

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2022 年 1 月 13 日 (13.01.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/007380 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06Q 30/06 (2012.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2021/070982
- (22) 国际申请日: 2021 年 1 月 8 日 (08.01.2021)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202010640643.8 2020 年 7 月 6 日 (06.07.2020) CN
- (71) 申请人: 浙江大学 (ZHEJIANG UNIVERSITY) [CN/
CN]; 中国浙江省杭州市西湖区余杭塘路
866 号, Zhejiang 310058 (CN)。
- (72) 发明人: 张树有 (ZHANG, Shuyou); 中国浙江省
杭州市西湖区余杭塘路 866 号, Zhejiang 310058

(CN)。 裘乐森 (QIU, Lemiao); 中国浙江省杭州
市西湖区余杭塘路 866 号, Zhejiang 310058 (CN)。
王自立 (WANG, Zili); 中国浙江省杭州市西湖
区余杭塘路 866 号, Zhejiang 310058 (CN)。 顾
叶 (GU, Ye); 中国浙江省杭州市西湖区余杭
塘路 866 号, Zhejiang 310058 (CN)。

(74) 代理人: 杭州求是专利事务所有限
公司 (HANGZHOU QIUSHI PATENT OFFICE CO.,
LTD); 中国浙江省杭州市西湖区玉古路
147 号 黄鸿年综合科技大楼 215 室 邱启
旺, Zhejiang 310013 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家
保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,
BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,
CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,

(54) Title: "INTERNET+" ENVIRONMENT-ORIENTED MECHANICAL PRODUCT PERSONALIZED DESIGN PATTERN MATCHING METHOD

(54) 发明名称: 面向"互联网+"环境机械产品个性化设计模式匹配方法

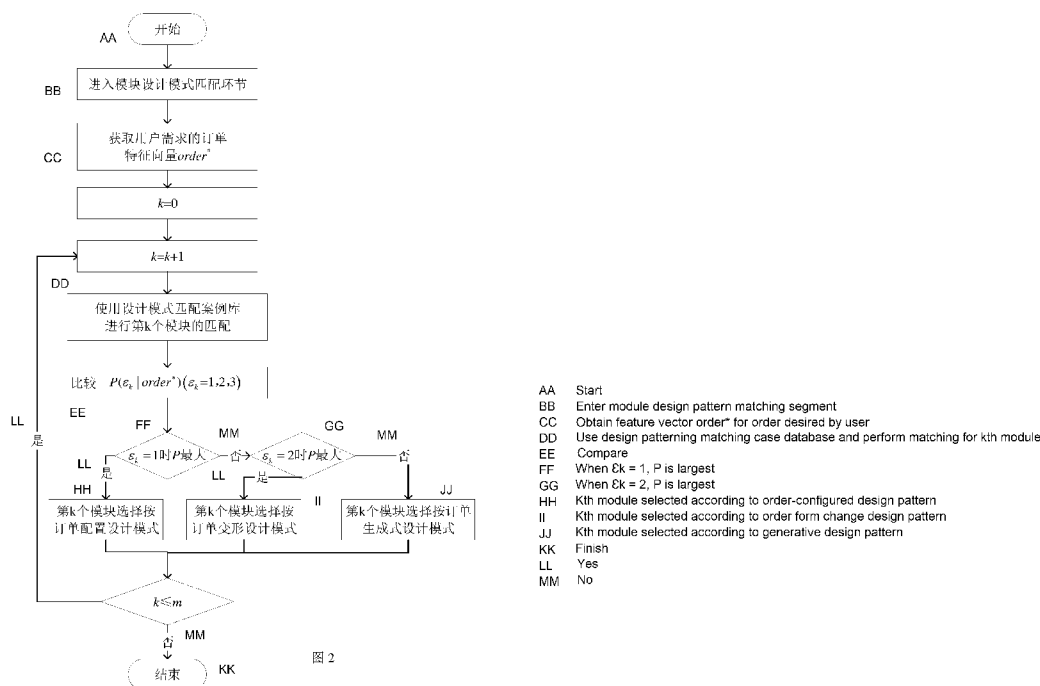


图 2

(57) Abstract: An "internet+" environment-oriented mechanical product personalized design pattern matching method, where said method quantifies an order of a user as a feature vector, a mechanical product is decomposed into modules, a historical case database is constructed, and a design pattern solution matching the order of a user is obtained according to user satisfaction probabilities when different design patterns are used for modules of the mechanical product. The method proceeds from a probabilistic perspective, being a personalized design pattern matching method which performs analysis on each design module in the custom design of a product

GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

according to Bayes theorem; by means of calculating user satisfaction probabilities when utilizing different design patterns for different design modules, a corresponding design pattern can be matched for each design module, reducing trial and error of design personnel relying on design experience in selecting a design pattern, and improving design efficiency; and intelligence and operability in a personalized design pattern matching process are increased.

(57) 摘要: 一种面向"互联网+"环境机械产品个性化设计模式匹配方法, 该方法将用户订单量化为特征向量, 将机械产品分解成模块, 并构建历史案例库, 根据机械产品各模块采用不同设计模式时用户满意的概率得到根据用户订单匹配的设计模式方案。该方法从概率学角度出发, 依据贝叶斯定理研究产品定制设计中各个设计模块的个性化设计模式匹配方法; 通过计算不同设计模块采用不同设计模式的用户满意概率值, 匹配出各个设计模块对应的设计模式, 减少设计人员靠设计经验选择设计模式时的试错情况, 提高设计效率; 提高了个性化设计模式匹配过程中的智能性与操作性。

面向“互联网+”环境机械产品个性化设计模式匹配方法

技术领域

本发明属于机械产品定制设计领域，尤其涉及一种面向“互联网+”环境机械产品个性化设计模式的匹配方法。

背景技术

专家预测，未来一半以上的产品将是定制个性化产品。随着工业技术与人民生活水平的不断提升，物质需要愈加广泛，传统的单一产品不再满足人们个性化的需求。传统的产品定制设计模式与批量生产流水线不再满足定制产品的设计与生产。大规模定制的设计模式通过预设产品模块与模块族，根据用户需求进行产品模块配置，组合出满足用户需求的产品。但是随着需求的个性化不断增多，产品订单的来源从群体慢慢转为单个用户，大规模定制的设计模式也将会难以满足用户的需求。已有的产品模块与模块族不能完全涵盖用户的个性化需求，且对未来的需求趋势还未能做到精确的预测导致模块库不能提前更新。同时，对于复杂定制机械产品或装备，大规模定制的设计模式还无法适应。

发明内容

本发明的目的在于针对现有技术的不足，提供一种面向“互联网+”环境机械产品个性化设计模式匹配方法。

本发明的目的是通过以下技术方案来实现的：一种面向“互联网+”环境机械产品个性化设计模式匹配方法，包括以下步骤：

(1)构建用户个性化需求的订单特征向量 $order$ ：

$$order = \{(req_1, r_1), (req_2, r_2), \dots, (req_i, r_i), \dots, (req_n, r_n)\}$$

其中， req_i 表示第 i 个需求特征， r_i 表示第 i 个需求特征的归一化需求值， n 为需求特征数；

(2)将机械产品分解成 m 个模块 $d_1 \sim d_m$ ，构建产品分解模块集 $D = \{d_1, d_2, \dots, d_m\}$ ；

(3)根据满足用户需求的设计模式方案的历史订单记录，构建设计模式匹配案例库 X ：

$$X = \{(order_j, pattern_j)\}_{j=1}^M$$

$$pattern_j = \{p_{1j}, p_{2j}, \dots, p_{kj}, \dots, p_{mj}\}$$

其中， M 表示设计模式匹配案例库中历史订单的数量， $order_j$ 表示第 j 个订单的订单特征向量；

p_{kj} 表示第 j 个订单中第 k 个模块采用的设计模式， $pattern_j$ 表示第 j 个订单中各个模块设计模

式匹配结果, $1 \leq k \leq m$;

(4)针对新的订单特征向量 $order^*$, 机械产品第 k 个模块采用不同设计模式时用户满意概率 $P(\varepsilon_k | order^*)$ ($\varepsilon_k=1,2,3$) 为:

$$P(\varepsilon_k | order^*) = \frac{P(\varepsilon_k)P(order^* | \varepsilon_k)}{P(order^*)}$$

其中, $\varepsilon_k=1$ 表示第 k 个模块采用按订单配置设计模式, $\varepsilon_k=2$ 表示第 k 个模块采用按订单变形设计模式, $\varepsilon_k=3$ 表示第 k 个模块采用按订单生成设计模式; $0 < P(order^*) \leq 1$ 为常数; $P(\varepsilon_k)$ 表示设计模式匹配案例库 X 中第 k 个模块采用 ε_k 设计模式的概率:

$$P(\varepsilon_k) = \frac{|X(\varepsilon_k)|}{M}$$

其中, $X(\varepsilon_k)$ 表示 X 中第 k 个模块采用 ε_k 设计模式的订单集合, $|X(\varepsilon_k)|$ 为 $X(\varepsilon_k)$ 中的元素个数; $P(order^* | \varepsilon_k)$ 为第 k 个模块根据新的订单特征向量 $order^*$ 选择不同设计模式的条件概率:

$$P(order^* | \varepsilon_k) = \prod_{i=1}^n P(r_i^* | \varepsilon_k) = \prod_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{\varepsilon_k,i}} \exp\left(-\frac{(r_i^* - \mu_{\varepsilon_k,i})^2}{2\sigma_{\varepsilon_k,i}^2}\right)$$

其中, r_i^* 表示 $order^*$ 中第 i 个需求特征的归一化需求值, $1 \leq i \leq n$; $X(\varepsilon_k)_i$ 是 X 中第 k 个模块采用 ε_k 设计模式的订单中第 i 个需求特征的归一化需求值 r_i 的集合, $\mu_{\varepsilon_k,i}$ 、 $\sigma_{\varepsilon_k,i}^2$ 分别是集合 $X(\varepsilon_k)_i$ 的均值与方差;

(5)将 $P(\varepsilon_k | order^*)$ 最大概率值对应的设计模式作为第 k 个模块的设计模式匹配结果 p_k^* ; 由于 $P(order^*)$ 为常数, 比较 $\{P(\varepsilon_k | order^*) | \varepsilon_k=1,2,3\}$ 的大小即比较 $\{P(\varepsilon_k)P(order^* | \varepsilon_k) | \varepsilon_k=1,2,3\}$ 的大小;

(6)得到机械产品的所有模块的设计模式匹配结果, 形成最终的设计模式匹配结果 $pattern^* = \{p_1^*, p_2^*, \dots, p_k^*, \dots, p_m^*\}$ 。

进一步地, 所述设计模式 $\varepsilon_k=1,2,3$; 其中, $\varepsilon_k=1$ 表示第 k 个模块采用按订单配置设计模式, $\varepsilon_k=2$ 表示第 k 个模块采用按订单变形设计模式, $\varepsilon_k=3$ 表示第 k 个模块采用按订单生成设计模式。

本发明的有益效果是:

1.本发明方法从概率学角度出发, 依据贝叶斯定理研究产品定制设计中各个设计模块的

个性化设计模式匹配方法。通过计算不同设计模块采用不同设计模式的用户满意概率值，匹配出各个设计模块对应的设计模式，减少设计人员靠设计经验选择设计模式时的试错情况，提高设计效率。

2.本发明提高了个性化设计模式匹配过程中的智能性与操作性。

附图说明

图 1 是“互联网+”环境机械产品个性化设计流程图；

图 2 是“互联网+”环境机械产品个性化设计模式匹配流程图；

图 3 是“互联网+”环境电梯轿厢系统个性化设计实现过程图。

具体实施方式

以下结合附图和实施例对本发明作进一步的详细描述。

如图 1 所示，是本发明相应的“互联网+”环境机械产品个性化设计流程图，步骤如下：

(1.1)用户通过多源终端构建的“互联网+”环境，提出自己对机械产品的个性化需求。互联网+设计平台将用户需求转化为产品订单，通过网络服务器传递给设计人员。

(1.2)设计人员以电子订单为依据，根据个性化设计模式用户满意概率匹配方法，匹配出产品各个模块的设计模式。所述的“互联网+”环境机械产品个性化设计模式包括：按订单配置设计模式、按订单变形设计模式、按订单生成式设计模式，其步骤如下：

(1)复杂产品按设计模块进行分解，按模块逐一设计。每个模块的设计模式通过订单内容与产品模块库匹配获得。

(2)选择按订单配置设计模式，根据产品设计参数、配置规则、配置模板从模块库中匹配出符合设计要求的模块。

(3)选择按订单变形设计模式，定位待变形的模块，从模块库中检索相似配置模块，选择最优移植母版与移植备选模块，将满足设计要求的可用结构进行结构特征分割，提取母版性能参数差异，将可用结构移植(替换)到母版上，重建约束，在满足性能要求下，重构与邻接模块的标准接口，形成按订单变形的模块设计方案。

(4)选择按订单生成式设计模式，用于模块库中完全不匹配的模块生成式设计，设置约束条件、边界条件、载荷条件，生成多种满足条件的生成式设计结果，对生成的模块进行性能模拟，并选择满足订单需求的模块作为模块设计方案。

(5)对每个模块逐次设计，采用(2)-(4)的设计模式进行设计，完成全部设计后，进行复杂产品的模块方案融合，生成机械产品定制设计方案。

(1.3)设计人员完成设计方案后，用户通过“互联网+”平台实时互反馈，设计人员修改设计方案直至满足用户需求；此外，用户可以直接参与设计全过程，在模块逐次设计过程中即可

提出更改意见供设计人员修改。最终完成的设计方案应完全满足用户的个性化需求。

所述的互联网+设计平台是为“互联网+”环境机械产品个性化设计所提供的平台，由用户与设计人员共同参与产品定制设计，一般是用户提出或修改需求，设计人员根据需求转化的订单进行定制设计，用户参与设计全过程，与设计人员实时互反馈以完成满足用户需求的产品。具体地，本发明一种面向“互联网+”环境机械产品个性化设计模式匹配方法包括以下步骤：

1.“互联网+”环境下用户根据自身的个性化需求，提交需求并根据预设模板生成订单；

2.机械产品的定制设计过程在互联网+设计平台上完成，共有三种设计模式，分别是按订单配置设计模式、按订单变形设计模式和按订单生成式设计模式。根据订单内容与已有产品模块匹配设计模式，设计人员根据匹配结果对产品模块逐一进行并完成设计。

所述的按订单配置设计模式的步骤如下，

A1.个性化订单参数输入，转化为机械产品设计参数；

A2.根据设计参数、配置结构、配置规则和配置模块，从配置模块库中匹配出适合模块，形成按订单配置的机械产品定制设计方案；

A3.设计方案传输至用户端，评价方案是否满足自身需求，若满足则输出机械产品定制设计方案完成设计，若不满足则返回步骤2重新配置，或者更换另两种设计模式。

所述的按订单变形设计模式的步骤如下，

B1.个性化订单参数输入，转化为机械产品设计参数；

B2.在按订单配置设计无法满足订单要求，用户实时反馈评价需要修改设计方案，和模块库中只有局部满足设计需求的产品模块等情况下，可采用按订单变形设计模式；

B3.定位待变形的产品模块，并检索模块库中相似模块；

B4.相似模块评估，选择最优移植模块母版与移植备选模块；

B5.分析最优移植模块母版与设计参数的性能差异，提取移植备选模块中可用结构并进行分割；

B6.将移植备选模块中分割的可用结构移植或替换至最优移植模块母版中，重建结构约束；

B7.设计人员先判断新模块是否满足性能，不满足需进行结构优化或转入步骤5-6，若满足则与用户互反馈，重复步骤4-6，以致完全符合用户需求。

B8.将按订单变形设计的新模块与邻接模块之间的接口标准化；

B9.重复步骤3-8，完成其余模块变形设计，输出按订单变形的机械产品定制设计方案。

所述的按订单生成式设计模式的步骤如下，

C1.个性化订单参数输入，转化为机械产品设计参数；

C2.在按订单配置设计与订单变形设计均无法满足订单要求，用户实时反馈评价需要修改设计方案，和模块库中不存在满足设计需求的产品模块等情况下，可采用按订单生成式设计模式设计该模块；

C3.定位需要更改的模块或者零件，根据订单要求更新产品订单库，便于之后生成式模块入库存储；

C4.利用产品设计资源库辅助按订单生成式设计模式，设置约束要求，边界条件，载荷条件等，生成海量模块生成式设计结果；

C5.设计人员从海量生成式设计模块中选择满足产品性能的模块，传输给用户进行评价，协同选择出完全满足用户需求的模块；若在此过程中用户更改需求，转到步骤 4；

C6.重复步骤 3-5，完成其余模块生成式设计，形成按订单生成式的机械产品定制设计方案；

C7.生成式模块进行模型、文档、结构、规则建模，并融入产品设计资源库。

如图 2 所示，是本发明中个性化设计模式用户满意概率匹配方法的流程图。所述的根据订单内容与已有产品模块匹配设计模式，采用个性化设计模式的用户满意概率匹配方法，该方法步骤如下：

2.1. 构建用户个性化需求的订单特征向量 $order = \{(req_1, r_1), (req_2, r_2), \dots, (req_i, r_i), \dots, (req_n, r_n)\}$ ；其中， req_i 表示订单特征向量中的第 i 个需求特征， r_i 表示 req_i 对应的归一化用户个性化需求值， n 为需求特征数。对同类机械产品，不同订单特征向量中的需求特征相同，但由于个性化的需求，不同订单相同需求特征下的归一化需求值 r 皆不同。

2.2.构建产品分解模块集 D ，每个机械产品在定制设计前，都需要分解产品模块，通过模块设计的思想，按模块逐一设计，同类机械产品其模块划分结果也相同 $D = \{d_1, d_2, \dots, d_m\}$ ；其中， d_k 表示产品划分的第 k 个模块，共划分为 m 个模块， $1 \leq k \leq m$ 。

2.3.根据满足用户需求的订单记录构成的设计案例库，构建设计模式匹配案例库 $X = \{(order_j, pattern_j)\}_{j=1}^M$ ， $pattern_j = \{p_{1j}, p_{2j}, \dots, p_{kj}, \dots, p_{mj}\}$ ；其中， M 表示设计模式匹配案例库中记录的订单数量； p_{kj} 表示第 j 个订单记录中第 k 个模块 d_k 采用的设计模式， $pattern_j$ 表示第 j 个订单记录中各个模块的设计模式匹配结果 p_{kj} 的集合。

2.4.输入新的订单特征向量 $order^*$ ，比较 D 中的第 k 个模块的三种设计模式对应的用户满意概率 $P(\varepsilon_k | order^*)$ ($\varepsilon_k = 1, 2, 3$)，选择用户满意概率最高的设计模式，包括以下子步骤：

2.4.1 找到 X 中第 k 个模块的设计模式匹配结果的集合 $\{p_{kj} \mid j=1 \sim M\}$ ，根据该集合中的不同设计模式将 X 划分成 $X(\varepsilon_k)$ ， $\varepsilon_k = 1, 2, 3$ ；其中， ε_k 表示第 k 个模块选择的设计模式， $\varepsilon_k = 1$ 表示第 k 个模块采用按订单配置设计模式， $\varepsilon_k = 2$ 表示第 k 个模块采用按订单变形设计模式， $\varepsilon_k = 3$ 表示第 k 个模块采用按订单生成设计模式； $X(\varepsilon_k)$ 表示第 k 个模块采用 ε_k 设计模式的案例集合。

2.4.2 找到 X 中第 i 个需求特征的归一化用户个性化需求值的集合 $\{r_{ij} \mid j=1 \sim M\}$ ，根据步骤 2.4.1 得到的 $X(\varepsilon_k)$ 将该集合划分为 $X(\varepsilon_k)_i$ ，则 $X(\varepsilon_k)_i$ 表示第 k 个模块采用 ε_k 设计模式时对应的订单记录中第 i 个需求特征的归一化用户个性化需求值的集合。

2.4.3 计算在 X 中第 k 个模块选择不同设计模式 $\varepsilon_k = 1, 2, 3$ 的概率 $P(\varepsilon_k)$ ：

$$P(\varepsilon_k) = \frac{|X(\varepsilon_k)|}{M}$$

其中， $|X(\varepsilon_k)|$ 表示 $X(\varepsilon_k)$ 中元素的个数。

2.4.4 计算集合 $X(\varepsilon_k)_i$ 的均值 $\mu_{\varepsilon_k, i}$ 与方差 $\sigma_{\varepsilon_k, i}^2$ 。

2.4.5 计算新的订单特征向量 $order^*$ 中需求特征 req_i^* 对应的 r_i^* 值不同时第 k 个模块选择不同设计模式的条件概率 $P(r_i^* | \varepsilon_k)$ 为：

$$P(r_i^* | \varepsilon_k) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{\varepsilon_k, i}} \exp\left(-\frac{(r_i^* - \mu_{\varepsilon_k, i})^2}{2\sigma_{\varepsilon_k, i}^2}\right)$$

式中， r_i^* 表示 $order^*$ 中第 i 个需求特征 req_i^* 的归一化用户个性化需求值，由于 r_i^* 的连续性，满足概率密度函数的分布规律， $P(r_i^* | \varepsilon_k) \sim N(\mu_{\varepsilon_k, i}, \sigma_{\varepsilon_k, i}^2)$ 。

2.4.3 第 k 个模块根据新的订单特征向量 $order^*$ 选择不同设计模式的条件概率 $P(order^* | \varepsilon_k)$ 为：

$$P(order^* | \varepsilon_k) = \prod_{i=1}^n P(r_i^* | \varepsilon_k)$$

式中， $P(order^* | \varepsilon_k)$ 由 $order^*$ 中的 n 个 r_i 值联合决定，基于属性条件独立性假设。

2.4.4 基于贝叶斯定理得到第 k 个模块采用不同设计模式时用户满意概率 $P(\varepsilon_k | order^*)$ 为：

$$P(\varepsilon_k | order^*) = \frac{P(\varepsilon_k)P(order^* | \varepsilon_k)}{P(order^*)}$$

式中， $0 < P(order^*) \leq 1$ 表示证据因子，为常数；因此，比较 $P(\varepsilon_k | order^*)$ 的大小就是比较

$\{P(\varepsilon_k) \cdot P(\text{order}^* | \varepsilon_k)\}$ 的大小, 选择 $\{P(\varepsilon_k) \cdot P(\text{order}^* | \varepsilon_k) | \varepsilon_k=1,2,3\}$ 中的最大值对应的设计模式, 作为匹配结果 $p_k^* = \{\varepsilon_k | \max\{P(\varepsilon_k) \cdot P(\text{order}^* | \varepsilon_k), \varepsilon_k=1,2,3\}\}$, $1 \leq k \leq m$ 。

2.5 依次对每个订单特征向量进行计算与匹配, 形成最终的设计模式匹配结果 $\text{pattern}^* = \{p_1^*, p_2^*, \dots, p_k^*, \dots, p_m^*\}$, 指导设计人员设计。

3. 设计人员完成机械产品定制设计方案, 在互联网+设计平台上直接反馈给用户, 用户可以体验产品性能, 确定是否满足需求。若不满足, 则实时反馈给设计人员将不满足需求的部分重新设计; 若满足, 则确定产品设计方案转向制造阶段。

本发明按用户订单为基础进行机械产品的定制设计, 以单个用户需求驱动设计, 且用户通过互联网+设计平台参与设计全过程, 与设计人员实时互反馈, 使最后设计方案满足用户个性化需求。本发明提出的三种机械产品个性化设计模式: 按订单配置设计模式, 按订单变形设计模式, 按订单生成式设计模式, 满足了几乎全部的机械产品的定制设计需求。三种设计模式有效地缓解需求个性化与生产规模化之间的矛盾。设计模式匹配阶段, 省去了设计人员根据经验判断满足订单需求的模块设计模式, 提高设计效率与设计结果的用户满意度。

电梯作为一种高度个性化的定制机械产品, 广泛运用在生活中, 不同建筑的电梯系统存在较大差异, 因此用户对电梯的需求也是个性化的。电梯分为驱动系统、悬挂系统, 层门系统, 轿厢系统等多个系统, 每个系统都可独立设计与组装, 本发明选择个性化程度最高的轿厢系统作为具体实施例进行说明。

结合一个简化的例子说明该方法的实施过程。表 1 为简化后的局部电梯设计模式匹配案例库, 新的个性化订单特征向量 $\text{order}^* = \{(\text{载重}, 0.54), (\text{场景}, 0.25), (\text{速度}, 0.61), (\text{楼层}, 0.45), (\text{装潢}, 0.14)\}$, 以编号 24 模块的设计模式匹配为例, 需比较 $P(\varepsilon_{24} | \text{order}^*) (\varepsilon_{24}=1,2,3)$ 三个值的大小, 确定选择何种设计模式。具体计算步骤如下:

表 1: 电梯设计模式匹配案例库 (简化局部)

编号	<i>order</i>					<i>pattern</i>		
	载重	场景	速度	楼层	装潢	...	p_{24}	...
1	0.74	0.41	0.56	0.75	0		1	
2	0.56	0.21	0.67	0.53	0.21		1	
3	0.40	0.21	0.75	0.34	0.26		1	
4	0.68	0.11	0.11	0.09	0.52		2	
5	0.24	0.12	0.20	0.13	0.41		2	

$$P(\varepsilon_{24}=1)=0.6, \quad P(\varepsilon_{24}=2)=0.4, \quad P(\varepsilon_{24}=3)=0$$

$$P(\text{载重}=0.54|\varepsilon_{24}=1)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\times 0.170}\exp\left(-\frac{(0.54-0.567)^2}{2\times 0.029}\right)\approx 2.3167,$$

$$P(\text{载重}=0.54|\varepsilon_{24}=2)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\times 0.311}\exp\left(-\frac{(0.54-0.46)^2}{2\times 0.00968}\right)\approx 1.2406,$$

$$P(\text{场景}=0.25|\varepsilon_{24}=1)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\times 0.1155}\exp\left(-\frac{(0.25-0.2767)^2}{2\times 0.0133}\right)\approx 3.3640,$$

$$P(\text{场景}=0.25|\varepsilon_{24}=2)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\times 0.0071}\exp\left(-\frac{(0.25-0.1150)^2}{2\times 5\times 10^{-5}}\right)\approx 4\times 10^{-78},$$

$$P(\text{速度}=0.61|\varepsilon_{24}=1)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\times 0.0954}\exp\left(-\frac{(0.43-0.66)^2}{2\times 0.0091}\right)\approx 0.2286,$$

$$P(\text{速度}=0.61|\varepsilon_{24}=2)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\times 0.0636}\exp\left(-\frac{(0.43-0.155)^2}{2\times 0.0041}\right)\approx 5\times 10^{-4},$$

$$P(\text{楼层}=0.45|\varepsilon_{24}=1)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\times 0.2052}\exp\left(-\frac{(0.05-0.54)^2}{2\times 0.0421}\right)\approx 0.1123,$$

$$P(\text{楼层}=0.45|\varepsilon_{24}=2)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\times 0.0283}\exp\left(-\frac{(0.05-0.11)^2}{2\times 8\times 10^{-4}}\right)\approx 1.4866,$$

$$P(\text{装潢}=0.14|\varepsilon_{24}=1)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\times 0.138}\exp\left(-\frac{(0.14-0.1567)^2}{2\times 0.019}\right)\approx 2.8707,$$

$$P(\text{装潢}=0.14|\varepsilon_{24}=2)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\times 0.0778}\exp\left(-\frac{(0.14-0.465)^2}{2\times 0.0061}\right)\approx 8.3\times 10^{-4},$$

设 $P(\text{order}^*)=1$, 则 $P(\varepsilon_{24}=1|\text{order}^*)=0.574$, $P(\varepsilon_{24}=2|\text{order}^*)=3.06\times 10^{-84}$,

$P(\varepsilon_{24}=3|\text{order}^*)=0$, 因此编号 24 模块应使用按订单配置的设计模式。其余模块设计模式匹配的计算方式与此类似。

如图 3 所示, 是本发明相应的“互联网+”环境电梯轿厢系统个性化设计实现过程图。

(1)用户在“互联网+”环境下提出的个性化需求, 转化为新的电子订单, 电子订单生成的用户个性化需求的订单特征向量 order^* , 根据本发明提出的个性化设计模式匹配方法, 按照以划分的设计模块逐一计算三种设计模式用户满意概率, 进行设计模式匹配, 其结果显示有 91% 模块通过按订单配置设计模式, 7% 模块通过按订单变形设计模式, 2% 模块通过按订单生成式设计模式, 如图 3(a)所示。

(2)匹配结果中轿架, 轿厢, 防护罩, 轿壁等设计模块都可采用按订单配置设计模式。通过已有的配置规则库, 配置模块库与电梯轿厢系统的配置结构, 从模块库中自上而下匹配满足订单需求的零部件, 形成按订单配置的各模块具体设计方案, 如图 3(b)所示。

(3)按订单变形设计模式以绳轮为例说明设计流程。先从模块库中检索出相似配置模块, 相似配置方案评估后, 选择最优移植母版与移植备选模块, 从移植备选模块中提取可用结构,

从最有移植母版中提取性能参数差异，将可用结构通过结构特征分割后移植到母版上，重建约束，并进行结构优化以满足订单需求，新的变形模块与邻接模块之间的接口标准化，形成按订单变形设计的绳轮具体设计方案，如图 2(c)所示。

(4)按订单生成式设计模式以拨架体为例进行说明设计流程。根据关于拨架体的订单信息设置约束条件、边界条件、载荷条件后，按订单生成式设计模式可以得到多种满足条件的生成式设计结果，对其进行性能模拟，选择满足订单需求的拨架体设计方案，如图 3(d)所示。

(5)图 3(b)-(d)都是以某一零部件为例，其余零部件按设计模式匹配结果逐一设计，最后由设计人员集成各模块，由用户与设计人员在互联网+设计平台上进行实时互反馈，设计人员对设计结果进行修改或重新设计，直至完全满足用户需求。

权利要求书

1、一种面向“互联网+”环境机械产品个性化设计模式匹配方法，其特征在于，包括以下步骤：

(1)构建用户个性化需求的订单特征向量 $order$ ：

$$order = \{(req_1, r_1), (req_2, r_2), \dots, (req_i, r_i), \dots, (req_n, r_n)\}$$

其中， req_i 表示第 i 个需求特征， r_i 表示第 i 个需求特征的归一化需求值， n 为需求特征数；

(2)将机械产品分解成 m 个模块 $d_1 \sim d_m$ ，构建产品分解模块集 $D = \{d_1, d_2, \dots, d_m\}$ ；

(3)根据满足用户需求的设计模式方案的历史订单记录，构建设计模式匹配案例库 X ：

$$X = \{(order_j, pattern_j)\}_{j=1}^M$$

$$pattern_j = \{p_{1j}, p_{2j}, \dots, p_{kj}, \dots, p_{mj}\}$$

其中， M 表示设计模式匹配案例库中历史订单的数量， $order_j$ 表示第 j 个订单的订单特征向量；

p_{kj} 表示第 j 个订单中第 k 个模块采用的设计模式， $pattern_j$ 表示第 j 个订单中各个模块设计模式匹配结果， $1 \leq k \leq m$ ；

(4)针对新的订单特征向量 $order^*$ ，机械产品第 k 个模块采用不同设计模式 ε_k 时用户满意概率 $P(\varepsilon_k | order^*)$ 为：

$$P(\varepsilon_k | order^*) = \frac{P(\varepsilon_k)P(order^* | \varepsilon_k)}{P(order^*)}$$

其中， $0 < P(order^*) \leq 1$ 为常数； $P(\varepsilon_k)$ 表示设计模式匹配案例库 X 中第 k 个模块采用 ε_k 设计模式的概率：

$$P(\varepsilon_k) = \frac{|X(\varepsilon_k)|}{M}$$

其中， $X(\varepsilon_k)$ 表示 X 中第 k 个模块采用 ε_k 设计模式的订单集合， $|X(\varepsilon_k)|$ 为 $X(\varepsilon_k)$ 中的元素个数； $P(order^* | \varepsilon_k)$ 为第 k 个模块根据新的订单特征向量 $order^*$ 选择不同设计模式的条件概率：

$$P(order^* | \varepsilon_k) = \prod_{i=1}^n P(r_i^* | \varepsilon_k) = \prod_{i=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{\varepsilon_k,i}} \exp\left(-\frac{(r_i^* - \mu_{\varepsilon_k,i})^2}{2\sigma_{\varepsilon_k,i}^2}\right)$$

其中， r_i^* 表示 $order^*$ 中第 i 个需求特征的归一化需求值， $1 \leq i \leq n$ ； $X(\varepsilon_k)_i$ 是 X 中第 k 个模块

采用 ε_k 设计模式的订单中第 i 个需求特征的归一化需求值 r_i 的集合, $\mu_{\varepsilon_k,i}$ 、 $\sigma_{\varepsilon_k,i}^2$ 分别是集合 $X(\varepsilon_k)_i$ 的均值与方差;

(5)将 $P(\varepsilon_k | order^*)$ 最大概率值对应的设计模式作为第 k 个模块的设计模式匹配结果 p_k^* ; 由于 $P(order^*)$ 为常数, 比较 $\{P(\varepsilon_k | order^*) | \varepsilon_k=1,2,3\}$ 的大小即比较 $\{P(\varepsilon_k)P(order^* | \varepsilon_k) | \varepsilon_k=1,2,3\}$ 的大小;

(6)得到机械产品的所有模块的设计模式匹配结果, 形成最终的设计模式匹配结果 $pattern^* = \{p_1^*, p_2^*, \dots, p_k^*, \dots, p_m^*\}$ 。

2、根据权利要求 1 所述面向“互联网+”环境机械产品个性化设计模式匹配方法, 其特征在于, 所述设计模式 $\varepsilon_k=1,2,3$; 其中, $\varepsilon_k=1$ 表示第 k 个模块采用按订单配置设计模式, $\varepsilon_k=2$ 表示第 k 个模块采用按订单变形设计模式, $\varepsilon_k=3$ 表示第 k 个模块采用按订单生成设计模式。

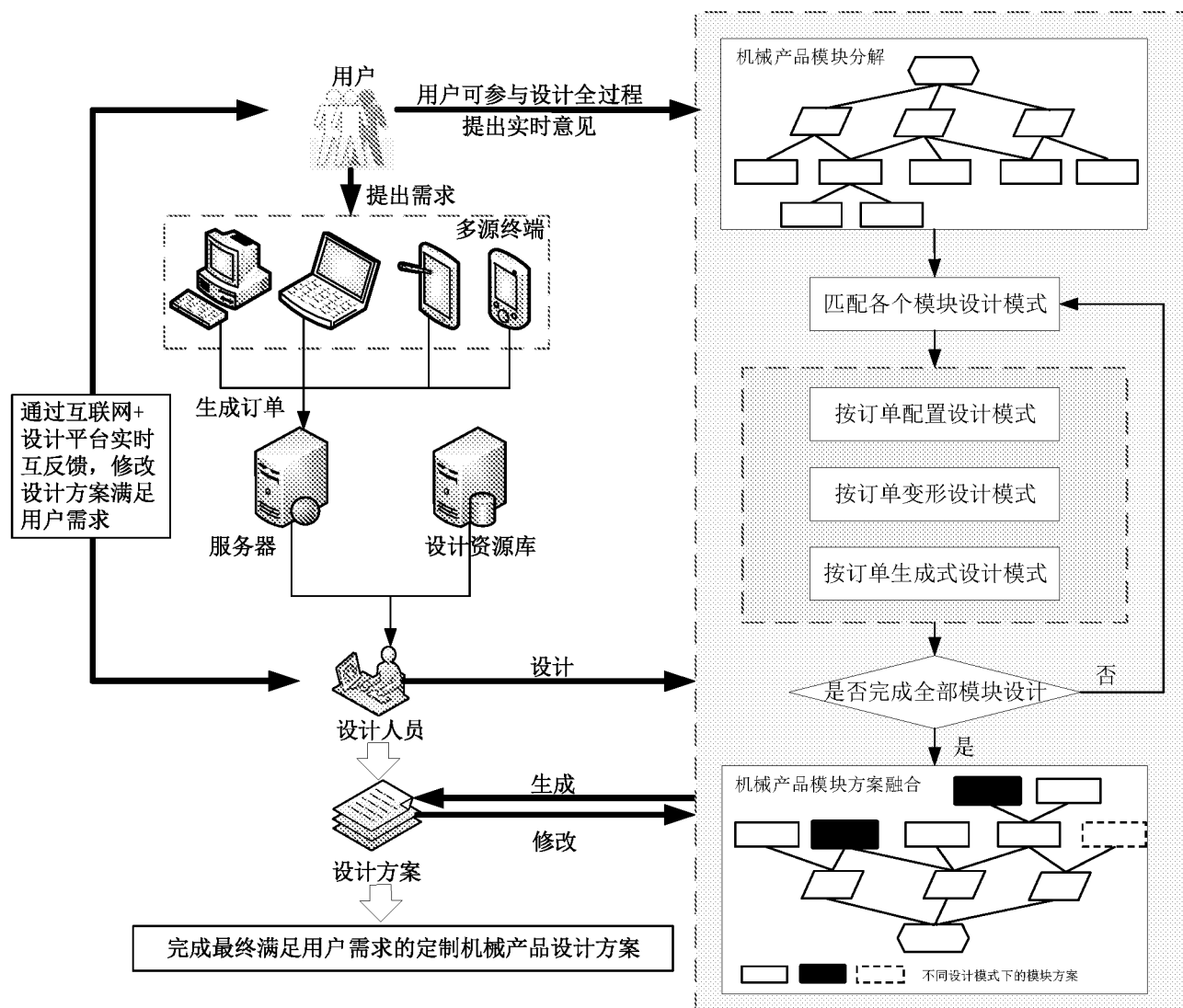


图 1

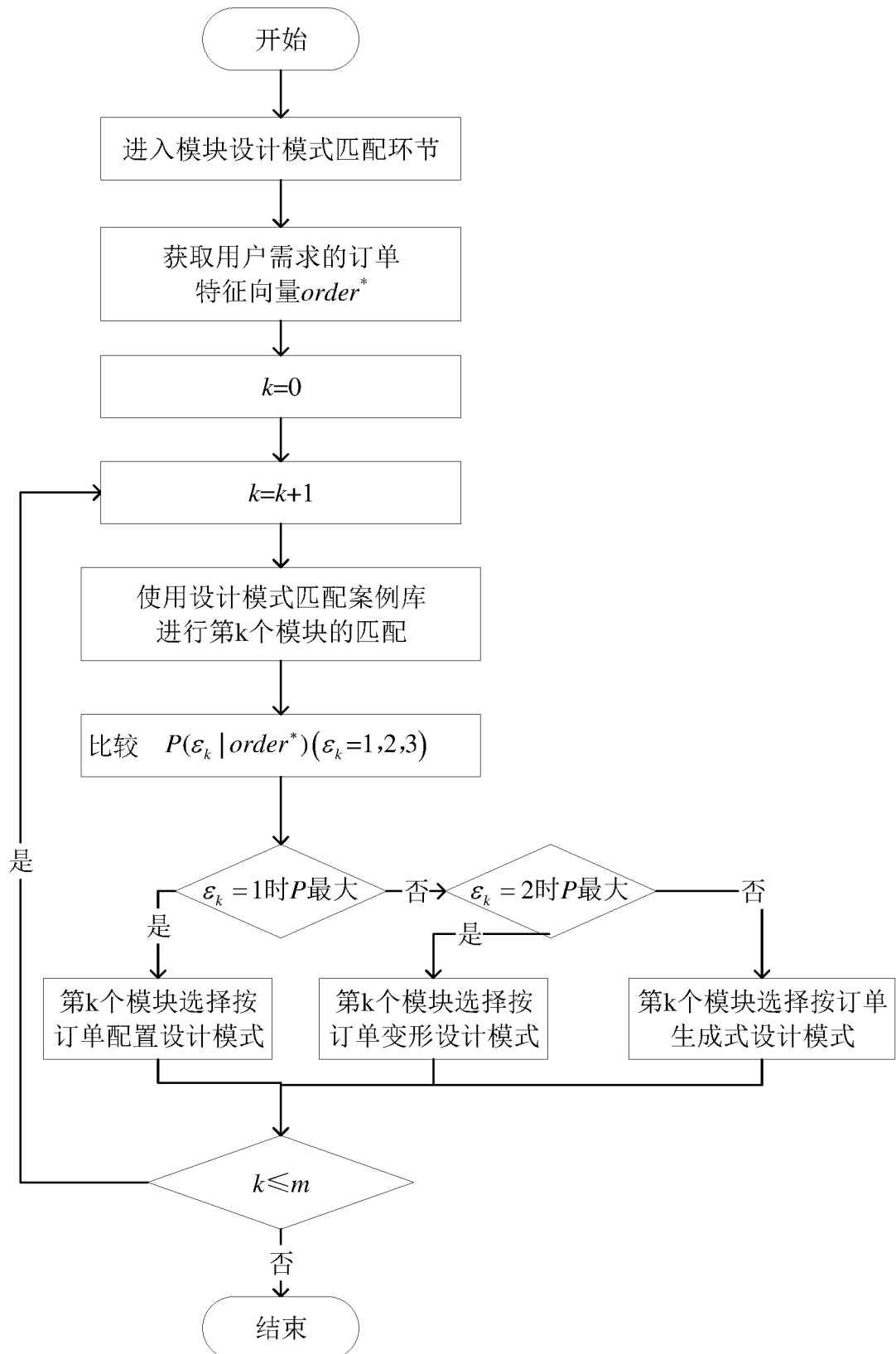
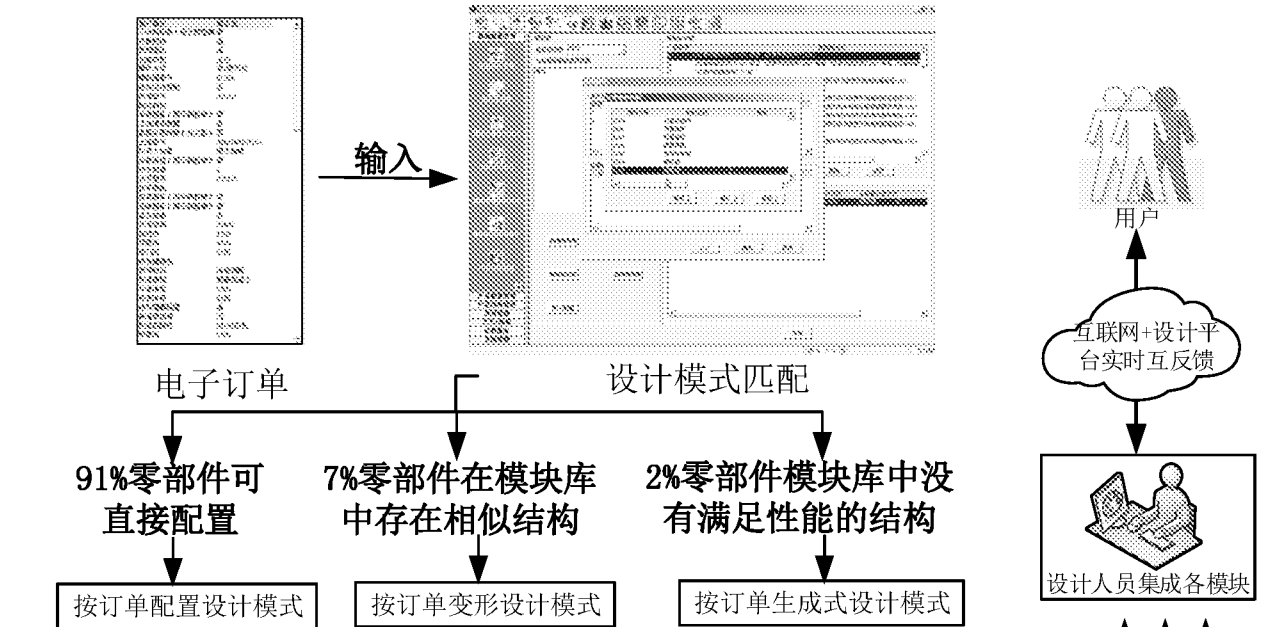
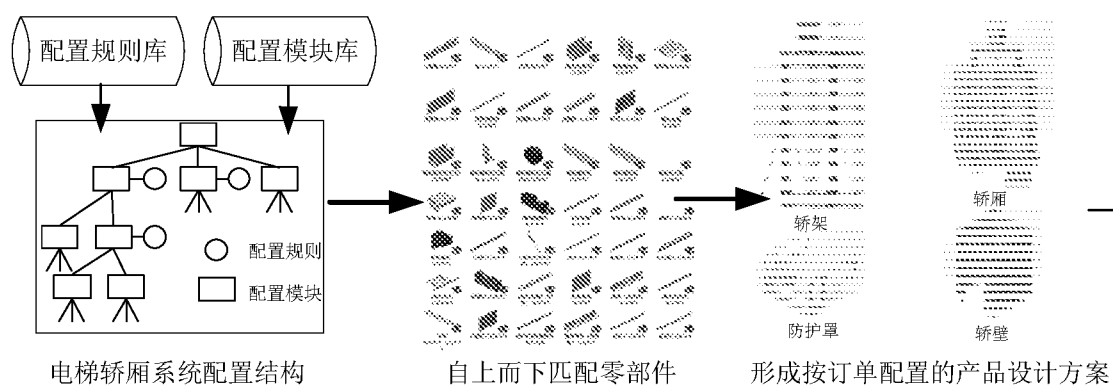


图 2

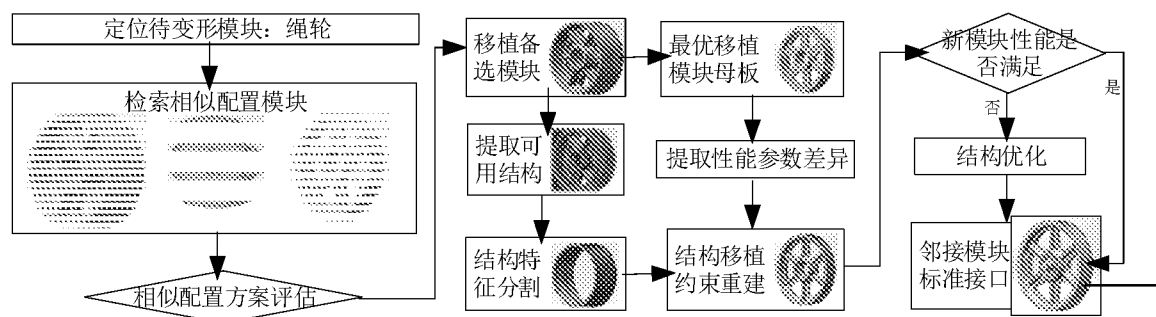
(a) 按订单选择产品模块/零部件设计模式



(b) 按订单配置设计模式



(c) 按订单变形设计模式——以绳轮为例



(d) 按订单生成式设计模式——以拨架体为例

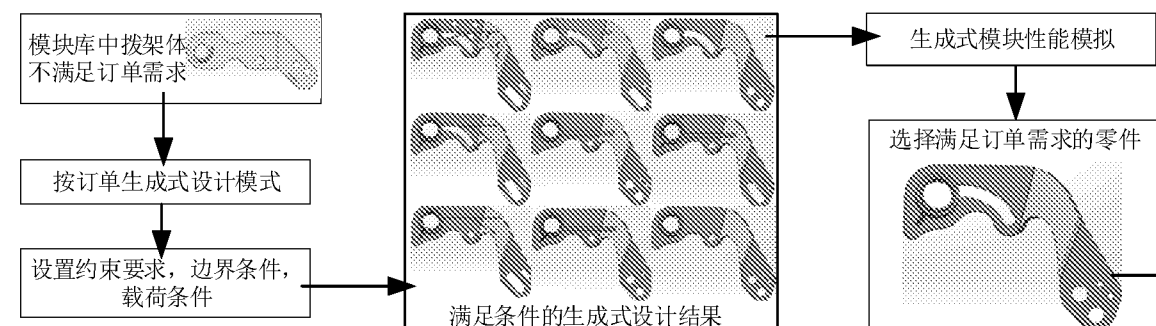


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/070982

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06Q 30/06(2012.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06Q, G06F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI, IEEE: 个性化, 设计, 定制, 订单, 向量, 特征, 分解, 分块, 产品, 机械, 模型, 模块化, 模块, 归一化, 匹配, 案例库, 概率, 贝叶斯, 预测, 满意度, 满意值, 需求, 变形, 修改, 配置, 模式; personaliz+, individualiz+, design+, customiz+, order, vector, feature?, decompos+, production, machinery, equipment, model?, modulariz+, module?, normaliz+, match+, case libraries, probability, Bayes, predict+, satisfaction value, demand, distort+, modif+, configuration, mode, pattern

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 111815409 A (ZHEJIANG UNIVERSITY) 23 October 2020 (2020-10-23) claims 1-2, description paragraphs [0004]-[0022], figures 1-3	1-2
A	CN 109166004 A (GUIZHOU UNIVERSITY) 08 January 2019 (2019-01-08) claims 1-3, description paragraphs [0021]-[0087], figures 3-6	1-2
A	CN 109741120 A (GUIZHOU UNIVERSITY) 10 May 2019 (2019-05-10) entire document	1-2
A	CN 110348747 A (QILU UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 18 October 2019 (2019-10-18) entire document	1-2
A	US 2010145492 A1 (THE BOEING COMPANY) 10 June 2010 (2010-06-10) entire document	1-2
A	CN 103679334 A (ZHEJIANG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 26 March 2014 (2014-03-26) entire document	1-2



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 March 2021

Date of mailing of the international search report

08 April 2021

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/070982

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	111815409	A	23 October 2020	None	
CN	109166004	A	08 January 2019	None	
CN	109741120	A	10 May 2019	None	
CN	110348747	A	18 October 2019	None	
US	2010145492	A1	10 June 2010	None	
CN	103679334	A	26 March 2014	CN 103679334 B	29 June 2016

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/070982

A. 主题的分类

G06Q 30/06 (2012.01) i

按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)

G06Q, G06F

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))

WPI, EPDOC, CNPAT, CNKI, IEEE: 个性化, 设计, 定制, 订单, 向量, 特征, 分解, 分块, 产品, 机械, 模型, 模块化, 模块, 归一化, 匹配, 案例库, 概率, 贝叶斯, 预测, 满意度, 满意值, 需求, 变形, 修改, 配置, 模式; personaliz+, individualiz+, design+, customiz+, order, vector, feature?, decompos+, production, machinery, equipment, model?, modulariz+, module?, normaliz+, match+, case libraries, probability, Bayes, predict+, satisfaction value, demand, distort+, modif+, configuration, mode, pattern

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 111815409 A (浙江大学) 2020年 10月 23日 (2020 - 10 - 23) 权利要求1-2, 说明书第[0004]-[0022]段, 图1-3	1-2
A	CN 109166004 A (贵州大学) 2019年 1月 8日 (2019 - 01 - 08) 权利要求1-3, 说明书第[0021]-[0087]段, 图3-6	1-2
A	CN 109741120 A (贵州大学) 2019年 5月 10日 (2019 - 05 - 10) 全文	1-2
A	CN 110348747 A (齐鲁工业大学) 2019年 10月 18日 (2019 - 10 - 18) 全文	1-2
A	US 2010145492 A1 (THE BOEING COMPANY) 2010年 6月 10日 (2010 - 06 - 10) 全文	1-2
A	CN 103679334 A (浙江工业大学) 2014年 3月 26日 (2014 - 03 - 26) 全文	1-2

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2021年 3月 24日

国际检索报告邮寄日期

2021年 4月 8日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

李敏

电话号码 86-(10)-53961526

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/070982

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	111815409	A	2020年 10月 23日	无	
CN	109166004	A	2019年 1月 8日	无	
CN	109741120	A	2019年 5月 10日	无	
CN	110348747	A	2019年 10月 18日	无	
US	2010145492	A1	2010年 6月 10日	无	
CN	103679334	A	2014年 3月 26日	CN 103679334	B 2016年 6月 29日