

论文

高阶非线性薛定谔方程的分步小波方法

钟鸣宇¹, 刘东风², 胡长俊¹

1. 安徽理工大学 电气与信息工程学院 通信系,安徽 淮南 232001;
2. 南京信息职业技术学院,南京 210046

摘要:

用小波变换代替傅里叶变换解高阶非线性薛定谔方程,为高阶薛定谔方程的数值解提供了一种工具,提高了运算速度.本文分析了高阶非线性薛定谔方程分步解法的一般形式,选用Db10小波,得到了小波微分算子和色散算子对应的矩阵,得出了分步小波方法的算法公式.推导了色散算子和时域信号在小波域相乘的近似运算公式,说明了分步傅里叶方法比分步小波方法的复数乘法次数更多,同时说明了提高运算速度必须舍弃一定的运算准确度.最后以分步傅里叶方法为准,分析了分步小波方法的误差,结果表明:对于一阶孤子,分步小波方法与分步傅里叶方法间的相对误差在1.2%左右波动.

关键词: 非线性光学 分步小波方法 数值计算 Daubechies小波 微分算子

Numerical Analysis for High Order Nonlinear Optical Pulse Propagation on Slip-step Wavelet Method

ZHONG Ming-yu¹, LIU Dong-feng², HU Chang-jun¹

1. Anhui University of Science and Technology, Huainan, Anhui 232001, China;
2. Nanjing College of Information Technology, Nanjing 210046, China

Abstract:

Using wavelet transform to replace Fourier transform to solve higher-order nonlinear Schrodinger equation, provides it as another tool, it improves the operation speed. Analyzed the high-order nonlinear Schrodinger equation general solution form. By using Db10 wavelet, obtained the matrix corresponding to differential operator and dispersive operator, also obtained the split-step wavelet method algorithm formula. Derivate the dispersion operator and the signal in wavelet domain multiplied by the approximate calculating formula, the split-step Fourier method need more complex multiplication times than the split-step wavelet method, at the same time that increase the speed of operation cost the computation precision. Finally take the split-step Fourier method as standard, analyzed the split-step wavelet method error, the results show that, for the first order soliton, between the split-step wavelet method and split-step Fourier method relative error fluctuate around 1.2%.

Keywords: Nonlinear optics Slip-step wavelet method Numerical analysis Daubechies wavelet Differential operator

收稿日期 2011-11-02 修回日期 2012-04-09 网络版发布日期

DOI: 10.3788/gzxb20124108.0999

基金项目:

通讯作者:

作者简介:

参考文献:

- [1] AGRAWAL G P. Nonlinear fiber optics, third edition & application of nonlinear fiber optics[M]. JIA Dong-fang, YU Zhen-hong, transl. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2003: 34. 阿格拉瓦 G P. 非线性光纤光学原理及应用(第三版)[M]. 贾东方, 余震虹, 译. 北京: 电子工业出版社, 2003: 34.
- [2] LI Jun, HUANG De-xiu, ZHANG Xin-liang. Numerical analysis of fiber propagation model[J]. *Optoelectronic Technology & Information*, 2003, 16(2): 9-12. 李均, 黄德修, 张新亮. 光纤传输模型的数值计算研究[J]. 光电子技术与信息, 2003, 16(2): 9-12.
- [3] BEYLKIN G. On the representation of operators in bases of compactly supported wavelet[J]. *SIAM Journal Numerical Analysis*, 1992, 6(6): 1716-1740.
- [4] CHANG Sheng, LIANG Chang-hong. Computation of the moments of scaling function and the

扩展功能

本文信息

- Supporting info
- PDF(1352KB)
- HTML
- 参考文献

服务与反馈

- 把本文推荐给朋友
- 加入我的书架
- 加入引用管理器
- 引用本文
- Email Alert
- 文章反馈
- 浏览反馈信息

本文关键词相关文章

- 非线性光学
- 分步小波方法
- 数值计算
- Daubechies小波
- 微分算子

本文作者相关文章


- 钟鸣宇
- 刘东风
- 胡长俊

standard form of differential operator of the second order[J]. *Journal of Xidian University*, 1996, 23(1): 1-7. 常生,梁昌洪.尺度函数各阶矩及二阶微分算子标准形式计算[J].西安电子科技大学学报,1996,23(1): 1-7.

[5] ZHOU Tao. A numerical solution of differential equation based on wavelet[J]. *Mathematical Theory and Applications*, 2007, 27(1): 62-64. 周涛.小波在微分方程数值解上的应用[J].数学理论与应用,2007,27(1):62-64.

[6] 刘明才.小波分析及其应用[M].北京:清华大学出版社,2005:54.

[7] BEYLKIN G, COIFMAN R, ROKHLIN V. Fast wavelet transforms and numerical algorithms I[J]. *Communications on Pure and Applied Mathematics*, 1991, 44(2): 141-183.

[8] PIERCE I, REES P, SHORE K A. Wavelet operators for nonlinear optical pulse propagation[J]. *JOSA A*, 2000, 17(12): 2431-2438. 

[9] CHEN Hong-ping, WANG Jian, HE Guo-guang. Slip-step wavelet method for numerical simulation of optical pulse propagation[J]. *Acta Physica Sinica*, 2005, 54(6): 2779-2783. 陈宏平,王箭,何国光.光脉冲传输数值模拟的分步小波方法[J].物理学报,2005,54(6):2779-2783.

[10] HORIHATA S, RYOYA S. Wavelet analysis of envelope soliton interaction[J]. *Transactions of the Japan Society for Industrial and Applied Mathematics*, 2004, 14(4): 289-298.

本刊中的类似文章

1. 李文兵;赵国忠;王福合;周云松.半导体超晶格子带间跃迁光吸收理论研究[J].光子学报,2006,35(1): 61-64
2. 吕翎;赵鸿雁;邹成业.单模激光Haken-Lorenz系统的振荡解析解[J].光子学报,2006,35(8): 1179-1182
3. 姜其畅,苏艳丽,吉选芒.基于双光子光折变效应的非相干耦合灰光伏孤子族[J].光子学报,2011,40(4): 552-555
4. 谭鹏 郭康贤 路洪.加偏置电场的双曲线量子阱中的光整流效应[J].光子学报,2007,36(5): 812-815
5. 杨淑连.一种新型光纤压力传感器的设计[J].光子学报,2007,36(5): 838-841
6. 李国超,任谄,王新强,杨洪亮,陈经纬,蔡宁宁.适用于全光开关的[(C3H7)4N][Au(C3S5)2]三阶非线性光学性质研究[J].光子学报,2011,40(4): 547-551
7. 许洪涛;蔡志岗;王长顺.新型含偶氮聚合物薄膜表面微结构的刻写研究[J].光子学报,2006,35(3): 385-388
8. 张明 洪治 张嘉文 .Ce:BaTiO3中光折变光栅衍射效率上升现象及分析[J].光子学报,2007,36(4): 609-612
9. 吕翎;邹成业;赵鸿雁.非线性反馈控制单模激光Haken-Lorenz混沌系统[J].光子学报,2006,35(12): 1850-1855
10. 李宝铭;吴洪才;李晓奇;易文辉.烷氧基取代聚对苯乙炔三阶非线性光学性能[J].光子学报,2006,35(10): 1522-1525
11. 王向欣;王成;李邵;刘建胜;徐至展.脉冲啁啾对于阿秒脉冲的影响[J].光子学报,2005,34(5): 641-643
12. 李金萍;卢克清;赵卫;杨延龙;朱香平;过晓辉.有偏压中心对称光折变晶体中的屏蔽孤子[J].光子学报,2006,35(2): 257-260
13. 马再如;冯国英;陈建国;赵华君;李小东;王绍朋;朱启华.克尔效应对高斯光束质量M2因子的影响及抑制[J].光子学报,2006,35(4): 521-524
14. 刘伟青;施解龙;王奇;陈园园.时空非相干光孤子的传播和相干特性[J].光子学报,2006,35(4): 529-534
15. 姚鸣;朱卡的;袁晓忠;蒋逸文;吴卓杰.强耦合激子-声子系统中的三阶非线性光学系数的理论计算[J].光子学报,2005,34(10): 1480-1484

文章评论 (请注意:本站实行文责自负,请不要发表与学术无关的内容!评论内容不代表本站观点.)

反馈人	<input type="text"/>	邮箱地址	<input type="text"/>
反馈标题	<input type="text"/>	验证码	<input type="text" value="3784"/>
反馈内容	<input type="text"/>		