本地搜索和启发式算法

1. 启发式方法的背景

旅行商问题（TSP ）是在组合优化领域最杰出的和广泛的研究问题之一。从1993年到2001年中期，网络数据库上的运筹学和决策科学关于TSP的报告超过了150篇。这个问题在图论中可以得到如下叙述：令G –( V , A)是一个加权完全图，其中 V ={ v1 , v2 , . . . , vn} 是顶点集合，A = { ( vi ,vj) | vi , vj V} 是边或弧的集合。C = [c(vi,vj)] 是和A关联的一个 n \* n 的矩阵（距离矩阵），其中c(vi,vj)不能是代表边vi到vj的距离或成本，不能是负值，否则c(vi,vj) 无穷大。

当所有的c(vi,vj) = c(vj,vi) 并且 (vi,vj) 属于 A时，用无向图解决，否则为有向图。在有向图中，A里面的元素我们称为弧而不是边。无向图（或有向图）都包含类似于在图G中找到一条最短的哈密顿回路，这条哈密顿回路我们简短的称为回路。例如：在无向图G中，通常用边集E = { (vi ,vj)|}取代A,而在有向图中，距离满足三角不等式（c(vi,vj)+c(vj,vk)>= c(vi,vk) 对所有不同的 vi,vj,vk 属于V）是最需要深入研究的特殊问题，特别是V 是一组二维平面的点的集合 而c(vi,vj)是vi到vj之间的欧几里得距离。

最先进的精确解的算法（如果运行时间足够长，这种方法保证了最优的结果）一般可以在合理的计算时间内得到在1000个左右顶点的回路中的最优解，但是在解决大数据量的问题上遇到了困难，这种情况一般需要计算的工作量超过实用性。即使对于中等规模的问题，确切的方法仍需要大得多的计算时间比启发式算法，对于某一实例而言，确切的算法适用于寻找最优解或接近最优解的结果但花费的时间比启发式算法多得多。

对于TSP问题的算法大致可分为两类：创建回路程序，这种方法在构建回路时需要连续的加入回路外合适的点，从而形成一个回路的可行解；回路优化程序，这种方法先初始化一个随机的回路，在这个回路的上根据邻接关系来确定的邻域通过不断地迭代优化，从而得到一个更好的可行解。这两类相结合产生的复合程序通过应用到回路优化程序中尝试去获得一个比回路构建程序更好的解。通常，这个复合程序的成败在于初始回路的质量。

最新进展。在本地搜索方法的最新进展中已经设计出更强大的邻域结构去优化回路的解。这些进步主要关注在复合的邻域结构，这继承了点间相互依赖的移动，而不是简单的移动或独立的移动序列。另一方面，更复杂的邻里结构意味着操作次数更大，并且让算法的每一步操作都增加了开销。因此，一些研究已经验证了合并邻域策略的高效性，从而减少了在回路计算中的计算量。这些方法一般是可变深度的方法，其中每次迭代中的移动次数是动态确定的，而且通常从一次迭代变化到下一次迭代，这些方法的共同特征是一个向前看的过程，其中会产生移动相对较大的序列，每一步操作都会得到不同的实验结果，并能从中选取最优的实验结果。两种类型的可变深度邻域结构凸显出来：

1. 连接的邻里结构的代表有：

A Variable Neighborhood Search (VNS)

B Sequential Fan (SF) methods

C Filter and Fan (FF) methods

1. 非连接的邻里结构的代表有：

A Lin-Kernighan (LK) methods

B Chained and Iterated LK methods

C Ejection Chain (EC) methods

在TSP设置中，连接的邻域结构是经典的K-opt 和Or –opt 方法的例证，这种方法在每一步都会形成一个哈密顿回路的可行解。

In the TSP setting, connected neighborhood procedures are exemplified

at a simple level by classical /c-opt and Or-opt methods which keep

the Hamiltonian (feasible tour) property at each step. Variable depth

methods of these types consist of component moves that directly link

one tour to the next, thus generating streams of moves and associated

trial solutions. Conversely, the LK and EC methods consider sequences

of moves that do not necessarily preserve the connectivity of the tour,

although they enable a feasible tour to be obtained as a trial solution

by performing an additional move. Apart from this commonality, Lin-

Kernighan and Ejection Chains diff'er significantly in the form of the

intermediate (disconnected) structures that link one move to the next

in the sequence. LK methods rely on a Hamiltonian path as an intermediate

structure, while EC methods embrace a variety of intermediate

structures, each accompanied by appropriate complementary moves to

create feasible trial solutions.