

基于Sobel算子的轮胎整周PGM图自动生成程序设计

葛超, 张晓鹏, 李亚东, 李红卫

[特拓(青岛)轮胎技术有限公司, 山东 青岛 266061]

摘要:以Matlab为开发平台、Sobel算子理论为基础,设计程序辨识并提取PGM图中的单个节距花纹信息,根据输入参数,结合轮胎整周PGM花纹图自身的特点,自动生成并优化轮胎整周PGM花纹图。与UG软件中二次开发的扫描程序生成的PGM图相比,该程序最终生成的轮胎整周PGM花纹图的噪声仿真误差在1%以内,效率提升10倍左右。

关键词:轮胎;噪声仿真;PGM图;Sobel算子;仿真误差;效率

中图分类号:TQ336.1⁺1

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2020)08-0465-05

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2020.08.0465



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

随着欧盟提出新轮胎标签法、美国等国家和地区设置“双反”税令等贸易壁垒及国内环保要求越来越严格,我国轮胎行业正面临越来越严酷的生存环境。噪声是轮胎性能的一项重要指标,加强对轮胎噪声及其相关领域的研究有利于推动我国轮胎行业的自主研发能力提升^[1]。PPA(Pattern Performance Analysis)作为一款专业的轮胎噪声仿真软件,已经广泛应用于轮胎产品设计,我公司已应用其辅助设计出几十款低噪声轮胎产品,形成了自己的一套轮胎噪声仿真体系^[2-4]。同时为了提升PPA的仿真效率及便捷性,相关程序的开发工作持续进行,通过轮胎有限元仿真接地印痕边缘提取程序^[5],建立了轮胎有限元仿真与PPA轮胎噪声仿真联合并行仿真体系。本工作在上述体系的基础上,以Matlab为开发平台、Sobel算子理论为基础,设计轮胎整周PGM(Portable Gray Map)图自动生成程序,提高前期PPA所需模型的建模效率,大大提升轮胎噪声仿真效率。

Sobel算子是离散性差分算子,用于运算图像亮度函数的灰度近似值,包含两组 3×3 的矩阵,分别对应横向和纵向,与图像作平面卷积,即可分别得出横向和纵向的亮度差分近似值(G_x, G_y),其计算公式为

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & +1 \\ -2 & 0 & +2 \\ -1 & 0 & +1 \end{bmatrix} \cdot P_c \quad G_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ +1 & +2 & +1 \end{bmatrix} \cdot P_c$$

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2}$$

式中, P_c 代表PGM图对应位置的灰度值, G 代表通过Sobel算子计算得到的新的灰度值。

1.2 程序算法流程

将原始PGM图进行Sobel算子计算得到新的PGM图。某节距原始灰度图与Sobel算子计算的PGM图对比如图1所示。



(a) 原始灰度图



(b) Sobel算子计算图

图1 某节距原始灰度图与Sobel算子计算的PGM图对比

1 程序及算法介绍

1.1 Sobel算子理论

Sobel算子理论主要用于边缘检测技术。

作者简介:葛超(1989—),男,山东青岛人,特拓(青岛)轮胎技术有限公司工程师,硕士,主要从事轮胎噪声仿真预测和结构力学性能仿真研究工作。

E-mail:chao.ge@tta-solution.com

度值,则将拼接位置灰度值修改为其上下2~3个像素的灰度值。

2 自动生成程序与扫描程序分析结果对比

为了验证程序生成PGM图的效率及准确度,以TTA-2255516(花纹1)、TTA-2856018(花纹2)和TTA-2555518(花纹3)为研究对象进行以下三方面的对比。

2.1 整周PGM图外观

扫描程序与自动生成程序生成的PGM图局部外观对比如图6—8所示。

从图6—8可以看出,自动生成程序生成的PGM图外观无明显缺陷,与扫描程序生成的PGM图无明显差异。

2.2 整周PGM图仿真结果误差

扫描程序与自动生成程序生成的PGM图的花纹噪声和1/3倍频噪声对比如表1所示。

从表1可以看出,两种程序生成的PGM图的花纹噪声和1/3倍频噪声的相对误差均在1%以内。

印痕范围内花纹整体噪声能量对比如图9所示,1/3倍频噪声对比如表2所示。

从图9和表2可以看出,扫描程序与自动生成程序生成的PGM图的频谱特性基本无差异。

2.3 整周PGM图生成效率

扫描程序与自动生成程序生成PGM图用时对



(a) 扫描程序



(b) 自动生成程序

图6 花纹1两程序生成的PGM图局部外观对比



(a) 扫描程序



(b) 自动生成程序

图7 花纹2两程序生成的PGM图局部外观对比



(a) 扫描程序



(b) 自动生成程序

图8 花纹3两程序生成的PGM图局部外观对比

表1 扫描程序与自动生成程序花纹噪声与1/3倍频噪声对比

方 案	花纹噪声/dB	花纹噪声相对误差/%	1/3倍频噪声/dB	1/3倍频噪声相对误差/%
花纹1				
扫描程序	63.0		69.1	
自动生成程序	63.0	0	69.0	+0.14
花纹2				
扫描程序	67.6		65.0	
自动生成程序	67.6	0	65.1	-0.15
花纹3				
扫描程序	66.2		68.0	
自动生成程序	66.1	+0.15	68.1	-0.15

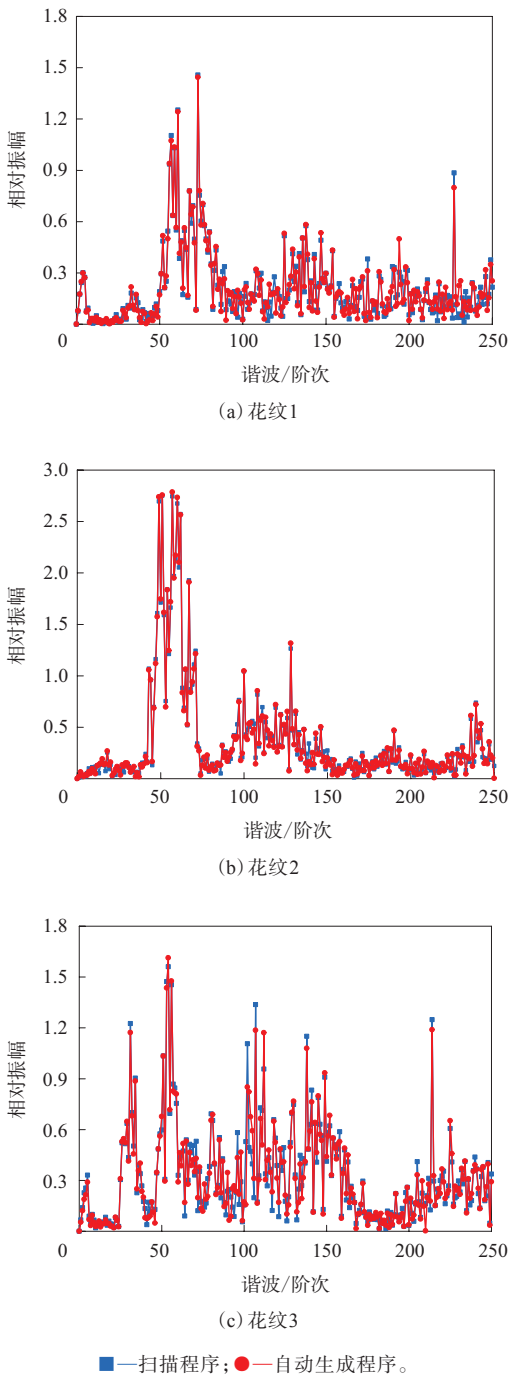


图9 印痕范围内花纹整体噪声能量对比

比如表3所示。

从表3可以看出,与扫描程序相比,自动生成程序生成PGM图的效率可以提升10倍左右。

3 结论

(1) 自动生成程序生成的PGM图外观无明显

表2 印痕范围内1/3倍频噪声对比						dB	
频率/Hz	花纹1		花纹2		花纹3		
	扫描程序	自动生成程序	扫描程序	自动生成程序	扫描程序		自动生成程序
160	1.2	2.6	10.4	12.4	12.1	11.5	
200	6.2	7.6	14.9	11.9	22.1	20.7	
250	12.9	12.9	18.7	18.9	40.7	40.6	
315	24.5	25.6	25.8	23.3	40.9	41.0	
400	32.9	33.3	38.5	37.6	36.7	37.0	
500	27.7	27.3	53.9	53.8	52.1	51.9	
630	45.8	45.9	58.2	58.5	60.5	61.4	
800	62.4	62.0	57.1	57.2	62.1	62.3	
1 000	65.2	65.2	58.2	58.3	60.1	60.1	
1 250	61.2	61.1	55.5	55.0	62.7	62.4	
1 600	56.4	57.1	56.0	55.7	53.0	52.6	
2 000	55.2	55.1	49.4	50.5	51.8	52.1	
2 500	57.1	57.1	54.0	54.5	49.6	49.7	
3 150	55.6	55.9	37.1	37.1	48.1	48.1	
1/3倍频	69.1	69.0	65.0	65.1	68.0	68.1	

表3 扫描程序与自动生成程序生成PGM图用时对比			
方 案	生成PGM图用时/s		效率提升倍数
	扫描程序	自动生成程序	
花纹1	2 466	262	9
花纹2	1 682	137	12
花纹3	2 171	255	9

缺陷,且相对扫描程序生成的PGM图,外观无明显差异。

(2) 相对扫描程序生成的PGM图,自动生成程序生成的PGM图的噪声仿真误差在1%以内,且频谱特性无明显差异。

(3) 在不计算前期三维建模所节省时间的基础上,自动生成程序的效率比扫描程序提升10倍左右。

(4) 自动生成程序为节距排列软件与PPA的融合奠定了一定的基础。

参考文献:

[1] 王国林,乔磊,周海超,等.基于有限元仿真的载重子午线轮胎降噪方法研究[J].橡胶工业,2019,66(4):243-248.

[2] 张晓鹏,田健,陈虎,等.PPA噪声分析软件在轮胎花纹优化设计中的应用[J].轮胎工业,2016,36(5):273-276.

[3] 宿晓峰,付平,丁忠军,等.基于Abaqus软件的轮胎有限元模型建立及仿真分析[J].橡胶工业,2019,66(2):121-127.

[4] 朱家顺,葛超,张晓鹏,等.基于TTA噪声数据库的花纹噪声仿真分析[J].轮胎工业,2018,38(6):323-327.

[5] 葛超,张晓鹏,李亚东,等.轮胎有限元仿真直接地印痕边缘提取程序设计[J].轮胎工业,2019,39(2):73-75.

收稿日期:2020-02-28

Design on Automatically Generating Program of Tire Whole-cycle PGM Based on Sobel Operator

GE Chao, ZHANG Xiaopeng, LI Yadong, LI Hongwei

[TTA (QingDao) Tire Technology Alliance Co., Ltd, Qingdao 266061, China]

Abstract: Based on Matlab platform and Sobel operator theory, a program was designed to identify and extract the single pitch pattern information in the PGM diagram. According to the input parameters, combined with the characteristics of the tire whole-cycle PGM pattern, the tire whole-cycle PGM pattern was automatically generated and optimized. Compared with the PGM diagram generated by the scanning program developed in UG software, the noise simulation error of the PGM diagram generated by this program was less than 1%, and the efficiency was increased by about 10 times.

Key words: tire; noise simulation; PGM diagram; Sobel operator; simulation error; efficiency

益凯新材料有限公司化学炼胶30万t项目 建设正式启动

日前,益凯新材料有限公司化学炼胶30万t项目建设正式启动。这标志着化学炼胶绿色新材料EVE胶产业化驶入快车道,有望极大地提升橡胶轮胎产品性能,推动整个产业的快速迭代升级。

该项目落户青岛董家口经济区,由国家橡胶与轮胎工程技术研究中心主导规划,怡维怡橡胶研究院有限公司国际首创发明,益凯新材料有限公司承担工程化技术开发和产业化建设。

该项目采用自主研发、具有完全知识产权的新型化学炼胶技术,颠覆了橡胶行业百年来一直沿用的橡胶与填料物理干法混炼方式,突破了橡胶材料领域传统的经典磨损理论,并打破了困扰世界轮胎行业多年的“魔鬼三角”定律。化学炼胶30万t项目全部达产后,预计可达到百亿级产值规模。

中国石油和化学工业联合会副会长傅向升表示,化学炼胶技术的开发完全契合石化行业创新驱动和绿色发展的战略理念,化学炼胶产品制备的绿色轮胎在新能源汽车上的应用已表明其满足战略新兴产业发展要求。该技术的产业化建设和产能提升对提高石化行业尤其是化工新材料技术创新能力,助力行业高质量发展具有重大引领作用。

赛轮集团有限公司董事长袁仲雪表示,新型化学炼胶项目是多种新技术、新装备、新材料、新工艺、新产品的集成创新,它还将不断改良、优化和提升,进行产业链整合创新。

这一原始创新技术被誉为橡胶轮胎领域的“第4个里程碑”式的技术。应用该技术生产的绿色新材料EVE胶被业界赞誉为“液体黄金”。采用该材料制备的高性能轮胎,抗湿滑性能等级均达到了欧盟标签法规A级标准,滚动阻力指标达到B级甚至以上,同时耐磨性能指标也较传统轮胎提升了20%以上,综合性能达到世界领先水平。

EVE胶现已在橡胶轮胎行业内成功应用,并在国内外投放“液体黄金”半钢优质轮胎超过20万条,为多家主机厂供货。根据已完成的多款车型轮胎评价数据,多项主要性能指标超越原配轮胎。此外,应用该技术开发的全天候轮胎综合性能优异,冰地性能非常好,且耐磨性能提升40%以上,滚动阻力降低30%以上。

试验表明:在80 km·h⁻¹车速下,A级轮胎刹车距离较低等级的F级轮胎可缩短18 m,大大提升了安全性;对乘用车来说,轮胎滚动阻力由G级提升至B级,则汽车行驶10万km可减少油耗560 L,按照每升油价6元计算,车主可节省约3 360元的油费,平均每条轮胎节省840元油费。

(摘自《中国化工报》,2020-06-10)