

基于动态策略的最小权顶点覆盖问题局部搜索算法

Improving Local Search for Minimum Weight Vertex Cover by Dynamic Strategies.

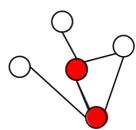
International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI) 2018

Shaowei Cai*, Wenyong Hou, Jinkun Lin, Yuanjie Li

Corresponding: caisw@ios.ac.cn; <http://lcs.ios.ac.cn/~caisw/>

问题背景

- 最小顶点覆盖问题 (MVC) 是一个著名的NP难组合优化问题, 给定一个图G, 顶点覆盖集是一个点集, 包含了G中每条边的至少一个端点, MVC问题旨在求得G的一个最小的顶点覆盖集。
- 最小权顶点覆盖问题 (MWVC) 是MVC的延伸问题, G中的每个节点都有一个权重, MWVC问题旨在求得一个权重最小的顶点覆盖集。



MVC

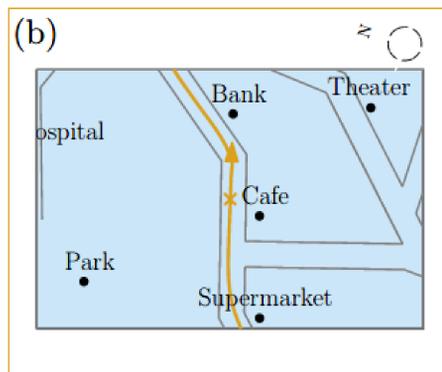
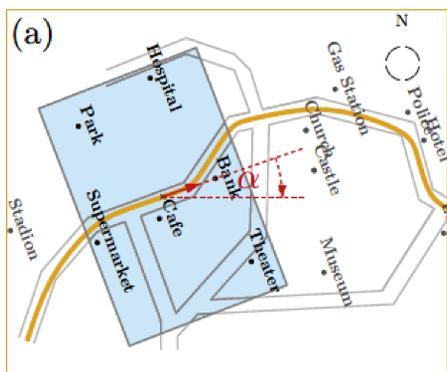


MWVC

- MWVC有很多的实际应用, 特别是, 最近提出的地图标注问题可以转化成MWVC的互补问题进行求解。
- 由于MWVC的NP难性, 多数研究致力于近似算法的设计。其中, 局部搜索算法受到了较多关注。

研究动机和贡献

- 针对大规模图的MWVC算法研究尚未成熟, 算法效率还有很大的提升空间。
- 之前的测试集, 实例中的节点权重多为随机生成的, 不具有实际意义。
- 地图标注问题 (Map Labeling) 是制图学和计算几何学中重要的研究领域, 可被建模为最大权独立集问题 (MWIS)。而MWIS是MWVC的互补问题, 这启发我们, MWVC算法也许是地图标注问题的一个新的求解思路。
- 挑战问题: 如何为大规模地图标注问题的设计高效的MWVC算法进行求解?
- 贡献:** 首次将MWVC算法运用于地图标注问题, 在地图标注的常用测试集上, 比之前其他解决地图标注的方法达到更好的效果。其中最大的实例包含几万个点, 和6千万条边 (即约束)。



问题: 选择合适的标签, 使得用户获得最多引导, 同一个时间段不能选择两个重叠的标签。

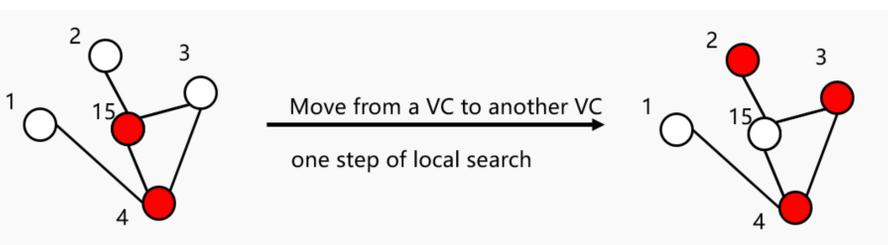
建模:

- 基本单元为 (标签, 单元时间段) 二元组, 每个二元组对应一个点, 冲突的点之间连一条边, 建立冲突图模型。

→ 最大加权独立集问题: 找出权值最大的顶点集合, 集合中任何两个点不能有边相连。

→ 图的顶点集合 减去 一个顶点覆盖集合, 得到一个独立集合, 所以问题可转为最小加权顶点覆盖问题进行求解。

MWVC的局部搜索算法



MWVC局部搜索算法的基本操作: swap

提出两个动态策略

- DynamicChoose:** 通过动态调用“探索性”的和“确定性”的scoring function, 充分发挥二者互补的优势, 使节点的选择更加准确。
- DynamicMove:** 通过动态决定移除的节点数, 使每一次迭代都产生更合适的搜索范围。

	原先的算法	我们的算法
选择节点	采用单一的scoring function	两种scoring function, 动态调用
移除节点	固定地移除1或2个节点	动态地决定移除节点数

```

choose a vertex  $w$  with minimum  $loss$  from  $C$ ,
breaking ties in favor of the oldest one;
 $C \leftarrow C \setminus \{w\}$ ;
 $u \leftarrow \text{DynamicChoose}(no\_improve, \alpha)$ ;
 $C \leftarrow C \setminus \{u\}$ ;
 $R \leftarrow \{w, u\}$ ;
 $\text{DynamicMove}(N(R))$ ;

```