

规则 2. 当某地降水量为 E3 等级即处于 [179.6, 218.9] 时, 路面容易也出现轻微的车辙问题.

规则 3. 当某地降水量为 E3 等级即处于 [179.6, 218.9] 时, 同时温度为 T2 等级即处于 [11.6, 15.8] 时, 更容易出现 L1 等级的轻微车辙问题. 也就是当降水量为 E3 时, 轻微的车辙问题更容易在温度为 [11.6, 15.8] 之间发生. 或者当温度为 T2 等级即 [11.6, 15.8] 时, 轻微的车辙问题更容易在降水量为 [179.6, 218.9] 的地方发生.

4.2 环境交通因素对路面平整度关联规则挖掘

利用改进的 Apriori 算法取最小支持度 *min-sup* 为 20%, 最小置信度 *min-con* 为 60%, 进行影响因素和路面平整度数据的关联规则挖掘. 得到各个频繁项集和其对应的支持度和置信度如表 8.

表 8 频繁多项集

多项集类型	多项集	支持度
频繁一项集	M1	0.3333
	O2	0.25
	O1	0.3333
	M2	0.5
	P3	0.4167
	O3	0.25
频繁二项集	N1	0.3333
	N2	0.3333
	{N1, M1}	0.3333
	{P3, N2}	0.3333
频繁三项集	{P3, M2}	0.3333
	{N2, M2}	0.3333
	{P3, N2, M2}	0.3333

其中的强关联规则如表 9.

将表 9 结果转化成柱状图如图 10.

表 9 满足最小支持度的关联规则及其置信度

规则	置信度
N1→M1	1.0
M1→N1	1.0
N2→P3	1.0
P3→N2	0.8000
P3→M2	0.8000
M2→P3	0.6667
N2→M2	1.0
M2→N2	0.6667
{P3, N2}→M2	1.0
{N2, M2}→P3	1.0
{P3, M2}→N2	1.0
M2→{P3, N2}	0.6667
N2→{P3, M2}	1.0
P3→{N2, M2}	0.8000

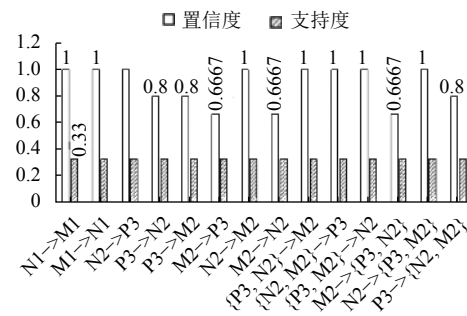


图 10 强关联规则支持度和置信度柱状图

根据因变量为 N 可以筛选出强关联规则如表 10.

表 10 强关联规则及其置信度和支持度

规则	强关联规则	置信度	支持度
1	M1→N1	1.0	0.333
2	P3→N1	0.799	0.333
3	M2→N2	0.666	0.333
4	P3, M2→N2	1.0	0.333

规则 1 和规则 2 是关于 N1 的强关联规则. 根据前文等级设定, 规则 1 说明当年平均日交通量为 M1(辆)等级即处于 [540, 810] 之间时容易出现 N1 等级轻微情况的路面平整度问题. 规则 2 说明当年平均温度 (°C) 为 P3 等级即处于 [16.8, 17.4] 相对较低的温度时, 路面易出现轻微的平整度问题.

规则 3 和规则 4 是关于两条关于 N2 的关联规则, 规则 3 说明当年平均日交通量 (辆) 为 M2 即处于 [1300, 1550] 相对较高时, 路面更容易出现 N2 等级的一般的平整度问题. 规则 4 说明在年平均温度 (°C) 为 P3 等级即处于 [16.8, 17.4] 相对较低的温度时, 在平均日交通量 (辆) 为 M2 即处于 [1300, 1550] 的路面更易出现一般的平整度问题.

4.3 道路养护管理建议

根据以上分析结果, 结合我国现状提出几点合理的养护管理建议:

1) 在对于不同气候条件的地方可以采取不同的措施来预防养护路面的破损情况. 如当气温较高时可以适当地洒水降温来降低路面温度, 降水量较大时可以适当地去帮助排水.

2) 加强对交通流量大的路段的日常保养, 及时修复损坏部分, 使公路及其沿线设施的各部分均保持完好、整洁、美观, 保障行车安全、舒适、畅通.

3) 采取正确的工程技术措施, 周期性地进行中修, 延长公路的服役年限, 以节省资金.

4) 对原标准过低或留有缺陷的路线、构造物、路面结构、沿线设施进行改善和补建, 逐步提高公路的使用质量、服务水平和抗灾能力。

5) 无论是关于道路修补的原材料, 还是施工的技术都应加强监督力度, 同时对于路面的检测验收也要严格采用国际统一标准。

5 总结

本文首先探讨了路线损坏情况的主要影响因素, 针对 Apriori 算法耗时及复杂度高的缺点, 提出一种不产生候选集的方法来产生频繁集的改进 Apriori 算法, 通过对比实验证明, 改进的算法在不同情况下都能保持良好的性能。之后使用改进的算法对路面损坏情况指标及其影响因素进行关联分析, 得到之间的强关联规则, 基于强关联规则得出不同环境下路面损坏情况的主要影响因素。相比于传统的分析方法, 本文使用的关联规则算法不仅能够对路面状况的影响因素进行定性分析而且能够定量地指出在不同情况下路面出现不同损坏情况的可能性, 能够对路面养护提供科学可靠的支持, 可为路面养护部门提供合理的养护建议与数据支撑。

参考文献

- 1 尹蕊, 王治, 王连伟, 等. 公路路面病害成因分析及防治措施. 河南建材, 2018, (5): 73-76, 81. [doi: 10.3969/j.issn.1008-9772.2018.05.042]
- 2 王萌. 高寒地区机场道面病害及其防治研究 [硕士学位论文]. 广汉: 中国民用航空飞行学院, 2018.
- 3 牛猛. 关联规则的基本研究. 河北工程大学学报(社会科学版), 2016, 33(2): 114-117.
- 4 张绍阳, 马玉兰, 王选仓. 基于关联分析的路面病害成因确定方法. 中国公路学报, 2008, 21(2): 98-103. [doi: 10.3321/j.issn:1001-7372.2008.02.019]
- 5 李丽苹. 基于预防性养护概念的水泥砼路面板底脱空处治技术研究 [硕士学位论文]. 南京: 东南大学, 2015.
- 6 陈井霞. 基于矩阵的关联规则挖掘改进算法. 电子技术与软件工程, 2014, (6): 210.
- 7 Zhang CB, Zhao Y, Li TT, *et al.* A post mining method for extracting value from massive amounts of building operation data. *Energy and Buildings*, 2020, 223: 110096. [doi: 10.1016/j.enbuild.2020.110096]
- 8 Huang CX, Huang X, Fang Y, *et al.* Sample imbalance disease classification model based on association rule feature selection. *Pattern Recognition Letters*, 2020, 133: 280-286. [doi: 10.1016/j.patrec.2020.03.016]
- 9 Liu JY, Shi DL, Li GN, *et al.* Data-driven and association rule mining-based fault diagnosis and action mechanism analysis for building chillers. *Energy and Buildings*, 2020, 216: 109957. [doi: 10.1016/j.enbuild.2020.109957]
- 10 Nie MX, Li YL. Application of association rules in analysis of pavement performance attenuation factor. *Proceedings of the 2019 2nd International Conference on Mechanical, Electronic and Engineering Technology*. Xi'an, China. 2019. 506-512.
- 11 邱欣, 洪皓珏, 杨青, 等. 基于 APRIORI-GBDT 算法的沥青路面路表温度预测. 公路交通科技, 2019, 36(5): 1-10, 19.
- 12 梁斌. 路面损坏计算方法和评定标准研究. 北方交通, 2020, (5): 71-74.
- 13 龙小勇, 蔡良才, 沈勇, 等. 基于关联规则挖掘的水泥混凝土道面综合病害关系研究. 西华大学学报(自然科学版), 2019, 38(5): 1-11. [doi: 10.3969/j.issn.1673-159X.2019.05.001]
- 14 Gopalakrishnan K, Agrawal A, Ceylan H, *et al.* Knowledge discovery and data mining in pavement inverse analysis. *Transport*, 2013, 28(1): 1-10. [doi: 10.3846/16484142.2013.777941]