。

定义 2: 时间邻近集是一系列垂直面 (抵达时间) 互相连接的船舶。

例如在图 3 中说明的分配计划中, 船 v_1 和 v_3 是在同一个码头邻近集。同时, 船 v_1 和 v_2 是在同一个时间邻近集。

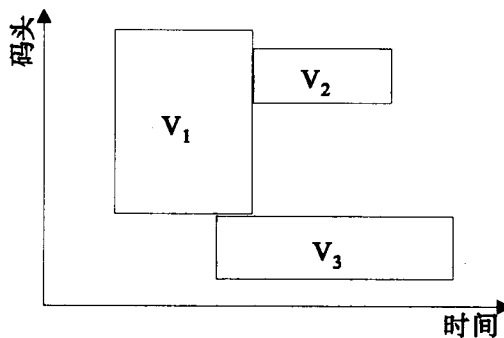


图 3 码头邻近集和时间邻近集的对比图例

四、随机束搜索

人工智能里有很多搜索策略。广度优先搜索 (BFS) 在搜索树中首先扩展了最浅的结点。相反, 深度优先搜索 (DFS) 在搜索树中首先扩展了最深的结点。如果从任意一个当前结点到目标结点的预计剩余距离接近并且总是比真实剩余距离小, A^* 搜索很容易就可以找到最优解。如果我们仅从历史信息评价当前结点的优度, A^* 搜索就被退化成分支界限 (Branch & Bound) 搜索。B&B 搜索总是扩展到达一个开放结点的最短路径, 直到找到一条比到达开放结点的所有未完成路径更短的路径。

然而, 为了解决 NP 问题, 我们倾向于为大规模数据寻找次优解而非少量数据的最优解。不同于本地搜索, 禁忌搜索, 遗传算法, 模拟退火算法等一些启发式搜索算法, 束搜索是一种广度优先类型的启发式算法, 并一步一步往深处进行。不同于 BFS, 束搜索只扩展在每一级可能成功的结点。只有这些结点才被保留在束中, 为了提高效率, 其它的结点就被排除在外了。文献显示, 束搜索首先被应用在语音识别系统中 (Lowerre, 1976)。Ow 和 Morton (1988) 首先研究了解与其他启发算法一起解决调度问题的束搜索的绩效行为, 提出了束搜索的实现方法, 并提出了单机提前/拖期调度问题和 flow shop 延期惩罚调度问题的高质量解决方案。Nair 等 (1995) 发展了生产线设计问题的启发式算法。最近, Beradi 和 Ruszczynski (2005) 运用束搜索在概率约束下解决了随机整数问题。

图 4 中阐述束搜索的过程。随机束搜索从 B^1 (例如, b_1 系列初始化第一级的结点) 系列开始, 通过从第一级到第二级的邻域算子产生 R^2 系列的 r_2 个结点。在第二级,

步骤 1 : U^2 是通过粗选过程构造的 R^2 的子系列;

步骤 2 : B^2 是之后通过精选过程构造的 U^2 的子系列;

步骤 3 : B^2 中所有结点都被扩展构造下一级的 R^3 系列。

以上的评估 - 挑选 - 扩展过程被一级级地重复, 直到到达最后一级 (“N 级”)。系列 R^N 中的所有结点都是适合的解决方案, 而其中最好的将被返回