

本期目录 | 下期目录 | 过刊浏览 | 高级检索

[打印本页] [关闭]

微纳技术与精密机械

管道机器人无线电磁自适应定位技术

魏明生<sup>1,2</sup>, 童敏明<sup>1</sup>, 瞿斌<sup>3</sup>, 夏静<sup>4</sup>, 陆阳<sup>2</sup>

1. 中国矿业大学 信息与电气工程学院, 江苏 徐州 221008;
2. 江苏师范大学 物理与电子工程学院, 江苏 徐州 221116;
3. 中国矿业大学 机电工程学院, 江苏 徐州 221008;
4. 南京理工大学 机械工程学院, 江苏 南京 210094

**摘要：**针对金属管道机器人跟踪定位问题,提出了一种改进的自适应无线电磁定位方法,在未知管道几何尺寸和周围环境电磁参数的情况下实现了管道内机器人的三维定位。首先,通过磁偶极子模型分析了管道外极低频电磁场分布规律。其次,建立了六传感器接收天线的自适应定位模型,设计了电磁发射和接收电路,基于该模型推导出了含有6个未知数的非线性方程组,并分别采用3种算法对其进行了仿真分析。最后,分别对不同壁厚及不同埋藏深度管道进行了试验研究。试验结果表明,在管道壁厚为5.74 mm,埋藏深度为0.8~2 m的情况下,总位置误差的平均值小于18.7 cm,即比原模型减少了3.4 cm,满足机器人实际工作中的定位需要。

**关键词：**管道机器人 磁偶极子模型 阵列式传感器 跟踪 定位

Adaptive localization method based on wireless magnet sensors for pipeline robots

WEI Ming-sheng<sup>1,2</sup>, TONG Min-ming<sup>1</sup>, ZI Bin<sup>3</sup>, XIA Jing<sup>4</sup>, LU Yang<sup>2</sup>

1. School of Information and Electrical Engineering, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221008, China;
2. College of Physics & Electronic Engineering, Jiangsu Normal University, Xuzhou 221116, China;
3. School of Mechanical and Electrical Engineering, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221008, China;
4. School of Mechanical Engineering, Nanjing University of Science and Technology, Nanjing 210094, China

**Abstract:** For tracking and locating robots in the pipeline inspection accurately, a wireless adaptive location model was presented to realize the 3D position of robots without the geometrical sizes of pipelines and electromagnetic parameters of ambient medium. Firstly, extremely low frequency electromagnetic fields of pipelines were described by a magnetic dipole model. Then, an adaptive antenna positioning model based on six sensors was proposed and electromagnetic transmitter and receiver circuits were designed. Based on the model, a linear equation containing six unknown numbers was derived and three kinds of algorithms were used to analyze and simulate the equation. Finally, engineering experiments were performed on the pipes with different thicknesses and burial depths. The experiment on a pipe wall thickness of 5.74 mm and buried deep from 0.8 to 2 m shows that the average position error is 18.7 cm, which has been decreased by 3.4 cm compared with that of the original model. The results can satisfy the requirements of systems for non-contact, real time and adaptive location.

**Keywords:** pipeline robot magnetic dipole model sensor array tracking localization

收稿日期 2011-12-25 修回日期 2012-01-31 网络版发布日期 2012-04-22

基金项目:

国家自然科学基金国际合作重大项目(No.60910005);国家自然科学基金资助项目(No.50905179)

通讯作者: 童敏明 (1956-),男,浙江龙游人,教授,博士生导师,2000年于中国矿业大学获得博士学位,主要从事传感器检测技术等方面的研究。

E-mail: tmm2013@163.com

作者简介:

作者Email:

参考文献:

- [1] YANG W A, HU CH, MAO L, et al.. A new tracking system for three magnetic objectives[J]. *IEEE Transactions on Magnetics*, 2010, 46(12): 4023-4029. [2] 郭旭东, 严荣国, 颜国正. 胶囊内窥镜无线遥测定位的校正[J]. *光学精密工程*, 2010, 18(12): 2650-2655. GUO X D, YAN R G, YAN G ZH. Calibration method for wirelessly localizing capsule endoscopy[J]. *Opt. Precision Eng.*, 2010, 18(12): 2650-2655. (in Chinese) [3] 姜萍萍, 颜国正, 仓振杰, 等. 胃肠道内目标物电磁跟踪定位系统设计及试验研究[J]. *高技术通讯*, 2011, 21(5): 523-529. JIANG P P, YAN G ZH, CANG ZH J, et al.. Design and experimental study of an electromagnetic tracking and locating system for argets in GI tract[J]. *Chinese High Technology Letters*, 2011, 21(5): 523-529. (in Chinese) [4] QI H M, ZHANG X H, CHEN H J, et al.. Tracing and localization system for pipeline robot[J]. *Mechatronics*, 2009, 19(1): 76-84. [5] QI H M, YE J R, ZHANG X H, et al.. Wireless tracing and locating system for in-pipe robot[J]. *Sensors and Actuators A: Physical*, 2010, 159(1): 117-125. [6] DIPAK L, VALDIS V. *Applied Electromagnetics and Electromagnetic Compatibility*[M]. Beijing: China Machine Press. 2009, 6: 347-351. [7] YANG W A, HU C, MENG M Q H, et al.. A six-dimensional magnetic localization algorithm for a rectangular magnet objective based on a particle swarm optimizer[J]. *IEEE Trans. Magn.* 2009, 45(8): 3092-3099. [8] 臧洁, 唐加福. 能力约束下多产品物流网络系统决策模型及算法[J]. *东北大学学报(自然科学版)*, 2010, 31(2): 161-164. ZANG J, TANG J F. Decision model and solution for logistic network system of multi-products with capacity constraints[J]. *Journal of Northeastern University(Natural Science)*. 2010, 31(2): 161-164. (in Chinese) [9] 张勇, 巩敦卫, 张婉秋. 一种基于单纯形法的改进微粒群优化算法及其收敛性分析[J]. *自动化学报*, 2009, 35(3): 289-298. ZHANG Y, GONG D W, ZHANG W Q. A simplex method based improved particle swarm optimization and analysis on its global convergence [J]. *Acta Automatica Sinica*, 2009, 35(3): 289-298. (in Chinese) [10] 赵林海, 许俊杰, 刘伟宁, 等. 基于

Levenberg-Marquardt算法和广义S-变换的无绝缘轨道电路补偿电容的故障检测[J]. 控制理论与应用, 2010,27(12): 1612-1622. ZHAO L H, XU J J, LIU W N, *et al.*. Compensation capacitor fault detection method in jointless track circuit based on Levenberg-Marquardt algorithm and generalized S-transform[J]. *Control Theory & Applications*, 2010, 27(12): 1612-1622. (in Chinese)

本刊中的类似文章

1. 罗亚辉 蒋蕙 胡文武 吴畏.用于三点定位的激光发射追踪系统[J]. 光学精密工程, 2013,21(9): 2252-2259
2. 石照耀 张白 林家春 魏华亮 陈显民.特大型齿轮激光跟踪在位测量原理及关键技术[J]. 光学精密工程, 2013,21(9): 2340-2347
3. 熊芝 郝继贵 薛斌 赵子越.空间测量定位网络典型布局[J]. 光学精密工程, 2013,21(9): 2354-2363
4. 王丽佳 贾松敏 王爽 李秀智.采用改进Mean Shift算法的机器人行人跟踪[J]. 光学精密工程, 2013,21(9): 2364-2370
5. 郭宁 吕俊伟 邓江生.光电跟踪系统纯角度滤波器的设计[J]. 光学精密工程, 2013,21(7): 1818-1824
6. 张昔峰 黄强先 袁钰 黄帅.具有角度修正功能的大行程二维纳米工作台[J]. 光学精密工程, 2013,21(7): 1811-1817
7. 刘震 尚砚娜.多尺度光点图像中心的高精度定位[J]. 光学精密工程, 2013,21(6): 1586-1591
8. 亓波 陈洪斌 任戈 黄永梅 丁科 马佳光.100 km量子纠缠分发实验捕获跟踪技术[J]. 光学精密工程, 2013,21(6): 1628-1634
9. 张艳 张淑梅 乔彦峰.舰载光电设备参考模型扰动估的前馈控制[J]. 光学精密工程, 2013,21(5): 1213-1221
10. 陈远晟 裘进浩 季宏丽 Ronan Le Breton.基于双曲函数的Preisach类迟滞非线性建模与逆控制[J]. 光学精密工程, 2013,21(5): 1205-1212
11. 魏新国 徐佳 张广军.星敏传感器质心定位S曲线误差补偿[J]. 光学精密工程, 2013,21(4): 849-857
12. 郭俊杰 邱丽荣 王允 孟婕 高党忠.用于惯性约束聚靶丸测量的激光差动共焦传感器[J]. 光学精密工程, 2013,21(3): 644-651
13. 王耿 官春林 张小军 周虹 饶长辉.应变式微型精密压电驱动器的一体化设计及其PID控制[J]. 光学精密工程, 2013,21(3): 709-716
14. 王威立 郭劲 曹立华 陈娟.基于神经网络ELM数据融合的共轴跟踪[J]. 光学精密工程, 2013,21(3): 751-758
15. 徐涛 李博 刘廷霞 薛乐堂 陈涛.车载光电跟踪系统跟踪转台的初始标定[J]. 光学精密工程, 2013,21(3): 782-789