(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108711454 A
(43)申请公布日 2018.10.26

(21)申请号 201810698243.5

(22)申请日 2018.06.29

(71)申请人 北京大学口腔医学院
地址 100081 北京市海淀区中关村南大街22号北京大学口腔医院教学楼105

(72)发明人 吕培军 陈青筱 吴及

(74)专利代理机构 北京瑞思知识产权代理事务所(普通合伙) 11341
代理人 龙伟

(51)Int.Cl.
G16H 50/70(2018.01)
A61C 13/08(2006.01)

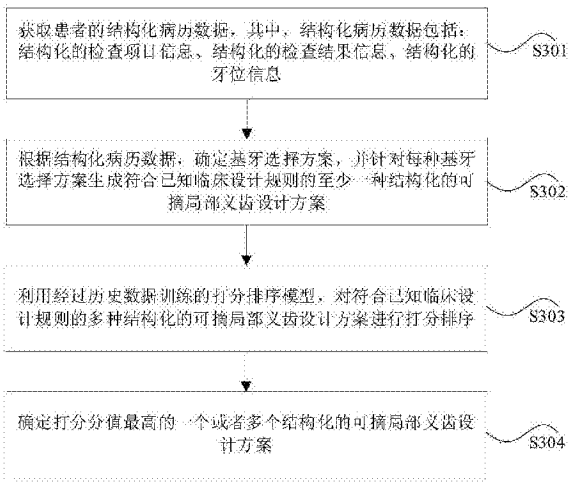
权利要求书2页 说明书9页 附图7页

(54)发明名称

可摘局部义齿设计方案生成方法、设备及介质

(57)摘要

本发明提供了一种可摘局部义齿设计方案生成方法、设备及介质。其中，该方法包括：获取患者的结构化病历数据；根据所述结构化病历数据，确定基牙选择方案，并针对每种基牙选择方案生成符合已知临床设计规则的至少一种结构化的可摘局部义齿设计方案；利用经过历史数据训练的打分排序模型，对符合已知临床设计规则的多种结构化的可摘局部义齿设计方案进行打分排序；确定打分分值最高的一个或者多个结构化的可摘局部义齿设计方案。通过本发明，解决了相关技术中可摘局部义齿临床决策支持系统由于受到知识来源的局限性，系统的知识库不能完全涵盖所有的知识，无法解决未知的实际问题的技术问题，提高了可摘局部义齿设计方案的设计水平。



CN 108711454 A

1.一种可摘局部义齿设计方案生成方法，其特征在于，包括：

获取患者的结构化病历数据，其中，所述结构化病历数据包括：结构化的检查项目信息、结构化的检查结果信息、结构化的牙位信息；

根据所述结构化病历数据，确定基牙选择方案，并针对每种基牙选择方案生成符合已知临床设计规则的至少一种结构化的可摘局部义齿设计方案；

利用经过历史数据训练的打分排序模型，对符合已知临床设计规则的多种结构化的可摘局部义齿设计方案进行打分排序；

确定打分分值最高的一个或者多个结构化的可摘局部义齿设计方案。

2.根据权利要求1所述的方法，其特征在于，获取患者的结构化病历数据包括：

获取所述患者的电子病历；

根据所述电子病历中的检查项目生成结构化的检查项目信息，根据所述电子病历中的检查结果生成结构化的检查结果信息，根据所述电子病历中的牙位信息生成结构化的牙位信息；

按照预定格式，组装成所述结构化病历数据。

3.根据权利要求1所述的方法，其特征在于，根据所述结构化病历数据，确定基牙选择方案，并针对每种基牙选择方案生成符合已知临床设计规则的至少一种结构化的可摘局部义齿设计方案包括：

将所述结构化病历数据作为输入，输入到基于知识驱动的认知模型中；其中，所述认知模型，用于根据所述结构化病历数据，确定基牙选择方案，并针对每种基牙选择方案生成符合已知临床设计规则的至少一种结构化的可摘局部义齿设计方案；

获取所述认知模型输出的结构化的可摘局部义齿设计方案。

4.根据权利要求1所述的方法，其特征在于，根据所述结构化病历数据，确定基牙选择方案，并针对每种基牙选择方案生成符合已知临床设计规则的至少一种结构化的可摘局部义齿设计方案包括：

根据所述结构化病历数据，生成所有符合已知临床设计规则的结构化的可摘局部义齿设计方案；

将所有符合已知临床设计规则的结构化的可摘局部义齿设计方案，按照基牙选择方案进行分类；

针对每种基牙选择方案分类下对应的多种结构化的可摘局部义齿设计方案，按照已知医学规则对结构化的可摘局部义齿设计方案中各个零部件的选择进行优先级排序，优先级排序最高的至少一种结构化的可摘局部义齿设计方案即作为针对该种基牙选择方案生成的符合已知临床设计规则的至少一种结构化的可摘局部义齿设计方案。

5.根据权利要求4所述的方法，其特征在于，在针对每种基牙选择方案分类下对应的多种结构化的可摘局部义齿设计方案，按照已知医学规则对结构化的可摘局部义齿设计方案中各个零部件的选择进行优先级排序之前，所述方法还包括：

根据预设规则，剔除与医学知识冲突的基牙选择方案，并删除该基牙选择方案分类下的所有结构化的可摘局部义齿设计方案。

6.根据权利要求1所述的方法，其特征在于，在利用经过历史数据训练的打分排序模型，对符合已知临床设计规则的多种结构化的可摘局部义齿设计方案进行打分排序中，所

采用的打分排序方法包括以下之一：

基于案例的排序、基于统计机器学习算法的排序、基于深度学习框架的排序。

7.根据权利要求1至6中任一项所述的方法，其特征在于，在确定打分分值最高的一个或者多个结构化的可摘局部义齿设计方案之后，所述方法还包括：

根据打分分值最高的一个或者多个结构化的可摘局部义齿设计方案，绘制二维图示，并展现所述二维图示。

8.一种可摘局部义齿设计方案生成设备，其特征在于，包括：至少一个处理器、至少一个存储器以及存储在所述存储器中的计算机程序指令，当所述计算机程序指令被所述处理器执行时实现如权利要求1-7中任一项所述的方法。

9.一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序指令，其特征在于，当所述计算机程序指令被处理器执行时实现如权利要求1-7中任一项所述的方法。

可摘局部义齿设计方案生成方法、设备及介质

技术领域

[0001] 本发明涉及口腔医学领域，具体而言，涉及一种可摘局部义齿设计方案生成方法、设备及介质。

背景技术

[0002] 牙列缺损是口腔中常见的一类疾病，在我国具有很高的患病和发病率。《第三次全国口腔健康流行病学调查报告》结果显示，全国35岁至44岁年龄段人群有牙齿缺失的为37.0%，全国65岁至74岁老年人有牙齿缺失的为86.1%。

[0003] 图1所示的可摘局部义齿是牙列缺损修复的主要方式之一。虽然部分牙列缺损患者可以进行种植修复，可摘局部义齿作为传统的修复方式，具有性价比高，摘戴方便，适应症广泛的特点。其可以作为永久修复，种植前的过渡修复以及与种植，附着体等联合的修复手段。

[0004] 合理的可摘局部义齿方案设计是义齿修复成功的关键，有效的解决该问题将对牙列缺损患者提供直接的帮助。现有技术中义齿的设计是临床医生对组成义齿的每个零部件的选择以及每个零部件在口腔内位置关系的确定，参考图2，设计方案以医生手绘的二维图示表示。从功能上讲，设计合理的义齿能够帮助患者更完善地行使口腔功能，改善患者生活质量。而不合理的可摘局部义齿设计是患者佩戴义齿不适甚至修复失败的重要原因。《第三次全国口腔健康流行病学调查报告》显示，全国35岁至44岁及65岁至74岁年龄段中佩戴义齿人群中义齿佩戴出现问题的人数达到近三分之一。其中，固位不好，疼痛，不美观，咀嚼功能差均与义齿设计有关。专业知识不充足，缺乏对多口腔因素的考量以及缺乏高水平医生的指导是医生不能全面考虑义齿设计相关因素的重要原因。

[0005] 可摘局部义齿临床决策支持系统可以通过提供合理的义齿设计方案供医生参考，为医生提供设计依据和思路，从而辅助医生进行可摘局部义齿设计。现有的临床决策支持系统是采用知识驱动的系统。知识驱动的系统来自于早期的专家系统研究。上世纪九十年代，知识驱动的系统已尝试应用于临床以辅助照顾病患，MYCIN系统采用产生式规则指导抗生素使用。此方法符合医生的思维习惯，但是缺乏鲁棒性和灵活性。该类系统的知识来自临床经验，教科书以及文献，因此，在处理知识库所不能涵盖的问题时具有一定的局限性。

[0006] 上世纪九十年代，Hammond研发了专家系统RaPiD用于辅助牙医进行可摘局部义齿设计。RaPiD将知识和CAD整合，为CAD设计提供建议。当CAD设计违背了知识库中的规则时，系统会提示一则对话框提示设计与规则冲突。由于基于规则的方法缺乏鲁棒性和灵活性，该系统不能表达复杂的知识结构。

[0007] 同一时期，北京大学口腔医院的吕培军教授研究了可摘局部义齿设计的专家系统。该系统用Quick Basic和Turbo C混合编程，采用分层组建知识库的思想，将义齿设计过程按逻辑关系分成不同层次，从而使该专家系统能够比较真实地模拟修复专家的临床检查、诊断，并给出修复前治疗计划和最终的义齿修复方案。该系统采用模块化程序设计方法，主要包括输入/输出，策略控制，推理，图形数据库，结果显示五个模块。其运行机制采用

启发式规则。

[0008] 这两个系统均在较早时期开发，由于受到知识来源的局限性，系统的知识库不能完全涵盖所有的知识。对于知识库无法涵盖的实际问题，该类系统无法得到合理的解决方案。另外，这些系统可靠性比较差。

[0009] 综上所述，针对现有的可摘局部义齿临床决策支持系统由于受到知识来源的局限性，系统的知识库不能完全涵盖所有的知识，无法解决未知的实际问题的技术问题，目前尚未提出有效的解决方案。

发明内容

[0010] 本发明提供了一种可摘局部义齿设计方案生成方法、设备及介质，以至少解决相关技术中可摘局部义齿临床决策支持系统由于受到知识来源的局限性，系统的知识库不能完全涵盖所有的知识，无法解决未知的实际问题的技术问题。

[0011] 第一方面，本发明实施例提供了一种可摘局部义齿设计方案生成方法，其特征在于，包括：

[0012] 获取患者的结构化病历数据，其中，所述结构化病历数据包括：结构化的检查项目信息、结构化的检查结果信息、结构化的牙位信息；

[0013] 根据所述结构化病历数据，确定基牙选择方案，并针对每种基牙选择方案生成符合已知临床设计规则的至少一种结构化的可摘局部义齿设计方案；

[0014] 利用经过历史数据训练的打分排序模型，对符合已知临床设计规则的多种结构化的可摘局部义齿设计方案进行打分排序；

[0015] 确定打分分值最高的一个或者多个结构化的可摘局部义齿设计方案。

[0016] 第二方面，本发明实施例提供了一种可摘局部义齿设计方案生成设备，包括：至少一个处理器、至少一个存储器以及存储在所述存储器中的计算机程序指令，当所述计算机程序指令被所述处理器执行时实现第一方面所述的方法。

[0017] 第三方面，本发明实施例提供了一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序指令，当所述计算机程序指令被处理器执行时实现第一方面所述的方法。

[0018] 通过本发明实施例提供的可摘局部义齿设计方案生成方法、设备及介质，采用获取患者的结构化病历数据；根据所述结构化病历数据，确定基牙选择方案，并针对每种基牙选择方案生成符合已知临床设计规则的至少一种结构化的可摘局部义齿设计方案；利用经过历史数据训练的打分排序模型，对符合已知临床设计规则的多种结构化的可摘局部义齿设计方案进行打分排序；确定打分分值最高的一个或者多个结构化的可摘局部义齿设计方案的方式。即在利用已知临床设计规则的基础上，结合历史数据训练的打分排序模型来确定结构化的可摘局部义齿设计方案的最终结果，解决了相关技术中可摘局部义齿临床决策支持系统由于受到知识来源的局限性，系统的知识库不能完全涵盖所有的知识，无法解决未知的实际问题的技术问题，提高了可摘局部义齿设计方案的设计水平。

附图说明

[0019] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解，构成本申请的一部分，本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明，并不构成对本发明的不当限定。在附图中：

[0020] 图1是根据相关技术的可摘局部义齿实物示意图；

[0021] 图2是根据相关技术的可摘局部义齿设计方案手绘二维图示的示意图；

[0022] 图3是根据本发明实施例的可摘局部义齿设计方案生成方法的流程图；

[0023] 图4是根据本发明实施例的本体库类别关系示意图；

[0024] 图5是根据本发明实施例的自然语言电子病历结构化过程的流程图；

[0025] 图6是根据本发明实施例的基于认知模型的义齿设计方案生成过程的流程图；

[0026] 图7是根据本发明实施例的可摘局部义齿设计图绘制过程的流程图；

[0027] 图8a和图8b是手绘设计图与本发明实施例生成的设计图的对比图；

[0028] 图8c是根据本发明实施例的计算机软件生成的设计方案结果页面的示意图；

[0029] 图9是根据本发明实施例的可摘局部义齿设计方案生成设备的硬件结构示意图；

[0030] 图10是根据本发明实施例的可摘局部义齿设计方案生成系统的框架结构图。

具体实施方式

[0031] 下面将详细描述本发明的各个方面的特征和示例性实施例，为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细描述。应理解，此处所描述的具体实施例仅用于解释本发明，并不用于限定本发明。对于本领域技术人员来说，本发明可以在不需要这些具体细节中的一些细节的情况下实施。下面对实施例的描述仅仅是为了通过示出本发明的示例来提供对本发明更好的理解。

[0032] 需要说明的是，在本文中，术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括……”限定的要素，并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0033] 在本实施例中提供了一种可摘局部义齿设计方案生成方法，图3是根据本发明实施例的可摘局部义齿设计方案生成方法的流程图，如图3所示，该流程包括如下步骤：

[0034] 步骤S301，获取患者的结构化病历数据，其中，结构化病历数据包括：结构化的检查项目信息、结构化的检查结果信息、结构化的牙位信息；

[0035] 步骤S302，根据结构化病历数据，确定基牙选择方案，并针对每种基牙选择方案生成符合已知临床设计规则的至少一种结构化的可摘局部义齿设计方案；

[0036] 步骤S303，利用经过历史数据训练的打分排序模型，对符合已知临床设计规则的多种结构化的可摘局部义齿设计方案进行打分排序；

[0037] 步骤S304，确定打分分值最高的一个或者多个结构化的可摘局部义齿设计方案。

[0038] 在本发明实施例中，“已知临床设计规则”是根据临床经验和基本医学知识总结出来的设计规则，运用这些规则能够解决基本的可摘局部义齿设计方案的设计。基于这些规则设计出来的可摘局部义齿设计方案涵盖了所有可能的方案。这些所有可能的方案中，存在诸如使用零部件不合理、结构设计复杂、患者佩戴舒适感差等问题，是已知临床设计规则无法解决的问题。在本发明实施例中的“经过历史数据训练的打分排序模型”是指根据过往的真实案例中可摘局部义齿设计方案以及设计方案的患者使用体验作为训练集训练而来的，属于对大数据的应用。通过对大量真实案例的学习，从而总结出未知/隐含的规则，以利

用这些未知/隐含的规则从所有可能的设计方案中选择出优选的设计方案，从而更好地解决已知的问题或者解决未知的问题。

[0039] 本发明实施例应用电子计算机技术实现自动化运行。电子病历是以自然语言描述的患者口腔信息，为了电子计算机能够识别和处理电子病历数据，在本发明实施例中将电子病历转化成结构化数据；此外，与可摘局部义齿领域相关的概念和知识也要进行结构化的表示。在本发明实施例中，所有结构化数据存储在一个数据库中，称为知识库。

[0040] 全口腔分为上下牙列，单牙列正常存在14至16颗牙齿；就一颗牙齿而言，与可摘局部义齿设计相关的量化口腔检查信息有近50项，包括牙齿的缺失情况，余留牙的牙体，牙周健康，解剖形态等。可摘局部义齿的二维设计图也需要以结构化的概念知识呈现，表示义齿各零部件的种类，位置及相互关系。这些概念构成的集合有两个特点：首先，概念集合内部的结构非常复杂，概念集合中的概念元素联系非常紧密。比如，判断余留牙是否健康的检查因素包括是否缺损，有无松动，叩诊情况等；其次，概念集合有较强的变化性。随着可摘局部义齿领域医学知识的发展，新的领域知识和概念需要添加进来，使得概念集合有较强的变化特性。所以发明实施例构建知识库以结构化表示复杂的检查信息和义齿设计方案，同时具备较强的扩展能力。

[0041] 可选地，在本实施例中，可摘局部义齿设计相关概念与知识的结构化表示——本体库构建，包括：

[0042] 1)知识的结构化表示工具

[0043] 本实施例采用本体对该领域的知识进行表达。本体是一个概念框架，提供一个系统化的概念术语库，可用以描述口腔可摘局部义齿专业术语知识的数据结构，同时通过对概念之间关系的刻画，揭示其中的内在联系，挖掘潜在的信息。此外本体库扩展性好，易于修改，具有和电子病历兼容的良好特性。

[0044] 2)描述语言和工具

[0045] OWL(Web Ontology Language)语言，Protégé工具。

[0046] 3)本体库结构框架

[0047] 可摘局部义齿领域概念间的逻辑关系如图4所示。

[0048] 定义类别：患者，检查，口腔，牙齿，义齿，义齿零部件等类别。

[0049] 定义数据属性：表示口腔及牙齿的检查情况；义齿各零部件的属性信息；患者的基本信息等。

[0050] 定义对象属性：表示类别间的相互关联属性：1)患者与检查；2)患者与设计方案间的关系；3)义齿设计方案与义齿零部件间的关系；4)义齿零部件与牙齿间的关系等。

[0051] 可选地，获取患者的结构化病历数据包括：获取患者的电子病历；根据电子病历中的检查项目生成结构化的检查项目信息，根据电子病历中的检查结果生成结构化的检查结果信息，根据电子病历中的牙位信息生成结构化的牙位信息；按照预定格式，组装成结构化病历数据。

[0052] 患者口腔检查信息由医生以自然语言的文本电子病历形式撰写存储。自动地分析处理电子病历可以使系统将电子病历数据作为输入，在不降低医生工作效率的条件下为医生提供临床决策支持。此外，医院中积累着大量的电子病历历史数据可以为数据驱动的方案生成方法提供数据基础。

[0053] 使用自然语言处理方法自动地理解病历存在两个难点。首先，属性多且表达方式多样：病人的检查情况中，涉及100多个独立的属性；属性的不同取值对应的表达方式也不同。其次，现有数据缺乏足够多的标注：有监督学习的自然语言处理方法需要大量标注数据。本实施例中涉及的属性很多，需要的人工标注的工作量非常庞大。

[0054] 为了解决数据人工标注工作量庞大的问题，本实施例中的结构化方法中病历信息的抽取采用语义相似度计算以及半监督、无监督学习方法结合的方式。通过使用词嵌入方法，在大量无标注的病历数据上无监督学习得到自然语言中词的语义向量表示，辅助进行语义相似度计算，从而自动完成病历的结构化理解。病历信息的抽取主要包括以下几个方面：

[0055] 1)数据信息病历数据来自于医院修复科电子病历数据，包括患者的初诊和复诊病历，隐去患者相关信息，并对部分病历人工标注。

[0056] 2)分词方法

[0057] 利用哈尔滨工业大学开发的LTP通用分词工具包对原始病历数据进行分词，将句子分成“牙位”+“检查项”+“检查结果”的结构。

[0058] 3)参见图5，信息抽取流程本研究的信息抽取分为三个部分：检查项，检查结果和牙位，其中检查项以及检查结果的信息抽取本实施例采用了关键词和向量结合的方法。

[0059] 在向量训练中本实施例采用Skip-gram模型并利用Hierarchical Softmax方法进行优化。通过对Skip-gram模型参数的训练，能够以最大的概率预测出某个词前后的词语，同时得到表示每个词语的向量，即词向量。通过同样的模型，可以得到表示每个句子的向量，即句向量。在获得向量后，通过标注文本和无标注数据间向量的相似度比较，即可对无标注数据结构化，使其与构建的本体库属性对应。

[0060] 可选地，根据结构化病历数据，确定基牙选择方案，并针对每种基牙选择方案生成符合已知临床设计规则的至少一种结构化的可摘局部义齿设计方案包括：将结构化病历数据作为输入，输入到基于知识驱动的认知模型中；其中，认知模型，用于根据结构化病历数据，确定基牙选择方案，并针对每种基牙选择方案生成符合已知临床设计规则的至少一种结构化的可摘局部义齿设计方案；获取认知模型输出的结构化的可摘局部义齿设计方案。通过上述方式，采用认知模型的方法，根据临床医生的思维流程将医学知识填充在认知模型的框架内，按照步骤依次确定义齿的各零部件；继而采用数据驱动的方法对义齿设计方案进行排序，筛选出系统最优的1-3个义齿设计方案。

[0061] 上述的临床医生的思维流程是指：先确定基牙(需要摆放零部件的牙齿称为“基牙”)，再确定卡环的位置和类型，接着确定间接固位体的位置和类型，然后确定大连接体的位置和类型，最后根据总体原则进行调整。在设计的每一个步骤，医生根据医学知识和自身的临床经验，结合特定患者的口腔情况，基本确定了某一部件的位置和类型。

[0062] 可选地，根据结构化病历数据，确定基牙选择方案，并针对每种基牙选择方案生成符合已知临床设计规则的至少一种结构化的可摘局部义齿设计方案包括：根据结构化病历数据，生成所有符合已知临床设计规则的结构化的可摘局部义齿设计方案；将所有符合已知临床设计规则的结构化的可摘局部义齿设计方案，按照基牙选择方案进行分类；针对每种基牙选择方案分类下对应的多种结构化的可摘局部义齿设计方案，按照已知医学规则对结构化的可摘局部义齿设计方案中各个零部件的选择进行优先级排序，优先级排序最高的

至少一种结构化的可摘局部义齿设计方案即作为针对该种基牙选择方案生成的符合已知临床设计规则的至少一种结构化的可摘局部义齿设计方案。

[0063] 可选地，在针对每种基牙选择方案分类下对应的多种结构化的可摘局部义齿设计方案，按照已知医学规则对结构化的可摘局部义齿设计方案中各个零部件的选择进行优先级排序之前，方法还包括：根据预设规则，剔除与医学知识冲突的基牙选择方案，并删除该基牙选择方案分类下的所有结构化的可摘局部义齿设计方案。

[0064] 下面通过一个示例对根据结构化病历数据，确定基牙选择方案，并针对每种基牙选择方案生成符合已知临床设计规则的至少一种结构化的可摘局部义齿设计方案进行说明。

[0065] 参考图6，根据临床医生的义齿方案推理步骤，可以将认知模型分成以下几个步骤：

[0066] 1)确定基牙(基牙指放置可摘局部义齿零部件的牙齿)：在确认缺失的牙齿后，遍历所有的基牙选择。此时，可以通过人为设定一些规则，将一些和医学知识冲突的基牙选择方案剔除，最后得到可能的基牙选择方案。

[0067] 2)至4)步骤是在每一种基牙选择方案下，利用已有的医学规则对各个零部件的选择进行优先级排序，得到优先级最高的义齿设计方案。最终，在每一种基牙的选择下，都得到一个相对最优的义齿设计方案。

[0068] 举例示意，某病历检查部分描述如下：

[0069] 牙齿：14，17，18，24，25，26，27，28缺失，剩余牙槽嵴中度到重度吸收，近远中间隙基本正常，合龈间距基本正常。16牙色充填体，叩痛(-)，I度松动，牙龈红肿、有一定量退缩；X根尖片：16未见根充影像，牙槽骨吸收至根中1/3。

[0070] 经过自然语言文本实例化后，按照上述认知模型对上颌进行义齿设计方案生成：

[0071] 1)基牙选择

[0072] 遍历选择可能基牙，根据规则筛选出可能的基牙为15，16，23。排列组合得到可能的基牙方案一共有8种。

[0073] 2)选择卡环，间接固位体，大连接体

[0074] 本例中，15，16为连续基牙，双侧缺失，且由于口腔16牙位有叩痛、松动、牙龈红肿退缩等情况，牙周状况不佳。

[0075] 结合本例中口腔情况和规则，本实施例对所有可能方案进行优先级排序，确定了每一种基牙选择下最优的方案。在这里，列举两种设计方案：

[0076] 方案1：基牙：16，23；卡环：RPA卡环(16)，尖牙卡环(23)；间接固位体：无；大连接体：上颌腭板(范围：13，23——17，27)

[0077] 方案2：基牙：15，16，23；卡环：圆环形卡环(15)，RPA卡环(16)，尖牙卡环(23)；间接固位体：无；大连接体：上颌腭板(范围：13，23——17，27)

[0078] 经过上述过程，基于认知模型得到每种基牙选择下的推荐义齿设计方案。

[0079] 基于认知模型，本实施例生成在每一种基牙情况下的义齿设计方案。通过对他们排序可以得到最优的推荐方案，实现知识和数据的有机融合。可选地，在本实施例中，针对义齿方案设计的结构化预测问题，提出一种基于全局训练的排序模型。该模型通过训练一个打分函数，对病人的设计方案进行打分。打分函数定义为：

[0080] score(x,y)＝$f_\theta(\Phi(x,y)|D)$

[0081] 其中x表示病人的检查情况，y表示某种义齿设计方案；Φ(x,y)是特征函数，提取病人检查情况和义齿设计方案的特征，将离散化的检查情况和义齿设计方案表示为可计算的数值表示；$f_\theta(X)$是一个含有参数θ的归一化函数，比如常见的最大熵模型：$f_\theta(X)=e^{\theta^T X}$；D是经过人工校验的训练数据，包括病人的检查情况和最终的义齿设计方案。

[0082] 在获得打分函数后，给定某个病人的检查情况，对应该病人的义齿设计方案是所有候选方案中使得打分函数值最大的设计方案。

[0083] 由于候选方案全集的大小通常是非常庞大的，为了计算方便，可以采用对候选方案集合进行采样、剪枝等方法降低计算量。

[0084] 在上述框架下，可以按照如下几个思路完成义齿方案的排序：

[0085] 1)基于案例的排序

[0086] 即相关度排序，该方法的基本思路是，将当前给出的设计方案结合病人检查情况与案例数据库中的案例进行比较，计算相似度，作为上述框架下的打分函数score(x,y)。此时，需要人工选择特征函数Φ(x,y)和归一化函数$f_\theta(X)$。

[0087] 2)基于统计机器学习算法的排序

[0088] 即排序学习(Learning to Rank)。基于案例的排序模型往往只能够关注数据的某一个方面，从而使得该方法不具有很好的鲁棒性。机器学习的方法可以克服上述模型的不足。该类方法使用不同类型的特征作为输入，训练一个新的模型，利用病历数据自动学习这个模型的参数，从而实现更鲁棒的排序模型。与基于案例的排序模型不同，本方法的归一化函数$f_\theta(X)$是利用数据训练得到的。

[0089] 3)基于深度学习框架的排序

[0090] 深度学习是机器学习的分支，其思想是试图通过复杂的神经元结构与多层的非线性变换对数据进行高层次的抽象表示。基于深度学习框架的排序，可以利用其高效的表示学习能力，得到数据的抽象表示作为特征函数，代替特征的手工获取，再通过深度学习框架或前述的排序学习模型实现义齿设计方案的排序，从而实现“端到端”的排序模型。

[0091] 为了直观生动地表示义齿设计方案，结构化描述的方案需要转化成二维图示。可选地，在确定打分分值最高的一个或者多个结构化的可摘局部义齿设计方案之后，方法还包括：根据打分分值最高的一个或者多个结构化的可摘局部义齿设计方案，绘制二维图示，并展现二维图示。

[0092] 义齿的图示具有不规则性且不断变化。不同的设计方案，不同零部件的交互关系，都会对图示的几何曲线产生影响。此外，图示还需将医生对于推荐方案的修改动态展示出来。

[0093] 下面参考图7对二维图示的绘制方法进行说明：

[0094] 1)开发环境

[0095] 操作系统：Windows 10；编程语言：C++；集成开发环境：Visual Studio和IntelliJ IDEA；图像编程库：OpenCV 3.2；图形用户界面(GUI)：Qt 5.8

[0096] 2)首先识别底图中的牙齿轮廓，并判断每颗牙齿的区、序号：

[0097] 基于空间矩

[0098] $m_{i,j}=\int_A I(x,y)x^i y^j dxdy$；

[0099] 故$\bar{x}=\frac{m_{10}}{m_{00}},\bar{y}=\frac{m_{01}}{m_{00}}$;

[0100] 计算每个牙位的质心，进而进行方位标定，最终计算出每颗牙的牙位。

[0101] 3)零部件绘制

[0102] 义齿各部件绘制存在相互作用的规则，本实施例中通过建立绘制的相互作用规则，并定义了各部件绘制的函数，通过构建抽象类将规则作用于绘制函数中，完成各部件的绘制和连接。

[0103] 图8a和图8b是手绘设计图与采用本发明实施例的方法生成的设计图的对比图。图8c是采用本发明实施例的计算机软件生成的设计方案的结果页面的示意图，在这个结果页面中，显示了检查的详细信息，并给出了三个推荐的可摘局部义齿设计方案，在每个设计方案的图片下方有“打印”按钮，医生可以进一步根据经验从这三个设计方案中选择一种，或者从这三个设计方案中任选一种，并直接点击“打印”按钮就能够打印出设计方案的图片。

[0104] 通过本发明的上述实施例，结合知识驱动的系统和数据驱动的系统，提高了可摘局部义齿设计方案的设计水平的设计水平，提高了牙列缺损患者生活质量，解决了义齿设计不当导致的口腔问题。另外，通过系统自动绘制二维图示，提高了设计方案的生成效率，减少了医生的工作量。

[0105] 此外，由于数据驱动的机器学习方法需要大量的学习数据，在系统原型初步实现之后，通过在线的运用系统，可以实时的采集病人的检查信息以及医生给出的义齿设计方案，用以扩充数据集，在扩大的数据集上，迭代训练得到更好的统计模型，使得系统性能不断的优化。

[0106] 另外，结合图3描述的本发明实施例的可摘局部义齿设计方案生成方法可以由可摘局部义齿设计方案生成设备来实现。图9示出了本发明实施例提供的可摘局部义齿设计方案生成设备的硬件结构示意图。图10是图9的一种变形形式。

[0107] 可摘局部义齿设计方案生成设备可以包括处理器91以及存储有计算机程序指令的存储器92。

[0108] 具体地，上述处理器91可以包括中央处理器(CPU)，或者特定集成电路(Application Specific Integrated Circuit,ASIC)，或者可以被配置成实施本发明实施例的一个或多个集成电路。

[0109] 存储器92可以包括用于数据或指令的大容量存储器。举例来说而非限制，存储器92可包括硬盘驱动器(Hard Disk Drive,HDD)、软盘驱动器、闪存、光盘、磁光盘、磁带或通用串行总线(Universal Serial Bus,USB)驱动器或者两个或更多个以上这些的组合。在合适的情况下，存储器92可包括可移除或不可移除(或固定)的介质。在合适的情况下，存储器92可在数据处理装置的内部或外部。在特定实施例中，存储器92是非易失性固态存储器。在特定实施例中，存储器92包括只读存储器(ROM)。在合适的情况下，该ROM可以是掩模编程的ROM、可编程ROM(PROM)、可擦除PROM(EPROM)、电可擦除PROM(EEPROM)、电可改写ROM(EAROM)或闪存或者两个或更多个以上这些的组合。

[0110] 处理器91通过读取并执行存储器92中存储的计算机程序指令，以实现上述实施例中的任意一种可摘局部义齿设计方案生成方法。

[0111] 在一个示例中，可摘局部义齿设计方案生成设备还可包括通信接口93和总线90。

其中，如图9所示，处理器91、存储器92、通信接口93通过总线90连接并完成相互间的通信。

[0112] 通信接口93，主要用于实现本发明实施例中各模块、装置、单元和/或设备之间的通信。

[0113] 总线90包括硬件、软件或两者，将可摘局部义齿设计方案生成设备的部件彼此耦接在一起。举例来说而非限制，总线可包括加速图形端口(AGP)或其他图形总线、增强工业标准架构(EISA)总线、前端总线(FSB)、超传输(HT)互连、工业标准架构(ISA)总线、无限带宽互连、低引脚数(LPC)总线、存储器总线、微信道架构(MCA)总线、外围组件互连(PCI)总线、PCI-Express(PCI-X)总线、串行高级技术附件(SATA)总线、视频电子标准协会局部(VLB)总线或其他合适的总线或者两个或更多个以上这些的组合。在合适的情况下，总线90可包括一个或多个总线。尽管本发明实施例描述和示出了特定的总线，但本发明考虑任何合适的总线或互连。

[0114] 该可摘局部义齿设计方案生成设备可以基于获取到的数据，执行本发明实施例中的可摘局部义齿设计方案生成方法，从而实现结合图3描述的可摘局部义齿设计方案生成方法。

[0115] 另外，结合上述实施例中的可摘局部义齿设计方案生成方法，本发明实施例可提供一种计算机可读存储介质来实现。该计算机可读存储介质上存储有计算机程序指令；该计算机程序指令被处理器执行时实现上述实施例中的任意一种可摘局部义齿设计方案生成方法。

[0116] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已，并不用于限制本发明，对于本领域的技术人员来说，本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

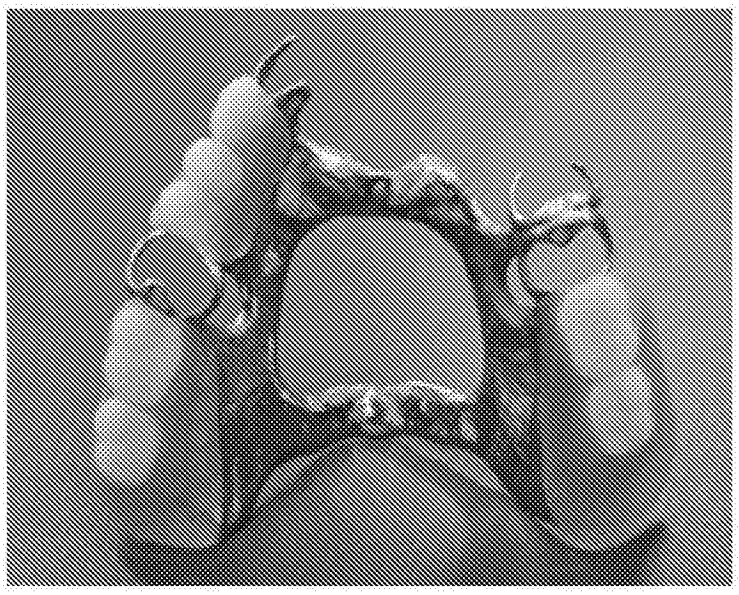


图1

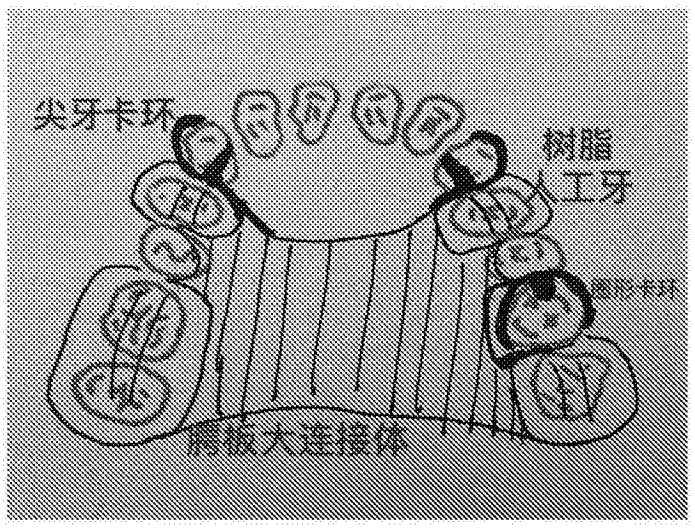


图2

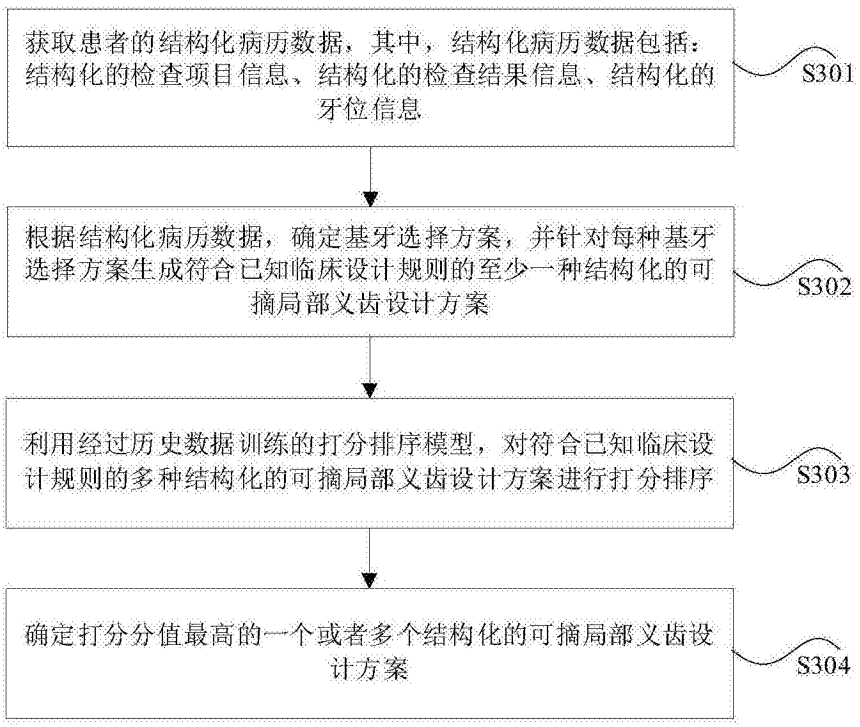

获取患者的结构化病历数据，其中，结构化病历数据包括：结构化的检查项目信息、结构化的检查结果信息、结构化的牙位信息
S301
根据结构化病历数据，确定基牙选择方案，并针对每种基牙选择方案生成符合已知临床设计规则的至少一种结构化的可摘局部义齿设计方案
S302
利用经过历史数据训练的打分排序模型，对符合已知临床设计规则的多种结构化的可摘局部义齿设计方案进行打分排序
S303
确定打分分值最高的一个或者多个结构化的可摘局部义齿设计方案
S304

图3

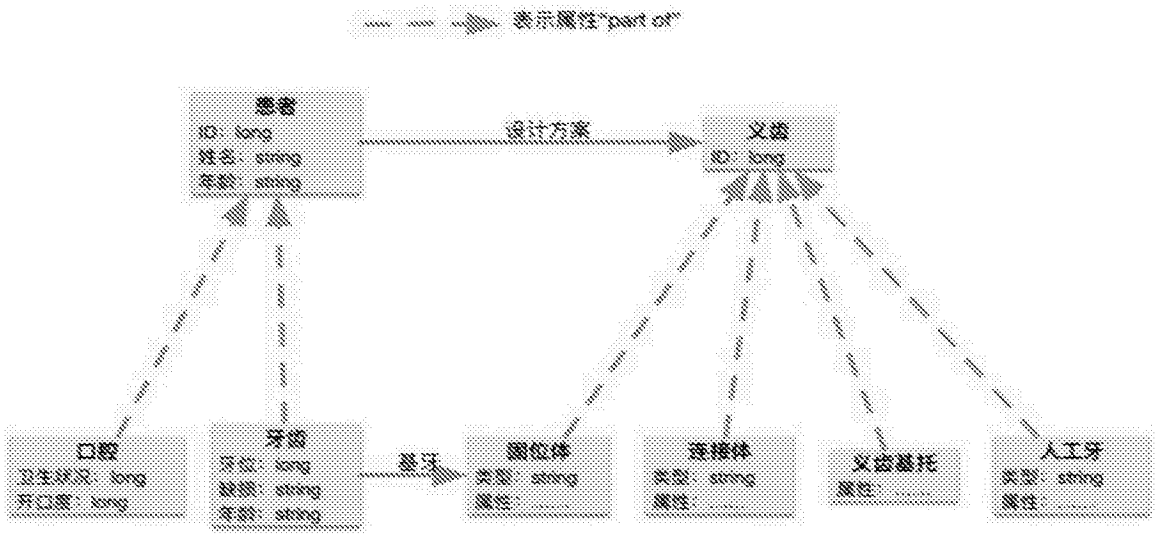

表示属性"part of"
患者
ID: long
姓名: string
年龄: string
设计方案
义齿
ID: long
口腔
牙齿
基牙
固位体
连接体
义齿基托
人工牙

图4

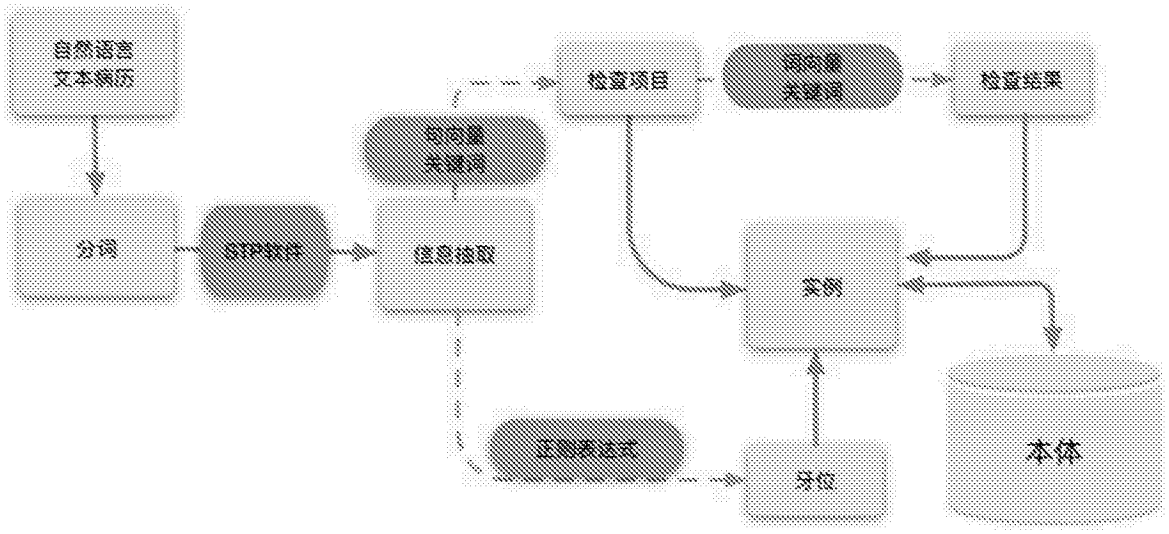


图5

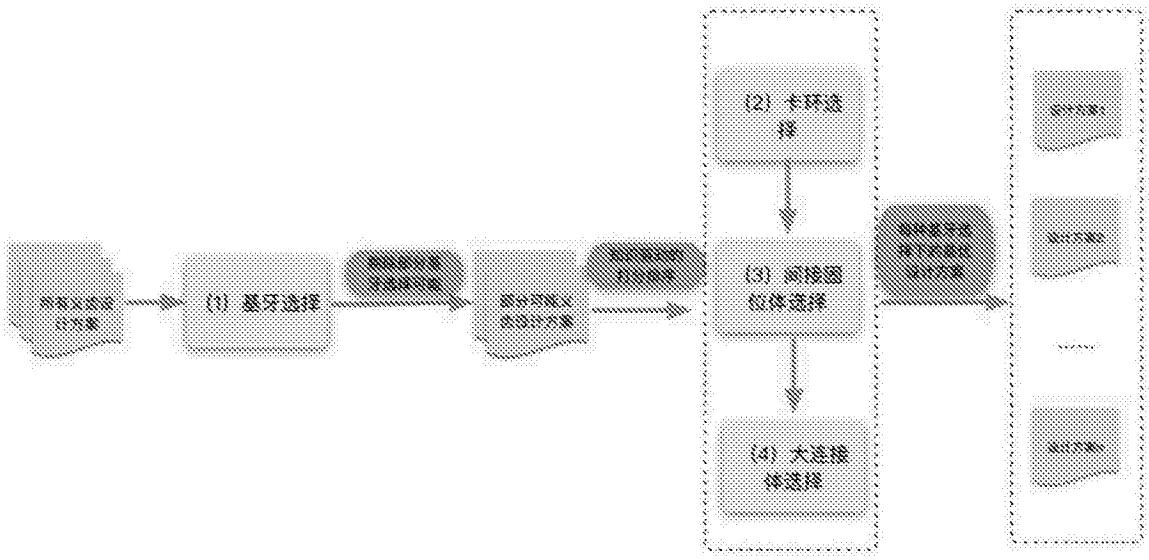


图6

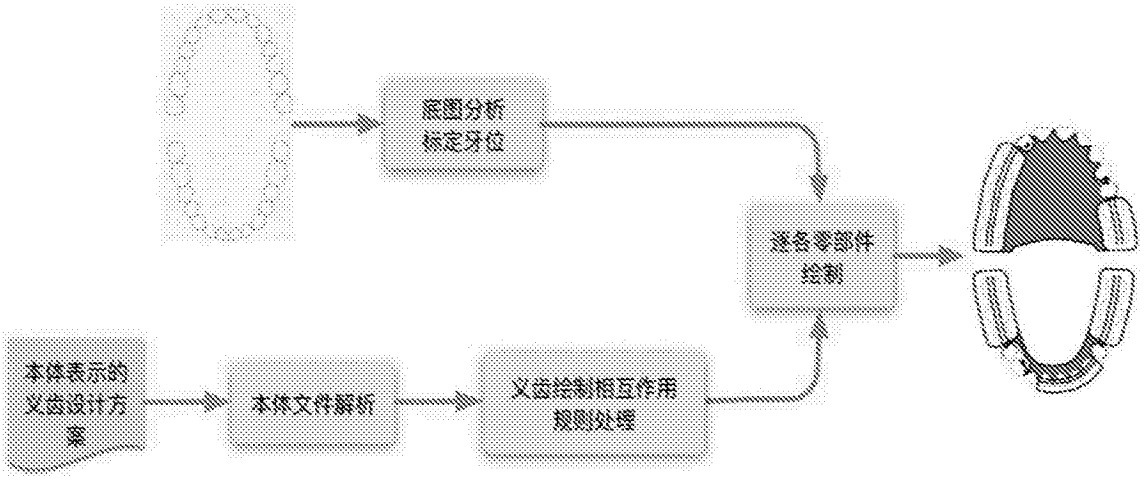


图7

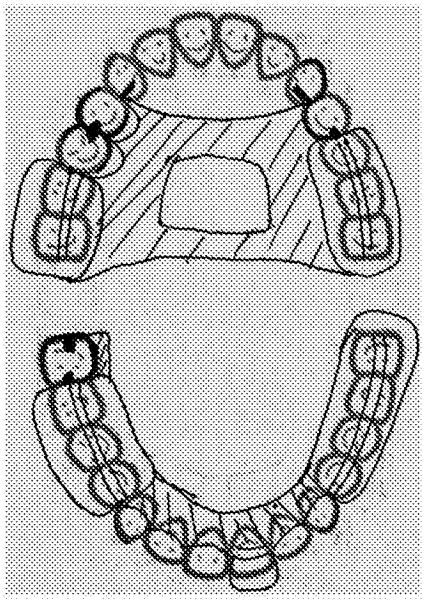


图8a

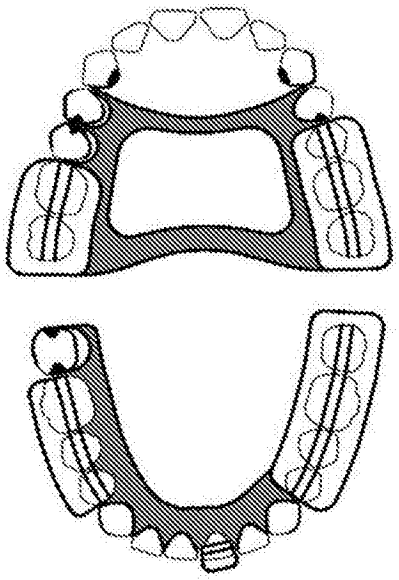


图8b

检查：

86543/865/345678/678 缺失，剩余牙槽嵴无明显吸收，缺牙区近远中间隙减小，左侧对颌牙间隙丧失，37咬合过长

/5/ / 残根。

/4.DO/ / 深龋洞，扣痛（-），不松，牙龈无异常。

7654321/ /12345/ 固定桥修复体，边缘欠密合，龈端可探及悬突扣痛（-），不松动，牙龈红肿、充血，牙冠位置基本正常，咬合无明显异常。

口腔卫生状况差，牙石(+)。

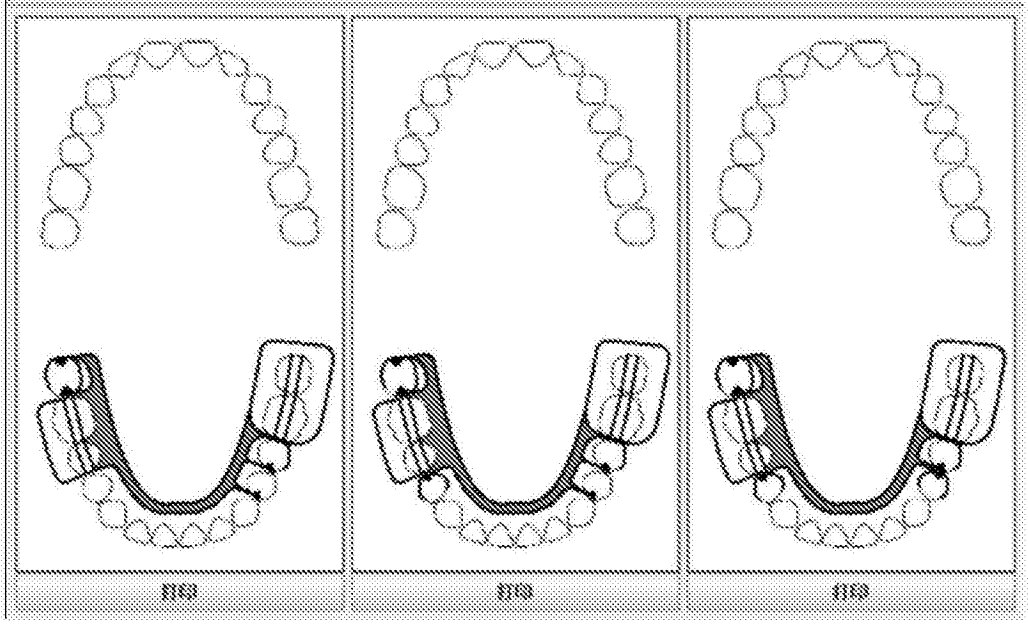


图8c

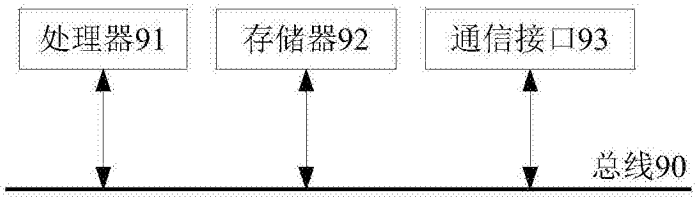


图9

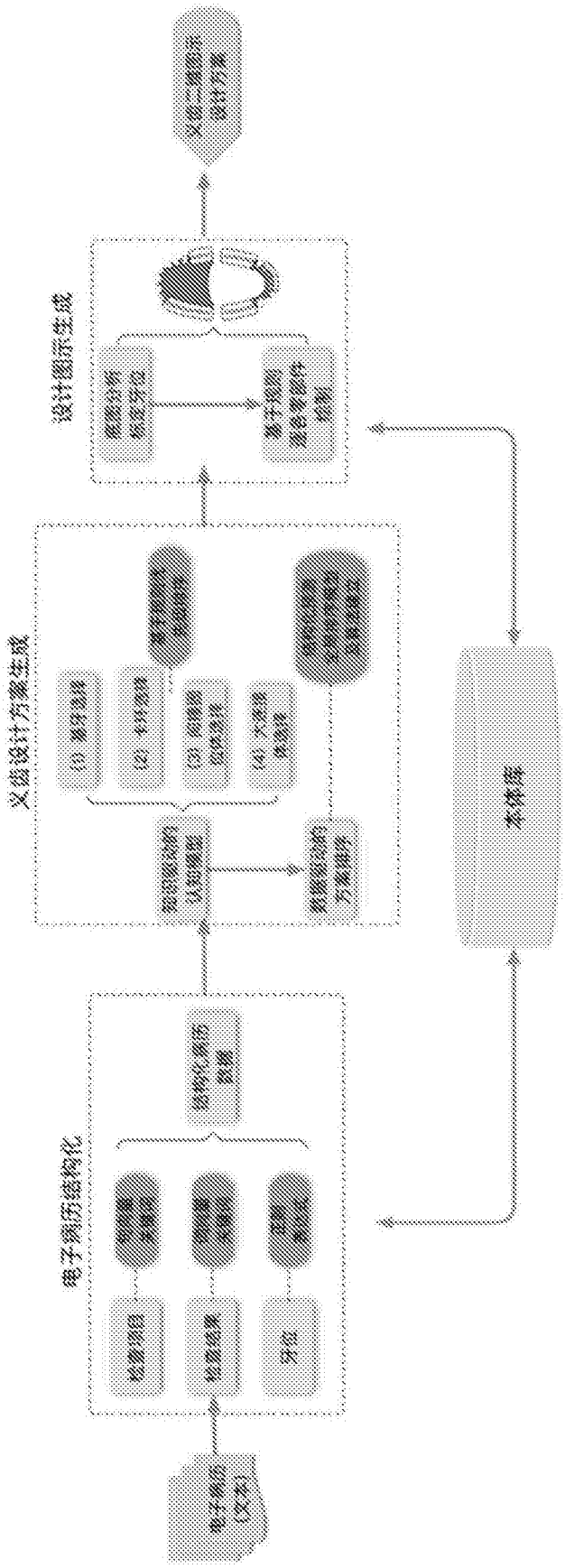


图10