



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107205671 A

(43)申请公布日 2017.09.26

(21)申请号 201580053598.3

(22)申请日 2015.08.21

(30)优先权数据

62/040,990 2014.08.22 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.03.31

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2015/046386 2015.08.21

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2016/029166 EN 2016.02.25

(71)申请人 普尔斯地质构造有限责任公司

地址 美国华盛顿州

(72)发明人 托马斯·艾德里安·弗内斯三世

罗斯·梅尔维尔 罗伯特·多恩

布莱恩·帕尔

(74)专利代理机构 北京柏杉松知识产权代理事

务所(普通合伙) 11413

代理人 谢攀 刘继富

(51)Int.Cl.

A61B 5/024(2006.01)

A61B 5/026(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

G06F 19/00(2011.01)

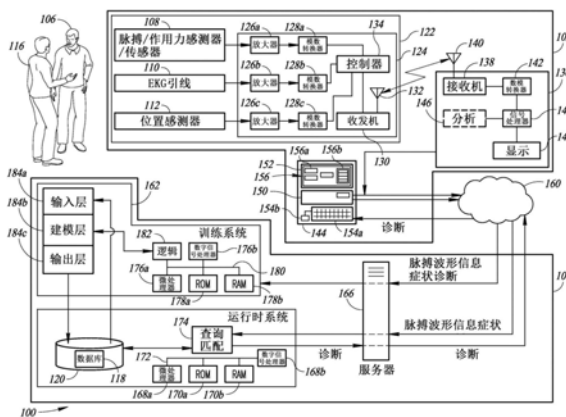
权利要求书7页 说明书31页 附图15页

(54)发明名称

至少部分基于脉搏波形的自动诊断

(57)摘要

前端系统采集诊断相关信息或数据,包括脉搏波形信息,以及可选的定时信息、症状信息和/或诊断信息。一个或多个感测器或传感器以一致的方式在各种受试者和从业者中检测脉搏波形。后端系统存储通常针对大量受试者和从业者的诊断相关信息和诊断信息。后端系统基于所提交的查询或请求生成系统生成的诊断和/或建议的治疗措施。后端系统能够有利地使用机器学习技术从大量从业者、例如传统中医提交的大量样本中识别脉搏波形的定义特性或特征与诊断之间的相关性。后端系统还能够能够在识别相关性中采用主要和/或次要症状。



1. 一种诊断系统,包括:

至少一个处理器电路;

至少一个非暂时性存储器,其可通信地耦接所述至少一个处理器电路并且存储处理器可执行指令或数据中的至少一个,所述指令或数据的执行导致所述至少一个处理器电路:

对于多个受试者中每一个受试者的多次就诊中的每一次就诊,接收相应的脉搏信号信息,其表示:i) 在第一位置处以第一作用压力从相应受试者捕获的第一脉搏信号波形,ii) 在所述第一位置处以第二作用压力从相应受试者捕获的至少第二脉搏信号波形,所述第二作用压力不同于所述第一作用压力,以及iii) 指示所述第一或第二作用压力中的至少一个的至少一个值,并且接收包括与相应受试者的相应就诊相关联的至少主要诊断的诊断信息;

将所接收的相应脉搏信号信息和诊断信息存储到所述至少一个非暂时性存储器;和

确定所述第一脉搏信号波形和所述至少第二脉搏信号波形的表示的多个定义特性中的各个定义特性与所述诊断信息之间的一个或更多个相关性。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,至少一个处理器电路接收匿名形式的所述脉搏信号信息和所述诊断信息。

3. 根据权利要求1所述的诊断系统,其中,对于所述多个受试者中的每一个受试者的多次就诊中的每一次就诊,接收相应的脉搏信号信息,其表示:iii) 在所述第一位置处以第三作用压力从相应受试者捕获的第三脉搏信号波形,所述第三作用压力不同于所述第一和第二作用压力。

4. 根据权利要求3所述的诊断系统,其中,对于所述受试者中给定一个的就诊中的给定一次就诊,所接收的相应脉搏信号信息还表示分别在第一、第二和第三作用压力下在沿着给定动脉的第二位置处从相应受试者捕获的第四、第五和第六脉搏信号波形,所述第二位置与所述第一位置间隔开。

5. 根据权利要求4所述的诊断系统,其中,对于所述受试者中给定一个的就诊中的给定一次就诊,在时间上彼此接近地捕获所述第一、第二和第三脉搏信号波形。

6. 根据权利要求4所述的诊断系统,其中,对于所述受试者中给定一个的就诊中的给定一次就诊,在时间上彼此接近地捕获所述第一、第二、第三、第四、第五和第六脉搏信号波形。

7. 根据权利要求3所述的诊断系统,其中,对于所述受试者中给定一个的就诊中的给定一次就诊,所述第一、第二和第三脉搏信号波形表示分别在所述第一、第二和第三作用压力下在沿着与所述受试者的手的拇指侧上的腕骨邻近的桡动脉的所述第一位置处捕获的脉搏波形,并且所述第四、第五和第六脉搏信号波形表示分别在所述第一、第二和第三作用压力下在沿着与尺骨邻近的桡动脉的所述第二位置处捕获的脉搏波形,所述第二位置与所述第一位置间隔开。

8. 根据权利要求7所述的诊断系统,其中,对于所述受试者中给定一个的就诊中的给定一次就诊,所接收的相应脉搏信号信息还表示分别在第一、第二和第三作用压力下在沿着桡动脉的第三位置处从相应受试者捕获的第七、第八和第九脉搏信号波形,所述第三位置与所述第一和第二位置接近地间隔开。

9. 根据权利要求8所述的诊断系统,其中,对于所述受试者中给定一个的就诊中的给定

一次就诊,基本彼此同时地捕获所述第一、第二、第三、第四、第五、第六、第七、第八和第九脉搏信号波形。

10. 根据权利要求7所述的诊断系统,其中,所述第一、第二和第三脉搏信号波形各自表示穿过给定受试者的皮肤捕获的脉搏波形中的相应一个。

11. 根据权利要求1到10中任一项所述的方法,其中,对于所述多个受试者的至少受试者子集的多次就诊的至少就诊子集,所接收的诊断信息包括与相应受试者的相应就诊相关联的至少次要诊断。

12. 根据权利要求1所述的诊断系统,其中,对于所述多个受试者的至少受试者子集的多次就诊的至少就诊子集,接收与相应受试者的相应就诊相关联的至少主要症状。

13. 根据权利要求12所述的诊断系统,其中,所述至少一个处理器电路接收匿名形式的所述脉搏信号信息和诊断信息。

14. 根据权利要求12所述的诊断系统,其中,对于所述受试者子集中的至少子集的所述就诊子集中的至少子集,接收与相应受试者的相应就诊相关联的至少次要症状。

15. 根据权利要求12到14中任一项所述的诊断系统,其中,对于所述多个受试者的至少受试者子集的多次就诊的至少就诊子集,所接收的诊断信息包括与相应受试者的相应就诊相关联的至少次要诊断。

16. 根据权利要求1到10和12到14所述的诊断系统,其中,所述至少一个处理器电路在训练时间期间对所述脉搏波形和诊断信息执行机器学习,以确定所述第一脉搏信号波形和所述至少第二脉搏信号波形的表示的多个定义特性中的各个定义特性与所述诊断信息之间的一个或更多个相关性。

17. 根据权利要求16所述的诊断系统,其中,在运行时期间,所述运行时在所述训练时间之后,针对多次额外就诊中的每一次就诊,所述至少一个处理器电路接收用于相应就诊和相应受试者的脉搏波形信息,并且至少部分地基于所接收的脉搏波形信息和所确定的相关性来确定诊断并提供所确定的诊断。

18. 根据权利要求16所述的诊断系统,其中,在运行时期间,所述运行时在所述训练时间之后,针对多次额外就诊中的每一次就诊,所述至少一个处理器电路接收针对相应就诊和相应受试者的脉搏波形信息和症状信息,并且至少部分地基于所接收的脉搏波形信息、所述症状信息和所确定的相关性来确定诊断并提供所确定的诊断。

19. 根据权利要求16所述的诊断系统,其中,在所述运行时期间,所述至少一个处理器电路以匿名形式进行接收。

20. 根据权利要求16所述的诊断系统,其中,所述至少一个非暂时性存储器中的处理器可执行指令或数据中的所述至少一个的执行,使所述至少一个处理器电路针对所述多个受试者的每一个受试者的多次就诊中的每一次就诊来接收定时信息,所述定时信息表示与所述多个脉搏波形分开感测的、心动周期中的事件。

21. 根据权利要求20所述的诊断系统,其中,所述定时信息表示用心电图(EKG)传感器感测的EKG信号,所述脉搏信号波形相对于所述心电图(EKG)信号延迟已知的时间范围。

22. 根据权利要求21所述的诊断系统,其中,针对所述多个受试者的至少受试者子集中每一个受试者的多次就诊的至少就诊子集中的每一次就诊,所述至少一个处理器电路还至少部分地基于所述定时信息来识别所述脉搏信号波形中至少一个中的至少一个识别特性。

23. 根据权利要求1所述的诊断系统,其中,所述至少一个非暂时性存储器中处理器可执行指令或数据的所述至少一个的执行,使所述至少一个处理器电路针对所述多个受试者的每一个受试者的多次就诊中的每一次就诊来接收心电图定时信息,所述心电图定时信息表示与多个脉搏波形分开感测的、心动周期中的事件;并且针对所述多个受试者的至少受试者子集中每一个受试者的多次就诊的至少就疹子集中的每一次就诊,所述至少一个处理器电路还至少部分地基于所述定时信息来识别所述脉搏信号波形中的至少一个中的至少一个识别特性。

24. 根据权利要求1所述的诊断系统,其中,所接收的相应脉搏信号信息表示所述第一和第二脉搏信号波形的数字化版本。

25. 根据权利要求1所述的诊断系统,其中,所述至少一个处理器电路将所述第一和第二脉搏信号波形数字化,以生成相应的脉搏信号信息。

26. 一种诊断系统的操作方法,所述诊断系统包括至少一个处理器电路和至少一个非暂时性存储器,所述非暂时性存储器可通信地耦接所述至少一个处理器电路并且存储处理器可执行指令或数据中的至少一个,所述方法包括:

对于多个受试者中每一个受试者的多次就诊中的每一次就诊,接收相应的脉搏信号信息,其表示:i)在第一位置处以第一作用压力从相应受试者捕获的第一脉搏信号波形,ii)在所述第一位置处以第二作用压力从相应受试者捕获的至少第二脉搏信号波形,所述第二作用压力不同于所述第一作用压力,以及iii)指示所述第一或第二作用压力中的至少一个的至少一个值,并且接收包括与相应受试者的相应就诊相关联的至少主要诊断的诊断信息;

将所接收的相应脉搏信号信息和诊断信息存储到所述至少一个非暂时性存储器;和

确定所述第一脉搏信号波形和所述至少第二脉搏信号波形的表示的多个定义特性中的各个定义特性与所述诊断信息之间的一个或更多个相关性。

27. 根据权利要求26所述的方法,其中,接收所述脉搏信号信息和所述诊断信息包括接收匿名形式的所述脉搏信号信息和所述诊断信息。

28. 根据权利要求26所述的方法,其中,对于所述多个受试者中的每一个受试者的多次就诊中的每一次就诊,接收相应的脉搏信号信息包括接收表示以下的脉搏信号信息:iii)在所述第一位置处以第三作用压力从相应受试者捕获的第三脉搏信号波形,所述第三作用压力不同于所述第一和第二作用压力。

29. 根据权利要求28所述的方法,其中,对于所述受试者中给定一个的就诊中的给定一次就诊,所接收的相应脉搏信号信息还表示分别在第一、第二和第三作用压力下在沿着给定动脉的第二位置处从相应受试者捕获的第四、第五和第六脉搏信号波形,所述第二位置与所述第一位置间隔开。

30. 根据权利要求29所述的方法,其中,对于所述受试者中给定一个的就诊中的给定一次就诊,在时间上彼此接近地捕获所述第一、第二和第三脉搏信号波形。

31. 根据权利要求29所述的方法,其中,对于所述受试者中给定一个的就诊中的给定一次就诊,在时间上彼此接近地捕获所述第一、第二、第三、第四、第五和第六脉搏信号波形。

32. 根据权利要求28所述的方法,其中,对于所述受试者中给定一个的就诊中的给定一次就诊,所述第一、第二和第三脉搏信号波形表示分别在所述第一、第二和第三作用压力下

在沿着与所述受试者的手的拇指侧上的腕骨邻近的桡动脉的所述第一位置处捕获的脉搏波形,并且所述第四、第五和第六脉搏信号波形表示分别在所述第一、第二和第三作用压力下在沿着与尺骨邻近的桡动脉的所述第二位置处捕获的脉搏波形,所述第二位置与所述第一位置间隔开。

33. 根据权利要求32所述的方法,其中,对于所述受试者中给定一个的就诊中的给定一次就诊,所接收的相应脉搏信号信息还表示分别在第一、第二和第三作用压力下在沿着桡动脉的第三位置处从相应受试者捕获的第七、第八和第九脉搏信号波形,所述第三位置与所述第一和第二位置接近地间隔开。

34. 根据权利要求33所述的方法,其中,对于所述受试者中给定一个的就诊中的给定一次就诊,基本彼此同时地捕获所述第一、第二、第三、第四、第五、第六、第七、第八和第九脉搏信号波形。

35. 根据权利要求32所述的方法,其中,所述第一、第二和第三脉搏信号波形各自表示穿过给定受试者的皮肤捕获的脉搏波形中的相应一个。

36. 根据权利要求26到35中任一项所述的方法,其中,对于所述多个受试者的至少受试者子集的多次就诊的至少就诊子集,所接收的诊断信息包括与相应受试者的相应就诊相关联的至少次要诊断。

37. 根据权利要求26所述的方法,其中,对于所述多个受试者的至少受试者子集的多次就诊的至少就诊子集,接收与相应受试者的相应就诊相关联的至少主要症状。

38. 根据权利要求37所述的方法,其中,接收所述脉搏信号信息和所述诊断信息包括接收匿名形式的所述脉搏信号信息和诊断信息。

39. 根据权利要求37所述的方法,其中,对于所述受试者子集中的至少子集的所述就诊子集中的至少子集,接收与相应受试者的相应就诊相关联的至少次要症状。

40. 根据权利要求37到39中任一项所述的方法,其中,对于所述多个受试者的至少受试者子集的多次就诊的至少就诊子集,所接收的诊断信息包括与相应受试者的相应就诊相关联的至少次要诊断。

41. 根据权利要求26到35和37到39所述的方法,还包括:在训练时间期间,通过所述至少一个处理器电路对所述脉搏波形和诊断信息执行机器学习,以确定所述第一脉搏信号波形和所述至少第二脉搏信号波形的表示的多个定义特性中的各个定义特性与所述诊断信息之间的一个或更多个相关性。

42. 根据权利要求41所述的方法,其中,在运行时期间,所述运行时在所述训练时间之后,针对多次额外就诊中的每一次就诊,由所述至少一个处理器电路接收针对相应就诊和相应受试者的脉搏波形信息,并且由所述至少一个处理器电路至少部分地基于所接收的脉搏波形信息和所确定的相关性来确定诊断并提供所确定的诊断。

43. 根据权利要求41所述的方法,其中,在运行时期间,所述运行时在训练时间之后,针对多次额外就诊中的每一次就诊,通过所述至少一个处理器电路来接收针对相应就诊和相应受试者的脉搏波形信息和症状信息,并且由所述至少一个处理器电路至少部分地基于所接收的脉搏波形信息、所述症状信息和所确定的相关性来确定所述诊断并提供所确定的诊断。

44. 根据权利要求43所述的方法,其中,在所述运行时期间,接收针对相应就诊和相应

受试者的所述脉搏波形信息,包括针对相应就诊和相应受试者的匿名形式的脉搏波形信息。

45. 根据权利要求43所述的方法,还包括:

对于所述多个受试者中的每一个受试者的多次就诊中的每一次就诊,通过所述至少一个处理器电路接收定时信息,所述定时信息表示与所述多个脉搏波形分开感测的、心动周期中的事件。

46. 根据权利要求45所述的方法,其中,所述定时信息表示用心电图 (EKG) 传感器感测的EKG信号,所述脉搏信号波形相对于所述心电图 (EKG) 信号延迟已知的时间范围。

47. 根据权利要求46所述的方法,还包括:

针对所述多个受试者的至少受试者子集中每一个受试者的多次就诊的至少就诊子集中的每一次就诊,通过所述至少一个处理器电路至少部分地基于所述定时信息来识别所述脉搏信号波形中的至少一个中的至少一个识别特性。

48. 根据权利要求26所述的方法,还包括:

针对所述多个受试者中的每一个受试者的多次就诊中的每一次就诊,接收心电图定时信息,所述心电图定时信息表示与所述多个脉搏波形分开感测的、心动周期中的事件;和

针对所述多个受试者的至少受试者子集中每一个受试者的多次就诊的至少就诊子集中的每一次就诊,通过所述至少一个处理器电路至少部分地基于所述定时信息来识别所述脉搏信号波形中至少一个中的至少一个识别特性。

49. 根据权利要求26所述的方法,其中,接收相应的脉搏信号信息包括接收表示所述第一和第二脉搏信号波形的数字化版本的相应脉搏信号信息。

50. 根据权利要求26所述的方法,还包括:

通过所述至少一个处理器电路对所述第一和第二脉搏信号波形进行数字化,以生成相应的脉搏信号信息。

51. 一种捕获诊断信息的系统,所述系统包括:

装置,所述装置包括:

第一脉搏波形传感器,其响应于脉搏以产生第一脉搏波形表示;

第二脉搏波形传感器,其响应于脉搏以产生第二脉搏波形表示,所述第二脉搏波形传感器在使用中与所述第一脉搏波形传感器间隔开;以及

至少一个作用压力传感器,其响应于至少所述第一脉搏波形传感器的作用压力,并且响应于所述作用压力以产生与所述作用压力成比例的压力信号。

52. 根据权利要求51所述的系统,还包括:

多个耦接器,其承载所述第一和第二脉搏波形传感器以及所述至少一个作用压力传感器,所述耦接器能够选择性地附接和拆卸于临床医生的多个手指。

53. 根据权利要求51所述的系统,还包括:

袖套或臂带,其承载所述第一和第二脉搏波形传感器以及所述至少一个作用压力传感器,所述袖套或臂带能够选择性地附接和拆卸于受试者的手腕。

54. 根据权利要求51所述的系统,还包括:

第三脉搏波形传感器,其响应于脉搏以产生第三脉搏波形表示,所述第三脉搏波形传感器在使用中与所述第一和第二脉搏波形传感器间隔开。

55. 根据权利要求51所述的系统,还包括:

多个耦接器,其承载所述第一、第二和第三脉搏波形传感器以及所述至少一个作用压力传感器,所述耦接器能够选择性地附接和拆卸以将所述第一、第二和第三脉搏波形传感器定位在临床医生的多个指尖中的相应指尖上。

56. 根据权利要求55所述的系统,其中,至少一个作用压力传感器包括:第一作用压力传感器,其定位成响应经由所述第一脉搏波形传感器施加的压力;第二作用压力传感器,其定位成响应经由所述第二脉搏波形传感器施加的压力;第三作用压力传感器,其定位成响应经由所述第三脉搏波形传感器施加的压力。

57. 根据权利要求56所述的系统,还包括:

多个耦接器,其承载所述第一、第二和第三脉搏波形传感器以及第一、第二和第三作用压力传感器,所述耦接器能够选择性地附接和拆卸以将所述第一、第二和第三脉搏波形传感器定位在临床医生的多个指尖中的相应指尖上。

58. 根据权利要求51所述的系统,还包括:

用户输入装置,其在使用中接收指定至少主要诊断的信息。

59. 根据权利要求51所述的系统,还包括:

用户输入装置,其在使用中接收指定至少主要症状的信息。

60. 根据权利要求59所述的系统,其中,所述用户输入装置还接收指定至少主要诊断的信息。

61. 根据权利要求60所述的系统,其中,所述用户输入装置还接收指定至少次要诊断的信息。

62. 根据权利要求60所述的系统,其中,所述用户输入装置还接收指定至少次要症状的信息。

63. 根据权利要求51所述的系统,还包括:

至少一个通信端口,其传输至少所述第一和第二脉搏波形表示以及与来自所述系统的所述作用压力成比例的压力信号。

64. 一种捕获诊断信息的系统的操作方法,所述方法包括:

产生第一脉搏波形表示,其表示在沿着第一动脉的第一位置处和在第一作用压力下由第一脉搏波形传感器检测到的第一脉搏波形;

产生第二脉搏波形表示,其表示在沿着第一动脉的第二位置处和在第一作用压力下由第二脉搏波形传感器检测到的第二脉搏波形,所述第二位置与所述第一位置间隔开;

产生至少第一作用压力信号,其与至少所述第一脉搏波形传感器的所述作用压力成比例;以及

从诊断装置传输所述第一脉搏波形表示、所述第二脉搏波形表示和至少第一作用压力信号。

65. 根据权利要求64所述的方法,所述方法还包括:

产生第一脉搏波形表示,其表示在沿着所述第一动脉的所述第一位置处和在第二作用压力下由第一脉搏波形传感器检测到的所述第一脉搏波形;所述第二作用压力不同于所述第一作用压力;

产生第二脉搏波形表示,其表示在沿着所述第一动脉的所述第二位置处和在第二作用

压力下由第二脉搏波形传感器检测到的第二脉搏波形,所述第二作用压力不同于所述第一作用压力。

66. 根据权利要求64所述的方法,所述方法还包括:

产生第一脉搏波形表示,其表示在沿着所述第一动脉的所述第一位置处和在第三作用压力下由第一脉搏波形传感器检测到的所述第一脉搏波形,所述第三作用压力不同于第一和第二作用压力;

产生第二脉搏波形表示,其表示在沿着所述第一动脉的所述第二位置处和在第三作用压力下由第二脉搏波形传感器检测到的第二脉搏波形,所述第三作用压力不同于所述第一和第二作用压力。

67. 根据权利要求65所述的方法,所述方法还包括:

产生第三脉搏波形表示,其表示在沿着第一动脉的第三位置处在第一作用压力下由第三脉搏波形传感器检测到的第三脉搏波形,所述第三位置不同于所述第一和第二位置。

68. 根据权利要求67所述的方法,所述方法还包括:

产生第三脉搏波形表示,其表示在沿着所述第一动脉的所述第三位置处和在第二作用压力下由第三脉搏波形传感器检测到的第三脉搏波形,所述第二作用压力不同于所述第一作用压力。

69. 根据权利要求67所述的方法,其中,产生与至少所述第一脉搏波形传感器的所述作用压力成比例的至少第一作用压力信号包括产生分别与所述第二和第三脉搏波形传感器的作用压力成比例的第二和第三作用压力信号。

70. 根据权利要求65所述的方法,还包括:

经由至少一个用户输入装置接收指定至少主要诊断的信息。

71. 根据权利要求65所述的方法,还包括:

经由至少一个用户输入装置接收指定至少主要症状的信息。

72. 根据权利要求71所述的方法,还包括:

经由至少一个用户输入装置接收指定至少主要症状的信息。

73. 根据权利要求72所述的方法,还包括:

经由至少一个用户输入装置接收指定至少次要诊断的信息。

74. 根据权利要求72所述的方法,还包括:

经由至少一个用户输入装置接收指定至少次要症状的信息。

75. 根据权利要求72所述的方法,还包括:

从诊断装置传输接收到的信息,所述接收到的信息指定至少主要症状和至少主要症状连同所述第一脉搏波形表示、所述第二脉搏波形表示和至少第一作用压力信号。

## 至少部分基于脉搏波形的自动诊断

### [0001] 背景

#### 技术领域

[0002] 本公开总地涉及诊断系统、方法和装置,并且具体地涉及自动评估数据和基于该数据自动进行诊断的系统和方法。

#### [0003] 相关技术说明

[0004] 许多医疗从业者依靠脉搏或触诊来评估个体或患者的健康状况。例如,在西医中,医师和其他医疗保健提供者通常测量血压和脉搏率作为标准或常规身体检查的一部分。测量脉搏率通常需要手指和定时器或时钟。测量血压通常需要可充气臂带和血压计。通常进行两次测量,通常以毫米汞柱(mm Hg)表示的收缩压和舒张压,其代表最大和最小压力。在一些情况下,西医从业者可以测量一定程度上指示各种血流特性的其他参数,例如经由引线测量心脏的电活动(即,心电图),所述引线响应于作为心脏功能的一部分而产生的电磁信号。

[0005] 与西医的从业者相比,一些非西医的从业者更多地依赖于脉搏的测量。例如,传统中医(TCM)的从业者经常采用患者的脉搏,并且可以至少部分地(如果不是单独地)基于患者的脉搏进行诊断。虽然这种技术可能已经使用了一千多年,但是与这种技术相关的变化性趋向于广泛的范围。例如,一个从业者相对于另一个从业者,或者甚至对于给定从业者的不同时间或不同病人,在如何感测或解释脉搏上都存在很大的变化。同样,在假定脉搏相同或非常相似的情况下,不同从业者之间在所得诊断上存在很大的变化,并且在假定脉搏相同或非常相似的情况下,给定从业者的所得诊断上也存在变化。

#### [0006] 概述

[0007] 虽然在执行诊断中使用脉搏已被证明是有用的,但是存在如何感测或解释脉搏方面的显著变化和相应的诊断方面的显著变化。期望能够减少这种变化。

[0008] 一种系统可以包括具有一个或更多个感测器或传感器的装置,其可操作来一致地感测或测量脉搏波形,减少或消除至少一个变化性来源。系统可以连同样本诊断一起采集大量样本脉搏波形或脉搏波形信息,以形成数据库或其他信息集合,系统可以从中确定或定义脉搏波形的定义特性和特定诊断和/或治疗或预防措施和/或心脏功能的度量之间的相关性。系统还可以连同样本脉搏波形和样本诊断一起采集样本症状,系统可以从中确定或定义以下的组合之间的相关性:i)脉搏波形的定义特性,和ii)症状和特定诊断和/或治疗或预防措施和/或心脏功能的度量。该系统可以例如在训练时间期间采用一种或更多种机器学习技术或神经网络来确定或定义相关性。

[0009] 系统包括用于获取脉搏(例如,动脉脉搏)的各种动态特性的感测器,所述动态特性表示受试者的心血管系统的功能,包括心脏、血液和脉管系统,以及脉搏通过血管、组织和器官的相互作用和充沛度(profusion)。系统处理采集的信号,并且生成各种医疗或健康相关的病情、疾病和/或病症的诊断。

[0010] 在运行时期间,系统可以接收具有或不具有识别的症状的、例如脉搏波形信息形

式的查询,并且作为响应,产生心脏功能的度量并基于一组累积的知识或知识库和/或心脏功能的度量来确定适当的诊断和/或治疗或预防措施以进行推荐。因此,系统能够利用一组累积的知识或知识库,基于具有或不具有识别的症状的脉搏波形信息自主地产生或提供诊断和/或推荐的治疗或预防措施。

[0011] 可以使用来自从业者的反馈进一步改进该组累积的知识或知识库。反馈能够例如指定由系统自主地产生或提供的诊断是否正确,或者如果不正确,则针对具有或不具有指定症状的给定一组脉搏波形信息,指定什么应是正确的诊断或治疗或预防措施。

[0012] 在运行时期间,系统可以用作训练工具,允许从业者采样具有或不具有指定症状的脉搏波形,诊断它们,并将从业者的诊断与从涵盖大批受试者或患者并且优选涵盖大批经验丰富的从业者的一组累积的知识或知识库产生的诊断进行比较。这样能够提供适当的反馈,从而允许从业者提高或改善他们的诊断技能。

[0013] 系统采用一组感测器或传感器来在一个或多个位置、例如沿着受试者或患者的桡动脉的三个位置处捕获脉搏波形。感测器或传感器在至少所述位置的作用力或压力的一个或优选多个水平下捕获脉搏波形。系统能够采用一组感测器或传感器来感测或测量作用力或压力的量。例如,感测脉搏波形的感测器或传感器可以分离且不同于感测或测量作用力或压力的感测器或传感器。系统能够采用一组感测器或传感器(例如一个或多个EKG引线)来感测或测量心脏的电活动。系统能够使用电活动作为脉搏波形的定时信息来例如实现噪声滤波,增强识别脉搏波形的某些定义特性的能力。

[0014] 在至少一个实施方式中,能够在软件即服务(SaaS)模型下提供各种后端系统功能,使用Web接口或门户来提交查询或请求和便接收包括诊断和/或提供从业者的训练在内的响应。在至少一个实施方式中,能够经由远程医疗服务提供各种后端系统功能,允许进行远程诊断,特别是在受试者的位置远离医疗从业者时。在至少一个实施方式中,能够在诊所或急诊室中提供各种系统功能,以快速分诊受试者或患者。

[0015] 诊断系统可以被概括为包括:至少一个处理器电路;至少一个非暂时性存储器,其可通信地耦接至少一个处理器电路并且存储处理器可执行指令或数据中的至少一个,指令或数据的执行导致至少一个处理器电路:对于多个受试者中的每一个受试者的多次就诊中的每一次就诊,接收相应的脉搏信号信息,其表示:i)在第一位置处以第一作用压力从相应受试者捕获的第一脉搏信号波形以及ii)在第一位置处以第二作用压力从相应受试者捕获的至少第二脉搏信号波形,第二作用压力不同于所述第一作用压力,并且接收包括与相应受试者的相应就诊相关联的至少主要诊断的诊断信息;将所接收的相应脉搏信号信息和诊断信息存储到至少一个非暂时性存储器;以及确定第一脉搏信号波形和至少第二脉搏信号波形表示的多个定义特性中的各个定义特性与所述诊断信息之间的一个或多个相关性。当感测第一脉搏信号波形时和感测第二脉搏信号波形时,系统能够接收指示第一或第二作用压力中的至少一个的至少一个值,例如指示作用力或压力的水平的相应值。

[0016] 至少一个处理器电路可以接收匿名形式的脉搏信号信息和诊断信息。对于多个受试者中的每一个受试者的多次就诊中的每一次就诊,至少一个处理器电路可以接收相应脉搏信号信息,其表示:iii)在第一位置处以第三作用压力从相应受试者捕获的第三脉搏信号波形,所述第三作用压力不同于第一和第二作用压力。对于受试者中给定一个的就诊中的给定一次就诊,所接收的相应脉搏信号信息还可以表示分别在第一、第二和第三作用压

力下沿着给定动脉在第二位置处从相应受试者捕获的第四、第五和第六脉搏信号波形,第二位置与第一位置间隔开。对于受试者中给定一个的就诊中的给定一次就诊,可以在时间上彼此接近地捕获第一、第二和第三脉搏信号波形。对于受试者中给定一个的就诊中的给定一次就诊,可以在时间上彼此接近地捕获第一、第二、第三、第四、第五和第六脉搏信号波形。对于受试者中的给定一个的就诊的给定一次就诊,第一、第二和第三脉搏信号波形可以表示分别在第一、第二和第三作用压力下沿着与受试者的手的拇指侧上的腕骨邻近的桡动脉在第一位置处捕获的脉搏波形,并且第四、第五和第六脉搏信号波形可以表示分别在第一、第二和第三作用压力下沿着与尺骨邻近的桡动脉在第二位置处捕获的脉搏波形,第二位置与第一位置间隔开。对于受试者中的给定一个的就诊中的给定一次就诊,接收的相应脉搏信号信息还可以表示分别在第一、第二和第三作用压力下沿着桡动脉在第三位置处从相应受试者捕获的第七、第八和第九脉搏信号波形,第三位置与第一位置和第二位置接近地间隔开。对于受试者中给定一个的就诊中的给定一次就诊,可以基本彼此同时地捕获第一、第二、第三、第四、第五、第六、第七、第八和第九脉搏信号波形。第一、第二和第三脉搏信号波形可以各自表示穿过给定受试者的皮肤捕获的脉搏波形中的相应一个。对于多个受试者的至少受试者子集的多次就诊中至少就诊子集,所接收的诊断信息可以包括与相应受试者的相应就诊相关联的至少次要诊断。对于多个受试者的至少受试者子集的多次就诊中至少就诊子集,诊断系统可以接收与相应受试者的相应就诊相关联的至少主要症状。至少一个处理器电路可以接收匿名形式的脉搏信号信息和诊断信息。对于受试者子集中的至少子集的就诊子集中的至少子集,诊断系统可以接收与相应受试者的相应就诊相关联的至少次要症状。对于多个受试者的至少受试者子集的多次就诊中至少就诊子集,所接收的诊断信息可以包括与相应受试者的相应就诊相关联的至少次要诊断。至少一个处理器电路可以在训练时间期间对脉搏波形和诊断信息进行机器学习,以确定第一脉搏信号波形和至少第二脉搏信号波形的表示的多个定义特性中的各个定义特性与诊断信息之间的一个或多个相关性。在运行时期间,运行时在训练时间之后,针对多次额外就诊中的每一次就诊,至少一个处理器电路可以接收针对相应就诊和相应受试者的脉搏波形信息,并且可以至少部分地基于所接收的脉搏波形信息和所确定的相关性来确定诊断,并且可以提供所确定的诊断。在运行时期间,运行时在训练时间之后,针对多个额外就诊中的每一次就诊,至少一个处理器电路可以接收针对相应就诊和相应受试者的脉搏波形信息和症状信息,并且可以至少部分地基于所接收的脉搏波形信息、症状信息和所确定的相关性来确定诊断,并且可以提供所确定的诊断。在运行时期间,至少一个处理器电路可以接收匿名形式的脉搏信号信息和诊断信息。至少一个非暂时性存储器中的处理器可执行指令或数据的至少一个的执行可以使至少一个处理器电路针对多个受试者的每一个受试者的多次就诊中的每一次就诊来接收定时信息,该定时信息表示与多个脉搏波形分开感测的、心动周期中的事件。定时信息可以表示用心电图(EKG)传感器感测的EKG信号,脉搏信号波形相对于心电图(EKG)信号延迟已知的时间范围。针对多个受试者的至少子集中每一个受试者的多次就诊中至少就诊子集中的每次就诊,至少一个处理器电路还可以至少部分地基于定时信息来识别脉搏信号波形中的至少一个的至少一个识别特性。至少一个非暂时性存储器中处理器可执行指令或数据的至少一个的执行可以使至少一个处理器电路针对多个受试者中的每一个受试者的多次就诊中的每一次就诊来接收心电图定时信息,该心电图定时信息表示与多个脉搏波形

分开感测的、心动周期中的事件；并且针对多个受试者的至少受试者子集中每一个受试者的多次就诊的至少就诊子集中的每次就诊，至少一个处理器电路还可以至少部分地基于定时信息来识别脉搏信号波形中的至少一个中的至少一个识别特性。所接收的相应脉搏信号信息可以表示第一和第二脉搏信号波形的数字化版本。至少一个处理器电路可以将第一和第二脉搏信号波形数字化，以生成相应的脉搏信号信息。

[0017] 一种诊断系统的操作方法，所述诊断系统包括至少一个处理器电路和至少一个非暂时性存储器，该非暂时性存储器可通信地耦接到至少一个处理器电路并且存储处理器可执行指令或数据中的至少一个，该方法可以被概括为包括：对于多个受试者中的每一个受试者的多次就诊中的每一次就诊，接收相应脉搏信号信息，其表示：i) 在第一位置处以第一作用压力从相应受试者捕获的第一脉搏信号波形以及ii) 在第一位置处以第二作用压力从相应受试者捕获的至少第二脉搏信号波形，第二作用压力不同于所述第一作用压力，并且接收包括与相应受试者的相应就诊相关联的至少主要诊断的诊断信息；将所接收的相应脉搏信号信息和诊断信息存储到所述至少一个非暂时性存储器；以及确定第一脉搏信号波形和至少第二脉搏信号波形的表示的多个定义特性中的各个定义特性与诊断信息之间的一个或多个相关性。该方法能够包括在感测第一脉搏信号波形时和感测第二脉搏信号波形时，感测或接收指示第一或第二作用压力中的至少一个的至少一个值，例如指示作用压力或压力的水平的相应值。

[0018] 接收脉搏信号信息和诊断信息可以包括接收匿名形式的脉搏信号信息和诊断信息。对于多个受试者中的每一个受试者的多次就诊中的每一次就诊，接收相应的脉搏信号信息可以包括接收表示以下的脉搏信号信息：iii) 在第一位置处以第三作用压力从相应受试者捕获的第三脉搏信号波形，第三作用压力不同于第一和第二作用压力。对于受试者中给定一个的就诊中的给定一次就诊，所接收的相应脉搏信号信息还可以表示分别在第一、第二和第三作用压力下在沿着给定动脉的第二位置处从相应受试者捕获的第四、第五和第六脉搏信号波形，第二位置与第一位置间隔开。对于受试者中给定一个的就诊中的给定一次就诊，可以在时间上彼此接近地捕获第一、第二和第三脉搏信号波形。对于受试者中给定一个的就诊中的给定一次就诊，可以在时间上彼此接近地捕获第一、第二、第三、第四、第五和第六脉搏信号波形。对于受试者中给定一个的就诊中的给定一次就诊，第一、第二和第三脉搏信号波形可以表示分别在第一、第二和第三作用压力下在沿着与受试者的手的拇指侧上的腕骨相邻的桡动脉的第一位置处捕获的脉搏波形，并且第四、第五和第六脉搏信号波形可以表示分别在第一、第二和第三作用压力下在沿着与尺骨相邻的桡动脉的第二位置处捕获的脉搏波形，第二位置与第一位置间隔开。对于受试者中给定一个的就诊中的给定一次就诊，所接收的相应脉搏信号信息还可以表示分别在第一、第二和第三作用压力下在沿着桡动脉的第三位置处从相应受试者捕获的第七、第八和第九脉搏信号波形，第三位置与第一位置和第二位置接近地间隔开。对于受试者中给定一个的就诊中的给定一次就诊，可以基本彼此同时地捕获第一、第二、第三、第四、第五、第六、第七、第八和第九脉搏信号波形。第一、第二和第三脉搏信号波形可以各自表示穿过给定受试者的皮肤捕获的脉搏波形中的相应一个。对于多个受试者的至少受试者子集的多次就诊的至少就诊子集，所接收的诊断信息可以包括与相应受试者的相应就诊相关联的至少次要诊断。对于多个受试者的至少子集的多次就诊的至少就诊子集，该方法可以包括接收与相应受试者的相应就诊相

关联的至少主要症状。接收脉搏信号信息和诊断信息可以包括接收匿名形式的脉搏信号信息和诊断信息。对于受试者子集中的至少子集的就诊子集中的至少子集,该方法可以包括接收与相应受试者的相应就诊相关联的至少次要症状。对于多个受试者的至少受试者子集的多次就诊的至少就诊子集,所接收的诊断信息可以包括与相应受试者的相应就诊相关联的至少次要诊断。该方法还可以包括:在训练时间期间,通过至少一个处理器电路对脉搏波形和诊断信息执行机器学习,以确定第一脉搏信号波形和至少第二脉搏信号波形的表示的多个定义特性中的各个定义特性与诊断信息之间的一个或多个相关性。在运行时期间,运行时在训练时间之后,针对多次额外就诊中的每一次就诊,该方法可以包括由至少一个处理器电路接收针对相应就诊和相应受试者的脉搏波形信息,并且由至少一个处理器电路至少部分地基于所接收的脉搏波形信息和所确定的相关性来确定诊断并提供所确定的诊断。在运行时期间,针对多次额外就诊中的每一次就诊,至少一个处理器电路能够接收针对相应就诊和相应受试者的脉搏波形信息和症状信息,至少部分地基于所接收的脉搏波形信息、症状信息和所确定的相关性来确定诊断并提供所确定的诊断。在运行时期间,该方法包括接收针对相应就诊和相应受试者的脉搏波形信息,包括针对相应就诊和相应受试者的匿名形式的脉搏波形信息。该方法还可以包括:对于多个受试者中的每个受试者的多次就诊中的每一次就诊,通过至少一个处理器电路接收定时信息,该定时信息表示与多个脉搏波形分开感测的、心动周期中的事件。定时信息可以表示用心电图(EKG)传感器感测的EKG信号,脉搏信号波形相对于心电图(EKG)信号延迟已知的时间范围。该方法还可以包括:针对多个受试者的至少受试者子集中每一个受试者的多次就诊中至少就诊子集中的每次就诊,通过至少一个处理器电路至少部分地基于定时信息来识别脉搏信号波形中至少一个中的至少一个识别特性。该方法还可以包括:对于多个受试者的每一个受试者的多次就诊中的每一次就诊,接收表示与多个脉搏波形分开感测的、心动周期中的事件的心电图定时信息;并且针对多个受试者的至少受试者子集中每一个受试者的多次就诊的至少就诊子集中的每次就诊,通过至少一个处理器电路至少部分地基于定时信息来识别脉搏信号波形中的至少一个中的至少一个识别特性。接收相应的脉搏信号信息可以包括接收表示第一和第二脉搏信号波形的数字化版本的相应脉搏信号信息。该方法还可以包括:通过至少一个处理器电路对第一和第二脉搏信号波形进行数字化,以生成相应的脉搏信号信息。

[0019] 一种捕获诊断信息的系统可以概括为包括:装置,所述装置包括:第一脉搏波形传感器,其响应于脉搏以产生第一脉搏波形表示;第二脉搏波形传感器,其响应于脉搏以产生第二脉搏波形表示,第二脉搏波形传感器在使用中与第一脉搏波形传感器间隔开;以及至少一个作用压力传感器,其响应于至少第一脉搏波形传感器的作用压力,并且响应于作用压力以产生与所述作用压力成比例的压力信号。

[0020] 该系统还可以包括:多个耦接器,其承载第一和第二脉搏波形传感器以及至少一个作用压力传感器,耦接器能够选择性地附接和拆卸于临床医生的多个手指。该系统还可以包括:袖套或臂带,其承载第一和第二脉搏波形传感器以及至少一个作用压力传感器,袖套或臂带能够选择性地附接和拆卸于受试者的手腕。该系统还可以包括:第三脉搏波形传感器,其响应于脉搏以产生第三脉搏波形表示,第三脉搏波形传感器在使用中与第一和第二脉搏波形传感器间隔开。该系统还可以包括:多个耦接器,其承载第一、第二和第三脉搏波形传感器以及至少一个作用压力传感器,耦接器能够选择性地附接和拆卸以将第一、第

二和第三脉搏波形传感器定位在临床医生的多个指尖中的相应指尖上。至少一个作用压力传感器可以包括：第一作用压力传感器，其定位成响应经由第一脉搏波形传感器施加的压力；第二作用压力传感器，其定位成响应经由第二脉搏波形传感器施加的压力；第三作用压力传感器，其定位成响应经由第三脉搏波形传感器施加的压力。该系统还可以包括：多个耦接器，其承载第一、第二和第三脉搏波形传感器以及第一、第二和第三作用压力传感器，耦接器能够选择性地附接和拆卸以将第一、第二和第三脉搏波形传感器定位在临床医生的多个指尖中的相应指尖上。该系统还可以包括：用户输入装置，其在使用中接收指定至少主要诊断的信息。该系统还可以包括：用户输入装置，其在使用中接收指定至少主要症状的信息。用户输入装置还可以接收指定至少主要诊断的信息。用户输入装置还可以接收指定至少次要诊断的信息。用户输入装置还可以接收指定至少次要症状的信息。该系统还可以包括：至少一个通信端口，其传输至少第一和第二脉搏波形表示以及来自系统的作用压力成比例的压力信号。

[0021] 一种捕获诊断信息的系统的操作方法可以被概括为包括：产生第一脉搏波形表示，其表示在沿着第一动脉的第一位置处以及在第一作用压力下由第一脉搏波形传感器检测到的第一脉搏波形；产生第二脉搏波形表示，其表示在沿着第一动脉的第二位置处以及在第一作用压力下由第二脉搏波形传感器检测到的第二脉搏波形，第二位置与第一位置间隔开；产生至少第一作用压力信号，其与至少第一脉搏波形传感器的作用压力成比例；以及从诊断装置传输第一脉搏波形表示、第二脉搏波形表示和至少第一作用压力信号。

[0022] 该方法还可以包括：产生第一脉搏波形表示，其表示在沿着第一动脉的第一位置处以及在第二作用压力下由第一脉搏波形传感器检测到的第一脉搏波形，第二作用压力不同于第一作用压力；产生第二脉搏波形表示，其表示在沿着第一动脉的第二位置处以及在第二作用压力下由第二脉搏波形传感器检测到的第二脉搏波形，第二作用压力不同于第一作用压力。该方法还可以包括：产生第一脉搏波形表示，其表示在沿着第一动脉的第一位置处以及在第三作用压力下由第一脉搏波形传感器检测到的第一脉搏波形，第三作用压力不同于第一和第二作用压力；产生第二脉搏波形表示，其表示在沿着第一动脉的第二位置处以及在第三作用压力下由第二脉搏波形传感器检测到的第二脉搏波形，第三作用压力不同于第一和第二作用压力。该方法还可以包括：产生第三脉搏波形表示，其表示在沿着第一动脉的第三位置处以及在第一作用压力下由第三脉搏波形传感器检测到的第三脉搏波形，第三位置不同于第一和第二位置。该方法还可以包括：产生第三脉搏波形表示，其表示在沿着第一动脉的第三位置处以及在第二作用压力下由第三脉搏波形传感器检测到的第三脉搏波形，第二作用压力不同于第一作用压力。产生与至少第一脉搏波形传感器的作用压力成比例的至少第一作用压力信号可以包括产生分别与第二和第三脉搏波形传感器的作用压力成比例的第二和第三作用压力信号。该方法还可以包括：经由至少一个用户输入装置接收指定至少主要诊断的信息。该方法还可以包括：经由至少一个用户输入装置接收指定至少主要症状的信息。该方法还可以包括：经由至少一个用户输入装置接收指定至少主要症状的信息。该方法还可以包括：经由至少一个用户输入装置接收指定至少次要诊断的信息。该方法还可以包括：经由至少一个用户输入装置接收指定至少次要症状的信息。该方法还可以包括：从诊断装置传输接收到的信息，接收到的信息指定至少主要症状和至少主要症状连同第一脉搏波形表示、第二脉搏波形表示和至少第一作用压力信号。

[0023] 多个附图的简要说明

[0024] 在附图中,相同的附图标记标识相似的元件或动作。附图中的元件的尺寸和相对位置不一定按比例绘制。例如,各种元件的形状和角度不一定按比例绘制,并且这些元件中的一些可以任意地放大和定位以提高附图的可读性。此外,所描绘的元件的特定形状不一定旨在传达关于特定元件的实际形状的任何信息,并且可以为了便于在附图中识别而单独选择。

[0025] 图1是图示根据一个图示的实施方式的、包括一个或多个前端子系统和一个或多个后端系统(例如机器学习系统)的示例诊断系统的示意图。

[0026] 图2A是根据一个图示的实施方式的、用于捕获来自受试者的脉搏波形信号的受试者接口装置的示意图。

[0027] 图2B是根据一个图示的实施方式的、被示出为安装在个体(例如从业者)的手和手臂上的图2A的受试者接口装置的前视平面图。

[0028] 图2C是根据一个图示的实施方式的、被示出为安装在个体的手和手臂上的图2B的受试者接口装置的侧面正视图。

[0029] 图3A示出根据一个图示的实施例的、安装在指尖上的单个感测器或传感器以及可经由该单个感测器或传感器的使用来辨别的信息的相应显示。

[0030] 图3B示出根据一个图示的实施例的、安装在指尖上的感测器或传感器的线性或一维阵列以及可经由感测器或传感器的线性或一维阵列的使用来辨别的信息的相应显示。

[0031] 图3C示出根据一个图示的实施例的、安装在指尖上的感测器或传感器的二维阵列以及可经由感测器或传感器的二维阵列的使用来辨别的信息的相应显示。

[0032] 图4是根据一个图示的实施例的、身体的一部分(例如手腕)的等距视图,其示出皮肤组织、骨组织和皮肤与骨组织之间的动脉,并且图示多个水平的力或压力以及随之而来的皮肤组织和动脉的凹陷水平。

[0033] 图5是根据另一图示的实施方式的、用于捕获来自受试者的脉搏波形信号的受试者接口装置的示意图。

[0034] 图6示出根据一个图示的实施例的、组合式感测器或传感器结构,其包括一起形成的脉搏波形响应感测器或传感器和作用力响应感测器或传感器。

[0035] 图7是根据又一图示的实施方式的、用于捕获来自受试者的脉搏波形信号的受试者接口装置的示意图。

[0036] 图8是示出根据另一图示的实施方式的、具有定义特性或特征的示例性脉搏波形的图像。

[0037] 图9是根据一个图示的实施方式的、诊断系统(例如用于采集针对多个受试者的诊断相关信息的前端系统)的操作方法的流程图。

[0038] 图10是根据一个图示的实施方式的、诊断系统(例如,例如经由机器学习技术处理针对多个受试者的诊断相关信息的后端系统)的操作方法的流程图。

[0039] 图11是根据一个图示的实施方式的、诊断系统(例如处理针对多个受试者的诊断相关信息的后端系统的运行时系统)的操作方法的流程图。

[0040] 图12是根据一个图示的实施方式的、诊断系统(例如处理针对多个受试者的诊断相关信息的后端系统的运行时系统)的操作方法的流程图。

[0041] 图13是根据一个图示的实施方式的、诊断系统(例如采集针对多个受试者的诊断相关信息的前端系统)的低水平操作方法的流程图。

[0042] 图14是根据一个图示的实施方式的、诊断系统(例如用于处理针对多个受试者的诊断相关信息的、均为后端系统的运行时系统和训练时间系统)的操作方法的流程图。

### 具体实施方式

[0043] 在下面的描述中,阐述了某些具体细节以便提供对各种公开实施方式的透彻理解。然而,相关领域的技术人员将认识到,可以在没有这些具体细节中的一个或更多个的情况下或者利用其他方法、组件、材料等来践行实施方式。在其他情况下,没有详细示出或描述与计算机系统、服务器计算机和/或通信网络相关联的公知结构,以避免不必要地模糊实施方式的描述。在其他情况下,没有详细描述用于执行分析的公知的数学、统计或机器学习方法和其他公知的数学运算,以避免不必要地模糊实施方式的描述。

[0044] 除非上下文另有要求,否则在整个说明书和随后的权利要求书中,词语“包括”与“包含”同义,并且是包含性的或开放式的(即,不排除额外的、未列举的元件或方法动作)。

[0045] 在整个本说明书中对“一个实施方式”或“实施方式”的引用意味着结合实施方式所描述的特定特征、结构或特性包括在至少一个实施方式中。因此,在贯穿本说明书的各个位置中出现的短语“在一个实施方式中”或“在实施方式中”不一定都指代相同的实施方式。此外,特定特征、结构或特性可以在一个或更多个实施方式中以任何合适的方式组合。

[0046] 如在本说明书和所附权利要求书中所使用的,单数形式“一”、“一个”和“该”包括复数的指示物,除非内容另有明确规定。还应当注意,术语“或”通常以其包括“和/或”的含义使用,除非内容另有明确规定。

[0047] 本文中提供的标题和说明书摘要仅仅是为了方便,并且不解释实施方式的范围或含义。

[0048] 本公开的实施方式降低或消除在解释所感测或所测量的脉搏波形方面、和在至少部分地基于所感测或所测量的脉搏波形以及在至少一些情况下基于症状(例如,报告的或观察到的主要症状,报告的或观察到的次要症状)产生诊断的可变性。该系统可以生成将脉搏波形信息和可选的症状与诊断和/或建议的治疗或预防措施相关联的诊断模型和/或生成心脏功能的度量。

[0049] 利用脉搏波形和与相应脉搏波形相关联的从业者诊断的多个样本,使用机器学习系统生成诊断模型,所述机器学习系统能够:i) 识别脉搏波形的定义特性,和/或ii) 使用一组累积的知识或知识库基于接收到的脉搏波形自主提供诊断。该组累积的知识或知识库涵盖大批的受试者或患者,并且优选涵盖大批经验丰富的从业者。诊断能够针对各种医学或其他状况、疾病和/或病症。脉搏的速率和强度能够例如用于确定或评估水合作用水平、动脉阻塞、健康水平、收缩压、心脏衰竭、肥厚型梗阻性心肌病、高动力循环、心脏填塞、心包炎、慢性睡眠呼吸暂停、哮喘和/或阻塞性肺病。微弱且延迟的脉搏可能指示严重的主动脉瓣狭窄。对裂的收缩脉搏可能指示一些阻塞性心肌病。洪脉通常指示快速下降的、大的每搏量,其可以在运动过度状态,比如发烧、贫血和/或甲亢中发生。可评估的条件能够例如包括水合作用、饥饿或身体损耗。例如,脉搏波中的(即,上肠系膜的)第二反射能够指示饥饿。如此能够用于向正在节食的人提供信息。如此能够用于提供给那些无法沟通和不能以另外方

式清楚地指示他们饥饿的幼儿或其他个体(例如,中风患者)的父母或护理者。

[0050] 该系统能够用作训练工具,从而允许从业者采样具有或不具有指定症状的脉搏波形,诊断它们,并将从业者的诊断与产生自涵盖大批受试者或患者并且优选涵盖大批经验丰富的从业者的一组累积的知识或知识库的诊断进行比较。这样能够提供适当的反馈,从而允许从业者提高或改善他们的诊断技能。

[0051] 例如,诊断相关数据的组分中的每一个都能够被转换为可由二叉搜索树算法或其他机器学习算法读取的输入。诊断相关数据可以包括脉搏波形或指定脉搏波形的定义特性的各种值的信息。诊断相关数据可选地包括由受试者报告或由从业者观察到的一种或更多种主要症状或次要症状。诊断相关数据可以可选地包括由从业者提供的一个或更多个主要诊断或次要诊断。在一些情况下,主要诊断或次要诊断可能是初步的,其中从业者尝试经由系统确认主要诊断或次要诊断。

[0052] 二叉搜索树可以获得可用信息,并且基于单个线性或分类变量的分叉将数据划分为两个分支,其将接近第一诊断的示例置于一个分支上,并将接近第二诊断的示例置于另一分支上。然后,二叉搜索树算法可以针对每个新创建的分支重复,直到达到停止条件。停止条件被定义为使得树不会过度拟合数据。在该特定示例中,停止判据可以由最终分支(“叶”)被允许包含的元素最小数量来定义。这高度取决于数据集的大小。第二停止判据——复杂性可以被定义为使得模型的R平方(数据拟合模型的接近程度的统计度量)必须增加针对要考虑的分叉的一定量。还可以使用交叉验证来生成树,以帮助确保树不过度拟合。一旦生成,可以基于复杂性和拟合度来再次修剪树,以便减少过度拟合。也可以使用如支持向量机、提升树、神经网络、贝叶斯网络或随机森林的其他分类方法。

[0053] 如下面更加详细讨论的,所述模型可以用于至少两种不同的情况。第一,当从业者已经采集了受试者的诊断相关信息,并且希望系统基于诊断相关信息生成一个或更多个主要诊断或次要诊断时。第二,当从业者已经采集了受试者的诊断相关信息,并且已经做出了初步的主要诊断和/或初步的次要诊断,并希望确认该从业者的主要诊断与其他从业者诊断的结果一致时。

[0054] 图1示出包括前端系统102和后端系统计算机系统104的示例诊断系统100。前端系统102经由相应的感测器或传感器108、110、112和至少一个用户接口系统114来采集关于多个受试者106(仅示出一个)的诊断相关信息。前端系统102或其部件能够由一个或更多个医疗从业者(例如中医的从业者)116(仅示出一个)操作。后端系统计算机系统104形成存储在一个或更多个非暂时性程序可读介质120中或其上的一组累积的知识或知识库118,并且能够响应于由前端系统102生成的查询来提供或生成对心脏功能的度量和/或诊断和/或建议的治疗或预防措施。

[0055] 虽然被图示为单个前端系统102,但是典型的实施方式包括多个前端系统102。前端系统102可以位于各种相应的临床设施或其他位置处。同样,虽然仅图示了单个受试者106和单个从业者116,但在典型的实施方式中,存在多个受试者106和从业者116。例如,可以有两个、十个、数百、数千或甚至数十万从业者116,每个都操作相应的前端系统102。从业者116中的每一个都可以在他们的患者或受试者106中的一个或更多个上使用相应的前端系统102。因此,前端系统102可以采集来自数十、数百、数千、数十万或甚至数百万个受试者的诊断相关信息。后端系统计算机系统104形成涵盖大批患者或受试者106并且优选涵盖大

批有经验的从业者116的该组累积的知识或知识库118。这种大的采样池允许有利地使用机器学习技术来减少生成对心脏功能的度量和/或生成诊断和/或建议的治疗或预防措施上的可变性。受试者106形成包括从一个或多个医疗从业者116(例如中医的从业者和/或西式医学的从业者)寻求治疗的各种受试者或患者的总人群。

[0056] 前端系统102包括受试者接口装置122,其包括一个或多个感测器或传感器108、110、112。如本文其他地方所描述的,例如,受试者接口装置122可以由从业者116在检查受试者106时佩戴。同样如本文其他地方所描述的,例如,受试者接口装置122可以由受试者106在被从业者116检查时佩戴。

[0057] 前端系统102的受试者接口装置122包括一个或多个感测器或传感器108,其响应脉搏波形并且可选地响应作用力或压强。

[0058] 前端系统102的受试者接口装置122可选地包括一个或多个感测器或传感器110,其响应电活动(例如受试者106的心脏的电活动),因此在本文中被称为心电图(EKG)感测器或传感器110。例如,前端系统102的受试者接口装置122可选地包括被定位于受试者106的心脏上的电容感测阵列,以捕获心脏的个别部分(例如,右心室、左心室、右主动脉、左主动脉)的活动。

[0059] 前端系统102的受试者接口装置122可选地包括一个或多个感测器或传感器110,其响应位置和/或取向,因此在本文中被称为位置或取向传感器112。

[0060] 前端系统102的受试者接口装置122可选地包括对来自各种感测器或传感器的信号执行预处理的电子设备124。例如,电子设备124可以包括一个或多个放大器126a、126b、126c(示出三个,统称为126),例如模拟信号放大器,其耦接为接收和放大来自各种感测器或传感器108、110、112的信号。例如,电子设备124可以包括将放大的信号从模拟形式转换为数字形式的一个或多个模数转换器(ADC)128a、128b、128c(示出三个,统称为128)。

[0061] 电子设备124包括一个或多个通信端口(例如,绳系或有线端口、无线端口)。如图所示,通信端口优选地采取一个或多个无线电、发射机、接收机或收发机130和相关联的天线132的形式,该天线提供来自受试者接口装置122的无线通信。如此允许受试者接口装置122在使用期间由从业者116或受试者106中任一个方便地佩戴。

[0062] 电子设备124可选地包括控制器134(例如,微控制器或多路复用器),其可通信地耦接为控制对从受试者接口装置122采集的信息的传输。

[0063] 前端系统102包括通信接口模块136,其可通信地耦接到受试者接口装置122以至少从感测器或传感器108、110、112接收信息。因此,通信接口模块136包括一个或多个通信端口(例如,有线端口、无线端口)。如图所示,通信端口优选地采取一个或多个无线电、发射机、接收机或收发机138和相关联的天线140的形式,该天线提供来自受试者接口装置122的无线通信。

[0064] 通信接口模块136能够可选地包括数模(DAC)转换器142,其耦接为从无线电、发射机、接收机或收发机138接收数字信号并将该信号转换为模拟形式。通信接口模块136能够可选地包括一个或多个信号处理器144,例如一个或多个数字信号处理器(DSP)或其他信号处理器(例如微处理器、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)、图形处理单元(GPU)等)。信号处理器144能够可选地对接收到的信号执行分析146。例如,信号处理器

144能够针对某些定义特性分析模拟形式的脉搏波形。定义特性能够采取多种形式,例如:i) 脉搏过渡时间,即在心脏收缩和脉搏检测之间;ii) 脉搏波形中的全局最大值;iii) 脉搏波形中的全局最小值;iv) 脉搏波形中的一个或多个局部全局最大值;v) 脉搏波形中的一个或多个局部最小值;vi) 各种不同的波形特征之间(例如,在脉搏波形中的全局最大值和紧随其后的局部最大值或局部最小值之间)的脉搏波形中的一个或多个梯度。这可以是各种身体功能的健康的特性,例如:包括心脏力量、动脉硬度心脏效率和/或血液粘度的血流动态。分析可以有利地采用定时信息,例如指示心脏的电活动的EKG信息。如此允许信号处理器144更容易地从噪声(例如,人群之间的正常变化,由感测器或传感器的移动、受试者和/或从业者的移动、从业者自己的脉搏引入的噪声)辨别信号。例如,定时信息能够用作定时参照,其用于平均脉压波形信号以处理由受试者或从业者中任一个的无意识运动引入的或由受试者的身体活动(例如进行心脏应力测试)引入的噪声。

[0065] 所产生的信息可以被封装或以其他方式与待传输到后端系统计算机系统104的其他诊断相关信息(例如症状)相关联。在一些情况下,可以在没有定义特性所源于的基础性脉搏波形的情况下将定义特性发送到后端系统计算机系统104。如此可以有利地限制需要被发送或传输的信息量。

[0066] 通信接口模块136能够可选地包括显示驱动器148,其可通信地耦接为驱动用户接口系统114的显示器或监视器152(下面讨论),以例如向从业者116呈现特定受试者106的各种捕获的脉搏波形。

[0067] 如前所述,前端系统102包括至少一个用户接口系统114。用户接口系统114允许从业者输入相关的诊断信息。例如,用户接口系统114可以包括基于处理器的计算机系统150,其具有输出装置或输入/输出装置(例如,显示器、监视器、屏幕或触敏屏幕)152、输入装置(例如,键盘或小键盘154a,比如鼠标154b的光标控制、轨迹球、轨迹板)。基于处理器的计算机系统150能够采用多种形式中的任一种,例如工作站计算机、台式计算机、笔记本计算机、平板计算机、上网本计算机、智能电话和/或个人数字助理。基于处理器的计算机系统150包括至少一个处理器和至少一个非暂时性处理器可读介质,其存储使得该至少一个处理器呈现用户接口(例如图形用户接口156)的指令以采集相关的诊断信息。例如,用户接口156可以具有一个或多个用户接口元素(例如,字段156a、拉下式或下拉菜单156b、选择列表、对话框、单选按钮),其允许用户(例如,从业者106)输入或选择诊断相关信息。例如,诊断相关信息能够包括来自先前患者或受试者106的就诊的一个或多个主要症状、一个或多个次要症状、一个或多个在先或之前的治疗、一个或多个在先或之前的诊断。例如,诊断相关信息能够包括来自当前患者或受试者106的就诊的一个或多个主要诊断和/或一个或多个次要诊断。

[0068] 操作者(例如,从业者116)能够使用一个或多个输入装置(比如单点或多点触摸屏接口或键盘154a和/或诸如鼠标154b的定点装置)和/或经由图形用户接口将命令和信息输入到用户接口系统114中。其他输入装置能够包括麦克风、操纵杆、游戏手柄、平板电脑、扫描仪等。这些和其他输入装置使用适当的I/O接口(比如耦接到系统总线的串行端口接口)可通信地耦接到系统,但是能够使用比如并行端口、游戏端口或无线接口或通用串行总线(“USB”)的其他接口。监视器152或其他显示装置例如经由诸如视频适配器的视频接口耦接到系统总线。用户接口系统114能够包括其他输出装置,比如扬声器,打印机等。因此,系

统能够提供脉搏的视觉和/或听觉表示(例如,压力-时间)。这使得从业者116能够看见和听到从业者通过感测器或传感器108所感觉到的,从而提供对信号的验证和附加解释。

[0069] 用户接口系统114或通信接口模块136两者中的至少一个经由一个或更多个通信路径160可通信地耦接到后端系统计算机系统104。特别地,用户接口系统114和/或通信接口模块136可通信地耦接为向后端系统计算机系统104提供诊断相关信息并且可选地从后端系统计算机系统104接收诊断。例如,用户接口系统114和/或通信接口模块136能够向后端系统计算机系统104提供诊断相关信息,例如脉搏波信息、症状信息和/或诊断信息。

[0070] 通信路径160能够采用多种形式中的任何一种,并且通常不包括系统100的部分。例如,通信路径160能够采取互联网、外联网、内联网、虚拟专用网络或专用通信信道的形式。通信路径160能够包括有线和无线或光的部分。通信路径160可以包括陆上线路、光缆和/或微波传输中继站。通信路径160可以包括具有适当的地面站、无线电设备和天线的卫星通信。在前端系统102和后端系统104之间的通信路径中可以存在任何种类的计算机、转换装置、路由器、网桥、防火墙和其他装置。

[0071] 脉搏波信息能够例如采取从受试者106所检测、感测或测量的一个或更多个脉搏波形的一个或更多个模拟或数字表示的形式。可替代地或另外地,脉搏波信息能够例如采取从受试者106所检测、感测或测量的一个或更多个脉搏波形的一个或更多个定义特性或参数的一个或更多个值的形式。

[0072] 症状信息可以采取各种形式。例如,症状信息能够采取对受试者106所经历的一个或更多个主要和/或次要症状的描述的形式。主要和/或次要症状可以由受试者106报告,和/或可以由从业者106观察到。主要和/或次要症状可以以自由格式文本(例如经由用户接口156的自由格式文本字段156a)输入。更优选地,主要和/或次要症状能够从包括主要和/或次要症状的固定列表的下拉菜单156b选择。使用固定的症状组能够增加系统100生成的后续诊断的准确性。

[0073] 诊断信息可以采取各种形式。例如,症状信息能够采取由从业者116针对特定受试者106的一个或更多个主要和/或次要诊断的描述的形式。主要和/或次要诊断可以以自由格式文本(例如经由用户接口的自由格式文本字段)输入。更优选地,主要和/或次要诊断能够从主要和/或次要诊断的固定列表选择。使用固定的诊断组能够增加系统100生成的后续诊断的准确性。可以仅在采集用于初始填入或训练系统100的数据或信息时输入主要和/或次要诊断。因此,一些从业者可以不输入主要和/或次要诊断之一,而依靠系统100基于所提供的其他诊断相关信息来将其生成。在其他情况下,即使在系统100已经被初始填入或训练之后,从业者116还可以提供主要和/或次要诊断。这可以允许系统继续提高其产生准确的主要和/或次要诊断的能力。这样可以另外地或替代地允许将系统用于训练从业者106,例如提供将从业者的初始主要和/或次要诊断与由系统100生成的主要和/或次要诊断进行比较的反馈。

[0074] 后端系统计算机系统104能够包括机器学习或训练系统162、运行时系统164、存储在一个或更多个非暂时性控制器可读存储介质120上的数据库118和/或可选的业务服务器166。

[0075] 业务服务器166能够控制业务流,并且可选地实现防火墙。在一些实施方式中,业务服务器166可以向训练系统发送某些业务(例如,对诊断相关信息或数据进行训练),并且

向运行时系统发送其他业务(例如,对包括诊断相关信息或数据的诊断的查询或请求)。可替代地,业务服务器166可以向训练系统发送所有业务(即,对诊断相关信息或数据进行训练;对包括诊断相关信息或数据的诊断的查询或请求),并且仅向运行时系统发送查询或请求诊断的业务。

[0076] 在至少一个实现方式中,后端系统104的业务服务器166能够提供作为软件即服务(SaaS)模型的功能,使用Web接口或门户提交查询或请求以及接收包括诊断的响应。服务能够以订阅为基础或以“随收随付”为基础而提供。系统可以向帮助初始构建或填入数据集的从业者提供信用,其可以对后提交的查询或请求进行兑换。在至少一个实施方式中,能够经由远程医疗服务来提供各种后端系统功能而允许进行远程诊断,特别是在受试者的位置远离医疗从业者时。在至少一个实施方式中,能够在诊所或急诊室中提供各种系统功能,以快速分诊受试者或患者。一些实施方式甚至能够允许受试者执行自我检查,例如使用袖套或臂带的实施方式和门户网站来输入症状和提交脉搏波形信息,并且作为响应,接收系统产生的诊断。

[0077] 业务服务器166能够包括存储在系统存储器中的一个或多个程序模块(诸如操作系统、一个或多个应用程序、其他程序或模块和程序数据)。在一些实施方式中,可由至少一个处理器来执行的处理器可读指令形式的应用程序可以包括但不限于以下指令,其使得业务服务器166:便于与基于用户处理器的装置(例如,用户接口系统114)的通信(例如,经由多个交互式和非交互式网页);自动存储包括诊断相关信息的一个或多个初始数据集,所述诊断相关信息包括识别留存在非暂时性处理器可读存储介质120上的数据存储或数据库118中的脉搏波形的特性或特征的值;和响应于接收到的查询或请求自动或自主地向用户提供诊断。

[0078] 应用程序可以包括与常规功能相关的处理器可执行指令,常规功能比如与电子或数字文档或文件有关的信息的自动建立、维护和更新,以及对电子或数字文档或文件执行各种行为(比如阅读、修改、注释、导入和/或删除)的权限、许可或授权。其他程序模块可以包括用于处理安全性(比如口令或其他访问保护和通信加密)的指令。系统存储器还可以包括通信程序,例如使业务服务器166用作Web服务器以将网页分发给从业者116的应用。在至少一些实例中,这种Web服务器功能是基于标记语言的,例如超文本标记语言(HTML)、可扩展标记语言(XML)或无线标记语言(WML),并且其使用标记语言来操作,所述标记语言使用添加到文档的数据的、语法分隔的字符来表示文档的结构。多个合适的服务器可以是可商购的,比如来自Cisco, Hewlett-Packard, Apache, Mozilla, Google, Microsoft和Apple的那些。

[0079] 运行时系统164能够包括一个或多个处理器,例如一个或多个微处理器168a(具有一个或多个核)、数字信号处理器(DSP) 168b、图形处理单元(GPU)、中央处理单元(CPU)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)、可编程逻辑控制器(PLC)等(统称为168)。运行时系统164能够包括经由总线172或其他通道可通信地耦接到处理器168的一个或多个非暂时性处理器可读介质(统称为170),其存储控制器可执行指令和/或数据。非暂时性控制器可读存储介质170可以采取各种形式中的任一种,例如非易失性存储器、易失性存储器、只读存储器(ROM) 170a、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、闪存、随机存取存储器(RAM) 170b、静态RAM、动态RAM或旋转介质(例如磁盘或光盘)。非暂时性控制器可读

存储介质170可以例如存储指令或逻辑172,其使得一个或更多个处理器关于存储在数据库120中的数据或者经由机器学习或训练系统162所实施的模型的输出层##来执行查询匹配功能。

[0080] 机器学习或训练系统162能够包括一个或更多个处理器,例如一个或更多个微处理器176a(具有一个或更多个核)、数字信号处理器(DSP)176b、图形处理单元(GPU)、中央处理单元(CPU)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)、可编程逻辑控制器(PLC)等(统称为176)。机器学习或训练系统162能够包括经由总线180或其他通道可通信地耦接到处理器的一个或更多个非暂时性处理器可读介质(统称为178),其存储控制器可执行指令和/或数据。非暂时性控制器可读存储介质178可以采取各种形式中的任一种,例如非易失性存储器、易失性存储器、只读存储器(ROM)178a、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、闪存、随机存取存储器(RAM)178b、静态RAM、动态RAM或旋转介质(例如磁盘或光盘)。非暂时性控制器可读存储介质178可以例如存储指令或逻辑182,其使得一个或更多个处理器关于存储在数据库120或其他数据结构中的数据(例如实现为输入层184a、建模层184b和输出层184c)来执行机器学习功能。

[0081] 在一些实施方式中,运行时系统164累积、分类和/或组织诊断相关数据。在一些实施方式中,诊断相关数据中的至少一些可以例如经由唯一标识符或名称来与受试者106中的相应者逻辑关联。在其他实施方式中,诊断相关数据中的至少一些可以是匿名形式,并且不与受试者106中的任何特定受试者逻辑关联。在其他实施方式中,诊断相关数据中的至少一些可以与受试者106中的相应受试者逻辑关联,而一些可以是匿名形式。例如,可以为了训练目的而采集诊断相关数据中的一些,因此其可以以匿名形式接收。诊断相关数据中的一些可以作为查询或请求的一部分被提交以生成诊断和/或建议的治疗或预防措施和/或生成心脏功能的度量。这样的诊断相关数据可以与受试者106中的相应受试者逻辑关联。可替代地,这可以由系统100以匿名形式接收,但是可以由提交查询或请求的从业者116与特定受试者106相关联。

[0082] 在至少一些情况下,运行时系统164将诊断相关数据组织成初始数据集,该初始数据集然后用于创建训练数据子集和测试数据子集。运行时系统164经由一个或更多个网络或通信信道将至少训练数据子集提供给机器学习或训练系统162。机器学习或训练系统162在输入层184a处接收训练数据子集。

[0083] 机器学习或训练系统162使用包括在训练数据子集中的诊断相关数据,在建模层184b中构建模型。由建模层184b生成的输出数据被传送到机器学习或训练系统162的输出层184c。输出数据至少包括指示基于特定的诊断相关数据组的相对可能的主要和/或次要诊断(例如,脉搏波信息、可选的症状信息、可选的初步的主要和/或次要诊断信息)。

[0084] 运行时系统164经由网络或通道从机器学习或训练系统162的输出层184c接收输出数据。运行时系统164能够生成对查询或请求的响应,该响应包括对特定受试者106的一个或更多个主要或次要诊断。运行时系统164能够将响应发送到发起查询或响应的从业者116,例如经由业务服务器166和用户接口系统114,或者经由移动或手持设备、例如从业者116的智能电话或平板计算机。

[0085] 在一些情况下,在使用一个或更多个训练数据子集训练机器学习或训练系统162之后,运行时系统164能够向机器学习或训练系统162提供一个或更多个测试数据子集,以

评估由机器学习或训练系统162构建的模型184c的准确性。在这些情况下,运行时系统164能够从机器学习或训练系统162的输出层184c接收输出数据的全部或一部分。

[0086] 运行时系统164不时从初始数据集提取或以其他方式获得诊断相关数据,以生成至少一个训练数据子集和至少一个测试数据子集。运行时系统164向机器学习或训练系统162的输入层184a提供训练数据子集的全部或一部分,以允许在建模层184b内构建预测模型。训练数据子集包括与任何数量的具有诊断的受试者106逻辑关联的诊断相关数据。

[0087] 运行时系统164能够不时从初始数据集中提取数据,以创建至少一个更新的训练数据子集。运行时系统164能够定期地或不时地向机器学习或训练系统162的输入层184a提供该至少一个更新的训练数据子集的全部或一部分,以更新机器学习或训练系统162所使用的预测模型。在至少一些实施方式中,可以通过前端系统102和机器学习或训练系统162中的一个或两个将对更新的训练数据子集的提供和对更新的预测模型的生成作为后台任务来执行。

[0088] 有时,训练数据子集的组成可以表示用于形成训练数据子集的初始数据集。在其他时间,训练数据子集的组成可以是偏斜的,使得训练数据子集的组成不代表用于形成训练数据子集的初始数据集的组成。

[0089] 在另外的时间,包括在训练数据子集中的一个或多个诊断相关数据的属性值进行加权可以是有益的,其有利于使用这些属性值比一般群体的诊断更可能正确地识别诊断。

[0090] 在一些情况下,在使用至少一个更新的训练数据子集来更新预测模型之后,使用至少一个测试数据子集的全部或一部分或从初始数据集中提取的至少一个更新的测试数据子集的全部或一部分来评估更新的预测模型的准确性。在一些情况下,针对一个或多个定义的阈值限制和/或一个或多个定义的阈值范围来评估更新的预测模型的准确性。

[0091] 虽然机器学习或训练系统162在图1中被描绘为包括输入层184a、建模层184b和输出层184c,但是其他机器学习系统配置是可能的。机器学习或训练系统162能够包括一个或多个预测模型,包括二叉搜索树、神经网络,随机森林或增强树。另外,尽管机器学习或训练系统162在图1中被描绘为与运行时系统164分离,但机器学习或训练系统162的全部或部分可并入运行时系统164中,或甚至并入前端系统102中。另外,前端系统102和后端系统计算机系统104可以集成到单个系统中,或者分布为两个或多个物理和/或逻辑系统。

[0092] 机器学习或训练系统162能够分离于、部分包括或者完全包括在运行时系统164内。换句话说,在一些情况下,尽管本文在不同的分立装置的语境下描述,但运行时系统164的处理器可以与机器学习或训练系统162的处理器相同。类似地,尽管本文在不同的分立装置的语境下描述,但运行时系统164的非暂时处理器可读存储介质可以与机器学习或训练系统162的非暂时处理器可读存储介质相同。机器学习或训练系统162从机器学习或训练系统162的输出层146接收输出数据。输出数据包括指示相对可能的诊断的至少一个值。

[0093] 预测模型能够包括建模层184a内的一个或多个二叉搜索树。脉搏波形的各种特性的每个值可以被转换为可由二叉搜索树算法或其他机器学习算法读取的输入。二叉搜索树可以获得可用信息并且基于单个线性或分类变量的划分将数据分为两个分支,其将针对第一或高水平脉搏波形特性的第一组公共值的样本放在一个分支上,并且将针对第一或高水平脉搏波形特性的第二组公共值的样本放在另一个分支上。然后,二叉搜索树算法可以

针对每个新创建的分支重复,直到达到停止条件。每个分支可以针对特定脉搏波形特性的值进行细化。每个分支可以处理不同的脉搏波形特性。每个分支可以处理各自的症状(主要或次要症状)。停止条件被定义为使得树不会过度拟合数据。在该特定示例中,停止标准可以由最终分支(“叶”)被允许包含的元素最小数量来定义。这高度取决于数据集的大小。第二停止标准——复杂性可以被定义为使得模型的R平方(数据拟合模型的接近程度的统计测量)必须增加针对要考虑的分叉的一定量。还可以使用交叉验证来生成树,以帮助确保树不过度拟合。一旦生成,可以基于复杂性和拟合度来再次修剪树,以便减少过度拟合。

[0094] 作为另一示例,在一些实施方式中,机器学习或训练系统162能够包括预测模型,该预测模型包括建模层184b内的一个或多个神经网络。至少部分地使用与训练数据子集中包括的诊断相关信息和对应诊断相关联的属性值数据来形成和/或重新形成一个或多个神经网络内的连接。至少部分地使用与已提交或已知包括在训练数据子集中的诊断的受试者相关联的属性值数据来建立或重新建立一个或多个神经网络内的连接权重。在一些实施方式中,运行时系统164将训练数据子集提供给机器学习或训练系统162的输入层184a,直到从机器学习或训练系统162的输出层184c接收的输出数据指示机器学习系统的一个或多个性能方面已经稳定。在一些实施方式中,运行时系统164至少部分地基于是否已经达到定义数量的机器学习系统训练次数来确定一个或多个性能方面是否已经稳定。

[0095] 也可以使用其他分类方法,比如支持向量机、增强树或随机森林。

[0096] 一旦受到训练,机器学习或训练系统162就基于与特定用户逻辑相关的、诊断相关数据的属性值来提供准确和可靠的主要和/或次要诊断。甚至更有利地,利用当前已知的诊断相关信息和对应的诊断来不时地更新预测模型,提高预测性能。

[0097] 在一些实施方式中,运行时系统164能够包括一个或多个媒介、服务或内容传送装置,例如以诊断和/或从业者训练或反馈的形式传送内容的一个或多个Web服务器。音频、视频或音频/视频数据形式的内容可以被传送到任意数量的基于处理器的用户接口系统114,其中每个基于处理器的用户接口系统都与相应的从业者116相关联。基于处理器的用户接口系统114能够包括适于从服务提供者接收内容的任何装置,比如台式计算机、便携式或笔记本电脑、智能电话、可穿戴计算机等。

[0098] 图2A-2C示出根据一个图示实施例的受试者接口装置222。受试者接口装置222包括将由用户(例如从业者116(图1))佩戴的多个组件。图2A-2C的受试者接口装置222可以有利地允许从业者116感觉脉搏以及电子检测或测量脉搏。

[0099] 在图示实施例中,受试者接口装置222能够包括在沿着动脉(例如沿着桡动脉)的三个分离位置286a、286b、286c处检测脉搏波形的三个指尖感测器或传感器208a-208b(统称为208),这些位置可以沿着动脉彼此接近地间隔(即,在成年人手指的厚度内)。如前所述,指尖感测器或传感器208还可以响应作用力或压力。可替代地,受试者接口装置222能够包括一个或多个分离的专用感测器或传感器,以检测或测量或产生与作用力或压力成比例的值。

[0100] 如图2B和图2C最佳图示的,受试者接口装置222包括一个或多个耦接器288a-288c,其将一个或多个感测器或传感器208可拆卸地物理地耦接到用户(例如,从业者116)的一个或多个手指。耦接器可以例如采用钩和环材料(例如,在手指关节处、例如在中间和远端指骨之间的关节处的VELCRO®288a,288b,288c)、带条、弹性带(例如,橡胶或

橡皮带)、金属或塑料的弹性夹(例如C形夹)、黏合剂(例如,指尖处的黏合垫288d,288e,288f)等的形式。

[0101] 如图2A所示,受试者接口装置222可以包括一个或更多个EKG引线290a和感测器或传感器290b。EKG引线290a和感测器或传感器290b例如经由黏合剂(例如优选为生物相容性黏合剂的压敏黏合剂)(未示出)可拆卸地物理耦接到受试者。

[0102] 在图示实施例中,受试者接口装置122能够包括电子设备224。电子设备可以例如包括模拟放大器226、ADC 228和无线电或无线发射器230(例如,BLUETOOTH®收发器,WI-FI®收发器)和一个或更多个天线232。电子设备224可被保持在提供环境保护的壳体292中。

[0103] 受试者接口装置122包括将电子设备224和/或壳体292可拆卸地物理耦接到用户的前臂或其他部分的一个或更多个耦接器288g(图2C中示出两个)。耦接器288g可以例如采用钩和环材料(例如,VELCRO®)、带条、弹性带(例如,橡胶或橡皮带)、金属或塑料的弹性夹(例如C形夹)、皮带、皮套、黏合剂等的形式。具有适当绝缘性的引线或导电线294将感测器或传感器208可通信地耦接到电子设备224。

[0104] 图3A示出根据一个图示实施例的、安装在指尖395上的单个感测器或传感器308a,以及可经由单个感测器或传感器308a的使用来辨别的信息的对应显示器396a。

[0105] 单个感测器或传感器308a在每个指尖395的单个点处感测或检测脉搏。感测器或传感器308a可以使用一个或更多个不同水平的力F1、F2、F3(图4)(例如将感测器或传感器308a按压到皮肤400和动脉402中的三个不同水平的深度L1,L2,L3(图5)的三个水平的力L1、L2、L3(图5))经由皮肤400(图4)被应用到受试者106(图1)。第一水平力F1可以简单地对应于感测器或传感器308a在没有被指尖395施加任何力的情况下的重量,并且因此皮肤400和动脉402的最小凹陷对应于第一深度水平L1。第二水平力F2可以对应于经由指尖305施加的中间水平的力,并且因此皮肤400和动脉402的中间深度凹陷对应于第二深度水平L2。第三水平的力F3可以对应于经由指尖305施加的相对高水平的力,并且因此皮肤400和动脉402的相对深的凹陷对应于第三深度水平L3。高水平力F3可能足以阻塞动脉402,例如使桡动脉402压靠在骨404的表面上(图4),例如桡骨足以阻塞动脉402中的血流。力或压力随后可以缓慢释放,直到受试区域或空间中的脉动返回。在力以及皮肤400和动脉402的凹陷两个方面,第二或中间水平F2、L2可以例如在第一水平F1、L1和第三水平F3、L3之间的半程处。可以延迟脉搏波形的测量以考虑在刚刚施加第三水平力或压力F3之后释放力或压力时血液在初始涌入之后脉搏均衡所需的时间。

[0106] 对应的显示器396a显示脉搏的最大强度的深度397,其能够可视地表示在一个或更多个指尖396中的每一个处捕获的脉搏的时间历程。系统能够对所采集或辨别的信息(例如,在一个或更多个指尖中的每一个处捕获的脉搏的时间历程)进行自相关、交叉相关和/或执行功率谱分析。该系统能够例如确定、评估或表征血液粘度、动脉硬度或脉搏加速度变化率(即,脉搏的三阶导数)中的任何一个或更多个。

[0107] 图3B示出根据一个图示的实施例的、安装在指尖395上的感测器或传感器308b、308c、308d的线性或一维阵列,以及可经由感测器或传感器308a-308d的线性或一维阵列的使用来辨别的信息的对应显示器396b。

[0108] 感测器或传感器308b-308d的线性或一维阵列在每个指尖395的多个(例如,三个)

点处感测或检测脉搏。可以使用一个或更多个不同的力(例如用于将感测器或传感器308a按压到皮肤和动脉中的三个不同的深度水平的三个水平的力)将感测器或传感器308b-308d应用于受试者。这在上面参考图3A讨论过,为了简洁起见不再重复讨论。

[0109] 对应的显示器显示脉搏的深度形状398a、398b、398c(统称为398)。与单个感测器或传感器(图3A)相比,这可以实现更高分辨率的空间分析。感测器或传感器在使用期间应与动脉同轴对准。除了能够由单个感测器或传感器检测的特性(图3A)之外,使用感测器或传感器的线性或一维阵列采集或辨别的信息例如允许系统确定或评估或表征血压。血压波形分析能够经由盲源分离来实现,盲源分离能够包括但不限于小波分析、主成分分析(PCA)和独立分量分析(ICA)。PCA能够例如利用所测量数据的第一和第二矩,因此严重依赖于高斯特征。ICA能够例如利用数据固有的非高斯特征并且采用更高的矩。

[0110] 图3C示出根据一个图示实施例的、安装在指尖395上的感测器或传感器308e、308f、...、308n的二维阵列(示出9个,为了绘图清晰只列出3个),以及可经由感测器或传感器308e-308n的二维阵列的使用来辨别的信息的相应显示器396c。

[0111] 感测器或传感器308e-308n的二维阵列感测或检测每个指尖395在二维阵列个(例如,九个)点处的脉搏。可以使用一个或更多个不同的力(例如用于将感测器或传感器308a按压到皮肤和动脉中的三个不同的深度水平的三个水平的力)将感测器或传感器308e-308n应用于受试者106(图1)。这在上面参考图3A讨论过,为了简洁起见不再重复讨论。

[0112] 对应的显示器显示脉搏399a、399b、399c(统称为399)的三维表示。这可以便于找到脉搏。感测器或传感器阵列的主要维度之一在使用期间应当与动脉对准。除了能够由感测器或传感器308b-308d的线性或一维阵列(图3B)检测的特性之外,经由感测器或传感器的二维阵列采集或辨别的信息能够例如允许系统确定或评估或表征动脉形态。

[0113] 图5示出根据一个图示实施例的受试者接口装置522。受试者接口装置522包括被设计为由用户(例如受试者106(图1))佩戴的袖套或臂带承载的多个部件。使用受试者佩戴的袖套或臂带能够有利地避免从业者引入噪声,例如避免检测从业者自己的脉搏,这可能发生在从业者佩戴受试者接口装置时(例如,图2)。

[0114] 在图示实施例中,受试者接口装置522能够包括三个感测器或传感器508a, 508b-508n(统称为508),以在沿着动脉(例如沿着桡动脉)的多个分离的位置586a-586n处检测脉搏波形,这些位置可以沿着动脉彼此接近地间隔(即,在成年人手指的厚度内)。如前所述,感测器或传感器508还可以响应作用力或压力。可替代地,受试者接口装置522能够包括一个或更多个分离的专用感测器或传感器,以检测或测量或产生与所作用力或压力成比例的值。

[0115] 在图示实施例中,例如,受试者接口装置522能够包括封闭在壳体522中的电子设备。电子设备可以例如包括模拟放大器526、ADC 528和无线电或无线发射器530(例如, BLUETOOTH®收发器, WI-FI®收发器)和一个或更多个天线532。电子设备能够可选地包括一个或更多个位置或取向感测器或传感器527,或产生指示至少感测器或传感器508以及可能整个受试者接口装置522的至少位置和/或取向的位置信息的其他部件。这样能够允许确定感测器或传感器508是否正确地定位并与动脉对准。电子设备能够包括一个或更多个加速计(例如,三轴加速计)和/或一个或更多个光学LED和光电检测器对。例如,相应的加速计或光学LED和光电探测器对能够与感测器或传感器中的每个相关联。这能够允许电子设

备从检测最大脉搏波形压力的感测器或传感器减去来自相邻感测器或传感器的移动。电子设备能够被保持在提供环境保护的壳体522中。

[0116] 受试者接口装置522包括袖套或臂带523,其将一个或多个感测器或传感器和电子设备可拆卸地物理耦接到用户(例如,受试者106)的手臂529的一部分。袖套或臂带523可以例如采取大致管状形式,并且可以或可以不在直径上从一端到另一端逐渐变细。袖套或臂带523可以是封闭的、一体的或整体的材料片,仅具有一对相对的开口,在每个端部523a、523b处各有一个,并且其仅能够通过使手臂529首先穿过一个开口然后穿过另一个开口而安装在手臂529上。可替代地,例如图7所示,袖套或臂带523可以是能够围绕手臂529(例如,前臂、手腕)缠绕,然后通过两个相对的侧部拉到一起并利用耦接器紧固而闭合的一片材料。合适的耦接器可以包括钩和环材料(例如VELCRO®)、带条、带和带扣、卡扣紧固件、金属或塑料弹性夹、槽和斜齿或斜脊(例如图7)、黏合剂等。在任一种情况下,材料能够例如是弹性材料(例如,橡胶),以在使用期间将袖套或臂带523牢固地保持就位。可替代地,能够使用一个或多个带(例如,橡胶或橡皮带)或金属或塑料夹子(例如C形夹子)在使用期间将袖套或臂带523固定就位。

[0117] 如图5所示,受试者接口装置522可包括一个或多个EKG引线590a和感测器或传感器590b,或者与之相关联。EKG引线590a和感测器或传感器590b例如经由黏合剂(例如优选为生物相容性粘合剂的压敏粘合剂)可拆卸地物理耦接到受试者106(图1)。

[0118] 在一些实施方式中,能够在单个受试者上同时使用作为受试者接口装置522的两个袖套或臂带523。这样能够允许单轨迹EKG/ECG信号采集。可以在EKG/ECG测量之间穿过受试者的皮肤或身体建立串行数据链路。这样,至少一个EKG/ECG侧能够采取超低功率装置的形式,例如通过动能和/或太阳能充电。

[0119] 图6示出根据一个图示的实施例的、组合的感测器或传感器结构608,其响应于脉搏波形并且响应于作用力而产生指示脉搏波形和指示作用力的信号。

[0120] 组合的感测器或传感器结构608包括第一感测器或传感器608a,其响应穿过皮肤检测到的、动脉中的脉搏波形。第一感测器或传感器608a能够例如采用如图6所图示的压电膜或衬底的形式。组合的感测器或传感器结构608包括第二感测器或传感器608b,其响应经由组合的感测器或传感器结构608施加在皮肤和动脉上的作用力或压力。第二感测器或传感器608b能够例如采用如图6所图示的力敏电阻器的形式。例如,第二感测器或传感器608b能够耦接到惠斯通电桥或其他电路(未示出),以确定力敏电阻器608b两端的电压并产生与力成比例的对应信号。

[0121] 组合的感测器或传感器结构608可以包括第一电绝缘衬底609a(例如MYLAR®膜或衬底),其上承载第二感测器或传感器608b(例如,力敏电阻器)。组合的感测器或传感器结构608可以包括在第一感测器或传感器608a(例如,压电膜或衬底)和第二感测器或传感器608b(例如,力敏电阻器)之间的第二电绝缘衬底609b(例如MYLAR®膜或衬底)。组合的感测器或传感器结构608可以包括在第二电绝缘衬底609b和第一感测器或传感器608a(例如,压电膜或衬底)之间的黏合剂611(例如,黏合剂层)。组合的感测器或传感器结构608还可以包括第三电绝缘衬底609c,其覆盖并保护第一感测器或传感器608a(例如,压电膜或衬底)。一根或多根引线、导电迹线或其他导电结构613能够从第一和第二感测器或传感器608a、608b引出,以将其可通信地耦接到一个或多个放大器和/或ADC。

[0122] 组合的感测器或传感器结构608有利地将第一和第二感测器或传感器彼此对准或彼此对准地放置,确保相对于感测的脉搏波形的作用力的精确读取。组合的感测器或传感器结构608还提供紧凑的封装和经济的设计。组合的感测器或传感器结构608可以有利地用于任何先前描述的实施方式或实施例中,或者用于下面描述的实施方式或实施例中。

[0123] 图7示出根据一个图示实施例的受试者接口装置722。受试者接口装置722包括由被设计为由用户(例如受试者106(图1))佩戴的袖套或臂带723承载的多个部件。

[0124] 受试者接口装置722能够包括一个且优选为更多个感测器或传感器(在图7中不可见),以检测沿着动脉(例如沿着桡动脉)的多个分离位置处的脉搏波形,这些位置可以沿着动脉彼此接近地间隔(即,在成年人手指的厚度内)。如前所述,感测器或传感器还可以响应作用力或压力,例如在图6中图示并参照图6描述的组合的感测器或传感器结构608。同样,受试者接口装置722能够包括例如封装在壳体(图7中未示出)中的电子设备(图7中未示出)。电子设备和/或壳体能够采用前述电子设备和壳体中任一种的形式。感测器或传感器和/或电子设备和/或壳体可以集成在袖套或臂带723中,其中例如当佩戴在手臂上时,仅感测器或传感器暴露在袖套或臂带723的内表面上。

[0125] 受试者接口装置722包括袖套或臂带723,其将一个或更多个感测器或传感器和电子设备可拆卸地物理耦接到用户(例如,受试者106)的手臂的一部分。袖套或臂带723可以例如在使用中采取大致管状形式,并且可以或可以不在直径上从一端到另一端逐渐变细。袖套或臂带723可以是能够围绕手臂(例如,前臂,手腕)缠绕,然后通过朝向彼此拉动两个相对的侧部723a,723b并利用耦接器紧固而闭合的一片材料。合适的耦接器可包括具有槽735a、735b的带子733a、733b和具有齿739a、739b(例如,斜齿或脊)的互补带子737a、737b,钩和环材料(例如VELCRO®),带条,皮带和带扣,卡扣紧固件,金属或塑料弹性夹,黏合剂等。在任一种情况下,材料能够例如是弹性材料(例如,橡胶),以在使用期间将袖套或臂带牢固地保持就位。例如,袖套或臂带723能够由材料、例如可从Ninjaflex商购获得的用于3D打印的热塑性弹性体(TPE)来3D印刷。可替代地,能够使用一个或更多个分离且不同的带(例如,橡胶或橡皮带)或金属或塑料夹子(例如C形夹子)在使用期间将袖套或臂带723固定就位。

[0126] 袖套或臂带723有利地形成一个或更多个囊,其具有容纳流体(例如,气体、空气)的内部或腔室。袖套或臂带723有利地包括两个或更多个出口741a、741b,其提供与囊的内部或腔室的流体连通。空气或其他流体源能够耦接到出口741a、741b以调节囊中的压力。特别地,出口741a、741b能够在检测脉压波形时用于通过对囊差别充气来产生和/或控制沿动脉长度的一部分的压差。这样有利地便于血压读数,而不阻塞动脉。

[0127] 图8示出根据一个图示实施例的脉搏波形800。

[0128] 脉搏波形800可以以各种方式表示,例如压力-时间或幅度(例如,毫伏)-样本。

[0129] 脉搏波形800具有多种定义特性和特征,其在评估健康、以及生成诊断和/或治疗或预防措施和/或生成心脏功能的度量中是有用的。

[0130] 根据一些传统医学系统,每个脉搏由四个部分组成,i)扩张,随后ii)暂停,然后iii)收缩,随后iv)第二暂停。一些传统医学系统采用十个标准来评价脉搏:尺寸,快度或慢度,强度或弱度,脉搏间隔的短度或长度,软度或硬度,相似性或不相似性,不同脉搏的规律性或不规律性以及脉搏的乐律性相关的和谐性。

[0131] 脉搏波形800可以包括全局最大值802和全局最小值。脉搏波形800可以包括一个或更多个局部最大值806a、806b和/或局部最小值808a、808b。脉搏波形800还可以包括在各种全局和局部最大值802、806a、806b与全局和局部最小值804、808a、808b之间的各种斜坡或梯度810a、810b、810c。脉搏波形800还可以包括在各对其他定义特性或特征之间的各种时间或频率。虽然本文中的信号分析通常是在时域信号分析技术方面来讨论的,但是系统100能够采用频域信号分析技术。

[0132] 可以采用各种技术、例如机器学习技术来识别脉搏波形800的哪些定义特性和特征在医学上是重要的、那些定义特性和特征的重要性、以及对应于那些特性和特征的相应诊断和/或治疗或预防措施和/或心脏功能的对应度量。

[0133] 图9示出根据至少一个图示实施例的诊断系统的操作方法900。方法900能够由前端系统实现,类似于或甚至与关于图1所示和所描述的同。

[0134] 方法900在902处开始。例如,方法900可以在对前端系统或其部分施加电能时开始。可替代地,方法900可以在从业者(比如图1所示的那些)使用用户接口装置和/或用户输入系统时开始。作为另一替代方案,方法900可以响应于被调用程序、例程或子例程调用而开始。虽然按照一个受试者进行描述,但是方法900可以对大量受试者使用和由大量从业者使用,这可以在这种取决于机器学习技术的程度上提高系统的可靠性。

[0135] 在904,用户接口装置在一个或更多个位置(例如,三个位置处的三个感测器)以及在每个位置的一个或更多个深度(例如,三个深度)处采样脉搏波形。因此,每个感测器或传感器能够在两个或更多个深度(即,两个或更多个水平的力或压力)中的每一处采集或捕获脉搏波形。

[0136] 在906,用户接口装置采样供采样脉搏所用的作用力、压力和/或深度。因此,一个或更多个感测器或传感器能够采集或捕获与所作用力、压力或深度成比例的信号。

[0137] 在908,用户接口装置采样或辨别一个或更多个定时信号。如本文其他地方所描述的,一个或更多个EKG感测器或终端可以被定位为检测受试者的心脏的电活动。这提供对收缩的清楚指示,并且因此提供血液脉搏周期的开始。知道血液脉搏到达被监测区域(例如,邻近手腕的桡动脉)所用的延迟或时间,允许要使用的定时信息更好地从噪声(例如,受试者或从业者的运动、电噪声)中识别出信号(例如,脉搏)。

[0138] 在910,用户接口系统接收一个或更多个主要症状和/或次要症状。这些可以由从业者或替代地由受试者以各种方式输入。这能够经由用户接口、例如图形用户接口来输入。这能够包括在键盘上打字,例如输入到一个或更多个自由格式文本输入字段中。这能够包括从下拉菜单或列表或其他用户接口结构中选择。症状可以由受试者报告和/或可以由从业者观察到。例如,症状能够包括某些身体部位的疼痛、呼吸急促、疲劳、发烧、疼痛等。

[0139] 在912,用户接口系统接收一个或更多个主要诊断和可选地一个或更多个次要诊断。这些可以由从业者或替代地由受试者以各种方式输入。这能够经由用户接口、例如图形用户接口来输入。这能够包括在键盘上打字,例如输入到一个或更多个自由格式文本输入字段中。这能够包括从下拉菜单或列表或其他用户接口结构中选择。诊断通常是从从业者基于各种因素(比如对脉搏波形和症状的熟悉度)的学习结论。诊断能够采取许多形式,包括特定的医学状况或综合征。这可以另外包括建议的治疗或预防措施和/或心脏功能的度量的说明。

[0140] 在914,前端系统将所采集的信息提交给后端系统,例如图1图示的后端系统。前端系统或其组件能够编译信息(例如,脉搏波形信息、定时信息、症状指定信息、诊断信息),以作为数据包或者以后端系统能够推断出各条信息之间的逻辑关系的方式发送到后端。例如,信息全部都能够经由共享的唯一标识符在逻辑上相关联,所述标识符对于特定患者/受试者的就诊和从业者是唯一的。在一些情况下,可以在没有任何信息会唯一地标识特定患者(即,匿名的)的情况下传输信息,这在初始准备用于机器学习的数据集时特别有用。如其他地方所述,前端系统能够采用任何已知的通信方法来将采集的信息传输到后端系统。

[0141] 可选地,在916,前端系统接收一个或更多个系统生成的主要诊断和/或一个或更多个系统生成的次要诊断。在一些情况下,可以仅仅为了填入数据库或数据集的目的而传输采集的信息。在这种情况下,采集的信息将通常包括从业者自己的诊断。因此,在这种情况下,可能没有理由返回任何系统生成的诊断。在其他情况下,从业者可能不具有诊断,或者可能希望针对系统生成的诊断来确认其诊断。

[0142] 方法900在918处结束。在一些实施方式中,方法900可以连续地或周期性地重复。方法900可以在多个实例中并行运行,例如作为在一个或更多个处理器上运行的许多线程。

[0143] 图10示出根据至少一个图示实施例的在诊断环境中的操作方法1000。方法1000能够由后端系统实施,类似于或甚至与关于图1所示和所描述的相同。

[0144] 方法1000在1002处开始。例如,方法1000可以在对后端系统或其部分施加电能时开始。可替代地,方法1000可以在接收到前端系统的查询或请求或者从前端系统提交所采集的信息时开始。作为另一替代方案,方法1000可以响应于被调用程序、例程或子例程调用而开始。虽然按照一个受试者进行描述,但是方法1000可以对大量受试者使用和由大量从业者使用,这可以有利地在这种取决于机器学习技术的程度上提高系统的可靠性。

[0145] 在1004,后端系统从前端系统中的一个接收脉搏信号信息。脉搏信号信息能够采取各种形式。

[0146] 脉搏信号信息能够包括在一个或更多个水平的作用力下,进而在皮肤和动脉的凹陷深度处从沿着动脉的一个或更多个位置采样的一个或更多个脉搏波形的表示。脉搏信号信息能够采取模拟脉搏波形、数字化脉搏波形和/或表征脉搏波形的信息的形式,例如针对脉搏波形的一个或更多个定义特性或定义特征的值。

[0147] 脉搏信号信息还能够包括指定对于脉搏波形表示或数据中的每一个的作用力,压力或深度(皮肤或组织的变形)的水平的信息。

[0148] 脉搏信号信息还能够包括指定针对一个、更多个或优选为全部脉搏波形表示或数据的定时信息的信息。后端系统能够采用定时信息以更好地从脉搏波形表示中的任何潜在噪声中辨别脉搏波形的各种定义特性或特征。在一些实施方式中,前端系统可以在预处理脉搏波形中使用定时信息,因此后端系统可以不必接收定时信息。后端系统采用脉搏波形和力、压力或深度信息来确定或生成系统生成的具有或不具有症状信息的诊断。力、压力或深度信息与在脉管系统中创建各种反射特别相关,允许后端系统在脉搏波形的分析中采用反射计的形式。例如,在一些实施方式中,系统能够对当前脉搏波形减去先前脉搏波形的平均值后的值求平均,以检测在主脉搏事件期间发生的反射。这能够允许系统检测和表征原本会隐藏在当前或下一个脉搏周期内的反射。虽然本文中的信号分析通常是在时域信号分析技术方面来讨论,但是系统100能够采用频域信号分析技术。

[0149] 在1006,后端系统从前端系统接收一个或多个主要症状和/或次要症状。主要症状和/或次要症状是给定受试者已经经历或正在经历的症状,或从业者从脉搏波形信息所产生自的给定受试者中观察到的症状。在一些实施方式中,后端系统除了评估脉搏波形和产生一个或多个系统生成的主要或次要诊断外或作为其一部分,还将考虑受试者的症状。主要症状能够是与诊断病情、疾病或病症更可能相关的症状,而次要症状可以是被认为不太可能相关的症状或者是对于大量病情、疾病或病症常见的症状。

[0150] 在1008,后端系统接收一个或多个主要诊断和/或一个或多个次要诊断。主要诊断和/或次要诊断是由正在检查受试者的从业者提供的诊断。在一些情况下,主要和/或次要诊断能够是从业者达成并且从业者正在提交以帮助形成数据库或信息的数据集的结论。在一些情况下,主要和/或次要诊断能够是从业者达到的初步结论,从业者提交该结论以针对系统生成的主要和/或次要诊断或针对从大量受试者和从业者、并且因此的大量脉搏波形和病情、疾病或病症生成的数据库或数据集进行验证。在另外的情况下,主要和/或次要诊断能够是从业者达到的作为训练的一部分的结论,并且从业者针对系统生成的主要和/或次要诊断提交该结论以进行验证。在一些实施方式中,后端系统除了评估脉搏波形和/或产生一个或多个系统生成的主要或次要诊断外或作为其一部分,还将考虑从业者对于给定受试者的主要和/或次要诊断。

[0151] 虽然描述为单独的动作,但后端系统能够同时接收对于给定受试者的脉搏信号信息、一个或多个主要症状和/或次要症状、和/或一个或多个主要诊断和/或一个或多个次要诊断。在一些实施方式中,所有采集的信息能够被打包并作为一个单元发送。这样的信息可以包括或不包括受试者的特定标识信息,例如姓名、地址、社会安全号码或其他唯一标识信息。这样的信息可以包括或不包括非受试者特定信息,例如受试者人口信息,例如年龄或年龄范围、性别、种族或人种、吸烟者状态等。这样的信息可以包括或不包括非受试者特定信息,例如受试者的病史。

[0152] 在1010,后端系统存储所接收的信息。例如,运行时系统可以将所接收的信息存储到一个或多个非暂时性计算机或处理器可读介质中或其上的数据库、数据集或其他数据结构。

[0153] 在1012,后端系统确定或识别脉搏信号波形的表示的定义特性或特征。如上所述,脉搏波形可以具有各种定义特性或特征,例如全局最大值、全局最小值、局部最大值、局部最小值、斜率或梯度、或其他定义特性或特征的各对之间的时间或频率。如本文其他地方所描述的,后端系统可以采用多种机器学习技术中的任何一种来确定或识别脉搏信号波形的表示的定义特性或特征。

[0154] 在1014,后端系统确定或识别定义特性或特征的各个值与一个或多个诊断之间的一个或多个相关性。如本文其他地方所描述的,后端系统可以采用多种机器学习技术中的任何一种来确定或识别定义特性或特征的各个值与一个或多个诊断之间的一个或多个相关性。

[0155] 方法1000在1016处结束。在一些实施方式中,方法1000可以连续或周期性地重复。方法1000可以在多个实例中并行运行,例如作为在一个或多个处理器上运行的许多线程。

[0156] 图11示出根据至少一个图示实施例的、诊断环境中的操作方法1100。方法1100能

够由后端系统实施,类似于或甚至与关于图1所示和所描述的相同。例如,方法1100能够由运行时系统例如使用机器学习生成的数据集来执行。

[0157] 方法1100在1102处开始。例如,方法1100可以在向后端系统或其部分(例如,运行时系统)施加电能时开始。可替代地,方法1100可以在接收到前端系统的查询或请求或者从前端系统提交采集的信息时开始。作为另一替代方案,方法1100可以响应于被调用程序、例程或子例程调用而开始。虽然按照一个受试者进行描述,但是方法1100可以对大量受试者使用和由大量从业者使用,这可以有利地在这种取决于机器学习技术的程度上提高系统的可靠性。

[0158] 在1104,后端系统接收匿名形式的脉搏信号信息和诊断信息。因此,除了可能由提交匿名信息的从业者来进行之外,接收到的信息不能关联回接收到的信息自其识别的特定受试者。在一些实施方式中,即使提交匿名信息的从业者也不能将所提交的信息关联回特定受试者。

[0159] 在1106,后端系统找到针对匿名信息的一个或更多个匹配。例如,后端系统可以针对数据库、数据集或其他数据结构采用各种匹配算法中任一种。同样举例来说,后端系统能够采用机器学习系统和/或数据集来找到一个或更多个匹配。后端系统可以寻找准确匹配。替代地或另外地,后端系统能够查找松弛匹配,即满足一组约束的某些子集或松弛地满足一些约束本身(即,约束的值不完全匹配目标值,但在目标值的某个可接受范围内)的匹配。

[0160] 在1108,后端系统基于匹配生成和/或提供一个或更多个主要诊断和/或次要诊断。例如,后端系统可以找到对某些约束或条件的大量或大百分比的匹配,并且采用映射到或对应于那些匹配的诊断。例如,对于给定的位置和/或作用力或压力,后端系统可以找到具有相同或相似脉搏波形的、其他受试者的多个实例。后端系统能够至少部分地基于从业者对于所述分配或生成的主要和/或次要诊断的共识来生成一个或更多个主要和/或次要诊断。另外或替代地,后端系统能够在定位匹配中包括一个或更多个主要和/或次要症状。

[0161] 方法1100在1110处结束。在一些实施方式中,方法1100可以连续或周期性地重复。方法1100可以在多个实例中并行运行,例如作为在一个或更多个处理器上运行的许多线程。

[0162] 图12示出根据至少一个图示实施例的、在诊断环境中的操作方法1200。方法1200能够由后端系统实现,类似于或甚至与关于图1所示和所描述的相同。例如,方法1200能够由运行时系统例如使用机器学习生成的数据集来执行。

[0163] 方法1200在1202处开始。例如,方法1200可以在向后端系统或其部分(例如,运行时系统)施加电能时开始。可替代地,方法1200可以在接收到前端系统的查询或请求或者从前端系统提交采集的信息时开始。作为另一替代方案,方法1200可以响应于被调用程序、例程或子例程调用而开始。虽然按照一个受试者进行描述,但是方法1200可以对大量受试者使用和由大量从业者使用,这可以有利地在这种取决于机器学习技术的程度上提高系统的可靠性。

[0164] 在1204,后端系统接收匿名形式的脉搏信号信息和诊断信息。因此,除了可能由提交匿名信息的从业者来进行之外,接收到的信息不能关联回接收到的信息自其识别的特定受试者。在一些实施方式中,即使提交匿名信息的从业者也不能将所提交的信息关联回特定受试者。

[0165] 在1206,后端系统找到针对匿名信息的一个或更多个匹配。例如,后端系统可以针对数据库、数据集或其他数据结构采用任何一种匹配算法中任一种。例如,后端系统能够采用机器学习系统和/或数据集来找到一个或更多个匹配。后端系统可以寻找准确匹配。替代地或另外地,后端系统能够查找松弛匹配,即满足一组约束的某些子集或松弛地满足一些约束本身(即,约束的值不完全匹配目标值,但在目标值的某个可接受范围内)的匹配。

[0166] 在1208,后端系统将从业者提供的一个或更多个主要和/或次要诊断与一个或更多个系统确定或生成的主要和/或次要诊断进行比较。因此,使用从大量受试者和从业者以及因此的大量的脉搏波形和病情、疾病或病症生成的数据库或数据集,后端系统能够确定从业者的主要和/或次要诊断是否与系统生成的那些匹配。另外或替代地,后端系统能够确定从业者的主要和/或次要诊断与系统生成的那些诊断的匹配接近程度。

[0167] 在1210,后端系统向从业者提供反馈。反馈能够采取多种形式。例如,反馈能够包括针对给定的一组诊断相关信息的、从业者的主要和/或次要诊断的指示以及系统生成的主要和/或次要诊断的指示。反馈能够包括针对给定的一组诊断相关信息的最流行或最高发生的主要和/或次要诊断的指示。反馈能够包括针对给定的一组诊断相关信息的较不流行但仍然常见的主要和/或次要诊断的指示。反馈能够包括至少部分地基于从业者的主要和/或次要诊断与由系统生成的那些诊断的匹配接近程度来分配得分。

[0168] 方法1200在1212处结束。在一些实施方式中,方法1200可以连续或周期性地重复。方法1200可以在多个实例中并行运行,例如作为在一个或更多个处理器上运行的许多线程。

[0169] 图13示出根据至少一个图示实施例的在诊断环境中的操作方法1300。方法1300能够由前端系统实施,类似于或甚至与关于图1所示和所描述的不同。

[0170] 方法1300在1302处开始。例如,方法1300可以在向后端系统或其部分(例如,运行时系统)施加电能时开始。可替代地,方法1300可以在接收到前端系统的查询或请求或者从前端系统提交采集的信息时开始。作为另一替代方案,方法1200可以响应于被调用程序、例程或子例程调用而开始。虽然按照一个受试者进行描述,但是方法1300可以对与大量受试者使用和由大量从业者使用,这可以有利地在这种取决于机器学习技术的程度上提高系统的可靠性。

[0171] 在1304,一个或更多个感测器或传感器在沿着动脉(例如,桡动脉)的第一位置处以第一作用压力捕获第一脉搏信号波形。在1306,一个或更多个感测器或传感器在沿着动脉的第一位置处以第二作用压力捕获第二脉搏信号波形。在1308,一个或更多个感测器或传感器在沿着动脉的第一位置处以第三作用压力捕获第三脉搏信号波形。

[0172] 在1310,一个或更多个感测器或传感器在沿着动脉的第二位置处以第一作用压力捕获第四脉搏信号波形。在1312,一个或更多个感测器或传感器在沿着动脉的第二位置处以第二作用压力捕获第五脉搏信号波形。在1314,一个或更多个感测器或传感器在沿着动脉的第二位置处以第三作用压力捕获第六脉搏信号波形。

[0173] 在1316,一个或更多个感测器或传感器在沿着动脉的第三位置处以第一作用压力捕获第七脉搏信号波形。在1318,一个或更多个感测器或传感器在沿着动脉的第三位置处以第二作用压力捕获第八脉搏信号波形。在1320,一个或更多个感测器或传感器在沿着动脉的第三位置处以第三作用压力捕获第九脉搏信号波形。

[0174] 脉搏信号波形表示穿过在受试者106的皮肤组织、其优选在沿着桡动脉的、邻近受试者的手的拇指侧上的腕骨的一个或更多个位置以一个或更多个水平的作用力或压力捕获的脉搏波形。该方法是有利地无创的,不需要针或刺破皮肤。

[0175] 第一、第二和第三位置优选地彼此接近地间隔,例如在成人手指的宽度(例如,5/8英寸)内。在给定的作用力或压力下在各个位置处的脉搏信号波形优选地在时间上彼此接近地(例如,在2毫秒内)被捕获。

[0176] 在1322,一个或更多个感测器或传感器捕获定时。例如,一个或更多个EKG感测器或电极能够检测受试者的心脏的电活动。可替代地,回声图可以捕获受试者的心脏的运动。定时信息能够例如包括脉搏周期的开始的定时、脉搏周期的结束的定时、脉搏周期的长度的定时等。

[0177] 定时信息表示与多个脉搏波形分开感测的、心动周期中的事件。例如,定时信息表示用心电图(EKG)传感器感测的EKG信号,脉搏信号波形相对于心电图(EKG)信号延迟已知的时间范围。

[0178] 在1324,前端系统从脉搏信号波形和定时信息生成脉搏波形信息。

[0179] 在1326,前端系统或其部件(例如,用户接口系统)接收症状信息(例如,主要和/或次要症状)。这些能够由从业者输入,并且可以包括受试者报告的或从业者观察到的主要和/或次要症状。

[0180] 在1328,前端系统或其部件(例如,用户接口系统)接收诊断信息(例如,主要或次要诊断)。这些能够由从业者输入,并且可以包括从业者基于对受试者的检查而生成的主要和/或次要诊断。所述检查能够例如包括经由医生自己的手指对受试者的脉搏波形进行手动检查,比如通常作为传统中医的检查的一部分进行。来自一组传统中医、特别是知名传统中医的主要和/或次要诊断的集合能够建立高度可靠的数据库或数据集,系统能够从该数据库或数据集中生成系统所生成的诊断。

[0181] 在1330,前端系统或其部件将脉搏波形信息、症状信息和/或诊断信息传输到后端系统。前端系统能够采用任何通信信道或设备,包括加密和未加密的通信。在至少一个实施方式中,使用Web接口或门户来提交查询或请求以及接收包括诊断的响应,能够在软件即服务(SaaS)模型下提供后端系统功能。

[0182] 在一些实施方式中,用户接口装置能够包括能够在心血管系统中产生已知波形的致动器。例如,螺线管、扬声器、超声传感器或能够用作使能量放入动脉中的撞击器或声波发射器,其能够由用户接口装置的一个或更多个感测器或传感器检测到。例如,能够将已知波形从放置有感测器或传感器的一侧(例如,邻近右手腕的右前臂上的致动器,邻近左手腕的左前臂上的感测器或传感器)引入到受试者的相对侧上的桡动脉。前端或后端系统能够在对血液动力学系统进行建模以及预测或确定各种健康度量时利用采集的脉搏波形信息和已知波形。

[0183] 方法1300在1332处结束。在一些实施方式中,方法1300可以连续或周期性地重复。方法1300可以在多个实例中并行运行,例如作为在一个或更多个处理器上运行的许多线程。

[0184] 图14示出根据至少一个图示实施例的、在诊断环境中的操作方法1400。方法1400能够由后端系统实施,类似于或甚至与关于图1所示和所描述的相同。

[0185] 在训练时间部分和运行时部分的方面讨论方法1400。训练时间部分能够对应于模型的训练,例如通过一种或多种机器学习技术。例如,训练能够经由机器学习技术或训练系统来实施,例如类似于或甚至与关于图1所描述的相同。例如,运行时能够对应于例如通过提供诊断相关信息并且接收基于诊断相关信息的一个或更多个诊断来查询所训练的模型以获得结果,所述诊断相关信息优选从覆盖大量受试者、从业者以及可选的症状、病情、疾病和病症的数据库或数据集生成。

[0186] 方法1400在1402处开始。例如,方法1400可以在对后端系统或其部分施加电能时开始。可替代地,方法1000可以在接收前端系统的查询或请求或者从前端系统提交采集的信息时开始。作为另一替代方案,方法1400可以响应于被调用程序、例程或子例程调用而开始。虽然按照一个受试者进行描述,但是方法1400可以对大量受试者使用和由大量从业者使用,这可以有利地在这种取决于机器学习技术的程度上提高系统的可靠性。

[0187] 在1404,在训练时间期间,机器学习或训练系统对脉搏波形信息、症状和诊断信息执行机器学习。机器学习或训练系统能够例如确定各种脉搏波形的一组定义特性或特征。机器学习或训练系统能够例如确定定义特性或特征值的各种值与各种诊断之间的一组相关性。机器学习或训练系统能够例如确定症状与定义的特性或特征或其值之间的一组相关性。机器学习或训练系统能够例如确定a)和b)之间的一组相关性,其中a)一个或更多个症状和一个或更多个定义特性或特征或其值的组合,以及b)各种诊断,例如由传统中医从业者针对一个或更多个症状和一个或更多个定义特性或特征或其值的类似组合所作的诊断。

[0188] 在1406,在运行时期间,运行时系统接收一个或更多个查询或请求,查询或请求指定针对给定受试者的某些诊断相关信息(例如,脉搏波形表示,例如包括作用力和定时信息、症状信息、主要诊断)。

[0189] 在1408,在运行时期间,运行时系统至少部分地基于所接收的诊断相关信息,例如使用机器学习数据集(例如,输出层)来确定一个或更多个主要和/或次要诊断。

[0190] 在1410,在运行时期间,运行时系统提供对查询或请求的响应,其包括针对受试者的系统生成的一个或更多个主要和/或次要诊断。该响应能够包括针对特定受试者和就诊的初始诊断。可替代地,该响应能够是对先前由从业者针对特定受试者和就诊做出的识别诊断的确认或拒绝。

[0191] 方法1400在1412处结束。在一些实施方式中,方法1400可以连续或周期性地重复。方法1400可以在多个实例中并行运行,例如作为在一个或更多个处理器上运行的许多线程。

[0192] 更详细的算法

[0193] 1. 利用N个滤波陷波器对压电传感器的输出进行低通滤波。例如,过滤低于60Hz的,以便从线路或干线电源中去除杂声。准确的频率将根据滤波器斜率(即,dB/倍频程)而变化。

[0194] 2. 利用N个滤波陷波器对ECG感测器的输出进行带通滤波,其中N是与上面1中的低通滤波器陷波器的数目N相同的数字,使得由于滤波导致的相位偏移完全相同。例如,过滤在10Hz和45Hz之间的。准确的起止带频率将根据滤波器斜率(即,dB/倍频程)而变化。这恰好将对心脏的主要信号发送的尖锐/快速峰值提取出来,其被用作主定时参考(例如,定时信号)。

[0195] 3.对压电和ECG阵列进行加窗(即修整)以去除边缘处的滤波器伪像(例如,约为压电阵列的1/20)。

[0196] 4.确定压电阵列的端部是否表示手指的移动(例如,提升感测器离开动脉)。例如,能够通过压电阵列(N1)的后半第三部分(last half third)的开始处取最大/峰值阵列样本值以及确定压电阵列的第二倒数第三半部分(second last third half)是否包含比在压电阵列的前一半(N1)中观察到的最大值大限定倍数(例如,2.7倍)来对其进行检测。

[0197] 5.如果在4处的确定返回大于或等于限定倍数(例如,2.7倍)的值,则去除压电阵列和ECG阵列两者的倒数第六部分。

[0198] 6.通过在压电阵列(N2)的后半第三部分的开始处取最大/峰值阵列样本值以及确定压电阵列的正数第六部分是否包含比最大值(N2)大限定倍数(例如2.7倍)的值,确定压电阵列的开始是否指示手指的移动(例如将感测器放在动脉上)。

[0199] 7.如果在6处的确定返回大于或等于限定倍数的值(例如,2.7倍),则去除压电阵列和ECG阵列两者的前面第六部分。

[0200] 8.确定压电传感器的输出信号是否反相。例如,取压电阵列的倒数第三部分,并检查以查看整个阵列的归一化平均值是否在0.5以上。例如,这可以通过在0和1之间归一化,对压电阵列的元素求和,并除以阵列元素的总数来实现。

[0201] 9.如果在8处的确定返回大于或等于0.5的值,则反转压电信号。

[0202] 10.检查以查看压电和ECG信号是否大于峰值检测的最小信号高度。如果否,则脉搏提取器返回零脉搏(即,不处理来自未连接到患者的感测器的噪声)。

[0203] 11.估计脉搏峰值检测器的ECG脉搏高度的平均值,例如通过取ECG信号的有序(例如,从较小值到较大值)阵列并取该值的顶部5%的最小值。

[0204] 12.通过在ECG阵列中搜索在上述11的估计的平均值以上的结果值的样本来生成ECG脉搏位置的阵列。一旦找到,在信号再次低于每次11中的结果值之前找到最大值(P1)。

[0205] 13.从压电阵列取ECG脉搏位置之间的阵列子集,以创建所有各个压电脉搏的二维(2D)阵列。

[0206] 14.对压电脉搏事件的2D阵列编制索引,以查看各个脉搏,并且以毫秒为单位计算脉搏传播时间(即,ECG信号发射到脉搏波到达手腕之间的时间)。这能够通过压电脉搏阵列中寻找最大值的索引并将其乘以将采样率(以Hz为单位)除以1000(即一秒钟中的毫秒数)的结果来实现。该结果是所记录数据中每个脉搏的脉搏传播时间的一维(1D)阵列。

[0207] 15.脉搏间隔是ECG脉搏位置阵列中相邻值的差,并将其乘以将采样率(以Hz为单位)除以1000的结果。

[0208] 16.通过取整个提取的压电传感器所感测的脉搏阵列的归一化平均值(即平均脉搏)并减去所提取的脉搏阵列中的每个脉搏的归一化脉搏,来进行患者运动/脉搏质量的估计。归一化差的和给出了一个度量,该度量受所提取的脉搏阵列中的每个脉搏的运动高度影响。

[0209] 当干预能够最有效时,该系统和方法能够提供用于心血管和相关疾病的低成本早预警系统。该系统和方法依赖于对表示动脉脉搏的动态特性的脉搏波形的采集,其反过来指示心血管系统的功能,包括心脏、血液和血液通过血管、组织和器官的相互作用和充沛度。采集的测量或从测量中识别的特性包括脉搏过渡时间(例如,反射测量)、血流动力学

(例如,心脏的强度)、动脉硬化(例如心脏效率)和血液粘度。该系统能够表征和解释心血管系统的血流动力学,包括当前心动周期中的主导或主要脉搏波形,以及来自当前心动周期中出现的、先前心动周期的脉搏波形的(但其经常被当前心动周期的主导脉搏波形掩蔽,并且因此被称为次级、次要或潜在的)反射。

[0210] 该系统可用于诊断多种病情,包括冠状动脉缺血、心脏瓣膜功能、心肌炎症、二尖瓣问题、束支阻塞、三尖瓣问题、高血压、主动脉瓣问题、不规则心跳、主动脉瓣关闭不全、心房颤动、小血管阻塞、心动过速、心脏衰竭、心动过缓、心脏肿大、心力衰竭、冠状动脉瘤(血肿)、动脉硬化、中风。

[0211] 该系统可以基于桡动脉脉搏的空间和时间曲线来为哺乳动物患者、特别是人类患者生成诊断。脉搏的图形可以由任何类型的感测器或传感器测量,而不仅仅是力或压力敏感的感测器或传感器。例如,能够采用高分辨率高帧速率图像捕获来随其移动皮肤而检测脉搏。声感测器或传感器可以类似地感测穿过皮肤的脉搏。系统可以采集或组合脉搏图形和数据库或数据集中的匹配诊断,并且利用计算机建模、从业者输入、已知诊断、已知图形、超声心动图、机械仪器或其组合。其他实施方式可以使用光、激光(例如,具有检测来自身体组织或皮肤的激光斑的激光源和感测器)、磁性、感测器和/或能够采用对比度增强技术来感测、检测、测量或评估脉搏波形。

[0212] 测量患者的脉压、形状、流动、深度、速率、规律性、宽度、长度、平滑度、刚度和强度,并且将脉搏图形输入到数据库或数据集中。该系统能够采用各种机器学习技术中的任何一种来在绘制诊断相关信息和诊断之间的可靠相关性。系统能够将受试者的脉搏波形或图形与数据库或数据集中先前输入或编目的脉搏图形进行比较,并且识别对应的先前输入或编目的诊断,并产生诊断和/或建议的治疗动作。例如,可以在将诊断与盲信号分析相关联中采用机器学习算法或技术。

[0213] 感测器或传感器沿着血管(例如,桡动脉)的布置能够为系统提供沿着手臂、腿或身体的其他区域(通常,手臂)的血管的三维起伏的完整描述。系统测量穿过该区域的压力波,并且使压力波与定时信号(例如,压力波-时间)相关。系统能够进一步将压力波与心脏事件(通常,心跳)相关联。信号处理被应用于所采集的数据集和相关性,以识别和量化压力反射、反射定时、以及相对于主波以及可能还相对于彼此的反射振幅和相位。

[0214] 数据输入模块能够从沿着血管的感测器或传感器接收脉搏波形数据,并且将该数据提供给信号处理模块。信号处理模块能够预处理数据。例如,信号处理模块能够确定血管的三维起伏的描述。同样例如,信号处理模块能够识别压力波-时间。如前所述,作为另一示例,信号处理模块能够将压力波与心脏事件相关联。信号处理模块能够识别和/或量化压力反射、反射定时、以及相对于主波以及可能还相对于彼此的、反射振幅和相位。系统然后能够将所有这些信息(例如,脉搏波形信息)与诊断数据库或数据集中存储的图形进行比较,寻找与已知病理“特征”(例如,身体某处的阻塞动脉)的最佳适配。所采集的数据和分析可足以非常具体地(例如,身体中的阻塞、阻塞程度和阻塞的位置)或仅大致地(例如,身体中某处的阻塞)识别病理。然后可以制定适当的治疗计划。

[0215] 脉搏的深度是测量表面(例如,皮肤)下面的动脉搏动的垂直位置,并且沿着连续体测速。速率是一分钟内的跳动数。规律性是动脉脉搏的节律,其被分类为规律的或不规律的。宽度是动脉脉搏的强度。长度是可感测的动脉脉搏的范围。平滑度是动脉脉搏的光滑

度。刚度是桡动脉的弹性。强度是动脉脉搏相对于所施加的压力变化的强度。

[0216] 如上所述,系统在一个或多个深度、例如在表层、中层和/或深层评估脉搏波形。表层能够是在皮肤层正下方,并且通过将感测器或手指放置在桡动脉正上方而定位,其中施加的唯一压力是被动的重力。深层位于桡骨的表面正上方。通过首先通过在动脉上施加显著的力或压力而阻塞桡动脉,将动脉对着骨的表面(例如,桡骨)推动直到脉动停止,然后缓慢释放力或压力直到脉动返回,而对深层定位。这种类型的阻塞导致血流中随后的初始冲击,使得在脉搏评估继续之前在维持相同的手指压力的同时允许有几秒钟来均衡脉搏是可取的。中层能够位于表层和深层之间,例如中间。

[0217] 在一些实施方式中,通过位于从业者手指的一个或多个手指上的一个或多个感测器来测量或表征脉搏图形。在一些实施方式中,感测器佩戴在食指、中指和无名指上或其组合上。在另一实施方式中,多个感测器可以佩戴在每个手指上。在另一个实施方式中,感测器可以包括在围绕受试者的肢体(例如,手臂)放置的臂带或套管中。感测器能够沿着手指和/或横跨手布置成线性阵列或一系列线性阵列(例如,二维阵列)。

[0218] 在一些实施方式中,由皮肤下的脉搏波动的转移导致的微位移能够通过从皮肤表面反射的相干光的干涉来无接触地测量,如同作为激光散斑由摄像机所观察的那样。在一些情况下,可以通过处理来自摄像机的信号以测量皮肤的细微运动来测量在皮肤表面上产生的微位移。感测器或传感器能够检测脉搏波形以及用于测量脉搏的作用力或压力的量。感测器或传感器能够将脉搏转换成能够传输到模拟放大器的信号。该信号被转换为数字信号并发送到收发器。接收的信号然后被发送到数字信号处理器。然后信号被发送到数据库并与其他脉搏图形进行比较。一旦找到匹配,则显示对受试者的诊断。

[0219] 在一些实施方式中,对所采集的感测器或传感器信号的信号分析包括数字信号流的时间序列分析,包括自相关、互相关、功率谱分布、交叉谱分布、傅立叶分析、小波分析、主分量分析、均方根匹配和类似和/或定制分析工具。这些工具能够将脉搏序列减少为特征值的形式,其使得能够在患者数据的大型数据库内进行快速比较。

[0220] 来自数据库或数据集的患者数据能够用于评估受试者(例如患者)的健康的各种评估中。脉搏波形信息能够与所期望的尽可能少或尽可能多的额外患者数据组合。在一些实施方式中,数据库或数据集能够存储患者相关数据,例如患者标识符和/或患者人口统计信息。数据库还能够使用报告生成模块生成报告。疾病管理建议模块能够基于从脉搏收集的数据的分析来存储包含在患者报告中的各种治疗建议。比较数据存储能够存储来自健康患者和/或慢性疾病患者的数据以及脉搏图形和诊断的组的比较数据。

[0221] 在一些实施方式中,受试者可以完成问卷以改善系统的诊断能力。问卷能够包括许多健康状况中的任何一种,包括当前的症状,过去的疾病或病症。例如,在一些实施例中,评级量表可以用于评估受试者的健康和精神状况。根据一些实施方式,能够经由网络门户提供问卷,向用户呈现网页或网页系列,所述网页或网页系列向受试者和/或从业者呈现问卷。响应可以与患者概况一起存储并与其他患者信息组合或传输给临床医生,以在分析诊断和确定疗程时使用。可替代地,可以匿名存储响应。

[0222] 前述详细描述已经通过使用框图、示意图和示例而阐述了装置和/或过程的各种实施方式。在这样的框图、示意图和示例包含一个或多个功能和/或操作的范围内,本领域技术人员将理解,这些框图、流程图或示例中的每个功能和/或操作能够通过多种多样的

硬件、软件、固件或几乎其任何组合来单独地和/或共同地实施。在一个实施方式中,本主题可以经由专用集成电路(ASIC)来实施。然而,本领域技术人员将认识到,本文公开的实施方式能够整体或部分地在标准集成电路中等效实施,作为在一个或多个计算机上运行的一个或多个计算机程序(例如,作为在一个或多个计算机系统上运行的一个或多个程序)、作为在一个或多个控制器(例如微控制器)上运行的一个或多个程序、作为在一个或多个处理器(例如,微处理器)上运行的一个或多个程序、作为固件或者作为其几乎任何组合,并且根据本公开,设计电路和/或为软件和/或固件编写代码将很好地将处于本领域普通技术人员的理解范围内。

[0223] 本领域技术人员将认识到,本文所阐述的许多方法或算法可以采用另外的动作,可以省略一些动作,和/或可以以不同于所指定的顺序执行动作。

[0224] 此外,本领域技术人员将理解,本文所教导的机制能够作为程序产品以各种形式分布,并且说明性实施方式同样适用,而不管用于实际进行分布的信号承载介质的特定类型如何。信号承载介质的示例包括但不限于以下:可记录型介质,诸如软盘、硬盘驱动器、CD ROM、数字磁带和计算机存储器。

[0225] 能够组合上述各种实现方式以提供其他实施方式。在其与本文的具体教导和定义不一致的程度上,在本说明书中引用的所有美国专利、美国专利申请公布、美国专利申请、外国专利、外国专利申请和非专利公布(包括于2014年8月22日提交的美国临时专利申请第62/040990号)的全文通过引用并入本文。如果需要,可以修改实施方式的方面以采用各种专利、申请和公布的系统、电路和概念以提供另外的实施方式。

[0226] 根据上面的详细描述,能够对实施方式做出这些和其他的改变。一般来说,在所附权利要求中,所使用的术语不应被解释为将权利要求限制于说明书和权利要求中公开的具体实施方式,而是应被解释为包括所有可能的实现以及这些权利要求所赋予的等同物的全部范围。因此,权利要求不受公开内容限制。

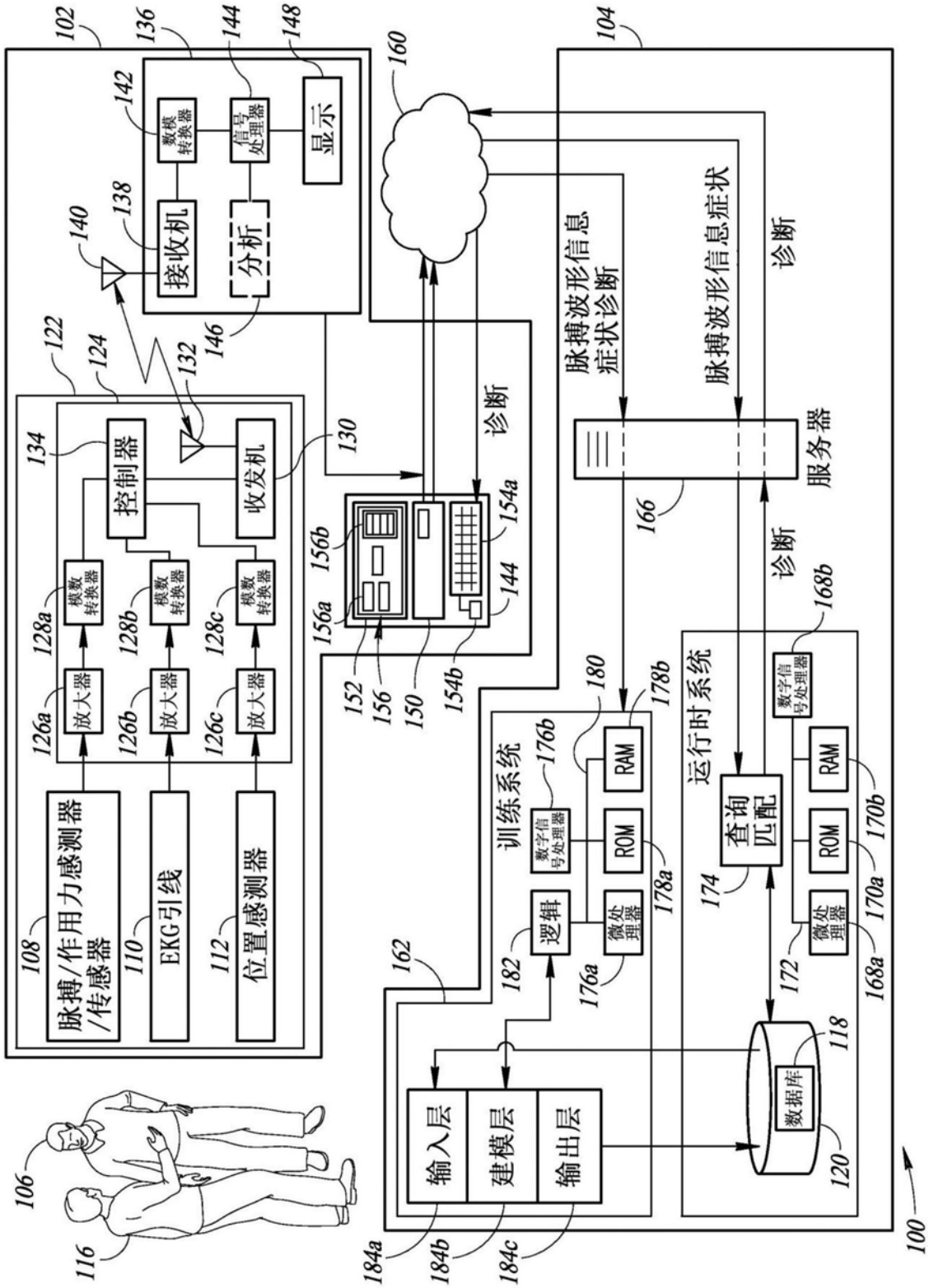


图1

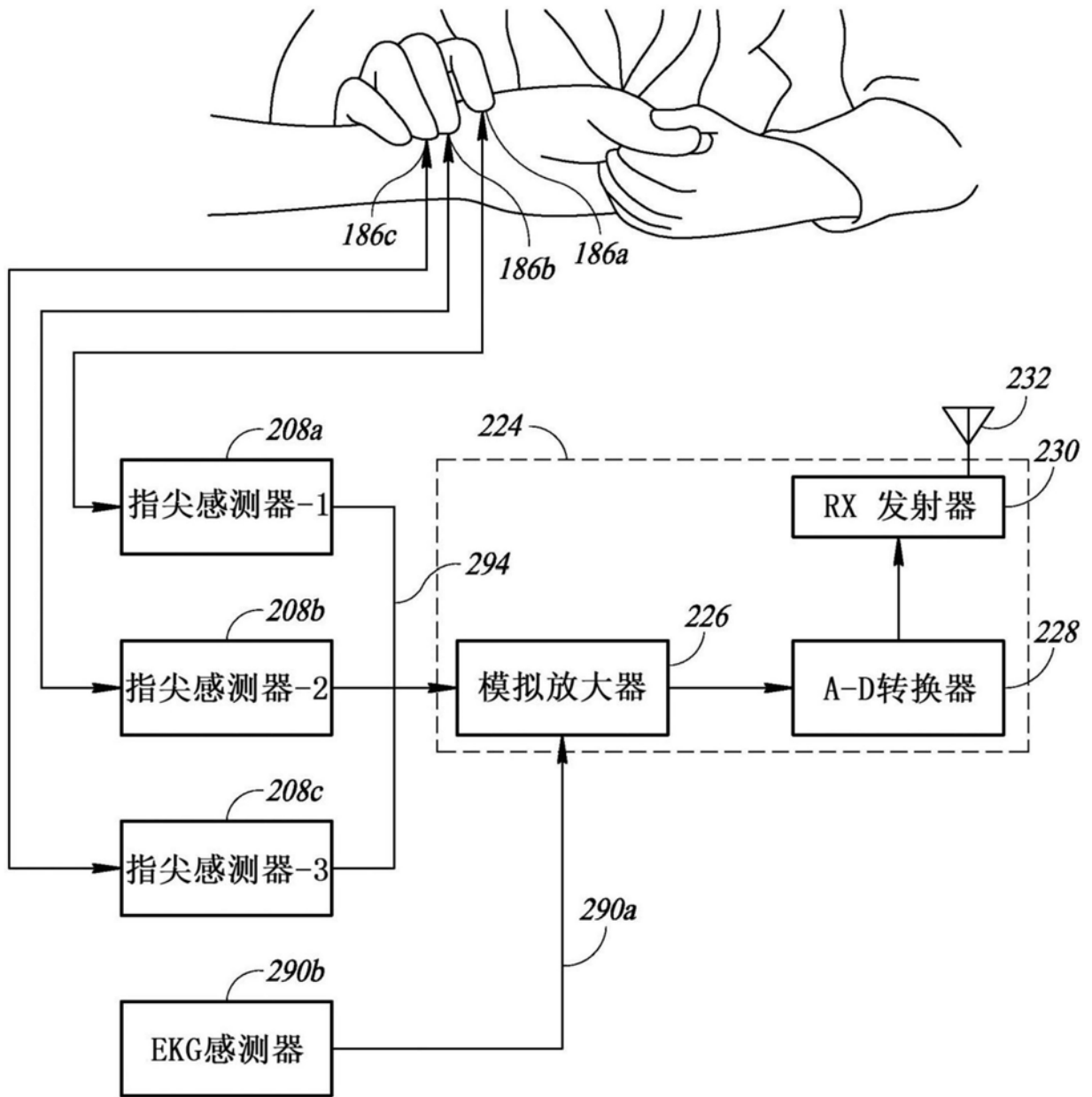


图2A

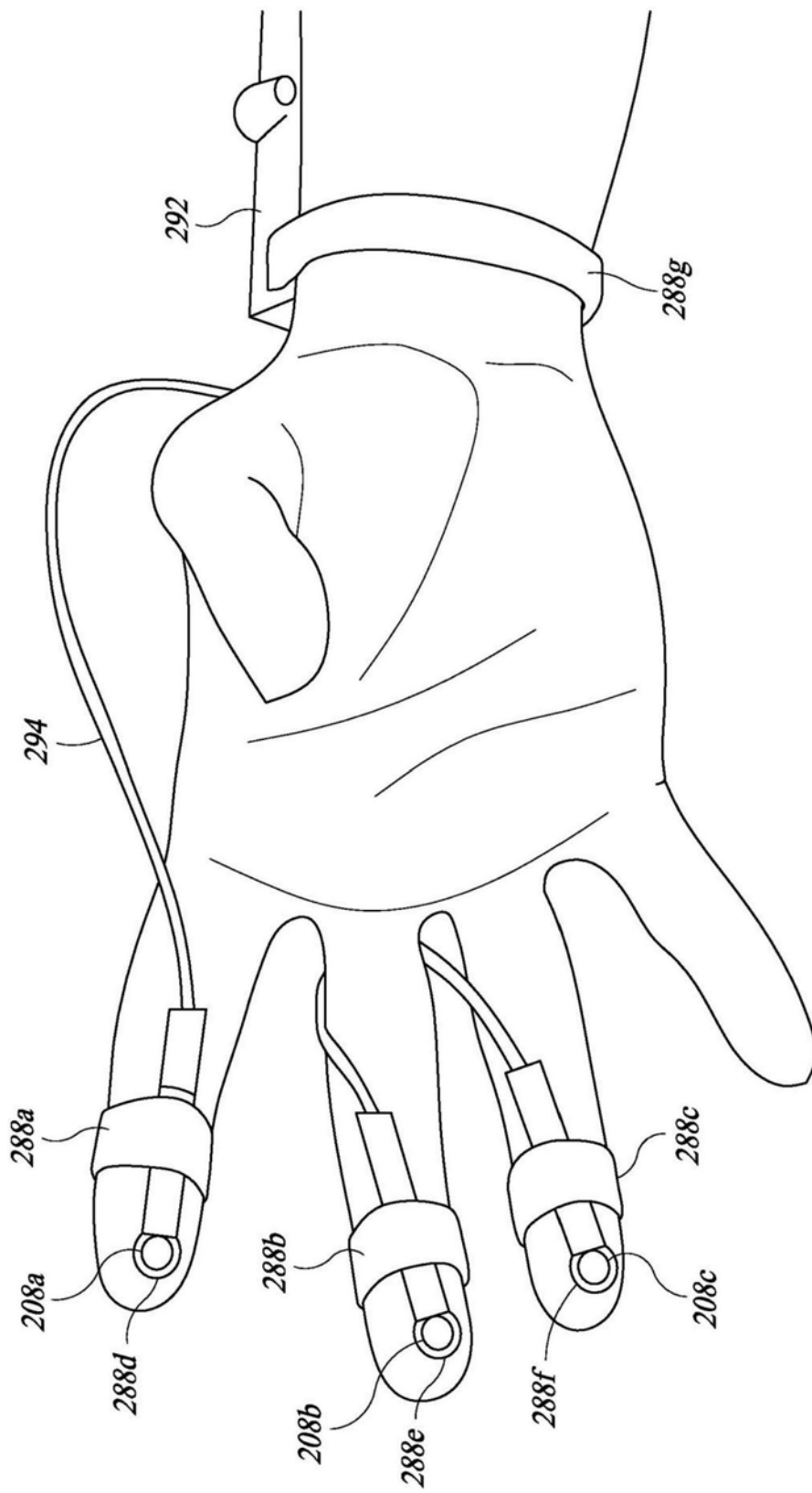


图2B

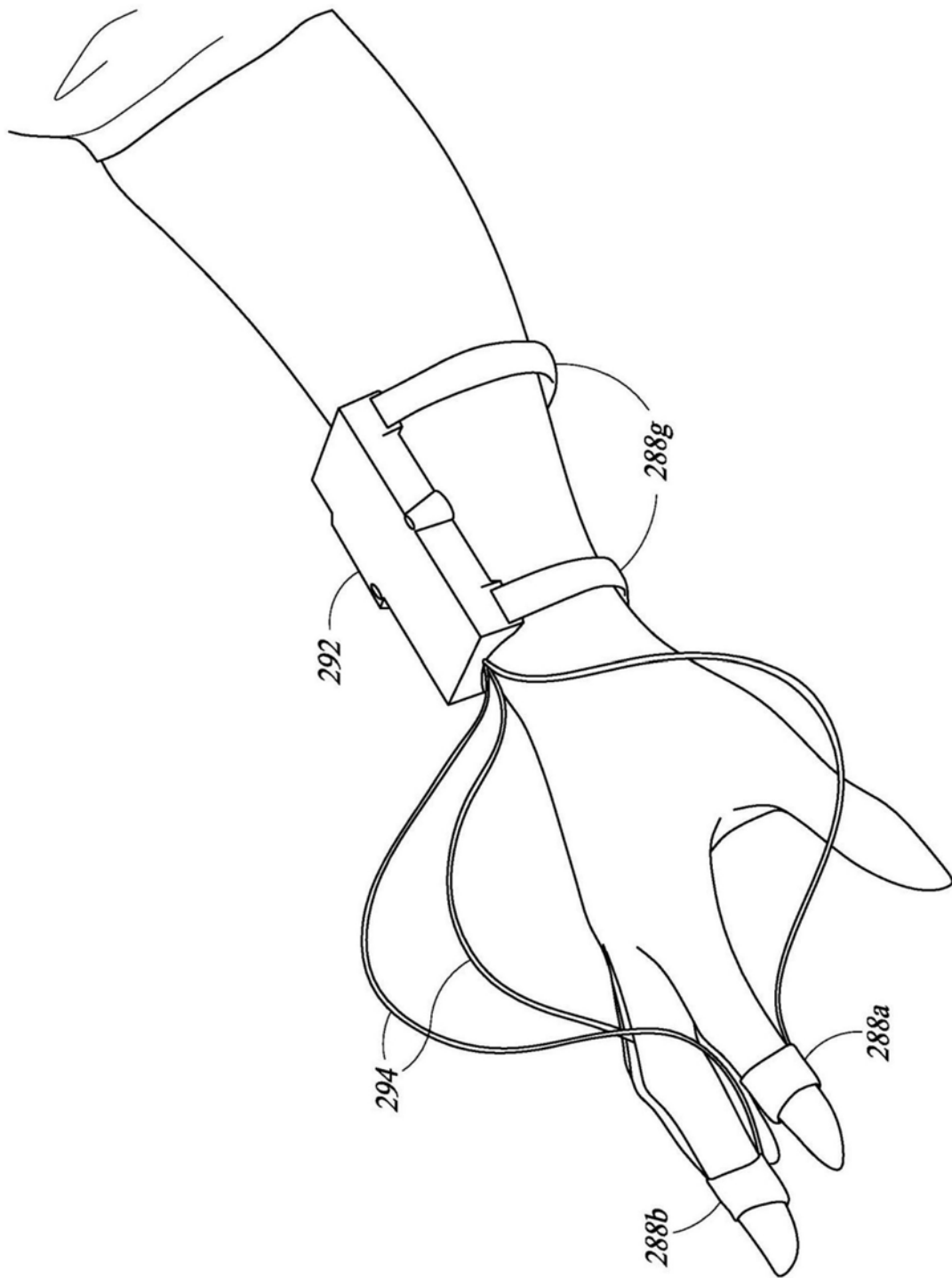


图2C

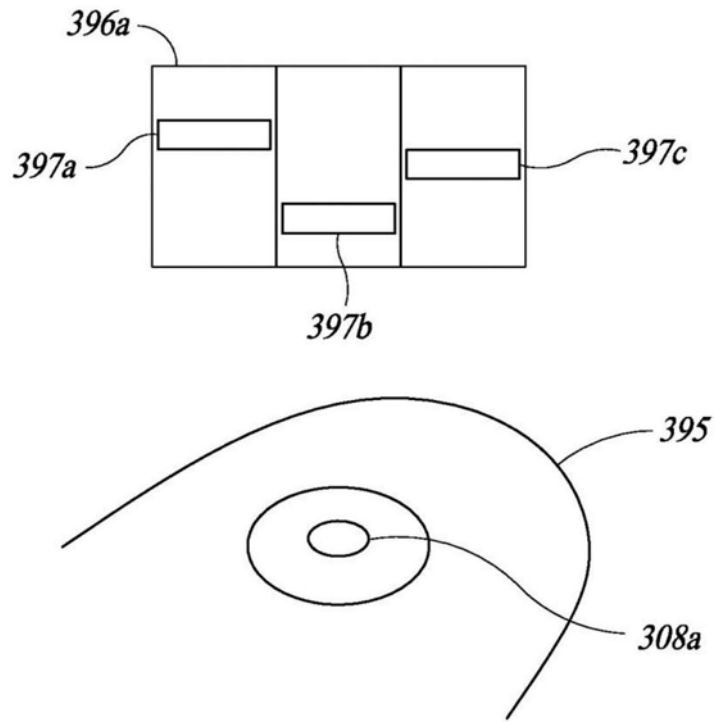


图3A

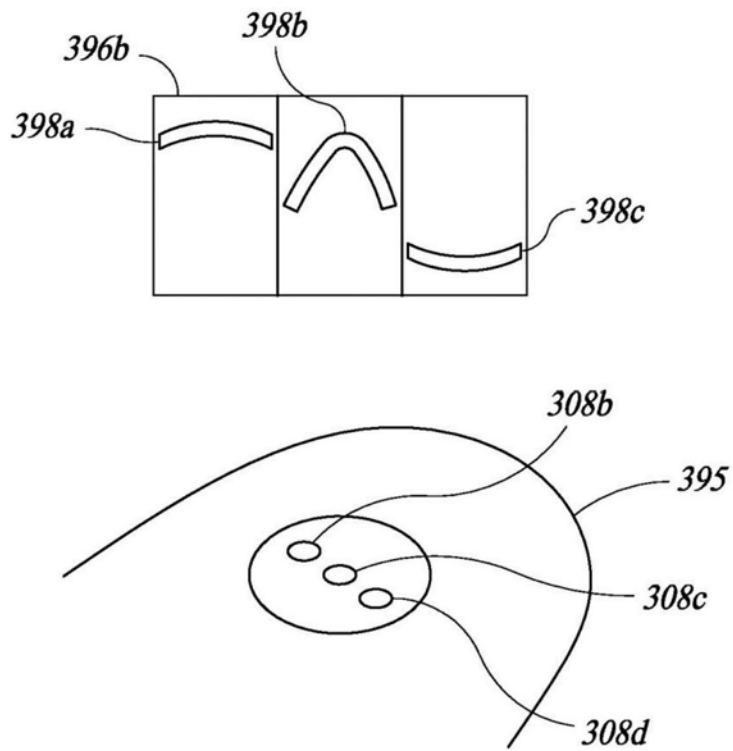


图3B

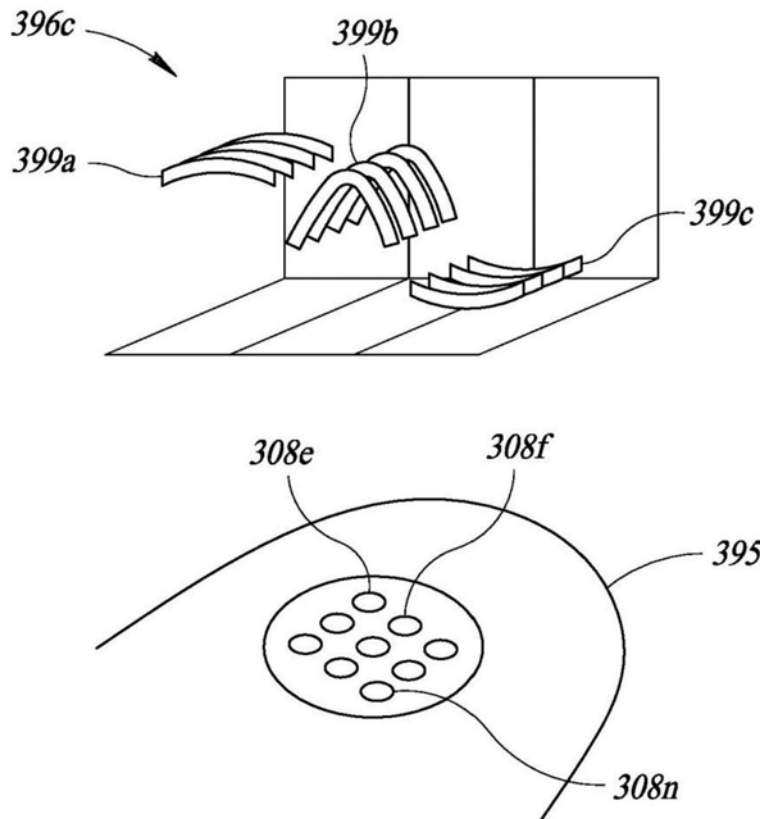


图3C

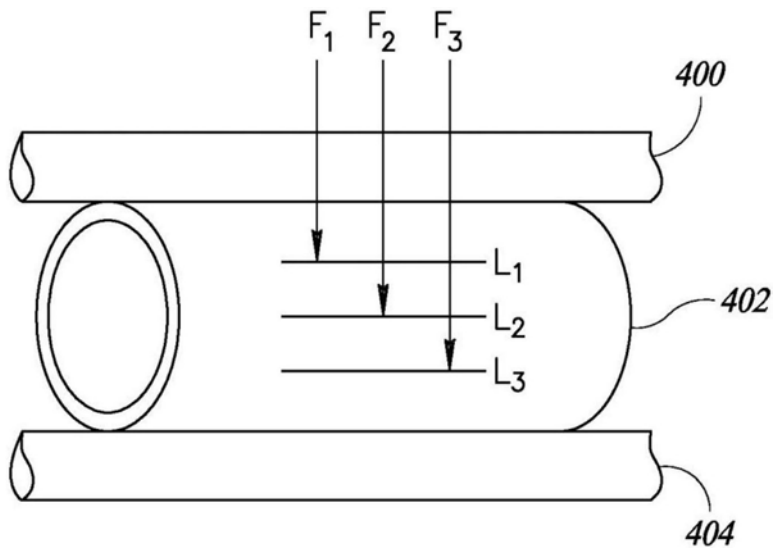


图4

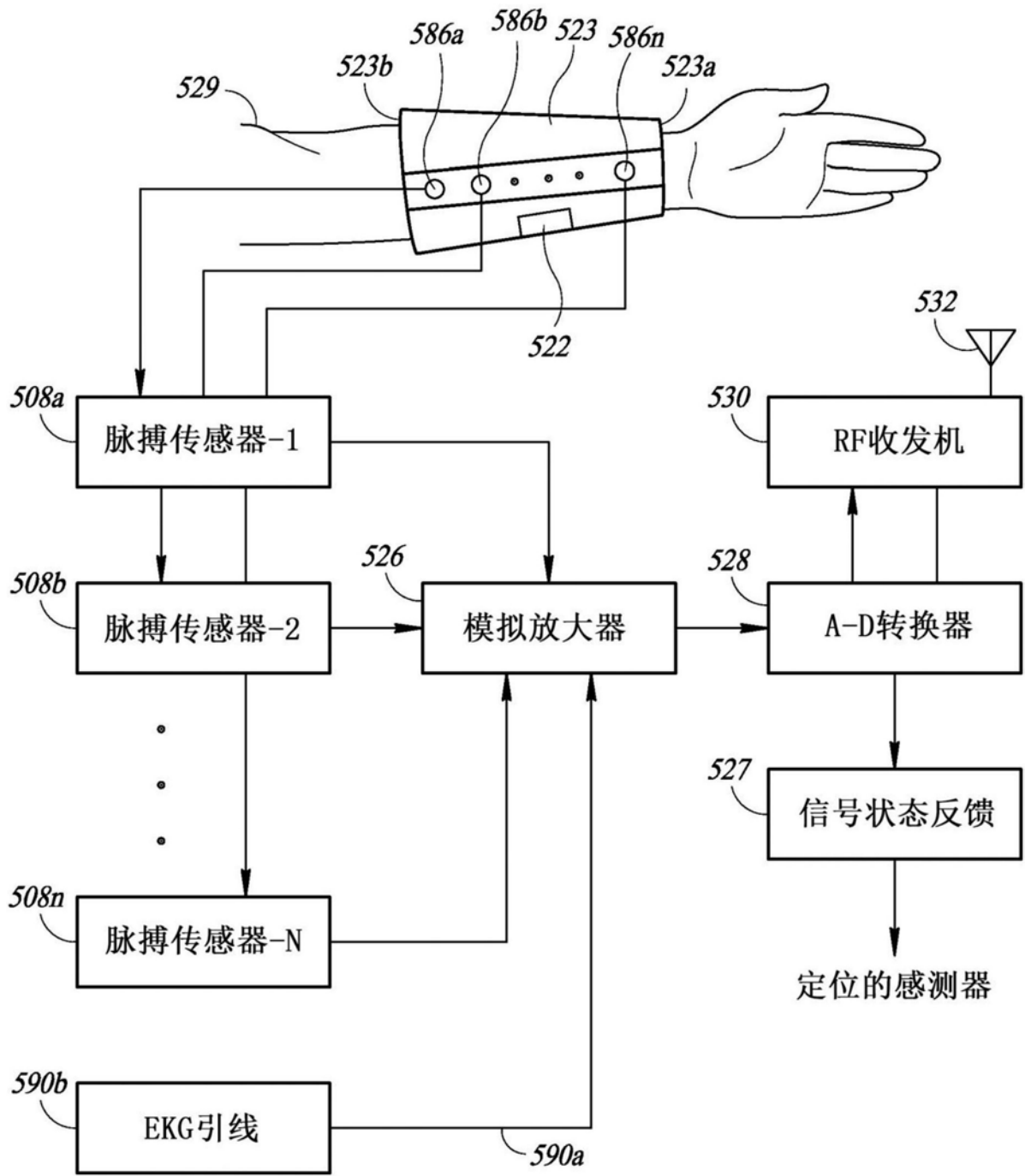


图5

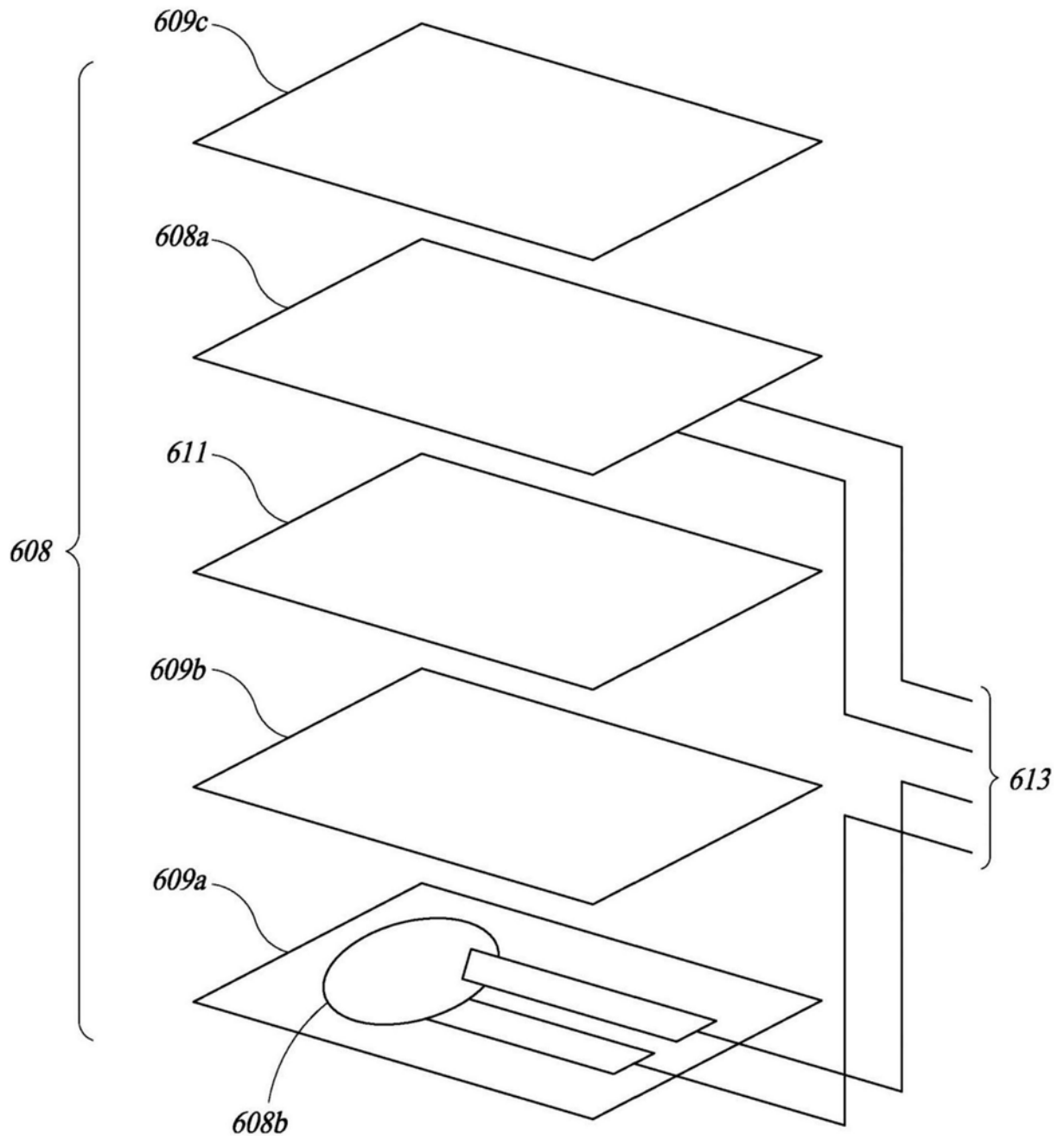


图6

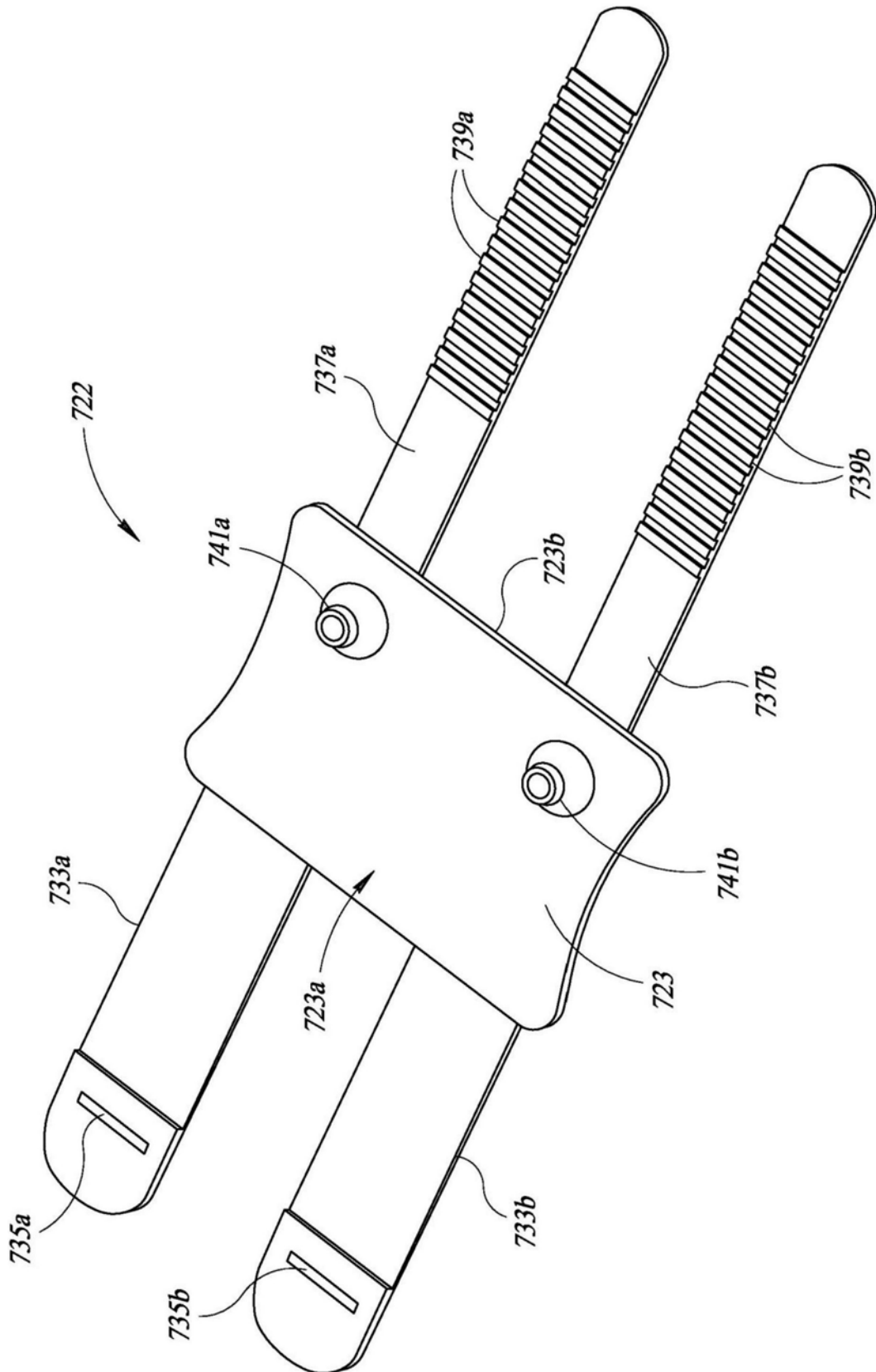


图7

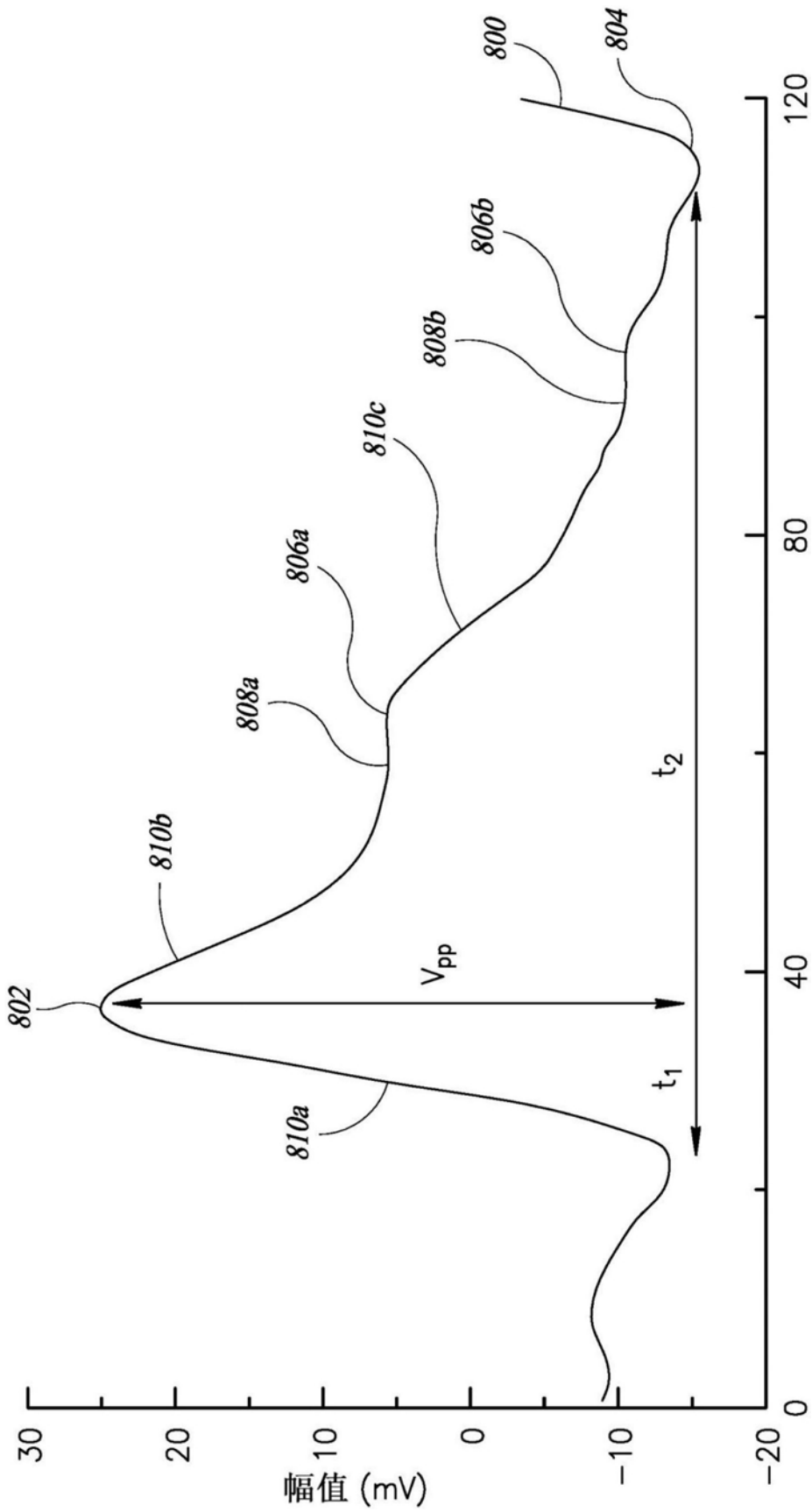


图8

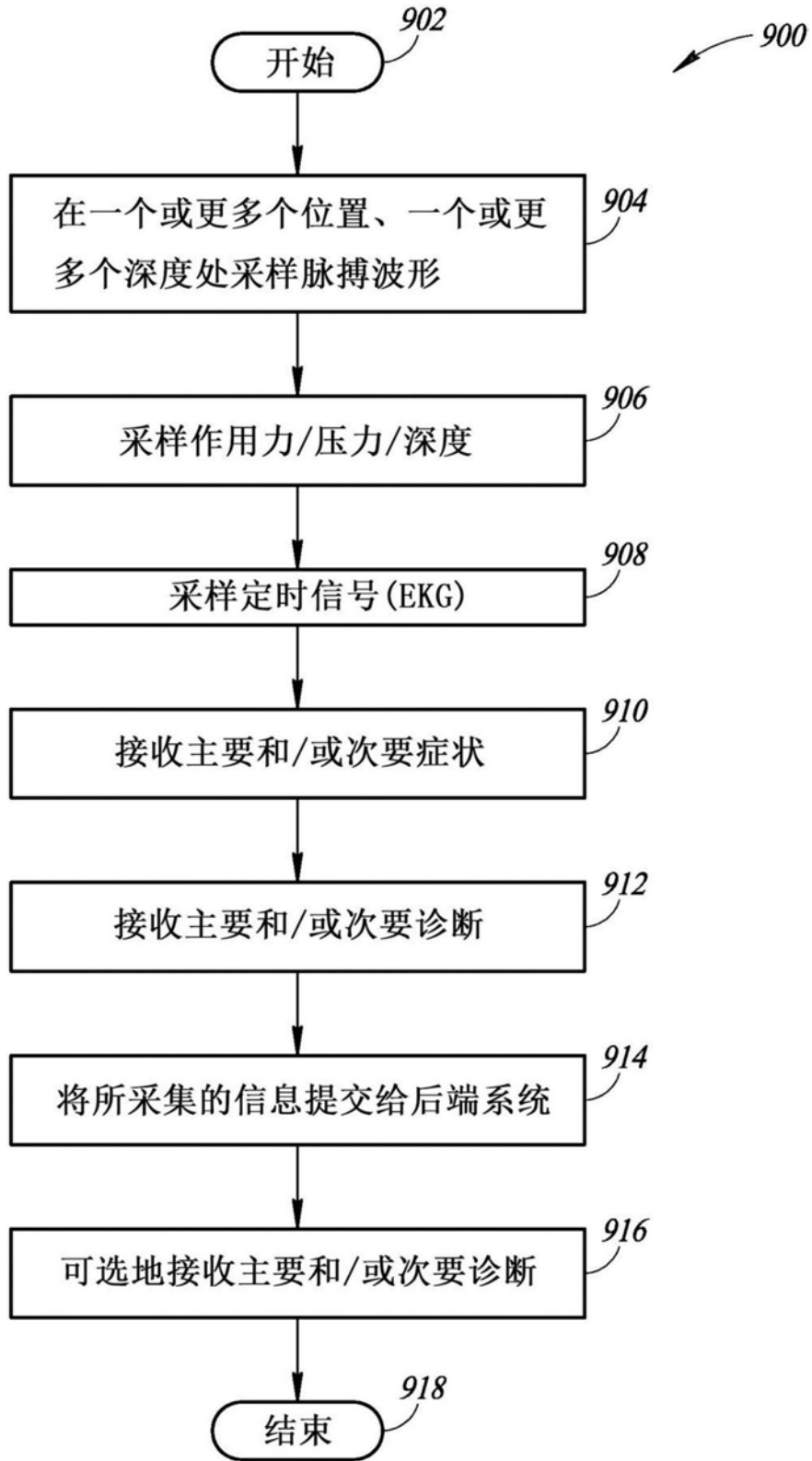


图9

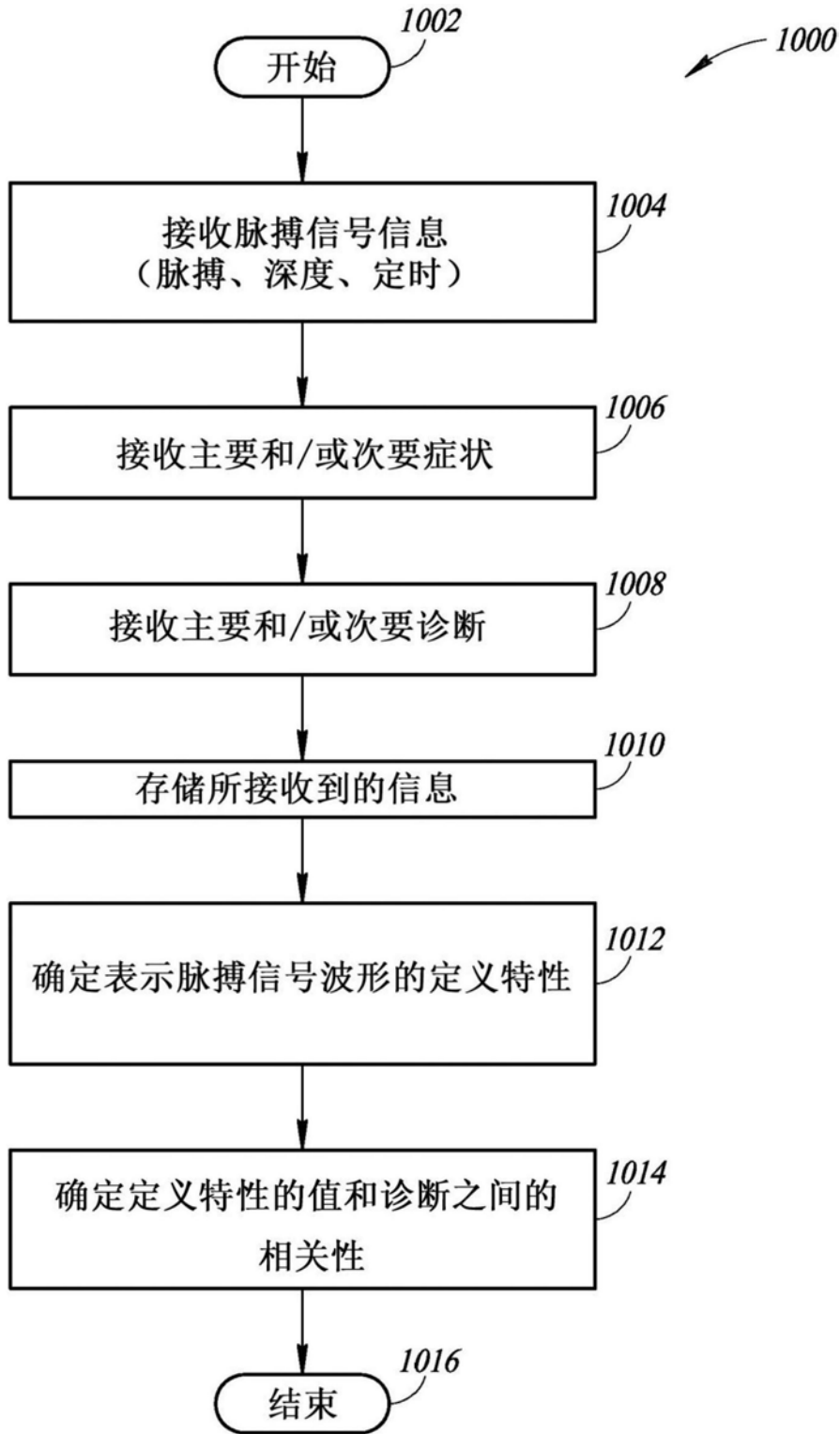


图10

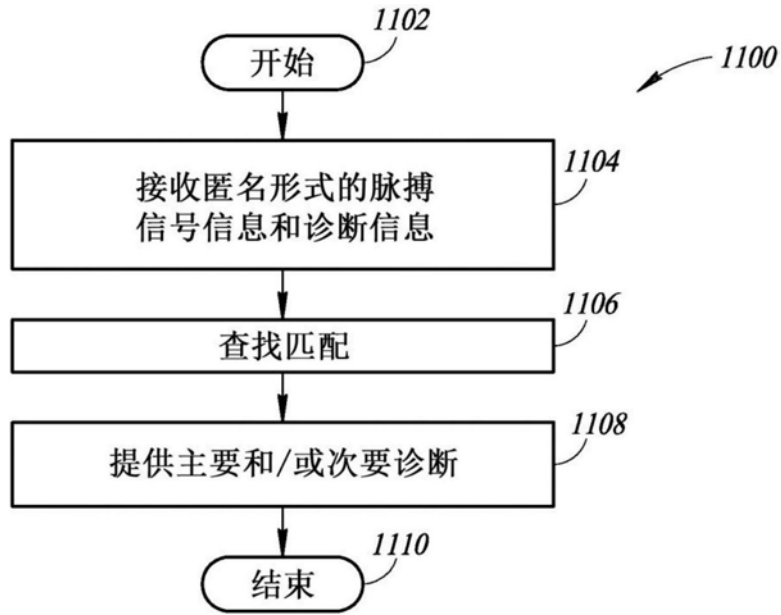


图11

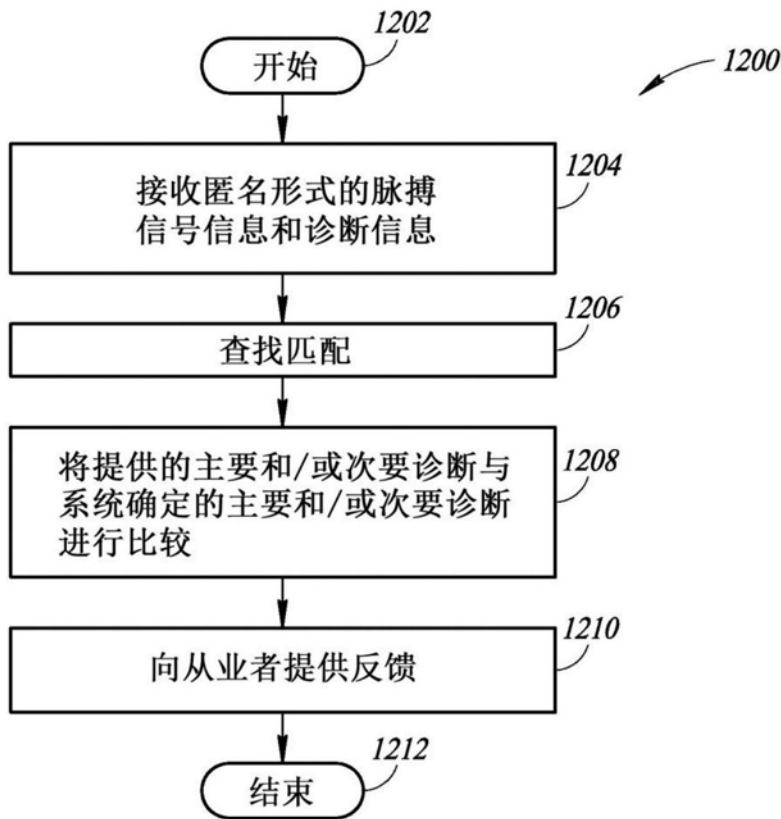


图12

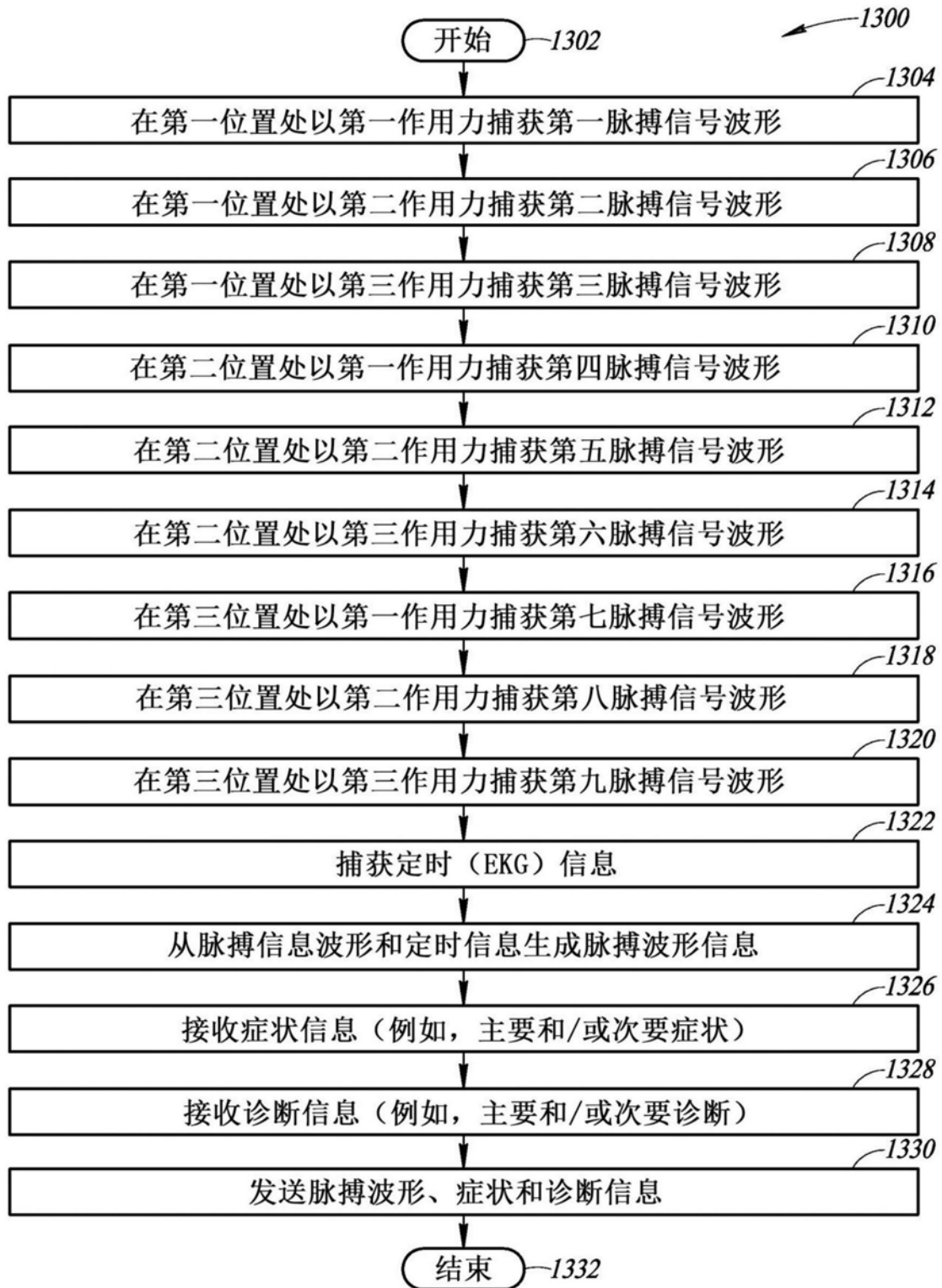


图13

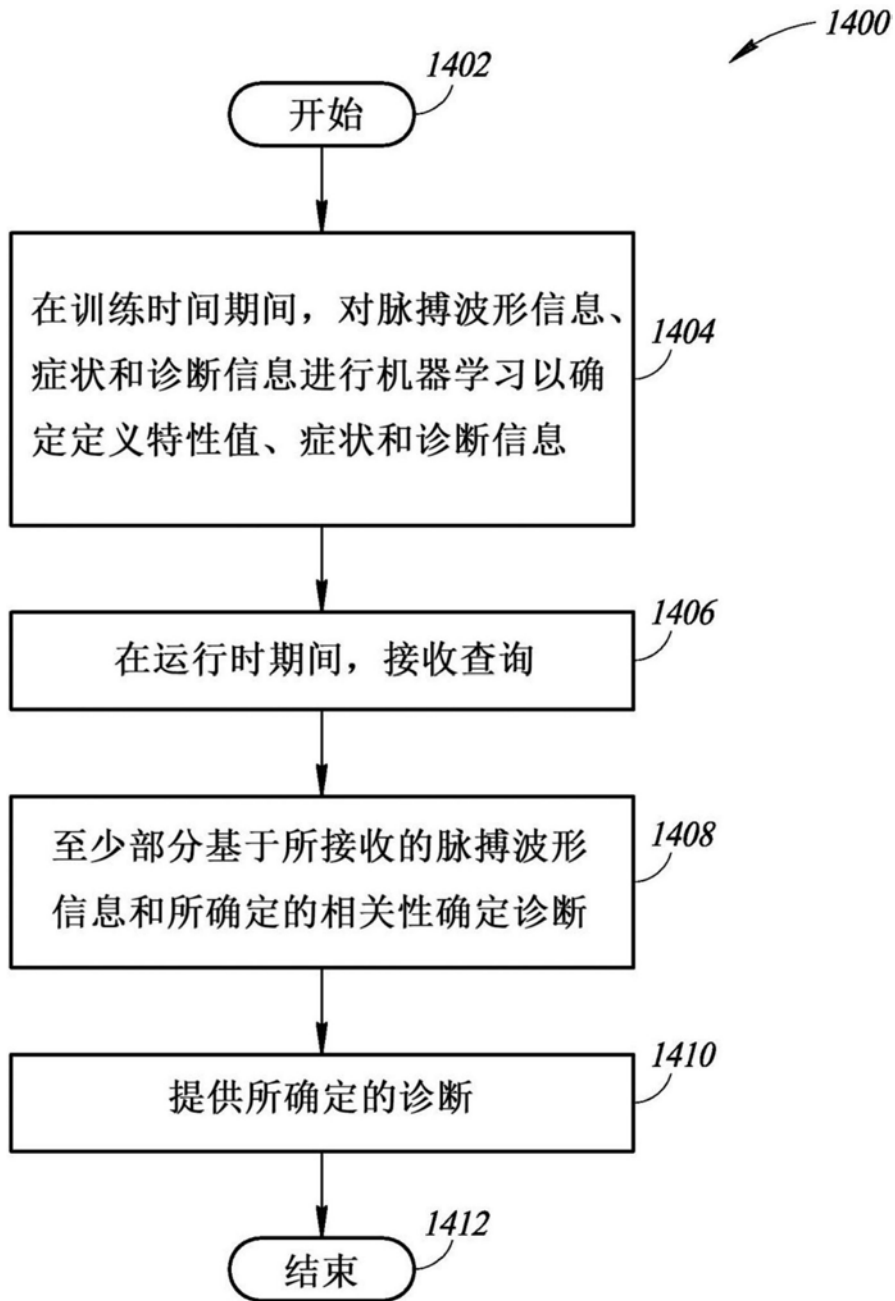


图14

专利名称(译)	至少部分基于脉搏波形的自动诊断		
公开(公告)号	<a href="#">CN107205671A</a>	公开(公告)日	2017-09-26
申请号	CN201580053598.3	申请日	2015-08-21
[标]发明人	托马斯艾德里安弗内斯三世 罗斯梅尔维尔 罗伯特多恩 布莱恩帕尔		
发明人	托马斯·艾德里安·弗内斯三世 罗斯·梅尔维尔 罗伯特·多恩 布莱恩·帕尔		
IPC分类号	A61B5/024 A61B5/026 A61B5/00 G06F19/00		
CPC分类号	A61B5/7246 A61B5/0004 A61B5/024 A61B5/02438 A61B5/026 A61B5/0402 A61B5/6824 A61B5/6826 A61B5/7225 A61B5/7264 A61B5/7275 A61B5/7278 A61B5/7475 G16H50/20		
代理人(译)	谢攀		
优先权	62/040990 2014-08-22 US		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

前端系统采集诊断相关信息或数据，包括脉搏波形信息，以及可选的定时信息、症状信息和/或诊断信息。一个或多个感测器或传感器以一致的方式在各种受试者和从业者中检测脉搏波形。后端系统存储通常针对大量受试者和从业者的诊断相关信息和诊断信息。后端系统基于所提交的查询或请求生成系统生成的诊断和/或建议的治疗措施。后端系统能够有利地使用机器学习技术从大量从业者、例如传统中医提交的大量样本中识别脉搏波形的定义特性或特征与诊断之间的相关性。后端系统还能够能够在识别相关性中采用主要和/或次要症状。

