

最优合并构成的有序遗传算法

刘雅琴, 迟洪钦

(上海师范大学 理工信息学院, 上海 200234)

摘要: 在假设合并是独立的情况下, 采用有序的遗传算法(OBGA)作为随机搜索处理方法来识别最优合理算法, 与确定搜索算法(SPLIT)比较, 通过实验, 证实 OBGA 更有效。

关键词: 遗传算法; 合并结构; OBGA; SPLIT

中图分类号: TP302.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-5137(2001)04-0089-04

1 遗传算法简介

遗传算法是一类借鉴生物界的进化规律(适者生存, 优胜劣汰遗传机制)演化而来的随机化搜索最优解的方法, 它是由美国的 HOLLAND 教授1975年首先提出的, 其主要特点是有效地利用已有的信息直接对结构对象进行操作, 不要求求导和函数连续性的限定; 具有内在的隐并行性和更好的全局寻优能力; 采用概率化的寻优方法, 能自动获取和指导优化的搜索空间, 自适应地调整搜索方向, 不需要确定的规则。遗传算法的这些性质, 已被人们广泛地应用于组合优化、机器学习、信号处理、自适应控制和人工生命等领域, 它是现代有关智能计算中的关键技术之一。

2 遗传算法的表示及其步骤

在常规的遗传算法中, 表示方案是把问题的搜索空间中每一个可能的点表示成为确定长度的特征串, 表示方案的确定需要选择串长 L 和字母表规模 k 。二进制串是遗传算法中常用的表示方法, 适应值度量为群体中每个可能的确定长度的特征串指定一个适应值, 它经常是问题本身所具有的。控制遗传算法的主要参数有群体规模 N 和算法执行的最大代数 G , 次要参数有复制概率 P_r 、杂交概率 P_c 和变异概率 P_m 等参数。

遗传算法的主要步骤如下:

- (1) 随机产生一个由确定长度的特征串组成的初始群体。
- (2) 对串群体迭代地执行下面的步(a)和步(b), 直到满足停止准则。
 - (a) 计算群体中每个个体的适应值, 本文中对模型优化, 群体为各种参数不同的模型。
 - (b) 应用复制、杂交和变异算子产生下一代群体。

收稿日期: 2001-01-12

作者简介: 刘雅琴(1972-), 女, 上海师范大学理工信息学院99级研究生; 迟洪钦(1953-), 男, 上海师范大学理工信息学院副教授。

(3)把在任一代中出现的最好的个体串指定为遗传算法的执行结果,这个结果可以表示问题的一个解(或近似解)。

需要指出的是,遗传算法按不依赖于问题本身的方式作用在特征串群体上.遗传算法搜索可能的特征串空间以找到高适应值串,为了指导这个搜索,算法仅用到与在搜索空间中检查过的点相联系的适应值,不管求解问题的本身,遗传算法通过执行复制、杂交和偶尔的变异操作来完成它的搜索。

3 求解最优合并结构的有序遗传算法

3.1 概述

合并构成目前在多代理体系的研究中是个热点.最优合并结构识别问题即寻找最优代理合并,使总盈利达到最大.目前在假设合并是独立的情况下,确定搜索算法(SPLIT)在搜索最优合并结构中已有应用,本实验采用有序的遗传算法(order-based genetic algorithm)即OBGA,作为随机搜索处理方法来识别最优合并算法,并比较上述两种算法。

3.2 合并结构

合并结构是指在一定的条件下把许多代理合并成一个或多个结构.最优合并结构是指在所有的合并结构中,寻找一种搜索算法使总盈利达到最大.用状态图的层次来代表代理的个数.下图1是有4个代理的状态图.在图中,下一层元素可分解成上一层元素,最上层元素中每个结构是一个独立的元素,最下层是一个最大的合并结构。

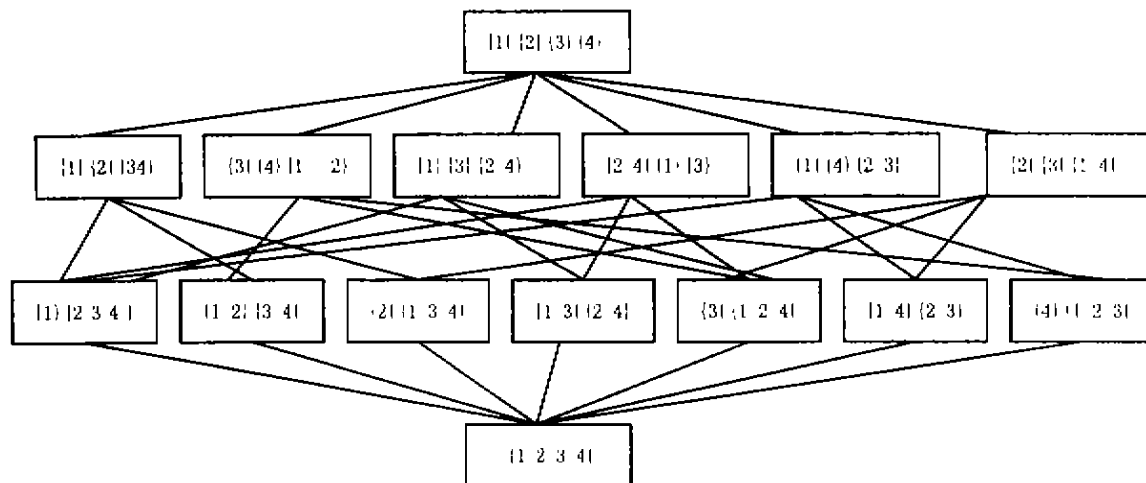


图1 4个代理的状态图

3.3 确定性合并结构算法(SPLIT)

确定性合并结构算法首先从状态图的底层开始搜索.显而易见,如果底层合并是最优结构,搜索代价最小,但是随着最优合并结构层数增加,这种算法的效率将大大下降。

3.4 基于次序的合并结构搜索算法

最优合并结构搜索问题是指在指数级搜索空间内的一个组合最优化的问题.只要在搜索空间内有一些规律可寻,例如,函数 V 不是任意的,则遗传算法可能发现其规律性,当然在寻找合并结构方面会更有效.遗传算法也有其缺点,它不能保证一定会找到最优结构,也不能保证找到的最优结构满足前提条件.下面讨论OBGA.首先有 n 个代理,从 $0, 1, 2, \dots, n-1$,再设 $n-1$ 个制造者.从

$n, n-2, \dots, 2n-2$. 这些制造者把 n 个代理构成不同的合并. 在这里遗传算法的长度定义为常数, 还利用了 GALIB 包 (<http://lancet.nit.edu/ga/>). 图2显示了遗传算法的结构和相应的合并结构.

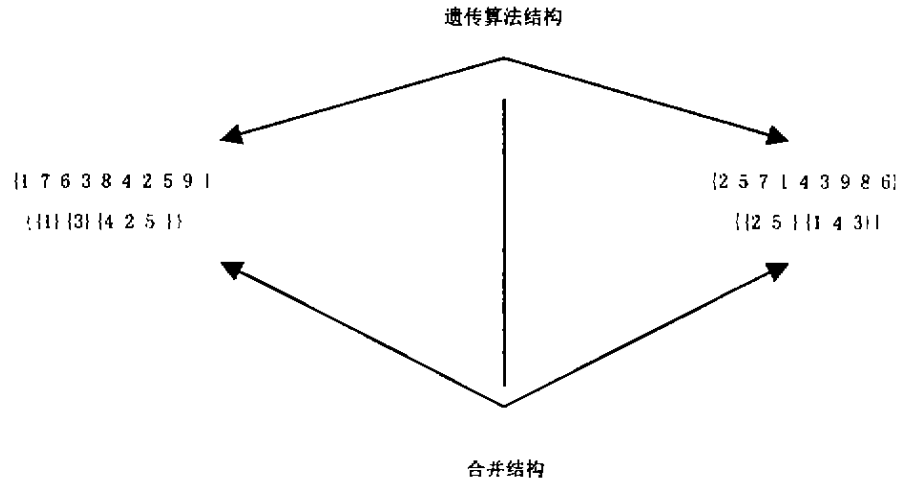
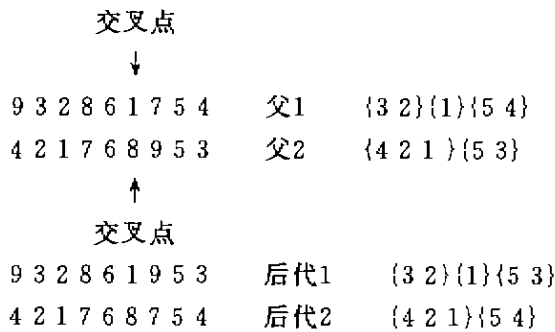


图2 遗传算法种群和显影的合并结构

在图中可以看到许多 GA 结构映射到相同的合并结构. 这样多对一的映射更好地提高了合并结构的效率. 首先我们来看一个简单的 GA 算法交叉算子.



可以看出, 后代1中3重复, 后代2中4重复, 导致产生不理想的合并结构. 利用边界再结合算子可以保证在后代中无重复现象.

4 实验与分析

实验主要比较 SPLIT 算法和 OBGA 算法应用于随机产生最优结构问题. 前提假设合并是独立的情况. 图1中, 最优合并方案可能在 n 层中任意一层出现, 构造了参数

$$V(CS) = C * \sum_{S \in CS} (\text{weight}(S) + \sum_a (a - \min S)),$$

$$\text{weight}(x) = x^2, \quad \text{if } 0 < x < k$$

$$\text{weight}(x) = (x - 2k)^2, \quad \text{if } k \leq x \leq 2 \times k$$

$$\text{weight}(x) = 0, \quad \text{其余}$$

上式中 k 代表每个合并是最优合并结构中需要的大小, 每一层可变, 例如有 10 个代理, 1, 2, ..., 10, k 取 2, $CS^* = \{(1 2 3 4 5)\{6 7 8 9 10\}\}$. OBGA 参数中, 种群大小取 50, 交叉概率为 0.8, 变异概率为 0.1, 迭代总计 1500 次, 实验结果如表 1.

表1 实验结果

K	SPLIT	OBGA
2	1208200	3500
3	80000	2500
4	2300	14500
5	100	5000

显而易见,随着 k 减少要找到最优合并结构,SPLIT 耗费指数级增加,在最优合并结构的搜索中,OBGA 更有效,当然条件是假设每个合并是独立的情况.

5 结 论

目前在多代理体系的研究中合并构成是个热点.最优合并结构识别问题即寻找最优代理合并,使总盈利达到最大.本文在假设合并是独立的情况下,采用有序的遗传算法作为随机搜索处理方法来识别最优合并算法,并与确定搜索算法相比较.最后通过实验,可见遗传算法更为有效.

参考文献:

- [1] HOLLAND J H. Adaptation and artificial system[M]. The University of Michigan Press, 1975.
- [2] LARSON K, SANDHOLM T W. Anytime coalition structure generation: An average case study[J]. In Proceeding of the third International Conference on Autonomous Agents, 1999, 121:40-47
- [3] SANDHOLM T W, LARSON K, ANDERSON O SHEHORY, TOHME F. Anytime coalition structure generation with worst guarantees[M]. AAA Press, MT Press, 1998.

Studies on the Optimal Coalition Structures of Order-based Genetic Algorithm

LIU Ya-qin, CHI Hong-qin

(College of Sciences, Engineering and Information, Shanghai Teachers University, Shanghai 200234, China.)

Abstract: Coalition formation is an active research area in multiagent systems. An order-based genetic algorithm (OBGA) is used as a stochastic search process to identify the optimal coalition structure. The performance of the OBGA is compared with a representative deterministic algorithm presented in literatures.

Key words: genetic algorithm coalition structures; OBGA; SPLIT