



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108885500 A

(43)申请公布日 2018. 11. 23

(21)申请号 201780021222.3

(22)申请日 2017.04.07

(30)优先权数据

2016-077692 2016.04.07 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.09.28

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2017/014570 2017.04.07

(87)PCT国际申请的公布数据

W02017/175867 JA 2017.10.12

(71)申请人 国立研究开发法人科学技术振兴机构

地址 日本埼玉县

(72)发明人 馆进 仲谷正史 佐藤克成

南泽孝太 梶本裕之

(74)专利代理机构 北京同达信恒知识产权代理有限公司 11291

代理人 黄志华 洪秀川

(51)Int.Cl.

G06F 3/01(2006.01)

B25J 13/02(2006.01)

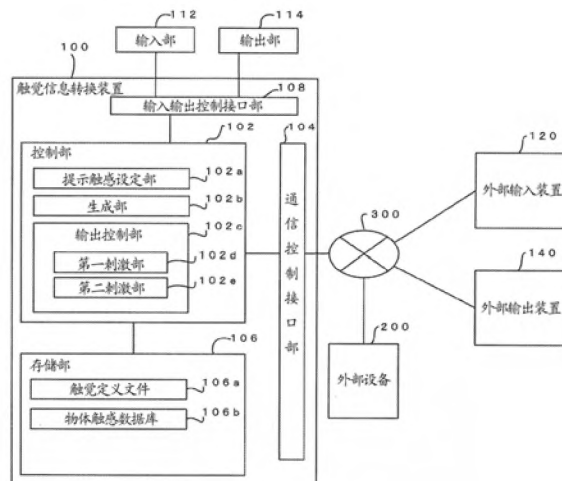
权利要求书3页 说明书33页 附图25页

(54)发明名称

触觉信息转换装置、触觉信息转换方法、及触觉信息转换程序

(57)摘要

本发明特征在于,为了向能够输出包含电力、力、温度、振动及/或时空的物理量的输出部侧提供触觉信息,根据作为提示目的的触感,选择物理量中的至少两个以上的多个物理量,并且基于选择的物理量,生成用于提示规定的触感的触觉信息,将生成的触觉信息向输出部侧输出。



1. 一种触觉信息转换装置,其为了向输出部侧提供触觉信息而至少具备控制部,所述输出部侧能够输出至少包含电力并包含力、温度、振动及/或时空在内的物理量,

其特征在于,

所述控制部具备:

生成部,其根据作为提示目的的触感,选择所述物理量中的至少两个以上的多个物理量,并且基于选择的物理量,生成用于提示规定的所述触感的触觉信息;及

输出控制部,其将通过所述生成部生成的所述触觉信息向所述输出部侧输出。

2. 根据权利要求1所述的触觉信息转换装置,其特征在于,

所述物理量中的电力的输出是接触感受器的电刺激提示。

3. 根据权利要求1或2所述的触觉信息转换装置,其特征在于,

所述触感是心理质感。

4. 根据权利要求1~3中任一项所述的触觉信息转换装置,其特征在于,

所述身体是手指。

5. 根据权利要求3所述的触觉信息转换装置,其特征在于,

所述心理质感是根据由人体的多个不同的触觉感受器得到的信息而在脑内汇总认知的心理量。

6. 一种输入装置,其特征在于,

具备权利要求1~5中任一项所述的触觉信息转换装置。

7. 根据权利要求6所述的输入装置,其特征在于,

所述输入装置在表层至少具备多点分布型压觉计测传感器,在中间层至少具备温冷感计测传感器,在下层至少具备振动感计测传感器。

8. 一种发送装置,其特征在于,

具备权利要求1~5中任一项所述的触觉信息转换装置。

9. 一种存储装置,其特征在于,

具备权利要求1~5中任一项所述的触觉信息转换装置。

10. 一种服务器装置,其特征在于,

具备权利要求1~5中任一项所述的触觉信息转换装置。

11. 一种接收装置,其特征在于,

具备权利要求1~5中任一项所述的触觉信息转换装置。

12. 一种输出装置,其特征在于,

具备权利要求1~5中任一项所述的触觉信息转换装置。

13. 根据权利要求12所述的输出装置,其特征在于,

所述输出装置在表层至少具备基于多点电触觉刺激的分布型压力提示部,在中间层至少具备基于珀耳帖元件的高速驱动型温冷感提示部,在下层至少具备宽频带的振动提示部。

14. 一种交互式操作系统,其具备权利要求1~5中任一项所述的触觉信息转换装置,使用由操作者操作的机器人示教装置向机器人示教动作,其特征在于,

所述机器人具有:

手指部,其用于把持物体;

物体检测部,其配置于所述手指部,检测所述物体或所述物体的性状,生成物体检测信息;及

机器人驱动装置,其使所述机器人驱动,

所述机器人示教装置具有物体检测感觉提供部,该物体检测感觉提供部基于从所述机器人传送来的所述物体检测信息,根据由所述触觉信息转换装置转换后的触觉信息,向所述操作者提供对应的触感。

15. 一种触觉信息转换方法,其在触觉信息转换装置中被执行,该触觉信息转换装置为了向输出部侧提供触觉信息而至少具备控制部,所述输出部侧能够输出至少包含电力并包含力、温度、振动及/或时空在内的物理量,

其特征在于,

所述触觉信息转换方法包括在所述控制部被执行的生成步骤和输出控制步骤,

在所述生成步骤中,根据作为提示目的的触感,选择所述物理量中的至少两个以上的多个物理量,并且基于选择的物理量,生成用于提示规定的所述触感的触觉信息,

在所述输出控制步骤中,将通过所述生成步骤生成的所述触觉信息向所述输出部侧输出。

16. 一种触觉信息转换程序,其是为了向输出部侧提供触觉信息而用于使计算机执行的程序,所述输出部侧能够输出至少包含电力并包含力、温度、振动及/或时空在内的物理量,

其特征在于,

所述触觉信息转换程序用于使计算机执行:

根据作为提示目的的触感,选择所述物理量中的至少两个以上的多个物理量,并且基于选择的物理量,生成用于提示规定的所述触感的触觉信息的生成步骤;及

将通过所述生成步骤生成的所述触觉信息向所述输出部侧输出的输出控制步骤。

17. 一种触觉信息转换装置,其为了向输出部侧提供触觉信息而至少具备控制部,所述输出部侧能够输出包含电力、力、温度、振动及/或时空在内的物理量,

其特征在于,

所述控制部具备:

生成部,其根据作为提示目的的触感,选择所述物理量中的至少一个物理量,基于选择的物理量,生成用于提示规定的所述触感的触觉信息;及

输出控制部,其将通过所述生成部生成的所述触觉信息向所述输出部侧输出,

所述生成部根据作为所述提示目的的触感,与基于力的粗糙/平滑轴、基于振动的软硬轴、及基于温度的干湿轴中的至少两轴建立对应地选择所述物理量。

18. 根据权利要求17所述的触觉信息转换装置,其特征在于,

所述生成部对于触感已知的样品,通过将由所述检测部检测到的所述物理量和该触感与所述至少两轴的映射建立对应地进行更新来进行学习。

19. 一种触觉信息转换装置,其为了得到触觉信息,至少具备检测部和控制部,其特征在于,

所述检测部能够检测包含力、温度、振动及/或时空在内的物理量,

所述控制部基于由所述检测部检测到的所述物理量,与基于力的粗糙/平滑轴、基于振

动的软硬轴、及基于温度的干湿轴中的至少两轴建立对应,由此获取用于提示对应的触感的所述触觉信息。

20. 根据权利要求19所述的触觉信息转换装置,其特征在于,

所述控制部对于触感已知的样品,通过更新将由所述检测部检测到的所述物理量与该触感建立了对应的所述至少两轴的映射来进行学习。

## 触觉信息转换装置、触觉信息转换方法、及触觉信息转换程序

### 技术领域

[0001] 本发明涉及触觉信息转换装置、触觉信息转换方法及触觉信息转换程序。

### 背景技术

[0002] 以往,开发出对于现实或假想的物体向使用者提示触觉的触觉提示器件。

[0003] 例如,在专利文献1中,公开了一种笔型的力觉提示装置,在使用者把持时指尖接触的 movable 部处,进行往复移动、摆动、倾斜移动、旋转等动作,由此向指尖提示本体感受。

[0004] 另外,在非专利文献1中,公开了以压力、振动、温度为要素触觉来生成触觉映射,合成这些要素触觉来提示任意的触觉的触觉提示装置。

[0005] 另外,在非专利文献2中,公开了在实际环境下的指描动作时,使设置于指甲侧的振子振动,来提示假想性的凹凸感的技术。

[0006] 在先技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本特开2010-287221号公报

[0009] 非专利文献

[0010] 非专利文献1:近井学“新的触角提示装置的研究”长冈技术科学大学博士论文,国立大学法人长冈技术科学大学,2014年3月25日,13102甲第702号,URL:<http://hdl.handle.net/10649/719>

[0011] 非专利文献2:安藤英由树、渡边淳司、稻见昌彦、杉本麻树、前田太郎“Augmented Reality用的指甲佩戴型触觉显示器的研究”,电子信息通信学会论文志,电子信息通信学会,2004年11月1日,Vol.J87-D2, No.11, pp.2025-2033

### 发明内容

[0012] 发明的概要

[0013] 发明要解决的问题

[0014] 然而,以往的触觉提示器件是为了提示各个触感而特殊化的特定的技术,存在例如无法将由拟声表现那样的任意的触感选择输出这样的问题。

[0015] 例如,在专利文献1中,虽然通过往复移动、摆动、倾斜移动、旋转等动作能够提示本体感受,但是在它们的组合中,存在无法提示多样的皮肤感觉或触感这样的问题点。而且,在非专利文献1中,虽然以压力、温度、振动这3轴生成触觉映射而想要提示任意的触觉,但是在它们的组合中,存在提示黏糊感或软粘感等触感的情况在原理上无法实现的问题。而且,在非专利文献2中,虽然在物体的指描时从指甲上施加振动刺激,由此使指腹部生成适当的冲激刺激而能够使凹凸的边缘感觉再现,但是其为使皮肤触觉信息中的凹凸感特殊化的提示方法,存在无法提示多样的触感的问题点。

[0016] 本发明是鉴于上述的问题点而做出,提供一种对任意的触感进行提示或传感而能够通用地使用的触觉信息转换装置、触觉信息转换方法、及触觉信息转换程序。

[0017] 用于解决问题的方案

[0018] 为了实现这样的目的,本发明的触觉信息转换装置为了向输出部侧提供触觉信息而至少具备控制部,所述输出部侧能够输出至少包含电力并包含力、温度、振动及/或时空的物理量,所述触觉信息转换装置的其特征在于,所述控制部具备:生成部,其根据作为提示目的的触感,选择所述物理量中的至少两个以上的多个物理量,基于选择的物理量,生成用于提示规定的所述触感的触觉信息;及输出控制部,其将通过所述生成部生成的所述触觉信息向所述输出部侧输出。

[0019] 另外,本发明的触觉信息转换装置以上述的触觉信息转换装置为基础,其特征在于,所述物理量中的电力的输出是接触感受器的电刺激提示。

[0020] 另外,本发明的触觉信息转换装置以上述的触觉信息转换装置为基础,其特征在于,所述触感是心理质感。

[0021] 另外,本发明的触觉信息转换装置以上述的触觉信息转换装置为基础,其特征在于,所述生成部在提示基于力的时间变化的触感时,至少选择电力及时空的所述物理量,并基于选择的物理量,生成用于提示规定的所述触感的触觉信息。

[0022] 另外,本发明的触觉信息转换装置以上述的触觉信息转换装置为基础,其特征在于,所述生成部在从非接触状态向接触状态的转变过程或身体的位移过程中,以施加比硬表面时强的电力、力或振动的刺激、或者比硬表面时大面积的电力、力或振动的刺激的方式生成所述触觉信息,所述输出控制部基于由所述生成部生成的所述触觉信息,来提示柔软的心理质感。

[0023] 另外,本发明的触觉信息转换装置以上述的触觉信息转换装置为基础,其特征在于,所述生成部在从接触状态向非接触状态的转变过程或身体的位移过程中,以施加比硬表面时强的电力、力或振动的刺激、或者比硬表面时大面积的电力、力或振动的刺激的方式生成所述触觉信息,所述输出控制部基于由所述生成部生成的所述触觉信息,来提示发粘的心理质感。

[0024] 另外,本发明的触觉信息转换装置以上述的触觉信息转换装置为基础,其特征在于,所述身体是手指。

[0025] 另外,本发明的触觉信息转换装置以上述的触觉信息转换装置为基础,其特征在于,所述心理质感是根据由人体的多个不同的触觉感受器得到的信息而在脑内汇总认知的心理量。

[0026] 另外,本发明的输入装置的特征在于,具备上述的触觉信息转换装置。

[0027] 另外,本发明的输入装置以上述的输入装置为基础,其特征在于,在表层至少具备多点分布型压觉计测传感器,在中间层至少具备温冷感计测传感器,在下层至少具备振动感计测传感器。

[0028] 另外,本发明的发送装置的特征在于,具备上述的触觉信息转换装置。

[0029] 另外,本发明的存储装置的特征在于,具备上述的触觉信息转换装置。

[0030] 另外,本发明的服务器装置的特征在于,具备上述的触觉信息转换装置。

[0031] 另外,本发明的接收装置的特征在于,具备上述的触觉信息转换装置。

[0032] 另外,本发明的输出装置的特征在于,具备上述的触觉信息转换装置。

[0033] 另外,本发明的输出装置以上述的输出装置为基础,其特征在于,在表层至少具备

基于多点电触觉刺激的分布型压力提示部,在中间层至少具备基于珀耳帖元件的高速驱动型温冷感提示部,在下层至少具备宽频带的振动提示部。

[0034] 另外,本发明的交互式操作系统具备上述的触觉信息转换装置,使用由操作者操作的机器人示教装置向机器人示教动作,其特征在于,所述机器人具有:手指部,其用于把持物体;物体检测部,其配置于所述手指部,检测所述物体或所述物体的性状,生成物体检测信息;及机器人驱动装置,其使所述机器人驱动,所述机器人示教装置具有物体检测感觉提供部,该物体检测感觉提供部基于从所述机器人传送来的所述物体检测信息,根据由所述触觉信息转换装置转换后的触觉信息,向所述操作者提供对应的触感。

[0035] 另外,本发明的触觉提示方法在触觉信息转换装置中被执行,该触觉信息转换装置为了向输出部侧提供触觉信息而至少具备控制部,所述输出部侧能够输出至少包含电力并包含力、温度、振动及/或时空的物理量,所述触觉信息转换方法的特征在于,包括在所述控制部被执行的生成步骤和输出控制步骤,在所述生成步骤中,根据作为提示目的的触感,选择所述物理量中的至少两个以上的多个物理量,并基于选择的物理量,生成用于提示规定的所述触感的触觉信息,在所述输出控制步骤中,将通过所述生成步骤生成的所述触觉信息向所述输出部侧输出。

[0036] 另外,本发明的触觉信息转换程序是为了向输出部侧提供触觉信息而用于使计算机执行的程序,所述输出部侧能够输出至少包含电力并包含力、温度、振动及/或时空的物理量,所述触觉信息转换程序的其特征在于,所述触觉信息转换程序用于使计算机执行:根据作为提示目的的触感,选择所述物理量中的至少两个以上的多个物理量,并基于选择的物理量,生成用于提示规定的所述触感的触觉信息的生成步骤;及将通过所述生成步骤生成的所述触觉信息向所述输出部侧输出的输出控制步骤。

[0037] 另外,本发明的触觉信息转换装置为了向输出部侧提供触觉信息而至少具备控制部,所述输出部侧能够输出包含电力、力、温度、振动及/或时空的物理量,所述触觉信息转换装置的其特征在于,所述控制部具备:生成部,其根据作为提示目的的触感,选择所述物理量中的至少一个物理量,基于选择的物理量,生成用于提示规定的所述触感的触觉信息;及输出控制部,其将通过所述生成部生成的所述触觉信息向所述输出部侧输出,所述生成部根据作为所述提示目的的触感,与基于力的粗糙/平滑轴、基于振动的软硬轴、及基于温度的干湿轴中的至少两轴建立对应地选择所述物理量。

[0038] 另外,本发明的触觉信息转换装置以上述的触觉信息转换装置为基础,其特征在于,所述生成部对于触感已知的样品,通过将由所述检测部检测到的所述物理量和该触感与所述至少两轴的映射建立对应地进行更新来进行学习。

[0039] 另外,本发明的触觉信息转换装置为了得到触觉信息,至少具备检测部和控制部,其特征在于,所述检测部能够检测包含力、温度、振动及/或时空的物理量,所述控制部基于由所述检测部检测到的所述物理量,与基于力的粗糙/平滑轴、基于振动的软硬轴、及基于温度的干湿轴中的至少两轴建立对应,由此获取用于提示对应的触感的所述触觉信息。

[0040] 另外,本发明的触觉信息转换装置以上述的触觉信息转换装置为基础,其特征在于,所述控制部对于触感已知的样品,通过更新将由所述检测部检测到的所述物理量与该触感建立了对应的所述至少两轴的映射来进行学习。

[0041] 发明效果

[0042] 通过本发明,能够获取如下效果:根据作为提示目的的触感,以至少包含电力并包含力、温度、振动及/或时空的物理量为基础来生成触觉信息,为了向能够输出的输出部侧提供触觉信息,而输出所生成的触觉信息,因此起到能够提示任意的触感而通用地使用。特别是起到如下效果:能够提示在基于驱动部的往复移动或旋转运动等中无法再现的皮肤感觉,或通过压力、温度、振动无法再现的软粘感或黏糊感等心理质感等多样的触感。

[0043] 另外,通过本发明,根据作为提示目的的触感,以包含电力、力、温度、振动及/或时空的物理量为基础来生成触觉信息时,为了向能够输出的输出部侧提供触觉信息,根据作为提示目的的触感,与基于力的粗糙/平滑轴、基于振动的软硬轴、及基于温度的干湿轴中的至少两轴建立对应地选择物理量,因此起到能够提示例如拟声地图上的各种任意的触感而通用地使用这样的效果。而且,反之通过将输出与输入替换,基于检测部的物理量,与基于力的粗糙/平滑轴、基于振动的软硬轴、及基于温度的干湿轴中的至少两轴建立对应,由此也能够传感例如拟声地图上的各种触感。

### 附图说明

[0044] 图1是表示使手指接触而在物体上滑动或者静止而分离时的各细胞的反应的示意图。

[0045] 图2是示意性地表示将“力”、“振动”及“温度”这3基础合成而对生理空间的触觉7基础进行刺激的第二方法的图。

[0046] 图3是表示在粗度轴、硬度轴、湿润轴这3轴的映射中定位有各种拟声的心理质感映射的一例的图。

[0047] 图4是在物理空间中,示意性地表示基于“力”、“振动”、“温度”、及“电力”这4基础进行合成,使心理空间的各种触感再现的本实施方式的方法的图。

[0048] 图5是表示包含本发明的实施方式的触觉信息转换装置的触感提示系统的结构的一例的框图。

[0049] 图6是表示基于触觉基色原理的一体型触觉计测模块的结构的立体图。

[0050] 图7是表示基于触觉基色原理的一体型触觉传送模块的结构的立体图。

[0051] 图8是表示基于幻觉错觉的感觉点的图。

[0052] 图9是表示本申请发明者们开发的上述的称为TELESAR V的远程存在感机器人的手指佩戴型传感器/致动器的外观的图。

[0053] 图10是表示本申请发明者们开发的上述的称为TELESAR V的远程存在感机器人的手指佩戴型传感器/致动器的佩戴时的外观的图。

[0054] 图11是表示本实施方式的触感提示系统的触觉信息转换处理的一例的流程图。

[0055] 图12是表示本实施方式的触感提示系统的触觉信息转换装置100的多点刺激处理的一例的流程图。

[0056] 图13是表示本实施方式的触感提示系统的远距离触感传送处理的一例的流程图。

[0057] 图14是表示基于通过机械学习等而获取的范畴信息的转换表格等,将传感器等的输入信息分类成触感范畴信息,基于分类的触感范畴信息,将多个物理量合成而进行提示输出时的功能概念结构的图。

[0058] 图15是示意性地表示触碰了硬表面、软表面、粘表面时的接触面或压力的变化的



图。

[0059] 图16是示意性地表示触碰了硬表面、软表面、粘表面时产生了大变形的情况的接触面或压力的变化的图。

[0060] 图17是表示相对于手指的位移量的硬表面、软表面、粘表面的接触面积的变化图。

[0061] 图18是从指尖侧示意性地表示本实施例1的实验1中使用的实验装置的结构图。

[0062] 图19是表示将本实施例1的实验1中使用的实验装置向手指佩戴之前的状态和佩戴后的状态的照片图。

[0063] 图20是表示在本实施例1的实验1中,为了提示柔软感而使用的实验条件(按压(Press)条件)的图。

[0064] 图21是表示在本实施例1的实验1中,为了提示粘着感而使用的实验条件(放开(Release)条件)的图。

[0065] 图22是表示本实施例1的实验1的主观评价实验结果的图。

[0066] 图23是表示将本实施例1的实验2中使用的实验装置佩戴于手指的状态的照片图。

[0067] 图24是表示本实施例1的实验2的实验条件(按压条件)的图。

[0068] 图25是表示本实施例1的实验例2的实验条件(放开条件)的图。

[0069] 图26是表示本实施例1的实验2的主观评价实验结果的图。

[0070] 图27是表示将电刺激矩阵与机械刺激矩阵组合后的高密度提示器件的结构例的图。

[0071] 图28是表示上述的拟声地图(图3)的实施例1(轴1)的范围的图。

[0072] 图29是表示由水平方向的阻力表示的触感表现的范围的图。

[0073] 图30是表示实验使用的器件的图。实验器件等的详情内容请参照在先见解(Kajimoto, et al.1999, Sato et al.2010)。

[0074] 图31是表示“粗涩感”“不平感”“干涩感”的再现实验的结果的图。

[0075] 图32是表示通过阻力和温度而再现的触觉表现的范围的图。

[0076] 图33是表示实验使用的器件和振动波形的图。

[0077] 图34是表示“光滑”“光溜”“滑润”“滑腻”的再现实验的结果的图。

[0078] 图35是对表示心理空间的拟声地图和由力、振动、温度这3轴表示的物理空间的刺激映射进行表示的图。

[0079] 图36是表示本实施例2的实验装置(珀耳帖元件)的结构图。

[0080] 图37是表示本实施例2的实验环境和珀耳帖元件的佩戴例的图。

[0081] 图38是示意性地表示从指尖侧观察手指时的施加温度刺激(Thermal stimulus)的位置的图。

[0082] 图39是表示本实施例2的实验结果的坐标图。

[0083] 图40是表示本实施例2的实验2的实验装置的图。

[0084] 图41是示意性地表示从指尖侧观察手指时的施加温度刺激(Thermal stimulus)的位置的图。

[0085] 图42是表示温刺激时的本实施例2的实验2的实验结果的坐标图。

[0086] 图43是表示冷刺激时的本实施例2的实验2的实验结果的坐标图。

[0087] 图44是通过本实验3 (a. 接触的有无+温度刺激) 而表示对于接触的温度感觉的偏差的图。

[0088] 图45是通过本实验3 (b. 振动刺激的有无+温度刺激) 而表示对于振动的温度感觉的偏差的图。

### 具体实施方式

[0089] 以下,基于附图,详细说明本发明的本实施方式的触觉信息转换装置、触觉信息转换方法、及触觉信息转换程序、以及记录介质的实施方式。需要说明的是,没有通过该实施方式来限定本发明。例如,在以下的实施方式中,虽然关于与传感器等输入部或输出触觉刺激等的输出部连接的例子而说明本发明的触觉信息转换装置的功能,但是本发明并不局限于此,例如可以构成作为与输入部或输出部不直接连接的独立的服务器装置等功能。除此之外,也可以将本发明构成作为输入装置、发送装置、存储装置、接收装置或输出装置等的一部分,或者作为设置在这些装置间的转换装置。

[0090] [本实施方式的概要]

[0091] 以下,为了说明本发明的实施方式的概要,首先说明设计本发明的实施方式的背景及概要,然后,详细说明本实施方式的结构及处理等。需要说明的是,本实施方式的概要表示设计本发明的实施方式的背景及概要,没有限定本发明。

[0092] 作为设计了本发明的实施方式的背景,以往,已知人类的感觉分为“特殊感觉”和“体性感觉”。特殊感觉(specific sensation)如果为视觉则是指眼球,如果为听觉则是指耳朵等那样对应的特别的感觉器存在的感觉。例如,“加速度”这样的感觉在对应于耳朵,特别是耳朵中的作为前庭的三半规管、椭圆囊、球囊这样的感觉器的意思下被分类成特殊感觉。

[0093] 另一方面,体性感觉(somatic sensation)是体节性的感觉这样的意思,大致划分的话,分为由皮肤得来的皮肤感觉(cutaneous sensation)和由内部的肌肉或腱得来的姿势或运动的感觉即本体感受(proprioception)。需要说明的是,本体感受也称为自己感受感觉。

[0094] 广义的“触觉”是指上述皮肤感觉和本体感受这样的体性感觉的整体,在本实施方式中称为“触觉”时是指广义的触觉。需要说明的是,狭义的“触觉”本来仅是指包含温、冷、痛等多样的感觉的皮肤感觉中的接触觉或压觉。该接触觉或压觉对应于处于皮肤之中的默克尔细胞、梅斯纳氏小体、环层小体或鲁菲尼终末等感觉器。并且,在皮肤整体凹陷或被拉拽的情况下,该变形或振动向感觉器传递而产生感觉。

[0095] 另外,所谓主动的触觉为,通过自身使身体移动并接触,从而不仅是皮肤被刺激而引起的、还有肌肉的肌梭、腱的高尔基感受器等感觉感受器被刺激而引起的本体感受的汇总的感觉。因此,广义上的触觉可以称为,不仅包括与一个感觉器对应的是否接触这样的单纯的感觉,而且连本体感受也包含在内的大范围的感觉的汇总。作为一例,说明人类通过广义的触觉来识别某物体,例如铁球的过程。首先通过接触而人类获知形状,但不是直接用手触摸,而是在手指戴上厚的手套,即使经由其来触摸铁球,根据臂、手、手指的关节如何移动,成为什么样的形态的信息,能够推测为“球”。如据此也能够推测那样,大致的形状的识别不仅通过皮肤,也通过肌梭或高尔基感受器等本体感受。而且,除了大致的形状之外,由

本体感受也能得来感觉到硬度或弹簧那样的斥力,或者在水中挥动手臂时的阻力感等感觉等。

[0096] 皮肤感觉是识别更细的称为“纹理”(质感)的表面的细微的形状图案的感觉。该感觉在戴上厚手套的状态下不会产生,通过皮肤直接接触的情况至关重要。该感觉通过前述的主动的触觉而识别精度进一步提高。需要说明的是,该固有感受和皮肤感觉成为一体的伴随运动的触觉称为触觉学(触运动感觉:haptic perception,haptics)。仅通过持有并接触的话,虽然无法判别为铁,但是能够识别为其大概为金属是因为除了纹理之外,也受到感觉到温冷的皮肤感觉的影响大。需要说明的是,在以下的本实施方式的说明中,触觉虽然特别是指皮肤感觉,但是并不局限于此,也可以包括本体感受。

[0097] 人类为了传达直接通过手指的表面触摸某物体时的感觉,如果在人类的手指的表面不使与实际的物体完全相同的物体再现,则难以将触觉作为媒介来处理。例如,在视觉的情况下,即使物体的颜色与实际的光谱不同,只要人类的分别担任RGB的3原色的锥体细胞进行相同的灼烧,就能观察为相同颜色,因此使用该原理而在目前的电视机或彩色照片或彩色的印刷物中应用。

[0098] 本申请发明者们考虑了如果与光的三原色同样,关于触觉也存在触觉基色的话,则与视觉的情况同样地应该能够对触觉进行信息媒介化的情况。作为验证触觉基色存在的事实,在人类的触觉中,列举了明确地不同的种类的皮肤感觉器存在的情况。即,与和3原色对应的RGB的锥体细胞同样地,在触觉中也存在与触觉基色对应的默克尔细胞、梅斯纳氏小体、环层小体、鲁菲尼终末等。而且,也存在对温冷痛进行反应的自由神经末梢。作为以往的神经生理学研究的成果,已知有默克尔细胞和鲁菲尼终末检测压力和剪切力,梅斯纳氏小体检测低频振动,环层小体检测高频振动的情况。在此,图1是表示使手指接触而在物体上滑动,或者静止而分离时的各细胞的反应的示意图。横轴是时间,关于各细胞而纵轴表示激励状态。

[0099] 如图1所示,在与物体接触时,默克尔细胞检测压力,梅斯纳氏小体检测低频振动,环层小体检测高频振动,由此通过默克尔细胞意指位移,通过梅斯纳氏小体意指速度,通过环层小体意指加速度而能够感觉。并不局限于图示那样的平坦面,在实际物体中,存在凹凸形状、摩擦、热、弹性这样较多的物理特性。如果考察产生皮肤感觉的状况,则触摸物体时,在皮肤表面产生力、振动、温度变化等,其向皮肤的内侧传递,上述的感觉器进行反应而产生触觉。因此,本申请发明者们考虑到无论物体的凹凸形状、摩擦、热、弹性这样的物理特性如何,只要能够使各感觉器产生与触摸该物体时同样的反应,就如同触摸实际的物体那样使人类产生相同的触觉。即,本申请发明者们考虑到,如果触觉也与视觉同样地使与触觉基色对应的细胞反应,则不用使实际物体再现并提示,仅使其触觉再现就能够与视觉同样地设为信息媒介。

[0100] 这种情况下,为了使感觉器产生相同的灼烧而大体存在两个方法。第一方法是对于生理空间求出基础,通过电刺激使成为基础的感觉器其本身选择性地灼烧的方法。在此,在本实施方式中,“基础”是指结构单位或要素。将电极埋入于全部的感觉器的场所而进行刺激这样的侵袭性的方法不实用,因此可考虑来自皮肤表面的经皮电刺激且选择性地刺激感觉器(例如接触感受器)的方法(例如参照本申请发明者的日本专利第3543097号)。该方法由本申请发明者开发,例如通过阳极刺激而能够仅对梅斯纳氏小体进行选择刺激,通过

阴极的电刺激而经由皮肤电极对默克尔细胞进行刺激,能够传达类似于压觉的感觉。然而,存在无法选择性地刺激环层小体,而且,也无法选择性地刺激温冷的问题。而且,反之即便是本来不产生痛感的刺激,通过电刺激而有时也伴有痛感。因此,第一方法作为直接选择性地刺激成为生理空间的基础的细胞的方法,未达到给予通用性的刺激的程度。

[0101] 第二方法是与以视觉的RGB为基础的方法等价的方法,是通过物理空间选择基础的方式。在此,图2是示意性地表示将“力”、“振动”及“温度”这3基础合成而刺激生理空间的触觉7基础的第二方法的图。由于默克尔细胞和鲁菲尼终末对压力和剪切力进行响应、梅斯纳氏小体对低频振动进行响应、环层小体对高频振动进行响应、自由神经末梢对温、冷、痛进行响应,因此,即使实际上未触摸也能够同样地提示触摸实际物体时的人类的皮肤表面的压力和剪切力、即作为向量力的“力”、从低频至高频的“振动”、“温度”,则人类得到与实际相同的感受。关于力或振动等由于人类的主动的运动而变化的情况较多,但是这种情况下只要追随人类的移动而再现即可。这可以称为与如下方式类似的方式:在视觉中,不使光的全部的光谱再现,仅以与RGB对应的光谱为基础而使用,通过基于该基础的合成,使几乎全部的视觉信息再现。即,本申请发明者考虑到不是将物体具有的凹凸形状、摩擦、热、弹性这样的物理特性全部再现,而是仅以通过与该物体的接触而在皮肤表面产生的、感受器的细胞捕捉的“力”、“振动”、“温度”这三个物理量为基础,记录、传送它们的时间变化,只要根据这些基础进行合成即可。即,本申请发明者们以该第二方法为触觉基色原理的基本方式而推进了开发。

[0102] 在此,在以“力”、“振动”、“温度”为基础的方法中,面向小型化而残留有问题,本申请发明者们考虑到需要进行进一步的仔细研讨。即,“力”的提示由于是力这样的物理量具有的特性,因此在与施加力的点不同的场所,需要准备用于施加力的固定场所(接地)。例如,为了向指腹施加力,不得不使指甲等部分接地,从此处施加力。这样的话,在制作提示装置其本身时,仅在该刺激部位的附近无法完全收纳装置。因此,必然需要比较大的空间,成为使器件小型化时的较大的制约。而且,在一般性的向皮肤表面的力提示中,仍存在能够提示向按压方向的压力,但是无法提示向拉拽方向的力这样的问题。如果无法提示拉拽方向的力,则难以进行例如粘粘感等的由拟声表现的多样的心理质感的提示。在此,图3是表示在粗度轴、硬度轴、湿润轴这3轴的映射中定位了各种拟声的心理质感映射的一例的图。

[0103] 本发明的一实施方式是,鉴于上述的各种问题,本申请发明者们仔细研讨而设计的方式,除了“力”、“振动”、“温度”这3基础之外,通过还将“电力”包含于基础来实现解决。即,将第一方法与第二方法组合,相互弥补缺点。在此,图4是示意性地表示在物理空间中,基于“力”、“振动”、“温度”及“电力”这4基础进行合成,使心理空间的各种触感再现的本实施方式的方法的图。

[0104] 需要说明的是,本实施方式也可以将“力”全部通过“电力”置换,使4基础中的“力”的参与为零,基于3基础进行合成。而且,本实施方式并不局限于此,也可以还将“时间”及/或“空间”的时空要素加入到基础中。电力在实际的通常的与物体的接触中,除了感觉到静电的特别的情况之外不会产生,但是从明显的物理量出发而为物理空间的基础。

[0105] 该电刺激会产生压觉、振动感、甚至痛感等,因此根据电刺激的施加方式,对于心理空间的5基础的触感带来效果的情况是本实施方式的较大的特征。即,不是基于物理空间的基础而对生理空间的7基础的触觉进行刺激的探讨,本实施方式是将包含电力的物理空

间的多个基础合成而使基于心理空间的5基础的多样的触感再现的探讨。例如,适当地选择包含电力的物理空间的多个基础,并基于选择的物理量,生成用于提示规定的触感的触觉信息,由此能够使通过拟声来表现的心理质感再现,换言之,使根据人体的多个不同触觉感受器得到的信息而在脑内汇总认知的心理量再现。由此,与仅是刺激触觉的以往的手法不同,能够进行使基于多模态(多感觉形式)的触知性发动的触感提示。关于提示通过拟声表现的心理质感的具体的手法在后文叙述。

[0106] 根据本发明的一实施方式,特别是施加软硬、干湿等感觉,能够大幅地扩宽以往的仅能够通过力、振动、温度来提示的感觉的范围。而且,在难以提示力的情况下,可以通过电力来代替力的提示,因此能够制作小型化的多模态(多感觉形式)的器件。将基于该包含电力的物理空间的多个基础进行合成而提示触感的情况是本实施方式的较大的特征之一。

[0107] 需要说明的是,作为本发明的另外的实施方式,可以不必使用电力。即,根据本发明的另一方式,根据作为提示目的的触感,在以包含电力、力、温度、振动及/或时空(例如,电力、力、温度、振动的、时间上的及/或空间上的变化)的物理量为基础来生成触觉信息的情况下,为了向能够输出的输出部侧提供触觉信息,根据设为提示目的的触感,与基于力的粗糙/平滑轴、基于振动的软硬轴、及基于温度的干湿轴中的至少2轴建立对应,来选择物理量。由此,能够使例如拟声地图上的各种任意的心理触感再现。需要说明的是,如果使用基于力的粗糙/平滑轴、基于振动的软硬轴、及基于温度的干湿轴中的至少2轴的映射,则根据通过检测部检测的力或振动或温度等物理量,也能够传感对应的心理触感。

[0108] 以上是本实施方式的概要。接下来,关于用于实现上述的本发明的实施方式的装置结构或处理的详情的例子,以下进行详细说明。

[0109] [触感提示系统的结构]

[0110] 关于包含触觉信息转换装置的触感提示系统的结构,参照附图进行说明。图5是表示包含本发明的实施方式的触觉信息转换装置的触感提示系统的结构的一例的框图,仅概念性地示出该结构中的与本发明相关的部分。

[0111] 如图5所示,在本实施方式中,触感提示系统将触觉信息转换装置100、各种传感器等外部输入装置120、能够输出物理量的外部输出装置140、服务器等外部设备200经由网络300连接而构成。需要说明的是,在图5中,触觉信息转换装置100、外部输入装置120、外部输出装置140及外部设备200图示出在触感提示系统设置各一台的例子,但是并不局限于此,触感提示系统可以具备多台的各装置。在此,触觉信息转换装置100是个人计算机、服务器用计算机、便携信息终端(平板型电脑等)等。网络300具有将触觉信息转换装置100、外部输入装置120、外部输出装置140、外部设备200相互连接的功能,例如有线或无线的LAN、互联网等。

[0112] 在此,在图5中,外部输入装置120是各种传感器等输入机构。例如,可以是力传感器、振动传感器、温度传感器,而且,可以是凹凸传感器、表面粗糙度传感器、粘贴传感器、摩擦传感器、湿润传感器、热传导传感器、粘弹性传感器、加速度传感器等。作为其理由,是对象物具有凹凸形状、表面粗糙度、摩擦、热传导率、粘性、弹性、惯性、湿润等物理特性的缘故。然而,人类的皮肤感觉器感知的基本上是人类在对象物上使自己的手等移动而与对象物接触,此时产生的在手等产生的力(皮肤的变形)、振动、温度变化,由此得到触感。因此,作为最佳的传感器,是对它们直接进行传感的力传感器、振动传感器、温度传感器。然而,机

机器人手也存在未必具有这些传感器的情况。这种情况下,例如,从加速度传感器转换成力信息或振动信息,或者从表面粗糙度传感器转换成振动信息,或者通过各种传感器的组合进行运算而转换成力、振动、温度。上述的转换在传感器侧进行而通信设为标准的通信的情况为最佳,但是也可以原封不动地通信而通过触觉信息转换进行。

[0113] 在此,外部输入装置120可以是相机、触摸面板、动作传感器等的识别使用者的动作或物体的识别装置。具体而言,外部输入装置120可以通过相机、压力传感器等任意的检测机构来识别人物的身体的动作。例如,外部输入装置120可以利用公知的姿势识别技术、公知的动作传感器等来检测使用者的身体的动作。姿势可以根据物理空间的使用者的位置及动作来得到,可以包括臂或腿的动作、或者静止姿势那样的动态的或静态的任意的使用者的动作。

[0114] 作为本实施方式的一例,在外部输入装置120中,可以是相机那样的捕获器件取入用户图像数据,根据该用户图像数据来识别使用者的姿势(1个或多个)。更具体而言,外部输入装置120可以使用计算机环境,在使用者的三维物理空间中对于通过使用者的姿势进行识别及分析,将解释的使用者的动作数据、解析前原始数据等向触觉信息转换装置100发送。作为一例,外部输入装置120可以是对于手指的形状、身体的姿势、接触部位、接触面积、压力、振动等进行检测的佩戴型传感器。例如,可以使用通过本申请发明者们开发的向指尖传递反力或温度的远程存在系统即TELESAR系统的手套型传感器等的传感技术。在此,如后述的一体型触觉计测模块等那样,外部输入装置120可以具备二维配置的多个力检测传感器或振动产生源、振动检测传感器、温度传感器、计时器等。作为公知的动作识别机构的一例,可以使用微软公司制Kinect传感器或因特尔公司制RealSense传感器等。根据上述公知的传感技术,能够得到全身或手指的骨架动作数据、接触数据等动作数据。需要说明的是,在公知的动作传感器中,使用传感器内置的控制机构来解析人物的动作,或者利用连接的计算机的控制机构来解析人物的动作或属性,但是本实施方式可以为任意,例如,上述解析功能可以通过外部输入装置120的控制机构(处理器等)实现,也可以通过接收到解析前原始数据的触觉信息转换装置100的控制机构实现,或者可以通过两者的控制机构来分散地实现解析功能。此外,可以使用非专利文献2等记载的公知的膜压力传感器等。

[0115] 如上所述,外部输入装置120可以为了根据由相机等拍摄到的图像来识别物体并将与识别到的物体对应的触感设为提示目的而使用,外部输入装置120也可以为了根据使用者的身体的姿势、动作,在适当的时刻提示触觉刺激而使用。此外,外部输入装置120可以为了检测力、振动、温度、它们的时间上的变化、空间上的分布这样时空的变化量等物理量、触觉或触感其本身,并提示根据检测到的物理量、触感或检测到的触觉信息基于学习结果来识别的触感而使用,也可以为了提示检测到的触觉、基于触觉而提示实际的触感而作为用于增补与感觉量的误差的基础数据使用。在此,图6是表示基于触觉基色原理的一体型触觉计测模块的结构立体图。而且,图7是表示基于触觉基色原理的一体型触觉传送模块的结构立体图。

[0116] 在触觉基色原理中,将触觉作为压觉/剪切力(通过默克尔细胞·鲁菲尼终末末感觉)/低频振动感(通过梅斯纳氏小体来感觉)/高频振动感(通过环层小体来感觉)/冷觉/温觉/痛感(分别通过自由神经末梢来感觉)的各要素间的来自时空的关系性的合成来进行捕捉,来实现触觉的分解和合成。如图6及图7所示,本申请发明者们基于该触觉基色原理,开

发出了能够一体地获取并提示力、振动感、冷温觉这各要素的模块。都是长度24mm、宽度12mm、高度6mm,适合于与指腹部接触的尺寸。

[0117] 在图6中作为外部输入装置120的一例而示出的一体型触觉计测模块中,在表层配设32点分布型压觉计测传感器120a,在其下位的中间层配设具有体温提示功能的温冷感计测传感器120b,在更下层配设宽频带的振动感计测传感器120c。

[0118] 另外,在图7中作为外部输出装置140的一例而示出的一体型触觉提示模块中,在表层配设32点电触觉刺激的分布型压力提示部140a,在其下位的中间层配设由4片珀耳帖元件的矩阵构成的高速驱动型温冷感提示部140b。在更下层配置宽频带(HiFi)的振动提示部140c。

[0119] 由此,将到目前为止作为单独的物理特性来捕捉且其传送要求将多个元件组合的力、振动、温度在时空上进行汇总,能够实现具有高临场感的触觉的传送。以往,在实现小型的触觉传送模块时,存在若干的技术问题。首先,以往,在压觉及低频振动感的提示中,通常利用电动机或空气压等致动器,使皮肤产生物理性的力,但是在这样的方法中,不希望一定以上的小型化。于是,在本实施方式中,利用基于经皮电刺激的触觉感受器的选择性的刺激,对于与感觉压觉的默克尔细胞及感觉低频振动感的梅斯纳氏小体相连的神经,从皮肤上电气性地进行刺激,由此能够没有物理性的刺激地自由产生压觉及低频振动感。通过使刺激模式变化,表现出能够分别选择性地刺激压觉/低频振动感的情况。而且,关于刺激电极,利用使用了柔性印制基板的薄型、高密度的电触觉显示器。

[0120] 在人的触感觉特性上,关于压觉的提示,示出如下情况:即使是具有最细微的两点阈限的指尖,以2mm间距也充分。在本实施方式的一体型触觉计测模块中,使用柔性基板,使用与一体型触觉提示模块的电触觉显示器对应的能够进行多点计测的薄型压觉传感器,构成获取高密度、多点的压觉并且进行提示的薄型的传感器及显示器。即,分布型压觉计测传感器120a及分布型压力提示部140a能够实现以3mm以内的间隔形成4行8列的32点的高精度的压觉提示和压觉计测。需要说明的是,该模块通过进行小型化一体化,不仅局限于指尖,也能够适用于人类的体表的任意部分。而且,由于进行基于触觉基色的原理的编码,因此能够进行通用的使用。

[0121] 关于高频振动感的提示,以往开发出较多的振动致动器,但是其大部分将共振频率设定为200Hz左右的人最容易感觉的频带来设计。这对于以低消耗电力来提示强刺激来说有效,但是另一方面,存在不适合于在自然的接触动作中产生的包含多样的振动频率的纤细的触感的提示的问题。因此,在一体型触觉提示模块的振动提示部140c中,为了实现对于振动感提示而言最佳的振动致动器,使用能够在1Hz~1000Hz的宽振动频带下进行平坦的特性下的振动感的提示的小型振动致动器。作为触觉的生理学的见解,已知主要感觉高频振动的环层小体具有1~2cm<sup>2</sup>左右大的感受范围的情况,由此,将振动致动器的尺寸设定为2cm<sup>2</sup>。需要说明的是,关于振动感测定部120c的振动感的获取,确立了使用振动麦克风来获取宽频带的振动的技术,适用了该技术。

[0122] 关于冷温觉的提示,已知在触觉基色原理中,不是再现绝对性的温度而需要使人的皮肤与接触对象之间的热移动再现。因此,温冷感计测传感器120b及温冷感提示部140b具有冷温觉的获取和提示中的双方向性,即获取冷温觉的传感器具有使与人同等的体温再现的作为显示器的功能。而且,在以往的冷温觉传送中,时间响应性低的情况成为问题,但

是通过有效利用人的冷温觉感觉特性,并将多个温度提示元件配置成矩阵状进行控制,由此通过能够进行1Hz左右的温度变化的高速冷温觉提示手法,能够进行时空性地变化的温冷感的传送。

[0123] 再次返回图5,并不局限于上述的一体型触觉提示模块,外部输出装置140是能够输出包含电力、力、温度、振动、时间空间等的物理量的输出部。例如,外部输出装置140可以是将电刺激件、力提示致动器、珀耳帖元件、振动元件等配置成矩阵状而能够时空地输出的输出器件。振子可以是音圈型振子、压电元件或振动电动机。此外,外部输出装置140可以使用公知的电力输出机构、力提示机构、温度提示机构、振动提示机构、时空配置机构,输出上述的物理量。作为一例,外部输出装置140可以如上述的一体型触觉提示模块等那样,具备二维配置的多个按压机构、振动产生机构、发热机构、计时器、接收装置等。例如,可以使用由本申请发明者们开发的向指尖传递反力、温度的远程存在系统即TELESAR系统的物体检测感觉提供技术(例如参照日本特开2013-91114号公报)。

[0124] 需要说明的是,触觉信息转换装置100在未与外部输入装置120或外部输出装置140实时地进行触觉等的输入输出的情况下,不需要始终与网络300连接。例如,触觉信息转换装置100可以在连接确立时,获取存储于外部输入装置120的输入数据,或者从外部输入装置120获取存储于服务器等外部设备200等的输入数据。同样,外部输出装置140可以在进行触感提示时,连接于触觉信息转换装置100、被上传了触觉信息的外部设备200,来获取触觉信息。

[0125] [触觉信息转换装置100的结构]

[0126] 接下来,详细说明本实施方式的触觉信息转换装置100的结构。再次返回图5,图示出表示适用本实施方式的触觉信息转换装置100的结构的一例的框图,以该结构中的与本实施方式相关的部分为中心而概念性地表示。需要说明的是,在本实施方式中,关于触觉信息转换装置100具备输入部112、输出部114等的例子进行说明,但是并不局限于此,可以不具备输入部112、输出部114等,而作为从外部根据要求来生成触觉信息并输出发送的服务器等发挥功能。

[0127] 在图5中,触觉信息转换装置100概略性地具备集中地控制触觉信息转换装置100的整体的处理器(例如CPU)等控制部102、与连接于通信线路等的路由器等通信装置(未图示)连接的通信控制接口部104、与输入部112或输出部114连接的输入输出控制接口部108、及存储各种数据库、表格等的存储部106,上述各部分经由任意的通信路径而能够通信地连接。需要说明的是,各部分可以构成为根据输入部112、输出部114的输入输出的需要而暂时性地经由任意的通信路径能够通信地连接的结构。例如,各部分通过USB存储器等记录介质而能够暂时性地授受触觉信息。

[0128] 存储于存储部106的各种数据库或表格(例如,触觉定义文件106a、物体触感数据库106b等)是使用SRAM(Static Random Access Memory)等构成的小容量高速存储器(例如,闪存)等、或HDD(Hard Disk Drive)、SSD(Solid State Drive)等固定盘装置等存储机构,存储有在各种处理中使用的各种程序、表格、文件、数据库、网页等。

[0129] 其中,触觉定义文件106a是对于提示的两个以上的多个触觉刺激的种类进行定义的触觉定义机构。需要说明的是,触觉定义文件106a可以存储与第一刺激点的时间上及/或空间上的阈值。例如,触觉定义文件106a可以定义第一种类的触觉刺激和第二种类的触觉