

# (12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局

(43) 国际公布日  
2018 年 12 月 27 日 (27.12.2018)



(10) 国际公布号  
**WO 2018/233435 A1**

(51) 国际专利分类号:  
**B25J 9/16** (2006.01) **A61H 1/02** (2006.01)  
**A61F 2/72** (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/088055

(22) 国际申请日: 2018 年 5 月 23 日 (23.05.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:  
201710477543.6 2017年6月20日 (20.06.2017) CN

(71) 申请人: 东南大学 (SOUTHEAST UNIVERSITY)  
[CN/CN]; 中国江苏省南京市江宁区东南大学路2号, Jiangsu 211189 (CN)。

(72) 发明人: 宋爱国 (SONG, Aiguo); 中国江苏省南京市江宁区东南大学路2号, Jiangsu 211189 (CN)。胡旭晖 (HU, Xuhui); 中国江苏省南京市江宁区东南大学路2号, Jiangsu 211189 (CN)。曾洪 (ZENG, Hong); 中国江苏省南京市江宁区东南大学路2号, Jiangsu 211189 (CN)。徐宝国 (XU, Baoguo); 中国江苏省南京市江宁区东南大学路2号, Jiangsu 211189 (CN)。李会军 (LI, Huijun); 中国江苏省南京市江宁区东南大学路2号, Jiangsu 211189 (CN)。

(74) 代理人: 南京瑞弘专利商标事务所 (普通合伙) (NANJING RUIHONG PATENT & TRADEMARK AGENCY (ORDINARY PARTNERSHIP)); 中国江苏省南京市玄武区龙蟠路155号3幢411室, Jiangsu 210000 (CN)。

(54) Title: MULTI-DIMENSIONAL SURFACE ELECTROMYOGRAPHIC SIGNAL BASED ARTIFICIAL HAND CONTROL METHOD BASED ON PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS METHOD

(54) 发明名称: 一种基于主成分分析法的多维表面肌电信号假手控制方法

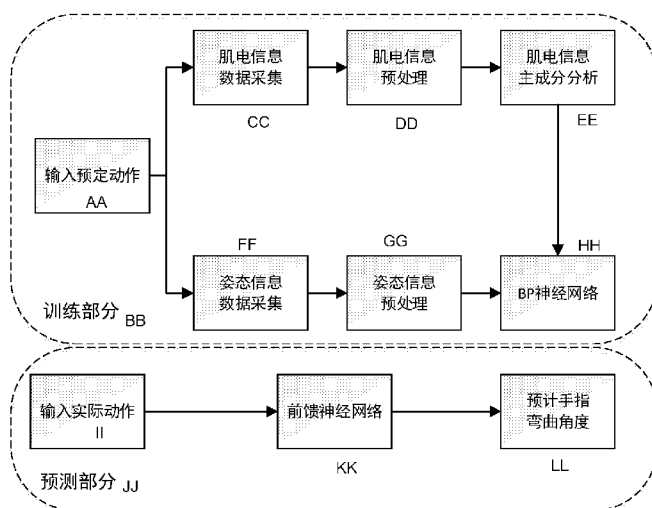


图 1

AA Input a pre-determined action  
BB Training part  
CC Electromyography information data collection  
DD Electromyography information pre-processing  
EE Electromyography information principal component analysis  
FF Attitude information data collection  
GG Attitude information pre-processing  
HH BP neural network  
II Input an actual action  
JJ Prediction part  
KK Feedforward neural network  
LL Predict a bending angle of a finger

(57) Abstract: Disclosed is a multi-dimensional surface electromyographic signal based artificial hand control method based on a principal component analysis method, the control method comprising the following steps: first, an armband provided with a 24-channel array electromyography sensor being worn on a forearm of a subject, and five finger joint attitude sensors being respectively worn on a distal phalanx of a thumb and middle phalanxes of other fingers of the subject; the subject being subjected to independent bending and

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

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

根据细则4.17的声明:

— 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

stretching training of five fingers, and acquiring electromyography sensing array data and finger joint attitude sensor data at the same time; decoupling the electromyography sensing data by using a principal component analysis method to constitute a finger movement training set; after the training is completed, removing the sensors worn on the fingers; carrying out data fitting on the finger movement training set by using a neural network method to build a finger continuous-movement prediction model; and predicting a bending angle of the current finger by using the finger continuous-movement model. The control method can overcome the non-continuity of modal classification of discrete actions, thus ultimately achieving smoother control over an artificial hand.

(57) 摘要: 一种基于主成分分析法的多维表面肌电信号假手控制方法, 包括如下步骤: 首先将设有24通道阵列肌电传感器的臂环佩戴至受试者前臂, 将五个手指关节姿态传感器分别佩戴在受试者拇指的远节指骨和其余手指的中节指骨处; 受试者进行五指独立弯曲伸展训练, 同时采集肌电传感阵列数据与手指关节姿态传感器数据; 使用主成分分析方法对肌电传感数据进行解耦, 组成手指运动训练集; 训练完后将佩戴在手指上的传感器移除; 采取神经网络方法对上述手指运动训练集进行数据拟合, 构建手指连续运动预测模型; 使用手指连续运动模型预测当前手指的弯曲角度。该控制方法能够克服离散动作模态分类的非连贯性, 最终达到对假手更加平滑流畅的控制。

## 一种基于主成分分析法的多维表面肌电信号假手控制方法

### 技术领域

本发明涉及机械手控制方法，尤其涉及一种基于主成分分析法的多维表面肌电信号假手控制方法。

### 背景技术

生机电一体化灵巧操作假肢是一种能与环境、人和其他机器人协同工作的智能交互设备，其通过采集人体的生物电信号，辨识操作者的动作意图。人工假肢的研究可以带动残疾人功能重建康复工程领域的技术创新，延伸和发展装备制造的科学内涵。其科学技术成果可辐射应用到高端医疗装备、生机电一体化智能机器人、危险环境勘查和灾难救援装备、国防装备等有关国计民生的重大领域，具有重要的战略意义。

目前受广泛关注的一种生物电信号是表面肌电信号。由于表面肌电蕴含信息丰富，并且是无创采集，因而收到众多研究人员的青睐。将表面肌电应用于交互领域最成熟的方法是离散手势动作的模式识别，与离散动作的分类相比，关节连续运动估计对实现机器人运动的平滑控制更有价值，但在该方面的公开研究成果相对较少。

由于不同受试者的前臂肌肉发达程度不同、操作习惯不同，往往较难提取出针对所有个体的普适运动规律，

人的手指活动十分复杂，现有研究主要针对孤立手势进行识别，鲜有对手势的连续动作进行识别。本技术使用主成分分析法对手部的复杂肌肉活动进行解耦，能够解析出各手指的连续活动情况，目前尚未有文献对手指的连续运动估计进行研究。

### 发明内容

发明目的：为了解决现有技术存在的不足，本发明提供了一种利用肌电信号识别人体动作意图、基于主成分分析法进行肌电数据解耦，以对手指的连续运动进行有效预测和估计的多维表面肌电信号假手控制方法。

技术方案：本发明的一种基于主成分分析法的多维表面肌电信号假手控制方法，包括如下步骤：

(1) 将设有阵列式肌电传感器的臂环佩戴至受试者前臂，将五个手指关节姿态传感器分别佩戴在受试者拇指的远节指骨和其余手指的中节指骨处；所述阵列式肌电传感器为 24 通道阵列肌电传感器；

(2) 受试者进行五指独立弯曲伸展训练，同时采集肌电传感阵列数据与手指关节姿态传感器数据；

(3) 使用主成分分析方法对肌电传感数据进行解耦，组成该受试者的手指运动训练集；所述手指运动训练集用矩阵表示，矩阵的行数为样本个数，列数为肌电传感器阵列通道数，使用主成分分析法将原 24 维数据降至 5 维；训练完毕后将佩戴在手指上的传感器移除；

(4) 采取神经网络方法对上述手指运动训练集进行数据拟合，构建手指连续运动预测模型；

(5) 使用步骤 (4) 中的手指连续运动模型预测当前手指的弯曲角度。

所述步骤 (2) 中的五指独立弯曲伸展训练具体包括：每根手指重复弯曲伸展动作十次，5 根手指完成一轮动作后，间歇 30 秒，再进行第二组，一共两组；采集训练过程中的肌电信号并进行预处理，间歇时不进行采集；将原始肌电数据用肌肉活跃度表示；所述预处理包括肌电信号的肌肉活跃度表示和归一化处理，以及姿态数据的四元数解算。

所述步骤 (4) 中，使用三层神经网络结构，输入层神经元个数为 5，隐藏层神经元个数为 15，输出层神经元个数为 5；神经网络的隐藏层和输出层的传输函数分别为 Sigmoid 函数和线性函数；使用步骤 (3) 收集的手指运动训练集作为样本进行误差反向传播计算，求解其网络参数。

步骤 (5) 中，预测出当前手指的弯曲角度后，再将手指弯曲的角度变化量转化为电机实际控制量，具体包括如下步骤：

(6.1) 设计假手手指欠驱动控制模型；

(6.2) 通过分析假手手指运动轨迹计算预计手指弯曲角度与步进电机旋转角度的运动方程；

(6.3) 将预计手指弯曲角度代入步骤 (6.2) 的运动方程，得到步进电机输出旋转角；

(6.4) 通过微控制器控制步进电机旋转相应角度。

有益效果：首先，与传统肌电信号的采集控制系统不同，本发明使用可穿戴式肌电臂环和手指关节姿态传感器分别采集受试者的表面肌电信号和手指关节弯曲角度，对肌电传感器电极的位置没有严格要求，在训练时能节省大量调试时间，因此本发明可针对每个训练个体训练出个体神经网络参数，在允许训练时间范围内，显著提高了预测精度；其次，本发明使用主成分分析法对大量的冗余数据进行解耦，拾取与手指关节相关的运动信息，一方面缩短了神经网络的训练时间和运算时间，另一方面也对探索肌电信号与手指连续运动间的联系有了直观的分析；最后，本发明将手指关节连续运动估计应用于

生机电一体化灵巧手控制，提出的手指控制策略具有控制线少、运行稳定、结构简明等优点。

## 附图说明

图 1 为本发明的方法流程图；

图 2 为肌电传感阵列与手指关节姿态传感器的穿戴示意图；

图 3 为本发明中规定的受试者在训练阶段完成的预定动作集；

图 4 为假手手指欠驱动控制方式示意图。

## 具体实施方式

本发明基于主成分分析方法解耦多维表面肌电数据，根据有监督型机器学习的算法架构，主要包括训练部分和预测部分，如图 1 所示。

训练部分包括：

- a. 佩戴肌电传感阵列和手指关节姿态传感器。
- b. 受试者依照预设规定动作进行训练，同时使用计算机采集肌电传感阵列数据与手指关节姿态传感器数据。
- c. 对肌电传感阵列数据与手指关节姿态传感器数据进行预处理，包括肌电信号的肌肉活跃度表示和归一化处理、姿态数据的四元数解算等信号处理流程。
- d. 将上述数据封装为矩阵形式作为神经网络的训练样本，使用误差反向传播算法（BP 神经网络）计算神经网络的各个连接权值。得到的前馈神经网络即为手指连续运动预测模型。

预测部分包括：

- a. 佩戴肌电传感阵列。
- b. 每 10ms 执行一次前馈神经网络的运算。将 24 维肌电数据用一列向量表示，然后与主成分分析变换矩阵相乘得到一 5 维列向量。将该列向量代入训练完毕的神经网络模型进行计算，得到预计手指弯曲角度。
- c. 利用神经网络计算出预计手指弯曲角度后，再将手指弯曲的角度变化量转化为电机实际控制量。

下面结合实施例和附图对本发明的技术方案作进一步详细说明。

本实施例作为优选方案，具体包括以下步骤：

（1）将 24 通道阵列肌电传感器和五个手指关节姿态传感器穿戴正确，以下给出传感器的穿戴方法：

（1.1）受试者呈坐姿，上臂肌肉呈放松状态；受试者前臂水平，腕部呈放松状态；其目的是尽可能降低上臂、腕部等其他附加动作产生的肌电信号与手部动作产生的肌电

信号相互混叠；

(1.2) 针对不同受试者的前臂尺寸，设计肌电传感阵列臂环；该臂环通过调整松紧程度可使肌电传感阵列紧贴皮肤表面，防止传感器表面电极与皮肤发生移位或分离，如图 2 (a) 和 3 (b) 所示；

(1.3) 将手指关节姿态传感器分别佩戴在拇指的远节指骨和其余手指的中节指骨处，如图 2 (a) 和 3 (b) 所示。

(2) 受试者依照预设规定动作进行训练，同时使用计算机采集肌电传感阵列数据与手指关节姿态传感器数据，具体包含如下步骤：

(2.1) 指导受试者进行五根手指的独立弯曲伸展训练，每根手指重复弯曲伸展动作十次，5 根手指完成一轮动作后，间歇 30 秒，再进行第二组，一共两组，如图 3 所示；

(2.2) 在训练开始到训练结束期间，使用 1KHz 的采样率对该时间段进行肌电信号采样，然后分别使用 25Hz 和 4Hz 的 Butterworth 滤波器进行高通和低通滤波，最后使用均值滤波法获得采集频率为 100Hz 的肌电信号预处理原始数据；

(2.3) 使用 100Hz 的采集频率读取手指关节姿态传感器的三轴加速度计、陀螺仪数据，然后使用四元数姿态解算算法获得三轴姿态角数据。使用反应手指弯曲角度的其中一维数据作为手指实际弯曲角度的反馈数据。训练完毕后将佩戴在手指上的传感器移除。

(3) 使用主成分分析方法对肌电传感数据进行解耦，组成该受试者的手指运动训练集；主成分分析法 (Principle Component Analysis) 使用正交变换，将一组线性相关的向量组变为一组线性无关的向量组；主成分用向量表示，其个数小于等于原矩阵中列向量的个数。具体包含如下步骤：

(3.1) 对步骤 (2.1) 中采集到的肌电数据做归一化处理，具体方法是：首先计算出训练样本中同一维数据的均值和标准差，然后将位于同一维的原始数据减去该均值，再除以该标准差；公式为：

$$\begin{aligned}\bar{X}_j &= \frac{\sum_{i=1}^m x_j^i}{m} \\ \sigma &= \frac{\sum_{i=1}^m (x_j^i - \bar{X}_j)^2}{m} \\ x_j^{norm(i)} &= \frac{x_j^i - \bar{X}_j}{\sigma}\end{aligned}$$

(3.2) 根据步骤 (3.1) 计算得到的归一化数据，计算协方差矩阵。取前 5 列主成分列向量作为主成分分析变换矩阵；

(3.3) 使用矩阵变换公式计算解耦后的五维肌电数据。

(4) 采取神经网络方法对已有手指运动训练集进行数据拟合, 构建手指连续运动预测模型。首先将任意时刻的肌电传感阵列数据(归一化后)与姿态传感器数据组成一对输入输出训练数据, 其中输入数据作为神经网络的特征向量, 输出数据作为样本的标签。随后对输入数据进行解耦, 将 24 维的特征向量与主成分分析变换矩阵相乘运算得到解耦后的 5 维特征向量。神经网络分类器的使用包括训练过程与预测过程两部分, 首先将步骤(3.3)中计算得到的解耦样本进行划分, 按 60%、20%、20%的比例分成训练集、交叉验证集合和测试集。训练集的样本数据用于利用反向传播算法(BP 神经网络)计算神经网络的各个连接权值; 交叉验证集用于确定神经网络的正则化参数, 用于提高预测精度; 测试集用于衡量该手指连续运动预测模型好坏的量化指标。

(5) 使用步骤(4)中的手指连续运动模型预测当前手指运动情况, 即五指的弯曲角度。由已述具体实施方式可知, 获取数据样本的频率为 100Hz, 因此本发明设定神经网络的执行周期为 10ms。假设某一时刻获取到的数据是经归一化后的 24 维肌电数据, 下面给出该时刻使用神经网络分类器进行手势意图识别的优选实例:

(5.1) 将 24 维肌电数据用一列向量表示, 然后与主成分分析变换矩阵相乘得到一 5 维列向量;

(6) 利用神经网络计算出预计手指弯曲角度后, 再将手指弯曲的角度变化量转化为电机实际控制量。利用神经网络计算出预计手指弯曲角度后, 再将手指弯曲的角度变化量转化为电机实际控制量, 用于控(5.2)将步骤(5.1)中的 5 维列向量代入训练完毕的神经网络模型进行计算, 得到预计手指弯曲角度。

制假手手指的弯曲伸展, 具体包含如下步骤:

(1) 设计如图 4 的假手手指欠驱动控制模型; 其中, 不锈钢丝 2 通过通孔 3 绕制在卷线器 4 上, 通过步进电机 1 旋转拉动非弹性的不锈钢丝 2 将假手远节指骨 5 拉起, 假手远节指骨 5 绕旋转关节 6 旋转, 用于模拟手指的弯曲动作; 依靠各指骨间弹簧 7 产生的回复力可在放松钢丝时模拟手的指舒展动作;

(2) 通过分析假手手指运动轨迹计算预计手指弯曲角度与步进电机 1 旋转角度的运动方程;

(3) 将预计手指弯曲角度代入上述的运动方程, 得到步进电机 1 输出旋转角;

(4) 通过微控制器(单片机、计算机)控制步进电机 1 旋转相应角度。

步进电机 1 通过施加一定频率的脉冲改变其转子旋转速度, 且其旋转角度受发送的脉冲个数精确定位。在系统断电前将当前的预计手指弯曲角度存入该系统中的非易失性存储单元内, 当系统再次运行时, 可以确认上次电机的运转位置, 从而避免了步进电机多次进行零为调校, 和防止步进电机运转错误。

如上所述，尽管参照特定的优选实施例已经表述和阐明了本发明，但其不得解释为对本发明自身的限制。在不脱离所附权利要求定义的本发明的精神和范围前提下，可对其在形式上和细节上作出各种变化。

## 权 利 要 求 书

1、一种基于主成分分析法的多维表面肌电信号假手控制方法，其特征在于，包括如下步骤：

(1) 将设有阵列式肌电传感器的臂环佩戴至受试者前臂，将五个手指关节姿态传感器分别佩戴在受试者拇指的远节指骨和其余手指的中节指骨处；所述阵列式肌电传感器为 24 通道阵列肌电传感器；

(2) 受试者进行五指独立弯曲伸展训练，同时采集肌电传感阵列数据与手指关节姿态传感器数据；

(3) 使用主成分分析方法对肌电传感数据进行解耦，组成该受试者的手指运动训练集；所述手指运动训练集用矩阵表示，矩阵的行数为样本个数，列数为肌电传感器阵列通道数，使用主成分分析法将原 24 维数据降至 5 维；训练完毕后将佩戴在手指上的传感器移除；

(4) 采取神经网络方法对上述手指运动训练集进行数据拟合，构建手指连续运动预测模型；

(5) 使用步骤 (4) 中的手指连续运动模型预测当前手指的弯曲角度。

2、根据权利要求 1 所述的多维表面肌电信号假手控制方法，其特征在于：所述步骤 (2) 中的五指独立弯曲伸展训练具体包括：每根手指重复弯曲伸展动作十次，5 根手指完成一轮动作后，间歇 30 秒，再进行第二组，一共两组；采集训练过程中的肌电信号并进行预处理，间歇时不进行采集；将原始肌电数据用肌肉活跃度表示。

3、根据权利要求 2 所述的多维表面肌电信号假手控制方法，其特征在于：所述预处理包括肌电信号的肌肉活跃度表示和归一化处理，以及姿态数据的四元数解算。

4、根据权利要求 1 所述的多维表面肌电信号假手控制方法，其特征在于：所述步骤 (4) 中，使用三层神经网络结构，输入层神经元个数为 5，隐藏层神经元个数为 15，输出层神经元个数为 5；神经网络的隐藏层和输出层的传输函数分别为 Sigmoid 函数和线性函数；使用步骤 (3) 收集的手指运动训练集作为样本进行误差反向传播计算，求解其网络参数。

5、根据权利要求 1 所述的多维表面肌电信号假手控制方法，其特征在于：步骤 (5) 中，预测出当前手指的弯曲角度后，再将手指弯曲的角度变化量转化为电机实际控制量，具体包括如下步骤：

(6.1) 设计假手手指欠驱动控制模型；

(6.2) 通过分析假手手指运动轨迹计算预计手指弯曲角度与步进电机旋转角度的运动方程;

(6.3) 将预计手指弯曲角度代入步骤(6.2)的运动方程,得到步进电机输出旋转角;

(6.4) 通过微控制器控制步进电机旋转相应角度。

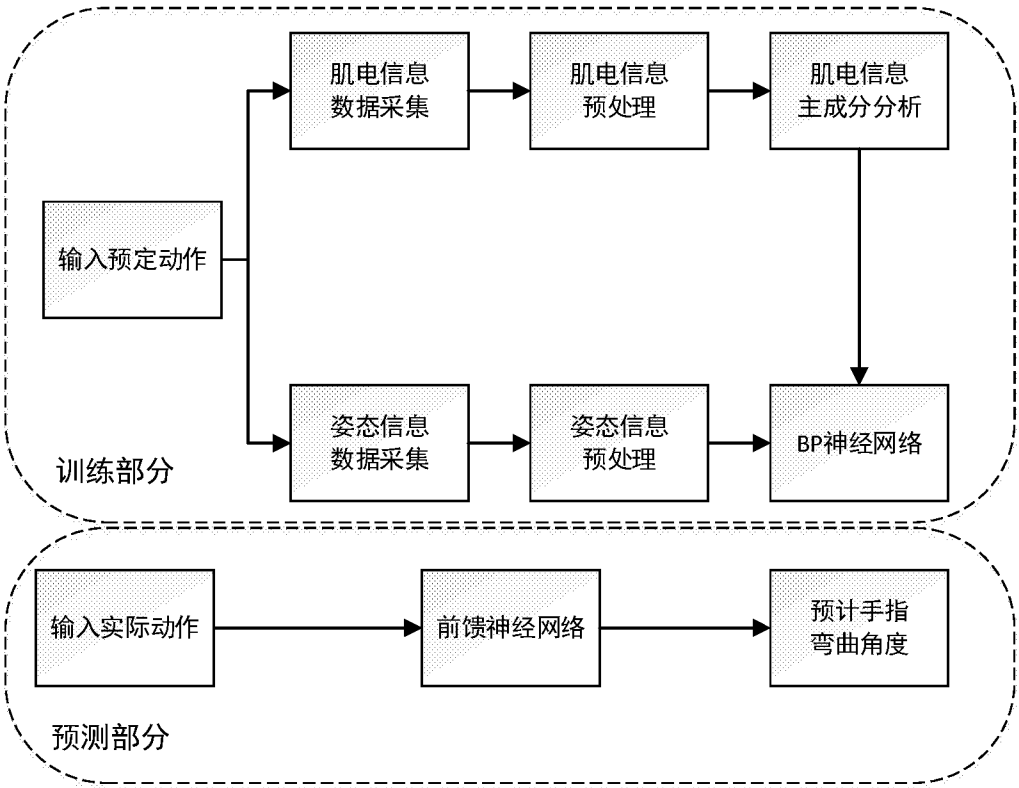


图 1

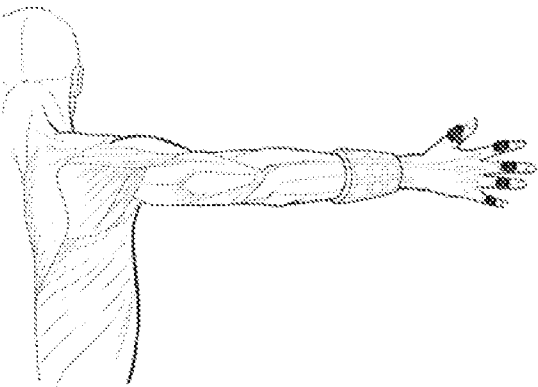


图 2 (a)

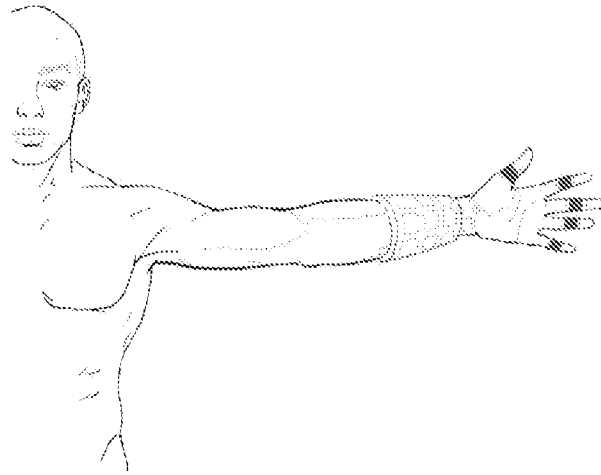


图 2 (b)

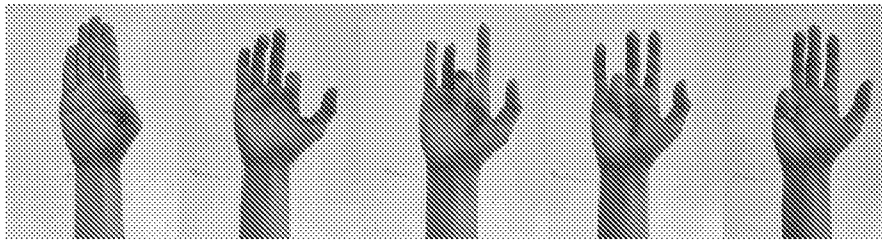


图 3

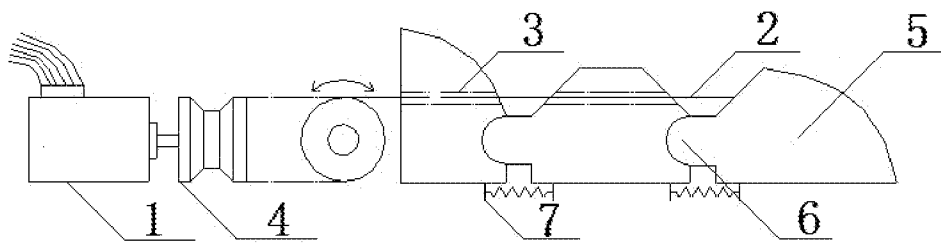


图 4

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/CN2018/088055

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B25J 9/16 (2006.01) i; A61F 2/72 (2006.01) i; A61H 1/02 (2006.01) i  
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B25J, A61F, A61H

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

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

CNABS; CNKI; VEN: 假手, 假肢, 仿生, 手指, 肌电, 传感器, 主成分分析, prosthetic, finger?, myoelectric, sEMG, sensor?, pea, analysis, component

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                   | Relevant to claim No. |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| PX        | CN 107378944 A (SOUTHEAST UNIVERSITY), 24 November 2017 (24.11.2017), claims 1-5                                                                                                     | 1-5                   |
| Y         | CN 104586608 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY et al.), 06 May 2015 (06.05.2015), description, paragraphs 10-133, and figures 1-13                                             | 1-5                   |
| Y         | CN 104665962 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY et al.), 03 June 2015 (03.06.2015), description, paragraphs 51-116, and figure 1                                                | 1-5                   |
| Y         | CN 106236336 A (CHONGQING INSTITUTE OF GREEN AND INTELLIGENT TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES), 21 December 2016 (21.12.2016), description, paragraphs 22-40, and figures 1-3 | 1-5                   |
| A         | CN 105943206 A (SHANGHAI NORMAL UNIVERSITY), 21 September 2016 (21.09.2016), entire document                                                                                         | 1-5                   |
| A         | CN 202235787 U (SOUTHEAST UNIVERSITY), 30 May 2012 (30.05.2012), entire document                                                                                                     | 1-5                   |
| A         | EP 1043003 A1 (ADVANCED CONTROL RESEARCH LTD.), 11 October 2000 (11.10.2000), entire document                                                                                        | 1-5                   |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

|                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| * Special categories of cited documents:                                                                                                                                | “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention                                              |
| “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance                                                                | “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone                                                                     |
| “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date                                                                               | “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art |
| “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) | “&” document member of the same patent family                                                                                                                                                                                                    |
| “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                  |
| “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                  |

|                                                                                                                                                                                                               |                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Date of the actual completion of the international search<br>12 July 2018                                                                                                                                     | Date of mailing of the international search report<br>27 July 2018 |
| Name and mailing address of the ISA<br>State Intellectual Property Office of the P. R. China<br>No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao<br>Haidian District, Beijing 100088, China<br>Facsimile No. (86-10) 62019451 | Authorized officer<br>XU, Yuan<br>Telephone No. 86-010-62089943    |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
PCT/CN2018/088055

| Patent Documents referred<br>in the Report | Publication Date  | Patent Family  | Publication Date |
|--------------------------------------------|-------------------|----------------|------------------|
| CN 107378944 A                             | 24 November 2017  | None           |                  |
| CN 104586608 A                             | 06 May 2015       | CN 104586608 B | 05 April 2017    |
| CN 104665962 A                             | 03 June 2015      | CN 104665962 B | 05 April 2017    |
| CN 106236336 A                             | 21 December 2016  | None           |                  |
| CN 105943206 A                             | 21 September 2016 | None           |                  |
| CN 202235787 U                             | 30 May 2012       | None           |                  |
| EP 1043003 A1                              | 11 October 2000   | DE 60010789 T2 | 07 October 2004  |
|                                            |                   | AT 266986 T    | 15 June 2004     |
|                                            |                   | EP 1043003 B1  | 19 May 2004      |
|                                            |                   | DE 60010789 D1 | 24 June 2004     |

## 国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/088055

## A. 主题的分类

B25J 9/16(2006.01)i; A61F 2/72(2006.01)i; A61H 1/02(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

## B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

B25J; A61F; A61H

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNABS;CNKI;VEN:假手, 假肢, 仿生, 手指, 肌电, 传感器, 主成分分析, prosthetic, finger?, myoelectric, sEMG, sensor?, pca, analysis, component

## C. 相关文件

| 类 型* | 引用文件, 必要时, 指明相关段落                                                                   | 相关的权利要求 |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| PX   | CN 107378944 A (东南大学) 2017年 11月 24日 (2017 - 11 - 24)<br>权利要求1-5                     | 1-5     |
| Y    | CN 104586608 A (华南理工大学 等) 2015年 5月 6日 (2015 - 05 - 06)<br>说明书第10-133段、附图1-13        | 1-5     |
| Y    | CN 104665962 A (华南理工大学 等) 2015年 6月 3日 (2015 - 06 - 03)<br>说明书第51-116段、图1            | 1-5     |
| Y    | CN 106236336 A (中国科学院重庆绿色智能技术研究院) 2016年 12月 21日 (2016 - 12 - 21)<br>说明书第22-40段、图1-3 | 1-5     |
| A    | CN 105943206 A (上海师范大学) 2016年 9月 21日 (2016 - 09 - 21)<br>全文                         | 1-5     |
| A    | CN 202235787 U (东南大学) 2012年 5月 30日 (2012 - 05 - 30)<br>全文                           | 1-5     |
| A    | EP 1043003 A1 (ADVANCED CONTROL RESEARCH LTD) 2000年 10月 11日 (2000 - 10 - 11)<br>全文  | 1-5     |

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

\* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

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

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

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

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

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

“&amp;” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2018年 7月 12日

国际检索报告邮寄日期

2018年 7月 27日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)  
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

徐媛

电话号码 86-010-62089943

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/088055

| 检索报告引用的专利文件 |           |    | 公布日<br>(年/月/日) | 同族专利 |           |    | 公布日<br>(年/月/日) |
|-------------|-----------|----|----------------|------|-----------|----|----------------|
| CN          | 107378944 | A  | 2017年 11月 24日  | 无    |           |    |                |
| CN          | 104586608 | A  | 2015年 5月 6日    | CN   | 104586608 | B  | 2017年 4月 5日    |
| CN          | 104665962 | A  | 2015年 6月 3日    | CN   | 104665962 | B  | 2017年 4月 5日    |
| CN          | 106236336 | A  | 2016年 12月 21日  | 无    |           |    |                |
| CN          | 105943206 | A  | 2016年 9月 21日   | 无    |           |    |                |
| CN          | 202235787 | U  | 2012年 5月 30日   | 无    |           |    |                |
| EP          | 1043003   | A1 | 2000年 10月 11日  | DE   | 60010789  | T2 | 2004年 10月 7日   |
|             |           |    |                | AT   | 266986    | T  | 2004年 6月 15日   |
|             |           |    |                | EP   | 1043003   | B1 | 2004年 5月 19日   |
|             |           |    |                | DE   | 60010789  | D1 | 2004年 6月 24日   |

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)