

(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
2019 年 11 月 14 日 (14.11.2019)



(10) 国际公布号
WO 2019/214052 A1

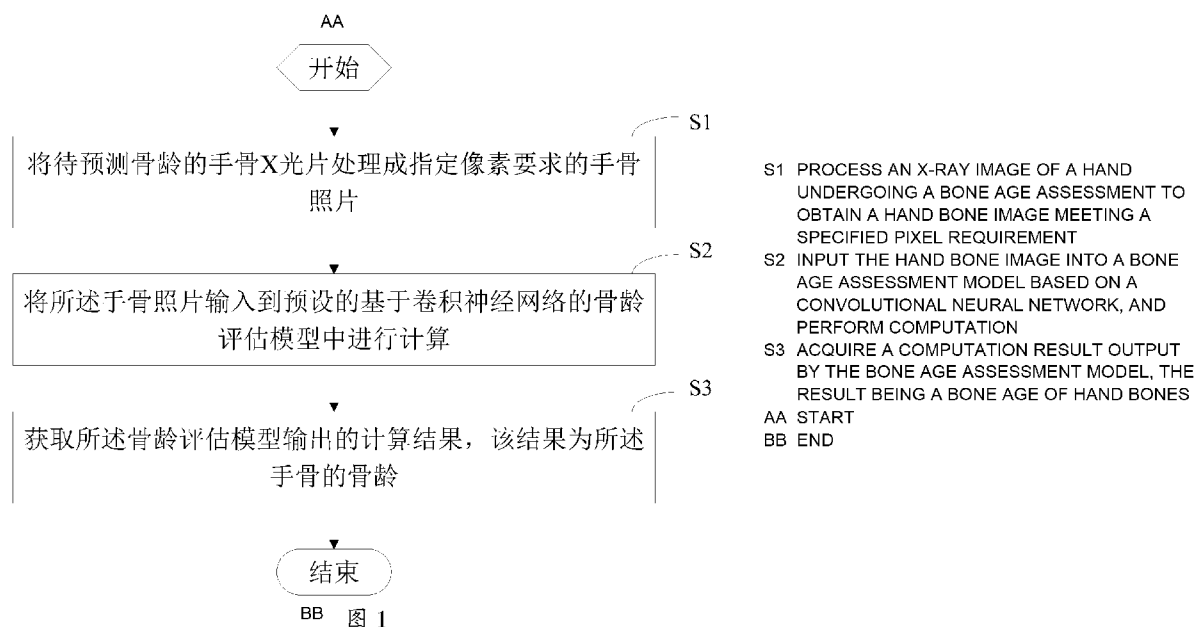
- (51) 国际专利分类号:
A61B 6/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2018/095385
- (22) 国际申请日: 2018 年 7 月 12 日 (12.07.2018)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201810433116.2 2018年5月8日 (08.05.2018) CN
- (71) 申请人: 平安科技(深圳)有限公司(PING AN TECHNOLOGY (SHENZHEN) CO., LTD.) [CN/CN];
中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路 5033 号平安金融中心 23 楼, Guangdong 518000 (CN)。
- (72) 发明人: 王健宗(WANG, Jianzong); 中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路 5033 号平安

金融中心 23 楼, Guangdong 518000 (CN)。 吴天博(WU, Tianbo); 中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路 5033 号平安金融中心 23 楼, Guangdong 518000 (CN)。 刘新卉(LIU, Xinhui); 中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路 5033 号平安金融中心 23 楼, Guangdong 518000 (CN)。 刘莉红(LIU, Lihong); 中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路 5033 号平安金融中心 23 楼, Guangdong 518000 (CN)。 马进(MA, Jin); 中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路 5033 号平安金融中心 23 楼, Guangdong 518000 (CN)。 肖京(XIAO, Jing); 中国广东省深圳市福田区福田街道福安社区益田路 5033 号平安金融中心 23 楼, Guangdong 518000 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市明日今典知识产权代理事务所(普通合伙)(SHENZHEN MINGRIJINDIAN INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY FIRM (GENERAL));

(54) **Title:** METHOD FOR ASSESSING BONE AGE USING X-RAY IMAGE OF HAND, DEVICE, COMPUTER APPARATUS, AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 手骨X光片骨龄评估方法、装置、计算机设备和存储介质



(57) **Abstract:** The present invention provides a method of assessing a bone age using an X-ray image of a hand, a device, a computer apparatus, and a storage medium. The method comprises: processing an X-ray image of a hand undergoing bone age assessment to obtain a hand bone image meeting a specified pixel requirement; inputting the hand bone image into a bone age assessment model based on a convolutional neural network, and performing computation; and acquiring a computation result output by the bone age assessment model, the result being a bone age of hand bones.

中国广东省深圳市南山区南头街道智恒新兴产业园E区01B栋405室, Guangdong 518000 (CN)。

- (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)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

(57) 摘要: 本发明提出的手骨X光片骨龄评估方法、装置、计算机设备和存储介质, 其中方法包括: 将待预测骨龄的手骨X光片处理成指定像素要求的手骨照片; 将所述手骨照片输入到预设的基于卷积神经网络的骨龄评估模型中进行计算; 获取所述骨龄评估模型输出的计算结果, 该结果为所述手骨的骨龄。

手骨X光片骨龄评估方法、装置、计算机设备和存储介质

本申请要求于2018年5月8日提交中国专利局、申请号为2018104331162，申请名称为“手骨X光片骨龄评估方法、装置、计算机设备和存储介质”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

5 技术领域

本发明涉及到计算机技术领域，特别是涉及到一种手骨X光片骨龄评估方法、装置、计算机设备和存储介质。

背景技术

骨龄评估广泛应用于医学领域，用来研究和衡量人体的生长发育情况和诊断疾病。

10 现有的骨龄评估方法一般是先对被测者的手部和腕部进行X光摄片，然后由医生根据拍得的X光片进行解读。由于在不同年龄阶段的左手骨具有不同特征，医生可以通过这些特征估计骨龄。医生在对于X光片进行诊断时一般采用G-P图谱法和TW3评分法。但是G-P图谱法进行评估时，存在着不够精确的问题；而TW3评分法需要医生凭借经验知识主观判断，评估结果容易受到其它因素影响导致评估不准确。

因此，提供一种新的骨龄评估方法成为亟待解决的问题。

15 技术问题

本发明的主要目的为提供一种自动进行骨龄评估、且评估准确率高手骨X光片骨龄评估方法、装置、计算机设备和存储介质。

技术方案

本发明提出手骨X光片骨龄评估方法，包括：

20 将待预测骨龄的手骨X光片处理成指定像素要求的手骨照片；
将所述手骨照片输入到预设的基于卷积神经网络的骨龄评估模型中进行计算；
获取所述骨龄评估模型输出的计算结果，该结果为所述手骨的骨龄。

本发明提出的手骨X光片骨龄评估装置，包括：

第一处理单元，用于将待预测骨龄的手骨X光片处理成指定像素要求的手骨照片；
25 计算单元，用于将所述手骨照片输入到预设的基于卷积神经网络的骨龄评估模型中进行计算；
输出单元，用于获取所述骨龄评估模型输出的计算结果，该结果为所述手骨的骨龄。

本发明提出的计算机设备，包括存储器和处理器，所述存储器存储有计算机可读指令，其特征在于，所述处理器执行所述计算机可读指令时实现上述方法的步骤。

本发明提出的计算机非易失性可读存储介质，其上存储有计算机可读指令，其特征在于，所述计算机可读指令被处理器执行时上述方法的步骤。

有益效果

本发明的有益效果为：将待预测骨龄的手骨 X 光片处理成指定像素要求的手骨照片；将所述手骨照片输入到预设的基于卷积神经网络的骨龄评估模型中进行计算；获取所述骨龄评估模型输出的计算结果，该结果为所述手骨的骨龄；通过基于卷积神经网络的骨龄评估模型，能自动进行骨龄评估、且评估准确率高。

5 附图说明

图1 为本发明一实施例中的手骨X光片骨龄评估方法的步骤示意图；

图2为本发明另一实施例中的手骨X光片骨龄评估方法的步骤示意图；

图3为本发明一实施例中的手骨X光片骨龄评估装置的结构框图；

图4为本发明一实施例中的手骨X光片骨龄评估装置的计算单元的结构框图；

10 图5为本发明另一实施例中的手骨X光片骨龄评估装置的结构框图；

图6 为本发明一实施例的计算机设备的结构示意图。

本发明的最佳实施方式

参照图 1，本实施例中的手骨 X 光片骨龄评估方法，包括：

步骤 S1，将待预测骨龄的手骨 X 光片处理成指定像素要求的手骨照片；

15 步骤 S2，将所述手骨照片输入到预设的基于卷积神经网络的骨龄评估模型中进行计算；

步骤 S3，获取所述骨龄评估模型输出的计算结果，该结果为所述手骨的骨龄。

在步骤S1中，本实施例中的手骨X光片骨龄评估方法，需要获取待预测骨龄的手骨X光片，具体的说，需要获取左手骨X光片，其原因在于不同年龄阶段下，左手骨具有不同特征，因此可以根据拍摄的左手骨X光片的不同特征来准确评估年龄。当需要通过手骨X光片来准确评估年龄时，例如保险公司需
20 要根据投保人的年龄来评估投保额度时，即可以采用预设的基于卷积神经网络的骨龄评估模型根据左手骨X光片快速地计算出手骨的骨龄。其中预设的基于卷积神经网络的骨龄评估模型需要通过大量的手骨X光片数据来进行训练，训练好骨龄评估模型能对输入的手骨照片输出计算结果，该结果为上述手骨的骨龄。基于卷积神经网络的骨龄评估模型需要指定尺寸大小的手骨X光片，因此再将手骨X光片输入到预设的基于卷积神经网络的骨龄评估模型中进行计算之前，需要将待预测骨龄的手骨X光片处理成指定
25 像素要求的手骨照片；其中具体的处理方式是将待预测骨龄的手骨X光片在保持长宽比不变的情况下，先将手骨X光片的最大维度调整为256像素。需要指出的是，当手骨X光片为长方形时，先将其长边长度调整至256像素，再对手骨X光片中较短的边进行边缘补充，使得手骨X光片成为256*256大小像素的手骨照片，上述手骨照片将作为输入到预设的基于卷积神经网络的骨龄评估模型中进行计算的手骨照片。优选地，还可以对上述手骨照片进行归一化处理后再输入到基于卷积神经网络的骨龄评估模型中。进行
30 归一化处理的方式可以采用opencv里面的normalize函数处理，将上述手骨照片进行归一化到均值为0，方差为1，其目的是使得手骨照片具有相似的统计分布，方便基于卷积神经网络的骨龄评估模型中对手

骨照片进行处理，此外还能加快在训练基于卷积神经网络的骨龄评估模型时的收敛性。

在步骤S2中，将待预测骨龄的手骨X光片处理成指定像素要求的手骨照片后输入到预设的基于卷积神经网络的骨龄评估模型中进行计算，其中预设的基于卷积神经网络的骨龄评估模型需要通过大量的手骨X光片数据来进行训练，训练好的基于卷积神经网络的骨龄评估模型能对输入的手骨照片输出计算结果，该结果为上述手骨的骨龄。当基于卷积神经网络的骨龄评估模型训练成功之后，在输入指定像素要求的手骨照片后，基于卷积神经网络的骨龄评估模型对上述手骨照片进行计算得到手骨的骨龄。

在步骤S3中，显示设备来获取上述骨龄评估模型输出的计算结果，该计算结果为上述手骨的骨龄，将该手骨的骨龄通过显示设备进行显示，或者通过打印设备打印出来。

在一个具体实施例中，保险公司需要根据投保人的年龄来评估投保额度。首先，保险公司的工作人员让投保人先填写投保人的个人信息，其中个人信息包括有投保人的年龄、职业、收入和地址等信息，因为需要根据投保人的年龄来评估投保额度，因此，投保人的年龄的准确性非常重要。为了验证投保人填写的年龄的准确性，保险公司的工作人员会指导投保人先通过X光机设备采集投保人左手骨的X光片，将投保人左手骨的X光片输入到通过左手骨X光片进行评估年龄的设备中进行年龄评估。该设备中预存的程序将输入的左手骨X光片处理成指定像素要求的手骨照片；并通过基于卷积神经网络的骨龄评估模型中对手骨照片进行计算；获取所述骨龄评估模型输出的计算结果，该结果为所述手骨的骨龄，并将该手骨的骨龄与投保人填写的年龄进行比对，从而能获取投保人填写的年龄是否真实准确，需要指出的是，当投保人的年龄与通过设备检测的年龄误差小于0.8年，即判定投保人填写的年龄是真实准确的。

本实施例中的手骨X光片骨龄评估方法，所述将所述手骨照片输入到预设的基于卷积神经网络的骨龄评估模型中进行计算的步骤S2，包括：

步骤S21，对所述手骨照片进行卷积计算得到第一图片特征；

步骤S22，对所述第一图片特征进行多次卷积计算得到第二图片特征；

步骤S23，通过空间变换网络对所述第二图片特征进行空间变换和对齐处理得到第三图片特征；

步骤S24，对所述第三图片特征进行卷积计算得到第四图片特征；

步骤S25，通过全连接层将所述第四图片特征结合在一起形成全局图片特征，从而输出计算结果。

在步骤S21中，在本实施例中的基于卷积神经网络的骨龄评估模型中，对于输入的手骨照片，需要先对手骨照片进行一次卷积计算提取得到低维度的图片特征作为第一图片特征，具体的说，先采用Overfeat网络作为一个卷积层对手骨照片进行图片特征提取；通过Overfeat网络提取手骨照片的特征时，会得到维度很大的图片特征，为了便于进行多次卷积计算，会通过一个池化层对提取出的图片特征进行降维处理得到第一图片特征，其中该池化层可以采用最大值池化或平均值池化的方式进行处理，本实施例中具体采用取最大值池化的方式进行处理。

在步骤 S22 中, 本实施例中的基于卷积神经网络的骨龄评估模型, 对上述第一图片特征进行多次迭代卷积计算得到第二图片特征。具体的说, 需要对上述第一图片特征进行三次迭代卷积计算提取得到高维度的图片特征, 其中每次卷积计算通过一个卷积层对第一图片特征进行处理, 然后会通过一个池化层对提取出的图片特征进行降维处理, 其中该池化层可以采用最大值池化或平均值池化的方式进行处理, 5 本实施例中具体采用取最大值池化的方式进行处理。经过一次卷积计算得到的图片特征迭代进行卷积, 从而通过对上述第一图片特征进行三次迭代卷积计算提取得到高维度的第二图片特征。

在步骤 S23 中, 由于手骨 X 光片在拍摄的过程中, 会受到曝光时间、拍摄角度等因素的影响, 使得手骨 X 光片的空间差异较大, 在通过基于卷积神经网络的骨龄评估模型进行计算时, 进行卷积计算后输出的第二图片特征所对应的空间差异较大时, 需要对第二图片特征进行空间变换和对齐, 因此通过空间 10 变换网络对第二图片特征进行空间变换和对齐, 能使得基于卷积神经网络的骨龄评估模型输出的计算结果更加准确。本实施例中的空间变换网络需要先估算出空间变换网络中的 6 个变换参数, 根据这 6 个参数能自适应地将第二图片特征进行空间变换和对齐, 具体操作包括平移、缩放、旋转以及其它几何变换等。其中可以通过 Backpropagation 算法 (反向传播算法) 对上述 6 个参数进行估算, 根据估算的 6 个参数, 通过空间变换网络即可对第二图片特征进行空间变换和对齐得到第三图片特征, 通过将空间变换 15 网络加入到基于卷积神经网络的骨龄评估模型中, 减小由于拍摄的手骨 X 光片的空间差异对基于卷积神经网络的骨龄评估模型评估结果的影响, 使得基于卷积神经网络的骨龄评估模型输出的计算结果更加准确。

在步骤 S24 中, 本实施例中的基于卷积神经网络的骨龄评估模型, 通过空间变换网络对第二图片特征进行空间变换和对齐后得到第三图片特征, 在通过全连接层进行处理之前, 需要再进行卷积计算, 具 20 体的说, 需要对上述第三图片特征进行一次卷积计算提取图片特征, 然后通过一个池化层对提取出的图片特征进行降维处理, 其中该池化层可以采用最大值池化或平均值池化的方式进行处理, 本实施例中具体采用取最大值池化的方式进行处理。经过一次卷积计算得到第四图片特征, 从而便于将得到第四图片特征输入到全连接层中进行处理。

在步骤 S25 中, 由于经过上述卷积计算得到的第四图片特征为局部图片特征, 需要通过全连接层将 25 上述第四图片特征结合在一起形成全局图片特征, 最后根据全局图片特征计算得到手骨的骨龄。

本实施例中对基于卷积神经网络的骨龄评估模型进行训练的方法, 包括:

获取指定量的样本数据, 并将样本数据分成训练集和测试集, 其中, 所述样本数据包括已知骨龄的手骨照片, 以及与所述已知骨龄的手骨照片对应的骨龄数据;

将训练集的样本数据输入到预设的卷积神经网络中进行训练, 得到结果训练模型;

30 利用所述测试集的样本数据验证所述结果训练模型;

如果验证通过, 则将所述结果训练模型记为所述基于卷积神经网络的骨龄评估模型。

对于基于卷积神经网络的骨龄评估模型，只有在训练完成之后，才能用于计算出手骨的骨龄。而在对基于卷积神经网络的骨龄评估模型进行训练时，需要获取大量的样本数据，并将上述样本数据分成训练集和测试集，其中上述样本数据包括已知骨龄的手骨照片，以及与上述已知骨龄的手骨照片对应的骨龄数据。将上述训练集的样本数据输入到预设的基于卷积神经网络中进行训练，得到用于进行骨龄评估的结果训练模型。

对于训练得到的结果训练模型，将测试集的样本数据中的已知骨龄的手骨照片输入到结果训练模型预测得到的手骨照片的骨龄预测结果，通过将测试集的样本数据中的手骨照片的骨龄真实结果与结果训练模型预测得到的手骨照片的骨龄预测值进行比对，验证其是否处于预设的误差范围内，具体的说，对于结果训练模型预测得到的手骨照片的骨龄预测值，通过Euclidean损失层来计算得到的手骨照片的骨龄预测值与手骨照片的骨龄真实值的差别大小，其计算公式为 $Loss = \frac{1}{2N} \sum \|pred - truth\|_2^2$ 。其中公式中，pred为手骨照片的骨龄预测值，truth为手骨照片的骨龄真实值，通过Euclidean损失层衡量手骨照片的骨龄预测值与手骨照片的骨龄真实值的差别大小，当通过Euclidean损失层计算的值小于预设值时，则说明验证通过，此时结果训练模型将可以作为上述基于卷积神经网络的骨龄评估模型进行使用。本实施例中的基于卷积神经网络的骨龄评估模型，当通过结果训练模型预测的手骨照片的骨龄预测值与手骨照片的骨龄真实值误差小于0.8年时，则判定基于卷积神经网络的骨龄评估模型训练完成。

参照图2，另一实施例中的手骨X光片骨龄评估方法，所述对所述手骨照片进行卷积计算得到第一图片特征的步骤S21之前，还包括：

步骤S201，对所述手骨照片进行数据增广处理。

在步骤S201，由于在对基于卷积神经网络的骨龄评估模型进行训练时，对于输入的手骨照片可以进行数据增广，即在每个输入的手骨照片中均匀抽取m个等间距的n*n的方块区域，将上述所有抽取的方块区域都加入到训练数据中，从而实现了增加训练集大小，既有效地避免训练过程中过拟合的发生，又提高了训练效果。当基于卷积神经网络的骨龄评估模型训练完成后，在通过卷积神经网络的骨龄评估模型进行计算时，也可以通过对输入的手骨照片可以进行数据增广，也能实现了增加训练集大小，既有效地避免计算过程中过拟合的发生，又提高了计算的准确性。

本实施例中的手骨X光片骨龄评估方法，所述将待预测骨龄的手骨X光片处理成指定像素要求的手骨照片的步骤S1之前，包括：

步骤S103，选取备选手骨X光片中骨骼、干骺端和手腕处骨骼作为所述待预测骨龄的手骨X光片。

在步骤S103中，由于手骨中的骨骼、干骺端和手腕处骨骼对于进行年龄评估是最具有特征区分的骨骼部分，所以在备选的待预测骨龄的手骨X光片中可以只选取这些特征骨骼部分作为通过基于卷积神经网络的骨龄评估模型的输入图片。具体的，可以通过标记的方式，利用基于深度网络的特征区域模型来选取骨骼、干骺段和手腕处骨骼等骨龄特征区域，在不影响骨龄预测结果的情况下减小计算量，提高效率

率。其具体步骤为,先将待预测骨龄的手骨X光片统一缩放到固定尺寸,例如缩放到1024*1024像素大小;
其次,再根据骨龄评估TW3法从待预测的手骨X光片标记出骨骼、干骺段和手腕处骨骼等骨龄特征区域
相应bounding box(边界框)的坐标并进行保存;同时对已标记出的bounding box的坐标所对应的标记后
的待预测的手骨X光片进行数据增强,其中数据增强的方式具体包括旋转、镜像翻转、缩放、平移等图
5 形操作,相应的,已标记出的bounding box坐标也需要经过相同的处理。最后将经过数据增强的bounding
box的坐标和标记后的待预测的手骨X光片作为训练数据输入到深度网络中来对基于深度网络的特征区
域模型进行训练,具体的,是将bounding box的坐标(4个数值)作为训练标签,来对该基于深度网络的
特征区域模型进行训练,训练完成后的基于深度网络的特征区域模型,可以自动出选取待预测的手骨X
光片特征骨骼部分的坐标,从而根据特征骨骼部分的坐标可以来选取待预测的手骨X光片中特征骨骼部
10 分的X光片图像。

本实施例中的手骨X光片骨龄评估方法,所述选取备选手骨X光片中骨骼、干骺端和手腕处骨骼
作为待预测骨龄的手骨X光片的步骤S103之前,包括:

步骤S102,调整所述备选手骨X光片的对比度。

所述调整所述备选手骨X光片的对比度S102之前,包括:

15 步骤S101,将所述备选手骨X光片的背景部分统一为黑色。

在步骤S101中,在将选取备选的手骨X光片中骨骼、干骺端和手腕处骨骼作为待预测骨龄的手骨
X光片之前,还可以通过调整备选的手骨X光片的对比度,来使得手骨X光片中的图片特征更加明显,
使得通过基于卷积神经网络的骨龄评估模型的训练效率更高,评估结果更准确。在调整备选的手骨X光
片的对比度之前,由于备选的手骨X光片的背景部分除了黑色中可能会包含少许其它颜色,需要先统一
20 待预测骨龄的手骨X光片的背景成黑色。其具体方式为先选取待预测骨龄的手骨X光片的四个角位置
上的一定大小的像素块,例如10*10像素大小的像素块,计算这四个像素块的均值,然后将计算得到的
均值与待预测骨龄的手骨X光片能达到的最大像素值的一半相比较,实现将X光片进行归一化到0至
最大像素值,从而实现将待预测骨龄的手骨X光片的背景统一成黑色。

在步骤S102中,在将待预测骨龄的手骨X光片的背景部分处理为黑色之后,就可以进行调整备选
25 的待预测骨龄的手骨X光片的对比度的步骤。需要指出的是,对于当备选的待预测骨龄的手骨X光片
为三通道图片时,需要先对三通道的图片进行灰度化处理,其中具体可以采用分量法、最大值法、平均
值法和加权平均法中的任意一种方法对X光片进行灰度化处理。对待预测骨龄的手骨X光片进行灰度
化处理后,再调整备选的待预测骨龄的手骨X光片的对比度;其具体方式为采用限制对比度自适应直方
图均衡算法(CLAHE算法)来调整备选的待预测骨龄的手骨X光片的对比度,其中限制对比度自适应
30 直方图均衡算法(CLAHE算法)采用自适应修剪图像的直方图,再使用修剪后的直方图对待预测骨龄
的手骨X光片进行均衡调整,其优点在于使得备选的待预测骨龄的手骨X光片的对比度更加自然。

综上所述,将待预测骨龄的手骨X光片处理成指定像素要求的手骨照片;将所述手骨照片输入到预设的基于卷积神经网络的骨龄评估模型中进行计算;获取所述骨龄评估模型输出的计算结果,该结果为所述手骨的骨龄;通过基于卷积神经网络的骨龄评估模型,能自动进行骨龄评估、且评估准确率高;利用基于深度网络的特征区域模型来选取骨骼、干骺段和手腕处骨骼等骨龄特征区域,在不影响骨龄预测结果的情况下减小计算量,提高效率。

参照图3,本实施例中的手骨X光片骨龄评估装置,包括:

第一处理单元10,用于将待预测骨龄的手骨X光片处理成指定像素要求的手骨照片;

计算单元20,用于将所述手骨照片输入到预设的基于卷积神经网络的骨龄评估模型中进行计算;

输出单元30,用于获取所述骨龄评估模型输出的计算结果,该结果为所述手骨的骨龄。

本实施例中的手骨X光片骨龄评估装置,需要获取待预测骨龄的手骨X光片,具体的说,需要获取左手骨X光片,其原因在于不同年龄阶段下,左手骨具有不同特征,因此可以根据拍摄的左手骨X光片的不同特征来准确评估年龄。当需要通过手骨X光片来准确评估年龄时,例如保险公司需要根据投保人的年龄来评估投保额度时,即可以采用预设的基于卷积神经网络的骨龄评估模型根据左手骨X光片快速地计算出手骨的骨龄。其中预设的基于卷积神经网络的骨龄评估模型需要通过大量的手骨X光片数据来进行训练,训练好骨龄评估模型能对输入的手骨照片输出计算结果,该结果为上述手骨的骨龄。基于卷积神经网络的骨龄评估模型需要指定尺寸大小的手骨X光片,因此再将手骨X光片输入到预设的基于卷积神经网络的骨龄评估模型中进行计算之前,第一处理单元10将待预测骨龄的手骨X光片处理成指定像素要求的手骨照片;其中具体的处理方式将待预测骨龄的手骨X光片在保持长宽比不变的情况下,先将手骨X光片的最大维度调整为256像素。需要指出的是,当手骨X光片为长方形时,先将其长边长度调整至256像素,再对手骨X光片中较短的边进行边缘补充,使得手骨X光片成为256*256大小像素的手骨照片,上述手骨照片将作为输入到预设的基于卷积神经网络的骨龄评估模型中进行计算的手骨照片。优选地,还可以对上述手骨照片进行归一化处理后再输入到基于卷积神经网络的骨龄评估模型中。进行归一化处理的方式可以采用opencv里面的normalize函数处理,将上述手骨照片进行归一化到均值为0,方差为1,其目的是使得手骨照片具有相似的统计分布,方便基于卷积神经网络的骨龄评估模型对手骨照片进行处理,此外还能加快在训练基于卷积神经网络的骨龄评估模型时的收敛性。

计算单元20将待预测骨龄的手骨X光片处理成指定像素要求的手骨照片后输入到预设的基于卷积神经网络的骨龄评估模型中进行计算,其中预设的基于卷积神经网络的骨龄评估模型需要通过大量的手骨X光片数据来进行训练,训练好的基于卷积神经网络的骨龄评估模型能对输入的手骨照片输出计算结果,该结果为上述手骨的骨龄。当基于卷积神经网络的骨龄评估模型训练成功之后,在输入指定像素要求的手骨照片后,基于卷积神经网络的骨龄评估模型对上述手骨照片进行计算得到手骨的骨龄。

输出单元30获取上述骨龄评估模型输出的计算结果,该计算结果为上述手骨的骨龄,并控制将该

手骨的骨龄通过显示设备进行显示，或者通过打印设备打印出来。

在一个具体实施例中，保险公司需要根据投保人的年龄来评估投保额度。首先，保险公司的工作人员让投保人先填写投保人的个人信息，其中个人信息包括有投保人的年龄、职业、收入和地址等信息，因为需要根据投保人的年龄来评估投保额度，因此，投保人的年龄的准确性非常重要。为了验证投保人填写的年龄的准确性，保险公司的工作人员会指导投保人先通过 X 光机设备采集投保人左手骨的 X 光片，将投保人左手骨的 X 光片输入到通过左手骨 X 光片进行评估年龄的设备中进行年龄评估。该设备中预存的程序将输入的左手骨 X 光片处理成指定像素要求的手骨照片；并通过基于卷积神经网络的骨龄评估模型中对手骨照片进行计算；获取所述骨龄评估模型输出的计算结果，该结果为所述手骨的骨龄，并将该手骨的骨龄与投保人填写的年龄进行比对，从而能获取投保人填写的年龄是否真实准确，需要指出的是，当投保人的年龄与通过设备检测的年龄误差小于 0.8 年，即判定投保人填写的年龄是真实准确的。

参照图 4，本实施例中的手骨 X 光片骨龄评估装置，所述计算单元 20，包括：

第一处理模块 210，用于对所述手骨照片进行卷积计算得到第一图片特征；

第二处理模块 220，用于对所述第一图片特征进行多次迭代卷积计算得到第二图片特征；

变换模块 230，用于通过空间变换网络对所述第二图片特征进行空间变换和对齐处理得到第三图片特征；

第三处理模块 240，用于对所述第三图片特征进行卷积计算得到第四图片特征；

执行模块 250，用于通过全连接层将所述第四图片特征结合在一起形成全局图片特征，从而输出计算结果。

在本实施例中的基于卷积神经网络的骨龄评估模型中，对于输入的手骨照片，第一处理模块 210 用于先对手骨照片进行一次卷积计算提取得到低维度的图片特征作为第一图片特征，具体的说，先采用 Overfeat 网络作为一个卷积层对手骨照片进行图片特征提取；通过 Overfeat 网络提取手骨照片的特征时，会得到维度很大的图片特征，为了便于进行多次卷积计算，会通过一个池化层对提取出的图片特征进行降维处理得到第一图片特征，其中该池化层可以采用最大值池化或平均值池化的方式进行处理，本实施例中具体采用取最大值池化的方式进行处理。

本实施例中的基于卷积神经网络的骨龄评估模型，第二处理模块 220 用于对上述第一图片特征进行多次迭代卷积计算得到第二图片特征。具体的说，需要对上述第一图片特征进行三次迭代卷积计算提取得到高维度的图片特征，其中每次卷积计算通过一个卷积层对第一图片特征进行处理，然后会通过一个池化层对提取出的图片特征进行降维处理，其中该池化层可以采用最大值池化或平均值池化的方式进行处理，本实施例中具体采用取最大值池化的方式进行处理。经过一次卷积计算得到的图片特征迭代进行卷积，从而通过对上述第一图片特征进行三次迭代卷积计算提取得到高维度的第二图片特征。

由于手骨 X 光片在拍摄的过程中,会受到曝光时间、拍摄角度等因素的影响,使得手骨 X 光片的空间差异较大,在通过基于卷积神经网络的骨龄评估模型进行计算时,进行卷积计算后输出的第二图片特征所对应的空间差异较大时,需要对第二图片特征进行空间变换和对齐,变换模块 230 通过空间变换网络对第二图片特征进行空间变换和对齐,能使得基于卷积神经网络的骨龄评估模型输出的计算结果更加准确。本实施例中的空间变换网络需要先估算出空间变换网络中的 6 个变换参数,根据这 6 个参数能自适应地将第二图片特征进行空间变换和对齐,具体操作包括平移、缩放、旋转以及其它几何变换等。其中可以通过 Backpropagation 算法(反向传播算法)对上述 6 个参数进行估算,根据估算的 6 个参数,通过空间变换网络即可对第二图片特征进行空间变换和对齐得到第三图片特征,通过将空间变换网络加入到基于卷积神经网络的骨龄评估模型中,减小由于拍摄的手骨 X 光片的空间差异对基于卷积神经网络的骨龄评估模型评估结果的影响,使得基于卷积神经网络的骨龄评估模型输出的计算结果更加准确。

本实施例中的基于卷积神经网络的骨龄评估模型,通过空间变换网络对第二图片特征进行空间变换和对齐后得到第三图片特征,在通过全连接层进行处理之前,第三处理模块 240 对第三图片特征再进行卷积计算,具体的说,需要对上述第三图片特征进行一次卷积计算提取图片特征,然后通过一个池化层对提取出的图片特征进行降维处理,其中该池化层可以采用最大值池化或平均值池化的方式进行处理,本实施例中具体采用取最大值池化的方式进行处理。经过一次卷积计算得到第四图片特征,从而便于将得到第四图片特征输入到全连接层中进行处理。

由于经过上述卷积计算得到的第四图片特征为局部图片特征,执行模块 250 用于通过全连接层将上述第四图片特征结合在一起形成全局图片特征,最后根据全局图片特征计算得到手骨的骨龄。

本实施例中对基于卷积神经网络的骨龄评估模型进行训练的方法,包括:

获取指定量的样本数据,并将样本数据分成训练集和测试集,其中,所述样本数据包括已知骨龄的手骨照片,以及与所述已知骨龄的手骨照片对应的骨龄数据;

将训练集的样本数据输入到预设的卷积神经网络中进行训练,得到结果训练模型;

利用所述测试集的样本数据验证所述结果训练模型;

如果验证通过,则将所述结果训练模型记为所述基于卷积神经网络的骨龄评估模型。

对于基于卷积神经网络的骨龄评估模型,只有在训练完成之后,才能用于计算出手骨的骨龄。而在对基于卷积神经网络的骨龄评估模型进行训练时,需要获取大量的样本数据,并将上述样本数据分成训练集和测试集,其中上述样本数据包括已知骨龄的手骨照片,以及与上述已知骨龄的手骨照片对应的骨龄数据。将上述训练集的样本数据输入到预设的基于卷积神经网络中进行训练,得到用于进行骨龄评估的结果训练模型。

对于训练得到的结果训练模型,将测试集的样本数据中的已知骨龄的手骨照片输入到结果训练模型预测得到的手骨照片的骨龄预测结果,通过将测试集的样本数据中的手骨照片的骨龄真实结果与结果训

练模型预测得到的手骨照片的骨龄预测值进行比对,验证其是否处于预设的误差范围内,具体的说,对于结果训练模型预测得到的手骨照片的骨龄预测值,通过Euclidean损失层来计算得到的手骨照片的骨龄预测值与手骨照片的骨龄真实值的差别大小,其计算公式为 $Loss = \frac{1}{2N} \sum \|pred - truth\|_2^2$ 。其中公式中,

pred为手骨照片的骨龄预测值,truth为手骨照片的骨龄真实值,通过Euclidean损失层衡量手骨照片的骨龄预测值与手骨照片的骨龄真实值的差别大小,当通过Euclidean损失层计算的值小于预设值时,则说明验证通过,此时结果训练模型将可以作为上述基于卷积神经网络的骨龄评估模型进行使用。本实施例中的基于卷积神经网络的骨龄评估模型,当通过结果训练模型预测的手骨照片的骨龄预测值与手骨照片的骨龄真实值误差小于0.8年时,则判定基于卷积神经网络的骨龄评估模型训练完成。

本实施例中的手骨X光片骨龄评估装置,所述计算单元20,还包括:

10 增广模块260,用于对所述手骨照片进行数据增广处理。

由于在对基于卷积神经网络的骨龄评估模型进行训练时,增广模块260用于对于输入的手骨照片可以进行数据增广,即在每个输入的手骨照片中均匀抽取m个等间距的n*n的方块区域,将上述所有抽取的方块区域都加入到训练数据中,从而实现了增加训练集大小,既有效地避免训练过程中过拟合的发生,又提高了训练效果。当基于卷积神经网络的骨龄评估模型训练完成后,在通过卷积神经网络的骨龄评估模型进行计算时,也可以通过对输入的手骨照片可以进行数据增广,也能实现了增加训练集大小,既有效地避免计算过程中过拟合的发生,又提高了计算的准确性。

参照图5,本实施例中的手骨X光片骨龄评估装置,还包括:

选取单元103,用于选取备选手骨X光片中骨骼、干骺端和手腕处骨骼作为所述待预测骨龄的手骨X光片。

20 由于手骨中的骨骼、干骺端和手腕处骨骼对于进行年龄评估是最具有特征区分的骨骼部分,所以在备选的待预测骨龄的手骨X光片中可以只选取这些特征骨骼部分作为通过基于卷积神经网络的骨龄评估模型的输入图片。具体的,可以通过标记的方式,由选取单元103通过基于深度网络的特征区域模型来选取骨骼、干骺段和手腕处骨骼等骨龄特征区域,在不影响骨龄预测结果的情况下减小计算量,提高效率。其具体步骤为,先将待预测骨龄的手骨X光片统一缩放到固定尺寸,例如缩放到1024*1024像素大小;其次,再根据骨龄评估TW3法从待预测的手骨X光片标记出骨骼、干骺段和手腕处骨骼等骨龄特征区域相应 bounding box (边界框)的坐标并进行保存;同时对已标记出的 bounding box 的坐标所对应的标记后的待预测的手骨X光片进行数据增强,其中数据增强的方式具体包括旋转、镜像翻转、缩放、平移等图形操作,相应的,已标记出的 bounding box 坐标也需要经过相同的处理。最后将经过数据增强的 bounding box 的坐标和标记后的待预测的手骨X光片作为训练数据输入到深度网络中来对基于深度网络的特征区域模型进行训练,具体的,是将 bounding box 的坐标(4个数值)作为训练标签,来对该基于深度网络的特征区域模型进行训练,训练完成后的基于深度网络的特征区域模型,可以自动出选取

待预测的手骨 X 光片特征骨骼部分的坐标,从而根据特征骨骼部分的坐标可以来选取待预测的手骨 X 光片中特征骨骼部分的 X 光片图像。

本实施例中的手骨 X 光片骨龄评估装置,包括:

统一单元 101,用于将所述备选手骨 X 光片的背景部分统一为黑色。

5 第二处理单元 102,用于调整所述备选手骨 X 光片的对比度。

在将选取备选的手骨 X 光片中骨骼、干骺端和手腕处骨骼作为待预测骨龄的手骨 X 光片之前,第二处理单元 102 用于调整备选的手骨 X 光片的对比度,来使得手骨 X 光片中的图片特征更加明显,使得通过基于卷积神经网络的骨龄评估模型的训练效率更高,评估结果更准确。在调整备选的手骨 X 光片的对比度之前,由于备选的手骨 X 光片的背景部分除了黑色中可能会包含少许其它颜色,统一单元 101
10 用于统一待预测骨龄的手骨 X 光片的背景成黑色。其具体方式为先选取待预测骨龄的手骨 X 光片的四个角位置上的一定大小的像素块,例如 10*10 像素大小的像素块,计算这四个像素块的均值,然后将计算得到的均值与待预测骨龄的手骨 X 光片能达到的最大像素值的一半相比较,实现将 X 光片进行归一化到 0 至最大像素值,从而实现将待预测骨龄的手骨 X 光片的背景统一成黑色。

在将待预测骨龄的手骨 X 光片的背景部分处理为黑色之后,第二处理单元 102 调整备选的待预测骨
15 龄的手骨 X 光片的对比度。需要指出的是,对于当备选的待预测骨龄的手骨 X 光片为三通道图片时,需要先对三通道的图片进行灰度化处理,其中具体可以采用分量法、最大值法、平均值法和加权平均法中的任意一种方法对 X 光片进行灰度化处理。对待预测骨龄的手骨 X 光片进行灰度化处理后,再调整备选的待预测骨龄的手骨 X 光片的对比度;其具体方式为采用限制对比度自适应直方图均衡算法 (CLAHE 算法)来调整备选的待预测骨龄的手骨 X 光片的对比度,其中限制对比度自适应直方图均衡
20 算法 (CLAHE 算法)采用自适应修剪图像的直方图,再使用修剪后的直方图对待预测骨龄的手骨 X 光片进行均衡调整,其优点在于使得备选的待预测骨龄的手骨 X 光片的对比度更加自然。

参照图6,本发明实施例中还提供一种计算机设备,该计算机设备可以是服务器,其内部结构可以如图6所示。该计算机设备包括通过系统总线连接的处理器、存储器、网络接口和数据库。其中,该计算机设计的处理器用于提供计算和控制能力。该计算机设备的存储器包括非易失性存储介质、内存储器。
25 该非易失性存储介质存储有操作系统、计算机可读指令和数据库。该内存储器为非易失性存储介质中的操作系统和计算机可读指令的运行提供环境。该计算机设备的数据库用于预设的基于卷积神经网络的X光片骨龄评估模型等数据。该计算机设备的网络接口用于与外部的终端通过网络连接通信。该计算机可读指令被处理器执行时以实现一种手骨X光片骨龄评估方法。

上述处理器执行上述手骨 X 光片骨龄评估方法的步骤:将待预测骨龄的手骨 X 光片处理成指定像素要求的手骨照片;将所述手骨照片输入到预设的基于卷积神经网络的骨龄评估模型中进行计算;获取
30 所述骨龄评估模型输出的计算结果,该结果为所述手骨的骨龄。

上述计算机设备, 基于卷积神经网络, 建立基于卷积神经网络的骨龄评估模型, 对于待预测骨龄的手骨X光片处理成指定像素要求的手骨照片, 将上述手骨照片输入到预设的基于卷积神经网络的骨龄评估模型中进行计算, 获取所述骨龄评估模型输出的计算结果, 该结果为所述手骨的骨龄, 该基于卷积神经网络的骨龄评估模型, 能自动进行骨龄评估、且评估准确率高。

5 在一个实施例中, 上述将所述手骨照片输入到预设的基于卷积神经网络的骨龄评估模型中进行计算的步骤, 包括: 对所述手骨照片进行卷积计算得到第一图片特征; 对所述第一图片特征进行多次迭代卷积计算得到第二图片特征; 通过空间变换网络对所述第二图片特征进行空间变换和对齐处理得到第三图片特征。对所述第三图片特征进行卷积计算得到第四图片特征; 通过全连接层将所述第四图片特征结合在一起形成全局图片特征, 从而输出计算结果。

10 在一个实施例中, 上述处理器将上述对上述手骨照片进行卷积计算得到第一图片特征的步骤之前, 包括: 对上述手骨照片进行数据增广处理, 实现了增加训练集大小, 既有效地避免计算过程中过拟合的发生, 又提高了计算的准确性。

15 在一个实施例中, 所述将待预测骨龄的手骨 X 光片处理成指定像素要求的手骨照片的步骤之前, 包括: 选取手骨 X 光片中骨骼、干骺端和手腕处骨骼作为待预测骨龄的手骨 X 光片, 通过标记的方式, 利用基于深度网络的特征区域模型来选取骨骼、干骺段和手腕处骨骼等骨龄特征区域, 在不影响骨龄预测结果的情况下减小计算量, 提高效率增加。

20 在一个实施例中, 选取手骨 X 光片中骨骼、干骺端和手腕处骨骼作为待预测骨龄的手骨 X 光片的步骤之前, 包括: 调整手骨 X 光片的对比度。

20 在一个实施例中, 所述调整手骨 X 光片的对比度之前, 包括: 将手骨 X 光片的背景部分统一为黑色。

本领域技术人员可以理解, 图 6 中示出的结构, 仅仅是与本申请方案相关的部分结构的框图, 并不构成对本申请方案所应用于其上的计算机设备的限定。

25 本发明一实施例还提供一种计算机非易失性可读存储介质, 其上存储有计算机可读指令, 计算机可读指令被处理器执行时实现一种手骨X光片骨龄评估方法, 具体为: 将待预测骨龄的手骨X光片处理成指定像素要求的手骨照片; 将所述手骨照片输入到预设的基于卷积神经网络的骨龄评估模型中进行计算; 获取所述骨龄评估模型输出的计算结果, 该结果为所述手骨的骨龄。

30 上述计算机非易失性可读存储介质, 基于卷积神经网络, 建立基于卷积神经网络的骨龄评估模型, 对于待预测骨龄的手骨X光片处理成指定像素要求的手骨照片, 将上述手骨照片输入到预设的基于卷积神经网络的骨龄评估模型中进行计算, 获取所述骨龄评估模型输出的计算结果, 该结果为所述手骨的骨龄, 该基于卷积神经网络的骨龄评估模型, 能自动进行骨龄评估、且评估准确率高。

在一个实施例中, 上述将所述手骨照片输入到预设的基于卷积神经网络的骨龄评估模型中进行计算

的步骤,包括:对所述手骨照片进行卷积计算得到第一图片特征;对所述第一图片特征进行多次迭代卷积计算得到第二图片特征;通过空间变换网络对所述第二图片特征进行空间变换和对齐处理得到第三图片特征。对所述第三图片特征进行卷积计算得到第四图片特征;通过全连接层将所述第四图片特征结合在一起形成全局图片特征,从而输出计算结果。

- 5 在一个实施例中,上述处理器将上述对上述手骨照片进行卷积计算得到第一图片特征的步骤之前,包括:对上述手骨照片进行数据增广处理,实现了增加训练集大小,既有效地避免计算过程中过拟合的发生,又提高了计算的准确性。

- 在一个实施例中,所述将待预测骨龄的手骨 X 光片处理成指定像素要求的手骨照片的步骤之前,包括:选取手骨 X 光片中骨骼、干骺端和手腕处骨骼作为待预测骨龄的手骨 X 光片,通过标记的方式,
10 利用基于深度网络的特征区域模型来选取骨骼、干骺段和手腕处骨骼等骨龄特征区域,在不影响骨龄预测结果的情况下减小计算量,提高效率增加。

 在一个实施例中,选取手骨 X 光片中骨骼、干骺端和手腕处骨骼作为待预测骨龄的手骨 X 光片的步骤之前,包括:调整手骨 X 光片的对比度。

 在一个实施例中,所述调整手骨X光片的对比度之前,包括:将手骨X光片的背景部分统一为黑色。

- 15 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程,是可以通过计算机可读指令来指令相关的硬件来完成,所述的计算机可读指令可存储与一非易失性计算机可读取存储介质中,该计算机可读指令在执行时,可包括如上述各方法的实施例的流程。其中,本申请所提供的和实施例中所使用的对存储器、存储、数据库或其它介质的任何引用,均可包括非易失性和/或易失性存储器。非易失性存储器可以包括只读存储器 (ROM)、可编程ROM (PROM)、电可编程ROM (EPROM)、电可擦
20 除可编程ROM (EEPROM)或闪存。易失性存储器可包括随机存取存储器 (RAM)或者外部高速缓冲存储器。作为说明而非局限,RAM一多种形式可得,诸如静态RAM (SRAM)、动态RAM (DRAM)、同步DRAM (SDRAM)、双速据率SDRAM (SSRSDRAM)、增强型SDRAM (ESDRAM)、同步链路 (Synchlink) DRAM (SLDRAM)、存储器总线 (Rambus) 直接RAM (RDRAM)、直接存储器总线
动态RAM (DRDRAM)、以及存储器总线动态RAM (RDRAM)等。

- 25 需要说明的是,在本文中,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、装置、物品或者方法不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、装置、物品或者方法所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括该要素的过程、装置、物品或者方法中还存在另外的相同要素。以上所述仅为本发明的优选实施例,并非因此限制本发明的专利范围,凡是利用本发明
30 说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换,或直接或间接运用在其他相关的技术领域,均同理包括在本发明的专利保护范围内。

权利要求书

1、一种手骨 X 光片骨龄评估方法，其特征在于，包括：

将待预测骨龄的手骨 X 光片处理成指定像素要求的手骨照片；

将所述手骨照片输入到预设的基于卷积神经网络的骨龄评估模型中进行计算；

5 获取所述骨龄评估模型输出的计算结果，该结果为所述手骨的骨龄。

2、根据权利要求 1 所述的手骨 X 光片骨龄评估方法，其特征在于，所述将所述手骨照片输入到预设的基于卷积神经网络的骨龄评估模型中进行计算的步骤，包括：

对所述手骨照片进行卷积计算得到第一图片特征；

对所述第一图片特征进行多次迭代卷积计算得到第二图片特征；

10 通过空间变换网络对所述第二图片特征进行空间变换和对齐处理得到第三图片特征；

对所述第三图片特征进行卷积计算得到第四图片特征；

通过全连接层将所述第四图片特征结合在一起形成全局图片特征，从而输出计算结果。

3、根据权利要求 2 所述的手骨 X 光片骨龄评估方法，其特征在于，所述对所述手骨照片进行卷积计算得到第一图片特征的步骤之前，包括：

15 对所述手骨照片进行数据增广处理。

4、根据权利要求 1 所述的手骨 X 光片骨龄评估方法，其特征在于，所述将待预测骨龄的手骨 X 光片处理成指定像素要求的手骨照片的步骤之前，包括：

选取备选手骨 X 光片中骨骼、干骺端和手腕处骨骼作为所述待预测骨龄的手骨 X 光片。

5、根据权利要求 4 所述的手骨 X 光片骨龄评估方法，其特征在于，所述选取备选手骨 X 光片中骨骼、干骺端和手腕处骨骼作为待预测骨龄的手骨 X 光片的步骤之前，包括：

20 调整所述备选手骨 X 光片的对比度。

调整所述备选手骨 X 光片的对比度。

6、根据权利要求 5 所述的手骨 X 光片骨龄评估方法，其特征在于，所述调整所述备选手骨 X 光片的对比度的步骤之前，包括：

将所述备选手骨 X 光片的背景部分统一为黑色。

7、根据权利要求 1 所述的手骨 X 光片骨龄评估方法，其特征在于，所述基于卷积神经网络的骨龄评估模型训练的方法，包括：

获取指定量的样本数据，并将样本数据分成训练集和测试集，其中，所述样本数据包括已知骨龄的手骨照片，以及与所述已知骨龄的手骨照片对应的骨龄数据；

将训练集的样本数据输入到预设的卷积神经网络中进行训练，得到结果训练模型；

30 利用所述测试集的样本数据验证所述结果训练模型；

如果验证通过，则将所述结果训练模型记为所述基于卷积神经网络的骨龄评估模型。

8、一种手骨 X 光片骨龄评估装置，其特征在于，包括：

处理单元，用于将待预测骨龄的手骨 X 光片处理成指定像素要求的手骨照片；

计算单元，用于将所述手骨照片输入到预设的基于卷积神经网络的骨龄评估模型中进行计算；

输出单元，用于获取所述骨龄评估模型输出的计算结果，该结果为所述手骨的骨龄。

5 9、根据权利要求 8 所述的手骨 X 光片骨龄评估装置，其特征在于，所述计算单元，包括：

第一处理模块，用于对所述手骨照片进行卷积计算得到第一图片特征；

第二处理模块，用于对所述第一图片特征进行多次迭代卷积计算得到第二图片特征；

变换模块，用于通过空间变换网络对所述第二图片特征进行空间变换和对齐处理得到第三图片特征；

第三处理模块，用于对所述第三图片特征进行卷积计算得到第四图片特征；

10 执行模块，用于通过全连接层将所述第四图片特征结合在一起形成全局图片特征，从而输出计算结果。

10、根据权利要求 8 所述的手骨 X 光片骨龄评估装置，其特征在于，所述计算单元，还包括：

增广模块，用于对所述手骨照片进行数据增广处理。

11、根据权利要求 8 所述的手骨 X 光片骨龄评估装置，其特征在于，所述手骨 X 光片骨龄评估装置，还包括：

15 选取单元，用于选取备选手骨 X 光片中骨骼、干骺端和手腕处骨骼作为所述待预测骨龄的手骨 X 光片。

12、根据权利要求 11 所述的手骨 X 光片骨龄评估装置，其特征在于，所述手骨 X 光片骨龄评估装置，包括：

20 第二处理单元，用于调整所述备选手骨 X 光片的对比度。

13、根据权利要求 12 所述的手骨 X 光片骨龄评估装置，其特征在于，所述手骨 X 光片骨龄评估装置，包括：

统一单元，用于将所述备选手骨 X 光片的背景部分统一为黑色。

14、根据权利要求 8 所述的手骨 X 光片骨龄评估装置，其特征在于，所述计算单元，还用于获取指
25 定量的样本数据，并将样本数据分成训练集和测试集，其中，所述样本数据包括已知骨龄的手骨照片，
以及与所述已知骨龄的手骨照片对应的骨龄数据；将训练集的样本数据输入到预设的卷积神经网络中进行训练，得到结果训练模型；利用所述测试集的样本数据验证所述结果训练模型；如果验证通过，则将
所述结果训练模型记为所述基于卷积神经网络的骨龄评估模型。

15、一种计算机设备，包括存储器和处理器，所述存储器存储有计算机可读指令，其特征在于，所
30 述处理器执行所述计算机可读指令时实现手骨 X 光片骨龄评估方法，该手骨 X 光片骨龄评估方法包括：

将待预测骨龄的手骨 X 光片处理成指定像素要求的手骨照片；

将所述手骨照片输入到预设的基于卷积神经网络的骨龄评估模型中进行计算;

获取所述骨龄评估模型输出的计算结果, 该结果为所述手骨的骨龄。

16、根据权利要求 15 所述的计算机设备, 其特征在于, 所述将所述手骨照片输入到预设的基于卷积神经网络的骨龄评估模型中进行计算的步骤, 包括:

5 对所述手骨照片进行卷积计算得到第一图片特征;

对所述第一图片特征进行多次迭代卷积计算得到第二图片特征;

通过空间变换网络对所述第二图片特征进行空间变换和对齐处理得到第三图片特征;

对所述第三图片特征进行卷积计算得到第四图片特征;

通过全连接层将所述第四图片特征结合在一起形成全局图片特征, 从而输出计算结果。

10 17、根据权利要求 16 所述的计算机设备, 其特征在于, 所述对所述手骨照片进行卷积计算得到第一图片特征的步骤之前, 包括:

对所述手骨照片进行数据增广处理。

18、根据权利要求 15 所述的计算机设备, 其特征在于, 所述将待预测骨龄的手骨 X 光片处理成指定像素要求的手骨照片的步骤之前, 包括:

15 选取备选手骨 X 光片中骨骼、干骺端和手腕处骨骼作为所述待预测骨龄的手骨 X 光片。

19、一种计算机非易失性可读存储介质, 其上存储有计算机可读指令, 其特征在于, 所述计算机可读指令被处理器执行时实现手骨 X 光片骨龄评估方法, 该手骨 X 光片骨龄评估方法包括:

将待预测骨龄的手骨 X 光片处理成指定像素要求的手骨照片;

将所述手骨照片输入到预设的基于卷积神经网络的骨龄评估模型中进行计算;

20 获取所述骨龄评估模型输出的计算结果, 该结果为所述手骨的骨龄。

20、根据权利要求 19 所述的计算机非易失性可读存储介质, 其特征在于, 所述将所述手骨照片输入到预设的基于卷积神经网络的骨龄评估模型中进行计算的步骤, 包括:

对所述手骨照片进行卷积计算得到第一图片特征;

对所述第一图片特征进行多次迭代卷积计算得到第二图片特征;

25 通过空间变换网络对所述第二图片特征进行空间变换和对齐处理得到第三图片特征;

对所述第三图片特征进行卷积计算得到第四图片特征;

通过全连接层将所述第四图片特征结合在一起形成全局图片特征, 从而输出计算结果。

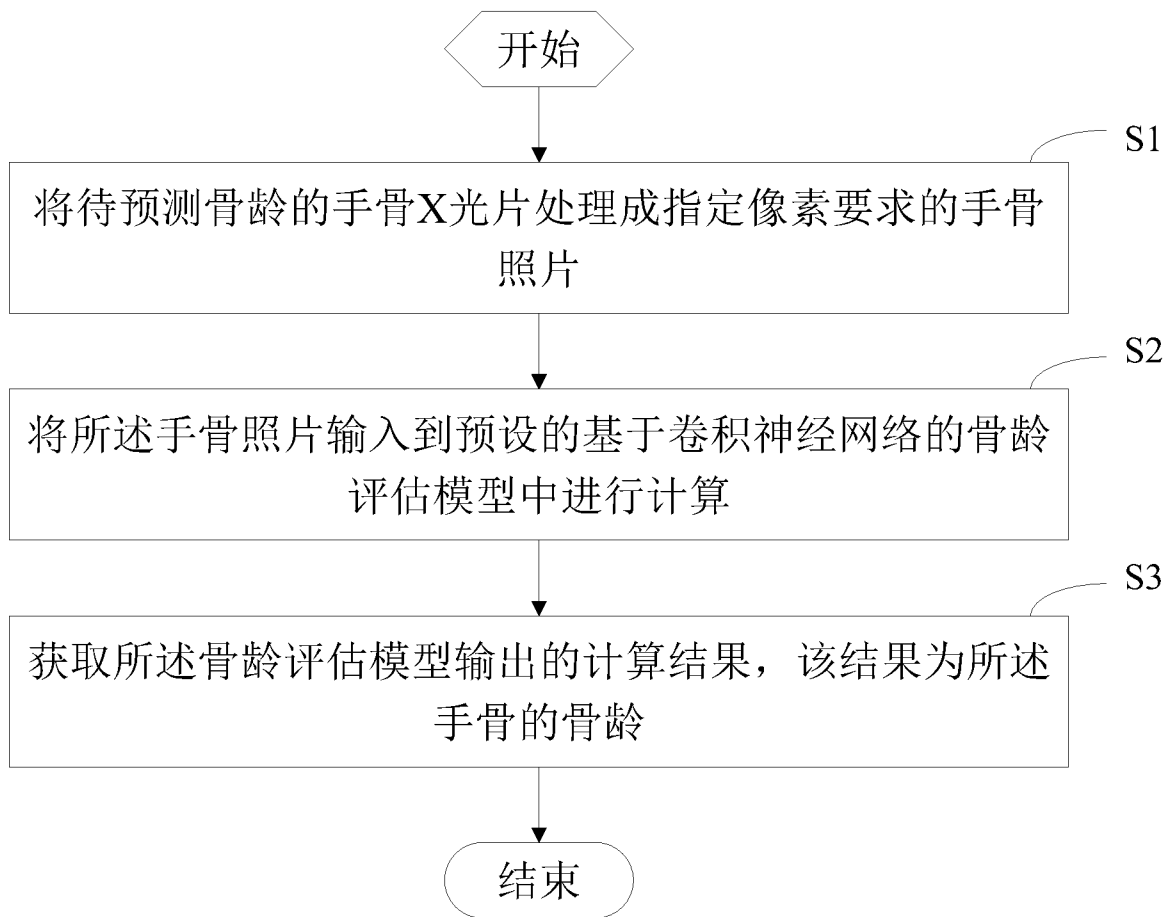


图 1

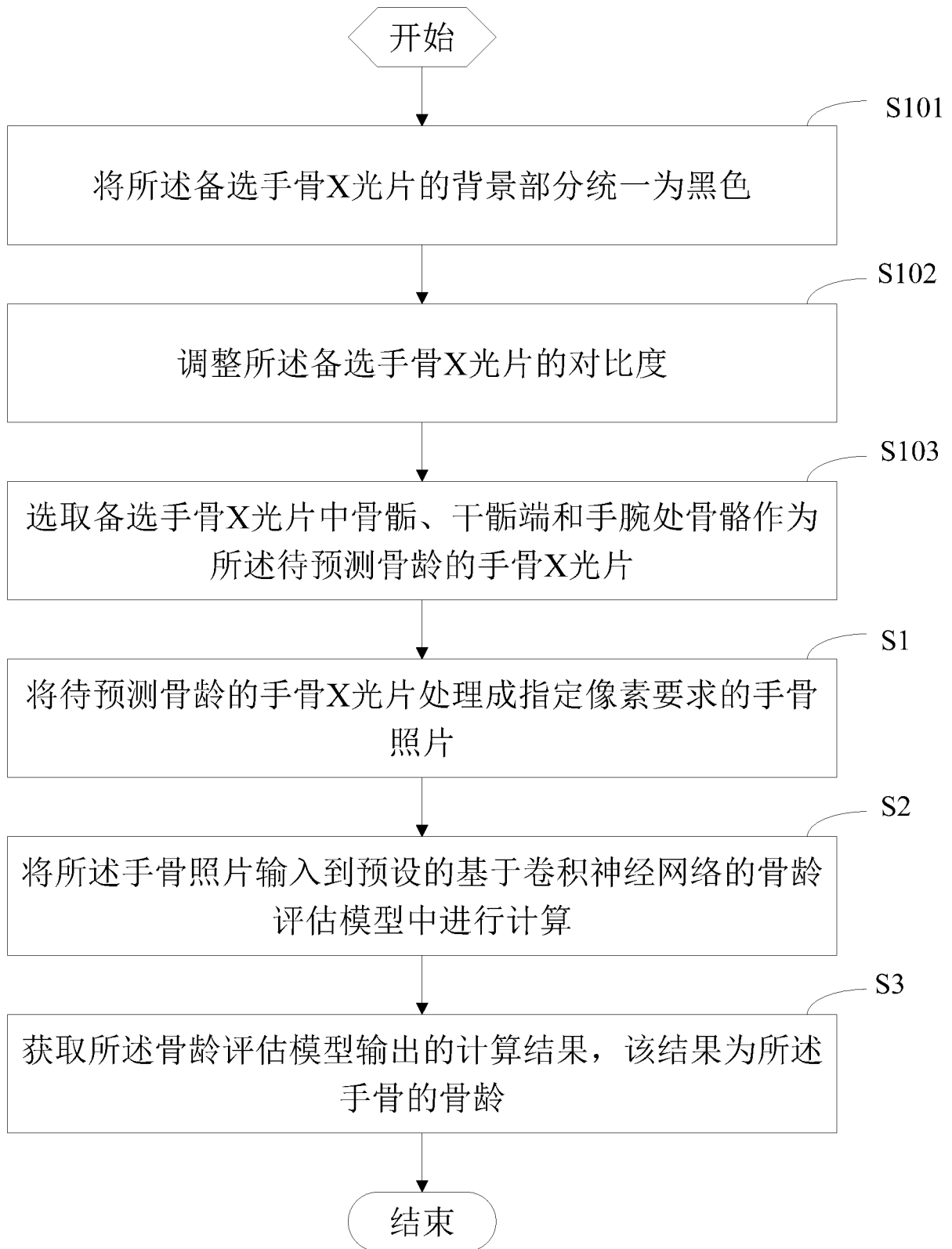


图 2

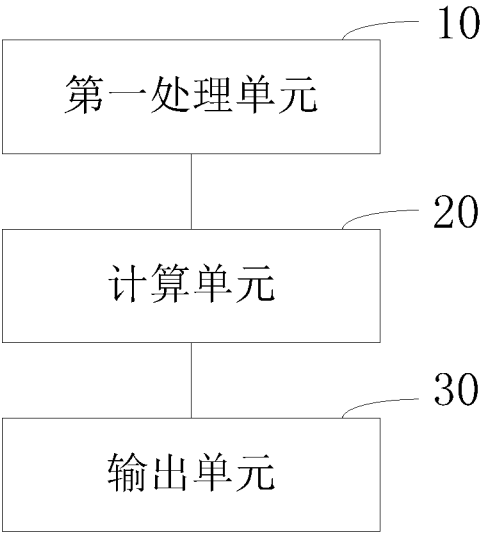


图 3

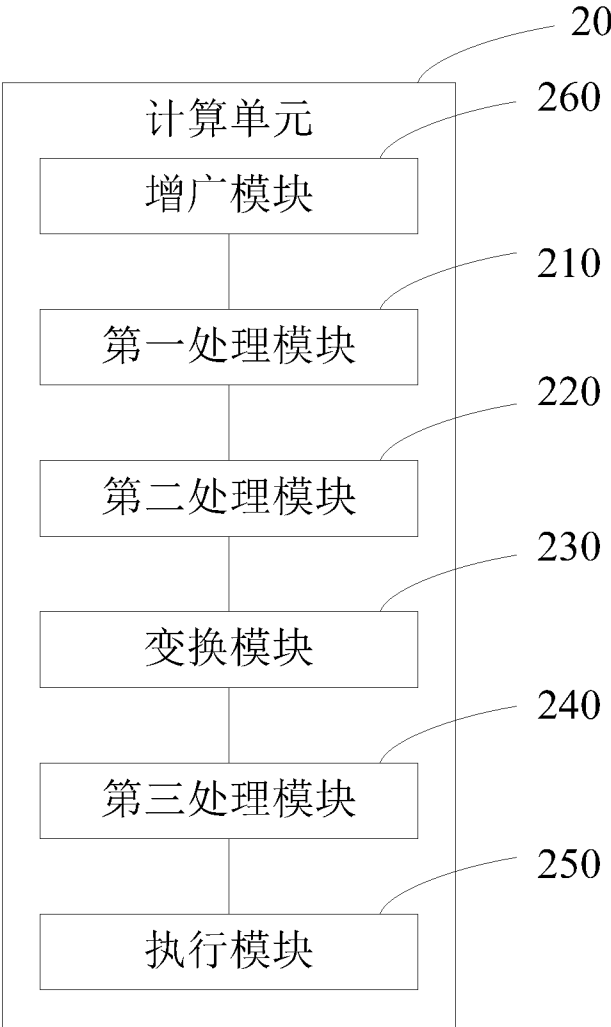


图 4

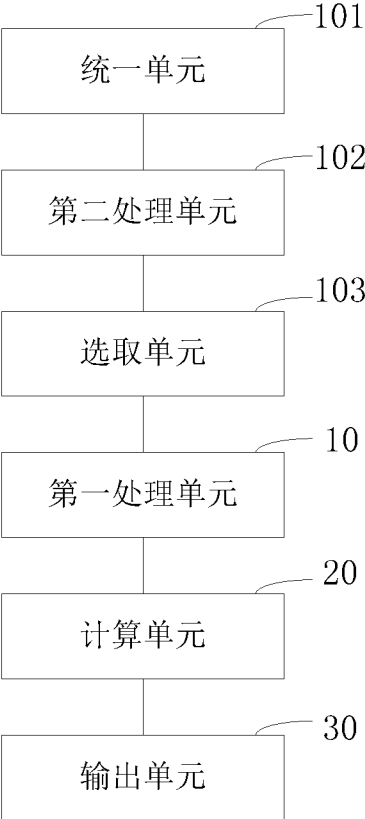


图 5

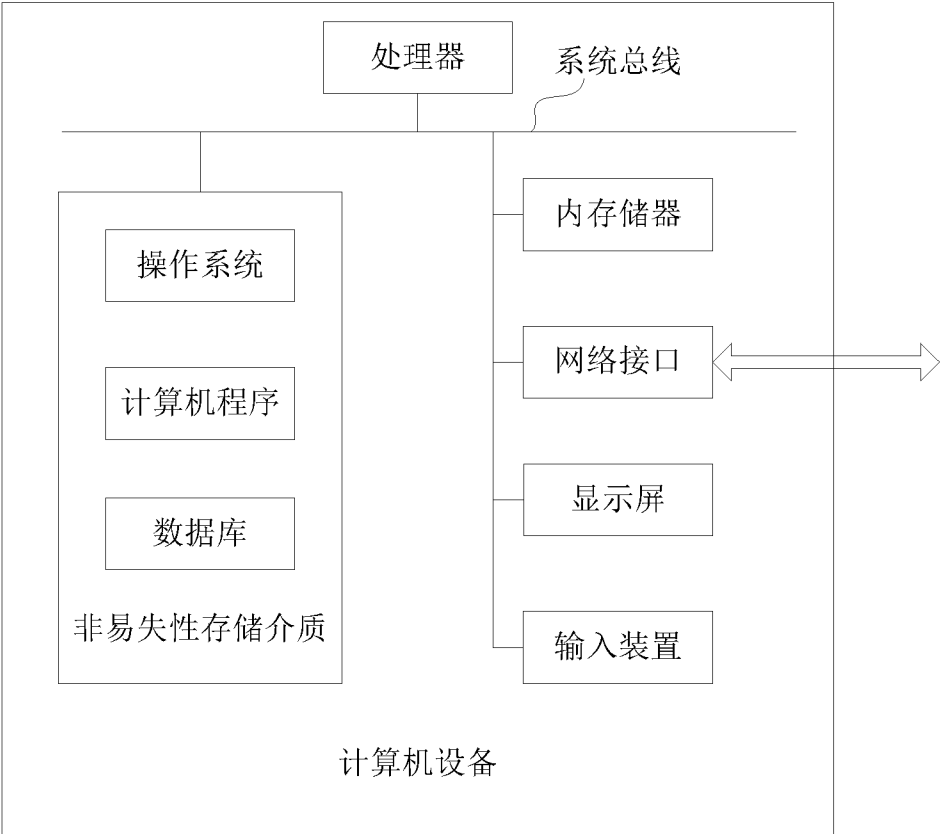


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/095385

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B 6/00(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)

A61B6; G06T7

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)

CNTXT; CNABS; DWPI; SIPOABS; CNKI; IEEE: 神经网络, 卷积, 骨龄, 迭代, 对齐, 平移, 旋转, 缩放, 全连接层, cnn, convolution, neural, network, bone, age, iteration, align, shift, rotate, zoom, connect, layer

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 107895367 A (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 10 April 2018 (2018-04-10) description, paragraphs [0057]-[0137], and figure 5	1-20
X	WO 2018057714 A1 (THE GENERAL HOSPITAL CORPORATION) 29 March 2018 (2018-03-29) claims 1-10, and figures 4-6	1-20
A	CN 107944496 A (UNIVERSITY OF ELECTRONIC SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA) 20 April 2018 (2018-04-20) entire document	1-20



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“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)

“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

“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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 January 2019

Date of mailing of the international search report

02 February 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

National Intellectual Property Administration, PRC (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088
China

Authorized officer

Facsimile No. (86-10)62019451

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/095385

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	107895367	A	10 April 2018	None	
WO	2018057714	A1	29 March 2018	None	
CN	107944496	A	20 April 2018	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/095385

A. 主题的分类 A61B 6/00(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) A61B6; G06T7 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)) CNTXT;CNABS; DWPI;SIPOABS;CNKI;IEEE:神经网络, 卷积, 骨龄, 迭代, 对齐, 平移, 旋转, 缩放, 全连接层, cnn, convolution, neural, network, bone, age, iteration, align, shift, rotate, zoom, connect, layer														
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>CN 107895367 A (中国科学院深圳先进技术研究院) 2018年 4月 10日 (2018 - 04 - 10) 说明书第57-137段, 图5</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>WO 2018057714 A1 (MASSACHUSETTS GEN HOSPITAL) 2018年 3月 29日 (2018 - 03 - 29) 权利要求1-10, 图4-6</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107944496 A (电子科技大学) 2018年 4月 20日 (2018 - 04 - 20) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	CN 107895367 A (中国科学院深圳先进技术研究院) 2018年 4月 10日 (2018 - 04 - 10) 说明书第57-137段, 图5	1-20	X	WO 2018057714 A1 (MASSACHUSETTS GEN HOSPITAL) 2018年 3月 29日 (2018 - 03 - 29) 权利要求1-10, 图4-6	1-20	A	CN 107944496 A (电子科技大学) 2018年 4月 20日 (2018 - 04 - 20) 全文	1-20
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求												
X	CN 107895367 A (中国科学院深圳先进技术研究院) 2018年 4月 10日 (2018 - 04 - 10) 说明书第57-137段, 图5	1-20												
X	WO 2018057714 A1 (MASSACHUSETTS GEN HOSPITAL) 2018年 3月 29日 (2018 - 03 - 29) 权利要求1-10, 图4-6	1-20												
A	CN 107944496 A (电子科技大学) 2018年 4月 20日 (2018 - 04 - 20) 全文	1-20												
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。														
<table border="0"> <tr> <td> * 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 </td> <td> “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 “&” 同族专利的文件 </td> </tr> </table>			* 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 “&” 同族专利的文件										
* 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 “&” 同族专利的文件													
国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期													
2019年 1月 25日	2019年 2月 2日													
ISA/CN的名称和邮寄地址	授权官员													
中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	唐宇希													
传真号 (86-10)62019451	电话号码 62411854													

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/095385

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	107895367	A	2018年 4月 10日	无	
WO	2018057714	A1	2018年 3月 29日	无	
CN	107944496	A	2018年 4月 20日	无	