



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105389409 B

(45)授权公告日 2020.08.28

(21)申请号 201510518697.6

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2015.08.21

G06F 30/20(2020.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

G06F 3/0481(2013.01)

申请公布号 CN 105389409 A

审查员 陈欢

(43)申请公布日 2016.03.09

(30)优先权数据

14/464,909 2014.08.21 US

(73)专利权人 波音公司

地址 美国伊利诺伊州

(72)发明人 J·F·佛洛伊德 B·L·哈德利

P·J·埃姆斯 D·B·马瑟尔

(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

代理人 赵蓉民 徐东升

权利要求书3页 说明书12页 附图4页

(54)发明名称

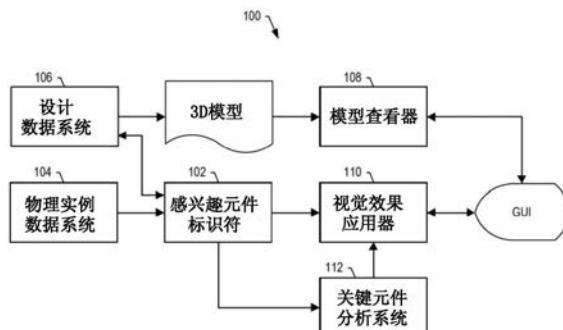
复杂系统中感兴趣元件的可视化和诊断分析

(57)摘要

本申请公开一种用于实现复杂系统诸如由多个元件组成的飞机的可视化和诊断分析的系统的装置。该装置可以接收和处理复杂系统的物理实例的数据，以识别复杂系统的维护消息。针对维护消息限定并与其相关联的诊断程序可涉及或牵涉多个元件中的一个或多个感兴趣元件。该装置可产生复杂系统的至少一部分的视觉表示。视觉表示可以是数字媒体并描绘多个元件中的(多个)感兴趣元件和一个或多个其它元件。并且该装置可将视觉效果应用于由视觉表示描述的(多个)感兴趣元件，以区分(多个)感兴趣元件与由视觉表示描绘的(多个)其它元件。

B

CN 105389409



1. 一种用于实现复杂系统的感兴趣元件的可视化和分析的系统的装置，所述装置包括处理器和存储可执行指令的存储器，所述可执行指令响应于所述处理器的执行使所述装置至少执行以下操作：

接收并处理(102)由多个元件构成的复杂系统的物理实例的数据，所述数据被接收并被处理以识别所述复杂系统的维护消息和针对所述维护消息限定并与所述维护消息相关的诊断程序，所述诊断程序涉及或牵涉所述多个元件中的一个或多个感兴趣元件；

生成(108)所述复杂系统的至少一部分的视觉表示，所述视觉表示为数字媒体并描绘所述多个元件中的所述一个或多个感兴趣元件和一个或多个其它元件；以及

将视觉效果应用(110)于由所述视觉表示描绘的所述一个或多个感兴趣元件，以区分所述一个或多个感兴趣元件与由所述视觉表示描绘的所述一个或多个其它元件，

其中所述维护消息和所述诊断程序是多个维护消息和多个诊断程序，所述一个或多个感兴趣元件是由所述多个诊断程序涉及或牵涉的多个感兴趣元件，并且

其中所述多个感兴趣元件包括由所述多个诊断程序中的第一诊断程序涉及或牵涉的一个或多个第一感兴趣元件，以及由所述多个诊断程序中的第二诊断程序涉及或牵涉的一个或多个第二感兴趣元件。

2. 根据权利要求1所述的装置，其中使所述装置生成(108)所述视觉表示包括使所述装置生成所述复杂系统的数字三维模型即数字3D模型的至少一部分的视觉表示，所述视觉效果被应用于对应于所述一个或多个感兴趣元件的3D模型中的3D对象。

3. 根据权利要求1所述的装置，其中使所述装置应用(110)所述视觉效果包括使所述装置改变应用于所述一个或多个第一感兴趣元件和一个或多个第二感兴趣元件之间的视觉元件的属性，以使所述一个或多个第一感兴趣元件和一个或多个第二感兴趣元件彼此区分。

4. 根据权利要求1所述的装置，其中所述存储器存储进一步的可执行指令，所述进一步的可执行指令响应于所述处理器的执行使所述装置进一步执行以下操作：

分析(112)所述多个感兴趣元件以从所述多个感兴趣元件中识别关键感兴趣元件，

其中使所述装置应用(110)所述视觉效果包括使所述装置改变应用于所述关键感兴趣元件的视觉效果的属性，或将第二视觉效果应用于所述关键感兴趣元件，以进一步区分所述关键感兴趣元件与所述多个感兴趣元件中的其他感兴趣元件。

5. 根据权利要求4所述的装置，其中使所述装置分析(112)所述多个感兴趣元件包括使所述装置至少执行以下操作：

生成包括由一个或多个边连接的多个顶点的图形，所述多个顶点对应于所述多个感兴趣元件中的相应的元件，并且所述一个或多个边表示所述多个元件之间相应的一个或多个连接；以及

分析所述图形以从所述多个顶点中识别出关键顶点，所述关键顶点对应于所述多个感兴趣元件中的所述关键感兴趣元件。

6. 一种方法，包括：

接收和处理(102)由多个元件构成的复杂系统的物理实例的数据，所述数据被接收并被处理以识别所述复杂系统的维护消息和针对所述维护消息限定并与所述维护消息相关的诊断程序，所述诊断程序涉及或牵涉所述多个元件中的一个或多个感兴趣元件；

生成(108)所述复杂系统的至少一部分的视觉表示,所述视觉表示为数字媒体并描绘所述一个或多个感兴趣元件和所述多个元件中的一个或多个其他元件;以及

将视觉效果应用(110)于由所述视觉表示描绘的所述一个或多个感兴趣元件,以区分所述一个或多个感兴趣元件与由所述视觉表示描绘的所述一个或多个其他元件,

其中所述维护消息和所述诊断程序是多个维护消息和多个诊断程序,所述一个或多个感兴趣元件是由所述多个诊断程序涉及或牵涉的多个感兴趣元件,并且

其中所述多个感兴趣元件包括由所述多个诊断程序中的第一诊断程序涉及或牵涉的一个或多个第一感兴趣元件,以及由所述多个诊断程序中的第二诊断程序涉及或牵涉的一个或多个第二感兴趣元件。

7.根据权利要求6所述的方法,其中生成(108)所述视觉表示包括生成所述复杂系统的数字三维模型即数字3D模型的至少一部分的视觉表示,所述视觉效果被应用于对应于所述一个或多个感兴趣元件的3D模型中的3D对象。

8.根据权利要求6所述的方法,其中应用(110)所述视觉效果包括改变应用于所述一个或多个第一感兴趣元件和一个或多个第二感兴趣元件之间的视觉元件的属性,以使所述一个或多个第一感兴趣元件和一个或多个第二感兴趣元件彼此区分。

9.根据权利要求6所述的方法,进一步包括:

分析(112)所述多个感兴趣元件以从所述多个感兴趣元件中识别关键感兴趣元件,

其中应用(110)所述视觉效果包括改变应用于所述关键感兴趣元件的视觉效果的属性,或将第二视觉效果应用于所述关键感兴趣元件,以进一步区分所述关键感兴趣元件与所述多个感兴趣元件中的其他感兴趣元件。

10.根据权利要求9所述的方法,其中分析(112)所述多个感兴趣元件包括:

生成包括由一个或多个边连接的多个顶点的图形,所述多个顶点对应于所述多个感兴趣元件中的相应元件,并且所述一个或多个边表示所述多个元件之间相应的一个或多个连接;以及

分析所述图形以从所述多个顶点中识别关键顶点,所述关键顶点对应于所述多个感兴趣元件中的所述关键感兴趣元件。

11.一种非暂时性的并具有存储在其中的计算机可读程序代码部分的计算机可读存储介质,所述计算机可读程序代码部分响应于处理器的执行,使装置至少执行以下操作:

接收并处理由多个元件组成的复杂系统的物理实例的数据,所述数据被接收并被处理以识别所述复杂系统的维护消息和针对所述维护消息限定并与所述维护消息相关联的诊断程序,所述诊断程序涉及或牵涉所述多个元件中的一个或多个感兴趣元件;

生成(108)所述复杂系统的至少一部分的视觉表示,所述视觉表示为数字媒体并描绘所述多个元件中的所述一个或多个感兴趣元件和一个或多个其它元件;以及

将视觉效果应用(110)于由所述视觉表示描绘的所述一个或多个感兴趣元件,以区分所述一个或多个感兴趣元件与由所述视觉表示描绘的所述一个或多个其它元件,

其中所述维护消息和所述诊断程序是多个维护消息和多个诊断程序,所述一个或多个感兴趣元件是由所述多个诊断程序涉及或牵涉的多个感兴趣元件,并且

其中所述多个感兴趣元件包括由所述多个诊断程序中的第一诊断程序涉及或牵涉的一个或多个第一感兴趣元件,以及由所述多个诊断程序中的第二诊断程序涉及或牵涉的一

个或多个第二感兴趣元件。

12. 根据权利要求11所述的计算机可读存储介质,其中使所述装置生成(108)所述视觉表示包括使所述装置生成所述复杂系统的数字三维模型即数字3D模型的至少一部分的视觉表示,所述视觉效果被应用于对应于所述一个或多个感兴趣元件的3D模型中的3D对象。

13. 根据权利要求11所述的计算机可读存储介质,其中使所述装置应用(110)所述视觉效果包括使所述装置改变应用于所述一个或多个第一感兴趣元件和一个或多个第二感兴趣元件之间的视觉元件的属性,以使所述一个或多个第一感兴趣元件和一个或多个第二感兴趣元件彼此区分。

14. 根据权利要求11所述的计算机可读存储介质,其具有存储在其中的进一步的可读程序代码部分,所述进一步的可读程序代码部分响应于所述处理器的执行,使所述装置进一步至少执行以下操作:

分析(112)所述多个感兴趣元件以从所述多个感兴趣元件识别关键感兴趣元件,

其中使所述装置应用(110)所述视觉效果包括使所述装置改变应用于所述关键感兴趣元件的视觉效果的属性,或将第二视觉效果应用于所述关键感兴趣元件,以进一步区分所述关键感兴趣元件与所述多个感兴趣元件中的其他感兴趣元件。

15. 根据权利要求14所述的计算机可读存储介质,其中使所述装置分析(112)所述多个感兴趣元件包括使所述装置至少执行以下操作:

生成包括由一个或多个边连接的多个顶点的图形,所述多个顶点对应于所述多个感兴趣元件中的相应元件,并且所述一个或多个边表示所述多个元件之间相应的一个或多个连接;以及

分析所述图形以从所述多个顶点中识别关键顶点,所述关键顶点对应于所述多个感兴趣元件中的所述关键感兴趣元件。

## 复杂系统中感兴趣元件的可视化和诊断分析

### 技术领域

[0001] 本发明总体涉及复杂系统的分析，并且特别涉及通过描绘复杂系统的元件的数字媒体的视觉表示的复杂系统的诊断分析，在该诊断分析中应用视觉效果以区分由诊断程序涉及或牵涉的一个或多个元件。

### 背景技术

[0002] 许多复杂系统（例如，航空航天、汽车、船舶以及电子工业中的那些复杂系统）的设计上的发展已经导致众多互相依赖的系统的开发。这些系统中的一个或多个的故障或失灵时常直接或间接地影响其它系统。此外，这些故障/失灵的诊断和其它分析以及它们的直接和间接影响经常被要求作为认证过程的一部分。通常，在不参考能够便于此类分析的系统或过程的情况下，此类分析由多组系统分析员手动执行。

[0003] 在具有联合系统的飞机程序中，故障分析可以是简单的，而且通常涉及具有易于理解的级联飞机级影响的有限数量的系统。另一方面，当在具有高度集成的体系结构的复杂飞机系统上执行时，故障分析可能涉及具有复杂级联效应和飞机级影响的许多系统，这些复杂级联效应和飞机级影响在没有事件的完整图像的情况下是不容易理解的。

[0004] 目前存在用于执行特定飞机系统的故障分析的各种系统和方法。但是，目前的这些系统和方法不能经常关注于由特定故障/失灵所涉及或牵涉的所有系统或可能更有可能从根本上造成多个故障/失灵的任意关键系统。这些系统和方法因此也不能以容易解读的方式可视地呈现用于执行故障分析的数据。因此，拥有一种至少考虑到以上所讨论的问题中的一些以及可能的其他问题的装置和方法可能是期望的。

### 发明内容

[0005] 本公开的示例实施方式通常涉及用于实现由多个元件组成的复杂系统中的感兴趣元件的可视化和诊断分析的系统的装置、以及相应方法和计算机可读存储介质。示例实施方式可以聚集有益于问题的解决方案或近期趋势（spot trend）的信息，该信息可以涉及复杂系统的一个或多个物理示例上的一个或多个元件。然后，示例实施方式可以以信息和视觉的方式显示该信息，该信息和视觉方式可以与复杂系统的三维（3D）背景相关联，从而该信息可以被容易地理解并被快速地分析。

[0006] 复杂系统诸如飞机可以由多个元件组成，并且有时这些元件中的一个或多个元件可以被诊断程序涉及或牵涉，并且因此可以被认为是感兴趣的。根据示例实施方式，可以产生复杂系统的至少一部分的视觉表示，并且视觉表示可以描绘复杂系统中的（多个）感兴趣元件和一个或多个其它元件。在生成视觉表示之前、之后或当时，可以将视觉效果应用于（多个）感兴趣元件以将它们与视觉表示所描绘的（多个）其他元件区分开。这可进一步便于（多个）感兴趣元件的诊断分析，并且在一些示例中可以便于复杂系统的故障元件的解决方案。

[0007] 根据示例实施方式的一个方面，装置包括处理器和存储可执行指令的存储器，所

述可执行指令响应于处理器的执行使装置至少执行多个功能或操作。根据这个方面,可以使该装置接收和处理由多个元件组成的复杂系统(例如,飞机)的物理实例的数据。这里,该数据可以被接收和处理,以识别复杂系统的维护信息,和针对该维护消息限定并与该维护消息相关联的诊断程序,以及哪个诊断程序可能涉及或牵涉多个元件中的一个或多个感兴趣元件。在一些示例中,多个维护消息和诊断程序可被识别;并且在这些示例中,诊断程序可以涉及或牵涉多个感兴趣元件。

[0008] 可以使该装置生成复杂系统的至少一部分的视觉表示,其中该视觉表示为数字媒体并描绘多个元件中的(多个)感兴趣元件和一个或多个其它元件。可以使该装置将视觉效果应用于由视觉表示描绘的(多个)感兴趣元件,以区分(多个)感兴趣元件与由视觉表示描绘的(多个)其他元件。在一些示例中,视觉表示可以是复杂系统的三维(3D)模型的至少一部分;并且在这些示例中,视觉效果可以被应用于对应于(多个)感兴趣元件的3D模型中的3D对象。

[0009] 在一些示例中,多个感兴趣元件可以包括由诊断程序中的第一诊断程序涉及或牵涉的第一一个或多个感兴趣元件,和由诊断程序中的第二诊断程序涉及或牵涉的第二个或多个感兴趣元件。在这些示例中,可以使装置改变应用于第一(多个)感兴趣元件和第二(多个)感兴趣元件之间的视觉元件的属性以将第一(多个)感兴趣元件和第二(多个)感兴趣元件彼此区分。在一些示例中,存储器可以进一步的存储可执行指令,该进一步的可执行指令响应于处理器的执行使设备进一步分析多个感兴趣元件,以从多个感兴趣元件识别关键感兴趣元件。在这些示例中,可以使装置改变应用于关键感兴趣元件的视觉效果的属性,或将第二视觉效果应用于关键感兴趣元件,以进一步区分多个感兴趣元件中的关键的兴趣元件与其他感兴趣元件。

[0010] 在一些进一步的示例中,使装置分析多个感兴趣元件可以包括使装置生成并分析包括由一个或多个边连接的多个顶点的图形。对于该图形,顶点可以对应于多个感兴趣元件中的相应元件,并且(多个)边可表示(顶点对应的)元件之间的相应的(多个)连接。该图形可接着被分析以从多个顶点中识别关键顶点,其中该关键顶点对应于多个感兴趣元件中的关键感兴趣元件。

[0011] 在示例实施方式的其它方面,提供用于复杂系统中的感兴趣元件的可视化和分析的一种方法和计算机可读存储介质。本文所讨论的特征、功能和优点可在不同的示例实施方式中独立地实现,或可在其它示例实施方式中被组合,其他示例实施方式的进一步的细节可参照以下描述和附图获知。

## 附图说明

[0012] 本公开的示例实施例已经以通用术语被描述,现在将参考随附附图,附图不必按比例绘制,并且其中:

[0013] 图1是根据示例实施方式的可视化和诊断分析系统的示图;

[0014] 图2A、图2B、图2C和图2D根据示例实施方式示出对应于复杂系统中的连接的元件的各种图形;以及

[0015] 图3和图4根据本公开的示例实施方式描绘可以在GUI中显示的页面的示例布局,该GUI具有预定的可视区域并且页面的示例布局可以由用户进行导航。

## 具体实施方式

[0016] 现在将在下文参照附图更详细地描述本公开的一些实施方式,其中示出本公开的一些但不是所有的实施方式。事实上,本公开的各个实施方式可以以许多不同的形式来体现并且不应被解释为限于本文所阐述的实施方式;相反,这些示例实施方式被提供以使得本公开将是彻底的和完整的,并且将充分地向本领域技术人员传达本公开的范围。例如,除非另有说明,否则某事物引用为第一、第二等不应该被解释为暗示特定的顺序。同样地,将某事物描述为可以在其他事物上方可以相反地在其下方(除非另有说明),反之亦然;并且同样地,某事物被描述为在其他事物左侧可以相反地在其右侧,反之亦然。相同的附图标记在全文中指代相同的元件。

[0017] 本公开的示例实施方式总体涉及复杂系统的分析。复杂系统可以指代任意多个由一个或多个组件、子系统等(每个通常被称为“子系统”)组成的物理结构(例如,飞机),其中每个子系统由一个或多个零件组成,并且每一零件包括一个或多个部件。在这方面,复杂系统的零件可以被组装成多个子系统,该多个子系统进而可以被组装成复杂系统。在飞机的背景下,一个或多个零件或子系统可以被设计为经常被称为现场可更换单元(LRU)的飞机的模块化组件,其中单个飞机可以包括多个LRU和其他零件或子系统。任何复杂系统本身或任何其子系统、(子系统的)零件、(零件的)部件等有时可以被统称为复杂系统的“元件”。

[0018] 更具体地,各种示例实施方式涉及通过描绘复杂系统的元件的数字媒体的视觉表示的复杂系统的诊断分析,其中应用视觉效果以区分由诊断程序涉及或牵涉的一个或多个元件。示例实施方式将主要结合航空航天应用被描述。然而,应当理解的是,示例实施方式可以结合多种其他应用(无论是在航空航天工业之内还是航空航天工业以外)来使用。此外,应当理解的是,除非另有规定,否则术语“数据”、“内容”、“信息”以及类似术语有时可以互换的使用。

[0019] 现在参考图1,根据本公开的示例实施方式示出可视化和诊断分析系统100。该系统可以包括用于关于描绘复杂系统的元件的数字媒体的视觉表示执行一项或多项功能或操作的任意多个不同的子系统(每个是单独的系统),该视觉表示可以是二维(2D)的或三维(3D)的。如图所示,例如,系统可以包括感兴趣元件标识符102、信息系统104、106、模型查看器108、视觉效果应用器110和/或关键元件分析系统112。

[0020] 虽然被示为可视化和诊断分析系统100的一部分,但是感兴趣元件标识符102、信息系统104、106、模型查看器108、视觉效果应用器110和/或关键元件分析系统112中的一个或多个可以相反地与可视化和诊断分析系统分离但与其通信。还应理解的是,一个或多个子系统可以作为单独的系统运行或操作,而不考虑其他子系统。并且进一步,应理解的是,可视化和诊断分析系统可包括或被耦合到一个或多个额外的或替代的系统,子系统等。适合的系统的一个示例是集成的可视化和分析系统,例如,由与此同时提交的题为“Integrated Visualization and Analysis of a Complex System”的美国专利申请No.\_\_\_\_\_ (即,申请号为201510504488.6,申请日为2015年8月17日的中国专利申请)公开的集成的可视化和分析系统,在此通过引用将其内容全部合并于此。

[0021] 现在转到可视化和诊断分析系统100的子系统,感兴趣元件标识符102可以被配置为接收和处理由多个元件组成的复杂系统(诸如飞机)的物理实例的数据。在一些示例中,该数据可以包括与物理实例有关的数据以及与复杂系统有关的设计数据(不一定针对物理

实例)。感兴趣元件标识符可以接收和处理该数据以识别复杂系统的维护消息。感兴趣元件标识符还可以识别针对维护消息限定并与其相关联的诊断程序，并且诊断程序可以涉及或牵涉多个元件中的一个或多个感兴趣元件。在一些示例中，多个维护消息和诊断程序可以被识别；并且在这些示例中，诊断程序可以涉及或牵涉多个感兴趣元件。

[0022] 在一些示例中，与物理实例相关的数据可以包括与复杂系统中的一个或多个故障或其他事件相关的数据，其中故障可以指代复杂系统中的失灵、降级或故障。在一些示例中，数据可以包括或识别一个或多个维护信息，或者数据能够由感兴趣元件标识符102分析，以识别一个或多个维护信息。这些维护消息可针对复杂系统而被预先限定并且识别或描述(术语在此是同义的，并且有时被统称为“识别”)元件级故障并且在各种情况中识别和描述元件级故障的一个或多个影响。元件级故障的影响可包括一个或多个直接影响，以及在各种情况中的一个或多个间接影响，其中的每个影响可将自身表现为故障(并且本身可由维护消息来识别)。例如，飞机可能遇到飞机电气总线或导航系统的故障。该故障可能进而导致直接影响，例如，液压影响、导航影响和/或航空电子设备影响，其中的任何一个或多个可能导致一个或多个间接影响。例如，液压影响可能导致飞行控制影响，这进而可能导致机身振动影响。

[0023] 设计数据可以包括，例如，与一个或多个诊断程序相关的数据，该诊断程序可被执行以解决在复杂系统中的故障，并且诊断程序一些示例中可针对相应的维护信息来限定并与相应的维护消息相关联。诊断程序可以包括可以采取的一个或多个动作，并且可涉及与复杂系统中的一个或多个元件的(用户)相互作用。这些元件可被标识为感兴趣元件并且包括故障元件或可能被检查或以其它方式相互作用以识别故障元件的一个或多个元件。这些感兴趣元件可以被认为在诊断程序中被涉及，并且它们中的至少一些可通过一个或多个中间元件直接或间接地彼此连接，该一个或多个中间元件由此被诊断程序牵涉。元件之间的连接可以具有任意多种合适的类型，例如，物理、电气、液压、气流、数据通信、流体等。在一些示例中，连接可以是逻辑连接，例如，在元件通过复杂系统中的元件的共用或相关功能连接的情况下。

[0024] 为了便于感兴趣元件标识符102确定诊断程序中涉及的元件与由此可能被诊断程序牵涉的元件之间的连接，在一些示例中，设计数据还可包括描述复杂系统和其元件中的各个元件的数据。该设计数据可包括，例如，一个或多个模型、示意图等。额外地或替代地，例如，设计数据可以包括可以描述元件之间的逻辑连接的逻辑接口信息，其可以由相应元件之间的逻辑接口来反映。适合的逻辑接口信息的一个示例是由接口控制文件(ICD)提供的逻辑接口信息。进一步，例如，设计数据可包括一个或多个复杂系统级功能和实现相应功能的复杂系统的一个或多个元件的列表。

[0025] 为获得从其中识别(多个)感兴趣元件的数据，感兴趣元件标识符102可以耦连到数据、信息系统(有时统称为信息系统)等的任意多个不同的基于计算机的源。如图所示，例如，主题元件标识符可以被耦连到被配置以收集与物理实例有关的数据的一个或多个信息系统104，以及被配置以收集与复杂系统有关然而不一定针对物理实例的设计数据的一个或多个信息系统106。这些信息系统进而可以接收来自任意多个不同源的数据。例如，信息系统可以例如通过数据输入技术直接接收来自操作者的数据。在特定于物理实例的数据的另一示例中，信息系统可以被配置为直接接收来自复杂系统的物理实例的数据，该物理实

例可配备有一个或多个传感器或嵌入式系统,该一个或多个传感器或嵌入式系统被配置为诸如如果其或其一个元件出现故障则发送信号。

[0026] 在特定于物理实例的数据的又一示例中,信息系统104可以接收来自任意多个其他信息系统的数据,该其他信息系统被配置为诸如以电子邮件消息的方式收集与物理实例有关的内容,以网络论坛、博客、社交博客、微博、维基、社交网络等方式收集用户生成内容的项目。在该其他示例中,内容本身可以具体识别维护消息,诊断程序和(多个)感兴趣元件可以根据该维护信息来识别。或者内容可以包括可以由信息系统进行分析以识别维护消息的内容,诸如通过该内容的分析来识别与该内容有关的最相关的维护消息。

[0027] 除了感兴趣元件标识符102外,可视化和诊断分析系统100可包括查看器,该查看器被配置为以复杂系统的至少一部分的视觉表示的方式生成数字媒体,该视觉表示描绘多个元件中的(多个)感兴趣元件和一个或多个其他元件。在一些示例中,视觉表示可以是复杂系统的一部分的二维(2D)图像。在其它示例中,如图所示,视觉表示可以是复杂系统的数字三维(3D)模型诸如3D CAD或其他类似模型(有时被称为实体模型)的至少一部分。

[0028] 在一个示例中,3D模型可以将复杂系统表示为诸如边、面、点(例如,顶点)等的“基元”的集合,该“基元”的集合可以被布置成多边形或其他算术衍生的结构,以反映相应复杂系统的表面、体积或元件的几何结构。复杂系统可以由“边界”表示或多边形的集合来限定,其中多边形划分由复杂系统占据的空间,多边形的集合可以包括划分由复杂系统的相应元件占据的空间的多边形的子集合。这些多边形的子集合中的每个可以被称为对应于3D模型中的复杂系统的元件的3D对象。对于一些复杂系统,3D模型可以使用数百或数千个多边形,这些多边形可以被布置在对应于数千个元件的多边形(3D对象)的数千个子集合中。

[0029] 3D模型可包括可表明该模型的设计类型的信息,例如,艺术概念、初步设计、发布设计等。3D模型可包括类似于上述用于关于复杂系统和/或其一个或多个元件的信息列表的信息(例如,名称、编号、数量、来源、位置、相关的元件)。3D模型甚至可以进一步包括额外的信息,在一些示例中,该额外的信息与3D模型一起可组成复杂系统的基于模型的定义(MBD)。例如,3D模型可以包括产品制造信息(PMI),例如,几何尺寸和公差(GD&T)、材料规格、部件列表、工艺规范、检验要求等。此信息可以传送工程意图(EI),工程意图可以反映复杂系统应如何被制造、组装、操作、维护等的设计人员的意图。在不同的示例中,该额外的信息可以直接在3D模型中被提供,或者在与3D模型相关联的元数据中被提供。

[0030] 在一些示例中,然后,查看器可以是能够接收复杂系统的数字3D模型的模型查看器108,例如,从信息系统106中以复杂系统的进一步的设计数据的形式接收数字3D模型。模型查看器能够解释三维模型,并且被配置以在诸如合适的GUI中产生3D模型的至少一部分的视觉表示。该模型查看器可经配置以根据多种技术来产生视觉表示,诸如在下列查看器中采用的那些技术:CAD查看器、虚拟现实建模语言(VRML)查看器、X3D查看器、Java 3D查看器,QuickTime的虚拟现实(VR)或QTVR查看器、整合视觉工具包(IVT)查看器等。

[0031] 如上所述,复杂系统的至少一部分的视觉表示可以描绘复杂系统的(多个)感兴趣元件和(多个)其他元件。可视化和诊断分析系统100可以包括视觉效果应用器110,其被耦连到感兴趣元件标识符102,并被配置为将视觉效果应用于由视觉表示描绘的(多个)感兴趣元件,以区分(多个)感兴趣元件与由视觉表示描绘的(多个)其他元件。视觉效果可以是任意多种不同的效果。合适的视觉效果的示例包括围绕对应于(多个)感兴趣元件的一个或

多个3D对象的具有明显色彩的不透明或透明轮廓,或者被应用于感兴趣元件的全部3D对象的具有明显色彩的不透明或透明填充。(多个)感兴趣元件可以以任何多种不同方式被键入到它们的3D对象,例如,通过(多个)感兴趣的元件的(多个)识别符(例如,部件编号)。

[0032] 在涉及多个维护消息和诊断程序的一些示例中,感兴趣元件可以包括由诊断程序中的第一诊断程序涉及或牵涉的第一个或多个感兴趣元件和由诊断程序中的第二诊断程序涉及或牵涉的第二个或多个感兴趣元件。在这些示例中,视觉效果应用器110可以被配置以改变应用在第一和第二(多个)感兴趣元件之间的可视元件的属性,从而将它们彼此区分。在彩色轮廓或填充的情况下,例如,颜色的一个或多个属性诸如其色相、明度和/或亮度可在第一和第二(多个)感兴趣元件之间变化。

[0033] 在各种实例中,可能期望的是传达应用于感兴趣元件的视觉效果中的额外信息,诸如这可反映一个或多个关键感兴趣元件。在一些示例中,然后,可视化和诊断分析系统100进一步可以包括连接到构造成的感兴趣元件标识符102和视觉效果应用器110的关键元件分析系统112。关键元件分析系统可以被配置以进一步分析多个感兴趣元件,从而从多个感兴趣的元件中识别关键感兴趣元件。

[0034] 关键元件分析系统112可以以任何多种不同方式分析感兴趣元件,例如,根据基于图形的技术。在一些示例中,关键元件分析系统可以被配置为生成和分析包括多个由一个或多个边连接的多个顶点的图形。对于该图形,顶点可以对应于多个感兴趣元件中的相应元件,并且(多个)边可表示在(顶点对应的)元件之间的相应(多个)连接。在一些示例中,边可被加权以反映顶点所对应的各元件之间的连接的差异。例如,边可被加权以反映连接的元件之间的跳数。关键元件分析系统可以接着分析图形以从多个顶点中识别关键顶点,其中关键顶点对应于多个感兴趣元件中的关键感兴趣元件。在一些示例中,这个关键顶点可以是具有到其他顶点的最大边数的顶点。或者在一些示例中,关键顶点可以是具有到其他顶点的边的最大加权和的顶点。

[0035] 图2A、2B、2C和2D示出可以由示例实施方式的关键元件分析系统112生成的各种图形200a、200b、200c、和200d。如图所示,图形可以包括由一个或多个边204连接的顶点202。在图形200a中,一个顶点202'具有到其他顶点的最大边数,并且由此可以被识别为关键顶点并且其对应的复杂系统的元件由此被识别为关键感兴趣元件。在图形202b中,两个顶点202'同样具有最大边数,并且因此它们都可被识别为关键顶点并它们的元件被识别为关键感兴趣元件。图形202c也含有一个具有最大边数的顶点,所以该顶点及其元件可以被识别为关键的。最后,在图形202d中,所有顶点具有相等的边数。这里,没有一个顶点可被识别为关键的。或者在一些示例中,图形202d中的所有的顶点可以被识别为关键的,并具有几乎相同的效果。

[0036] 不管关键元件分析系统112以哪种精确的方式识别关键感兴趣元件,视觉效果应用器110可接着在描绘(多个)感兴趣元件和(多个)其它元件的复杂系统的一部分的视觉表示中处理关键感兴趣元件。例如,视觉效果应用器可改变应用于关键感兴趣元件的视觉效果的属性(例如,改变着色填充的色相)。另外或替代地,例如,视觉效果应用器可将第二视觉效果(例如,彩色轮廓)应用于关键感兴趣元件,以进一步区分关键感兴趣元件和多个感兴趣元件的其他感兴趣元件。

[0037] 如以上所提到的,可视化和诊断分析系统100可以包括或被耦连到一个或多个额

外的或替代的系统、子系统等,诸如由以上引用并且并入的申请'\_\_\_\_(即,申请号为201510504488.6,申请日为2015年8月17日的中国专利申请)所公开的集成的可视化和分析系统。集成的可视化和分析系统通常可以被配置为集成复杂系统的物理实例的数据、复杂系统的3D模型的视觉表示,以及其中的至少一些包括描绘至少一些元件的2D图像的全景设置的文档组件的布局。通过该集成,集成的可视化和分析系统可产生复杂系统的视觉定义以便于可视化和分析。在视觉定义中,3D模型或一个或多个2D图像可以描绘复杂系统的元件,可视化和诊断分析系统可识别该复杂系统的元件中的(多个)感兴趣元件。然后,可视化和诊断分析系统可将视觉效果应用于视觉定义中的那些(多个)感兴趣元件,当该视觉效果与复杂系统的其它数据一起被提供时,可有利于复杂系统的分析。

[0038] 为了更进一步说明本公开的示例实施方式,现在将参考图3和图4,图3和图4描绘可以显示在GUI中的页面的示例布局,该GUI具有预定的可视区域300,飞机的视觉定义的至少一部分被显示在该可视区域300中。如图所示,可视区域可被划分成多个部分、框架等,视觉定义的基于信息的组件可以显示在其中。例如,可视区域可包括第一部分302,飞机的物理实例的数据可显示在该第一部分302中。如图所示,例如,该数据可以包括来自合同零件列表中的零件的列表。可视区域可包括第二部分304和第三部分306,飞机的3D模型的视觉表示或描绘飞机元件的页面布局中的任一者或两者可显示在第二部分304中,飞机的元件的额外数据可显示在第三部分306中。如所示,第二部分正显示飞机的3D模型的视觉表示。

[0039] 第三部分306可显示关于飞机的逻辑数据,该飞机的3D模型的视觉表示被显示在第二部分304中。该数据可以包括,例如,一个或多个系统、电气连接的导线及电气设备(例如,多个框),并且因此可以构成在针对特定的维护消息限定并与其相关联的诊断程序中所涉及的感兴趣元件。被跟踪的导线可以在逻辑数据中示出。这可以允许用户更好地理解维护消息及其相关的诊断程序。

[0040] 在3D模型的视觉表示中,颜色可被应用到被识别为感兴趣的飞机的一些元件,并且其中,颜色的色相或某些其它属性可以随着感兴趣元件中的一个或多个被识别为关键的而变化。如图3所示,例如,已经被应用颜色的兴趣元件308可反映由诊断程序涉及或牵涉的元件。颜色可区分这些元件与飞机的其它描绘的元件310。

[0041] 如图3所示,兴趣元件308是飞机的电池和电池充电器。在其他地方,3D模型描绘路由飞机内的信号的远程数据集中器(RDC),以及运行软件以驱动各种元件的电气模块。兴趣元件可以是被电气连接的那些元件,并且因此可以在故障排查程序(诊断程序)中涉及。在这方面,程序可调用电池上的连接器和电气模块,而不参考其中之一或二者可能处于故障的RDC或电池充电器。

[0042] GUI还可以表示用于导航基于信息的组件的一个或多个选定的导航选项。在该说明性示例中,平移和缩放导航选项可以控件312的方式呈现,以移动3D模型的视觉表示和/或增大3D模型的视觉表示的尺寸以集中于其中的一部分,例如,兴趣元件在其中被描绘的部分。换句话说,用户可以激活上述控件,以移动和/或缩放3D模型的视觉表示,以用兴趣元件填充GUI的可视区域的较大部分。图4示出以这种方式导航视觉表示的结果的一个示例。

[0043] 根据本公开的示例实施方式,包括兴趣元件标识符102、信息系统104、106、模型查看器108、视觉效果应用器110以及关键元件分析系统112的可视化和诊断分析系统100及

其子系统可以通过各种装置实现。用于实现系统、子系统以及它们的相应元件的装置可以包括单独的硬件或在来自计算机可读存储介质的一个或多个计算机程序代码指令、程序指令或可执行计算机可读程序代码指令的指导下的硬件。

[0044] 在一个示例中,一个或多个装置可以被提供,该一个或多个装置被配置成用作或其他方式实现本文示出和描述的系统、子系统以及相应元件。在涉及一个以上装置的示例中,各个装置可以以多种不同方式彼此连接或以其他方式彼此通信,例如,经由有线或无线网络等直接或间接地彼此通信。

[0045] 通常,本公开的示例性实施方式的装置可以包括、包含或被体现在一个或多个固定或便携式电子设备中。适合的电子设备的示例包括智能手机、平板电脑、膝上型计算机、台式计算机、工作站计算机、服务器计算机等。该装置可以包括一个或多个的多个部件中的每一个,例如,连接到存储器(例如,存储器件)的处理器(例如,处理器单元)。

[0046] 处理器通常是能够处理信息诸如数据、计算机可读程序代码、指令等(一般是“计算机程序”,例如,软件、固件等)和/或其他合适的电子信息的任何一片硬件。更具体地,例如,处理器可经配置以执行计算机程序,该计算机程序可以存储在处理器上或以其他方式存储在(相同或其他装置的)存储器中。根据特定的实施方式,该处理器可以是多个处理器、多处理器核或一些其他类型的处理器。此外,处理器可以使用多个异构处理器系统来实现,在异构处理器系统中,在单个芯片上存在一个主处理器与一个或多个次级处理器。作为另一说明性示例,处理器可以是包含相同类型的多个处理器的对称多处理器系统。在又一示例中,处理器可以被体现为或以其他方式包括一个或多个专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)等。因此,尽管处理器可能能够执行计算机程序以执行一种或多种功能,但是各种示例的处理器可能能够在没有计算机程序帮助的情况下执行一种或多种功能。

[0047] 存储器通常是能够在暂时性和/或永久性地存储信息诸如数据,计算机程序和/或其它合适信息的任何一片硬件。存储器可包括易失性和/或非易失性存储器,并且可以是固定的或可移除的。合适的存储器的示例包括随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、硬盘驱动器、快闪存储器、拇指驱动器、可移除计算机磁盘、光盘、磁带或以上的某些组合。光盘可包括压缩盘-只读存储器(CD-ROM)、压缩盘-读/写(CD-R/W)、DVD等。在各种情况下,存储器可以被称为计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质作为能够存储信息的非暂时性器件可以区别于能够将信息从一个位置传送到另一位置的计算机可读传输介质(例如,电子暂时信号)。如本文所描述的计算机可读介质一般可以指计算机可读存储介质或计算机可读传输介质。

[0048] 除了存储器,处理器还可以被连接到用于显示、传输和/或接收信息的一个或多个接口。该接口可以包括通信接口(例如,通信单元)和/或一个或多个用户接口。该通信接口可以经配置以发送和/或接收诸如到达和/或来自其它(多个)装置、(多个)网络等的信息。该通信接口可以经配置以通过物理(有线)和/或无线通信链路来发送和/或接收信息。合适的通信接口的示例包括网络接口控制器(NIC)、无线网卡(WNIC)等。

[0049] 用户接口可以包括显示器和/或一个或多个用户输入接口(例如,输入/输出单元)。该显示器可以经配置以向用户呈现或以其他方式显示信息,显示器的合适的示例包括液晶显示器(LCD)、发光二极管显示器(LED)、等离子显示器(PDP)等。该用户输入接口可以是有线或无线的,并且可以经配置以将来自用户的信息接收至装置中,诸如用于处理、存储

和/或显示。用户输入接口的合适的示例包括麦克风、图像或视频捕捉设备、键盘或小键盘、操纵杆、触敏表面(与触摸屏分离或集成到触摸屏)、生物统计传感器等。用户接口可进一步包括用于与外围设备诸如打印机、扫描仪等的通信的一个或多个接口。

[0050] 如上所示,程序代码指令可以被存储在存储器中并由处理器执行,以实现本文所描述的系统、子系统和它们的相应元件的功能。如将认识到的,任何适当的程序代码指令可以从计算机可读存储介质中被加载到计算机或其他可编程设备上,以产生特定的机器,使得特定的机器成为用于实现本文所指定的功能的装置。这些程序代码指令还可以被存储在计算机可读存储介质中,其可以指导计算机、处理器或其他可编程装置以特定方式运行,从而产生特定机器或特定制品。存储在计算机可读存储介质中的指令可产生制品,其中该制品成为用于实现本文描述的功能的装置。程序代码指令可以从计算机可读存储介质中检索并被加载到计算机、处理器或其它可编程装置,以配置计算机、处理器或其它可编程装置,从而执行将在计算机、处理器或其他可编程装置上执行或由其执行的操作。

[0051] 程序代码指令的检索、加载和执行可被顺序执行,使得一次一条指令被检索、加载和执行。在一些示例实施方式中,检索、加载和/或执行可以并行执行,使得多条指令一起被检索、加载和/或执行。程序代码指令的执行可产生计算机实现的过程,使得由计算机、处理器或其他可编程装置所执行的指令提供用于实现本文描述的功能的操作。

[0052] 通过处理器的指令的执行或计算机可读存储介质中的指令存储支持用于执行指定功能的操作的组合。还应当理解的是,一个或多个功能以及功能的组合可以由执行特定功能的专用基于硬件的计算机系统和/或处理器或专用硬件和程序代码指令的组合来实现。

[0053] 同样根据下列条款描述额外的替换设置:

[0054] 条款1.一种用于实现复杂系统的感兴趣元件的可视化和分析的系统的装置,所述装置包括处理器和存储可执行指令的存储器,所述可执行指令响应于所述处理器的执行使所述装置至少执行以下操作:

[0055] 接收并处理(102)由多个元件构成的复杂系统的物理实例的数据,所述数据被接收并被处理以识别所述复杂系统的维护消息和针对所述维护消息限定并与所述维护消息相关联的诊断程序,所述诊断程序涉及或牵涉所述多个元件中的一个或多个感兴趣元件;

[0056] 生成(108)所述复杂系统的至少一部分的视觉表示,所述视觉表示为数字媒体并描绘所述多个元件中的所述一个或多个感兴趣元件和一个或多个其它元件;以及

[0057] 将视觉效果应用(110)于由所述视觉表示描绘的所述一个或多个感兴趣元件,以区别所述一个或多个感兴趣元件与由所述视觉表示描绘的所述一个或多个其它元件。

[0058] 条款2.根据条款1所述的装置,其中使所述装置生成(108)所述视觉表示包括使所述装置生成所述复杂系统的数字三维(3D)模型的至少一部分的视觉表示,所述视觉效果被应用于对应于所述一个或多个感兴趣元件的3D模型中的3D对象。

[0059] 条款3.根据条款1所述的装置,其中所述维护消息和所述诊断程序是多个维护消息和多个诊断程序,所述一个或多个感兴趣元件是由所述多个诊断程序涉及或牵涉的多个感兴趣元件。

[0060] 条款4.根据条款3所述的装置,其中所述多个感兴趣元件包括由所述多个诊断程序中的第一诊断程序涉及或牵涉的第一个或多个感兴趣元件,以及由所述多个诊断程序

中的第二诊断程序涉及或牵涉的第二个或多个感兴趣元件，并且其中使所述装置应用(110)所述视觉效果包括使所述装置改变应用于所述第一一个或多个感兴趣元件和第二个或多个感兴趣元件之间的视觉元件的属性，以使所述第一一个或多个感兴趣元件和第二个或多个感兴趣元件彼此区分。

[0061] 条款5.根据条款3所述的装置，其中所述存储器存储进一步的可执行指令，所述进一步的可执行指令响应于所述处理器的执行使所述装置进一步执行以下操作：

[0062] 分析(112)所述多个感兴趣元件以从所述多个感兴趣元件中识别关键感兴趣元件，

[0063] 其中使所述装置应用(110)所述视觉效果包括使所述装置改变应用于所述关键感兴趣元件的视觉效果的属性，或将第二视觉效果应用于所述关键感兴趣元件，以进一步区分所述关键感兴趣元件与所述多个感兴趣元件中的其他感兴趣元件。

[0064] 条款6.根据条款5所述的装置，其中使所述装置分析(112)所述多个感兴趣元件包括使所述装置至少执行以下操作：

[0065] 生成包括由一个或多个边连接的多个顶点的图形，所述多个顶点对应于所述多个感兴趣元件中的相应的元件，并且所述一个或多个边表示所述多个元件之间相应的一个或多个连接；以及

[0066] 分析所述图形以从所述多个顶点中识别关键顶点，所述关键顶点对应于所述多个感兴趣元件中的所述关键感兴趣元件。

[0067] 条款7.一种方法，包括：

[0068] 接收和处理(102)由多个元件构成的复杂系统的物理实例的数据，所述数据被接收并被处理以识别所述复杂系统的维护消息和针对所述维护消息限定并与所述维护消息相关联的诊断程序，所述诊断程序涉及或牵涉所述多个元件中的一个或多个感兴趣元件；

[0069] 生成(108)所述复杂系统的至少一部分的视觉表示，所述视觉表示为数字媒体并描绘所述多个元件中的所述一个或多个感兴趣元件和一个或多个其他元件；以及

[0070] 将视觉效果应用(110)于由所述视觉表示描绘的所述一个或多个感兴趣元件，以区分所述一个或多个感兴趣元件与由所述视觉表示描绘的所述一个或多个其他元件。

[0071] 条款8.根据条款7所述的方法，其中生成(108)所述视觉表示包括生成所述复杂系统的数字三维(3D)模型的至少一部分的视觉表示，所述视觉效果被应用于对应于所述一个或多个感兴趣元件的3D模型中的3D对象。

[0072] 条款9.根据条款7所述的方法，其中所述维护消息和所述诊断程序是多个维护消息和多个诊断程序，所述一个或多个感兴趣元件是由所述多个诊断程序涉及或牵涉的多个感兴趣元件。

[0073] 条款10.根据条款9所述的方法，其中所述多个感兴趣元件包括由所述多个诊断程序中的第一诊断程序涉及或牵涉的第一一个或多个感兴趣元件，和由所述多个诊断程序中的第二诊断程序涉及或牵涉的第二个或多个感兴趣元件，并且

[0074] 其中应用(110)所述视觉效果包括改变应用于所述第一一个或多个感兴趣元件和第二个或多个感兴趣元件之间的视觉元件的属性，以将所述第一一个或多个感兴趣元件和第二个或多个感兴趣元件彼此区分。

[0075] 条款11.根据条款9所述的方法，进一步包括：

[0076] 分析(112)所述多个感兴趣元件以从所述多个感兴趣元件中识别关键感兴趣元件，

[0077] 其中应用(110)所述视觉效果包括改变应用于所述关键感兴趣元件的视觉效果的属性，或将第二视觉效果应用于所述关键感兴趣元件，以进一步区分所述关键感兴趣元件与所述多个感兴趣元件中的其他感兴趣元件。

[0078] 条款12.根据条款11所述的方法，其中分析(112)所述多个感兴趣元件包括：

[0079] 生成包括由一个或多个边连接的多个顶点的图形，所述多个顶点对应于所述多个感兴趣元件中的相应元件，并且所述一个或多个边表示所述多个元件之间相应的一个或多个连接；以及

[0080] 分析所述图形以从所述多个顶点中识别关键顶点，所述关键顶点对应于所述多个感兴趣元件中的所述关键感兴趣元件。

[0081] 条款13.一种非暂时性的并具有存储在其中的计算机可读程序代码部分的计算机可读存储介质，所述计算机可读程序代码部分响应于处理器的执行，使装置至少执行以下操作：

[0082] 接收并处理由多个元件组成的复杂系统的物理实例的数据，所述数据被接收并被处理以识别所述复杂系统的维护消息和针对所述维护消息限定并与所述维护消息相关联的诊断程序，所述诊断程序涉及或牵涉所述多个元件中的一个或多个感兴趣元件；

[0083] 生成(108)所述复杂系统的至少一部分的视觉表示，所述视觉表示为数字媒体并描绘所述多个元件中的所述一个或多个感兴趣元件和一个或多个其它元件；以及

[0084] 将视觉效果应用(110)于由所述视觉表示描绘的所述一个或多个感兴趣元件，以区分所述一个或多个感兴趣元件与由所述视觉表示描绘的所述一个或多个其它元件。

[0085] 条款14.根据条款13所述的计算机可读存储介质，其中使所述装置生成(108)所述视觉表示包括使所述装置生成所述复杂系统的数字三维(3D)模型的至少一部分的视觉表示，所述视觉效果被应用于对应于所述一个或多个感兴趣元件的3D模型中的3D对象。

[0086] 条款15.根据条款13所述的计算机可读存储介质，其中所述维护消息和所述诊断程序是多个维护消息和多个诊断程序，所述一个或多个感兴趣元件是由所述多个诊断程序涉及或牵涉的多个感兴趣元件。

[0087] 条款16.根据条款15所述的计算机可读存储介质，其中所述多个感兴趣元件包括由所述多个诊断程序中的第一诊断程序涉及或牵涉的第一一个或多个感兴趣元件，和由所述多个诊断程序中的第二诊断程序涉及或牵涉的第二一个或多个感兴趣元件，并且

[0088] 其中使所述装置应用(110)所述视觉效果包括使所述装置改变应用于所述第一个或多个感兴趣元件和第二个或多个感兴趣元件之间的视觉元件的属性，以使所述第一个或多个感兴趣元件和第二个或多个感兴趣元件彼此区分。

[0089] 条款17.根据条款15所述的计算机可读存储介质，其具有存储在其中的进一步的可读程序代码部分，所述进一步的可读程序代码部分响应于所述处理器的执行，使所述装置进一步至少执行以下操作：

[0090] 分析(112)所述多个感兴趣元件以从所述多个感兴趣元件识别关键感兴趣元件，

[0091] 其中使所述装置应用(110)所述视觉效果包括使所述装置改变应用于所述关键感兴趣元件的视觉效果的属性，或将第二视觉效果应用于所述关键感兴趣元件，以进一步区

分所述关键感兴趣元件与所述多个感兴趣元件中的其他感兴趣元件。

[0092] 条款18.根据条款17所述的计算机可读存储介质,其中使所述装置分析(112)所述多个感兴趣元件包括使所述装置至少执行以下操作:

[0093] 生成包括由一个或多个边连接的多个顶点的图形,所述多个顶点对应于所述多个感兴趣元件中的相应元件,并且所述一个或多个边表示所述多个元件之间相应的一个或多个连接;以及

[0094] 分析所述图形以从所述多个顶点中识别关键顶点,所述关键顶点对应于所述多个感兴趣元件中的所述关键感兴趣元件。

[0095] 本领域的技术人员将想到在本文中阐述的本公开的多种修改和其他实施方式,本公开从属的该多种修改和其它实施方式具有上述描述和相关附图中所呈现的教导的益处。因此,应当理解的是,本公开不限于所公开的特定实施方式,并且修改和其他实施方式旨在被包含在所附权利要求的范围内。而且,尽管前述描述和相关附图在元件和/或功能的某些示例组合的背景下描述示例实施方式,但是应该理解的是,元件和/或功能的不同组合可以由替代实施方式提供,而不脱离所附权利要求的范围。在这方面,例如,除以上明确描述那些之外,元件和/或功能的不同组合也是预期的,同时可以在一些所附权利要求中被阐述。尽管本文使用了特定术语,但它们仅以一般和描述性的意义来使用,而不是用于限制的目的。

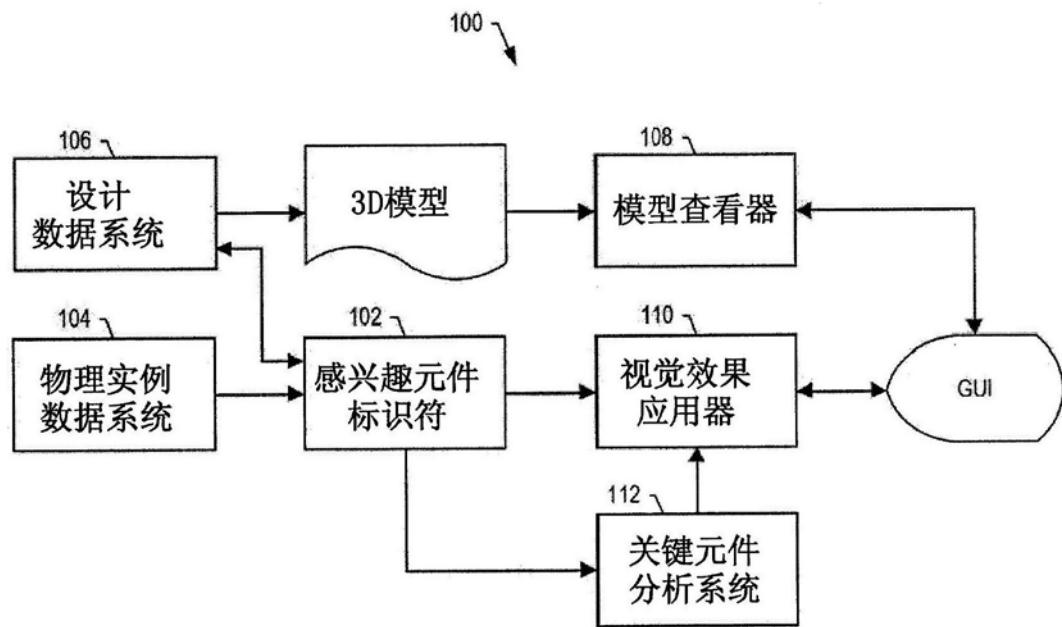


图1

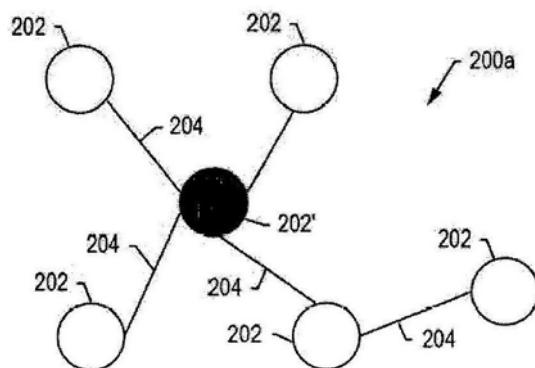


图2A

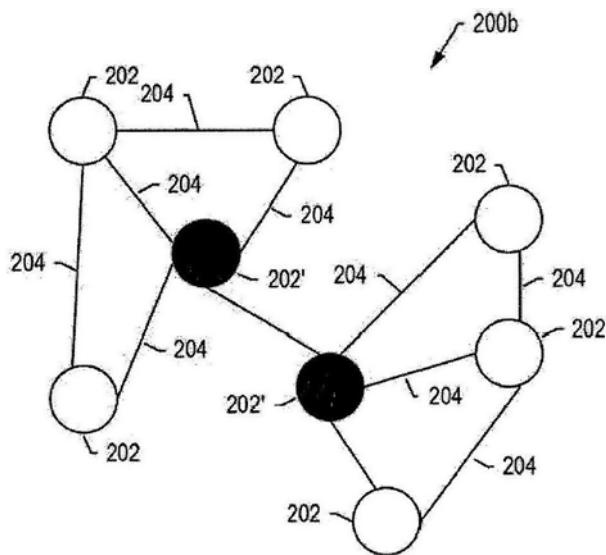


图2B

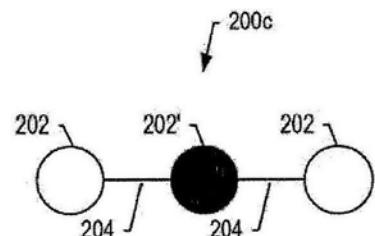


图2C

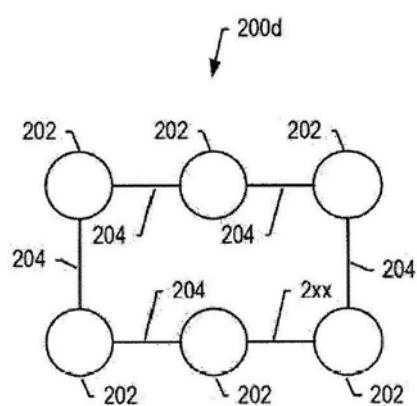


图2D

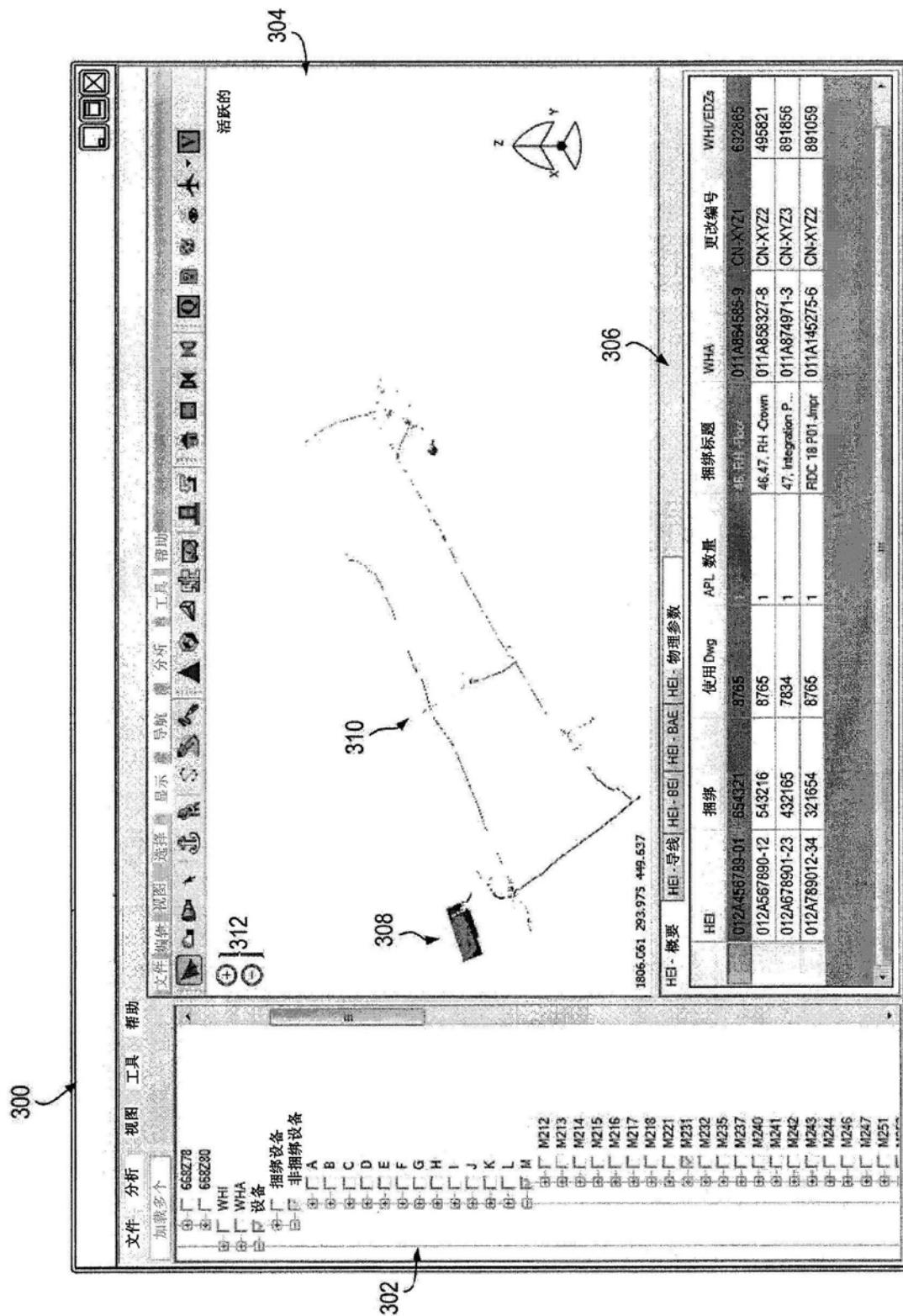


图3

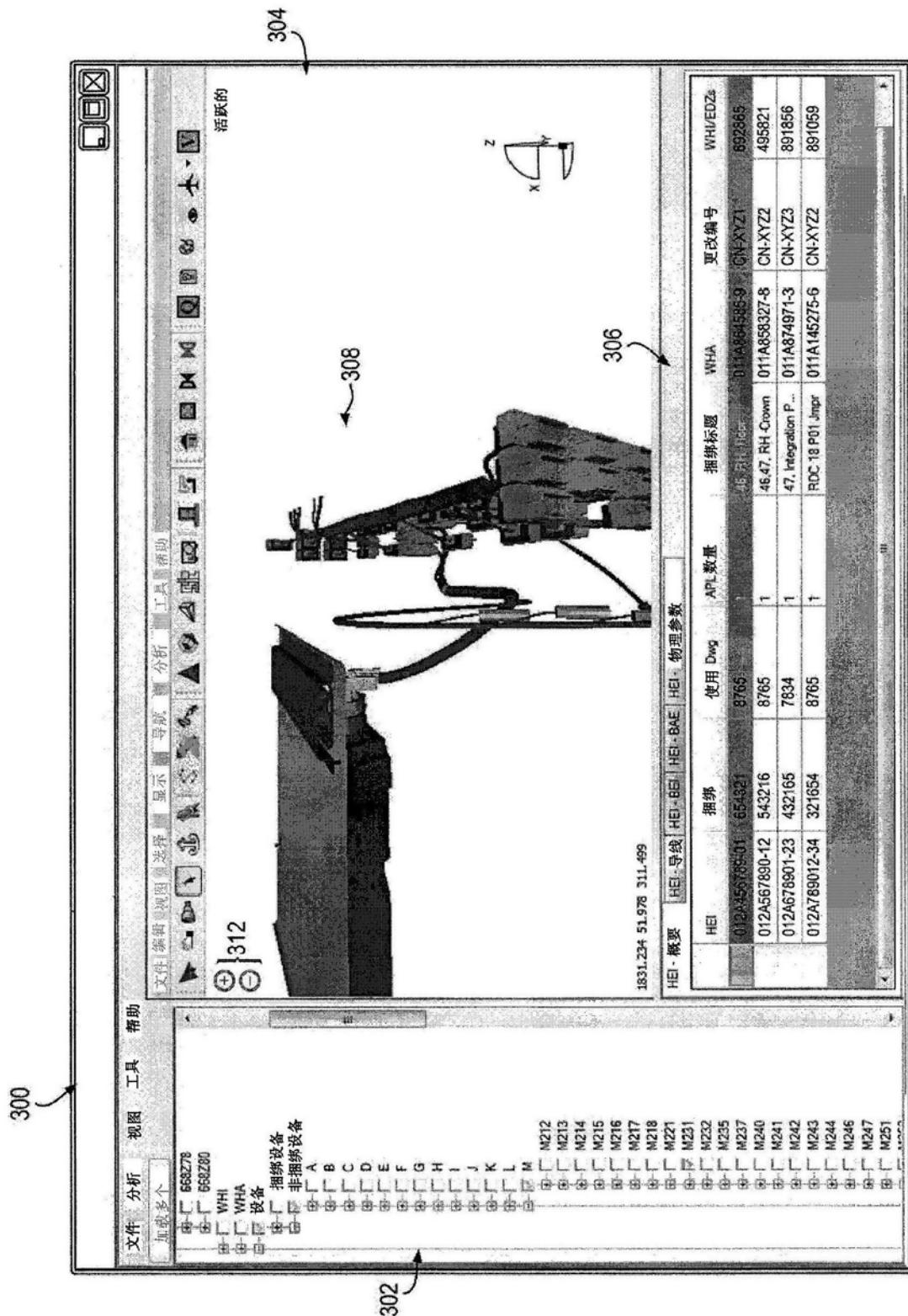


图4