

文章编号: 0253-9721(2008)02-0076-05

基于 Markov 预测的服装辅助设计模型

贾江鸣, 潘晓弘, 王正肖

(浙江大学 现代制造工程研究所, 浙江 杭州 310027)

摘要 阐述服装流行要素对服装设计的影响, 提出基于 Markov 预测(Markov prediction, MP)技术和采用案例推理(case-based reasoning, CBR)搜索匹配技术的服装辅助设计模型, 解决现代服装企业设计过程中设计智能化问题。该模型将信息系统大容量记忆、高速运算和细节分析等特点和设计人员在经验基础上的主观判断相结合, 从 MP 预测模型中得到服装流行要素的预测集合, 再通过趋势分析得到合理的服装流行要素组合(流行趋势)。CBR 搜索匹配历史设计案例库和预测得到的流行趋势, 在服装设计人员的修改和整合下得到设计结果。最后, 通过企业的服装辅助设计应用实例对该模型进行了验证。

关键词 服装辅助设计模型; Markov 预测; 案例推理; 流行要素

中图分类号: TS 941.26 文献标识码: A

Assistant fashion design model based on Markov prediction

JIA Jiangming, PAN Xiaohong, WANG Zhengxiao

(Institute of Manufacturing Engineering, Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang 310027, China)

Abstract Expounding the importance of popular elements in fashion design, the paper proposed an assistant fashion design model based on case-based reasoning (CBR) and Markov prediction (MP), attempting to solve the issue of intelligent fashion design that the modern fashion enterprises are faced with. The model has combined information technology's advantages (large capacity memory, high speed operation and detail analysis ability) with designer's empirical subjective judgement. According to the forecast popular elements set from MP model, reasonable popular elements composition (fashion trend) was obtained through trend analysis. The fashion trend was obtained by CBR search in design case library and, design results, by designer's modification and integration. Finally, the model was verified by practical applications in enterprise.

Key words assistant fashion design model; Markov prediction; case-based reasoning; popular element

信息化技术在纺织生产上的广泛应用, 推动了纺织技术向优质、高产、自动化和连续化方向发展^[1], 服装设计过程的智能化已成为现代纺织中的难点。服装设计过程中对服装未来流行要素把握的重要性早已为人们共识^[2]。现代服装设计人员面对层出不穷的服装设计和需求的信息, 以至于不知如何识别和有效利用。本文以 Markov 预测(Markov prediction, MP)技术和基于案例的推理(case-based reasoning, CBR)技术为理论基础提出服装辅助设计模型, 对流行要素进行预测和综合分析, 来帮助设计人员对服装流行趋势的把握。

1 服装辅助设计流程

服装设计是设计人员将艺术构思与艺术表达的统一, 先有一个构思和设想, 然后收集资料, 确定设计方案。流行趋势从新鲜性开始, 如其得到多数人的肯定, 最终将达到广泛性, 而循环性和渐进性是流行趋势的 2 个明显特征。

探讨现代服装企业如何在设计中体现服装流行趋势的新鲜性和广泛性, 把握循环性和渐进性, 同时缓解传统设计中个人风格泛滥及对国内外流行趋势

收稿日期: 2007-01-07 修回日期: 2007-09-28

基金项目: 国家 863 高技术研究发展计划项目(2006AA04Z157)

作者简介: 贾江鸣(1979—), 男, 博士生。主要研究方向为计算机集成制造、供应链管理和纺织企业信息化等。王正肖, 通讯作者, E-mail: wangzhengxiao@zju.edu.cn.

把握不准以至无法形成企业统一设计风格等问题, 是本文的主要出发点。图 1 为服装辅助设计的流程图。首先, 服装设计人员结合国内外已发布的流行趋势预测, 通过自己的主观分析判断需要在最终设计结果中具体体现的对流行要素的分析结果。然后, 确定预测模型中的参数, 其中包括历史数据库中哪些数据区段用于预测、各个流行要素轮回周期、趋势分析器的禁忌表和 CBR 推理控制器的设计权重系数等。通过 Markov 预测模型得到服装流行要素预测结果, 趋势分析器根据禁忌表分析服装流行要素预测结果的各种组合是否可行, 并输出可行的流行趋势(流行要素的组合)。最后, CBR 推理控制器在服装设计人员的参与下, 将预测得到的流行趋势与先前得到的流行趋势主观判断, 以及企业已有的服装设计案例库进行 CBR 推理分析, 交互(设计人员可修改设计方案)确定最终的设计结果。

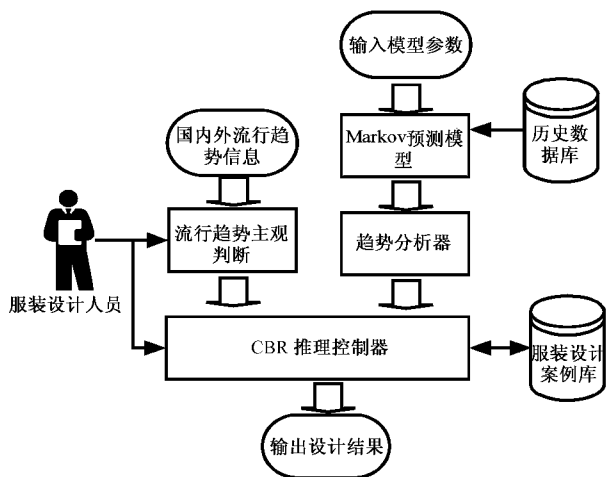


图 1 服装辅助设计流程图

Fig.1 Flowchart of assistant fashion design

该模型通过 Markov 预测得到各个流行要素预测的结果集合, 将集合中的流行要素组合分析, 并

在 CBR 推理控制器中将设计人员的主观经验判断、系统预测的结果和历史设计案例库综合推理, 提供给设计人员整合和修改, 从而达到辅助设计人员设计的作用。

2 模型实现分析

2.1 服装流行要素分类与数据量化

在展开模型实现之前, 先把服装设计过程中相关的流行要素进行分类和数据量化。一个完整的设计方案主要包括: 服装造型、风格、款式、辅料、色彩、面料、图案、服饰品的搭配设计等。同时对结构设计、尺寸确定以及具体的裁剪缝制和加工工艺等也要进行周密严谨的考虑。

本文根据文献[3]中提出的流行要素 10 大分类, 再结合实际应用情况、设计人员的主观影响大小和历史数据的多寡, 将其中的 6 个部分作为模型实现内容, 如表 1 所示。

2.2 数据量化方法

根据服装流行要素的分类以及各个分类的特点, 本文采取 2 种数据量化方式, 整体风格量化和分类枚举量化。将流行要素分类中的款式、结构、工艺等组合表现形式的要素进行整体风格量化, 而把面料、搭配、色彩等单一表现形式的流行要素进行分类枚举量化。

整体风格量化方法参见文献[4], 通过风格界定和划分优先级, 建立风格区域集中表来判断一个组合表现要素属于哪种风格。以款式为例, 将衣领、门襟、袖子等的组合形式分为: 运动风格、休闲风格、绅士风格、商务风格、淑女风格、居家风格、户外风格、中性风格、前卫风格、经典风格、优雅风格、轻快风格、民族风格等。

表 1 流行要素分类体系

Tab.1 Classification system of popular elements

流行要素分类	内容	主观影响	历史数据	数据量化方法	是否模型实现
造型	立体结构: 立体形象	大	多	×	×
款式	组合形式: 衣领、门襟、袖子等	小	多	整体风格量化	✓
面料	表面材料: 棉、丝、毛等	小	多	分类枚举量化	✓
搭配	服装与服装、服装与服饰组合方式	小	多	分类枚举量化	✓
色彩	流行色: 红、蓝、土黄等	小	多	分类枚举量化	✓
图案	面料原有的纹理和装饰用图形	大	少	×	×
结构	组成部分的搭配和排列	大	多	整体风格量化	✓
工艺	加工方法和技术	小	多	整体风格量化	✓
辅料	辅助材料: 里料、装饰等	大	多	×	×
风格	思想特点和艺术特点	大	少	×	×

根据面料、搭配、色彩等流行要素的单一表现形式,通过枚举各种要素并分成几个大类的方法进行数据量化。以色彩为例,根据 RGB 三原色分类得到红色、黄色、绿色、蓝色、紫色 6 个大类,如红色大类中包括从紫红色到橙色的所有颜色。

3 模型实现的关键技术

3.1 Markov 预测

Markov 预测技术已经广泛应用,可适用于变动较大的随机预测问题。如模型中变量为连续变量时可用于数量预测,当采用的是离散枚举型变量时,可用于路径、趋势等预测。Markov 预测的广泛性、可离散化、大变动的随机性满足了本文流行要素预测的需求。

历史数据库中数据在时间 $t = 1, 2, \dots$ 的某流行要素状态用 X_n 表示 ($n = 1, 2, \dots$)。假设 $t = 11$ 时的流行要素 X_{11} 由之前已出现的流行要素状态 X_1, X_2, \dots, X_{10} 概率决定。随机过程 $\{X_n, n \geq 0\}$, 如有 $P(X_{n+1} = j | X_n = i, X_{n-1}, \dots, X_0) = P(X_{n+1} = j | X_n = i)$, 所有 i 和 $j (i, j \in S)$ (S 为流行要素状态空间), 称为 Markov 性(或无后效性)。

设 $p_{i,j} = P(X_{n+1} = j | X_n = i)$, 则 $N \times N$ 的矩阵
$$P = \begin{bmatrix} p_{1,1} & \cdots & p_{1,N} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{N,1} & \cdots & p_{N,N} \end{bmatrix}$$
 称为流行要素状态转移矩阵,

根据流行要素的渐进性可知 P 和时间 t 无关。用 $\langle S, P, \lambda \rangle$ 来表示 Markov 预测链, 其中 S 为流行要素状态空间, P 为状态转移矩阵, λ 为初始流行要素状态。

设有一个 Markov 预测链 $\langle S, P, \lambda \rangle$, 在确定 S 的范围后, 对于 P 和 λ , 现有多种估计方法^[5], 本文采用应用效果较好的最大可能性 MLE (maximum likelihood estimation)^[6] 估计方法:

$$P(s, s') = \frac{C(s, s')}{\sum_{s'} C(s, s')} \quad (1)$$

$$\lambda(s) = \frac{C(s)}{\sum_{s'} C(s')} \quad (2)$$

式中, $C(s, s')$ 表示在历史数据库中某流行要素 s 状态后紧跟另一个流行要素状态 s' 的出现次数。

根据流行要素轮回性的特点, 设流行要素的轮回周期为 k , 在历史时刻 $t - k, t - k + 1, \dots, t - 1$ 用 $i(t - k), i(t - k + 1), \dots, i(t - 1)$ 表示流行要素

状态。

由于服装流行要素预测的复杂性, 使得流行要素的状态往往表现出不完全 Markov 性, 即未来的流行要素状态由以往流行要素的概率综合决定。根据经验可取轮回周期前后预测结果和综合预测结果为预测集合。

1) 只考虑最后一个流行要素状态:

$$\hat{s}_1(t) = \hat{i}(t - 1)P \quad (3)$$

2) 综合 k 周期内流行要素状态:

$$\hat{s}_2(t) = a_0 \hat{i}(t - 1)P + a_1 \hat{i}(t - 2)P^2 + a_2 \hat{i}(t - 3)P^3 + \cdots + a_{k-1} \hat{i}(t - k)P^k \quad (4)$$

3) 只考虑最前一个流行要素状态:

$$\hat{s}_3(t) = \hat{i}(t - k)P \quad (5)$$

得到包括 3 个具有代表性的流行要素预测集合:

$$S_1 = \{\hat{s}_1(t), \hat{s}_2(t), \hat{s}_3(t)\} \quad (6)$$

流行趋势预测包含多个方面的流行要素预测, 可分别采用 MP 预测模型得到流行趋势预测结果集合 $R = \{S_1, S_2, \dots, S_m\}$ (表示包含 m 个方面的流行要素预测)。

3.2 趋势分析

由于服装设计中各种流行要素匹配的特点, 一些好的流行要素的组合并不能产生一个好的流行趋势。

本文结合流行要素组合的特点和企业本身的设计风格、加工能力等特点, 采用禁忌表搜索得到多个可行的流行趋势, 流程如下。

1) MP 预测结果 $R = \{S_1, S_2, \dots, S_m\}$;

2) 流行要素禁忌表 $T_{\text{tabu}} = \{\text{企业设计加工禁忌表和流行要素组合禁忌表}\}$;

3) 在非 T_{tabu} 的范围内产生所有可行组合 $CF = \{CF_1, CF_2, \dots, CF_i, \dots, CF_n\}$ 。 $CF_i = \{cf_{i0}, cf_{i1}, cf_{i2}, \dots, cf_{im}\}$, $cf_{i0} \in S_1, \dots, cf_{im} \in S_m$ 。

3.3 基于 CBR 的搜索匹配技术

CBR 是人工智能领域的推理技术, 把案例先用一定方式存贮起来。在使用时通过检索案例库, 找出一个或几个与新问题相似的案例, 当没有结果返回时, 对旧问题修改直到满足新的问题为止^[7]。

MP 预测结果的合理组合。通过搜索匹配算法得到与设计人员流行趋势主观判断主要特征集相似度较好的 2 个结果。案例库中已有的设计根据流行要素的分类和数据量化方法, 可用 $\langle \text{流行要素, 设计方案} \rangle$ 表示, 用类似的搜索匹配方法检索服装设计案

例库和前面得到的 2 个结果比较, 将搜索到的设计案例供设计人员参考, 设计人员对设计案例进行人为的整合和修改得到最终结果。如果对得到的结果不满意, 可重新输入搜索匹配算法中的参数, 直到人工整合和修改后的设计方案满意为止。最后, 设计人员决定是否将设计结果存入服装设计案例库中用于以后的搜索匹配, 其流程如图 2 所示。

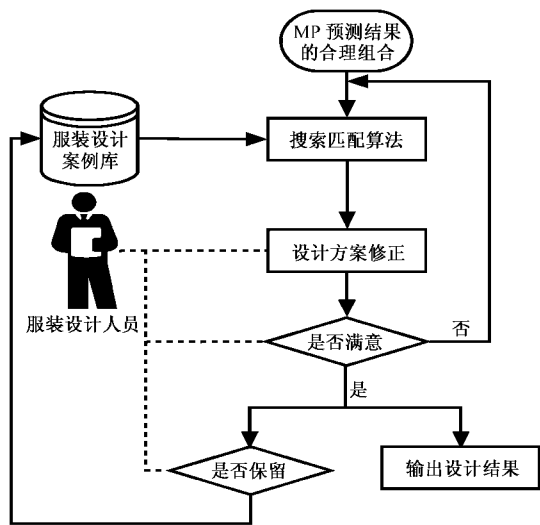


图 2 基于 CBR 的搜索匹配流程图

Fig.2 Search matching flowchart based on CBR

图 2 中搜索匹配算法步骤如下。

1) 令 $i = 0$, 通过趋势分析得到可行组合集合 CF , 其中每个预测 CF_i 包含 m 个流行要素: $CF_i = \{cf_{i0}, \dots, cf_{ij}, \dots, cf_{im}\}$ 。

2) 输入设计人员的主观判断设计要求 $F = \{f_0, \dots, f_j, \dots, f_m\}$, 每个流行要素相应的设计权重系数 $W = \{w_0, \dots, w_j, \dots, w_m\}$ 。

3) 分别计算设计要求 j 项和第 i 项预测结果的

$$\text{第 } j \text{ 项流行要素的相似度: } Q_{ij} = \begin{cases} 0, & (cf_{ij} = f_j) \\ 1/2, & (cf_{ij} \approx f_j) \\ 1, & (cf_{ij} \neq f_j) \end{cases}$$

分别表示预测结果和设计要求, 没有视觉差别、基本相同(大部分风格集中或大类相同)和完全不同时的相似度。

4) 计算总体相似度 $Q_i = \sum_{j=0}^m w_j \times Q_{ij}$ 。

5) 对所有的预测结果重复 3)、4), 计算每个预测结果相似度 Q_i 。

6) $i = i + 1$, 遍历所有可行组合集合 CF 。选取所有预测中的相似度最好的 2 个结果 $\{Q_{\max1}, Q_{\max2}\}$ 。

7) 用类似的方法检索服装设计案例库中和

$\{Q_{\max1}, Q_{\max2}\}$ 最相似的设计方案供设计人员参考。

4 实例

本文的实例基于杭州某男装服饰有限公司 2006 年秋季单衣设计任务构建, 先给出实例需输入的基础数据, 如表 2 所示。根据企业的历史数据库和实例基础数据, 得到 Markov 预测集合, 如表 3 所示。

表 2 基础数据

Tab.2 Basic data

流行要素分类	主观判断	轮回周期 k	权重系数 w_j
款式	休闲	6	0.25
面料	丝、棉	12	0.10
搭配	休闲帽、背包	2	0.15
色彩	淡黄、绿	3	0.15
结构	中性	4	0.20
工艺	实用	4	0.15

表 3 预测结果

Tab.3 Prediction results

流行要素分类	Markov 预测集合
款式	运动、休闲、轻快
面料	棉、印花、混纺
搭配	{太阳镜、休闲帽}、{头巾、拎包}、{运动袜、背包}
色彩	浅绿、米黄、天蓝
结构	中性、前卫、户外
工艺	户外、实用、运动

根据表 3 中的 Markov 预测集合, 结合企业设计加工禁忌表, 得到可行的流行趋势(流行要素的组合)。实际得到可行流行趋势有 324 个, 现选取其中的 5 个示例, 如表 4 所示。

表 4 可行流行趋势(部分)

Tab.4 Feasible fashion trends (partially)

示例编号	款式	面料	搭配	色彩	结构	工艺
1	休闲	棉	太阳镜、休闲帽	米黄	中性	户外
2	运动	印花	运动袜、背包	天蓝	前卫	实用
3	休闲	印花	运动袜、背包	天蓝	前卫	户外
4	休闲	印花	太阳镜、休闲帽	米黄	前卫	实用
5	运动	棉	运动袜、背包	天蓝	户外	实用

根据得到的 324 个可行流行趋势和表 2 中的流行要素主观判断, 通过 CBR 搜索匹配得到相似度最好的 2 个结果如下表 5 所示。根据这 2 个结果搜索服装设计案例库, 得到的设计案例经过设计人员的人工修改和整合, 最终得到的设计结果输出如图 3 所示。

表 5 流行趋势

Tab.5 Fashion trends

示例编号	款式	面料	搭配	色彩	结构	工艺
1	休闲	印花	太阳镜、休闲帽	米黄	前卫	实用
2	运动	棉	运动袜、背包	天蓝	户外	实用



图 3 设计结果

Fig.3 Design results

5 结 语

对流行要素的判断是服装设计过程中的难点, 本文提出的以 Markov 预测模型和基于 CBR 搜索匹配技术为核心的服装辅助设计模型, 将计算机预测

和初步处理后的结果提供给设计人员作设计参考, 从而提高服装设计的效率。本模型将计算机的数据处理优势和设计人员的经验相结合, 以此来帮助服装设计人员把握和利用大量的、复杂的设计信息。本文认为将网络技术、数据库技术、人工智能和预测技术相结合, 有助于纺织品设计智能化、改善设计理念。

FZXB

参考文献:

- [1] 项前, 吕志军, 杨建国. 纺织品智能工艺设计与质量系统[J]. 纺织学报, 2005, 26(3): 118 - 120.
- [2] 李当岐. 服装学概论[M]. 北京: 高等教育出版社, 1998: 31 - 34.
- [3] 于国瑞. 服装流行要素识别与品牌服装设计[J]. 纺织学报, 2004, 25(1): 126 - 128.
- [4] 冯利, 刘晓刚. 服装风格的量化方法初探. 东华大学学报: 自然科学版, 2004, 30(1): 57 - 61.
- [5] Archer G E, Titterington D M. Parameter estimation for hidden Markov chains [J]. Journal of Statistical Planning and Inference, 2002, 108: 365 - 390.
- [6] Ramesh R S. Link prediction and path analysis using Markov chains [J]. Computer Network, 2000, 33: 377 - 386.
- [7] 江勤, 葛燕, 李登道. 基于 CBR 专家系统案例知识的检索、匹配及其扩展[J]. 山东科技大学学报, 2002, 21(2): 35 - 37.