

引用格式:孙斐. 视觉传达设计中图形语言自动编排算法[J]. 科学技术与工程, 2019, 19(2): 144-149

Sun Fei. Automatic programming algorithm of graphic language in visual communication design [J]. Science Technology and Engineering, 2019, 19(2): 144-149

# 视觉传达设计中图形语言自动编排算法

孙斐

(延安大学西安创新学院艺术系, 西安 710100)

**摘要** 采用传统算法进行图形语言描述时, 由于缺少一个严格的标准, 导致得到的结果不够准确, 不能有效确定图形显示尺寸和位置, 难以有效支持图形语言编排控制。因此, 提出一种新的视觉传达设计中图形语言自动编排算法。通过固定值法对视觉传达设计中缓冲区图像的显示尺寸进行计算, 将编排版面数量最小值和表面利用度最高值作为编排目标函数; 采用蚁群算法对其进行求解, 得到最优解, 获取视觉传达设计中图形最佳显示位置。通过依据规则的语法描述与依据 ASM (abstract state machine) 的语义描述实现对图形语言的描述。利用并行与选择标识对视觉传达设计中图形语言的并行流程与选择流程进行描述, 采用并行流程与选择流程实现图形语言自动编排。通过 C 语言对所提算法进行程序编写和运行, 达到图形语言自动编排的目的。分析实验结果可知, 所提算法的用户满意度为 7.792, 明显高于传统算法, 说明所提算法编排效果更好, 实用价值更高。

**关键词** 视觉传达设计 图形语言 自动 编排

**中图法分类号** TP311; **文献标志码** A

视觉传达是一种利用视觉符号传输信息同时为人带来视觉美感的设计活动, 视觉传达技术被提出后就与媒介密切联系在一起<sup>[1,2]</sup>。视觉传达技术随着媒介的发展而发展; 而视觉传达技术因其极具创新性的设计语言, 令媒介在设计理念与设计方式等方面均有很大的改变, 从而为视觉传达设计提供更广阔的发展空间<sup>[3,4]</sup>。视觉传达设计中图像语言非常关键, 是视觉传达设计的主要表现形式, 对其进行自动编排具有重要意义<sup>[5]</sup>。

通常情况下, 视觉传达设计中图形语言自动编排由三个环节实现, 依次是图形显示尺寸与位置计算、图形语言描述和图形语言编排控制流设计<sup>[6,7]</sup>。传统算法在图形显示尺寸和位置计算环节采用的方法不合理, 导致图形显示尺寸和位置计算效果不佳; 在图形语言描述阶段, 通常通过元模型实现, 但缺少一个严格的标准, 导致模型描述结果不准确, 很难有效支持图形语言编排控制。为此, 提出一种新的视觉传达设计中图形语言自动编排算法, 实验结果表明, 所提算法编排结果效果更佳, 用户满意度高。

## 1 视觉传达设计中图形语言自动编排算法

详细介绍图形显示尺寸和位置计算、图形语言

描述和图形语言编排控制流设计实现过程, 并通过 C 语言对其进行程序编写和运行, 达到图形语言自动编排的目的。

### 1.1 图形显示尺寸和位置计算

假设视觉传达设计中共有  $n_i$  个图形需被编排, 其尺寸用  $a_i b_i$  进行描述, 通过固定值法对视觉传达设计中缓冲区图像的显示尺寸进行计算<sup>[8]</sup>, 详细过程如下。

(1) 为了保证视觉传达设计中图形显示不出现形变现象, 图形显示尺寸宽高比需和实际情况相同, 因此, 对视觉传达设计中图形显示尺寸的宽高比与实际情况是否相符进行判断。

(2) 若宽高比和实际值相符, 则既定宽高即为图形显示尺寸。

(3) 若宽高比和实际值不相符, 则将实际宽高比较大的一项看作基准, 按照图形实际比例对另一项进行求解, 得到和实际宽高比相符的值。

版面尺寸用 XY 进行描述, X 与 Y 分别代表高度与宽度。视觉传达设计中要求所需编排版面数量达到最少, 表面利用度达到最高, 则编排目标函数可描述为

$$\min = (m - 1)Y + h \quad (1)$$

式(1)中:  $m$  用于描述版面数量;  $h$  用于描述最后一个编排版面的使用高度。

在计算不同图形的最佳显示位置时, 将式(1)看作目标函数, 采用蚁群算法对其进行求解<sup>[9]</sup>, 得

2018 年 9 月 14 日收到

作者简介: 孙斐(1982—), 女, 汉族, 山东淄博人, 硕士, 副教授。  
E-mail: sf3598@yeah.net

到最优解,即为视觉传达设计中图形最佳显示位置。

## 1.2 图形语言描述

图形语言描述是视觉传达设计中图形语言自动编排的基础和关键,其主要包括语素、语法和语义三个部分<sup>[10,11]</sup>,语素为最小的语法单位,图形语言的语素可用图元符号进行描述;语法可定义图元符号间的关系,主要包括抽象语法与详细语法,抽象语法可以对图元间的逻辑连接关系进行定义,详细语法可以对图元外观种类和图元间的几何位置关系进行定义。

现阶段,大部分图形语言描述方法主要集中在语法描述方面<sup>[12,13]</sup>,采用的图形语言描述方法主要包括依据规则的语法描述与依据ASM的语义描述。

### 1.2.1 依据规则的语法描述

和其他图形语言描述方法相比,依据规则的语法描述具有规则解析效率高,规则易于理解的优势。

依据规则的语法描述方法通过一组规则对图元和图元间的逻辑关系进行定义,同时通过一组规则对图元的位置关系等信息进行描述<sup>[14]</sup>。该描述方式可描述为

$$G = (Q, AG, CG) \quad (2)$$

式(2)中: $G$ 用于描述图形语言语法; $Q$ 用于描述有穷图元集合; $AG$ 用于描述抽象语法规则集合,表达式为

$$AG = \{s | s(q_1, q_2, n); q_1 \in Q, q_2 \in Q\} \quad (3)$$

式(3)中: $s$ 用于描述图元间的连接关系,包括 $C_{from}$ 与 $C_{to}$ 两种连接关系, $C_{from}$ 用于描述从 $q_2$ 连接到 $q_1$ , $q_1$ 代表现阶段图元, $C_{to}$ 用于描述从 $q_1$ 连接到 $q_2$ ; $n$ 是自然数,用于描述连接的多重性。

$CG$ 用于描述详细的语法规则集合,表达式如下:

$$CG = \{(q, render, layout) | p \in P, render \in R, layout \in L\} \quad (4)$$

式(4)中, $R$ 用于描述图元外观种类集合; $L$ 用于描述图元位置关系集合; $render$ 用于描述图元要素之间的相关性; $layout$ 用于描述不同的图元类; $P$ 用于描述图元符号体系。

### 1.2.2 依据ASM的语义描述

ASM(Abstract State Machine)是一种用于规约与验证的形式化技术,适于依据计算机的系统,可用于实际传达设计中。ASM是依据代数理论提出的,其关键是在代数理论中引入状态转换体系,以体现模型基本特征,也就是状态转换。在视觉传达设计中,本节通过ASM实现图形语言语义描述,为图形语言

自动编排提供依据。

ASM属于动态代数,代数可定义在某字母表 $\Sigma$ 上,表达式为

$$\Sigma = \{f_1^0, f_2^0, \dots, f_{kL}^0, f_L^1, f_{kv}^\pi\} \quad (5)$$

式(5)中: $f^0$ 用于描述 $m$ 元函数符号,函数符号包括静态与动态两种,0元静态函数符号被称作常量,0元动态函数符号被称作程序变元;下标 $kL$ 表示代数的状态, $L$ 表示静态常量, $kv$ 表示动态常量。假设所有字母表中含静态常量均为布尔真值,以便于描述部分函数。

$\Sigma$ 上的状态 $v$ 为非空集合 $D$ 与 $\Sigma$ 的一个解释,其中 $D$ 为 $v$ 的超域,假设 $f \in \Sigma$ 为 $m$ 元函数符号,则 $f$ 就是 $D^m$ 到 $D$ 的一个函数 $f'$ 。0元函数符号用于描述 $D$ 的一个常量,通常记作 $|v|$ 。

一个超域通常会被分割成几个子域,子域的分割通常利用特征函数进行描述,若 $f$ 定义了一个域,当且仅当 $f(a) = undef$ ,元素 $a$ 不处于该域中。

ASM利用状态迁移理论达到图形语言语义描述的目的。对抽象状态进行更新,实质上即为改变部分函数在部分点的解释。ASM对状态的更新是利用迁移规则完成的,详细规则如下。

(1) 更新规则。将规则 $E$ 描述成 $f(t_1, t_2, \dots, t_n) := t$ ,假设此刻状态是 $J$ ,执行 $E$ 后, $f(t_1, t_2, \dots, t_n) := t$ 上的函数解释 $f$ 被转换成 $t$ ,开始新的状态 $J'$ 。

(2) 条件规则。规则 $E$ 一般被描述成:

```
if g then E1
else E2 end if
```

(3) 并行规则。规则 $E$ 一般被描述成:

```
do in-parallel
E1
E2
end do
```

$E_1$ 与 $E_2$ 需共同执行,新状态和其出现的顺序没有直接关系。

(4) 全称规则。规则 $E$ 一般被描述成:

```
do for all v:g(v)
R0(v)
end do
```

每个符合 $g(v) = true$ 的项均需执行规则 $E_0$ 。

在全部迁移规则中,仅更新为实质性迁移动作,为原子规则。在部分情况下,主体的迁移和多个更新有关,形成更新集合 $U$ 。在更新过程中,若出现某函数在点值不同的情况下,则认为是不和谐更新。

假设视觉传达设计中图形语言用 $Z$ 进行描述,为了获取其形式化语义,需选用辅助语言 $Z'$ ,同时

$Z'$  存在准确的语义定义,也就是  $Z'$  语义域  $J'$ ,语法概念至语义域的映射  $M'j$  均被准确定义。再通过  $Z'$  对  $Z$  的语义进行定义,详细过程如下。

(1) 假设  $Z'$  的语义域  $J'$  和  $Z$  的语义域  $J$  等价,也就是  $J = J'$ 。

(2) 建立  $Z$  的语法  $A$  至  $Z'$  的语法  $A'$  的映射状态  $M: A \rightarrow A'$ ,该映射描述了  $A$  中全部元素至  $A'$  中所有元素的映射。

(3) 获取  $Z$  语法概念至语义域的映射  $Ms \rightarrow M's$ 。

在实际应用中,  $M$  主要用于建立  $Z$  的语法  $A$  至  $Z'$  的语义域  $J'$  的映射。

综上所述,对视觉传达设计中图形语言自动编排添加下述设定。

(1) 把视觉传达设计中交互的多个泳道分隔开来,每个图形语言自动编排活动均在某泳道内进行,从而凸显活动参与者。泳道方向不受约束,纵向或横向均可。

(2) 把图元元素转换成子流程形式,便于编辑。

(3) 通过并行与选择标识对视觉传达设计中图形语言的并行流程与选择流程进行描述,通过并行流程与选择流程实现图形语言自动编排。

## 2 实验验证与结果分析

### 2.1 自动编排算法测试

为了验证视觉传达设计中图形语言自动编排算法的有效性,在 Intel P 4.3 G 处理器、520 M 内存环境下进行实验测试,要求视觉传达设计中版面大小是  $80 \times 120$ ,针对视觉传达设计的 40 个图形,进行图形语言自动编码。实验将文献[6]文献[7]算法作为对比进行测试,结果用图 1~图 3 进行描述。

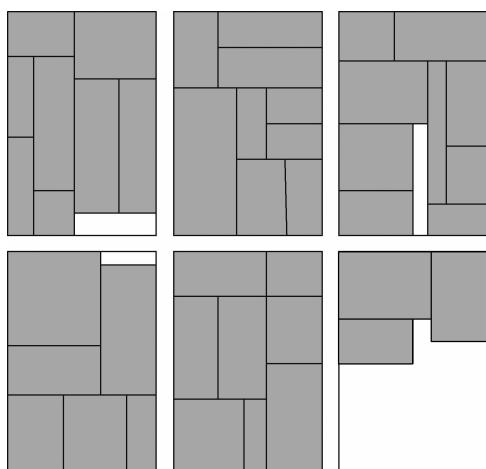


图 1 所提算法图形语言编排结果

Fig. 1 Proposed algorithm graphical language layout results

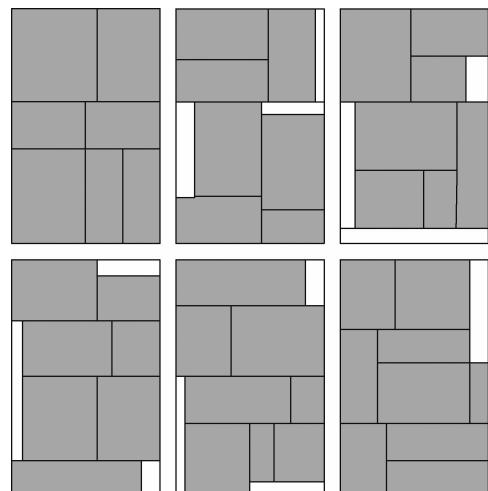


图 2 文献[6]算法图形语言编排结果

Fig. 2 Ref [6] algorithm graphic language layout results

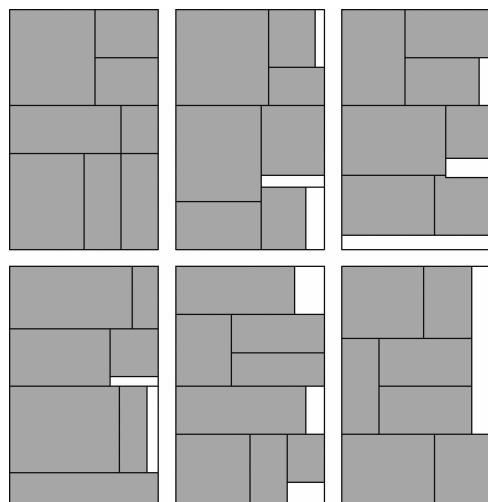


图 3 文献[7]算法图形语言编排结果

Fig. 3 Ref [7] algorithm graphic language layout results

分析图 1~图 3 可知,采用所提算法得到的图形语言编排结果可大大提高视觉传达设计中的版面利用率,编排效果更加合理,与文献[6]算法和文献[7]算法相比,其具有更高的实用价值和更广的应用范围。

### 2.2 用户评价结果测试

为了进一步验证所提算法的有效性,对不同算法的用户评价结果进行比较,假设用  $W$  描述认知风格和关注程度间的内在联系,将注视量与注视时间依次用  $BH_{xy}$  与  $BC_{xy}$  进行描述,则整体测试模型可描述为

$$BH_{xy} = W(V_1, V_2, V_3 | \Gamma_1, \Gamma_2) \quad (6)$$

$$BC_{xy} = W(V_4, V_5 | \Gamma_1, \Gamma_2) \quad (7)$$

式中:  $V_1 \sim V_5$  用于描述活跃、感觉、条例、亲和、焦虑五个认知风格维度;  $x = 1, 2, 3, 4$  依次用于描述复杂、间接、跟随以及主流四种视觉传达设计风格;

$y = 1, 2, 3$  依次代表多媒体组合、图形运用编排、文字编排;  $\Gamma_1$  与  $\Gamma_2$  表示控制变量。

关系函数的自变量是视觉传达设计中对某种特殊认知风格的隶属度,用  $\omega_r$  进行描述,  $\omega_r \in (0, 1)$ 。

实验研究问题框架用图 4 进行描述。

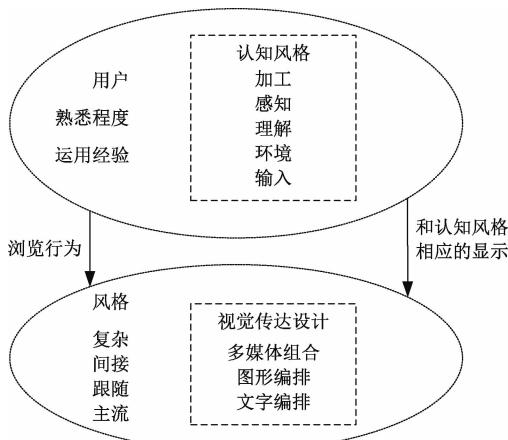


图 4 实验研究问题框架

Fig. 4 Framework of experimental research questions

把用户对视觉区域的关注程度  $H_{xy}$  与用户认知风格的隶属度  $C_{xy}$  依次除以对应面积调整系数  $\alpha_{xy}$ , 获取首次调整值  $BH_{xy}$  与  $BC_{xy}$ , 然后依次把  $BH_{xy}$  与  $BC_{xy}$  除以  $VH_x$  与  $VC_x$ , 也就是获取  $AH_{xy}$  与  $AC_{xy}$  的值, 公式描述如下:

$$\begin{cases} BH_{xy} = H_{xy}/\alpha_{xy} \\ BC_{xy} = C_{xy}/\alpha_{xy} \end{cases} \quad (8)$$

$$\begin{cases} AH_{xy} = BH_{xy}/VH_x \\ AC_{xy} = BC_{xy}/VC_x \end{cases} \quad (9)$$

式中:  $AH_{xy}$  用于描述各区域平均注视量;  $AC_{xy}$  用于描述各区域平均注视时间;  $VH_x$  用于描述总注视区域;  $VC_x$  用于描述总注视时间。

在  $x = 0$  的情况下,  $AH_{xy}$  与  $AC_{xy}$  依次描述各区域平均注视量与注视时间的最小值。在  $x \neq 0$  的情况下, 两个变量把不同版面注视量与时间进行平均, 则有:

$$AH_{0y} = \left( \sum_{x=1}^4 AH_{xy} \right) / g \quad (10)$$

$$AC_{0y} = \left( \sum_{x=1}^4 AC_{xy} \right) / g \quad (11)$$

实验研究对象人数设置为 320 位, 共回收有效调查问卷 305 份。表 1 是研究对象的具体信息。

所提算法、文献[6]算法和文献[7]算法平均注视量和注视时间比较结果用表 2 进行描述。

分析表 2 可以看出, 和文献[6]算法与文献[7]算法相比, 所提算法平均注视量与注视时间均大大提高, 说明运用所提算法得到的图形语言自动编排效果更佳。

表 1 研究对象信息

Table 1 Object information

职业	人数	年龄/岁
学生	90	23.16 ± 2.91
文员	30	28.69 ± 8.13
编辑	58	37.56 ± 5.23
设计师	82	47.16 ± 12.31
其他	60	38.29 ± 18.05

表 2 三种算法平均注视量和注视时间比较结果

Table 2 Comparison of average gaze and fixation time between three algorithms

指标	所提算法	文献[6]算法	文献[7]算法
平均注视时间/s	0.82	0.61	0.53
平均注视量	0.79	0.47	0.39

研究对象对视觉传达设计中不同算法图形语言自动编排结果的满意度可以通过式(12)得出:

$$S = \sum_{i=1}^n (n - i + 1) S_i \quad (12)$$

将评价结果划分为 A、B、C、D 四个等级, A 代表非常满意, 分数在 8~10 分之间; B 代表满意, 分数在 5~7 分之间; C 代表较满意, 分数在 3~4 分之间; D 代表不满意, 分数在 0~2 分之间。 $S_i$  代表满意度系数, A、B、C、D 的满意度系数分别为 1、0.75、0.35 和 0;  $n$  表示视觉传达设计数量;  $i$  表示计数器。

依据式(12), 对所提算法、文献[6]算法与文献[7]算法图形语言自动编排结果用户满意度进行测试, 结果如表 3 所示。

表 3 三种算法用户满意度测试

Table 3 User satisfaction test of three algorithms

职业	满意度/分		
	所提算法	文献[6]算法	文献[7]算法
学生	7.29	5.16	6.22
文员	8.31	6.02	5.31
编辑	7.91	4.12	5.36
设计师	8.52	5.39	4.23
其他	6.93	3.52	4.19
平均	7.792	4.842	5.062

分析表 3 可知, 所提算法的用户满意度均值为 7.792, 明显优于文献[6]算法与文献[7]算法, 说明用户对所提算法得到的图形语言自动编排效果满意度更高, 进一步验证了所提算法的可靠性。

### 3 结论

为解决传统算法无法对图形语言进行有效编排的问题, 提出一种新的视觉传达设计中图形语言自动编排算法。

(1) 通过固定值法对视觉传达设计中缓冲区图像的显示尺寸进行计算，并通过建立目标函数得到视觉传达设计中图形最佳显示位置。在对图形语言进行描述的过程中，通过一组规则对图元和图元间的逻辑关系进行定义，同时通过一组规则对图元的位置关系等信息进行描述，达到语法描述的目的；通过ASM实现图形语言语义描述，为图形语言自动编排提供依据。

(2) 运用并行流程与选择流程实现图形语言自动编排，实现图形语言自动编排控制流设计。

(3) 根据实验结果可知，所提算法编排效果好，关注度和满意度更高，说明所提算法具有较高的使用价值。

### 参 考 文 献

- 1 聂宏伟. 茶叶包装设计中图形语言的应用研究[J]. 福建茶叶, 2016, 38(6):181-182  
Nie Hongwei. Application of graphic language in packaging design of tea[J]. Tea in Fujian, 2016, 38(6): 181-182
- 2 黄敏松, 雷恒池. 基于LabVIEW图形化语言的云降水粒子图像回放软件[J]. 气象科技, 2015, 43(6):1060-1064  
Huang Minsong, Lei Hengchi. Playback software of cloud and precipitation particle images based on LabVIEW graphic language[J]. Meteorological Science and Technology, 2015, 43(6): 1060-1064
- 3 王小丽. 三维图像绘制过程优化处理方法研究与仿真[J]. 计算机仿真, 2017,34(4):327-330  
Wang Xiaoli. 3D image rendering process research and simulation optimization method[J]. Computer Simulation, 2017, 34(4): 327-330
- 4 张超, 马小军. 基于EXPRESS-G的BAS信息模型拓扑结构浅析[J]. 科技通报, 2016, 32(2): 96-99  
Zhang Chao, Ma Xiaojun. Analysis of topological structure of BAS information model based on EXPRESS-G[J]. Bulletin of Science and Technology, 2016, 32(2): 96-99
- 5 屈志坚, 李立帆. 图库一体生成的配电自动化图元实时编码存储技术[J]. 电力系统保护与控制, 2016, 44(16): 118-124  
Qu Zhijian, Li Lifan. Distribution automation primitive real time encoding storage and display technology of graph-database integration generation [J]. Power System Protection and Control, 2016, 44 (16): 118-124
- 6 李蓉, 李向阳. 图像分区选择的像素值排序可逆数据隐藏[J]. 中国图象图形学报, 2017, 22(12): 1664-1676  
Li Rong, Li Xiangyang. Pixel value ordering reversible data hiding algorithm based on image block selection[J]. Journal of Image and Graphics, 2017, 22(12): 1664-1676
- 7 娄自婷, 张亚萍. 基于贪心优化策略的网格排布算法[J]. 计算机应用, 2016, 36(7): 1954-1958  
Lou Ziting, Zhang Yaping. Mesh layout algorithm based on greedy optimization strategy[J]. Journal of Computer Applications, 2016, 36(7): 1954-1958
- 8 吴立金, 简阳, 张凯, 等. 基于Python语言的GUI自动化测试脚本技术研究[J]. 计算机测量与控制, 2015, 23 (10): 3330-3332  
Wu Lijin, Jian Yang, Zhang Kai, et al. Technology about GUI test script based on python[J]. Computer Measurement & Control, 2015, 23(10): 3330-3332
- 9 黄建军, 李宥谋, 刘婧, 等. 基于Python语言的自动化测试系统的设计与实现[J]. 现代电子技术, 2017, 40(4):39-43  
Huang Jianjun, Li Youmou, Liu Jing, et al. Design and implementation of automatic testing system based on Python[J]. Modern Electronics Technique, 2017, 40(4): 39-43
- 10 Liris V E, Lyon I, Caelen J. Eye-tracking analysis for automatic documents eye-catching layout retrieval[J]. Journal of Fish Diseases, 2017, 39(2): 205-215
- 11 王佳, 张刚, 常青, 等. AVS+中熵编码算法的研究与实现[J]. 科学技术与工程, 2015, 15(2): 231-235  
Wang Jia, Zhang Gang, Chang Qing, et al. Research and implementation of entropy coding algorithm in AVS +[J]. Science Technology and Engineering, 2015, 15(2): 231-235
- 12 许珺. 关于线状地理特征空间关系的自然语言描述的形式化表达[J]. 遥感学报, 2015, 11(2):152-158  
Xu Jun. Formalizing the natural-language descriptions about the spatial relations between linear geographic objects[J]. Journal of Remote Sensing, 2015, 11(2): 152-158
- 13 陈琳, 邹惠之, 吴兴存, 等. 基于.NET的IETM插图管理子系统研究与应用[J]. 电子设计工程, 2017, 25(10):61-65  
Chen Lin, Zou Huizhi, Wu Xingcun, et al. The study and application of IETM illustration management subsystem based on .NET[J]. Electronic Design Engineering, 2017, 25(10): 61-65
- 14 柳浪涛, 谷林, 宋耀艳, 等. 家具定制系统中基于视觉效果的边缘检测方法[J]. 西安工程大学学报, 2016, 30(3):369-374  
Liu Langtao, Gu Lin, Song Yaoyan, et al. Edge detection method based on visual effects in customized furniture system[J]. Journal of Xán Polytechnic University, 2016, 30(3): 369-374

## Automatic Programming Algorithm of Graphic Language in Visual Communication Design

SUN Fei

(Xi'an Innovation College, Yan'an University Department of Art, Xi'an 710100, China)

**[Abstract]** Due to the lack of a strict standard when using traditional algorithms for graphical language description, the obtained results are not accurate enough to effectively determine the size and position of the graphic display, and it is difficult to effectively support the graphic language programming control. Therefore, a new automatic programming algorithm for graphic language in visual communication design is proposed. The display size of the buffer image in the visual communication design is calculated by the fixed value method. The minimum number of layout and surface value and the highest value of surface utilization are used as the programming objective function. The ant colony algorithm is used to solve the problem, and the optimal solution is obtained. The best display position for graphics in visual communication design. The description of the graphic language is implemented by a grammatical description according to the rules and a semantic description according to abstract state machine (ASM). Parallel flow and selection process are used to describe the parallel flow and selection process of graphic language in visual communication design. Parallel flow and selection process are used to realize automatic programming of graphic language. Through the C language, the proposed algorithm is programmed and run to achieve the purpose of automatic programming of the graphic language. The experimental results show that the user satisfaction of the proposed algorithm is 7.792, which is significantly higher than the traditional algorithm, indicating that the proposed algorithm has better programming effect and higher practical value.

**[Key words]** visual communication design      graphic language      automatic      layout