

文章编号:1007-9432(2010)01-0012-03

采矿 CAD 参数绘图系统建模 与求解方法的研究

张杏莉¹, 卢新明¹, 陈章良²

(1. 山东科技大学 信息科学与工程学院, 山东 青岛 266510;

2. 山东工商学院 管理科学与工程学院, 山东 烟台 264005)

摘 要:根据采矿 CAD 图形的特点,提出了一种构造式几何约束系统,并使用有向约束图表示约束模型,在交互绘图的同时直接建立参数化图形的约束模型。此方法在建模过程中避免了过约束和欠约束的出现,在求解的过程,将计算量从整体下降至局部,同时通过添加方位约束解决根的选择问题。

关键词:几何约束;参数化绘图;有向约束图;方位约束;采矿 CAD

中图分类号:TP391

文献标识码:A

近几年来,随着 CAD 应用的普及,CAD 系统的效率和开放性已成为用户评价系统性能的主要指标。因此,国内外 CAD 研究和开发人员,特别是机械 CAD 技术人员一直致力于专业图形的参数化研究。在矿山领域,由于矿山之间的行业差异(煤炭、冶金、有色与建材等),同行业矿山之间的个体差异(开采方式、地质条件等),个例矿山生产过程中需处理的瞬息万变的难以预料的信息差异,以及每个矿山中设计人员的设计习惯不同,矿山工程图形缺乏标准,在参数化方面的研究起步很晚,目前尚没有成熟的方法^[1]。

目前很多采矿 CAD 系统都采用程序驱动法生成图形,即通过人机交互或其他形式向应用程序传递参数,采用程序驱动方式,由程序用参数化方法生成图形。这种方法的优点是能够和设计模块连接起来,自动出图,实现真正的计算机辅助设计,从而极大地提高设计效率。缺点是必须为每张图纸编一个程序,编程工作量较大,通用性较差。另外,在很多 CAD 系统中,允许设计人员在工程图设计完成后,根据需要手工修改尺寸标注值,导致这些工程图中手工干预较多,出现与图素实际尺寸不符的尺寸标注值,这很可能导致工程实施过程中出现各种各样的问题。

基于目前采矿 CAD 软件发展的现状及我们开

发具有自主知识产权的采矿数字化核心应用软件的目标,笔者提出了一个新型、实用的参数化几何约束建模和求解方法。该法在交互绘图的同时直接建立参数化图形的约束模型,这种图形的绘制过程本身就给出了图形约束关系的一种建立、求解方法^[2,3],与此同时建立有向约束图。在约束求解时,基于有向约束图进行求解,有以下好处:

1) 因为图形绘制的每一步都保证约束的一致性,因此生成的约束模型是满约束的,不需要考虑欠约束及过约束的情况;

2) 在绘制草图过程中为图形元素附加方位约束,解决了根的选择问题;

3) 求解时,不需要对约束图分解再合并,而是根据有向约束图,找出需要重建的图形元素,仅对这些图形元素进行求解,将求解从整体降到局部,减少求解工作量,进一步提高了求解速度。

1 约束模型的生成

参数化绘图系统可分为陈述式系统和构造式系统^[4]。在陈述式系统中,约束关系没有方向性,约束的处理顺序和绘图的顺序相互独立,几何图形的画法也没有特殊的意义;而在构造式系统中,绘图命令和对应的约束关系添加是相关联的,几何图形绘制的方法和顺序与求解的顺序紧密相关。考虑到采矿

收稿日期:2009-08-10

基金项目:国家高技术研究发展计划(863 计划)重点项目资助(2009AA062700)

作者简介:张杏莉(1981—),女,山西芮城人,博士,讲师,主要从事计算机图形学、参数化绘图方面的研究,(Tel)15954089698

设计中常用的巷道断面、交叉点、道岔等类型的 CAD 图形,都是由直线段和简单的圆弧组成的,都是一些尺规可构造的图形,因此笔者采用构造式约束模型。因为该模型建立的是一个满约束的约束模型,在绘图和求解过程中都不需要考虑过约束和欠约束的情况,另外使用该约束模型,求解过程也变得非常简单。在绘图过程中,同时创建有向约束图,记录图形元素的做图顺序及相互间的约束依赖关系。

用有向约束图表示采矿参数化图形的方法是:有向约束图的顶点表示图形中的图形元素,约束图中的有向边表示图形元素之间的约束关系。在绘制参数化图形的过程中,根据操作命令和交互信息自动获取设计约束,并将该设计约束转化为有向图的边,也就是说,每生成一个图形元素,对获得的设计约束进行处理,生成相应的有向边,有向边指向新生成图形元素,有向边的尾部和与新生成的图形元素有约束关系且已经绘制的图形元素相连接。它充分利用交互设计绘图过程中所蕴含的设计知识,使建立的约束模型始终保证约束的完备性和一致性,不会出现过约束或欠约束的情况。

使用上述方法建立的约束模型一定是一个满约束的约束模型,几何约束满足问题(GCSP)可以用有向图结构描述为:

$$GCDG = (G, C).$$

式中: $G = \{(g_i, s_i) | i \in \{1, \dots, m\}\}$, g_i 是图形对象中的基本图形元素,如线、圆等, s_i 为 g_i 的方位约束值; $C = \{(c_1, c_2, \dots, c_n)\}$, c_j 是图形元素间的几何约束关系,也是有向约束图的某一条有向边,如 $c_j = \{(g_k, g_l) | k \neq l, k \in \{1, \dots, n\}, l \in \{1, \dots, n\}, g_k, g_l \text{ 两者之间存在约束关系,其中 } g_k \text{ 对 } g_l \text{ 的位置或大小有约束关系}\}$ 。

以半倒梯形排水沟断面图为例说明有向约束图的生成。图 1-a 中每条线段的编号次序说明了线段的做图顺序,图 1-b 中有向图的有向边的方向表明了 1-a 中各图形元素的做图次序和相互约束关系。

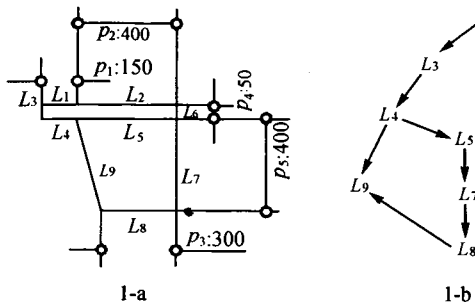


图 1 半倒梯形排水沟断面图及其有向约束图

有向图记录了图形中各图形元素的做图顺序及相互依赖关系。而对于图形中的其它信息,比如线段的起点坐标值、长度、与 X 轴的夹角,圆弧半径等内容都采用 XML 进行描述和存储,在约束求解时可直接提取。

2 约束求解

使用上述方法建立的是一个满约束的约束模型,在求解过程中不需要考虑过约束和欠约束的情况;另外,利用有向约束图还可以将整个草图的求解从整体下降至局部,即当某个图形元素的参数发生改变的时候,我们对参数发生改变的几何元素进行求解,并借助有向约束图,找到它的子孙结点并进行求解,并不需要对整个图形中所有的图形元素求解,从两方面降低了计算复杂度,减少了计算量,从而提高了求解的速度^[5,6]。

对每一个图形元素的求解,都可以根据该图形的定位参数及其与其它图形元素约束关系生成一个可独立求解的非线性方程组,用最简单的解析法求解该非线性方程组。对于二维参数绘图系统中常用的图形元素点、线、圆、圆弧来说,非线性方程组中方程的个数最多不超过 3 个。因为该约束模型是完备的,因此每一组非线性方程组的根都可能不止一个,所以必须在尽量满足用户设计意图的要求下进行根的选择。

根的选择问题^[7]在几何约束系统的求解中是一个必须要考虑的问题,即使在满约束模式下多解性也是普遍存在的。所以在最初生成每一个图形元素的时候,我们根据用户的交互信息和拾取点生成一个最接近用户设计意图的图形元素,并根据一定的规则为其附加一个方位约束,当在参数驱动下需要再次对该图形元素求解时,则根据方位约束来选择一组解,如果此时方位约束发生改变,则需要按照一定的规则从多解中选择尽可能符合设计意图的一组解。在满约束模式下处理多解情况时我们采用了两条基本原则^[8]:

第一,拓扑关系不变原则,即几何元素之间的相对位置和拓扑连接关系尽量保持不变;

第二,形状变化最小原则,即几何元素的位置及形状变化尽量保持最小。

如 2-a 所示,过两点 P_1, P_2 做与圆 C_0 相切的圆,生成两个外切圆,分别记 C_1, C_2 ,根据做图时拾取 P_1, P_2 两点的顺序可定义 P_1, P_2 所形成线段的方向,再根据该线段方向为 C_1, C_2 附加方位约束。

假如做图时先拾取 P_1 , 后拾取 P_2 , 此时 C_1 附加的方位约束为 outrigh(外右), 而 C_2 的方位约束则应为 outleft(外左), 再根据对 C_0 的拾取位置, 我们假定设计意图是选择 C_2 作为当前的解; 在参数驱动的时候, 如果点 P_2 的坐标发生变化, 如图 2-b 所示, 过 P_1, P_2 两点做与圆 C_0 相切的圆, 也记为 C_1, C_2 , 但此时 C_1 为外切圆, 而 C_2 成了内切圆, 根据上述多解情况下根的选取原则第一条, 此时应选择 C_1 而不是 C_2 。

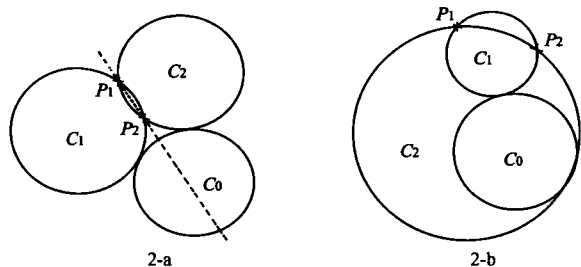


图 2 过 P_1, P_2 两点与圆 C_0 相切圆的方位约束

在图 1 中, 假设半倒梯形排水沟断面图的上边宽度 L_2 的长度要发生改变, 此时根据有向约束图, 位置要发生改变的图形元素为 L_2 的子孙结点, 即 L_6, L_7 和 L_8 ; 另外, 根据工程约束, L_5 和 L_2 的长度相等, 因此 L_5 也需要重新计算。

设 L_2 起点坐标 (x_{s_2}, y_{s_2}) , 终点坐标 (x_{e_2}, y_{e_2}) , 假设长度由原来的 400 增长为 500, 则发生改变的图形元素上各个点坐标的变化情况为: L_2 起点坐标 (x_{s_2}, y_{s_2}) 不变, L_2 终点坐标变为 $(x_{e_2} + 100, y_{e_2})$, L_6 的起点

X 坐标和终点 X 坐标增加量为 100, L_7 的起点 X 坐标和终点 X 坐标的增加量也为 100, L_8 的终点 X 坐标增加量为 100, 根据工程约束, L_5 的终点 X 坐标增量也为 100。变化之后的图形如图 3 所示。

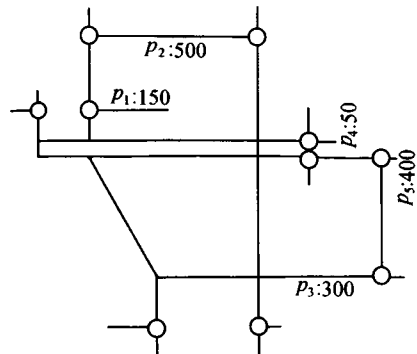


图 3 L_2 长度变化后的水沟断面图

3 结论

笔者提出了一种构造式几何约束系统并使用有向约束图表示约束模型, 在交互绘图的同时直接建立参数化图形的约束模型。利用该方法进行约束建模, 完全避免了欠约束和过约束的情况, 因此约束模型在任何阶段都是满约束的; 另外, 利用有向约束图进行约束求解, 它将求解从整体降低到局部, 大大减少了参数驱动时的计算量, 利用方位约束解决了根的选择问题。该方法在约束关系维护方面还存在一些问题, 有待今后做进一步深入的研究工作。

参考文献:

- [1] 陈建宏. 可视化集成采矿 CAD 系统研究[D]. 长沙: 中南大学, 2002.
- [2] 孟祥旭, 汪嘉业, 刘慎权. 基于有向超图的参数化表示模型及其实现[J]. 计算机学报, 1997, 20(11): 982-988.
- [3] 孟祥旭. 参数化设计模型的研究和实现[D]. 南京: 中国科学院计算技术研究所, 1998.
- [4] 戴春来. 参数化设计理论的研究[D]. 南京: 南京航空航天大学, 2002.
- [5] 董金祥, 葛建新. 变参绘图系统中约束求解的新思路[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 1997, 9(6): 513-519.
- [6] 钱小平, 向文, 周济等. 约束驱动的二维变量几何造型系统[J]. 计算机工程, 1995, 21(1): 27-30.
- [7] Joan-Arinyo R, Luzon M V. Genetic algorithms for root multiselection in constructive geometric constraint solving[J]. computers & graphics, 2003(27): 51-65.
- [8] 曹春红. 几何约束求解技术的研究[D]. 长春: 吉林大学, 2005.

(下转第 23 页)

Extracting of Deviation of the Shell-target Based on Digital Image Processing of DM642

ZHENG Bai-yuan^{1,2}, CHENG Yuan-zeng¹, REN Suo-zhu³, SHI Yan-zhao¹

(1. *Department of Optics and Electronics Engineering ,
Ordnance Engineering College , Shijiazhuang 050003, China ;*
2. *Army75134, Chongzuo 532200, China ;*
3. *Army71781, Luoyang 471000, China*)

Abstract: Measuring the deviation of shell-target is the key of antiaircraft gun weapon system shoot emendation. and the real-time property and measurement precision directly influence the timeliness and accuracy of the shoot emendation. This paper analyzed characteristics and needs of extracting the deviation of shell-target with the method of digital image processing, introduced the concept of miss distance, adopted DM642 to conduct high-speed digital image processing, and studied image the processing techniques and method for the real-time extracting of the deviation of shell-target, including shell-target image preprocessing, shell-target edge feature extraction, shell-target separation, shell-target center determination and so on. The image processing method was used to measure the deviation of shell-target, which proves to have high precision.

Key words: image processing; DM642; miss distance; deviation of the shell-target

(编辑:贾丽红)

(上接第 14 页)

New Method for Modeling and Solving of the Parametric Drawing System

ZHANG Xing-li¹, LU Xin-ming¹, CHEN Zhang-liang²

(1. *College of Information Science and Engineering ,Shandong University
of Science and Technology ,Qingdao 266510, China ;*
2. *College of Management Science and Engineering ,Shandong Institute of Business
and Technology ,Yantai 264005, China*)

Abstract: This paper presents a structural geometric constraint system, expresses the constraint model with the directed constraint graphics, and builds the constraint model of parametric graphics during drawing the graphic object in the process of modeling. This method can avoid under-constrained and over-constrained in modeling process and ensure the well-constrained model at any stage, while in the solving process, this method can reduce the searching and solving from the whole to the local, and solve the root identification problem with the aid of location constraints.

Key words: geometric constraints; parametric drawing system; directed constraint graph; location constraints; mining CAD

(编辑:贾丽红)