

管柱工具图例吸附于井眼轨迹的纹理贴图方法

张文东¹, 孙文斌¹, 孙恒²

(1. 中国石油大学(华东) 计算机与通信工程学院, 山东 青岛 266555;
2. 中海油信息科技有限公司北京分公司, 北京 100027)

摘要:石油采油行业中,大多数油田井型是各种带有弯曲分支及鱼骨的类型。而管柱图是石油行业的重要图件。在管柱图绘制中,很多管柱工具图例内部有许多其他的点、线(即内部花纹)构造,在轨迹弧段处不容易处理。为改善管柱图绘制的视觉效果,针对目前在管柱图绘制过程中存在的问题,引入纹理映射的思想,将实际的管柱工具图例纹理按照一定的纹理贴图方法吸附到井眼轨迹上,提出了一种管柱工具图例吸附于井眼轨迹的纹理贴图方法。该方法能方便地使管柱工具图例在弯曲的弧段处沿着井眼轨迹的切向方向弯曲,实现了各种管柱工具图例间的无缝拼接。实验结果表明,与现在普遍采用的矢量绘图法相比,采用所提出方法绘制的管柱图可以实现无缝衔接,具有更好的视觉效果。

关键词:管柱图绘制;纹理贴图;三段拼接法;两步纹理映射技术;井眼轨迹;无缝拼接

中图分类号:TP301

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2017)06-0191-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2017.06.040

Texture Mapping Method with String Tool Figures Adsorbed on Well Trajectory

ZHANG Wen-dong¹, SUN Wen-bin¹, SUN Heng²

(1. College of Computer and Communication Engineering, China University of Petroleum, Qingdao 266555, China;

2. Beijing Branch of CNOOC Information Technology Co., Ltd., Beijing 100027, China)

Abstract: The majority of oil well types are the ones with diverse bending branches and various fish bones in the oil production industry. String chart is a most important map in petroleum industry, in which there are many other points and lines (or inner texture pattern) to construct and many string tool figures at the arc trajectories are not easy to deal with. In order to improve the visual effect of drawing string charts, aiming at the existing problems in string charts drawing, introducing idea of texture mapping into practical operations for absorption of the legend on the well trajectory, a texture mapping method with string tool figures absorbed on the well trajectory has been put forward which is convenient to bend the string tool figure in arcs along the trajectory of the tangential direction to achieve seamless splicing between a variety of string tool figures. Experimental results show that compared with the widely used vector drawing method right now, the proposed method has achieved seamlessly drawing with better visual effects.

Key words: string chart drawing; texture mapping; three sections of stitching; two-step texture mapping technology; well trajectory; seamless splicing

0 引言

在油田井型中,只有很少一部分是直井,其他绝大部分是带有弯曲分支及鱼骨的各种井型,包括水平井、分支水平井、斜井、侧钻井、鱼骨井等。

在实际作图中,管柱图种类分为许多种,包括采油管柱图、注水管柱图、压裂管柱图、酸化管柱图、化堵管

柱图、防砂管柱图等。

目前,大多数管柱图绘制系统绘制的是直井管柱图,并没有考虑像斜井管柱图这样带有弯曲分支及鱼骨的油井管柱图。在管柱图绘制中,很多管柱工具图例内部有很多内部花纹构造,比如点和线构成的花纹,这些花纹在轨迹弧段处不容易处理。现在普遍采用的

收稿日期:2016-07-06

修回日期:2016-10-20

网络出版时间:2017-04-28

基金项目:国家科技重大专项大型油气田及煤层气开发(2011ZX05006-002)

作者简介:张文东(1963-),男,高级工程师,研究方向为数据库与信息系统、计算机图形处理;孙文斌(1991-),男,硕士,研究方向为计算机图形处理。

网络出版地址: <http://cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20170428.1703.050.html>

技术是矢量绘图方法,该方法对每一种管柱工具图例进行单独处理绘制,不能有效解决问题,并且很难实现用户自定义图例间的无缝拼接。

为此,提出了一种管柱工具图例吸附于井眼轨迹的纹理贴图^[1]方法,能够让管柱工具图例以纹理图片的形式通过一定的纹理贴图方法吸附到井眼轨迹上,有效地解决了管柱工具图例在弯曲的弧段处不能弯曲和管柱工具图例衔接存在断缝等问题。

1 基本原理及方法

1.1 管柱工具图例的绘制方法

通过参照《SYT 5952—2005 油气水井井下工艺管柱工具图例标准》进行管柱工具图例的绘制。在管柱图绘制过程中,弧段上侧和弧段外侧采用四点连线绘制四边形带,然后填充即可。而对于弧段的处理,采用的是三段拼接法^[2-3],弧段处的图例主要由三部分组成,包括圆心与轨迹交点上侧的直管柱、圆心角所对的弧段管柱以及圆心与轨迹交点外侧的直管柱。在管柱图绘制过程中,还需要判断图例的起始点以及终止点所处的坐标位置。通过下面的伪代码来描述管柱图绘制流程:

```
void DrawGraph ()
{
//如果图例的起始点在弧段之上
IF origin. y <= center. y
THEN IF end. y <= center. y
THEN DrawOnePart();
ELSE IF end. y in ArcPart
THEN DrawOnePart();
DrawSecondPart();
ELSE
THEN DrawOnePart();
DrawSecondPart();
DrawThirdPart();
//如果图例的起始点在弧段中
ELSE IF origin. y in ArcPart
THEN IF end. y in ArcPart
THEN DrawSecondPart();
ELSE
THEN DrawSecondPart();
DrawThirdPart();
//如果图例的起始点在弧段以外
ELSE THEN DrawThirdPart();
}
```

1.2 仿射变换

如果坐标变换的形式如下:

$$\begin{aligned} x' &= a_{xx}x + a_{xy}y + a_{xz}z + b_x \\ y' &= a_{yx}x + a_{yy}y + a_{yz}z + b_y \\ z' &= a_{zx}x + a_{zy}y + a_{zz}z + b_z \end{aligned} \quad (1)$$

则称该变换为仿射变换^[4]。每一个变换后的坐标 x' 、 y' 和 z' 是变换前坐标 x 、 y 和 z 的线性函数,而 a_{ij} 和 b_k 是由变换类型确定的参数。

平移变换、旋转变换、缩放变换、反射变换、错切变换可以看成是仿射变换的特例^[5],任何仿射变换都能够表示成这五种变换的组合。

1.3 两步纹理映射技术

两步纹理映射技术^[6-7]是一种独立于物体表示的纹理技术^[8]。两步纹理映射的核心就是引进了中介映射媒体,这个中介映射媒体可以是一个包围物体的中介三维曲面^[9]。纹理空间到物体空间的映射可以分为两个简单的映射复合,这个过程大体描述为:

(1)将二维纹理映射到一个简单的三维物体表面,比如球面、圆柱面、立方体表面等;

(2)将中介三维物体表面上的纹理映射到目标物体表面。

这两个部分可以称为 S-映射和 O-映射。

2 具体方法的实现

采用方法的实现步骤主要分为两个部分,第一部分是加载管柱工具图例纹理图像,并存入纹理数组;第二部分,在管柱图绘制时,需要分割纹理,然后把管柱工具图例纹理图像通过一定的纹理贴图方法吸附到井眼轨迹上。

2.1 加载纹理图像

纹理图像满足的一个条件就是图像的宽、高尺寸都是 2 的整数次方,这是由大多数图形接口要求的,并且考虑到计算机硬件处理的速度问题。

一般而言,纹理图像会采用含 alpha 通道^[10]的图片源文件(如 Targa 格式文件)。

首先要判断的是纹理图像的宽和高是否满足 2 的整数次幂要求。如果满足,则不作调整。如果纹理尺寸不符合条件,通过调用 glTexImage2D 函数,目的是申请 2 次方的纹理,然后调用 glTexSubImage2D 函数把实际的非 2 次方的纹理数据放进去,最后就是利用缩放纹理矩阵计算纹理坐标的变化因子。设置完后,纹理图像就可以在 $[0,1]$ 纹理坐标区间内按照 2 次方纹理使用了。

2.2 管柱工具图例纹理的分割和映射方法

根据管柱图绘制方法^[11-12],纹理分割与纹理映射也需要通过三段拼接法来处理。纹理贴图方法图解如图 1 所示。由于井下所有工具的下深是垂直向下计算

的,因此 A 点和 B 点的深度值为 y_3 , A 点和 B 点对应于点 (x_1, y_3) 和 (x_2, y_3) 。

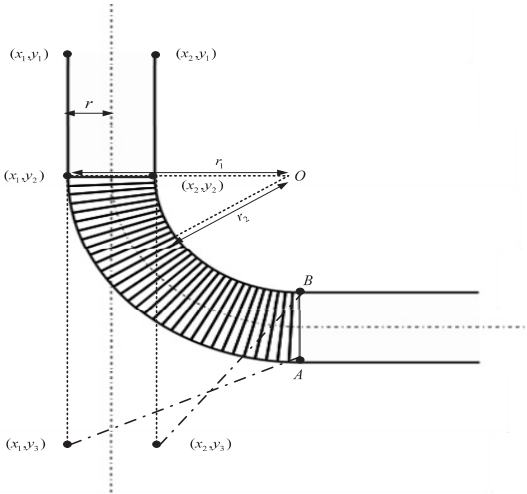


图1 纹理贴图方法图解

由于管柱工具图例采用的方法是三段绘制法,其中特别注意的是段与段之间的两个接缝处的纹理拼接问题,也就是这一段的纹理结束部分要与下一段开始时的纹理开头部分进行拼接,所以需要记录这段末尾处的纹理位置^[13]。通过下面三个部分说明这个过程:

在第一段,设纹理的高度为 cy , 纹理坐标与纹理高度的比相等于图例长度对应的纹理坐标与图例长度的比,可得:

$$\frac{1 - 0}{cy} = \frac{y}{y_2 - y_1} \Rightarrow y = \frac{y_2 - y_1}{cy} \quad (2)$$

由此可得第一段的映射关系,左侧为纹理坐标,右侧为图例坐标:

$$\begin{aligned} (0, 0) &\Rightarrow (x_1, y_1) \\ (1, 0) &\Rightarrow (x_2, y_1) \end{aligned}$$

$$(0, \frac{y_2 - y_1}{cy}) \Rightarrow (x_1, y_2) \quad (3)$$

$$(1, \frac{y_2 - y_1}{cy}) \Rightarrow (x_2, y_2)$$

管柱工具图例在弧段采用的方法是四边形带分割法,与之对应的纹理,也需要采用四边形带分割。

同时需要计算第一段纹理末端坐标点的小数部分,作为第二段纹理的起始坐标:

$$y' = \frac{y_2 - y_1}{cy} - \lfloor \frac{y_2 - y_1}{cy} \rfloor \quad (4)$$

在第二段,将弧段角 θ 进行 n 等份,每份对应的纹理长度为:

$$dy = \frac{r_1 \cdot \sin(\frac{\theta}{n})}{cy} \quad (5)$$

即在弧段四边形带中共有 n 条四边形,将纹理等比例映射到四边形带的每一条上,则四边形带上的第

$k(1 \leq k \leq n)$ 条边对应的纹理纵坐标为:

$$y'_k = \sum_{k=1}^n dy \quad (6)$$

由此可得第二段的映射关系,左侧为纹理坐标,右侧为图例坐标:

$$(0, y'_k) \Rightarrow (O_x + r_1 \cdot \cos(\frac{\theta}{n}), O_y + r_1 \cdot \sin(\frac{\theta}{n}))$$

$$(1, y'_k) \Rightarrow (O_x + r_2 \cdot \cos(\frac{\theta}{n}), O_y + r_2 \cdot \sin(\frac{\theta}{n})) \quad (7)$$

同时需要计算第二段纹理末端坐标点的小数部分,作为第三段纹理的起始坐标:

$$y'' = y'_k - \lfloor y'_k \rfloor \quad (8)$$

在第三段,管柱工具图例的绘图方法与第一段相同,只是采用了平移、旋转矩阵进行了仿射变换。因此,可以继续使用第一段的图例坐标进行描述,左侧为纹理坐标,右侧为图例坐标:

$$\begin{aligned} (0, y'') &\Rightarrow (x_1, y_1) \\ (1, y'') &\Rightarrow (x_2, y_1) \end{aligned}$$

$$(0, \frac{y_2 - y_1}{cy}) \Rightarrow (x_1, y_2) \quad (9)$$

$$(1, \frac{y_2 - y_1}{cy}) \Rightarrow (x_2, y_2)$$

3 实验及结果分析

采用矢量绘图法绘制的斜井管柱图如图2所示,图中弧段所示的水力泵无法与前后其他管柱工具图例进行良好的拼接,这是由斜井段所示的水力泵在其中心点处与弧段切线方向平行,图例自身比例尺寸和在弧段不能弯曲等原因造成。

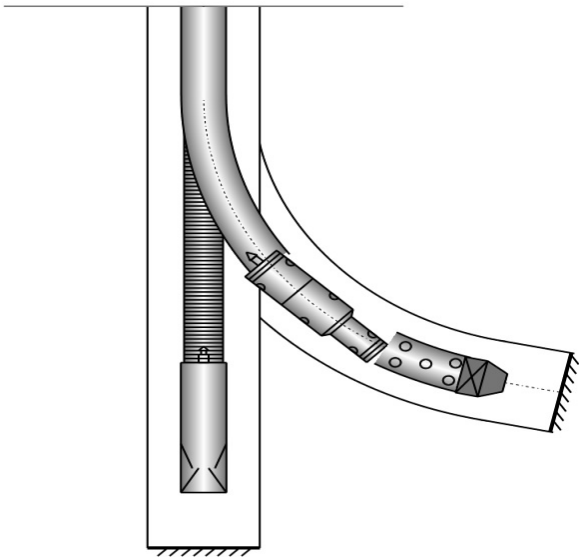


图2 矢量绘图法绘制的斜井管柱图
采用一定的纹理贴图方法绘制的斜井管柱图如图

3 所示。

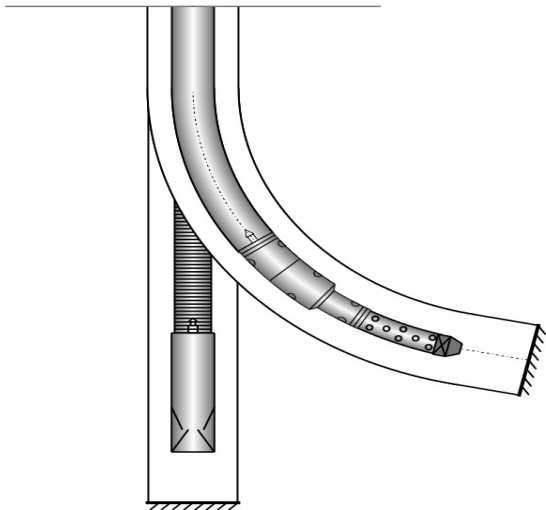


图 3 采用纹理贴图方法绘制的斜井管柱图

可以明显看出,图中斜井段所示的水力泵的每一点都与弧段轨迹的切线方向^[14]平行,与前后管柱工具图例良好地拼接在一起,实现了图例间的无缝拼接。

从实验结果的对比可以看出,采用一定的纹理贴图方法绘制的管柱图效果要明显好于矢量绘图法绘制的管柱图效果。

4 结束语

为改善管柱图绘制的视觉效果,针对目前在管柱图绘制过程中存在的问题,提出了一种管柱工具图例吸附于井眼轨迹的纹理贴图方法,有效解决了管柱图绘制过程中管柱工具图例在弯曲弧段处不能弯曲和管柱工具图例间的衔接出现断缝等问题。实验结果表明,与现在普遍采用的矢量绘图法相比,采用提出方法绘制的管柱图可以实现无缝衔接,具有更好的视觉效果。

下一步的研究重点是图库的扩充,需要完善的是增加管柱工具图例纹理图片库编辑功能,使用户可以按

照图例标准手动绘制纹理图片。

参考文献:

- [1] 姜翰青,王博胜,章国锋,等. 面向复杂三维场景的高质量纹理映射[J]. 计算机学报,2015,38(12):2349-2360.
- [2] 隋义勇,刘超,岳宝林,等. 特殊结构井管柱图绘制方法[J]. 油气田地地面工程,2013,32(7):28-29.
- [3] 柯新利. OpenGL 三维管线绘制中的坐标变换研究[J]. 地理空间信息,2008,6(3):53-55.
- [4] 王金辉,陈冰,王建庄. 实时图像仿射变换系统的研究与实现[J]. 机械与电子,2012,41(2):59-62.
- [5] 王魁生,刘蒙. 浅谈图像仿射变换的应用[J]. 信息技术与信息化,2015,41(1):155-156.
- [6] 肖源源,王子牛. 基于 VC++ 的 OpenGL 纹理映射技术的研究与实现[J]. 贵州大学学报:自然版,2008,25(2):158-160.
- [7] 张洁. 基于纹理映射真实感图形的研究[D]. 西安:西安电子科技大学,2007.
- [8] 江巨浪. 纹理映射技术的研究及实现[D]. 合肥:合肥工业大学,2003.
- [9] Liu Y, Lin W, Hayes J. Near regular texture analysis and manipulation[J]. ACM Transactions on Graphics, 2004, 23(3): 368-376.
- [10] 刘静. Photoshop 通道解析及应用[J]. 电子技术与软件工程,2013,24(19):93-94.
- [11] 周志宏,刘湘瑜. 石油管柱仿三维绘制软件研究[J]. 长江大学学报:自然科学版,2010,7(3):113-116.
- [12] 张文东,黄超,潘云燕. 基于 Flex 的管柱图绘制系统设计与实现[J]. 计算机工程,2012,38(21):237-240.
- [13] Lee S, Kim C, Chin S. An optimized sub-texture mapping technique for an arbitrary texture considering topology relations[J]. Network and Parallel Computing, 2012, 75(13):559-564.
- [14] Li J, Guo L, Qian Z, et al. Determination of the controlled landing trajectory of Chang'E-1 satellite and the coordinate analysis of the landing point on the Moon[J]. Chinese Science Bulletin, 2010, 55(13):1240-1245.
- [15] pain recognition based on LDA classifier[C]//International symposium on instrumentation & measurement, sensor network and automation. [s. l.]:[s. n.], 2012:380-382.
- [16] Zhang Y, Zhou X, Witt R M, et al. Automated spine detection using curvilinear structure detector and LDA classifier[J]. Neuroimage, 2007, 36(2):346-360.
- [17] 陈惠勤,骆德汉. 基于扩散映射和 LDA 的辛味中药材鉴别研究[J]. 计算机技术与发展, 2015, 25(5):192-195.
- [18] 周志华. 机器学习[M]. 北京:清华大学出版社, 2016.
- [19] Bishop C. Pattern recognition and machine learning[M]. [s. l.]:Springer, 2007.
- [20] Campbell D. ROOMSIMtoolbox[EB/OL]. 2012-08-08. http://media.paisley.ac.uk/~campbell/Roomsim/.
- [21] Acoustics, 2013, 74(1):28-37.
- [22] Wan Xinwang, Liang Juan. Improved sound source localization using classifier in reverberant noisy environment[J]. Journal of Applied Science, 2013, 13(21):4897-4901.
- [23] 李道红. 线性判别分析新方法研究及其应用[D]. 南京:南京航空航天大学, 2004.
- [24] 王建国, 杨万扣, 郑宇杰, 等. 一种基于 ICA 和模糊 LDA 的特征提取方法[J]. 模式识别与人工智能, 2008, 21(6):819-823.
- [25] 谢永林. LDA 算法及其在人脸识别中的应用[J]. 计算机工程与应用, 2010, 46(19):189-192.
- [26] Mansor M N, Rejab M N, Syam S, et al. Automatically infant

(上接第 190 页)